

Proyecto de Construcción de Actuaciones de Mejora en la ETAP de Torrelaguna

Tomo 02 de 11

Documento nº 1.- Memoria y Anejos II
Anejos 7 - 10

Autor del proyecto:
Emilio Villar González

Madrid, Agosto de 2020



Proyecto de Construcción de Actuaciones de Mejora en la ETAP de Torrelaguna

Tomo 02 de 11

Documento nº 1.- Memoria y Anejos II
Anejos 7 - 10

Autor del proyecto:
Emilio Villar González

Madrid, Agosto de 2020

ÍNDICE

TOMO 01 DE 11

Documento nº 1.- Memoria y Anejos

Memoria

Anejos

- Anejo nº 1.- Características Principales del Proyecto
- Anejo nº 2.- Estudio de alternativas y justificación de la solución adoptada
- Anejo nº 3.- Cartografía y topografía
- Anejo nº 4.- Geología y Geotecnia
- Anejo nº 5.- Cálculos de Proceso
- Anejo nº 6.- Cálculos Hidráulicos

TOMO 02 DE 11

- Anejo nº 7.- Cálculos Estructurales
- Anejo nº 8.- Cálculos Mecánicos
- Anejo nº 9.- Cálculos Eléctricos
- Anejo nº 10.- Instrumentación y Control

TOMO 03 DE 11

- Anejo nº 11.- Adecuación a la Normativa APQ
- Anejo nº 12.- Estudio de Seguridad y Salud (I)

TOMO 04 DE 11

- Anejo nº 12.- Estudio de Seguridad y Salud (II)

TOMO 05 DE 11

- Anejo nº 13.- Tramitación Ambiental
- Anejo nº 14.- Plan de Obra y Descripción del proceso constructivo
- Anejo nº 15.- Plan de Gestión de Residuos
- Anejo nº 16.- Autorizaciones Administrativas Necesarias
- Anejo nº 17.- Relaciones del Contratista con la Dirección de Obra
- Anejo nº 18.- Control de Calidad

TOMO 06 DE 11

- Anejo nº 19.- Medidas de prevención y seguridad en la Estación de Tratamiento de agua potable (ETAP)
- Anejo nº 20.- Señalización Corporativa para instalaciones de Canal de Isabel II
- Anejo nº 21.- Reportaje fotográfico
- Anejo nº 22.- Justificación de Precios

Anejo nº 23.- Documentación a entregar por el contratista

Anejo nº 24.- Estudio de interferencias

Anejo nº 25.- Protección contra incendios

Anejo nº 26.- Normativa de redacción del manual de operación y mantenimiento

TOMO 07 DE 11 Y TOMO 08 DE 11

Documento nº 2.- Planos

TOMO 09 DE 11

Documento nº 3.- Pliego de Prescripciones Técnicas

A) Pliego de Prescripciones Técnicas Generales

B) Pliego de Prescripciones Técnicas Particulares

C) Especificaciones Técnicas

TOMO 10 DE 11

Documento nº 4.- Presupuestos

Mediciones

Cuadro de precios nº 1

TOMO 11 DE 11

Cuadro de precios nº 2

Presupuestos parciales

Presupuestos generales

ANEJO Nº 7.- CÁLCULOS ESTRUCTURALES

INDICE

1	INTRODUCCIÓN Y OBJETO	3
2	DATOS DE PARTIDA	3
3	DESCRIPCIÓN DE LAS ACTUACIONES	3
4	BASES DE CÁLCULO.....	12
	4.1 Normativa utilizada	12
	4.2 Características de los materiales.....	12
	4.3 Características del cemento.....	14
	4.4 Durabilidad	16
	4.4.1 Hormigón	16
	4.4.2 Acero estructural.....	17
	4.5 Acciones consideradas	19
	4.5.1 Acciones permanentes	19
	4.5.2 Acciones permanentes de valor no constante.....	20
	4.5.3 Acciones variables	22
	4.5.4 Acciones sísmicas	22
	4.5.5 Viento 22	
	4.5.6 Nieve 25	
5	COEFICIENTES DE SEGURIDAD E HIPÓTESIS DE CARGA.....	27
	5.1 VALORES REPRESENTATIVOS.....	27
	5.1.1 PERMANENTES (G).	27
	5.1.2 VARIABLES (Q).....	27
	5.1.3 ACCIDENTALES (A).....	28
	5.2 VALORES DE CÁLCULO.....	28
	5.2.1 HIPÓTESIS DE CARGA.....	28
6	CÁLCULOS ESTRUCTURALES.....	30
	6.1 Espesador y recintos de muros	30
	6.1.1 ENVOLVENTES DE ESFUERZOS.	32
	6.1.2 OBTENCIÓN DE ARMADOS Y COMPROBACIONES.....	35
	6.2 Nuevo edificio de reactivos y de bombas.....	37
	6.3 Polipastos.....	39

APÉNDICES

APENDICE A.- ACTUACIÓN EN LA INSTALACIÓN DE REACTIVOS

APÉNDICE B.- ACTUACIÓN EN LA LÍNEA DE AGUA

APÉNDICE C.- ACTUACIÓN EN LA LÍNEA DE FANGOS

1 INTRODUCCIÓN Y OBJETO

En el presente anejo, se justifican los cálculos estructurales de las actuaciones de mejora planteadas en las instalaciones de la Estación de Tratamiento de Agua Potable, en adelante ETAP, existente en la población de Torrelaguna (Madrid).

Para ello, en los siguientes apartados se exponen de manera justificada los cálculos de todos los elementos estructurales analizados, obteniendo dimensiones y armados que cumplan los preceptivos Estados Límite definidos en la normativa vigente.

2 DATOS DE PARTIDA

Para la redacción del presente documento se ha tenido en cuenta la siguiente documentación:

- o “Informe sobre trabajos geotécnicos para proyecto de nuevo edificio de reactivos en la E.T.A.P. de Torrelaguna.”. Ref.: C-130014/81_M G-170001-M-IG/01. Febrero 2017.
- o Estudio geotécnico de la ampliación de la ETAP de Torrelaguna. Ref.: P-138023. Julio 2019.

3 DESCRIPCIÓN DE LAS ACTUACIONES

Las actuaciones planteadas en este proyecto consisten en:

- o ACTUACIÓN 1: Instalación de reactivos.
 - Nuevo edificio de reactivos (Act. A).

Se trata de un edificio distribuido en una única planta en la que se diferencias dos zonas; zona de tratamiento de cloro y la zona de almacenamiento y dosificación de coagulante.

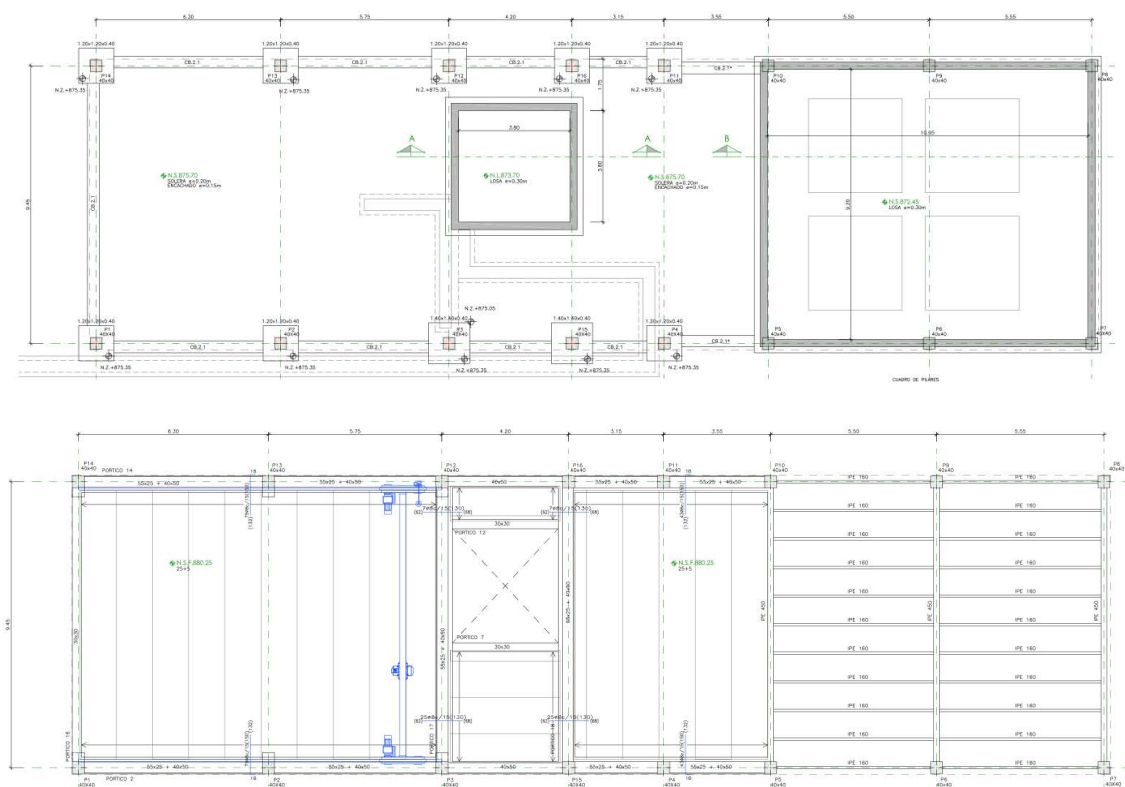
En la primera de estas zonas, de planta rectangular de dimensiones 23.20 m x 10.00 m aproximadamente, la estructura vertical la componen unos pilares de hormigón armado de sección cuadrada que descansan sobre unas zapatas aisladas unidas entre sí mediante vigas de atado. Además, se prevé la realización de un recinto enterrado, de dimensiones en planta interiores de 3.80 x 3.80 m, formado por muros de hormigón armado de 2.00 m de altura cerrados únicamente por una losa de fondo de 0.30 m de canto.

La cubierta de esta parte del edificio se materializa mediante un forjado con una tipología particular de placa alveolar, sobre la que se dispone un cierto espesor de gravas.

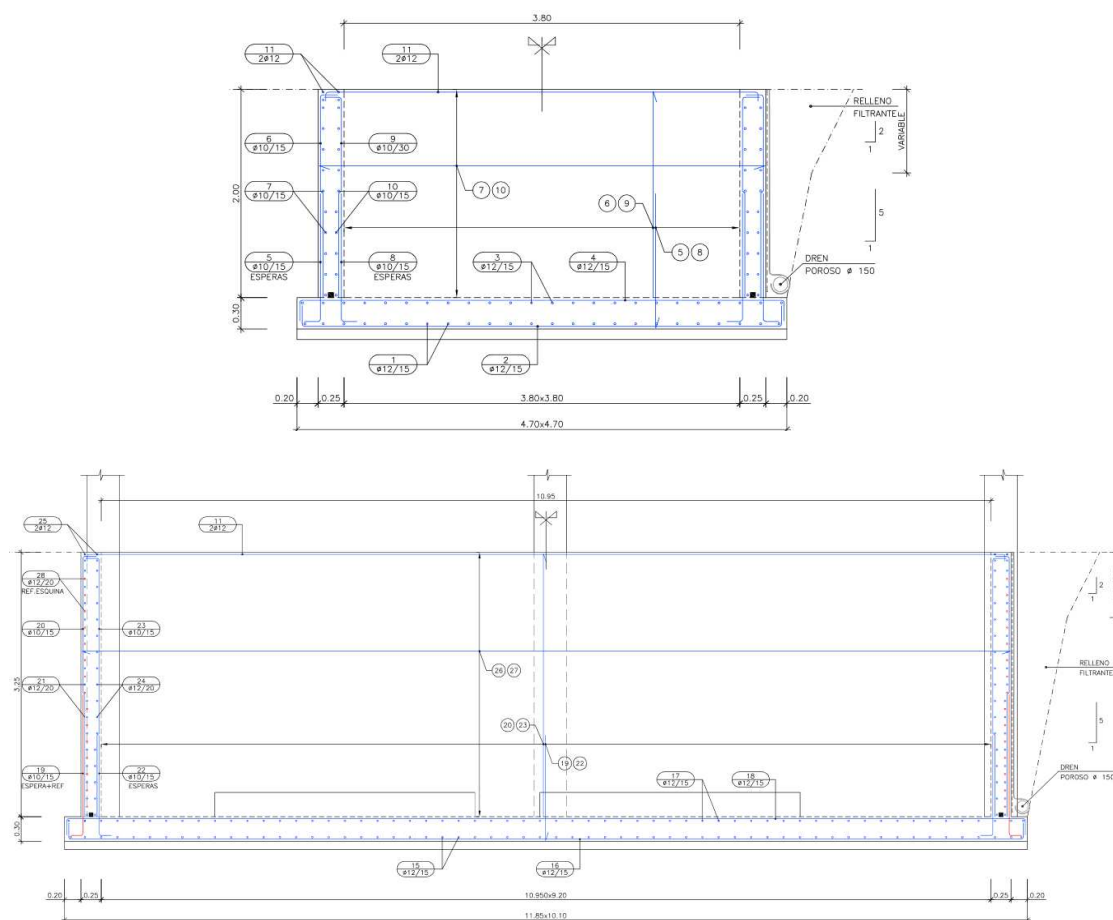
Asimismo, se prevé la instalación de un puente grúa, por lo que será necesario disponer de unas mesetas en los pilares con el fin de colocar sobre las mismas la viga carril.

En la segunda de estas zonas, de planta rectangular de dimensiones 11.30 m x 10.00 m aproximadamente, la estructura vertical la componen unos pilares de hormigón armado de sección cuadrada, que irán embebidos en los muros de hormigón armado que conforman un recinto enterrado de 3.25 m de altura cimentado sobre una losa de fondo de 0.30 m de canto.

La cubierta de esta parte del edificio se materializa mediante un entramado metálico, formado por vigas principales que unen la cabeza de pilares opuestos, y unas vigas secundarias sobre las que se apoyará la cubierta, materializada mediante un panel sándwich. La unión de estos elementos metálicos se realiza mediante uniones atornilladas con el fin de facilitar su futuro desmontaje.



Planta de cimentación y cubierta del nuevo edificio de reactivos



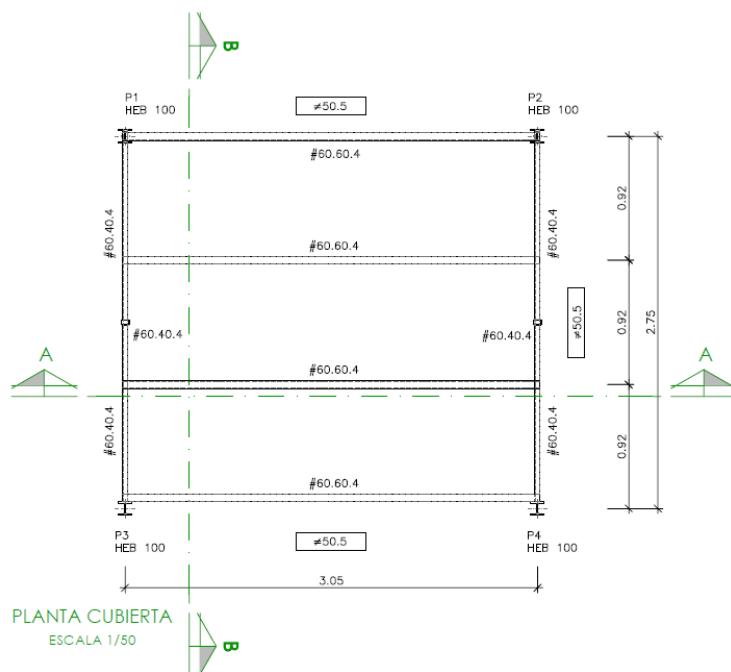
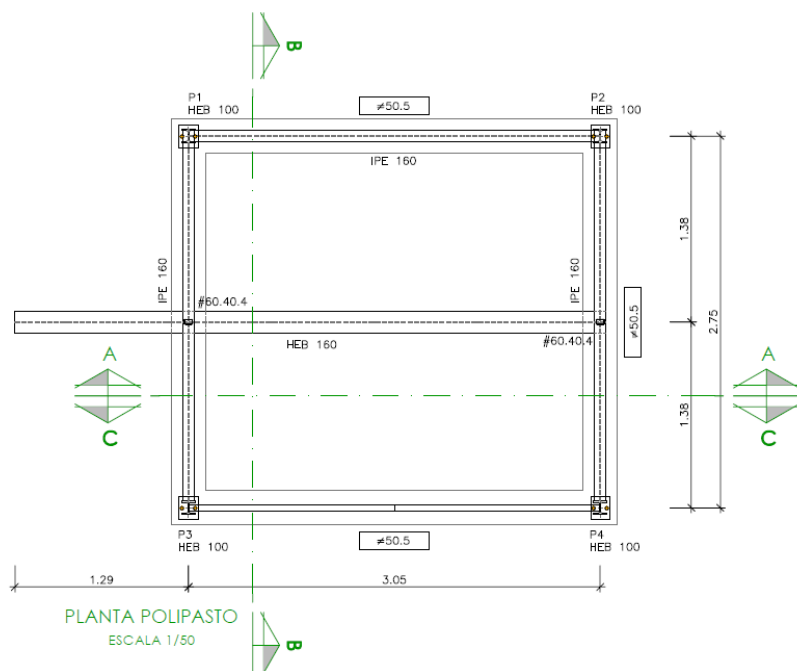
Secciones recintos enterrados del nuevo edificio de reactivos

o ACTUACIÓN 2: Línea de agua.

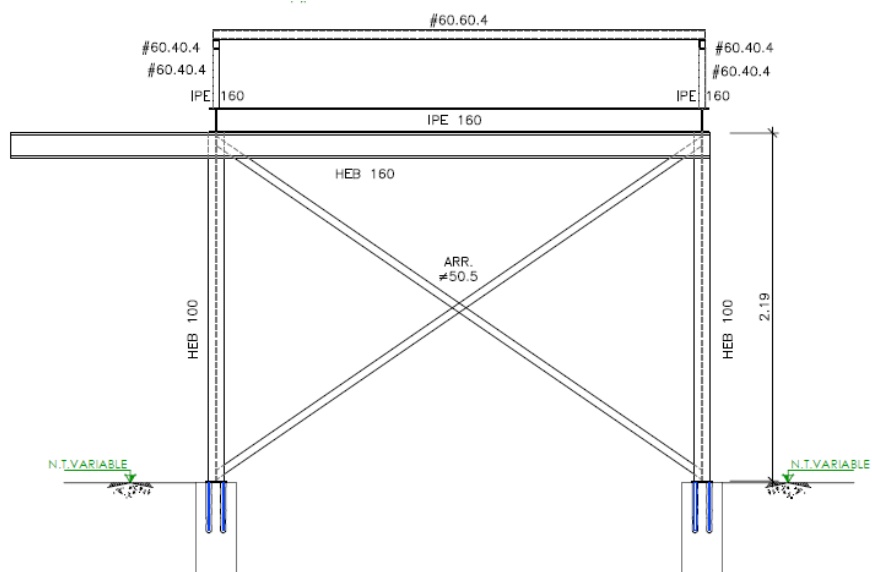
- Nuevo polipasto en la parte superior de las arquetas de purga de fangos. (Act. D)

La estructura, de dimensiones en planta de 3.00 x 2.75 m, se resuelve mediante un entramado de vigas metálicas apoyadas sobre unos pilares, también metálicos, los cuales se conectan a los muros actuales de la arqueta de purga de fangos mediante unas placas de anclaje. Adicionalmente, se prevé disponer de una viga auxiliar cuya función principal consistirá en sostener y permitir el movimiento de un polipasto eléctrico.

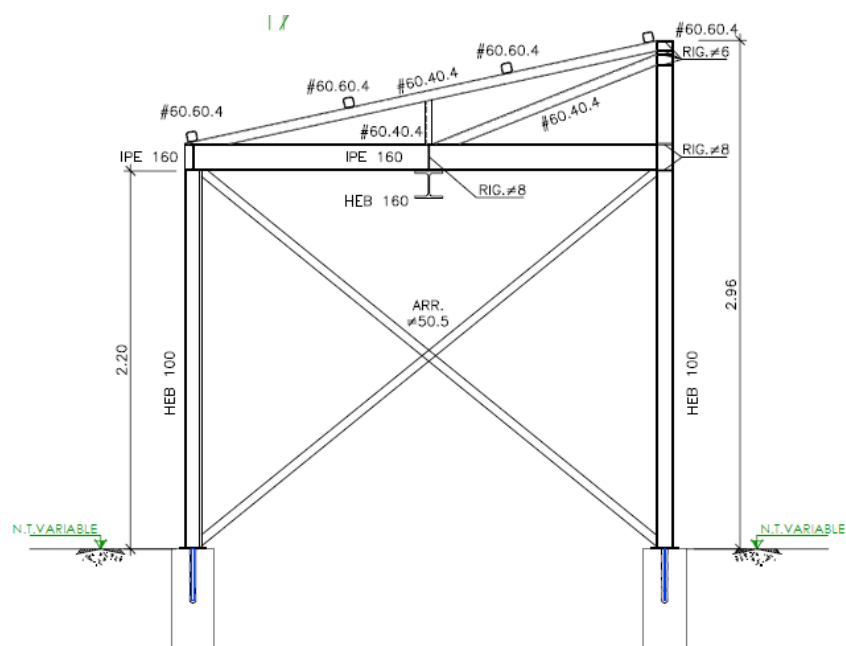
Con el fin de albergar la cubierta ligera, materializada mediante panel sándwich, se prevé la instalación de una cercha metálica, ubicada de manera perpendicular a la viga del polipasto y unida al resto de elementos mediante soldadura. El dintel superior de esta cercha se dispone inclinado y sobre éste, descansarán las correas que sujetarán el panel de cubierta.



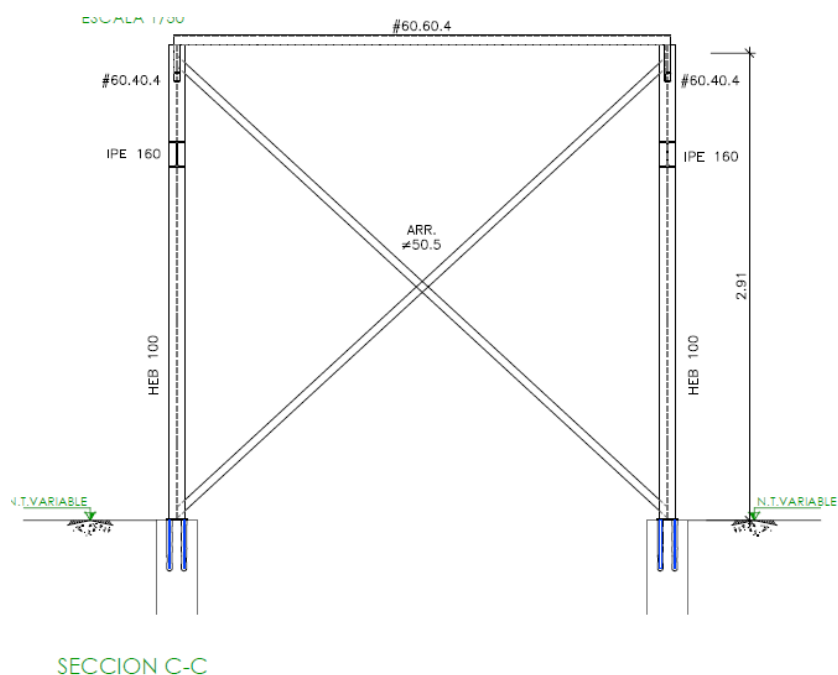
Plantas polipasto



SECCION A-A



SECCION B-B

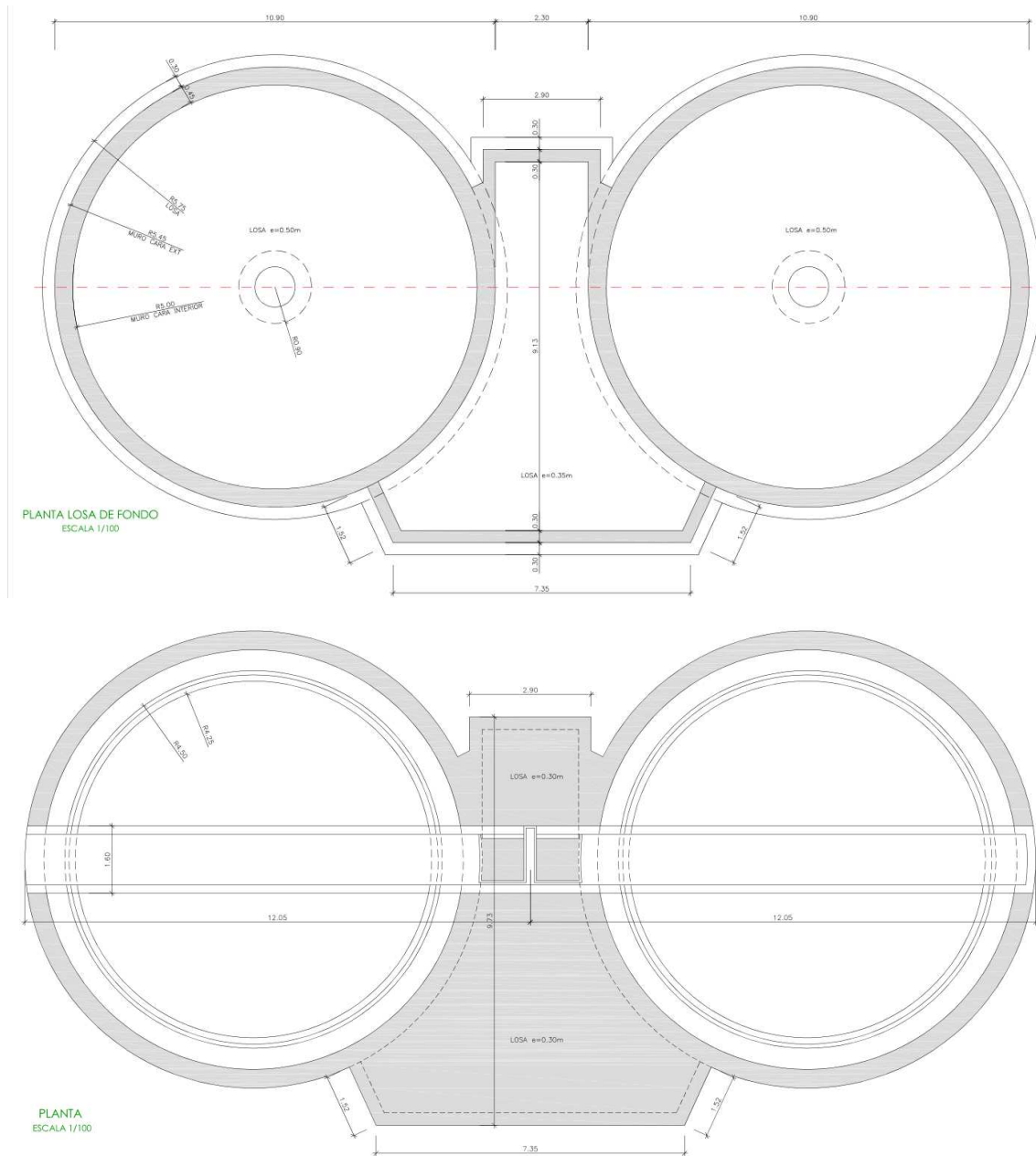


Secciones polipasto

o ACTUACIÓN 3: Línea de fangos.

- Nuevos espesadores que incluyen la cámara de mezcla y de bombeo para la purga de fangos (Act. A, B y C).

Los espesadores están formados por dos depósitos cilíndricos de hormigón armado, de diámetro interior de 10.00 m y 5.40 m de altura, parcialmente enterrados y cerrados inferiormente mediante una losa de fondo de 0.50 m de espesor. Ambos depósitos se comunican entre sí mediante un recinto intermedio, formado por muros de hormigón armado cerrados inferiormente mediante una losa de fondo de 0.35 m de espesor y superiormente mediante una cubierta a base de losa maciza de hormigón de 0.30 m de canto.

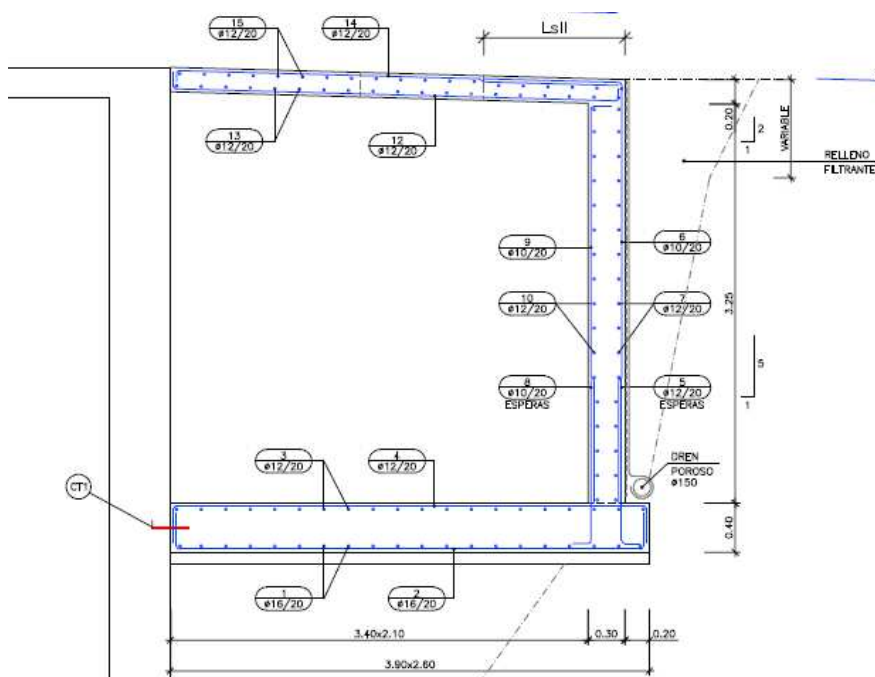


Plantas espesadores

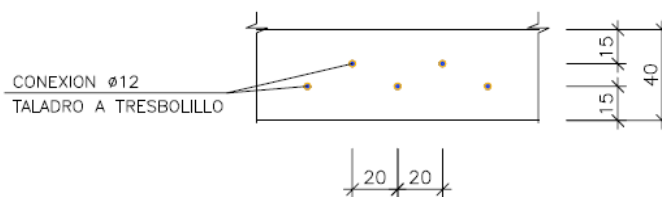
- Arqueta de conexión para la entrada a cámara de los fangos decantados (Act. E).

Consiste en un recinto enterrado de hormigón armado dimensiones en planta de 2.10 x 3.40 m y una altura de 3.45 m, cerrada inferiormente mediante una losa de fondo de 0.40 m de canto y superiormente por una losa maciza de 0.20 m de espesor.

La losa de fondo se conectará al muro existente que cierra la cámara de los fangos decantados mediante anclajes químicos con resina dispuestos a tresbolillo.



Sección de la arqueta de conexión



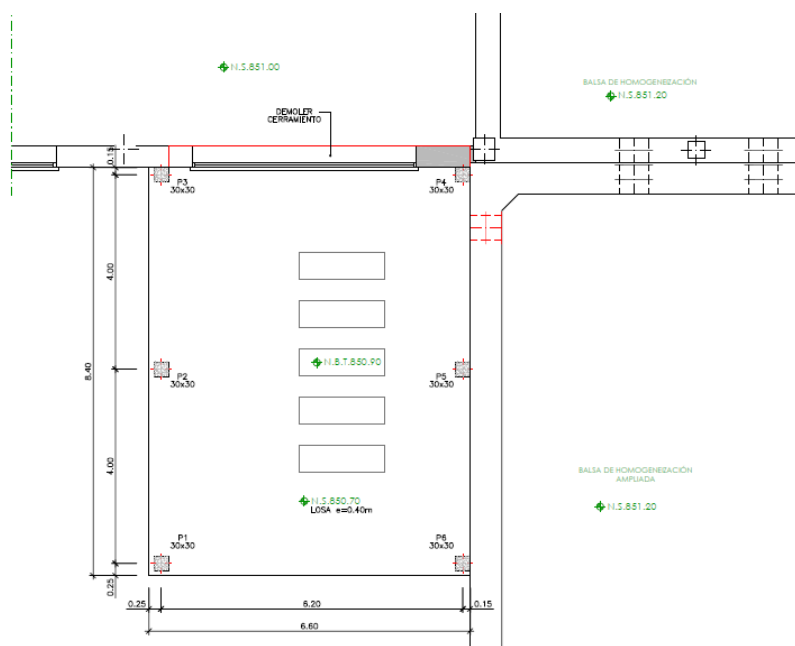
Detalle de conexión de la losa inferior con el muro actual

- Nuevo edificio de bombeo (Act. F).

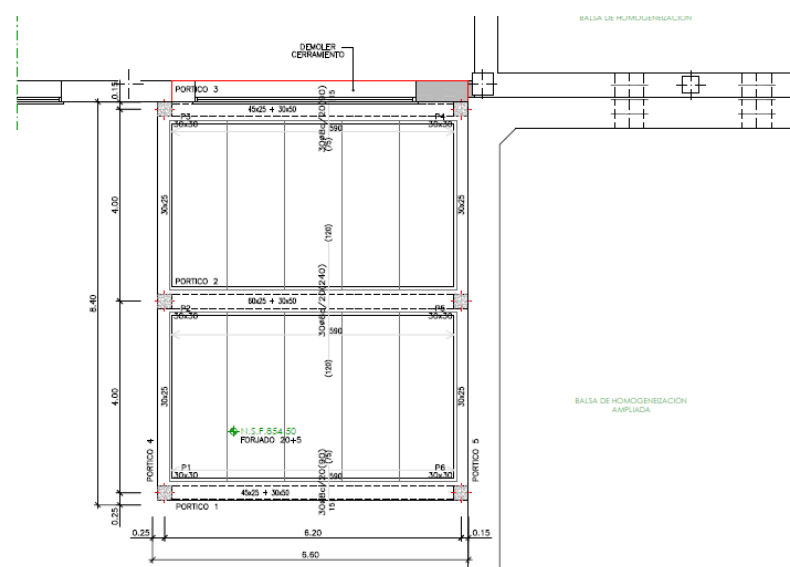
Se trata de un edificio planta rectangular de dimensiones 6.60 x 8.40 m aproximadamente, distribuido en una única altura.

La estructura vertical la componen unos pilares de hormigón armado de sección cuadrada que descansan sobre una losa de cimentación de 0.40 m de canto.

La cubierta se materializa mediante un forjado con una tipología particular de placa alveolar sobre la que se dispone un acabado a base de gravas.



Planta de cimentación



Planta de forjado

- Arquetas de recogida de las aguas de lavado de los filtros. Estas arquetas de pequeñas dimensiones son recrecidas por requerimientos hidráulicos y según se define en planos.

4 BASES DE CÁLCULO

4.1 Normativa utilizada

Para el dimensionamiento estructural de los diferentes elementos, se ha considerado la siguiente normativa:

- o EHE-08. Instrucción de hormigón estructural.
- o CTE. Código técnico de la edificación.
- o EAE. Instrucción de acero estructural.

4.2 Características de los materiales

Las características de los materiales se resumen a continuación:

HORMIGÓN ARMADO

CIMENTACIÓN ZAPATAS Y VIGAS DE ATADO

Tipo	HA-25
Nivel de control	Estadístico
Resistencia característica f_{ck}	25 MPa
Resistencia media f_{cm}	33 MPa
Coeficiente de minoración γ_c	1.50
Resistencia de cálculo f_{cd}	16.67 MPa
Módulo de Elasticidad instantáneo E_{co}	32035 N/mm ²
Módulo de Elasticidad secante E_c	27264 N/mm ²
Módulo de Poisson ν_c	0.20

EXTERIORES EN CONTACTO CON EL AGUA Y PARAMENTOS ENTERRADOS

Tipo	HA-35
Nivel de control	Estadístico
Resistencia característica f_{ck}	35 MPa
Resistencia media f_{cm}	43 MPa
Coeficiente de minoración γ_c	1.50
Resistencia de cálculo f_{cd}	23.33 MPa
Módulo de Elasticidad instantáneo E_{co}	34990 N/mm ²
Módulo de Elasticidad secante E_c	29779 N/mm ²
Módulo de Poisson ν_c	0.20

RESTO DE ELEMENTOS EXTERIORES

Tipo	HA-30
Nivel de control	Estadístico
Resistencia característica f_{ck}	30 MPa
Resistencia media f_{cm}	38 MPa
Coeficiente de minoración γ_c	1.50
Resistencia de cálculo f_{cd}	20.00 MPa
Módulo de Elasticidad instantáneo E_{co}	33578 N/mm ²
Módulo de Elasticidad secante E_c	28577 N/mm ²
Módulo de Poisson ν_c	0.20

ARMADURAS PASIVAS

Tipo	B - 500 S
Nivel de control	Normal
Resistencia característica f_{yk}	500 MPa
Coeficiente de minoración γ_s	1.15
Resistencia de cálculo f_{yd}	435 MPa
Módulo de Elasticidad E_s	210000 MPa

ACERO ESTRUCTURAL

Tipo	S -275 JR
Nivel de control	Normal
Resistencia característica f_{yk}	275 MPa
Coeficiente de minoración γ_s	1.05
Resistencia de cálculo f_{yd}	262 MPa
Módulo de Elasticidad E_s	210000 MPa

RELLENO EN TRASDÓS (ZONA REACTIVOS)

Tipo	Granular
Ángulo de rozamiento interno	35°
Coeficiente de empuje activo K_a	0.271
Coeficiente de empuje reposo K_o	0.426
Peso específico aparente γ_{ap}	21 kN/m ³

RELLENO EN TRASDÓS (RESTO ZONAS)

Tipo	Granular
Ángulo de rozamiento interno	30°
Coeficiente de empuje activo K_a	0.333
Coeficiente de empuje reposo K_o	0.500
Peso específico aparente γ_{ap}	20 kN/m ³

4.3 Características del cimiento

De la campaña de reconocimiento geotécnico realizada para el nuevo edificio de reactivos se extraen las siguientes conclusiones:

- o El terreno se divide en las siguientes unidades geotécnicas.
 - Nivel 0: Capa superficial alterada (derrubios superficiales) y con desarrollo de capa vegetal. Este nivel se extiende en los primeros 0.60 m -0.80 m.
 - Nivel I: Sustrato rocoso de dolomías y areniscas dolomíticas. Este sustrato presenta una zona superficial muy fracturada.

- o Las características geotécnicas de estos estratos son:

	Rellenos <u>compactados</u>	Sustrato rocoso <u>fracturado</u>
Cohesión efectiva (kp/cm ²)	0,0	1,0
Ángulo de roz. interno efectivo (°)	32°	35°
Peso específico aparente (t/m ³)	1,9	2,4

- o No se ha detectado presencia del nivel freático.
- o Las excavaciones a realizar se ejecutarán con un talud 1H:1V en la capa más superficial y 1H:5V en el sustrato rocoso.
- o En el caso de detectarse zonas con roca muy fracturada, se deberá sanear el terreno hasta alcanzar un nivel poco alterado rellenando con hormigón pobre.
- o Es posible reutilizar el material excavado para el relleno del trasdós de las estructuras enterradas dependiendo siempre de la granulometría extraída del proceso de excavación. Teniendo en cuenta esto, se ha asumido para el cálculo de empuje de los recintos enterrados los siguientes parámetros geotécnicos:
 - Ángulo de rozamiento interno 35°
 - Peso específico aparente γ_{ap} 21 kN/m³
- o La cimentación podrá materializarse mediante zapatas aisladas, corridas o losas de cimentación. En el caso de realizarse la primera tipología, las dimensiones mínimas de la misma no deberán ser menor a 1.00x1.00 m y en el caso del segundo tipo, el ancho de las zapatas no deberá ser inferior a 0.60 m con el fin de prever posibles concentraciones de tensiones, excentricidades, defectos constructivos,...
- o La tensión admisible será de 5kg/cm² y en el caso de losas de cimentación podría utilizarse un coeficiente de balasto para una placa de 30x30 cm de 3000 MN/m³ a 10000 MN/m³.
- o El terreno no contiene elementos que puedan dar lugar a problemas de agresividad a los hormigones de cimentación.

De la campaña de reconocimiento geotécnico realizada en la zona de ubicación de los dos espesadores de lodos, se extraen las siguientes conclusiones:

- o El terreno se divide en las siguientes unidades geotécnicas.
 - Nivel 0: Sedimentos sueltos (gravas, cantos y bloques de dolomía en matriz arenosa). Este nivel se extiende desde la superficie a una profundidad variable de entre 2.40-5.30 m. Los parámetros geotécnicos calculados para este nivel son:
 - Cohesión: $C' = 0.00 \text{ Kg/cm}^2$
 - Ángulo de rozamiento interno: $\phi' = \sim 33-35^\circ$
 - Densidad natural: 2.10 g/cm^3
 - Módulo de deformación: $250 - 450 \text{ Kg/cm}^2$.
 - Nivel I: Dolomías compactas. Este nivel se extiende desde el muro del estrato anterior hasta una profundidad de 2.40-5.0 m. Los parámetros geotécnicos obtenidos para este nivel son:

Muestra	Resistencia a compresión simple (Kg/cm ²)	Tracción indirecta (Kg/cm ²)	Carga puntual (Is) / C. Simple equivalente (Kg/cm ²).	Densidad (g/cm ³)	Humedad (%)	Observaciones
S1 (6.10-6.30)	491	-	-	2.49	0.4	-
S2 (6.60-6.80)	712	40	-	2.45-2.48	0.6	-
S2 (10.3-10.55)	534	66	-	2.60-2.65	0.9	-
S2 (11.70-11.90)	623	-	-	2.47	0.3	-

- Nivel II: Dolomías margosas. Los parámetros geotécnicos obtenidos para este nivel son:

Muestra	Resistencia a compresión simple (Kg/cm ²)	Tracción indirecta (Kg/cm ²)	Carga puntual (Is) / C. Simple equivalente (Kg/cm ²).	Densidad (g/cm ³)	Humedad (%)	Observaciones
S1 (4.00-4.20)	231	-	-	2.28	8.1	-
S1 (5.00-5.40)	-	-	0.26 / 59.8	-	0.09	Media de las resistencias obtenidas
S1 (7.70-8.00)	355	40	-	2.29-2.47	0.2	-
S2 (8.40-8.55)	388	-	-	2.46	0.2	-

- o No se ha detectado la presencia de nivel freático.
- o El terreno no presenta elementos agresivos contra el hormigón.
- o La cimentación de los espesadores podrá apoyarse uniformemente sobre el macizo rocoso o sobre pozos rellenos de hormigón ciclópeo, si esto fuera necesario.
- o La tensión admisible se limita a 7 kg/cm^2 , obteniendo asientos inferiores a 0.50 cm.
- o El módulo de balasto estimado es de 15 kg/cm^3 .

4.4 Durabilidad

4.4.1 Hormigón

Se ha considerado una clase de exposición IIa para las cimentaciones de los edificios y vigas de atado, IV+Qc en el resto de cimentaciones y paramentos enterrados, IV+Qc+H para los elementos exteriores en contacto con el agua de la E.T.A.P. y IIb+H para el resto de elementos exteriores. Como consecuencia de los tipos de ambiente definidos, el hormigón armado debe cumplir las siguientes limitaciones:

AMBIENTE IIa

- o Relación máxima agua / cemento de 0.60.
- o Contenido mínimo en cemento de 275 kg/m^3 .
- o Recubrimiento mínimo 20 mm, para una vida útil de 50 años. Considerando que este tipo de ambiente se asocia a elementos de cimentación, se decide adoptar un valor de recubrimiento nominal de 50 mm.
- o Máxima abertura de fisura de 0,30 mm.
- o Resistencia mínima característica recomendada de 25 MPa.

AMBIENTE IV+Qc y IV+Qc+H

- o Relación máxima agua / cemento de 0.45.
- o Contenido mínimo en cemento de 350 kg/m^3 .
- o Recubrimiento mínimo 35 mm, para una vida útil de 50 años. Se adoptará un recubrimiento nominal de 50 mm.
- o Máxima abertura de fisura de 0.10 mm. Esta limitación se considera para aquellos paramentos en contacto con el agua de la E.T.A.P. Debido a que el terreno no presenta agresividad, en los paramentos en contacto con el mismo se ha considerado una abertura de fisura de 0.30 mm.
- o Resistencia mínima característica recomendada de 35 MPa.

AMBIENTE IIB+H

- o Relación máxima agua / cemento de 0.55.
- o Contenido mínimo en cemento de 300 kg/m³.
- o Recubrimiento mínimo 25 mm, para una vida útil de 50 años. Considerando un margen de recubrimiento de 10 mm, se adopta un recubrimiento nominal de 35 mm.
- o Máxima abertura de fisura de 0.30 mm.
- o Resistencia mínima característica recomendada de 30 MPa.

4.4.2 Acero estructural

Según el artículo 8.2.2 de la EAE, se adopta una clase de exposición tipo C3 relativo a una exposición a la corrosión media.

Clases de exposición relativas a la corrosión atmosférica

Designación	Clase de exposición (corrosividad)	Pérdida de masa por unidad de superficie/pérdida de espesor (tras el primer año de exposición)				Ejemplos de ambientes típicos en un clima templado	
		Acero de bajo contenido en carbono		Cinc		Exterior	Interior
		Pérdida de masa g/m ²	Pérdida de espesor µm	Pérdida de masa g/m ²	Pérdida de espesor µm		
C1	Muy baja	≤ 10	≤ 1,3	≤ 0,7	≤ 0,1	—	Edificios con calefacción y con atmósferas limpias, por ejemplo: oficinas, tiendas, colegios, hoteles.
C2	baja	> 10 y hasta 200	> 1,3 y hasta 25	> 0,7 y hasta 5	> 0,1 y hasta 0,7	Atmósferas con bajos niveles de contaminación Áreas rurales en su mayor parte.	Edificios sin calefacción donde pueden ocurrir condensaciones, por ejemplo: almacenes, polideportivos.
C3	Media	> 200 y hasta 400	> 25 y hasta 50	> 5 y hasta 15	> 0,7 y hasta 2,1	Atmósferas urbanas e industriales, con moderada contaminación de dióxido de azufre. Áreas costeras con baja salinidad.	Naves de fabricación con elevada humedad y con algo de contaminación del aire, por ejemplo: plantas de procesamiento de alimentos, lavanderías, plantas cerveceras, plantas lácteas. Interior de puentes-cajón.
C4	Alta	> 400 y hasta 650	> 50 y hasta 80	> 15 y hasta 30	> 2,1 y hasta 4,2	Áreas industriales y áreas costeras con moderada salinidad.	Plantas químicas, piscinas, barcos costeros y astilleros.

4.4.2.1 Clase de ejecución

Según el artículo 6.2. de la EAE, la clase de ejecución se define a partir del nivel de riesgo, categoría de uso para el cual se diseña la estructura y la categoría de ejecución.

El nivel de riesgo define las consecuencias que podría tener el fallo estructural durante su construcción o servicio. En base a esta definición, se ha establecido un nivel de riesgo CC1.

- Nivel CC 3. Elementos cuyo fallo compromete la seguridad de personas, como es el caso de un edificio público, o puede generar grandes pérdidas económicas.
- Nivel CC 2. Elementos cuyo fallo compromete la seguridad de personas, pero no del público en general, o puede generar apreciables pérdidas económicas.
- Nivel CC 1. Elementos no incluidos en los niveles anteriores.

La categoría de uso, depende del riesgo ligado al servicio para el que se diseña la estructura. En este caso, las estructuras se engloban dentro de la categoría de uso SC2.

- SC1. Estructuras y componentes sometidas a acciones predominantemente estáticas (edificios). Estructuras con uniones diseñadas para acciones sísmicas moderadas que no requieren ductilidad. Carrileras y soportes con cargas de fatiga reducida, por debajo del umbral de daño del detalle más vulnerable.
- SC2. Estructuras y componentes sometidas a acciones de fatiga (puentes de carretera y ferrocarril, grúas y carrileras en general). Estructuras sometidas a vibraciones por efecto del viento, paso de personas o maquinaria con rotación. Estructuras con uniones que requieren ductilidad por requisito de diseño anti-sísmico.

La categoría de ejecución depende de la fabricación y montaje de la estructura. Para el acero estructural tipo S-275 JR se define una categoría de ejecución PC1.

- PC1. Componentes sin uniones soldadas, con cualquier tipo de acero. Componentes con soldaduras de acero de grado inferior a S355, realizadas en taller.
- PC2. Componentes con soldaduras de acero de grado S355 o superior. Ejecución de soldaduras en obra de elementos principales. Elementos sometidos a tratamiento térmico durante su fabricación. Piezas de perfil hueco con recortes en boca de lobo.

Por tanto, teniendo en cuenta lo establecido anteriormente, se define una clase de ejecución 1 para los perfiles S-275 JR.

Determinación de la clase de ejecución

Nivel de riesgo		CC1		CC2		CC3	
Categoría de uso		SC1	SC2	SC1	SC2	SC1	SC2
Categoría de ejecución	PC1	1	2	2	3	3	3
	PC2	2	2	2	3	3	4

El proceso de preparación y pintado de las superficies metálicas para una categoría C3 viene dada por la tabla que a continuación se representa:

Ambiente C3										
Grado preparación		Imprimación			Capas intermedias		Capa acabado		Total capas	Total espesor μ
St 2	Sa 2 1/2	ligante	pigmento	esp. μ	ligante	esp. μ	ligante	esp. μ		
	x	ak	misc.	80	ak	80	ak	40	3	200
	x	ep	zn.	40	ep	80	ep/pu	40	3	160
	x	esi	zn.	80	ep	80			2	160

4.5 Acciones consideradas

4.5.1 Acciones permanentes

Las cargas permanentes están constituidas por los pesos de los distintos elementos que forman parte de la estructura. Corresponden a acciones que actúan en todo momento y son constantes en posición y magnitud. Comprenden el peso propio y las cargas muertas. Sus valores se deducen de las dimensiones de los elementos especificadas en los planos y de sus pesos específicos correspondientes.

4.5.1.1 Peso propio

Corresponde al peso de los elementos estructurales, con su sección bruta, aplicándole el peso específico del material:

- o Peso propio hormigón armado: **25.00 kN/m³**
- o Peso propio acero estructural: **78.50 kN/m³**
- o Peso Propio forjado de placa alveolar 25+5: **4.60 kN/m²**
- o Peso Propio forjado de placa alveolar 20+5: **4.22 kN/m²**

4.5.1.2 Cargas muertas

Son las debidas a los elementos no estructurales que gravitan sobre la estructura. Se han considerado los siguientes valores característicos:

o Cubierta de gravas:	2.50 kN/m²
o Cubierta ligera:	1.00 kN/m²
o Carga máxima polipastos:	2.50 kN/m²
• Nuevo edificio reactivos:	30.00 kN
• Nuevo edificio de bombeo:	15.00 kN
• Arqueta de purga de fangos:	10.00 kN
o Carga muerta espesadores (caseta entre depósitos):	2.00 kN/m²
o Peso depósitos (edif. Reactivos):	7.00 kN/m²
	88.00 kN/m²

4.5.2 Acciones permanentes de valor no constante

4.5.2.1 Acciones debidas al terreno

Se tienen en cuenta las acciones debidas al relleno del trasdós, considerando independientemente los efectos del peso del terreno y de los empujes.

El peso del terreno se determina aplicando al volumen de terreno que gravita sobre la superficie del elemento horizontal, el peso específico del relleno vertido y compactado.

El empuje sobre los elementos estructurales se determinará de acuerdo con los conceptos geotécnicos, en función de las características del terreno y de la interacción terreno-estructura.

Se considerará el empuje activo o el empuje en reposo, según el caso que se esté analizando, con los valores de los coeficientes de empuje indicados anteriormente. En ningún caso en que su actuación sea desfavorable para el efecto estudiado, el valor del empuje será inferior al equivalente del empuje hidrostático de un fluido de peso específico 5 kN/m³.

4.5.2.2 Acciones reológicas

Las acciones reológicas se obtienen a partir de los valores característicos de las deformaciones provocadas por la retracción y la fluencia.

La deformación debida a la retracción del hormigón es función de la humedad relativa del ambiente, del espesor ficticio de la pieza, de la cuantía de armadura, de las condiciones de amasado del hormigón y del tiempo transcurrido desde su puesta en obra.

La deformación debida a la fluencia del hormigón bajo carga constante se considera proporcional a la deformación elástica instantánea.

Este tipo de acciones originan estados tensionales que son variables tanto en altura (geometría, condiciones de borde) como en planta (grado de soleamiento, etc.). Se ha optado por tener en cuenta su efecto sobre la fisuración de la estructura, disponiendo la armadura necesaria.

La introducción de la retracción en un modelo lineal mecánico conduce a la obtención de armados horizontales excesivos y alejados de los realmente necesarios, ya que los esfuerzos generados por éste tipo de acción se rebajan enormemente con la aparición de una microfisuración sistemática a lo largo del muro.

En los elementos sin juntas de retracción se ha optado por obtener la cuantía de armadura horizontal necesaria para que, en el caso de alcanzarse el axil de fisuración, la abertura de fisura resulte inferior a la máxima permitida por la normativa. Se dispone finalmente la más desfavorable entre ésta y la resultante del cálculo con el resto de acciones.

No se disponen juntas de dilatación en los muros con una longitud inferior a 20.00 m. En cuanto a las juntas de retracción, se disponen como máximo cada 10 m.

En cuanto a las soleras, se dispondrán juntas de dilatación en aquellos elementos que por su área así lo requieren, según se exponen para cada edificio / depósito en el apartado correspondiente de la presente memoria, así como en los planos.

La Instrucción EHE define los valores dados en la tabla adjunta:

Tabla 42.3.5
Cuantías geométricas mínimas, en tanto por 1.000, referidas
a la sección total de hormigón⁽¹⁾

Tipo de elemento estructural		Tipo de acero	
		Aceros con $f_y = 400 \text{ N/mm}^2$	Aceros con $f_y = 500 \text{ N/mm}^2$
Pilares		4,0	4,0
Losas ⁽¹⁾		2,0	1,8
Forjados unidireccionales	Nervios ⁽²⁾	4,0	3,0
	Armadura de reparto perpendicular a los nervios ⁽³⁾	1,4	1,1
	Armadura de reparto paralela a los nervios ⁽³⁾	0,7	0,6
Vigas ⁽⁴⁾		3,3	2,8
Muros ⁽⁵⁾	Armadura horizontal	4,0	3,2
	Armadura vertical	1,2	0,9

⁽¹⁾ Cuantía mínima de cada una de las armaduras, longitudinal y transversal repartida en las dos caras. Para losas de cimentación y zapatas armadas, se adoptará la mitad de estos valores en cada dirección dispuestos en la cara inferior.

⁽²⁾ Cuantía mínima referida a una sección rectangular de ancho b_w y canto h del forjado de acuerdo con la Figura 42.3.5. Esta cuantía se aplica estrictamente en los nervios y no en las zonas madzadas. Todas las viguetas deben tener en la cabeza inferior, al menos, dos armaduras activas o pasivas longitudinales simétricas respecto al plano medio vertical.

⁽³⁾ Cuantía mínima referida al espesor de la capa de compresión hominizada *in situ*.

⁽⁴⁾ Cuantía mínima correspondiente a la cara de tracción. Se recomienda disponer en la cara opuesta una armadura mínima igual al 30% de la consignada.

⁽⁵⁾ La cuantía mínima vertical es la correspondiente a la cara de tracción. Se recomienda disponer en la cara opuesta una armadura mínima igual al 30% de la consignada.

A partir de los 2,5 m de altura del fuste del muro y siempre que esta distancia no sea menor que la mitad de la altura del muro podrá reducirse la cuantía horizontal a un 2%. En el caso en que se dispongan juntas verticales de contracción a distancias no superiores a 7,5 m, con la armadura horizontal interrumpida, las cuantías geométricas horizontales mínimas pueden reducirse al 2%. La armadura mínima horizontal deberá repartirse en ambas caras. Para muros vistos por ambas caras debe disponerse el 50% en cada cara. En el caso de muros con espesores superiores a 50 cm, se considerará un área efectiva de espesor máximo 50 cm distribuidos en 25 cm a cada cara, ignorando la zona central que queda entre estas capas superficiales.

⁽⁶⁾ En el caso de elementos pretensados, la armadura activa podrá tenerse en cuenta en relación con el cumplimiento de las cuantías geométricas mínimas sólo en el caso de las armaduras pretensas que actúen antes de que se desarrolle cualquier tipo de deformación térmica o reológica.

4.5.3 Acciones variables

Son acciones externas a la estructura que pueden actuar o no sobre ella por razón de su uso. Se han considerado los siguientes valores característicos:

Tabla 3.1. Valores característicos de las sobrecargas de uso

Categoría de uso		Subcategorías de uso		Carga uniforme [kN/m ²]	Carga concentrada [kN]
A	Zonas residenciales	A1	Viviendas y zonas de habitaciones en, hospitales y hoteles	2	2
		A2	Trasteros	3	2
B	Zonas administrativas			2	2
C	Zonas de acceso al público (con la excepción de las superficies pertenecientes a las categorías A, B, y D)	C1	Zonas con mesas y sillas	3	4
		C2	Zonas con asientos fijos	4	4
		C3	Zonas sin obstáculos que impidan el libre movimiento de las personas como vestíbulos de edificios públicos, administrativos, hoteles; salas de exposición en museos; etc.	5	4
		C4	Zonas destinadas a gimnasio u actividades físicas	5	7
		C5	Zonas de aglomeración (salas de conciertos, estadios, etc)	5	4
D	Zonas comerciales	D1	Locales comerciales	5	4
		D2	Supermercados, hipermercados o grandes superficies	5	7
E	Zonas de tráfico y de aparcamiento para vehículos ligeros (peso total < 30 kN)			2	20 ⁽¹⁾
F	Cubiertas transitables accesibles sólo privadamente ⁽²⁾			1	2
G	Cubiertas accesibles únicamente para conservación ⁽³⁾	G1 ⁽⁷⁾	Cubiertas con inclinación inferior a 20°	1 ⁽⁴⁾⁽⁶⁾	2
			Cubiertas ligeras sobre correas (sin forjado) ⁽⁵⁾	0,4 ⁽⁴⁾	1
		G2	Cubiertas con inclinación superior a 40°	0	2

4.5.3.1 Sobrecarga en trasdós

A efectos del cálculo de empujes del terreno sobre elementos de la estructura en contacto con él, se considerará, actuando en la parte superior del terraplén en la zona por donde pueda discurrir el tráfico, una sobrecarga uniforme de **10 kN/m²**.

4.5.3.2 Empuje del agua

Se considera la actuación del empuje hidrostático del agua del interior de los depósitos, tomando en cuenta un peso específico para el fango mezclado con agua interior de los de **12 kN/m³**.

4.5.4 Acciones sísmicas

Según la normativa NCSE-02, las acciones sísmicas se considerarán únicamente cuando el valor de la aceleración básica sea igual o superior a 0,04 g.

Las actuaciones a efectuar se enmarcan en la E.T.A.P. del municipio de Torrelaguna, provincia de Madrid, que según la NCSE-02, le corresponde una aceleración básica menor a 0,04 g, por lo que no se han tenido en cuenta en los cálculos los efectos inducidos por las acciones sísmicas.

4.5.5 Viento

Se ha tenido en cuenta el empuje del viento según CTE.

Según el CTE DB-SE-AE se ha considerado una presión estática de viento para el conjunto de los edificios y polipastos:

$$q_e = q_b \times c_e \times c_p$$

Donde:

q_b = presión dinámica del viento. El edificio se encuentra situado en la zona A por lo que se considera $q_b = 0.42 \text{ kN/m}^2$.

c_e = coeficiente de exposición. El entorno del edificio se clasifica en el tipo II, terreno rural llano sin obstáculos ni arbolado de importancia.

Tabla 3.4. Valores del coeficiente de exposición c_e

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

c_p = coeficiente eólico. Este coeficiente depende de la forma y orientación de la superficie respecto al viento y su valor puede obtenerse a partir de la tabla D.3. del Anejo D del CTE, en el cual se definen dicho valor en función del área en planta de la edificación y de la esbeltez de la misma.

EDIFICIOS

q_b (kN/m ²)	Viento X			Viento Y		
	esbeltez	c_p (presión)	c_p (succión)	esbeltez	c_p (presión)	c_p (succión)
0.420	0.13	0.70	-0.30	0.45	0.70	-0.38

Coefficientes de presión y succión para el nuevo edificio de reactivos

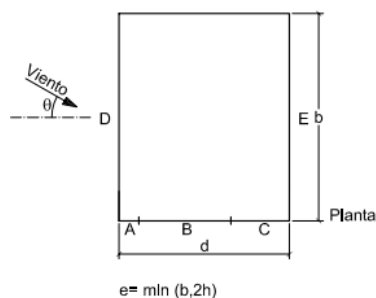
q_b (kN/m ²)	Viento X			Viento Y		
	esbeltez	c_p (presión)	c_p (succión)	esbeltez	c_p (presión)	c_p (succión)
0.420	0.45	0.70	-0.38	0.57	0.73	-0.40

Coefficientes de presión y succión para el nuevo edificio de bombeo

POLIPASTO

Paramentos verticales

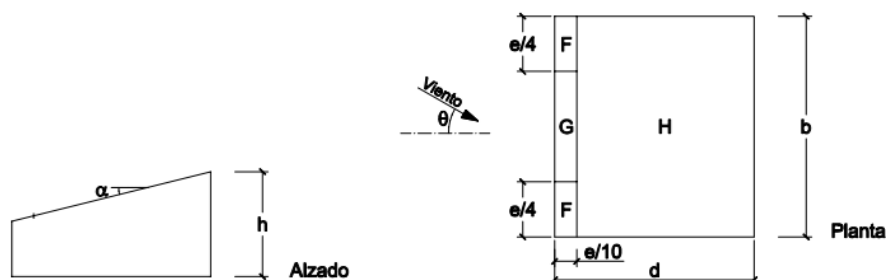
Según la geometría en planta y la altura del polipasto, se han considerado los siguientes coeficientes de presión de viento:



A (m ²)	h/d	Zona (según figura), $-45^\circ < \theta < 45^\circ$				
		A	B	C	D	E
≥ 10	5	-1,2	-0,8	-0,5	0,8	-0,7
	1	"	"	"	"	-0,5
	$\leq 0,25$	"	"	"	0,7	-0,3
5	5	-1,3	-0,9	-0,5	0,9	-0,7
	1	"	"	"	"	-0,5
	$\leq 0,25$	"	"	"	0,8	-0,3
2	5	-1,3	-1,0	-0,5	0,9	-0,7
	1	"	"	"	"	-0,5
	$\leq 0,25$	"	"	"	0,7	-0,3
≤ 1	5	-1,4	-1,1	-0,5	1,0	-0,7
	1	"	"	"	"	-0,5
	$\leq 0,25$	"	"	"	"	-0,3

Paramentos horizontales

Teniendo en cuenta que la cubierta se dispone inclinada con un ángulo de aproximadamente 10° y que su área en planta son 8.25 m, el coeficiente de succión considerado es de 1.00.



Pendiente de la cubierta α	A (m ²)	Zona (según figura), $-45^\circ < \theta < 45^\circ$		
		F	G	H
5°	≥ 10	-1,7 +0,0	-1,2 +0,0	-0,6 +0,0
	≤ 1	-2,5 +0,0	-2,0 +0,0	-1,2 +0,0
15°	≥ 10	-0,9 0,2	-0,8 0,2	-0,3 0,2
	≤ 1	-2,0 0,2	-1,5 0,2	-0,3 0,2
30°	≥ 10	-0,5 0,7	-0,5 0,7	-0,2 0,4
	≤ 1	-1,5 0,7	-1,5 0,7	-0,2 0,4
45°	≥ 10	-0,0 0,7	-0,0 0,7	-0,0 0,6
	≤ 1	-0,0 0,7	-0,0 0,7	-0,0 0,6
60°	≥ 10	0,7 0,7	0,7 0,7	0,7 0,7
	≤ 1	0,7 0,7	0,7 0,7	0,7 0,7
75°	≥ 10	0,8 0,8	0,8 0,8	0,8 0,8
	≤ 1	0,8 0,8	0,8 0,8	0,8 0,8

EDIFICIOS

La presión estática de viento resultante en la planta de cada uno de los edificios analizados es:

Presión estática			
Planta	Ce (Coef. exposición)	Viento X (kN/m ²)	Viento Y (kN/m ²)
+880.25 CUBIERTA	2.32	0.975	1.055
+875.70 BAJA	1.54	0.649	0.702
+873.70 S-I	1.54	0.649	0.702

Presión estática para el nuevo edificio de reactivos

Presión estática			
Planta	Ce (Coef. exposición)	Viento X (kN/m ²)	Viento Y (kN/m ²)
Forjado 1	2.21	1.003	1.048

Presión estática para el nuevo edificio de bombeo

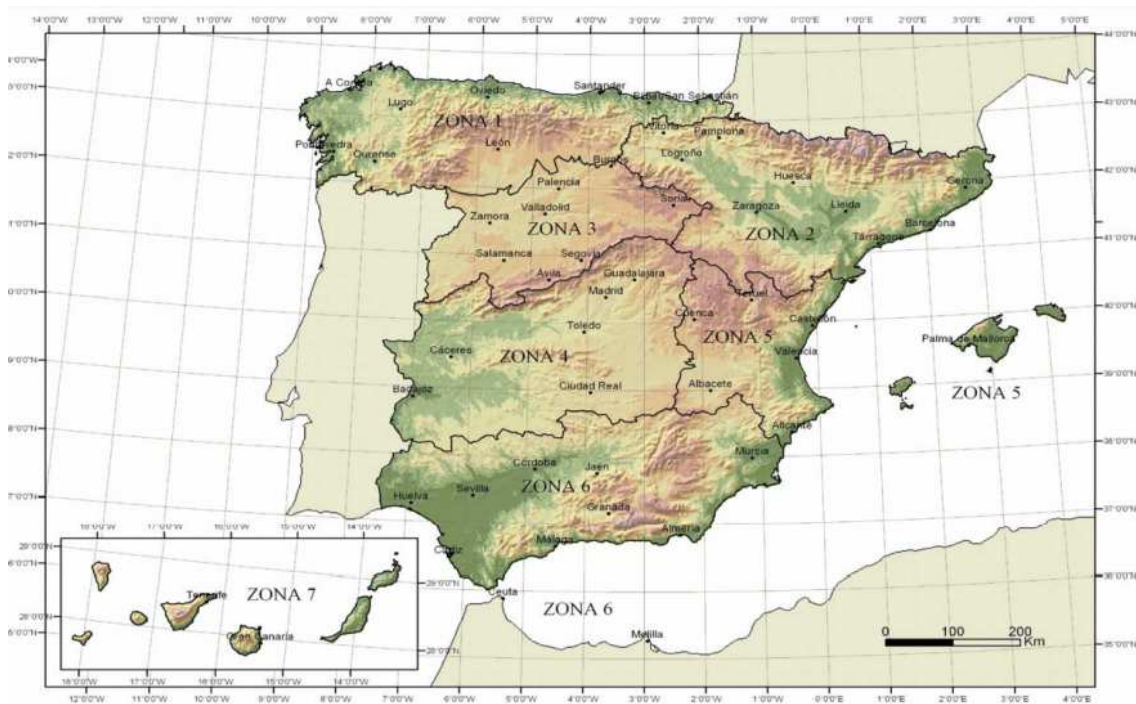
POLIPASTO

Teniendo en cuenta que la altura máxima del polipasto son aproximadamente 2.70 m, la presión estática de viento resultante es:

- o Paramentos verticales (succión): $0.42 \cdot 2.10 \cdot (-0.80) = -0.71 \text{ kN/m}^2$
- o Paramentos verticales (presión): $0.42 \cdot 2.10 \cdot (+0.80) = 0.71 \text{ kN/m}^2$
- o Paramentos horizontales: $0.42 \cdot 2.10 \cdot (-1.00) = -0.90 \text{ kN/m}^2$

4.5.6 Nieve

El valor de la carga de nieve se obtiene en base a lo estipulado en la tabla E.2. incluida en el anejo E de Datos Climáticos del CTE, la cual establece dicho valor de la carga en función de la altitud del emplazamiento o término municipal y de la zona climática de invierno en la que se enmarca la construcción.



Zonas climáticas de invierno

En el caso que nos ocupa, el municipio de Torrelaguna, provincia de Madrid, se encuentra a una altitud de 744 msnm por lo que la sobrecarga de nieve a considerar en el dimensionamiento de las estructuras será de **0.69 kN/m²**.

Tabla E.2 Sobrecarga de nieve en un terreno horizontal (kN/m²)

Altitud (m)	Zona de clima invernal. (según figura E.2)						
	1	2	3	4	5	6	7
0	0,3	0,4	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2
200	0,5	0,5	0,2	0,2	0,3	0,2	0,2
400	0,6	0,6	0,2	0,3	0,4	0,2	0,2
500	0,7	0,7	0,3	0,4	0,4	0,3	0,2
600	0,9	0,9	0,3	0,5	0,5	0,4	0,2
700	1,0	1,0	0,4	0,6	0,6	0,5	0,2
800	1,2	1,1	0,5	0,8	0,7	0,7	0,2
900	1,4	1,3	0,6	1,0	0,8	0,9	0,2
1.000	1,7	1,5	0,7	1,2	0,9	1,2	0,2
1.200	2,3	2,0	1,1	1,9	1,3	2,0	0,2
1.400	3,2	2,6	1,7	3,0	1,8	3,3	0,2
1.600	4,3	3,5	2,6	4,6	2,5	5,5	0,2

5 COEFICIENTES DE SEGURIDAD E HIPÓTESIS DE CARGA.

5.1 VALORES REPRESENTATIVOS.

De acuerdo con el Código Técnico de la Edificación (CTE), los valores representativos de las acciones utilizados para la verificación de los estados límites se establecen en los siguientes apartados.

5.1.1 PERMANENTES (G).

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

5.1.2 VARIABLES (Q).

Cada una de las acciones variables podrá considerarse con los siguientes valores representativos:

- o Valor característico Q_k . Será el valor de la acción cuando actúe aisladamente.
- o Valor de combinación $\psi_0 Q_k$. Será el valor de la acción cuando actúe con alguna otra acción variable, para tener en cuenta la probabilidad de que actúen simultáneamente varias acciones independientes.
- o Valor frecuente $\psi_1 Q_k$. Será el valor de la acción que sea sobrepasado durante un período de corta duración respecto a la vida útil de la estructura.
- o Valor casi permanente $\psi_2 Q_k$. Será el valor de la acción que sea sobrepasado durante una gran parte de la vida útil de la estructura.

El valor de los factores de simultaneidad ψ será diferente según la acción de que se trate. SE adoptarán los valores recogidos en la tabla 4.2.

Tabla 4.2 Coeficientes de simultaneidad (ψ)

	ψ_0	ψ_1	ψ_2
Sobrecarga superficial de uso (Categorías según DB-SE-AE)			
• Zonas residenciales (Categoría A)	0,7	0,5	0,3
• Zonas administrativas (Categoría B)	0,7	0,5	0,3
• Zonas destinadas al público (Categoría C)	0,7	0,7	0,6
• Zonas comerciales (Categoría D)	0,7	0,7	0,6
• Zonas de tráfico y de aparcamiento de vehículos ligeros con un peso total inferior a 30 kN (Categoría E)	0,7	0,7	0,6
• Cubiertas transitables (Categoría F)		(1)	
• Cubiertas accesibles únicamente para mantenimiento (Categoría G)	0	0	0
Nieve			
• para altitudes > 1000 m	0,7	0,5	0,2
• para altitudes ≤ 1000 m	0,5	0,2	0
Viento	0,6	0,5	0
Temperatura	0,6	0,5	0
Acciones variables del terreno	0,7	0,7	0,7

(1) En las cubiertas transitables, se adoptarán los valores correspondientes al uso desde el que se accede.

5.1.3 ACCIDENTALES (A).

Para las acciones accidentales se considerará un único valor representativo coincidente con el valor característico A_k .

5.2 VALORES DE CÁLCULO.

Los valores de cálculo de las diferentes acciones serán los obtenidos aplicando el correspondiente coeficiente parcial de seguridad γ_F a los valores representativos de las acciones definidas anteriormente.

Los coeficientes parciales de seguridad según la CTE-06 se indican en la siguiente tabla:

Tabla 4.1 Coeficientes parciales de seguridad (γ) para las acciones

Tipo de verificación ⁽¹⁾	Tipo de acción	Situación persistente o transitoria	
		desfavorable	favorable
Resistencia	Permanente		
	Peso propio, peso del terreno	1,35	0,80
	Empuje del terreno	1,35	0,70
	Presión del agua	1,20	0,90
	Variable	1,50	0
Estabilidad		desestabilizadora	estabilizadora
	Permanente		
	Peso propio, peso del terreno	1,10	0,90
	Empuje del terreno	1,35	0,80
	Presión del agua	1,05	0,95
	Variable	1,50	0

⁽¹⁾ Los coeficientes correspondientes a la verificación de la resistencia del terreno se establecen en el DB-SE-C

Los coeficientes correspondientes a la verificación de la resistencia del terreno se establecen en el DB-SE-C.

5.2.1 HIPÓTESIS DE CARGA.

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:

A) ESTADOS LÍMITE ÚLTIMOS.

Para la comprobación de los Estados Límite Últimos se considerarán las situaciones persistentes y transitorias, y las accidentales con o sin sismo.

A1) Situaciones persistentes o transitorias.

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

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

Donde:

- $G_{k,j}$ = Valor representativo de cada acción permanente.
- $G^*_{k,i}$ = Valor representativo de cada acción permanente de valor no constante.
- $Q_{k,1}$ = 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.

En general, deberán realizarse tantas hipótesis o combinaciones como sea necesario, considerando, en cada una de ellas, una de las acciones variables como dominante y el resto como concomitantes.

A2) Situaciones extraordinarias.

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

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

Donde:

- $G_{k,j}$ = Valor representativo de cada acción permanente.
- $G^*_{k,i}$ = Valor representativo de cada acción permanente de valor no constante.
- $\Psi_{1,1} Q_{k,1}$ = Valor representativo frecuente de la acción variable dominante.
- $\Psi_{2,i} Q_{k,i}$ = Valores representativos casi-permanentes de las acciones variables concomitantes con la acción variable dominante y la acción accidental.
- A_k = Valor representativo característico de la acción accidental.

Para estas combinaciones serán de aplicación las observaciones indicadas en el planteamiento de las combinaciones A1).

B) ESTADOS LÍMITE DE SERVICIO.

Para las comprobaciones relativas a los Estados Límites de servicio 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:

B1) Combinación característica.

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

B2) Combinación frecuente.

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

B3) Combinación casi permanente.

$$\sum_{j \geq 1} G_{k,j} + \sum_{i \geq 1} G_{-k,i} + \sum_{i \geq 1} \Psi_{2,i} Q_{k,i}$$

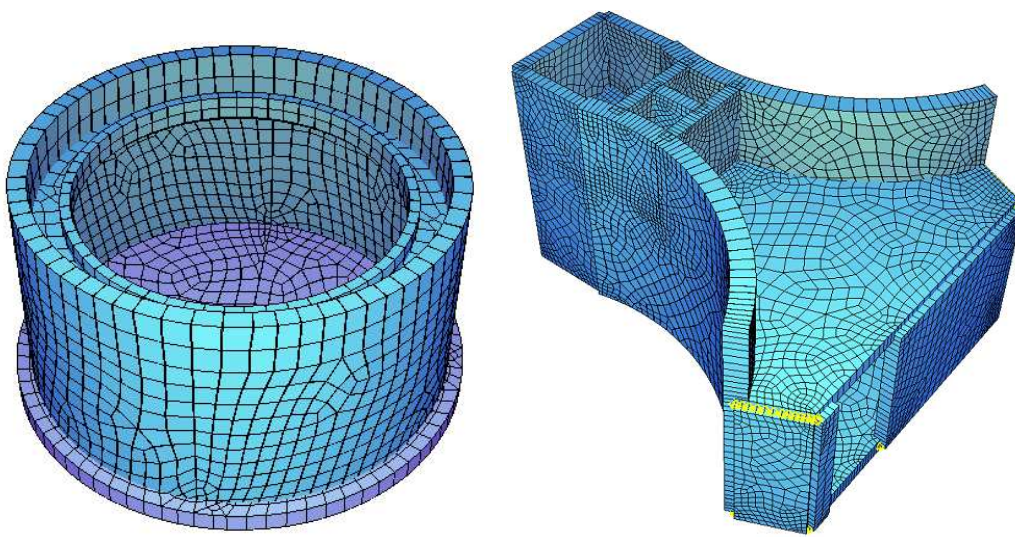
Para las tres combinaciones serán de aplicación las observaciones indicadas en el planteamiento de las combinaciones A1).

6 CÁLCULOS ESTRUCTURALES.

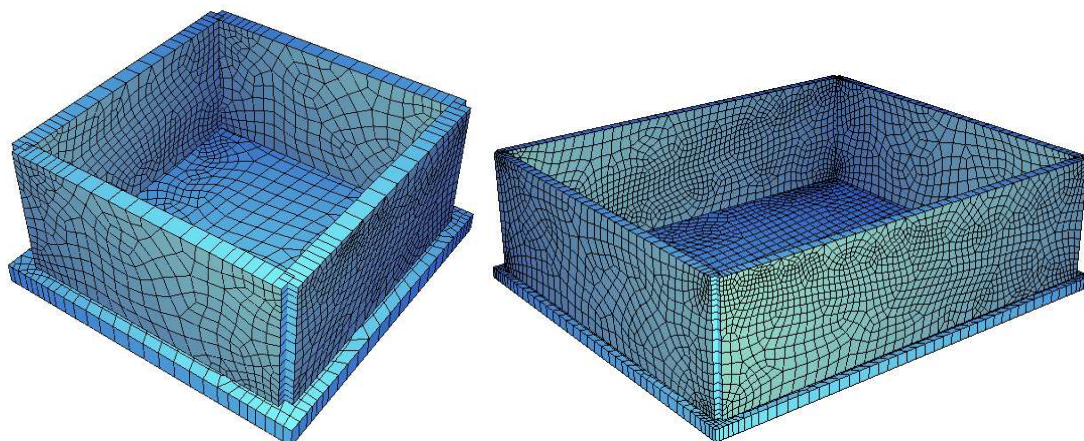
6.1 Espesador y recintos de muros

Para el dimensionamiento del espesador de fangos, la arqueta de conexión y los recintos enterrados de muros en el edificio de reactivos se ha empleado el programa informático de elementos finitos SOFISTIK, desarrollado por la empresa SOFISTIK AG, el cual permite análisis lineal y no lineal, en teoría de primer, segundo o tercer orden, de sistemas estructurales tridimensionales complejos modelizados con elementos finitos tipo barra, placa y sólidos, contemplando tanto el análisis estático como el dinámico.

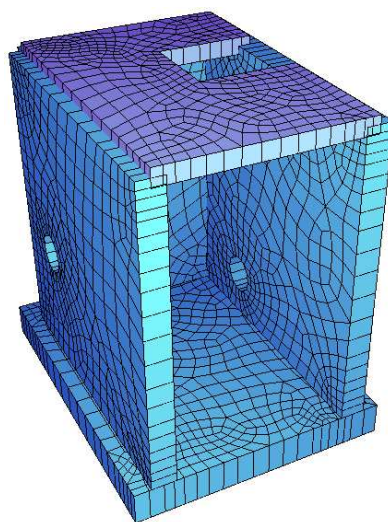
En los modelos se ha incluido la geometría y las secciones reales de cada una de las estructuras, introduciendo las acciones descritas en los apartados anteriores. En las siguientes figuras se presenta la geometría de los modelos procesados.



Modelo espesadores y zona intermedia

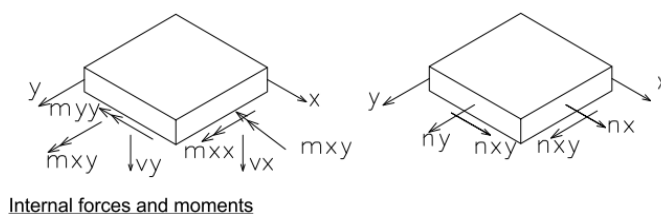


Modelo recintos enterrados en edificio de reactivos

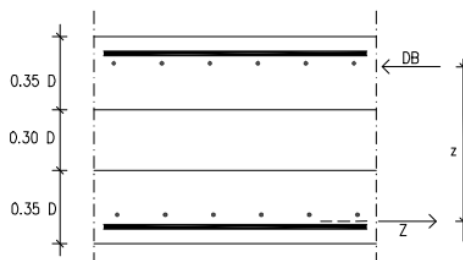


Modelo arqueta de conexión en edificio de fangos.

El programa empleado obtiene esfuerzos en los diferentes elementos mediante el método de rigidez y realiza las combinaciones correspondientes a los diferentes Estados Límite definidos en la normativa vigente, obteniendo la envolvente de los esfuerzos de cálculo.



Con los esfuerzos de cálculo efectúa el dimensionamiento de la armadura necesaria en las losas mediante el método de Baumann, donde los momentos m_{xx} , m_{yy} y m_{xy} , así como las fuerzas de membrana n_{xx} , n_{yy} y n_{xy} , se convierten en esfuerzos efectivos de membrana actuando sobre tres discos ficticios de espesor equivalente 0.35D para la resistencia a tracción-compresión y 0.30D para el cortante, siendo D el espesor del elemento.



Fictitious disks and lever arm for shells (DIN1045-1988)

El brazo mecánico considerado 'z' se obtiene con el criterio de emplear la totalidad de la zona comprimida y situando las tracciones en el recubrimiento medio entre las capas de armadura principal y transversal.

El programa realiza un cálculo lineal mecánico y geométrico de los materiales que forman la estructura.

6.1.1 ENVOLVENTES DE ESFUERZOS.

Sofistik permite la consideración de diferentes grupos de envolventes, según la comprobación que se va a realizar con ellas.

ESPESADORES

- o **ELU 1:** Depósito con el nivel de agua correspondiente a la situación de la prueba de estanqueidad, previa al funcionamiento del depósito con fangos.

Combination rule Number 1
Design combination
Resulting Load Cases type Design combination

Load Case selection

Number	Fact	Type	Designation
1	0.80	PERM	PESO PROPIO
1	0.55	COND	PESO PROPIO
2	1.00	PERM	RETRACCION
2	0.35	COND	RETRACCION
3	1.20	COND	EMPUJE+PESO AGUA INTERIOR

Fact factor for load case
Type type of the load case
PERM permanent load grouped in actions
COND conditional load

- o **ELU 2:** Depósito vacío con la acción única del empuje de tierras y sobrecargas.

Combination rule Number 2

Design combination

Resulting Load Cases type Design combination

Load Case selection

Number	Fact	Type	Designation
1	0.80	PERM	PESO PROPIO
1	0.55	COND	PESO PROPIO
2	1.00	PERM	RETRACCION
2	0.35	COND	RETRACCION
5	0.70	PERM	EMPUJE ACTIVO TIERRAS
5	0.65	COND	EMPUJE ACTIVO TIERRAS
6	1.50	COND	EMPUJE SOBRECARGA
Fact factor for load case			
Type type of the load case			
PERM permanent load grouped in actions			
COND conditional load			

- o **ELU 3:** Depósito con el nivel de fangos, considerándose además la posible acción del empuje del terreno y sobrecargas. Es la situación del ELU Persistente, propiamente dicho.

Combination rule Number 3

Design combination

Resulting Load Cases type Design combination

Load Case selection

Number	Fact	Type	Designation
1	0.80	PERM	PESO PROPIO
1	0.55	COND	PESO PROPIO
2	1.00	PERM	RETRACCION
2	0.35	COND	RETRACCION
4	1.20	COND	EMPUJE+PESO FANGO INTERIOR
5	0.70	PERM	EMPUJE ACTIVO TIERRAS
5	0.65	COND	EMPUJE ACTIVO TIERRAS
6	1.50	COND	EMPUJE SOBRECARGA
Fact factor for load case			
Type type of the load case			
PERM permanent load grouped in actions			
COND conditional load			

- o **ELS 1:** Situación característica. Con esta combinación se pretende evaluar las tensiones transmitidas al terreno.

Combination rule Number 4

Design combination

Resulting Load Cases type Design combination

Load Case selection

Number	Fact	Type	Designation
1	1.00	PERM	PESO PROPIO
2	1.00	PERM	RETRACCION
4	1.00	COND	EMPUJE+PESO FANGO INTERIOR
5	1.00	PERM	EMPUJE ACTIVO TIERRAS
6	1.00	COND	EMPUJE SOBRECARGA
Fact factor for load case			
Type type of the load case			
PERM permanent load grouped in actions			
COND conditional load			

- o **ELS 2:** Control de la fisuración para la prueba de estanqueidad. Sirve para garantizar una fisuración controlada en esta prueba, limitándose los valores a 0.30 mm como mucho, ya que en este caso no se considera la colaboración del empuje permanente del trasdós.

Combination rule Number 5
Design combination
Resulting Load Cases type Design combination

Load Case selection

Number	Fact	Type	Designation
1	1.00	PERM	PESO PROPIO
2	1.00	PERM	RETRACCION
3	1.00	COND	EMPUJE+PESO AGUA INTERIOR

Fact factor for load case
Type type of the load case
PERM permanent load grouped in actions
COND conditional load

- o **ELS 3:** Control de la fisuración del trasdós de muros con deposito vacío.

Combination rule Number 6
Design combination
Resulting Load Cases type Design combination

Load Case selection

Number	Fact	Type	Designation
1	1.00	PERM	PESO PROPIO
2	1.00	PERM	RETRACCION
5	1.00	PERM	EMPUJE ACTIVO TIERRAS
6	1.00	COND	EMPUJE SOBRECARGA

Fact factor for load case
Type type of the load case
PERM permanent load grouped in actions
COND conditional load

- o **ELS 4:** Control de la fisuración para la combinación cuasipermanente.

Combination rule Number 7
Design combination
Resulting Load Cases type Design combination

Load Case selection

Number	Fact	Type	Designation
1	1.00	PERM	PESO PROPIO
2	1.00	PERM	RETRACCION
4	1.00	COND	EMPUJE+PESO FANGO INTERIOR
5	1.00	PERM	EMPUJE ACTIVO TIERRAS
6	0.70	COND	EMPUJE SOBRECARGA

Fact factor for load case
Type type of the load case
PERM permanent load grouped in actions
COND conditional load

RECINTOS ENTERRADOS Y ARQUETAS

Al ser recintos estancos, las hipótesis se reducen con respecto a las consideradas en la estructura anterior estudiando únicamente la situación de actuación del empuje de las tierras:

- o **ELU 1:** Con esta hipótesis se evalúa el ELU Persistente.

Combination rule Number 1
Design combination
Resulting Load Cases type Design combination

Load Case selection

Number	Fact	Type	Designation
1	0.80	PERM	PESO PROPIO
1	0.55	COND	PESO PROPIO
2	0.70	PERM	EMPUJE TERRENO
2	0.65	COND	EMPUJE TERRENO
3	0.80	PERM	PESO TERRENO
3	0.55	COND	PESO TERRENO
4	1.50	COND	EMPUJE SOBRECARGA CONSTRUC
5	1.00	PERM	PESO DEPOSITO
5	0.35	COND	PESO DEPOSITO

Fact factor for load case
Type type of the load case
PERM permanent load grouped in actions
COND conditional load

- o **ELS 1:** Con esta hipótesis se evaluarán las tensiones transmitidas al terreno.

Combination rule Number 2
Design combination
Resulting Load Cases type Design combination

Load Case selection

Number	Fact	Type	Designation
1	1.00	PERM	PESO PROPIO
2	1.00	PERM	EMPUJE TERRENO
3	1.00	PERM	PESO TERRENO
4	1.00	COND	EMPUJE SOBRECARGA CONSTRUC
5	1.00	PERM	PESO DEPOSITO

Fact factor for load case
Type type of the load case
PERM permanent load grouped in actions
COND conditional load

- o **ELS 2:** Con esta hipótesis se evaluarán la fisuración.

Combination rule Number 3
Design combination
Resulting Load Cases type Design combination

Load Case selection

Number	Fact	Type	Designation
1	1.00	PERM	PESO PROPIO
2	1.00	PERM	EMPUJE TERRENO
3	1.00	PERM	PESO TERRENO
4	0.70	COND	EMPUJE SOBRECARGA CONSTRUC
5	1.00	PERM	PESO DEPOSITO

Fact factor for load case
Type type of the load case
PERM permanent load grouped in actions
COND conditional load

6.1.2 OBTENCIÓN DE ARMADOS Y COMPROBACIONES.

Los esfuerzos efectivos de membrana correspondientes a las envolventes de diseño son los que sirven de base para el dimensionamiento de la armadura de **flexión** de las losas y se obtienen como:

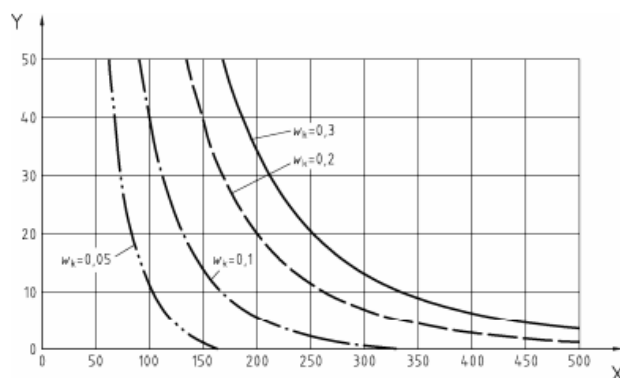
$$A_{xx}=n_{xx}/2 + m_{xx}/z$$

$$A_{yy}=n_{yy}/2+m_{yy}/z$$

$$A_{xy}=n_{xy}/2+m_{xy}/z$$

El programa implementa una comprobación de la sección a **cortante**, con el método de inclinación variable de las bielas de compresión (EC-2). El esfuerzo solicitante resulta de la composición geométrica de las componentes v_x , v_y anteriores. La primera comprobación que se realiza se basa en incrementar la capacidad de la sección a corte sin armadura de refuerzo a cortante (VRd,c), aumentando el armado longitudinal hasta un límite establecido a priori. Si con dicho incremento de armadura longitudinal no se alcanza la resistencia requerida, el programa propone armado de refuerzo a cortante.

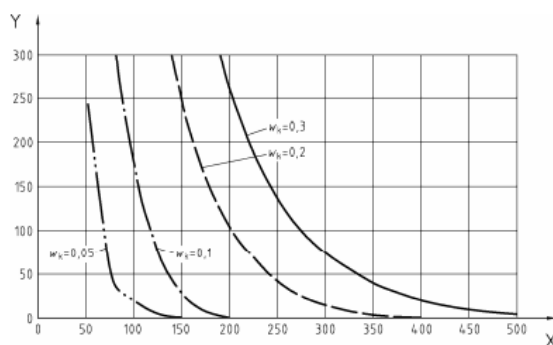
El análisis de la **fisuración** se realiza de acuerdo con el articulado del EC-2, Parte 1, sección 7.3, limitando la tensión en las armaduras y el diámetro de acuerdo con las curvas siguientes:



Key

X reinforcement stress, σ_s (N/mm²)
Y maximum bar diameter (mm)

Figure 7.103N — Maximum bar diameters for crack control in members subjected to axial tension



Key

X reinforcement stress, σ_s (N/mm²)
Y maximum bar spacing (mm)

Figure 7.104N — maximum bar spacings for crack control in members subjected to axial tension

Con respecto a la fisuración, antes de la obtención de los armados, se evalúan las tensiones en el hormigón. Si no se supera la tensión de tracción característica $f_{ct,k}$, el dimensionamiento de las armaduras se corresponde exclusivamente al del estado límite último. Si por el contrario, en algún elemento se supera el valor de $f_{ct,k}$, entonces se arma a fisuración con los criterios definidos anteriormente, esto es, limitando la tensión en las armaduras para un determinado valor de apertura característica.

6.1.2.1 ARMADO DE CÁLCULO.

Para cada envolvente de diseño de armaduras, el programa propone unas cuantías de armadura para cada elemento, archivándolas en “cajones” separados (“reinforcement-distributions”).

En los anejos de cálculo pueden consultarse con detalle los resultados derivados del dimensionamiento.

6.1.2.2 ARMADO FINAL PROPUESTO.

Finalmente, se comprueban los mínimos mecánicos de acuerdo con el Artículo 42.3.2 de la EHE, aplicando el factor reductor “ α ” en casos de solicitaciones de poca entidad:

Para secciones rectangulares de hormigón armado en flexión simple cuando la resistencia del hormigón es inferior a 50 N/mm^2 , la expresión del articulado proporciona la siguiente fórmula simplificada:

$$A_s \geq 0,04 A_c \frac{f_{cd}}{f_{yd}}$$

Para secciones de hormigón armado en flexión simple cuando la resistencia característica es menor que 50 N/mm^2 , se admite disponer una armadura mínima de tracción reducida αA_{sr} , donde α es el factor reductor definido por:

$$\alpha = 1,5 - 1,95 \frac{A_s h f_{yd}}{f_{cd} W_1}$$

cuyo valor para secciones rectangulares es:

$$\alpha = 1,5 - 12,5 \frac{A_s f_{yd}}{A_c f_{cd}}$$

Disponiéndose el armado más restrictivo en cada caso entre el resultante del modelo de cálculo y el mínimo mecánico.

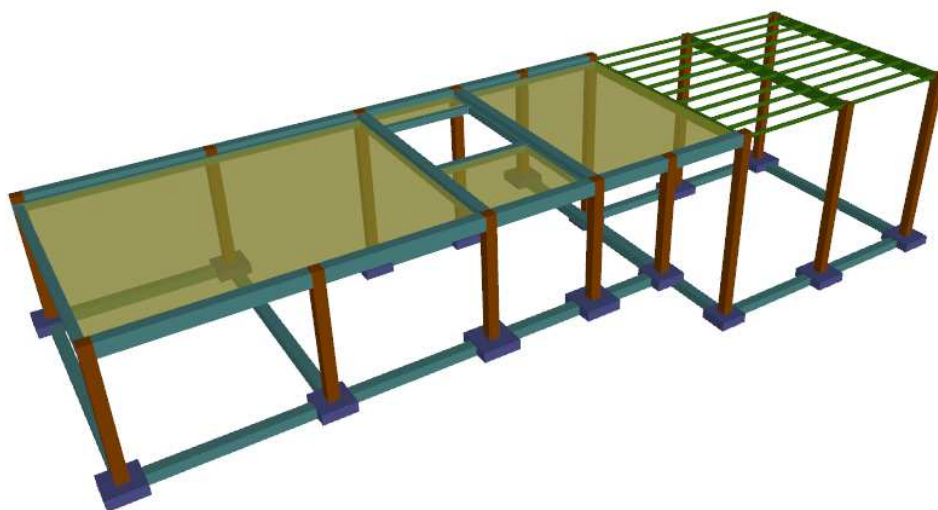
6.2 Nuevo edificio de reactivos y de bombas.

Se han realizado dos modelos discretos tridimensionales para cada uno de los edificios mediante el programa informático CYPECAD, del paquete informático CYPE, en el cual se introducen todos los pilares, forjados y vigas que forman cada estructura.

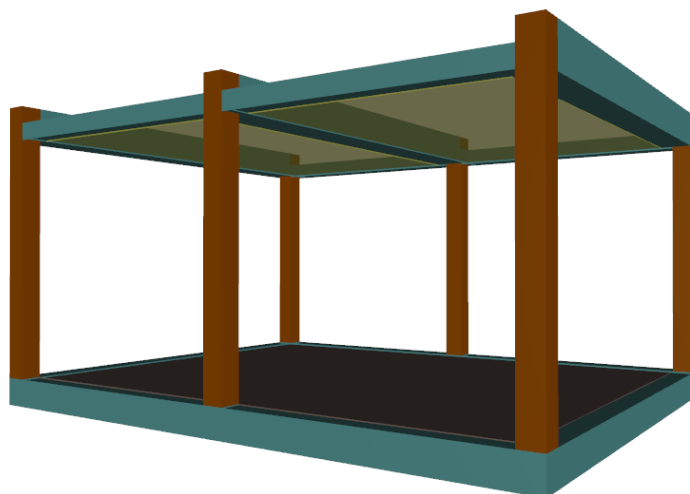
El modelo utilizado emplea el método de rigidez para la obtención de desplazamientos en los nudos, a partir de los cuales se obtienen los esfuerzos en placas y reacciones en apoyos. Los resultados se obtienen para cada hipótesis simple de carga y combinación, obtenidas éstas según la normativa correspondiente en cada caso.

El programa empleado realiza un cálculo lineal mecánico y geométrico de los materiales que forman la estructura.

CYPECAD proporciona los momentos y cortantes que deben soportar los forjados introducidos en el programa con la armadura de negativos/positivos necesaria en nervios dependiendo de la tipología del forjado, las dimensiones de las vigas y los pilares.



Nuevo Edificio de reactivos



Nuevo edificio de bombas

El programa dimensiona los pilares a flexión-compresión esviada, establece la compatibilidad de esfuerzos y deformaciones y comprueba que con el armado proyectado no se superan las tensiones del hormigón y del acero ni sus límites de deformación, ya que la posición de las armaduras es conocida.

Se considera la excentricidad mínima o accidental, así como la excentricidad adicional de pandeo según la norma, limitando el valor de la esbeltez mecánica, de acuerdo a lo indicado en la norma.

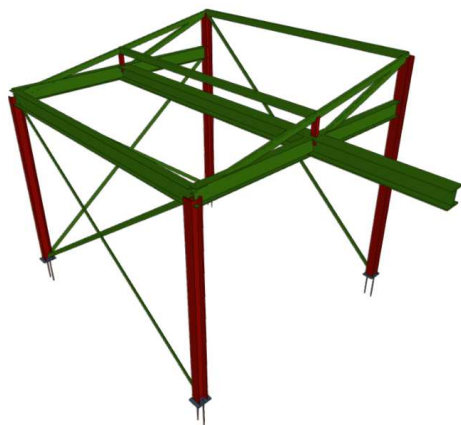
El programa comprueba que los pilares cumplen las cuantías mínimas y máximas tanto geométricas como mecánicas por aplicación de la normativa EHE.

El programa realiza la comprobación de los perfiles metálicos según CTE-06.

6.3 Polipastos.

El dimensionamiento tanto de la estructura metálica como de las placas de anclaje del polipasto sobre la arqueta de purga de fangos se ha realizado a partir de un modelo tridimensional de elementos finitos tipo barra con el empleo del programa METAL 3D del paquete informático CYPE.

Este programa, a partir de las cargas introducidas, realiza una serie de hipótesis para evaluar los estados límite último de rotura tanto en el hormigón como en acero, de servicio para obtener las tensiones en el terreno y desplazamientos. El modelo utilizado emplea el método de rigidez para la obtención de desplazamientos en los nudos, a partir de los cuales se obtienen los esfuerzos en cualquier sección de las barras. Los resultados se obtienen para cada hipótesis simple de carga y combinación, obtenidas éstas según la normativa correspondiente en cada caso.



APENDICES

APENDICE A: ACTUACIÓN INSTALACIONES REACTIVOS.

A.1. NUEVO EDIFICIO REACTIVOS

A.1.1. DATOS DE ENTRADA

ÍNDICE

1.- VERSIÓN DEL PROGRAMA Y NÚMERO DE LICENCIA	2
2.- DATOS GENERALES DE LA ESTRUCTURA.....	2
3.- NORMAS CONSIDERADAS.....	2
4.- ACCIONES CONSIDERADAS.....	2
4.1.- Gravitatorias	2
4.2.- Viento.....	2
4.3.- Sismo	3
4.4.- Hipótesis de carga	3
4.5.- Cargas horizontales y en cabeza de pilares	4
4.5.1.- Cargas en cabeza de pilar.....	4
4.6.- Listado de cargas	4
5.- ESTADOS LÍMITE	5
6.- SITUACIONES DE PROYECTO	5
6.1.- Coeficientes parciales de seguridad (g) y coeficientes de combinación (y).....	6
7.- DATOS GEOMÉTRICOS DE GRUPOS Y PLANTAS	7
8.- DATOS GEOMÉTRICOS DE PILARES, PANTALLAS Y MUROS	7
8.1.- Pilares.....	7
9.- DIMENSIONES, COEFICIENTES DE EMPOTRAMIENTO Y COEFICIENTES DE PANDEO PARA CADA PLANTA.....	8
10.- LISTADO DE PAÑOS.....	8
10.1.- Autorización de uso	9
11.- LOSAS Y ELEMENTOS DE CIMENTACIÓN	10
12.- MATERIALES UTILIZADOS.....	10
12.1.- Hormigones.....	10
12.2.- Aceros por elemento y posición	10
12.2.1.- Aceros en barras.....	10

Listado de datos de la obra

1.- VERSIÓN DEL PROGRAMA Y NÚMERO DE LICENCIA

Versión: 2020

Número de licencia: 155587

2.- DATOS GENERALES DE LA ESTRUCTURA

Proyecto: ETAP TORRELAGUNA

Clave: EDIFICIO REACTIVOS_r01

3.- NORMAS CONSIDERADAS

Hormigón: EHE-08

Aceros conformados: CTE DB SE-A

Aceros laminados y armados: CTE DB SE-A

Categoría de uso: A. Zonas residenciales

4.- ACCIONES CONSIDERADAS

4.1.- Gravitatorias

Planta	S.C.U (kN/m ²)	Cargas muertas (kN/m ²)
+880.25 CUBIERTA	1.0	2.5
+875.70 BAJA	1.0	1.0
+873.70 S-1	1.0	1.0
+872.45 S-2	0.0	0.0

4.2.- Viento

CTE DB SE-AE

Código Técnico de la Edificación.

Documento Básico Seguridad Estructural - Acciones en la Edificación

Zona eólica: A

Grado de aspereza: II. Terreno rural llano sin obstáculos

La acción del viento se calcula a partir de la presión estática q_e que actúa en la dirección perpendicular a la superficie expuesta. El programa obtiene de forma automática dicha presión, conforme a los criterios del Código Técnico de la Edificación DB-SE AE, en función de la geometría del edificio, la zona eólica y grado de aspereza seleccionados, y la altura sobre el terreno del punto considerado:

$$q_e = q_b \cdot C_e \cdot C_p$$

Donde:

q_b Es la presión dinámica del viento conforme al mapa eólico del Anejo D.

C_e Es el coeficiente de exposición, determinado conforme a las especificaciones del Anejo D.2, en función del grado de aspereza del entorno y la altura sobre el terreno del punto considerado.

C_p Es el coeficiente eólico o de presión, calculado según la tabla 3.5 del apartado 3.3.4, en función de la esbeltez del edificio en el plano paralelo al viento.

Listado de datos de la obra

q_b (kN/m ²)	Viento X			Viento Y		
	esbeltez	c_p (presión)	c_p (succión)	esbeltez	c_p (presión)	c_p (succión)
0.420	0.13	0.70	-0.30	0.45	0.70	-0.38

Presión estática			
Planta	Ce (Coef. exposición)	Viento X (kN/m ²)	Viento Y (kN/m ²)
+880.25 CUBIERTA	2.32	0.975	1.055
+875.70 BAJA	1.54	0.649	0.702
+873.70 S-1	1.54	0.649	0.702

Anchos de banda		
Plantas	Ancho de banda Y (m)	Ancho de banda X (m)
En todas las plantas	10.00	35.00

No se realiza análisis de los efectos de 2º orden

Coeficientes de Cargas

+X: 1.00 -X:1.00

+Y: 1.00 -Y:1.00

Cargas de viento		
Planta	Viento X (kN)	Viento Y (kN)
+880.25 CUBIERTA	22.174	83.973
+875.70 BAJA	0.000	0.000
+873.70 S-1	0.000	0.000

Conforme al artículo 3.3.2., apartado 2 del Documento Básico AE, se ha considerado que las fuerzas de viento por planta, en cada dirección del análisis, actúan con una excentricidad de $\pm 5\%$ de la dimensión máxima del edificio.

4.3.- Sismo

Sin acción de sismo

4.4.- Hipótesis de carga

Automáticas	Peso propio Cargas muertas Sobrecarga de uso Viento +X exc.+ Viento +X exc.- Viento -X exc.+ Viento -X exc.- Viento +Y exc.+ Viento +Y exc.- Viento -Y exc.+ Viento -Y exc.-	
Adicionales	Referencia	Naturaleza
	N 1	Nieve

Listado de datos de la obra

4.5.- Cargas horizontales y en cabeza de pilares

4.5.1.- Cargas en cabeza de pilar

Referencia pilar	Hipótesis	N (kN)	Mx (kN·m)	My (kN·m)	Qx (kN)	Qy (kN)	T (kN·m)
P1	Sobrecarga de uso	30.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
P2	Sobrecarga de uso	30.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
P13	Sobrecarga de uso	30.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
P14	Sobrecarga de uso	30.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
P12	Sobrecarga de uso	30.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
P3	Sobrecarga de uso	30.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

4.6.- Listado de cargas

Cargas especiales introducidas (en kN, kN/m y kN/m²)

Grupo	Hipótesis	Tipo	Valor	Coordenadas
+880.25 CUBIERTA	Sobrecarga de uso	Lineal	0.95	(23.15,8.71) (28.65,8.70)
	Sobrecarga de uso	Lineal	0.95	(23.15,7.76) (28.65,7.76)
	Sobrecarga de uso	Lineal	0.95	(23.15,6.82) (28.65,6.81)
	Sobrecarga de uso	Lineal	0.95	(23.15,5.87) (28.65,5.87)
	Sobrecarga de uso	Lineal	0.95	(28.65,4.92) (23.15,4.92)
	Sobrecarga de uso	Lineal	0.95	(28.65,3.98) (23.15,3.98)
	Sobrecarga de uso	Lineal	0.95	(28.65,3.03) (23.15,3.04)
	Sobrecarga de uso	Lineal	0.95	(28.65,2.09) (23.15,2.09)
	Sobrecarga de uso	Lineal	0.95	(23.15,1.15) (28.65,1.14)
	Sobrecarga de uso	Lineal	0.95	(23.15,9.65) (28.65,9.65)
	Sobrecarga de uso	Lineal	0.95	(23.15,0.20) (28.65,0.20)
	Sobrecarga de uso	Lineal	0.95	(28.65,8.70) (34.20,8.71)
	Sobrecarga de uso	Lineal	0.95	(28.65,7.76) (34.20,7.76)
	Sobrecarga de uso	Lineal	0.95	(28.65,6.81) (34.20,6.82)
	Sobrecarga de uso	Lineal	0.95	(28.65,5.87) (34.20,5.87)
	Sobrecarga de uso	Lineal	0.95	(34.20,4.92) (28.65,4.92)
	Sobrecarga de uso	Lineal	0.95	(34.20,3.98) (28.65,3.98)
	Sobrecarga de uso	Lineal	0.95	(34.20,3.04) (28.65,3.03)
	Sobrecarga de uso	Lineal	0.95	(34.20,2.09) (28.65,2.09)
	Sobrecarga de uso	Lineal	0.95	(28.65,1.14) (34.20,1.15)
	Sobrecarga de uso	Lineal	0.95	(28.65,9.65) (34.20,9.65)
	Sobrecarga de uso	Lineal	0.95	(28.65,0.20) (34.20,0.20)
	N 1	Lineal	0.57	(23.15,8.71) (28.65,8.70)
	N 1	Lineal	0.57	(23.15,7.76) (28.65,7.76)
	N 1	Lineal	0.57	(23.15,6.82) (28.65,6.81)
	N 1	Lineal	0.57	(23.15,5.87) (28.65,5.87)
	N 1	Lineal	0.57	(28.65,4.92) (23.15,4.92)
	N 1	Lineal	0.57	(28.65,3.98) (23.15,3.98)
	N 1	Lineal	0.57	(28.65,3.03) (23.15,3.04)
	N 1	Lineal	0.57	(28.65,2.09) (23.15,2.09)

Listado de datos de la obra

Grupo	Hipótesis	Tipo	Valor	Coordenadas
	N 1	Lineal	0.57	(23.15,1.15) (28.65,1.14)
	N 1	Lineal	0.57	(23.15,9.65) (28.65,9.65)
	N 1	Lineal	0.57	(23.15,0.20) (28.65,0.20)
	N 1	Lineal	0.57	(28.65,8.70) (34.20,8.71)
	N 1	Lineal	0.57	(28.65,7.76) (34.20,7.76)
	N 1	Lineal	0.57	(28.65,6.81) (34.20,6.82)
	N 1	Lineal	0.57	(28.65,5.87) (34.20,5.87)
	N 1	Lineal	0.57	(34.20,4.92) (28.65,4.92)
	N 1	Lineal	0.57	(34.20,3.98) (28.65,3.98)
	N 1	Lineal	0.57	(34.20,3.04) (28.65,3.03)
	N 1	Lineal	0.57	(34.20,2.09) (28.65,2.09)
	N 1	Lineal	0.57	(28.65,1.14) (34.20,1.15)
	N 1	Lineal	0.57	(28.65,9.65) (34.20,9.65)
	N 1	Lineal	0.57	(28.65,0.20) (34.20,0.20)

5.- ESTADOS LÍMITE

E.L.U. de rotura. Hormigón E.L.U. de rotura. Hormigón en cimentaciones E.L.U. de rotura. Acero laminado	CTE Cota de nieve: Altitud inferior o igual a 1000 m
Tensiones sobre el terreno Desplazamientos	Acciones características

6.- SITUACIONES DE PROYECTO

Para las distintas situaciones de proyecto, las combinaciones de acciones se definirán de acuerdo con los siguientes criterios:

- Con coeficientes de combinación

$$\sum_{j \geq 1} \gamma_{Gj} G_{kj} + \gamma_P P_k + \gamma_{Q1} \Psi_{p1} Q_{k1} + \sum_{i > 1} \gamma_{Qi} \Psi_{ai} Q_{ki}$$

- Sin coeficientes de combinación

$$\sum_{j \geq 1} \gamma_{Gj} G_{kj} + \gamma_P P_k + \sum_{i \geq 1} \gamma_{Qi} Q_{ki}$$

- Donde:

Listado de datos de la obra

- G_k Acción permanente
 P_k Acción de pretensado
 Q_k Acción variable
 γ_G Coeficiente parcial de seguridad de las acciones permanentes
 γ_P Coeficiente parcial de seguridad de la acción de pretensado
 $\gamma_{Q,1}$ Coeficiente parcial de seguridad de la acción variable principal
 $\gamma_{Q,i}$ Coeficiente parcial de seguridad de las acciones variables de acompañamiento
 $\psi_{p,1}$ Coeficiente de combinación de la acción variable principal
 $\psi_{a,i}$ Coeficiente de combinación de las acciones variables de acompañamiento

6.1.- Coeficientes parciales de seguridad (γ) y coeficientes de combinación (ψ)

Para cada situación de proyecto y estado límite los coeficientes a utilizar serán:

E.L.U. de rotura. Hormigón: EHE-08

Persistente o transitoria				
	Coeficientes parciales de seguridad (γ)		Coeficientes de combinación (ψ)	
	Favorable	Desfavorable	Principal (ψ_p)	Acompañamiento (ψ_a)
Carga permanente (G)	1.000	1.350	-	-
Sobrecarga (Q)	0.000	1.500	1.000	0.700
Viento (Q)	0.000	1.500	1.000	0.600
Nieve (Q)	0.000	1.500	1.000	0.500

E.L.U. de rotura. Hormigón en cimentaciones: EHE-08 / CTE DB-SE C

Persistente o transitoria				
	Coeficientes parciales de seguridad (γ)		Coeficientes de combinación (ψ)	
	Favorable	Desfavorable	Principal (ψ_p)	Acompañamiento (ψ_a)
Carga permanente (G)	1.000	1.600	-	-
Sobrecarga (Q)	0.000	1.600	1.000	0.700
Viento (Q)	0.000	1.600	1.000	0.600
Nieve (Q)	0.000	1.600	1.000	0.500

E.L.U. de rotura. Acero laminado: CTE DB SE-A

Persistente o transitoria				
	Coeficientes parciales de seguridad (γ)		Coeficientes de combinación (ψ)	
	Favorable	Desfavorable	Principal (ψ_p)	Acompañamiento (ψ_a)
Carga permanente (G)	0.800	1.350	-	-
Sobrecarga (Q)	0.000	1.500	1.000	0.700
Viento (Q)	0.000	1.500	1.000	0.600
Nieve (Q)	0.000	1.500	1.000	0.500

Tensiones sobre el terreno

	Característica			
	Coeficientes parciales de seguridad (γ)		Coeficientes de combinación (ψ)	
	Favorable	Desfavorable	Principal (ψ_p)	Acompañamiento (ψ_s)
Carga permanente (G)	1.000	1.000	-	-
Sobrecarga (Q)	0.000	1.000	1.000	1.000
Viento (Q)	0.000	1.000	1.000	1.000
Nieve (Q)	0.000	1.000	1.000	1.000

Desplazamientos

	Característica			
	Coeficientes parciales de seguridad (γ)		Coeficientes de combinación (ψ)	
	Favorable	Desfavorable	Principal (ψ_p)	Acompañamiento (ψ_s)
Carga permanente (G)	1.000	1.000	-	-
Sobrecarga (Q)	0.000	1.000	1.000	1.000
Viento (Q)	0.000	1.000	1.000	1.000
Nieve (Q)	0.000	1.000	1.000	1.000

7.- DATOS GEOMÉTRICOS DE GRUPOS Y PLANTAS

Grupo	Nombre del grupo	Planta	Nombre planta	Altura	Cota
3	+880.25 CUBIERTA	3	+880.25 CUBIERTA	4.55	4.55
2	+875.70 BAJA	2	+875.70 BAJA	2.00	0.00
1	+873.70 S-1	1	+873.70 S-1	1.25	-2.00
0	+872.45 S-2				-3.25

8.- DATOS GEOMÉTRICOS DE PILARES, PANTALLAS Y MUROS

8.1.- Pilares

GI: grupo inicial

GF: grupo final

Ang: ángulo del pilar en grados sexagesimales

Datos de los pilares

Referencia	Coord(P.Fijo)	GI- GF	Vinculación exterior	Ang.	Punto fijo	Canto de apoyo
P1	(-0.00, 0.00)	2-3	Con vinculación exterior	0.0	Esq. inf. izq.	0.40
P2	(6.50, 0.00)	2-3	Con vinculación exterior	0.0	Mitad inferior	0.40
P3	(12.25, 0.00)	2-3	Con vinculación exterior	0.0	Mitad inferior	0.40
P4	(19.60, 0.00)	2-3	Con vinculación exterior	0.0	Mitad inferior	0.40
P5	(23.15, 0.00)	0-3	Con vinculación exterior	0.0	Mitad inferior	0.40

Listado de datos de la obra

Referencia	Coord(P.Fijo)	GI- GF	Vinculación exterior	Ang.	Punto fijo	Canto de apoyo
P6	(28.65, -0.00)	0-3	Con vinculación exterior	0.0	Mitad inferior	0.40
P7	(34.40, 0.00)	0-3	Con vinculación exterior	0.0	Esq. inf. der.	0.40
P8	(34.40, 9.85)	0-3	Con vinculación exterior	0.0	Esq. sup. der.	0.40
P9	(28.65, 9.85)	0-3	Con vinculación exterior	0.0	Mitad superior	0.40
P10	(23.15, 9.85)	0-3	Con vinculación exterior	0.0	Mitad superior	0.40
P11	(19.60, 9.85)	2-3	Con vinculación exterior	0.0	Mitad superior	0.40
P12	(12.25, 9.85)	1-3	Con vinculación exterior	0.0	Mitad superior	0.40
P13	(6.50, 9.85)	2-3	Con vinculación exterior	0.0	Mitad superior	0.40
P14	(0.00, 9.85)	2-3	Con vinculación exterior	0.0	Esq. sup. izq.	0.40
P15	(16.45, 0.00)	2-3	Con vinculación exterior	0.0	Mitad inferior	0.40
P16	(16.45, 9.82)	1-3	Con vinculación exterior	0.0	Mitad superior	0.40

9.- DIMENSIONES, COEFICIENTES DE EMPOTRAMIENTO Y COEFICIENTES DE PANDEO PARA CADA PLANTA

P1, P2, P4, P11, P13, P14, P3, P15						
Planta	Dimensiones (cm)	Coeficiente de empotramiento		Coeficiente de pandeo		Coeficiente de rigidez axil
		Cabeza	Pie	X	Y	
3	40x40	0.30	1.00	1.00	1.00	2.00

P5, P6, P7, P8, P9, P10						
Planta	Dimensiones (cm)	Coeficiente de empotramiento		Coeficiente de pandeo		Coeficiente de rigidez axil
		Cabeza	Pie	X	Y	
3	40x40	0.30	1.00	1.00	1.00	2.00
2	40x40	1.00	1.00	1.00	1.00	2.00
1	40x40	1.00	1.00	1.00	1.00	2.00

P12, P16						
Planta	Dimensiones (cm)	Coeficiente de empotramiento		Coeficiente de pandeo		Coeficiente de rigidez axil
		Cabeza	Pie	X	Y	
3	40x40	0.30	1.00	1.00	1.00	2.00
2	40x40	1.00	1.00	1.00	1.00	2.00

10.- LISTADO DE PAÑOS

Placas aligeradas consideradas

Listado de datos de la obra

Nombre	Descripción
Rodiñas 25+5/120	<p>Prefabricados Rodiñas, S.L.</p> <p>Canto total del forjado: 30 cm</p> <p>Espesor de la capa de compresión: 5 cm</p> <p>Ancho de la placa: 1200 mm</p> <p>Ancho mínimo de la placa: 120 mm</p> <p>Entrega mínima: 7 cm</p> <p>Entrega máxima: 15 cm</p> <p>Entrega lateral: 5 cm</p> <p>Hormigón de la placa: HA-40, Yc=1.5</p> <p>Hormigón de la capa y juntas: HA-25, Yc=1.5</p> <p>Acero de negativos: B 500 S, Ys=1.15</p> <p>Peso propio: 4.8069 kN/m²</p> <p>Volumen de hormigón: 0.06 m³/m²</p>

10.1.- Autorización de uso

Ficha de características técnicas del forjado de placas aligeradas:

Rodiñas 25+5/120

Prefabricados Rodiñas, S.L.
 Canto total del forjado: 30 cm
 Espesor de la capa de compresión: 5 cm
 Ancho de la placa: 1200 mm
 Ancho mínimo de la placa: 120 mm
 Entrega mínima: 7 cm
 Entrega máxima: 15 cm
 Entrega lateral: 5 cm
 Hormigón de la placa: HA-40, Yc=1.5
 Hormigón de la capa y juntas: HA-25, Yc=1.5
 Acero de negativos: B 500 S, Ys=1.15
 Peso propio: 4.8069 kN/m²
 Volumen de hormigón: 0.06 m³/m²

Esfuerzos por bandas de 1 m

Referencia	Flexión positiva							Cortante	Último
	Momento		Rigidez		Momento de servicio				
					Según la clase de exposición (1)				
	Último	Fisura	Total	Fisura	I	II	III		
					kN·m/m	kN·m²/m	kN·m/m		
ROD 25 T.1	68.4	62.9	52365.8	3031.3	36.7	62.9	76.3	122.4	141.3
ROD 25 T.2	94.0	77.3	52748.4	4120.2	50.9	77.3	90.8	135.3	156.1
ROD 25 T.3	117.8	93.7	53091.7	5160.1	67.0	93.7	107.3	143.8	165.1
ROD 25 T.4	149.4	114.1	53552.8	6513.8	87.1	114.1	127.9	159.1	181.1
ROD 25 T.5	178.1	135.2	53935.4	7740.1	107.9	135.2	149.1	169.6	191.7
ROD 25 T.6	199.1	150.7	54268.9	8672.0	123.2	150.7	164.8	177.8	198.7
ROD 25 T.7	226.5	173.5	54759.4	10016.0	145.6	173.5	187.7	189.9	208.6

Listado de datos de la obra

Refuerzo Superior	Flexión negativa B 500 S, Ys=1.15					
	Momento último		Momento Fisura	Rigidez		Cortante Último
	Tipo	Macizado		Total	Fisura	
		kN·m/m	kN·m/m	kN·m²/m		kN/m
Ø8 c/200	29.3	29.3	48.8	52306.9	951.6	118.5
Ø8 c/170	34.2	34.2	49.0	52454.1	1098.7	121.2
Ø8 c/150	39.2	39.2	49.2	52601.2	1236.1	124.0
Ø10 c/200	44.2	44.2	49.5	52797.4	1432.3	127.8
Ø10 c/170	54.2	54.2	49.8	53023.1	1638.3	132.1
Ø10 c/150	59.3	59.3	50.2	53248.7	1854.1	136.4
Ø12 c/200	64.4	64.4	50.4	53395.8	1971.8	139.2
Ø12 c/170	74.5	74.5	50.9	53709.8	2089.5	145.5
Ø12 c/150	84.8	84.8	51.4	54023.7	2766.4	151.7
Ø16 c/200	116.1	116.1	52.7	54857.5	5807.5	168.2
Ø16 c/170	133.2	133.2	53.5	55397.1	8063.8	179.3
Ø16 c/150	152.7	152.7	54.4	55936.6	10035.6	190.4
Ø20 c/200	176.7	176.7	55.6	56652.8	12517.6	203.7
Ø20 c/170	205.5	205.5	56.9	57457.2	14803.3	203.7
Ø20 c/150	199.0	199.0	58.2	58232.2	14901.4	203.7
Ø20 c/130	211.4	211.4	59.6	58997.3	14979.9	203.7

(1) Según la clase de exposición:

- Clase I: Ambiente agresivo (Ambiente III)
- Clase II: Ambiente exterior (Ambiente II)
- Clase III: Ambiente interior (Ambiente I)

11.- LOSAS Y ELEMENTOS DE CIMENTACIÓN

- Tensión admisible en situaciones persistentes: 0.500 MPa
- Tensión admisible en situaciones accidentales: 0.625 MPa

12.- MATERIALES UTILIZADOS

12.1.- Hormigones

Elemento	Hormigón	f_{ck} (MPa)	γ_c	Árido		E_c (MPa)
				Naturaleza	Tamaño máximo (mm)	
Vigas y losas de cimentación	HA-25	25	1.50	Cuarcita	15	27264
Elementos de cimentación	HA-25	25	1.50	Cuarcita	15	27264
Forjados	HA-30	30	1.50	Cuarcita	15	28577
Pilares y pantallas	HA-30	30	1.50	Cuarcita	15	28577
Muros	HA-25	25	1.50	Cuarcita	15	27264

12.2.- Aceros por elemento y posición

12.2.1.- Aceros en barras

Elemento	Acero	f_{yk} (MPa)	γ_s
Todos	B 500 S	500	1.15

A.1.1.2. CIMENTACIÓN

ÍNDICE

1.- LISTADO DE VIGAS DE ATADO	2
1.1.- Comprobación	2

1.- LISTADO DE VIGAS DE ATADO

1.1.- Comprobación

Referencia: CB.2.1 [P5 - P10] (Viga de atado) -Dimensiones: 40.0 cm x 40.0 cm -Armadura superior: 2Ø12 -Armadura inferior: 4Ø12 -Estribos: 1xØ8c/25		
Comprobación	Valores	Estado
Diámetro mínimo estribos:	Mínimo: 6 mm Calculado: 8 mm	Cumple
Separación mínima entre estribos: Artículo 69.4.1 de la norma EHE-08	Mínimo: 2 cm Calculado: 24.2 cm	Cumple
Separación mínima armadura longitudinal: Artículo 69.4.1 de la norma EHE-08 - Armadura superior: - Armadura inferior:	Mínimo: 2 cm Calculado: 28 cm Calculado: 8.5 cm	Cumple Cumple
Separación máxima estribos: - Sin cortantes: Artículo 44.2.3.4.1 de la norma EHE-08	Máximo: 30 cm Calculado: 25 cm	Cumple
Separación máxima armadura longitudinal: Artículo 42.3.1 de la norma EHE-08 - Armadura superior: - Armadura inferior:	Máximo: 30 cm Calculado: 28 cm Calculado: 8.5 cm	Cumple Cumple
Se cumplen todas las comprobaciones		
Referencia: CB.2.1 [P5 - P6] (Viga de atado) -Dimensiones: 40.0 cm x 40.0 cm -Armadura superior: 2Ø12 -Armadura inferior: 4Ø12 -Estribos: 1xØ8c/25		
Comprobación	Valores	Estado
Diámetro mínimo estribos:	Mínimo: 6 mm Calculado: 8 mm	Cumple
Separación mínima entre estribos: Artículo 69.4.1 de la norma EHE-08	Mínimo: 2 cm Calculado: 24.2 cm	Cumple
Separación mínima armadura longitudinal: Artículo 69.4.1 de la norma EHE-08 - Armadura superior: - Armadura inferior:	Mínimo: 2 cm Calculado: 28 cm Calculado: 8.5 cm	Cumple Cumple
Separación máxima estribos: - Sin cortantes: Artículo 44.2.3.4.1 de la norma EHE-08	Máximo: 30 cm Calculado: 25 cm	Cumple
Separación máxima armadura longitudinal: Artículo 42.3.1 de la norma EHE-08 - Armadura superior: - Armadura inferior:	Máximo: 30 cm Calculado: 28 cm Calculado: 8.5 cm	Cumple Cumple
Se cumplen todas las comprobaciones		

Listado de cimentación

Referencia: CB.2.1 [P6 - P7] (Viga de atado) -Dimensiones: 40.0 cm x 40.0 cm -Armadura superior: 2Ø12 -Armadura inferior: 4Ø12 -Estribos: 1xØ8c/25		
Comprobación	Valores	Estado
Diámetro mínimo estribos:	Mínimo: 6 mm Calculado: 8 mm	Cumple
Separación mínima entre estribos: Artículo 69.4.1 de la norma EHE-08	Mínimo: 2 cm Calculado: 24.2 cm	Cumple
Separación mínima armadura longitudinal: Artículo 69.4.1 de la norma EHE-08 - Armadura superior: - Armadura inferior:	Mínimo: 2 cm Calculado: 28 cm Calculado: 8.5 cm	Cumple Cumple
Separación máxima estribos: - Sin cortantes: Artículo 44.2.3.4.1 de la norma EHE-08	Máximo: 30 cm Calculado: 25 cm	Cumple
Separación máxima armadura longitudinal: Artículo 42.3.1 de la norma EHE-08 - Armadura superior: - Armadura inferior:	Máximo: 30 cm Calculado: 28 cm Calculado: 8.5 cm	Cumple Cumple
Se cumplen todas las comprobaciones		
Referencia: CB.2.1 [P10 - P9] (Viga de atado) -Dimensiones: 40.0 cm x 40.0 cm -Armadura superior: 2Ø12 -Armadura inferior: 4Ø12 -Estribos: 1xØ8c/25		
Comprobación	Valores	Estado
Diámetro mínimo estribos:	Mínimo: 6 mm Calculado: 8 mm	Cumple
Separación mínima entre estribos: Artículo 69.4.1 de la norma EHE-08	Mínimo: 2 cm Calculado: 24.2 cm	Cumple
Separación mínima armadura longitudinal: Artículo 69.4.1 de la norma EHE-08 - Armadura superior: - Armadura inferior:	Mínimo: 2 cm Calculado: 28 cm Calculado: 8.5 cm	Cumple Cumple
Separación máxima estribos: - Sin cortantes: Artículo 44.2.3.4.1 de la norma EHE-08	Máximo: 30 cm Calculado: 25 cm	Cumple
Separación máxima armadura longitudinal: Artículo 42.3.1 de la norma EHE-08 - Armadura superior: - Armadura inferior:	Máximo: 30 cm Calculado: 28 cm Calculado: 8.5 cm	Cumple Cumple
Se cumplen todas las comprobaciones		
Referencia: CB.2.1 [P7 - P8] (Viga de atado) -Dimensiones: 40.0 cm x 40.0 cm -Armadura superior: 2Ø12 -Armadura inferior: 4Ø12 -Estribos: 1xØ8c/25		
Comprobación	Valores	Estado
Diámetro mínimo estribos:	Mínimo: 6 mm Calculado: 8 mm	Cumple

Listado de cimentación

Referencia: CB.2.1 [P7 - P8] (Viga de atado) -Dimensiones: 40.0 cm x 40.0 cm -Armadura superior: 2Ø12 -Armadura inferior: 4Ø12 -Estribos: 1xØ8c/25		
Comprobación	Valores	Estado
Separación mínima entre estribos: Artículo 69.4.1 de la norma EHE-08	Mínimo: 2 cm Calculado: 24.2 cm	Cumple
Separación mínima armadura longitudinal: Artículo 69.4.1 de la norma EHE-08 - Armadura superior: - Armadura inferior:	Mínimo: 2 cm Calculado: 28 cm Calculado: 8.5 cm	Cumple Cumple
Separación máxima estribos: - Sin cortantes: Artículo 44.2.3.4.1 de la norma EHE-08	Máximo: 30 cm Calculado: 25 cm	Cumple
Separación máxima armadura longitudinal: Artículo 42.3.1 de la norma EHE-08 - Armadura superior: - Armadura inferior:	Máximo: 30 cm Calculado: 28 cm Calculado: 8.5 cm	Cumple Cumple
Se cumplen todas las comprobaciones		
Referencia: CB.2.1 [P9 - P8] (Viga de atado) -Dimensiones: 40.0 cm x 40.0 cm -Armadura superior: 2Ø12 -Armadura inferior: 4Ø12 -Estribos: 1xØ8c/25		
Comprobación	Valores	Estado
Diámetro mínimo estribos:	Mínimo: 6 mm Calculado: 8 mm	Cumple
Separación mínima entre estribos: Artículo 69.4.1 de la norma EHE-08	Mínimo: 2 cm Calculado: 24.2 cm	Cumple
Separación mínima armadura longitudinal: Artículo 69.4.1 de la norma EHE-08 - Armadura superior: - Armadura inferior:	Mínimo: 2 cm Calculado: 28 cm Calculado: 8.5 cm	Cumple Cumple
Separación máxima estribos: - Sin cortantes: Artículo 44.2.3.4.1 de la norma EHE-08	Máximo: 30 cm Calculado: 25 cm	Cumple
Separación máxima armadura longitudinal: Artículo 42.3.1 de la norma EHE-08 - Armadura superior: - Armadura inferior:	Máximo: 30 cm Calculado: 28 cm Calculado: 8.5 cm	Cumple Cumple
Se cumplen todas las comprobaciones		
Referencia: CB.2.1 [P12 - P16] (Viga de atado) -Dimensiones: 40.0 cm x 40.0 cm -Armadura superior: 2Ø12 -Armadura inferior: 4Ø12 -Estribos: 1xØ8c/25		
Comprobación	Valores	Estado
Diámetro mínimo estribos:	Mínimo: 6 mm Calculado: 8 mm	Cumple
Separación mínima entre estribos: Artículo 69.4.1 de la norma EHE-08	Mínimo: 2 cm Calculado: 24.2 cm	Cumple

Listado de cimentación

Referencia: CB.2.1 [P12 - P16] (Viga de atado) -Dimensiones: 40.0 cm x 40.0 cm -Armadura superior: 2Ø12 -Armadura inferior: 4Ø12 -Estribos: 1xØ8c/25		
Comprobación	Valores	Estado
Separación mínima armadura longitudinal: Artículo 69.4.1 de la norma EHE-08 - Armadura superior: - Armadura inferior:	Mínimo: 2 cm Calculado: 28 cm Calculado: 8.5 cm	Cumple Cumple
Separación máxima estribos: - Situaciones persistentes: Artículo 44.2.3.4.1 de la norma EHE-08	Máximo: 25.9 cm Calculado: 25 cm	Cumple
Separación máxima armadura longitudinal: Artículo 42.3.1 de la norma EHE-08 - Armadura superior: - Armadura inferior:	Máximo: 30 cm Calculado: 28 cm Calculado: 8.5 cm	Cumple Cumple
Cuantía mínima para los estribos: - Situaciones persistentes: Norma EHE-08. Artículo 44.2.3.4.1	Mínimo: 3.14 cm ² /m Calculado: 4.02 cm ² /m	Cumple
Cuantía geométrica mínima armadura traccionada: - Armadura inferior (Situaciones persistentes): Norma EHE-08. Artículo 42.3.5	Mínimo: 0.0028 Calculado: 0.0028	Cumple
Armadura mínima por cuantía mecánica de flexión compuesta: - Armadura inferior (Situaciones persistentes): Se aplica la reducción del artículo 42.3.2 (norma EHE-08)	Mínimo: 0.29 cm ² Calculado: 4.52 cm ²	Cumple
Comprobación de armadura necesaria por cálculo a flexión compuesta: - Situaciones persistentes:	Momento flector: 2.82 kN·m Axil: ± 0.00 kN	Cumple
Longitud de anclaje barras superiores origen: - Situaciones persistentes: El anclaje se realiza a partir del eje de los pilares	Mínimo: 15 cm Calculado: 15 cm	Cumple
Longitud de anclaje barras inferiores origen: - Situaciones persistentes: El anclaje se realiza a partir del eje de los pilares	Mínimo: 15 cm Calculado: 15 cm	Cumple
Longitud de anclaje barras superiores extremo: - Situaciones persistentes: El anclaje se realiza a partir del eje de los pilares	Mínimo: 15 cm Calculado: 15 cm	Cumple
Longitud de anclaje barras inferiores extremo: - Situaciones persistentes: El anclaje se realiza a partir del eje de los pilares	Mínimo: 15 cm Calculado: 15 cm	Cumple
Comprobación de cortante: - Situaciones persistentes:	Cortante: 1.92 kN	Cumple
Se cumplen todas las comprobaciones		
Referencia: CB.2.1 [P4 - P11] (Viga de atado) -Dimensiones: 40.0 cm x 40.0 cm -Armadura superior: 2Ø12 -Armadura inferior: 4Ø12 -Estribos: 1xØ8c/25		
Comprobación	Valores	Estado
Diámetro mínimo estribos:	Mínimo: 6 mm Calculado: 8 mm	Cumple
Separación mínima entre estribos: Artículo 69.4.1 de la norma EHE-08	Mínimo: 2 cm Calculado: 24.2 cm	Cumple

Listado de cimentación

Referencia: CB.2.1 [P4 - P11] (Viga de atado) -Dimensiones: 40.0 cm x 40.0 cm -Armadura superior: 2Ø12 -Armadura inferior: 4Ø12 -Estribos: 1xØ8c/25		
Comprobación	Valores	Estado
Separación mínima armadura longitudinal: Artículo 69.4.1 de la norma EHE-08 - Armadura superior: - Armadura inferior:	Mínimo: 2 cm Calculado: 28 cm Calculado: 8.5 cm	Cumple Cumple
Separación máxima estribos: - Situaciones persistentes: Artículo 44.2.3.4.1 de la norma EHE-08	Máximo: 25.9 cm Calculado: 25 cm	Cumple
Separación máxima armadura longitudinal: Artículo 42.3.1 de la norma EHE-08 - Armadura superior: - Armadura inferior:	Máximo: 30 cm Calculado: 28 cm Calculado: 8.5 cm	Cumple Cumple
Cuantía mínima para los estribos: - Situaciones persistentes: Norma EHE-08. Artículo 44.2.3.4.1	Mínimo: 3.14 cm ² /m Calculado: 4.02 cm ² /m	Cumple
Cuantía geométrica mínima armadura traccionada: - Armadura inferior (Situaciones persistentes): Norma EHE-08. Artículo 42.3.5	Mínimo: 0.0028 Calculado: 0.0028	Cumple
Armadura mínima por cuantía mecánica de flexión compuesta: - Armadura inferior (Situaciones persistentes): Se aplica la reducción del artículo 42.3.2 (norma EHE-08)	Mínimo: 1.33 cm ² Calculado: 4.52 cm ²	Cumple
Comprobación de armadura necesaria por cálculo a flexión compuesta: - Situaciones persistentes:	Momento flector: 14.29 kN·m Axil: ± 0.00 kN	Cumple
Longitud de anclaje barras superiores origen: - Situaciones persistentes: El anclaje se realiza a partir del eje de los pilares	Mínimo: 15 cm Calculado: 15 cm	Cumple
Longitud de anclaje barras inferiores origen: - Situaciones persistentes: El anclaje se realiza a partir del eje de los pilares	Mínimo: 15 cm Calculado: 15 cm	Cumple
Longitud de anclaje barras superiores extremo: - Situaciones persistentes: El anclaje se realiza a partir del eje de los pilares	Mínimo: 15 cm Calculado: 15 cm	Cumple
Longitud de anclaje barras inferiores extremo: - Situaciones persistentes: El anclaje se realiza a partir del eje de los pilares	Mínimo: 15 cm Calculado: 15 cm	Cumple
Comprobación de cortante: - Situaciones persistentes:	Cortante: 5.28 kN	Cumple
Se cumplen todas las comprobaciones		
Referencia: CB.2.1 [P1 - P2] (Viga de atado) -Dimensiones: 40.0 cm x 40.0 cm -Armadura superior: 2Ø12 -Armadura inferior: 4Ø12 -Estribos: 1xØ8c/25		
Comprobación	Valores	Estado
Diámetro mínimo estribos:	Mínimo: 6 mm Calculado: 8 mm	Cumple
Separación mínima entre estribos: Artículo 69.4.1 de la norma EHE-08	Mínimo: 2 cm Calculado: 24.2 cm	Cumple

Listado de cimentación

Referencia: CB.2.1 [P1 - P2] (Viga de atado) -Dimensiones: 40.0 cm x 40.0 cm -Armadura superior: 2Ø12 -Armadura inferior: 4Ø12 -Estribos: 1xØ8c/25		
Comprobación	Valores	Estado
Separación mínima armadura longitudinal: Artículo 69.4.1 de la norma EHE-08 - Armadura superior: - Armadura inferior:	Mínimo: 2 cm Calculado: 28 cm Calculado: 8.5 cm	Cumple Cumple
Separación máxima estribos: - Situaciones persistentes: Artículo 44.2.3.4.1 de la norma EHE-08	Máximo: 25.9 cm Calculado: 25 cm	Cumple
Separación máxima armadura longitudinal: Artículo 42.3.1 de la norma EHE-08 - Armadura superior: - Armadura inferior:	Máximo: 30 cm Calculado: 28 cm Calculado: 8.5 cm	Cumple Cumple
Cuantía mínima para los estribos: - Situaciones persistentes: Norma EHE-08. Artículo 44.2.3.4.1	Mínimo: 3.14 cm ² /m Calculado: 4.02 cm ² /m	Cumple
Cuantía geométrica mínima armadura traccionada: - Armadura inferior (Situaciones persistentes): Norma EHE-08. Artículo 42.3.5	Mínimo: 0.0028 Calculado: 0.0028	Cumple
Armadura mínima por cuantía mecánica de flexión compuesta: - Armadura inferior (Situaciones persistentes): Se aplica la reducción del artículo 42.3.2 (norma EHE-08)	Mínimo: 0.64 cm ² Calculado: 4.52 cm ²	Cumple
Comprobación de armadura necesaria por cálculo a flexión compuesta: - Situaciones persistentes:	Momento flector: 6.35 kN·m Axil: ± 0.00 kN	Cumple
Longitud de anclaje barras superiores origen: - Situaciones persistentes: El anclaje se realiza a partir del eje de los pilares	Mínimo: 15 cm Calculado: 15 cm	Cumple
Longitud de anclaje barras inferiores origen: - Situaciones persistentes: El anclaje se realiza a partir del eje de los pilares	Mínimo: 15 cm Calculado: 15 cm	Cumple
Longitud de anclaje barras superiores extremo: - Situaciones persistentes: El anclaje se realiza a partir del eje de los pilares	Mínimo: 15 cm Calculado: 15 cm	Cumple
Longitud de anclaje barras inferiores extremo: - Situaciones persistentes: El anclaje se realiza a partir del eje de los pilares	Mínimo: 15 cm Calculado: 15 cm	Cumple
Comprobación de cortante: - Situaciones persistentes:	Cortante: 3.26 kN	Cumple
Se cumplen todas las comprobaciones		
Referencia: CB.2.1 [P1 - P14] (Viga de atado) -Dimensiones: 40.0 cm x 40.0 cm -Armadura superior: 2Ø12 -Armadura inferior: 4Ø12 -Estribos: 1xØ8c/25		
Comprobación	Valores	Estado
Diámetro mínimo estribos:	Mínimo: 6 mm Calculado: 8 mm	Cumple
Separación mínima entre estribos: Artículo 69.4.1 de la norma EHE-08	Mínimo: 2 cm Calculado: 24.2 cm	Cumple

Listado de cimentación

Referencia: CB.2.1 [P1 - P14] (Viga de atado) -Dimensiones: 40.0 cm x 40.0 cm -Armadura superior: 2Ø12 -Armadura inferior: 4Ø12 -Estribos: 1xØ8c/25		
Comprobación	Valores	Estado
Separación mínima armadura longitudinal: Artículo 69.4.1 de la norma EHE-08 - Armadura superior: - Armadura inferior:	Mínimo: 2 cm Calculado: 28 cm Calculado: 8.5 cm	Cumple Cumple
Separación máxima estribos: - Situaciones persistentes: Artículo 44.2.3.4.1 de la norma EHE-08	Máximo: 25.9 cm Calculado: 25 cm	Cumple
Separación máxima armadura longitudinal: Artículo 42.3.1 de la norma EHE-08 - Armadura superior: - Armadura inferior:	Máximo: 30 cm Calculado: 28 cm Calculado: 8.5 cm	Cumple Cumple
Cuantía mínima para los estribos: - Situaciones persistentes: Norma EHE-08. Artículo 44.2.3.4.1	Mínimo: 3.14 cm ² /m Calculado: 4.02 cm ² /m	Cumple
Cuantía geométrica mínima armadura traccionada: - Armadura inferior (Situaciones persistentes): Norma EHE-08. Artículo 42.3.5	Mínimo: 0.0028 Calculado: 0.0028	Cumple
Armadura mínima por cuantía mecánica de flexión compuesta: - Armadura inferior (Situaciones persistentes): Se aplica la reducción del artículo 42.3.2 (norma EHE-08)	Mínimo: 1.33 cm ² Calculado: 4.52 cm ²	Cumple
Comprobación de armadura necesaria por cálculo a flexión compuesta: - Situaciones persistentes:	Momento flector: 14.29 kN·m Axil: ± 0.00 kN	Cumple
Longitud de anclaje barras superiores origen: - Situaciones persistentes: El anclaje se realiza a partir del eje de los pilares	Mínimo: 15 cm Calculado: 15 cm	Cumple
Longitud de anclaje barras inferiores origen: - Situaciones persistentes: El anclaje se realiza a partir del eje de los pilares	Mínimo: 15 cm Calculado: 15 cm	Cumple
Longitud de anclaje barras superiores extremo: - Situaciones persistentes: El anclaje se realiza a partir del eje de los pilares	Mínimo: 15 cm Calculado: 15 cm	Cumple
Longitud de anclaje barras inferiores extremo: - Situaciones persistentes: El anclaje se realiza a partir del eje de los pilares	Mínimo: 15 cm Calculado: 15 cm	Cumple
Comprobación de cortante: - Situaciones persistentes:	Cortante: 5.28 kN	Cumple
Se cumplen todas las comprobaciones		
Referencia: CB.2.1 [P15 - P4] (Viga de atado) -Dimensiones: 40.0 cm x 40.0 cm -Armadura superior: 2Ø12 -Armadura inferior: 4Ø12 -Estribos: 1xØ8c/25		
Comprobación	Valores	Estado
Diámetro mínimo estribos:	Mínimo: 6 mm Calculado: 8 mm	Cumple
Separación mínima entre estribos: Artículo 69.4.1 de la norma EHE-08	Mínimo: 2 cm Calculado: 24.2 cm	Cumple

Listado de cimentación

Referencia: CB.2.1 [P15 - P4] (Viga de atado) -Dimensiones: 40.0 cm x 40.0 cm -Armadura superior: 2Ø12 -Armadura inferior: 4Ø12 -Estribos: 1xØ8c/25		
Comprobación	Valores	Estado
Separación mínima armadura longitudinal: Artículo 69.4.1 de la norma EHE-08 - Armadura superior: - Armadura inferior:	Mínimo: 2 cm Calculado: 28 cm Calculado: 8.5 cm	Cumple Cumple
Separación máxima estribos: - Situaciones persistentes: Artículo 44.2.3.4.1 de la norma EHE-08	Máximo: 25.9 cm Calculado: 25 cm	Cumple
Separación máxima armadura longitudinal: Artículo 42.3.1 de la norma EHE-08 - Armadura superior: - Armadura inferior:	Máximo: 30 cm Calculado: 28 cm Calculado: 8.5 cm	Cumple Cumple
Cuantía mínima para los estribos: - Situaciones persistentes: Norma EHE-08. Artículo 44.2.3.4.1	Mínimo: 3.14 cm ² /m Calculado: 4.02 cm ² /m	Cumple
Cuantía geométrica mínima armadura traccionada: - Armadura inferior (Situaciones persistentes): Norma EHE-08. Artículo 42.3.5	Mínimo: 0.0028 Calculado: 0.0028	Cumple
Armadura mínima por cuantía mecánica de flexión compuesta: - Armadura inferior (Situaciones persistentes): Se aplica la reducción del artículo 42.3.2 (norma EHE-08)	Mínimo: 0.17 cm ² Calculado: 4.52 cm ²	Cumple
Comprobación de armadura necesaria por cálculo a flexión compuesta: - Situaciones persistentes:	Momento flector: 1.59 kN·m Axil: ± 0.00 kN	Cumple
Longitud de anclaje barras superiores origen: - Situaciones persistentes: El anclaje se realiza a partir del eje de los pilares	Mínimo: 15 cm Calculado: 15 cm	Cumple
Longitud de anclaje barras inferiores origen: - Situaciones persistentes: El anclaje se realiza a partir del eje de los pilares	Mínimo: 15 cm Calculado: 15 cm	Cumple
Longitud de anclaje barras superiores extremo: - Situaciones persistentes: El anclaje se realiza a partir del eje de los pilares	Mínimo: 15 cm Calculado: 15 cm	Cumple
Longitud de anclaje barras inferiores extremo: - Situaciones persistentes: El anclaje se realiza a partir del eje de los pilares	Mínimo: 15 cm Calculado: 15 cm	Cumple
Comprobación de cortante: - Situaciones persistentes:	Cortante: 1.25 kN	Cumple
Se cumplen todas las comprobaciones		
Referencia: CB.2.1 [P2 - P3] (Viga de atado) -Dimensiones: 40.0 cm x 40.0 cm -Armadura superior: 2Ø12 -Armadura inferior: 4Ø12 -Estribos: 1xØ8c/25		
Comprobación	Valores	Estado
Diámetro mínimo estribos:	Mínimo: 6 mm Calculado: 8 mm	Cumple
Separación mínima entre estribos: Artículo 69.4.1 de la norma EHE-08	Mínimo: 2 cm Calculado: 24.2 cm	Cumple

Listado de cimentación

Referencia: CB.2.1 [P2 - P3] (Viga de atado) -Dimensiones: 40.0 cm x 40.0 cm -Armadura superior: 2Ø12 -Armadura inferior: 4Ø12 -Estribos: 1xØ8c/25		
Comprobación	Valores	Estado
Separación mínima armadura longitudinal: Artículo 69.4.1 de la norma EHE-08 - Armadura superior: - Armadura inferior:	Mínimo: 2 cm Calculado: 28 cm Calculado: 8.5 cm	Cumple Cumple
Separación máxima estribos: - Situaciones persistentes: Artículo 44.2.3.4.1 de la norma EHE-08	Máximo: 25.9 cm Calculado: 25 cm	Cumple
Separación máxima armadura longitudinal: Artículo 42.3.1 de la norma EHE-08 - Armadura superior: - Armadura inferior:	Máximo: 30 cm Calculado: 28 cm Calculado: 8.5 cm	Cumple Cumple
Cuantía mínima para los estribos: - Situaciones persistentes: Norma EHE-08. Artículo 44.2.3.4.1	Mínimo: 3.14 cm ² /m Calculado: 4.02 cm ² /m	Cumple
Cuantía geométrica mínima armadura traccionada: - Armadura inferior (Situaciones persistentes): Norma EHE-08. Artículo 42.3.5	Mínimo: 0.0028 Calculado: 0.0028	Cumple
Armadura mínima por cuantía mecánica de flexión compuesta: - Armadura inferior (Situaciones persistentes): Se aplica la reducción del artículo 42.3.2 (norma EHE-08)	Mínimo: 0.54 cm ² Calculado: 4.52 cm ²	Cumple
Comprobación de armadura necesaria por cálculo a flexión compuesta: - Situaciones persistentes:	Momento flector: 5.29 kN·m Axil: ± 0.00 kN	Cumple
Longitud de anclaje barras superiores origen: - Situaciones persistentes: El anclaje se realiza a partir del eje de los pilares	Mínimo: 15 cm Calculado: 15 cm	Cumple
Longitud de anclaje barras inferiores origen: - Situaciones persistentes: El anclaje se realiza a partir del eje de los pilares	Mínimo: 15 cm Calculado: 15 cm	Cumple
Longitud de anclaje barras superiores extremo: - Situaciones persistentes: El anclaje se realiza a partir del eje de los pilares	Mínimo: 15 cm Calculado: 15 cm	Cumple
Longitud de anclaje barras inferiores extremo: - Situaciones persistentes: El anclaje se realiza a partir del eje de los pilares	Mínimo: 15 cm Calculado: 15 cm	Cumple
Comprobación de cortante: - Situaciones persistentes:	Cortante: 2.91 kN	Cumple
Se cumplen todas las comprobaciones		
Referencia: CB.2.1 [P3 - P15] (Viga de atado) -Dimensiones: 40.0 cm x 40.0 cm -Armadura superior: 2Ø12 -Armadura inferior: 4Ø12 -Estribos: 1xØ8c/25		
Comprobación	Valores	Estado
Diámetro mínimo estribos:	Mínimo: 6 mm Calculado: 8 mm	Cumple
Separación mínima entre estribos: Artículo 69.4.1 de la norma EHE-08	Mínimo: 2 cm Calculado: 24.2 cm	Cumple

Listado de cimentación

Referencia: CB.2.1 [P3 - P15] (Viga de atado) -Dimensiones: 40.0 cm x 40.0 cm -Armadura superior: 2Ø12 -Armadura inferior: 4Ø12 -Estribos: 1xØ8c/25		
Comprobación	Valores	Estado
Separación mínima armadura longitudinal: Artículo 69.4.1 de la norma EHE-08 - Armadura superior: - Armadura inferior:	Mínimo: 2 cm Calculado: 28 cm Calculado: 8.5 cm	Cumple Cumple
Separación máxima estribos: - Situaciones persistentes: Artículo 44.2.3.4.1 de la norma EHE-08	Máximo: 25.9 cm Calculado: 25 cm	Cumple
Separación máxima armadura longitudinal: Artículo 42.3.1 de la norma EHE-08 - Armadura superior: - Armadura inferior:	Máximo: 30 cm Calculado: 28 cm Calculado: 8.5 cm	Cumple Cumple
Cuantía mínima para los estribos: - Situaciones persistentes: Norma EHE-08. Artículo 44.2.3.4.1	Mínimo: 3.14 cm ² /m Calculado: 4.02 cm ² /m	Cumple
Cuantía geométrica mínima armadura traccionada: - Armadura inferior (Situaciones persistentes): Norma EHE-08. Artículo 42.3.5	Mínimo: 0.0028 Calculado: 0.0028	Cumple
Armadura mínima por cuantía mecánica de flexión compuesta: - Armadura inferior (Situaciones persistentes): Se aplica la reducción del artículo 42.3.2 (norma EHE-08)	Mínimo: 0.29 cm ² Calculado: 4.52 cm ²	Cumple
Comprobación de armadura necesaria por cálculo a flexión compuesta: - Situaciones persistentes:	Momento flector: 2.82 kN·m Axil: ± 0.00 kN	Cumple
Longitud de anclaje barras superiores origen: - Situaciones persistentes: El anclaje se realiza a partir del eje de los pilares	Mínimo: 15 cm Calculado: 15 cm	Cumple
Longitud de anclaje barras inferiores origen: - Situaciones persistentes: El anclaje se realiza a partir del eje de los pilares	Mínimo: 15 cm Calculado: 15 cm	Cumple
Longitud de anclaje barras superiores extremo: - Situaciones persistentes: El anclaje se realiza a partir del eje de los pilares	Mínimo: 15 cm Calculado: 15 cm	Cumple
Longitud de anclaje barras inferiores extremo: - Situaciones persistentes: El anclaje se realiza a partir del eje de los pilares	Mínimo: 15 cm Calculado: 15 cm	Cumple
Comprobación de cortante: - Situaciones persistentes:	Cortante: 1.79 kN	Cumple
Se cumplen todas las comprobaciones		
Referencia: CB.2.1 [P2 - P13] (Viga de atado) -Dimensiones: 40.0 cm x 40.0 cm -Armadura superior: 2Ø12 -Armadura inferior: 4Ø12 -Estribos: 1xØ8c/25		
Comprobación	Valores	Estado
Diámetro mínimo estribos:	Mínimo: 6 mm Calculado: 8 mm	Cumple
Separación mínima entre estribos: Artículo 69.4.1 de la norma EHE-08	Mínimo: 2 cm Calculado: 24.2 cm	Cumple

Listado de cimentación

Referencia: CB.2.1 [P2 - P13] (Viga de atado) -Dimensiones: 40.0 cm x 40.0 cm -Armadura superior: 2Ø12 -Armadura inferior: 4Ø12 -Estribos: 1xØ8c/25		
Comprobación	Valores	Estado
Separación mínima armadura longitudinal: Artículo 69.4.1 de la norma EHE-08 - Armadura superior: - Armadura inferior:	Mínimo: 2 cm Calculado: 28 cm Calculado: 8.5 cm	Cumple Cumple
Separación máxima estribos: - Situaciones persistentes: Artículo 44.2.3.4.1 de la norma EHE-08	Máximo: 25.9 cm Calculado: 25 cm	Cumple
Separación máxima armadura longitudinal: Artículo 42.3.1 de la norma EHE-08 - Armadura superior: - Armadura inferior:	Máximo: 30 cm Calculado: 28 cm Calculado: 8.5 cm	Cumple Cumple
Cuantía mínima para los estribos: - Situaciones persistentes: Norma EHE-08. Artículo 44.2.3.4.1	Mínimo: 3.14 cm ² /m Calculado: 4.02 cm ² /m	Cumple
Cuantía geométrica mínima armadura traccionada: - Armadura inferior (Situaciones persistentes): Norma EHE-08. Artículo 42.3.5	Mínimo: 0.0028 Calculado: 0.0028	Cumple
Armadura mínima por cuantía mecánica de flexión compuesta: - Armadura inferior (Situaciones persistentes): Se aplica la reducción del artículo 42.3.2 (norma EHE-08)	Mínimo: 1.33 cm ² Calculado: 4.52 cm ²	Cumple
Comprobación de armadura necesaria por cálculo a flexión compuesta: - Situaciones persistentes:	Momento flector: 14.29 kN·m Axil: ± 0.00 kN	Cumple
Longitud de anclaje barras superiores origen: - Situaciones persistentes: El anclaje se realiza a partir del eje de los pilares	Mínimo: 15 cm Calculado: 15 cm	Cumple
Longitud de anclaje barras inferiores origen: - Situaciones persistentes: El anclaje se realiza a partir del eje de los pilares	Mínimo: 15 cm Calculado: 15 cm	Cumple
Longitud de anclaje barras superiores extremo: - Situaciones persistentes: El anclaje se realiza a partir del eje de los pilares	Mínimo: 15 cm Calculado: 15 cm	Cumple
Longitud de anclaje barras inferiores extremo: - Situaciones persistentes: El anclaje se realiza a partir del eje de los pilares	Mínimo: 15 cm Calculado: 15 cm	Cumple
Comprobación de cortante: - Situaciones persistentes:	Cortante: 5.28 kN	Cumple
Se cumplen todas las comprobaciones		
Referencia: CB.2.1 [P14 - P13] (Viga de atado) -Dimensiones: 40.0 cm x 40.0 cm -Armadura superior: 2Ø12 -Armadura inferior: 4Ø12 -Estribos: 1xØ8c/25		
Comprobación	Valores	Estado
Diámetro mínimo estribos:	Mínimo: 6 mm Calculado: 8 mm	Cumple
Separación mínima entre estribos: Artículo 69.4.1 de la norma EHE-08	Mínimo: 2 cm Calculado: 24.2 cm	Cumple

Listado de cimentación

Referencia: CB.2.1 [P14 - P13] (Viga de atado) -Dimensiones: 40.0 cm x 40.0 cm -Armadura superior: 2Ø12 -Armadura inferior: 4Ø12 -Estribos: 1xØ8c/25		
Comprobación	Valores	Estado
Separación mínima armadura longitudinal: Artículo 69.4.1 de la norma EHE-08 - Armadura superior: - Armadura inferior:	Mínimo: 2 cm Calculado: 28 cm Calculado: 8.5 cm	Cumple Cumple
Separación máxima estribos: - Situaciones persistentes: Artículo 44.2.3.4.1 de la norma EHE-08	Máximo: 25.9 cm Calculado: 25 cm	Cumple
Separación máxima armadura longitudinal: Artículo 42.3.1 de la norma EHE-08 - Armadura superior: - Armadura inferior:	Máximo: 30 cm Calculado: 28 cm Calculado: 8.5 cm	Cumple Cumple
Cuantía mínima para los estribos: - Situaciones persistentes: Norma EHE-08. Artículo 44.2.3.4.1	Mínimo: 3.14 cm ² /m Calculado: 4.02 cm ² /m	Cumple
Cuantía geométrica mínima armadura traccionada: - Armadura inferior (Situaciones persistentes): Norma EHE-08. Artículo 42.3.5	Mínimo: 0.0028 Calculado: 0.0028	Cumple
Armadura mínima por cuantía mecánica de flexión compuesta: - Armadura inferior (Situaciones persistentes): Se aplica la reducción del artículo 42.3.2 (norma EHE-08)	Mínimo: 0.64 cm ² Calculado: 4.52 cm ²	Cumple
Comprobación de armadura necesaria por cálculo a flexión compuesta: - Situaciones persistentes:	Momento flector: 6.35 kN·m Axil: ± 0.00 kN	Cumple
Longitud de anclaje barras superiores origen: - Situaciones persistentes: El anclaje se realiza a partir del eje de los pilares	Mínimo: 15 cm Calculado: 15 cm	Cumple
Longitud de anclaje barras inferiores origen: - Situaciones persistentes: El anclaje se realiza a partir del eje de los pilares	Mínimo: 15 cm Calculado: 15 cm	Cumple
Longitud de anclaje barras superiores extremo: - Situaciones persistentes: El anclaje se realiza a partir del eje de los pilares	Mínimo: 15 cm Calculado: 15 cm	Cumple
Longitud de anclaje barras inferiores extremo: - Situaciones persistentes: El anclaje se realiza a partir del eje de los pilares	Mínimo: 15 cm Calculado: 15 cm	Cumple
Comprobación de cortante: - Situaciones persistentes:	Cortante: 3.26 kN	Cumple
Se cumplen todas las comprobaciones		

ÍNDICE

1.- LISTADO DE ELEMENTOS DE CIMENTACIÓN	2
1.1.- Comprobación	2

1.- LISTADO DE ELEMENTOS DE CIMENTACIÓN

1.1.- Comprobación

Referencia: P1 Dimensiones: 120 x 120 x 40 Armados: Xi:Ø12c/20 Yi:Ø12c/20 Xs:Ø12c/20 Ys:Ø12c/20		
Comprobación	Valores	Estado
Tensiones sobre el terreno: Criterio de CYPE		
- Tensión media en situaciones persistentes:	Máximo: 0.5 MPa Calculado: 0.156273 MPa	Cumple
- Tensión máxima en situaciones persistentes sin viento:	Máximo: 0.624995 MPa Calculado: 0.271443 MPa	Cumple
- Tensión máxima en situaciones persistentes con viento:	Máximo: 0.624995 MPa Calculado: 0.384454 MPa	Cumple
Vuelco de la zapata: Si el % de reserva de seguridad es mayor que cero, quiere decir que los coeficientes de seguridad al vuelco son mayores que los valores estrictos exigidos para todas las combinaciones de equilibrio.		
- En dirección X:	Reserva seguridad: 248.3 %	Cumple
- En dirección Y:	Reserva seguridad: 93.6 %	Cumple
Flexión en la zapata:		
- En dirección X:	Momento: 39.48 kN·m	Cumple
- En dirección Y:	Momento: 47.04 kN·m	Cumple
Cortante en la zapata:		
- En dirección X:	Cortante: 24.53 kN	Cumple
- En dirección Y:	Cortante: 30.71 kN	Cumple
Compresión oblicua en la zapata: - Situaciones persistentes: Criterio de CYPE	Máximo: 5000 kN/m ² Calculado: 592.2 kN/m ²	Cumple
Canto mínimo: Artículo 58.8.1 de la norma EHE-08	Mínimo: 25 cm Calculado: 40 cm	Cumple
Espacio para anclar arranques en cimentación: - P1:	Mínimo: 20 cm Calculado: 33 cm	Cumple
Cuantía geométrica mínima: Artículo 42.3.5 de la norma EHE-08	Mínimo: 0.0009	
- Armado inferior dirección X:	Calculado: 0.0014	Cumple
- Armado superior dirección X:	Calculado: 0.0014	Cumple
- Armado inferior dirección Y:	Calculado: 0.0014	Cumple
- Armado superior dirección Y:	Calculado: 0.0014	Cumple
Cuantía mínima necesaria por flexión: Artículo 42.3.2 de la norma EHE-08	Calculado: 0.0015	
- Armado inferior dirección X:	Mínimo: 0.001	Cumple
- Armado inferior dirección Y:	Mínimo: 0.0011	Cumple
Diámetro mínimo de las barras: Recomendación del Artículo 58.8.2 (norma EHE-08)	Mínimo: 12 mm	
- Parrilla inferior:	Calculado: 12 mm	Cumple
- Parrilla superior:	Calculado: 12 mm	Cumple
Separación máxima entre barras: Artículo 58.8.2 de la norma EHE-08	Máximo: 30 cm	
- Armado inferior dirección X:	Calculado: 20 cm	Cumple

Listado de cimentación

Referencia: P1 Dimensiones: 120 x 120 x 40 Armados: Xi:Ø12c/20 Yi:Ø12c/20 Xs:Ø12c/20 Ys:Ø12c/20		
Comprobación	Valores	Estado
- Armado inferior dirección Y:	Calculado: 20 cm	Cumple
- Armado superior dirección X:	Calculado: 20 cm	Cumple
- Armado superior dirección Y:	Calculado: 20 cm	Cumple
Separación mínima entre barras: Criterio de CYPE, basado en: J. Calavera. "Cálculo de Estructuras de Cimentación". Capítulo 3.16		
	Mínimo: 10 cm	
- Armado inferior dirección X:	Calculado: 20 cm	Cumple
- Armado inferior dirección Y:	Calculado: 20 cm	Cumple
- Armado superior dirección X:	Calculado: 20 cm	Cumple
- Armado superior dirección Y:	Calculado: 20 cm	Cumple
Longitud de anclaje: Criterio del libro "Cálculo de estructuras de cimentación", J. Calavera. Ed. INTEMAC, 1991		
- Armado inf. dirección X hacia der:	Mínimo: 17 cm Calculado: 20 cm	Cumple
- Armado inf. dirección X hacia izq:	Mínimo: 17 cm Calculado: 20 cm	Cumple
- Armado inf. dirección Y hacia arriba:	Mínimo: 17 cm Calculado: 20 cm	Cumple
- Armado inf. dirección Y hacia abajo:	Mínimo: 17 cm Calculado: 20 cm	Cumple
- Armado sup. dirección X hacia der:	Mínimo: 15 cm Calculado: 15 cm	Cumple
- Armado sup. dirección X hacia izq:	Mínimo: 15 cm Calculado: 15 cm	Cumple
- Armado sup. dirección Y hacia arriba:	Mínimo: 15 cm Calculado: 15 cm	Cumple
- Armado sup. dirección Y hacia abajo:	Mínimo: 15 cm Calculado: 15 cm	Cumple
Longitud mínima de las patillas:		
- Armado inf. dirección X hacia der:	Mínimo: 12 cm Calculado: 15 cm	Cumple
- Armado inf. dirección X hacia izq:	Calculado: 15 cm	Cumple
- Armado inf. dirección Y hacia arriba:	Calculado: 15 cm	Cumple
- Armado inf. dirección Y hacia abajo:	Calculado: 15 cm	Cumple
- Armado sup. dirección X hacia der:	Calculado: 15 cm	Cumple
- Armado sup. dirección X hacia izq:	Calculado: 15 cm	Cumple
- Armado sup. dirección Y hacia arriba:	Calculado: 15 cm	Cumple
- Armado sup. dirección Y hacia abajo:	Calculado: 15 cm	Cumple
Se cumplen todas las comprobaciones		
Referencia: P2 Dimensiones: 120 x 120 x 40 Armados: Xi:Ø12c/20 Yi:Ø12c/20		
Comprobación	Valores	Estado
Tensiones sobre el terreno: Criterio de CYPE		
- Tensión media en situaciones persistentes:	Máximo: 0.5 MPa Calculado: 0.272326 MPa	Cumple

Listado de cimentación

Referencia: P2 Dimensiones: 120 x 120 x 40 Armados: Xi:Ø12c/20 Yi:Ø12c/20		
Comprobación	Valores	Estado
- Tensión máxima en situaciones persistentes sin viento:	Máximo: 0.624995 MPa Calculado: 0.33972 MPa	Cumple
- Tensión máxima en situaciones persistentes con viento:	Máximo: 0.624995 MPa Calculado: 0.417219 MPa	Cumple
Vuelco de la zapata: Si el % de reserva de seguridad es mayor que cero, quiere decir que los coeficientes de seguridad al vuelco son mayores que los valores estrictos exigidos para todas las combinaciones de equilibrio.		
- En dirección X:	Reserva seguridad: 864.3 %	Cumple
- En dirección Y:	Reserva seguridad: 345.9 %	Cumple
Flexión en la zapata: - En dirección X: - En dirección Y:		
- En dirección X:	Momento: 60.83 kN·m	Cumple
- En dirección Y:	Momento: 68.24 kN·m	Cumple
Cortante en la zapata: - En dirección X: - En dirección Y:		
- En dirección X:	Cortante: 34.73 kN	Cumple
- En dirección Y:	Cortante: 41.40 kN	Cumple
Compresión oblicua en la zapata: - Situaciones persistentes: Criterio de CYPE		
	Máximo: 5000 kN/m ² Calculado: 1246.2 kN/m ²	Cumple
Canto mínimo: Artículo 58.8.1 de la norma EHE-08		
	Mínimo: 25 cm Calculado: 40 cm	Cumple
Espacio para anclar arranques en cimentación: - P2:		
	Mínimo: 20 cm Calculado: 33 cm	Cumple
Cuantía geométrica mínima: Artículo 42.3.5 de la norma EHE-08 - Armado inferior dirección X: - Armado inferior dirección Y:		
	Mínimo: 0.0009 Calculado: 0.0014	Cumple
	Calculado: 0.0014	Cumple
Cuantía mínima necesaria por flexión: Artículo 42.3.2 de la norma EHE-08 - Armado inferior dirección X: - Armado inferior dirección Y:		
	Calculado: 0.0015	
	Mínimo: 0.0013	Cumple
	Mínimo: 0.0014	Cumple
Diámetro mínimo de las barras: - Parrilla inferior: Recomendación del Artículo 58.8.2 (norma EHE-08)		
	Mínimo: 12 mm Calculado: 12 mm	Cumple
Separación máxima entre barras: Artículo 58.8.2 de la norma EHE-08 - Armado inferior dirección X: - Armado inferior dirección Y:		
	Máximo: 30 cm Calculado: 20 cm	Cumple
	Calculado: 20 cm	Cumple
Separación mínima entre barras: Criterio de CYPE, basado en: J. Calavera. "Cálculo de Estructuras de Cimentación". Capítulo 3.16 - Armado inferior dirección X: - Armado inferior dirección Y:		
	Mínimo: 10 cm Calculado: 20 cm	Cumple
	Calculado: 20 cm	Cumple
Longitud de anclaje: Criterio del libro "Cálculo de estructuras de cimentación", J. Calavera. Ed. INTEMAC, 1991 - Armado inf. dirección X hacia der: - Armado inf. dirección X hacia izq: - Armado inf. dirección Y hacia arriba: - Armado inf. dirección Y hacia abajo:		
	Calculado: 20 cm	
	Mínimo: 17 cm	Cumple
	Mínimo: 17 cm	Cumple
	Mínimo: 17 cm	Cumple
	Mínimo: 18 cm	Cumple

Listado de cimentación

Referencia: P2		
Dimensiones: 120 x 120 x 40		
Armados: Xi:Ø12c/20 Yi:Ø12c/20		
Comprobación	Valores	Estado
Longitud mínima de las patillas:	Mínimo: 12 cm	
- Armado inf. dirección X hacia der:	Calculado: 15 cm	Cumple
- Armado inf. dirección X hacia izq:	Calculado: 15 cm	Cumple
- Armado inf. dirección Y hacia arriba:	Calculado: 15 cm	Cumple
- Armado inf. dirección Y hacia abajo:	Calculado: 15 cm	Cumple
Se cumplen todas las comprobaciones		
Referencia: P3		
Dimensiones: 140 x 140 x 40		
Armados: Xi:Ø12c/20 Yi:Ø12c/20 Xs:Ø12c/20 Ys:Ø12c/20		
Comprobación	Valores	Estado
Tensiones sobre el terreno:		
Criterio de CYPE		
- Tensión media en situaciones persistentes:	Máximo: 0.5 MPa Calculado: 0.157254 MPa	Cumple
- Tensión máxima en situaciones persistentes sin viento:	Máximo: 0.624995 MPa Calculado: 0.257709 MPa	Cumple
- Tensión máxima en situaciones persistentes con viento:	Máximo: 0.624995 MPa Calculado: 0.335502 MPa	Cumple
Vuelco de la zapata:		
Si el % de reserva de seguridad es mayor que cero, quiere decir que los coeficientes de seguridad al vuelco son mayores que los valores estrictos exigidos para todas las combinaciones de equilibrio.		
- En dirección X:	Reserva seguridad: 702.9 %	Cumple
- En dirección Y:	Reserva seguridad: 103.1 %	Cumple
Flexión en la zapata:		
- En dirección X:	Momento: 57.83 kN·m	Cumple
- En dirección Y:	Momento: 89.60 kN·m	Cumple
Cortante en la zapata:		
- En dirección X:	Cortante: 60.63 kN	Cumple
- En dirección Y:	Cortante: 99.77 kN	Cumple
Compresión oblicua en la zapata:		
- Situaciones persistentes:	Máximo: 5000 kN/m ² Calculado: 901.8 kN/m ²	Cumple
Canto mínimo:		
Artículo 58.8.1 de la norma EHE-08	Mínimo: 25 cm Calculado: 40 cm	Cumple
Espacio para anclar arranques en cimentación:		
- P3:	Mínimo: 20 cm Calculado: 33 cm	Cumple
Cuantía geométrica mínima:		
Artículo 42.3.5 de la norma EHE-08	Mínimo: 0.0009	
- Armado inferior dirección X:	Calculado: 0.0014	Cumple
- Armado superior dirección X:	Calculado: 0.0014	Cumple
- Armado inferior dirección Y:	Calculado: 0.0014	Cumple
- Armado superior dirección Y:	Calculado: 0.0014	Cumple
Cuantía mínima necesaria por flexión:		
Artículo 42.3.2 de la norma EHE-08	Calculado: 0.0015	
- Armado inferior dirección X:	Mínimo: 0.0011	Cumple
- Armado inferior dirección Y:	Mínimo: 0.0015	Cumple

Listado de cimentación

Referencia: P3 Dimensiones: 140 x 140 x 40 Armados: Xi:Ø12c/20 Yi:Ø12c/20 Xs:Ø12c/20 Ys:Ø12c/20		
Comprobación	Valores	Estado
- Armado superior dirección Y:	Mínimo: 0.0001	Cumple
Diámetro mínimo de las barras: Recomendación del Artículo 58.8.2 (norma EHE-08)	Mínimo: 12 mm	
- Parrilla inferior:	Calculado: 12 mm	Cumple
- Parrilla superior:	Calculado: 12 mm	Cumple
Separación máxima entre barras: Artículo 58.8.2 de la norma EHE-08	Máximo: 30 cm	
- Armado inferior dirección X:	Calculado: 20 cm	Cumple
- Armado inferior dirección Y:	Calculado: 20 cm	Cumple
- Armado superior dirección X:	Calculado: 20 cm	Cumple
- Armado superior dirección Y:	Calculado: 20 cm	Cumple
Separación mínima entre barras: Criterio de CYPE, basado en: J. Calavera. "Cálculo de Estructuras de Cimentación". Capítulo 3.16	Mínimo: 10 cm	
- Armado inferior dirección X:	Calculado: 20 cm	Cumple
- Armado inferior dirección Y:	Calculado: 20 cm	Cumple
- Armado superior dirección X:	Calculado: 20 cm	Cumple
- Armado superior dirección Y:	Calculado: 20 cm	Cumple
Longitud de anclaje: Criterio del libro "Cálculo de estructuras de cimentación", J. Calavera. Ed. INTEMAC, 1991		
- Armado inf. dirección X hacia der:	Mínimo: 27 cm Calculado: 30 cm	Cumple
- Armado inf. dirección X hacia izq:	Mínimo: 22 cm Calculado: 26 cm	Cumple
- Armado inf. dirección Y hacia arriba:	Mínimo: 22 cm Calculado: 26 cm	Cumple
- Armado inf. dirección Y hacia abajo:	Mínimo: 27 cm Calculado: 30 cm	Cumple
- Armado sup. dirección X hacia der:	Mínimo: 22 cm Calculado: 26 cm	Cumple
- Armado sup. dirección X hacia izq:	Mínimo: 22 cm Calculado: 26 cm	Cumple
- Armado sup. dirección Y hacia arriba:	Mínimo: 22 cm Calculado: 26 cm	Cumple
- Armado sup. dirección Y hacia abajo:	Mínimo: 22 cm Calculado: 26 cm	Cumple
Longitud mínima de las patillas:	Mínimo: 12 cm	
- Armado inf. dirección X hacia der:	Calculado: 15 cm	Cumple
- Armado inf. dirección X hacia izq:	Calculado: 15 cm	Cumple
- Armado inf. dirección Y hacia arriba:	Calculado: 15 cm	Cumple
- Armado inf. dirección Y hacia abajo:	Calculado: 15 cm	Cumple
- Armado sup. dirección X hacia der:	Calculado: 15 cm	Cumple
- Armado sup. dirección X hacia izq:	Calculado: 15 cm	Cumple
- Armado sup. dirección Y hacia arriba:	Calculado: 15 cm	Cumple
- Armado sup. dirección Y hacia abajo:	Calculado: 15 cm	Cumple
Se cumplen todas las comprobaciones		

Listado de cimentación

Referencia: P4 Dimensiones: 120 x 120 x 40 Armados: Xi:Ø12c/20 Yi:Ø12c/20		
Comprobación	Valores	Estado
Tensiones sobre el terreno: Criterio de CYPE <ul style="list-style-type: none"> - Tensión media en situaciones persistentes: - Tensión máxima en situaciones persistentes sin viento: - Tensión máxima en situaciones persistentes con viento: 	Máximo: 0.5 MPa Calculado: 0.159216 MPa Máximo: 0.624995 MPa Calculado: 0.199045 MPa Máximo: 0.624995 MPa Calculado: 0.315882 MPa	Cumple Cumple Cumple
Vuelco de la zapata: Si el % de reserva de seguridad es mayor que cero, quiere decir que los coeficientes de seguridad al vuelco son mayores que los valores estrictos exigidos para todas las combinaciones de equilibrio. <ul style="list-style-type: none"> - En dirección X: - En dirección Y: 	Reserva seguridad: 682.4 % Reserva seguridad: 103.5 %	Cumple Cumple
Flexión en la zapata: <ul style="list-style-type: none"> - En dirección X: - En dirección Y: 	Momento: 35.15 kN·m Momento: 49.97 kN·m	Cumple Cumple
Cortante en la zapata: <ul style="list-style-type: none"> - En dirección X: - En dirección Y: 	Cortante: 21.58 kN Cortante: 32.08 kN	Cumple Cumple
Compresión oblicua en la zapata: <ul style="list-style-type: none"> - Situaciones persistentes: Criterio de CYPE	Máximo: 5000 kN/m ² Calculado: 704.4 kN/m ²	Cumple
Canto mínimo: Artículo 58.8.1 de la norma EHE-08	Mínimo: 25 cm Calculado: 40 cm	Cumple
Espacio para anclar arranques en cimentación: <ul style="list-style-type: none"> - P4: 	Mínimo: 20 cm Calculado: 33 cm	Cumple
Cuantía geométrica mínima: Artículo 42.3.5 de la norma EHE-08 <ul style="list-style-type: none"> - Armado inferior dirección X: - Armado inferior dirección Y: 	Mínimo: 0.0009 Calculado: 0.0014 Calculado: 0.0014	Cumple Cumple
Cuantía mínima necesaria por flexión: Artículo 42.3.2 de la norma EHE-08 <ul style="list-style-type: none"> - Armado inferior dirección X: - Armado inferior dirección Y: 	Calculado: 0.0015 Mínimo: 0.0009 Mínimo: 0.0012	Cumple Cumple
Diámetro mínimo de las barras: <ul style="list-style-type: none"> - Parrilla inferior: Recomendación del Artículo 58.8.2 (norma EHE-08)	Mínimo: 12 mm Calculado: 12 mm	Cumple
Separación máxima entre barras: Artículo 58.8.2 de la norma EHE-08 <ul style="list-style-type: none"> - Armado inferior dirección X: - Armado inferior dirección Y: 	Máximo: 30 cm Calculado: 20 cm Calculado: 20 cm	Cumple Cumple
Separación mínima entre barras: Criterio de CYPE, basado en: J. Calavera. "Cálculo de Estructuras de Cimentación". Capítulo 3.16 <ul style="list-style-type: none"> - Armado inferior dirección X: - Armado inferior dirección Y: 	Mínimo: 10 cm Calculado: 20 cm Calculado: 20 cm	Cumple Cumple
Longitud de anclaje: Criterio del libro "Cálculo de estructuras de cimentación", J. Calavera. Ed. INTEMAC, 1991	Mínimo: 17 cm	

Listado de cimentación

Referencia: P4		
Dimensiones: 120 x 120 x 40		
Armados: Xi:Ø12c/20 Yi:Ø12c/20		
Comprobación	Valores	Estado
- Armado inf. dirección X hacia der:	Calculado: 20 cm	Cumple
- Armado inf. dirección X hacia izq:	Calculado: 20 cm	Cumple
- Armado inf. dirección Y hacia arriba:	Calculado: 20 cm	Cumple
- Armado inf. dirección Y hacia abajo:	Calculado: 20 cm	Cumple
Longitud mínima de las patillas:	Mínimo: 12 cm	
- Armado inf. dirección X hacia der:	Calculado: 15 cm	Cumple
- Armado inf. dirección X hacia izq:	Calculado: 15 cm	Cumple
- Armado inf. dirección Y hacia arriba:	Calculado: 15 cm	Cumple
- Armado inf. dirección Y hacia abajo:	Calculado: 15 cm	Cumple
Se cumplen todas las comprobaciones		
Referencia: P5		
Dimensiones: 120 x 120 x 40		
Armados: Xi:Ø12c/20 Yi:Ø12c/20 Xs:Ø12c/20 Ys:Ø12c/20		
Comprobación	Valores	Estado
Tensiones sobre el terreno: Criterio de CYPE		
- Tensión media en situaciones persistentes:	Máximo: 0.5 MPa Calculado: 0.118799 MPa	Cumple
- Tensión máxima en situaciones persistentes sin viento:	Máximo: 0.624995 MPa Calculado: 0.183349 MPa	Cumple
- Tensión máxima en situaciones persistentes con viento:	Máximo: 0.624995 MPa Calculado: 0.245054 MPa	Cumple
Vuelco de la zapata: Si el % de reserva de seguridad es mayor que cero, quiere decir que los coeficientes de seguridad al vuelco son mayores que los valores estrictos exigidos para todas las combinaciones de equilibrio.		
- En dirección X:	Reserva seguridad: 684.2 %	Cumple
- En dirección Y:	Reserva seguridad: 81.0 %	Cumple
Flexión en la zapata:		
- En dirección X:	Momento: 20.95 kN·m	Cumple
- En dirección Y:	Momento: 34.83 kN·m	Cumple
Cortante en la zapata:		
- En dirección X:	Cortante: 12.85 kN	Cumple
- En dirección Y:	Cortante: 23.45 kN	Cumple
Compresión oblicua en la zapata: - Situaciones persistentes: Criterio de CYPE	Máximo: 5000 kN/m² Calculado: 429.9 kN/m²	Cumple
Canto mínimo: Artículo 58.8.1 de la norma EHE-08	Mínimo: 25 cm Calculado: 40 cm	Cumple
Espacio para anclar arranques en cimentación: - P5:	Mínimo: 20 cm Calculado: 33 cm	Cumple
Cuantía geométrica mínima: Artículo 42.3.5 de la norma EHE-08	Mínimo: 0.0009	
- Armado inferior dirección X:	Calculado: 0.0014	Cumple
- Armado superior dirección X:	Calculado: 0.0014	Cumple
- Armado inferior dirección Y:	Calculado: 0.0014	Cumple
- Armado superior dirección Y:	Calculado: 0.0014	Cumple

Listado de cimentación

Referencia: P5 Dimensiones: 120 x 120 x 40 Armados: Xi:Ø12c/20 Yi:Ø12c/20 Xs:Ø12c/20 Ys:Ø12c/20		
Comprobación	Valores	Estado
Cuantía mínima necesaria por flexión: Artículo 42.3.2 de la norma EHE-08 - Armado inferior dirección X: - Armado inferior dirección Y: - Armado superior dirección Y:	Calculado: 0.0015 Mínimo: 0.0006 Mínimo: 0.0009 Mínimo: 0.0001	Cumple Cumple Cumple
Diámetro mínimo de las barras: Recomendación del Artículo 58.8.2 (norma EHE-08) - Parrilla inferior: - Parrilla superior:	Mínimo: 12 mm Calculado: 12 mm Calculado: 12 mm	Cumple Cumple
Separación máxima entre barras: Artículo 58.8.2 de la norma EHE-08 - Armado inferior dirección X: - Armado inferior dirección Y: - Armado superior dirección X: - Armado superior dirección Y:	Máximo: 30 cm Calculado: 20 cm Calculado: 20 cm Calculado: 20 cm Calculado: 20 cm	Cumple Cumple Cumple Cumple
Separación mínima entre barras: Criterio de CYPE, basado en: J. Calavera. "Cálculo de Estructuras de Cimentación". Capítulo 3.16 - Armado inferior dirección X: - Armado inferior dirección Y: - Armado superior dirección X: - Armado superior dirección Y:	Mínimo: 10 cm Calculado: 20 cm Calculado: 20 cm Calculado: 20 cm Calculado: 20 cm	Cumple Cumple Cumple Cumple
Longitud de anclaje: Criterio del libro "Cálculo de estructuras de cimentación", J. Calavera. Ed. INTEMAC, 1991 - Armado inf. dirección X hacia der: - Armado inf. dirección X hacia izq: - Armado inf. dirección Y hacia arriba: - Armado inf. dirección Y hacia abajo: - Armado sup. dirección X hacia der: - Armado sup. dirección X hacia izq: - Armado sup. dirección Y hacia arriba: - Armado sup. dirección Y hacia abajo:	Mínimo: 17 cm Calculado: 20 cm Calculado: 20 cm Calculado: 20 cm Calculado: 20 cm Calculado: 20 cm Calculado: 20 cm Calculado: 20 cm Calculado: 20 cm	Cumple Cumple Cumple Cumple Cumple Cumple Cumple Cumple
Longitud mínima de las patillas: - Armado inf. dirección X hacia der: - Armado inf. dirección X hacia izq: - Armado inf. dirección Y hacia arriba: - Armado inf. dirección Y hacia abajo: - Armado sup. dirección X hacia der: - Armado sup. dirección X hacia izq: - Armado sup. dirección Y hacia arriba: - Armado sup. dirección Y hacia abajo:	Mínimo: 12 cm Calculado: 15 cm Calculado: 15 cm Calculado: 15 cm Calculado: 15 cm Calculado: 15 cm Calculado: 15 cm Calculado: 15 cm Calculado: 15 cm	Cumple Cumple Cumple Cumple Cumple Cumple Cumple Cumple
Se cumplen todas las comprobaciones		

Listado de cimentación

Referencia: P6 Dimensiones: 140 x 140 x 40 Armados: Xi:Ø12c/20 Yi:Ø12c/20 Xs:Ø12c/20 Ys:Ø12c/20		
Comprobación	Valores	Estado
Tensiones sobre el terreno: Criterio de CYPE <ul style="list-style-type: none"> - Tensión media en situaciones persistentes: - Tensión máxima en situaciones persistentes sin viento: - Tensión máxima en situaciones persistentes con viento: 	Máximo: 0.5 MPa Calculado: 0.101632 MPa Máximo: 0.624995 MPa Calculado: 0.123214 MPa Máximo: 0.624995 MPa Calculado: 0.206795 MPa	Cumple Cumple Cumple
Vuelco de la zapata: Si el % de reserva de seguridad es mayor que cero, quiere decir que los coeficientes de seguridad al vuelco son mayores que los valores estrictos exigidos para todas las combinaciones de equilibrio. <ul style="list-style-type: none"> - En dirección X: - En dirección Y: 	Reserva seguridad: 1071.2 % Reserva seguridad: 23.9 %	Cumple Cumple
Flexión en la zapata: <ul style="list-style-type: none"> - En dirección X: - En dirección Y: 	Momento: 16.75 kN·m Momento: 44.00 kN·m	Cumple Cumple
Cortante en la zapata: <ul style="list-style-type: none"> - En dirección X: - En dirección Y: 	Cortante: 17.56 kN Cortante: 60.53 kN	Cumple Cumple
Compresión oblicua en la zapata: <ul style="list-style-type: none"> - Situaciones persistentes: Criterio de CYPE	Máximo: 5000 kN/m ² Calculado: 302.4 kN/m ²	Cumple
Canto mínimo: Artículo 58.8.1 de la norma EHE-08	Mínimo: 25 cm Calculado: 40 cm	Cumple
Espacio para anclar arranques en cimentación: <ul style="list-style-type: none"> - P6: 	Mínimo: 20 cm Calculado: 33 cm	Cumple
Cuantía geométrica mínima: Artículo 42.3.5 de la norma EHE-08 <ul style="list-style-type: none"> - Armado inferior dirección X: - Armado superior dirección X: - Armado inferior dirección Y: - Armado superior dirección Y: 	Mínimo: 0.0009 Calculado: 0.0014 Calculado: 0.0014 Calculado: 0.0014 Calculado: 0.0014	Cumple Cumple Cumple Cumple
Cuantía mínima necesaria por flexión: Artículo 42.3.2 de la norma EHE-08 <ul style="list-style-type: none"> - Armado inferior dirección X: - Armado inferior dirección Y: - Armado superior dirección Y: 	Calculado: 0.0015 Mínimo: 0.0004 Mínimo: 0.0009 Mínimo: 0.0001	Cumple Cumple Cumple
Diámetro mínimo de las barras: Recomendación del Artículo 58.8.2 (norma EHE-08) <ul style="list-style-type: none"> - Parrilla inferior: - Parrilla superior: 	Mínimo: 12 mm Calculado: 12 mm Calculado: 12 mm	Cumple Cumple
Separación máxima entre barras: Artículo 58.8.2 de la norma EHE-08 <ul style="list-style-type: none"> - Armado inferior dirección X: - Armado inferior dirección Y: - Armado superior dirección X: - Armado superior dirección Y: 	Máximo: 30 cm Calculado: 20 cm Calculado: 20 cm Calculado: 20 cm Calculado: 20 cm	Cumple Cumple Cumple Cumple

Listado de cimentación

Referencia: P6 Dimensiones: 140 x 140 x 40 Armados: Xi:Ø12c/20 Yi:Ø12c/20 Xs:Ø12c/20 Ys:Ø12c/20		
Comprobación	Valores	Estado
Separación mínima entre barras: Criterio de CYPE, basado en: J. Calavera. "Cálculo de Estructuras de Cimentación". Capítulo 3.16	Mínimo: 10 cm Calculado: 20 cm Calculado: 20 cm Calculado: 20 cm Calculado: 20 cm	Cumple Cumple Cumple Cumple
Longitud de anclaje: Criterio del libro "Cálculo de estructuras de cimentación", J. Calavera. Ed. INTEMAC, 1991	Mínimo: 15 cm Calculado: 45 cm Calculado: 45 cm Calculado: 45 cm Calculado: 45 cm Calculado: 45 cm Calculado: 45 cm Calculado: 45 cm	Cumple Cumple Cumple Cumple Cumple Cumple Cumple
Longitud mínima de las patillas: - Armado inf. dirección X hacia der: - Armado inf. dirección X hacia izq: - Armado inf. dirección Y hacia arriba: - Armado inf. dirección Y hacia abajo: - Armado sup. dirección X hacia der: - Armado sup. dirección X hacia izq: - Armado sup. dirección Y hacia arriba: - Armado sup. dirección Y hacia abajo:	Mínimo: 12 cm Calculado: 30 cm Calculado: 30 cm Calculado: 30 cm Calculado: 30 cm Calculado: 30 cm Calculado: 30 cm Calculado: 30 cm	Cumple Cumple Cumple Cumple Cumple Cumple Cumple
Se cumplen todas las comprobaciones		
Referencia: P7 Dimensiones: 140 x 140 x 40 Armados: Xi:Ø12c/20 Yi:Ø12c/20 Xs:Ø12c/20 Ys:Ø12c/20		
Comprobación	Valores	Estado
Tensiones sobre el terreno: Criterio de CYPE	Máximo: 0.5 MPa Calculado: 0.0810306 MPa Máximo: 0.624995 MPa Calculado: 0.0841698 MPa Máximo: 0.624995 MPa Calculado: 0.171381 MPa	Cumple Cumple Cumple Cumple
Vuelco de la zapata: Si el % de reserva de seguridad es mayor que cero, quiere decir que los coeficientes de seguridad al vuelco son mayores que los valores estrictos exigidos para todas las combinaciones de equilibrio.	Reserva seguridad: 753.6 % Reserva seguridad: 8.3 %	Cumple Cumple
Flexión en la zapata: - En dirección X:	Momento: 13.80 kN·m	Cumple

Listado de cimentación

Referencia: P7 Dimensiones: 140 x 140 x 40 Armados: Xi:Ø12c/20 Yi:Ø12c/20 Xs:Ø12c/20 Ys:Ø12c/20		
Comprobación	Valores	Estado
- En dirección Y:	Momento: 38.81 kN·m	Cumple
Cortante en la zapata:		
- En dirección X:	Cortante: 14.91 kN	Cumple
- En dirección Y:	Cortante: 66.32 kN	Cumple
Compresión oblicua en la zapata:		
- Situaciones persistentes: Criterio de CYPE	Máximo: 5000 kN/m ² Calculado: 216.8 kN/m ²	Cumple
Canto mínimo: Artículo 58.8.1 de la norma EHE-08	Mínimo: 25 cm Calculado: 40 cm	Cumple
Espacio para anclar arranques en cimentación: - P7:	Mínimo: 20 cm Calculado: 33 cm	Cumple
Cuantía geométrica mínima: Artículo 42.3.5 de la norma EHE-08	Mínimo: 0.0009	
- Armado inferior dirección X:	Calculado: 0.0014	Cumple
- Armado superior dirección X:	Calculado: 0.0014	Cumple
- Armado inferior dirección Y:	Calculado: 0.0014	Cumple
- Armado superior dirección Y:	Calculado: 0.0014	Cumple
Cuantía mínima necesaria por flexión: Artículo 42.3.2 de la norma EHE-08	Calculado: 0.0015	
- Armado inferior dirección X:	Mínimo: 0.0004	Cumple
- Armado inferior dirección Y:	Mínimo: 0.0008	Cumple
- Armado superior dirección Y:	Mínimo: 0.0001	Cumple
Diámetro mínimo de las barras: Recomendación del Artículo 58.8.2 (norma EHE-08)	Mínimo: 12 mm	
- Parrilla inferior:	Calculado: 12 mm	Cumple
- Parrilla superior:	Calculado: 12 mm	Cumple
Separación máxima entre barras: Artículo 58.8.2 de la norma EHE-08	Máximo: 30 cm	
- Armado inferior dirección X:	Calculado: 20 cm	Cumple
- Armado inferior dirección Y:	Calculado: 20 cm	Cumple
- Armado superior dirección X:	Calculado: 20 cm	Cumple
- Armado superior dirección Y:	Calculado: 20 cm	Cumple
Separación mínima entre barras: Criterio de CYPE, basado en: J. Calavera. "Cálculo de Estructuras de Cimentación". Capítulo 3.16	Mínimo: 10 cm	
- Armado inferior dirección X:	Calculado: 20 cm	Cumple
- Armado inferior dirección Y:	Calculado: 20 cm	Cumple
- Armado superior dirección X:	Calculado: 20 cm	Cumple
- Armado superior dirección Y:	Calculado: 20 cm	Cumple
Longitud de anclaje: Criterio del libro "Cálculo de estructuras de cimentación", J. Calavera. Ed. INTEMAC, 1991	Mínimo: 15 cm	
- Armado inf. dirección X hacia der:	Calculado: 45 cm	Cumple
- Armado inf. dirección X hacia izq:	Calculado: 45 cm	Cumple
- Armado inf. dirección Y hacia arriba:	Calculado: 45 cm	Cumple
- Armado inf. dirección Y hacia abajo:	Calculado: 45 cm	Cumple
- Armado sup. dirección X hacia der:	Calculado: 45 cm	Cumple
- Armado sup. dirección X hacia izq:	Calculado: 45 cm	Cumple

Listado de cimentación

Referencia: P7 Dimensiones: 140 x 140 x 40 Armados: Xi:Ø12c/20 Yi:Ø12c/20 Xs:Ø12c/20 Ys:Ø12c/20		
Comprobación	Valores	Estado
- Armado sup. dirección Y hacia arriba:	Calculado: 45 cm	Cumple
- Armado sup. dirección Y hacia abajo:	Calculado: 45 cm	Cumple
Longitud mínima de las patillas:	Mínimo: 12 cm	
- Armado inf. dirección X hacia der:	Calculado: 30 cm	Cumple
- Armado inf. dirección X hacia izq:	Calculado: 30 cm	Cumple
- Armado inf. dirección Y hacia arriba:	Calculado: 30 cm	Cumple
- Armado inf. dirección Y hacia abajo:	Calculado: 30 cm	Cumple
- Armado sup. dirección X hacia der:	Calculado: 30 cm	Cumple
- Armado sup. dirección X hacia izq:	Calculado: 30 cm	Cumple
- Armado sup. dirección Y hacia arriba:	Calculado: 30 cm	Cumple
- Armado sup. dirección Y hacia abajo:	Calculado: 30 cm	Cumple
Se cumplen todas las comprobaciones		
Referencia: P8 Dimensiones: 160 x 160 x 40 Armados: Xi:Ø12c/30 Yi:Ø12c/30 Xs:Ø12c/30 Ys:Ø12c/30		
Comprobación	Valores	Estado
Tensiones sobre el terreno: Criterio de CYPE		
- Tensión media en situaciones persistentes:	Máximo: 0.5 MPa Calculado: 0.0619011 MPa	Cumple
- Tensión máxima en situaciones persistentes sin viento:	Máximo: 0.624995 MPa Calculado: 0.0729864 MPa	Cumple
- Tensión máxima en situaciones persistentes con viento:	Máximo: 0.624995 MPa Calculado: 0.128315 MPa	Cumple
Vuelco de la zapata: Si el % de reserva de seguridad es mayor que cero, quiere decir que los coeficientes de seguridad al vuelco son mayores que los valores estrictos exigidos para todas las combinaciones de equilibrio.		
- En dirección X:	Reserva seguridad: 841.0 %	Cumple
- En dirección Y:	Reserva seguridad: 19.5 %	Cumple
Flexión en la zapata:		
- En dirección X:	Momento: 16.54 kN·m	Cumple
- En dirección Y:	Momento: 43.42 kN·m	Cumple
Cortante en la zapata:		
- En dirección X:	Cortante: 20.50 kN	Cumple
- En dirección Y:	Cortante: 68.08 kN	Cumple
Compresión oblicua en la zapata: - Situaciones persistentes: Criterio de CYPE	Máximo: 5000 kN/m ² Calculado: 219.3 kN/m ²	Cumple
Canto mínimo: Artículo 58.8.1 de la norma EHE-08	Mínimo: 25 cm Calculado: 40 cm	Cumple
Espacio para anclar arranques en cimentación: - P8:	Mínimo: 20 cm Calculado: 33 cm	Cumple
Cuantía geométrica mínima: Artículo 42.3.5 de la norma EHE-08	Mínimo: 0.0009	
- Armado inferior dirección X:	Calculado: 0.0009	Cumple
- Armado superior dirección X:	Calculado: 0.0009	Cumple

Listado de cimentación

Referencia: P8 Dimensiones: 160 x 160 x 40 Armados: Xi:Ø12c/30 Yi:Ø12c/30 Xs:Ø12c/30 Ys:Ø12c/30		
Comprobación	Valores	Estado
- Armado inferior dirección Y:	Calculado: 0.0009	Cumple
- Armado superior dirección Y:	Calculado: 0.0009	Cumple
Cuantía mínima necesaria por flexión: Artículo 42.3.2 de la norma EHE-08	Calculado: 0.001	
- Armado inferior dirección X:	Mínimo: 0.0004	Cumple
- Armado inferior dirección Y:	Mínimo: 0.0008	Cumple
- Armado superior dirección Y:	Mínimo: 0.0002	Cumple
Diámetro mínimo de las barras: Recomendación del Artículo 58.8.2 (norma EHE-08)	Mínimo: 12 mm	
- Parrilla inferior:	Calculado: 12 mm	Cumple
- Parrilla superior:	Calculado: 12 mm	Cumple
Separación máxima entre barras: Artículo 58.8.2 de la norma EHE-08	Máximo: 30 cm	
- Armado inferior dirección X:	Calculado: 30 cm	Cumple
- Armado inferior dirección Y:	Calculado: 30 cm	Cumple
- Armado superior dirección X:	Calculado: 30 cm	Cumple
- Armado superior dirección Y:	Calculado: 30 cm	Cumple
Separación mínima entre barras: Criterio de CYPE, basado en: J. Calavera. "Cálculo de Estructuras de Cimentación". Capítulo 3.16	Mínimo: 10 cm	
- Armado inferior dirección X:	Calculado: 30 cm	Cumple
- Armado inferior dirección Y:	Calculado: 30 cm	Cumple
- Armado superior dirección X:	Calculado: 30 cm	Cumple
- Armado superior dirección Y:	Calculado: 30 cm	Cumple
Longitud de anclaje: Criterio del libro "Cálculo de estructuras de cimentación", J. Calavera. Ed. INTEMAC, 1991	Calculado: 55 cm	
- Armado inf. dirección X hacia der:	Mínimo: 15 cm	Cumple
- Armado inf. dirección X hacia izq:	Mínimo: 15 cm	Cumple
- Armado inf. dirección Y hacia arriba:	Mínimo: 18 cm	Cumple
- Armado inf. dirección Y hacia abajo:	Mínimo: 15 cm	Cumple
- Armado sup. dirección X hacia der:	Mínimo: 15 cm	Cumple
- Armado sup. dirección X hacia izq:	Mínimo: 15 cm	Cumple
- Armado sup. dirección Y hacia arriba:	Mínimo: 15 cm	Cumple
- Armado sup. dirección Y hacia abajo:	Mínimo: 15 cm	Cumple
Longitud mínima de las patillas:	Mínimo: 12 cm	
- Armado inf. dirección X hacia der:	Calculado: 30 cm	Cumple
- Armado inf. dirección X hacia izq:	Calculado: 30 cm	Cumple
- Armado inf. dirección Y hacia arriba:	Calculado: 30 cm	Cumple
- Armado inf. dirección Y hacia abajo:	Calculado: 30 cm	Cumple
- Armado sup. dirección X hacia der:	Calculado: 30 cm	Cumple
- Armado sup. dirección X hacia izq:	Calculado: 30 cm	Cumple
- Armado sup. dirección Y hacia arriba:	Calculado: 30 cm	Cumple
- Armado sup. dirección Y hacia abajo:	Calculado: 30 cm	Cumple
Se cumplen todas las comprobaciones		

Listado de cimentación

Referencia: P9 Dimensiones: 140 x 140 x 40 Armados: Xi:Ø12c/20 Yi:Ø12c/20 Xs:Ø12c/20 Ys:Ø12c/20		
Comprobación	Valores	Estado
Tensiones sobre el terreno: Criterio de CYPE <ul style="list-style-type: none"> - Tensión media en situaciones persistentes: - Tensión máxima en situaciones persistentes sin viento: - Tensión máxima en situaciones persistentes con viento: 	Máximo: 0.5 MPa Calculado: 0.127236 MPa Máximo: 0.624995 MPa Calculado: 0.141656 MPa Máximo: 0.624995 MPa Calculado: 0.261338 MPa	Cumple Cumple Cumple
Vuelco de la zapata: Si el % de reserva de seguridad es mayor que cero, quiere decir que los coeficientes de seguridad al vuelco son mayores que los valores estrictos exigidos para todas las combinaciones de equilibrio. <ul style="list-style-type: none"> - En dirección X: - En dirección Y: 	Reserva seguridad: 880.3 % Reserva seguridad: 8.4 %	Cumple Cumple
Flexión en la zapata: <ul style="list-style-type: none"> - En dirección X: - En dirección Y: 	Momento: 16.94 kN·m Momento: 50.78 kN·m	Cumple Cumple
Cortante en la zapata: <ul style="list-style-type: none"> - En dirección X: - En dirección Y: 	Cortante: 17.76 kN Cortante: 81.32 kN	Cumple Cumple
Compresión oblicua en la zapata: <ul style="list-style-type: none"> - Situaciones persistentes: Criterio de CYPE	Máximo: 5000 kN/m ² Calculado: 305 kN/m ²	Cumple
Canto mínimo: Artículo 58.8.1 de la norma EHE-08	Mínimo: 25 cm Calculado: 40 cm	Cumple
Espacio para anclar arranques en cimentación: <ul style="list-style-type: none"> - P9: 	Mínimo: 20 cm Calculado: 33 cm	Cumple
Cuantía geométrica mínima: Artículo 42.3.5 de la norma EHE-08 <ul style="list-style-type: none"> - Armado inferior dirección X: - Armado superior dirección X: - Armado inferior dirección Y: - Armado superior dirección Y: 	Mínimo: 0.0009 Calculado: 0.0014 Calculado: 0.0014 Calculado: 0.0014 Calculado: 0.0014	Cumple Cumple Cumple Cumple
Cuantía mínima necesaria por flexión: Artículo 42.3.2 de la norma EHE-08 <ul style="list-style-type: none"> - Armado inferior dirección X: - Armado inferior dirección Y: - Armado superior dirección Y: 	Calculado: 0.0015 Mínimo: 0.0004 Mínimo: 0.001 Mínimo: 0.0001	Cumple Cumple Cumple
Diámetro mínimo de las barras: Recomendación del Artículo 58.8.2 (norma EHE-08) <ul style="list-style-type: none"> - Parrilla inferior: - Parrilla superior: 	Mínimo: 12 mm Calculado: 12 mm Calculado: 12 mm	Cumple Cumple
Separación máxima entre barras: Artículo 58.8.2 de la norma EHE-08 <ul style="list-style-type: none"> - Armado inferior dirección X: - Armado inferior dirección Y: - Armado superior dirección X: - Armado superior dirección Y: 	Máximo: 30 cm Calculado: 20 cm Calculado: 20 cm Calculado: 20 cm Calculado: 20 cm	Cumple Cumple Cumple Cumple

Listado de cimentación

Referencia: P9 Dimensiones: 140 x 140 x 40 Armados: Xi:Ø12c/20 Yi:Ø12c/20 Xs:Ø12c/20 Ys:Ø12c/20		
Comprobación	Valores	Estado
Separación mínima entre barras: Criterio de CYPE, basado en: J. Calavera. "Cálculo de Estructuras de Cimentación". Capítulo 3.16	Mínimo: 10 cm Calculado: 20 cm	Cumple
- Armado inferior dirección X:	Calculado: 20 cm	Cumple
- Armado inferior dirección Y:	Calculado: 20 cm	Cumple
- Armado superior dirección X:	Calculado: 20 cm	Cumple
- Armado superior dirección Y:	Calculado: 20 cm	Cumple
Longitud de anclaje: Criterio del libro "Cálculo de estructuras de cimentación", J. Calavera. Ed. INTEMAC, 1991	Calculado: 45 cm Mínimo: 15 cm	Cumple
- Armado inf. dirección X hacia der:	Mínimo: 15 cm	Cumple
- Armado inf. dirección X hacia izq:	Mínimo: 15 cm	Cumple
- Armado inf. dirección Y hacia arriba:	Mínimo: 27 cm	Cumple
- Armado inf. dirección Y hacia abajo:	Mínimo: 15 cm	Cumple
- Armado sup. dirección X hacia der:	Mínimo: 15 cm	Cumple
- Armado sup. dirección X hacia izq:	Mínimo: 15 cm	Cumple
- Armado sup. dirección Y hacia arriba:	Mínimo: 15 cm	Cumple
- Armado sup. dirección Y hacia abajo:	Mínimo: 15 cm	Cumple
Longitud mínima de las patillas:	Mínimo: 12 cm	
- Armado inf. dirección X hacia der:	Calculado: 30 cm	Cumple
- Armado inf. dirección X hacia izq:	Calculado: 30 cm	Cumple
- Armado inf. dirección Y hacia arriba:	Calculado: 30 cm	Cumple
- Armado inf. dirección Y hacia abajo:	Calculado: 30 cm	Cumple
- Armado sup. dirección X hacia der:	Calculado: 30 cm	Cumple
- Armado sup. dirección X hacia izq:	Calculado: 30 cm	Cumple
- Armado sup. dirección Y hacia arriba:	Calculado: 30 cm	Cumple
- Armado sup. dirección Y hacia abajo:	Calculado: 30 cm	Cumple
Se cumplen todas las comprobaciones		
Referencia: P10 Dimensiones: 120 x 120 x 40 Armados: Xi:Ø12c/20 Yi:Ø12c/20 Xs:Ø12c/20 Ys:Ø12c/20		
Comprobación	Valores	Estado
Tensiones sobre el terreno: Criterio de CYPE	Máximo: 0.5 MPa Calculado: 0.137242 MPa	Cumple
- Tensión media en situaciones persistentes:	Máximo: 0.624995 MPa Calculado: 0.206893 MPa	Cumple
- Tensión máxima en situaciones persistentes sin viento:	Máximo: 0.624995 MPa Calculado: 0.279291 MPa	Cumple
- Tensión máxima en situaciones persistentes con viento:		
Vuelco de la zapata: Si el % de reserva de seguridad es mayor que cero, quiere decir que los coeficientes de seguridad al vuelco son mayores que los valores estrictos exigidos para todas las combinaciones de equilibrio.	Reserva seguridad: 604.1 % Reserva seguridad: 57.6 %	Cumple
- En dirección X:		
- En dirección Y:		
Flexión en la zapata:	Momento: 21.10 kN·m	Cumple
- En dirección X:		

Listado de cimentación

Referencia: P10 Dimensiones: 120 x 120 x 40 Armados: Xi:Ø12c/20 Yi:Ø12c/20 Xs:Ø12c/20 Ys:Ø12c/20		
Comprobación	Valores	Estado
- En dirección Y:	Momento: 39.57 kN·m	Cumple
Cortante en la zapata:		
- En dirección X:	Cortante: 12.95 kN	Cumple
- En dirección Y:	Cortante: 27.17 kN	Cumple
Compresión oblicua en la zapata:		
- Situaciones persistentes: Criterio de CYPE	Máximo: 5000 kN/m ² Calculado: 431.8 kN/m ²	Cumple
Canto mínimo: Artículo 58.8.1 de la norma EHE-08	Mínimo: 25 cm Calculado: 40 cm	Cumple
Espacio para anclar arranques en cimentación: - P10:	Mínimo: 20 cm Calculado: 33 cm	Cumple
Cuantía geométrica mínima: Artículo 42.3.5 de la norma EHE-08	Mínimo: 0.0009	
- Armado inferior dirección X:	Calculado: 0.0014	Cumple
- Armado superior dirección X:	Calculado: 0.0014	Cumple
- Armado inferior dirección Y:	Calculado: 0.0014	Cumple
- Armado superior dirección Y:	Calculado: 0.0014	Cumple
Cuantía mínima necesaria por flexión: Artículo 42.3.2 de la norma EHE-08	Calculado: 0.0015	
- Armado inferior dirección X:	Mínimo: 0.0006	Cumple
- Armado inferior dirección Y:	Mínimo: 0.001	Cumple
- Armado superior dirección Y:	Mínimo: 0.0001	Cumple
Diámetro mínimo de las barras: Recomendación del Artículo 58.8.2 (norma EHE-08)	Mínimo: 12 mm	
- Parrilla inferior:	Calculado: 12 mm	Cumple
- Parrilla superior:	Calculado: 12 mm	Cumple
Separación máxima entre barras: Artículo 58.8.2 de la norma EHE-08	Máximo: 30 cm	
- Armado inferior dirección X:	Calculado: 20 cm	Cumple
- Armado inferior dirección Y:	Calculado: 20 cm	Cumple
- Armado superior dirección X:	Calculado: 20 cm	Cumple
- Armado superior dirección Y:	Calculado: 20 cm	Cumple
Separación mínima entre barras: Criterio de CYPE, basado en: J. Calavera. "Cálculo de Estructuras de Cimentación". Capítulo 3.16	Mínimo: 10 cm	
- Armado inferior dirección X:	Calculado: 20 cm	Cumple
- Armado inferior dirección Y:	Calculado: 20 cm	Cumple
- Armado superior dirección X:	Calculado: 20 cm	Cumple
- Armado superior dirección Y:	Calculado: 20 cm	Cumple
Longitud de anclaje: Criterio del libro "Cálculo de estructuras de cimentación", J. Calavera. Ed. INTEMAC, 1991	Mínimo: 17 cm	
- Armado inf. dirección X hacia der:	Calculado: 20 cm	Cumple
- Armado inf. dirección X hacia izq:	Calculado: 20 cm	Cumple
- Armado inf. dirección Y hacia arriba:	Calculado: 20 cm	Cumple
- Armado inf. dirección Y hacia abajo:	Calculado: 20 cm	Cumple
- Armado sup. dirección X hacia der:	Calculado: 20 cm	Cumple
- Armado sup. dirección X hacia izq:	Calculado: 20 cm	Cumple

Listado de cimentación

Referencia: P10 Dimensiones: 120 x 120 x 40 Armados: Xi:Ø12c/20 Yi:Ø12c/20 Xs:Ø12c/20 Ys:Ø12c/20		
Comprobación	Valores	Estado
- Armado sup. dirección Y hacia arriba:	Calculado: 20 cm	Cumple
- Armado sup. dirección Y hacia abajo:	Calculado: 20 cm	Cumple
Longitud mínima de las patillas:	Mínimo: 12 cm	
- Armado inf. dirección X hacia der:	Calculado: 15 cm	Cumple
- Armado inf. dirección X hacia izq:	Calculado: 15 cm	Cumple
- Armado inf. dirección Y hacia arriba:	Calculado: 15 cm	Cumple
- Armado inf. dirección Y hacia abajo:	Calculado: 15 cm	Cumple
- Armado sup. dirección X hacia der:	Calculado: 15 cm	Cumple
- Armado sup. dirección X hacia izq:	Calculado: 15 cm	Cumple
- Armado sup. dirección Y hacia arriba:	Calculado: 15 cm	Cumple
- Armado sup. dirección Y hacia abajo:	Calculado: 15 cm	Cumple
Se cumplen todas las comprobaciones		
Referencia: P11 Dimensiones: 120 x 120 x 40 Armados: Xi:Ø12c/20 Yi:Ø12c/20		
Comprobación	Valores	Estado
Tensiones sobre el terreno: Criterio de CYPE		
- Tensión media en situaciones persistentes:	Máximo: 0.5 MPa Calculado: 0.177855 MPa	Cumple
- Tensión máxima en situaciones persistentes sin viento:	Máximo: 0.624995 MPa Calculado: 0.24682 MPa	Cumple
- Tensión máxima en situaciones persistentes con viento:	Máximo: 0.624995 MPa Calculado: 0.377587 MPa	Cumple
Vuelco de la zapata: Si el % de reserva de seguridad es mayor que cero, quiere decir que los coeficientes de seguridad al vuelco son mayores que los valores estrictos exigidos para todas las combinaciones de equilibrio.		
- En dirección X:	Reserva seguridad: 579.3 %	Cumple
- En dirección Y:	Reserva seguridad: 69.4 %	Cumple
Flexión en la zapata:		
- En dirección X:	Momento: 35.66 kN·m	Cumple
- En dirección Y:	Momento: 58.58 kN·m	Cumple
Cortante en la zapata:		
- En dirección X:	Cortante: 21.97 kN	Cumple
- En dirección Y:	Cortante: 39.14 kN	Cumple
Compresión oblicua en la zapata: - Situaciones persistentes: Criterio de CYPE	Máximo: 5000 kN/m ² Calculado: 707.9 kN/m ²	Cumple
Canto mínimo: Artículo 58.8.1 de la norma EHE-08	Mínimo: 25 cm Calculado: 40 cm	Cumple
Espacio para anclar arranques en cimentación: - P11:	Mínimo: 20 cm Calculado: 33 cm	Cumple
Cuantía geométrica mínima: Artículo 42.3.5 de la norma EHE-08	Mínimo: 0.0009	
- Armado inferior dirección X:	Calculado: 0.0014	Cumple
- Armado inferior dirección Y:	Calculado: 0.0014	Cumple

Listado de cimentación

Referencia: P11 Dimensiones: 120 x 120 x 40 Armados: Xi:Ø12c/20 Yi:Ø12c/20		
Comprobación	Valores	Estado
Cuantía mínima necesaria por flexión: Artículo 42.3.2 de la norma EHE-08 - Armado inferior dirección X: - Armado inferior dirección Y:	Calculado: 0.0015 Mínimo: 0.0009 Mínimo: 0.0013	Cumple Cumple
Diámetro mínimo de las barras: - Parrilla inferior: Recomendación del Artículo 58.8.2 (norma EHE-08)	Mínimo: 12 mm Calculado: 12 mm	Cumple
Separación máxima entre barras: Artículo 58.8.2 de la norma EHE-08 - Armado inferior dirección X: - Armado inferior dirección Y:	Máximo: 30 cm Calculado: 20 cm Calculado: 20 cm	Cumple Cumple
Separación mínima entre barras: Criterio de CYPE, basado en: J. Calavera. "Cálculo de Estructuras de Cimentación". Capítulo 3.16 - Armado inferior dirección X: - Armado inferior dirección Y:	Mínimo: 10 cm Calculado: 20 cm Calculado: 20 cm	Cumple Cumple
Longitud de anclaje: Criterio del libro "Cálculo de estructuras de cimentación", J. Calavera. Ed. INTEMAC, 1991 - Armado inf. dirección X hacia der: - Armado inf. dirección X hacia izq: - Armado inf. dirección Y hacia arriba: - Armado inf. dirección Y hacia abajo:	Mínimo: 17 cm Calculado: 20 cm Calculado: 20 cm Calculado: 20 cm Calculado: 20 cm	Cumple Cumple Cumple Cumple
Longitud mínima de las patillas: - Armado inf. dirección X hacia der: - Armado inf. dirección X hacia izq: - Armado inf. dirección Y hacia arriba: - Armado inf. dirección Y hacia abajo:	Mínimo: 12 cm Calculado: 15 cm Calculado: 15 cm Calculado: 15 cm Calculado: 15 cm	Cumple Cumple Cumple Cumple
Se cumplen todas las comprobaciones		
Referencia: P12 Dimensiones: 120 x 120 x 40 Armados: Xi:Ø12c/20 Yi:Ø12c/20		
Comprobación	Valores	Estado
Tensiones sobre el terreno: Criterio de CYPE - Tensión media en situaciones persistentes: - Tensión máxima en situaciones persistentes sin viento: - Tensión máxima en situaciones persistentes con viento:	Máximo: 0.5 MPa Calculado: 0.192865 MPa Máximo: 0.624995 MPa Calculado: 0.337562 MPa Máximo: 0.624995 MPa Calculado: 0.399758 MPa	Cumple Cumple Cumple
Vuelco de la zapata: Si el % de reserva de seguridad es mayor que cero, quiere decir que los coeficientes de seguridad al vuelco son mayores que los valores estrictos exigidos para todas las combinaciones de equilibrio. - En dirección X: - En dirección Y:	Reserva seguridad: 984.0 % Reserva seguridad: 144.9 %	Cumple Cumple
Flexión en la zapata: - En dirección X:	Momento: 41.38 kN·m	Cumple

Listado de cimentación

Referencia: P12		
Dimensiones: 120 x 120 x 40		
Armados: Xi:Ø12c/20 Yi:Ø12c/20		
Comprobación	Valores	Estado
- En dirección Y:	Momento: 63.85 kN·m	Cumple
Cortante en la zapata:		
- En dirección X:	Cortante: 23.54 kN	Cumple
- En dirección Y:	Cortante: 41.99 kN	Cumple
Compresión oblicua en la zapata:		
- Situaciones persistentes: Criterio de CYPE	Máximo: 5000 kN/m ² Calculado: 867.3 kN/m ²	Cumple
Canto mínimo: Artículo 58.8.1 de la norma EHE-08	Mínimo: 25 cm Calculado: 40 cm	Cumple
Espacio para anclar arranques en cimentación:		
- P12:	Mínimo: 20 cm Calculado: 33 cm	Cumple
Cuantía geométrica mínima: Artículo 42.3.5 de la norma EHE-08		
- Armado inferior dirección X:	Mínimo: 0.0009 Calculado: 0.0014	Cumple
- Armado inferior dirección Y:	Calculado: 0.0014	Cumple
Cuantía mínima necesaria por flexión: Artículo 42.3.2 de la norma EHE-08		
- Armado inferior dirección X:	Calculado: 0.0015 Mínimo: 0.001	Cumple
- Armado inferior dirección Y:	Mínimo: 0.0014	Cumple
Diámetro mínimo de las barras:		
- Parrilla inferior: Recomendación del Artículo 58.8.2 (norma EHE-08)	Mínimo: 12 mm Calculado: 12 mm	Cumple
Separación máxima entre barras: Artículo 58.8.2 de la norma EHE-08		
- Armado inferior dirección X:	Máximo: 30 cm Calculado: 20 cm	Cumple
- Armado inferior dirección Y:	Calculado: 20 cm	Cumple
Separación mínima entre barras: Criterio de CYPE, basado en: J. Calavera. "Cálculo de Estructuras de Cimentación". Capítulo 3.16		
- Armado inferior dirección X:	Mínimo: 10 cm Calculado: 20 cm	Cumple
- Armado inferior dirección Y:	Calculado: 20 cm	Cumple
Longitud de anclaje: Criterio del libro "Cálculo de estructuras de cimentación", J. Calavera. Ed. INTEMAC, 1991		
- Armado inf. dirección X hacia der:	Mínimo: 17 cm Calculado: 21 cm	Cumple
- Armado inf. dirección X hacia izq:	Calculado: 21 cm	Cumple
- Armado inf. dirección Y hacia arriba:	Calculado: 23 cm	Cumple
- Armado inf. dirección Y hacia abajo:	Calculado: 23 cm	Cumple
Longitud mínima de las patillas:		
- Armado inf. dirección X hacia der:	Mínimo: 12 cm Calculado: 15 cm	Cumple
- Armado inf. dirección X hacia izq:	Calculado: 15 cm	Cumple
- Armado inf. dirección Y hacia arriba:	Calculado: 18 cm	Cumple
- Armado inf. dirección Y hacia abajo:	Calculado: 18 cm	Cumple
Se cumplen todas las comprobaciones		

Listado de cimentación

Referencia: P13 Dimensiones: 120 x 120 x 40 Armados: Xi:Ø12c/20 Yi:Ø12c/20		
Comprobación	Valores	Estado
Tensiones sobre el terreno: Criterio de CYPE <ul style="list-style-type: none"> - Tensión media en situaciones persistentes: - Tensión máxima en situaciones persistentes sin viento: - Tensión máxima en situaciones persistentes con viento: 	Máximo: 0.5 MPa Calculado: 0.271443 MPa Máximo: 0.624995 MPa Calculado: 0.387005 MPa Máximo: 0.624995 MPa Calculado: 0.461953 MPa	Cumple Cumple Cumple
Vuelco de la zapata: Si el % de reserva de seguridad es mayor que cero, quiere decir que los coeficientes de seguridad al vuelco son mayores que los valores estrictos exigidos para todas las combinaciones de equilibrio. <ul style="list-style-type: none"> - En dirección X: - En dirección Y: 	Reserva seguridad: 782.6 % Reserva seguridad: 251.1 %	Cumple Cumple
Flexión en la zapata: <ul style="list-style-type: none"> - En dirección X: - En dirección Y: Para la primera combinación encontrada que no cumple.	Momento: 61.25 kN·m Momento: 76.13 kN·m	Cumple Cumple
Cortante en la zapata: <ul style="list-style-type: none"> - En dirección X: - En dirección Y: 	Cortante: 37.57 kN Cortante: 48.66 kN	Cumple Cumple
Compresión oblicua en la zapata: <ul style="list-style-type: none"> - Situaciones persistentes: Criterio de CYPE	Máximo: 5000 kN/m² Calculado: 1249.9 kN/m²	Cumple
Canto mínimo: Artículo 58.8.1 de la norma EHE-08	Mínimo: 25 cm Calculado: 40 cm	Cumple
Espacio para anclar arranques en cimentación: <ul style="list-style-type: none"> - P13: 	Mínimo: 20 cm Calculado: 33 cm	Cumple
Cuantía geométrica mínima: Artículo 42.3.5 de la norma EHE-08 <ul style="list-style-type: none"> - Armado inferior dirección X: - Armado inferior dirección Y: 	Mínimo: 0.0009 Calculado: 0.0014 Calculado: 0.0014	Cumple Cumple
Cuantía mínima necesaria por flexión: Artículo 42.3.2 de la norma EHE-08 <ul style="list-style-type: none"> - Armado inferior dirección X: - Armado inferior dirección Y: 	Calculado: 0.0015 Mínimo: 0.0013 Mínimo: 0.0015	Cumple Cumple
Diámetro mínimo de las barras: <ul style="list-style-type: none"> - Parrilla inferior: Recomendación del Artículo 58.8.2 (norma EHE-08)	Mínimo: 12 mm Calculado: 12 mm	Cumple
Separación máxima entre barras: Artículo 58.8.2 de la norma EHE-08 <ul style="list-style-type: none"> - Armado inferior dirección X: - Armado inferior dirección Y: 	Máximo: 30 cm Calculado: 20 cm Calculado: 20 cm	Cumple Cumple
Separación mínima entre barras: Criterio de CYPE, basado en: J. Calavera. "Cálculo de Estructuras de Cimentación". Capítulo 3.16 <ul style="list-style-type: none"> - Armado inferior dirección X: - Armado inferior dirección Y: 	Mínimo: 10 cm Calculado: 20 cm Calculado: 20 cm	Cumple Cumple

Listado de cimentación

Referencia: P13 Dimensiones: 120 x 120 x 40 Armados: Xi:Ø12c/20 Yi:Ø12c/20		
Comprobación	Valores	Estado
Longitud de anclaje: Criterio del libro "Cálculo de estructuras de cimentación", J. Calavera. Ed. INTEMAC, 1991 <ul style="list-style-type: none"> - Armado inf. dirección X hacia der: - Armado inf. dirección X hacia izq: - Armado inf. dirección Y hacia arriba: - Armado inf. dirección Y hacia abajo: 	Calculado: 20 cm Mínimo: 17 cm Mínimo: 17 cm Mínimo: 20 cm Mínimo: 17 cm	Cumple Cumple Cumple Cumple
Longitud mínima de las patillas: <ul style="list-style-type: none"> - Armado inf. dirección X hacia der: - Armado inf. dirección X hacia izq: - Armado inf. dirección Y hacia arriba: - Armado inf. dirección Y hacia abajo: 	Mínimo: 12 cm Calculado: 15 cm Calculado: 15 cm Calculado: 15 cm Calculado: 15 cm	Cumple Cumple Cumple Cumple
Referencia: P14 Dimensiones: 120 x 120 x 40 Armados: Xi:Ø12c/20 Yi:Ø12c/20 Xs:Ø12c/20 Ys:Ø12c/20		
Comprobación	Valores	Estado
Tensiones sobre el terreno: Criterio de CYPE <ul style="list-style-type: none"> - Tensión media en situaciones persistentes: - Tensión máxima en situaciones persistentes sin viento: - Tensión máxima en situaciones persistentes con viento: 	Máximo: 0.5 MPa Calculado: 0.19208 MPa Máximo: 0.624995 MPa Calculado: 0.331284 MPa Máximo: 0.624995 MPa Calculado: 0.490304 MPa	Cumple Cumple Cumple
Vuelco de la zapata: Si el % de reserva de seguridad es mayor que cero, quiere decir que los coeficientes de seguridad al vuelco son mayores que los valores estrictos exigidos para todas las combinaciones de equilibrio. <ul style="list-style-type: none"> - En dirección X: - En dirección Y: 	Reserva seguridad: 231.7 % Reserva seguridad: 54.6 %	Cumple Cumple
Flexión en la zapata: <ul style="list-style-type: none"> - En dirección X: - En dirección Y: 	Momento: 41.31 kN·m Momento: 58.95 kN·m	Cumple Cumple
Cortante en la zapata: <ul style="list-style-type: none"> - En dirección X: - En dirección Y: 	Cortante: 26.19 kN Cortante: 40.81 kN	Cumple Cumple
Compresión oblicua en la zapata: - Situaciones persistentes: Criterio de CYPE	Máximo: 5000 kN/m ² Calculado: 595.5 kN/m ²	Cumple
Canto mínimo: Artículo 58.8.1 de la norma EHE-08	Mínimo: 25 cm Calculado: 40 cm	Cumple
Espacio para anclar arranques en cimentación: - P14:	Mínimo: 20 cm Calculado: 33 cm	Cumple
Cuantía geométrica mínima: Artículo 42.3.5 de la norma EHE-08 <ul style="list-style-type: none"> - Armado inferior dirección X: - Armado superior dirección X: 	Mínimo: 0.0009 Calculado: 0.0014 Calculado: 0.0014	Cumple Cumple

Listado de cimentación

Referencia: P14 Dimensiones: 120 x 120 x 40 Armados: Xi:Ø12c/20 Yi:Ø12c/20 Xs:Ø12c/20 Ys:Ø12c/20		
Comprobación	Valores	Estado
- Armado inferior dirección Y:	Calculado: 0.0014	Cumple
- Armado superior dirección Y:	Calculado: 0.0014	Cumple
Cuantía mínima necesaria por flexión: Artículo 42.3.2 de la norma EHE-08	Calculado: 0.0015	
- Armado inferior dirección X:	Mínimo: 0.001	Cumple
- Armado inferior dirección Y:	Mínimo: 0.0013	Cumple
Diámetro mínimo de las barras: Recomendación del Artículo 58.8.2 (norma EHE-08)	Mínimo: 12 mm	
- Parrilla inferior:	Calculado: 12 mm	Cumple
- Parrilla superior:	Calculado: 12 mm	Cumple
Separación máxima entre barras: Artículo 58.8.2 de la norma EHE-08	Máximo: 30 cm	
- Armado inferior dirección X:	Calculado: 20 cm	Cumple
- Armado inferior dirección Y:	Calculado: 20 cm	Cumple
- Armado superior dirección X:	Calculado: 20 cm	Cumple
- Armado superior dirección Y:	Calculado: 20 cm	Cumple
Separación mínima entre barras: Criterio de CYPE, basado en: J. Calavera. "Cálculo de Estructuras de Cimentación". Capítulo 3.16	Mínimo: 10 cm	
- Armado inferior dirección X:	Calculado: 20 cm	Cumple
- Armado inferior dirección Y:	Calculado: 20 cm	Cumple
- Armado superior dirección X:	Calculado: 20 cm	Cumple
- Armado superior dirección Y:	Calculado: 20 cm	Cumple
Longitud de anclaje: Criterio del libro "Cálculo de estructuras de cimentación", J. Calavera. Ed. INEMAC, 1991		
- Armado inf. dirección X hacia der:	Mínimo: 17 cm Calculado: 20 cm	Cumple
- Armado inf. dirección X hacia izq:	Mínimo: 17 cm Calculado: 20 cm	Cumple
- Armado inf. dirección Y hacia arriba:	Mínimo: 17 cm Calculado: 20 cm	Cumple
- Armado inf. dirección Y hacia abajo:	Mínimo: 17 cm Calculado: 20 cm	Cumple
- Armado sup. dirección X hacia der:	Mínimo: 15 cm Calculado: 15 cm	Cumple
- Armado sup. dirección X hacia izq:	Mínimo: 15 cm Calculado: 15 cm	Cumple
- Armado sup. dirección Y hacia arriba:	Mínimo: 15 cm Calculado: 15 cm	Cumple
- Armado sup. dirección Y hacia abajo:	Mínimo: 15 cm Calculado: 15 cm	Cumple
Longitud mínima de las patillas:	Mínimo: 12 cm	
- Armado inf. dirección X hacia der:	Calculado: 15 cm	Cumple
- Armado inf. dirección X hacia izq:	Calculado: 15 cm	Cumple
- Armado inf. dirección Y hacia arriba:	Calculado: 15 cm	Cumple
- Armado inf. dirección Y hacia abajo:	Calculado: 15 cm	Cumple
- Armado sup. dirección X hacia der:	Calculado: 15 cm	Cumple
- Armado sup. dirección X hacia izq:	Calculado: 15 cm	Cumple

Listado de cimentación

Referencia: P14		
Dimensiones: 120 x 120 x 40		
Armados: Xi:Ø12c/20 Yi:Ø12c/20 Xs:Ø12c/20 Ys:Ø12c/20		
Comprobación	Valores	Estado
- Armado sup. dirección Y hacia arriba:	Calculado: 15 cm	Cumple
- Armado sup. dirección Y hacia abajo:	Calculado: 15 cm	Cumple
Se cumplen todas las comprobaciones		
Referencia: P15		
Dimensiones: 140 x 140 x 40		
Armados: Xi:Ø12c/20 Yi:Ø12c/20 Xs:Ø12c/20 Ys:Ø12c/20		
Comprobación	Valores	Estado
Tensiones sobre el terreno: Criterio de CYPE		
- Tensión media en situaciones persistentes:	Máximo: 0.5 MPa Calculado: 0.163827 MPa	Cumple
- Tensión máxima en situaciones persistentes sin viento:	Máximo: 0.624995 MPa Calculado: 0.179523 MPa	Cumple
- Tensión máxima en situaciones persistentes con viento:	Máximo: 0.624995 MPa Calculado: 0.347568 MPa	Cumple
Vuelco de la zapata: Si el % de reserva de seguridad es mayor que cero, quiere decir que los coeficientes de seguridad al vuelco son mayores que los valores estrictos exigidos para todas las combinaciones de equilibrio.		
- En dirección X:	Reserva seguridad: 690.7 %	Cumple
- En dirección Y:	Reserva seguridad: 18.1 %	Cumple
Flexión en la zapata:		
- En dirección X:	Momento: 33.35 kN·m	Cumple
- En dirección Y:	Momento: 83.95 kN·m	Cumple
Cortante en la zapata:		
- En dirección X:	Cortante: 34.63 kN	Cumple
- En dirección Y:	Cortante: 125.47 kN	Cumple
Compresión oblicua en la zapata: - Situaciones persistentes: Criterio de CYPE	Máximo: 5000 kN/m ² Calculado: 531 kN/m ²	Cumple
Canto mínimo: Artículo 58.8.1 de la norma EHE-08	Mínimo: 25 cm Calculado: 40 cm	Cumple
Espacio para anclar arranques en cimentación: - P15:	Mínimo: 30 cm Calculado: 33 cm	Cumple
Cuantía geométrica mínima: Artículo 42.3.5 de la norma EHE-08	Mínimo: 0.0009	
- Armado inferior dirección X:	Calculado: 0.0014	Cumple
- Armado superior dirección X:	Calculado: 0.0014	Cumple
- Armado inferior dirección Y:	Calculado: 0.0014	Cumple
- Armado superior dirección Y:	Calculado: 0.0014	Cumple
Cuantía mínima necesaria por flexión: Artículo 42.3.2 de la norma EHE-08	Calculado: 0.0015	
- Armado inferior dirección X:	Mínimo: 0.0007	Cumple
- Armado inferior dirección Y:	Mínimo: 0.0015	Cumple
- Armado superior dirección Y:	Mínimo: 0.0001	Cumple
Diámetro mínimo de las barras: Recomendación del Artículo 58.8.2 (norma EHE-08)	Mínimo: 12 mm	
- Parrilla inferior:	Calculado: 12 mm	Cumple

Listado de cimentación

Referencia: P15 Dimensiones: 140 x 140 x 40 Armados: Xi:Ø12c/20 Yi:Ø12c/20 Xs:Ø12c/20 Ys:Ø12c/20		
Comprobación	Valores	Estado
- Parrilla superior:	Calculado: 12 mm	Cumple
Separación máxima entre barras: Artículo 58.8.2 de la norma EHE-08	Máximo: 30 cm	
- Armado inferior dirección X:	Calculado: 20 cm	Cumple
- Armado inferior dirección Y:	Calculado: 20 cm	Cumple
- Armado superior dirección X:	Calculado: 20 cm	Cumple
- Armado superior dirección Y:	Calculado: 20 cm	Cumple
Separación mínima entre barras: Criterio de CYPE, basado en: J. Calavera. "Cálculo de Estructuras de Cimentación". Capítulo 3.16	Mínimo: 10 cm	
- Armado inferior dirección X:	Calculado: 20 cm	Cumple
- Armado inferior dirección Y:	Calculado: 20 cm	Cumple
- Armado superior dirección X:	Calculado: 20 cm	Cumple
- Armado superior dirección Y:	Calculado: 20 cm	Cumple
Longitud de anclaje: Criterio del libro "Cálculo de estructuras de cimentación", J. Calavera. Ed. INTEMAC, 1991		
- Armado inf. dirección X hacia der:	Mínimo: 22 cm Calculado: 26 cm	Cumple
- Armado inf. dirección X hacia izq:	Mínimo: 22 cm Calculado: 26 cm	Cumple
- Armado inf. dirección Y hacia arriba:	Mínimo: 22 cm Calculado: 26 cm	Cumple
- Armado inf. dirección Y hacia abajo:	Mínimo: 27 cm Calculado: 30 cm	Cumple
- Armado sup. dirección X hacia der:	Mínimo: 22 cm Calculado: 26 cm	Cumple
- Armado sup. dirección X hacia izq:	Mínimo: 22 cm Calculado: 26 cm	Cumple
- Armado sup. dirección Y hacia arriba:	Mínimo: 22 cm Calculado: 26 cm	Cumple
- Armado sup. dirección Y hacia abajo:	Mínimo: 22 cm Calculado: 26 cm	Cumple
Longitud mínima de las patillas:	Mínimo: 12 cm	
- Armado inf. dirección X hacia der:	Calculado: 15 cm	Cumple
- Armado inf. dirección X hacia izq:	Calculado: 15 cm	Cumple
- Armado inf. dirección Y hacia arriba:	Calculado: 15 cm	Cumple
- Armado inf. dirección Y hacia abajo:	Calculado: 15 cm	Cumple
- Armado sup. dirección X hacia der:	Calculado: 15 cm	Cumple
- Armado sup. dirección X hacia izq:	Calculado: 15 cm	Cumple
- Armado sup. dirección Y hacia arriba:	Calculado: 15 cm	Cumple
- Armado sup. dirección Y hacia abajo:	Calculado: 15 cm	Cumple
Se cumplen todas las comprobaciones		

Listado de cimentación

Referencia: P16 Dimensiones: 120 x 120 x 40 Armados: Xi:Ø12c/20 Yi:Ø12c/20 Xs:Ø12c/20 Ys:Ø12c/20		
Comprobación	Valores	Estado
Tensiones sobre el terreno: Criterio de CYPE <ul style="list-style-type: none"> - Tensión media en situaciones persistentes: - Tensión máxima en situaciones persistentes sin viento: - Tensión máxima en situaciones persistentes con viento: 	Máximo: 0.5 MPa Calculado: 0.179327 MPa Máximo: 0.624995 MPa Calculado: 0.238089 MPa Máximo: 0.624995 MPa Calculado: 0.380236 MPa	Cumple Cumple Cumple
Vuelco de la zapata: Si el % de reserva de seguridad es mayor que cero, quiere decir que los coeficientes de seguridad al vuelco son mayores que los valores estrictos exigidos para todas las combinaciones de equilibrio. <ul style="list-style-type: none"> - En dirección X: - En dirección Y: 	Reserva seguridad: 1020.2 % Reserva seguridad: 40.8 %	Cumple Cumple
Flexión en la zapata: <ul style="list-style-type: none"> - En dirección X: - En dirección Y: 	Momento: 23.35 kN·m Momento: 55.37 kN·m	Cumple Cumple
Cortante en la zapata: <ul style="list-style-type: none"> - En dirección X: - En dirección Y: 	Cortante: 13.73 kN Cortante: 39.24 kN	Cumple Cumple
Compresión oblicua en la zapata: <ul style="list-style-type: none"> - Situaciones persistentes: Criterio de CYPE	Máximo: 5000 kN/m ² Calculado: 496.1 kN/m ²	Cumple
Canto mínimo: Artículo 58.8.1 de la norma EHE-08	Mínimo: 25 cm Calculado: 40 cm	Cumple
Espacio para anclar arranques en cimentación: <ul style="list-style-type: none"> - P16: 	Mínimo: 20 cm Calculado: 33 cm	Cumple
Cuantía geométrica mínima: Artículo 42.3.5 de la norma EHE-08 <ul style="list-style-type: none"> - Armado inferior dirección X: - Armado superior dirección X: - Armado inferior dirección Y: - Armado superior dirección Y: 	Mínimo: 0.0009 Calculado: 0.0014 Calculado: 0.0014 Calculado: 0.0014 Calculado: 0.0014	Cumple Cumple Cumple Cumple
Cuantía mínima necesaria por flexión: Artículo 42.3.2 de la norma EHE-08 <ul style="list-style-type: none"> - Armado inferior dirección X: - Armado inferior dirección Y: - Armado superior dirección Y: 	Calculado: 0.0015 Mínimo: 0.0006 Mínimo: 0.0013 Mínimo: 0.0001	Cumple Cumple Cumple
Diámetro mínimo de las barras: Recomendación del Artículo 58.8.2 (norma EHE-08) <ul style="list-style-type: none"> - Parrilla inferior: - Parrilla superior: 	Mínimo: 12 mm Calculado: 12 mm Calculado: 12 mm	Cumple Cumple
Separación máxima entre barras: Artículo 58.8.2 de la norma EHE-08 <ul style="list-style-type: none"> - Armado inferior dirección X: - Armado inferior dirección Y: - Armado superior dirección X: - Armado superior dirección Y: 	Máximo: 30 cm Calculado: 20 cm Calculado: 20 cm Calculado: 20 cm Calculado: 20 cm	Cumple Cumple Cumple Cumple

Listado de cimentación

Referencia: P16 Dimensiones: 120 x 120 x 40 Armados: Xi:Ø12c/20 Yi:Ø12c/20 Xs:Ø12c/20 Ys:Ø12c/20		
Comprobación	Valores	Estado
Separación mínima entre barras: Criterio de CYPE, basado en: J. Calavera. "Cálculo de Estructuras de Cimentación". Capítulo 3.16	Minimo: 10 cm Calculado: 20 cm Calculado: 20 cm Calculado: 20 cm Calculado: 20 cm	Cumple Cumple Cumple Cumple
Longitud de anclaje: Criterio del libro "Cálculo de estructuras de cimentación", J. Calavera. Ed. INTEMAC, 1991	Minimo: 17 cm Calculado: 21 cm Minimo: 17 cm Calculado: 21 cm Minimo: 17 cm Calculado: 23 cm Minimo: 17 cm Calculado: 23 cm Minimo: 15 cm Calculado: 15 cm Minimo: 15 cm Calculado: 15 cm Minimo: 15 cm Calculado: 15 cm Minimo: 17 cm Calculado: 20 cm	Cumple Cumple Cumple Cumple Cumple Cumple Cumple Cumple
Longitud mínima de las patillas: - Armado inf. dirección X hacia der: - Armado inf. dirección X hacia izq: - Armado inf. dirección Y hacia arriba: - Armado inf. dirección Y hacia abajo: - Armado sup. dirección X hacia der: - Armado sup. dirección X hacia izq: - Armado sup. dirección Y hacia arriba: - Armado sup. dirección Y hacia abajo:	Minimo: 12 cm Calculado: 15 cm Calculado: 15 cm Calculado: 18 cm Calculado: 18 cm Calculado: 15 cm Calculado: 15 cm Calculado: 15 cm Calculado: 15 cm	Cumple Cumple Cumple Cumple Cumple Cumple Cumple Cumple
Se cumplen todas las comprobaciones		

A.1.1.3. PILARES

ÍNDICE

1.- PILARES.....	2
1.1.- P1.....	2
1.2.- P2.....	2
1.3.- P3.....	2
1.4.- P4.....	3
1.5.- P5.....	3
1.6.- P6.....	3
1.7.- P7.....	4
1.8.- P8.....	4
1.9.- P9.....	4
1.10.- P10.....	4
1.11.- P11.....	5
1.12.- P12.....	5
1.13.- P13.....	5
1.14.- P14.....	5
1.15.- P15.....	6
1.16.- P16.....	6

1.- PILARES

1.1.- P1

Sección de hormigón															
Tramo	Dimensión (cm)	Posición	Comprobaciones					Esfuerzos pésimos							Estado
			Disp.	Arm.	Q (%)	N,M (%)	Aprov. (%)	Naturaleza	Comp.	N (kN)	Mxx (kN-m)	Myy (kN-m)	Qx (kN)	Qy (kN)	
+880.25 CUBIERTA (0 - 4.75 m)	40x40	Cabeza	Cumple	Cumple	25.7	40.8	40.8	G, Q, V, N ⁽²⁾	Q,N,M	209.6	41.5	36.6	-14.7	-21.9	Cumple
		3.75 m	Cumple	Cumple	25.1	40.9	40.9	G, Q, V, N ⁽²⁾	Q,N,M	232.1	-51.8	-25.9	-14.7	-21.9	Cumple
		0.6 m	Cumple	Cumple	25.1	40.9	40.9	G, Q, V, N ⁽²⁾	Q,N,M	232.1	-51.8	-25.9	-14.7	-21.9	Cumple
		Pie	Cumple	Cumple	25.1	40.9	40.9	G, Q, V, N ⁽²⁾	Q,N,M	232.1	-51.8	-25.9	-14.7	-21.9	Cumple
+872.45 S-2	40x40	Arranque	N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽¹⁾	3.6	40.9	40.9	G, Q, V, N ⁽²⁾	Q,N,M	232.1	-51.8	-25.9	-14.7	-21.9	Cumple

Notas:

⁽¹⁾ La comprobación no procede

⁽²⁾ 1.35-PP+1.35-CM+1.05-Qa+1.5-V(-Yexc.-)+0.75-N1

1.2.- P2

Sección de hormigón															
Tramo	Dimensión (cm)	Posición	Comprobaciones					Esfuerzos pésimos							Estado
			Disp.	Arm.	Q (%)	N,M (%)	Aprov. (%)	Naturaleza	Comp.	N (kN)	Mxx (kN-m)	Myy (kN-m)	Qx (kN)	Qy (kN)	
+880.25 CUBIERTA (0 - 4.75 m)	40x40	Cabeza	Cumple	Cumple	12.6	19.8	19.8	G, Q, V ⁽²⁾	Q	461.6	24.9	-9.4	4.2	-15.9	Cumple
								G, Q, V ⁽³⁾	N,M	477.1	24.2	-13.9	7.5	-8.0	
		3.75 m	Cumple	Cumple	12.3	24.8	24.8	G, Q, V ⁽²⁾	Q,N,M	484.1	-42.6	8.4	4.2	-15.9	Cumple
		0.6 m	Cumple	Cumple	12.3	24.8	24.8	G, Q, V ⁽²⁾	Q,N,M	484.1	-42.6	8.4	4.2	-15.9	Cumple
		Pie	Cumple	Cumple	12.3	24.8	24.8	G, Q, V ⁽²⁾	Q,N,M	484.1	-42.6	8.4	4.2	-15.9	Cumple
+872.45 S-2	40x40	Arranque	N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽¹⁾	2.1	24.8	24.8	G, Q, V ⁽²⁾	Q,N,M	484.1	-42.6	8.4	4.2	-15.9	Cumple

Notas:

⁽¹⁾ La comprobación no procede

⁽²⁾ 1.35-PP+1.35-CM+1.05-Qa+1.5-V(-Yexc.-)

⁽³⁾ 1.35-PP+1.35-CM+1.5-Qa+0.9-V(+Xexc.-)

1.3.- P3

Sección de hormigón															
Tramo	Dimensión (cm)	Posición	Comprobaciones					Esfuerzos pésimos							Estado
			Disp.	Arm.	Q (%)	N,M (%)	Aprov. (%)	Naturaleza	Comp.	N (kN)	Mxx (kN-m)	Myy (kN-m)	Qx (kN)	Qy (kN)	
+880.25 CUBIERTA (0 - 4.75 m)	40x40	Cabeza	Cumple	Cumple	35.1	57.0	57.0	G, Q, V ⁽²⁾	Q,N,M	330.7	83.2	-11.7	5.1	-40.5	Cumple
		3.75 m	Cumple	Cumple	34.4	60.0	60.0	G, Q, V ⁽²⁾	Q,N,M	353.2	-88.8	10.1	5.1	-40.5	Cumple
		0.6 m	Cumple	Cumple	34.4	60.0	60.0	G, Q, V ⁽²⁾	Q,N,M	353.2	-88.8	10.1	5.1	-40.5	Cumple
		Pie	Cumple	Cumple	34.4	60.0	60.0	G, Q, V ⁽²⁾	Q,N,M	353.2	-88.8	10.1	5.1	-40.5	Cumple
+872.45 S-2	40x40	Arranque	N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽¹⁾	5.4	60.0	60.0	G, Q, V ⁽²⁾	Q,N,M	353.2	-88.8	10.1	5.1	-40.5	Cumple

Notas:

⁽¹⁾ La comprobación no procede

⁽²⁾ 1.35-PP+1.35-CM+1.05-Qa+1.5-V(-Yexc.-)

1.4.- P4

Sección de hormigón															
Tramo	Dimensión (cm)	Posición	Comprobaciones					Esfuerzos pésimos							Estado
			Disp.	Arm.	Q (%)	N,M (%)	Aprov. (%)	Naturaleza	Comp.	N (kN)	Mxx (kN-m)	Myy (kN-m)	Qx (kN)	Qy (kN)	
+880.25 CUBIERTA (0 - 4.75 m)	40x40	Cabeza	Cumple	Cumple	16.9	13.1	16.9	G, Q, V, N ⁽²⁾	Q	250.7	22.9	3.2	-2.0	-18.0	Cumple
								G, Q, V ⁽³⁾	N,M	260.0	23.3	1.5	-0.7	-13.9	
		3.75 m	Cumple	Cumple	16.5	36.6	36.6	G, Q, V, N ⁽²⁾	Q	273.3	-53.5	-5.2	-2.0	-18.0	Cumple
								G, V, N ⁽⁴⁾	N,M	186.7	-50.8	-6.4	-2.3	-15.7	
		0.6 m	Cumple	Cumple	16.5	36.6	36.6	G, Q, V, N ⁽²⁾	Q	273.3	-53.5	-5.2	-2.0	-18.0	Cumple
								G, V, N ⁽⁴⁾	N,M	186.7	-50.8	-6.4	-2.3	-15.7	
		Pie	Cumple	Cumple	16.5	36.6	36.6	G, Q, V, N ⁽²⁾	Q	273.3	-53.5	-5.2	-2.0	-18.0	Cumple
								G, V, N ⁽⁴⁾	N,M	186.7	-50.8	-6.4	-2.3	-15.7	
+872.45 S-2	40x40	Arranque	N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽¹⁾	2.5	36.6	36.6	G, Q, V, N ⁽²⁾	Q	273.3	-53.5	-5.2	-2.0	-18.0	Cumple
								G, V, N ⁽⁴⁾	N,M	186.7	-50.8	-6.4	-2.3	-15.7	
Notas: ⁽¹⁾ La comprobación no procede ⁽²⁾ 1.35-PP+1.35-CM+1.05-Qa+1.5-V(-Yexc.+) +0.75-N1 ⁽³⁾ 1.35-PP+1.35-CM+1.5-Qa+0.9-V(-Yexc.+) ⁽⁴⁾ PP+CM+1.5-V(-Yexc.+) +0.75-N1															

1.5.- P5

Sección de hormigón															
Tramo	Dimensión (cm)	Posición	Comprobaciones					Esfuerzos pésimos							Estado
			Disp.	Arm.	Q (%)	N,M (%)	Aprov. (%)	Naturaleza	Comp.	N (kN)	Mxx (kN-m)	Myy (kN-m)	Qx (kN)	Qy (kN)	
+873.70 S-1 (-3.25 - 4.75 m)	40x40	Cabeza	Cumple	Cumple	13.2	39.8	39.8	G, Q, V, N ⁽²⁾	Q,N,M	126.0	46.5	-4.4	0.8	-12.3	Cumple
		3.6 m	Cumple	Cumple	13.2	39.8	39.8	G, Q, V, N ⁽²⁾	Q,N,M	126.0	46.5	-4.4	0.8	-12.3	Cumple
		Pie	Cumple	Cumple	12.6	32.6	32.6	G, Q, V, N ⁽²⁾	Q	164.9	-44.0	1.8	0.8	-12.3	Cumple
								G, Q, V, N ⁽³⁾	N,M	130.9	-41.7	0.5	0.4	-11.4	
+872.45 S-2	40x40	Arranque	N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽¹⁾	1.7	32.6	32.6	G, Q, V, N ⁽²⁾	Q	164.9	-44.0	1.8	0.8	-12.3	Cumple
								G, Q, V, N ⁽³⁾	N,M	130.9	-41.7	0.5	0.4	-11.4	
Notas: ⁽¹⁾ La comprobación no procede ⁽²⁾ 1.35-PP+1.35-CM+1.05-Qa+1.5-V(-Yexc.+) +0.75-N1 ⁽³⁾ PP+CM+1.05-Qa+1.5-V(-Yexc.+) +0.75-N1															

1.6.- P6

Sección de hormigón															
Tramo	Dimensión (cm)	Posición	Comprobaciones					Esfuerzos pésimos							Estado
			Disp.	Arm.	Q (%)	N,M (%)	Aprov. (%)	Naturaleza	Comp.	N (kN)	Mxx (kN-m)	Myy (kN-m)	Qx (kN)	Qy (kN)	
+873.70 S-1 (-3.25 - 4.55 m)	40x40	Cabeza	Cumple	Cumple	18.1	77.6	77.6	G, Q, V, N ⁽²⁾	Q	74.4	61.7	0.6	-0.3	-15.8	Cumple
								G, Q, V, N ⁽³⁾	N,M	87.4	66.0	0.6	-0.1	-15.6	
		3.6 m	Cumple	Cumple	18.1	77.6	77.6	G, Q, V, N ⁽²⁾	Q	74.4	61.7	0.6	-0.3	-15.8	Cumple
								G, Q, V, N ⁽³⁾	N,M	87.4	66.0	0.6	-0.1	-15.6	
		Pie	Cumple	Cumple	17.2	56.3	56.3	G, Q, V, N ⁽²⁾	Q	113.3	-54.8	-1.4	-0.3	-15.8	Cumple
								G, Q, V, N ⁽⁴⁾	N,M	97.0	-53.3	-1.7	-0.3	-15.1	
+872.45 S-2	40x40	Arranque	N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽¹⁾	2.2	56.3	56.3	G, Q, V, N ⁽²⁾	Q	113.3	-54.8	-1.4	-0.3	-15.8	Cumple
								G, Q, V, N ⁽⁴⁾	N,M	97.0	-53.3	-1.7	-0.3	-15.1	
Notas:															
⁽¹⁾ La comprobación no procede															
⁽²⁾ 1.35-PP+1.35-CM+1.05-Qa+1.5-V(-Yexc.+)+0.75-N1															
⁽³⁾ 1.35-PP+1.35-CM+1.5-Qa+0.9-V(-Yexc.+)+0.75-N1															
⁽⁴⁾ PP+CM+1.05-Qa+1.5-V(-Yexc.+)+0.75-N1															

1.7.- P7

Sección de hormigón															
Tramo	Dimensión (cm)	Posición	Comprobaciones					Esfuerzos pésimos							Estado
			Disp.	Arm.	Q (%)	N,M (%)	Aprov. (%)	Naturaleza	Comp.	N (kN)	Mxx (kN-m)	Myy (kN-m)	Qx (kN)	Qy (kN)	
+873.70 S-1 (-3.25 - 4.55 m)	40x40	Cabeza	Cumple	Cumple	14.4	52.9	52.9	G, Q, V, N ⁽²⁾	Q,N,M	44.7	42.6	-4.5	0.8	-12.1	Cumple
		3.6 m	Cumple	Cumple	14.4	52.9	52.9	G, Q, V, N ⁽²⁾	Q,N,M	44.7	42.6	-4.5	0.8	-12.1	Cumple
		Pie	Cumple	Cumple	13.7	51.7	51.7	G, Q, V, N ⁽²⁾	Q	83.6	-46.5	1.7	0.8	-12.1	Cumple
								G, Q, V, N ⁽³⁾	N,M	69.1	-45.7	1.2	0.7	-11.7	
+872.45 S-2	40x40	Arranque	N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽¹⁾	1.7	51.7	51.7	G, Q, V, N ⁽²⁾	Q	83.6	-46.5	1.7	0.8	-12.1	Cumple
								G, Q, V, N ⁽³⁾	N,M	69.1	-45.7	1.2	0.7	-11.7	
Notas: (1) La comprobación no procede (2) 1.35-PP+1.35-CM+1.05-Qa+1.5-V(-Yexc.+)+0.75-N1 (3) PP+CM+1.05-Qa+1.5-V(-Yexc.+)+0.75-N1															

1.8.- P8

Sección de hormigón															
Tramo	Dimensión (cm)	Posición	Comprobaciones					Esfuerzos pésimos						Estado	
			Disp.	Arm.	Q (%)	N,M (%)	Aprov. (%)	Naturaleza	Comp.	N (kN)	Mxx (kN-m)	Myy (kN-m)	Qx (kN)		Qy (kN)
+873.70 S-1 (-3.25 - 4.55 m)	40x40	Cabeza	Cumple	Cumple	16.3	58.5	58.5	G, Q, V, N ⁽²⁾	Q,N,M	45.6	-46.6	-4.5	0.7	13.8	Cumple
		-2.65 m	Cumple	Cumple	15.5	61.4	61.4	G, Q, V, N ⁽²⁾	Q,N,M	84.6	54.7	0.9	0.7	13.8	Cumple
		Pie	Cumple	Cumple	15.5	61.4	61.4	G, Q, V, N ⁽²⁾	Q,N,M	84.6	54.7	0.9	0.7	13.8	Cumple
+872.45 S-2	40x40	Arranque	N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽¹⁾	2.0	61.4	61.4	G, Q, V, N ⁽²⁾	Q,N,M	84.6	54.7	0.9	0.7	13.8	Cumple

Notas:
⁽¹⁾ La comprobación no procede
⁽²⁾ 1.35-PP+1.35-CM+1.05-Qa+1.5-V(+Yexc. +)+0.75-N1

1.9.- P9

Sección de hormigón															
Tramo	Dimensión (cm)	Posición	Comprobaciones					Esfuerzos pésimos						Estado	
			Disp.	Arm.	Q (%)	N,M (%)	Aprov. (%)	Naturaleza	Comp.	N (kN)	Mxx (kN-m)	Myy (kN-m)	Qx (kN)		Qy (kN)
+873.70 S-1 (-3.25 - 4.55 m)	40x40	Cabeza	Cumple	Cumple	19.9	83.5	83.5	G, Q, V, N ⁽²⁾	Q	75.4	-65.6	0.7	-0.4	17.5	Cumple
		3.6 m	Cumple	Cumple	19.9	83.5	83.5	G, Q, V, N ⁽²⁾	Q	75.4	-65.6	0.7	-0.4	17.5	Cumple
		Pie	Cumple	Cumple	19.0	66.8	66.8	G, Q, V, N ⁽²⁾	Q,N,M	114.4	63.0	-2.1	-0.4	17.5	Cumple
+872.45 S-2	40x40	Arranque	N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽¹⁾	2.5	66.8	66.8	G, Q, V, N ⁽²⁾	Q,N,M	114.4	63.0	-2.1	-0.4	17.5	Cumple
Notas: ⁽¹⁾ La comprobación no procede ⁽²⁾ 1.35-PP+1.35-CM+1.05-Qa+1.5-V(+Yexc.+)+0.75-N1 ⁽³⁾ 1.35-PP+1.35-CM+1.5-Qa+0.9-V(+Yexc.+)+0.75-N1															

1.10.- P10

Sección de hormigón															
Tramo	Dimensión (cm)	Posición	Comprobaciones					Esfuerzos pésimos							Estado
			Disp.	Arm.	Q (%)	N,M (%)	Aprov. (%)	Naturaleza	Comp.	N (kN)	Mxx (kN-m)	Myy (kN-m)	Qx (kN)	Qy (kN)	
+873.70 S-1 (-3.25 - 4.75 m)	40x40	Cabeza	Cumple	Cumple	14.9	45.5	45.5	G, Q, V, N ⁽²⁾	Q,N,M	126.3	-50.4	-3.7	0.6	14.0	Cumple
		3.6 m	Cumple	Cumple	14.9	45.5	45.5	G, Q, V, N ⁽²⁾	Q,N,M	126.3	-50.4	-3.7	0.6	14.0	Cumple
		Pie	Cumple	Cumple	14.3	40.5	40.5	G, Q, V, N ⁽²⁾	Q,N,M	165.2	52.2	0.7	0.6	14.0	Cumple
+872.45 S-2	40x40	Arranque	N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽¹⁾	2.0	40.5	40.5	G, Q, V, N ⁽²⁾	Q,N,M	165.2	52.2	0.7	0.6	14.0	Cumple
Notas: ⁽¹⁾ La comprobación no procede ⁽²⁾ 1.35-PP+1.35-CM+1.05-Qa+1.5-V(+Yexc.+)+0.75-N1															

1.11.- P11

Sección de hormigón															
Tramo	Dimensión (cm)	Posición	Comprobaciones					Esfuerzos pésimos						Estado	
			Disp.	Arm.	Q (%)	N,M (%)	Aprov. (%)	Naturaleza	Comp.	N (kN)	Mxx (kN-m)	Myy (kN-m)	Qx (kN)		Qy (kN)
+880.25 CUBIERTA (0 - 4.75 m)	40x40	Cabeza	Cumple	Cumple	20.7	13.4	20.7	G, Q, V, N ⁽²⁾	Q	252.5	-23.4	4.3	-2.9	22.0	Cumple
								G, Q, V ⁽³⁾	N,M	261.5	-23.8	2.1	-1.2	18.0	
		3.75 m	Cumple	Cumple	20.2	50.6	50.6	G, Q, V, N ⁽²⁾	Q	275.0	70.1	-8.0	-2.9	22.0	Cumple
								G, V, N ⁽⁴⁾	N,M	188.0	62.1	-9.2	-3.2	18.4	
		0.6 m	Cumple	Cumple	20.2	50.6	50.6	G, Q, V, N ⁽²⁾	Q	275.0	70.1	-8.0	-2.9	22.0	Cumple
								G, V, N ⁽⁴⁾	N,M	188.0	62.1	-9.2	-3.2	18.4	
		Pie	Cumple	Cumple	20.2	50.6	50.6	G, Q, V, N ⁽²⁾	Q	275.0	70.1	-8.0	-2.9	22.0	Cumple
								G, V, N ⁽⁴⁾	N,M	188.0	62.1	-9.2	-3.2	18.4	
+872.45 S-2	40x40	Arranque	N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽¹⁾	3.0	50.6	50.6	G, Q, V, N ⁽²⁾	Q	275.0	70.1	-8.0	-2.9	22.0	Cumple
								G, V, N ⁽⁴⁾	N,M	188.0	62.1	-9.2	-3.2	18.4	
Notas: ⁽¹⁾ La comprobación no procede ⁽²⁾ 1.35-PP+1.35-CM+1.05-Qa+1.5-V(+Yexc.+)+0.75-N1 ⁽³⁾ 1.35-PP+1.35-CM+1.5-Qa+0.9-V(+Yexc.+) ⁽⁴⁾ PP+CM+1.5-V(+Yexc.+)+0.75-N1															

1.12.- P12

Sección de hormigón															
Tramo	Dimensión (cm)	Posición	Comprobaciones					Esfuerzos pésimos						Estado	
			Disp.	Arm.	Q (%)	N,M (%)	Aprov. (%)	Naturaleza	Comp.	N (kN)	Mxx (kN·m)	Myy (kN·m)	Qx (kN)		Qy (kN)
+875.70 BAJA (-2 - 4.75 m)	40x40	Cabeza	Cumple	Cumple	19.5	45.4	45.4	G, Q, V ⁽²⁾	Q,N,M	307.1	-71.3	-9.6	2.6	22.0	Cumple
		3.75 m	Cumple	Cumple	19.5	45.4	45.4	G, Q, V ⁽²⁾	Q,N,M	307.1	-71.3	-9.6	2.6	22.0	Cumple
		Pie	Cumple	Cumple	18.9	38.4	38.4	G, Q, V ⁽²⁾	Q,N,M	340.2	66.3	6.4	2.6	22.0	Cumple
+872.45 S-2	40x40	Arranque	N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽¹⁾	3.0	38.4	38.4	G, Q, V ⁽²⁾	Q,N,M	340.2	66.3	6.4	2.6	22.0	Cumple

Notas:

⁽¹⁾ La comprobación no procede

⁽²⁾ 1.35·PP±1.35·CM+1.05·Qa+1.5·V(+Yexc.-)

1.13.- P13

Sección de hormigón															
Tramo	Dimensión (cm)	Posición	Comprobaciones					Esfuerzos pésimos							Estado
			Disp.	Arm.	Q (%)	N,M (%)	Aprov. (%)	Naturaleza	Comp.	N (kN)	Mxx (kN-m)	Myy (kN-m)	Qx (kN)	Qy (kN)	
+880.25 CUBIERTA (0 - 4.75 m)	40x40	Cabeza	Cumple	Cumple	15.6	20.1	20.1	G, Q, V ⁽²⁾	Q	463.0	-25.8	-8.8	3.8	20.0	Cumple
								G, Q, V ⁽³⁾	N,M	478.9	-25.1	-13.8	7.5	12.4	
		3.75 m	Cumple	Cumple	15.3	31.5	31.5	G, Q, V ⁽²⁾	Q,N,M	485.5	59.4	7.3	3.8	20.0	Cumple
		0.6 m	Cumple	Cumple	15.3	31.5	31.5	G, Q, V ⁽²⁾	Q,N,M	485.5	59.4	7.3	3.8	20.0	Cumple
		Pie	Cumple	Cumple	15.3	31.5	31.5	G, Q, V ⁽²⁾	Q,N,M	485.5	59.4	7.3	3.8	20.0	Cumple
+872.45 S-2	40x40	Arranque	N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽¹⁾	2.6	31.5	31.5	G, Q, V ⁽²⁾	Q,N,M	485.5	59.4	7.3	3.8	20.0	Cumple
Notas:															
⁽¹⁾ La comprobación no procede															
⁽²⁾ 1.35-PP+1.35-CM+1.05-Qa+1.5-V(+Yexc.-)															
⁽³⁾ 1.35-PP+1.35-CM+1.5-Qa+0.9-V(+Yexc.+)															

1.14.- P14

Sección de hormigón															
Tramo	Dimensión (cm)	Posición	Comprobaciones					Esfuerzos pésimos						Estado	
			Disp.	Arm.	Q (%)	N,M (%)	Aprov. (%)	Naturaleza	Comp.	N (kN)	Mxx (kN-m)	Myy (kN-m)	Qx (kN)		Qy (kN)
+880.25 CUBIERTA (0 - 4.75 m)	40x40	Cabeza	Cumple	Cumple	30.3	44.1	44.1	G, Q, V, N ⁽²⁾	Q,N,M	211.0	-45.3	36.8	-15.0	27.3	Cumple
		3.75 m	Cumple	Cumple	29.6	61.1	61.1	G, Q, V, N ⁽²⁾	Q,N,M	233.5	70.8	-26.8	-15.0	27.3	Cumple
		0.6 m	Cumple	Cumple	29.6	61.1	61.1	G, Q, V, N ⁽²⁾	Q,N,M	233.5	70.8	-26.8	-15.0	27.3	Cumple
		Pie	Cumple	Cumple	29.6	61.1	61.1	G, Q, V, N ⁽²⁾	Q,N,M	233.5	70.8	-26.8	-15.0	27.3	Cumple
+872.45 S-2	40x40	Arranque	N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽¹⁾	4.3	61.1	61.1	G, Q, V, N ⁽²⁾	Q,N,M	233.5	70.8	-26.8	-15.0	27.3	Cumple
Notas: ⁽¹⁾ La comprobación no procede ⁽²⁾ 1.35-PP+1.35-CM+1.05-Qa+1.5-V(+Yexc.-)+0.75-N1															

1.15.- P15

Sección de hormigón															
Tramo	Dimensión (cm)	Posición	Comprobaciones					Esfuerzos pésimos						Estado	
			Disp.	Arm.	Q (%)	N,M (%)	Aprov. (%)	Naturaleza	Comp.	N (kN)	Mxx (kN-m)	Myy (kN-m)	Qx (kN)		Qy (kN)
+880.25 CUBIERTA (0 - 4.75 m)	40x40	Cabeza	Cumple	Cumple	42.6	83.3	83.3	G, Q, V ⁽²⁾	Q,N,M	186.9	85.5	5.5	-2.9	-42.6	Cumple
		3.75 m	Cumple	Cumple	41.5	92.7	92.7	G, Q, V ⁽²⁾	Q,N,M	209.4	-95.3	-6.8	-2.9	-42.6	Cumple
		0.6 m	Cumple	Cumple	41.5	92.7	92.7	G, Q, V ⁽²⁾	Q,N,M	209.4	-95.3	-6.8	-2.9	-42.6	Cumple
		Pie	Cumple	Cumple	41.5	92.7	92.7	G, Q, V ⁽²⁾	Q,N,M	209.4	-95.3	-6.8	-2.9	-42.6	Cumple
+872.45 S-2	40x40	Arranque	N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽¹⁾	5.9	92.7	92.7	G, Q, V, N ⁽³⁾	Q	209.5	-95.3	-7.0	-2.9	-42.6	Cumple
								G, Q, V ⁽²⁾	N,M	209.4	-95.3	-6.8	-2.9	-42.6	
Notas: ⁽¹⁾ La comprobación no procede ⁽²⁾ 1.35-PP+1.35-CM+1.05-Qa+1.5-V(-Yexc.+) ⁽³⁾ 1.35-PP+1.35-CM+1.05-Qa+1.5-V(-Yexc.+)+0.75-N1															

1.16.- P16

Sección de hormigón															
Tramo	Dimensión (cm)	Posición	Comprobaciones					Esfuerzos pésimos						Estado	
			Disp.	Arm.	Q (%)	N,M (%)	Aprov. (%)	Naturaleza	Comp.	N (kN)	Mxx (kN-m)	Myy (kN-m)	Qx (kN)		Qy (kN)
+875.70 BAJA (-2 - 4.75 m)	40x40	Cabeza	Cumple	Cumple	23.5	70.4	70.4	G, Q, V ⁽²⁾	Q,N,M	163.4	-73.1	4.8	-1.6	22.9	Cumple
		3.75 m	Cumple	Cumple	23.5	70.4	70.4	G, Q, V ⁽²⁾	Q,N,M	163.4	-73.1	4.8	-1.6	22.9	Cumple
		Pie	Cumple	Cumple	22.6	58.3	58.3	G, Q, V ⁽²⁾	Q,N,M	196.5	69.8	-5.4	-1.6	22.9	Cumple
+872.45 S-2	40x40	Arranque	N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽¹⁾	3.2	58.3	58.3	G, Q, V, N ⁽³⁾	Q	196.6	69.8	-5.4	-1.6	22.9	Cumple
								G, Q, V ⁽²⁾	N,M	196.5	69.8	-5.4	-1.6	22.9	
Notas: ⁽¹⁾ La comprobación no procede ⁽²⁾ 1.35-PP+1.35-CM+1.05-Qa+1.5-V(+Yexc.+) ⁽³⁾ 1.35-PP+1.35-CM+1.05-Qa+1.5-V(+Yexc.+)+0.75-N1															

Distorsiones de pilares, pantallas y muros

Nombre Obra: EDIFICIO REACTIVOS_r01
ETAP TORRELAGUNA

Fecha: 17/03/20

▪ h: Altura del nivel respecto al inmediato inferior

▪ Distorsión:

Absoluta: Diferencia entre los desplazamientos de un nivel y los del inmediatamente inferior

Relativa: Relación entre la altura y la distorsión absoluta

▪ Origen:

G: Sólo gravitatorias

GV: Gravitatorias + viento

▪ Nota:

Las diferentes normas suelen limitar el valor de la distorsión relativa entre plantas y de la distorsión total (desplome) del edificio.

El valor absoluto se utilizará para definir las juntas sísmicas. El valor relativo suele limitarse en función de la altura de la planta 'h'. Se comprueba el valor 'Total' tomando en ese caso como valor de 'h' la altura total.

Situaciones persistentes o transitorias									
Pilar	Planta	Cota (m)	h (m)	Distorsión X			Distorsión Y		
				Absoluta (m)	Relativa	Origen	Absoluta (m)	Relativa	Origen
P1	+880.25 CUBIERTA	4.50	4.50	0.0008	h / 5625	GV	0.0030	h / 1500	GV
	+875.70 BAJA	0.00							
	Total		4.50	0.0008	h / 5625	GV	0.0030	h / 1500	GV
P2	+880.25 CUBIERTA	4.50	4.50	0.0008	h / 5625	GV	0.0032	h / 1407	GV
	+875.70 BAJA	0.00							
	Total		4.50	0.0008	h / 5625	GV	0.0032	h / 1407	GV
P3	+880.25 CUBIERTA	4.50	4.50	0.0008	h / 5625	GV	0.0034	h / 1324	GV
	+875.70 BAJA	0.00							
	Total		4.50	0.0008	h / 5625	GV	0.0034	h / 1324	GV
P4	+880.25 CUBIERTA	4.50	4.50	0.0008	h / 5625	GV	0.0042	h / 1072	GV
	+875.70 BAJA	0.00							
	Total		4.50	0.0008	h / 5625	GV	0.0042	h / 1072	GV
P5	+880.25 CUBIERTA	4.42	4.42	0.0004	----	GV	0.0044	h / 1006	GV
	+875.70 BAJA	0.00	2.00	0.0003	h / 6667	GV	0.0016	h / 1250	GV
	+873.70 S-1	-2.00	1.25	0.0001	----	GV	0.0004	h / 3125	GV
	+872.45 S-2	-3.25							
	Total		7.67	0.0008	h / 9594	GV	0.0046	h / 1669	GV
P6	+880.25 CUBIERTA	4.32	4.32	0.0006	h / 7209	GV	0.0052	h / 832	GV
	+875.70 BAJA	0.00	2.00	0.0002	----	GV	0.0021	h / 953	GV
	+873.70 S-1	-2.00	1.25	0.0000	----	GV	0.0005	h / 2500	GV
	+872.45 S-2	-3.25							
	Total		7.57	0.0008	h / 9469	GV	0.0053	h / 1430	GV
P7	+880.25 CUBIERTA	4.32	4.32	0.0006	h / 7209	GV	0.0050	h / 865	GV
	+875.70 BAJA	0.00	2.00	0.0003	h / 6667	GV	0.0017	h / 1177	GV
	+873.70 S-1	-2.00	1.25	0.0001	----	GV	0.0004	h / 3125	GV
	+872.45 S-2	-3.25							
	Total		7.57	0.0008	h / 9469	GV	0.0059	h / 1284	GV
P8	+880.25 CUBIERTA	4.32	4.32	0.0007	h / 6179	GV	0.0040	h / 1082	GV
	+875.70 BAJA	0.00	2.00	0.0003	h / 6667	GV	0.0021	h / 953	GV
	+873.70 S-1	-2.00	1.25	0.0001	----	GV	0.0005	h / 2500	GV
	+872.45 S-2	-3.25							
	Total		7.57	0.0009	h / 8417	GV	0.0059	h / 1284	GV
P9	+880.25 CUBIERTA	4.32	4.32	0.0007	h / 6179	GV	0.0042	h / 1030	GV
	+875.70 BAJA	0.00	2.00	0.0002	----	GV	0.0025	h / 800	GV
	+873.70 S-1	-2.00	1.25	0.0000	----	GV	0.0006	h / 2084	GV
	+872.45 S-2	-3.25							
	Total		7.57	0.0009	h / 8417	GV	0.0053	h / 1430	GV
P10	+880.25 CUBIERTA	4.42	4.42	0.0005	h / 8850	GV	0.0033	h / 1341	GV
	+875.70 BAJA	0.00	2.00	0.0004	h / 5000	GV	0.0020	h / 1000	GV
	+873.70 S-1	-2.00	1.25	0.0001	----	GV	0.0005	h / 2500	GV
	+872.45 S-2	-3.25							
	Total								

Distorsiones de pilares, pantallas y muros

Nombre Obra: EDIFICIO REACTIVOS_r01

Fecha: 17/03/20

ETAP TORRELAGUNA

Situaciones persistentes o transitorias									
Pilar	Planta	Cota (m)	h (m)	Distorsión X			Distorsión Y		
				Absoluta (m)	Relativa	Origen	Absoluta (m)	Relativa	Origen
	Total		7.67	0.0009	h / 8528	GV	0.0046	h / 1669	GV
P11	+880.25 CUBIERTA	4.50	4.50	0.0009	h / 5000	GV	0.0042	h / 1072	GV
	+875.70 BAJA	0.00							
	Total		4.50	0.0009	h / 5000	GV	0.0042	h / 1072	GV
P12	+880.25 CUBIERTA	4.50	4.50	0.0007	h / 6429	GV	0.0023	h / 1957	GV
	+875.70 BAJA	0.00	2.00	0.0003	h / 6667	GV	0.0012	h / 1667	GV
	+873.70 S-1	-2.00							
	Total		6.50	0.0009	h / 7223	GV	0.0034	h / 1912	GV
P13	+880.25 CUBIERTA	4.50	4.50	0.0009	h / 5000	GV	0.0032	h / 1407	GV
	+875.70 BAJA	0.00							
	Total		4.50	0.0009	h / 5000	GV	0.0032	h / 1407	GV
P14	+880.25 CUBIERTA	4.50	4.50	0.0009	h / 5000	GV	0.0030	h / 1500	GV
	+875.70 BAJA	0.00							
	Total		4.50	0.0009	h / 5000	GV	0.0030	h / 1500	GV
P15	+880.25 CUBIERTA	4.50	4.50	0.0008	h / 5625	GV	0.0038	h / 1185	GV
	+875.70 BAJA	0.00							
	Total		4.50	0.0008	h / 5625	GV	0.0038	h / 1185	GV
P16	+880.25 CUBIERTA	4.50	4.50	0.0008	h / 5625	GV	0.0026	h / 1731	GV
	+875.70 BAJA	0.00	2.00	0.0001	----	GV	0.0013	h / 1539	GV
	+873.70 S-1	-2.00							
	Total		6.50	0.0009	h / 7223	GV	0.0038	h / 1711	GV

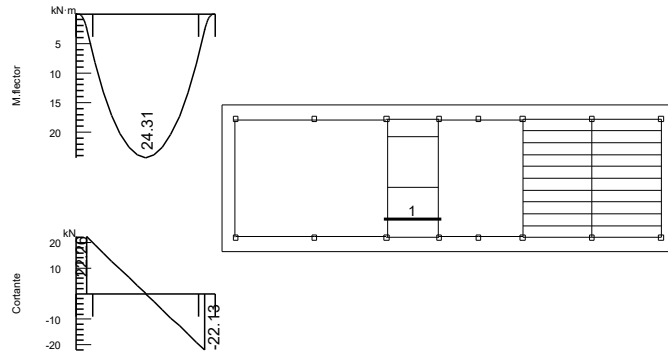
Valores máximos

Desplome local máximo de los pilares (d / h)		
Planta	Situaciones persistentes o transitorias	
	Dirección X	Dirección Y
+880.25 CUBIERTA	1 / 5000 (P11, ...)	1 / 832 (P6)
+875.70 BAJA	1 / 5000 (P10)	1 / 800 (P9)
+873.70 S-1	----	1 / 2084 (P9)

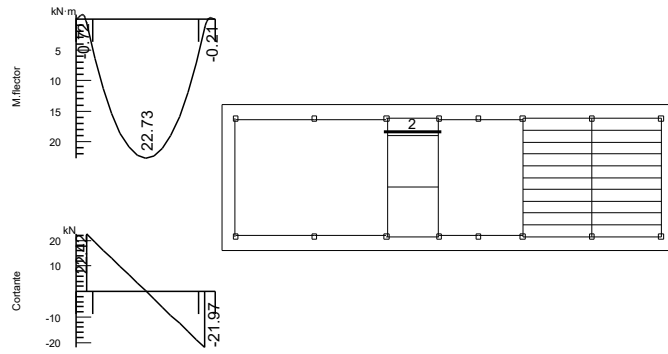
Desplome total máximo de los pilares (D / H)	
Situaciones persistentes o transitorias	
Dirección X	Dirección Y
1 / 5000 (P11, ...)	1 / 1072 (P4, P11)

A.1.1.4. FORJADOS

ETAP TORRELAGUNA
1 +880.25 CUBIERTA

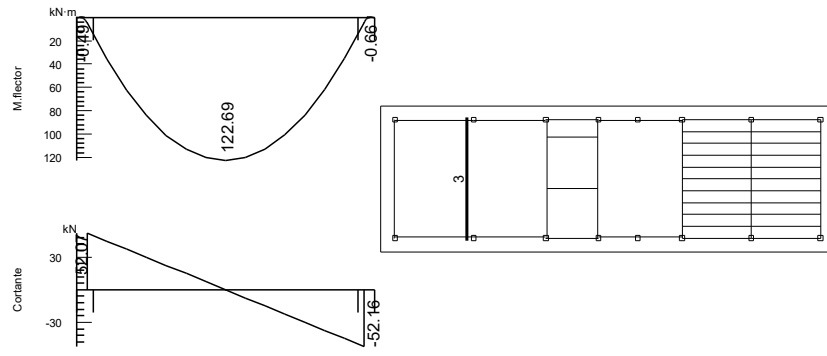


ETAP TORRELAGUNA
2 +880.25 CUBIERTA

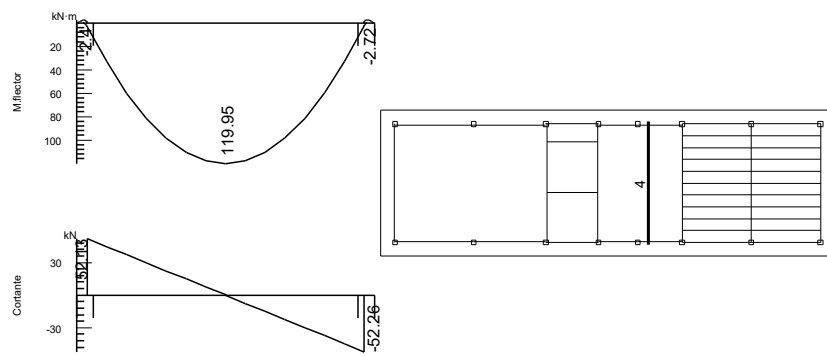


Envolvente

ETAP TORRELAGUNA
3 +880.25 CUBIERTA



ETAP TORRELAGUNA
4 +880.25 CUBIERTA



Comprobación de resistencia

Comprobación de resistencia
El perfil seleccionado cumple todas las comprobaciones.
Aprovechamiento: 94.27 %

Barra pésima en cubierta

Perfil: IPE 160 Material: S275								
	Nudos			Longitud (m)	Características mecánicas			
	Inicial	Final	Área (cm²)		I _y ⁽¹⁾ (cm4)	I _z ⁽¹⁾ (cm4)	I _t ⁽²⁾ (cm4)	
	0.475, 11.500, 5.100	0.475, 5.750, 5.100	5.750	20.10	869.00	68.30	3.54	
	Notas: (1) Inercia respecto al eje indicado (2) Momento de inercia a torsión uniforme							
		Pandeo		Pandeo lateral				
		Plano XY	Plano XZ	Ala sup.		Ala inf.		
	β	0.00	1.00	0.00		1.00		
	L _K	0.000	5.750	0.000		5.750		
	C _m	1.000	1.000	1.000		1.300		
	C ₁	-			1.000			
	Notación: b: Coeficiente de pandeo L _K : Longitud de pandeo (m) C _m : Coeficiente de momentos C ₁ : Factor de modificación para el momento crítico							

Barra	COMPROBACIONES (CTE DB SE-A)														Estado	
	$\bar{\lambda}$	λ_w	N_t	N_c	M_y	M_z	V_z	V_y	$M_y V_z$	$M_z V_y$	$NM_y M_z$	$NM_y M_z V_y V_z$	M_t	$M_y V_z$		$M_z V_y$
pésima en cubierta	N.P. ⁽¹⁾	x: 0.958 m $\lambda_w \leq \lambda_{w,max}$ Cumple	$N_{ed} = 0.00$ N.P. ⁽²⁾	$N_{ed} = 0.00$ N.P. ⁽³⁾	x: 2.875 m $\eta = 94.3$	$M_{ed} = 0.00$ N.P. ⁽⁴⁾	x: 0 m $\eta = 4.3$	$V_{ed} = 0.00$ N.P. ⁽⁵⁾	x: 0.958 m $\eta < 0.1$	N.P. ⁽⁶⁾	N.P. ⁽⁷⁾	N.P. ⁽⁸⁾	x: 0 m $\eta = 35.6$	x: 0 m $\eta = 5.1$	N.P. ⁽⁹⁾	CUMPLE h = 94.3
Notación: 1: Limitación de esbeltez λ _w : Abolladura del alma inducida por el ala comprimida N: Resistencia a tracción N _t : Resistencia a compresión M _y : Resistencia a flexión eje Y M _z : Resistencia a flexión eje Z V _y : Resistencia a corte Y V _z : Resistencia a corte Z M _y V _z : Resistencia a momento flector Y y fuerza cortante Z combinados M _z V _y : Resistencia a momento flector Z y fuerza cortante Y combinados NM _y M _z : Resistencia a flexión y axil combinados NM _y M _z V _y V _z : Resistencia a flexión, axil y cortante combinados M _t : Resistencia a torsión M _y V _z : Resistencia a cortante Z y momento torsor combinados M _z V _y : Resistencia a cortante Y y momento torsor combinados x: Distancia al origen de la barra h: Coeficiente de aprovechamiento (%) N.P.: No procede																
Comprobaciones que no proceden (N.P.): ⁽¹⁾ La comprobación no procede, ya que no hay axil de compresión ni de tracción. ⁽²⁾ La comprobación no procede, ya que no hay axil de tracción. ⁽³⁾ La comprobación no procede, ya que no hay axil de compresión. ⁽⁴⁾ La comprobación no procede, ya que no hay momento flector. ⁽⁵⁾ La comprobación no procede, ya que no hay esfuerzo cortante. ⁽⁶⁾ No hay interacción entre momento flector y esfuerzo cortante para ninguna combinación. Por lo tanto, la comprobación no procede. ⁽⁷⁾ No hay interacción entre axil y momento flector ni entre momentos flectores en ambas direcciones para ninguna combinación. Por lo tanto, la comprobación no procede. ⁽⁸⁾ No hay interacción entre momento flector, axil y cortante para ninguna combinación. Por lo tanto, la comprobación no procede. ⁽⁹⁾ No hay interacción entre momento torsor y esfuerzo cortante para ninguna combinación. Por lo tanto, la comprobación no procede.																

Limitación de esbeltez (CTE DB SE-A, Artículos 6.3.1 y 6.3.2.1 - Tabla 6.3)

La comprobación no procede, ya que no hay axil de compresión ni de tracción.

Abolladura del alma inducida por el ala comprimida (Criterio de CYPE, basado en: Eurocódigo 3 EN 1993-1-5: 2006, Artículo 8)

Se debe satisfacer:

$$\frac{h_w}{t_w} \leq k \frac{E}{f_{yf}} \sqrt{\frac{A_w}{A_{fc,ef}}}$$

29.04 ≤ 250.58 ✓

Donde:

h_w : Altura del alma.

t_w : Espesor del alma.

A_w : Área del alma.

$A_{fc,ef}$: Área reducida del ala comprimida.

k : Coeficiente que depende de la clase de la sección.

E : Módulo de elasticidad.

f_{yf} : Límite elástico del acero del ala comprimida.

Siendo:

$$f_{yf} = f_y$$

h_w : 145.20 mm

t_w : 5.00 mm

A_w : 7.26 cm²

$A_{fc,ef}$: 6.07 cm²

k : 0.30

E : 210000 MPa

f_{yf} : 275.00 MPa

Resistencia a tracción (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.3)

La comprobación no procede, ya que no hay axil de tracción.

Resistencia a compresión (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.5)

La comprobación no procede, ya que no hay axil de compresión.

Resistencia a flexión eje Y (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.6)

Se debe satisfacer:

$$\eta = \frac{M_{Ed}}{M_{c,Rd}} \leq 1$$

η : 0.277 ✓

$$\eta = \frac{M_{Ed}}{M_{b,Rd}} \leq 1$$

η : 0.943 ✓

Para flexión positiva:

M_{Ed}^+ : Momento flector solicitante de cálculo pésimo.

M_{Ed}^+ : 0.00 kN·m

Para flexión negativa:

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en un punto situado a una distancia de 2.875 m del nudo 0.475, 11.500, 5.100, para la combinación de acciones 0.80*G1 + 0.80*G2 + 1.50*V H2.

M_{Ed}^- : Momento flector solicitante de cálculo pésimo.

M_{Ed}^- : 8.98 kN·m

El momento flector resistente de cálculo $M_{c,Rd}$ viene dado por:

$$M_{c,Rd} = W_{pl,y} \cdot f_{yd}$$

$M_{c,Rd}$: 32.48 kN·m

Donde:

Clase: Clase de la sección, según la capacidad de deformación y de desarrollo de la resistencia plástica de los elementos planos de una sección a flexión simple.

Clase : 1

$W_{pl,y}$: Módulo resistente plástico correspondiente a la fibra con mayor tensión, para las secciones de clase 1 y 2.

$W_{pl,y}$: 124.00 cm³

f_{yd} : Resistencia de cálculo del acero.

f_{yd} : 261.90 MPa

$$f_{yd} = f_y / \gamma_{M0}$$

Siendo:

f_y : Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)

f_y : 275.00 MPa

g_{Mo} : Coeficiente parcial de seguridad del material.

$$g_{Mo} : \underline{1.05}$$

Resistencia a pandeo lateral: (CTE DB SE-A, Artículo 6.3.3.2)

El momento flector resistente de cálculo $M_{b,Rd}$ viene dado por:

$$M_{b,Rd}^+ = \chi_{LT} \cdot W_{pl,y}^+ \cdot f_{yd}$$

$$M_{b,Rd}^+ : \underline{32.48} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

$$M_{b,Rd}^- = \chi_{LT} \cdot W_{pl,y}^- \cdot f_{yd}$$

$$M_{b,Rd}^- : \underline{9.53} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

Donde:

$W_{pl,y}$: Módulo resistente plástico correspondiente a la fibra con mayor tensión, para las secciones de clase 1 y 2.

$$W_{pl,y} : \underline{124.00} \text{ cm}^3$$

f_{yd} : Resistencia de cálculo del acero.

$$f_{yd} : \underline{261.90} \text{ MPa}$$

$$f_{yd} = f_y / \gamma_{M1}$$

Siendo:

f_y : Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)

$$f_y : \underline{275.00} \text{ MPa}$$

g_{M1} : Coeficiente parcial de seguridad del material.

$$g_{M1} : \underline{1.05}$$

c_{LT} : Factor de reducción por pandeo lateral.

$$\chi_{LT} = \frac{1}{\Phi_{LT} + \sqrt{\Phi_{LT}^2 - \bar{\lambda}_{LT}^2}} \leq 1$$

$$c_{LT}^+ : \underline{1.00}$$

$$c_{LT}^- : \underline{0.29}$$

Siendo:

$$\Phi_{LT} = 0.5 \cdot \left[1 + \alpha_{LT} \cdot (\bar{\lambda}_{LT} - 0.2) + \bar{\lambda}_{LT}^2 \right]$$

$$f_{LT}^+ : \underline{0.00}$$

$$f_{LT}^- : \underline{2.14}$$

α_{LT} : Coeficiente de imperfección elástica.

$$a_{LT} : \underline{0.21}$$

$\bar{\lambda}_{LT}$: Esbeltez reducida.

$$\bar{\lambda}_{LT}^+ = \sqrt{\frac{W_{pl,y}^+ \cdot f_y}{M_{cr}}}$$

$$\bar{\lambda}_{LT}^+ : \underline{0.00}$$

$$\bar{\lambda}_{LT}^- = \sqrt{\frac{W_{pl,y}^- \cdot f_y}{M_{cr}}}$$

$$\bar{\lambda}_{LT}^- : \underline{1.72}$$

M_{cr} : Momento crítico elástico de pandeo lateral.

$$M_{cr}^+ : \underline{\infty}$$

$$M_{cr}^- : \underline{11.53} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

El momento crítico elástico de pandeo lateral M_{cr} se determina según la teoría de la elasticidad:

$$M_{cr} = \sqrt{M_{LTV}^2 + M_{LTW}^2}$$

Siendo:

M_{LTV} : Componente que representa la resistencia por torsión uniforme de la barra.

$$M_{LTV} = C_1 \cdot \frac{\pi}{L_c} \cdot \sqrt{G \cdot I_t \cdot E \cdot I_z}$$

$$M_{LTV}^+ : \underline{\infty}$$

$$M_{LTV}^- : \underline{11.08} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

M_{LTW} : Componente que representa la resistencia por torsión no uniforme de la barra.

$$M_{LTW} = W_{el,y} \cdot \frac{\pi^2 \cdot E}{L_c^2} \cdot C_1 \cdot i_{f,z}^2$$

$$M_{LTW}^+ : \underline{\infty}$$

$$M_{LTW}^- : \underline{3.18} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

Siendo:

$W_{el,y}$: Módulo resistente elástico de la sección bruta, obtenido para la fibra más comprimida.

$$W_{el,y} : \underline{108.63} \text{ cm}^3$$

I_z : Momento de inercia de la sección bruta, respecto al eje Z.

$$I_z : \underline{68.30} \text{ cm}^4$$

I_t : Momento de inercia a torsión uniforme.

$$I_t : \underline{3.54} \text{ cm}^4$$

E: Módulo de elasticidad.

$$E : \underline{210000} \text{ MPa}$$

G: Módulo de elasticidad transversal.

$$G : \underline{81000} \text{ MPa}$$

L_c^+ : Longitud efectiva de pandeo lateral del ala superior.

L_c^+ : 0.000 m

L_c^- : Longitud efectiva de pandeo lateral del ala inferior.

L_c^- : 5.750 m

C_1 : Factor que depende de las condiciones de apoyo y de la forma de la ley de momentos flectores sobre la barra.

C_1 : 1.00

$i_{f,z}$: Radio de giro, respecto al eje de menor inercia de la sección, del soporte formado por el ala comprimida y la tercera parte de la zona comprimida del alma adyacente al ala comprimida.

$i_{f,z}^+$: 2.16 cm

$i_{f,z}^-$: 2.16 cm

Resistencia a flexión eje Z (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.6)

La comprobación no procede, ya que no hay momento flector.

Resistencia a corte Z (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.4)

Se debe satisfacer:

$$\eta = \frac{V_{Ed}}{V_{c,Rd}} \leq 1$$

$$h : \underline{0.043} \quad \checkmark$$

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo 0.475, 11.500, 5.100, para la combinación de acciones 0.80*G1 + 0.80*G2 + 1.50*V H2.

V_{Ed} : Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo.

$$V_{Ed} : \underline{6.28} \text{ kN}$$

El esfuerzo cortante resistente de cálculo $V_{c,Rd}$ viene dado por:

$$V_{c,Rd} = A_v \cdot \frac{f_{yd}}{\sqrt{3}}$$

$$V_{c,Rd} : \underline{146.16} \text{ kN}$$

Donde:

A_v : Área transversal a cortante.

$$A_v : \underline{9.67} \text{ cm}^2$$

$$A_v = A - 2 \cdot b \cdot t_f + (t_w + 2 \cdot r) \cdot t_f$$

Siendo:

A: Área bruta de la sección transversal de la barra.

$$A : \underline{20.10} \text{ cm}^2$$

b: Ancho de la sección.

$$b : \underline{82.00} \text{ mm}$$

t_f : Espesor del ala.

$$t_f : \underline{7.40} \text{ mm}$$

t_w : Espesor del alma.

$$t_w : \underline{5.00} \text{ mm}$$

r: Radio de acuerdo entre ala y alma.

$$r : \underline{9.00} \text{ mm}$$

f_{yd} : Resistencia de cálculo del acero.

$$f_{yd} : \underline{261.90} \text{ MPa}$$

$$f_{yd} = f_y / \gamma_{M0}$$

Siendo:

f_y : Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)

$$f_y : \underline{275.00} \text{ MPa}$$

γ_{M0} : Coeficiente parcial de seguridad del material.

$$\gamma_{M0} : \underline{1.05}$$

Abolladura por cortante del alma: (CTE DB SE-A, Artículo 6.3.3.4)

Aunque no se han dispuesto rigidizadores transversales, no es necesario comprobar la resistencia a la abolladura del alma, puesto que se cumple:

$$\frac{d}{t_w} < 70 \cdot \varepsilon$$

$$25.44 < 64.71 \quad \checkmark$$

Donde:

l_w : Esbeltez del alma.

$$l_w : \underline{25.44}$$

$$\lambda_w = \frac{d}{t_w}$$

l_{\max} : Esbeltez máxima.

$$l_{\max} : \underline{64.71}$$

$$\lambda_{\max} = 70 \cdot \varepsilon$$

e: Factor de reducción.

$$e : \underline{0.92}$$

$$\varepsilon = \sqrt{\frac{f_{ref}}{f_y}}$$

Siendo:

f_{ref} : Límite elástico de referencia.

$$f_{ref} : \underline{235.00} \text{ MPa}$$

f_y : Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)

$$f_y : \underline{275.00} \text{ MPa}$$

Resistencia a corte Y (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.4)

La comprobación no procede, ya que no hay esfuerzo cortante.

Resistencia a momento flector Y y fuerza cortante Z combinados (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8)

No es necesario reducir la resistencia de cálculo a flexión, ya que el esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo V_{Ed} no es superior al 50% de la resistencia de cálculo a cortante $V_{c,Rd}$.

$$V_{Ed} \leq \frac{V_{c,Rd}}{2}$$

$$4.16 \text{ kN} \leq 73.08 \text{ kN}$$



Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen en un punto situado a una distancia de 0.958 m del nudo 0.475, 11.500, 5.100, para la combinación de acciones $0.80 \cdot G1 + 0.80 \cdot G2 + 1.50 \cdot V H2$.

V_{Ed} : Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo.

$$V_{Ed} : \underline{4.16} \text{ kN}$$

$V_{c,Rd}$: Esfuerzo cortante resistente de cálculo.

$$V_{c,Rd} : \underline{146.16} \text{ kN}$$

Resistencia a momento flector Z y fuerza cortante Y combinados (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8)

No hay interacción entre momento flector y esfuerzo cortante para ninguna combinación. Por lo tanto, la comprobación no procede.

Resistencia a flexión y axil combinados (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8)

No hay interacción entre axil y momento flector ni entre momentos flectores en ambas direcciones para ninguna combinación. Por lo tanto, la comprobación no procede.

Resistencia a flexión, axil y cortante combinados (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8)

No hay interacción entre momento flector, axil y cortante para ninguna combinación. Por lo tanto, la comprobación no procede.

Resistencia a torsión (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.7)

Se debe satisfacer:

$$\eta = \frac{M_{T,Ed}}{M_{T,Rd}} \leq 1$$

$$\eta : \underline{0.356}$$



El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo 0.475, 11.500, 5.100, para la combinación de acciones $0.80 \cdot G1 + 0.80 \cdot G2 + 1.50 \cdot V H2$.

$M_{T,Ed}$: Momento torsor solicitante de cálculo pésimo.

$$M_{T,Ed} : \underline{0.26} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

El momento torsor resistente de cálculo $M_{T,Rd}$ viene dado por:

$$M_{T,Rd} = \frac{1}{\sqrt{3}} \cdot W_T \cdot f_{yd}$$

$$M_{T,Rd} : \underline{0.72} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

Donde:

W_T : Módulo de resistencia a torsión.

$$W_T : \underline{4.78} \text{ cm}^3$$

f_{yd} : Resistencia de cálculo del acero.

$$f_{yd} : \underline{261.90} \text{ MPa}$$

$$f_{yd} = f_y / \gamma_{M0}$$

Siendo:

f_y : Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)

$$f_y : \underline{275.00} \text{ MPa}$$

γ_{M0} : Coeficiente parcial de seguridad del material.

$$\gamma_{M0} : \underline{1.05}$$

Resistencia a cortante Z y momento torsor combinados (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8)

Se debe satisfacer:

$$\eta = \frac{V_{Ed}}{V_{pl,T,Rd}} \leq 1$$

$$h : \underline{0.051} \quad \checkmark$$

Los esfuerzos solicitantes de cálculo p^{és}imos se producen en el nudo 0.475, 11.500, 5.100, para la combinaci3n de acciones $0.80 \cdot G1 + 0.80 \cdot G2 + 1.50 \cdot V H2$.

V_{Ed} : Esfuerzo cortante solicitante de c3lculo p^{és}imo.

$$V_{Ed} : \underline{6.28} \text{ kN}$$

$M_{T,Ed}$: Momento torsor solicitante de c3lculo p^{és}imo.

$$M_{T,Ed} : \underline{0.26} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

El esfuerzo cortante resistente de c3lculo reducido $V_{pl,T,Rd}$ viene dado por:

$$V_{pl,T,Rd} = \sqrt{1 - \frac{\tau_{T,Ed}}{1.25 \cdot f_{yd} / \sqrt{3}}} \cdot V_{pl,Rd}$$

$$V_{pl,T,Rd} : \underline{123.60} \text{ kN}$$

Donde:

$V_{pl,Rd}$: Esfuerzo cortante resistente de c3lculo.

$$V_{pl,Rd} : \underline{146.16} \text{ kN}$$

$\tau_{T,Ed}$: Tensiones tangenciales por torsi3n.

$$t_{T,Ed} : \underline{53.85} \text{ MPa}$$

$$\tau_{T,Ed} = \frac{M_{T,Ed}}{W_t}$$

Siendo:

W_T : M3dulo de resistencia a torsi3n.

$$W_T : \underline{4.78} \text{ cm}^3$$

f_{yd} : Resistencia de c3lculo del acero.

$$f_{yd} : \underline{261.90} \text{ MPa}$$

$$f_{yd} = f_y / \gamma_{MO}$$

Siendo:

f_y : L3mite el3stico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)

$$f_y : \underline{275.00} \text{ MPa}$$

γ_{MO} : Coeficiente parcial de seguridad del material.

$$\gamma_{MO} : \underline{1.05}$$

Resistencia a cortante Y y momento torsor combinados (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8)

No hay interacci3n entre momento torsor y esfuerzo cortante para ninguna combinaci3n. Por lo tanto, la comprobaci3n no procede.

Comprobación de flecha
El perfil seleccionado cumple todas las comprobaciones. Porcentajes de aprovechamiento: - Flecha: 95.60 %

Coordenadas del nudo inicial: 0.475, 5.750, 5.100

Coordenadas del nudo final: 0.475, 0.000, 5.100

El aprovechamiento pésimo se produce para la combinación de hipótesis $1.00 \cdot G1 + 1.00 \cdot G2 + 1.00 \cdot N(EI) + 1.00 \cdot V H1$ a una distancia 2.875 m del origen en el primer vano de la correa.
($I_y = 869 \text{ cm}^4$) ($I_z = 68 \text{ cm}^4$)

ÍNDICE

1.- VIGAS.....	2
1.1.- +880.25 CUBIERTA	2

1.- VIGAS

1.1.- +880.25 CUBIERTA

Vigas	COMPROBACIONES DE RESISTENCIA (INSTRUCCIÓN DE HORMIGÓN ESTRUCTURAL EHE-08)															Estado
	Disp.	Arm.	Q	N,M	T _c	T _{st}	T _{sl}	TNM _x	TV _x	TV _y	TV _{xSt}	TV _{ySt}	T _{Geom.}	T _{Disp.-sl}	T _{Disp.-st}	
P1 - P2	Cumple	Cumple	'0.458 m' η = 95.8	'2.055 m' η = 92.3	'0.000 m' η = 14.5	N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽²⁾	N.P. ⁽³⁾	'0.000 m' η = 7.2	N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽¹⁾	CUMPLE h = 95.8
P2 - P3	Cumple	Cumple	'4.892 m' η = 93.1	'P2' η = 81.1	'0.000 m' η = 20.0	N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽²⁾	N.P. ⁽³⁾	'0.000 m' η = 11.5	N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽¹⁾	CUMPLE h = 93.1
P3 - P15	Cumple	Cumple	'0.458 m' η = 24.5	'P3' η = 53.6	N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽²⁾	N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽¹⁾	CUMPLE h = 53.6
P15 - P4	Cumple	Cumple	'2.292 m' η = 71.6	'P4' η = 55.8	'2.601 m' η = 16.0	N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽²⁾	N.P. ⁽³⁾	'2.750 m' η = 7.0	N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽¹⁾	CUMPLE h = 71.6
P4 - P5	Cumple	Cumple	'0.458 m' η = 71.6	'P4' η = 51.8	'3.050 m' η = 13.5	N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽²⁾	N.P. ⁽³⁾	'0.000 m' η = 5.0	N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽¹⁾	CUMPLE h = 71.6
B10 - B11	Cumple	Cumple	'0.000 m' η = 9.1	'1.750 m' η = 18.7	N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽²⁾	N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽¹⁾	CUMPLE h = 18.7
B8 - B9	Cumple	Cumple	'0.000 m' η = 9.1	'1.750 m' η = 18.6	N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽²⁾	N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽¹⁾	CUMPLE h = 18.6
P14 - P13	Cumple	Cumple	'5.188 m' η = 95.7	'2.055 m' η = 92.2	'0.000 m' η = 15.8	N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽²⁾	N.P. ⁽³⁾	'0.000 m' η = 7.9	N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽¹⁾	CUMPLE h = 95.7
P13 - P12	Cumple	Cumple	'4.892 m' η = 92.6	'P13' η = 81.6	'0.000 m' η = 22.3	N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽²⁾	N.P. ⁽³⁾	'0.000 m' η = 13.0	N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽¹⁾	CUMPLE h = 92.6
P12 - P16	Cumple	Cumple	'0.458 m' η = 24.5	'P12' η = 53.4	N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽²⁾	N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽¹⁾	CUMPLE h = 53.4
P16 - P11	Cumple	Cumple	'2.292 m' η = 71.9	'P11' η = 56.3	'2.601 m' η = 17.6	N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽²⁾	N.P. ⁽³⁾	'2.750 m' η = 7.8	N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽¹⁾	CUMPLE h = 71.9
P11 - P10	Cumple	Cumple	'0.458 m' η = 72.1	'P11' η = 52.4	'3.050 m' η = 13.8	N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽²⁾	N.P. ⁽³⁾	'0.000 m' η = 5.6	N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽¹⁾	CUMPLE h = 72.1
P1 - P14	Cumple	Cumple	'8.792 m' η = 39.8	'9.050 m' η = 92.6	N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽²⁾	N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽¹⁾	CUMPLE h = 92.6
P3 - P12	Cumple	Cumple	'0.458 m' η = 88.7	'3.262 m' η = 85.2	N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽²⁾	N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽¹⁾	CUMPLE h = 88.7
P15 - P16	Cumple	Cumple	'0.458 m' η = 88.9	'3.262 m' η = 85.5	N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽²⁾	N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽¹⁾	CUMPLE h = 88.9

Notación:
Disp.: Disposiciones relativas a las armaduras
Arm.: Armadura mínima y máxima
Q: Estado límite de agotamiento frente a cortante (combinaciones no sísmicas)
N,M: Estado límite de agotamiento frente a solicitaciones normales (combinaciones no sísmicas)
T_c: Estado límite de agotamiento por torsión. Compresión oblicua.
T_{st}: Estado límite de agotamiento por torsión. Tracción en el alma.
T_{sl}: Estado límite de agotamiento por torsión. Tracción en las armaduras longitudinales.
TNM_x: Estado límite de agotamiento por torsión. Interacción entre torsión y esfuerzos normales. Flexión alrededor del eje X.
TV_x: Estado límite de agotamiento por torsión. Interacción entre torsión y cortante en el eje X. Compresión oblicua
TV_y: Estado límite de agotamiento por torsión. Interacción entre torsión y cortante en el eje Y. Compresión oblicua
TV_{xSt}: Estado límite de agotamiento por torsión. Interacción entre torsión y cortante en el eje X. Tracción en el alma.
TV_{ySt}: Estado límite de agotamiento por torsión. Interacción entre torsión y cortante en el eje Y. Tracción en el alma.
T_{Geom.}: Estado límite de agotamiento por torsión. Relación entre las dimensiones de la sección.
T_{Disp.-sl}: Estado límite de agotamiento por torsión. Separación entre las barras de la armadura longitudinal.
T_{Disp.-st}: Estado límite de agotamiento por torsión. Separación entre las barras de la armadura transversal.
x: Distancia al origen de la barra
h: Coeficiente de aprovechamiento (%)
N.P.: No procede

Comprobaciones que no proceden (N.P.):
⁽¹⁾ La comprobación del estado límite de agotamiento por torsión no procede, ya que no hay momento torsor.
⁽²⁾ La comprobación no procede, ya que no hay interacción entre torsión y esfuerzos normales.
⁽³⁾ No hay interacción entre torsión y cortante para ninguna combinación. Por lo tanto, la comprobación no procede.

Vigas	COMPROBACIONES DE FISURACIÓN (INSTRUCCIÓN DE HORMIGÓN ESTRUCTURAL EHE-08)									Estado
	σ _c	W _{k,C,Sup.}	W _{k,C,Lat.Der.}	W _{k,C,Inf.}	W _{k,C,Lat.Ala Izq}	W _{k,C,Sup.Ala Izq.}	W _{k,C,Lat.Izq Alma}	σ _{gr}	V _{fis}	
P1 - P2	x: 2.446 m Cumple	x: 5.9 m Cumple	N.P. ⁽¹⁾	x: 2.446 m No cumple	x: 2.446 m Cumple	x: 5.9 m Cumple	N.P. ⁽¹⁾	x: 4.013 m Cumple	Cumple	NO CUMPLE
P2 - P3	x: 0 m Cumple	x: 0 m Cumple	N.P. ⁽²⁾	x: 3.195 m Cumple	x: 3.195 m Cumple	x: 0 m Cumple	N.P. ⁽²⁾	x: 2.412 m Cumple	Cumple	CUMPLE
P15 - P4	x: 2.75 m Cumple	N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽¹⁾	Cumple	CUMPLE
P4 - P5	x: 1.85 m Cumple	N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽¹⁾	Cumple	CUMPLE
P15 - P16	x: 3.775 m Cumple	N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽¹⁾	x: 3.775 m Cumple	x: 3.775 m Cumple	N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽¹⁾	x: 7.171 m Cumple	Cumple	CUMPLE

Vigas	COMPROBACIONES DE FISURACIÓN (INSTRUCCIÓN DE HORMIGÓN ESTRUCTURAL EHE-08)							Estado
	σ_c	$W_{k,C,sup.}$	$W_{k,C,lat.Der.}$	$W_{k,C,inf.}$	$W_{k,C,lat.Izq.}$	σ_{sr}	V_{fs}	
P3 - P15	x: 0 m Cumple	N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽¹⁾	Cumple	CUMPLE
B10 - B11	x: 1.75 m Cumple	N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽¹⁾	x: 0 m Cumple	CUMPLE
B8 - B9	x: 1.75 m Cumple	N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽¹⁾	x: 0 m Cumple	CUMPLE
P12 - P16	x: 0 m Cumple	N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽¹⁾	Cumple	CUMPLE
P1 - P14	x: 4.525 m Cumple	x: 9.05 m Cumple	N.P. ⁽¹⁾	x: 4.525 m Cumple	N.P. ⁽¹⁾	x: 3.133 m Cumple	Cumple	CUMPLE

Vigas	COMPROBACIONES DE FISURACIÓN (INSTRUCCIÓN DE HORMIGÓN ESTRUCTURAL EHE-08)									Estado
	σ_c	$W_{k,C,sup.}$	$W_{k,C,lat.Der.Alma}$	$W_{k,C,sup.Ala.Der.}$	$W_{k,C,lat.Ala.Der.}$	$W_{k,C,inf.}$	$W_{k,C,lat.Izq.}$	σ_{sr}	V_{fs}	
P14 - P13	x: 2.446 m Cumple	x: 5.9 m Cumple	N.P. ⁽¹⁾	x: 5.9 m Cumple	x: 2.446 m Cumple	x: 2.446 m No cumple	N.P. ⁽¹⁾	x: 4.013 m Cumple	Cumple	NO CUMPLE
P13 - P12	x: 0 m Cumple	x: 0 m Cumple	N.P. ⁽²⁾	x: 0 m Cumple	x: 3.195 m Cumple	x: 3.195 m Cumple	N.P. ⁽²⁾	x: 2.412 m Cumple	Cumple	CUMPLE
P16 - P11	x: 2.75 m Cumple	N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽¹⁾	Cumple	CUMPLE
P11 - P10	x: 1.85 m Cumple	N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽¹⁾	Cumple	CUMPLE
P3 - P12	x: 3.775 m Cumple	N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽¹⁾	x: 3.775 m Cumple	x: 3.775 m Cumple	N.P. ⁽¹⁾	x: 7.171 m Cumple	Cumple	CUMPLE

Notación:

s_c : Fisuración por compresión
 $W_{k,C,sup.}$: Fisuración por tracción: Cara superior
 $W_{k,C,lat.Der.}$: Fisuración por tracción: Cara lateral derecha
 $W_{k,C,inf.}$: Fisuración por tracción: Cara inferior
 $W_{k,C,lat.Ala.Izq.}$: Fisuración por tracción: Cara lateral del ala izquierda
 $W_{k,C,sup.Ala.Izq.}$: Fisuración por tracción: Cara superior del ala izquierda
 $W_{k,C,lat.Izq.Alma}$: Fisuración por tracción: Cara lateral izquierda del alma
 s_p : Área mínima de armadura
 V_{fs} : Fisuración por cortante
 x : Distancia al origen de la barra
 h : Coeficiente de aprovechamiento (%)
 $N.P.$: No procede
 $W_{k,C,lat.Izq.}$: Fisuración por tracción: Cara lateral izquierda
 $W_{k,C,lat.Der.Alma}$: Fisuración por tracción: Cara lateral derecha del alma
 $W_{k,C,sup.Ala.Der.}$: Fisuración por tracción: Cara superior del ala derecha
 $W_{k,C,lat.Ala.Der.}$: Fisuración por tracción: Cara lateral del ala derecha

Comprobaciones que no proceden (N.P.):

- ⁽¹⁾ La comprobación no procede, ya que la tensión de tracción máxima en el hormigón no supera la resistencia a tracción del mismo.
⁽²⁾ La comprobación no procede, ya que no hay ninguna armadura traccionada.

Comprobaciones de flecha				
Vigas	Sobrecarga (Característica) $f_{i,Q} \leq f_{i,Q,lim}$ $f_{i,Q,lim} = L/350$	A plazo infinito (Cuasipermanente) $f_{T,max} \leq f_{T,lim}$ $f_{T,lim} = \text{Min.}(L/300, L/500+10.00)$	Activa (Característica) $f_{A,max} \leq f_{A,lim}$ $f_{A,lim} = L/300$	Estado
P1 - P2	$f_{i,Q}$: 1.50 mm $f_{i,Q,lim}$: 16.86 mm	$f_{T,max}$: 13.36 mm $f_{T,lim}$: 19.67 mm	$f_{A,max}$: 11.05 mm $f_{A,lim}$: 19.67 mm	CUMPLE
P2 - P3	$f_{i,Q}$: 0.11 mm $f_{i,Q,lim}$: 13.74 mm	$f_{T,max}$: 2.01 mm $f_{T,lim}$: 15.96 mm	$f_{A,max}$: 1.29 mm $f_{A,lim}$: 15.95 mm	CUMPLE
P3 - P15	$f_{i,Q}$: 0.16 mm $f_{i,Q,lim}$: 21.71 mm	$f_{T,max}$: 2.97 mm $f_{T,lim}$: 25.20 mm	$f_{A,max}$: 1.94 mm $f_{A,lim}$: 25.33 mm	CUMPLE
P15 - P4	$f_{i,Q}$: 0.01 mm $f_{i,Q,lim}$: 7.86 mm	$f_{T,max}$: 0.20 mm $f_{T,lim}$: 8.64 mm	$f_{A,max}$: 0.13 mm $f_{A,lim}$: 8.67 mm	CUMPLE

Comprobaciones de flecha				
Vigas	Sobrecarga (Característica) $f_{i,Q} \leq f_{i,Q,lim}$ $f_{i,Q,lim} = L/350$	A plazo infinito (Cuasipermanente) $f_{T,max} \leq f_{T,lim}$ $f_{T,lim} = \text{Min.}(L/300, L/500+10.00)$	Activa (Característica) $f_{A,max} \leq f_{A,lim}$ $f_{A,lim} = L/300$	Estado
P4 - P5	$f_{i,Q}: 0.01 \text{ mm}$ $f_{i,Q,lim}: 9.00 \text{ mm}$	$f_{T,max}: 0.46 \text{ mm}$ $f_{T,lim}: 10.50 \text{ mm}$	$f_{A,max}: 0.28 \text{ mm}$ $f_{A,lim}: 10.50 \text{ mm}$	CUMPLE
B10 - B11	$f_{i,Q}: 0.04 \text{ mm}$ $f_{i,Q,lim}: 10.00 \text{ mm}$	$f_{T,max}: 1.17 \text{ mm}$ $f_{T,lim}: 11.67 \text{ mm}$	$f_{A,max}: 0.65 \text{ mm}$ $f_{A,lim}: 11.67 \text{ mm}$	CUMPLE
B8 - B9	$f_{i,Q}: 0.04 \text{ mm}$ $f_{i,Q,lim}: 10.00 \text{ mm}$	$f_{T,max}: 1.16 \text{ mm}$ $f_{T,lim}: 11.67 \text{ mm}$	$f_{A,max}: 0.64 \text{ mm}$ $f_{A,lim}: 11.67 \text{ mm}$	CUMPLE
P14 - P13	$f_{i,Q}: 1.50 \text{ mm}$ $f_{i,Q,lim}: 16.86 \text{ mm}$	$f_{T,max}: 13.27 \text{ mm}$ $f_{T,lim}: 19.67 \text{ mm}$	$f_{A,max}: 10.99 \text{ mm}$ $f_{A,lim}: 19.67 \text{ mm}$	CUMPLE
P13 - P12	$f_{i,Q}: 0.11 \text{ mm}$ $f_{i,Q,lim}: 13.76 \text{ mm}$	$f_{T,max}: 2.05 \text{ mm}$ $f_{T,lim}: 15.98 \text{ mm}$	$f_{A,max}: 1.31 \text{ mm}$ $f_{A,lim}: 15.96 \text{ mm}$	CUMPLE
P12 - P16	$f_{i,Q}: 0.16 \text{ mm}$ $f_{i,Q,lim}: 21.71 \text{ mm}$	$f_{T,max}: 3.02 \text{ mm}$ $f_{T,lim}: 25.20 \text{ mm}$	$f_{A,max}: 1.94 \text{ mm}$ $f_{A,lim}: 25.33 \text{ mm}$	CUMPLE
P16 - P11	$f_{i,Q}: 0.01 \text{ mm}$ $f_{i,Q,lim}: 7.86 \text{ mm}$	$f_{T,max}: 0.20 \text{ mm}$ $f_{T,lim}: 8.62 \text{ mm}$	$f_{A,max}: 0.13 \text{ mm}$ $f_{A,lim}: 8.67 \text{ mm}$	CUMPLE
P11 - P10	$f_{i,Q}: 0.01 \text{ mm}$ $f_{i,Q,lim}: 9.00 \text{ mm}$	$f_{T,max}: 0.46 \text{ mm}$ $f_{T,lim}: 10.50 \text{ mm}$	$f_{A,max}: 0.28 \text{ mm}$ $f_{A,lim}: 10.50 \text{ mm}$	CUMPLE
P1 - P14	$f_{i,Q}: 1.99 \text{ mm}$ $f_{i,Q,lim}: 25.86 \text{ mm}$	$f_{T,max}: 16.97 \text{ mm}$ $f_{T,lim}: 28.10 \text{ mm}$	$f_{A,max}: 11.07 \text{ mm}$ $f_{A,lim}: 30.17 \text{ mm}$	CUMPLE
P3 - P12	$f_{i,Q}: 2.74 \text{ mm}$ $f_{i,Q,lim}: 25.86 \text{ mm}$	$f_{T,max}: 39.80 \text{ mm}$ $f_{T,lim}: 28.10 \text{ mm}$	$f_{A,max}: 27.43 \text{ mm}$ $f_{A,lim}: 30.17 \text{ mm}$	NO CUMPLE
P15 - P16	$f_{i,Q}: 2.78 \text{ mm}$ $f_{i,Q,lim}: 25.86 \text{ mm}$	$f_{T,max}: 39.87 \text{ mm}$ $f_{T,lim}: 28.10 \text{ mm}$	$f_{A,max}: 27.55 \text{ mm}$ $f_{A,lim}: 30.17 \text{ mm}$	NO CUMPLE

Tramos	COMPROBACIONES DE RESISTENCIA (CTE DB SE-A)														Estado
	$\bar{\lambda}$	λ_w	N_{Ed}	N_{Ed}	M_{Ed}	M_{Ed}	V_{Ed}	M_{Ed}	M_{Ed}	N_{Ed}	N_{Ed}	M_{Ed}	M_{Ed}	N_{Ed}	
P5 - P6	N.P. ⁽¹⁾	$\lambda_w \leq \lambda_{w,max}$ Cumple	$N_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽²⁾	$N_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽³⁾	$x: 0 \text{ m}$ $\eta = 58.2$	$M_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽⁴⁾	$x: 0 \text{ m}$ $\eta = 4.4$	$V_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽⁵⁾	$\eta < 0.1$	N.P. ⁽⁶⁾	N.P. ⁽⁷⁾	N.P. ⁽⁸⁾	$M_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽⁹⁾	N.P. ⁽¹⁰⁾	CUMPLE h = 58.2
P6 - P7	N.P. ⁽¹⁾	$\lambda_w \leq \lambda_{w,max}$ Cumple	$N_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽²⁾	$N_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽³⁾	$x: 0 \text{ m}$ $\eta = 57.6$	$M_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽⁴⁾	$x: 0 \text{ m}$ $\eta = 4.4$	$V_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽⁵⁾	$\eta < 0.1$	N.P. ⁽⁶⁾	N.P. ⁽⁷⁾	N.P. ⁽⁸⁾	$M_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽⁹⁾	N.P. ⁽¹⁰⁾	CUMPLE h = 57.6
B30 - B31	N.P. ⁽¹⁾	$\lambda_w \leq \lambda_{w,max}$ Cumple	$N_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽²⁾	$N_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽³⁾	$x: 2.655 \text{ m}$ $\eta = 93.3$	$M_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽⁴⁾	$x: 0 \text{ m}$ $\eta = 4.4$	$V_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽⁵⁾	$x: 0 \text{ m}$ $\eta < 0.1$	N.P. ⁽⁶⁾	N.P. ⁽⁷⁾	N.P. ⁽⁸⁾	$M_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽⁹⁾	N.P. ⁽¹⁰⁾	CUMPLE h = 93.3
B31 - B38	N.P. ⁽¹⁾	$\lambda_w \leq \lambda_{w,max}$ Cumple	$N_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽²⁾	$N_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽³⁾	$x: 2.68 \text{ m}$ $\eta = 95.8$	$M_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽⁴⁾	$x: 0 \text{ m}$ $\eta = 4.4$	$V_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽⁵⁾	$x: 0 \text{ m}$ $\eta < 0.1$	N.P. ⁽⁶⁾	N.P. ⁽⁷⁾	N.P. ⁽⁸⁾	$M_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽⁹⁾	N.P. ⁽¹⁰⁾	CUMPLE h = 95.8
B28 - B29	N.P. ⁽¹⁾	$\lambda_w \leq \lambda_{w,max}$ Cumple	$N_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽²⁾	$N_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽³⁾	$x: 2.655 \text{ m}$ $\eta = 93.3$	$M_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽⁴⁾	$x: 0 \text{ m}$ $\eta = 4.4$	$V_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽⁵⁾	$x: 0 \text{ m}$ $\eta < 0.1$	N.P. ⁽⁶⁾	N.P. ⁽⁷⁾	N.P. ⁽⁸⁾	$M_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽⁹⁾	N.P. ⁽¹⁰⁾	CUMPLE h = 93.3
B29 - B37	N.P. ⁽¹⁾	$\lambda_w \leq \lambda_{w,max}$ Cumple	$N_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽²⁾	$N_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽³⁾	$x: 2.68 \text{ m}$ $\eta = 95.8$	$M_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽⁴⁾	$x: 0 \text{ m}$ $\eta = 4.4$	$V_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽⁵⁾	$x: 0 \text{ m}$ $\eta < 0.1$	N.P. ⁽⁶⁾	N.P. ⁽⁷⁾	N.P. ⁽⁸⁾	$M_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽⁹⁾	N.P. ⁽¹⁰⁾	CUMPLE h = 95.8
B26 - B27	N.P. ⁽¹⁾	$\lambda_w \leq \lambda_{w,max}$ Cumple	$N_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽²⁾	$N_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽³⁾	$x: 2.655 \text{ m}$ $\eta = 93.3$	$M_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽⁴⁾	$x: 0 \text{ m}$ $\eta = 4.4$	$V_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽⁵⁾	$x: 0 \text{ m}$ $\eta < 0.1$	N.P. ⁽⁶⁾	N.P. ⁽⁷⁾	N.P. ⁽⁸⁾	$M_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽⁹⁾	N.P. ⁽¹⁰⁾	CUMPLE h = 93.3
B27 - B36	N.P. ⁽¹⁾	$\lambda_w \leq \lambda_{w,max}$ Cumple	$N_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽²⁾	$N_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽³⁾	$x: 2.68 \text{ m}$ $\eta = 95.8$	$M_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽⁴⁾	$x: 0 \text{ m}$ $\eta = 4.4$	$V_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽⁵⁾	$x: 0 \text{ m}$ $\eta < 0.1$	N.P. ⁽⁶⁾	N.P. ⁽⁷⁾	N.P. ⁽⁸⁾	$M_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽⁹⁾	N.P. ⁽¹⁰⁾	CUMPLE h = 95.8
B24 - B25	N.P. ⁽¹⁾	$\lambda_w \leq \lambda_{w,max}$ Cumple	$N_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽²⁾	$N_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽³⁾	$x: 2.655 \text{ m}$ $\eta = 93.3$	$M_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽⁴⁾	$x: 0 \text{ m}$ $\eta = 4.4$	$V_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽⁵⁾	$x: 0 \text{ m}$ $\eta < 0.1$	N.P. ⁽⁶⁾	N.P. ⁽⁷⁾	N.P. ⁽⁸⁾	$M_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽⁹⁾	N.P. ⁽¹⁰⁾	CUMPLE h = 93.3
B25 - B35	N.P. ⁽¹⁾	$\lambda_w \leq \lambda_{w,max}$ Cumple	$N_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽²⁾	$N_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽³⁾	$x: 2.68 \text{ m}$ $\eta = 95.8$	$M_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽⁴⁾	$x: 0 \text{ m}$ $\eta = 4.4$	$V_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽⁵⁾	$x: 0 \text{ m}$ $\eta < 0.1$	N.P. ⁽⁶⁾	N.P. ⁽⁷⁾	N.P. ⁽⁸⁾	$M_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽⁹⁾	N.P. ⁽¹⁰⁾	CUMPLE h = 95.8
B22 - B23	N.P. ⁽¹⁾	$\lambda_w \leq \lambda_{w,max}$ Cumple	$N_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽²⁾	$N_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽³⁾	$x: 2.655 \text{ m}$ $\eta = 93.3$	$M_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽⁴⁾	$x: 0 \text{ m}$ $\eta = 4.4$	$V_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽⁵⁾	$x: 0 \text{ m}$ $\eta < 0.1$	N.P. ⁽⁶⁾	N.P. ⁽⁷⁾	N.P. ⁽⁸⁾	$M_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽⁹⁾	N.P. ⁽¹⁰⁾	CUMPLE h = 93.3
B23 - B34	N.P. ⁽¹⁾	$\lambda_w \leq \lambda_{w,max}$ Cumple	$N_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽²⁾	$N_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽³⁾	$x: 2.68 \text{ m}$ $\eta = 95.8$	$M_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽⁴⁾	$x: 0 \text{ m}$ $\eta = 4.4$	$V_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽⁵⁾	$x: 0 \text{ m}$ $\eta < 0.1$	N.P. ⁽⁶⁾	N.P. ⁽⁷⁾	N.P. ⁽⁸⁾	$M_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽⁹⁾	N.P. ⁽¹⁰⁾	CUMPLE h = 95.8
B20 - B21	N.P. ⁽¹⁾	$\lambda_w \leq \lambda_{w,max}$ Cumple	$N_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽²⁾	$N_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽³⁾	$x: 2.655 \text{ m}$ $\eta = 93.3$	$M_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽⁴⁾	$x: 0 \text{ m}$ $\eta = 4.4$	$V_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽⁵⁾	$x: 0 \text{ m}$ $\eta < 0.1$	N.P. ⁽⁶⁾	N.P. ⁽⁷⁾	N.P. ⁽⁸⁾	$M_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽⁹⁾	N.P. ⁽¹⁰⁾	CUMPLE h = 93.3
B21 - B33	N.P. ⁽¹⁾	$\lambda_w \leq \lambda_{w,max}$ Cumple	$N_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽²⁾	$N_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽³⁾	$x: 2.68 \text{ m}$ $\eta = 95.8$	$M_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽⁴⁾	$x: 0 \text{ m}$ $\eta = 4.4$	$V_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽⁵⁾	$x: 0 \text{ m}$ $\eta < 0.1$	N.P. ⁽⁶⁾	N.P. ⁽⁷⁾	N.P. ⁽⁸⁾	$M_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽⁹⁾	N.P. ⁽¹⁰⁾	CUMPLE h = 95.8
B18 - B19	N.P. ⁽¹⁾	$\lambda_w \leq \lambda_{w,max}$ Cumple	$N_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽²⁾	$N_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽³⁾	$x: 2.655 \text{ m}$ $\eta = 93.3$	$M_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽⁴⁾	$x: 0 \text{ m}$ $\eta = 4.4$	$V_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽⁵⁾	$x: 0 \text{ m}$ $\eta < 0.1$	N.P. ⁽⁶⁾	N.P. ⁽⁷⁾	N.P. ⁽⁸⁾	$M_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽⁹⁾	N.P. ⁽¹⁰⁾	CUMPLE h = 93.3
B19 - B32	N.P. ⁽¹⁾	$\lambda_w \leq \lambda_{w,max}$ Cumple	$N_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽²⁾	$N_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽³⁾	$x: 2.68 \text{ m}$ $\eta = 95.8$	$M_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽⁴⁾	$x: 0 \text{ m}$ $\eta = 4.4$	$V_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽⁵⁾	$x: 0 \text{ m}$ $\eta < 0.1$	N.P. ⁽⁶⁾	N.P. ⁽⁷⁾	N.P. ⁽⁸⁾	$M_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽⁹⁾	N.P. ⁽¹⁰⁾	CUMPLE h = 95.8
B15 - B17	N.P. ⁽¹⁾	$\lambda_w \leq \lambda_{w,max}$ Cumple	$N_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽²⁾	$N_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽³⁾	$x: 2.655 \text{ m}$ $\eta = 93.3$	$M_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽⁴⁾	$x: 0 \text{ m}$ $\eta = 4.4$	$V_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽⁵⁾	$x: 0 \text{ m}$ $\eta < 0.1$	N.P. ⁽⁶⁾	N.P. ⁽⁷⁾	N.P. ⁽⁸⁾	$M_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽⁹⁾	N.P. ⁽¹⁰⁾	CUMPLE h = 93.3

Tramos	COMPROBACIONES DE RESISTENCIA (CTE DB SE-A)															Estado
	$\bar{\lambda}$	λ_w	N_t	N_c	M_y	M_z	V_z	V_y	$M_y V_z$	$M_z V_y$	$NM_y M_z$	$NM_y M_z V_y V_z$	M_t	$M_y V_z$	$M_z V_y$	
B17 - B16	N.P. ⁽¹⁾	$\lambda_w \leq \lambda_{w,max}$ Cumple	$N_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽²⁾	$N_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽³⁾	x: 2.68 m $\eta = 95.8$	$M_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽⁴⁾	x: 0 m $\eta = 4.4$	$V_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽⁵⁾	x: 0 m $\eta < 0.1$	N.P. ⁽⁶⁾	N.P. ⁽⁷⁾	N.P. ⁽⁸⁾	$M_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽⁹⁾	N.P. ⁽¹⁰⁾	N.P. ⁽¹⁰⁾	CUMPLE h = 95.8
B12 - B14	N.P. ⁽¹⁾	$\lambda_w \leq \lambda_{w,max}$ Cumple	$N_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽²⁾	$N_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽³⁾	x: 2.655 m $\eta = 93.3$	$M_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽⁴⁾	x: 0 m $\eta = 4.4$	$V_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽⁵⁾	x: 0 m $\eta < 0.1$	N.P. ⁽⁶⁾	N.P. ⁽⁷⁾	N.P. ⁽⁸⁾	$M_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽⁹⁾	N.P. ⁽¹⁰⁾	N.P. ⁽¹⁰⁾	CUMPLE h = 93.3
B14 - B13	N.P. ⁽¹⁾	$\lambda_w \leq \lambda_{w,max}$ Cumple	$N_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽²⁾	$N_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽³⁾	x: 2.68 m $\eta = 95.8$	$M_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽⁴⁾	x: 0 m $\eta = 4.4$	$V_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽⁵⁾	x: 0 m $\eta < 0.1$	N.P. ⁽⁶⁾	N.P. ⁽⁷⁾	N.P. ⁽⁸⁾	$M_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽⁹⁾	N.P. ⁽¹⁰⁾	N.P. ⁽¹⁰⁾	CUMPLE h = 95.8
P10 - P9	N.P. ⁽¹⁾	$\lambda_w \leq \lambda_{w,max}$ Cumple	$N_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽²⁾	$N_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽³⁾	x: 0 m $\eta = 58.3$	$M_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽⁴⁾	x: 0 m $\eta = 4.4$	$V_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽⁵⁾	$\eta < 0.1$	N.P. ⁽⁶⁾	N.P. ⁽⁷⁾	N.P. ⁽⁸⁾	$M_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽⁹⁾	N.P. ⁽¹⁰⁾	N.P. ⁽¹⁰⁾	CUMPLE h = 58.3
P9 - P8	N.P. ⁽¹⁾	$\lambda_w \leq \lambda_{w,max}$ Cumple	$N_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽²⁾	$N_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽³⁾	x: 0 m $\eta = 57.9$	$M_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽⁴⁾	x: 0 m $\eta = 4.5$	$V_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽⁵⁾	$\eta < 0.1$	N.P. ⁽⁶⁾	N.P. ⁽⁷⁾	N.P. ⁽⁸⁾	$M_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽⁹⁾	N.P. ⁽¹⁰⁾	N.P. ⁽¹⁰⁾	CUMPLE h = 57.9
P5 - P10	N.P. ⁽¹⁾	$\lambda_w \leq \lambda_{w,max}$ Cumple	$N_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽²⁾	$N_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽³⁾	x: 4.525 m $\eta = 59.2$	$M_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽⁴⁾	x: 9.05 m $\eta = 6.0$	$V_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽⁵⁾	$\eta < 0.1$	N.P. ⁽⁶⁾	N.P. ⁽⁷⁾	N.P. ⁽⁸⁾	$M_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽⁹⁾	N.P. ⁽¹⁰⁾	N.P. ⁽¹⁰⁾	CUMPLE h = 59.2
P6 - P9	N.P. ⁽¹⁾	$\lambda_w \leq \lambda_{w,max}$ Cumple	$N_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽²⁾	$N_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽³⁾	x: 4.525 m $\eta = 91.9$	$M_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽⁴⁾	x: 9.05 m $\eta = 9.5$	$V_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽⁵⁾	$\eta < 0.1$	N.P. ⁽⁶⁾	N.P. ⁽⁷⁾	N.P. ⁽⁸⁾	$\eta < 0.1$	x: 9.05 m $\eta = 9.5$	N.P. ⁽¹⁰⁾	CUMPLE h = 91.9
P7 - P8	N.P. ⁽¹⁾	$\lambda_w \leq \lambda_{w,max}$ Cumple	$N_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽²⁾	$N_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽³⁾	x: 4.525 m $\eta = 51.6$	$M_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽⁴⁾	x: 9.05 m $\eta = 5.5$	$V_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽⁵⁾	$\eta < 0.1$	N.P. ⁽⁶⁾	N.P. ⁽⁷⁾	N.P. ⁽⁸⁾	$\eta < 0.1$	x: 9.05 m $\eta = 5.5$	N.P. ⁽¹⁰⁾	CUMPLE h = 51.6
<p>Notación:</p> <p>I.: Limitación de esbeltez</p> <p>I_z: Abolladura del alma inducida por el ala comprimida</p> <p>N: Resistencia a tracción</p> <p>N_c: Resistencia a compresión</p> <p>M_y: Resistencia a flexión eje Y</p> <p>M_z: Resistencia a flexión eje Z</p> <p>V_z: Resistencia a corte Z</p> <p>V_y: Resistencia a corte Y</p> <p>M_{V_y}: Resistencia a momento flector Y y fuerza cortante Z combinados</p> <p>M_{V_z}: Resistencia a momento flector Z y fuerza cortante Y combinados</p> <p>NM_y: Resistencia a flexión y axil combinados</p> <p>NM_yM_zV_z: Resistencia a flexión, axil y cortante combinados</p> <p>M_t: Resistencia a torsión</p> <p>M_{V_t}: Resistencia a cortante Z y momento torsor combinados</p> <p>M_{V_t}: Resistencia a cortante Y y momento torsor combinados</p> <p>x: Distancia al origen de la barra</p> <p>h: Coeficiente de aprovechamiento (%)</p> <p>N.P.: No procede</p>																
<p>Comprobaciones que no proceden (N.P.):</p> <p>⁽¹⁾ La comprobación no procede, ya que no hay axil de compresión ni de tracción.</p> <p>⁽²⁾ La comprobación no procede, ya que no hay axil de tracción.</p> <p>⁽³⁾ La comprobación no procede, ya que no hay axil de compresión.</p> <p>⁽⁴⁾ La comprobación no procede, ya que no hay momento flector.</p> <p>⁽⁵⁾ La comprobación no procede, ya que no hay esfuerzo cortante.</p> <p>⁽⁶⁾ No hay interacción entre momento flector y esfuerzo cortante para ninguna combinación. Por lo tanto, la comprobación no procede.</p> <p>⁽⁷⁾ No hay interacción entre axil y momento flector ni entre momentos flectores en ambas direcciones para ninguna combinación. Por lo tanto, la comprobación no procede.</p> <p>⁽⁸⁾ No hay interacción entre momento flector, axil y cortante para ninguna combinación. Por lo tanto, la comprobación no procede.</p> <p>⁽⁹⁾ La comprobación no procede, ya que no hay momento torsor.</p> <p>⁽¹⁰⁾ No hay interacción entre momento torsor y esfuerzo cortante para ninguna combinación. Por lo tanto, la comprobación no procede.</p>																

A.1.1.5. VIGA CARRIL

ÍNDICE

1.- DATOS DE OBRA.....	2
1.1.- Normas consideradas	2
1.2.- Estados limite	2
1.2.1.- Situaciones de proyecto.....	2
2.- ESTRUCTURA.....	3
2.1.- Geometría.....	3
2.1.1.- Nudos.....	3
2.1.2.- Barras.....	4
2.2.- Cargas.....	5
2.2.1.- Barras.....	5
2.3.- Resultados.....	5
2.3.1.- Barras.....	5

1.- DATOS DE OBRA

1.1.- Normas consideradas

Aceros laminados y armados: CTE DB SE-A

Categoría de uso: A. Zonas residenciales

1.2.- Estados límite

E.L.U. de rotura. Acero laminado	CTE Cota de nieve: Altitud inferior o igual a 1000 m
Desplazamientos	Acciones características

1.2.1.- Situaciones de proyecto

Para las distintas situaciones de proyecto, las combinaciones de acciones se definirán de acuerdo con los siguientes criterios:

- Con coeficientes de combinación

$$\sum_{j \geq 1} \gamma_{Gj} G_{kj} + \gamma_P P_k + \gamma_{Q1} \Psi_{p1} Q_{k1} + \sum_{i > 1} \gamma_{Qi} \Psi_{ai} Q_{ki}$$

- Sin coeficientes de combinación

$$\sum_{j \geq 1} \gamma_{Gj} G_{kj} + \gamma_P P_k + \sum_{i \geq 1} \gamma_{Qi} Q_{ki}$$

- Donde:

G_k Acción permanente

P_k Acción de pretensado

Q_k Acción variable

γ_G Coeficiente parcial de seguridad de las acciones permanentes

γ_P Coeficiente parcial de seguridad de la acción de pretensado

$\gamma_{Q,1}$ Coeficiente parcial de seguridad de la acción variable principal

$\gamma_{Q,i}$ Coeficiente parcial de seguridad de las acciones variables de acompañamiento

$\Psi_{p,1}$ Coeficiente de combinación de la acción variable principal

$\Psi_{a,i}$ Coeficiente de combinación de las acciones variables de acompañamiento

Para cada situación de proyecto y estado límite los coeficientes a utilizar serán:

E.L.U. de rotura. Acero laminado: CTE DB SE-A

Persistente o transitoria				
	Coeficientes parciales de seguridad (γ)		Coeficientes de combinación (ψ)	
	Favorable	Desfavorable	Principal (ψ_p)	Acompañamiento (ψ_a)
Carga permanente (G)	0.800	1.350	-	-
Sobrecarga (Q)	0.000	1.500	1.000	0.700

Desplazamientos

Característica				
	Coeficientes parciales de seguridad (γ)		Coeficientes de combinación (ψ)	
	Favorable	Desfavorable	Principal (ψ_p)	Acompañamiento (ψ_a)
Carga permanente (G)	1.000	1.000	-	-
Sobrecarga (Q)	0.000	1.000	1.000	1.000

2.- ESTRUCTURA

2.1.- Geometría

2.1.1.- Nudos

Referencias:

Δ_x , Δ_y , Δ_z : Desplazamientos prescritos en ejes globales.

θ_x , θ_y , θ_z : Giros prescritos en ejes globales.

Cada grado de libertad se marca con 'X' si está coaccionado y, en caso contrario, con '-'.

Nudos										
Referencia	Coordenadas			Vinculación exterior						Vinculación interior
	X (m)	Y (m)	Z (m)	Δ_x	Δ_y	Δ_z	θ_x	θ_y	θ_z	
N1	0.000	0.000	0.000	X	X	X	-	-	-	Empotrado
N2	0.000	6.300	0.000	X	X	X	-	-	-	Empotrado
N3	0.000	3.150	0.000	-	-	-	-	-	-	Empotrado

2.1.2.- Barras

2.1.2.1.- Materiales utilizados

Materiales utilizados							
Material		E (MPa)	ν	G (MPa)	f_y (MPa)	α_t (m/m°C)	γ (kN/m³)
Tipo	Designación						
Acero laminado	S275	210000.00	0.300	81000.00	275.00	0.000012	77.01
Notación: E: Módulo de elasticidad ν : Módulo de Poisson G: Módulo de cortadura f_y : Límite elástico α_t : Coeficiente de dilatación γ : Peso específico							

2.1.2.2.- Descripción

Descripción									
Material		Barra (Ni/Nf)	Pieza (Ni/Nf)	Perfil(Serie)	Longitud (m)	β_{xy}	β_{xz}	Lb _{sup.} (m)	Lb _{inf.} (m)
Tipo	Designación								
Acero laminado	S275	N1/N3	N1/N2	IPE 240 (IPE)	3.150	1.00	1.00	-	-
		N3/N2	N1/N2	IPE 240 (IPE)	3.150	1.00	1.00	-	-
Notación: Ni: Nudo inicial Nf: Nudo final β_{xy} : Coeficiente de pandeo en el plano 'XY' β_{xz} : Coeficiente de pandeo en el plano 'XZ' Lb _{sup.} : Separación entre arriostramientos del ala superior Lb _{inf.} : Separación entre arriostramientos del ala inferior									

2.1.2.3.- Características mecánicas

Tipos de pieza	
Ref.	Piezas
1	N1/N2

Características mecánicas									
Material		Ref.	Descripción	A (cm²)	A _{vy} (cm²)	A _{vz} (cm²)	I _{yy} (cm⁴)	I _{zz} (cm⁴)	I _t (cm⁴)
Tipo	Designación								
Acero laminado	S275	1	IPE 240, (IPE)	39.10	17.64	12.30	3892.00	284.00	12.95
Notación: Ref.: Referencia A: Área de la sección transversal A _{vy} : Área de cortante de la sección según el eje local 'Y' A _{vz} : Área de cortante de la sección según el eje local 'Z' I _{yy} : Inercia de la sección alrededor del eje local 'Y' I _{zz} : Inercia de la sección alrededor del eje local 'Z' I _t : Inercia a torsión Las características mecánicas de las piezas corresponden a la sección en el punto medio de las mismas.									

2.1.2.4.- Medición de superficies

Acero laminado: Medición de las superficies a pintar				
Serie	Perfil	Superficie unitaria (m²/m)	Longitud (m)	Superficie (m²)
IPE	IPE 240	0.948	6.300	5.970

Listados

Acero laminado: Medición de las superficies a pintar				
Serie	Perfil	Superficie unitaria (m ² /m)	Longitud (m)	Superficie (m ²)
Total				5.970

2.2.- Cargas

2.2.1.- Barras

Referencias:

'P1', 'P2':

- Cargas puntuales, uniformes, en faja y momentos puntuales: 'P1' es el valor de la carga. 'P2' no se utiliza.
- Cargas trapezoidales: 'P1' es el valor de la carga en el punto donde comienza (L1) y 'P2' es el valor de la carga en el punto donde termina (L2).
- Cargas triangulares: 'P1' es el valor máximo de la carga. 'P2' no se utiliza.
- Incrementos de temperatura: 'P1' y 'P2' son los valores de la temperatura en las caras exteriores o paramentos de la pieza. La orientación de la variación del incremento de temperatura sobre la sección transversal dependerá de la dirección seleccionada.

'L1', 'L2':

- Cargas y momentos puntuales: 'L1' es la distancia entre el nudo inicial de la barra y la posición donde se aplica la carga. 'L2' no se utiliza.
- Cargas trapezoidales, en faja, y triangulares: 'L1' es la distancia entre el nudo inicial de la barra y la posición donde comienza la carga, 'L2' es la distancia entre el nudo inicial de la barra y la posición donde termina la carga.

Unidades:

- Cargas puntuales: kN
- Momentos puntuales: kN·m.
- Cargas uniformes, en faja, triangulares y trapezoidales: kN/m.
- Incrementos de temperatura: °C.

Cargas en barras										
Barra	Hipótesis	Tipo	Valores		Posición		Dirección			
			P1	P2	L1 (m)	L2 (m)	Ejes	X	Y	Z
N1/N3	Peso propio	Uniforme	0.301	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N3/N2	Peso propio	Uniforme	0.301	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000

2.3.- Resultados

2.3.1.- Barras

2.3.1.1.- Esfuerzos

Referencias:

- N: Esfuerzo axil (kN)
- Vy: Esfuerzo cortante según el eje local Y de la barra. (kN)
- Vz: Esfuerzo cortante según el eje local Z de la barra. (kN)
- Mt: Momento torsor (kN·m)
- My: Momento flector en el plano 'XZ' (giro de la sección respecto al eje local 'Y' de la barra). (kN·m)
- Mz: Momento flector en el plano 'XY' (giro de la sección respecto al eje local 'Z' de la barra). (kN·m)

2.3.1.1.1.- Hipótesis

Listados

Esfuerzos en barras, por hipótesis											
Barra	Hipótesis	Esfuerzo	Posiciones en la barra								
			0.000 m	0.394 m	0.788 m	1.181 m	1.575 m	1.969 m	2.363 m	2.756 m	3.150 m
N1/N3	Peso propio	N	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		Vy	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		Vz	-0.948	-0.830	-0.711	-0.593	-0.474	-0.356	-0.237	-0.119	0.000
		Mt	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		My	0.00	0.35	0.65	0.91	1.12	1.28	1.40	1.47	1.49
		Mz	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	POLIPASTO	N	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		Vy	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		Vz	-15.000	-15.000	-15.000	-15.000	-15.000	-15.000	-15.000	-15.000	-15.000
		Mt	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		My	0.00	5.91	11.81	17.72	23.63	29.53	35.44	41.34	47.25
		Mz	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

Esfuerzos en barras, por hipótesis											
Barra	Hipótesis	Esfuerzo	Posiciones en la barra								
			0.000 m	0.394 m	0.788 m	1.181 m	1.575 m	1.969 m	2.363 m	2.756 m	3.150 m
N3/N2	Peso propio	N	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		Vy	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		Vz	0.000	0.119	0.237	0.356	0.474	0.593	0.711	0.830	0.948
		Mt	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		My	1.49	1.47	1.40	1.28	1.12	0.91	0.65	0.35	0.00
		Mz	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	POLIPASTO	N	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		Vy	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		Vz	15.000	15.000	15.000	15.000	15.000	15.000	15.000	15.000	15.000
		Mt	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		My	47.25	41.34	35.44	29.53	23.63	17.72	11.81	5.91	0.00
		Mz	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

2.3.1.1.2.- Combinaciones

Esfuerzos en barras, por combinación												
Barra	Combinación		Esfuerzo	Posiciones en la barra								
	Tipo	Descripción		0.000 m	0.394 m	0.788 m	1.181 m	1.575 m	1.969 m	2.363 m	2.756 m	3.150 m
N1/N3	Acero laminado	0.8-PP	N	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
			Vy	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
			Vz	-0.759	-0.664	-0.569	-0.474	-0.379	-0.285	-0.190	-0.095	0.000
			Mt	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
			My	0.00	0.28	0.52	0.73	0.90	1.03	1.12	1.18	1.20
			Mz	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		1.35-PP	N	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
			Vy	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
			Vz	-1.280	-1.120	-0.960	-0.800	-0.640	-0.480	-0.320	-0.160	0.000
			Mt	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
			My	0.00	0.47	0.88	1.23	1.51	1.73	1.89	1.99	2.02
			Mz	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		0.8-PP+1.5-POLIPASTO	N	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
			Vy	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
			Vz	-23.259	-23.164	-23.069	-22.974	-22.879	-22.785	-22.690	-22.595	-22.500
			Mt	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
			My	0.00	9.14	18.24	27.31	36.33	45.32	54.28	63.19	72.07
			Mz	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		1.35-PP+1.5-POLIPASTO	N	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
			Vy	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000

Listados

Esfuerzos en barras, por combinación												
Barra	Combinación		Esfuerzo	Posiciones en la barra								
	Tipo	Descripción		0.000 m	0.394 m	0.788 m	1.181 m	1.575 m	1.969 m	2.363 m	2.756 m	3.150 m
			Vz	-23.780	-23.620	-23.460	-23.300	-23.140	-22.980	-22.820	-22.660	-22.500
			Mt	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
			My	0.00	9.33	18.60	27.81	36.95	46.03	55.05	64.00	72.89
			Mz	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

Esfuerzos en barras, por combinación												
Barra	Combinación		Esfuerzo	Posiciones en la barra								
	Tipo	Descripción		0.000 m	0.394 m	0.788 m	1.181 m	1.575 m	1.969 m	2.363 m	2.756 m	3.150 m
N3/N2	Acero laminado	0.8-PP	N	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
			Vy	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
			Vz	0.000	0.095	0.190	0.285	0.379	0.474	0.569	0.664	0.759
			Mt	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
			My	1.20	1.18	1.12	1.03	0.90	0.73	0.52	0.28	0.00
			Mz	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		1.35-PP	N	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
			Vy	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
			Vz	0.000	0.160	0.320	0.480	0.640	0.800	0.960	1.120	1.280
			Mt	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
			My	2.02	1.99	1.89	1.73	1.51	1.23	0.88	0.47	0.00
			Mz	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		0.8-PP+1.5-POLIPASTO	N	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
			Vy	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
			Vz	22.500	22.595	22.690	22.785	22.879	22.974	23.069	23.164	23.259
			Mt	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
			My	72.07	63.19	54.28	45.32	36.33	27.31	18.24	9.14	0.00
			Mz	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		1.35-PP+1.5-POLIPASTO	N	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
			Vy	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
			Vz	22.500	22.660	22.820	22.980	23.140	23.300	23.460	23.620	23.780
			Mt	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
			My	72.89	64.00	55.05	46.03	36.95	27.81	18.60	9.33	0.00
			Mz	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

2.3.1.1.3.- Envoltentes

Envoltentes de los esfuerzos en barras											
Barra	Tipo de combinación	Esfuerzo	Posiciones en la barra								
			0.000 m	0.394 m	0.788 m	1.181 m	1.575 m	1.969 m	2.363 m	2.756 m	3.150 m
N1/N3	Acero laminado	N _{min}	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		N _{máx}	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		Vy _{min}	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		Vy _{máx}	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		Vz _{min}	-23.780	-23.620	-23.460	-23.300	-23.140	-22.980	-22.820	-22.660	-22.500
		Vz _{máx}	-0.759	-0.664	-0.569	-0.474	-0.379	-0.285	-0.190	-0.095	0.000
		Mt _{min}	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		Mt _{máx}	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		My _{min}	0.00	0.28	0.52	0.73	0.90	1.03	1.12	1.18	1.20
		My _{máx}	0.00	9.33	18.60	27.81	36.95	46.03	55.05	64.00	72.89
		Mz _{min}	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		Mz _{máx}	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

Envoltentes de los esfuerzos en barras											
Barra	Tipo de combinación	Esfuerzo	Posiciones en la barra								
			0.000 m	0.394 m	0.788 m	1.181 m	1.575 m	1.969 m	2.363 m	2.756 m	3.150 m
N3/N2	Acero laminado	N _{min}	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		N _{máx}	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		Vy _{min}	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		Vy _{máx}	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000

Envolventes de los esfuerzos en barras										
Barra	Tipo de combinación	Esfuerzo	Posiciones en la barra							
			0.000 m	0.394 m	0.788 m	1.181 m	1.575 m	1.969 m	2.363 m	2.756 m
		Vz _{min}	0.000	0.095	0.190	0.285	0.379	0.474	0.569	0.664
		Vz _{máx}	22.500	22.660	22.820	22.980	23.140	23.300	23.460	23.620
		Mt _{min}	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		Mt _{máx}	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		My _{min}	1.20	1.18	1.12	1.03	0.90	0.73	0.52	0.28
		My _{máx}	72.89	64.00	55.05	46.03	36.95	27.81	18.60	9.33
		Mz _{min}	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		Mz _{máx}	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

2.3.1.2.- Resistencia

Referencias:

N: Esfuerzo axial (kN)

Vy: Esfuerzo cortante según el eje local Y de la barra. (kN)

Vz: Esfuerzo cortante según el eje local Z de la barra. (kN)

Mt: Momento torsor (kN·m)

My: Momento flector en el plano 'XZ' (giro de la sección respecto al eje local 'Y' de la barra). (kN·m)

Mz: Momento flector en el plano 'XY' (giro de la sección respecto al eje local 'Z' de la barra). (kN·m)

Los esfuerzos indicados son los correspondientes a la combinación pésima, es decir, aquella que demanda la máxima resistencia de la sección.

Origen de los esfuerzos pésimos:

- G: Sólo gravitatorias
- GV: Gravitatorias + viento
- GS: Gravitatorias + sismo
- GVS: Gravitatorias + viento + sismo

η : Aprovechamiento de la resistencia. La barra cumple con las condiciones de resistencia de la norma si se cumple que $\eta \leq 100$ %.

Comprobación de resistencia										
Barra	η (%)	Posición (m)	Esfuerzos pésimos						Origen	Estado
			N (kN)	Vy (kN)	Vz (kN)	Mt (kN·m)	My (kN·m)	Mz (kN·m)		
N1/N3	75.83	3.150	0.000	0.000	-22.500	0.00	72.89	0.00	G	Cumple
N3/N2	75.83	0.000	0.000	0.000	22.500	0.00	72.89	0.00	G	Cumple

2.3.1.3.- Flechas

Referencias:

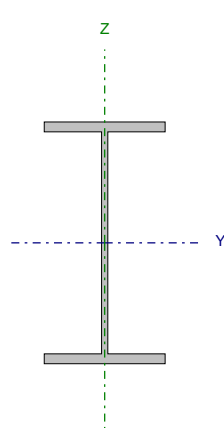
Pos.: Valor de la coordenada sobre el eje 'X' local del grupo de flecha en el punto donde se produce el valor pésimo de la flecha.

L.: Distancia entre dos puntos de corte consecutivos de la deformada con la recta que une los nudos extremos del grupo de flecha.

Flechas								
Grupo	Flecha máxima absoluta xy Flecha máxima relativa xy		Flecha máxima absoluta xz Flecha máxima relativa xz		Flecha activa absoluta xy Flecha activa relativa xy		Flecha activa absoluta xz Flecha activa relativa xz	
	Pos. (m)	Flecha (mm)	Pos. (m)	Flecha (mm)	Pos. (m)	Flecha (mm)	Pos. (m)	Flecha (mm)
N1/N2	0.000	0.00	3.150	20.37	0.000	0.00	3.150	19.60
	-	L(>1000)	3.150	L/309.3	-	L(>1000)	3.150	L/321.5

2.3.1.4.- Comprobaciones E.L.U. (Completo)

Barra N1/N3

Perfil: IPE 240 Material: Acero (S275)							
	Nudos		Longitud (m)	Características mecánicas			
	Inicial	Final		Área (cm²)	I _y ⁽¹⁾ (cm4)	I _z ⁽¹⁾ (cm4)	I _t ⁽²⁾ (cm4)
	N1	N3	3.150	39.10	3892.00	284.00	12.95
	Notas:						
	⁽¹⁾ Inercia respecto al eje indicado						
	⁽²⁾ Momento de inercia a torsión uniforme						
		Pandeo		Pandeo lateral			
		Plano XY	Plano XZ	Ala sup.	Ala inf.		
	β	1.00	1.00	0.00	0.00		
	L _k	3.150	3.150	0.000	0.000		
C _m	1.000	1.000	1.000	1.000			
C ₁	-		1.000				
Notación:							
b: Coeficiente de pandeo							
L _k : Longitud de pandeo (m)							
C _m : Coeficiente de momentos							
C ₁ : Factor de modificación para el momento crítico							

Limitación de esbeltez (CTE DB SE-A, Artículos 6.3.1 y 6.3.2.1 - Tabla 6.3)

La comprobación no procede, ya que no hay axil de compresión ni de tracción.

Abolladura del alma inducida por el ala comprimida (Criterio de CYPE, basado en: Eurocódigo 3 EN 1993-1-5: 2006, Artículo 8)

Se debe satisfacer:

$$\frac{h_w}{t_w} \leq k \frac{E}{f_{yf}} \sqrt{\frac{A_w}{A_{fc,ef}}}$$

35.55 ≤ 246.95 ✓

Donde:

h_w: Altura del alma.

t_w: Espesor del alma.

A_w: Área del alma.

A_{fc,ef}: Área reducida del ala comprimida.

k: Coeficiente que depende de la clase de la sección.

E: Módulo de elasticidad.

f_{yf}: Límite elástico del acero del ala comprimida.

Siendo:

$$f_{yf} = f_y$$

h_w : 220.40 mm

t_w : 6.20 mm

A_w : 13.66 cm²

A_{fc,ef} : 11.76 cm²

k : 0.30

E : 210000 MPa

f_{yf} : 275.00 MPa

Resistencia a tracción (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.3)

La comprobación no procede, ya que no hay axil de tracción.

Resistencia a compresión (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.5)

La comprobación no procede, ya que no hay axil de compresión.

Resistencia a flexión eje Y (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.6)

Se debe satisfacer:

$$\eta = \frac{M_{Ed}}{M_{c,Rd}} \leq 1$$

$$h : \underline{0.758} \quad \checkmark$$

Para flexión positiva:

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N3, para la combinación de acciones 1.35·PP+1.5·POLIPASTO.

M_{Ed}^+ : Momento flector solicitante de cálculo pésimo.

$$M_{Ed}^+ : \underline{72.89} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

Para flexión negativa:

M_{Ed}^- : Momento flector solicitante de cálculo pésimo.

$$M_{Ed}^- : \underline{0.00} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

El momento flector resistente de cálculo $M_{c,Rd}$ viene dado por:

$$M_{c,Rd} = W_{pl,y} \cdot f_{yd}$$

$$M_{c,Rd} : \underline{96.12} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

Donde:

Clase: Clase de la sección, según la capacidad de deformación y de desarrollo de la resistencia plástica de los elementos planos de una sección a flexión simple.

$$\text{Clase} : \underline{1}$$

$W_{pl,y}$: Módulo resistente plástico correspondiente a la fibra con mayor tensión, para las secciones de clase 1 y 2.

$$W_{pl,y} : \underline{367.00} \text{ cm}^3$$

f_{yd} : Resistencia de cálculo del acero.

$$f_{yd} : \underline{261.90} \text{ MPa}$$

$$f_{yd} = f_y / \gamma_{M0}$$

Siendo:

f_y : Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)

$$f_y : \underline{275.00} \text{ MPa}$$

γ_{M0} : Coeficiente parcial de seguridad del material.

$$\gamma_{M0} : \underline{1.05}$$

Resistencia a pandeo lateral: (CTE DB SE-A, Artículo 6.3.3.2)

No procede, dado que las longitudes de pandeo lateral son nulas.

Resistencia a flexión eje Z (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.6)

La comprobación no procede, ya que no hay momento flector.

Resistencia a corte Z (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.4)

Se debe satisfacer:

$$\eta = \frac{V_{Ed}}{V_{c,Rd}} \leq 1$$

$$h : \underline{0.082} \quad \checkmark$$

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N1, para la combinación de acciones 1.35·PP+1.5·POLIPASTO.

 V_{Ed} : Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo.

$$V_{Ed} : \underline{23.78} \text{ kN}$$

El esfuerzo cortante resistente de cálculo $V_{c,Rd}$ viene dado por:

$$V_{c,Rd} = A_v \cdot \frac{f_{yd}}{\sqrt{3}}$$

$$V_{c,Rd} : \underline{289.23} \text{ kN}$$

Donde:

 A_v : Área transversal a cortante.

$$A_v : \underline{19.13} \text{ cm}^2$$

$$A_v = A - 2 \cdot b \cdot t_f + (t_w + 2 \cdot r) \cdot t_f$$

Siendo:

A: Área bruta de la sección transversal de la barra.

$$A : \underline{39.10} \text{ cm}^2$$

b: Ancho de la sección.

$$b : \underline{120.00} \text{ mm}$$

 t_f : Espesor del ala.

$$t_f : \underline{9.80} \text{ mm}$$

 t_w : Espesor del alma.

$$t_w : \underline{6.20} \text{ mm}$$

r: Radio de acuerdo entre ala y alma.

$$r : \underline{15.00} \text{ mm}$$

 f_{yd} : Resistencia de cálculo del acero.

$$f_{yd} : \underline{261.90} \text{ MPa}$$

$$f_{yd} = f_y / \gamma_{M0}$$

Siendo:

 f_y : Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)

$$f_y : \underline{275.00} \text{ MPa}$$

 γ_{M0} : Coeficiente parcial de seguridad del material.

$$\gamma_{M0} : \underline{1.05}$$

Abolladura por cortante del alma: (CTE DB SE-A, Artículo 6.3.3.4)

Aunque no se han dispuesto rigidizadores transversales, no es necesario comprobar la resistencia a la abolladura del alma, puesto que se cumple:

$$\frac{d}{t_w} < 70 \cdot \varepsilon$$

$$30.71 < 64.71 \quad \checkmark$$

Donde:

 I_w : Esbeltez del alma.

$$I_w : \underline{30.71}$$

$$\lambda_w = \frac{d}{t_w}$$

 I_{max} : Esbeltez máxima.

$$I_{max} : \underline{64.71}$$

$$\lambda_{max} = 70 \cdot \varepsilon$$

e: Factor de reducción.

$$e : \underline{0.92}$$

$$\varepsilon = \sqrt{\frac{f_{ref}}{f_y}}$$

Siendo:

 f_{ref} : Límite elástico de referencia.

$$f_{ref} : \underline{235.00} \text{ MPa}$$

 f_y : Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)

$$f_y : \underline{275.00} \text{ MPa}$$

Listados

Resistencia a corte Y (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.4)

La comprobación no procede, ya que no hay esfuerzo cortante.

Resistencia a momento flector Y y fuerza cortante Z combinados (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8)

No es necesario reducir la resistencia de cálculo a flexión, ya que el esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo V_{Ed} no es superior al 50% de la resistencia de cálculo a cortante $V_{c,Rd}$.

$$V_{Ed} \leq \frac{V_{c,Rd}}{2}$$

$$23.70 \text{ kN} \leq 144.61 \text{ kN}$$



Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen en un punto situado a una distancia de 0.197 m del nudo N1, para la combinación de acciones 1.35·PP+1.5·POLIPASTO.

V_{Ed} : Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo.

V_{Ed} : 23.70 kN

$V_{c,Rd}$: Esfuerzo cortante resistente de cálculo.

$V_{c,Rd}$: 289.23 kN

Resistencia a momento flector Z y fuerza cortante Y combinados (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8)

No hay interacción entre momento flector y esfuerzo cortante para ninguna combinación. Por lo tanto, la comprobación no procede.

Resistencia a flexión y axil combinados (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8)

No hay interacción entre axil y momento flector ni entre momentos flectores en ambas direcciones para ninguna combinación. Por lo tanto, la comprobación no procede.

Resistencia a flexión, axil y cortante combinados (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8)

No hay interacción entre momento flector, axil y cortante para ninguna combinación. Por lo tanto, la comprobación no procede.

Resistencia a torsión (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.7)

La comprobación no procede, ya que no hay momento torsor.

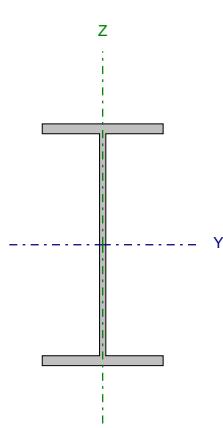
Resistencia a cortante Z y momento torsor combinados (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8)

No hay interacción entre momento torsor y esfuerzo cortante para ninguna combinación. Por lo tanto, la comprobación no procede.

Resistencia a cortante Y y momento torsor combinados (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8)

No hay interacción entre momento torsor y esfuerzo cortante para ninguna combinación. Por lo tanto, la comprobación no procede.

Barra N3/N2

Perfil: IPE 240 Material: Acero (S275)						
	Nudos		Longitud (m)	Características mecánicas		
	Inicial	Final		Área (cm²)	I _y ⁽¹⁾ (cm⁴)	I _z ⁽¹⁾ (cm⁴)
	N3	N2	3.150	39.10	3892.00	284.00
	Notas: ⁽¹⁾ Inercia respecto al eje indicado ⁽²⁾ Momento de inercia a torsión uniforme					
			Pandeo		Pandeo lateral	
			Plano XY	Plano XZ	Ala sup.	Ala inf.
β			1.00	1.00	0.00	0.00
L _k			3.150	3.150	0.000	0.000
C _m			1.000	1.000	1.000	1.000
C ₁			-		1.000	
Notación: b: Coeficiente de pandeo L _k : Longitud de pandeo (m) C _m : Coeficiente de momentos C ₁ : Factor de modificación para el momento crítico						

Limitación de esbeltez (CTE DB SE-A, Artículos 6.3.1 y 6.3.2.1 - Tabla 6.3)

La comprobación no procede, ya que no hay axil de compresión ni de tracción.

Abolladura del alma inducida por el ala comprimida (Criterio de CYPE, basado en: Eurocódigo 3 EN 1993-1-5: 2006, Artículo 8)

Se debe satisfacer:

$$\frac{h_w}{t_w} \leq k \frac{E}{f_{yf}} \sqrt{\frac{A_w}{A_{fc,ef}}}$$

$$35.55 \leq 246.95 \quad \checkmark$$

Donde:

h_w: Altura del alma.

t_w: Espesor del alma.

A_w: Área del alma.

A_{fc,ef}: Área reducida del ala comprimida.

k: Coeficiente que depende de la clase de la sección.

E: Módulo de elasticidad.

f_{yf}: Límite elástico del acero del ala comprimida.

Siendo:

$$f_{yf} = f_y$$

$$h_w : 220.40 \text{ mm}$$

$$t_w : 6.20 \text{ mm}$$

$$A_w : 13.66 \text{ cm}^2$$

$$A_{fc,ef} : 11.76 \text{ cm}^2$$

$$k : 0.30$$

$$E : 210000 \text{ MPa}$$

$$f_{yf} : 275.00 \text{ MPa}$$

Resistencia a tracción (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.3)

La comprobación no procede, ya que no hay axil de tracción.

Resistencia a compresión (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.5)

La comprobación no procede, ya que no hay axil de compresión.

Resistencia a flexión eje Y (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.6)

Se debe satisfacer:

$$\eta = \frac{M_{Ed}}{M_{c,Rd}} \leq 1$$

$$h : \underline{0.758} \quad \checkmark$$

Para flexión positiva:

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N3, para la combinación de acciones 1.35·PP+1.5·POLIPASTO.

M_{Ed}^+ : Momento flector solicitante de cálculo pésimo.

$$M_{Ed}^+ : \underline{72.89} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

Para flexión negativa:

M_{Ed}^- : Momento flector solicitante de cálculo pésimo.

$$M_{Ed}^- : \underline{0.00} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

El momento flector resistente de cálculo $M_{c,Rd}$ viene dado por:

$$M_{c,Rd} = W_{pl,y} \cdot f_{yd}$$

$$M_{c,Rd} : \underline{96.12} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

Donde:

Clase: Clase de la sección, según la capacidad de deformación y de desarrollo de la resistencia plástica de los elementos planos de una sección a flexión simple.

$$\text{Clase} : \underline{1}$$

$W_{pl,y}$: Módulo resistente plástico correspondiente a la fibra con mayor tensión, para las secciones de clase 1 y 2.

$$W_{pl,y} : \underline{367.00} \text{ cm}^3$$

f_{yd} : Resistencia de cálculo del acero.

$$f_{yd} : \underline{261.90} \text{ MPa}$$

$$f_{yd} = f_y / \gamma_{M0}$$

Siendo:

f_y : Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)

$$f_y : \underline{275.00} \text{ MPa}$$

γ_{M0} : Coeficiente parcial de seguridad del material.

$$\gamma_{M0} : \underline{1.05}$$

Resistencia a pandeo lateral: (CTE DB SE-A, Artículo 6.3.3.2)

No procede, dado que las longitudes de pandeo lateral son nulas.

Resistencia a flexión eje Z (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.6)

La comprobación no procede, ya que no hay momento flector.

Resistencia a corte Z (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.4)

Se debe satisfacer:

$$\eta = \frac{V_{Ed}}{V_{c,Rd}} \leq 1$$

$$h : \underline{0.082} \quad \checkmark$$

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N2, para la combinación de acciones 1.35·PP+1.5·POLIPASTO.

 V_{Ed} : Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo.

$$V_{Ed} : \underline{23.78} \text{ kN}$$

El esfuerzo cortante resistente de cálculo $V_{c,Rd}$ viene dado por:

$$V_{c,Rd} = A_v \cdot \frac{f_{yd}}{\sqrt{3}}$$

$$V_{c,Rd} : \underline{289.23} \text{ kN}$$

Donde:

 A_v : Área transversal a cortante.

$$A_v : \underline{19.13} \text{ cm}^2$$

$$A_v = A - 2 \cdot b \cdot t_f + (t_w + 2 \cdot r) \cdot t_f$$

Siendo:

A: Área bruta de la sección transversal de la barra.

$$A : \underline{39.10} \text{ cm}^2$$

b: Ancho de la sección.

$$b : \underline{120.00} \text{ mm}$$

 t_f : Espesor del ala.

$$t_f : \underline{9.80} \text{ mm}$$

 t_w : Espesor del alma.

$$t_w : \underline{6.20} \text{ mm}$$

r: Radio de acuerdo entre ala y alma.

$$r : \underline{15.00} \text{ mm}$$

 f_{yd} : Resistencia de cálculo del acero.

$$f_{yd} : \underline{261.90} \text{ MPa}$$

$$f_{yd} = f_y / \gamma_{M0}$$

Siendo:

 f_y : Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)

$$f_y : \underline{275.00} \text{ MPa}$$

 γ_{M0} : Coeficiente parcial de seguridad del material.

$$\gamma_{M0} : \underline{1.05}$$

Abolladura por cortante del alma: (CTE DB SE-A, Artículo 6.3.3.4)

Aunque no se han dispuesto rigidizadores transversales, no es necesario comprobar la resistencia a la abolladura del alma, puesto que se cumple:

$$\frac{d}{t_w} < 70 \cdot \varepsilon$$

$$30.71 < 64.71 \quad \checkmark$$

Donde:

 I_w : Esbeltez del alma.

$$I_w : \underline{30.71}$$

$$\lambda_w = \frac{d}{t_w}$$

 I_{\max} : Esbeltez máxima.

$$I_{\max} : \underline{64.71}$$

$$\lambda_{\max} = 70 \cdot \varepsilon$$

e: Factor de reducción.

$$e : \underline{0.92}$$

$$\varepsilon = \sqrt{\frac{f_{ref}}{f_y}}$$

Siendo:

 f_{ref} : Límite elástico de referencia.

$$f_{ref} : \underline{235.00} \text{ MPa}$$

 f_y : Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)

$$f_y : \underline{275.00} \text{ MPa}$$

Resistencia a corte Y (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.4)

La comprobación no procede, ya que no hay esfuerzo cortante.

Resistencia a momento flector Y y fuerza cortante Z combinados (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8)

No es necesario reducir la resistencia de cálculo a flexión, ya que el esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo V_{Ed} no es superior al 50% de la resistencia de cálculo a cortante $V_{c,Rd}$.

$$V_{Ed} \leq \frac{V_{c,Rd}}{2}$$

$$22.50 \text{ kN} \leq 144.61 \text{ kN}$$



Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen en el nudo N3, para la combinación de acciones 0.8·PP+1.5·POLIPASTO.

V_{Ed} : Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo.

V_{Ed} : 22.50 kN

$V_{c,Rd}$: Esfuerzo cortante resistente de cálculo.

$V_{c,Rd}$: 289.23 kN

Resistencia a momento flector Z y fuerza cortante Y combinados (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8)

No hay interacción entre momento flector y esfuerzo cortante para ninguna combinación. Por lo tanto, la comprobación no procede.

Resistencia a flexión y axil combinados (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8)

No hay interacción entre axil y momento flector ni entre momentos flectores en ambas direcciones para ninguna combinación. Por lo tanto, la comprobación no procede.

Resistencia a flexión, axil y cortante combinados (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8)

No hay interacción entre momento flector, axil y cortante para ninguna combinación. Por lo tanto, la comprobación no procede.

Resistencia a torsión (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.7)

La comprobación no procede, ya que no hay momento torsor.

Resistencia a cortante Z y momento torsor combinados (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8)

No hay interacción entre momento torsor y esfuerzo cortante para ninguna combinación. Por lo tanto, la comprobación no procede.

Resistencia a cortante Y y momento torsor combinados (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8)

No hay interacción entre momento torsor y esfuerzo cortante para ninguna combinación. Por lo tanto, la comprobación no procede.

A.1.2. RECINTOS ENTERRADOS

MURO

Table of Contents

AQUA - GENERAL CROSS SECTIONS

Default design code is EHE Instrucción de hormigón estructural 2008 (España) V 2020	3
Materials	3

SOFiMSHC - STRUCTURAL ELEMENTS AND GEOMETRY

Groups	4
Summary of quadrilateral elements	4
Groups	4

WINGRAF - GRAPHICS FOR FINITE ELEMENTS

Quadrilateral Elements , Material designations	5
Quadrilateral Elements , Designation of reinforcement materials	6
Average plate thickness	7
Elastic bedding	8
Quadrilateral Elements , Number of group	9

ASE - ADVANCED SOLUTION ENGINE

WINGRAF - GRAPHICS FOR FINITE ELEMENTS

All loads LC: 1	10
All loads LC: 2	11
All loads LC: 3	12
All loads LC: 4	13
All loads LC: 5	14

MAXIMA - SUPERPOSITION OF LOAD CASES

Combination rule Number 1	15
Load Case selection	15
Generated Load Cases	15

MAXIMA - SUPERPOSITION OF LOAD CASES

Combination rule Number 2	16
Load Case selection	16
Generated Load Cases	16

MAXIMA - SUPERPOSITION OF LOAD CASES

Combination rule Number 3	18
Load Case selection	18
Generated Load Cases	18

BEMESS - DESIGN OF PLATES AND SHELLS

Default design code is EHE Instrucción de hormigón estructural 2008 (España) V 2020	20
Load Cases for the Design	20
Material (EHE spanish code)	20
Material-safety-factors:	20
Geometry (axial covers)	20

WINGRAF - GRAPHICS FOR FINITE ELEMENTS

Quadrilateral Elements , upper Principal reinforcements (1st layer) DC: 1	21
Quadrilateral Elements , upper Cross reinforcements (2nd layer) DC: 1	22
Quadrilateral Elements , lower Principal reinforcements (1st layer) DC: 1	23
Quadrilateral Elements , lower Cross reinforcements (2nd layer) DC: 1	24

WINGRAF - GRAPHICS FOR FINITE ELEMENTS

Quadrilateral Elements , upper Principal reinforcements (1st layer) DC: 1	25
Quadrilateral Elements , upper Cross reinforcements (2nd layer) DC: 1	26
Quadrilateral Elements , lower Principal reinforcements (1st layer) DC: 1	27
Quadrilateral Elements , lower Cross reinforcements (2nd layer) DC: 1	28

MURO

WINGRAF - GRAPHICS FOR FINITE ELEMENTS

WINGRAF - GRAPHICS FOR FINITE ELEMENTS

Quadrilateral Elements , upper Principal reinforcements (1st layer) DC: 1	29
Quadrilateral Elements , upper Cross reinforcements (2nd layer) DC: 1	30
Quadrilateral Elements , lower Principal reinforcements (1st layer) DC: 1	31
Quadrilateral Elements , lower Cross reinforcements (2nd layer) DC: 1	32

BEMESS - DESIGN OF PLATES AND SHELLS

Default design code is EHE Instrucción de hormigón estructural 2008 (España) V 2020	33
Load Cases for the Design	33
Material (EHE spanish code)	33
Geometry (axial covers)	33
Serviceability limit state control parameters	33

WINGRAF - GRAPHICS FOR FINITE ELEMENTS

Quadrilateral Elements , upper Principal reinforcements (1st layer) DC: 2	34
Quadrilateral Elements , upper Cross reinforcements (2nd layer) DC: 2	35
Quadrilateral Elements , lower Principal reinforcements (1st layer) DC: 2	36
Quadrilateral Elements , lower Cross reinforcements (2nd layer) DC: 2	37

WINGRAF - GRAPHICS FOR FINITE ELEMENTS

Quadrilateral Elements , upper Principal reinforcements (1st layer) DC: 2	38
Quadrilateral Elements , upper Cross reinforcements (2nd layer) DC: 2	39
Quadrilateral Elements , lower Principal reinforcements (1st layer) DC: 2	40
Quadrilateral Elements , lower Cross reinforcements (2nd layer) DC: 2	41

WINGRAF - GRAPHICS FOR FINITE ELEMENTS

Quadrilateral Elements , upper Principal reinforcements (1st layer) DC: 2	42
Quadrilateral Elements , upper Cross reinforcements (2nd layer) DC: 2	43
Quadrilateral Elements , lower Principal reinforcements (1st layer) DC: 2	44
Quadrilateral Elements , lower Cross reinforcements (2nd layer) DC: 2	45

WINGRAF - GRAPHICS FOR FINITE ELEMENTS

Principal shear forces (absolute) LC: 106	46
Principal shear forces (absolute) LC: 107	47
Principal shear forces (absolute) LC: 108	48
Principal shear forces (absolute) LC: 109	49

WINGRAF - GRAPHICS FOR FINITE ELEMENTS

Principal shear forces (absolute) LC: 106	50
Principal shear forces (absolute) LC: 107	51
Principal shear forces (absolute) LC: 108	52
Principal shear forces (absolute) LC: 109	53

WINGRAF - GRAPHICS FOR FINITE ELEMENTS

Principal shear forces (absolute) LC: 106	54
Principal shear forces (absolute) LC: 107	55
Principal shear forces (absolute) LC: 108	56
Principal shear forces (absolute) LC: 109	57

WINGRAF - GRAPHICS FOR FINITE ELEMENTS

Bedding stress LC: 217	58
Bedding stress LC: 218	59

MURO

Default design code is EHE Instrucción de hormigón estructural 2008 (España) V 2020

Materials

Mat	Classification
1	HA 35 (EHE)
2	B 500 (EHE)

MURO

Groups

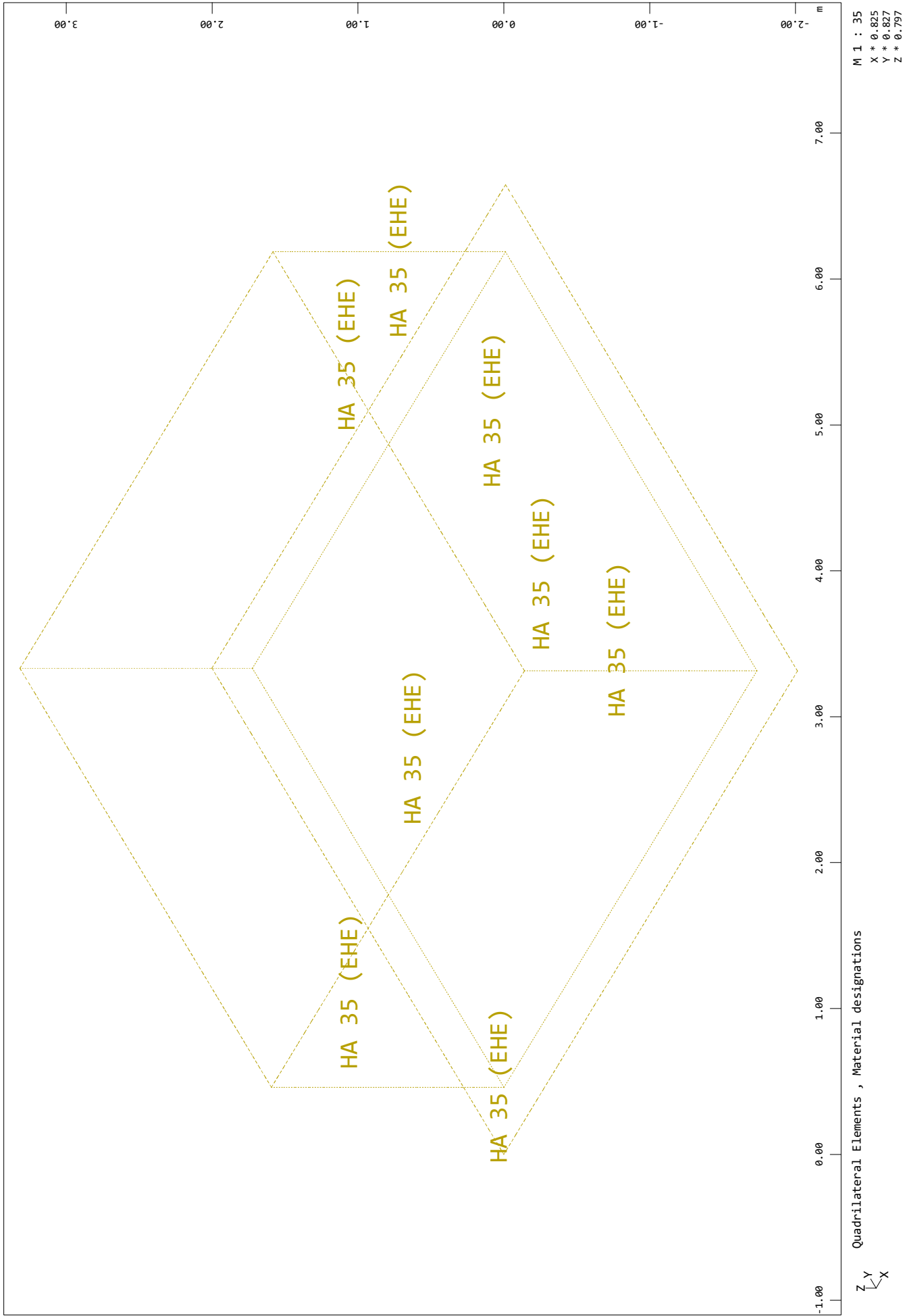
Grp	number	Type	min-no	max-no	Designation
1	521	QUAD	10001	10521	
2	916	QUAD	20001	20916	
3	898	QUAD	30001	30898	
Grp primary group number number number of elements within group					
Type element type min-no,max-no minimum/maximum element number					

Summary of quadrilateral elements

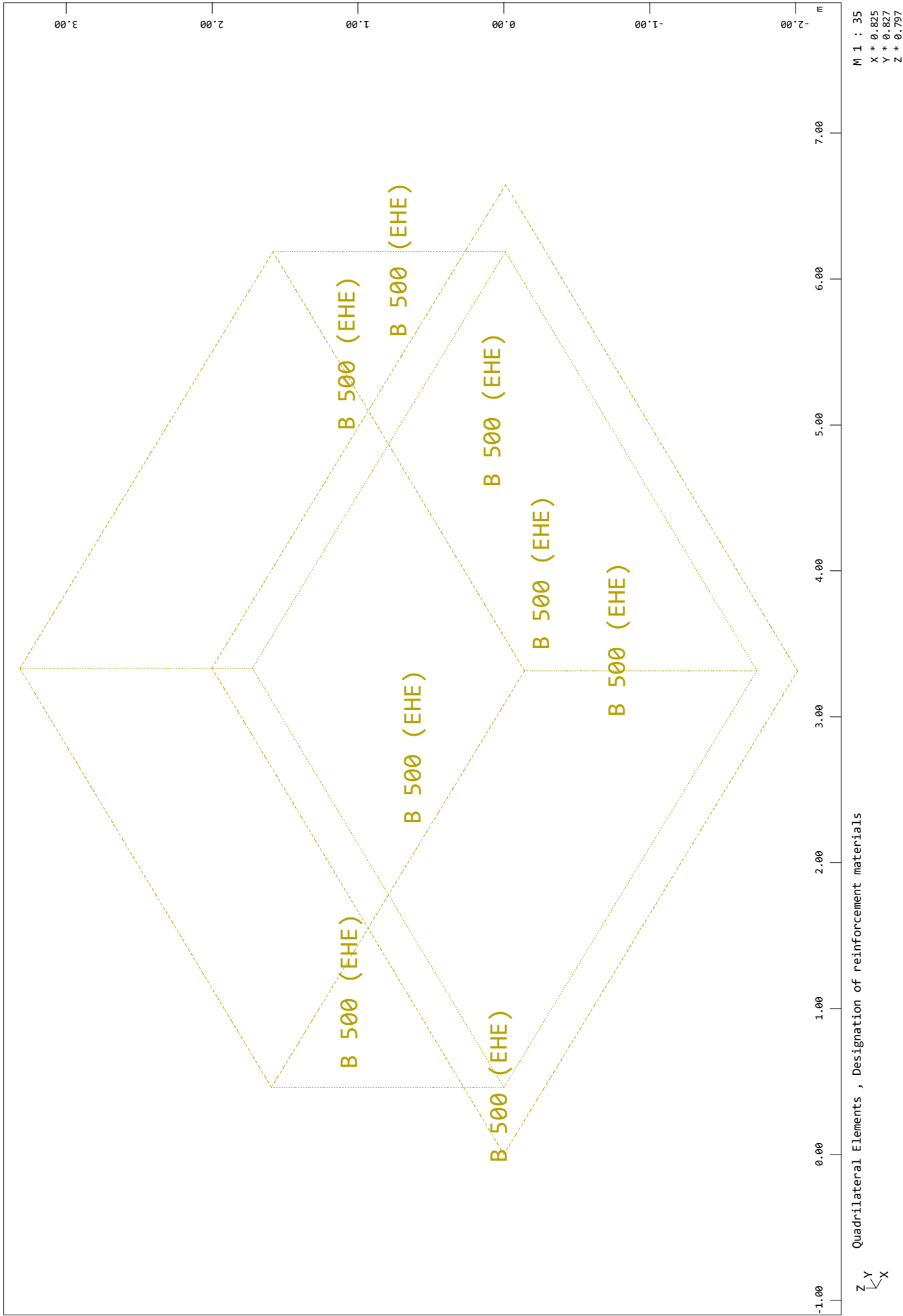
Groups

Grp	TotArea [m2]	TotVolume [m3]	TotWeight [t]	Material
1	16.200	4.050	10.125	1
2	16.200	4.050	10.125	1
3	22.090	6.627	16.567	1
Sum	54.490	14.727	36.817	
Grp primary group number				

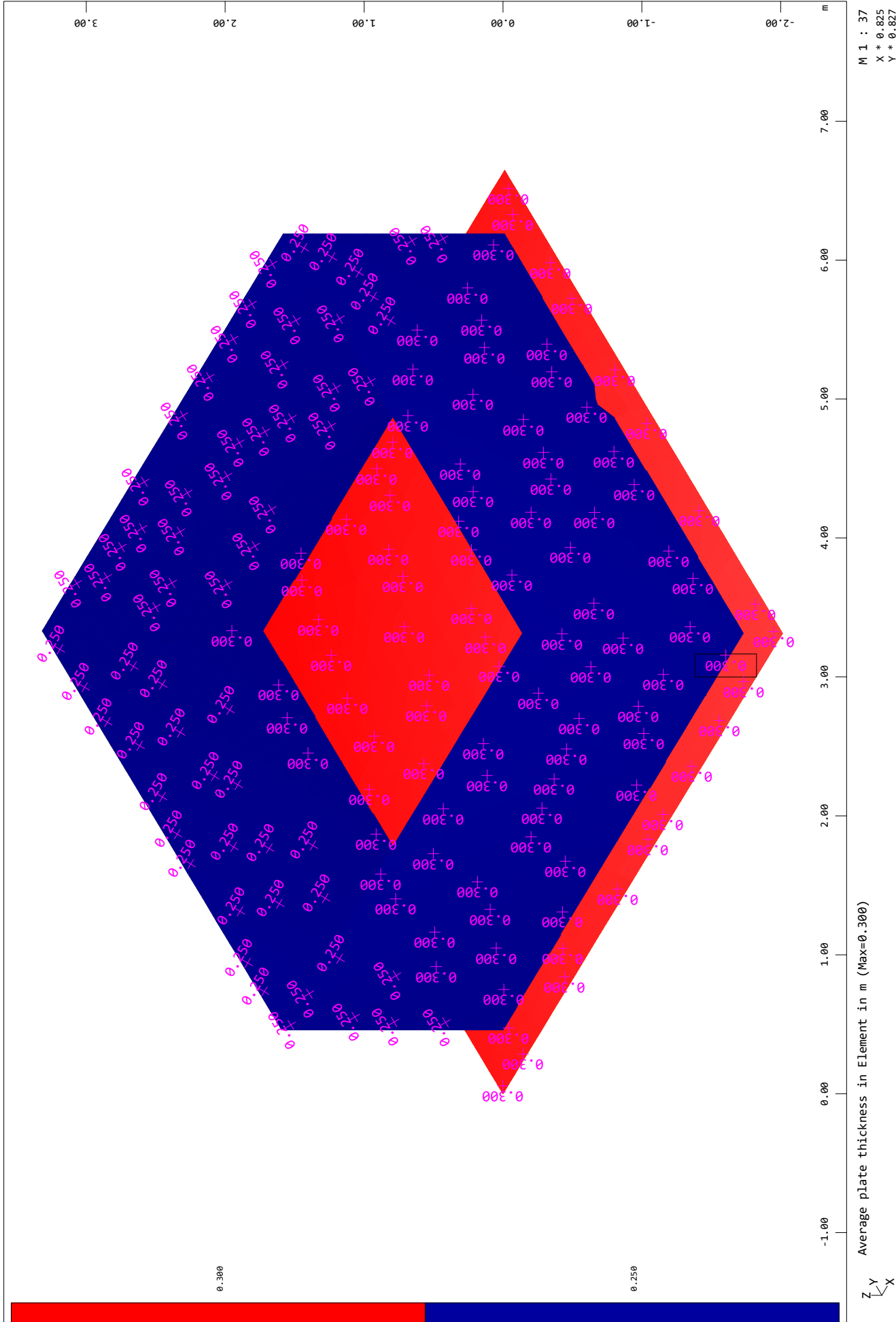
MURO



MURO

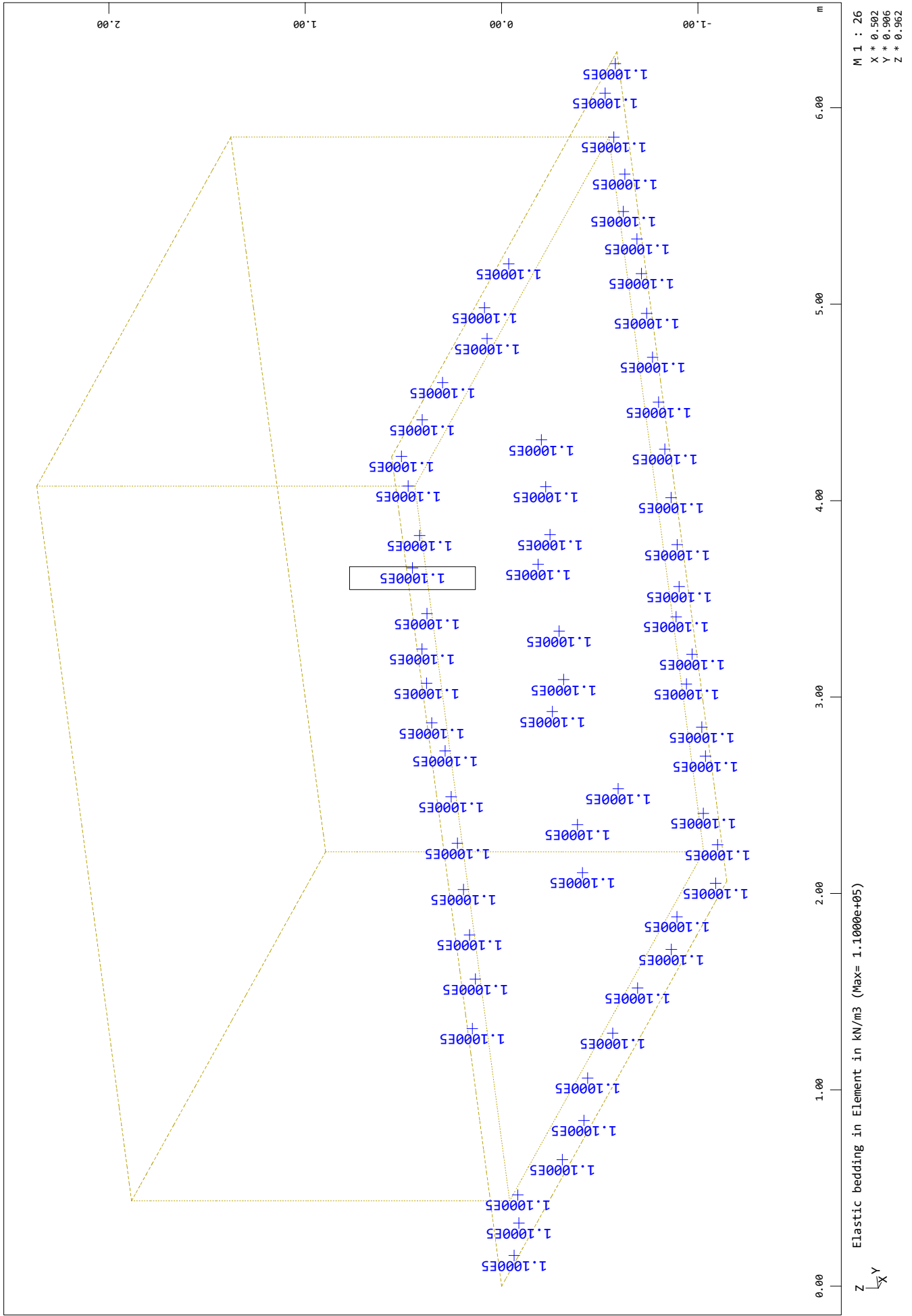


MURO

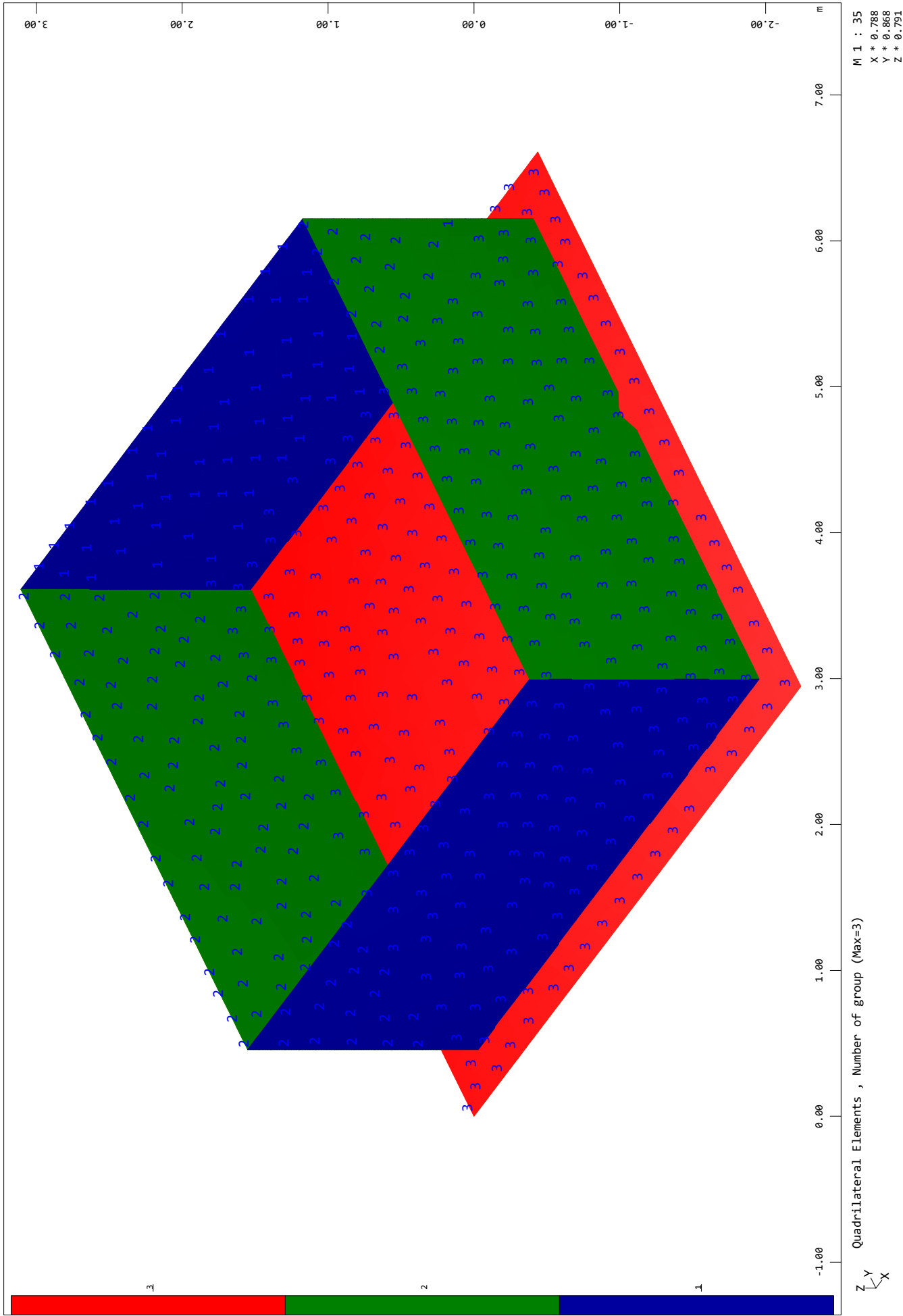


MURO

SOFiSTiK AG - www.sofistik.de

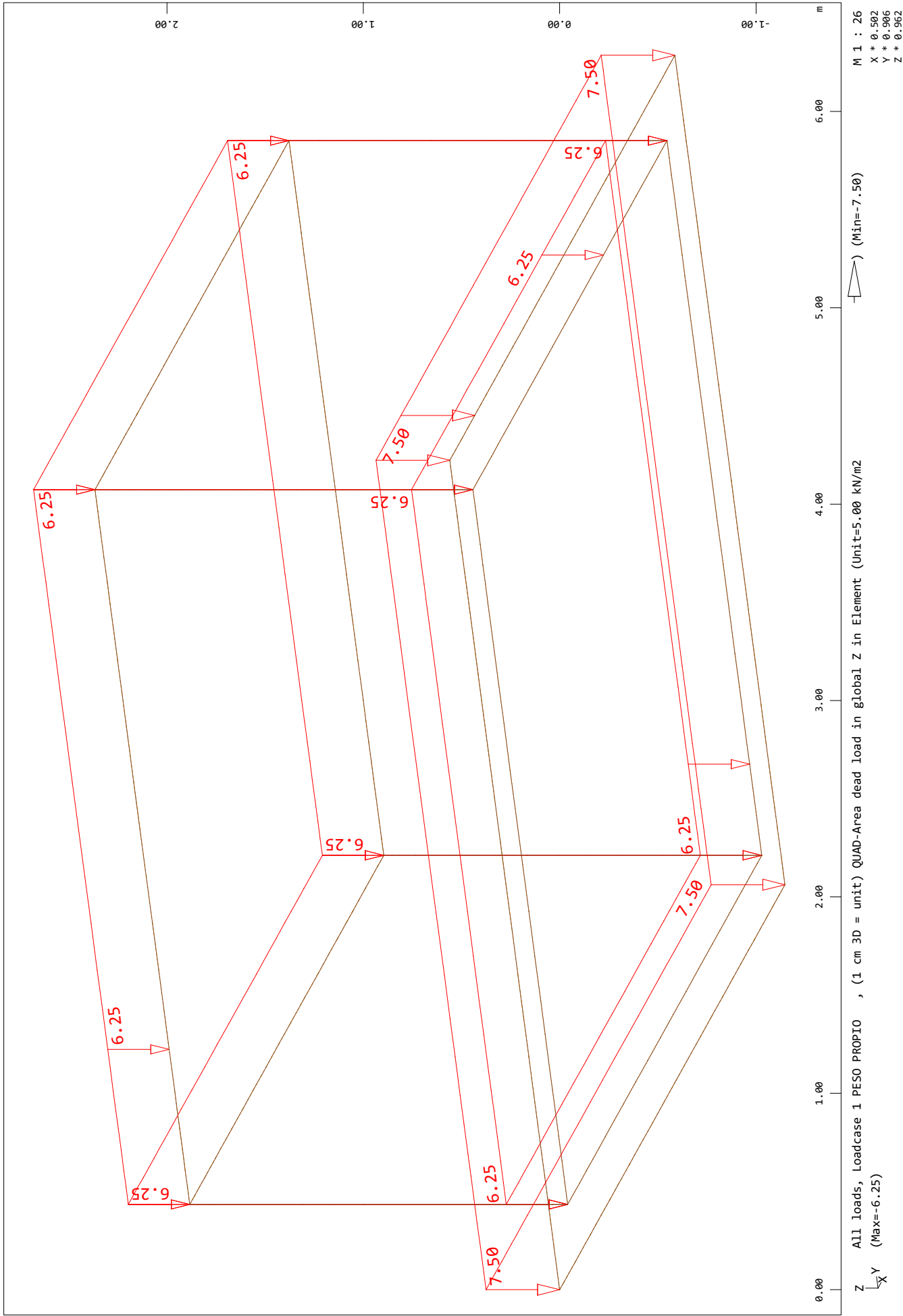


MURO

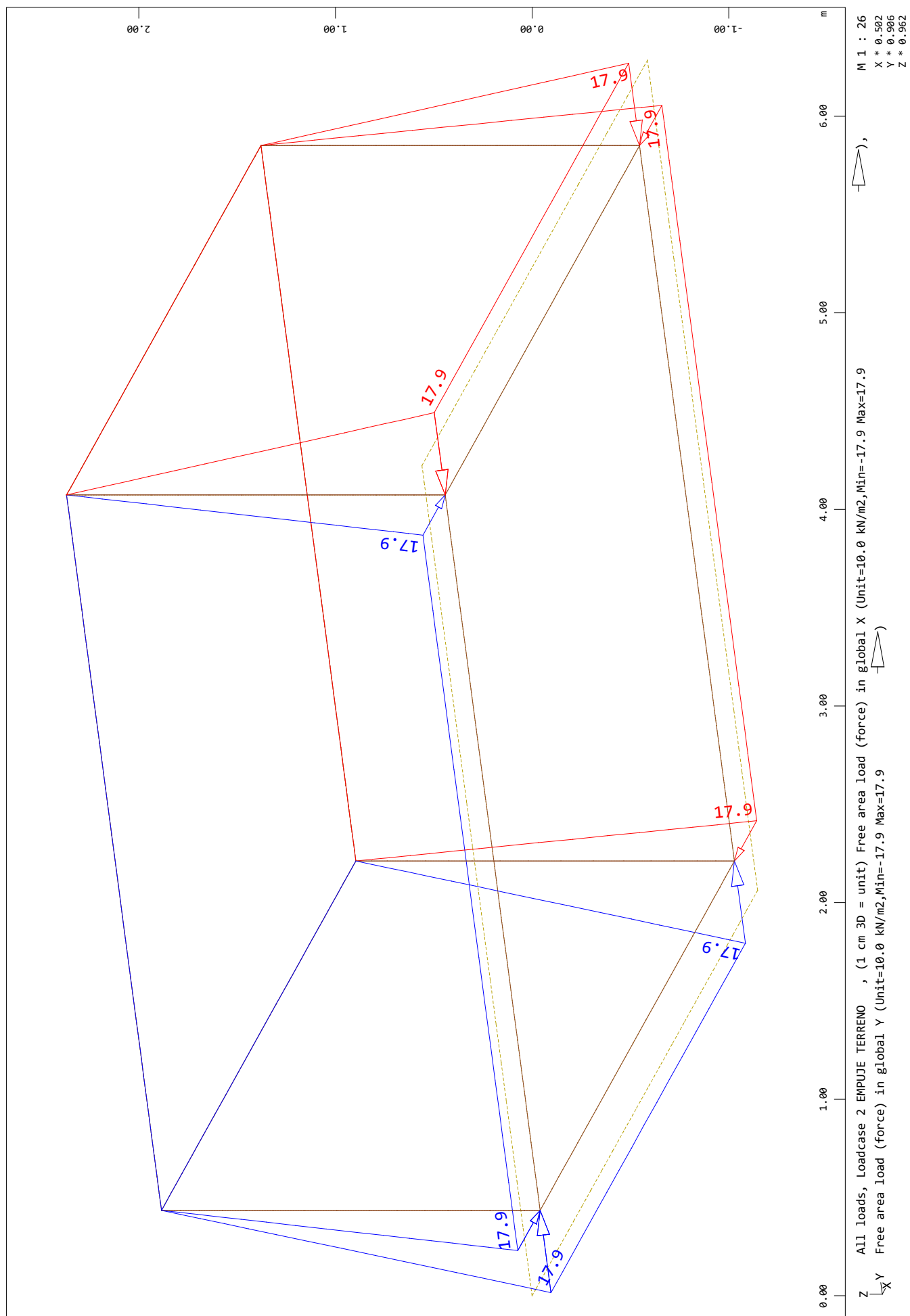


MURO

SOFiStiK AG - www.sofistik.de

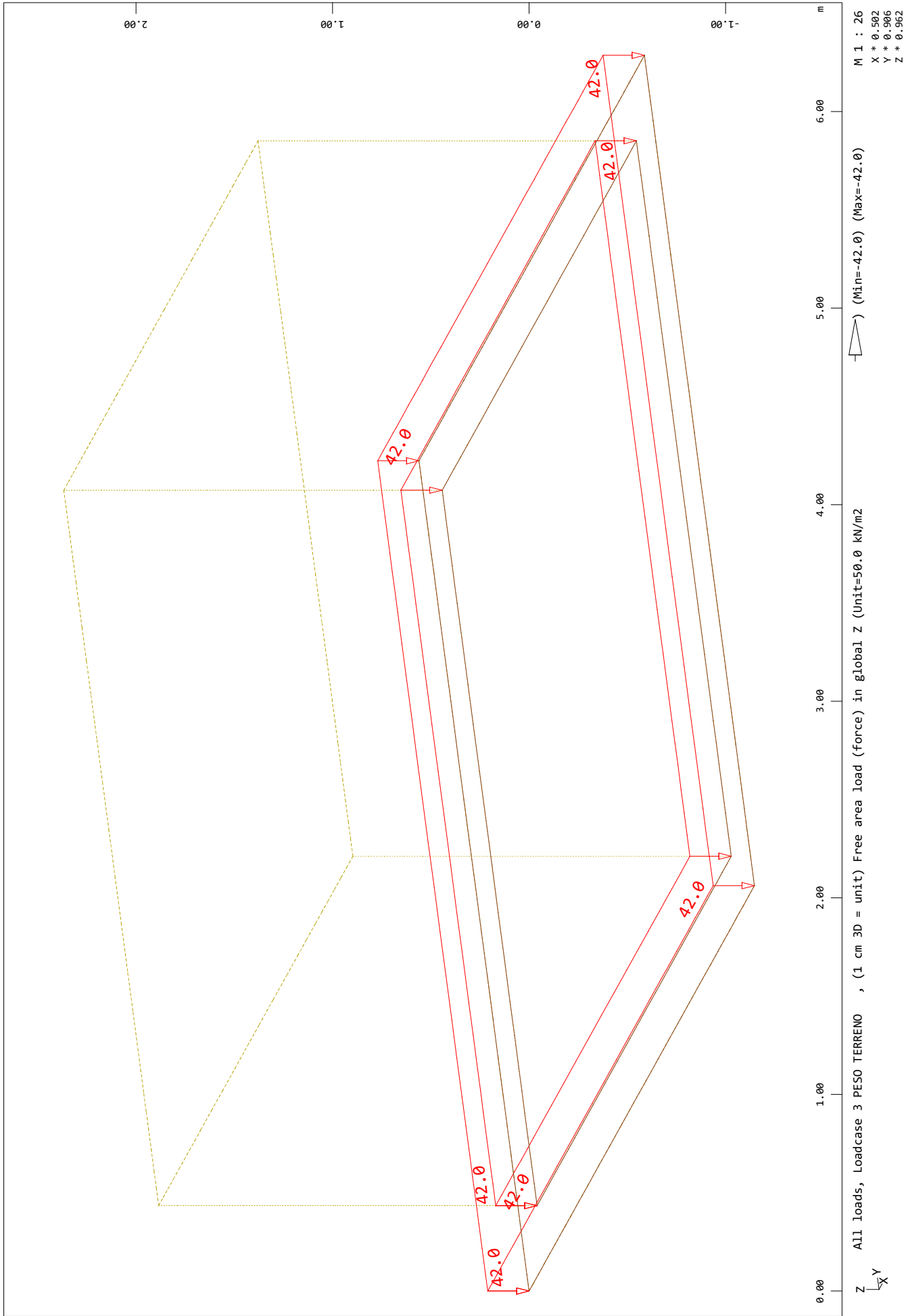


SOFISTiK AG - www.sofistik.de

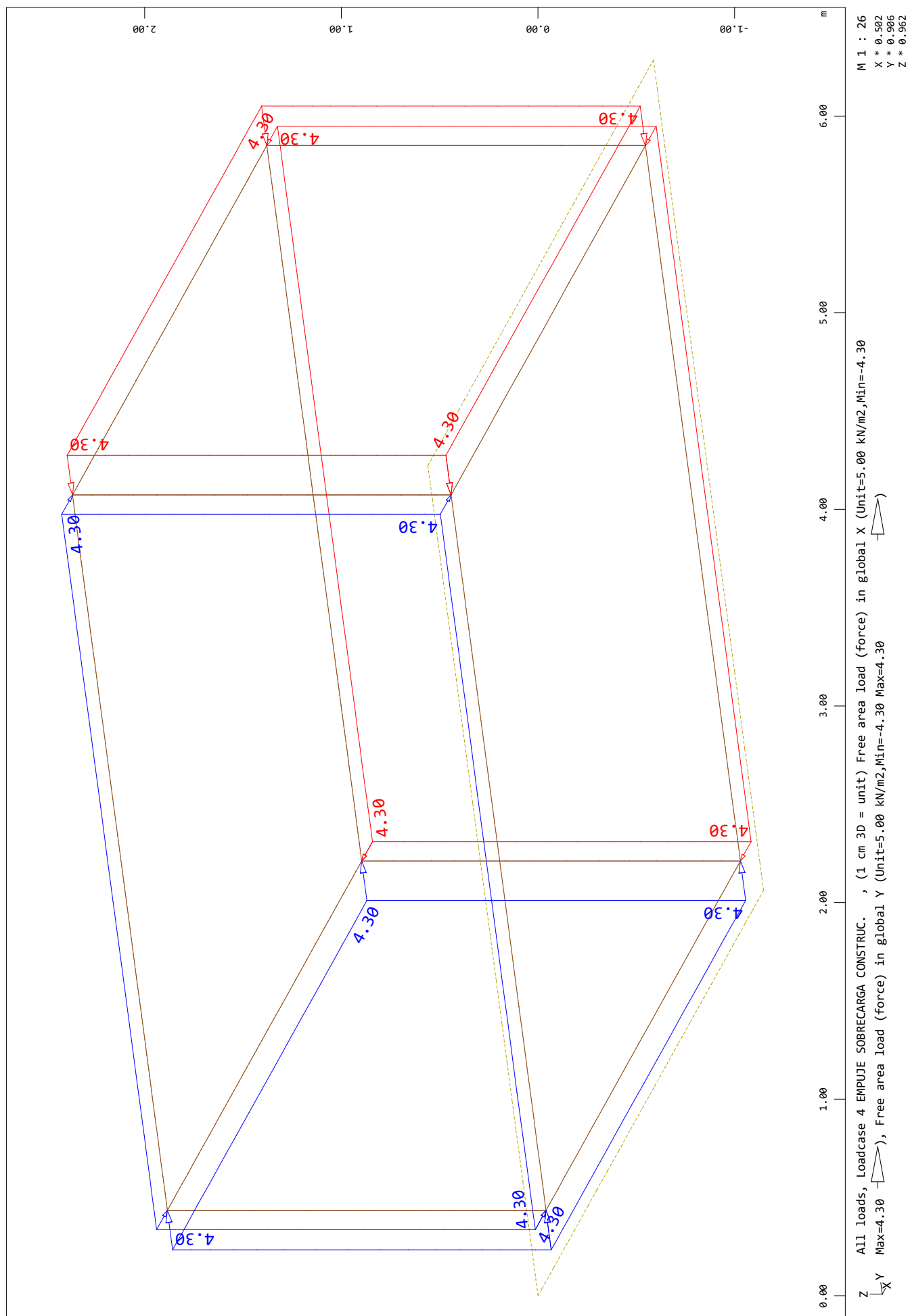


MURO

SOFiStiK AG - www.sofistik.de



SOFISTIK AG - www.sofistik.de



SOFISTiK AG - www.sofistik.de

MURO
 ELU

Combination rule Number 1

Design combination

Resulting Load Cases type Design combination

Load Case selection

Number	Fact	Type	Designation
1	0.80	PERM	PESO PROPIO
1	0.55	COND	PESO PROPIO
2	0.70	PERM	EMPUJE TERRENO
2	0.65	COND	EMPUJE TERRENO
3	0.80	PERM	PESO TERRENO
3	0.55	COND	PESO TERRENO
4	1.50	COND	EMPUJE SOBRECARGA CONSTRUC
5	1.00	PERM	PESO DEPOSITO
5	0.35	COND	PESO DEPOSITO

Fact factor for load case
 Type type of the load case
 PERM permanent load grouped in actions
 COND conditional load

Generated Load Cases

Number	Combination	Designation
100	1	MAX-MXX QUAD
101	1	MIN-MXX QUAD
102	1	MAX-MYY QUAD
103	1	MIN-MYY QUAD
104	1	MAX-MXY QUAD
105	1	MIN-MXY QUAD
100	1	MAX-MXX QUAK
101	1	MIN-MXX QUAK
102	1	MAX-MYY QUAK
103	1	MIN-MYY QUAK
104	1	MAX-MXY QUAK
105	1	MIN-MXY QUAK
106	1	MAX-VX QUAD
107	1	MIN-VX QUAD
106	1	MAX-VX QUAK
107	1	MIN-VX QUAK
108	1	MAX-VY QUAD
109	1	MIN-VY QUAD
108	1	MAX-VY QUAK
109	1	MIN-VY QUAK
110	1	MAX-NXX QUAD
111	1	MIN-NXX QUAD
112	1	MAX-NYY QUAD
113	1	MIN-NYY QUAD
114	1	MAX-NXY QUAD
115	1	MIN-NXY QUAD
110	1	MAX-NXX QUAK
111	1	MIN-NXX QUAK
112	1	MAX-NYY QUAK
113	1	MIN-NYY QUAK
114	1	MAX-NXY QUAK
115	1	MIN-NXY QUAK

MURO

ELS1 (TENSIONES TERRENO)

Combination rule Number 2

Design combination

Resulting Load Cases type Design combination

Load Case selection

Number	Fact	Type	Designation
1	1.00	PERM	PESO PROPIO
2	1.00	PERM	EMPUJE TERRENO
3	1.00	PERM	PESO TERRENO
4	1.00	COND	EMPUJE SOBRECARGA CONSTRUC
5	1.00	PERM	PESO DEPOSITO

Fact factor for load case

Type type of the load case

PERM permanent load grouped in actions

COND conditional load

Generated Load Cases

Number	Combination	Designation
200	2	MAX-MXX QUAD
201	2	MIN-MXX QUAD
202	2	MAX-MYY QUAD
203	2	MIN-MYY QUAD
204	2	MAX-MXY QUAD
205	2	MIN-MXY QUAD
200	2	MAX-MXX QUAK
201	2	MIN-MXX QUAK
202	2	MAX-MYY QUAK
203	2	MIN-MYY QUAK
204	2	MAX-MXY QUAK
205	2	MIN-MXY QUAK
206	2	MAX-VX QUAD
207	2	MIN-VX QUAD
206	2	MAX-VX QUAK
207	2	MIN-VX QUAK
208	2	MAX-VY QUAD
209	2	MIN-VY QUAD
208	2	MAX-VY QUAK
209	2	MIN-VY QUAK
210	2	MAX-NXX QUAD
211	2	MIN-NXX QUAD
212	2	MAX-NYY QUAD
213	2	MIN-NYY QUAD
214	2	MAX-NXY QUAD
215	2	MIN-NXY QUAD
210	2	MAX-NXX QUAK
211	2	MIN-NXX QUAK
212	2	MAX-NYY QUAK
213	2	MIN-NYY QUAK
214	2	MAX-NXY QUAK
215	2	MIN-NXY QUAK
217	2	MAX-P QUAD
218	2	MIN-P QUAD
271	2	MAX-SXT QUAD
272	2	MIN-SXT QUAD
271	2	MAX-SXT QUAK
272	2	MIN-SXT QUAK
273	2	MAX-SYT QUAD
274	2	MIN-SYT QUAD
273	2	MAX-SYT QUAK
274	2	MIN-SYT QUAK
277	2	MAX-SXB QUAD

MURO

ELS1 (TENSIONES TERRENO)

Generated Load Cases

Number	Combination	Designation
278	2	MIN-SXB QUAD
277	2	MAX-SXB QUAK
278	2	MIN-SXB QUAK
279	2	MAX-SYB QUAD
280	2	MIN-SYB QUAD
279	2	MAX-SYB QUAK
280	2	MIN-SYB QUAK

MURO

ELS2 (FISURACIÓN)

Combination rule Number 3

Design combination

Resulting Load Cases type Design combination

Load Case selection

Number	Fact	Type	Designation
1	1.00	PERM	PESO PROPIO
2	1.00	PERM	EMPUJE TERRENO
3	1.00	PERM	PESO TERRENO
4	0.70	COND	EMPUJE SOBRECARGA CONSTRUC
5	1.00	PERM	PESO DEPOSITO

Fact factor for load case

Type type of the load case

PERM permanent load grouped in actions

COND conditional load

Generated Load Cases

Number	Combination	Designation
300	3	MAX-MXX QUAD
301	3	MIN-MXX QUAD
302	3	MAX-MYY QUAD
303	3	MIN-MYY QUAD
304	3	MAX-MXY QUAD
305	3	MIN-MXY QUAD
300	3	MAX-MXX QUAK
301	3	MIN-MXX QUAK
302	3	MAX-MYY QUAK
303	3	MIN-MYY QUAK
304	3	MAX-MXY QUAK
305	3	MIN-MXY QUAK
306	3	MAX-VX QUAD
307	3	MIN-VX QUAD
306	3	MAX-VX QUAK
307	3	MIN-VX QUAK
308	3	MAX-VY QUAD
309	3	MIN-VY QUAD
308	3	MAX-VY QUAK
309	3	MIN-VY QUAK
310	3	MAX-NXX QUAD
311	3	MIN-NXX QUAD
312	3	MAX-NYY QUAD
313	3	MIN-NYY QUAD
314	3	MAX-NXY QUAD
315	3	MIN-NXY QUAD
310	3	MAX-NXX QUAK
311	3	MIN-NXX QUAK
312	3	MAX-NYY QUAK
313	3	MIN-NYY QUAK
314	3	MAX-NXY QUAK
315	3	MIN-NXY QUAK
371	3	MAX-SXT QUAD
372	3	MIN-SXT QUAD
371	3	MAX-SXT QUAK
372	3	MIN-SXT QUAK
373	3	MAX-SYT QUAD
374	3	MIN-SYT QUAD
373	3	MAX-SYT QUAK
374	3	MIN-SYT QUAK
377	3	MAX-SXB QUAD
378	3	MIN-SXB QUAD
377	3	MAX-SXB QUAK

MURO

ELS2 (FISURACIÓN)

Generated Load Cases

Number	Combination	Designation
378	3	MIN-SXB QUAK
379	3	MAX-SYB QUAD
380	3	MIN-SYB QUAD
379	3	MAX-SYB QUAK
380	3	MIN-SYB QUAK

MURO
DIM ELU

Default design code is EHE Instrucción de hormigón estructural 2008 (España) V 2020
Loadcases have been calculated in the Ultimate Limit State
In BEMESS no additional load safety factor is applied.
The design uses the Baumann method.

Load Cases for the Design

Loadcase	factor	Designation
100	1.000	MAX-MXX QUAD
101	1.000	MIN-MXX QUAD
102	1.000	MAX-MYY QUAD
103	1.000	MIN-MYY QUAD
104	1.000	MAX-MXY QUAD
105	1.000	MIN-MXY QUAD
106	1.000	MAX-VX QUAD
107	1.000	MIN-VX QUAD
108	1.000	MAX-VY QUAD
109	1.000	MIN-VY QUAD
110	1.000	MAX-NXX QUAD
111	1.000	MIN-NXX QUAD
112	1.000	MAX-NYY QUAD
113	1.000	MIN-NYY QUAD
114	1.000	MAX-NXY QUAD
115	1.000	MIN-NXY QUAD

Material (EHE spanish code)

MAT	fck [MPa]	fc [MPa]	fctm [MPa]	fy [MPa]	ft [MPa]	minT	Type
1	35.00	29.75	3.21			0.20	
2				500.00	510.00		

MAT material number
 fck nominal strength of the concrete
 fc strength of the concrete
 fctm tensile strength of the concrete
 fy yield stress reinforcing steel
 ft tensile stress reinforcing steel
 minT minimum transverse reinforcement
 Type character of the loading

Design according to EHE spanish code
Reduction of FC in case of transvers tension = 25.0 [o/o]

Material-safety-factors:

MAT	concr SC1	SC2	steel SS1	SS2
1	1.50	1.50		
2			1.15	1.15

MAT material number
 concr material safety SC1/SC2 = bending/compression
 steel material safety steel bending/compression

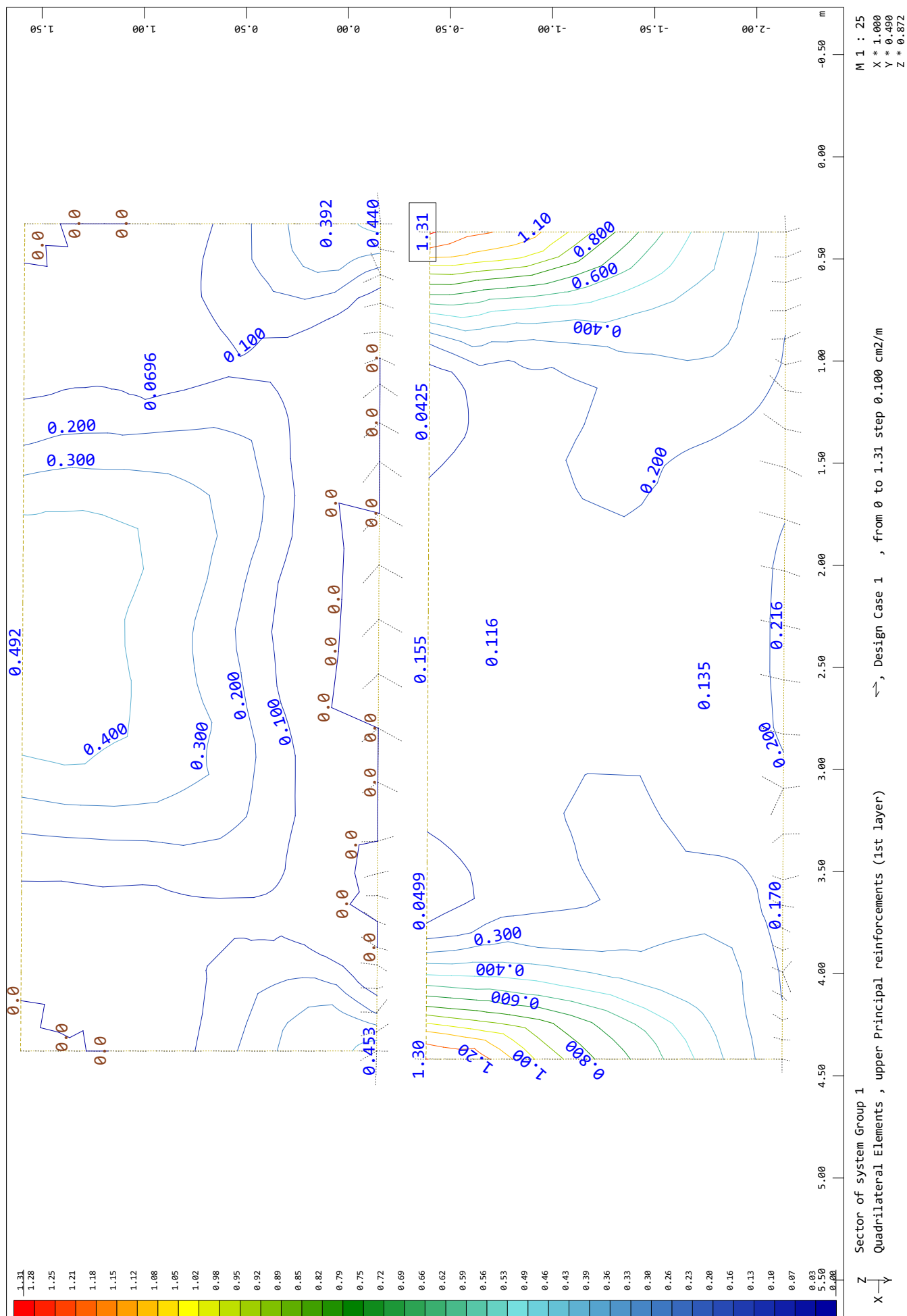
At direct supports the shear force is linear reduced from 0.5*d up to the face of the support to 70%.
The maximum shear capacity is checked at the face of the support without reduction.
For punching design, the longitudinal reinforcement will be increased up to 1.50%
to avoid shear reinforcement [input PUNC...RO_V].
Outside the punching area, the normal slab shear design may increase the
longitudinal reinforcement up to 0.20% [input CTRL...RO_V].

Geometry (axial covers)

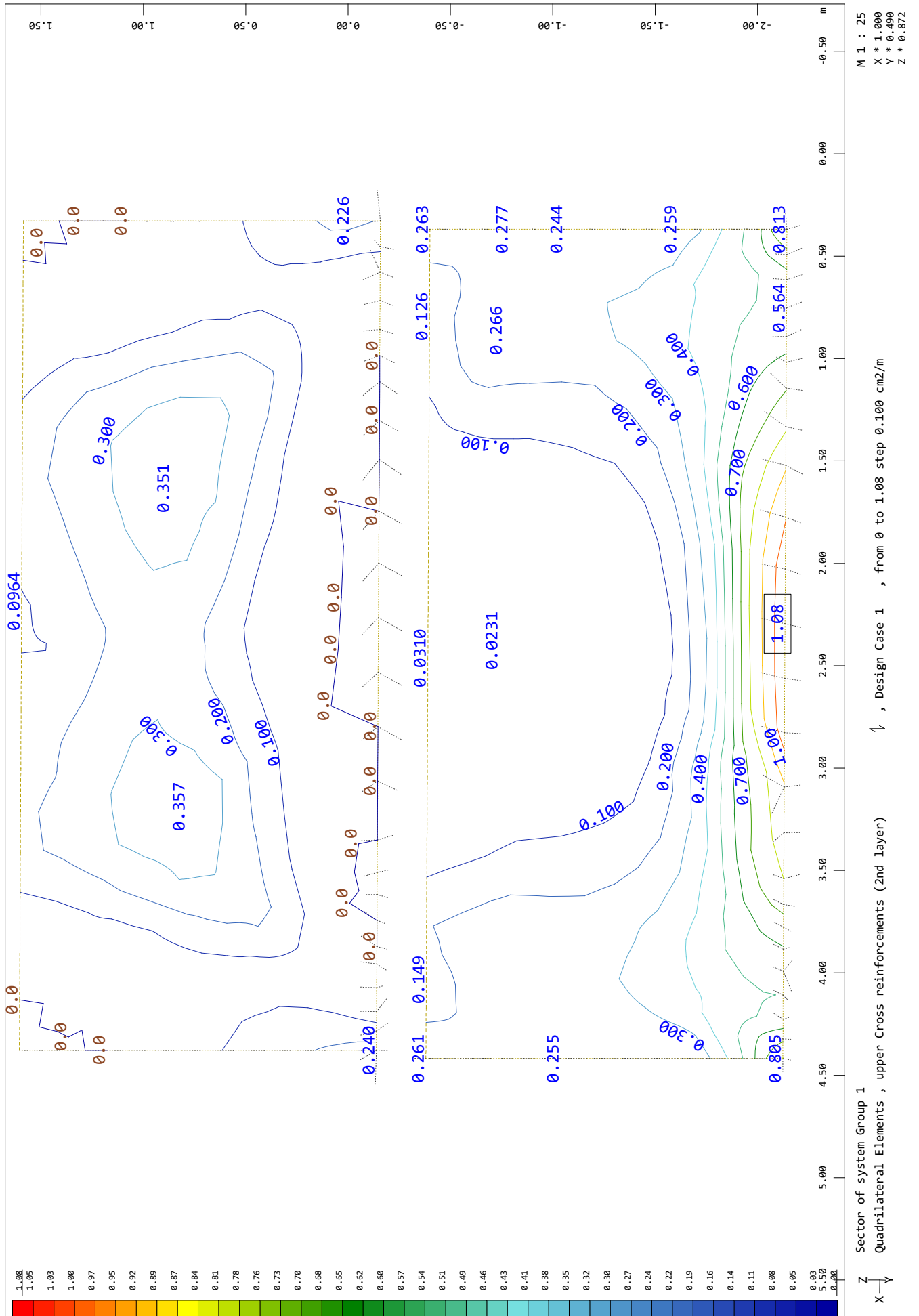
No	he-upper [mm]	hi-upper [mm]	he-lower [mm]	hi-lower [mm]	Elem. height [mm]
1	56	68	56	68	As saved

The reinforcement is saved in the data base as reinforcement distribution number 1

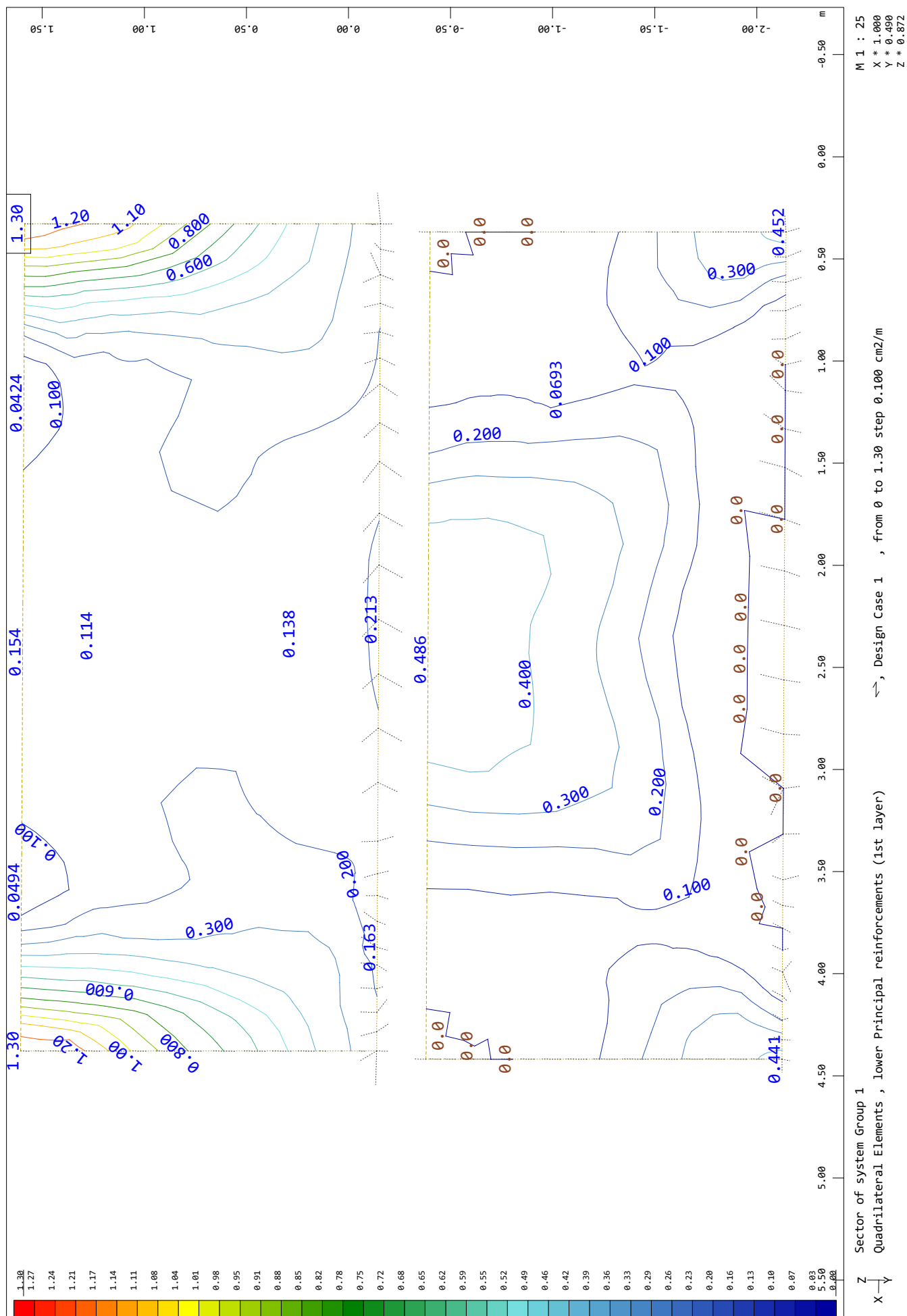
SOFiSTIK AG - www.sofistik.de



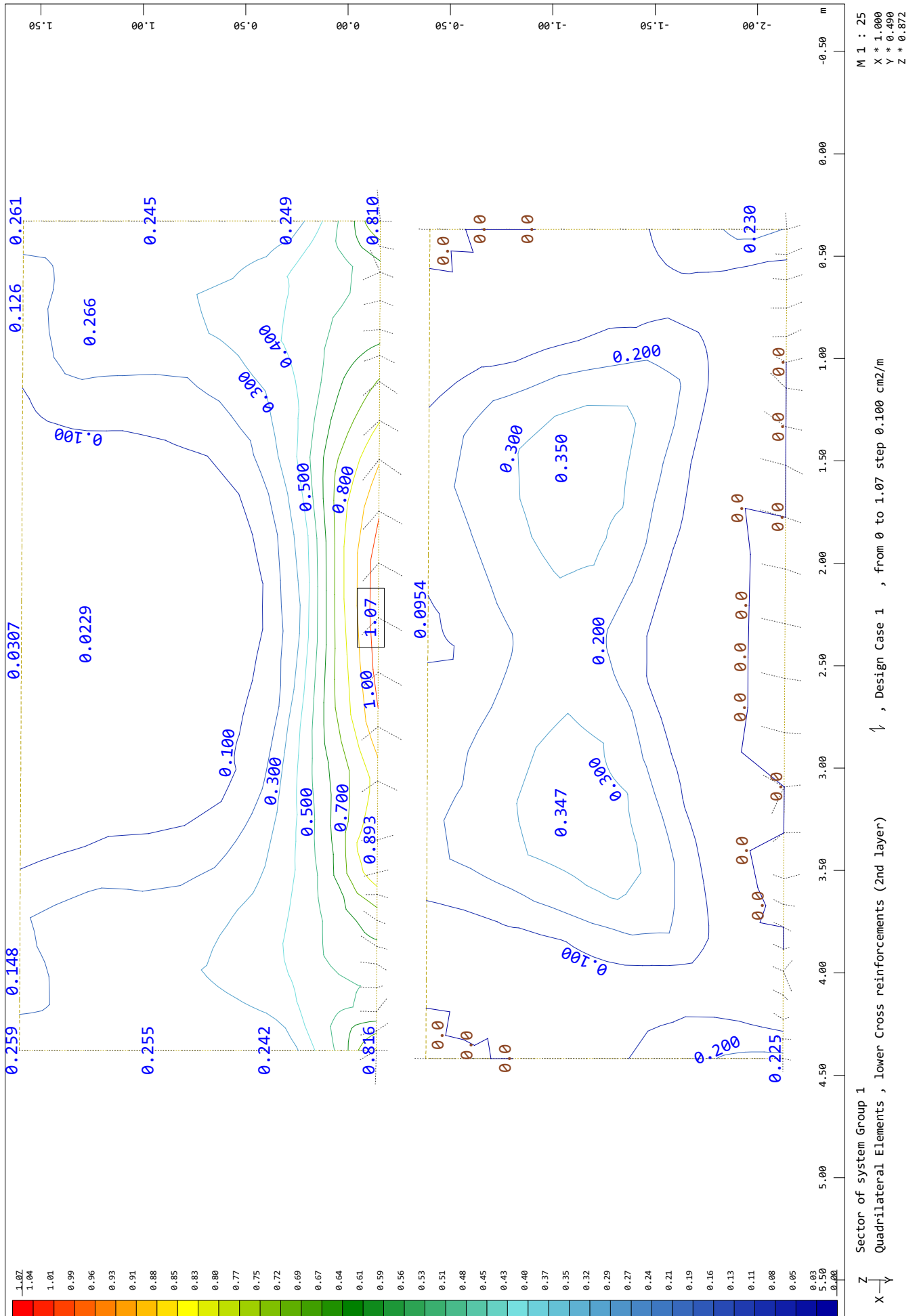
SOFISTIK AG - www.sofistik.de



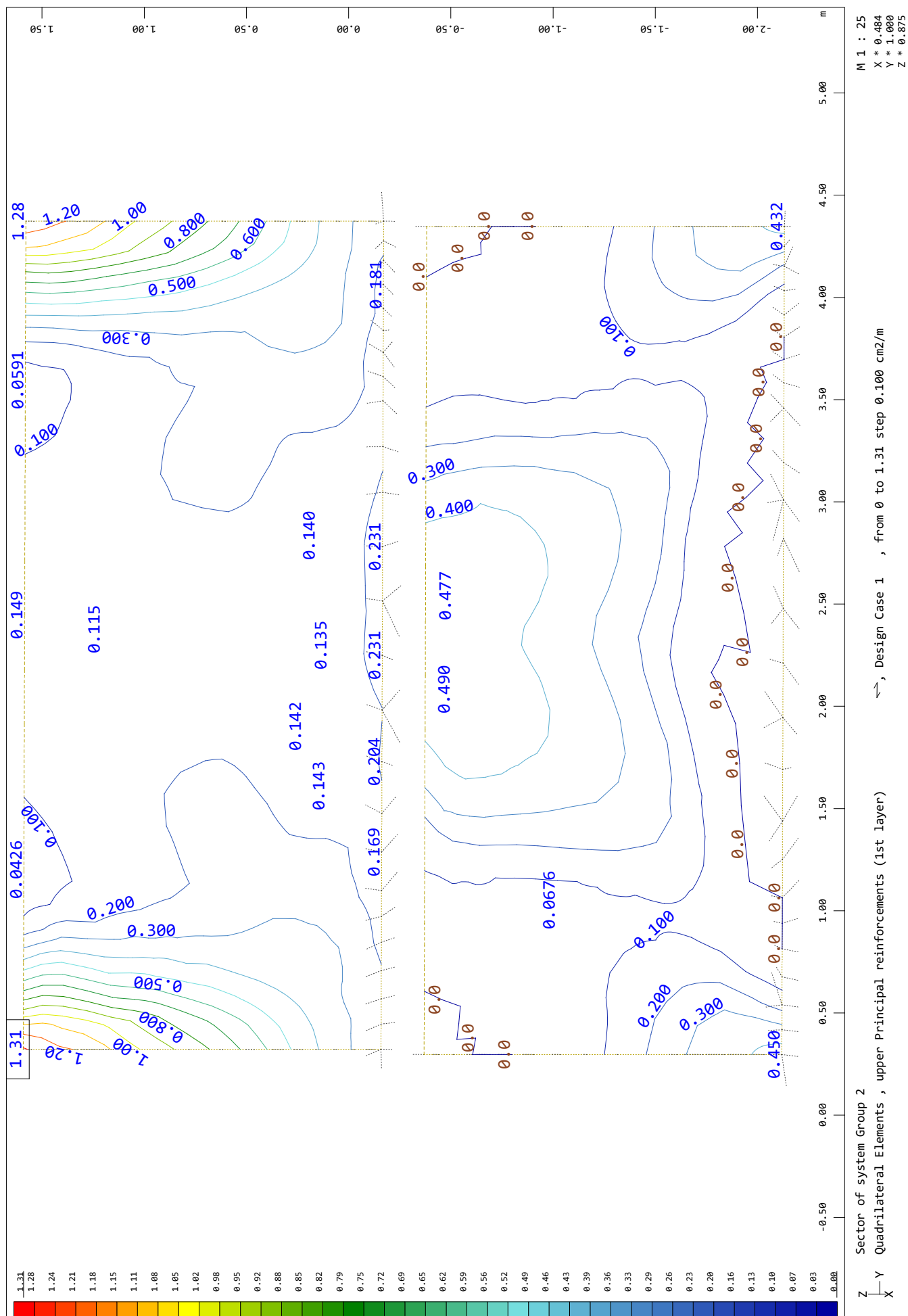
SOFISTIK AG - www.sofistik.de



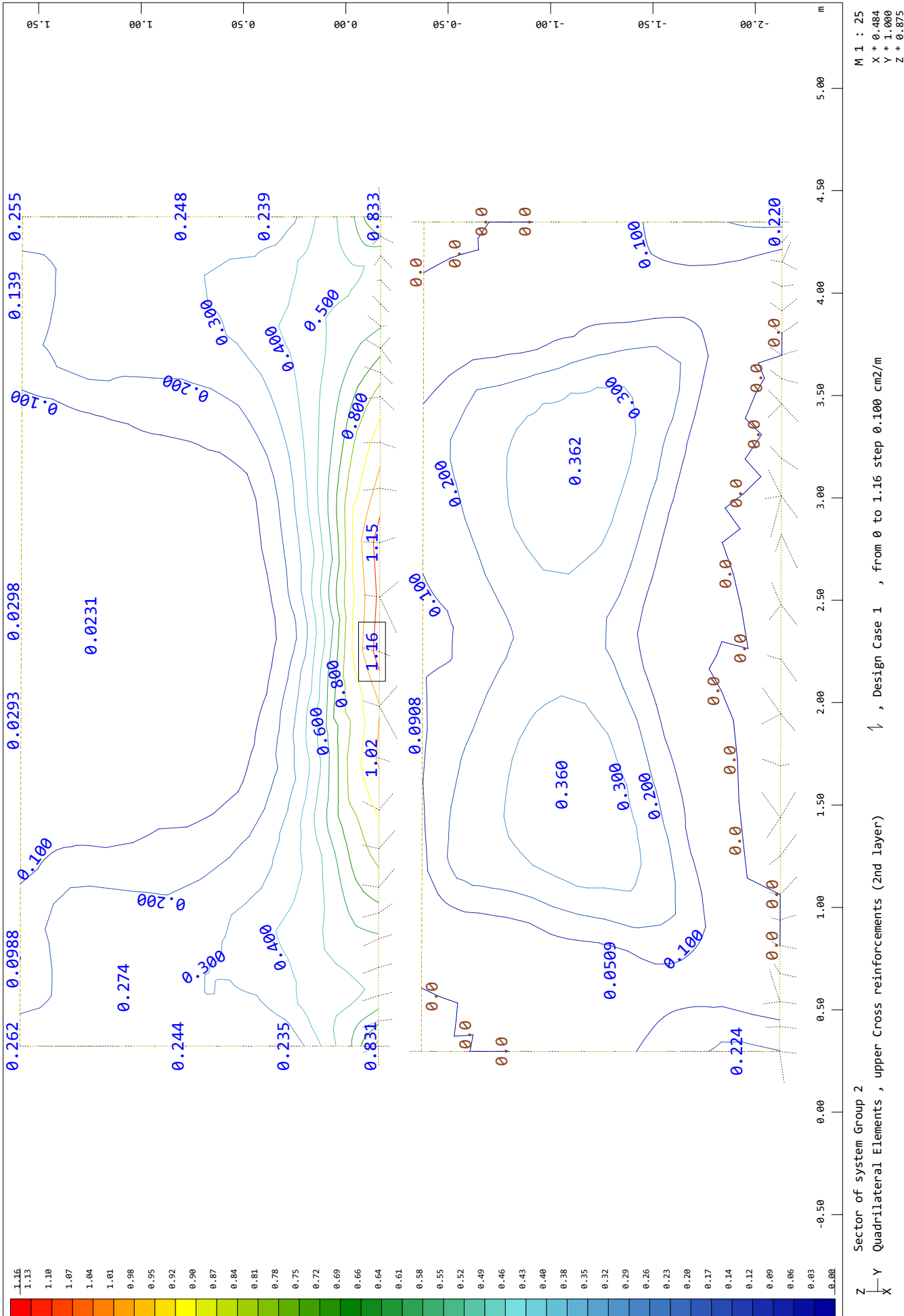
SOFISTIK AG - www.sofistik.de



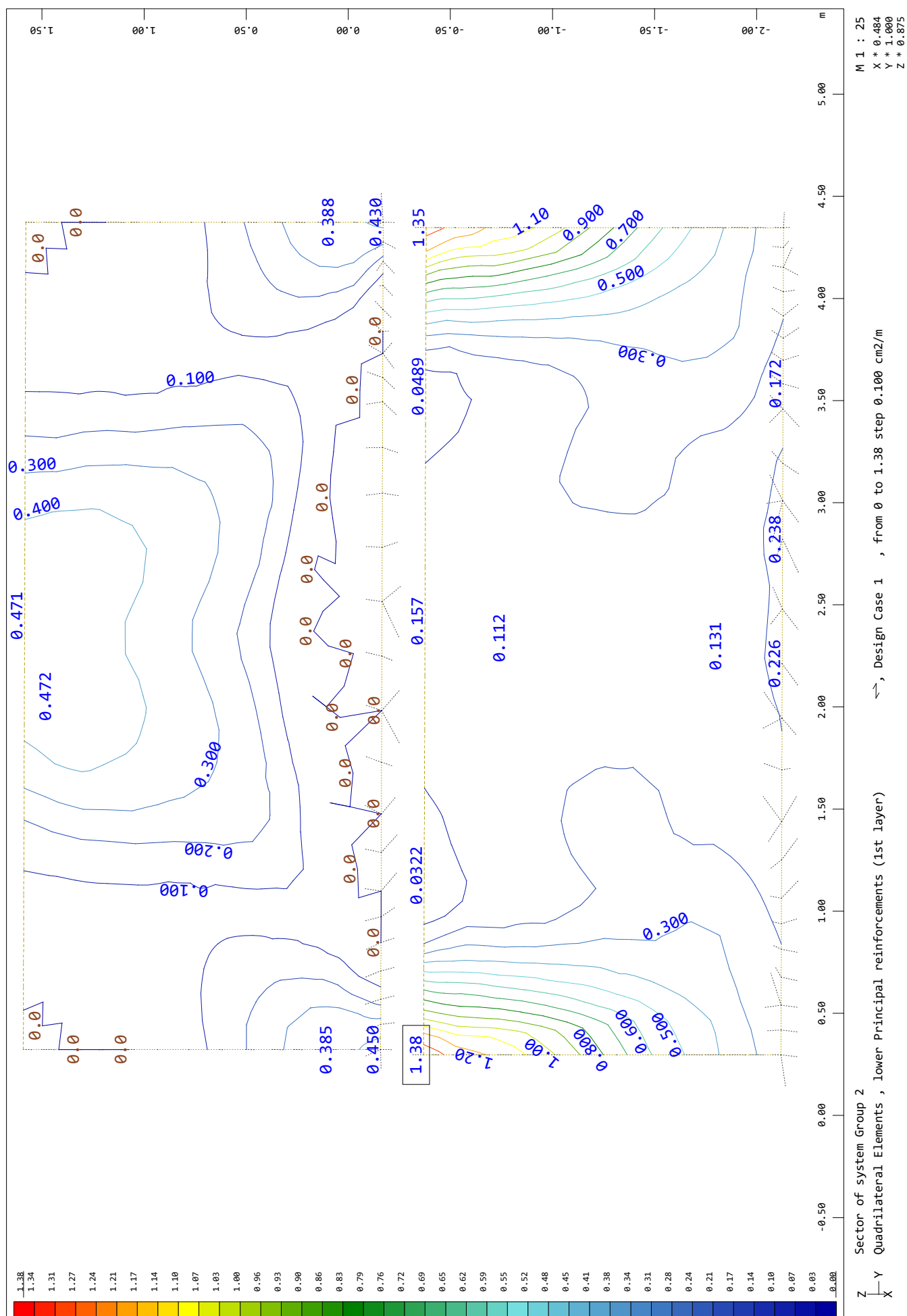
SOFiSTIK AG - www.sofistik.de



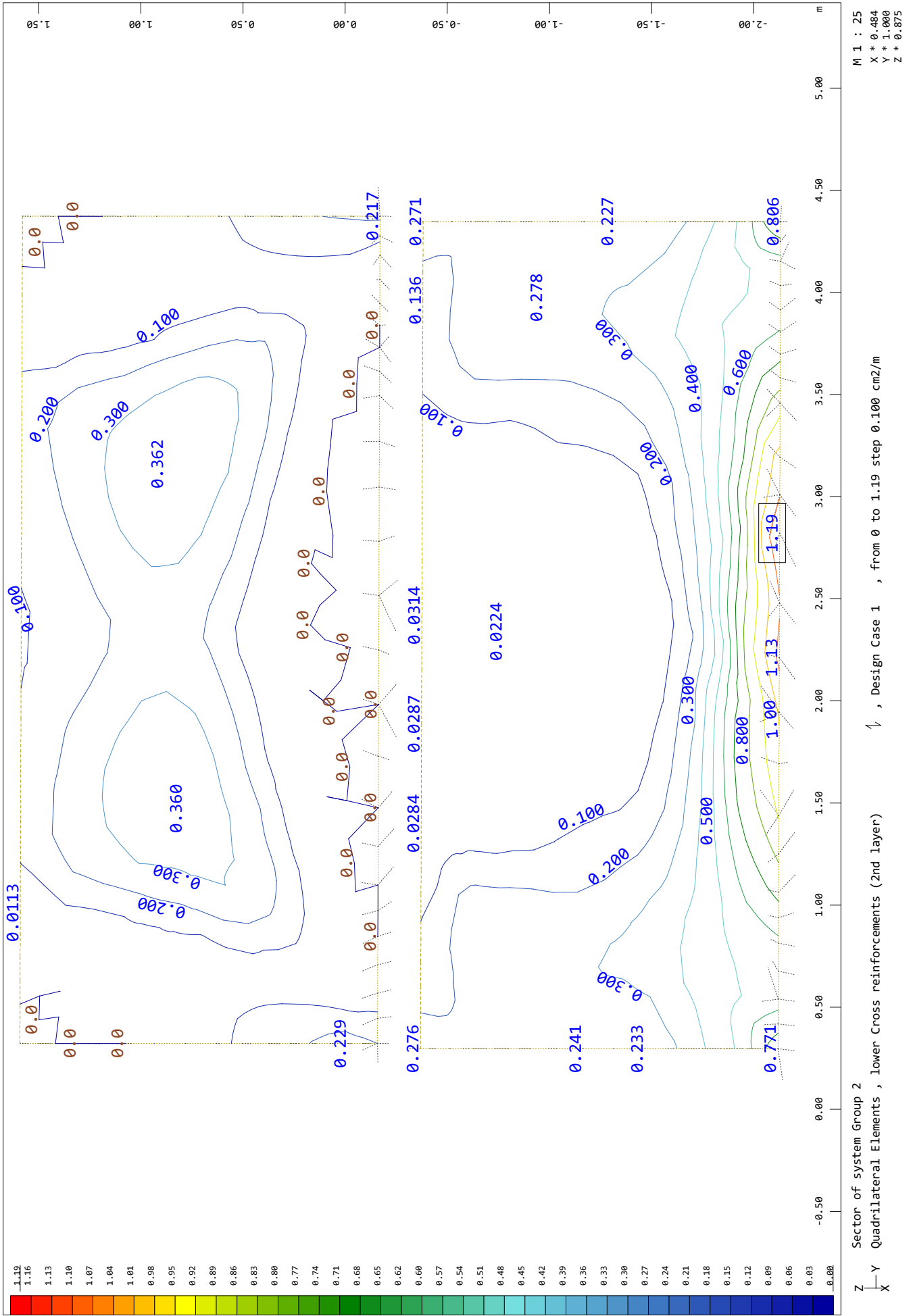
MURO



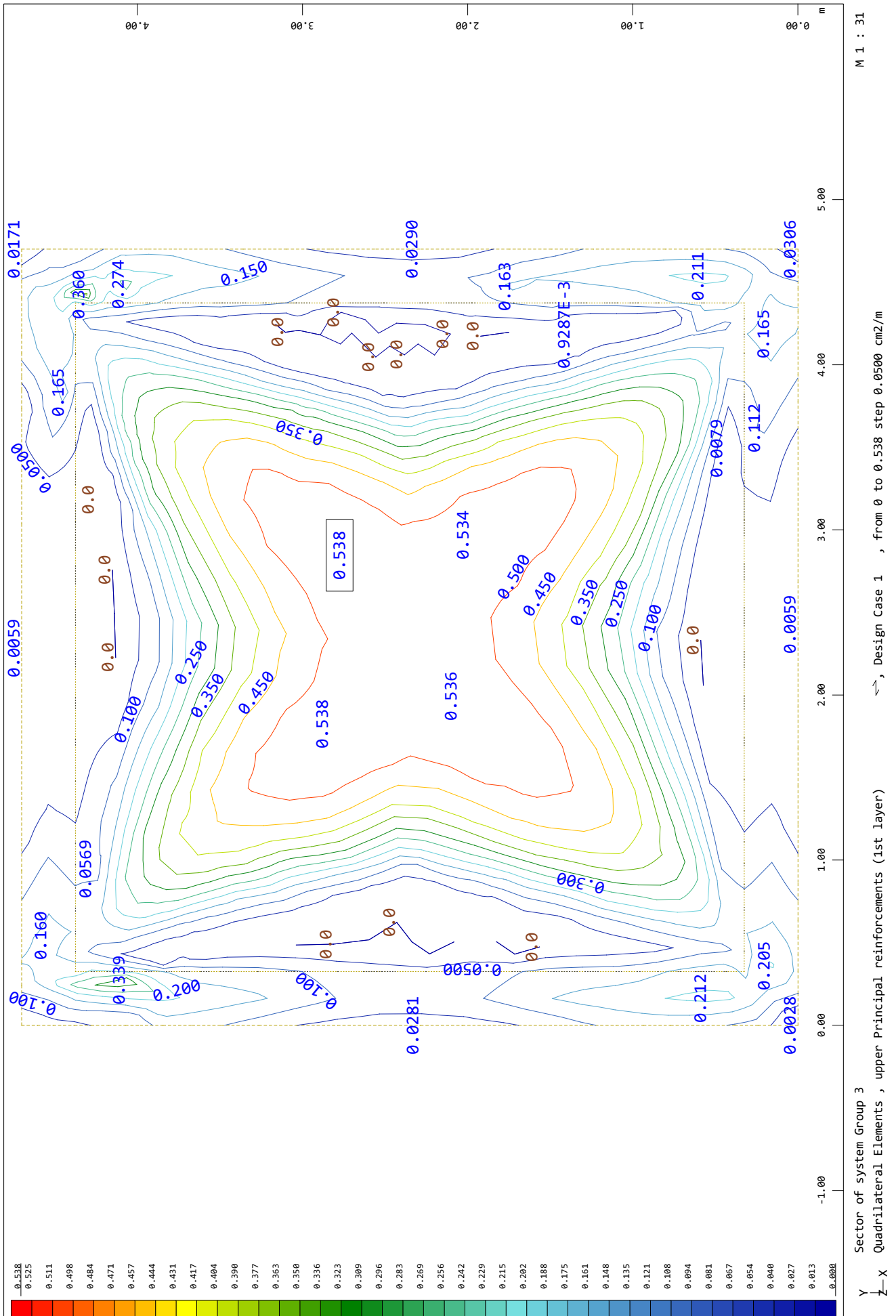
SOFISTiK AG - www.sofistik.de



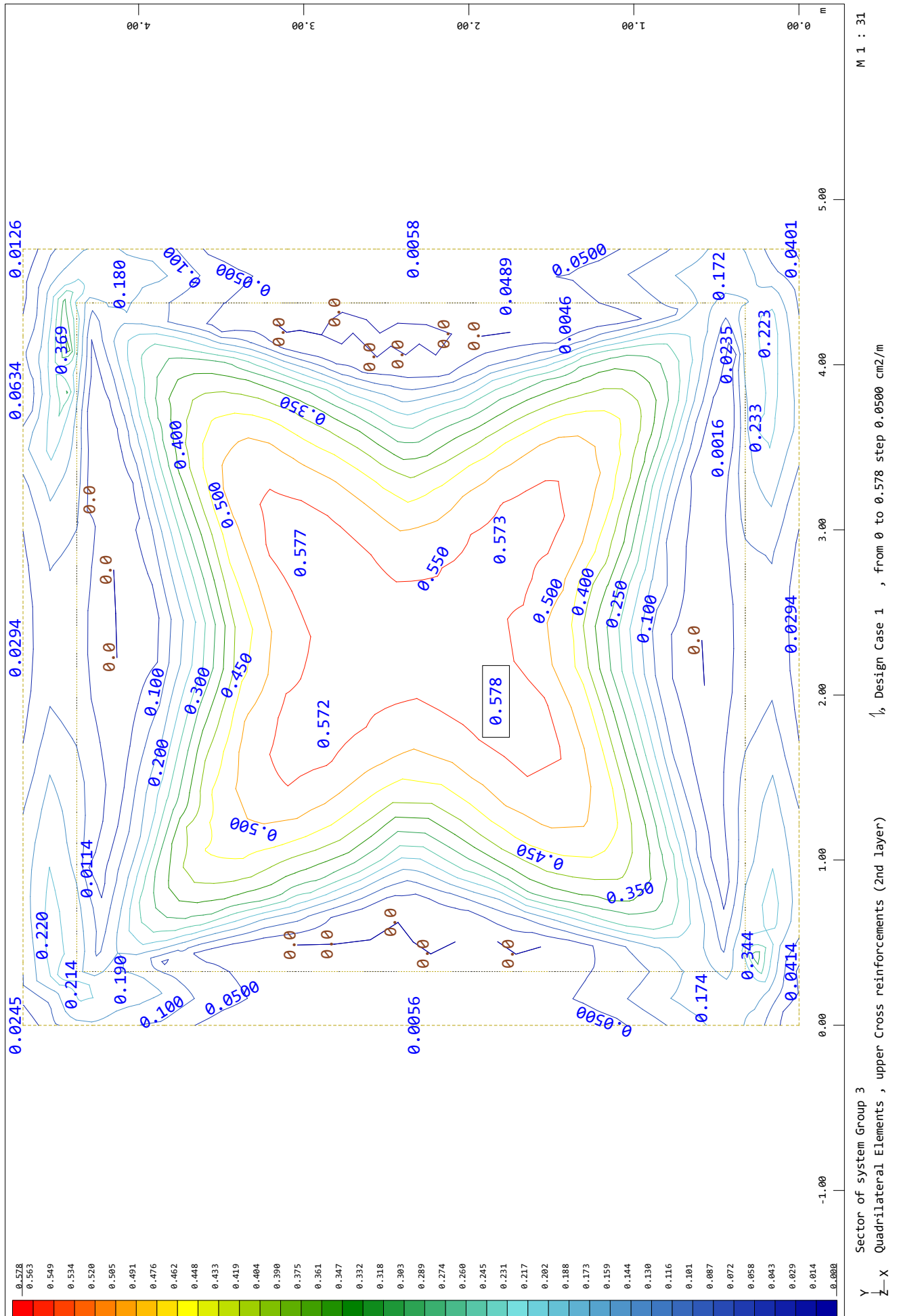
MURO



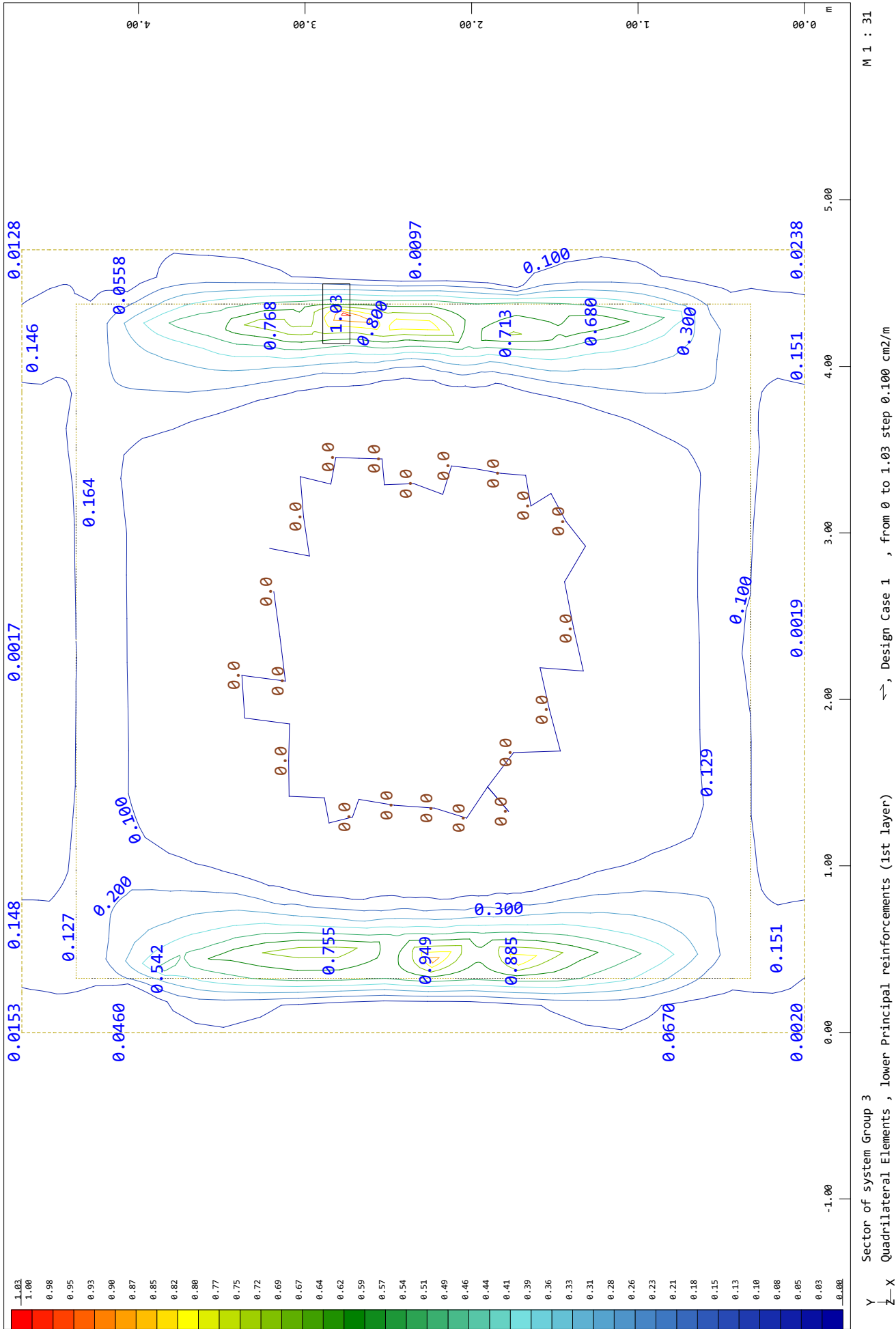
SOFISTIK AG - www.sofistik.de



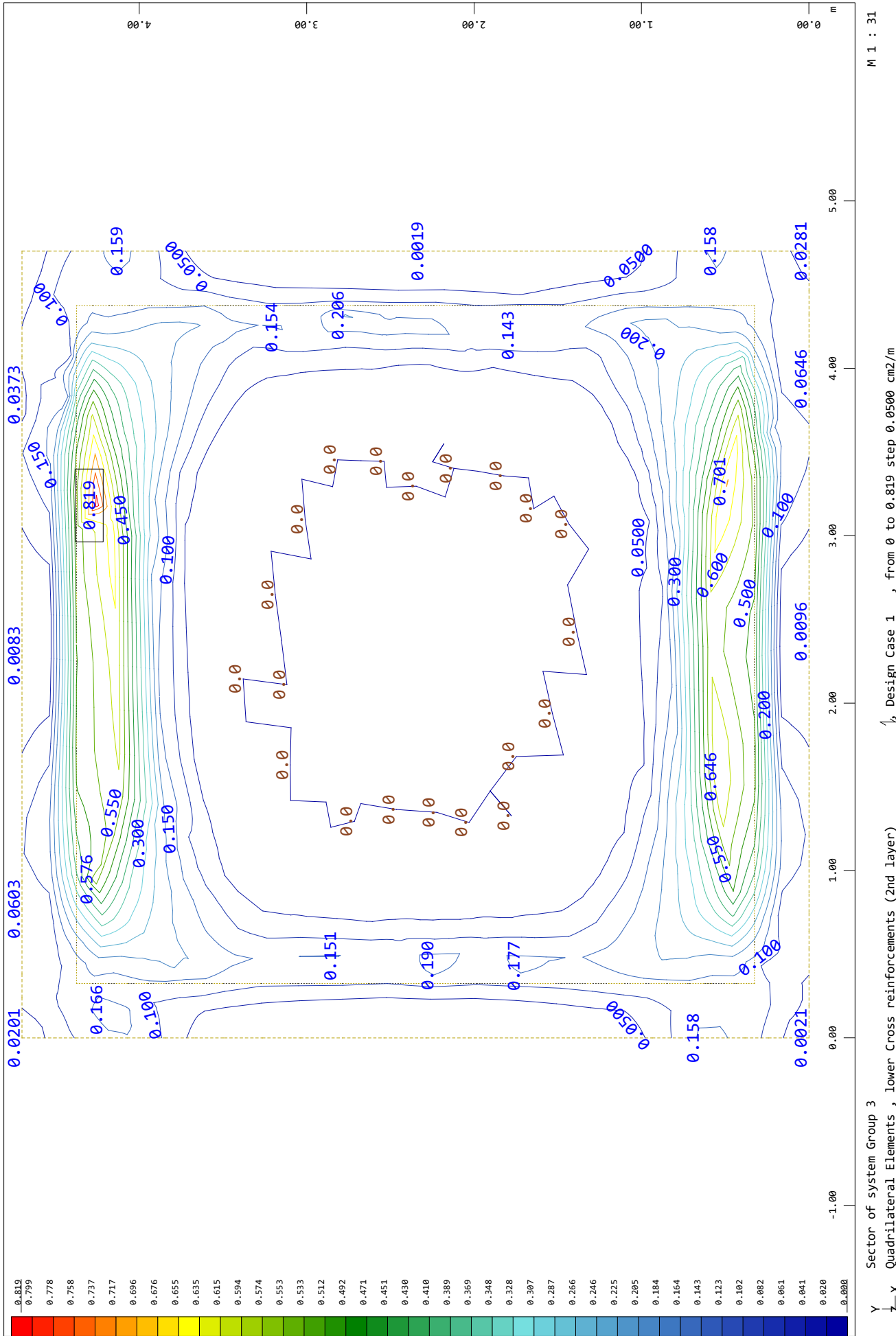
SOFISTIK AG - www.sofistik.de



MURO



MURO



MURO
DIM ELS FISURACION

Default design code is EHE Instrucción de hormigón estructural 2008 (España) V 2020
Loadcases have been calculated in the Serviceability State
In BEMESS no additional load safety factor is applied.
The design uses the Baumann method.

Load Cases for the Design

Loadcase	factor	Designation
300	1.000	MAX-MXX QUAD
301	1.000	MIN-MXX QUAD
302	1.000	MAX-MYY QUAD
303	1.000	MIN-MYY QUAD
304	1.000	MAX-MXY QUAD
305	1.000	MIN-MXY QUAD
306	1.000	MAX-VX QUAD
307	1.000	MIN-VX QUAD
308	1.000	MAX-VY QUAD
309	1.000	MIN-VY QUAD
310	1.000	MAX-NXX QUAD
311	1.000	MIN-NXX QUAD
312	1.000	MAX-NYY QUAD
313	1.000	MIN-NYY QUAD
314	1.000	MAX-NXY QUAD
315	1.000	MIN-NXY QUAD

Material (EHE spanish code)

MAT	fck [MPa]	fc [MPa]	fctm [MPa]	fy [MPa]	ft [MPa]	minT	Type
1	35.00	29.75	3.21			0.20	
2				500.00	510.00		

MAT material number
 fck nominal strength of the concrete
 fc strength of the concrete
 fctm tensile strength of the concrete
 fy yield stress reinforcing steel
 ft tensile stress reinforcing steel
 minT minimum transverse reinforcement
 Type character of the loading

Design according to EHE spanish code

A robustness minimum reinforcement has not been requested [MREI] and has to be checked separately.

A minimum reinforcement has not been requested [MREI] and has to be checked separately.

Geometry (axial covers)

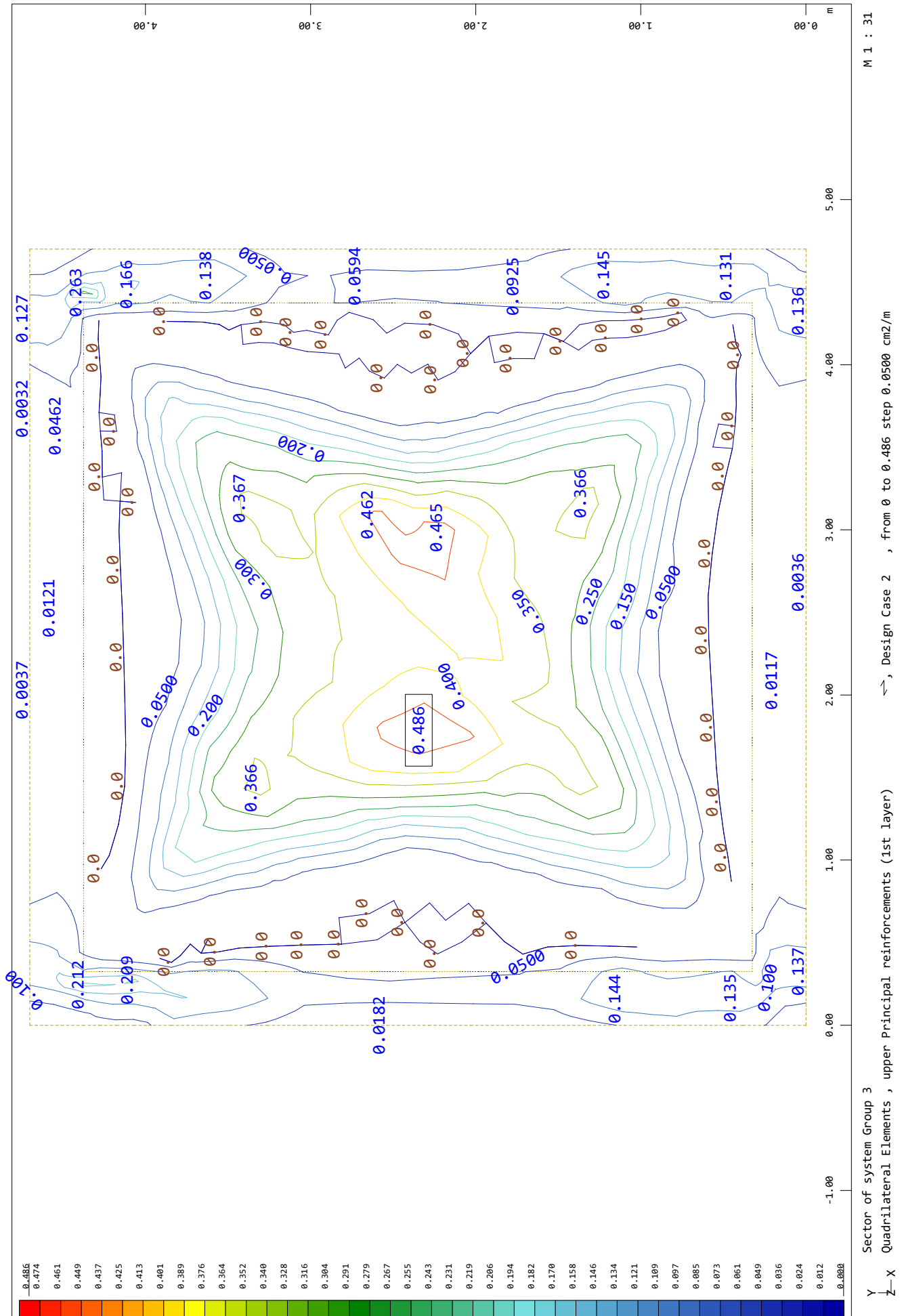
No	he-upper [mm]	hi-upper [mm]	he-lower [mm]	hi-lower [mm]	Elem. height [mm]
1	56	68	56	68	As saved

The reinforcement is saved in the data base as reinforcement distribution number 2

Serviceability limit state control parameters

No	Code	dNW [mm]	wk [mm]	
1	EN-1992	12.0	0.30	Calculation of crack-width acc. EN 1992 7.3.4
Reinforcement has been increased by SLS design -> WINGRAF: Decisive design check✓				
dNW	Check diameter in crack width design: ->para = values from design parameter definition			
wk	Required crack width: ->para = values from design parameter definition			
4947	elements/nodes were designed with direct calculation of crack width EN 1992-1-1 7.3.4			

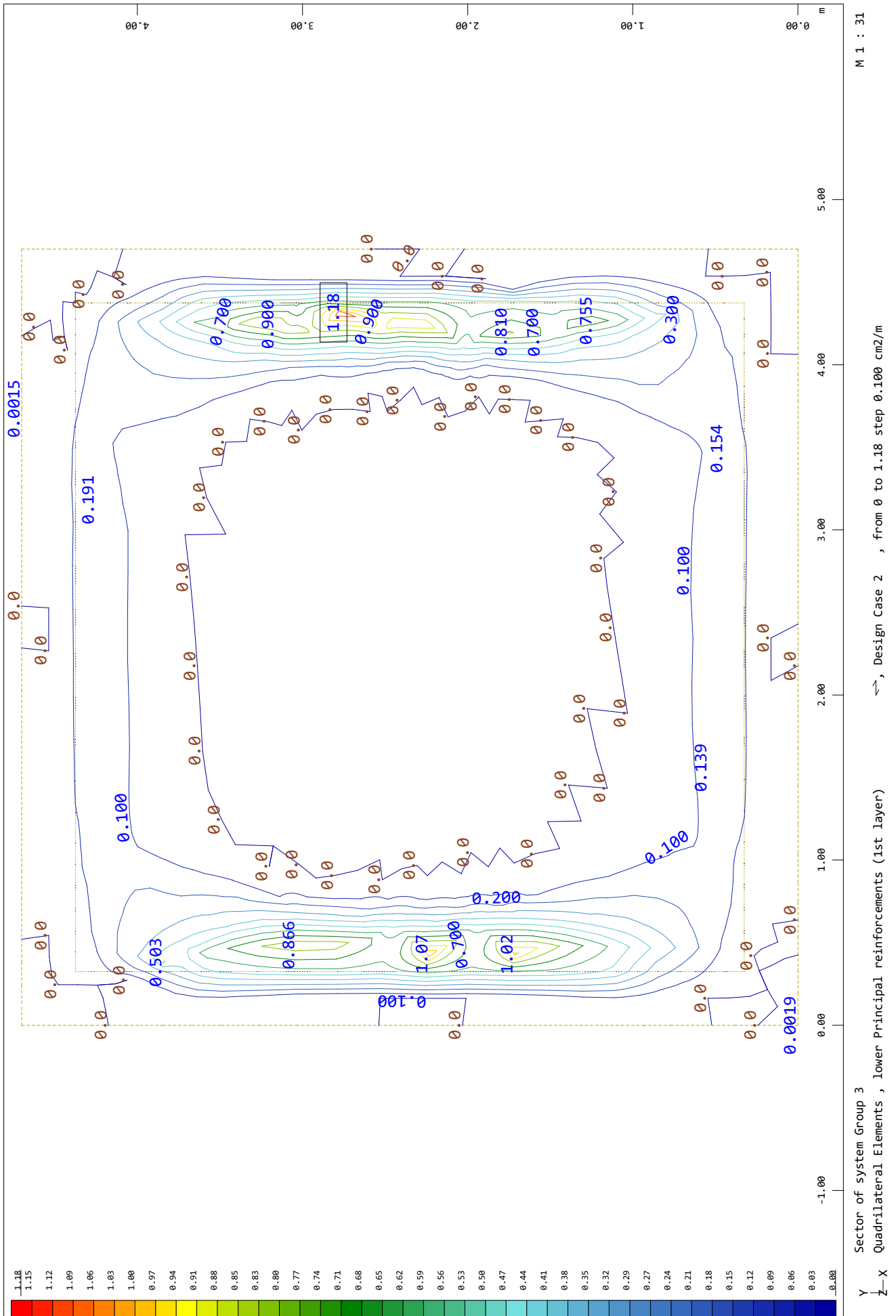
SOFISTIK AG - www.sofistik.de



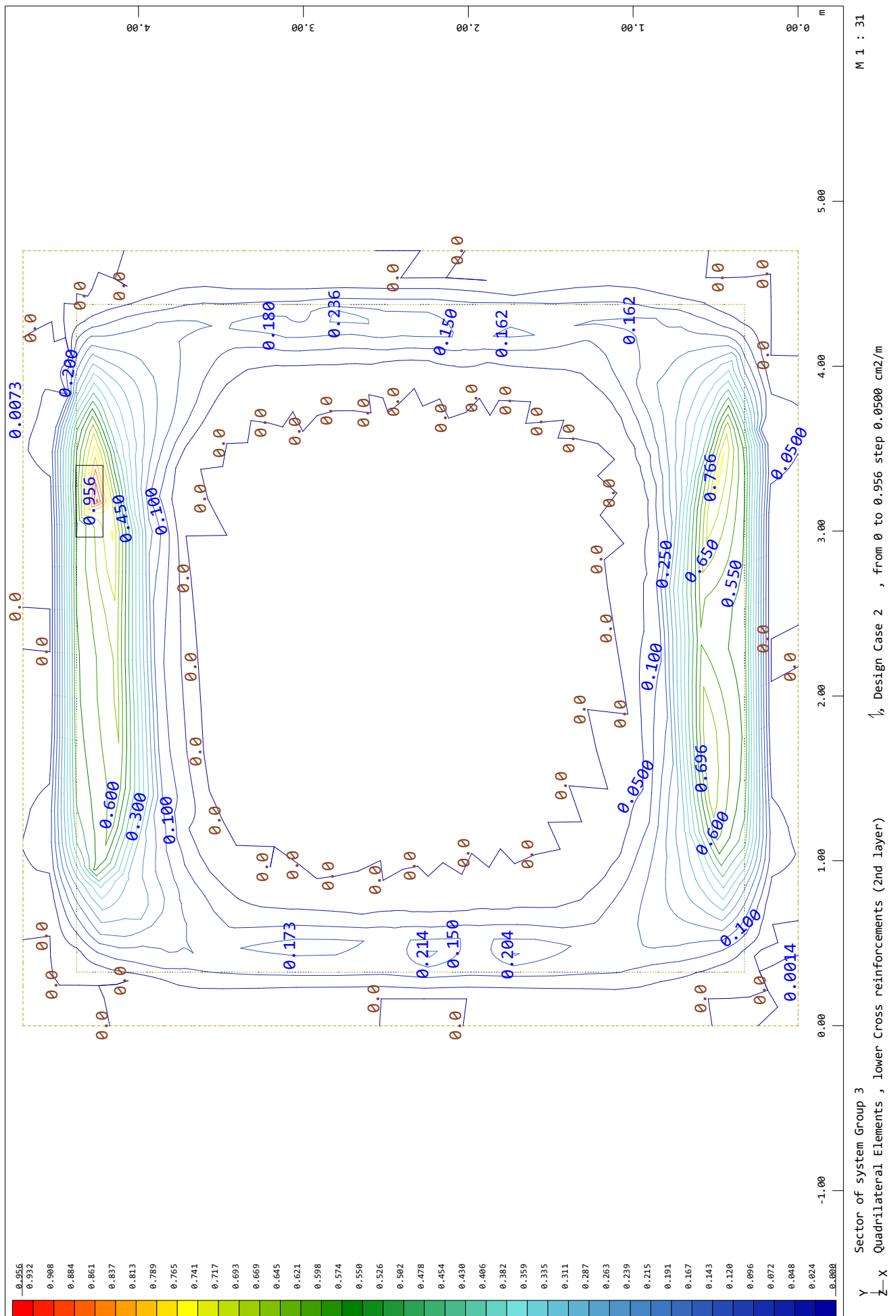
1, Design Case 2 , from 0 to 0.499 step 0.0500 cm²/m

Sector of system Group 3
Quadrilateral Elements , upper Cross reinforcements (2nd layer)
$$Y \rightarrow Z$$

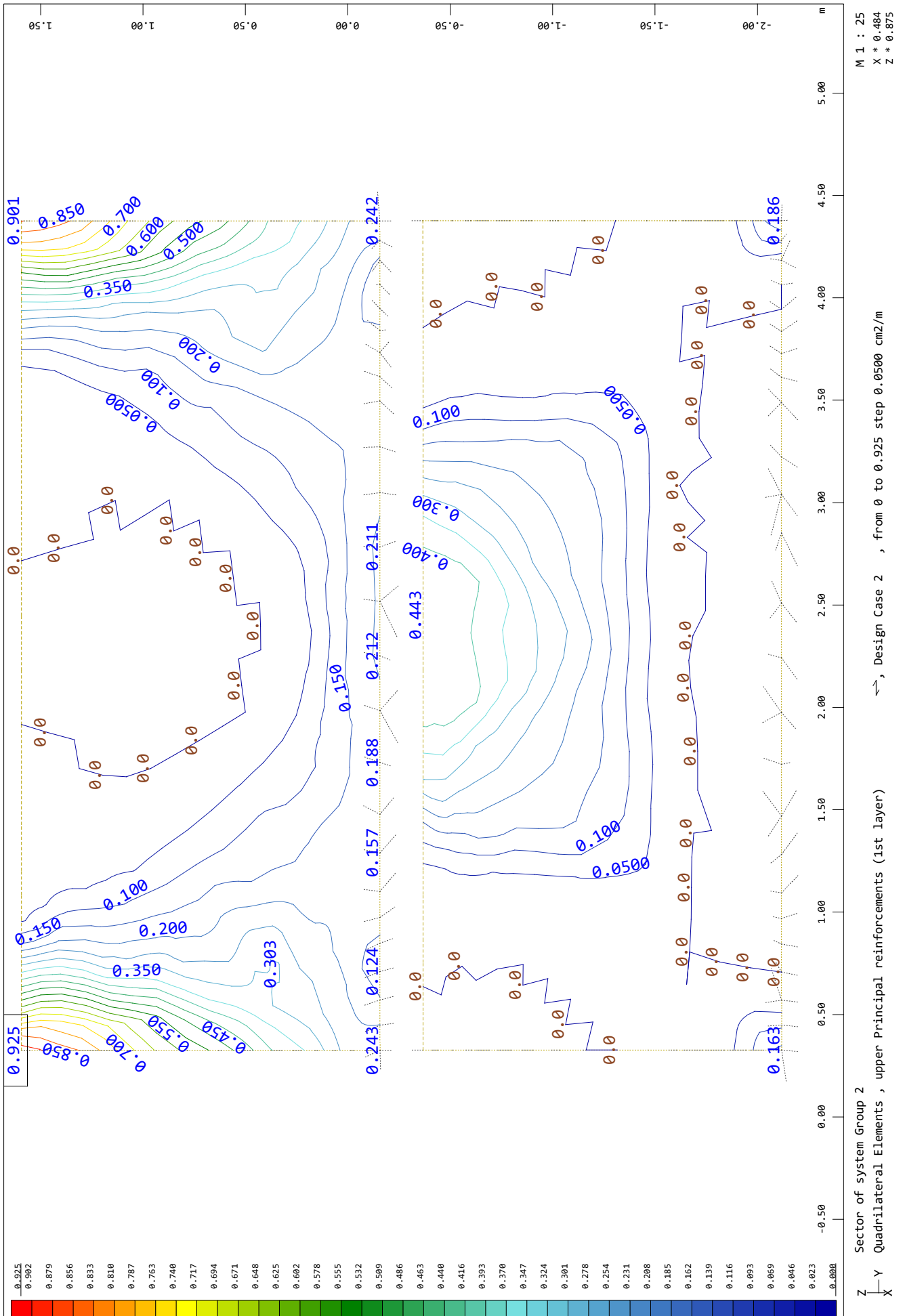
SOFISTIK AG - www.sofistik.de



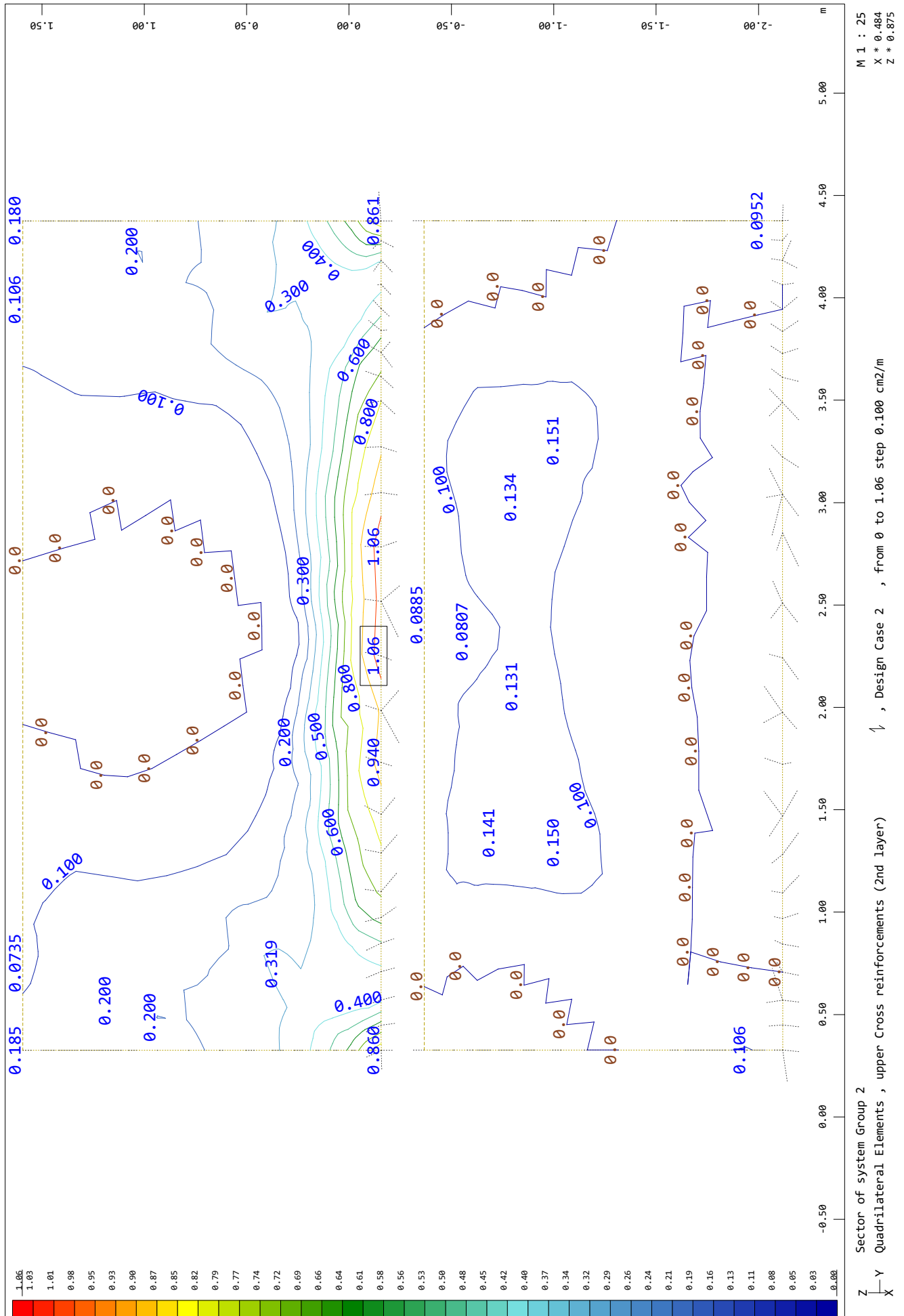
SOFISTIK AG - www.sofistik.de



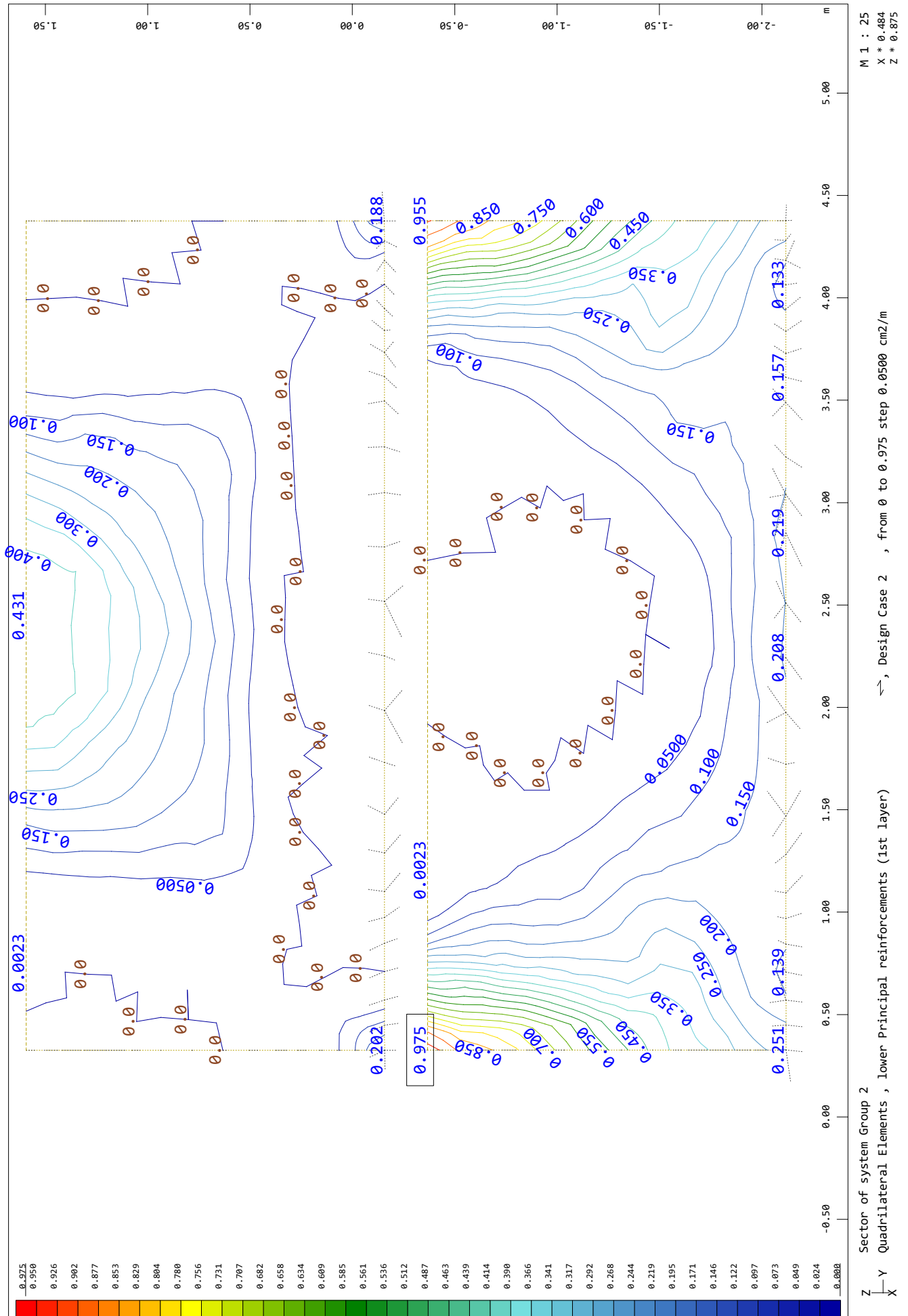
SOFISTIK AG - www.sofistik.de



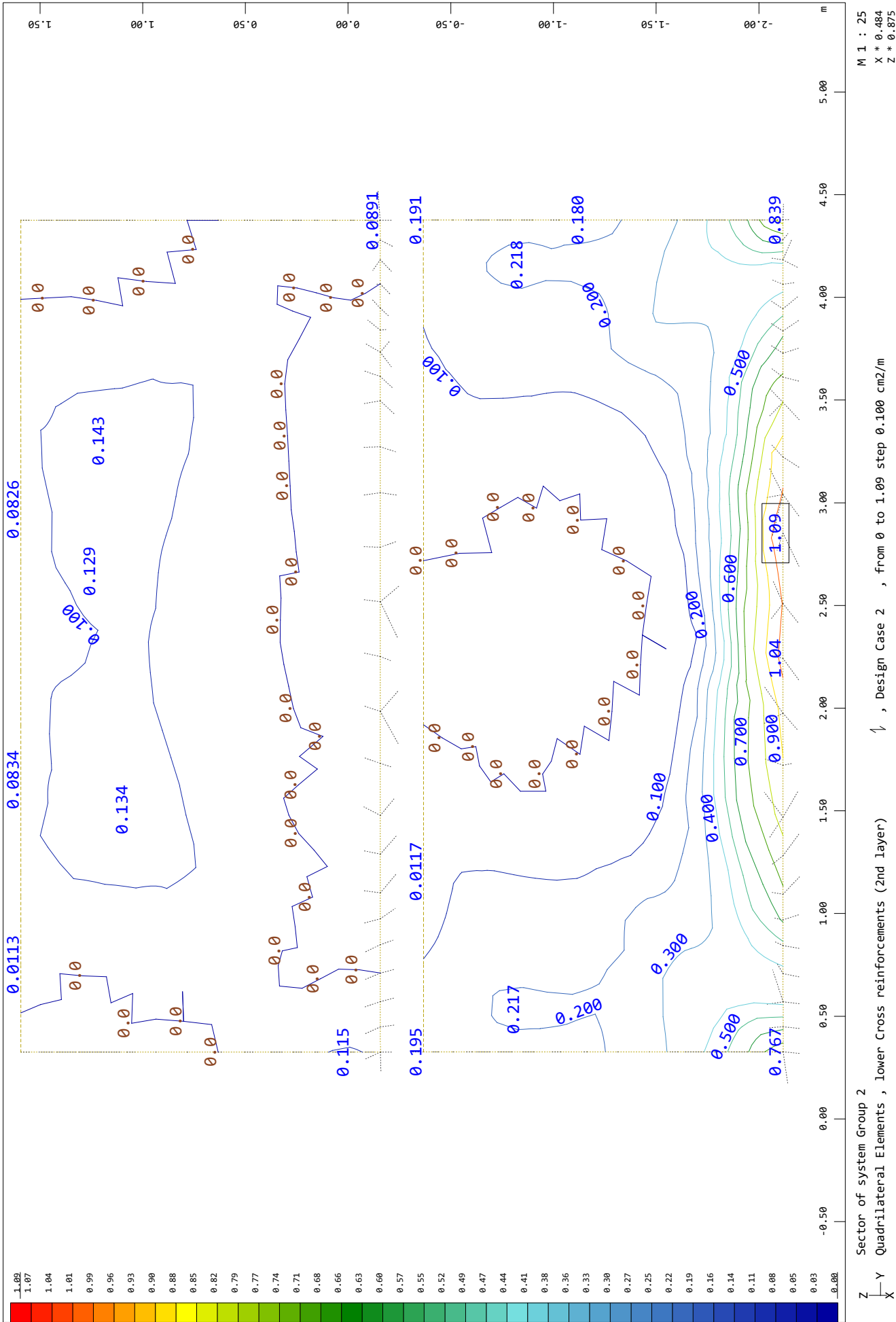
SOFISTIK AG - www.sofistik.de



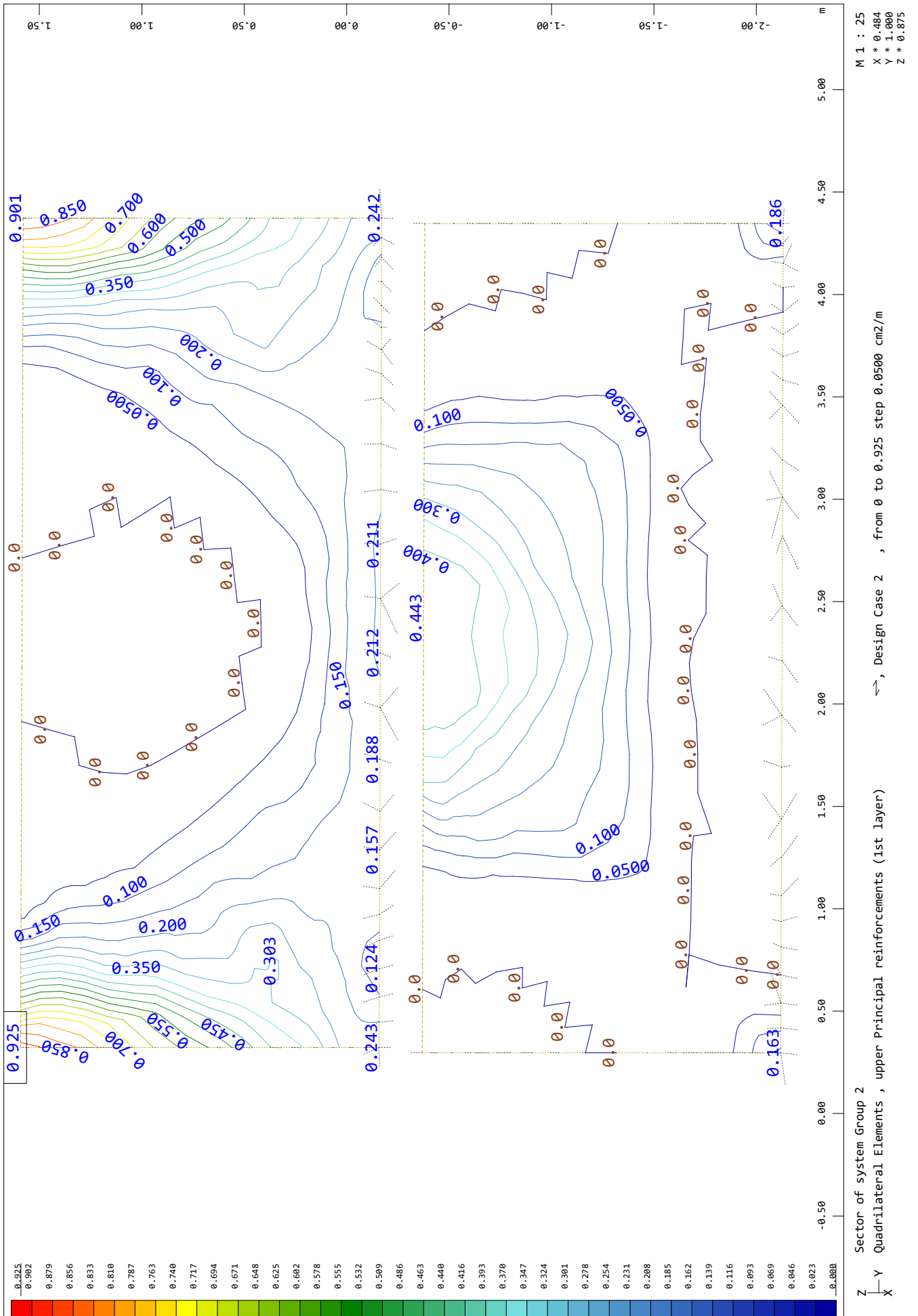
SOFISTIK AG - www.sofistik.de



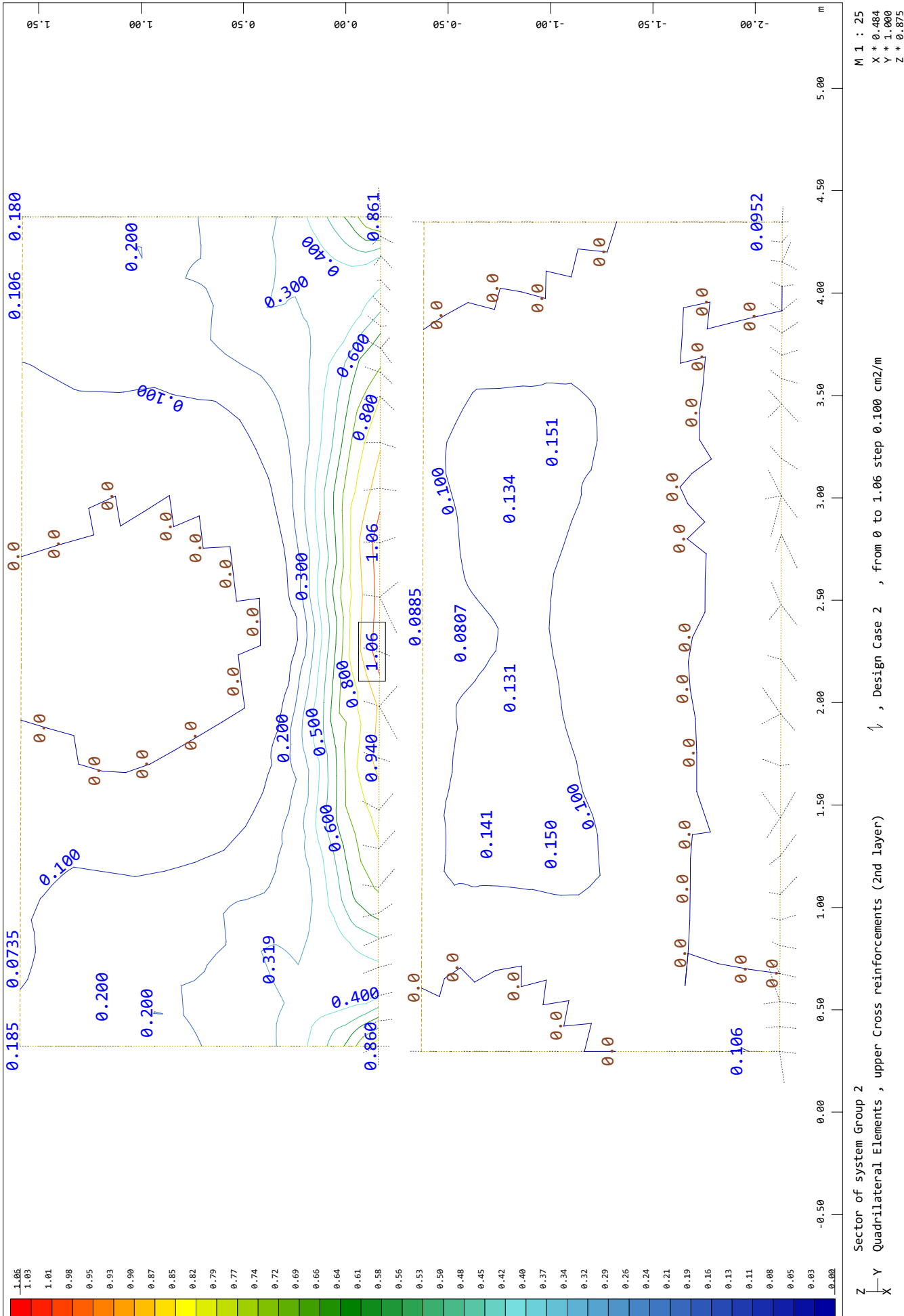
MURO



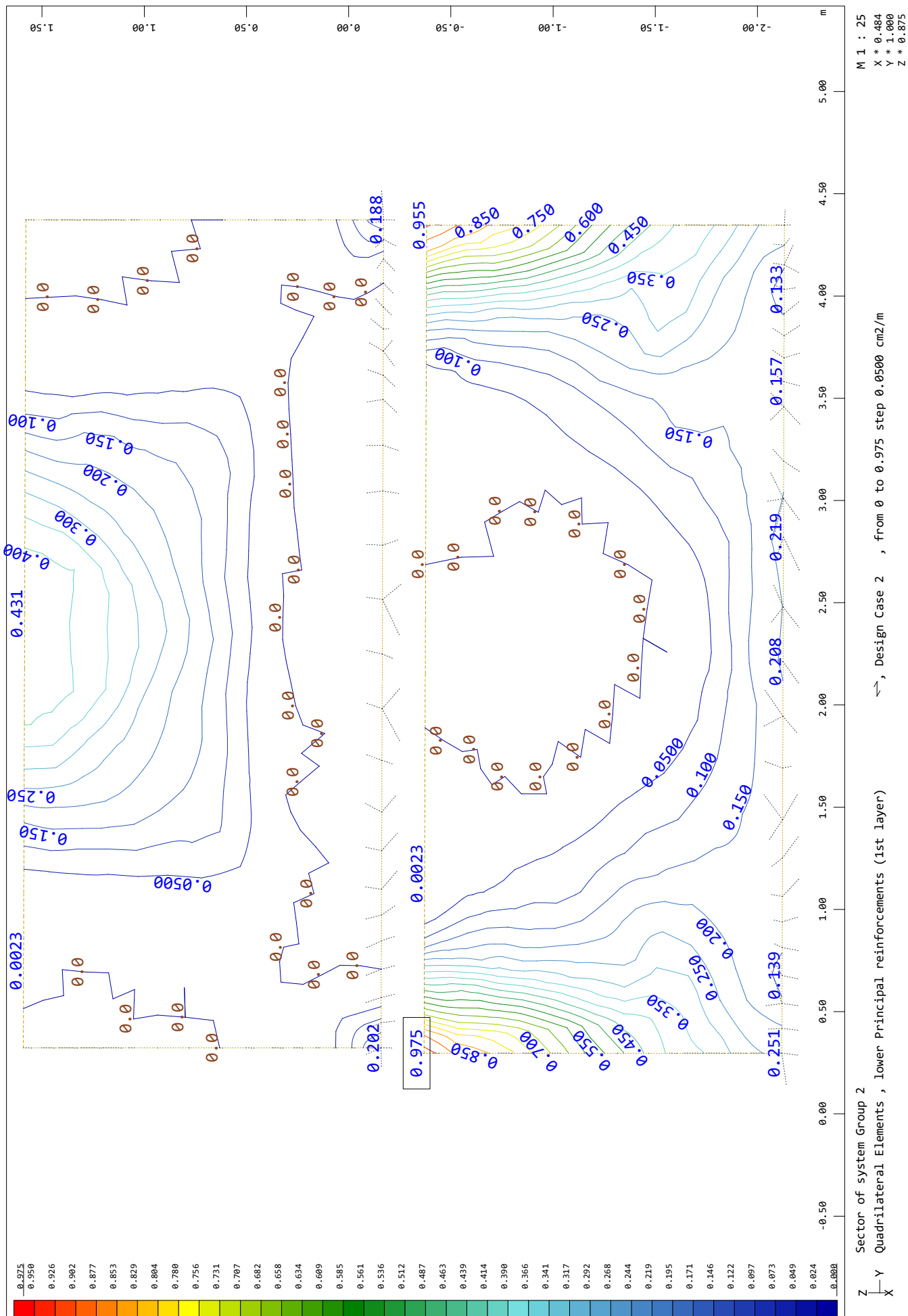
SOFISTIK AG - www.sofistik.de



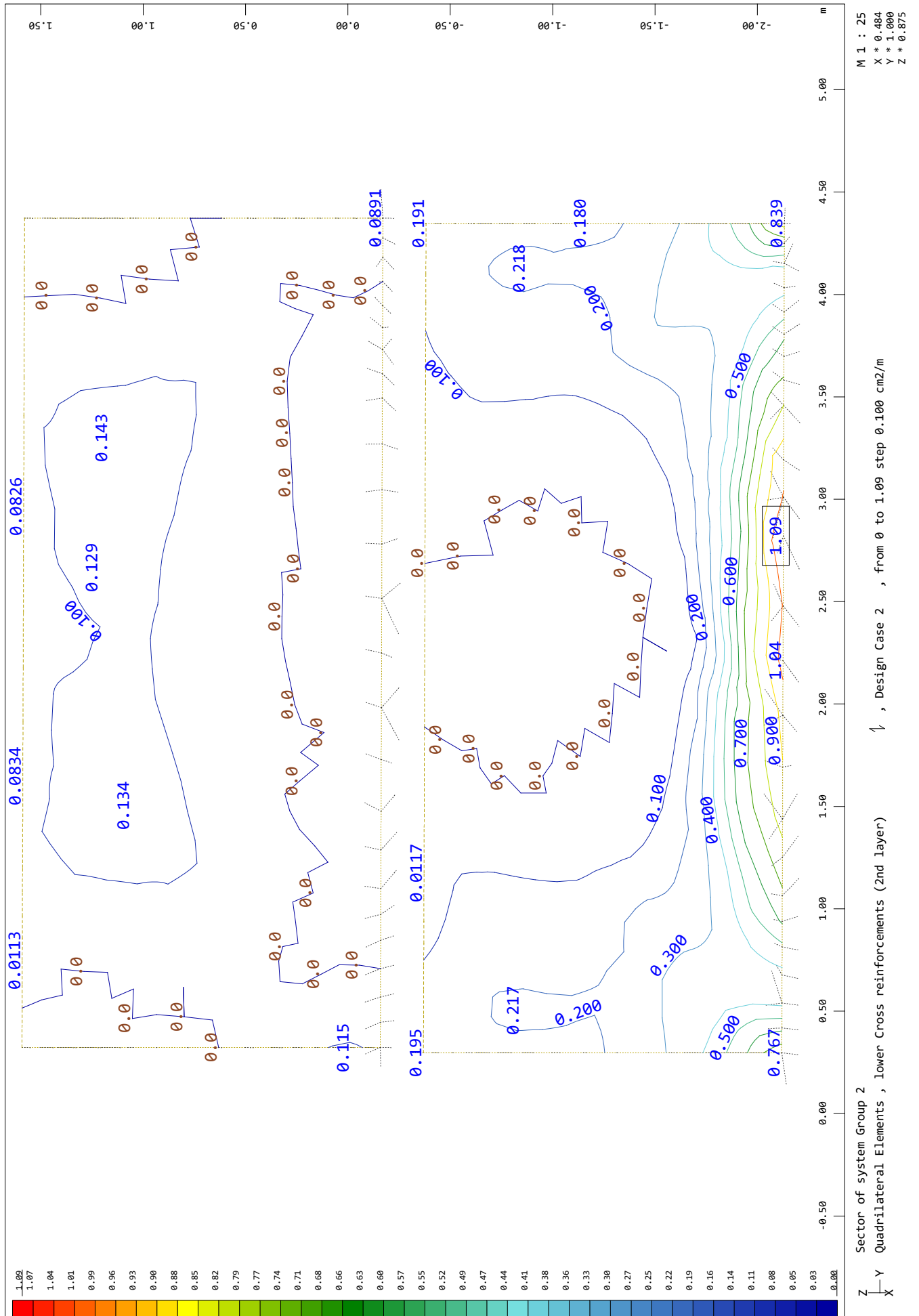
MURO



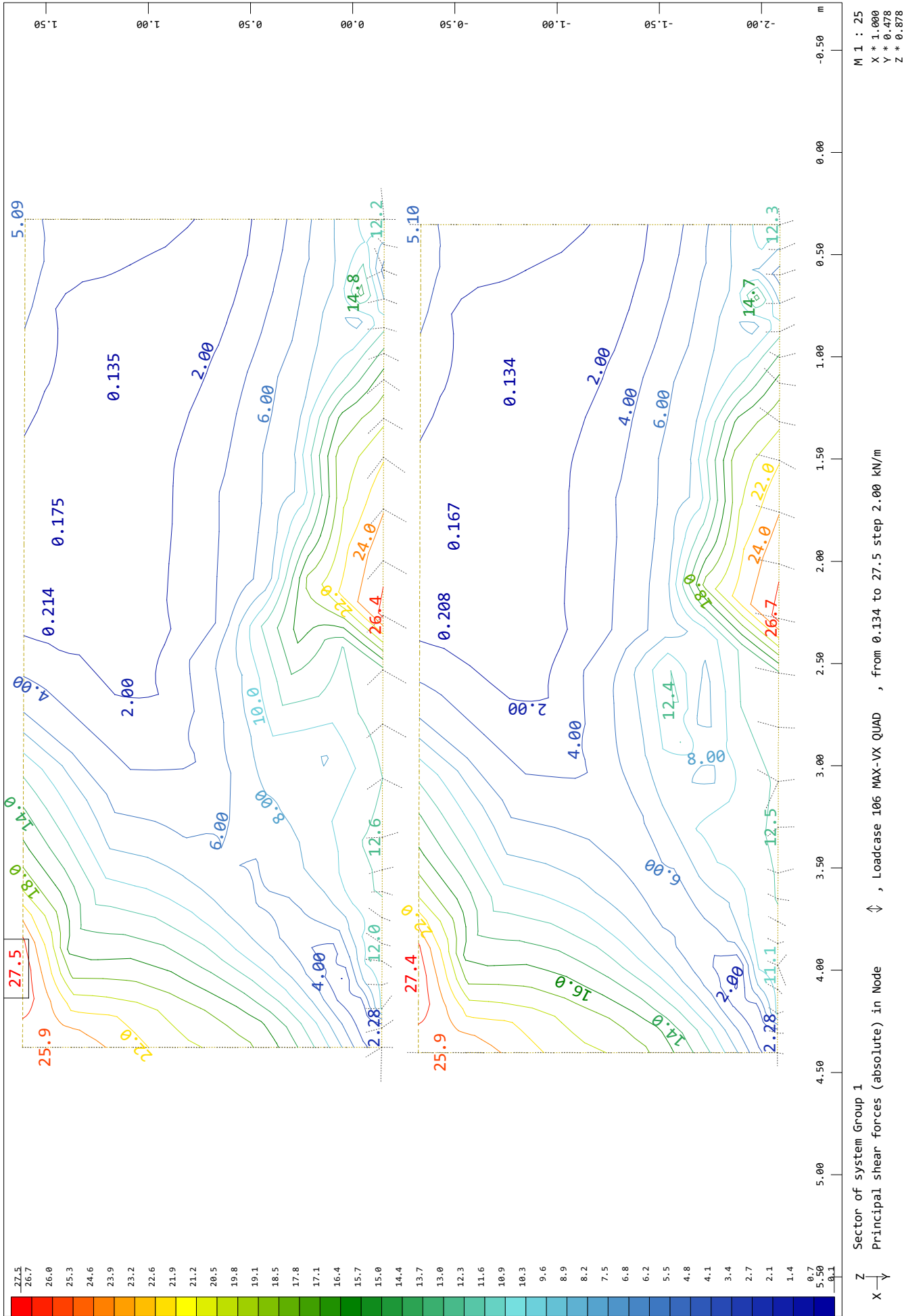
SOFiSTIK AG - www.sofistik.de



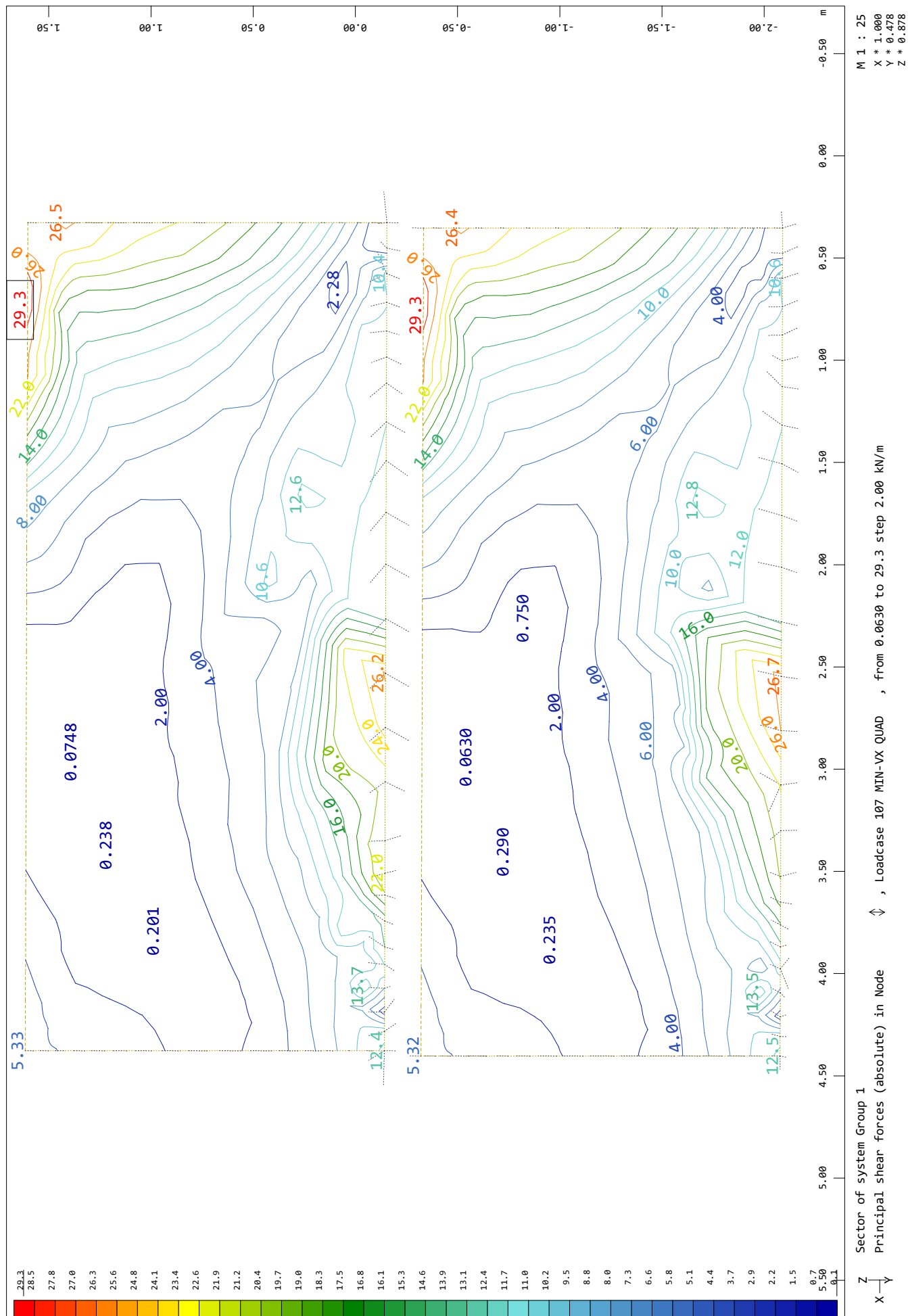
SOFISTIK AG - www.sofistik.de



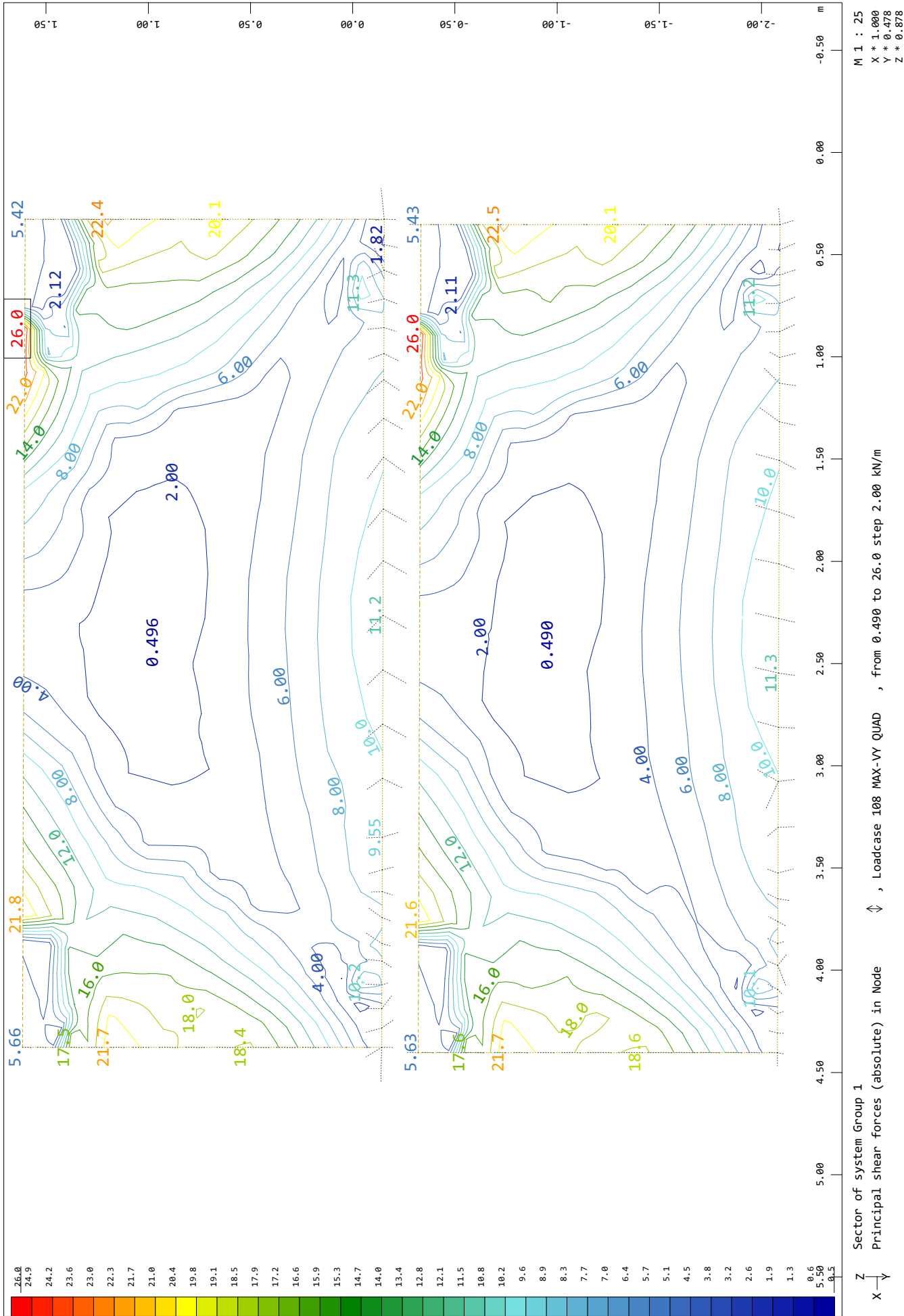
MURO



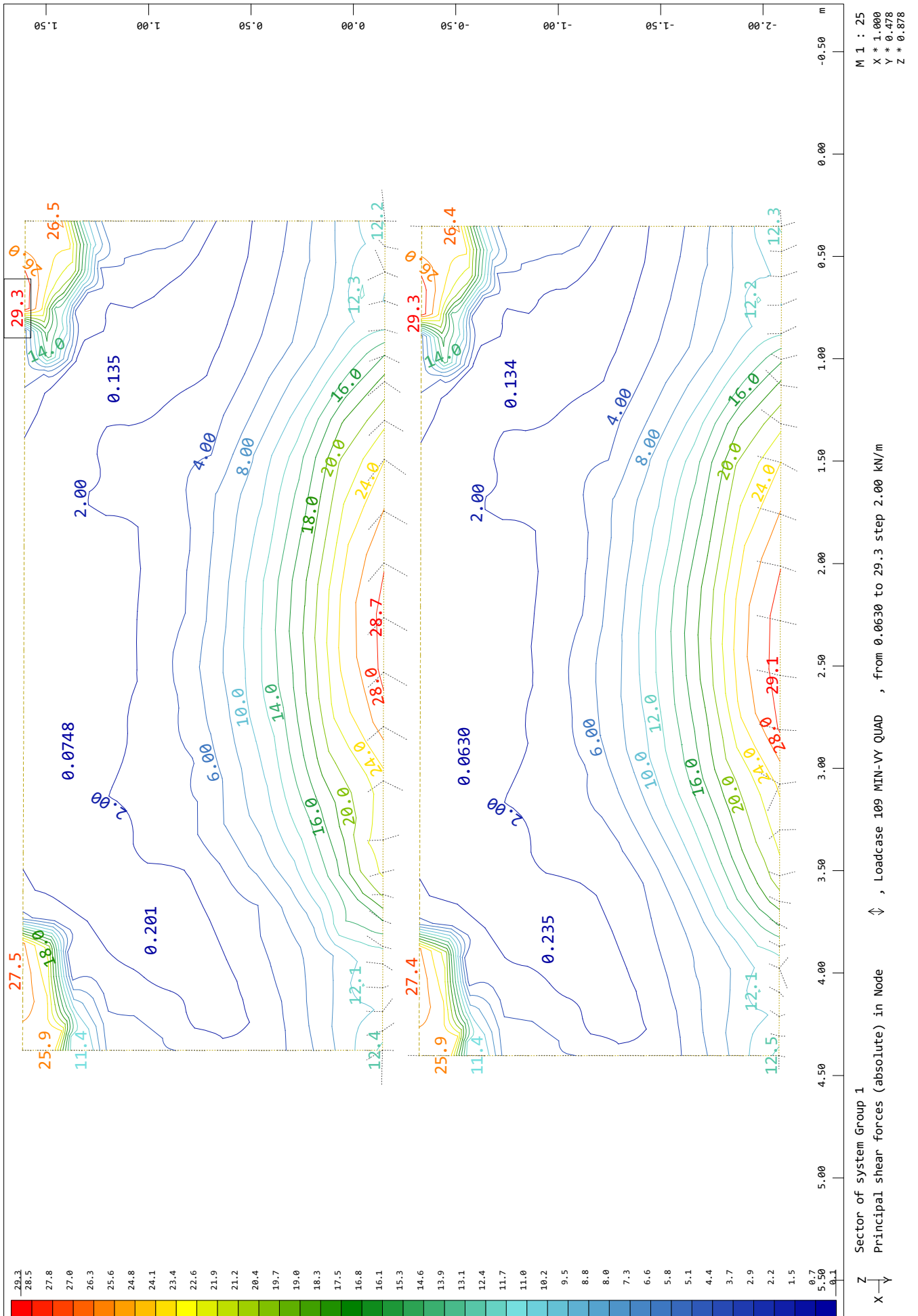
SOFiSTIK AG - www.sofistik.de



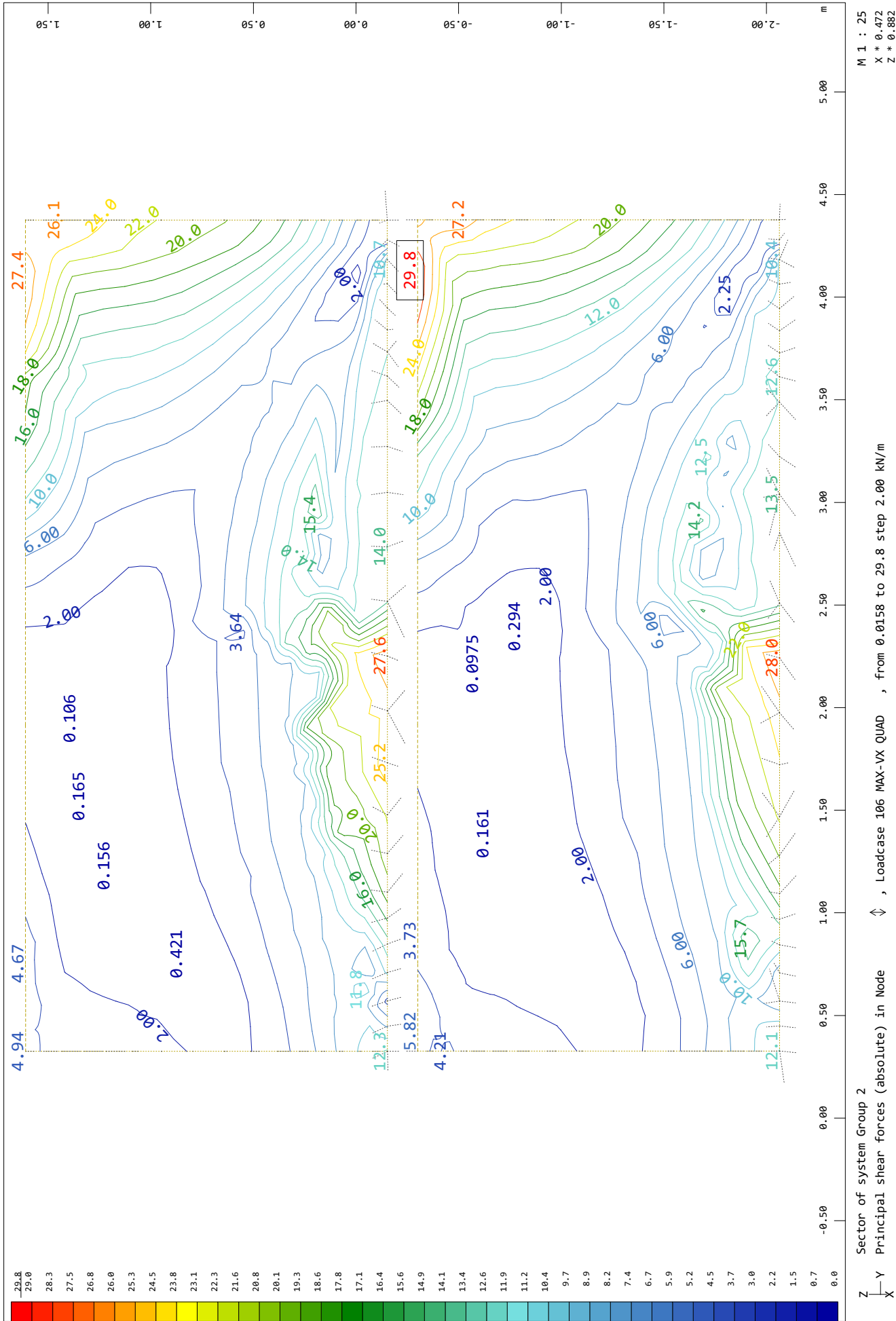
MURO



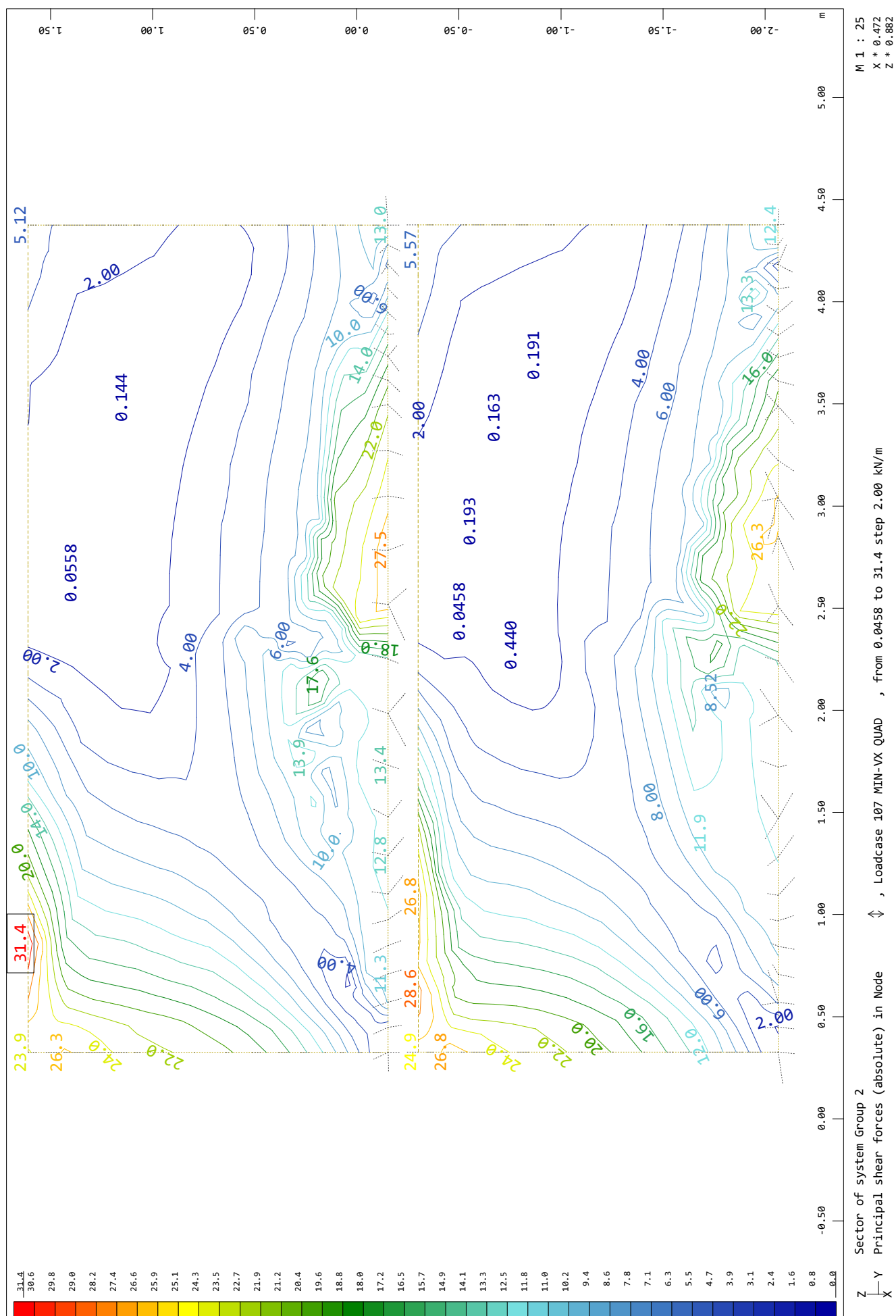
SOFISTIK AG - www.sofistik.de



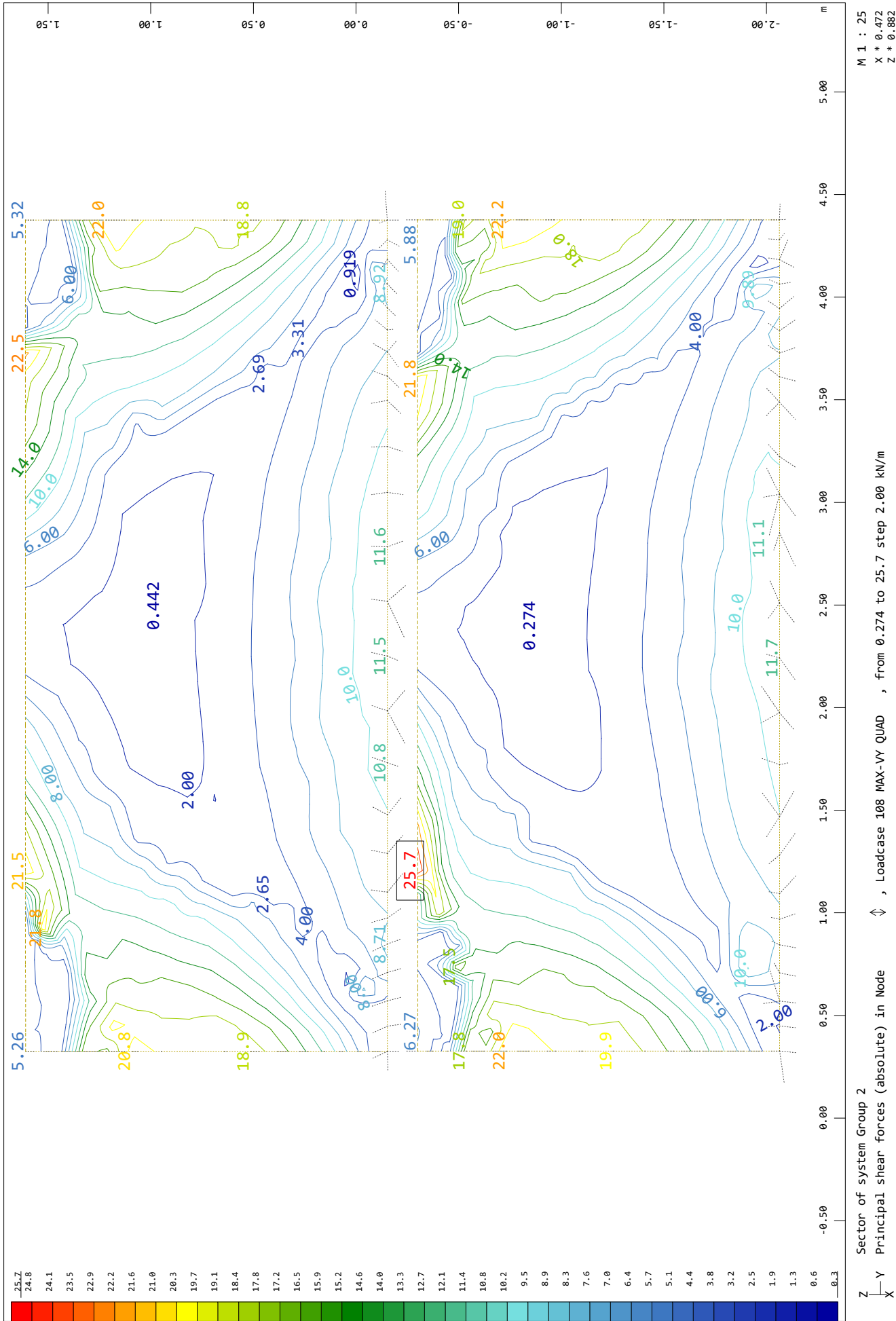
MURO



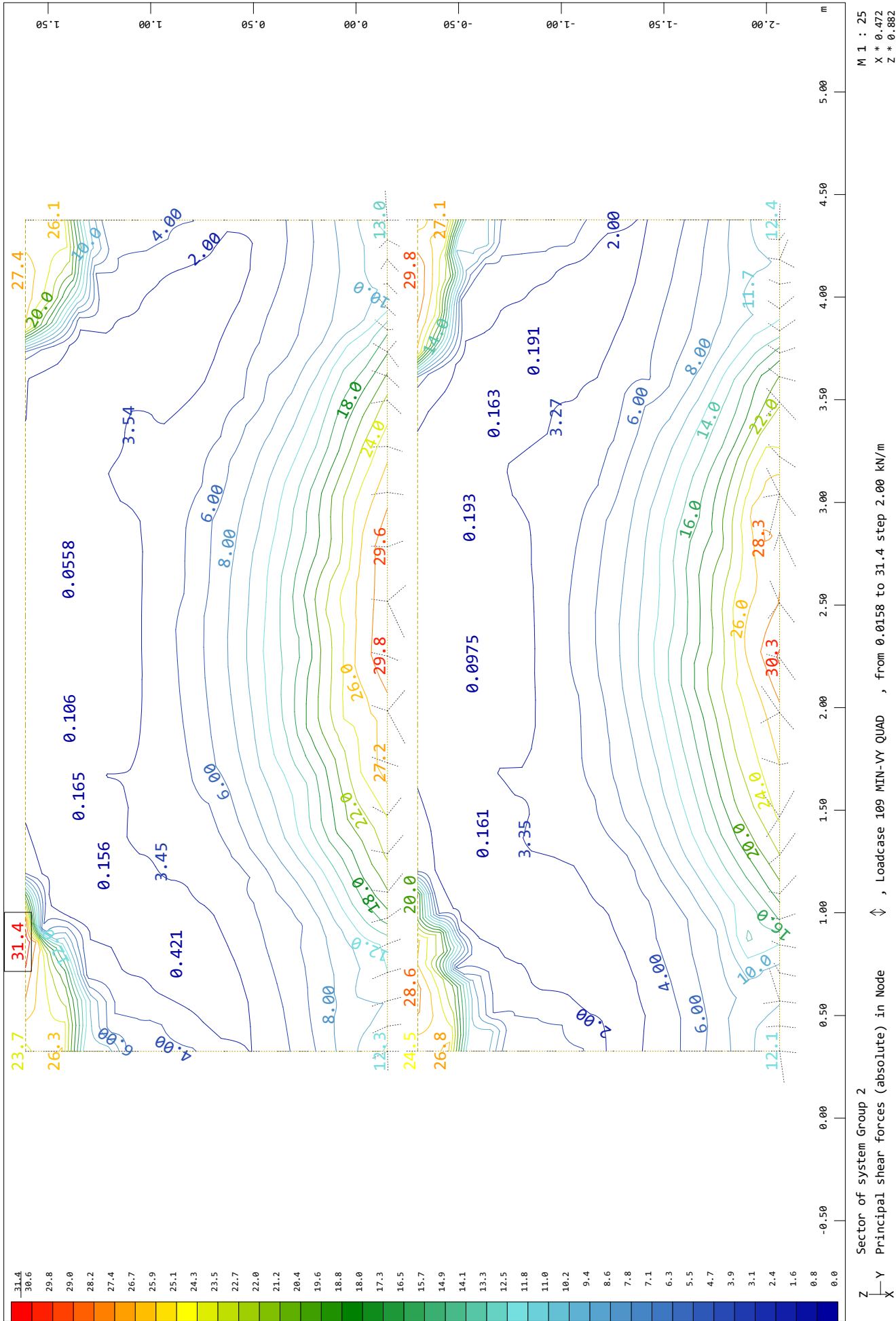
SOFiSTIK AG - www.sofistik.de



MURO



MURO





PRONTUARIO INFORMÁTICO DEL HORMIGÓN ESTRUCTURAL 3.1 SEGÚN EHE-08

Cátedra de Hormigón Estructural ETSICCPM - IECA

Obra:

Fecha: 24/03/2020

Hora: 16:58:13

Cálculo de secciones a cortante

1 Datos

- Materiales

Tipo de hormigón : HA-35
 Tipo de acero : B-500-S
 f_{ck} [MPa] = 35.00
 f_{yk} [MPa] = 500.00
 γ_c = 1.50
 γ_s = 1.15

- Control del hormigón

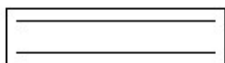
Control normal

- Tipo de elemento estructural

Tipo : elemento sin armadura a cortante

- Sección

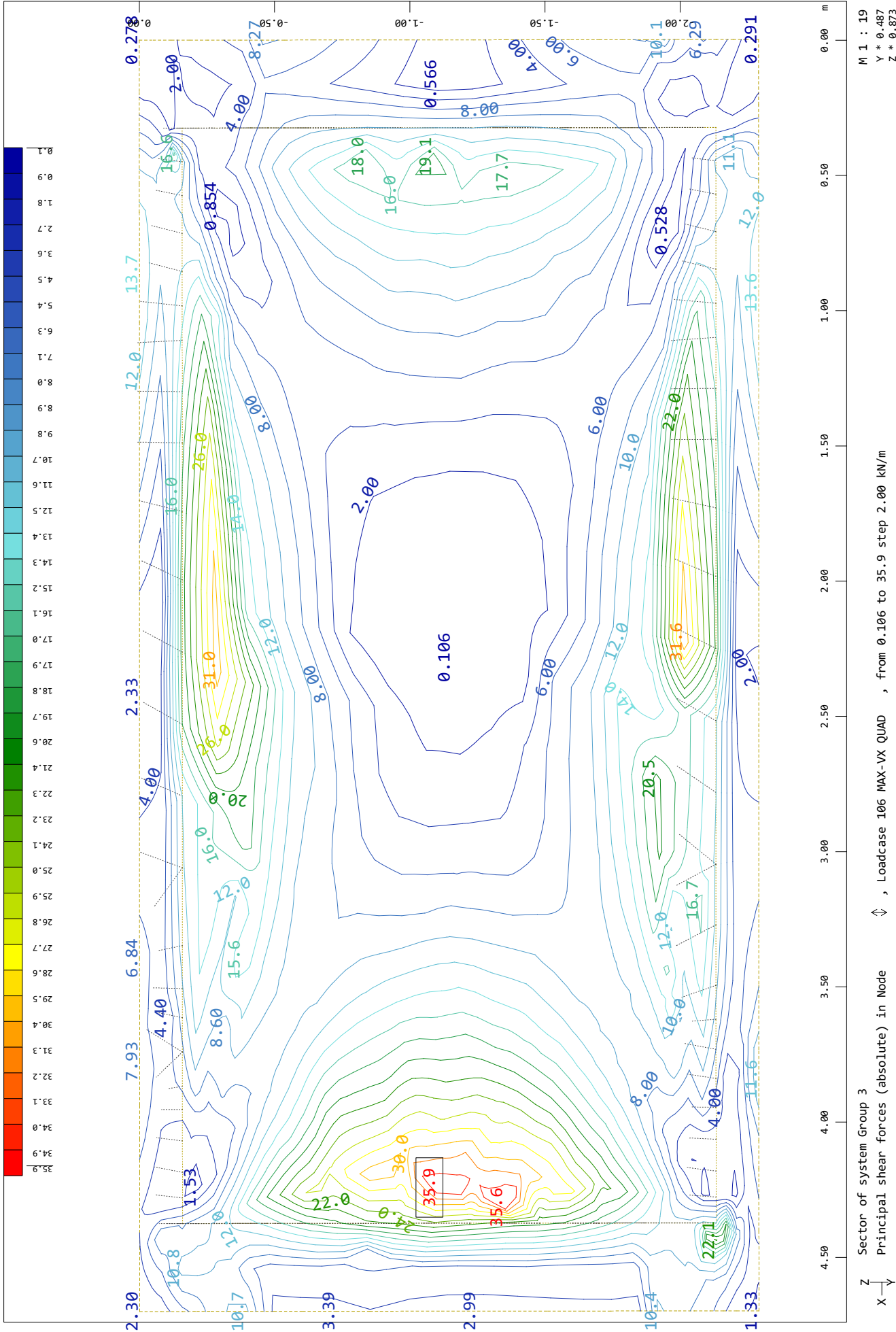
Sección : ALZADO
 b_0 [m] = 1.00
 h [m] = 0.25



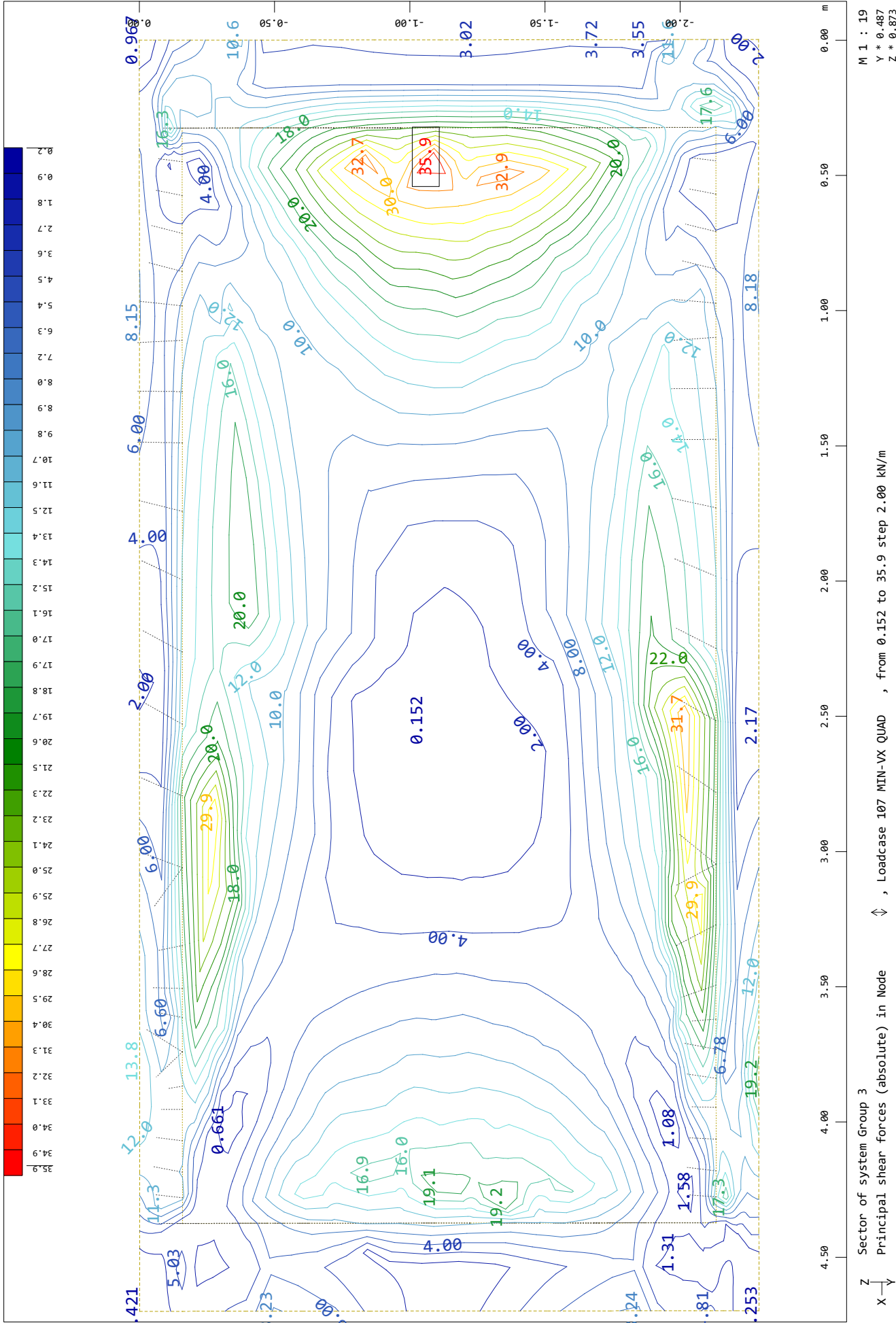
2 Comprobación

ρ_l [$\cdot 10^{-3}$] = 0
 N_d [kN] = 0.0
 V_u [kN] = 159.0

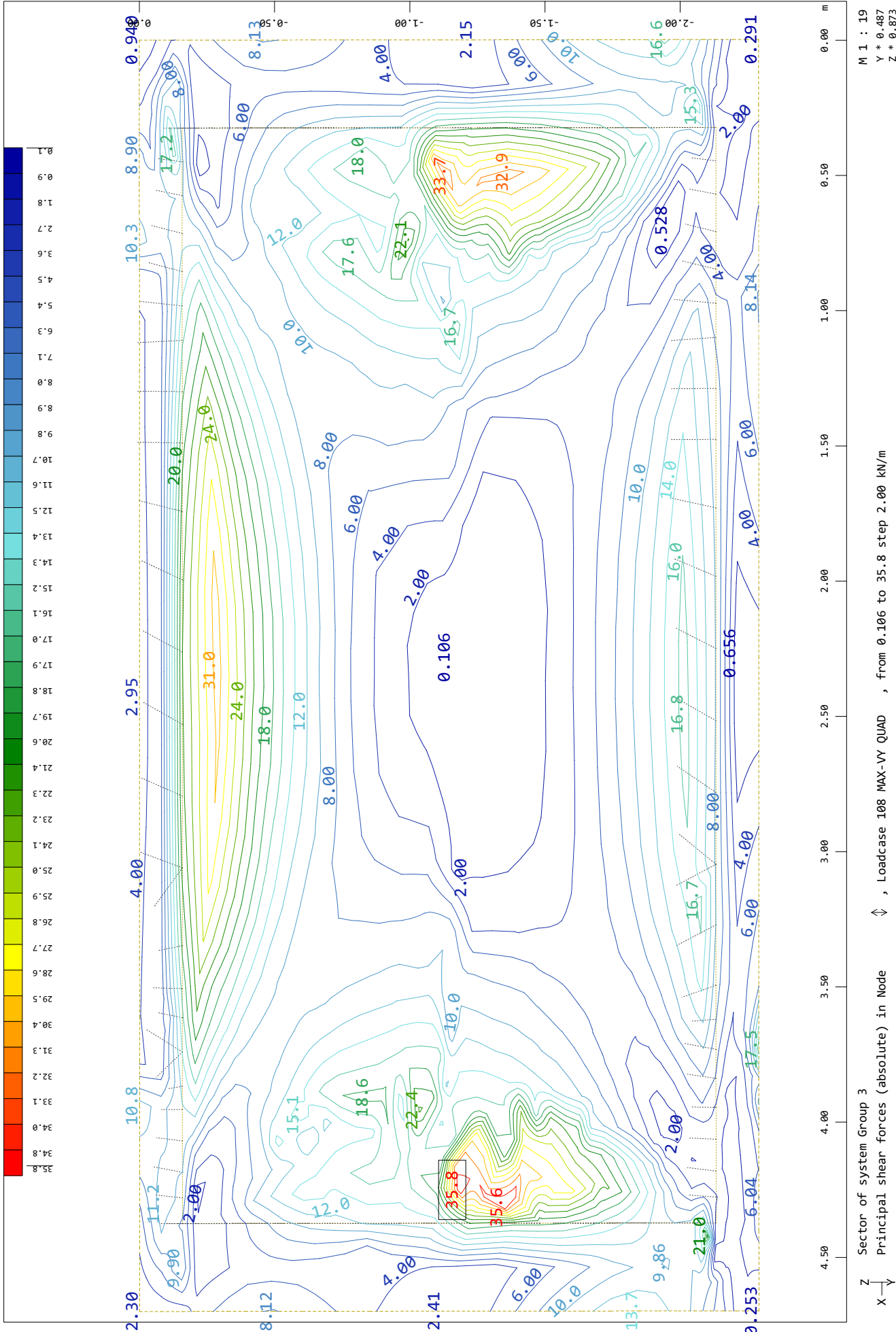
MURO



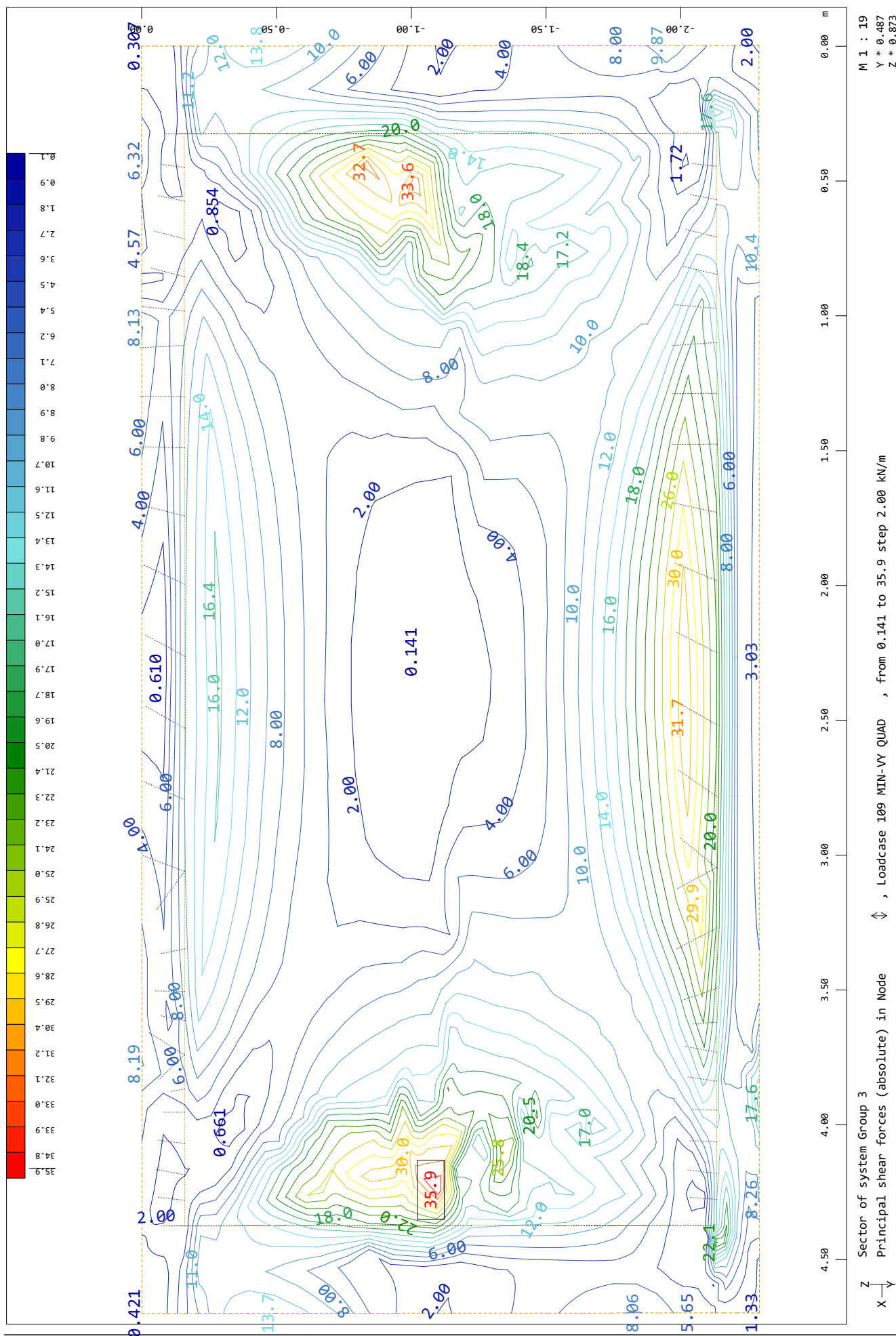
MURO



MURO



SOFiSTIK AG - www.sofistik.de





PRONTUARIO INFORMÁTICO DEL HORMIGÓN ESTRUCTURAL 3.1 SEGÚN EHE-08

Cátedra de Hormigón Estructural ETSICCPM - IECA

Obra:

Fecha: 24/03/2020

Hora: 16:56:39

Cálculo de secciones a cortante

1 Datos

- Materiales

Tipo de hormigón : HA-35
 Tipo de acero : B-500-S
 f_{ck} [MPa] = 35.00
 f_{yk} [MPa] = 500.00
 γ_c = 1.50
 γ_s = 1.15

- Control del hormigón

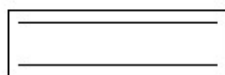
Control normal

- Tipo de elemento estructural

Tipo : elemento sin armadura a cortante

- Sección

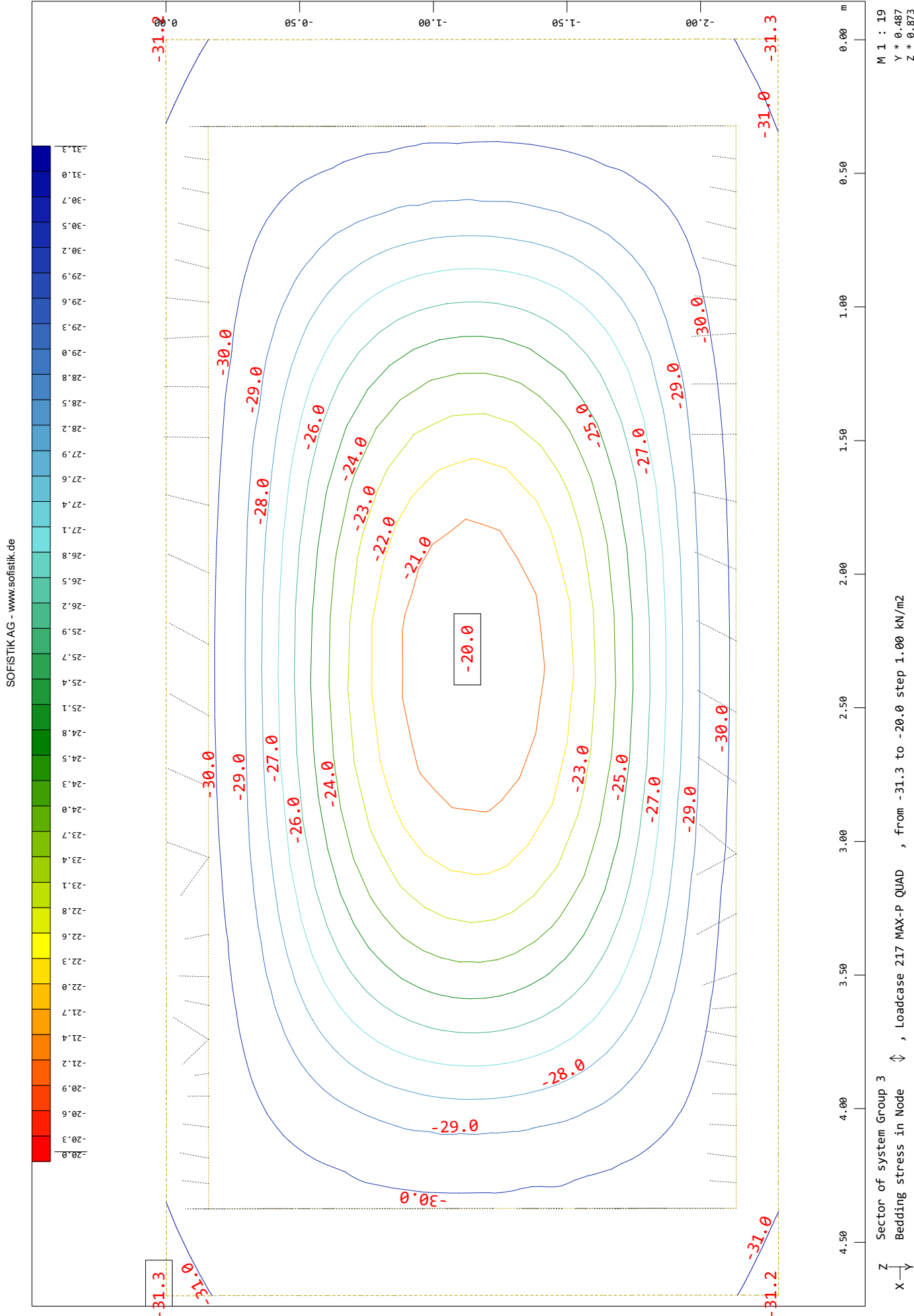
Sección : LOSA
 b_0 [m] = 1.00
 h [m] = 0.30



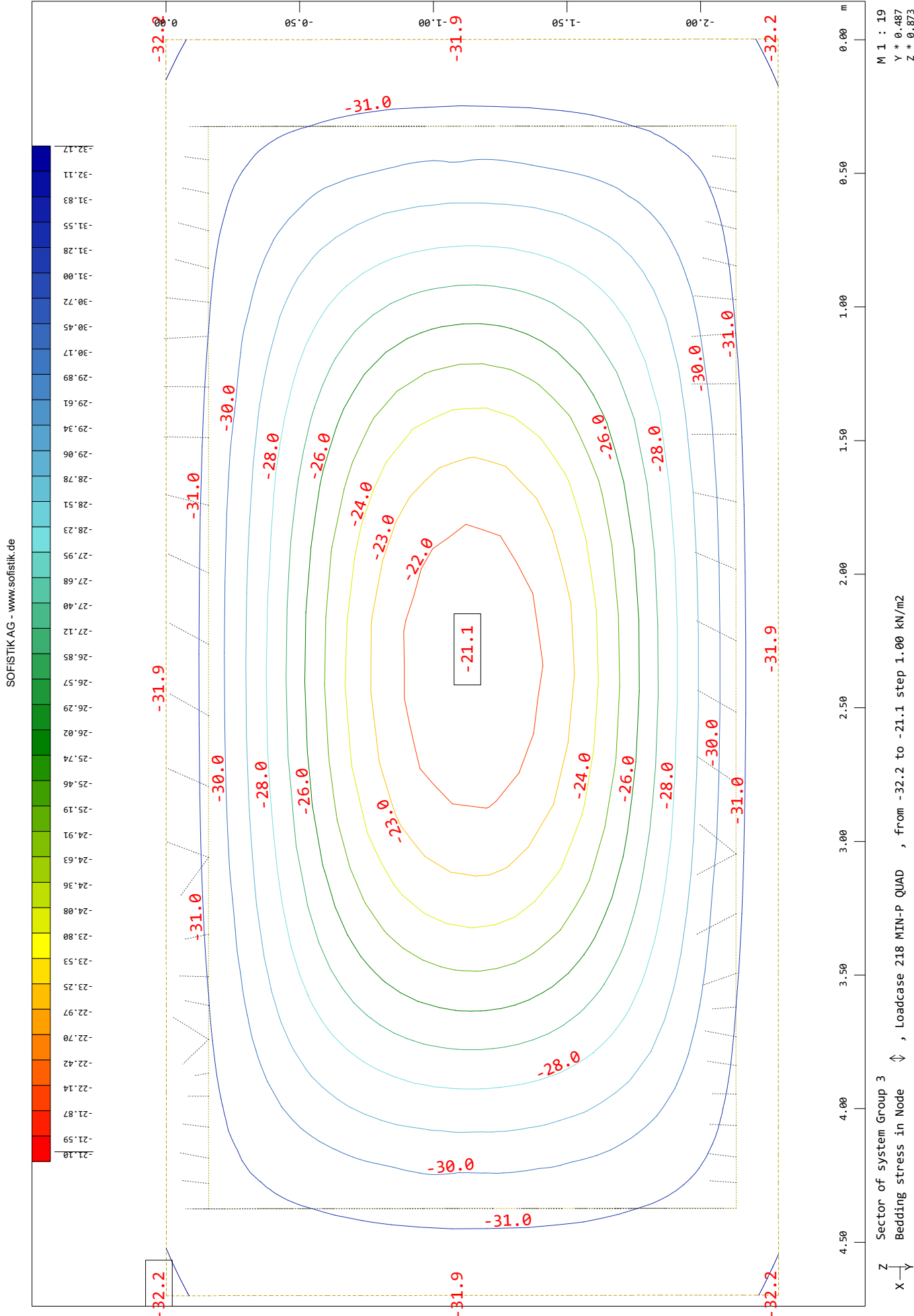
2 Comprobación

ρ_l [·1.E-3] = 0
 N_d [kN] = 0.0
 V_u [kN] = 187.8

MURO



MURO



MURO

Table of Contents

AQUA - GENERAL CROSS SECTIONS

Default design code is EHE Instrucción de hormigón estructural 2008 (España) V 2020	3
Materials	3

SOFiMSHC - STRUCTURAL ELEMENTS AND GEOMETRY

Groups	4
Summary of quadrilateral elements	4
Groups	4

WINGRAF - GRAPHICS FOR FINITE ELEMENTS

Quadrilateral Elements , Material designations	5
Quadrilateral Elements , Designation of reinforcement materials	6
Average plate thickness	7
Elastic bedding	8
Quadrilateral Elements , Number of group	9

WINGRAF - GRAPHICS FOR FINITE ELEMENTS

All loads LC: 1	10
All loads LC: 2	11
All loads LC: 3	12
All loads LC: 4	13
All loads LC: 5	14

MAXIMA - SUPERPOSITION OF LOAD CASES

Combination rule Number 1	15
Load Case selection	15
Generated Load Cases	15

MAXIMA - SUPERPOSITION OF LOAD CASES

Combination rule Number 2	16
Load Case selection	16
Generated Load Cases	16

MAXIMA - SUPERPOSITION OF LOAD CASES

Combination rule Number 3	18
Load Case selection	18
Generated Load Cases	18

BEMESS - DESIGN OF PLATES AND SHELLS

Default design code is EHE Instrucción de hormigón estructural 2008 (España) V 2020	20
Load Cases for the Design	20
Material (EHE spanish code)	20
Material-safety-factors:	20

WINGRAF - GRAPHICS FOR FINITE ELEMENTS

Quadrilateral Elements , upper Principal reinforcements (1st layer) DC: 1	21
Quadrilateral Elements , upper Cross reinforcements (2nd layer) DC: 1	22
Quadrilateral Elements , lower Principal reinforcements (1st layer) DC: 1	23
Quadrilateral Elements , lower Cross reinforcements (2nd layer) DC: 1	24

WINGRAF - GRAPHICS FOR FINITE ELEMENTS

Quadrilateral Elements , upper Principal reinforcements (1st layer) DC: 1	25
Quadrilateral Elements , upper Cross reinforcements (2nd layer) DC: 1	26
Quadrilateral Elements , lower Principal reinforcements (1st layer) DC: 1	27
Quadrilateral Elements , lower Cross reinforcements (2nd layer) DC: 1	28

MURO

WINGRAF - GRAPHICS FOR FINITE ELEMENTS

Quadrilateral Elements , upper Principal reinforcements (1st layer) DC: 1	29
Quadrilateral Elements , upper Cross reinforcements (2nd layer) DC: 1	30
Quadrilateral Elements , lower Principal reinforcements (1st layer) DC: 1	31
Quadrilateral Elements , lower Cross reinforcements (2nd layer) DC: 1	32

BEMESS - DESIGN OF PLATES AND SHELLS

Default design code is EHE Instrucción de hormigón estructural 2008 (España) V 2020	33
Load Cases for the Design	33
Material (EHE spanish code)	33
Geometry (axial covers)	33
Serviceability limit state control parameters	33

WINGRAF - GRAPHICS FOR FINITE ELEMENTS

Quadrilateral Elements , upper Principal reinforcements (1st layer) DC: 2	34
Quadrilateral Elements , upper Cross reinforcements (2nd layer) DC: 2	35
Quadrilateral Elements , lower Principal reinforcements (1st layer) DC: 2	36
Quadrilateral Elements , lower Cross reinforcements (2nd layer) DC: 2	37

WINGRAF - GRAPHICS FOR FINITE ELEMENTS

Quadrilateral Elements , upper Principal reinforcements (1st layer) DC: 2	38
Quadrilateral Elements , upper Cross reinforcements (2nd layer) DC: 2	39
Quadrilateral Elements , lower Principal reinforcements (1st layer) DC: 2	40
Quadrilateral Elements , lower Cross reinforcements (2nd layer) DC: 2	41

WINGRAF - GRAPHICS FOR FINITE ELEMENTS

Quadrilateral Elements , upper Principal reinforcements (1st layer) DC: 2	42
Quadrilateral Elements , upper Cross reinforcements (2nd layer) DC: 2	43
Quadrilateral Elements , lower Principal reinforcements (1st layer) DC: 2	44
Quadrilateral Elements , lower Cross reinforcements (2nd layer) DC: 2	45

WINGRAF - GRAPHICS FOR FINITE ELEMENTS

Principal shear forces (absolute) LC: 106	46
Principal shear forces (absolute) LC: 107	47
Principal shear forces (absolute) LC: 108	48
Principal shear forces (absolute) LC: 109	49
Principal shear forces (absolute) LC: 106	50
Principal shear forces (absolute) LC: 107	51
Principal shear forces (absolute) LC: 108	52
Principal shear forces (absolute) LC: 109	53
Principal shear forces (absolute) LC: 106	54
Principal shear forces (absolute) LC: 107	55
Principal shear forces (absolute) LC: 108	56
Principal shear forces (absolute) LC: 109	57

WINGRAF - GRAPHICS FOR FINITE ELEMENTS

Bedding stress LC: 217	58
Bedding stress LC: 218	59

MURO

Default design code is EHE Instrucción de hormigón estructural 2008 (España) V 2020

Materials

Mat	Classification
1	HA 35 (EHE)
2	B 500 (EHE)

MURO

Groups

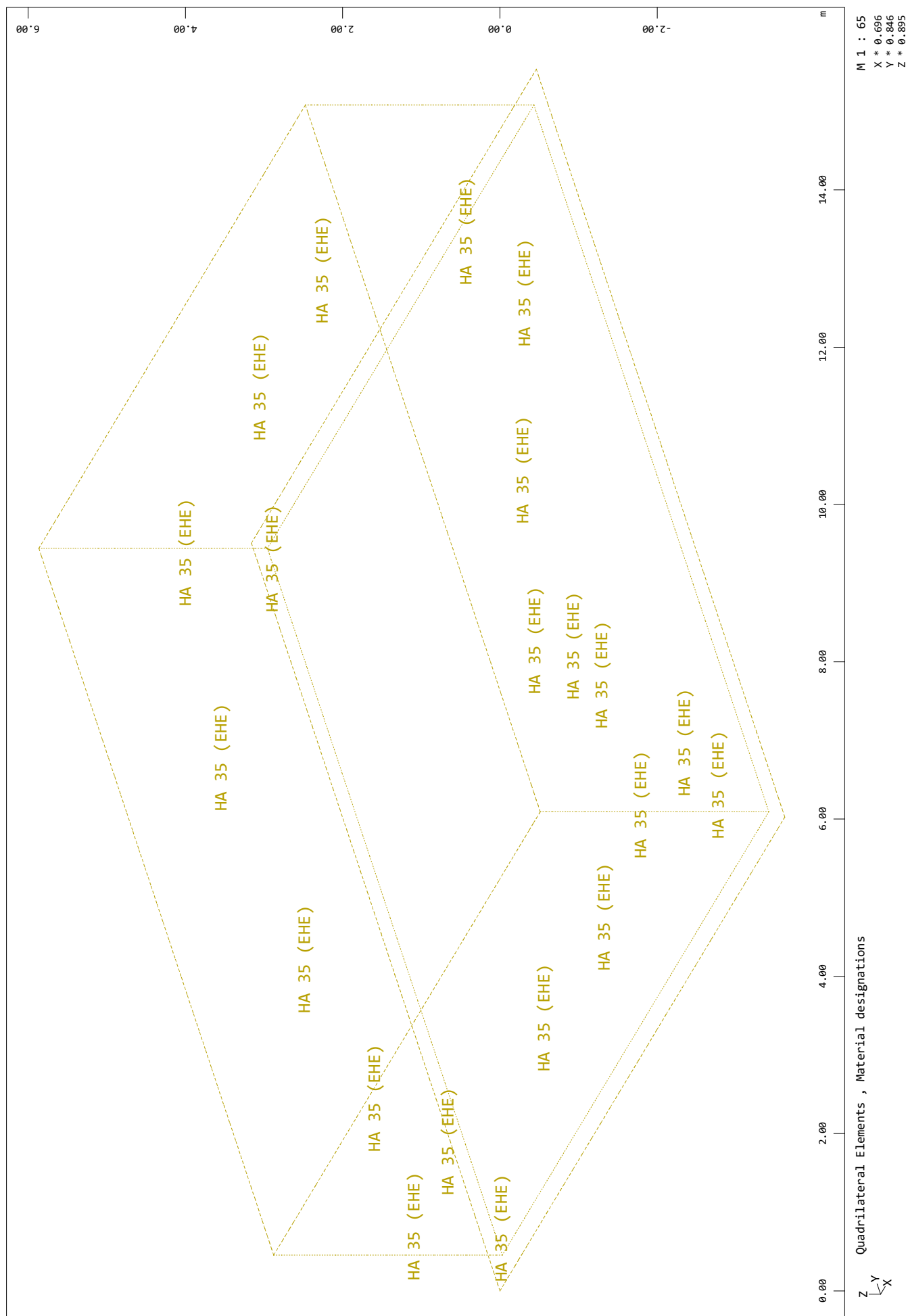
Grp	number	Type	min-no	max-no	Designation
1	977	QUAD	10001	10977	
2	2174	QUAD	20001	22174	
3	2231	QUAD	30001	32231	
Grp primary group number number number of elements within group Type element type min-no,max-no minimum/maximum element number					

Summary of quadrilateral elements

Groups

Grp	TotArea [m2]	TotVolume [m3]	TotWeight [t]	Material
1	61.425	15.356	38.391	1
2	72.800	18.200	45.500	1
3	119.685	35.906	89.764	1
Sum	253.910	69.462	173.654	
Grp primary group number				

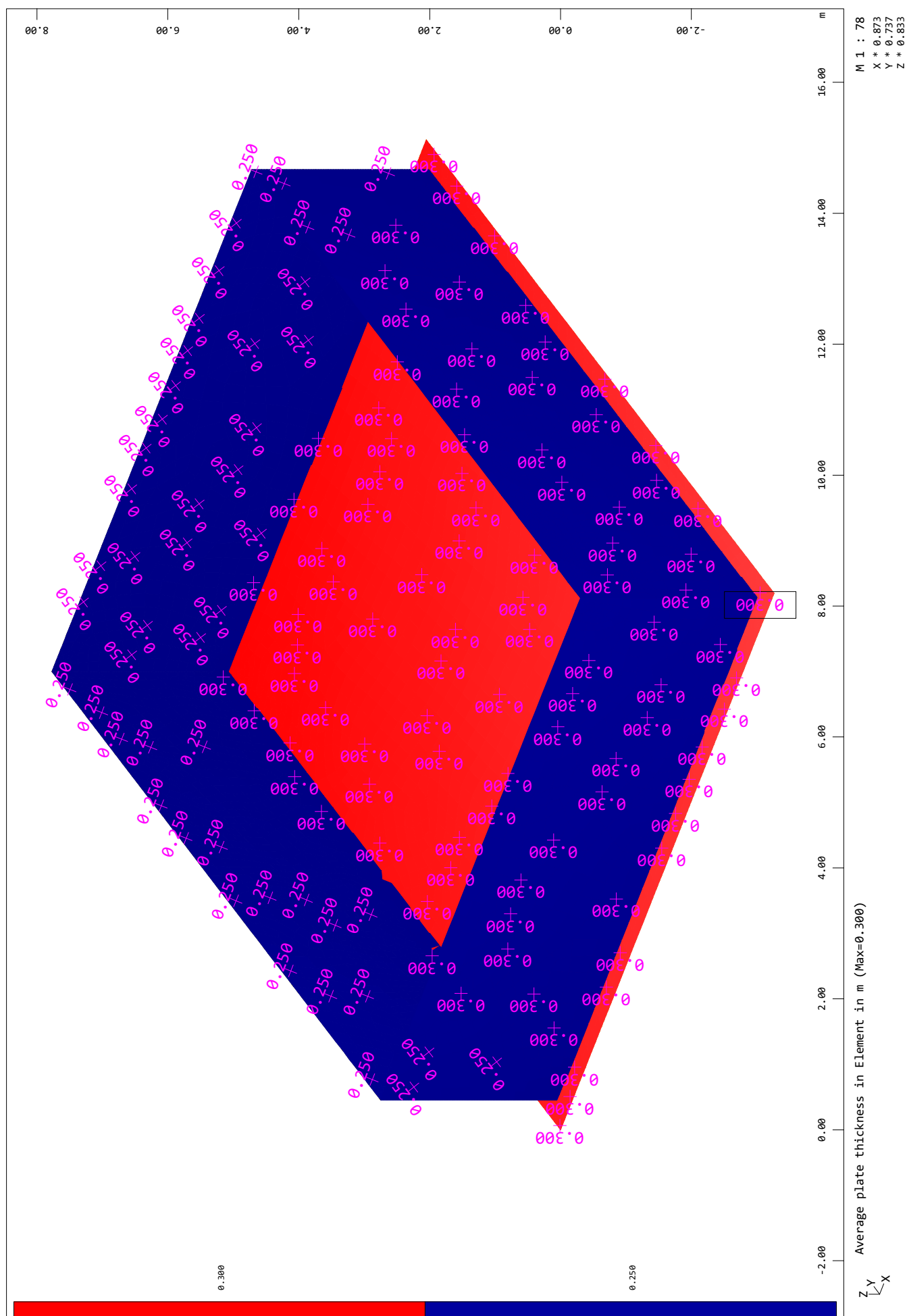
SOFISTIK AG - www.sofistik.de



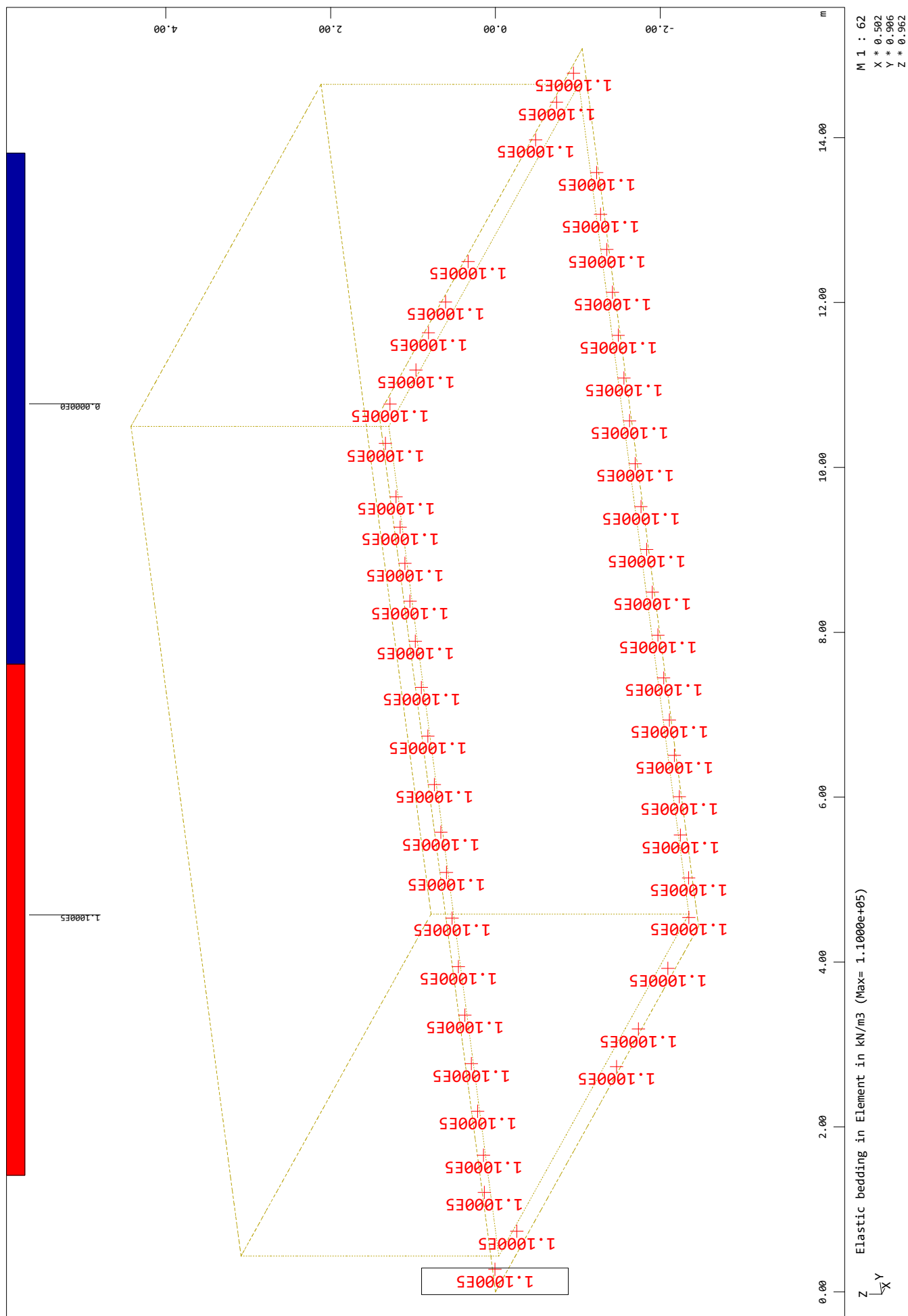
SOFISTIK AG - www.sofistik.de



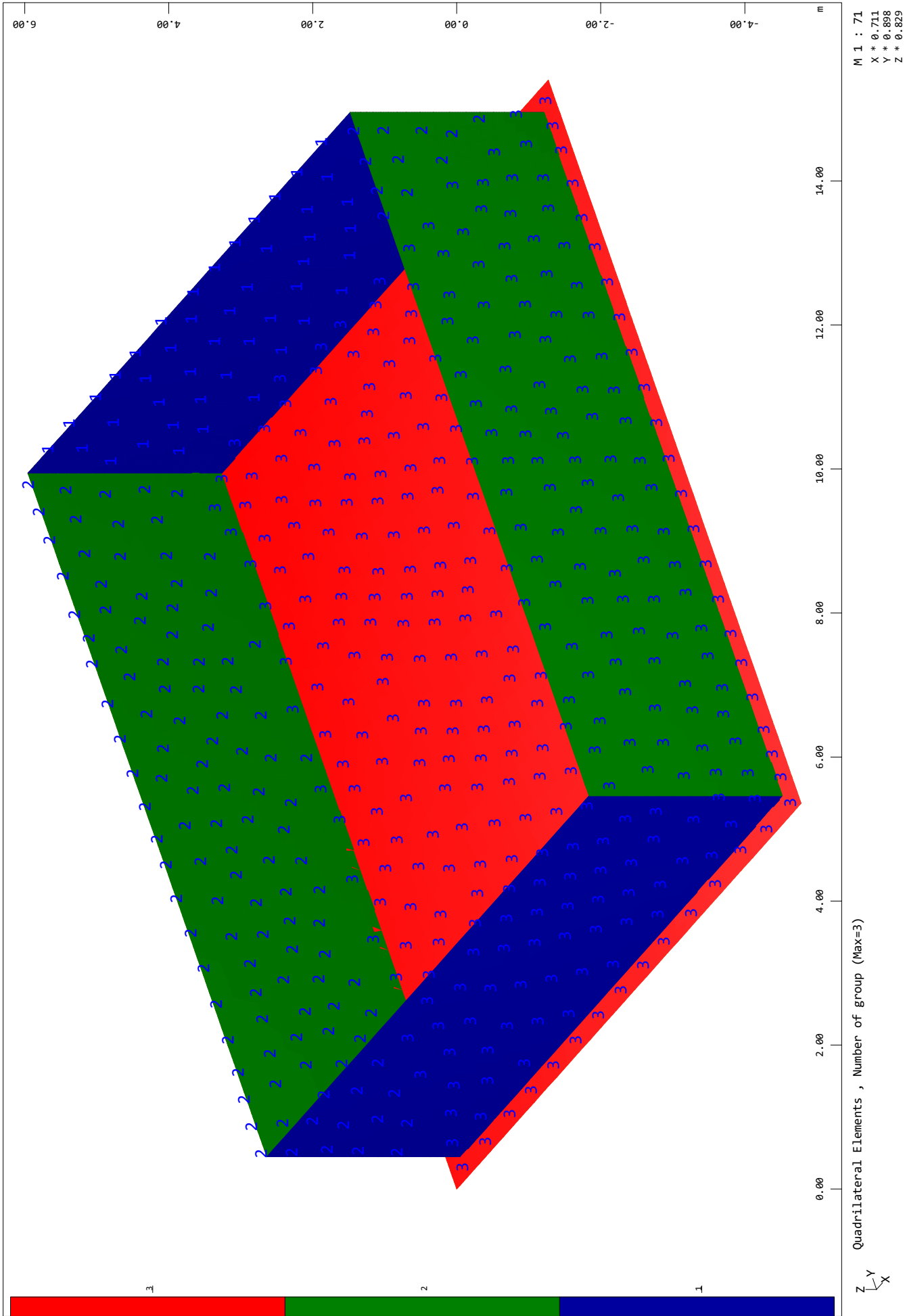
SOFISTIK AG - www.sofistik.de



SOFISTIK AG - www.sofistik.de

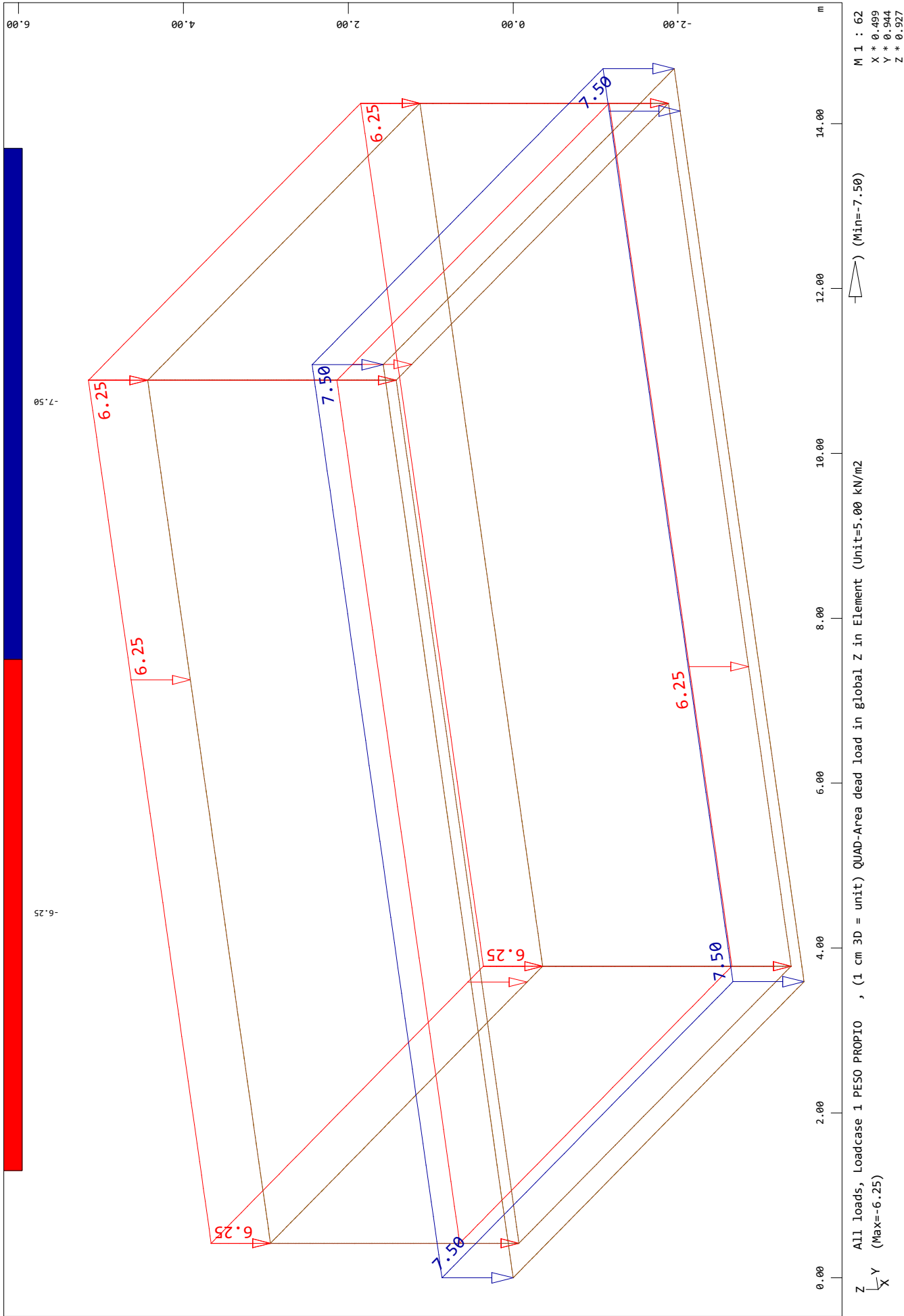


MURO

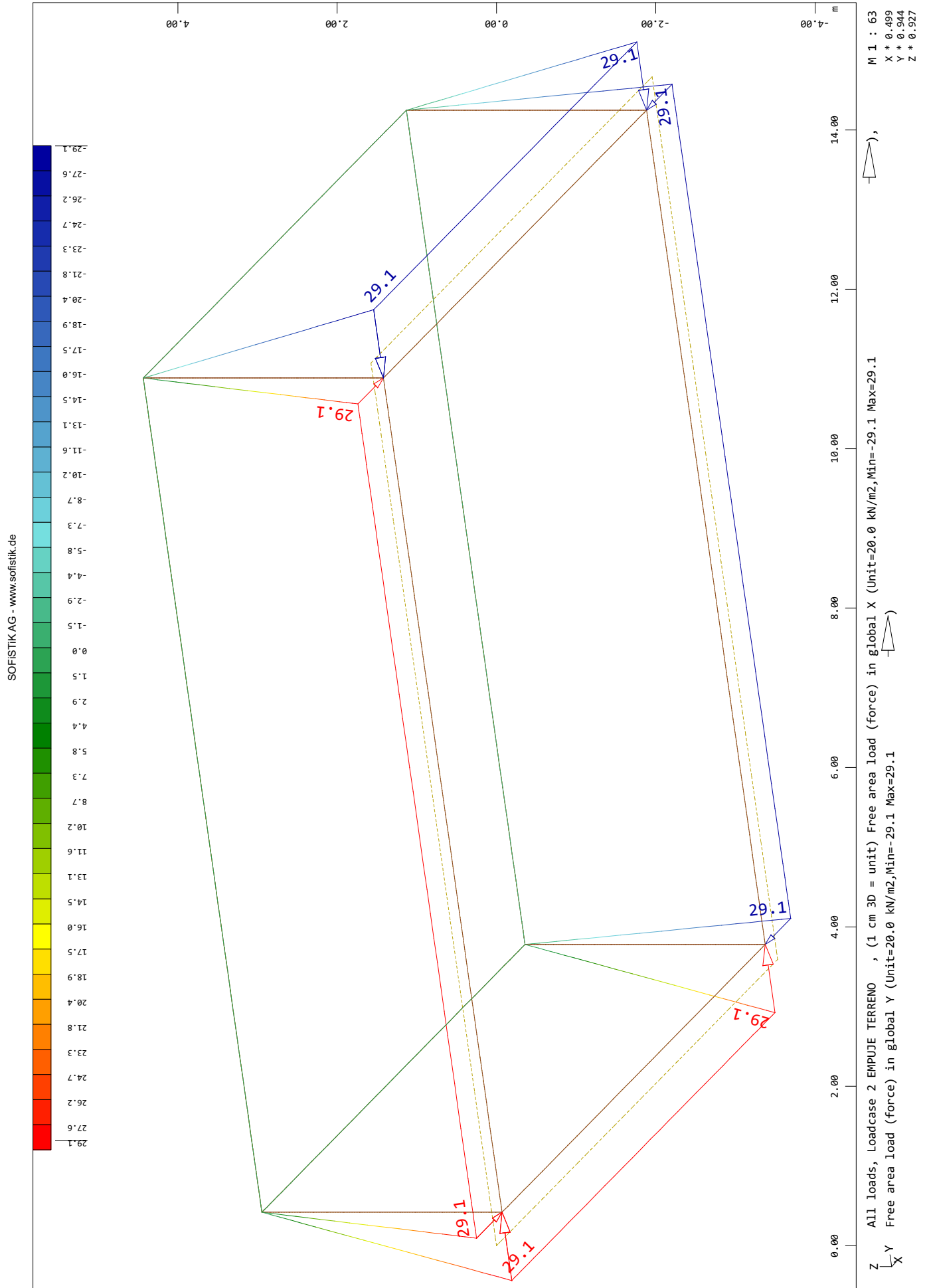


MURO

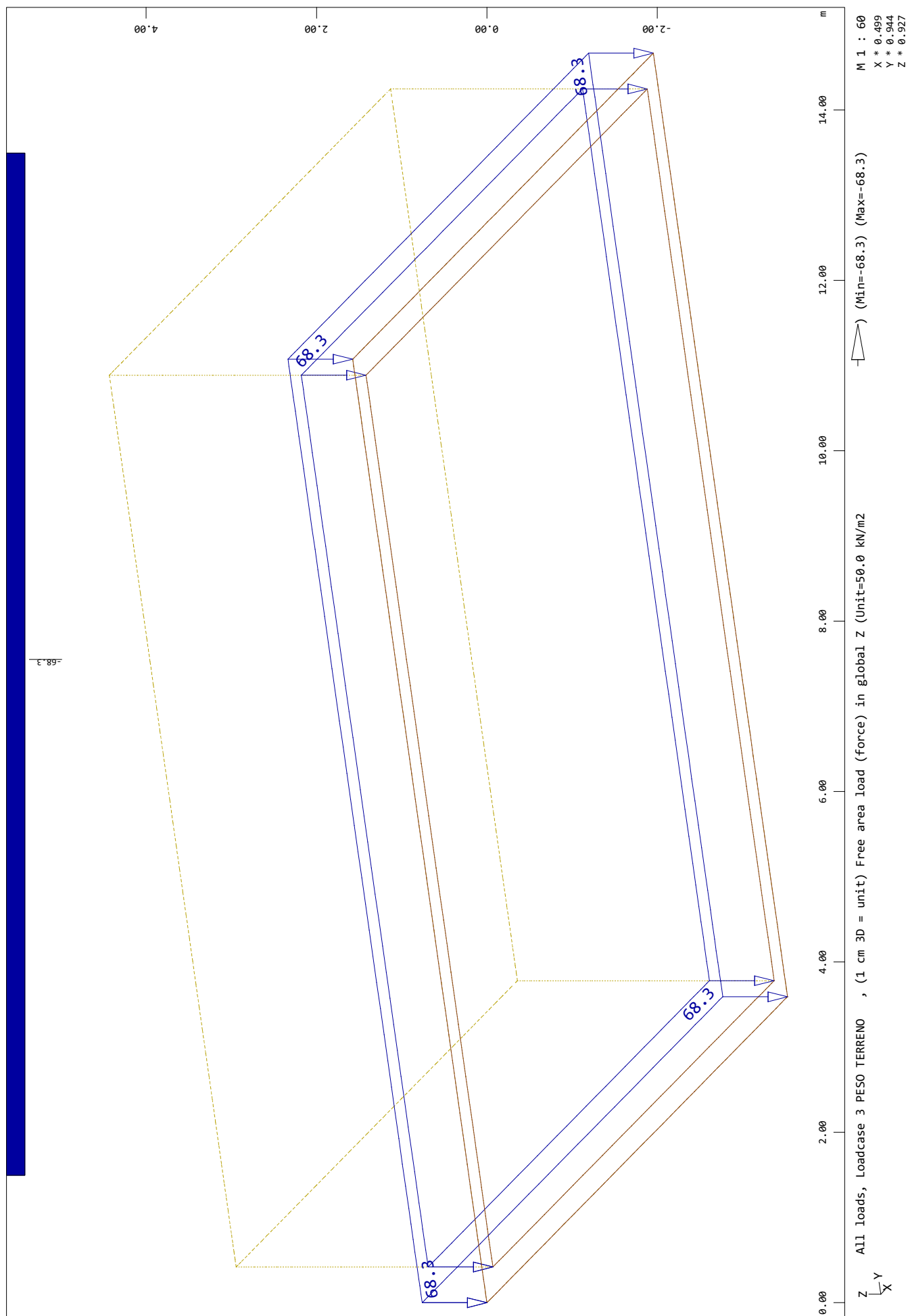
SOFiSTiK AG - www.sofistik.de



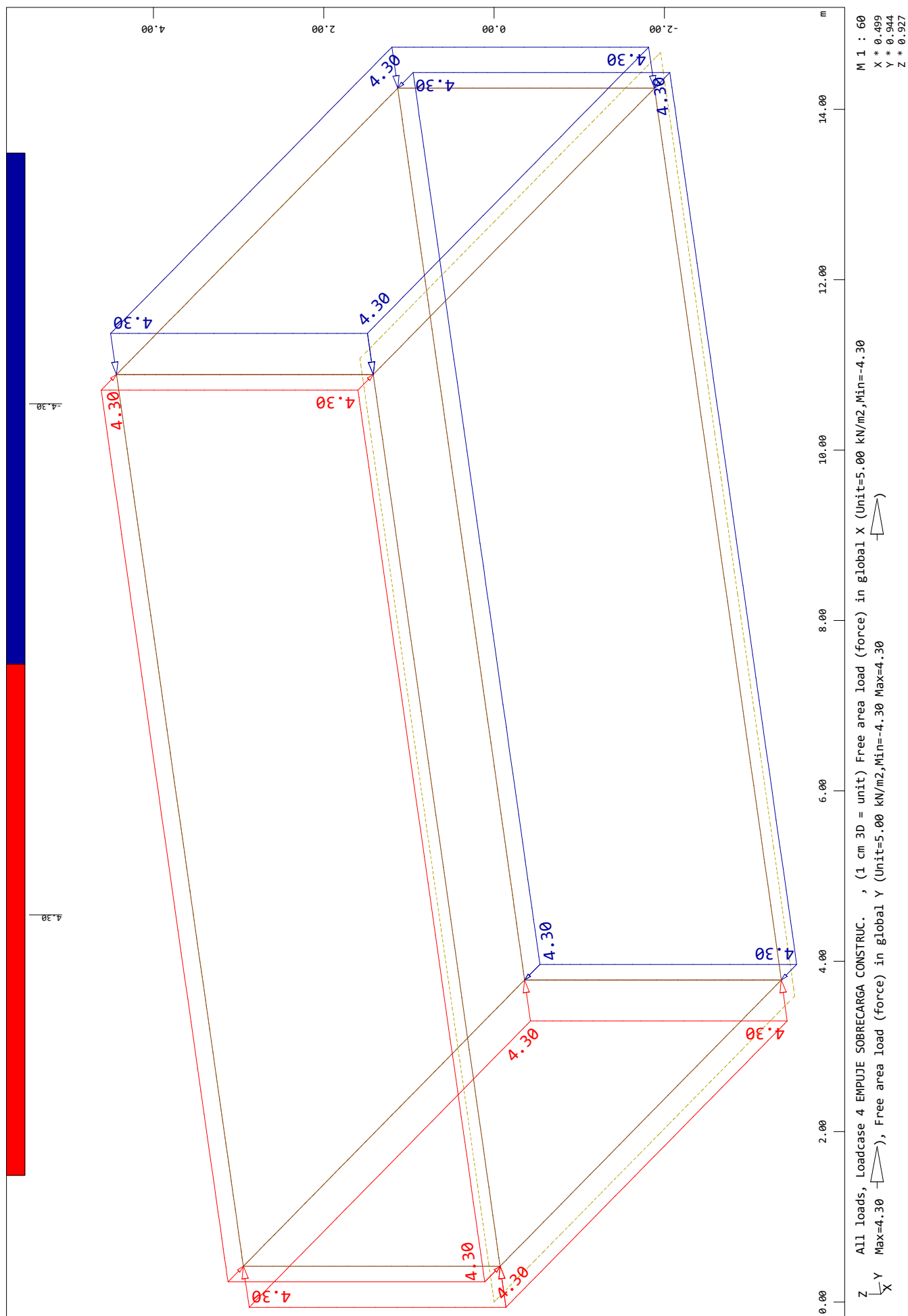
MURO



SOFISTIK AG - www.sofistik.de

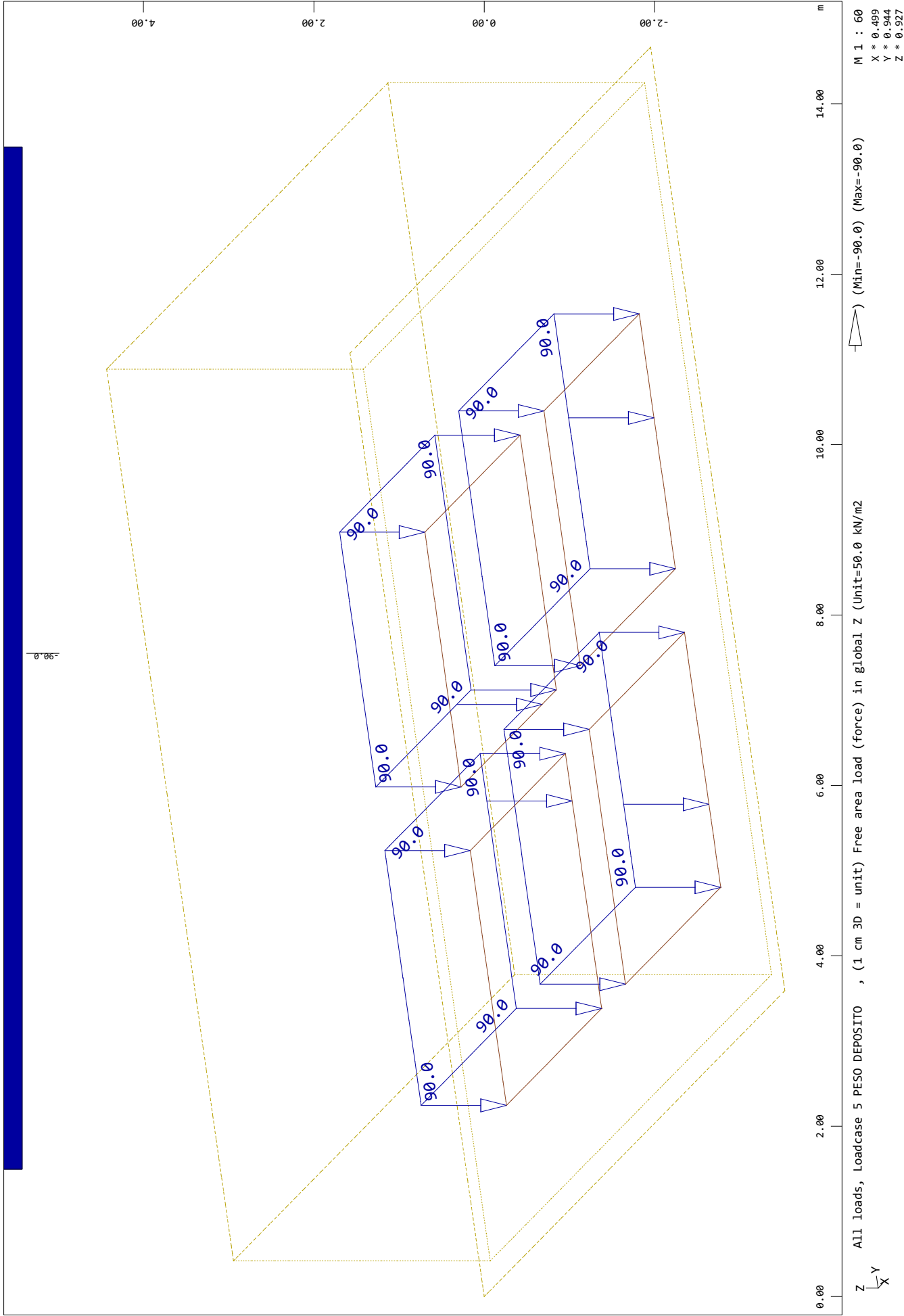


SOFISTIK AG - www.sofistik.de



MURO

SOFiSTiK AG - www.sofistik.de



MURO
 ELU

Combination rule Number 1

Design combination

Resulting Load Cases type Design combination

Load Case selection

Number	Fact	Type	Designation
1	0.80	PERM	PESO PROPIO
1	0.55	COND	PESO PROPIO
2	0.70	PERM	EMPUJE TERRENO
2	0.65	COND	EMPUJE TERRENO
3	0.80	PERM	PESO TERRENO
3	0.55	COND	PESO TERRENO
4	1.50	COND	EMPUJE SOBRECARGA CONSTRUC
5	1.00	PERM	PESO DEPOSITO
5	0.35	COND	PESO DEPOSITO

Fact factor for load case
 Type type of the load case
 PERM permanent load grouped in actions
 COND conditional load

Generated Load Cases

Number	Combination	Designation
100	1	MAX-MXX QUAD
101	1	MIN-MXX QUAD
102	1	MAX-MYY QUAD
103	1	MIN-MYY QUAD
104	1	MAX-MXY QUAD
105	1	MIN-MXY QUAD
100	1	MAX-MXX QUAK
101	1	MIN-MXX QUAK
102	1	MAX-MYY QUAK
103	1	MIN-MYY QUAK
104	1	MAX-MXY QUAK
105	1	MIN-MXY QUAK
106	1	MAX-VX QUAD
107	1	MIN-VX QUAD
106	1	MAX-VX QUAK
107	1	MIN-VX QUAK
108	1	MAX-VY QUAD
109	1	MIN-VY QUAD
108	1	MAX-VY QUAK
109	1	MIN-VY QUAK
110	1	MAX-NXX QUAD
111	1	MIN-NXX QUAD
112	1	MAX-NYY QUAD
113	1	MIN-NYY QUAD
114	1	MAX-NXY QUAD
115	1	MIN-NXY QUAD
110	1	MAX-NXX QUAK
111	1	MIN-NXX QUAK
112	1	MAX-NYY QUAK
113	1	MIN-NYY QUAK
114	1	MAX-NXY QUAK
115	1	MIN-NXY QUAK

MURO

ELS1 (TENSIONES TERRENO)

Combination rule Number 2

Design combination

Resulting Load Cases type Design combination

Load Case selection

Number	Fact	Type	Designation
1	1.00	PERM	PESO PROPIO
2	1.00	PERM	EMPUJE TERRENO
3	1.00	PERM	PESO TERRENO
4	1.00	COND	EMPUJE SOBRECARGA CONSTRUC
5	1.00	PERM	PESO DEPOSITO
Fact factor for load case			
Type type of the load case			
PERM permanent load grouped in actions			
COND conditional load			

Generated Load Cases

Number	Combination	Designation
200	2	MAX-MXX QUAD
201	2	MIN-MXX QUAD
202	2	MAX-MYY QUAD
203	2	MIN-MYY QUAD
204	2	MAX-MXY QUAD
205	2	MIN-MXY QUAD
200	2	MAX-MXX QUAK
201	2	MIN-MXX QUAK
202	2	MAX-MYY QUAK
203	2	MIN-MYY QUAK
204	2	MAX-MXY QUAK
205	2	MIN-MXY QUAK
206	2	MAX-VX QUAD
207	2	MIN-VX QUAD
206	2	MAX-VX QUAK
207	2	MIN-VX QUAK
208	2	MAX-VY QUAD
209	2	MIN-VY QUAD
208	2	MAX-VY QUAK
209	2	MIN-VY QUAK
210	2	MAX-NXX QUAD
211	2	MIN-NXX QUAD
212	2	MAX-NYY QUAD
213	2	MIN-NYY QUAD
214	2	MAX-NXY QUAD
215	2	MIN-NXY QUAD
210	2	MAX-NXX QUAK
211	2	MIN-NXX QUAK
212	2	MAX-NYY QUAK
213	2	MIN-NYY QUAK
214	2	MAX-NXY QUAK
215	2	MIN-NXY QUAK
217	2	MAX-P QUAD
218	2	MIN-P QUAD
271	2	MAX-SXT QUAD
272	2	MIN-SXT QUAD
271	2	MAX-SXT QUAK
272	2	MIN-SXT QUAK
273	2	MAX-SYT QUAD
274	2	MIN-SYT QUAD
273	2	MAX-SYT QUAK
274	2	MIN-SYT QUAK
277	2	MAX-SXB QUAD

MURO

ELS1 (TENSIONES TERRENO)

Generated Load Cases

Number	Combination	Designation
278	2	MIN-SXB QUAD
277	2	MAX-SXB QUAK
278	2	MIN-SXB QUAK
279	2	MAX-SYB QUAD
280	2	MIN-SYB QUAD
279	2	MAX-SYB QUAK
280	2	MIN-SYB QUAK

MURO

ELS2 (FISURACIÓN)

Combination rule Number 3

Design combination

Resulting Load Cases type Design combination

Load Case selection

Number	Fact	Type	Designation
1	1.00	PERM	PESO PROPIO
2	1.00	PERM	EMPUJE TERRENO
3	1.00	PERM	PESO TERRENO
4	0.70	COND	EMPUJE SOBRECARGA CONSTRUC
5	1.00	PERM	PESO DEPOSITO

Fact factor for load case

Type type of the load case

PERM permanent load grouped in actions

COND conditional load

Generated Load Cases

Number	Combination	Designation
300	3	MAX-MXX QUAD
301	3	MIN-MXX QUAD
302	3	MAX-MYY QUAD
303	3	MIN-MYY QUAD
304	3	MAX-MXY QUAD
305	3	MIN-MXY QUAD
300	3	MAX-MXX QUAK
301	3	MIN-MXX QUAK
302	3	MAX-MYY QUAK
303	3	MIN-MYY QUAK
304	3	MAX-MXY QUAK
305	3	MIN-MXY QUAK
306	3	MAX-VX QUAD
307	3	MIN-VX QUAD
306	3	MAX-VX QUAK
307	3	MIN-VX QUAK
308	3	MAX-VY QUAD
309	3	MIN-VY QUAD
308	3	MAX-VY QUAK
309	3	MIN-VY QUAK
310	3	MAX-NXX QUAD
311	3	MIN-NXX QUAD
312	3	MAX-NYY QUAD
313	3	MIN-NYY QUAD
314	3	MAX-NXY QUAD
315	3	MIN-NXY QUAD
310	3	MAX-NXX QUAK
311	3	MIN-NXX QUAK
312	3	MAX-NYY QUAK
313	3	MIN-NYY QUAK
314	3	MAX-NXY QUAK
315	3	MIN-NXY QUAK
371	3	MAX-SXT QUAD
372	3	MIN-SXT QUAD
371	3	MAX-SXT QUAK
372	3	MIN-SXT QUAK
373	3	MAX-SYT QUAD
374	3	MIN-SYT QUAD
373	3	MAX-SYT QUAK
374	3	MIN-SYT QUAK
377	3	MAX-SXB QUAD
378	3	MIN-SXB QUAD
377	3	MAX-SXB QUAK

MURO

ELS2 (FISURACIÓN)

Generated Load Cases

Number	Combination	Designation
378	3	MIN-SXB QUAK
379	3	MAX-SYB QUAD
380	3	MIN-SYB QUAD
379	3	MAX-SYB QUAK
380	3	MIN-SYB QUAK

MURO
 DIM ELU

Default design code is EHE Instrucción de hormigón estructural 2008 (España) V 2020
 Loadcases have been calculated in the Ultimate Limit State
 In BEMESS no additional load safety factor is applied.
 The design uses the Baumann method.

Load Cases for the Design

Loadcase	factor	Designation
100	1.000	MAX-MXX QUAD
101	1.000	MIN-MXX QUAD
102	1.000	MAX-MYY QUAD
103	1.000	MIN-MYY QUAD
104	1.000	MAX-MXY QUAD
105	1.000	MIN-MXY QUAD
106	1.000	MAX-VX QUAD
107	1.000	MIN-VX QUAD
108	1.000	MAX-VY QUAD
109	1.000	MIN-VY QUAD
110	1.000	MAX-NXX QUAD
111	1.000	MIN-NXX QUAD
112	1.000	MAX-NYY QUAD
113	1.000	MIN-NYY QUAD
114	1.000	MAX-NXY QUAD
115	1.000	MIN-NXY QUAD

Material (EHE spanish code)

MAT	fck [MPa]	fc [MPa]	fctm [MPa]	fy [MPa]	ft [MPa]	minT	Type
1	35.00	29.75	3.21			0.20	
2				500.00	510.00		

MAT material number
 fck nominal strength of the concrete
 fc strength of the concrete
 fctm tensile strength of the concrete
 fy yield stress reinforcing steel
 ft tensile stress reinforcing steel
 minT minimum transverse reinforcement
 Type character of the loading

Design according to EHE spanish code
 Reduction of FC in case of transvers tension = 25.0 [o/o]

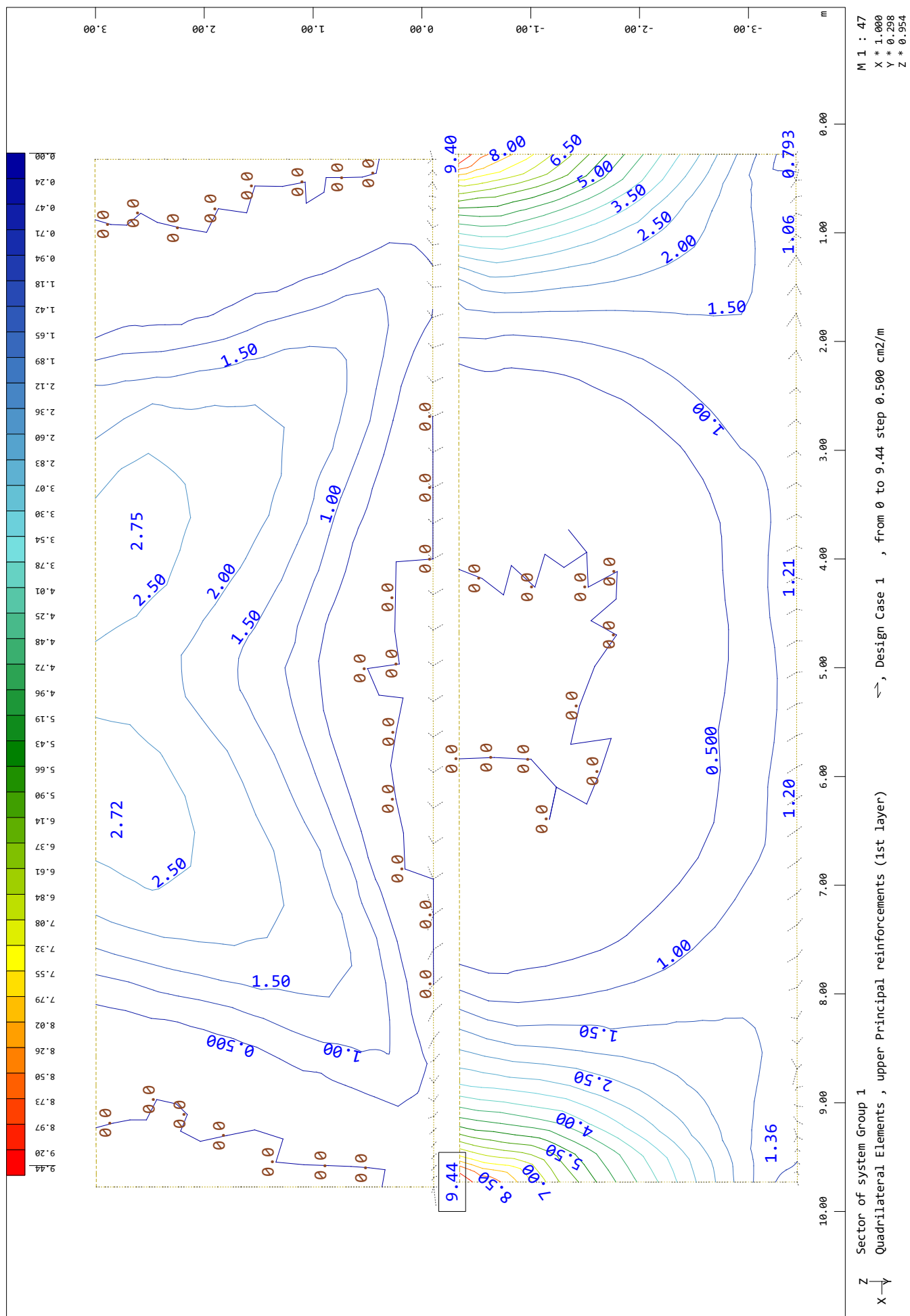
Material-safety-factors:

MAT	concr SC1	SC2	steel SS1	SS2
1	1.50	1.50		
2			1.15	1.15

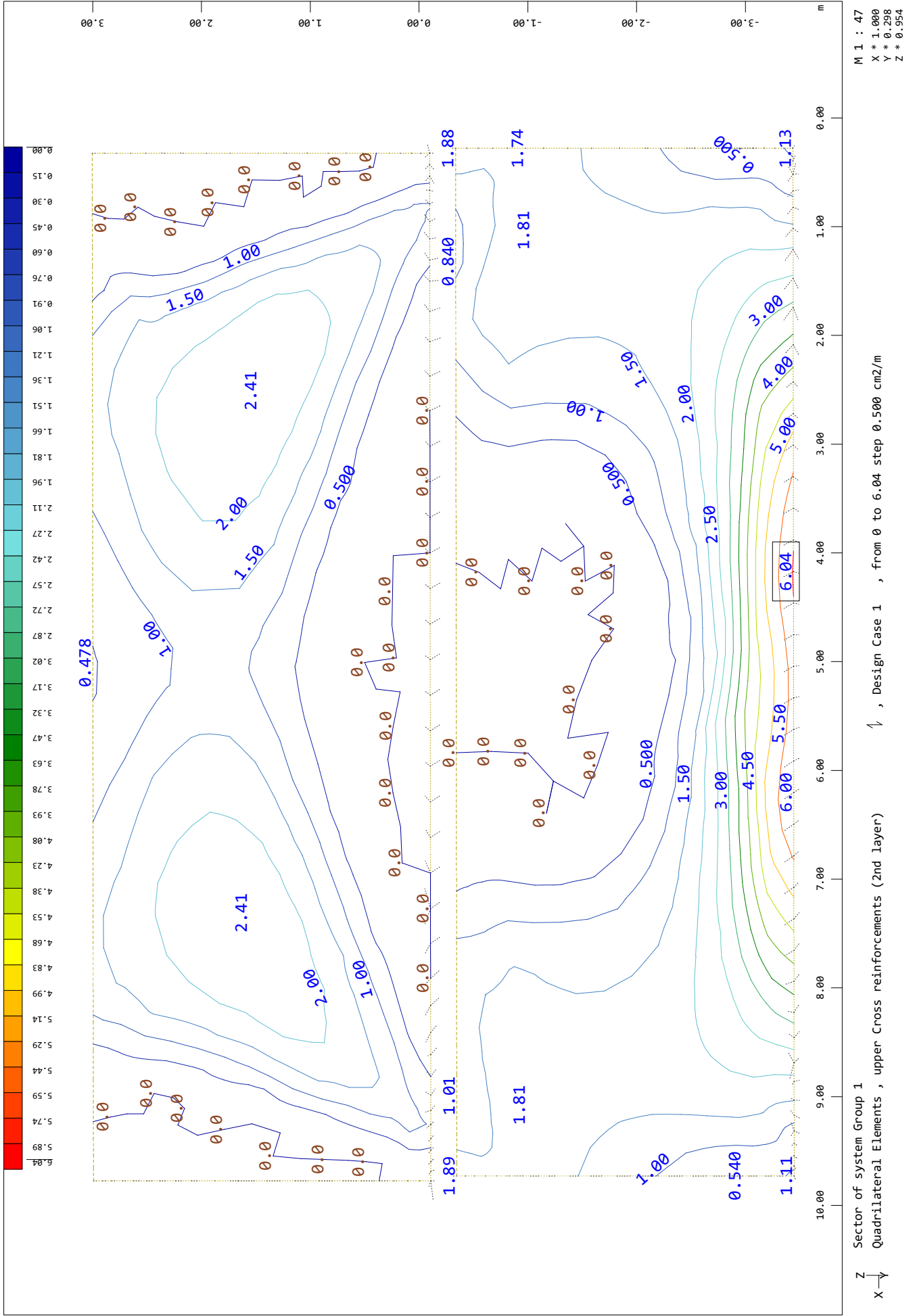
MAT material number
 concr material safety SC1/SC2 = bending/compression
 steel material safety steel bending/compression

At direct supports the shear force is linear reduced from 0.5*d up to the face of the support to 70%.
 The maximum shear capacity is checked at the face of the support without reduction.
 For punching design, the longitudinal reinforcement will be increased up to 1.50%
 to avoid shear reinforcement [input PUNC...RO_V].
 Outside the punching area, the normal slab shear design may increase the
 longitudinal reinforcement up to 0.20% [input CTRL...RO_V].

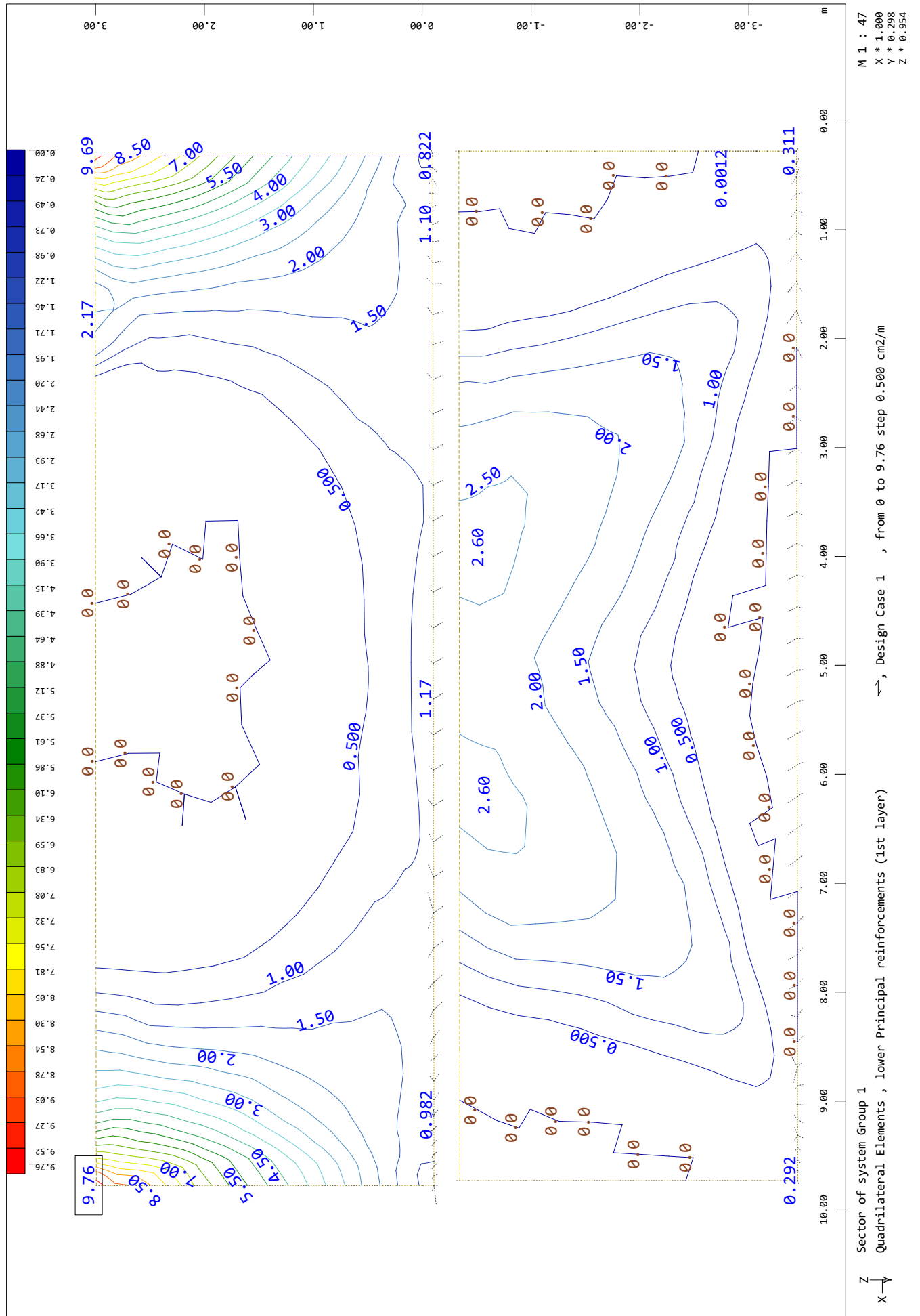
SOFISTIK AG - www.sofistik.de



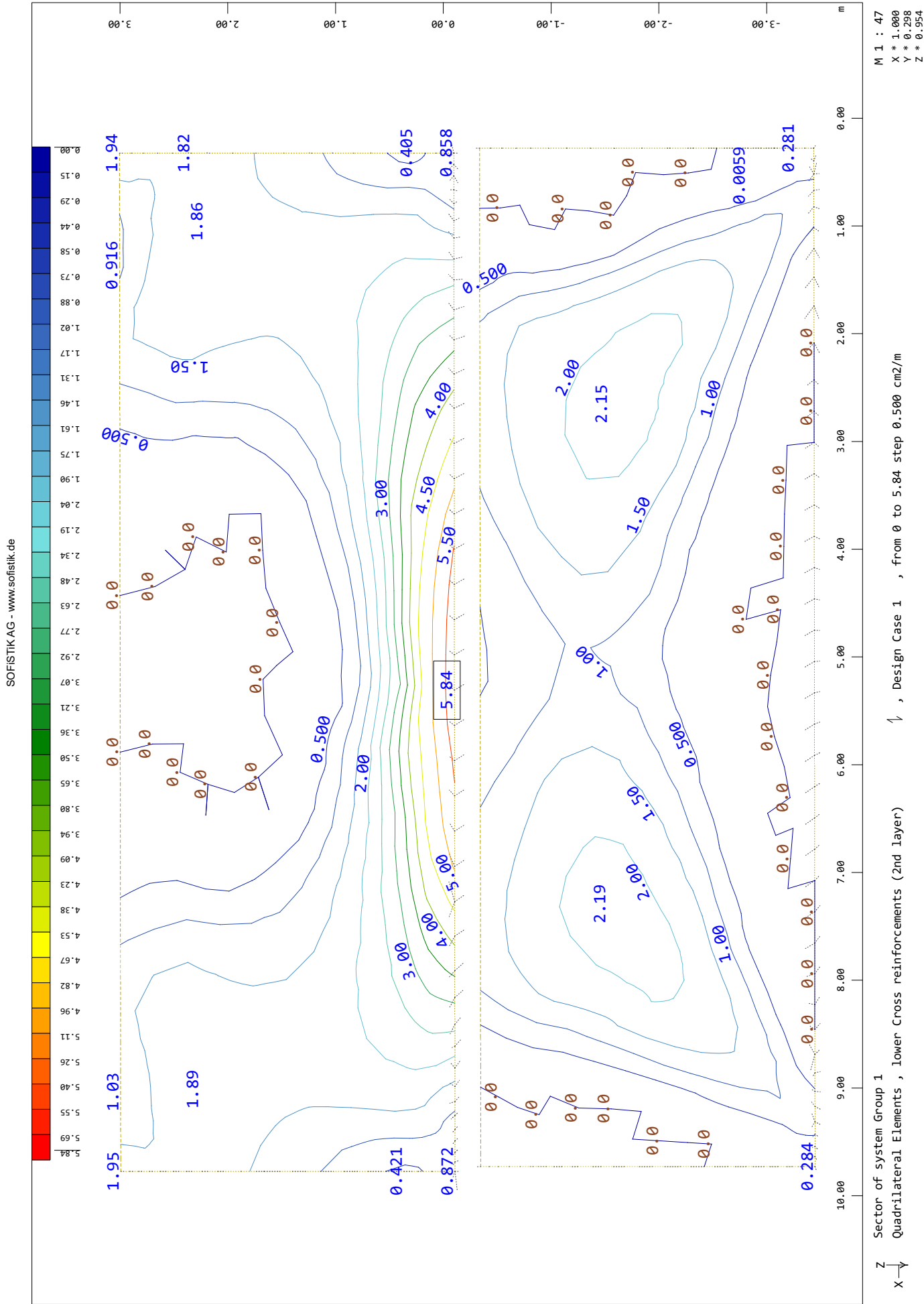
MURO



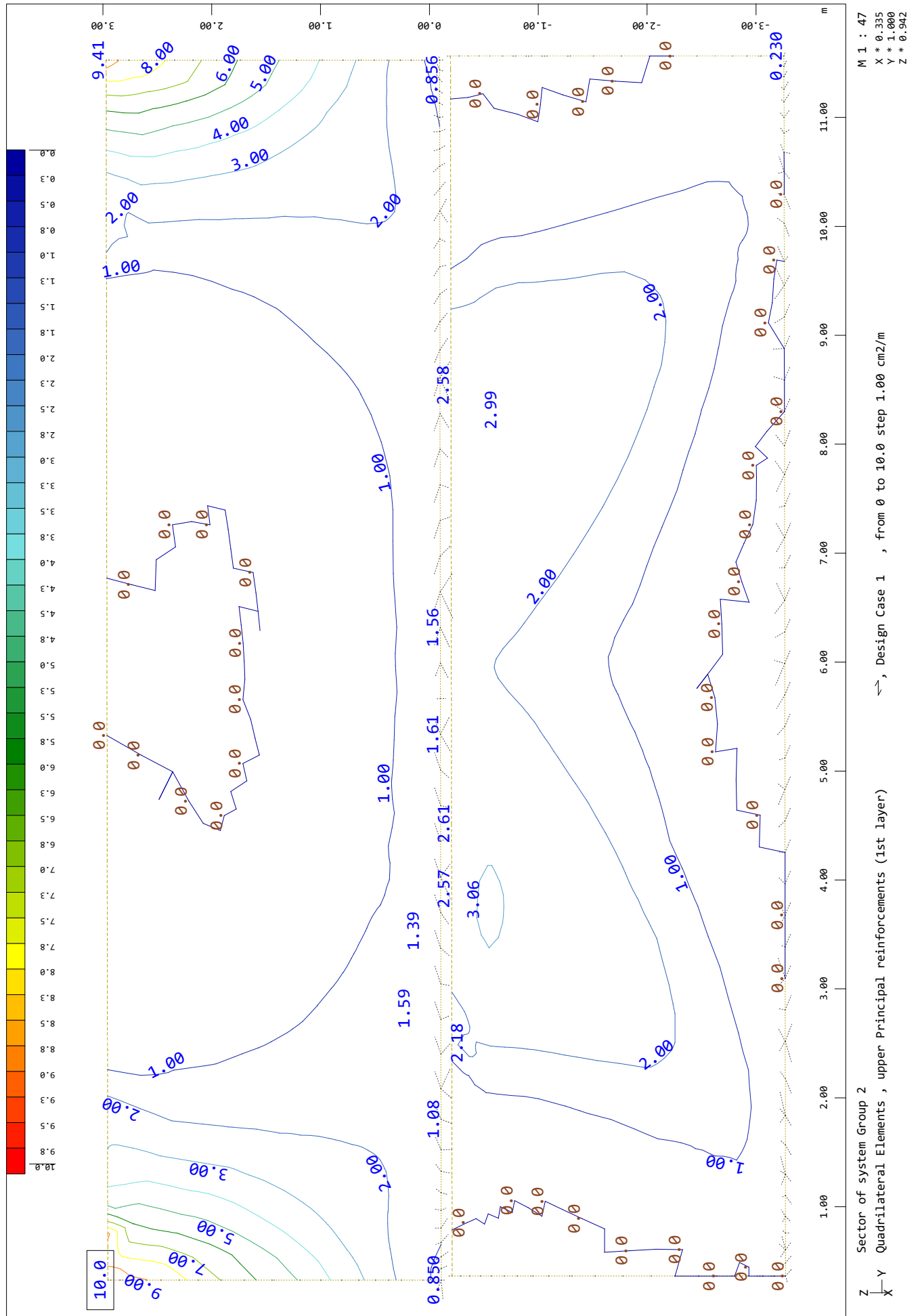
SOFISTIK AG - www.sofistik.de



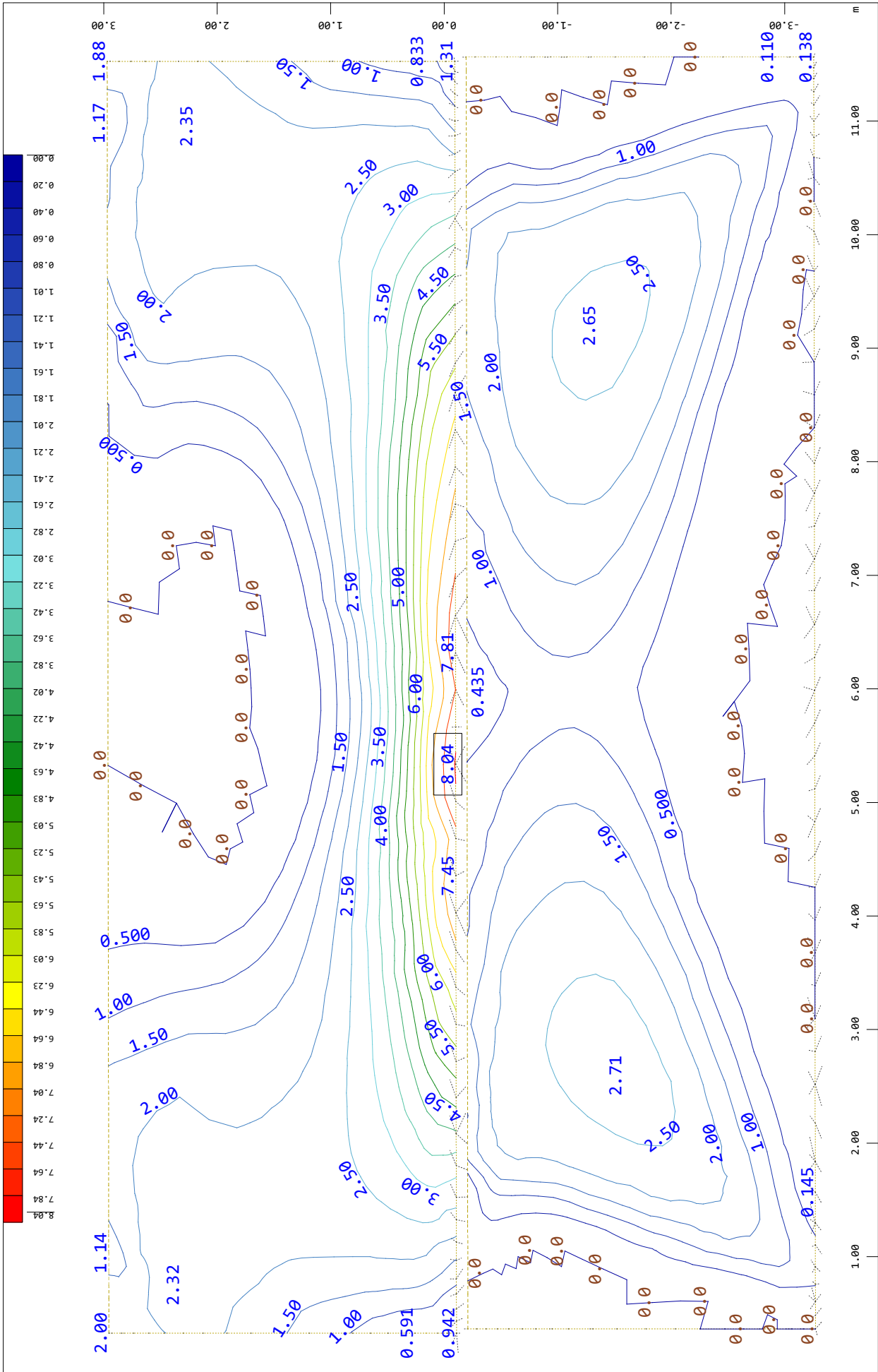
MURO



SOFiSTiK AG - www.sofistik.de



MURO

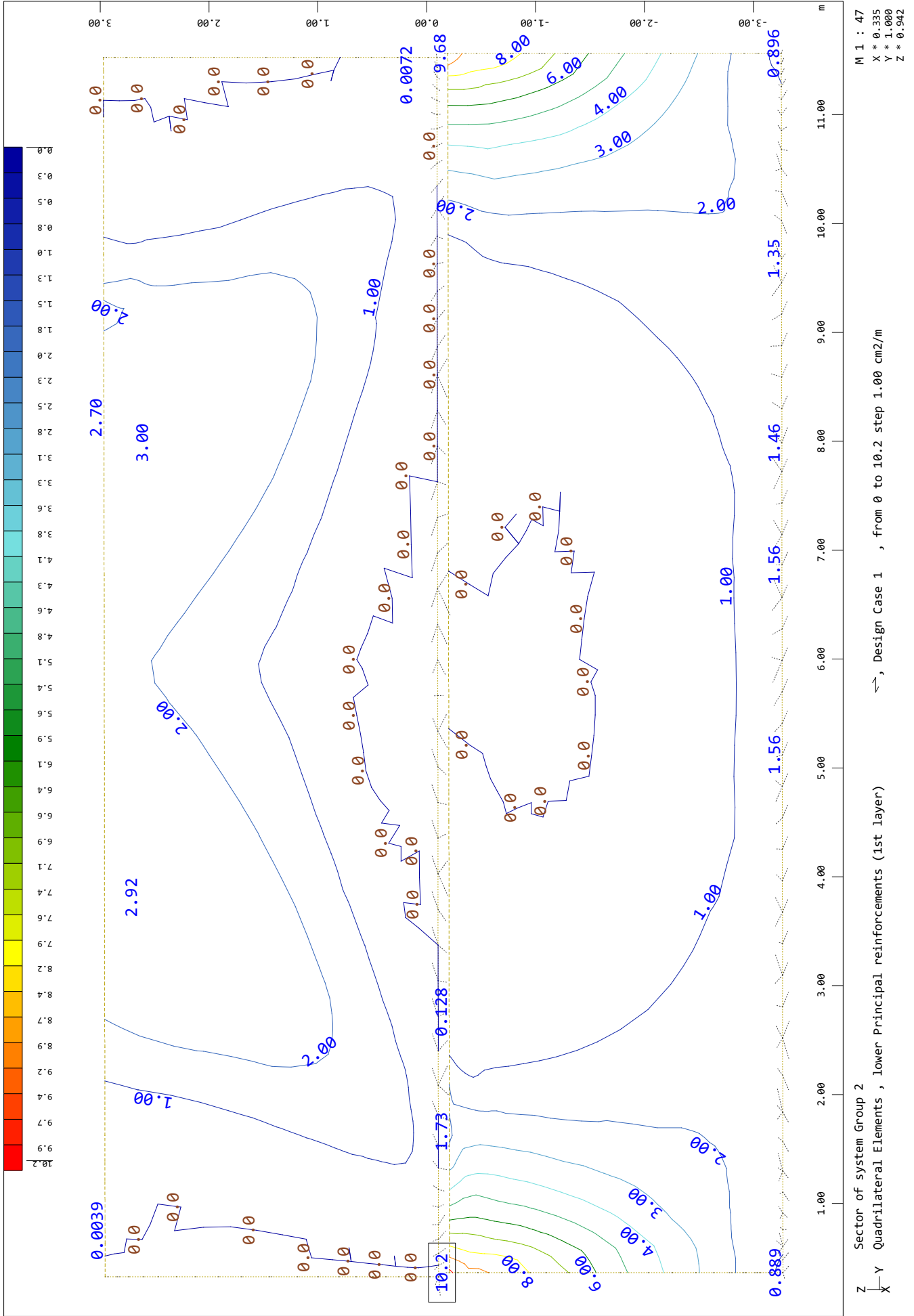


M 1 : 47
X * 0.335
Y * 1.000
Z * 0.942

↑ , Design Case 1 , from 0 to 8.04 step 0.500 cm²/m

Z Sector of system Group 2
x-y Quadrilateral Elements , upper Cross reinforcements (2nd layer)

MURO



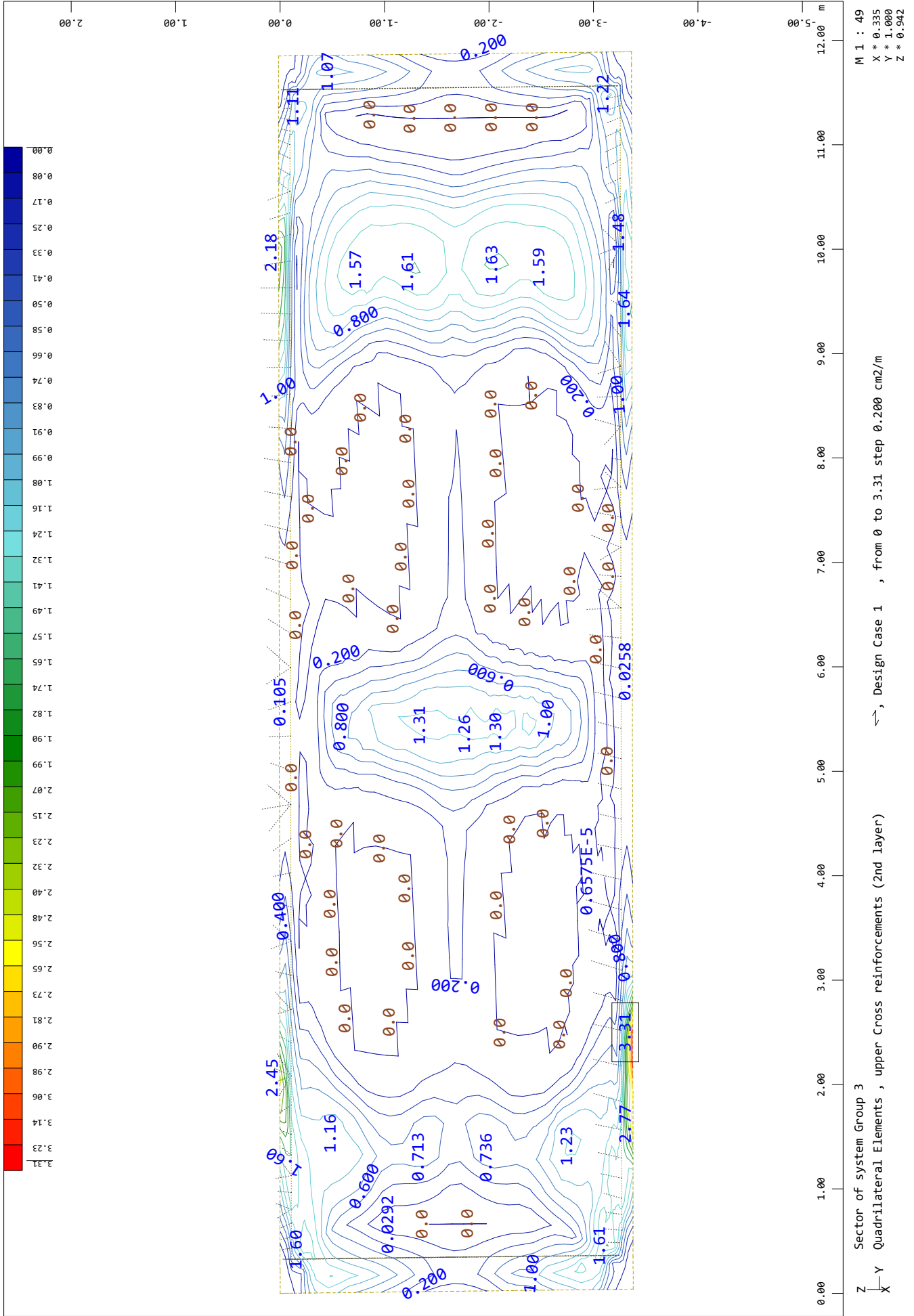
[illegible]

M	1	:	47
X	*	0.335	
Y	*	1.000	
Z	*	0.942	

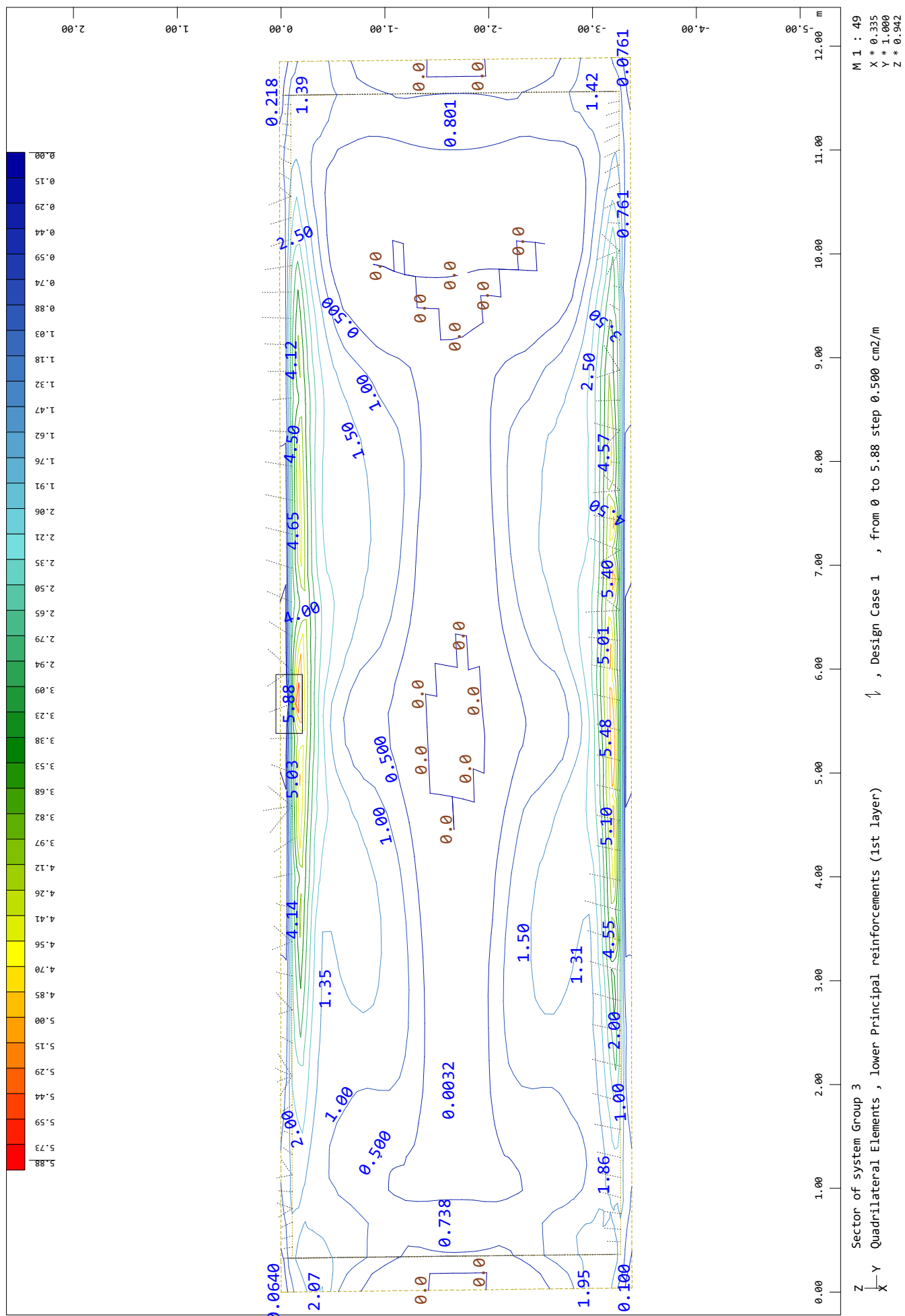
1, Design Case 1, from 0 to 7.80 step 0.500 cm²/m

Z
↓
Y

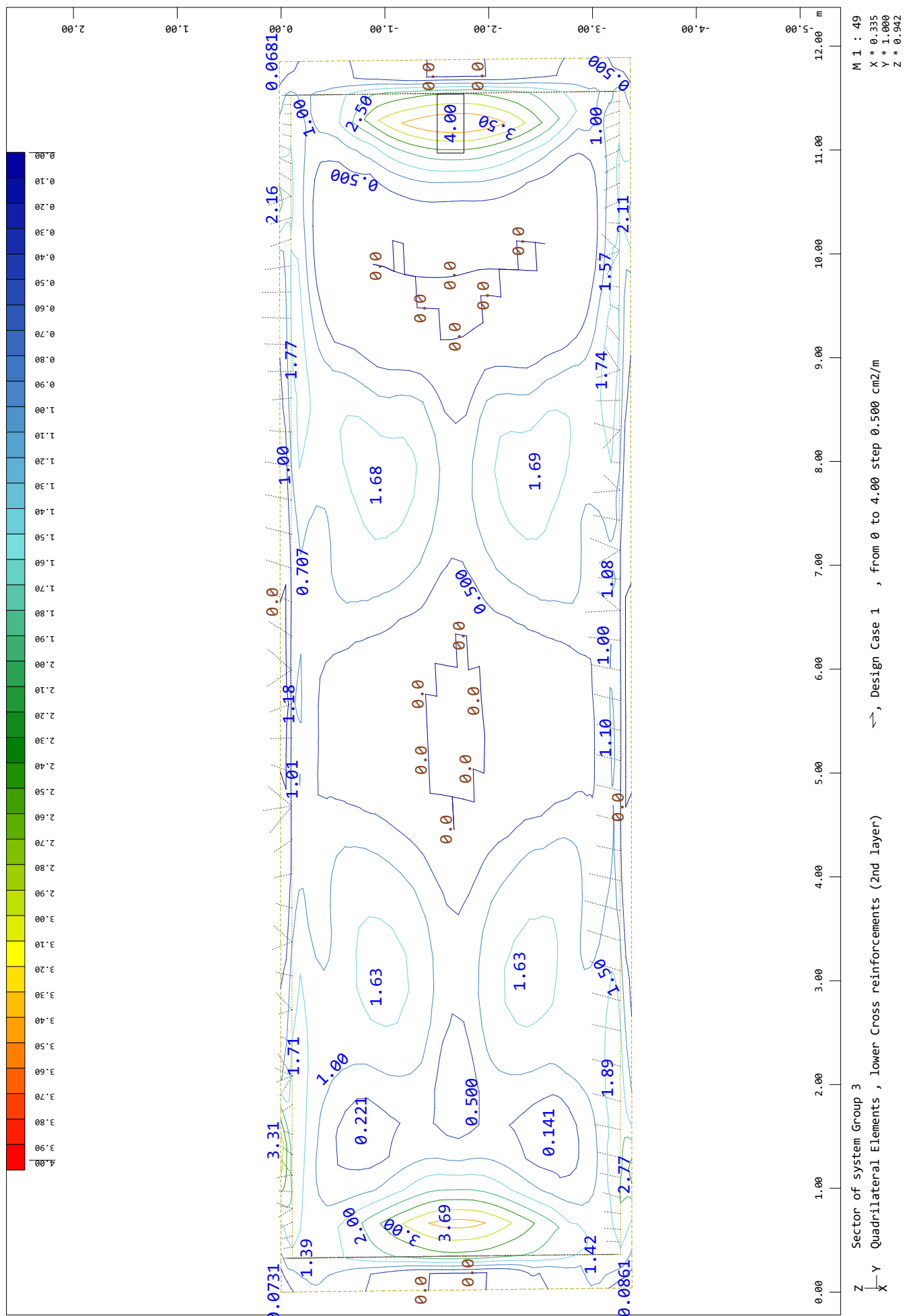
MURO



SOFISTIK AG - www.sofistik.de



SOFISTIK AG - www.sofistik.de



MURO
DIM ELS FISURACION

Default design code is EHE Instrucción de hormigón estructural 2008 (España) V 2020
Loadcases have been calculated in the Serviceability State
In BEMESS no additional load safety factor is applied.
The design uses the Baumann method.

Load Cases for the Design

Loadcase	factor	Designation
300	1.000	MAX-MXX QUAD
301	1.000	MIN-MXX QUAD
302	1.000	MAX-MYY QUAD
303	1.000	MIN-MYY QUAD
304	1.000	MAX-MXY QUAD
305	1.000	MIN-MXY QUAD
306	1.000	MAX-VX QUAD
307	1.000	MIN-VX QUAD
308	1.000	MAX-VY QUAD
309	1.000	MIN-VY QUAD
310	1.000	MAX-NXX QUAD
311	1.000	MIN-NXX QUAD
312	1.000	MAX-NYY QUAD
313	1.000	MIN-NYY QUAD
314	1.000	MAX-NXY QUAD
315	1.000	MIN-NXY QUAD

Material (EHE spanish code)

MAT	fck [MPa]	fc [MPa]	fctm [MPa]	fy [MPa]	ft [MPa]	minT	Type
1	35.00	29.75	3.21			0.20	
2				500.00	510.00		

MAT material number
 fck nominal strength of the concrete
 fc strength of the concrete
 fctm tensile strength of the concrete
 fy yield stress reinforcing steel
 ft tensile stress reinforcing steel
 minT minimum transverse reinforcement
 Type character of the loading

Design according to EHE spanish code

A robustness minimum reinforcement has not been requested [MREI] and has to be checked separately.

A minimum reinforcement has not been requested [MREI] and has to be checked separately.

Geometry (axial covers)

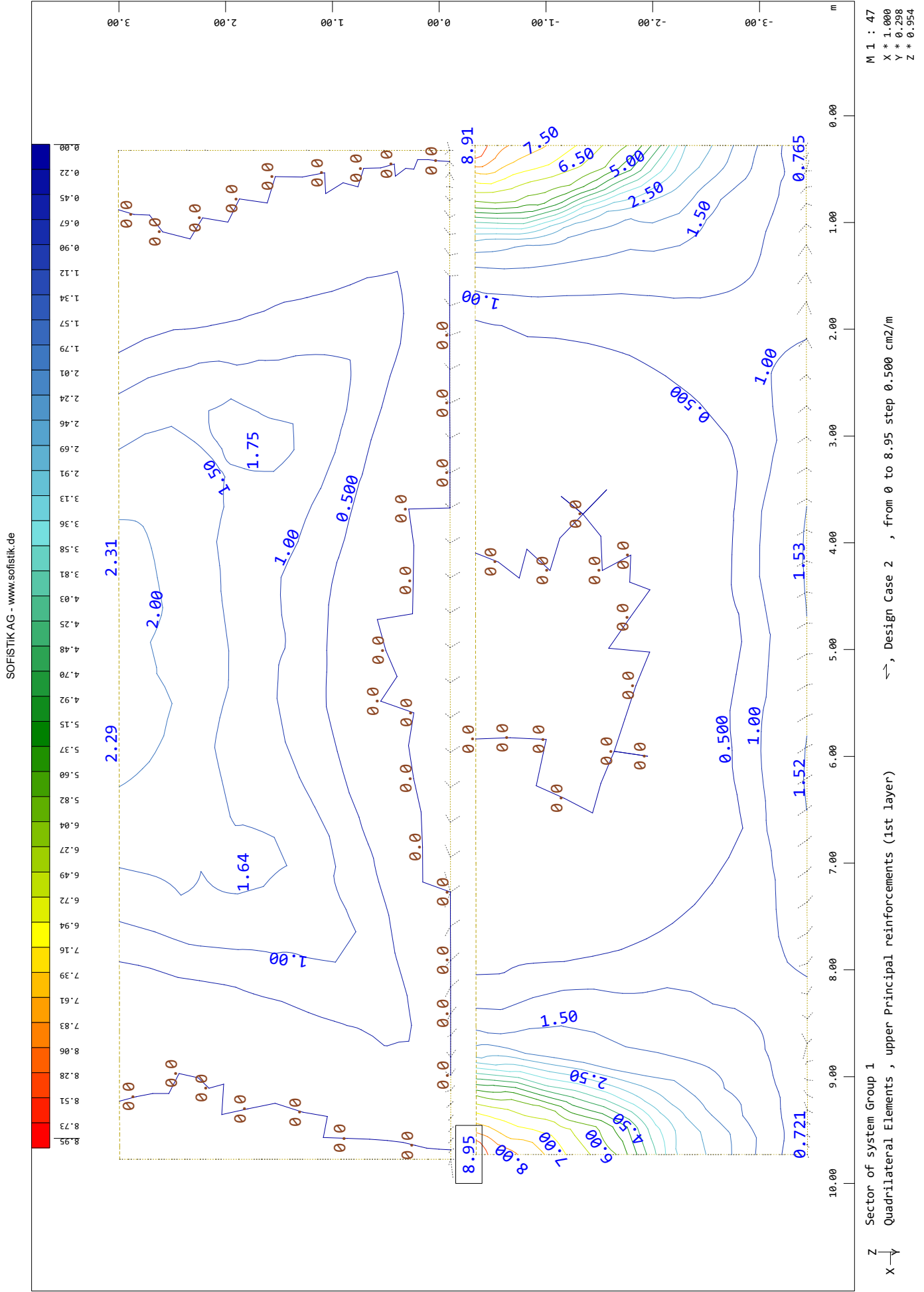
No	he-upper [mm]	hi-upper [mm]	he-lower [mm]	hi-lower [mm]	Elem. height [mm]
1	56	68	56	68	As saved

The reinforcement is saved in the data base as reinforcement distribution number 2

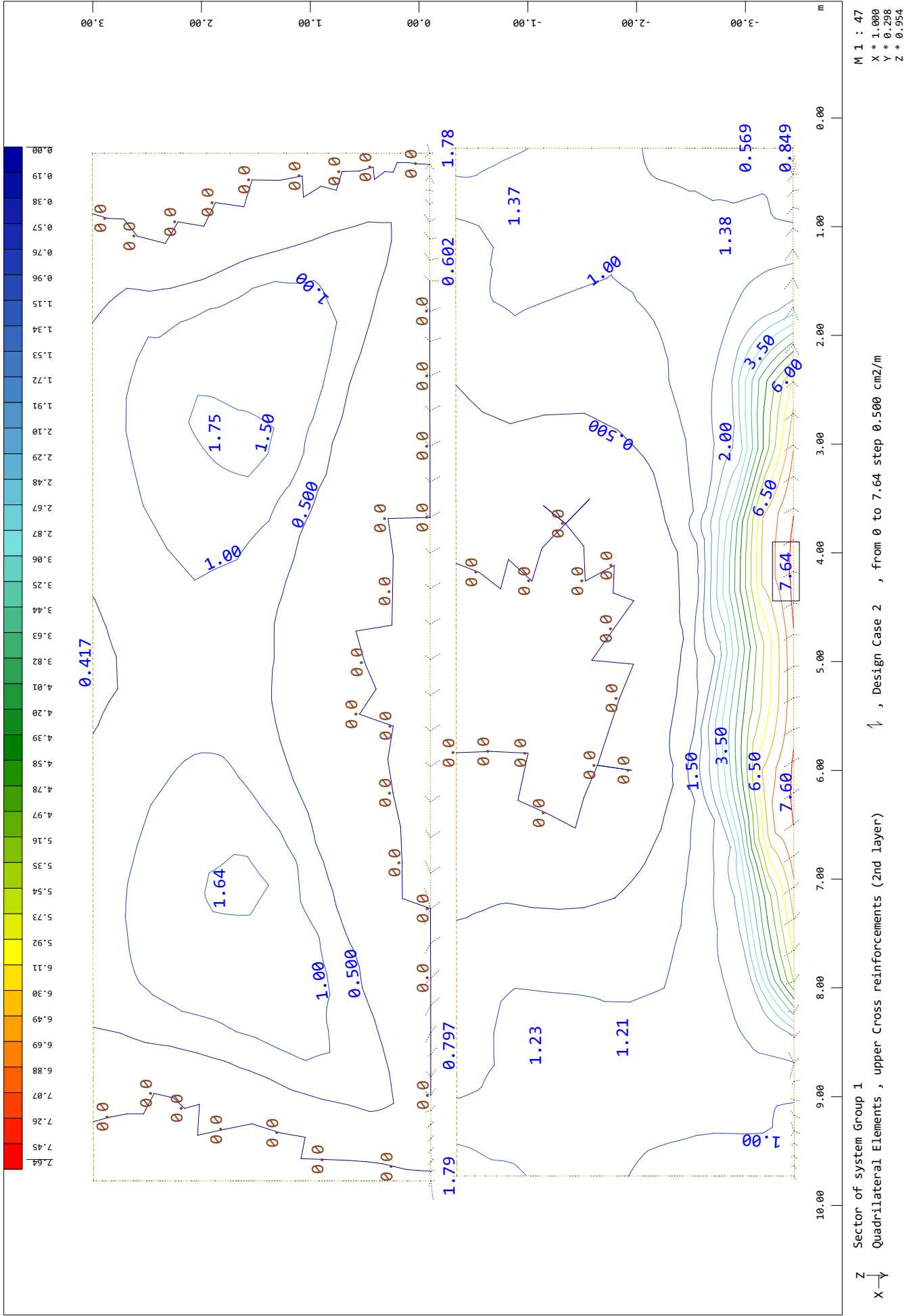
Serviceability limit state control parameters

No	Code	dNW [mm]	wk [mm]	
1	EN-1992	12.0	0.30	Calculation of crack-width acc. EN 1992 7.3.4
Reinforcement has been increased by SLS design -> WINGRAF: Decisive design check✓				
dNW	Check diameter in crack width design: ->para = values from design parameter definition			
wk	Required crack width: ->para = values from design parameter definition			
11198	elements/nodes were designed with direct calculation of crack width EN 1992-1-1 7.3.4			

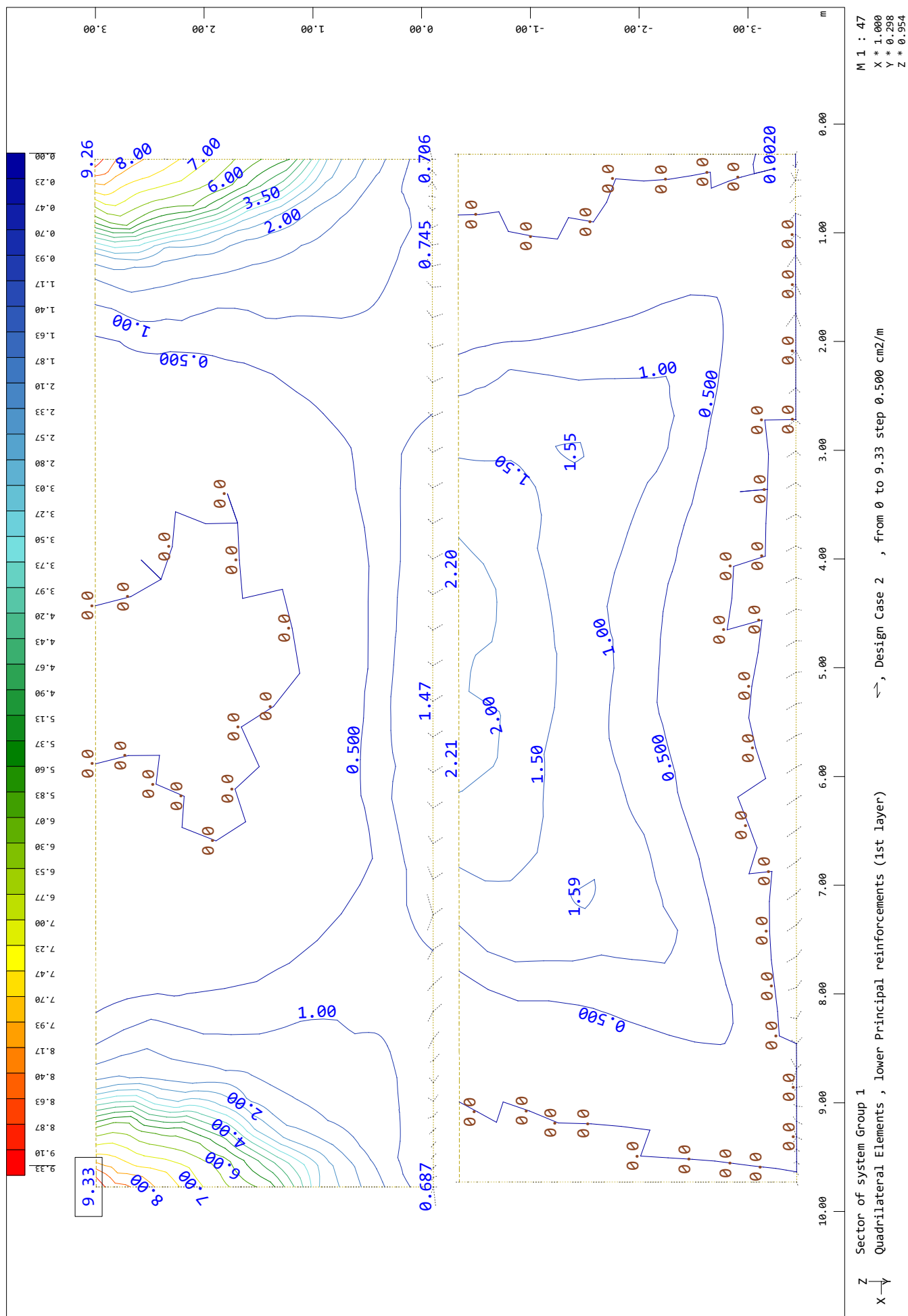
MURO



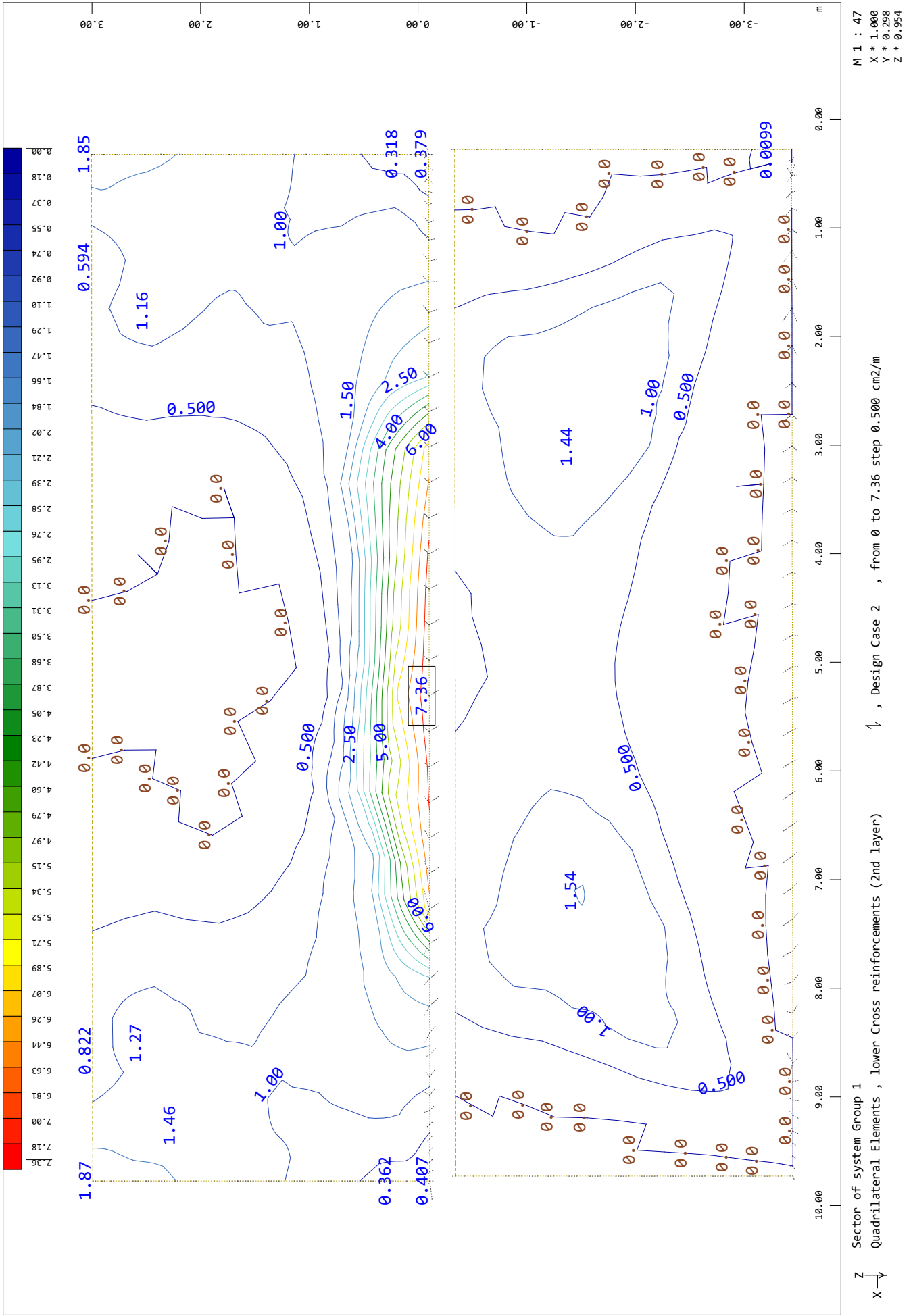
MURO



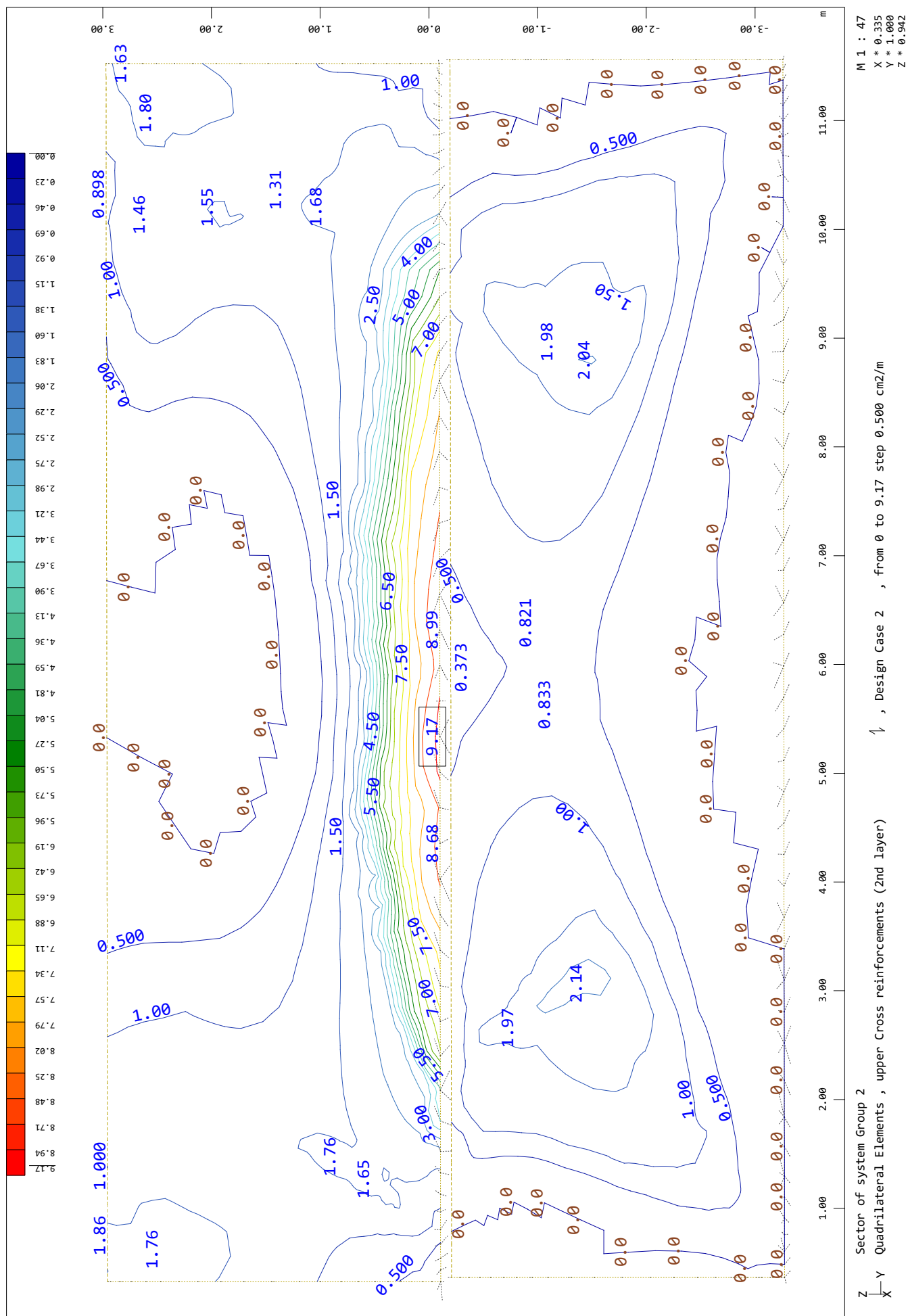
SOFiSTIK AG - www.sofistik.de



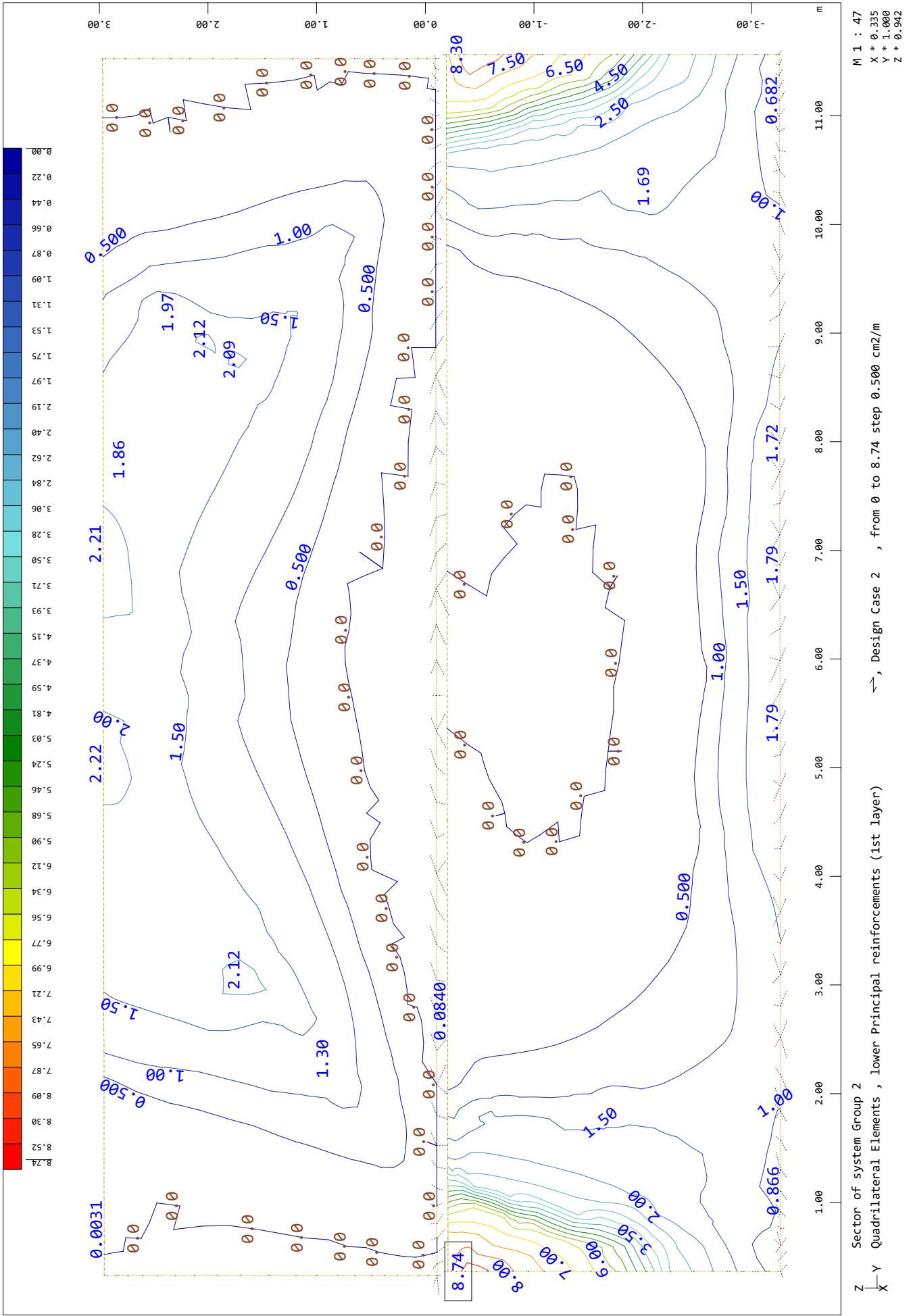
MURO



SOFISTiK AG - www.sofistik.de



MURO



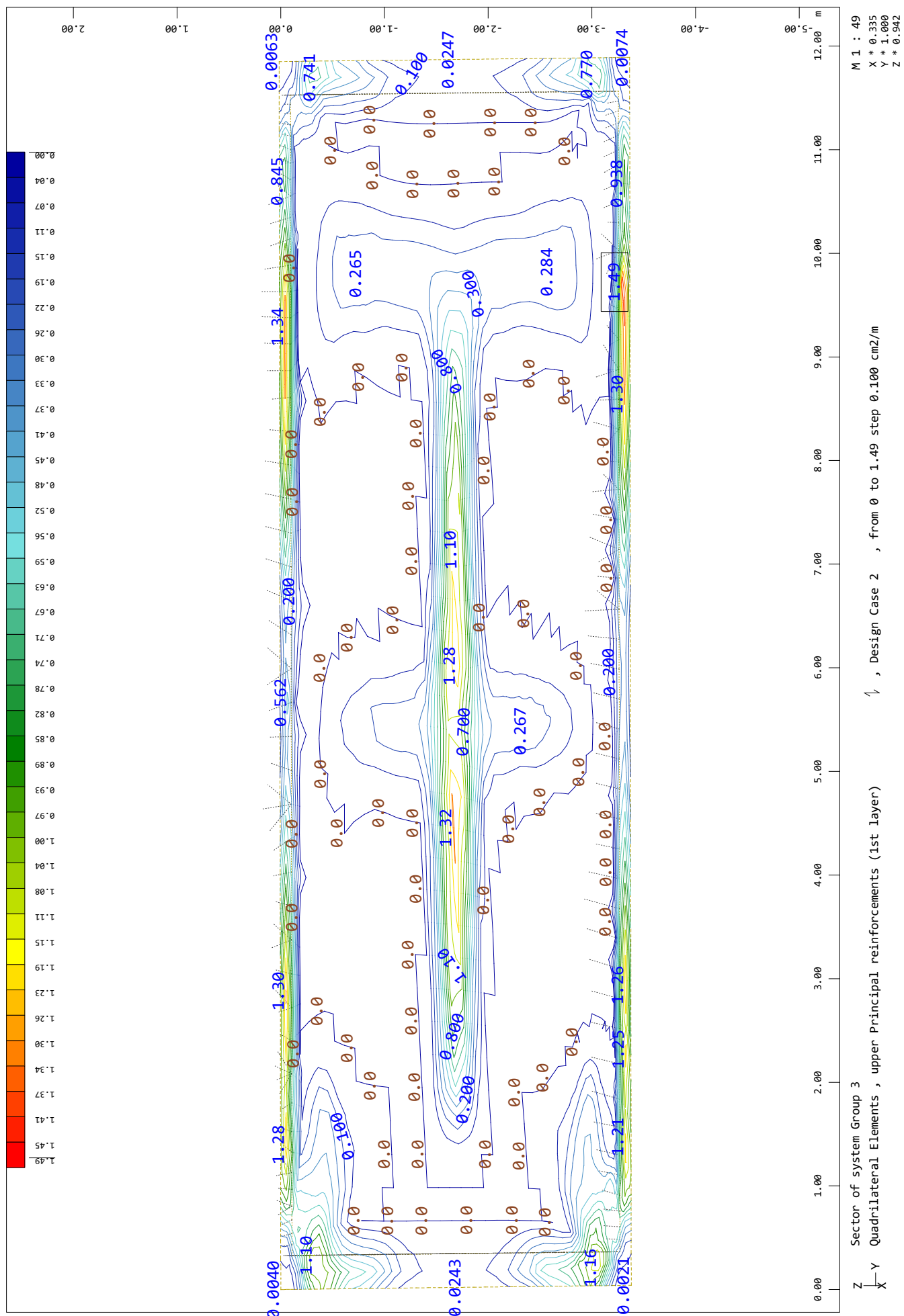
Sector of system Group 2

Quadrilateral Elements, lower Cross reinforcements (2nd layer)

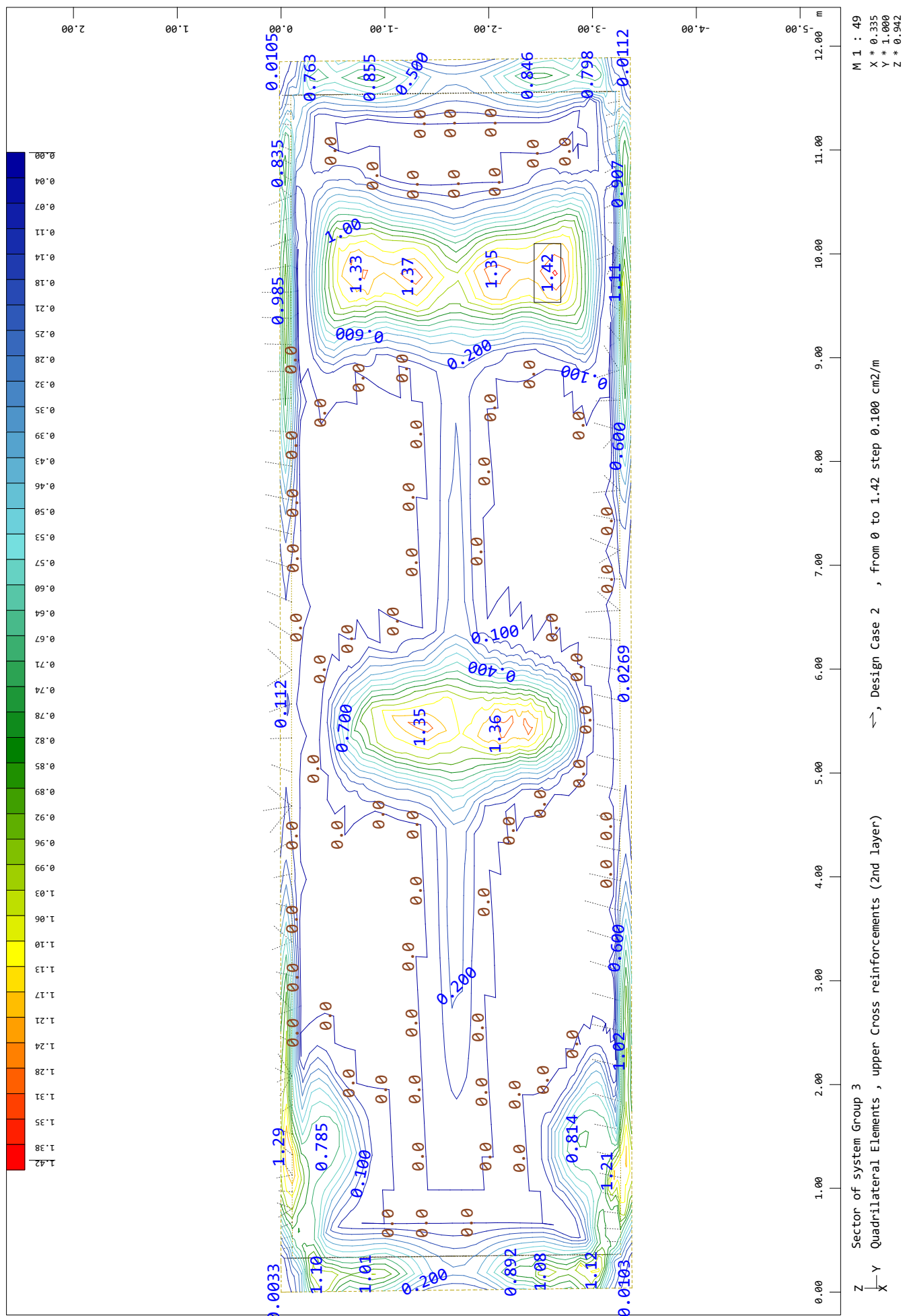
↑, Design Case 2, from 0 to 8.97 step 0.500 cm²/m

M 1 : 47
X * 0.335
Y * 1.000
Z * 0.942

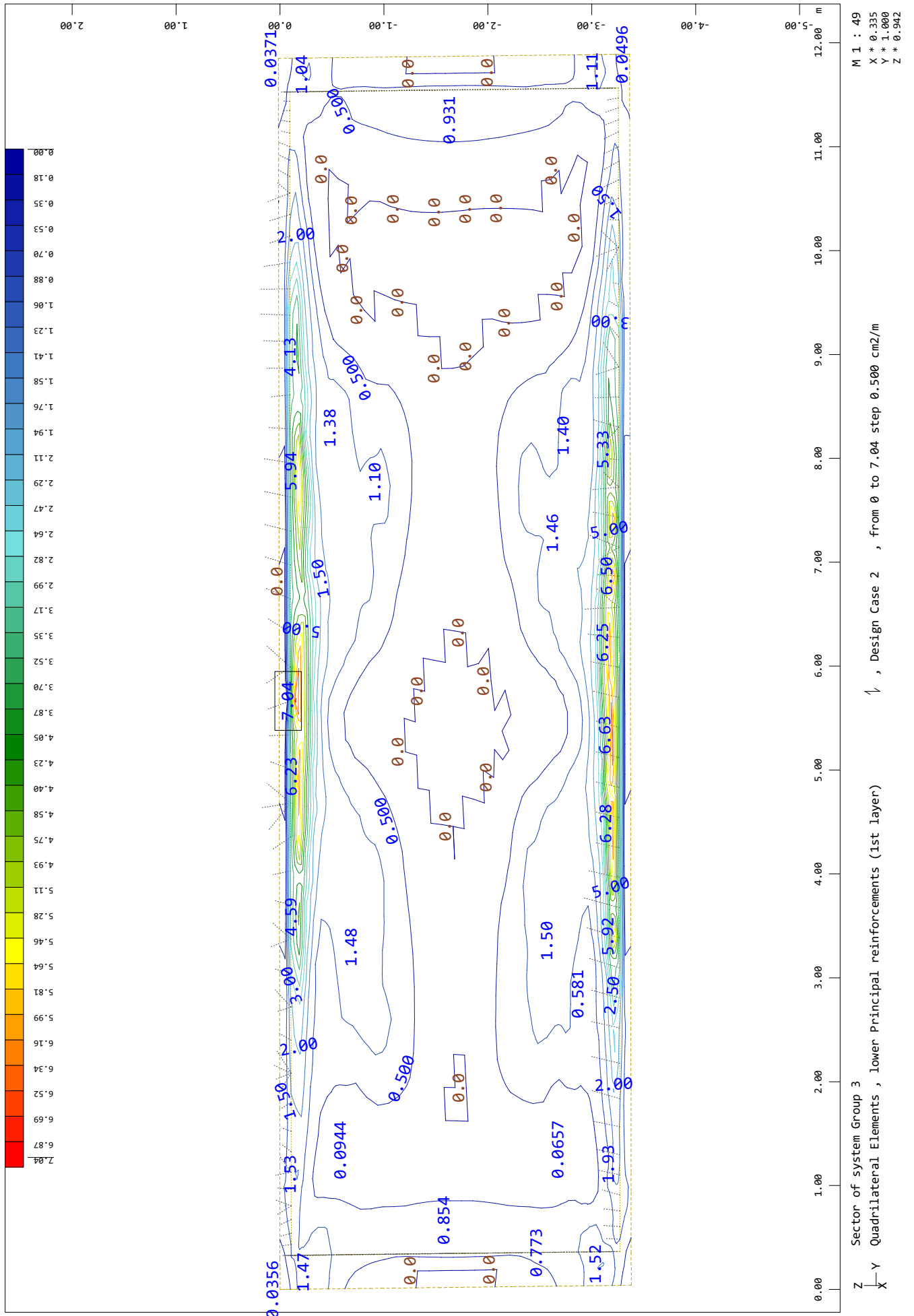
SOFISTIK AG - www.sofistik.de



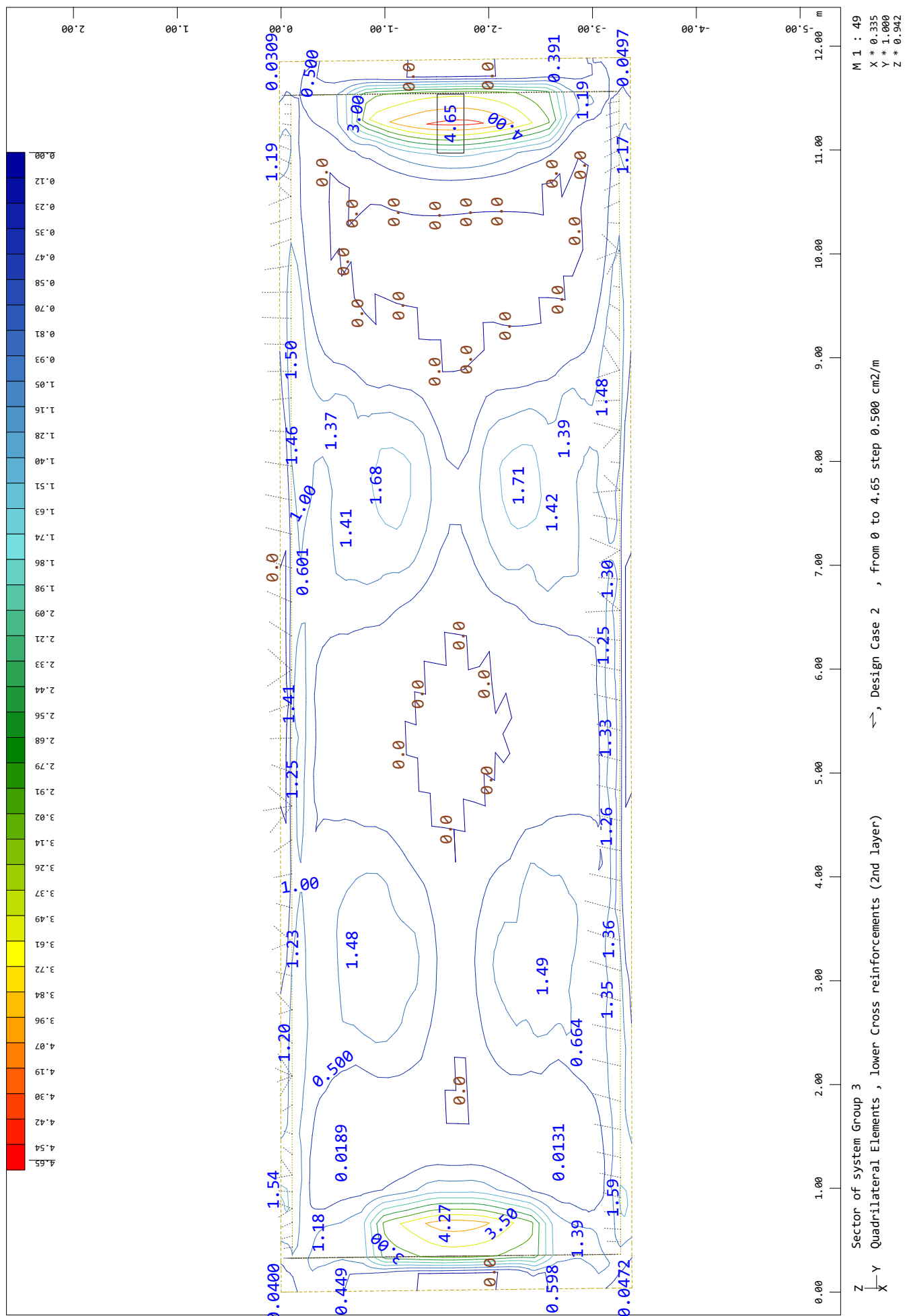
SOFISTIK AG - www.sofistik.de



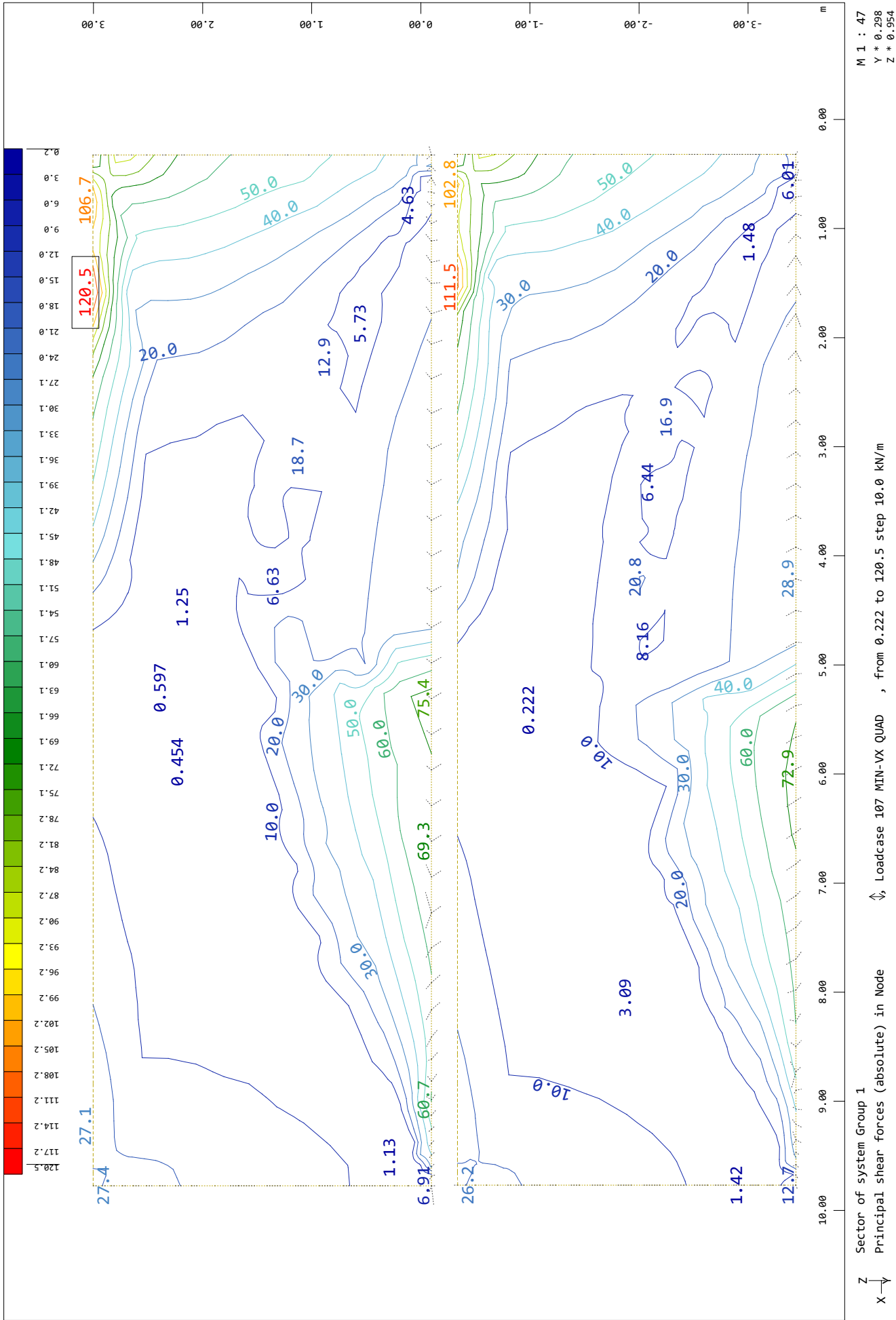
SOFISTIK AG - www.sofistik.de



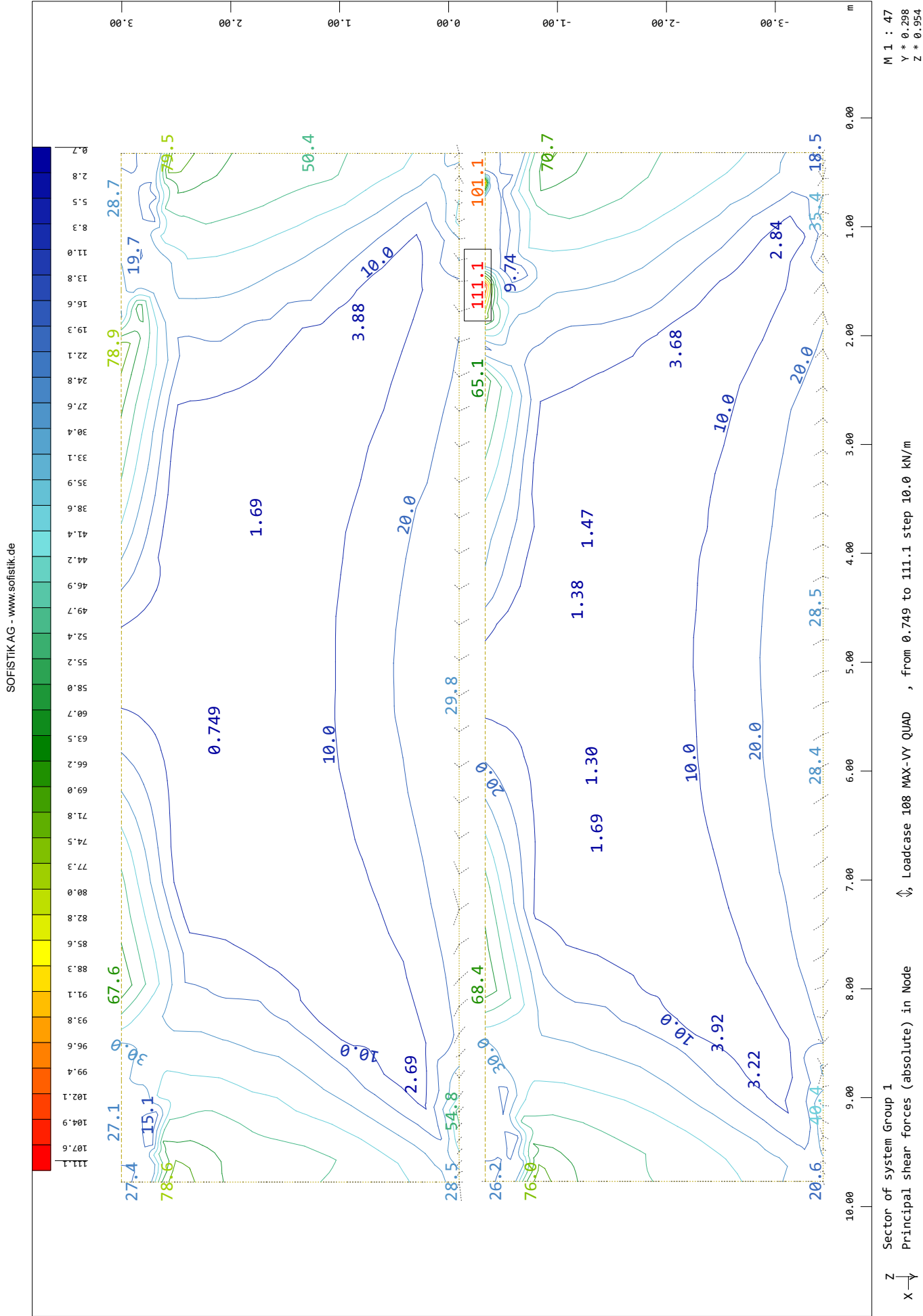
SOFiSTiK AG - www.sofistik.de



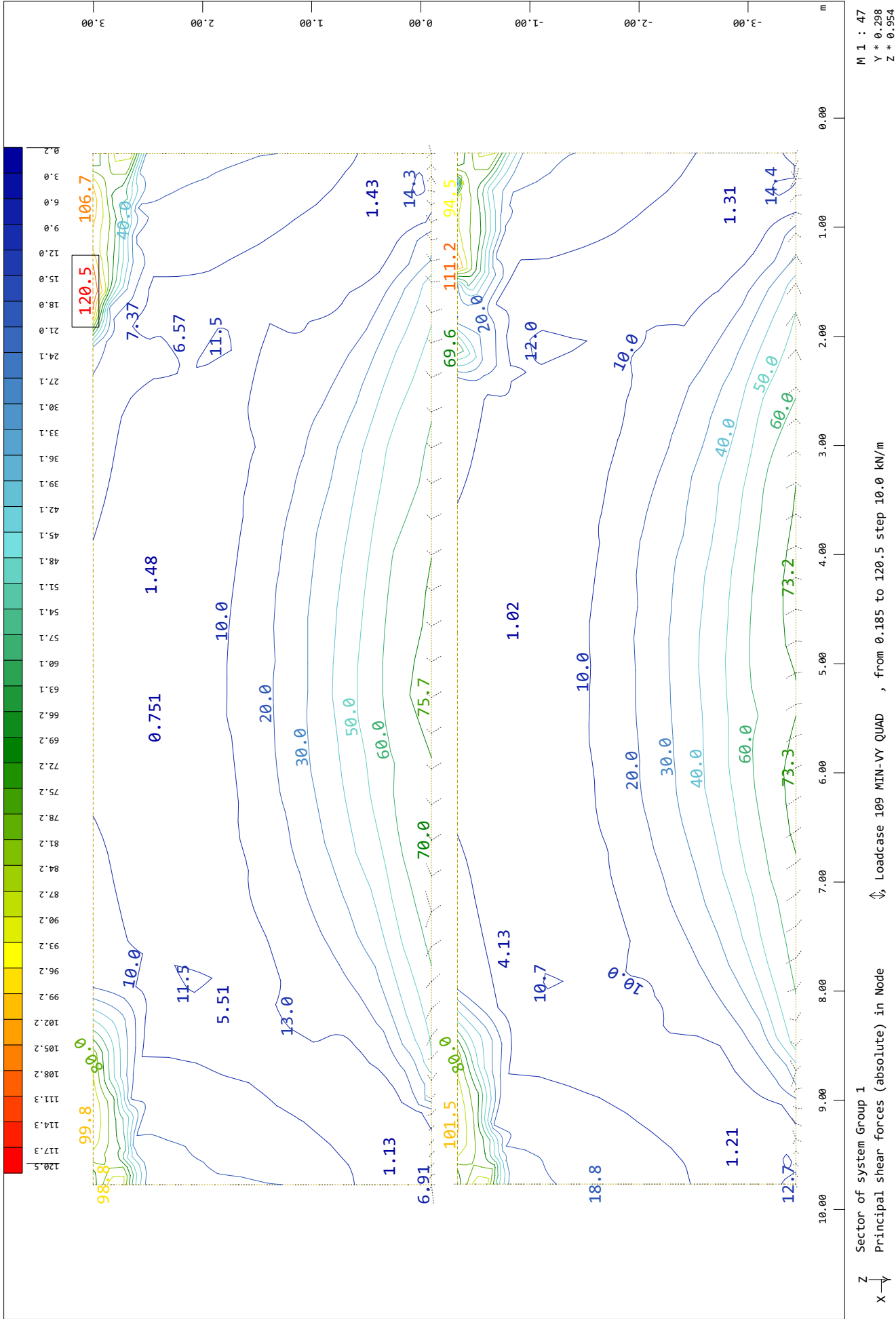
MURO



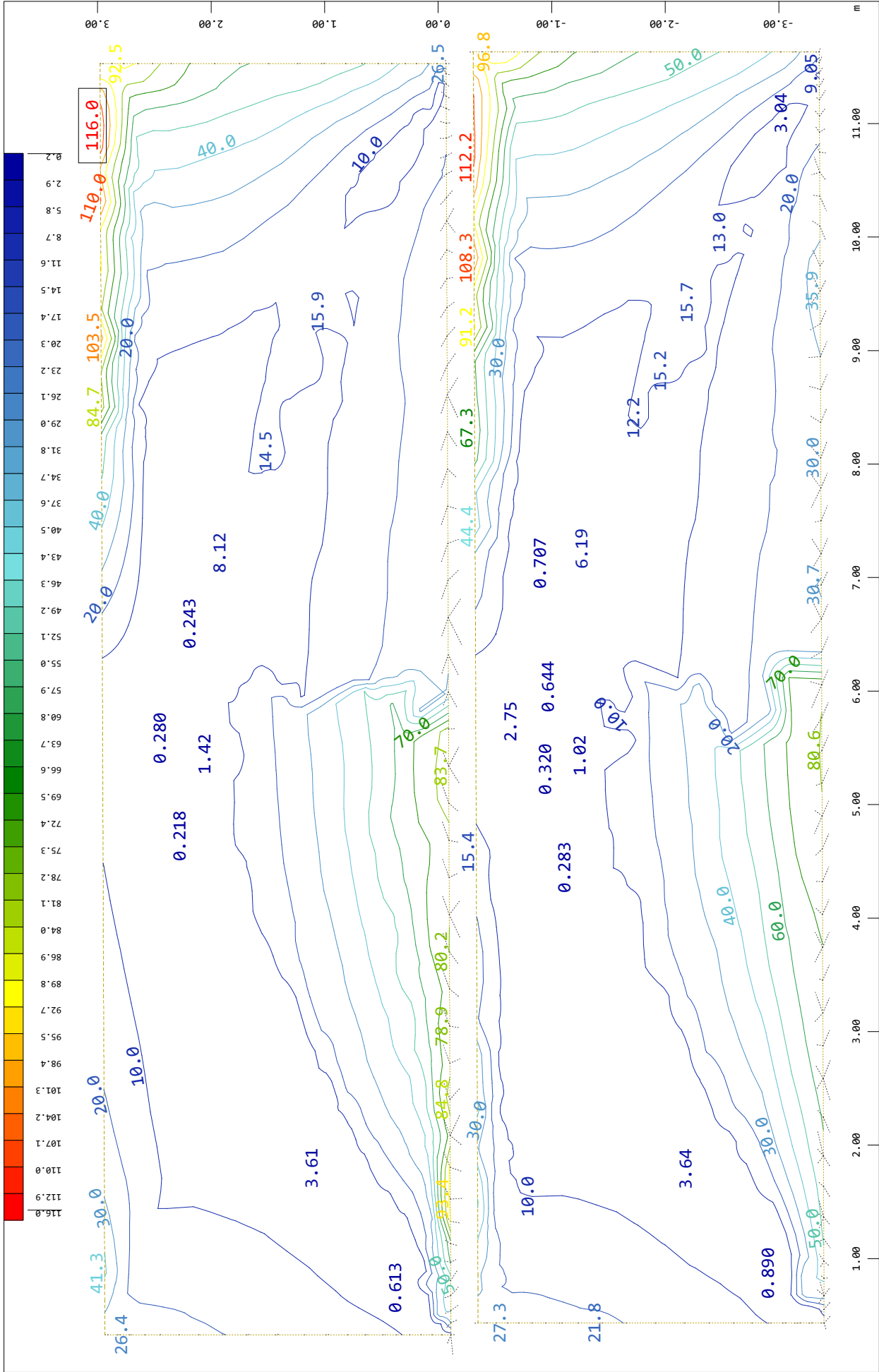
MURO



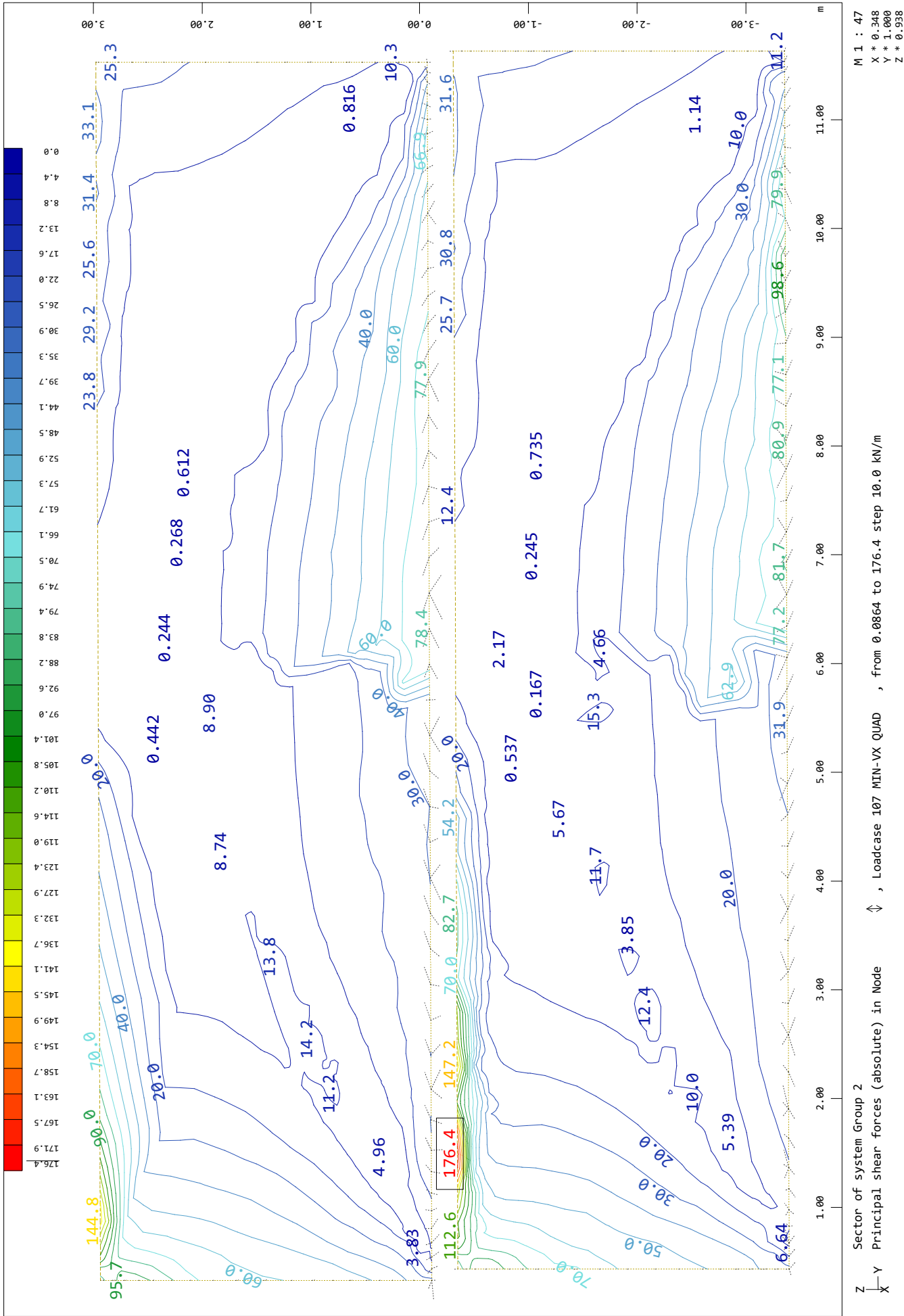
MURO



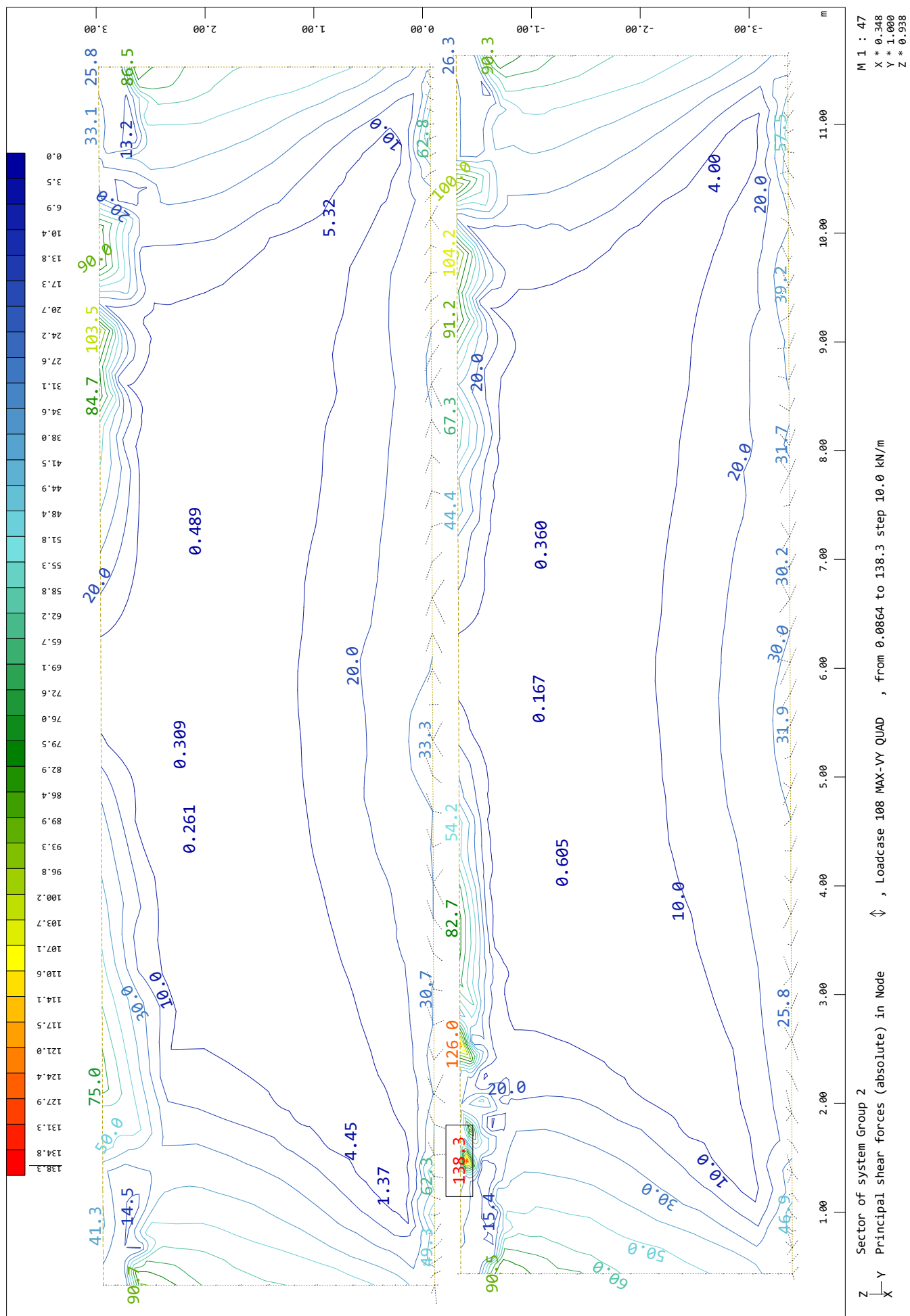
MURO



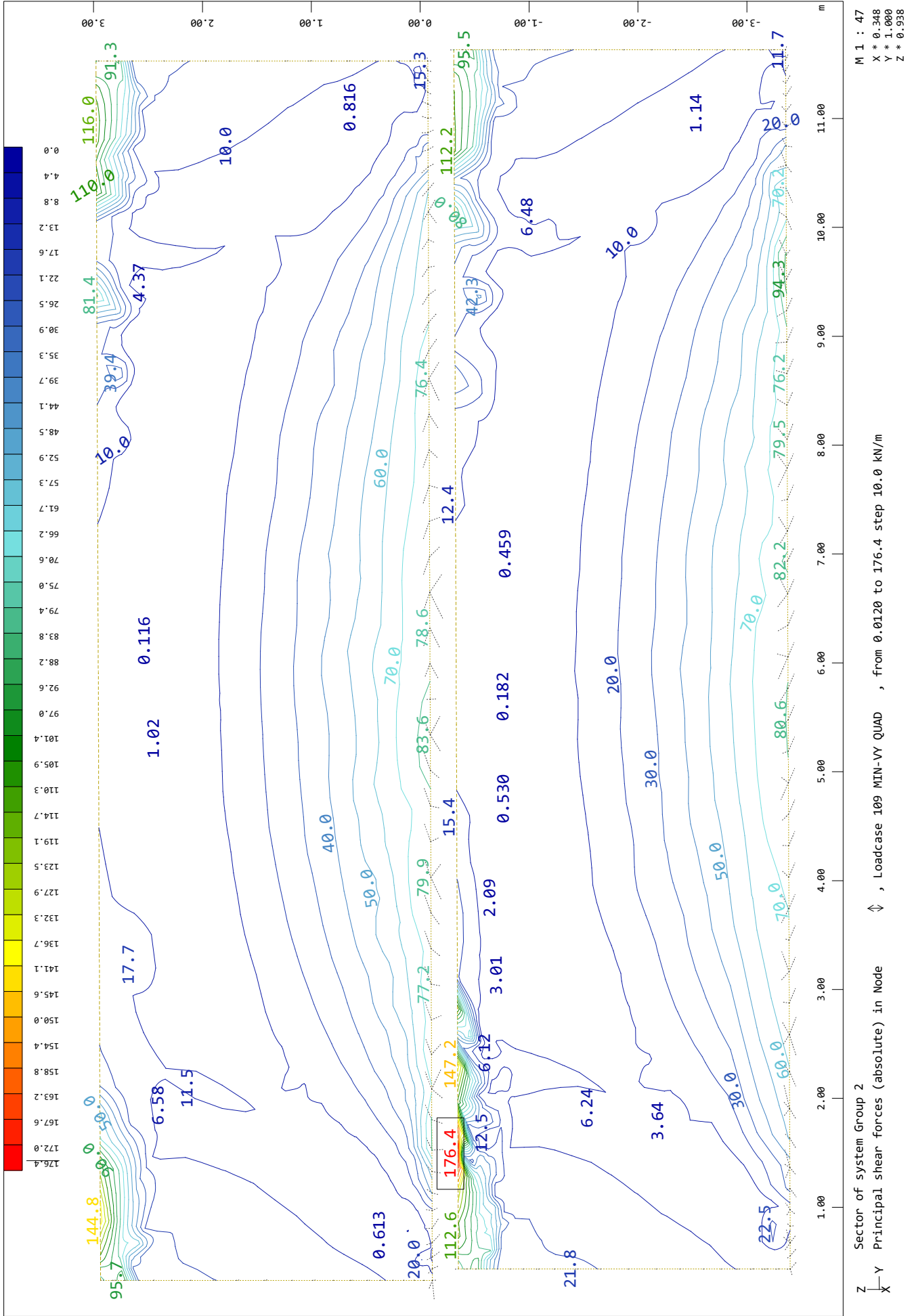
MURO



SOFiSTiK AG - www.sofistik.de



MURO





PRONTUARIO INFORMÁTICO DEL HORMIGÓN ESTRUCTURAL 3.1 SEGÚN EHE-08

Cátedra de Hormigón Estructural ETSICCPM - IECA

Obra:

Fecha: 24/03/2020

Hora: 16:58:13

Cálculo de secciones a cortante

1 Datos

- Materiales

Tipo de hormigón : HA-35
 Tipo de acero : B-500-S
 f_{ck} [MPa] = 35.00
 f_{yk} [MPa] = 500.00
 γ_c = 1.50
 γ_s = 1.15

- Control del hormigón

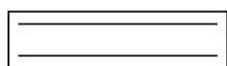
Control normal

- Tipo de elemento estructural

Tipo : elemento sin armadura a cortante

- Sección

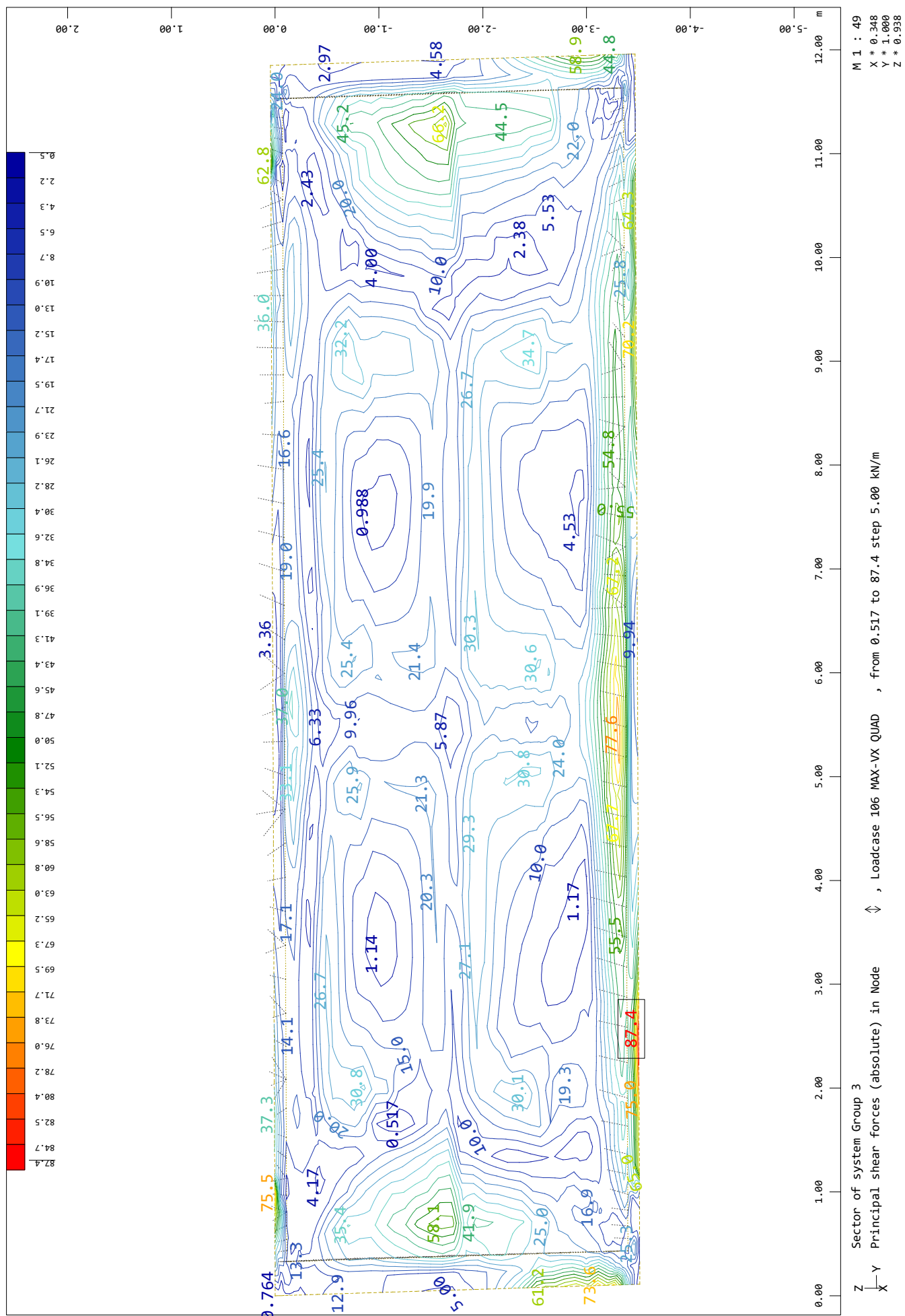
Sección : ALZADO
 b_0 [m] = 1.00
 h [m] = 0.25



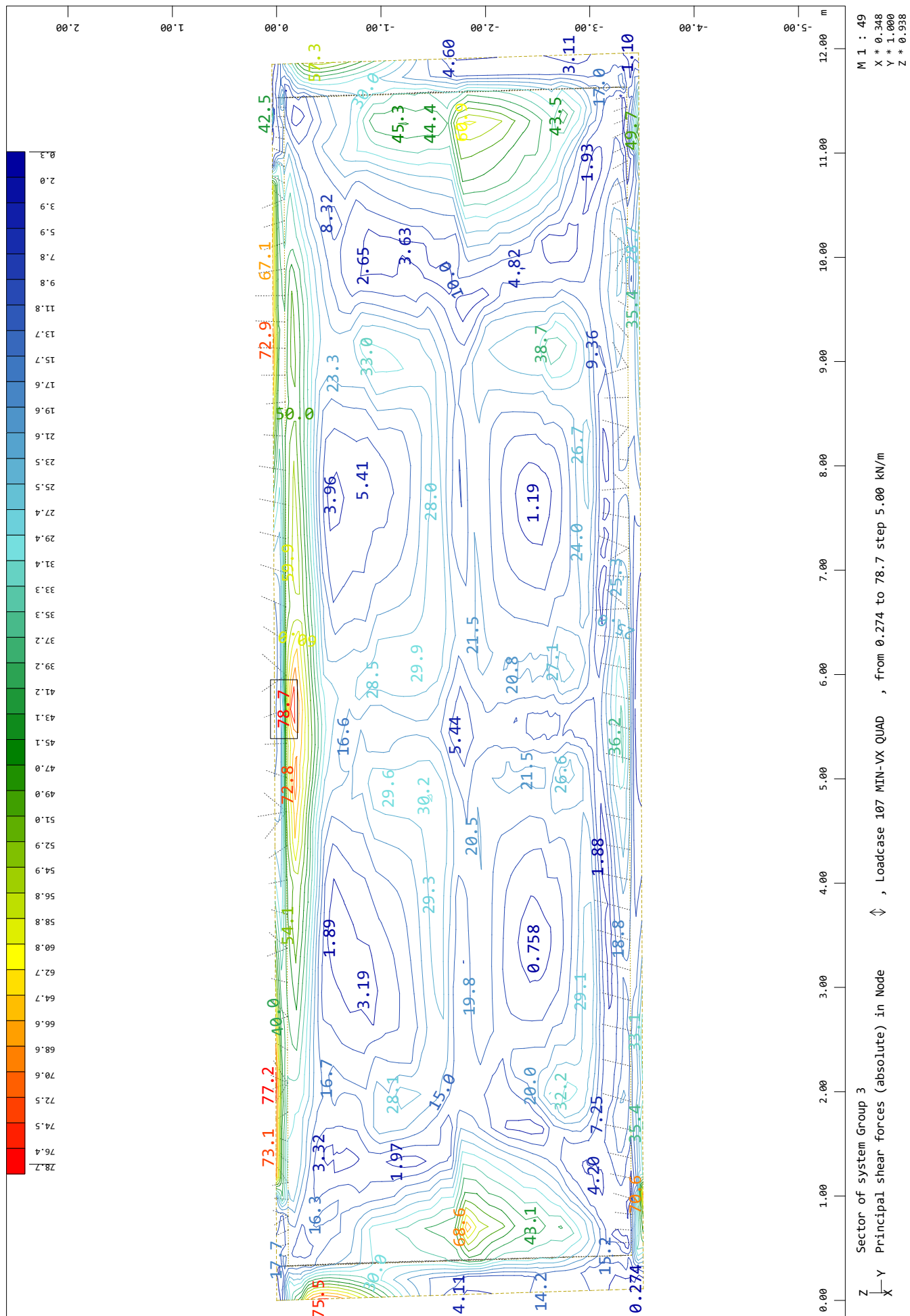
2 Comprobación

ρ_l [·1.E-3] = 0
 N_d [kN] = 0.0
 V_u [kN] = 159.0

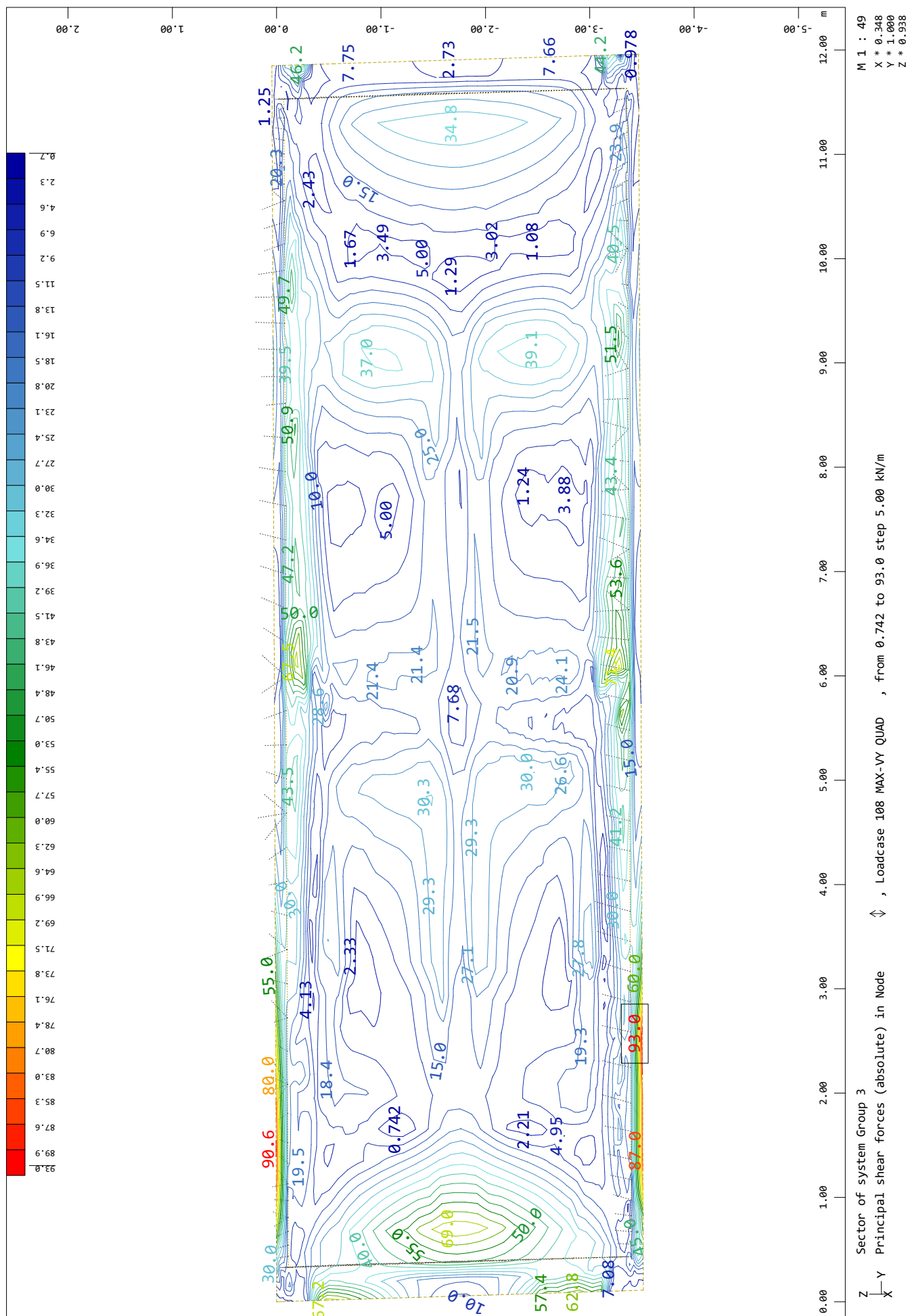
SOFiSTiK AG - www.sofistik.de



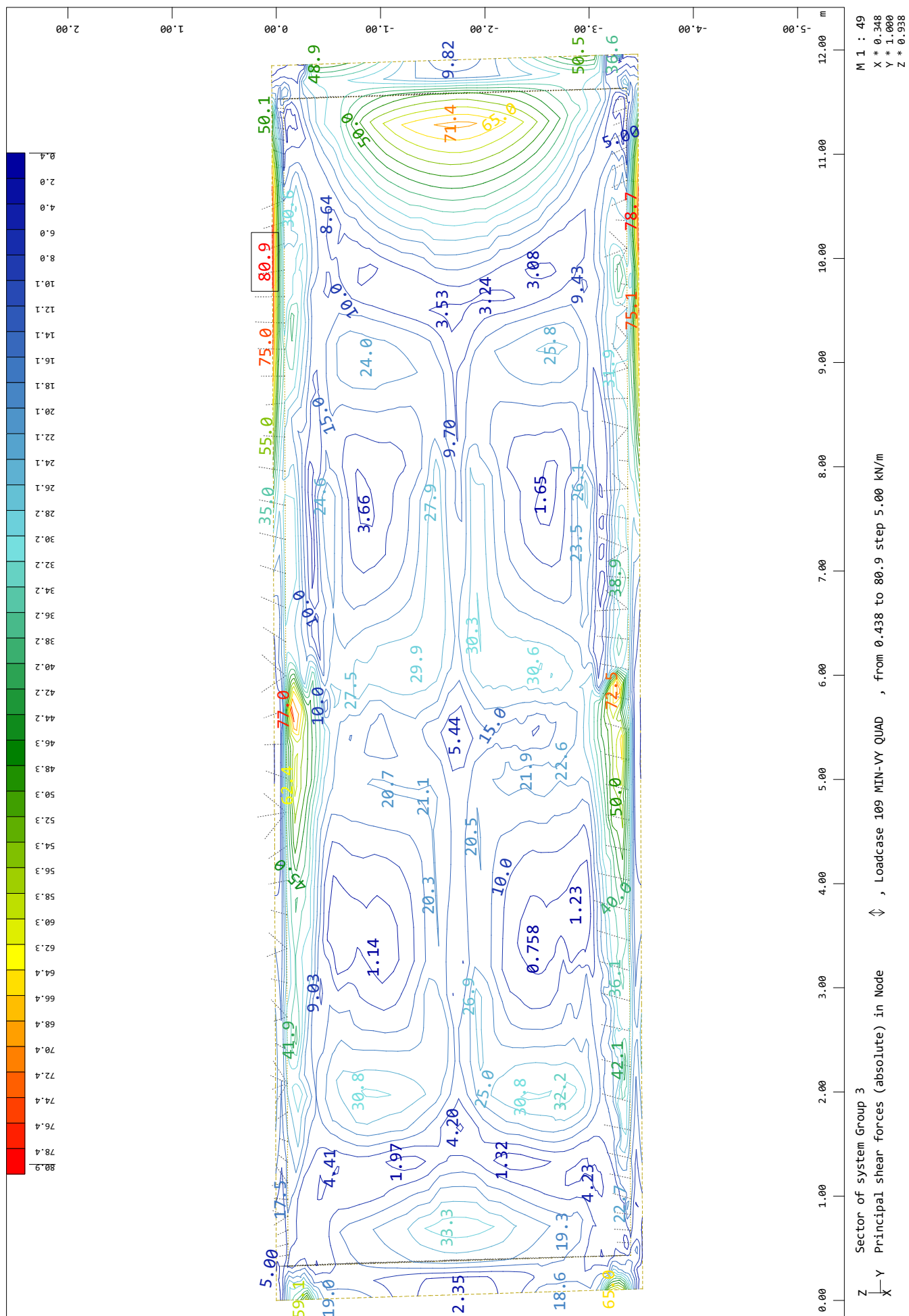
SOFISTIK AG - www.sofistik.de



SOFiSTIK AG - www.sofistik.de



SOFISTIK AG - www.sofistik.de





PRONTUARIO INFORMÁTICO DEL HORMIGÓN ESTRUCTURAL 3.1 SEGÚN EHE-08

Cátedra de Hormigón Estructural ETSICCPM - IECA

Obra:

Fecha: 24/03/2020

Hora: 16:56:39

Cálculo de secciones a cortante

1 Datos

- Materiales

Tipo de hormigón : HA-35
 Tipo de acero : B-500-S
 f_{ck} [MPa] = 35.00
 f_{yk} [MPa] = 500.00
 γ_c = 1.50
 γ_s = 1.15

- Control del hormigón

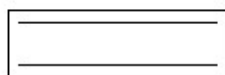
Control normal

- Tipo de elemento estructural

Tipo : elemento sin armadura a cortante

- Sección

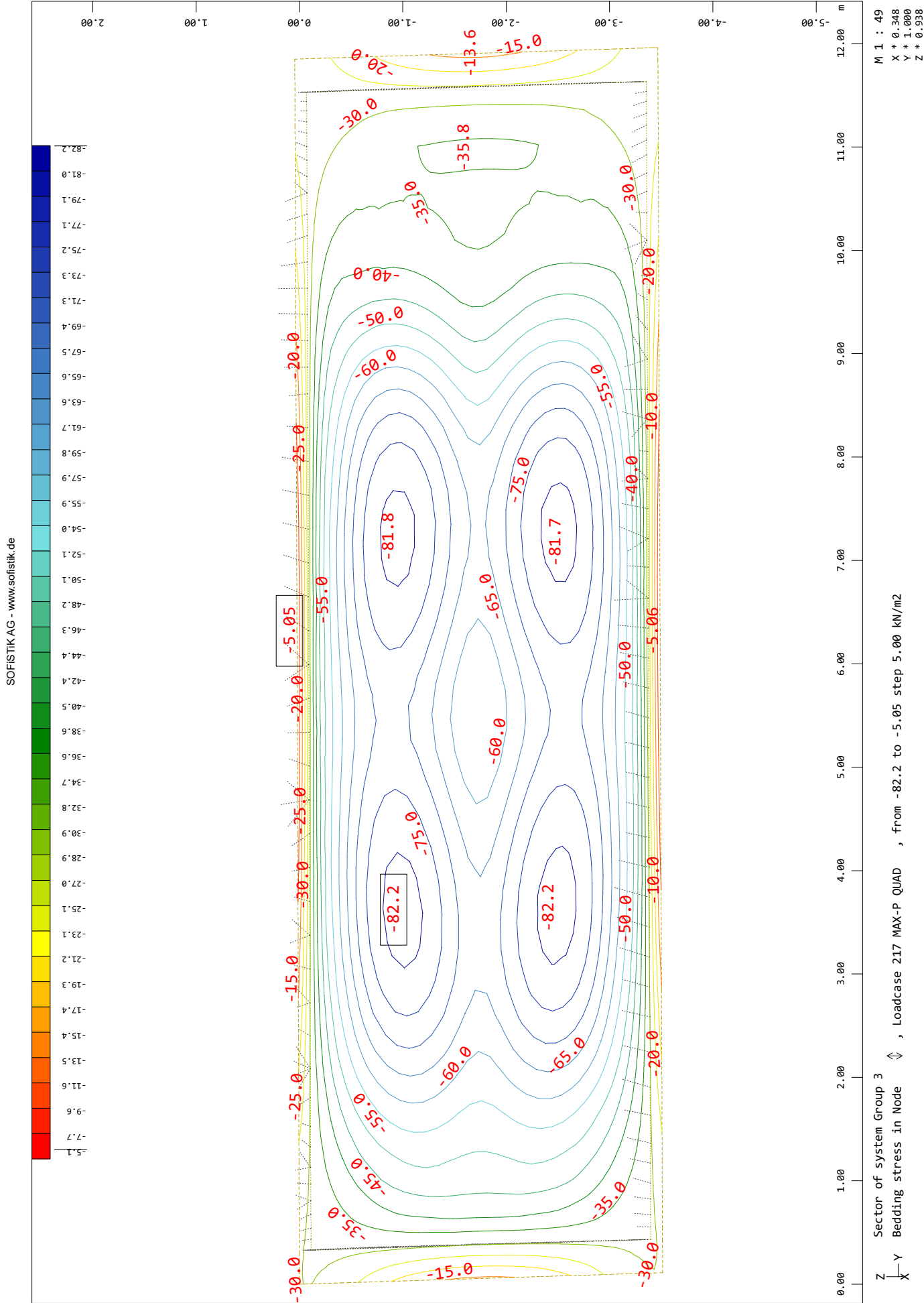
Sección : LOSA
 b_0 [m] = 1.00
 h [m] = 0.30



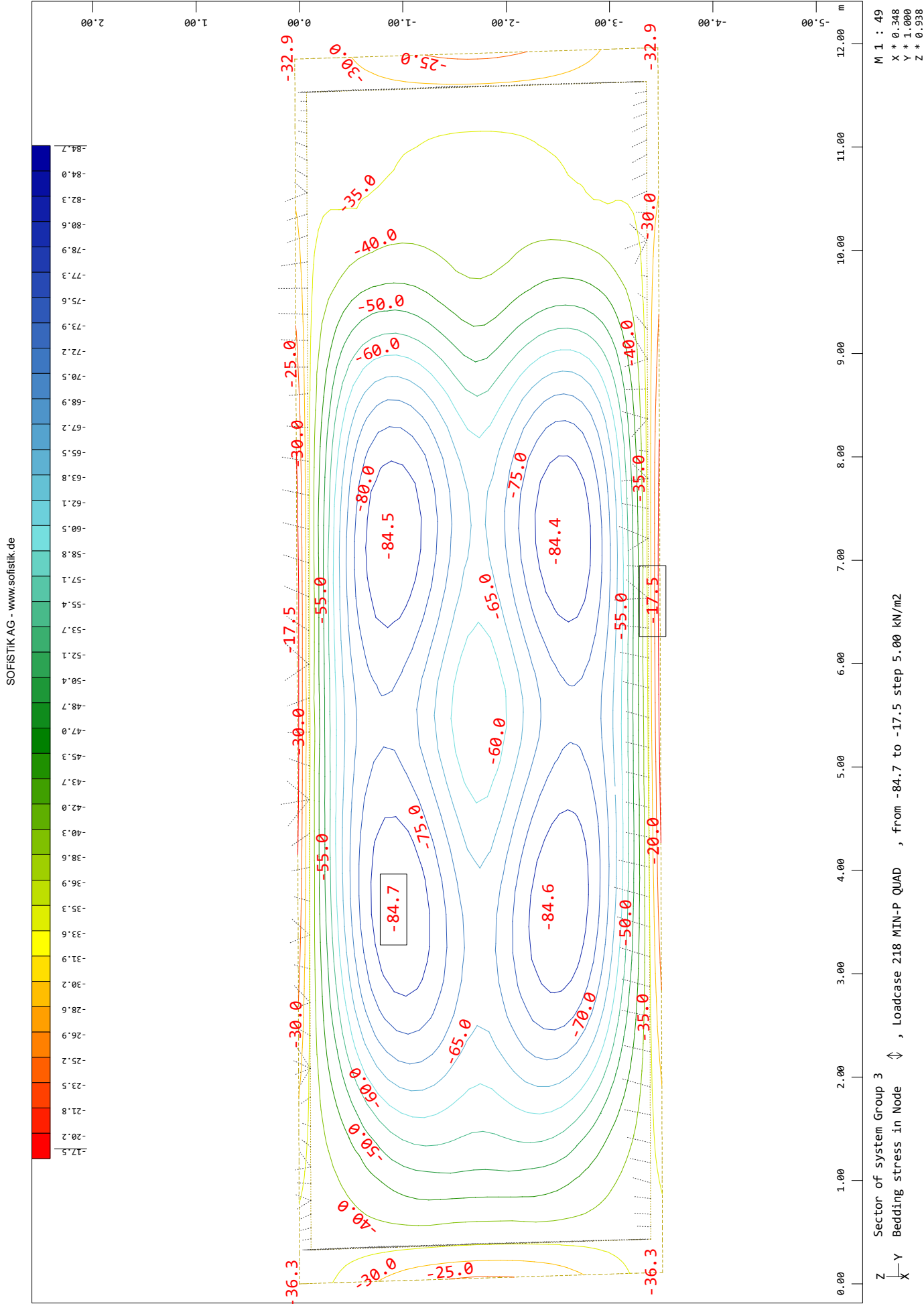
2 Comprobación

ρ_l [·1.E-3] = 0
 N_d [kN] = 0.0
 V_u [kN] = 187.8

MURO



MURO



A.1.3. NUEVA ZONA DE CARGA

ÍNDICE

1.- NORMA Y MATERIALES.....	2
2.- ACCIONES.....	2
3.- DATOS GENERALES.....	2
4.- DESCRIPCIÓN DEL TERRENO	2
5.- GEOMETRÍA.....	2
6.- ESQUEMA DE LAS FASES.....	3
7.- CARGAS.....	3
8.- RESULTADOS DE LAS FASES.....	3
9.- COMBINACIONES	4
10.- DESCRIPCIÓN DEL ARMADO	5
11.- COMPROBACIONES GEOMÉTRICAS Y DE RESISTENCIA	5

1.- NORMA Y MATERIALES

Norma: EHE-08 (España)

Hormigón: HA-35, Y_c=1.5Acero de barras: B 500 S, Y_s=1.15

Tipo de ambiente: Clase Qc

Recubrimiento en el intradós del muro: 5.0 cm

Recubrimiento en el trasdós del muro: 5.0 cm

Recubrimiento superior de la cimentación: 5.0 cm

Recubrimiento inferior de la cimentación: 5.0 cm

Recubrimiento lateral de la cimentación: 7.0 cm

Tamaño máximo del árido: 20 mm

2.- ACCIONES

Empuje en el intradós: Sin empuje

Empuje en el trasdós: Activo

3.- DATOS GENERALES

Cota de la rasante: 0.00 m

Altura del muro sobre la rasante: 0.20 m

Enrase: Intradós

Longitud del muro en planta: 10.00 m

Sin juntas de retracción

Tipo de cimentación: Zapata corrida

4.- DESCRIPCIÓN DEL TERRENO

Ángulo talud: 33 grados

Porcentaje del rozamiento interno entre el terreno y el intradós del muro: 0 %

Porcentaje del rozamiento interno entre el terreno y el trasdós del muro: 0 %

Evacuación por drenaje: 100 %

Tensión admisible: 0.500 MPa

Coeficiente de rozamiento terreno-cimiento: 0.56

ESTRATOS

Referencias	Cota superior	Descripción	Coeficientes de empuje
1 - TERRENO	0.00 m	Densidad aparente: 20.00 kN/m ³ Densidad sumergida: 10.00 kN/m ³ Ángulo rozamiento interno: 32.83 grados Cohesión: 0.00 kN/m ²	Activo trasdós: 0.30

5.- GEOMETRÍA

MURO

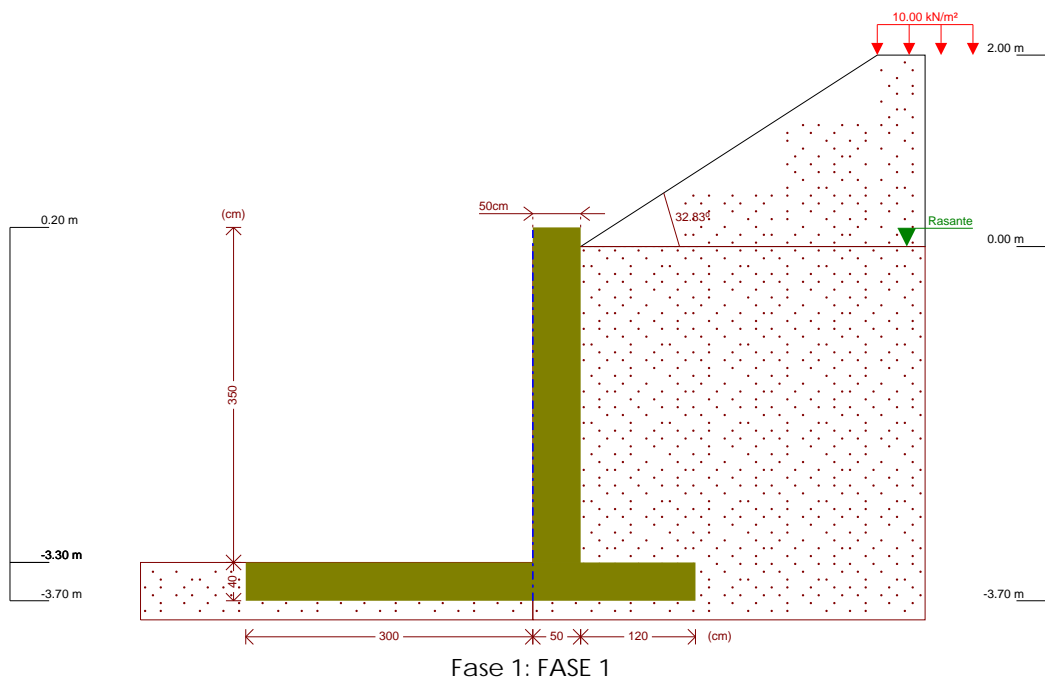
Altura: 3.50 m
Espesor superior: 50.0 cm
Espesor inferior: 50.0 cm

ZAPATA CORRIDA

Selección de listados

Con puntera y talón
Canto: 40 cm
Vuelos intradós / trasdós: 300.0 / 120.0 cm
Hormigón de limpieza: 10 cm

6.- ESQUEMA DE LAS FASES



7.- CARGAS

CARGAS EN EL TRASDÓS

Tipo	Cota	Datos	Fase inicial	Fase final
En banda	En superficie	Valor: 10 kN/m² Ancho: 1 m Separación: 4.1 m	FASE 1	FASE 1

8.- RESULTADOS DE LAS FASES

Esfuerzos sin mayorar.

FASE 1: FASE 1

CARGA PERMANENTE Y EMPUJE DE TIERRAS CON SOBRECARGAS

Cota (m)	Ley de axiles (kN/m)	Ley de cortantes (kN/m)	Ley de momento flector (kN·m/m)	Ley de empujes (kN/m²)	Presión hidrostática (kN/m²)
0.20	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
-0.14	4.17	0.33	0.02	3.34	0.00
-0.49	8.46	2.36	0.44	8.25	0.00
-0.84	12.75	6.10	1.87	13.12	0.00
-1.19	17.04	11.54	4.91	17.97	0.00
-1.54	21.34	18.64	10.15	22.08	0.00
-1.89	25.63	26.72	18.07	24.06	0.00
-2.24	29.92	35.49	28.93	26.04	0.00

Selección de listados

Cota (m)	Ley de axiles (kN/m)	Ley de cortantes (kN/m)	Ley de momento flector (kN·m/m)	Ley de empujes (kN/m ²)	Presión hidrostática (kN/m ²)
-2.59	34.21	44.95	42.99	28.03	0.00
-2.94	38.50	55.11	60.48	30.02	0.00
-3.29	42.80	65.97	81.64	32.03	0.00
Máximos	42.92	66.29	82.31	32.08	0.00
	Cota: -3.30 m	Cota: -3.30 m	Cota: -3.30 m	Cota: -3.30 m	Cota: 0.20 m
Mínimos	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	Cota: 0.20 m	Cota: 0.20 m	Cota: 0.20 m	Cota: 0.20 m	Cota: 0.20 m

CARGA PERMANENTE Y EMPUJE DE TIERRAS

Cota (m)	Ley de axiles (kN/m)	Ley de cortantes (kN/m)	Ley de momento flector (kN·m/m)	Ley de empujes (kN/m ²)	Presión hidrostática (kN/m ²)
0.20	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
-0.14	4.17	0.14	0.01	1.98	0.00
-0.49	8.46	1.70	0.28	6.92	0.00
-0.84	12.75	4.98	1.40	11.86	0.00
-1.19	17.04	10.00	3.97	16.80	0.00
-1.54	21.34	16.71	8.60	21.02	0.00
-1.89	25.63	24.43	15.77	23.10	0.00
-2.24	29.92	32.88	25.78	25.18	0.00
-2.59	34.21	42.06	38.88	27.25	0.00
-2.94	38.50	51.96	55.31	29.33	0.00
-3.29	42.80	62.59	75.33	31.41	0.00
Máximos	42.92	62.90	75.96	31.47	0.00
	Cota: -3.30 m	Cota: -3.30 m	Cota: -3.30 m	Cota: -3.30 m	Cota: 0.20 m
Mínimos	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	Cota: 0.20 m	Cota: 0.20 m	Cota: 0.20 m	Cota: 0.20 m	Cota: 0.20 m

9.- COMBINACIONES

HIPÓTESIS

1 - Carga permanente
2 - Empuje de tierras
3 - Sobrecarga

COMBINACIONES PARA ESTADOS LÍMITE ÚLTIMOS

Combinación	Hipótesis		
	1	2	3
1	1.00	1.00	
2	1.35	1.00	
3	1.00	1.50	
4	1.35	1.50	
5	1.00	1.00	1.50
6	1.35	1.00	1.50
7	1.00	1.50	1.50
8	1.35	1.50	1.50

Selección de listados

COMBINACIONES PARA ESTADOS LÍMITE DE SERVICIO

Combinación	Hipótesis		
	1	2	3
1	1.00	1.00	
2	1.00	1.00	0.60

10.- DESCRIPCIÓN DEL ARMADO

CORONACIÓN				
Armadura superior: 3Ø16				
Anclaje intradós / trasdós: 39 / 38 cm				
TRAMOS				
Núm.	Intradós		Trasdós	
	Vertical	Horizontal	Vertical	Horizontal
1	Ø12c/15 Solape: 0.3 m	Ø16c/20	Ø16c/15 Solape: 0.8 m	Ø16c/20
ZAPATA				
Armadura		Longitudinal	Transversal	
Superior		Ø12c/30	Ø16c/30 Patilla Intradós / Trasdós: 10 / 10 cm	
Inferior		Ø12c/30	Ø12c/15 Patilla intradós / trasdós: 10 / 10 cm	
Longitud de pata en arranque: 30 cm				

11.- COMPROBACIONES GEOMÉTRICAS Y DE RESISTENCIA

Referencia: Muro: MURO (MURO H _{máx} =3.50m)		
Comprobación	Valores	Estado
Comprobación a rasante en arranque muro: Criterio de CYPE	Máximo: 816.1 kN/m Calculado: 99.4 kN/m	Cumple
Espesor mínimo del tramo: Jiménez Salas, J.A.. Geotecnia y Cimientos II, (Cap. 12)	Mínimo: 20 cm Calculado: 50 cm	Cumple
Separación libre mínima armaduras horizontales: Norma EHE-08. Artículo 69.4.1	Mínimo: 2.5 cm Calculado: 18.4 cm Calculado: 18.4 cm	Cumple Cumple
Separación máxima armaduras horizontales: Norma EHE-08. Artículo 42.3.1	Máximo: 30 cm Calculado: 20 cm Calculado: 20 cm	Cumple Cumple
Cuantía geométrica mínima horizontal por cara: Norma EHE-08. Artículo 42.3.5	Mínimo: 0.0016 Calculado: 0.00201 Calculado: 0.00201	Cumple Cumple
Cuantía mínima mecánica horizontal por cara: Criterio J.Calavera. "Muros de contención y muros de sótano". (Cuantía horizontal > 20% Cuantía vertical)	Calculado: 0.00201 Mínimo: 0.00053 Mínimo: 0.0003	Cumple Cumple
Cuantía mínima geométrica vertical cara traccionada: - Trasdós (-3.30 m): Norma EHE-08. Artículo 42.3.5	Mínimo: 0.0009 Calculado: 0.00268	Cumple

Selección de listados

Referencia: Muro: MURO (MURO H _{máx} =3.50m)		
Comprobación	Valores	Estado
Cuantía mínima mecánica vertical cara traccionada: - Trasdós (-3.30 m): Norma EHE-08. Artículo 42.3.2	Mínimo: 0.00214 Calculado: 0.00268	Cumple
Cuantía mínima geométrica vertical cara comprimida: - Intradós (-3.30 m): Norma EHE-08. Artículo 42.3.5	Mínimo: 0.00027 Calculado: 0.0015	Cumple
Cuantía mínima mecánica vertical cara comprimida: - Intradós (-3.30 m): Norma EHE-08. Artículo 42.3.3	Mínimo: 1e-005 Calculado: 0.0015	Cumple
Separación libre mínima armaduras verticales: Norma EHE-08. Artículo 69.4.1 - Trasdós, vertical: - Intradós, vertical:	Mínimo: 2.5 cm Calculado: 11.8 cm Calculado: 12.6 cm	Cumple Cumple
Separación máxima entre barras: Norma EHE-08. Artículo 42.3.1 - Armadura vertical Trasdós, vertical: - Armadura vertical Intradós, vertical:	Máximo: 30 cm Calculado: 15 cm Calculado: 15 cm	Cumple Cumple
Comprobación a flexión compuesta: Comprobación realizada por unidad de longitud de muro		Cumple
Comprobación a cortante: Norma EHE-08. Artículo 44.2.3.2.1	Máximo: 287.8 kN/m Calculado: 78.9 kN/m	Cumple
Comprobación de fisuración: Norma EHE-08. Artículo 49.2.3	Máximo: 0.1 mm Calculado: 0 mm	Cumple
Longitud de solapes: Norma EHE-08. Artículo 69.5.2 - Base trasdós: - Base intradós:	Mínimo: 0.8 m Calculado: 0.8 m Mínimo: 0.3 m Calculado: 0.3 m	Cumple Cumple
Comprobación del anclaje del armado base en coronación: Criterio J.Calavera. "Muros de contención y muros de sótano". - Trasdós: - Intradós:	Mínimo: 38 cm Calculado: 38 cm Mínimo: 0 cm Calculado: 39 cm	Cumple Cumple
Área mínima longitudinal cara superior viga de coronación: Criterio J.Calavera. "Muros de contención y muros de sótano".	Mínimo: 2.2 cm ² Calculado: 6 cm ²	Cumple
Se cumplen todas las comprobaciones		
Información adicional:		
- Cota de la sección con la mínima relación 'cuantía horizontal / cuantía vertical' Trasdós: -3.30 m - Cota de la sección con la mínima relación 'cuantía horizontal / cuantía vertical' Intradós: -3.30 m - Sección crítica a flexión compuesta: Cota: -3.30 m, Md: 123.46 kN·m/m, Nd: 42.92 kN/m, Vd: 99.43 kN/m, Tensión máxima del acero: 198.966 MPa - Sección crítica a cortante: Cota: -2.86 m		
Referencia: Zapata corrida: MURO (MURO H _{máx} =3.50m)		
Comprobación	Valores	Estado
Comprobación de estabilidad: Valor introducido por el usuario. - Coeficiente de seguridad al vuelco:	Mínimo: 2 Calculado: 6.9	Cumple

Referencia: Zapata corrida: MURO (MURO H _{máx} =3.50m)		
Comprobación	Valores	Estado
- Coeficiente de seguridad al deslizamiento:	Mínimo: 1.5 Calculado: 1.52	Cumple
Canto mínimo: - Zapata: Norma EHE-08. Artículo 58.8.1	Mínimo: 25 cm Calculado: 40 cm	Cumple
Tensiones sobre el terreno: Valor introducido por el usuario. - Tensión media: - Tensión máxima:	Máximo: 0.5 MPa Calculado: 0.046 MPa Máximo: 0.625 MPa Calculado: 0.0887 MPa	Cumple Cumple
Flexión en zapata: Comprobación basada en criterios resistentes - Armado superior trasdós: - Armado inferior trasdós: - Armado superior intradós: - Armado inferior intradós:	Mínimo: 3.63 cm ² /m Calculado: 6.7 cm ² /m Mínimo: 0 cm ² /m Calculado: 7.54 cm ² /m Mínimo: 0 cm ² /m Calculado: 6.7 cm ² /m Mínimo: 6.51 cm ² /m Calculado: 7.54 cm ² /m	Cumple Cumple Cumple Cumple
Esfuerzo cortante: Norma EHE-08. Artículo 44.2.3.2.1 - Trasdós: - Intradós:	Máximo: 240.8 kN/m Calculado: 54 kN/m Calculado: 71.5 kN/m	Cumple Cumple
Longitud de anclaje: Norma EHE-08. Artículo 69.5 - Arranque trasdós: - Arranque intradós: - Armado inferior trasdós (Patilla): - Armado inferior intradós (Patilla): - Armado superior trasdós (Patilla): - Armado superior intradós (Patilla):	Mínimo: 16 cm Calculado: 32.6 cm Mínimo: 20 cm Calculado: 32.6 cm Mínimo: 0 cm Calculado: 10 cm Mínimo: 0 cm Calculado: 10 cm Mínimo: 0 cm Calculado: 10 cm Mínimo: 0 cm Calculado: 10 cm	Cumple Cumple Cumple Cumple Cumple Cumple Cumple
Recubrimiento: - Lateral: Norma EHE-08. Artículo 37.2.4.1	Mínimo: 7 cm Calculado: 7 cm	Cumple
Diámetro mínimo: Norma EHE-08. Artículo 58.8.2. - Armadura transversal inferior: - Armadura longitudinal inferior: - Armadura transversal superior: - Armadura longitudinal superior:	Mínimo: Ø12 Calculado: Ø12 Calculado: Ø12 Calculado: Ø16 Calculado: Ø12	Cumple Cumple Cumple Cumple
Separación máxima entre barras: Norma EHE-08. Artículo 42.3.1 - Armadura transversal inferior:	Máximo: 30 cm Calculado: 15 cm	Cumple

Referencia: Zapata corrida: MURO (MURO H _{máx} =3.50m)		
Comprobación	Valores	Estado
- Armadura transversal superior:	Calculado: 30 cm	Cumple
- Armadura longitudinal inferior:	Calculado: 30 cm	Cumple
- Armadura longitudinal superior:	Calculado: 30 cm	Cumple
Separación mínima entre barras: Criterio de CYPE, basado en: J. Calavera, "Cálculo de Estructuras de Cimentación". Capítulo 3.16	Mínimo: 10 cm	
- Armadura transversal inferior:	Calculado: 15 cm	Cumple
- Armadura transversal superior:	Calculado: 30 cm	Cumple
- Armadura longitudinal inferior:	Calculado: 30 cm	Cumple
- Armadura longitudinal superior:	Calculado: 30 cm	Cumple
Cuantía geométrica mínima: Norma EHE-08. Artículo 42.3.5	Mínimo: 0.0009	
- Armadura longitudinal inferior:	Calculado: 0.00094	Cumple
- Armadura longitudinal superior:	Calculado: 0.00094	Cumple
- Armadura transversal inferior:	Calculado: 0.00188	Cumple
- Armadura transversal superior:	Calculado: 0.00167	Cumple
Cuantía mecánica mínima:		
- Armadura longitudinal inferior: Norma EHE-08. Artículo 55	Mínimo: 0.00047 Calculado: 0.00094	Cumple
- Armadura longitudinal superior: Norma EHE-08. Artículo 55	Mínimo: 0.00041 Calculado: 0.00094	Cumple
- Armadura transversal inferior: Norma EHE-08. Artículo 42.3.2	Mínimo: 0.00182 Calculado: 0.00188	Cumple
- Armadura transversal superior: Norma EHE-08. Artículo 42.3.2	Mínimo: 0.00117 Calculado: 0.00167	Cumple
Se cumplen todas las comprobaciones		
Información adicional:		
- Momento flector pésimo en la sección de referencia del trasdós: 51.68 kN·m/m		
- Momento flector pésimo en la sección de referencia del intradós: 91.74 kN·m/m		

APENDICE B: ACTUACIONES EN LÍNEA DE AGUAS

B.1. POLIPASTO

ÍNDICE

1.- DATOS DE OBRA.....	2
1.1.- Normas consideradas	2
1.2.- Estados limite	2
1.2.1.- Situaciones de proyecto.....	2
2.- ESTRUCTURA.....	3
2.1.- Geometría.....	3
2.1.1.- Nudos.....	3
2.1.2.- Barras.....	4
2.2.- Cargas.....	6
2.2.1.- Barras.....	6
2.3.- Resultados.....	8
2.3.1.- Nudos.....	8
2.3.2.- Barras.....	10
2.4.- Uniones.....	13
2.4.1.- Especificaciones para uniones soldadas.....	13
2.4.2.- Especificaciones para uniones atornilladas	14
2.4.3.- Referencias y simbología.....	15
2.4.4.- Comprobaciones en placas de anclaje.....	16
2.4.5.- Memoria de cálculo.....	18

1.- DATOS DE OBRA

1.1.- Normas consideradas

Aceros laminados y armados: CTE DB SE-A

Categoría de uso: A. Zonas residenciales

1.2.- Estados limite

E.L.U. de rotura. Acero laminado	CTE Cota de nieve: Altitud inferior o igual a 1000 m
Desplazamientos	Acciones características

1.2.1.- Situaciones de proyecto

Para las distintas situaciones de proyecto, las combinaciones de acciones se definirán de acuerdo con los siguientes criterios:

- Con coeficientes de combinación

$$\sum_{j \geq 1} \gamma_{Gj} G_{kj} + \gamma_P P_k + \gamma_{Q1} \psi_{p1} Q_{k1} + \sum_{i > 1} \gamma_{Qi} \psi_{ai} Q_{ki}$$

- Sin coeficientes de combinación

$$\sum_{j \geq 1} \gamma_{Gj} G_{kj} + \gamma_P P_k + \sum_{i \geq 1} \gamma_{Qi} Q_{ki}$$

- Donde:

 G_k Acción permanente P_k Acción de pretensado Q_k Acción variable γ_G Coeficiente parcial de seguridad de las acciones permanentes γ_P Coeficiente parcial de seguridad de la acción de pretensado $\gamma_{Q,1}$ Coeficiente parcial de seguridad de la acción variable principal $\gamma_{Q,i}$ Coeficiente parcial de seguridad de las acciones variables de acompañamiento $\psi_{p,1}$ Coeficiente de combinación de la acción variable principal $\psi_{a,i}$ Coeficiente de combinación de las acciones variables de acompañamiento

Para cada situación de proyecto y estado límite los coeficientes a utilizar serán:

E.L.U. de rotura. Acero laminado: CTE DB SE-A

Listados

Persistente o transitoria				
	Coeficientes parciales de seguridad (γ)		Coeficientes de combinación (ψ)	
	Favorable	Desfavorable	Principal (ψ_p)	Acompañamiento (ψ_a)
Carga permanente (G)	0.800	1.350	-	-
Sobrecarga (Q)	0.000	1.500	1.000	0.700
Viento (Q)	0.000	1.500	1.000	0.600
Nieve (Q)	0.000	1.500	1.000	0.500

Desplazamientos

Característica				
	Coeficientes parciales de seguridad (γ)		Coeficientes de combinación (ψ)	
	Favorable	Desfavorable	Principal (ψ_p)	Acompañamiento (ψ_a)
Carga permanente (G)	1.000	1.000	-	-
Sobrecarga (Q)	0.000	1.000	1.000	1.000
Viento (Q)	0.000	1.000	1.000	1.000
Nieve (Q)	0.000	1.000	1.000	1.000

2.- ESTRUCTURA

2.1.- Geometría

2.1.1.- Nudos

Referencias:

Δ_x , Δ_y , Δ_z : Desplazamientos prescritos en ejes globales.

θ_x , θ_y , θ_z : Giros prescritos en ejes globales.

Cada grado de libertad se marca con 'X' si está coaccionado y, en caso contrario, con '-'.

Nudos										
Referencia	Coordenadas			Vinculación exterior						Vinculación interior
	X (m)	Y (m)	Z (m)	Δ_x	Δ_y	Δ_z	θ_x	θ_y	θ_z	
N1	0.109	0.100	2.110	-	-	-	-	-	-	Empotrado
N2	2.859	0.100	2.110	-	-	-	-	-	-	Empotrado
N3	2.859	3.100	2.110	-	-	-	-	-	-	Empotrado
N4	0.109	3.100	2.110	-	-	-	-	-	-	Empotrado
N5	1.484	0.100	2.110	-	-	-	-	-	-	Empotrado
N6	1.484	3.100	2.110	-	-	-	-	-	-	Empotrado
N7	0.109	3.100	2.630	-	-	-	-	-	-	Empotrado
N8	0.109	0.100	2.630	-	-	-	-	-	-	Empotrado
N9	1.484	3.100	2.370	-	-	-	-	-	-	Empotrado
N10	1.484	0.100	2.370	-	-	-	-	-	-	Empotrado
N11	2.859	3.100	0.000	-	-	-	-	-	-	Empotrado

Nudos										
Referencia	Coordenadas			Vinculación exterior						Vinculación interior
	X (m)	Y (m)	Z (m)	Δ_x	Δ_y	Δ_z	θ_x	θ_y	θ_z	
N12	0.109	3.100	0.000	-	-	-	-	-	-	Empotrado
N13	0.109	0.100	0.000	-	-	-	-	-	-	Empotrado
N14	2.859	0.100	0.000	-	-	-	-	-	-	Empotrado
N15	1.484	4.400	2.110	-	-	-	-	-	-	Empotrado
N16	2.859	0.100	-0.030	X	X	X	-	-	-	Empotrado
N17	2.859	3.100	-0.030	X	X	X	-	-	-	Empotrado
N18	0.109	3.100	-0.030	X	X	X	-	-	-	Empotrado
N19	0.109	0.100	-0.030	X	X	X	-	-	-	Empotrado

2.1.2.- Barras

2.1.2.1.- Materiales utilizados

Materiales utilizados							
Material		E (MPa)	ν	G (MPa)	f_y (MPa)	α_t (m/m°C)	γ (kN/m³)
Tipo	Designación						
Acero laminado	S275	210000.00	0.300	81000.00	275.00	0.000012	77.01
Notación: E: Módulo de elasticidad ν : Módulo de Poisson G: Módulo de cortadura f_y : Límite elástico α_t : Coeficiente de dilatación γ : Peso específico							

2.1.2.2.- Descripción

Descripción									
Material		Barra (Ni/Nf)	Pieza (Ni/Nf)	Perfil(Serie)	Longitud (m)	β_{xy}	β_{xz}	Lb _{Sup.} (m)	Lb _{Inf.} (m)
Tipo	Designación								
Acero laminado	S275	N2/N3	N2/N3	IPE160 (IPE)	3.000	1.00	1.00	-	-
		N1/N5	N1/N5	IPE160 (IPE)	1.375	2.00	2.00	-	-
		N5/N2	N5/N2	IPE160 (IPE)	1.375	2.00	2.00	-	-
		N6/N3	N6/N3	IPE160 (IPE)	1.375	1.00	1.00	-	-
		N4/N6	N4/N6	IPE160 (IPE)	1.375	1.00	1.00	-	-
		N6/N9	N6/N9	RHS 60x40x3.0 (Cold Formed RHS)	0.260	1.35	2.01	-	-
		N5/N10	N5/N10	RHS 60x40x3.0 (Cold Formed RHS)	0.260	1.11	2.02	-	-
		N6/N7	N6/N7	RHS 60x40x3.0 (Cold Formed RHS)	1.470	1.00	1.00	-	-
		N5/N8	N5/N8	RHS 60x40x3.0 (Cold Formed RHS)	1.470	1.42	1.54	-	-
		N10/N9	N10/N9	RECTANGULAR 80x50x6 (RECTANGULARES)	3.000	1.00	1.00	-	-
		N8/N7	N8/N7	RECTANGULAR 80x50x6 (RECTANGULARES)	3.000	1.00	1.00	-	-
		N3/N9	N3/N9	RHS 60x40x3.0 (Cold Formed RHS)	1.399	1.00	1.00	-	-

Descripción									
Material		Barra (Ni/Nf)	Pieza (Ni/Nf)	Perfil(Serie)	Longitud (m)	β_{xy}	β_{xz}	Lb _{sup.} (m)	Lb _{inf.} (m)
Tipo	Designación								
		N9/N7	N9/N7	RHS 60x40x3.0 (Cold Formed RHS)	1.399	1.00	1.00	-	-
		N2/N10	N2/N10	RHS 60x40x3.0 (Cold Formed RHS)	1.399	1.00	1.00	-	-
		N10/N8	N10/N8	RHS 60x40x3.0 (Cold Formed RHS)	1.399	1.00	1.00	-	-
		N14/N2	N14/N2	HEB100 (HEB)	2.110	2.00	2.00	-	-
		N11/N3	N11/N3	HEB100 (HEB)	2.110	2.00	2.00	-	-
		N5/N6	N5/N15	HEB160 (HEB)	3.000	1.00	1.00	-	-
		N6/N15	N5/N15	HEB160 (HEB)	1.300	1.00	1.00	-	-
		N13/N7	N13/N7	PL 50*5 (PL)	3.990	1.00	1.00	-	-
		N13/N2	N13/N2	PL 50*5 (PL)	3.466	1.00	1.00	-	-
		N14/N3	N14/N3	PL 50*5 (PL)	3.668	1.00	1.00	-	-
		N11/N2	N11/N2	PL 50*5 (PL)	3.668	1.00	1.00	-	-
		N14/N1	N14/N1	PL 50*5 (PL)	3.466	1.00	1.00	-	-
		N12/N4	N12/N7	HEB100 (HEB)	2.110	1.00	1.00	-	-
		N4/N7	N12/N7	HEB100 (HEB)	0.520	1.00	1.00	-	-
		N13/N1	N13/N8	HEB100 (HEB)	2.110	1.00	1.00	-	-
		N1/N8	N13/N8	HEB100 (HEB)	0.520	1.00	1.00	-	-
		N12/N8	N12/N8	PL 50*5 (PL)	3.990	1.00	1.00	-	-
		N16/N14	N16/N14	HEB100 (HEB)	0.030	1.00	1.00	-	-
		N17/N11	N17/N11	HEB100 (HEB)	0.030	1.00	1.00	-	-
		N18/N12	N18/N12	HEB100 (HEB)	0.030	1.00	1.00	-	-
		N19/N13	N19/N13	HEB100 (HEB)	0.030	1.00	1.00	-	-

Notación:
Ni: Nudo inicial
Nf: Nudo final
 β_{xy} : Coeficiente de pandeo en el plano 'XY'
 β_{xz} : Coeficiente de pandeo en el plano 'XZ'
Lb_{sup.}: Separación entre arriostramientos del ala superior
Lb_{inf.}: Separación entre arriostramientos del ala inferior

2.1.2.3.- Características mecánicas

Tipos de pieza	
Ref.	Piezas
1	N2/N3, N1/N5, N5/N2, N6/N3 y N4/N6
2	N6/N9, N5/N10, N6/N7, N5/N8, N3/N9, N9/N7, N2/N10 y N10/N8
3	N10/N9 y N8/N7
4	N14/N2, N11/N3, N12/N7, N13/N8, N16/N14, N17/N11, N18/N12 y N19/N13
5	N5/N15
6	N13/N7, N13/N2, N14/N3, N11/N2, N14/N1 y N12/N8

Características mecánicas									
Material		Ref.	Descripción	A (cm ²)	A _{vy} (cm ²)	A _{vz} (cm ²)	I _{yy} (cm ⁴)	I _{zz} (cm ⁴)	I _t (cm ⁴)
Tipo	Designación								
Acero laminado	S275	1	IPE160, (IPE)	20.09	9.10	6.53	872.18	67.55	3.60
		2	RHS 60x40x3.0, (Cold Formed RHS)	5.40	1.85	2.85	25.26	13.36	29.23

Características mecánicas									
Material		Ref.	Descripción	A (cm ²)	A _{vy} (cm ²)	A _{vz} (cm ²)	I _{yy} (cm ⁴)	I _{zz} (cm ⁴)	I _t (cm ⁴)
Tipo	Designación								
		3	RECTANGULAR 80x50x6, (RECTANGULARES)	13.21	4.40	7.40	98.71	46.27	111.41
		4	HEB100, (HEB)	26.04	15.00	4.32	452.11	164.88	9.25
		5	HEB160, (HEB)	54.25	31.20	9.65	2502.09	883.35	31.24
		6	PL 50*5, (PL)	2.50	2.08	2.08	5.21	0.05	0.20
Notación: Ref.: Referencia A: Área de la sección transversal A _{vy} : Área de cortante de la sección según el eje local 'Y' A _{vz} : Área de cortante de la sección según el eje local 'Z' I _{yy} : Inercia de la sección alrededor del eje local 'Y' I _{zz} : Inercia de la sección alrededor del eje local 'Z' I _t : Inercia a torsión Las características mecánicas de las piezas corresponden a la sección en el punto medio de las mismas.									

2.2.- Cargas

2.2.1.- Barras

Referencias:

'P1', 'P2':

- Cargas puntuales, uniformes, en faja y momentos puntuales: 'P1' es el valor de la carga. 'P2' no se utiliza.
- Cargas trapezoidales: 'P1' es el valor de la carga en el punto donde comienza (L1) y 'P2' es el valor de la carga en el punto donde termina (L2).
- Cargas triangulares: 'P1' es el valor máximo de la carga. 'P2' no se utiliza.
- Incrementos de temperatura: 'P1' y 'P2' son los valores de la temperatura en las caras exteriores o paramentos de la pieza. La orientación de la variación del incremento de temperatura sobre la sección transversal dependerá de la dirección seleccionada.

'L1', 'L2':

- Cargas y momentos puntuales: 'L1' es la distancia entre el nudo inicial de la barra y la posición donde se aplica la carga. 'L2' no se utiliza.
- Cargas trapezoidales, en faja, y triangulares: 'L1' es la distancia entre el nudo inicial de la barra y la posición donde comienza la carga, 'L2' es la distancia entre el nudo inicial de la barra y la posición donde termina la carga.

Unidades:

- Cargas puntuales: kN
- Momentos puntuales: kN·m.
- Cargas uniformes, en faja, triangulares y trapezoidales: kN/m.
- Incrementos de temperatura: °C.

Cargas en barras										
Barra	Hipótesis	Tipo	Valores		Posición		Dirección			
			P1	P2	L1 (m)	L2 (m)	Ejes	X	Y	Z
N2/N3	Peso propio	Uniforme	0.155	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N2/N3	CM 1	Uniforme	0.700	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N2/N3	V(-Y)	Uniforme	0.840	-	-	-	Globales	-0.186	-0.000	-0.983
N2/N3	N 1	Uniforme	0.490	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N1/N5	Peso propio	Uniforme	0.155	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N5/N2	Peso propio	Uniforme	0.155	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N6/N3	Peso propio	Uniforme	0.155	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N4/N6	Peso propio	Uniforme	0.155	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000

Listados

Cargas en barras										
Barra	Hipótesis	Tipo	Valores		Posición		Dirección			
			P1	P2	L1 (m)	L2 (m)	Ejes	X	Y	Z
N6/N9	Peso propio	Uniforme	0.042	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N5/N10	Peso propio	Uniforme	0.042	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N6/N7	Peso propio	Uniforme	0.042	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N5/N8	Peso propio	Uniforme	0.042	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N10/N9	Peso propio	Uniforme	0.102	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N10/N9	CM 1	Uniforme	1.399	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N10/N9	V(-Y)	Uniforme	1.679	-	-	-	Globales	-0.186	-0.000	-0.983
N10/N9	N 1	Uniforme	0.980	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N8/N7	Peso propio	Uniforme	0.102	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N8/N7	CM 1	Uniforme	0.700	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N8/N7	V(-Y)	Uniforme	0.840	-	-	-	Globales	-0.186	-0.000	-0.983
N8/N7	N 1	Uniforme	0.490	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N3/N9	Peso propio	Uniforme	0.042	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N9/N7	Peso propio	Uniforme	0.042	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N2/N10	Peso propio	Uniforme	0.042	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N2/N10	V(+Y)	Uniforme	0.192	-	-	-	Globales	0.000	1.000	0.000
N2/N10	V(-Y)	Uniforme	0.192	-	-	-	Globales	-0.000	-1.000	-0.000
N10/N8	Peso propio	Uniforme	0.042	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N10/N8	V(+Y)	Uniforme	0.064	-	-	-	Globales	0.000	1.000	0.000
N10/N8	V(-Y)	Uniforme	0.064	-	-	-	Globales	-0.000	-1.000	-0.000
N14/N2	Peso propio	Uniforme	0.201	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N14/N2	V(+X)	Uniforme	1.500	-	-	-	Globales	1.000	-0.000	0.000
N14/N2	V(+Y)	Uniforme	1.375	-	-	-	Globales	0.000	1.000	0.000
N14/N2	V(-X)	Uniforme	1.500	-	-	-	Globales	-1.000	0.000	-0.000
N14/N2	V(-Y)	Uniforme	1.375	-	-	-	Globales	-0.000	-1.000	-0.000
N11/N3	Peso propio	Uniforme	0.201	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N11/N3	V(+X)	Uniforme	1.500	-	-	-	Globales	1.000	-0.000	0.000
N11/N3	V(-X)	Uniforme	1.500	-	-	-	Globales	-1.000	0.000	-0.000
N5/N6	Peso propio	Uniforme	0.418	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N5/N6	Q 1 (1)	Puntual	10.00	-	0.000	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N5/N6	Q 1 (2)	Puntual	10.00	-	0.750	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N5/N6	Q 1 (3)	Puntual	10.00	-	1.500	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N5/N6	Q 1 (4)	Puntual	10.00	-	2.250	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N5/N6	Q 1 (5)	Puntual	10.00	-	3.000	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N6/N15	Peso propio	Uniforme	0.418	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N6/N15	Q 1 (6)	Puntual	10.00	-	0.325	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N6/N15	Q 1 (7)	Puntual	10.00	-	0.650	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N6/N15	Q 1 (8)	Puntual	10.00	-	0.975	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N6/N15	Q 1 (9)	Puntual	10.00	-	1.300	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N13/N7	Peso propio	Uniforme	0.019	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N13/N2	Peso propio	Uniforme	0.019	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N14/N3	Peso propio	Uniforme	0.019	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N11/N2	Peso propio	Uniforme	0.019	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N14/N1	Peso propio	Uniforme	0.019	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000

Cargas en barras										
Barra	Hipótesis	Tipo	Valores		Posición		Dirección			
			P1	P2	L1 (m)	L2 (m)	Ejes	X	Y	Z
N12/N4	Peso propio	Uniforme	0.201	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N12/N4	V(+X)	Uniforme	1.500	-	-	-	Globales	1.000	-0.000	0.000
N12/N4	V(-X)	Uniforme	1.500	-	-	-	Globales	-1.000	0.000	-0.000
N4/N7	Peso propio	Uniforme	0.201	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N4/N7	V(+X)	Uniforme	1.500	-	-	-	Globales	1.000	-0.000	0.000
N4/N7	V(-X)	Uniforme	1.500	-	-	-	Globales	-1.000	0.000	-0.000
N13/N1	Peso propio	Uniforme	0.201	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N13/N1	V(+X)	Uniforme	1.500	-	-	-	Globales	1.000	-0.000	0.000
N13/N1	V(+Y)	Uniforme	1.375	-	-	-	Globales	0.000	1.000	0.000
N13/N1	V(-X)	Uniforme	1.500	-	-	-	Globales	-1.000	0.000	-0.000
N13/N1	V(-Y)	Uniforme	1.375	-	-	-	Globales	-0.000	-1.000	-0.000
N1/N8	Peso propio	Uniforme	0.201	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N1/N8	V(+X)	Uniforme	1.500	-	-	-	Globales	1.000	-0.000	0.000
N1/N8	V(+Y)	Faja	0.344	-	0.260	0.520	Globales	0.000	1.000	0.000
N1/N8	V(+Y)	Faja	1.031	-	0.000	0.260	Globales	0.000	1.000	0.000
N1/N8	V(-X)	Uniforme	1.500	-	-	-	Globales	-1.000	0.000	-0.000
N1/N8	V(-Y)	Faja	1.031	-	0.000	0.260	Globales	-0.000	-1.000	-0.000
N1/N8	V(-Y)	Faja	0.344	-	0.260	0.520	Globales	-0.000	-1.000	-0.000
N12/N8	Peso propio	Uniforme	0.019	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N16/N14	Peso propio	Uniforme	0.201	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N17/N11	Peso propio	Uniforme	0.201	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N18/N12	Peso propio	Uniforme	0.201	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N19/N13	Peso propio	Uniforme	0.201	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000

2.3.- Resultados

2.3.1.- Nudos

2.3.1.1.- Desplazamientos

Referencias:

Dx, Dy, Dz: Desplazamientos de los nudos en ejes globales.

Gx, Gy, Gz: Giros de los nudos en ejes globales.

2.3.1.1.1.- Envolventes

Envolvente de los desplazamientos en nudos								
Referencia	Combinación		Desplazamientos en ejes globales					
	Tipo	Descripción	Dx (mm)	Dy (mm)	Dz (mm)	Gx (mRad)	Gy (mRad)	Gz (mRad)
N1	Desplazamientos	Valor mínimo de la envolvente	-0.355	-1.553	-0.054	-	-	-
		Valor máximo de la envolvente	0.363	1.503	0.008	-	-	-
N2	Desplazamientos	Valor mínimo de la envolvente	-0.336	-0.114	-0.048	-	-	-
		Valor máximo de la envolvente	0.389	0.125	0.007	-	-	-
N3	Desplazamientos	Valor mínimo de la envolvente	-12.811	-0.109	-0.052	-	-	-
		Valor máximo de la envolvente	14.822	0.122	-0.009	-	-	-
N4	Desplazamientos	Valor mínimo de la envolvente	-12.768	-0.430	-0.058	-	-	-
		Valor máximo de la envolvente	14.690	0.491	-0.009	-	-	-
N5	Desplazamientos	Valor mínimo de la envolvente	-0.358	-0.756	-2.230	-1.127	-0.008	-4.038

Listados

Envolvente de los desplazamientos en nudos								
Referencia	Combinación		Desplazamientos en ejes globales					
	Tipo	Descripción	Dx (mm)	Dy (mm)	Dz (mm)	Gx (mRad)	Gy (mRad)	Gz (mRad)
		Valor máximo de la envolvente	0.363	0.706	0.161	0.451	0.013	3.500
N6	Desplazamientos	Valor mínimo de la envolvente	-12.801	-0.764	-2.948	-3.220	-0.014	-4.017
		Valor máximo de la envolvente	14.721	0.705	-0.190	1.010	0.024	3.499
N7	Desplazamientos	Valor mínimo de la envolvente	-12.858	-0.188	-0.066	-	-	-
		Valor máximo de la envolvente	15.551	0.196	-0.010	-	-	-
N8	Desplazamientos	Valor mínimo de la envolvente	-0.366	-0.195	-0.062	-	-	-
		Valor máximo de la envolvente	0.794	0.198	0.008	-	-	-
N9	Desplazamientos	Valor mínimo de la envolvente	-12.865	-0.738	-2.955	-	-	-
		Valor máximo de la envolvente	14.645	0.986	-0.195	-	-	-
N10	Desplazamientos	Valor mínimo de la envolvente	-0.447	-0.737	-2.243	-	-	-
		Valor máximo de la envolvente	0.367	0.951	0.156	-	-	-
N11	Desplazamientos	Valor mínimo de la envolvente	-0.200	-0.003	-0.001	-	-	-
		Valor máximo de la envolvente	0.228	0.004	0.000	-	-	-
N12	Desplazamientos	Valor mínimo de la envolvente	-0.257	-0.017	-0.001	-	-	-
		Valor máximo de la envolvente	0.278	0.019	0.000	-	-	-
N13	Desplazamientos	Valor mínimo de la envolvente	-0.034	-0.093	-0.001	-	-	-
		Valor máximo de la envolvente	0.025	0.090	0.000	-	-	-
N14	Desplazamientos	Valor mínimo de la envolvente	-0.030	-0.052	-0.001	-	-	-
		Valor máximo de la envolvente	0.031	0.052	0.000	-	-	-
N15	Desplazamientos	Valor mínimo de la envolvente	-17.349	-0.764	-8.727	-4.857	-0.014	-4.017
		Valor máximo de la envolvente	19.943	0.705	0.568	0.981	0.024	3.499
N16	Desplazamientos	Valor mínimo de la envolvente	0.000	0.000	0.000	-1.710	-0.864	0.000
		Valor máximo de la envolvente	0.000	0.000	0.000	1.718	0.897	0.000
N17	Desplazamientos	Valor mínimo de la envolvente	0.000	0.000	0.000	-0.129	-6.631	0.000
		Valor máximo de la envolvente	0.000	0.000	0.000	0.099	7.571	0.000
N18	Desplazamientos	Valor mínimo de la envolvente	0.000	0.000	0.000	-0.636	-8.468	-0.817
		Valor máximo de la envolvente	0.000	0.000	0.000	0.557	9.161	1.400
N19	Desplazamientos	Valor mínimo de la envolvente	0.000	0.000	0.000	-2.987	-1.001	-0.804
		Valor máximo de la envolvente	0.000	0.000	0.000	3.078	0.723	1.023

2.3.1.2.- Reacciones

Referencias:

Rx, Ry, Rz: Reacciones en nudos con desplazamientos coaccionados (fuerzas).

Mx, My, Mz: Reacciones en nudos con giros coaccionados (momentos).

2.3.1.2.1.- Envoltentes

Envoltentes de las reacciones en nudos								
Referencia	Combinación		Reacciones en ejes globales					
	Tipo	Descripción	Rx (kN)	Ry (kN)	Rz (kN)	Mx (kN·m)	My (kN·m)	Mz (kN·m)
N16	Hormigón en cimentaciones	Valor mínimo de la envolvente	-7.466	-3.199	-7.739	0.00	0.00	0.00
		Valor máximo de la envolvente	7.099	3.450	21.732	0.00	0.00	0.00
	Tensiones sobre el terreno	Valor mínimo de la envolvente	-4.712	-1.961	-4.060	0.00	0.00	0.00
		Valor máximo de la envolvente	4.403	2.222	15.827	0.00	0.00	0.00
N17	Hormigón en cimentaciones	Valor mínimo de la envolvente	-2.497	-1.964	2.812	0.00	0.00	0.00
		Valor máximo de la envolvente	2.497	1.395	19.451	0.00	0.00	0.00
	Tensiones sobre el terreno	Valor mínimo de la envolvente	-1.560	-1.258	3.173	0.00	0.00	0.00
		Valor máximo de la envolvente	1.560	0.859	13.390	0.00	0.00	0.00
N18	Hormigón en cimentaciones	Valor mínimo de la envolvente	-6.221	-2.207	2.998	0.00	0.00	0.00
		Valor máximo de la envolvente	6.524	1.858	20.786	0.00	0.00	0.00

Envolventes de las reacciones en nudos								
Referencia	Combinación		Reacciones en ejes globales					
	Tipo	Descripción	Rx (kN)	Ry (kN)	Rz (kN)	Mx (kN·m)	My (kN·m)	Mz (kN·m)
N19	Tensiones sobre el terreno	Valor mínimo de la envolvente	-3.873	-1.449	3.360	0.00	0.00	0.00
		Valor máximo de la envolvente	4.134	1.118	14.293	0.00	0.00	0.00
	Hormigón en cimentaciones	Valor mínimo de la envolvente	-6.894	-3.489	-8.425	0.00	0.00	0.00
		Valor máximo de la envolvente	7.003	4.164	21.595	0.00	0.00	0.00
	Tensiones sobre el terreno	Valor mínimo de la envolvente	-4.327	-2.163	-4.680	0.00	0.00	0.00
		Valor máximo de la envolvente	4.415	2.639	15.722	0.00	0.00	0.00

Nota: Las combinaciones de hormigón indicadas son las mismas que se utilizan para comprobar el estado límite de equilibrio en la cimentación.

2.3.2.- Barras

2.3.2.1.- Resistencia

Referencias:

N: Esfuerzo axial (kN)

Vy: Esfuerzo cortante según el eje local Y de la barra. (kN)

Vz: Esfuerzo cortante según el eje local Z de la barra. (kN)

Mt: Momento torsor (kN·m)

My: Momento flector en el plano 'XZ' (giro de la sección respecto al eje local 'Y' de la barra). (kN·m)

Mz: Momento flector en el plano 'XY' (giro de la sección respecto al eje local 'Z' de la barra). (kN·m)

Los esfuerzos indicados son los correspondientes a la combinación pésima, es decir, aquella que demanda la máxima resistencia de la sección.

Origen de los esfuerzos pésimos:

- G: Sólo gravitatorias
- GV: Gravitatorias + viento
- GS: Gravitatorias + sismo
- GVS: Gravitatorias + viento + sismo

η : Aprovechamiento de la resistencia. La barra cumple con las condiciones de resistencia de la norma si se cumple que $\eta \leq 100$ %.

Comprobación de resistencia										
Barra	η (%)	Posición (m)	Esfuerzos pésimos						Origen	Estado
			N (kN)	Vy (kN)	Vz (kN)	Mt (kN·m)	My (kN·m)	Mz (kN·m)		
N2/N3	13.62	1.500	1.058	0.000	0.000	0.00	3.10	-0.26	GV	Cumple
N1/N5	39.01	1.375	-1.735	1.088	-3.819	0.00	5.45	-1.50	GV	Cumple
N5/N2	45.27	0.000	19.974	-1.197	3.959	0.00	5.64	-1.65	GV	Cumple
N6/N3	62.29	0.000	36.550	1.352	6.495	0.00	9.13	1.86	GV	Cumple
N4/N6	53.16	1.375	14.839	1.136	-6.340	0.00	8.92	-1.56	GV	Cumple
N6/N9	65.69	0.000	-5.278	-2.240	-4.834	0.00	-1.28	-0.32	GV	Cumple
N5/N10	49.36	0.000	-6.386	-0.105	4.682	0.01	1.21	-0.02	GV	Cumple
N6/N7	50.49	0.000	29.374	0.221	0.449	-0.05	0.43	0.30	GV	Cumple
N5/N8	36.41	0.000	24.969	0.147	0.285	0.02	0.28	0.18	GV	Cumple
N10/N9	79.31	1.500	3.357	0.000	0.000	0.00	5.89	-0.53	GV	Cumple
N8/N7	40.36	1.500	0.949	0.000	0.000	0.00	3.02	-0.26	GV	Cumple
N3/N9	66.76	1.399	-38.750	0.071	-0.170	0.00	0.29	-0.10	GV	Cumple

Listados

Comprobación de resistencia										
Barra	η (%)	Posición (m)	Esfuerzos pésimos						Origen	Estado
			N (kN)	Vy (kN)	Vz (kN)	Mt (kN�m)	My (kN�m)	Mz (kN�m)		
N9/N7	69.32	0.000	-36.861	0.034	0.572	-0.02	0.50	0.10	GV	Cumple
N2/N10	41.44	1.399	-23.620	-0.063	-0.090	0.00	0.18	0.09	GV	Cumple
N10/N8	43.71	0.000	-24.169	0.019	0.440	0.05	0.39	-0.03	GV	Cumple
N14/N2	20.07	1.055	-14.154	0.041	-0.010	0.00	-0.01	1.19	GV	Cumple
N11/N3	14.00	0.844	-17.282	0.011	-0.265	0.00	0.75	0.01	GV	Cumple
N5/N6	26.38	3.000	-4.894	-1.787	7.394	0.00	-18.51	2.70	GV	Cumple
N6/N15	21.55	0.000	0.000	0.000	-15.733	0.00	-19.98	0.00	G	Cumple
N12/N4	35.29	2.110	-15.177	-0.213	1.362	0.00	-8.07	0.47	GV	Cumple
N4/N7	34.60	0.000	-10.466	0.761	-14.106	0.00	-8.07	0.47	GV	Cumple
N13/N1	19.66	1.266	-16.761	0.024	0.537	0.00	-0.72	1.74	GV	Cumple
N1/N8	13.21	0.000	-10.983	1.817	-1.408	0.00	-1.17	0.98	GV	Cumple
N16/N14	5.11	0.000	-19.835	-1.645	-6.985	0.00	0.00	0.00	GV	Cumple
N17/N11	2.82	0.030	-17.661	1.055	0.000	0.00	0.00	-0.03	GV	Cumple
N18/N12	4.47	0.000	-15.198	-0.908	6.109	0.00	0.00	0.00	GV	Cumple
N19/N13	4.80	0.000	-19.718	-1.608	6.558	0.00	0.00	0.00	GV	Cumple

2.3.2.2.- Comprobaciones E.L.U. (Resumido)

Barras	COMPROBACIONES (CTE DB SE-A)															Estado
	$\bar{\lambda}$	λ_w	N_t	N_c	M_t	M_c	V_t	V_c	$M_t V_t$	$M_c V_c$	$N M_t M_c$	$N M_t V_t V_c$	M_t	$M V_t$	$M V_c$	
N2/N3	$\bar{\lambda} < 2.0$ Cumple	x: 0.214 m $\lambda_w \leq \lambda_{w,max}$ Cumple	$\eta = 0.2$	$\eta = 0.6$	x: 1.5 m $\eta = 9.6$	x: 1.5 m $\eta = 3.9$	x: 0 m $\eta = 2.8$	x: 0 m $\eta = 0.2$	x: 0.214 m $\eta < 0.1$	x: 0.214 m $\eta < 0.1$	x: 1.5 m $\eta = 13.6$	x: 0.214 m $\eta < 0.1$	$M_{ed} = 0.00$ N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽²⁾	N.P. ⁽²⁾	CUMPLE h = 13.6
N1/N5	$\bar{\lambda} < 2.0$ Cumple	x: 0.229 m $\lambda_w \leq \lambda_{w,max}$ Cumple	$\eta = 0.2$	$\eta = 1.8$	x: 1.375 m $\eta = 24.2$	x: 1.375 m $\eta = 22.9$	x: 0 m $\eta = 4.0$	$\eta = 0.6$	x: 0.229 m $\eta < 0.1$	x: 0.229 m $\eta < 0.1$	x: 1.375 m $\eta = 39.0$	x: 0.229 m $\eta < 0.1$	$M_{ed} = 0.00$ N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽²⁾	N.P. ⁽²⁾	CUMPLE h = 39.0
N5/N2	$\bar{\lambda} < 2.0$ Cumple	x: 0 m $\lambda_w \leq \lambda_{w,max}$ Cumple	$\eta = 4.8$	$\eta = 4.1$	x: 0 m $\eta = 24.4$	x: 0 m $\eta = 27.3$	x: 1.375 m $\eta = 4.0$	$\eta = 0.7$	x: 0 m $\eta < 0.1$	x: 0 m $\eta < 0.1$	x: 0 m $\eta = 45.3$	x: 0 m $\eta < 0.1$	$M_{ed} = 0.00$ N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽²⁾	N.P. ⁽²⁾	CUMPLE h = 45.3
N6/N3	$\bar{\lambda} < 2.0$ Cumple	x: 0 m $\lambda_w \leq \lambda_{w,max}$ Cumple	$\eta = 7.5$	$\eta = 2.2$	x: 0 m $\eta = 33.5$	x: 0 m $\eta = 27.2$	x: 1.375 m $\eta = 5.5$	$\eta = 0.7$	x: 0 m $\eta < 0.1$	x: 0 m $\eta < 0.1$	x: 0 m $\eta = 62.3$	x: 0 m $\eta < 0.1$	$M_{ed} = 0.00$ N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽²⁾	N.P. ⁽²⁾	CUMPLE h = 62.3
N4/N6	$\bar{\lambda} < 2.0$ Cumple	x: 0.229 m $\lambda_w \leq \lambda_{w,max}$ Cumple	$\eta = 2.9$	$\eta = 4.3$	x: 1.375 m $\eta = 32.9$	x: 1.375 m $\eta = 22.9$	x: 0 m $\eta = 5.4$	$\eta = 0.6$	x: 0.229 m $\eta < 0.1$	x: 0.229 m $\eta < 0.1$	x: 1.375 m $\eta = 53.2$	x: 0.229 m $\eta < 0.1$	$M_{ed} = 0.00$ N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽²⁾	N.P. ⁽²⁾	CUMPLE h = 53.2
N6/N9	$\bar{\lambda} < 2.0$ Cumple	$\lambda_w \leq \lambda_{w,max}$ N.P. ⁽¹⁾	$N_{ed} = 0.00$ N.P. ⁽¹⁾	x: 0 m $\eta = 5.6$	x: 0 m $\eta = 48.1$	x: 0 m $\eta = 15.8$	$\eta = 10.1$	$\eta = 6.8$	$\eta < 0.1$	$\eta < 0.1$	x: 0 m $\eta = 65.7$	$\eta < 0.1$	$\eta = 14.9$	$\eta = 11.0$	$\eta = 7.2$	CUMPLE h = 65.7
N5/N10	$\bar{\lambda} < 2.0$ Cumple	$\lambda_w \leq \lambda_{w,max}$ N.P. ⁽¹⁾	$N_{ed} = 0.00$ N.P. ⁽¹⁾	x: 0 m $\eta = 5.8$	x: 0 m $\eta = 44.9$	x: 0 m $\eta = 11.8$	$\eta = 10.3$	$\eta = 5.2$	$\eta < 0.1$	$\eta < 0.1$	x: 0 m $\eta = 49.4$	$\eta < 0.1$	$\eta = 15.7$	$\eta = 11.3$	$\eta = 5.3$	CUMPLE h = 49.4
N6/N7	$\bar{\lambda} < 2.0$ Cumple	x: 1.47 m $\lambda_w \leq \lambda_{w,max}$ Cumple	$\eta = 26.1$	x: 0 m $\eta = 3.4$	x: 0 m $\eta = 15.5$	x: 0 m $\eta = 18.4$	x: 1.47 m $\eta = 1.1$	$\eta = 0.9$	$\eta < 0.1$	$\eta < 0.1$	x: 0 m $\eta = 50.5$	$\eta < 0.1$	$\eta = 3.7$	x: 1.47 m $\eta = 1.1$	$\eta = 0.9$	CUMPLE h = 50.5
N5/N8	$\bar{\lambda} < 2.0$ Cumple	x: 1.47 m $\lambda_w \leq \lambda_{w,max}$ Cumple	$\eta = 19.5$	x: 0 m $\eta = 11.9$	x: 0 m $\eta = 11.3$	x: 0 m $\eta = 16.2$	x: 1.47 m $\eta = 0.8$	$\eta = 0.8$	$\eta < 0.1$	$\eta < 0.1$	x: 0 m $\eta = 36.4$	$\eta < 0.1$	$\eta = 3.6$	x: 1.47 m $\eta = 0.8$	$\eta = 0.8$	CUMPLE h = 36.4
N10/N9	$\bar{\lambda} < 2.0$ Cumple	x: 0.214 m $\lambda_w \leq \lambda_{w,max}$ Cumple	$\eta = 1.4$	$\eta = 3.8$	x: 1.5 m $\eta = 69.6$	x: 1.5 m $\eta = 8.7$	x: 0 m $\eta = 6.4$	x: 0 m $\eta = 0.9$	x: 0.214 m $\eta < 0.1$	x: 0.214 m $\eta < 0.1$	x: 1.5 m $\eta = 79.3$	x: 0.214 m $\eta < 0.1$	$M_{ed} = 0.00$ N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽²⁾	N.P. ⁽²⁾	CUMPLE h = 79.3
N8/N7	$\bar{\lambda} < 2.0$ Cumple	x: 0.214 m $\lambda_w \leq \lambda_{w,max}$ Cumple	$\eta = 0.3$	$\eta = 0.6$	x: 1.5 m $\eta = 35.7$	x: 1.5 m $\eta = 4.4$	x: 0 m $\eta = 3.3$	x: 0 m $\eta = 0.5$	x: 0.214 m $\eta < 0.1$	x: 0.214 m $\eta < 0.1$	x: 1.5 m $\eta = 40.4$	x: 0.214 m $\eta < 0.1$	$M_{ed} = 0.00$ N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽²⁾	N.P. ⁽²⁾	CUMPLE h = 40.4
N3/N9	$\bar{\lambda} < 2.0$ Cumple	x: 0.233 m $\lambda_w \leq \lambda_{w,max}$ Cumple	x: 1.399 m $\eta = 3.9$	x: 0 m $\eta = 52.1$	x: 1.399 m $\eta = 10.6$	x: 1.399 m $\eta = 7.9$	x: 0 m $\eta = 0.5$	$\eta = 0.4$	x: 0.233 m $\eta < 0.1$	x: 0.233 m $\eta < 0.1$	x: 1.399 m $\eta = 66.8$	x: 0.233 m $\eta < 0.1$	$M_{ed} = 0.00$ N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽²⁾	N.P. ⁽²⁾	CUMPLE h = 66.8
N9/N7	$\bar{\lambda} < 2.0$ Cumple	$\lambda_w \leq \lambda_{w,max}$ Cumple	x: 1.399 m $\eta = 4.4$	x: 0 m $\eta = 49.6$	x: 0 m $\eta = 19.0$	x: 0 m $\eta = 7.9$	x: 1.399 m $\eta = 1.4$	$\eta = 0.2$	$\eta < 0.1$	$\eta < 0.1$	x: 0 m $\eta = 69.3$	$\eta < 0.1$	$\eta = 1.0$	x: 1.399 m $\eta = 1.4$	$\eta = 0.2$	CUMPLE h = 69.3
N2/N10	$\bar{\lambda} < 2.0$ Cumple	x: 0.233 m $\lambda_w \leq \lambda_{w,max}$ Cumple	x: 1.399 m $\eta = 3.3$	x: 0 m $\eta = 34.4$	x: 1.399 m $\eta = 7.1$	x: 1.399 m $\eta = 7.9$	x: 0 m $\eta = 0.4$	x: 1.399 m $\eta = 0.7$	x: 0.233 m $\eta < 0.1$	x: 0.233 m $\eta < 0.1$	x: 1.399 m $\eta = 41.4$	x: 0.233 m $\eta < 0.1$	$M_{ed} = 0.00$ N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽²⁾	N.P. ⁽²⁾	CUMPLE h = 41.4
N10/N8	$\bar{\lambda} < 2.0$ Cumple	$\lambda_w \leq \lambda_{w,max}$ Cumple	x: 1.399 m $\eta = 3.1$	x: 0 m $\eta = 32.5$	x: 0 m $\eta = 14.2$	x: 0 m $\eta = 7.1$	x: 1.399 m $\eta = 1.1$	x: 1.399 m $\eta = 0.4$	$\eta < 0.1$	$\eta < 0.1$	x: 0 m $\eta = 43.7$	$\eta < 0.1$	$\eta = 4.8$	x: 1.399 m $\eta = 1.1$	x: 1.399 m $\eta = 0.4$	CUMPLE h = 43.7
N14/N2	$\bar{\lambda} < 2.0$ Cumple	x: 0 m $\lambda_w \leq \lambda_{w,max}$ Cumple	x: 2.11 m $\eta = 0.6$	x: 0 m $\eta = 10.9$	x: 1.055 m $\eta = 5.0$	x: 1.055 m $\eta = 8.9$	x: 2.11 m $\eta = 1.8$	x: 2.11 m $\eta = 0.7$	x: 0 m $\eta < 0.1$	x: 0 m $\eta < 0.1$	x: 1.055 m $\eta = 20.1$	x: 0 m $\eta < 0.1$	$M_{ed} = 0.00$ N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽²⁾	N.P. ⁽²⁾	CUMPLE h = 20.1
N11/N3	$\bar{\lambda} < 2.0$ Cumple	x: 0 m $\lambda_w \leq \lambda_{w,max}$ Cumple	$N_{ed} = 0.00$ N.P. ⁽¹⁾	x: 0 m $\eta = 12.5$	x: 1.055 m $\eta = 4.7$	x: 0 m $\eta = 0.4$	x: 2.11 m $\eta = 1.8$	$\eta < 0.1$	x: 0 m $\eta < 0.1$	x: 0 m $\eta < 0.1$	x: 0.844 m $\eta = 14.0$	x: 0 m $\eta < 0.1$	$M_{ed} = 0.00$ N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽²⁾	N.P. ⁽²⁾	CUMPLE h = 14.0
N5/N6	$\bar{\lambda} < 2.0$ Cumple	$\lambda_w \leq \lambda_{w,max}$ Cumple	$\eta = 0.2$	$\eta = 0.6$	x: 3 m $\eta = 20.1$	x: 3 m $\eta = 9.1$	x: 3 m $\eta = 4.6$	$\eta = 0.4$	$\eta < 0.1$	$\eta < 0.1$	x: 3 m $\eta = 26.4$	$\eta < 0.1$	$M_{ed} = 0.00$ N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽²⁾	N.P. ⁽²⁾	CUMPLE h = 26.4
N6/N15	N.P. ⁽⁶⁾	x: 0 m $\lambda_w \leq \lambda_{w,max}$ Cumple	$N_{ed} = 0.00$ N.P. ⁽¹⁾	$N_{ed} = 0.00$ N.P. ⁽¹⁾	x: 0 m $\eta = 21.5$	$M_{ed} = 0.00$ N.P. ⁽⁶⁾	x: 0 m $\eta = 5.9$	$V_{ed} = 0.00$ N.P. ⁽¹⁾	x: 0 m $\eta < 0.1$	N.P. ⁽⁶⁾	N.P. ⁽⁶⁾	N.P. ⁽¹⁰⁾	$M_{ed} = 0.00$ N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽²⁾	N.P. ⁽²⁾	CUMPLE h = 21.5
N12/N4	$\bar{\lambda} < 2.0$ Cumple	$\lambda_w \leq \lambda_{w,max}$ Cumple	$N_{ed} = 0.00$ N.P. ⁽¹⁾	x: 0 m $\eta = 5.1$	x: 2.11 m $\eta = 29.6$	x: 2.11 m $\eta = 3.7$	x: 0 m $\eta = 4.5$	$\eta = 0.1$	$\eta < 0.1$	$\eta < 0.1$	x: 2.11 m $\eta = 35.3$	$\eta < 0.1$	$M_{ed} = 0.00$ N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽²⁾	N.P. ⁽²⁾	CUMPLE h = 35.3
N4/N7	$\bar{\lambda} < 2.0$ Cumple	$\lambda_w \leq \lambda_{w,max}$ Cumple	$\eta = 0.2$	x: 0 m $\eta = 1.7$	x: 0 m $\eta = 29.6$	x: 0 m $\eta = 3.7$	x: 0.52 m $\eta = 11.2$	$\eta = 0.3$	$\eta < 0.1$	$\eta < 0.1$	x: 0 m $\eta = 34.6$	$\eta < 0.1$	$M_{ed} = 0.00$ N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽²⁾	N.P. ⁽²⁾	CUMPLE h = 34.6
N13/N1	$\bar{\lambda} < 2.0$ Cumple	$\lambda_w \leq \lambda_{w,max}$ Cumple	x: 2.11 m $\eta = 0.6$	x: 0 m $\eta = 4.5$	x: 2.11 m $\eta = 6.2$	x: 1.266 m $\eta = 13.0$	x: 2.11 m $\eta = 2.4$	x: 0 m $\eta = 0.8$	$\eta < 0.1$	$\eta < 0.1$	x: 1.266 m $\eta = 19.7$	$\eta < 0.1$	$M_{ed} = 0.00$ N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽²⁾	N.P. ⁽²⁾	CUMPLE h = 19.7
N1/N8	$\bar{\lambda} < 2.0$ Cumple	$\lambda_w \leq \lambda_{w,max}$ Cumple	x: 0.52 m $\eta = 0.2$	x: 0 m $\eta = 1.6$	x: 0 m $\eta = 6.2$	x: 0 m $\eta = 7.4$	x: 0 m $\eta = 2.3$	x: 0.52 m $\eta = 0.7$	$\eta < 0.1$	$\eta < 0.1$	x: 0 m $\eta = 13.2$	$\eta < 0.1$	$M_{ed} = 0.00$ N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽²⁾	N.P. ⁽²⁾	CUMPLE h = 13.2
N16/N14	$\bar{\lambda} < 2.0$ Cumple	x: 0.015 m $\lambda_w \leq \lambda_{w,max}$ Cumple	x: 0.03 m $\eta = 1.1$	x: 0 m $\eta = 2.9$	x: 0.03 m $\eta = 0.8$	x: 0.03 m $\eta = 0.7$	$\eta = 5.1$	$\eta = 1.0$	x: 0.015 m $\eta < 0.1$	x: 0.015 m $\eta < 0.1$	x: 0.03 m $\eta = 4.0$	x: 0.015 m $\eta < 0.1$	$M_{ed} = 0.00$ N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽²⁾	N.P. ⁽²⁾	CUMPLE h = 5.1
N17/N11	$\bar{\lambda} < 2.0$ Cumple	x: 0.015 m $\lambda_w \leq \lambda_{w,max}$ Cumple	$N_{ed} = 0.00$ N.P. ⁽¹⁾	x: 0 m $\eta = 2.6$	x: 0.03 m $\eta = 0.3$	x: 0.03 m $\eta = 0.4$	$\eta = 1.7$	$\eta = 0.6$	x: 0.015 m $\eta < 0.1$	x: 0.015 m $\eta < 0.1$	x: 0.03 m $\eta = 2.8$	x: 0.015 m $\eta < 0.1$	$M_{ed} = 0.00$ N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽²⁾	N.P. ⁽²⁾	CUMPLE h = 2.8
N18/N12	$\bar{\lambda} < 2.0$ Cumple	x: 0.015 m $\lambda_w \leq \lambda_{w,max}$ Cumple	$N_{ed} = 0.00$ N.P. ⁽¹⁾	x: 0 m $\eta = 2.8$	x: 0.03 m $\eta = 0.7$	x: 0.03 m $\eta = 0.5$	$\eta = 4.5$	$\eta = 0.6$	x: 0.015 m $\eta < 0.1$	x: 0.015 m $\eta < 0.1$	x: 0.03 m $\eta = 3.2$	x: 0.015 m $\eta < 0.1$	$M_{ed} = 0.00$ N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽²⁾	N.P. ⁽²⁾	CUMPLE h = 4.5
N19/N13	$\bar{\lambda} < 2.0$ Cumple	x: 0.015 m $\lambda_w \leq \lambda_{w,max}$ Cumple	x: 0.03 m $\eta = 1.2$	x: 0 m $\eta = 2.9$	x: 0.03 m $\eta = 0.7$	x: 0.03 m $\eta = 0.9$	$\eta = 4.8$	$\eta = 1.2$	x: 0.015 m $\eta < 0.1$	x: 0.015 m $\eta < 0.1$	x: 0.03 m $\eta = 4.0$	x: 0.015 m $\eta < 0.1$	$M_{ed} = 0.00$ N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽²⁾	N.P. ⁽²⁾	CUMPLE h = 4.8

Notación:

λ : Limitación de esbeltez
 I_{w0} : Abolladura del alma inducida por el ala comprimida
 N_t : Resistencia a tracción
 N_c : Resistencia a compresión
 M_y : Resistencia a flexión eje Y
 M_z : Resistencia a flexión eje Z
 V_z : Resistencia a corte Z
 V_y : Resistencia a corte Y
 $M_y V_z$: Resistencia a momento flector Y y fuerza cortante Z combinados
 $M_z V_y$: Resistencia a momento flector Z y fuerza cortante Y combinados
 $N M_y M_z$: Resistencia a flexión y axil combinados
 $N M_y M_z V_y V_z$: Resistencia a flexión, axil y cortante combinados
 M_t : Resistencia a torsión
 $M_y V_z$: Resistencia a cortante Z y momento torsor combinados
 $M_z V_y$: Resistencia a cortante Y y momento torsor combinados
 x : Distancia al origen de la barra
 h : Coeficiente de aprovechamiento (%)
 N.P.: No procede

Comprobaciones que no proceden (N.P.):

- ⁽¹⁾ La comprobación no procede, ya que no hay momento torsor.
- ⁽²⁾ No hay interacción entre momento torsor y esfuerzo cortante para ninguna combinación. Por lo tanto, la comprobación no procede.
- ⁽³⁾ La comprobación no procede, ya que no hay axil de tracción.
- ⁽⁴⁾ La comprobación no procede, ya que no hay axil de compresión ni de tracción.
- ⁽⁵⁾ La comprobación no procede, ya que no hay axil de compresión.
- ⁽⁶⁾ La comprobación no procede, ya que no hay momento flector.
- ⁽⁷⁾ La comprobación no procede, ya que no hay esfuerzo cortante.
- ⁽⁸⁾ No hay interacción entre momento flector y esfuerzo cortante para ninguna combinación. Por lo tanto, la comprobación no procede.
- ⁽⁹⁾ No hay interacción entre axil y momento flector ni entre momentos flectores en ambas direcciones para ninguna combinación. Por lo tanto, la comprobación no procede.
- ⁽¹⁰⁾ No hay interacción entre momento flector, axil y cortante para ninguna combinación. Por lo tanto, la comprobación no procede.

2.4.- Uniones

2.4.1.- Especificaciones para uniones soldadas

Norma:

CTE DB SE-A: Código Técnico de la Edificación. Seguridad estructural. Acero. Apartado 8.6. Resistencia de los medios de unión. Uniones soldadas.

Materiales:

- Perfiles (Material base): S275.
- Material de aportación (soldaduras): Las características mecánicas de los materiales de aportación serán en todos los casos superiores a las del material base. (4.4.1 CTE DB SE-A)

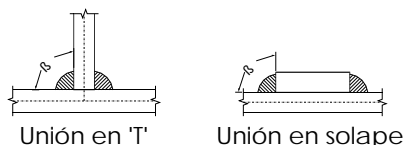
Disposiciones constructivas:

- 1) Las siguientes prescripciones se aplican a uniones soldadas donde los espesores de las piezas a unir sean al menos de 4 mm.
- 2) Los cordones de las soldaduras en ángulo no podrán tener un espesor de garganta inferior a 3 mm ni superior al menor espesor de las piezas a unir.
- 3) Los cordones de las soldaduras en ángulo cuyas longitudes sean menores de 40 mm o 6 veces el espesor de garganta, no se tendrán en cuenta para calcular la resistencia de la unión.
- 4) En el detalle de las soldaduras en ángulo se indica la longitud efectiva del cordón (longitud sobre la cual el cordón tiene su espesor de garganta completo). Para cumplirla, puede ser necesario prolongar el cordón rodeando las esquinas, con el mismo espesor de garganta y una longitud de 2 veces dicho espesor. La longitud efectiva de un cordón de soldadura deberá ser mayor o igual que 4 veces el espesor de garganta.

Listados

5) Las soldaduras en ángulo entre dos piezas que forman un ángulo β deberán cumplir con la condición de que dicho ángulo esté comprendido entre 60 y 120 grados. En caso contrario:

- Si se cumple que $\beta > 120$ (grados): se considerará que no transmiten esfuerzos.
- Si se cumple que $\beta < 60$ (grados): se considerarán como soldaduras a tope con penetración parcial.



Comprobaciones:

a) Cordones de soldadura a tope con penetración total:

En este caso, no es necesaria ninguna comprobación. La resistencia de la unión será igual a la de la más débil de las piezas unidas.

b) Cordones de soldadura a tope con penetración parcial y con preparación de bordes:

Se comprueban como soldaduras en ángulo considerando un espesor de garganta igual al canto nominal de la preparación menos 2 mm (artículo 8.6.3.3b del CTE DB SE-A).

c) Cordones de soldadura en ángulo:

Se realiza la comprobación de tensiones en cada cordón de soldadura según el artículo 8.6.2.3 CTE DB SE-A.

Se comprueban los siguientes tipos de tensión:

$$\text{Tensión de Von Mises} \quad \sqrt{\sigma_{\perp}^2 + 3 \cdot (\tau_{\perp}^2 + \tau_{\parallel}^2)} \leq \frac{f_u}{\beta_w \cdot \gamma_{M2}}$$

$$\text{Tensión normal} \quad \sigma_{\perp} \leq K \cdot \frac{f_u}{\gamma_{M2}}$$

Donde $K = 1$.

Los valores que se muestran en las tablas de comprobación resultan de las combinaciones de esfuerzos que hacen máximo el aprovechamiento tensional para ambas comprobaciones, por lo que es posible que aparezcan dos valores distintos de la tensión normal si cada aprovechamiento máximo resulta en combinaciones distintas.

2.4.2.- Especificaciones para uniones atornilladas

Norma:

CTE DB SE-A: Código Técnico de la Edificación. Seguridad estructural. Acero. Apartado 8.5. Resistencia de los medios de unión. Uniones atornilladas.

Materiales:

- Perfiles (Material base): S275.

Disposiciones constructivas:

1) Se han considerado las siguientes distancias mínimas y máximas entre ejes de agujeros y entre éstos y los bordes de las piezas:

Disposiciones constructivas para tornillos, según artículo 8.5.1 CTE DB SE-A							
Distancias	Al borde de la pieza		Entre agujeros		Entre tornillos		
	e1 ⁽¹⁾	e2 ⁽²⁾	p1 ⁽¹⁾	p2 ⁽²⁾	Compresión	Tracción	
						Filas exteriores	Filas interiores
Mínimas	1.2 do	1.5 do	2.2 do	3 do	p1 y p2	p1, e	p1, i

Máximas ⁽³⁾	40 mm + 4t 150 mm 12t	14t 200 mm	14t 200 mm	14t 200 mm	28t 400 mm
Notas: ⁽¹⁾ Paralela a la dirección de la fuerza ⁽²⁾ Perpendicular a la dirección de la fuerza ⁽³⁾ Se considera el menor de los valores do: Diámetro del agujero. t: Menor espesor de las piezas que se unen. En el caso de esfuerzos oblicuos, se interpolan los valores de manera que el resultado quede del lado de la seguridad.					

2) No deben soldarse ni los tornillos ni las tuercas.

3) Cuando los tornillos se dispongan en posición vertical, la tuerca se situará por debajo de la cabeza del tornillo.

4) Debe comprobarse antes de la colocación que las tuercas pueden desplazarse libremente sobre el tornillo correspondiente.

5) Los agujeros deben realizarse por taladrado u otro proceso que proporcione un acabado equivalente.

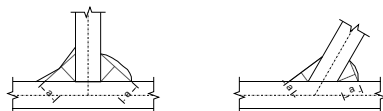
6) El punzonado se admite para piezas de hasta 15 mm de espesor, siempre que el espesor nominal de la pieza no sea mayor que el diámetro nominal del agujero (o dimensión mínima si el agujero no es circular). De realizar el punzonado, se recomienda realizarlo con un diámetro 3 mm menor que el diámetro definitivo y luego taladrar hasta el diámetro nominal.

Comprobaciones:

Se realizan las comprobaciones indicadas en los artículos 8.5.2, 8.8.3 y 8.8.6 de CTE DB SE-A.

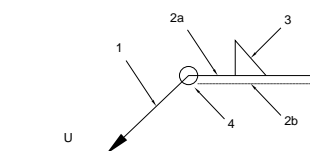
2.4.3.- Referencias y simbología

a[mm]: Espesor de garganta del cordón de soldadura en ángulo, que será la altura mayor, medida perpendicularmente a la cara exterior, entre todos los triángulos que se pueden inscribir entre las superficies de las piezas que hayan alcanzado la fusión y la superficie exterior de las soldaduras. 8.6.2.a CTE DB SE-A



L[mm]: longitud efectiva del cordón de soldadura

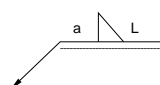
Método de representación de soldaduras



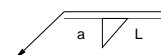
Referencias:

- 1: línea de la flecha
- 2a: línea de referencia (línea continua)
- 2b: línea de identificación (línea a trazos)
- 3: símbolo de soldadura
- 4: indicaciones complementarias
- U: Unión

Referencias 1, 2a y 2b

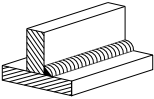

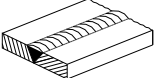

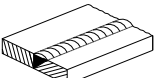

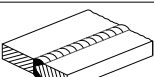

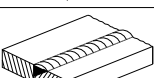

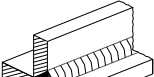

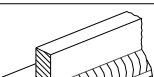



El cordón de soldadura que se detalla se encuentra en el lado de la flecha.

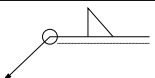
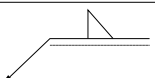
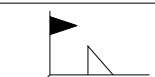


El cordón de soldadura que se detalla se encuentra en el lado opuesto al de la flecha.

Referencia 3

Designación	Ilustración	Símbolo
Soldadura en ángulo		
Soldadura a tope en 'V' simple (con chaflán)		
Soldadura a tope en bisel simple		
Soldadura a tope en bisel doble		
Soldadura a tope en bisel simple con talón de raíz amplio		
Soldadura combinada a tope en bisel simple y en ángulo		
Soldadura a tope en bisel simple con lado curvo		

Referencia 4

Representación	Descripción
	Soldadura realizada en todo el perímetro de la pieza
	Soldadura realizada en taller
	Soldadura realizada en el lugar de montaje

Método de representación de los tornillos de una unión

2.4.4.- Comprobaciones en placas de anclaje

En cada placa de anclaje se realizan las siguientes comprobaciones (asumiendo la hipótesis de placa rígida):

1. Hormigón sobre el que apoya la placa

Se comprueba que la tensión de compresión en la interfaz placa de anclaje-hormigón es menor a la tensión admisible del hormigón según la naturaleza de cada combinación.

2. Pernos de anclaje

- a) Resistencia del material de los pernos: Se descomponen los esfuerzos actuantes sobre la placa en axiles y cortantes en los pernos y se comprueba que ambos esfuerzos, por separado y con interacción entre ellos (tensión de Von Mises), producen tensiones menores a la tensión límite del material de los pernos.
- b) Anclaje de los pernos: Se comprueba el anclaje de los pernos en el hormigón de tal manera que no se produzca el fallo de deslizamiento por adherencia, arrancamiento del cono de rotura o fractura por esfuerzo cortante (aplastamiento).
- c) Aplastamiento: Se comprueba que en cada perno no se supera el cortante que produciría el aplastamiento de la placa contra el perno.

3. Placa de anclaje

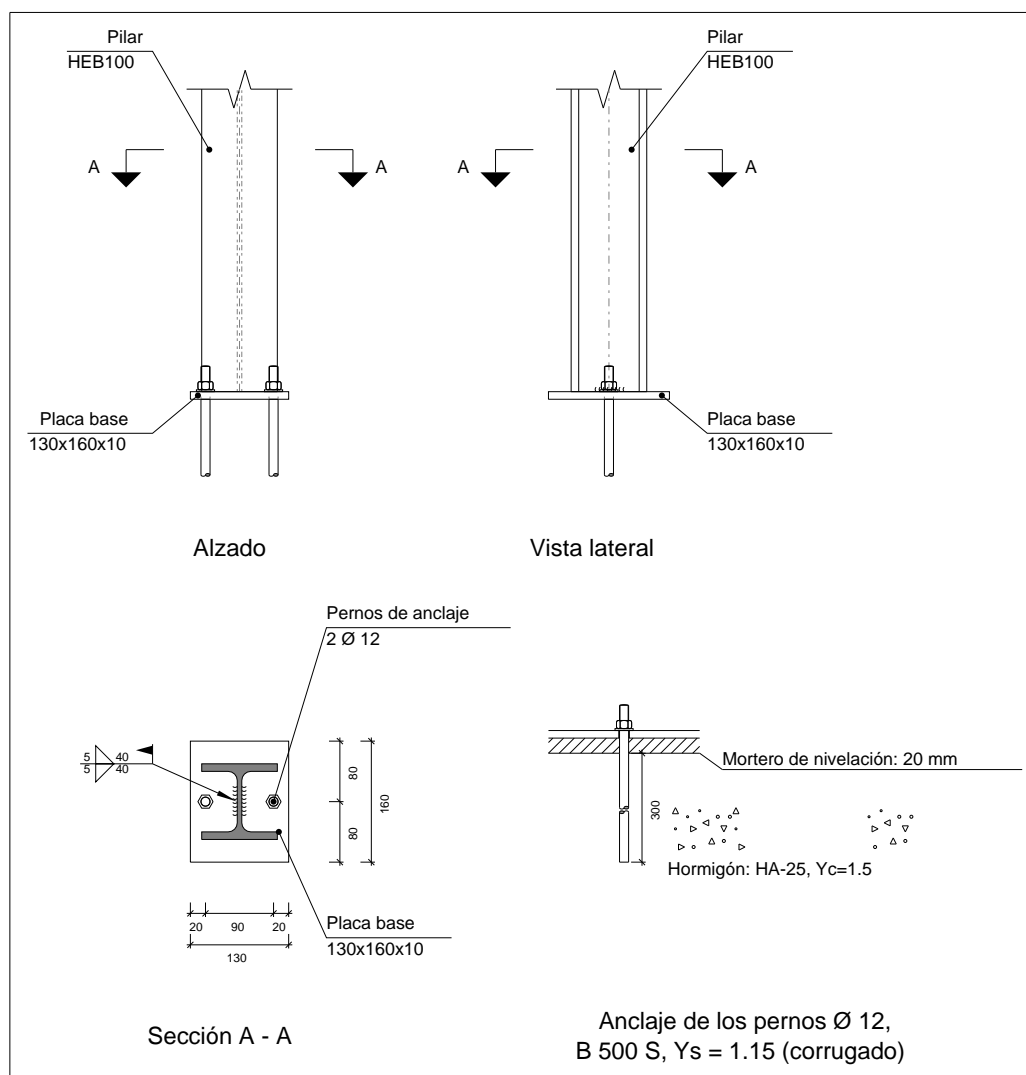
- a) Tensiones globales: En placas con vuelo, se analizan cuatro secciones en el perímetro del perfil, y se comprueba en todas ellas que las tensiones de Von Mises sean menores que la tensión límite según la norma.
- b) Flechas globales relativas: Se comprueba que en los vuelos de las placas no aparezcan flechas mayores que 1/250 del vuelo.
- c) Tensiones locales: Se comprueban las tensiones de Von Mises en todas las placas locales en las que tanto el perfil como los rigidizadores dividen a la placa de anclaje propiamente dicha. Los esfuerzos en cada una de las subplacas se obtienen a partir de las tensiones de contacto con el hormigón y los axiles de los pernos. El modelo generado se resuelve por diferencias finitas.

Listados

2.4.5.- Memoria de cálculo

2.4.5.1.- Tipo 1

a) Detalle



b) Descripción de los componentes de la unión

Elementos complementarios									
Pieza	Geometría				Taladros		Acero		
	Esquema	Ancho (mm)	Canto (mm)	Espesor (mm)	Cantidad	Diámetro (mm)	Tipo	f _y (MPa)	f _u (MPa)
Placa base		130	160	10	2	12	S275	275.0	410.0

c) Comprobación

1) Pilar HEB100

Comprobaciones de resistencia					
Componente	Comprobación	Unidades	Pésimo	Resistente	Aprov. (%)
Alma	Tensión de Von Mises	N/mm ²	97.53	261.90	37.24

Cordones de soldadura

Comprobaciones geométricas					
Ref.	Tipo	a (mm)	l (mm)	t (mm)	Ángulo (grados)
Soldadura del alma	En ángulo	5	40	6.0	90.00

a: Espesor garganta
l: Longitud efectiva
t: Espesor de piezas

Comprobación de resistencia									
Ref.	Tensión de Von Mises					Tensión normal		f _u (N/mm ²)	β _w
	σ _⊥ (N/mm ²)	τ _⊥ (N/mm ²)	τ (N/mm ²)	Valor (N/mm ²)	Aprov. (%)	σ _⊥ (N/mm ²)	Aprov. (%)		
Soldadura del alma	32.2	38.0	17.5	79.2	20.53	40.3	12.27	410.0	0.85

2) Placa de anclaje

Referencia:		
Comprobación	Valores	Estado
Separación mínima entre pernos: 3 diámetros	Mínimo: 36 mm Calculado: 90 mm	Cumple
Separación mínima pernos-perfil: 1.5 diámetros	Mínimo: 18 mm Calculado: 40 mm	Cumple
Separación mínima pernos-borde: 1.5 diámetros	Mínimo: 18 mm Calculado: 20 mm	Cumple
Longitud mínima del perno: Se calcula la longitud de anclaje necesaria por adherencia.	Mínimo: 17 cm Calculado: 30 cm	Cumple
Anclaje perno en hormigón:		
- Tracción:	Máximo: 30.77 kN Calculado: 4.21 kN	Cumple
- Cortante:	Máximo: 21.54 kN Calculado: 3.84 kN	Cumple
- Tracción + Cortante:	Máximo: 30.77 kN Calculado: 9.69 kN	Cumple
Tracción en vástago de pernos:	Máximo: 35.94 kN Calculado: 4.19 kN	Cumple
Tensión de Von Mises en vástago de pernos:	Máximo: 476.19 MPa Calculado: 67.4617 MPa	Cumple
Aplastamiento perno en placa: Limite del cortante en un perno actuando contra la placa	Máximo: 62.86 kN Calculado: 3.59 kN	Cumple
Tensión de Von Mises en secciones globales:		
- Derecha:	Máximo: 261.905 MPa Calculado: 6.75765 MPa	Cumple
- Izquierda:	Calculado: 6.75765 MPa	Cumple
- Arriba:	Calculado: 26.2974 MPa	Cumple
- Abajo:	Calculado: 26.2974 MPa	Cumple
Flecha global equivalente: Limitación de la deformabilidad de los vuelos		
- Derecha:	Mínimo: 250 Calculado: 48176.2	Cumple
- Izquierda:	Calculado: 48176.2	Cumple
- Arriba:	Calculado: 6929.74	Cumple
- Abajo:	Calculado: 6929.74	Cumple
Tensión de Von Mises local: Tensión por tracción de pernos sobre placas en voladizo	Máximo: 261.905 MPa Calculado: 35.5989 MPa	Cumple
Se cumplen todas las comprobaciones		

d) Medición

Soldaduras				
f_u (MPa)	Ejecución	Tipo	Espesor de garganta (mm)	Longitud de cordones (mm)
410.0	En el lugar de montaje	En ángulo	5	80

Elementos de tornillería			
Tipo	Material	Cantidad	Descripción
Tuercas	Clase 6	2	ISO 4032-M12
Arandelas	Dureza 200 HV	2	ISO 7089-12

Placas de anclaje				
Material	Elementos	Cantidad	Dimensiones (mm)	Peso (kg)
S275	Placa base	1	130x160x10	1.63
	Total			1.63
B 500 S, $Y_s = 1.15$ (corrugado)	Pernos de anclaje	2	Ø 12 - L = 342	0.61
	Total			0.61

APÉNDICE C: ACTUACIÓN LÍNEA DE FANGOS

C.1. ESPESADORES DE FANGOS

C.1.1. ESPESADORES

MODELO 3D

DEPOSITO CILINDRICO

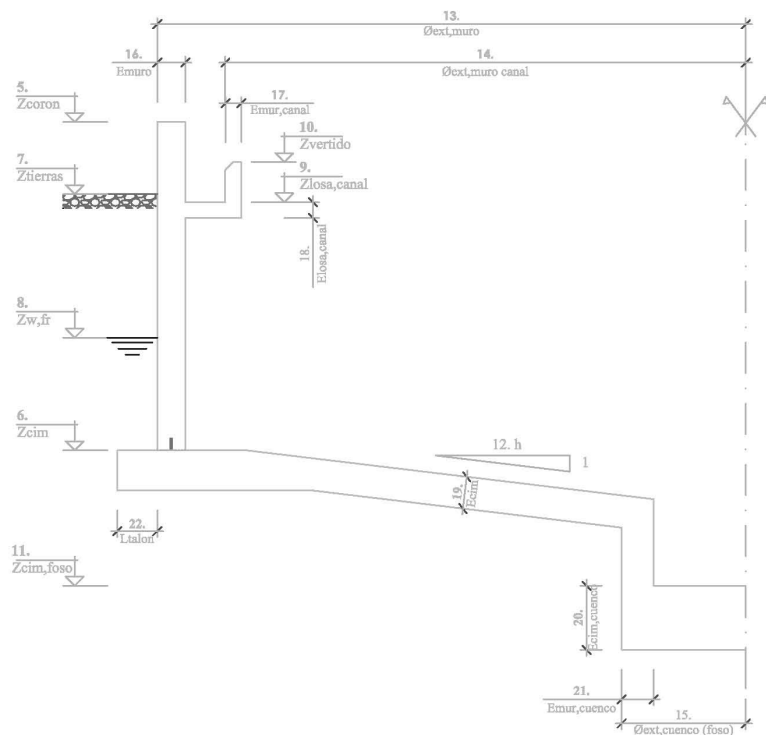
PARAMETRIZACION GEOMETRIA Y ACCIONES MODELO

REFERENCIA ELEMENTO **ESPESADOR DE FANGOS**

DEFINICION DE MATERIALES

1. Normativa de Referencia para Dimensionamiento **EC-2**
2. Resistencia Nominal del Hormigón de Losa Cimentación **35** N/mm²
3. Resistencia Nominal del Hormigón de Alzados **35** N/mm²
4. Clase de Acero para Armadura Pasiva **500** N/mm²

SECCIÓN ESQUEMA DEPÓSITO. DEFINICIÓN DE VARIABLES



DEFINICION DE COTAS Y GEOMETRIA

5. Nivel de Coronación del Depósito **856.20** m
6. Nivel de Cimentación del Depósito (cara superior losa cimentación) **850.60** m
7. Nivel de Tierras en el Trasdós **855.00** m
 ¿Existe Canal de Recogida en Muro Exterior (caso normal en Decantadores)? **SI**
8. Nivel de la Cara Superior de la Solera del Canal-Rebosadero **855.00** m
9. Nivel de Vertido en el Rebosadero **855.50** m
10. Nivel de la Cara Superior de la Solera del Cuenco (Foso) **849.47** m
11. Talud (h) de la Solera de Cimentación (1:h) **4** m
12. Diámetro Exterior del Muro Exterior del Depósito **10.90** m
13. Diámetro Exterior del Rebosadero **8.60** m
14. Diámetro Exterior del Cuenco(foso) del Depósito **1.80** m
15. Espesor de las Paredes del Depósito **0.45** m
16. Espesor de la Pared del Rebosadero **0.25** m
17. Espesor de la Solera del Rebosadero **0.25** m
18. Espesor de la Solera Cimentación **0.50** m
19. Espesor de la Solera del Cuenco(foso) **0.35** m

MODELO 3D

DEPOSITO CILINDRICO

PARAMETRIZACION GEOMETRIA Y ACCIONES MODELO

20. Espesor de las Paredes del Cuenco(foso) 0.40 m

21. Longitud del Talón del Depósito 0.30 m

DEFINICION DE PARÁMETROS DEL TERRENO Y ACCIONES

22. Módulo de Balasto Vertical en Solera Cimentación 110000 kN/m3

23. Módulo de Balasto Tangencial en Solera Cimentación 55000 kN/m3

24. Coeficiente de Empuje Activo del Terreno de Relleno en Trasdós 0.33

25. Peso Específico del Terreno en trasdós 20 kN/m3

26. Peso Específico del Agua 10 kN/m3

27. Peso Específico del Fango 12 kN/m3

28. Valor absoluto de la temperatura equivalente de retracción 30 °

29. Sobrecarga Uniforme a considerar en el Trasdós 10 kN/m2

DEFINICION DE PARÁMETROS DE MALLADO DE E.F.

30. Tamaño Máximo del Mallado de Elementos Finitos 0.45 m

31. Tamaño Máximo del Mallado de Elementos Finitos en Zona Esquinas 0.35 m

DEFINICION PARAMETROS FISURACIÓN

32. Recubrimiento geométrico de las armaduras 50 mm

33. Diámetro Estimado Armadura Superior (caras en contacto con el Agua) 16 mm

34. Diámetro Estimado Armadura Inferior (caras en contacto con el Terreno) 16 mm

35. Abertura de Fisura Límite en Paramentos en Contacto con el Agua 0.10 mm

36. Abertura de Fisura Límite en Paramentos en Contacto con el Terreno 0.30 mm

MODELO 3D

MATERIALES ESPESADOR DE FANGOS

Default design code is EuroNorm EN 1992-1-1:2004 Concrete Structures (Europe) V 2020

Structure and Tab.7.1N: AN (Buildings)

Snow load zone : 1

National Defined Parameters

Reference of parameter in design code	Value
long term reduction concrete compressive strength α -cc EN 1992-1-1 3.1.6 (1)	1.000 ¹
long term reduction concrete tensile strength α -ct EN 1992-1-1 3.1.6 (2)	1.000 ¹
safety coefficient γ -c for concrete EN 1992-1-1 2.4.2.4	1.500 ¹
safety coefficient γ -CE for concrete elasticity EN 1992-1-1 5.8.6 (3)	1.200 ¹
safety coefficient γ -s for reinforcing steel EN 1992-1-1 2.4.2.4	1.150 ¹

¹ national defined parameter taken from the INI-files

Materials

Mat Classification
1 C 35/45 (EN 1992)
2 B 500 B (EN 1992)
3 C 35/45 (EN 1992)

Mat 1 C 35/45 (EN 1992)

Young's modulus	E	34077 [N/mm2]	Safetyfactor	1.50 [-]	
Poisson's ratio	μ	0.20 [-]	Strength	fc	35.00 [MPa]
Shear modulus	G	14199 [N/mm2]	Nominal strength	fck	35.00 [MPa]
Compression modulus	K	18932 [N/mm2]	Tensile strength	fctm	3.21 [MPa]
Nominal Weight	γ	25.0 [kN/m3]	Tensile strength	fctk,05	2.25 [MPa]
Mean density	ρ	2400.0 [kg/m3]	Tensile strength	fctk,95	4.17 [MPa]
Elongation coefficient	α	1.00E-05 [1/K]	Bond strength	fbd	3.37 [MPa]
			Service strength	fc	43.00 [MPa]
			Fatigue strength	fcd,fat	17.06 [MPa]
			Tensile strength	fctd	1.50 [MPa]
			Tensile failure energy	Gf	0.14 [N/mm]

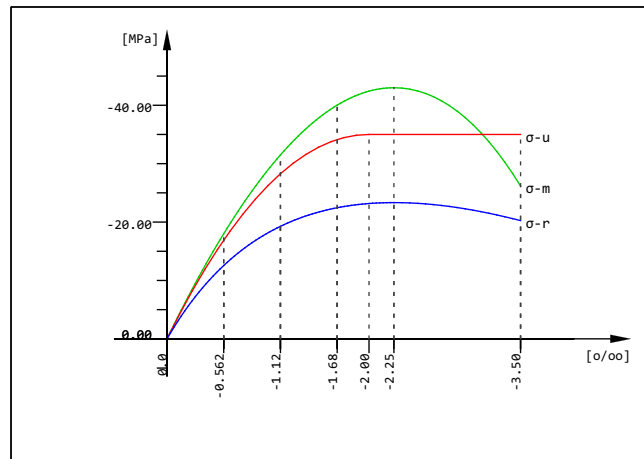
Stress-Strain for serviceability	ϵ [o/oo]	σ -m[MPa]	E-t[N/mm ²]
Is only valid within the defined	0.000	0.00	35781
stress range	-0.562	-17.99	28179
	-1.123	-31.50	19765
	-1.685	-40.02	10420
	-2.246	-43.00	0
	-3.500	-26.18	-28065
Safetyfactor			1.50

Stress-Strain for ultimate load	ϵ [o/oo]	σ -u[MPa]	E-t[N/mm ²]
Is only valid within the defined	0.000	0.00	35000
stress range	-2.000	-35.00	0
	-3.500	-35.00	0
Safetyfactor			1.50

Stress-Strain of calc. mean values	ϵ [o/oo]	σ -r[MPa]	E-t[N/mm ²]
Is only valid within the defined	0.000	0.00	29818
stress range	-0.562	-12.55	16227
	-1.123	-19.27	8335
	-1.685	-22.45	3349
	-2.246	-23.33	0
	-3.500	-20.25	-4413
Safetyfactor			(1.50)

MODELO 3D

MATERIALES ESPESADOR DE FANGOS



C 35/45 (EN 1992)

Mat 2 B 500 B (EN 1992)

Young's modulus	E	200000 [N/mm ²]	Safetyfactor	1.15 [-]
Poisson's ratio	μ	0.30 [-]	Yield stress	f _y 500.00 [MPa]
Shear modulus	G	76923 [N/mm ²]	Compressive yield	f _{yc} 500.00 [MPa]
Compression modulus	K	166667 [N/mm ²]	Tensile strength	f _t 540.00 [MPa]
Nominal Weight	γ	78.5 [kN/m ³]	Compressive strength	f _c 540.00 [MPa]
Mean density	ρ	7850.0 [kg/m ³]	Ultimate strain	50.00 [‰]
Elongation coefficient	α	1.20E-05 [1/K]	relative bond coeff.	1.00 [-]
max. thickness	t-max	32.00 [mm]	EN 1992 bond coeff.	k ₁ 0.80 [-]
			Hardening modulus	E _h 0.00 [MPa]
			Proportional limit	f _p 500.00 [MPa]
			Dynamic allowance	σ-dyn 152.17 [MPa]

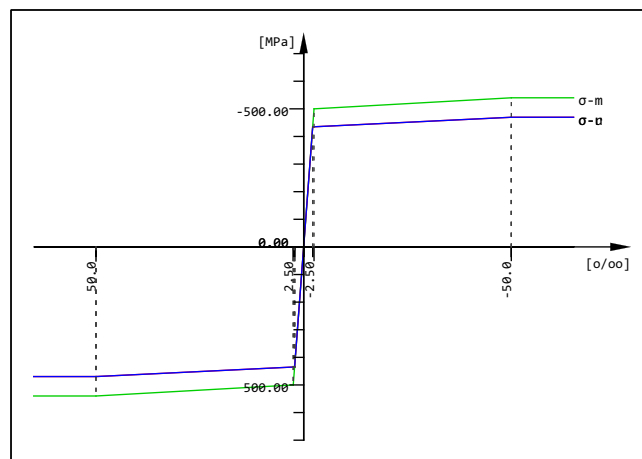
Stress-Strain for serviceability	ε[‰]	σ-m[MPa]	E-t[N/mm ²]
Is also extended beyond the	1000.000	540.00	0
defined stress range	50.000	540.00	0
	2.500	500.00	842
	0.000	0.00	200000
	-2.500	-500.00	842
	-50.000	-540.00	0
	-1000.000	-540.00	0
Safetyfactor			1.15

Stress-Strain for ultimate load	ε[‰]	σ-u[MPa]	E-t[N/mm ²]
Is also extended beyond the	1000.000	469.57	0
defined stress range	50.000	469.57	0
	2.174	434.78	727
	0.000	0.00	200000
	-2.174	-434.78	727
	-50.000	-469.57	0
	-1000.000	-469.57	0
Safetyfactor			(1.15)

Stress-Strain of calc. mean values	ε[‰]	σ-r[MPa]	E-t[N/mm ²]
Is also extended beyond the	1000.000	469.57	0
defined stress range	50.000	469.57	0
	2.174	434.78	727
	0.000	0.00	200000
	-2.174	-434.78	727
	-50.000	-469.57	0
	-1000.000	-469.57	0
Safetyfactor			(1.15)

MODELO 3D

MATERIALES ESPESADOR DE FANGOS



B 500 B (EN 1992)

Mat 3 C 35/45 (EN 1992)

Young's modulus	E	34077 [N/mm ²]	Safetyfactor	1.50 [-]
Poisson's ratio	μ	0.20 [-]	Strength	f _c 35.00 [MPa]
Shear modulus	G	14199 [N/mm ²]	Nominal strength	f _{ck} 35.00 [MPa]
Compression modulus	K	18932 [N/mm ²]	Tensile strength	f _{ctm} 3.21 [MPa]
Nominal Weight	γ	25.0 [kN/m ³]	Tensile strength	f _{ctk,05} 2.25 [MPa]
Mean density	ρ	2400.0 [kg/m ³]	Tensile strength	f _{ctk,95} 4.17 [MPa]
Elongation coefficient	α	1.00E-05 [1/K]	Bond strength	f _{bd} 3.37 [MPa]
			Service strength	f _{cm} 43.00 [MPa]
			Fatigue strength	f _{cd,fat} 17.06 [MPa]
			Tensile strength	f _{ctd} 1.50 [MPa]
			Tensile failure energy G _f	0.14 [N/mm]

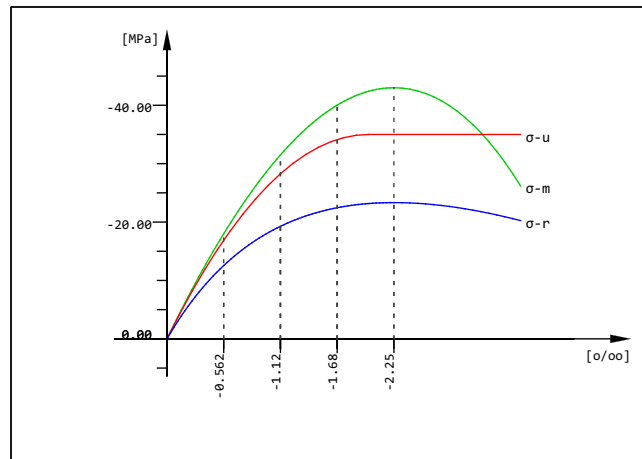
Stress-Strain for serviceability		ε[o/oo]	σ-m[MPa]	E-t[N/mm ²]
Is only valid within the defined		0.000	0.00	35781
stress range		-0.562	-17.99	28179
		-1.123	-31.50	19765
		-1.685	-40.02	10420
		-2.246	-43.00	0
		-3.500	-26.18	-28065
Safetyfactor				1.50

Stress-Strain for ultimate load		ε[o/oo]	σ-u[MPa]	E-t[N/mm ²]
Is only valid within the defined		0.000	0.00	35000
stress range		-2.000	-35.00	0
		-3.500	-35.00	0
Safetyfactor				1.50

Stress-Strain of calc. mean values		ε[o/oo]	σ-r[MPa]	E-t[N/mm ²]
Is only valid within the defined		0.000	0.00	29818
stress range		-0.562	-12.55	16227
		-1.123	-19.27	8335
		-1.685	-22.45	3349
		-2.246	-23.33	0
		-3.500	-20.25	-4413
Safetyfactor				(1.50)

MODELO 3D

MATERIALES ESPESADOR DE FANGOS



C 35/45 (EN 1992)

MODELO 3D

Groups

Grp	number	Type	min-no	max-no	Designation
0	250	QUAD	1	250	
1	250	QUAD	10001	10250	
2	250	QUAD	20001	20250	
3	250	QUAD	30001	30250	
4	112	QUAD	40001	40112	
5	132	QUAD	50001	50132	
6	208	QUAD	60001	60208	
7	772	QUAD	70001	70772	
8	32	QUAD	80001	80032	
9	16	QUAD	90001	90016	
Grp	primary group number		Type	element type	
number	number of elements within group		min-no,max-no	minimum/maximum element number	

Summary of quadrilateral elements

Groups

Grp	TotArea [m2]	TotVolume [m3]	TotWeight [t]	Material
0	47.997	21.599	53.997	1
1	47.997	21.599	53.997	1
2	47.997	21.599	53.997	1
3	47.997	21.599	53.997	1
4	16.387	4.097	10.242	1
5	30.983	7.746	19.364	1
6	18.063	9.032	22.579	3
7	86.780	43.390	108.475	3
8	1.863	0.745	1.863	3
9	1.500	0.525	1.313	3
Sum	347.565	151.929	379.823	
Grp	primary group number			

MODELO 3D
 ENVOLVENTES
 ELU1 (LLENO SIN TIERRAS)

Combination rule Number 1

Design combination
 Resulting Load Cases type Design combination

Load Case selection

Number	Fact	Type	Designation
1	0.80	PERM	PESO PROPIO
1	0.55	COND	PESO PROPIO
2	1.00	PERM	RETRACCION
2	0.35	COND	RETRACCION
3	1.20	COND	EMPUJE+PESO AGUA INTERIOR

Fact factor for load case
 Type type of the load case
 PERM permanent load grouped in actions
 COND conditional load

Generated Load Cases

Number	Combination	Designation
100	1 MAX-MXX	QUAD
101	1 MIN-MXX	QUAD
102	1 MAX-MYY	QUAD
103	1 MIN-MYY	QUAD
104	1 MAX-MXY	QUAD
105	1 MIN-MXY	QUAD
100	1 MAX-MXX	QUAK
101	1 MIN-MXX	QUAK
102	1 MAX-MYY	QUAK
103	1 MIN-MYY	QUAK
104	1 MAX-MXY	QUAK
105	1 MIN-MXY	QUAK
106	1 MAX-VX	QUAD
107	1 MIN-VX	QUAD
106	1 MAX-VX	QUAK
107	1 MIN-VX	QUAK
108	1 MAX-VY	QUAD
109	1 MIN-VY	QUAD
108	1 MAX-VY	QUAK
109	1 MIN-VY	QUAK
110	1 MAX-NXX	QUAD
111	1 MIN-NXX	QUAD
112	1 MAX-NYY	QUAD
113	1 MIN-NYY	QUAD
114	1 MAX-NXY	QUAD
115	1 MIN-NXY	QUAD
110	1 MAX-NXX	QUAK
111	1 MIN-NXX	QUAK
112	1 MAX-NYY	QUAK
113	1 MIN-NYY	QUAK
114	1 MAX-NXY	QUAK
115	1 MIN-NXY	QUAK

MODELO 3D

ELU2 (VACIO SIN FANGOS)

Combination rule Number 2

Design combination

Resulting Load Cases type Design combination

Load Case selection

Number	Fact	Type	Designation
1	0.80	PERM	PESO PROPIO
1	0.55	COND	PESO PROPIO
2	1.00	PERM	RETRACCION
2	0.35	COND	RETRACCION
5	0.70	PERM	EMPUJE ACTIVO TIERRAS
5	0.65	COND	EMPUJE ACTIVO TIERRAS
6	1.50	COND	EMPUJE SOBRECARGA

Fact factor for load case

Type type of the load case

PERM permanent load grouped in actions

COND conditional load

Generated Load Cases

Number	Combination	Designation
200	2 MAX-MXX	QUAD
201	2 MIN-MXX	QUAD
202	2 MAX-MYY	QUAD
203	2 MIN-MYY	QUAD
204	2 MAX-MXY	QUAD
205	2 MIN-MXY	QUAD
200	2 MAX-MXX	QUAK
201	2 MIN-MXX	QUAK
202	2 MAX-MYY	QUAK
203	2 MIN-MYY	QUAK
204	2 MAX-MXY	QUAK
205	2 MIN-MXY	QUAK
206	2 MAX-VX	QUAD
207	2 MIN-VX	QUAD
206	2 MAX-VX	QUAK
207	2 MIN-VX	QUAK
208	2 MAX-VY	QUAD
209	2 MIN-VY	QUAD
208	2 MAX-VY	QUAK
209	2 MIN-VY	QUAK
210	2 MAX-NXX	QUAD
211	2 MIN-NXX	QUAD
212	2 MAX-NYY	QUAD
213	2 MIN-NYY	QUAD
214	2 MAX-NXY	QUAD
215	2 MIN-NXY	QUAD
210	2 MAX-NXX	QUAK
211	2 MIN-NXX	QUAK
212	2 MAX-NYY	QUAK
213	2 MIN-NYY	QUAK
214	2 MAX-NXY	QUAK
215	2 MIN-NXY	QUAK

MODELO 3D

ELU3 (TIERRAS Y FANGOS)

Combination rule Number 3

Design combination

Resulting Load Cases type Design combination

Load Case selection

Number	Fact	Type	Designation
1	0.80	PERM	PESO PROPIO
1	0.55	COND	PESO PROPIO
2	1.00	PERM	RETRACCION
2	0.35	COND	RETRACCION
4	1.20	COND	EMPUJE+PESO FANGO INTERIOR
5	0.70	PERM	EMPUJE ACTIVO TIERRAS
5	0.65	COND	EMPUJE ACTIVO TIERRAS
6	1.50	COND	EMPUJE SOBRECARGA

Fact factor for load case

Type type of the load case

PERM permanent load grouped in actions

COND conditional load

Generated Load Cases

Number	Combination	Designation
300	3 MAX-MXX	QUAD
301	3 MIN-MXX	QUAD
302	3 MAX-MYY	QUAD
303	3 MIN-MYY	QUAD
304	3 MAX-MXY	QUAD
305	3 MIN-MXY	QUAD
300	3 MAX-MXX	QUAK
301	3 MIN-MXX	QUAK
302	3 MAX-MYY	QUAK
303	3 MIN-MYY	QUAK
304	3 MAX-MXY	QUAK
305	3 MIN-MXY	QUAK
306	3 MAX-VX	QUAD
307	3 MIN-VX	QUAD
306	3 MAX-VX	QUAK
307	3 MIN-VX	QUAK
308	3 MAX-VY	QUAD
309	3 MIN-VY	QUAD
308	3 MAX-VY	QUAK
309	3 MIN-VY	QUAK
310	3 MAX-NXX	QUAD
311	3 MIN-NXX	QUAD
312	3 MAX-NYY	QUAD
313	3 MIN-NYY	QUAD
314	3 MAX-NXY	QUAD
315	3 MIN-NXY	QUAD
310	3 MAX-NXX	QUAK
311	3 MIN-NXX	QUAK
312	3 MAX-NYY	QUAK
313	3 MIN-NYY	QUAK
314	3 MAX-NXY	QUAK
315	3 MIN-NXY	QUAK

MODELO 3D

ELS1 (TENSIONES TERRENO)

Combination rule Number 4

Design combination

Resulting Load Cases type Design combination

Load Case selection

Number	Fact	Type	Designation
1	1.00	PERM	PESO PROPIO
2	1.00	PERM	RETRACCION
4	1.00	COND	EMPUJE+PESO FANGO INTERIOR
5	1.00	PERM	EMPUJE ACTIVO TIERRAS
6	1.00	COND	EMPUJE SOBRECARGA

Fact factor for load case

Type type of the load case

PERM permanent load grouped in actions

COND conditional load

Generated Load Cases

Number	Combination	Designation
400	4 MAX-MXX	QUAD
401	4 MIN-MXX	QUAD
402	4 MAX-MYY	QUAD
403	4 MIN-MYY	QUAD
404	4 MAX-MXY	QUAD
405	4 MIN-MXY	QUAD
400	4 MAX-MXX	QUAK
401	4 MIN-MXX	QUAK
402	4 MAX-MYY	QUAK
403	4 MIN-MYY	QUAK
404	4 MAX-MXY	QUAK
405	4 MIN-MXY	QUAK
406	4 MAX-VX	QUAD
407	4 MIN-VX	QUAD
406	4 MAX-VX	QUAK
407	4 MIN-VX	QUAK
408	4 MAX-VY	QUAD
409	4 MIN-VY	QUAD
408	4 MAX-VY	QUAK
409	4 MIN-VY	QUAK
410	4 MAX-NXX	QUAD
411	4 MIN-NXX	QUAD
412	4 MAX-NYY	QUAD
413	4 MIN-NYY	QUAD
414	4 MAX-NXY	QUAD
415	4 MIN-NXY	QUAD
410	4 MAX-NXX	QUAK
411	4 MIN-NXX	QUAK
412	4 MAX-NYY	QUAK
413	4 MIN-NYY	QUAK
414	4 MAX-NXY	QUAK
415	4 MIN-NXY	QUAK
417	4 MAX-P	QUAD
418	4 MIN-P	QUAD

MODELO 3D

ELS2 (LLENO SIN TIERRAS)

Combination rule Number 5

Design combination

Resulting Load Cases type Design combination

Load Case selection

Number	Fact	Type	Designation
1	1.00	PERM	PESO PROPIO
2	1.00	PERM	RETRACCION
3	1.00	COND	EMPUJE+PESO AGUA INTERIOR

Fact factor for load case
 Type type of the load case
 PERM permanent load grouped in actions
 COND conditional load

Generated Load Cases

Number	Combination	Designation
500	5 MAX-MXX	QUAD
501	5 MIN-MXX	QUAD
502	5 MAX-MYY	QUAD
503	5 MIN-MYY	QUAD
504	5 MAX-MXY	QUAD
505	5 MIN-MXY	QUAD
500	5 MAX-MXX	QUAK
501	5 MIN-MXX	QUAK
502	5 MAX-MYY	QUAK
503	5 MIN-MYY	QUAK
504	5 MAX-MXY	QUAK
505	5 MIN-MXY	QUAK
506	5 MAX-VX	QUAD
507	5 MIN-VX	QUAD
506	5 MAX-VX	QUAK
507	5 MIN-VX	QUAK
508	5 MAX-VY	QUAD
509	5 MIN-VY	QUAD
508	5 MAX-VY	QUAK
509	5 MIN-VY	QUAK
510	5 MAX-NXX	QUAD
511	5 MIN-NXX	QUAD
512	5 MAX-NYY	QUAD
513	5 MIN-NYY	QUAD
514	5 MAX-NXY	QUAD
515	5 MIN-NXY	QUAD
510	5 MAX-NXX	QUAK
511	5 MIN-NXX	QUAK
512	5 MAX-NYY	QUAK
513	5 MIN-NYY	QUAK
514	5 MAX-NXY	QUAK
515	5 MIN-NXY	QUAK
571	5 MAX-SXT	QUAD
572	5 MIN-SXT	QUAD
571	5 MAX-SXT	QUAK
572	5 MIN-SXT	QUAK
573	5 MAX-SYT	QUAD
574	5 MIN-SYT	QUAD
573	5 MAX-SYT	QUAK
574	5 MIN-SYT	QUAK
577	5 MAX-SXB	QUAD
578	5 MIN-SXB	QUAD
577	5 MAX-SXB	QUAK
578	5 MIN-SXB	QUAK
579	5 MAX-SYB	QUAD

MODELO 3D

ELS2 (LLENO SIN TIERRAS)

Generated Load Cases

Number	Combination	Designation
580	5 MIN-SYB	QUAD
579	5 MAX-SYB	QUAK
580	5 MIN-SYB	QUAK

MODELO 3D

ELS3 (VACIO SIN FANGOS)

Combination rule Number 6

Design combination

Resulting Load Cases type Design combination

Load Case selection

Number	Fact	Type	Designation
1	1.00	PERM	PESO PROPIO
2	1.00	PERM	RETRACCION
5	1.00	PERM	EMPUJE ACTIVO TIERRAS
6	1.00	COND	EMPUJE SOBRECARGA

Fact factor for load case

Type type of the load case

PERM permanent load grouped in actions

COND conditional load

Generated Load Cases

Number	Combination	Designation
600	6 MAX-MXX	QUAD
601	6 MIN-MXX	QUAD
602	6 MAX-MYY	QUAD
603	6 MIN-MYY	QUAD
604	6 MAX-MXY	QUAD
605	6 MIN-MXY	QUAD
600	6 MAX-MXX	QUAK
601	6 MIN-MXX	QUAK
602	6 MAX-MYY	QUAK
603	6 MIN-MYY	QUAK
604	6 MAX-MXY	QUAK
605	6 MIN-MXY	QUAK
606	6 MAX-VX	QUAD
607	6 MIN-VX	QUAD
606	6 MAX-VX	QUAK
607	6 MIN-VX	QUAK
608	6 MAX-VY	QUAD
609	6 MIN-VY	QUAD
608	6 MAX-VY	QUAK
609	6 MIN-VY	QUAK
610	6 MAX-NXX	QUAD
611	6 MIN-NXX	QUAD
612	6 MAX-NYY	QUAD
613	6 MIN-NYY	QUAD
614	6 MAX-NXY	QUAD
615	6 MIN-NXY	QUAD
610	6 MAX-NXX	QUAK
611	6 MIN-NXX	QUAK
612	6 MAX-NYY	QUAK
613	6 MIN-NYY	QUAK
614	6 MAX-NXY	QUAK
615	6 MIN-NXY	QUAK
671	6 MAX-SXT	QUAD
672	6 MIN-SXT	QUAD
671	6 MAX-SXT	QUAK
672	6 MIN-SXT	QUAK
673	6 MAX-SYT	QUAD
674	6 MIN-SYT	QUAD
673	6 MAX-SYT	QUAK
674	6 MIN-SYT	QUAK
677	6 MAX-SXB	QUAD
678	6 MIN-SXB	QUAD
677	6 MAX-SXB	QUAK
678	6 MIN-SXB	QUAK

MODELO 3D

ELS3 (VACIO SIN FANGOS)

Generated Load Cases

Number	Combination	Designation
679	6	MAX-SYB QUAD
680	6	MIN-SYB QUAD
679	6	MAX-SYB QUAK
680	6	MIN-SYB QUAK

MODELO 3D

ELS4 (FISURACIÓN)

Combination rule Number 7

Design combination

Resulting Load Cases type Design combination

Load Case selection

Number	Fact	Type	Designation
1	1.00	PERM	PESO PROPIO
2	1.00	PERM	RETRACCION
4	1.00	COND	EMPUJE+PESO FANGO INTERIOR
5	1.00	PERM	EMPUJE ACTIVO TIERRAS
6	0.70	COND	EMPUJE SOBRECARGA

Fact factor for load case

Type type of the load case

PERM permanent load grouped in actions

COND conditional load

Generated Load Cases

Number	Combination	Designation
700	7 MAX-MXX	QUAD
701	7 MIN-MXX	QUAD
702	7 MAX-MYY	QUAD
703	7 MIN-MYY	QUAD
704	7 MAX-MXY	QUAD
705	7 MIN-MXY	QUAD
700	7 MAX-MXX	QUAK
701	7 MIN-MXX	QUAK
702	7 MAX-MYY	QUAK
703	7 MIN-MYY	QUAK
704	7 MAX-MXY	QUAK
705	7 MIN-MXY	QUAK
706	7 MAX-VX	QUAD
707	7 MIN-VX	QUAD
706	7 MAX-VX	QUAK
707	7 MIN-VX	QUAK
708	7 MAX-VY	QUAD
709	7 MIN-VY	QUAD
708	7 MAX-VY	QUAK
709	7 MIN-VY	QUAK
710	7 MAX-NXX	QUAD
711	7 MIN-NXX	QUAD
712	7 MAX-NYY	QUAD
713	7 MIN-NYY	QUAD
714	7 MAX-NXY	QUAD
715	7 MIN-NXY	QUAD
710	7 MAX-NXX	QUAK
711	7 MIN-NXX	QUAK
712	7 MAX-NYY	QUAK
713	7 MIN-NYY	QUAK
714	7 MAX-NXY	QUAK
715	7 MIN-NXY	QUAK
771	7 MAX-SXT	QUAD
772	7 MIN-SXT	QUAD
771	7 MAX-SXT	QUAK
772	7 MIN-SXT	QUAK
773	7 MAX-SYT	QUAD
774	7 MIN-SYT	QUAD
773	7 MAX-SYT	QUAK
774	7 MIN-SYT	QUAK
777	7 MAX-SXB	QUAD
778	7 MIN-SXB	QUAD
777	7 MAX-SXB	QUAK

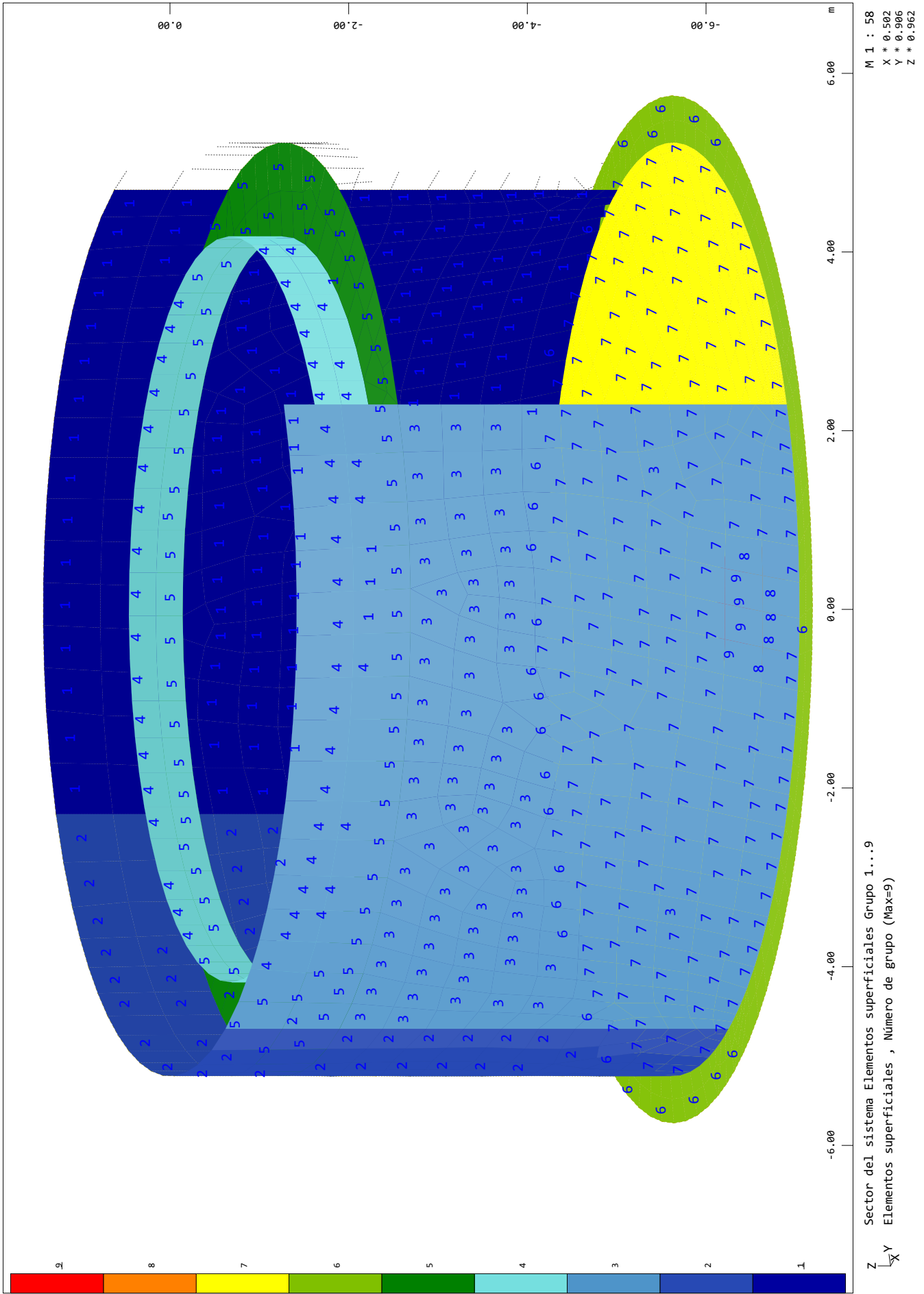
MODELO 3D

ELS4 (FISURACIÓN)

Generated Load Cases

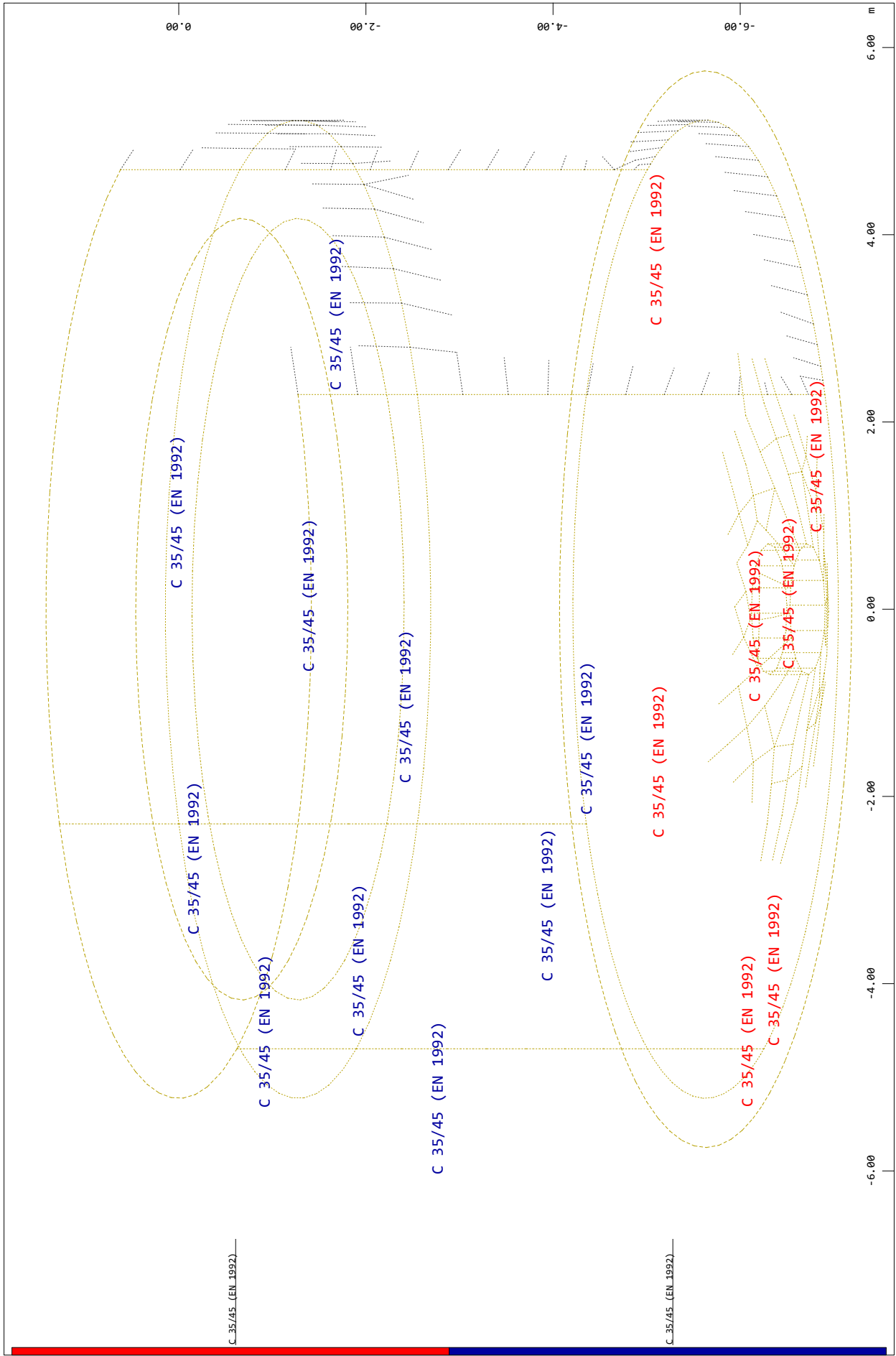
Number	Combination	Designation
778	7 MIN-SXB	QUAK
779	7 MAX-SYB	QUAD
780	7 MIN-SYB	QUAD
779	7 MAX-SYB	QUAK
780	7 MIN-SYB	QUAK

MODELO 3D
RESULTADOS GRAFICOS
GEOMETRÍA



MODELO 3D
RESULTADOS GRAFICOS
GEOMETRÍA

SOFISTIK AG - www.sofistik.de



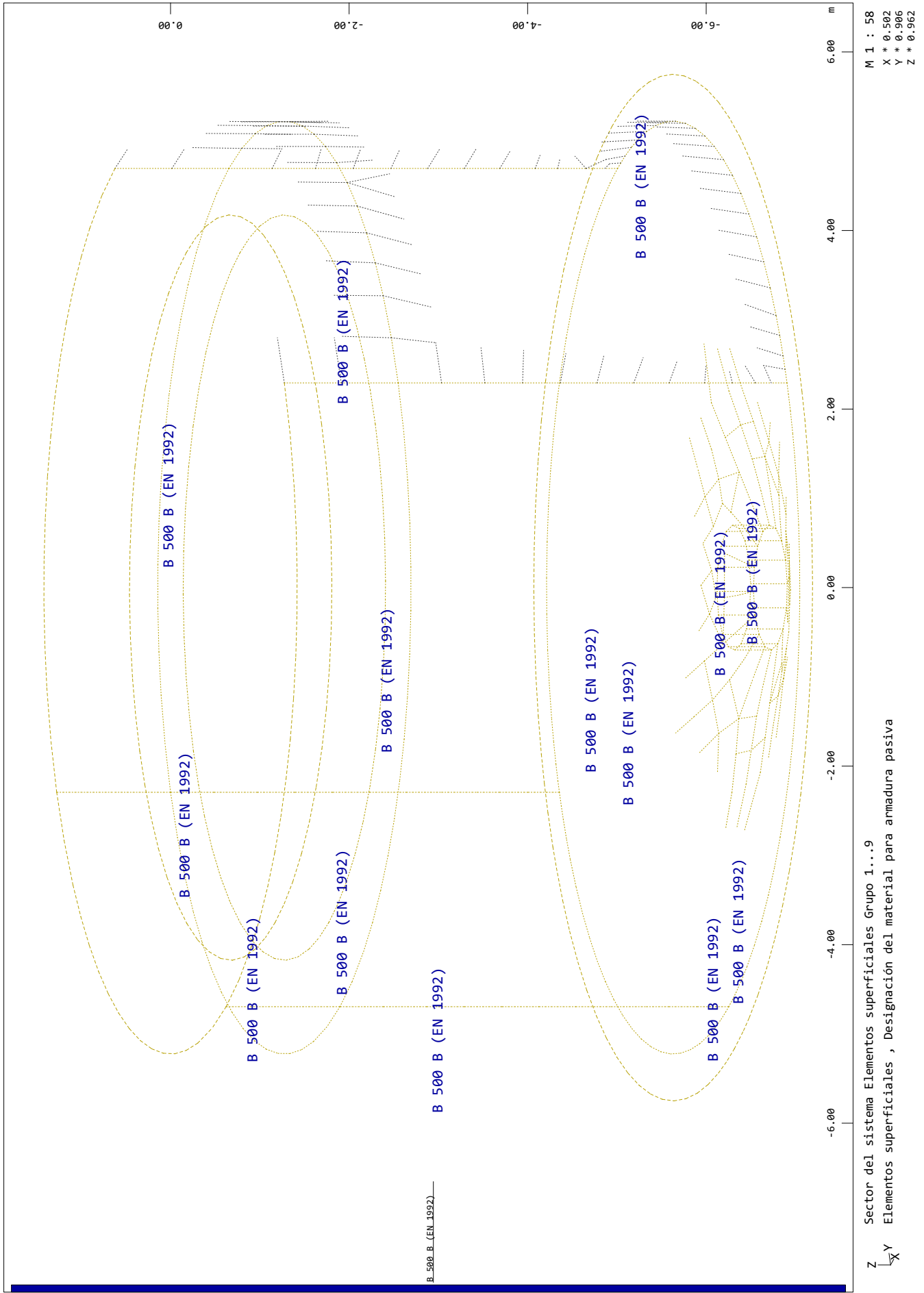
M 1 : 58
X * 0.502
Y * 0.906
Z * 0.962

Z
Y
X

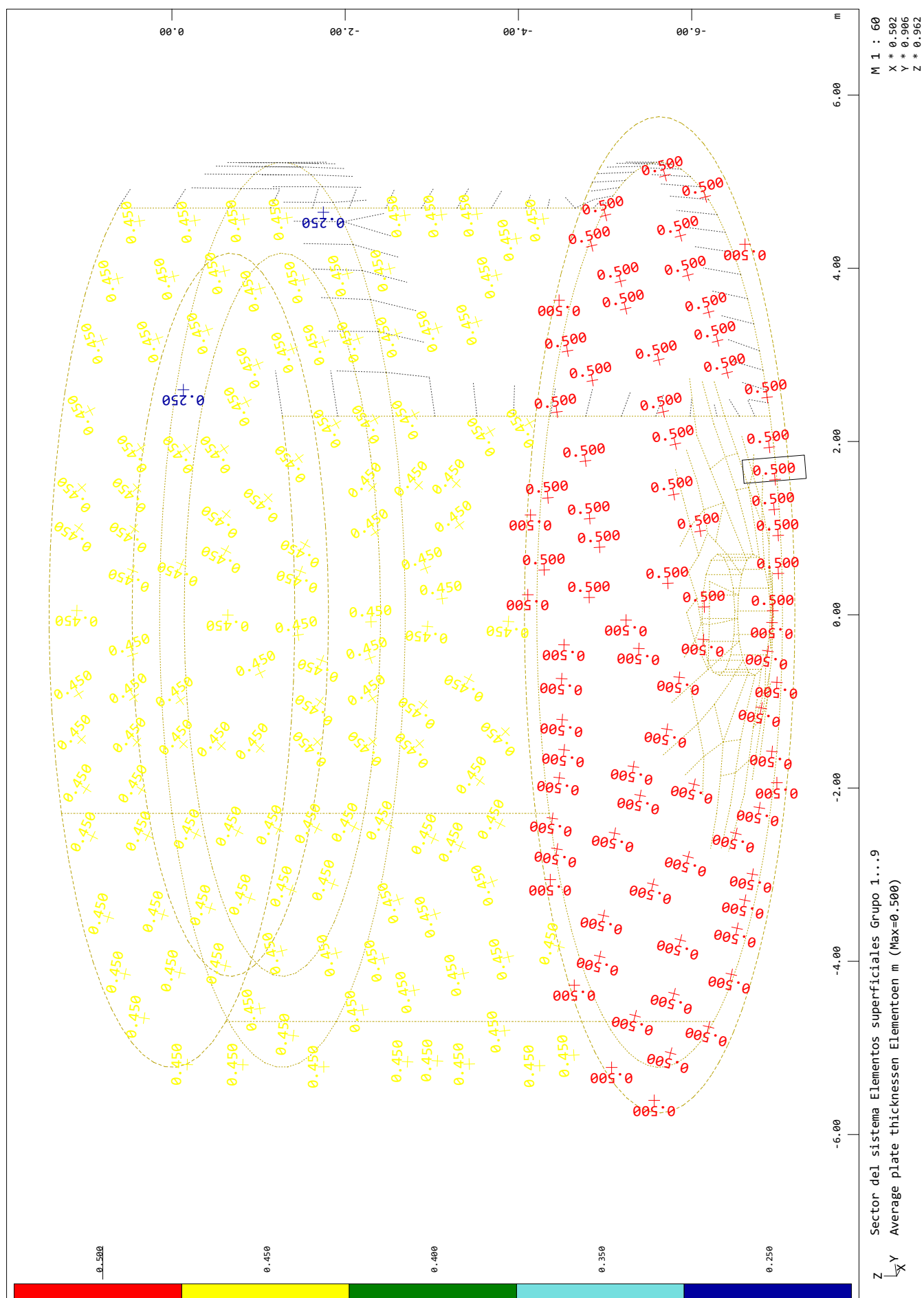
Sector del sistema Elementos superficiales Grupo 1...9
Elementos superficiales , Denominación de los materiales

MODELO 3D
RESULTADOS GRAFICOS
GEOMETRÍA

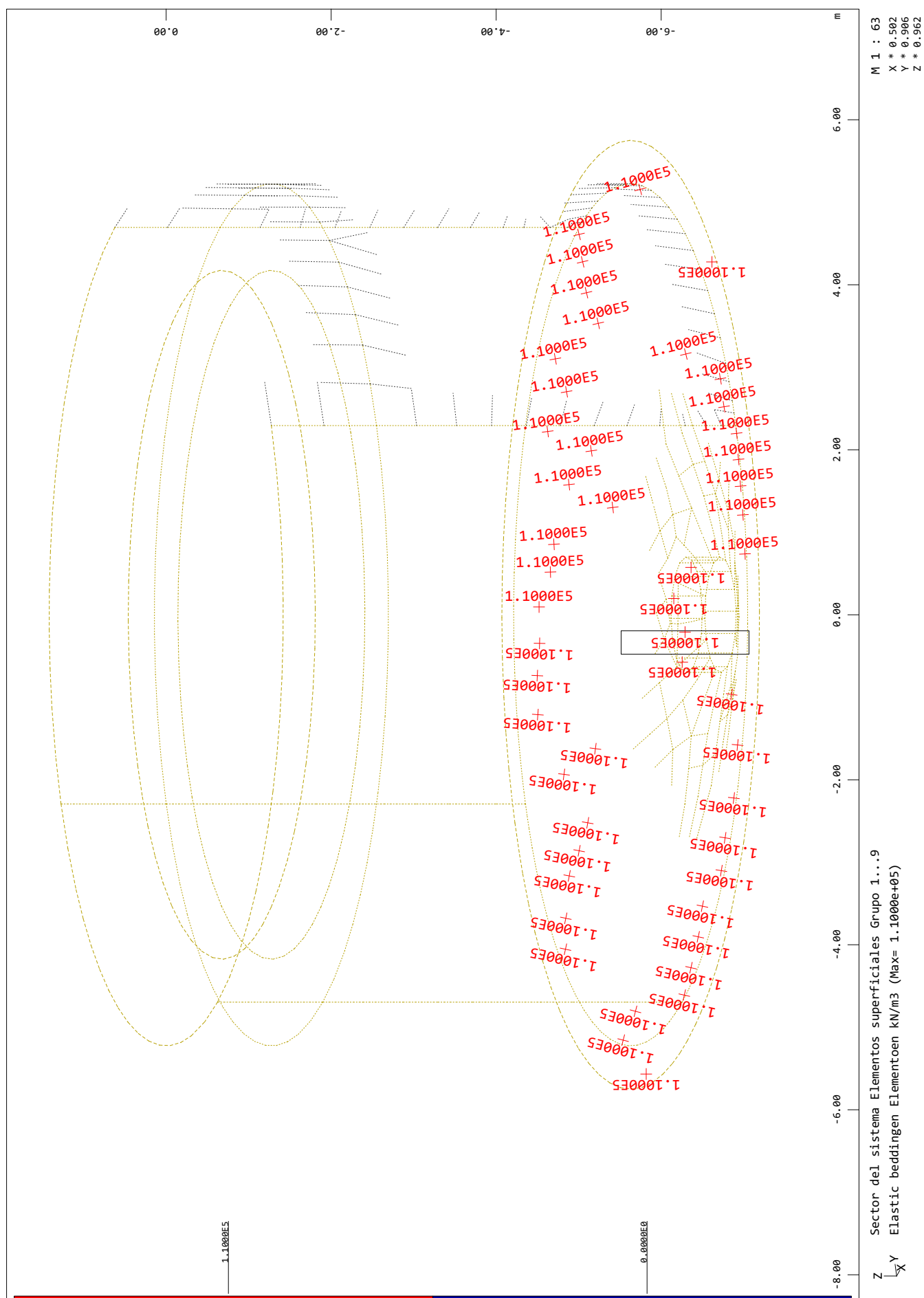
SOFISTIK AG - www.sofistik.de



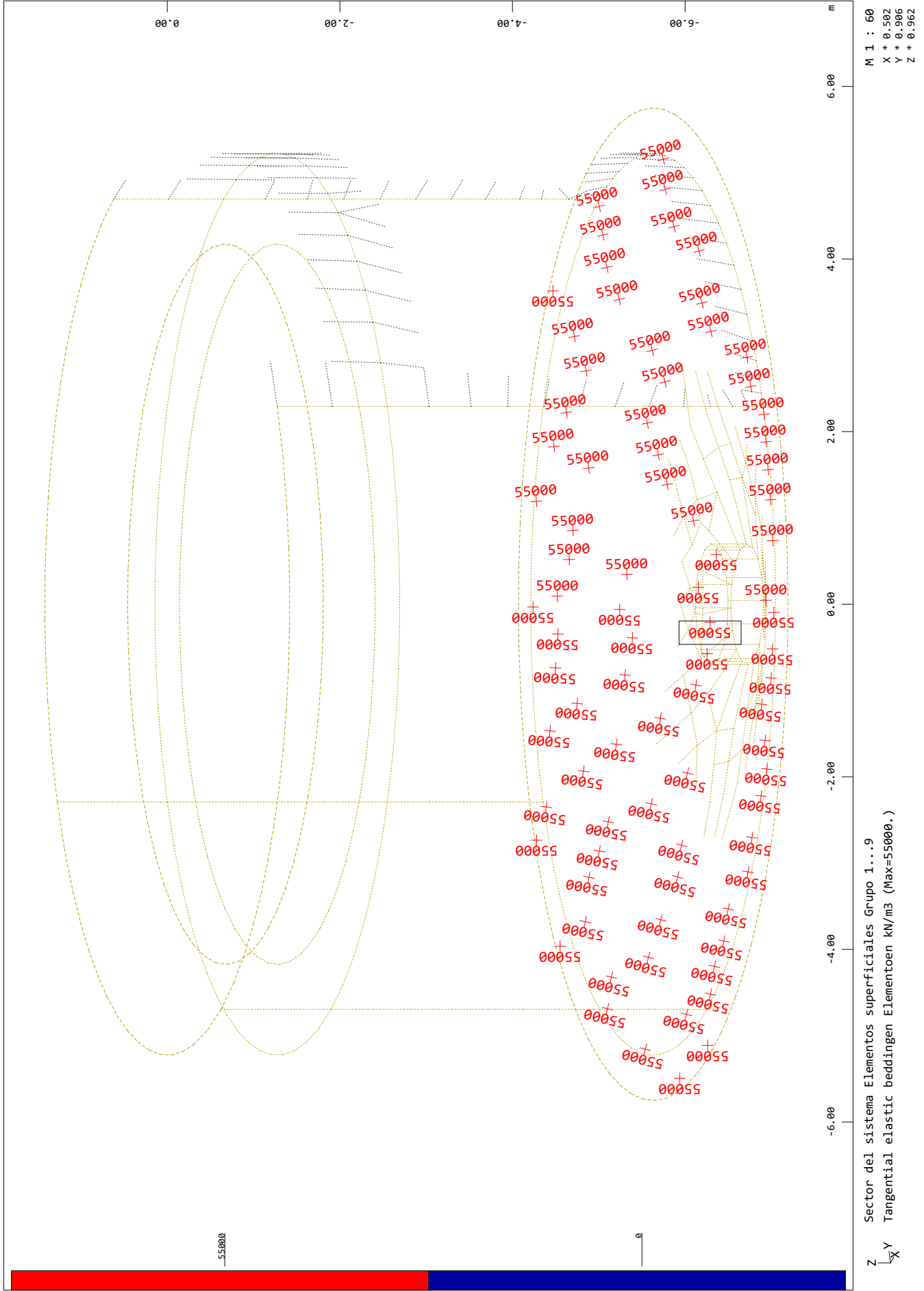
SOFiSTiK AG - www.sofistik.de



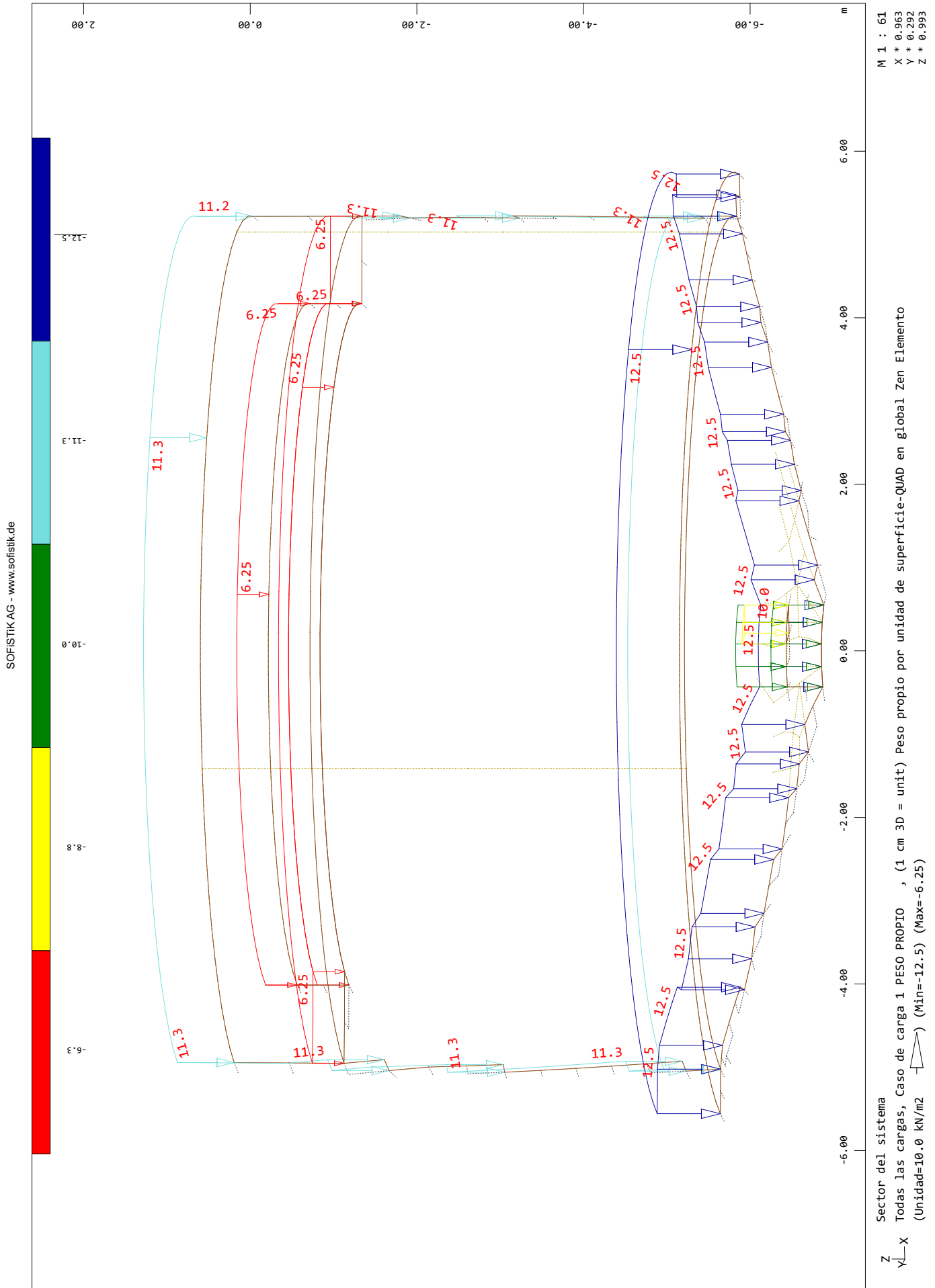
SOFiSTIK AG - www.sofistik.de



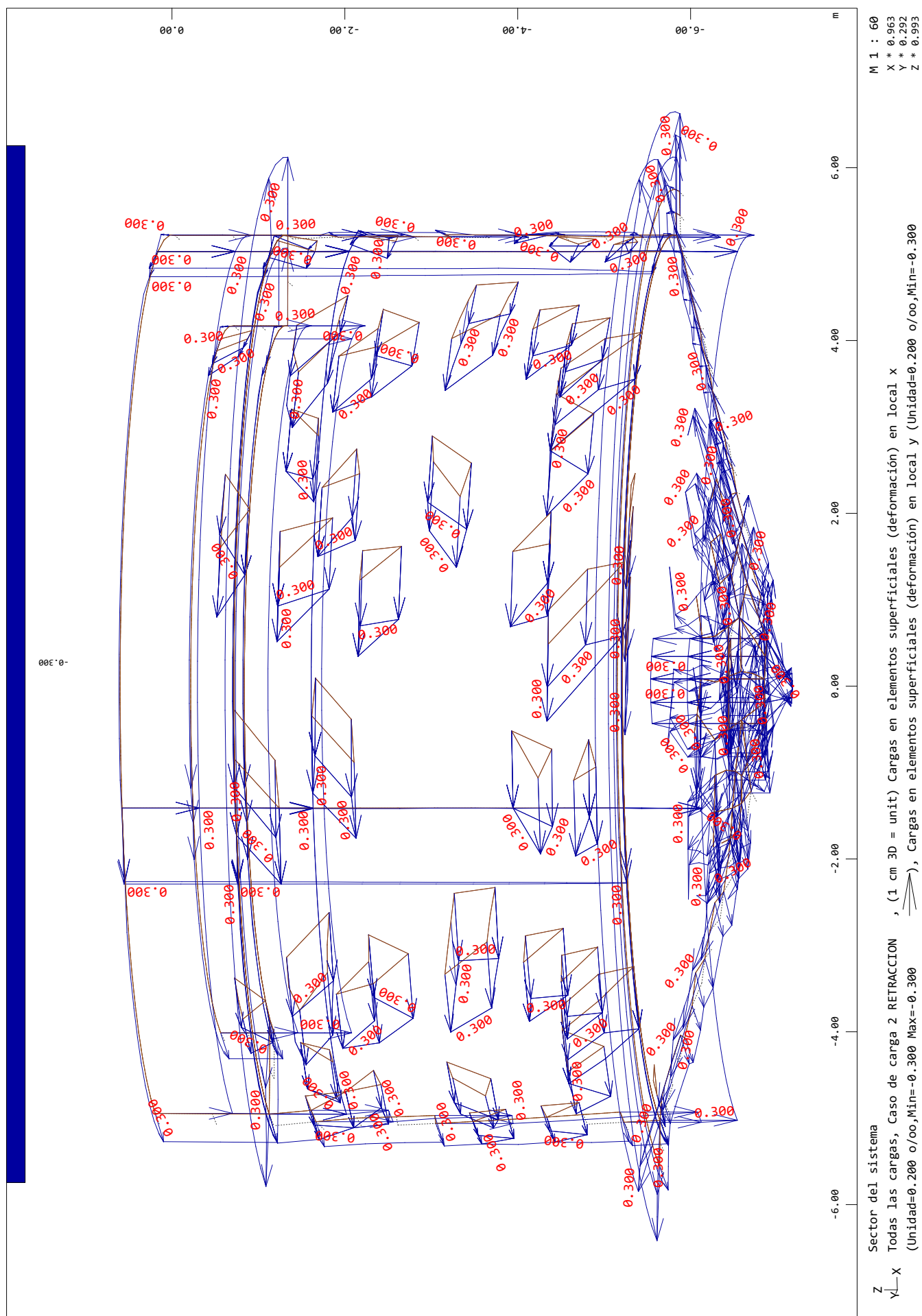
MODELO 3D
RESULTADOS GRAFICOS
GEOMETRÍA



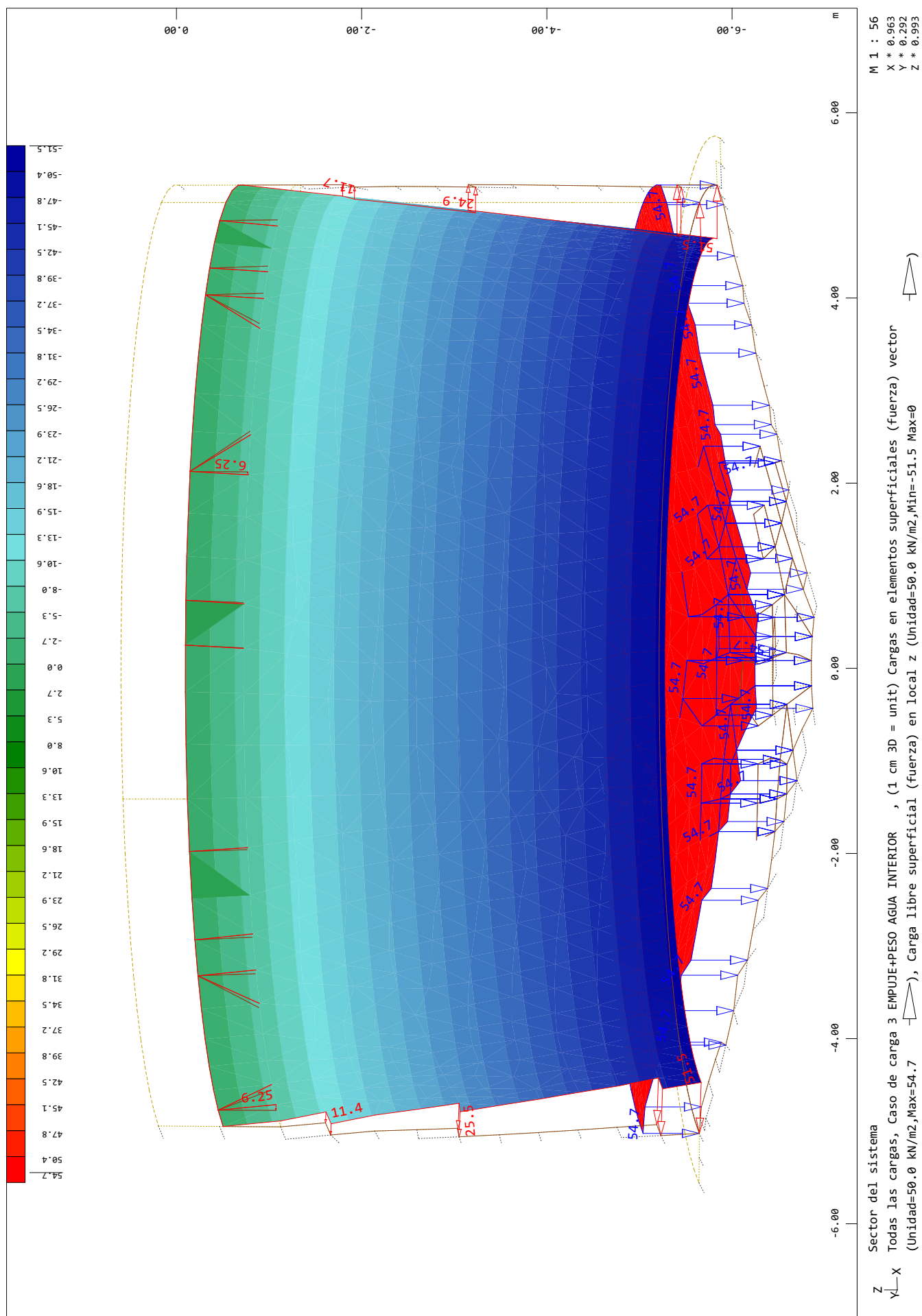
MODELO 3D
ACCIONES



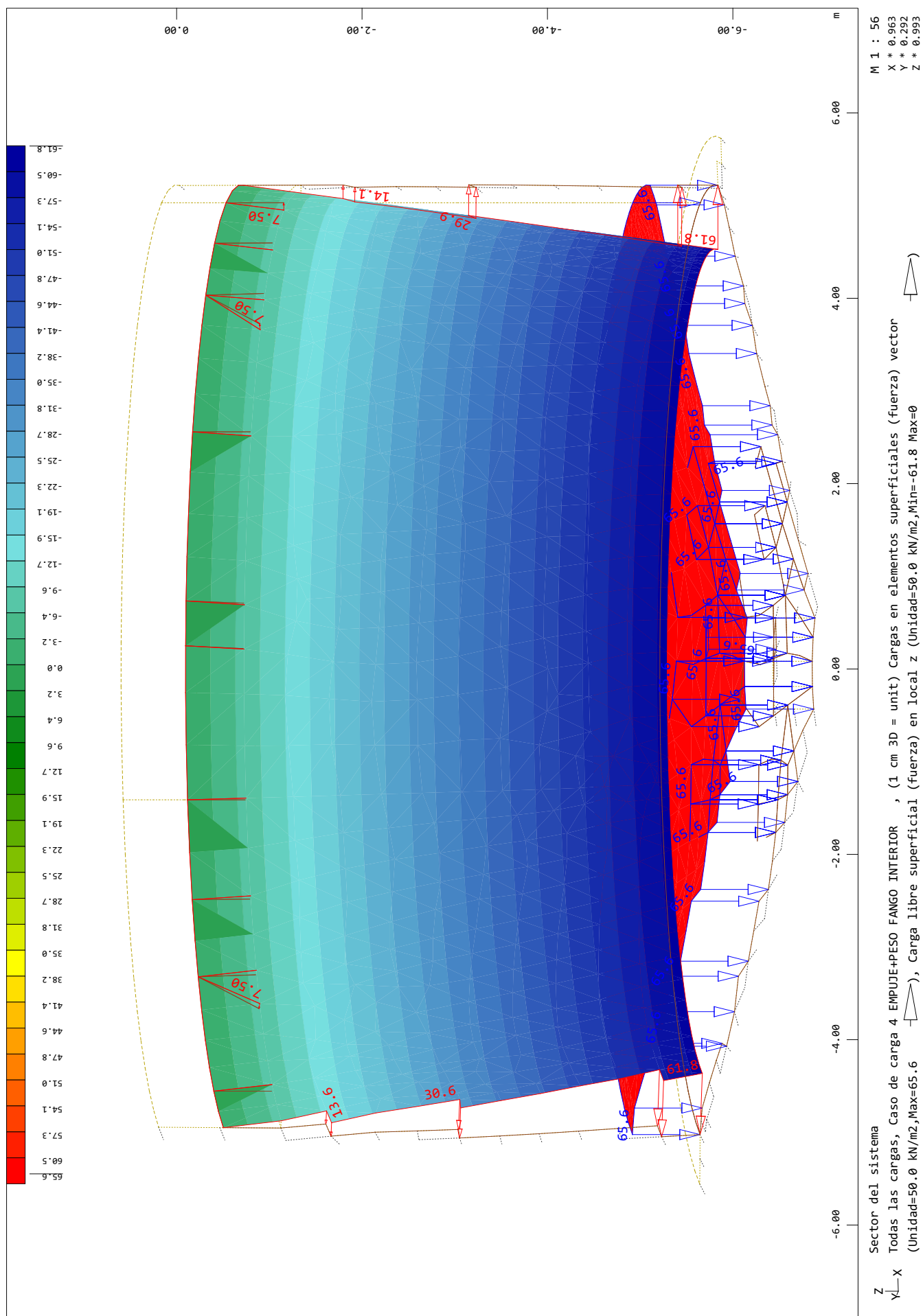
SOFISTiK AG - www.sofistik.de



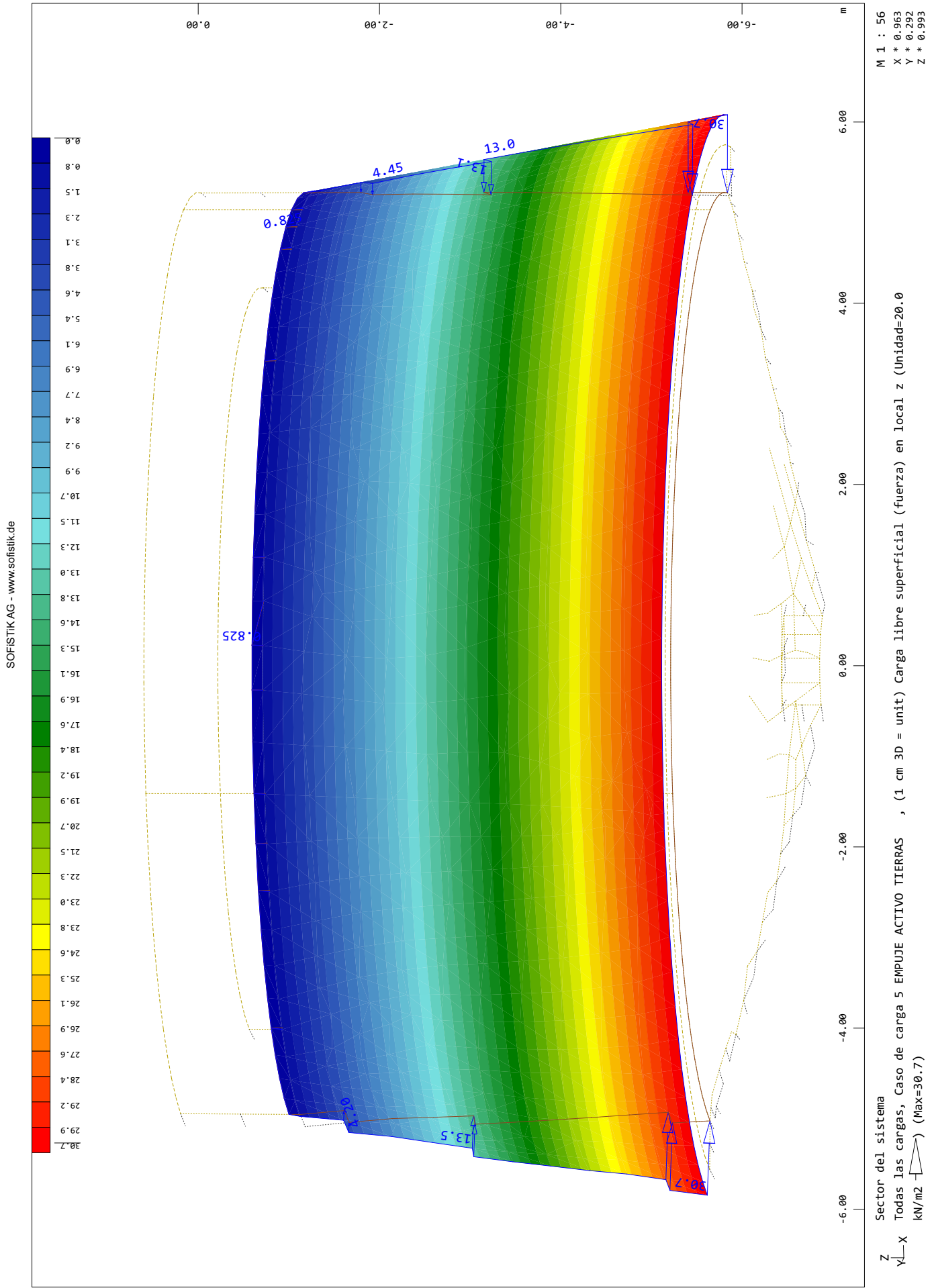
SOFISTiK AG - www.sofistik.de



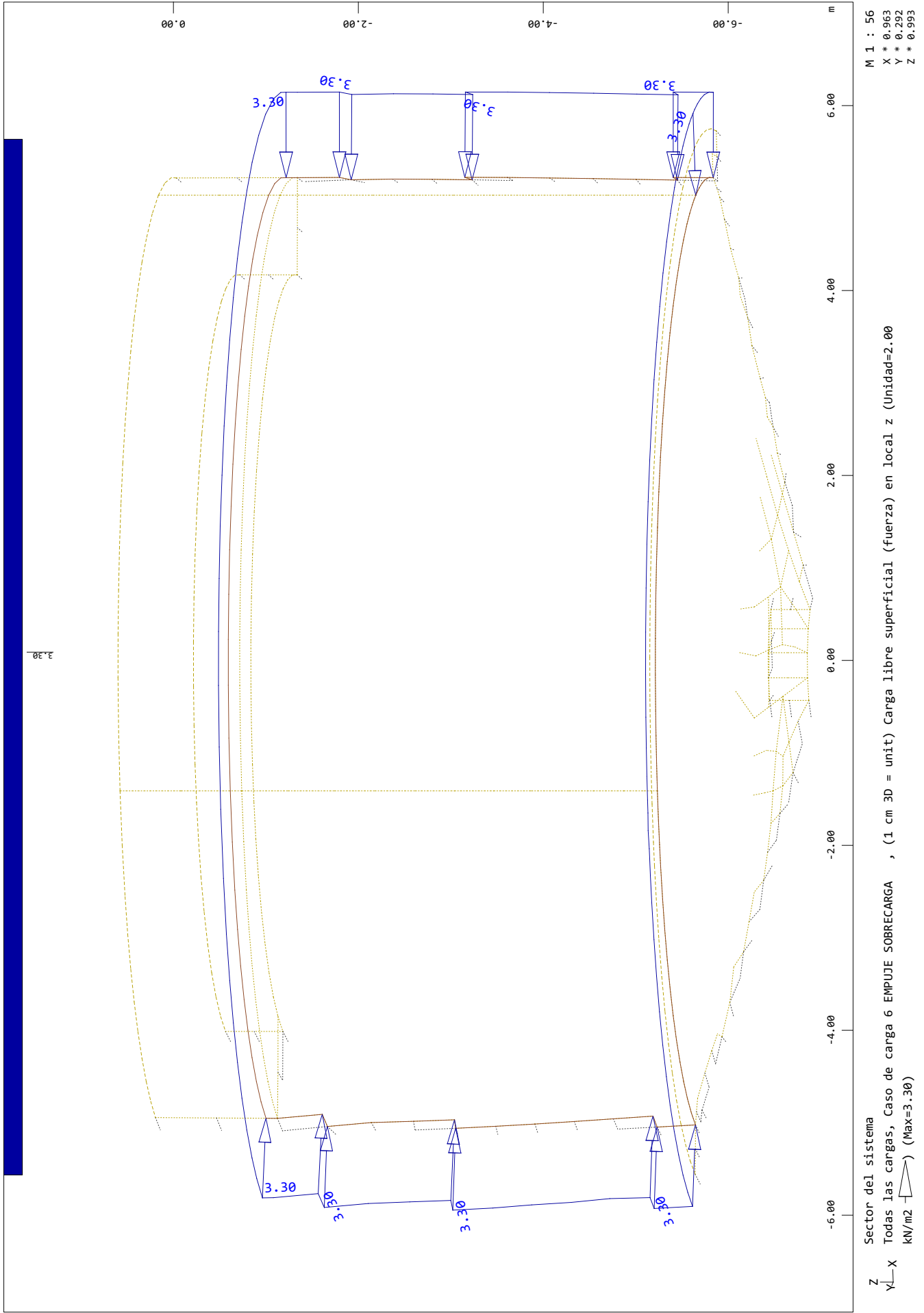
SOFISTiK AG - www.sofistik.de



MODELO 3D
ACCIONES



MODELO 3D
ACCIONES



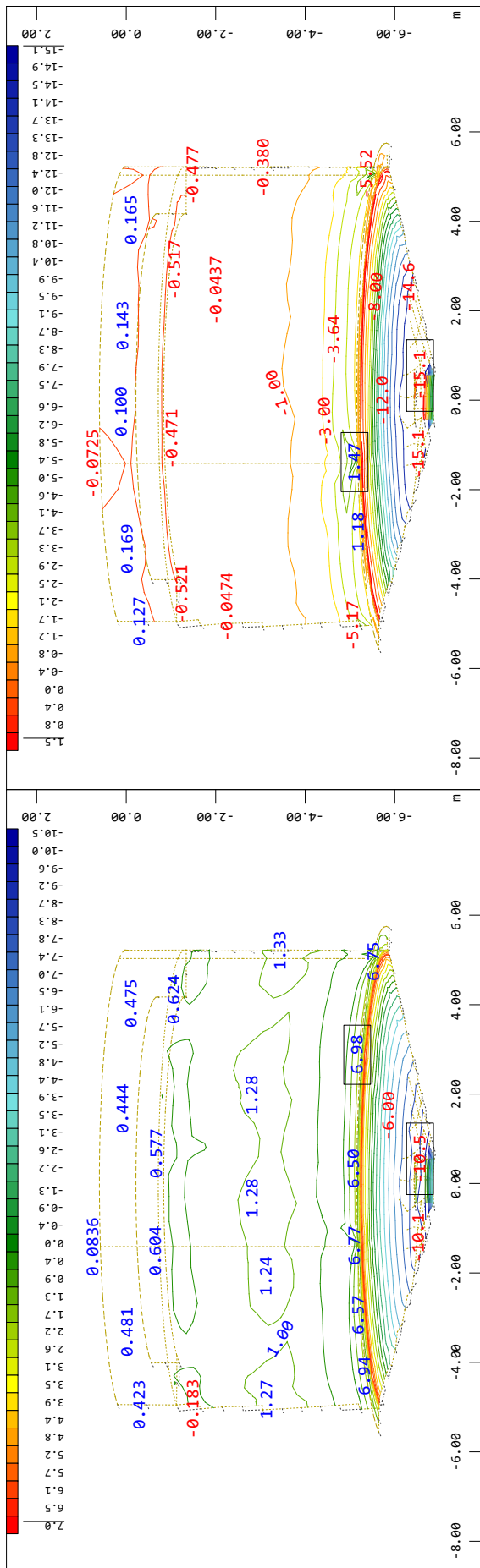
MODELO 3D

ESFUERZOS

LC 100(ELU1); LC 200(ELU2); LC 300(ELU3);

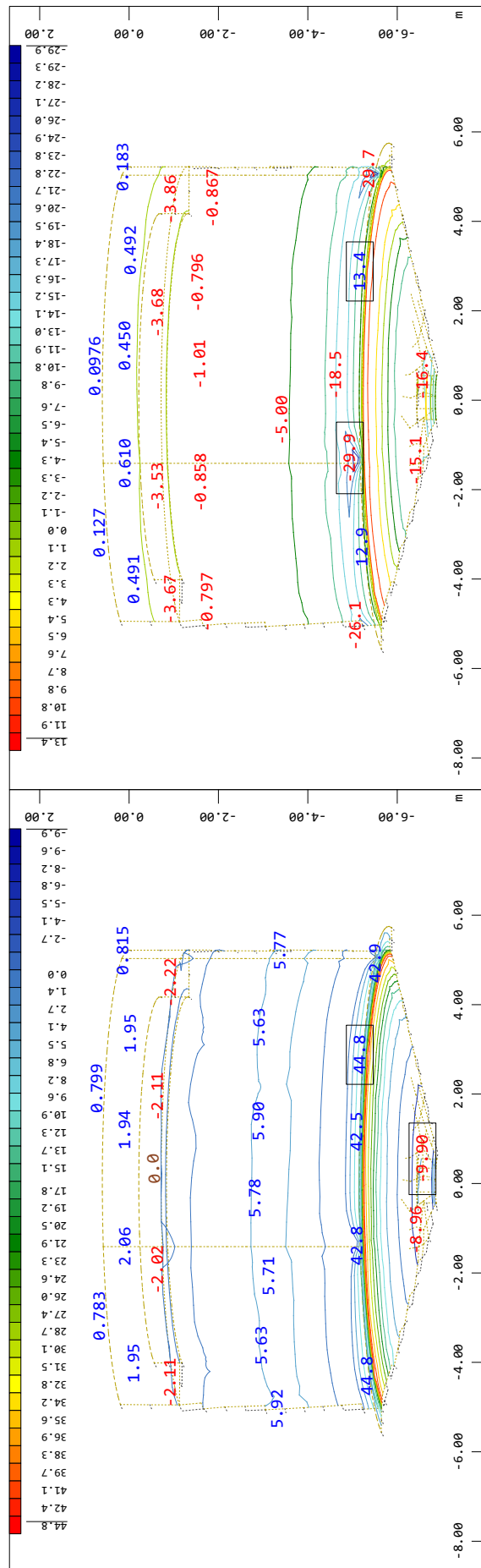
LC 400(ELS1); LC 500(ELS2); LC 600(ELS3); LC 700(ELS4)

SOFiSTiK AG - www.sofistik.de



M 1 : 143
 X * 0.963
 Y * 0.292
 Z * 0.993

Sector del sistema
 Momento flector m-xx en local x desde mitad del elemento, Caso de carga 101 MIN-MXX QUAD , desde -15.1 a 1.47 paso 1.00



M 1 : 143
 X * 0.963
 Y * 0.292
 Z * 0.993

Sector del sistema
 Momento flector m-yy en local y desde mitad del elemento, Caso de carga 103 MIN-MYY QUAD , desde -29.9 a 13.4 paso 5.00

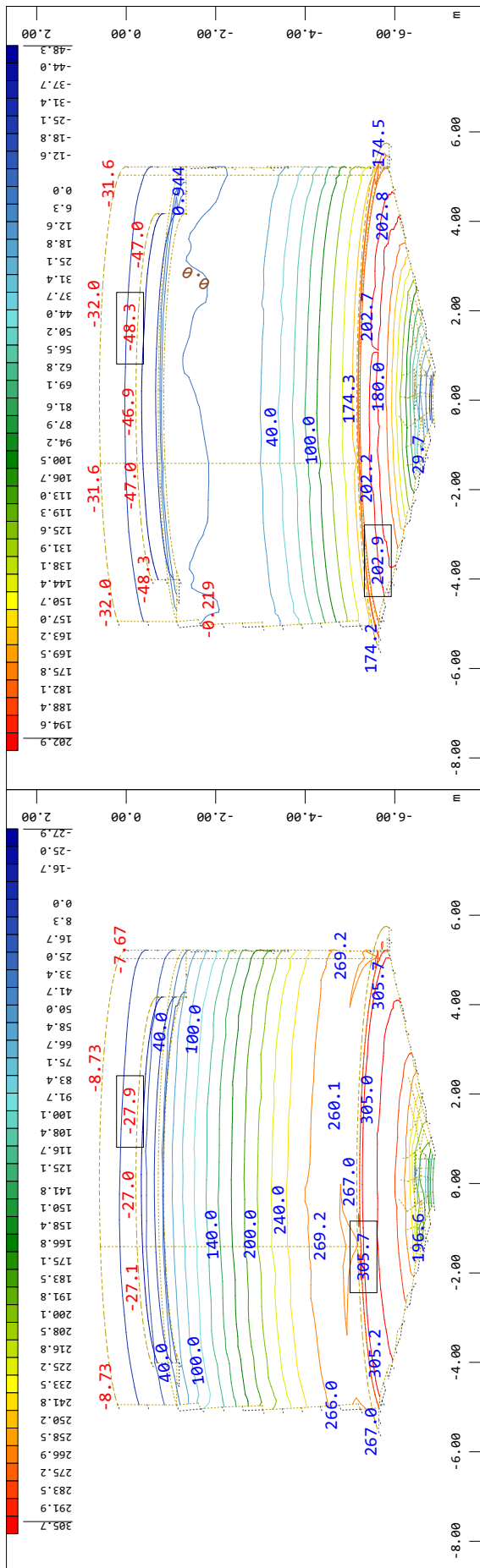
MODELO 3D

ESFUERZOS

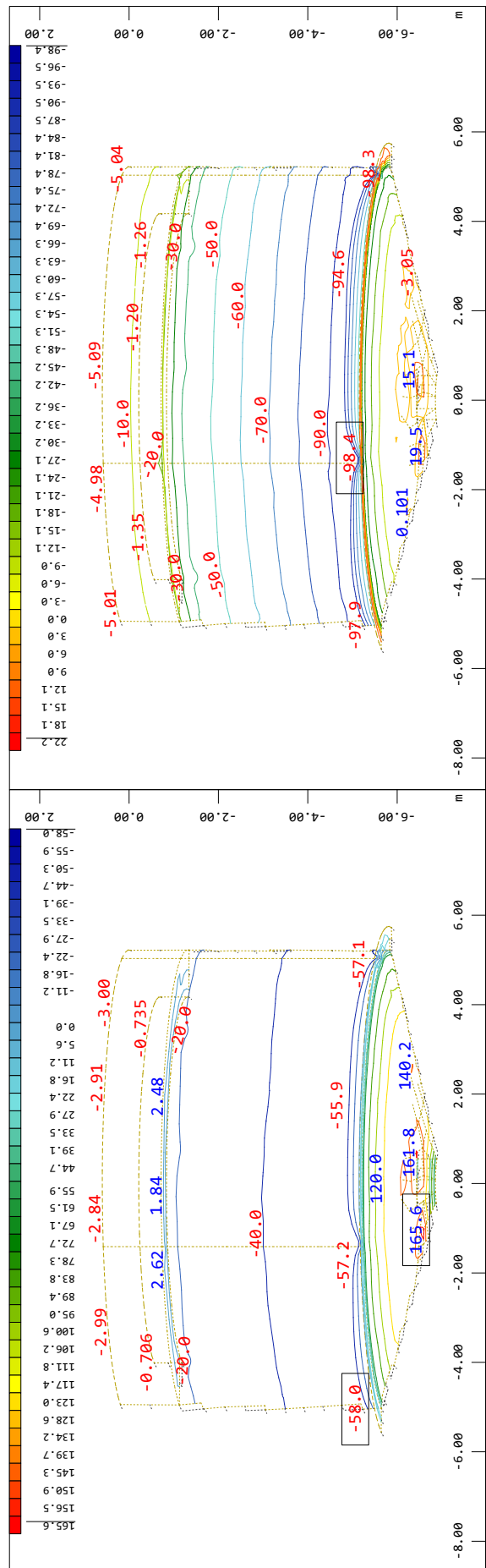
LC 100(ELU1); LC 200(ELU2); LC 300(ELU3);

LC 400(ELS1); LC 500(ELS2); LC 600(ELS3); LC 700(ELS4)

SOFISTIK AG - www.sofistik.de



Z Sector del sistema
Y X
M 1 : 143
X * 0.963
Y * 0.292
Z * 0.993
Esfuerzo de membrana n-xx en local xdesde mitad del elemento,
Caso de carga 111 MIN-NXX QUAD , desde -48.3 a 202.9 paso



Z Sector del sistema
Y X
M 1 : 143
X * 0.963
Y * 0.292
Z * 0.993
Esfuerzo de membrana n-yy en local ydesde mitad del elemento,
Caso de carga 113 MIN-NYY QUAD , desde -98.4 a 22.2 paso

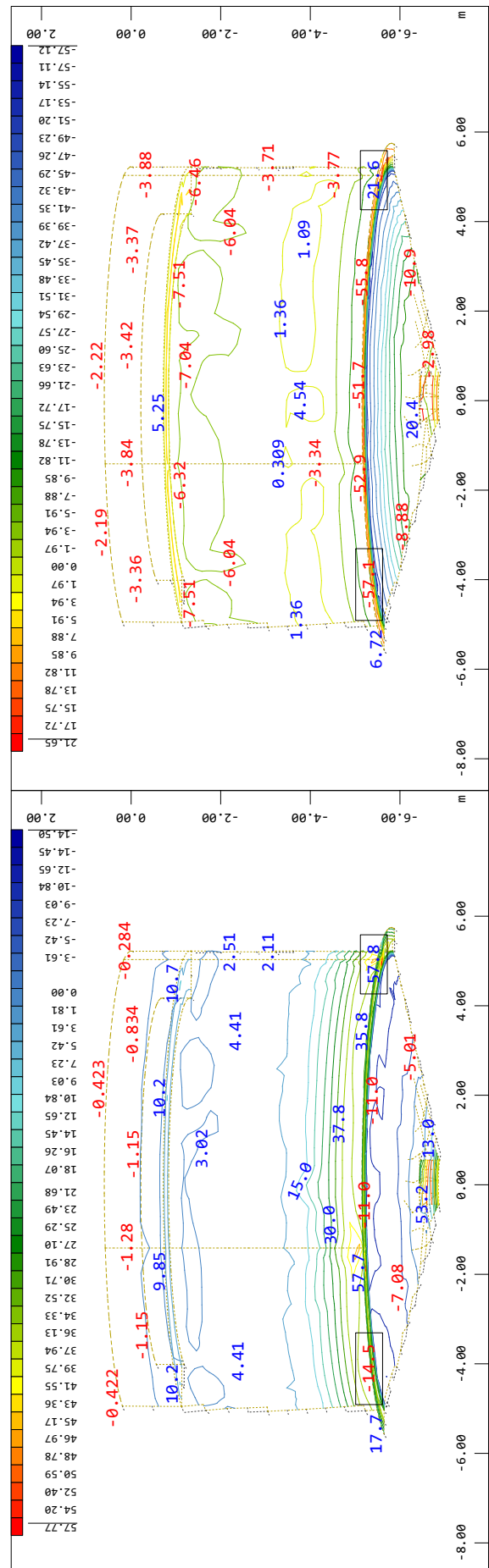
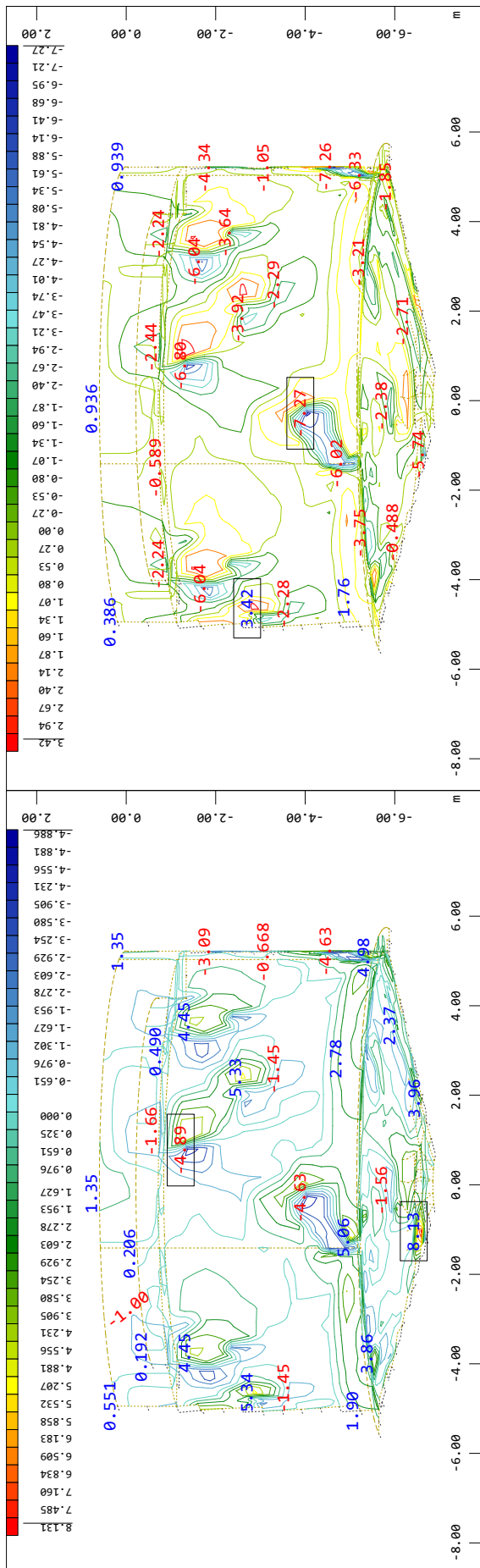
MODELO 3D

ESFUERZOS

LC 100(ELU1); LC 200(ELU2); LC 300(ELU3);

LC 400(ELS1); LC 500(ELS2); LC 600(ELS3); LC 700(ELS4)

SOFISTIK AG - www.sofistik.de



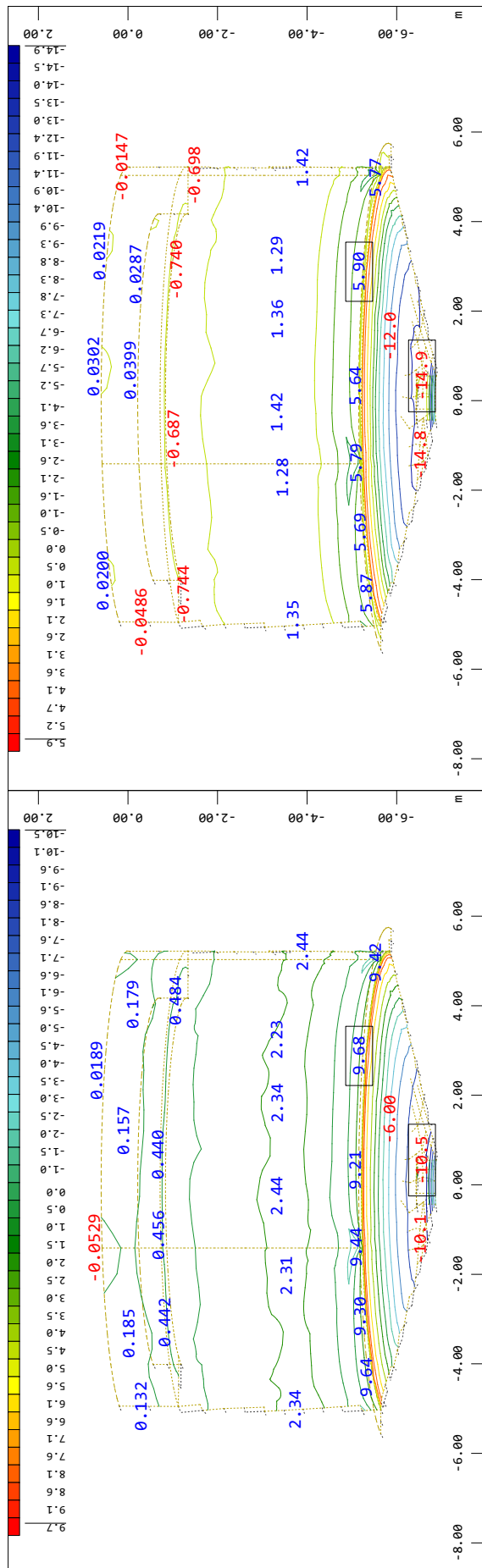
MODELO 3D

ESFUERZOS

LC 100(ELU1); LC 200(ELU2); LC 300(ELU3);

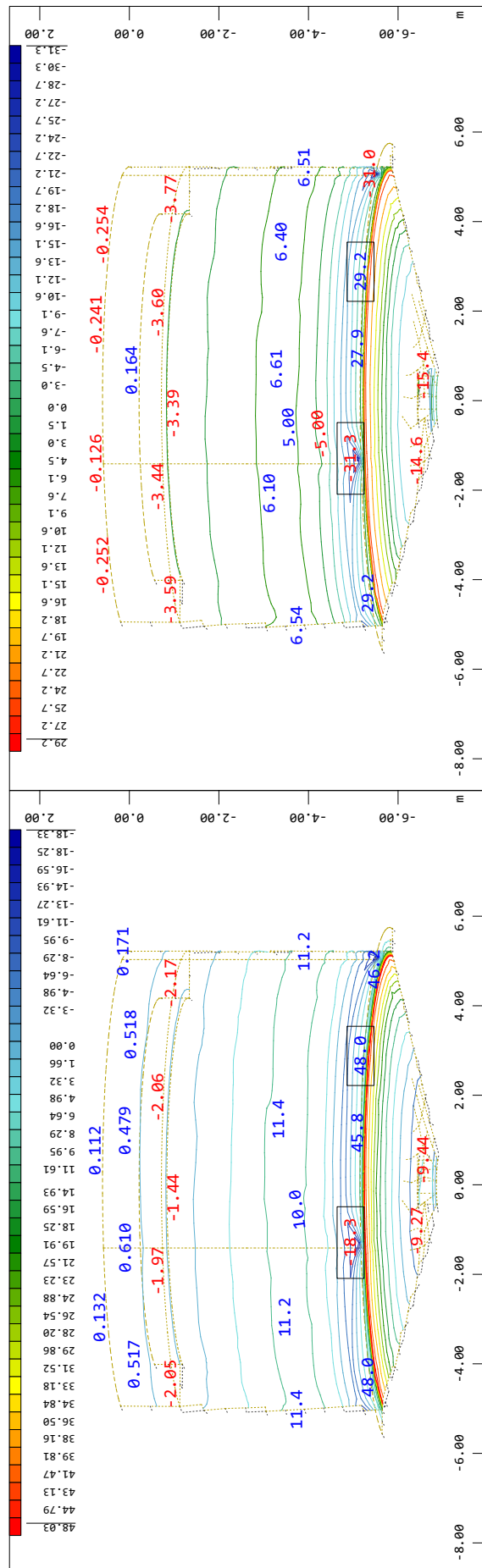
LC 400(ELS1); LC 500(ELS2); LC 600(ELS3); LC 700(ELS4)

SOFISTIK AG - www.sofistik.de



M 1 : 143
X * 0.963
Y * 0.292
Z * 0.993

Sector del sistema
Z
Y-X
Momento flector m-xx en local x desde mitad del elemento, Caso de carga 201 MIN-MXX QUAD, desde -14.9 a 5.90 paso 2.00



M 1 : 143
X * 0.963
Y * 0.292
Z * 0.993

Sector del sistema
Z
Y-X
Momento flector m-yy en local y desde mitad del elemento, Caso de carga 203 MIN-MYY QUAD, desde -31.3 a 29.2 paso 5.00

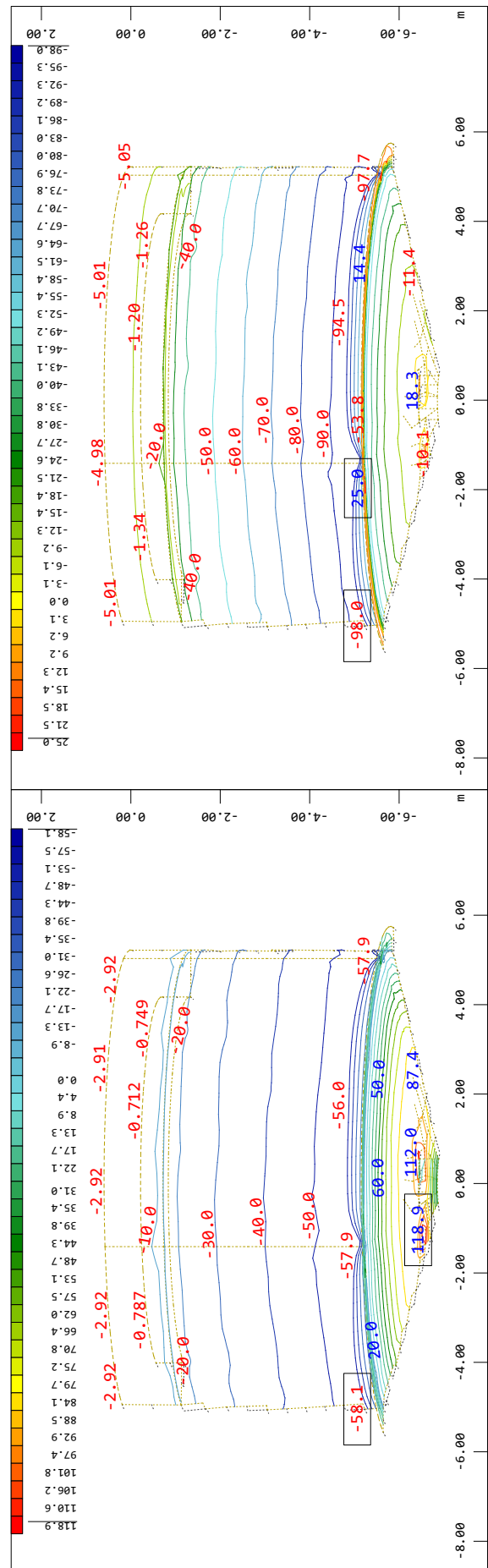
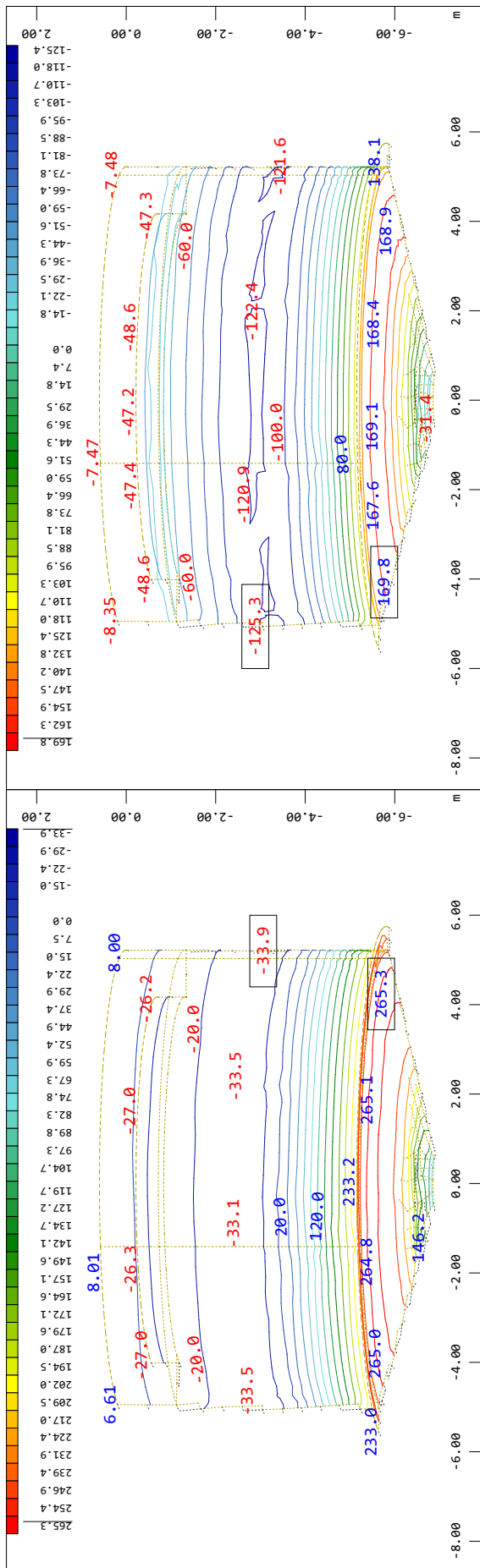
MODELO 3D

ESFUERZOS

LC 100(ELU1); LC 200(ELU2); LC 300(ELU3);

LC 400(ELS1); LC 500(ELS2); LC 600(ELS3); LC 700(ELS4)

SOFiSTiK AG - www.sofistik.de



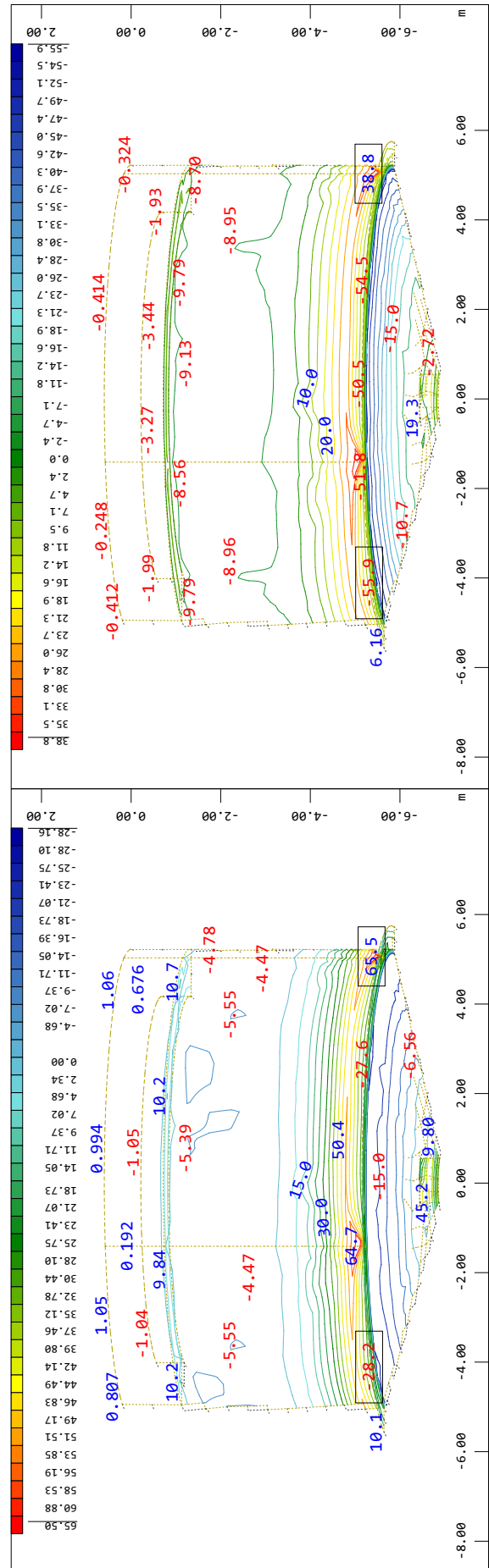
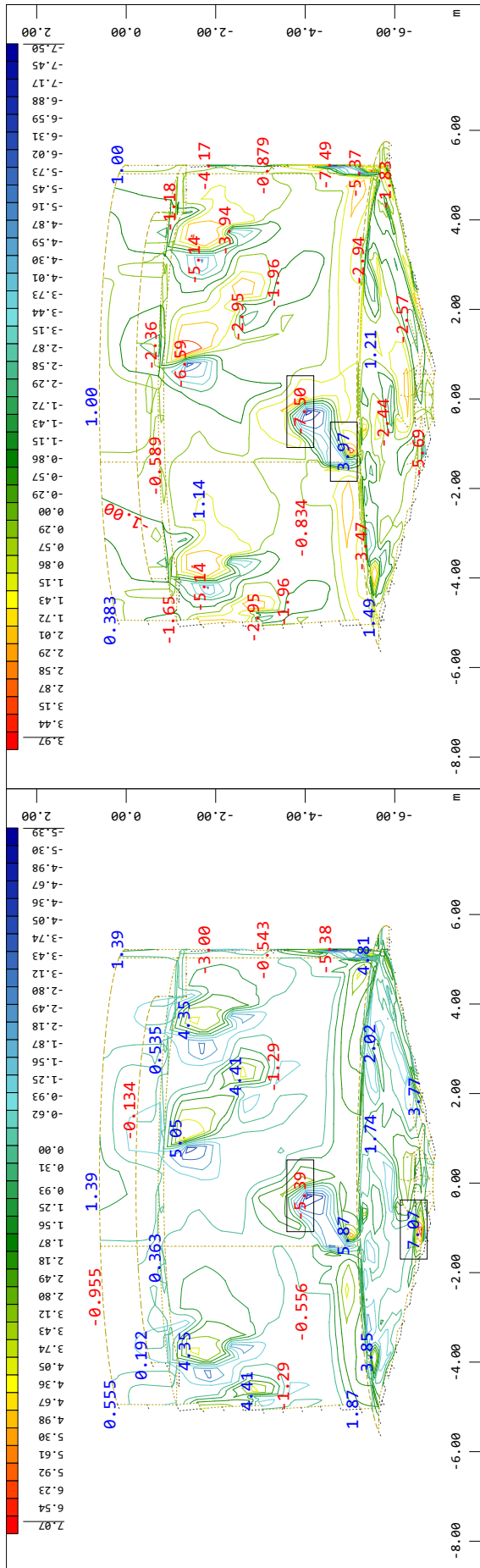
MODELO 3D

ESFUERZOS

LC 100(ELU1); LC 200(ELU2); LC 300(ELU3);

LC 400(ELS1); LC 500(ELS2); LC 600(ELS3); LC 700(ELS4)

SOFiSTiK AG - www.sofistik.de



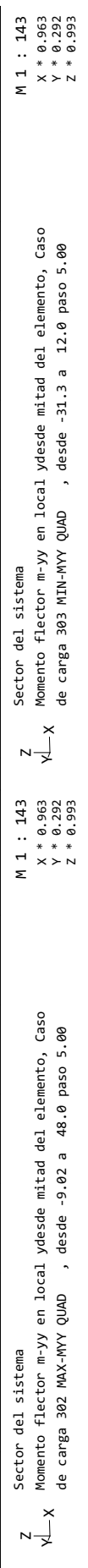
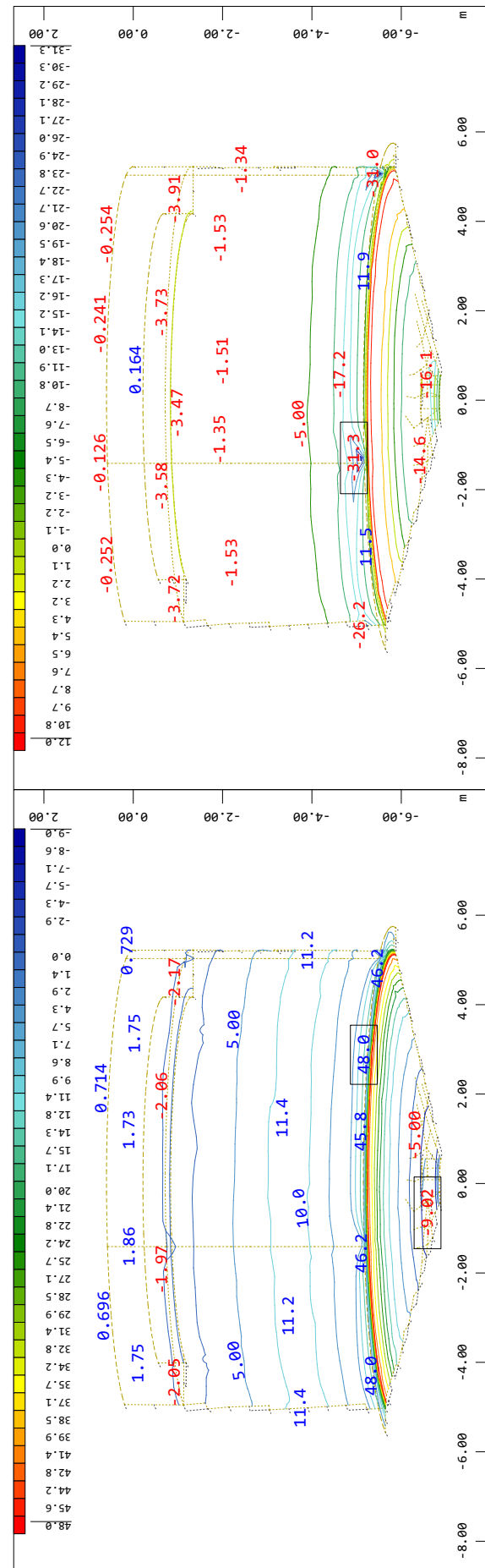
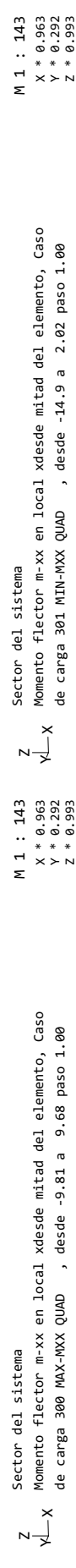
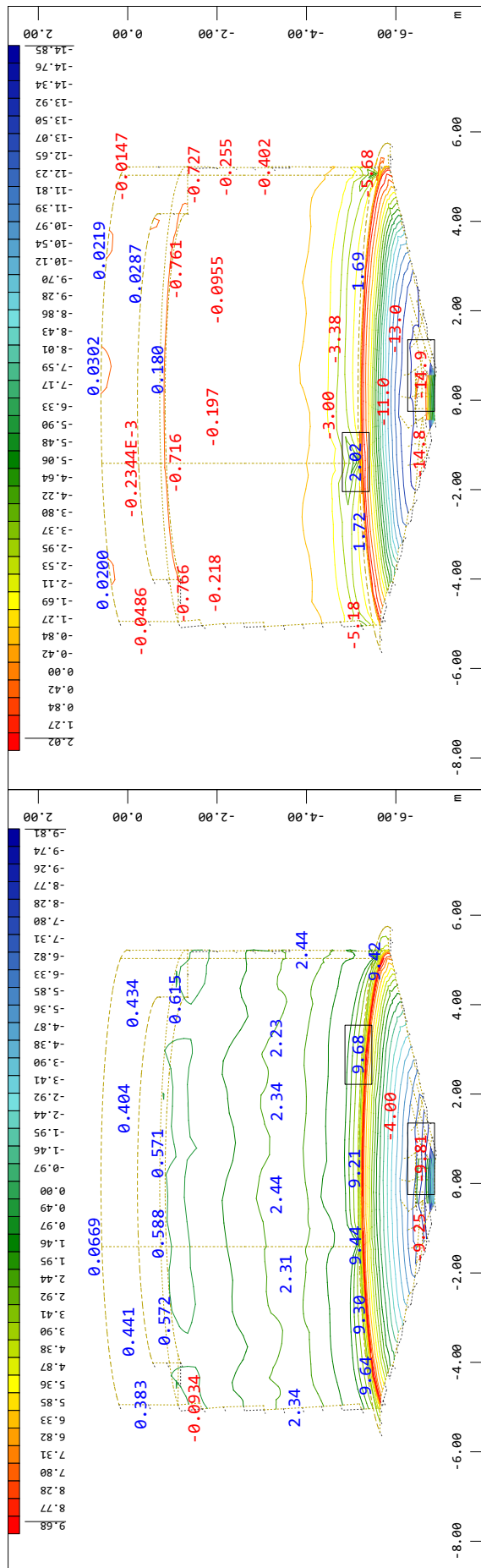
MODELO 3D

ESFUERZOS

LC 100(ELU1); LC 200(ELU2); LC 300(ELU3);

LC 400(ELS1); LC 500(ELS2); LC 600(ELS3); LC 700(ELS4)

SOFISTIK AG - www.sofistik.de



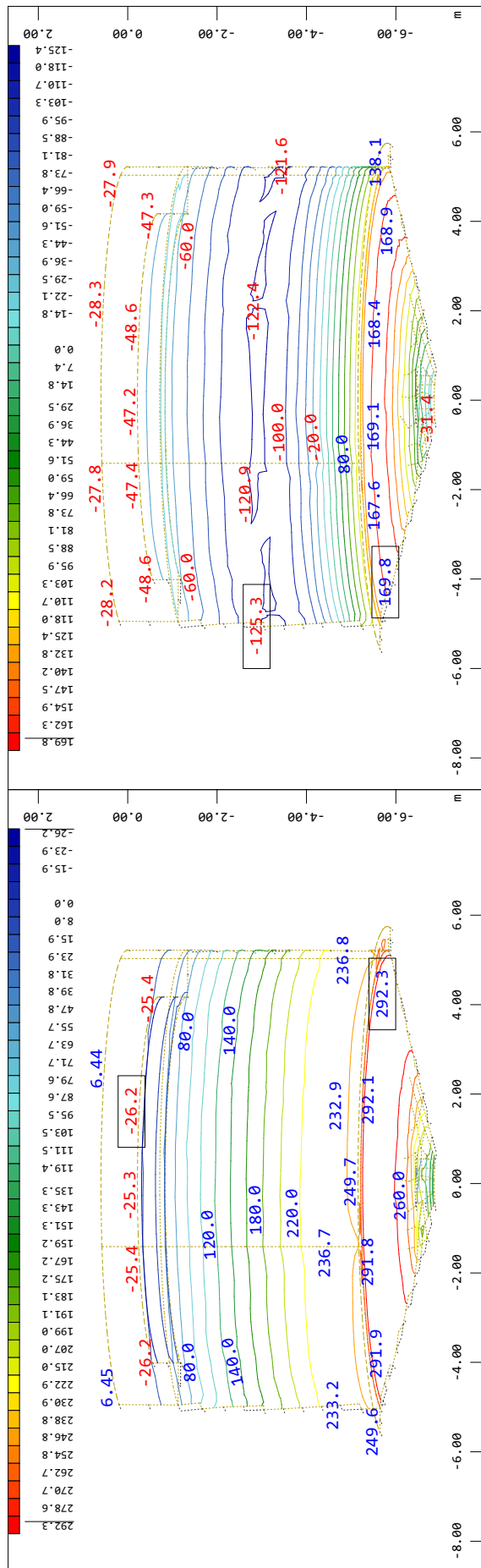
MODELO 3D

ESFUERZOS

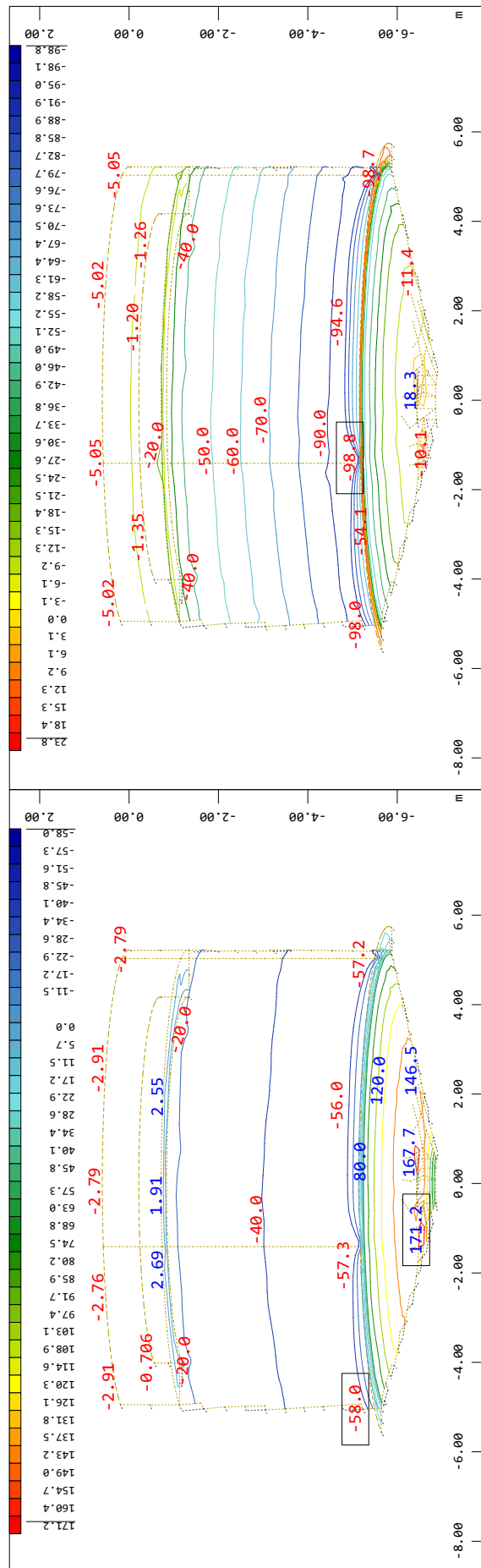
LC 100(ELU1); LC 200(ELU2); LC 300(ELU3);

LC 400(ELS1); LC 500(ELS2); LC 600(ELS3); LC 700(ELS4)

SOFISTIK AG - www.sofistik.de



Z Sector del sistema
Y X
Esfuerzo de membrana n_{xx} en local x desde mitad del elemento,
Caso de carga 310 MAX-NXX QUAD , desde -26.2 a 292.3 paso
M 1 : 143
X * 0.963
Y * 0.292
Z * 0.993



Z Sector del sistema
Y X
Esfuerzo de membrana n_{yy} en local y desde mitad del elemento,
Caso de carga 310 MAX-NYY QUAD , desde -58.0 a 171.2 paso
M 1 : 143
X * 0.963
Y * 0.292
Z * 0.993

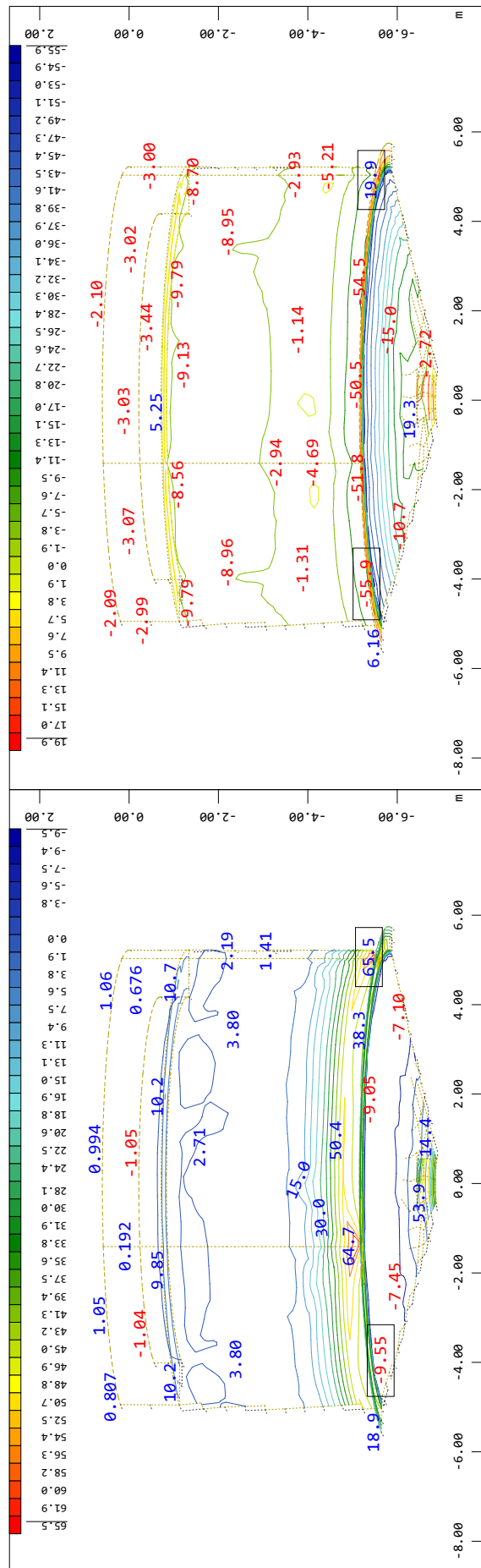
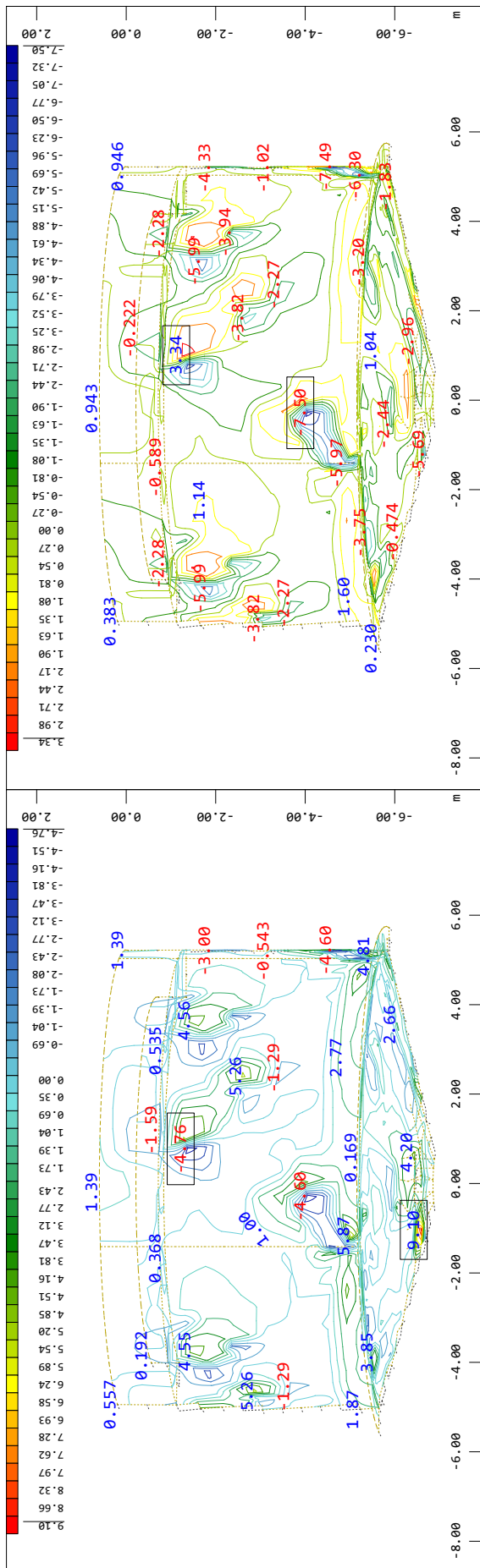
MODELO 3D

ESFUERZOS

LC 100(ELU1); LC 200(ELU2); LC 300(ELU3);

LC 400(ELS1); LC 500(ELS2); LC 600(ELS3); LC 700(ELS4)

SOFiSTiK AG - www.sofistik.de



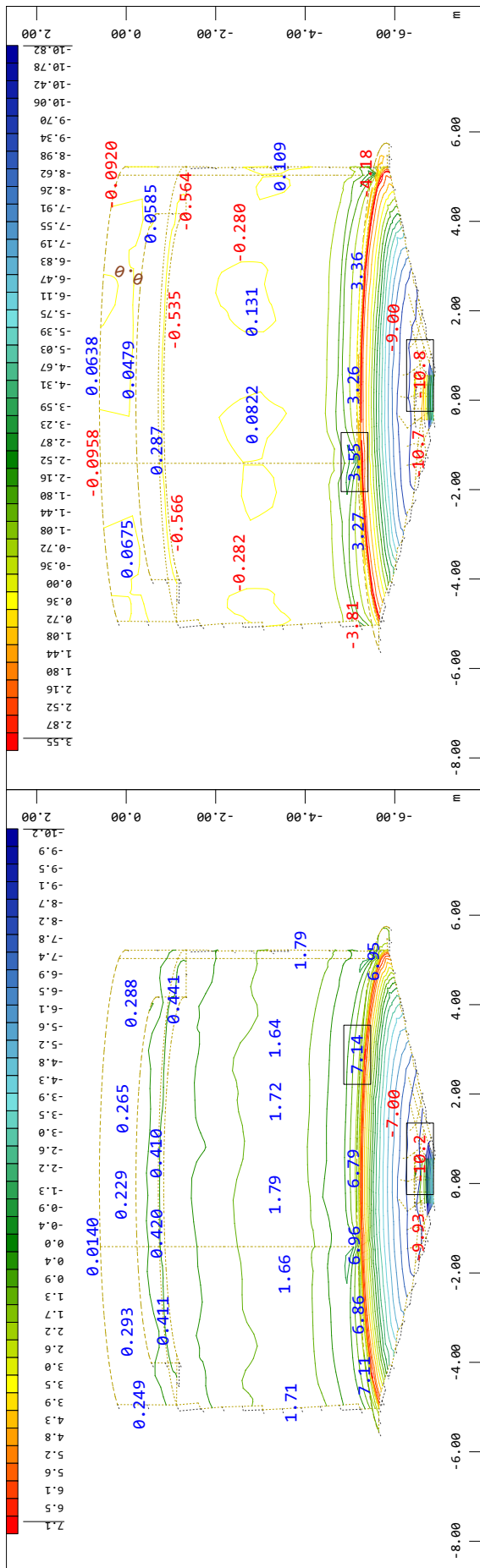
MODELO 3D

ESFUERZOS

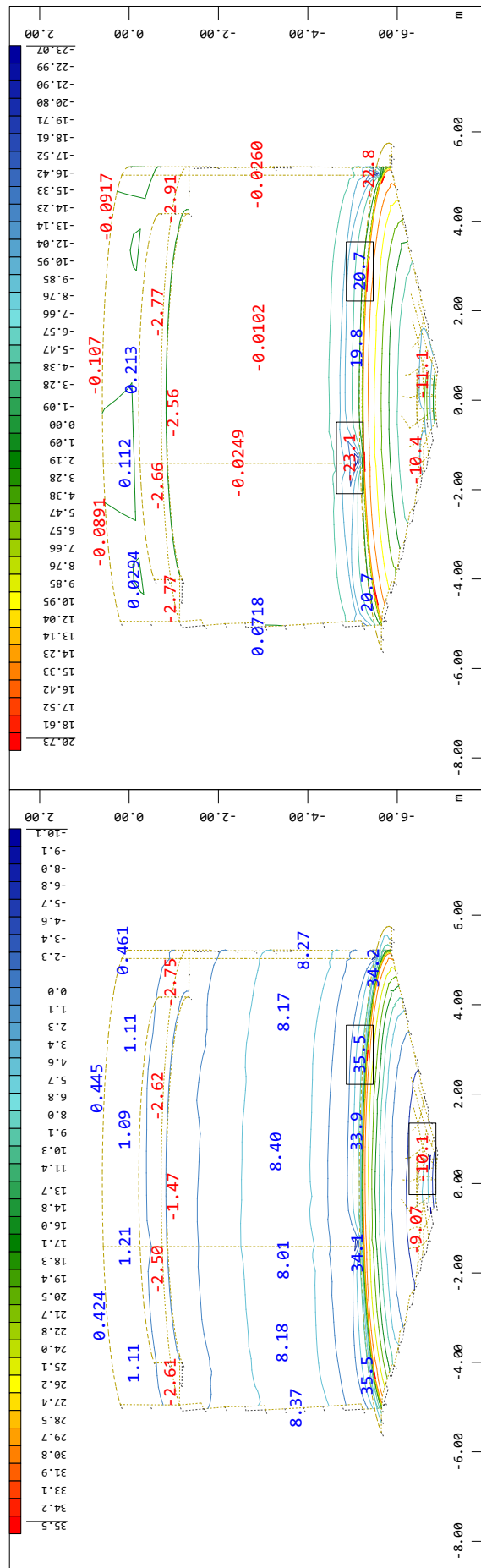
LC 100(ELU1); LC 200(ELU2); LC 300(ELU3);

LC 400(ELS1); LC 500(ELS2); LC 600(ELS3); LC 700(ELS4)

SOFiSTiK AG - www.sofistik.de



Z
 Y X
 Sector del sistema
 Momento flector m-xx en local x desde mitad del elemento, Caso de carga 401 MIN-MXX QUAD , desde -10.8 a 3.55 paso 1.00
 M 1 : 143
 X * 0.963
 Y * 0.292
 Z * 0.993



Z
 Y X
 Sector del sistema
 Momento flector m-yy en local y desde mitad del elemento, Caso de carga 403 MIN-MYY QUAD , desde -23.1 a 20.7 paso 5.00
 M 1 : 143
 X * 0.963
 Y * 0.292
 Z * 0.993

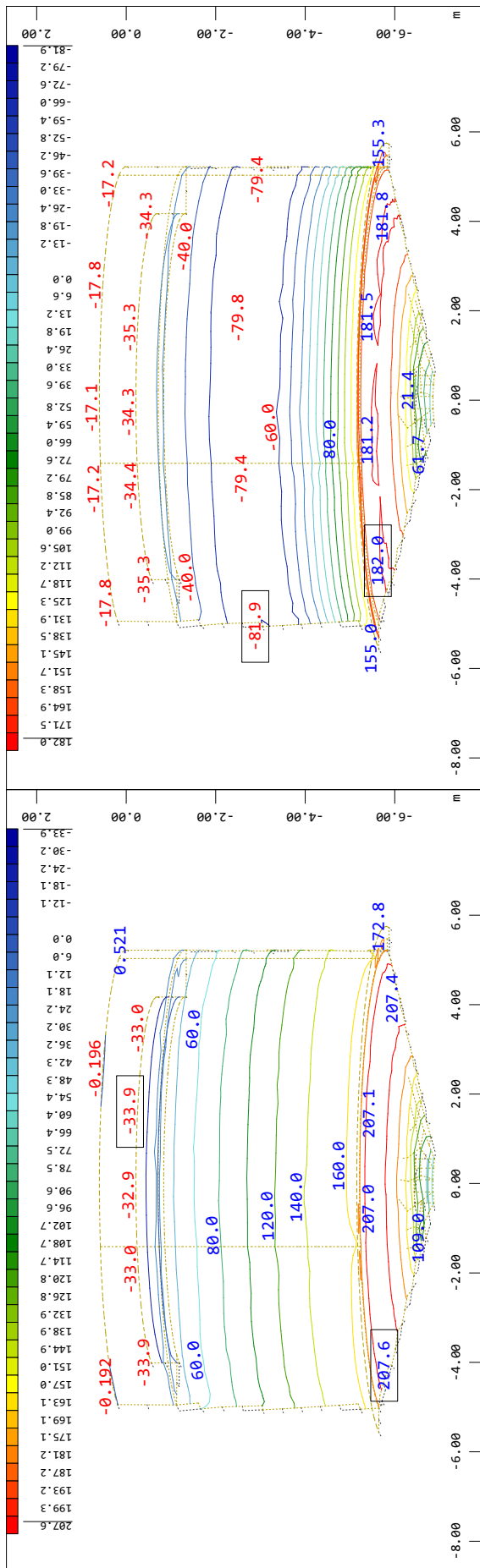
MODELO 3D

ESFUERZOS

LC 100(ELU1); LC 200(ELU2); LC 300(ELU3);

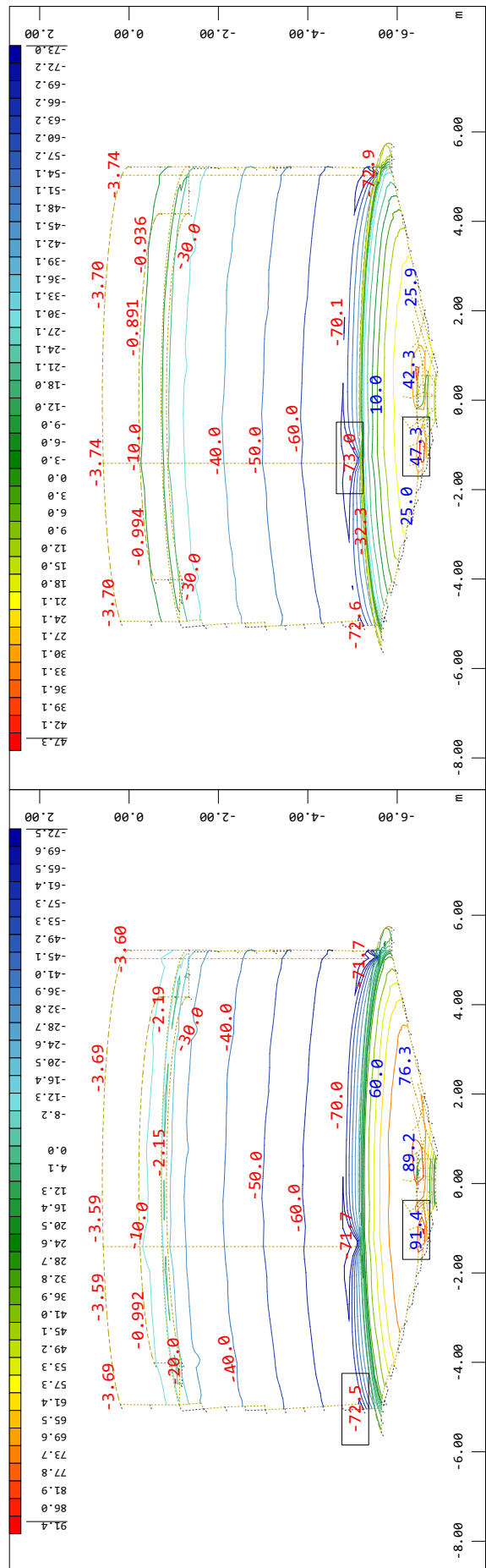
LC 400(ELS1); LC 500(ELS2); LC 600(ELS3); LC 700(ELS4)

SOFTISTIK AG - www.softistik.de



M 1 : 143
 X * 0.963
 Y * 0.292
 Z * 0.993

Sector del sistema
 Z
 Y X
 Esfuerzo de membrana n-xx en local x desde mitad del elemento,
 Caso de carga 411 MIN-NXX QUAD , desde -81.9 a 182.0 paso



M 1 : 143
 X * 0.963
 Y * 0.292
 Z * 0.993

Sector del sistema
 Z
 Y X
 Esfuerzo de membrana n-yy en local y desde mitad del elemento,
 Caso de carga 413 MIN-NYY QUAD , desde -73.0 a 47.3 paso

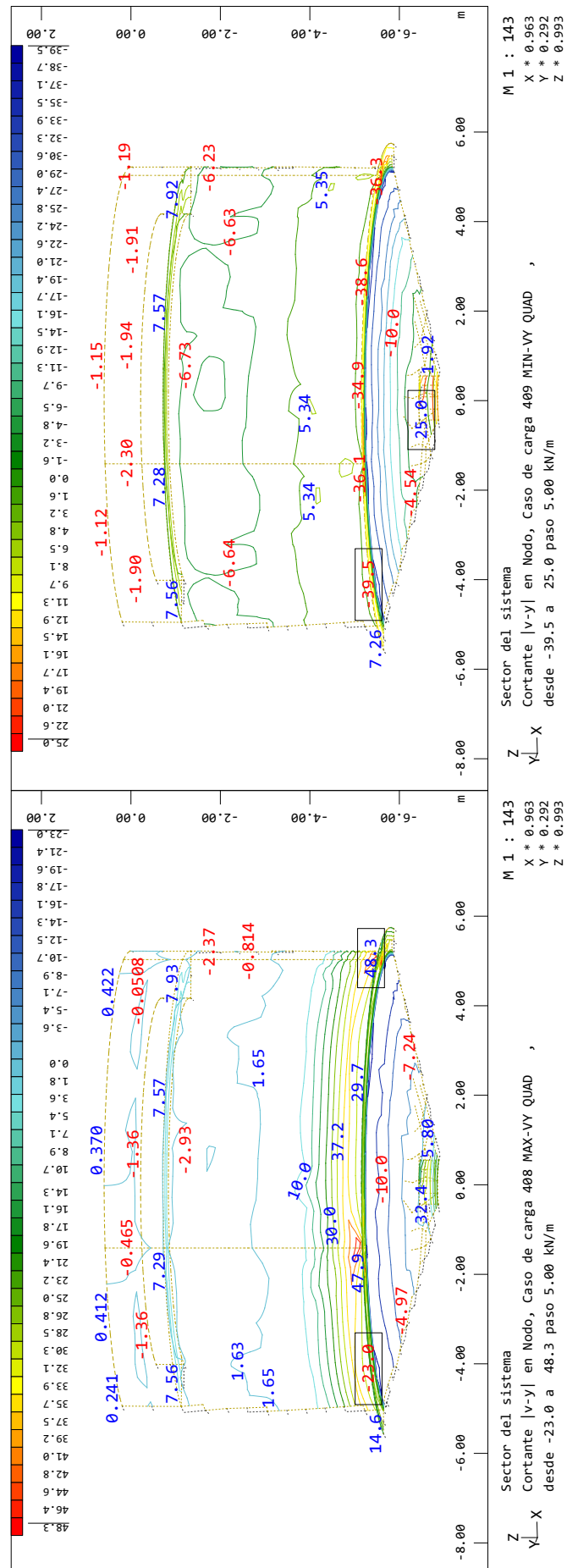
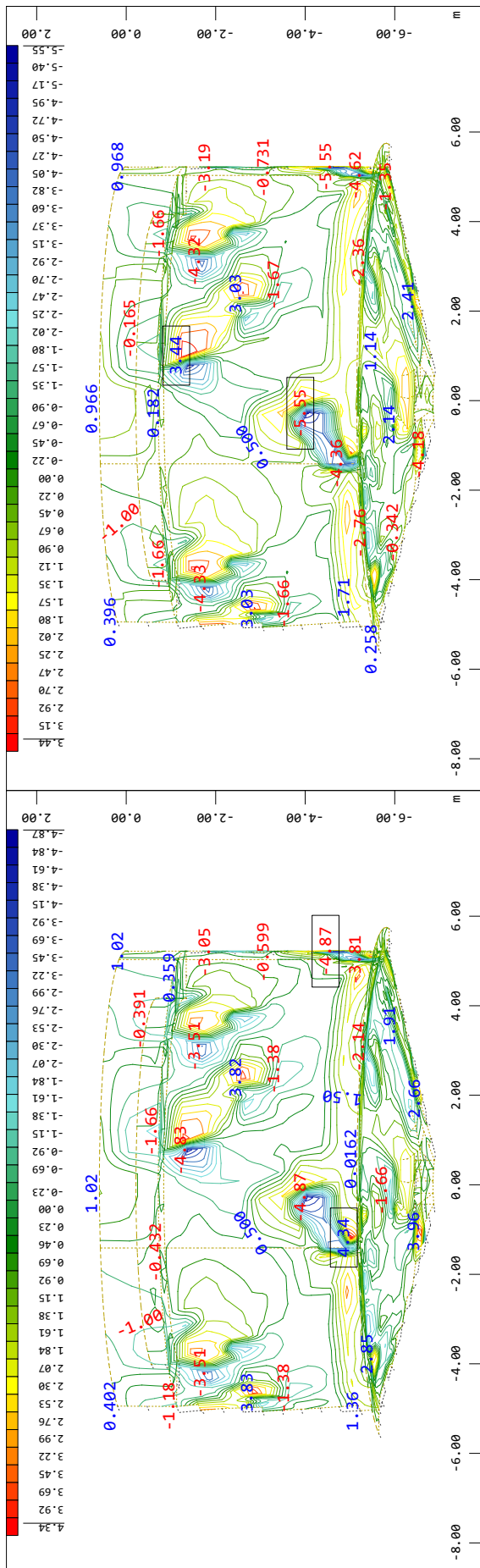
MODELO 3D

ESFUERZOS

LC 100(ELU1); LC 200(ELU2); LC 300(ELU3);

LC 400(ELS1); LC 500(ELS2); LC 600(ELS3); LC 700(ELS4)

SOFTISTIK AG - www.softistik.de



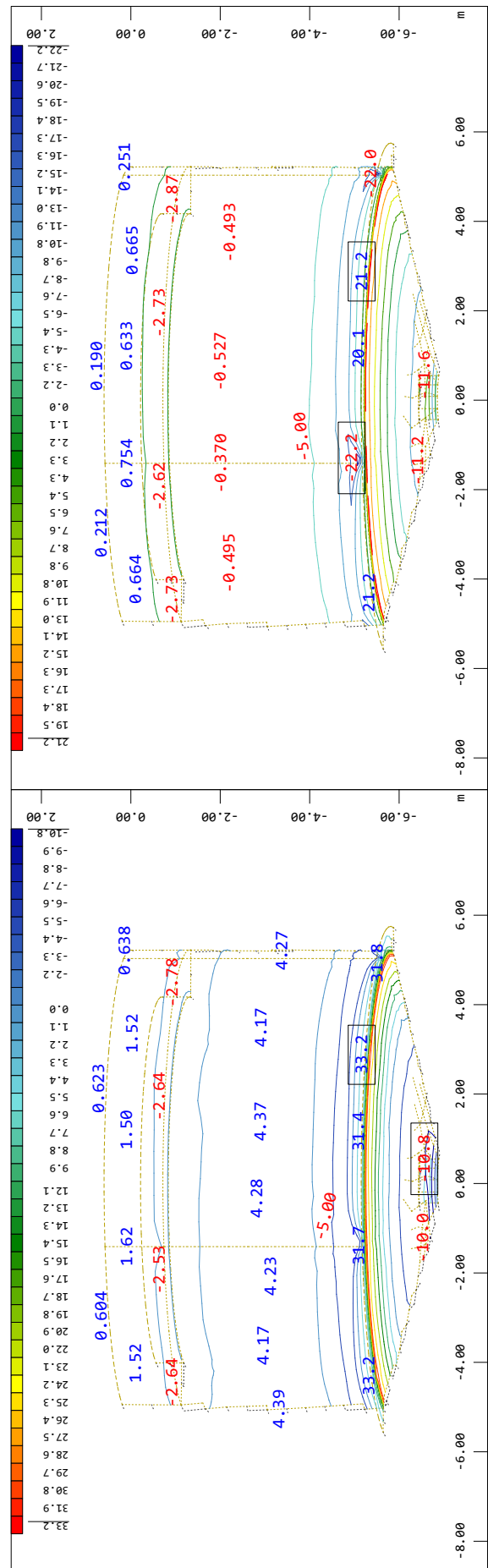
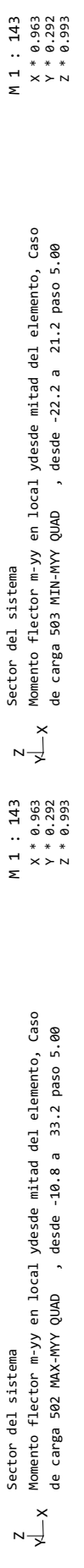
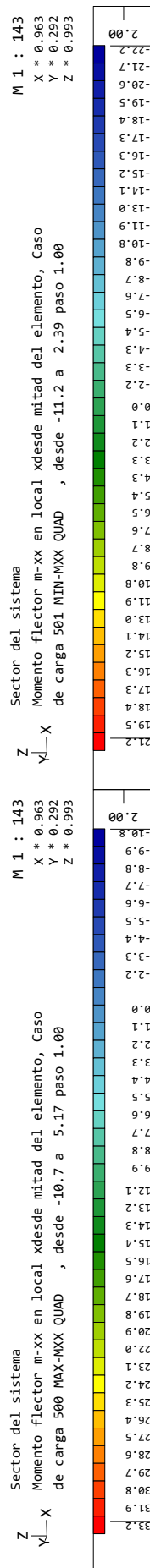
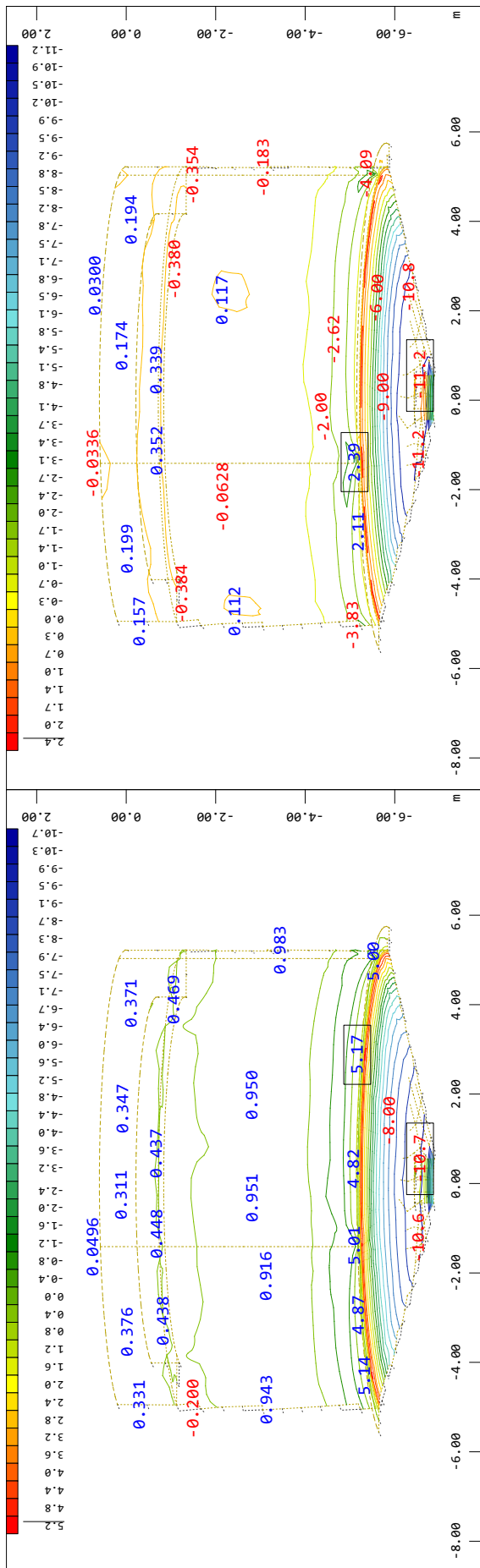
MODELO 3D

ESFUERZOS

LC 100(ELU1); LC 200(ELU2); LC 300(ELU3);

LC 400(ELS1); LC 500(ELS2); LC 600(ELS3); LC 700(ELS4)

SOFTISTIK AG - www.softistik.de



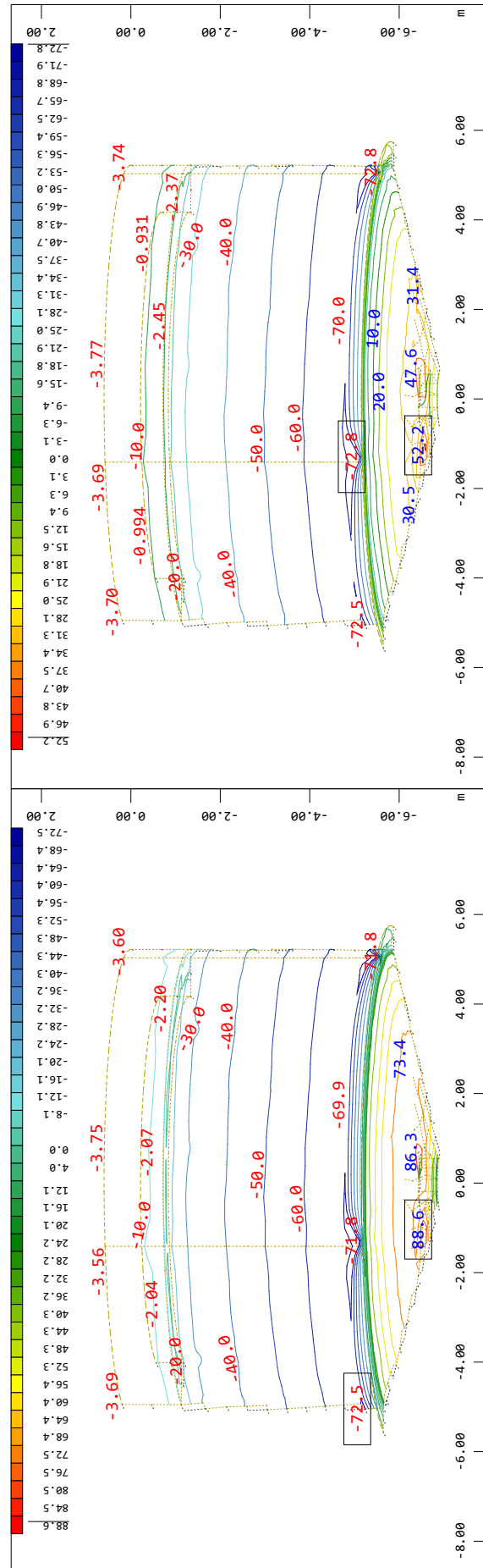
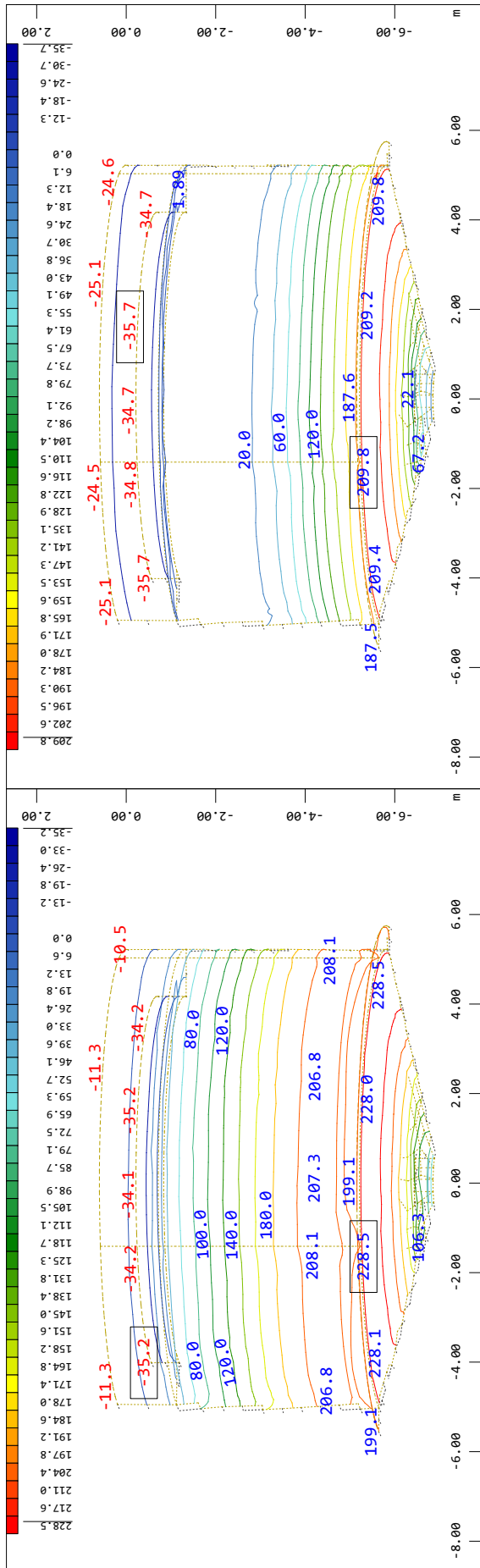
MODELO 3D

ESFUERZOS

LC 100(ELU1); LC 200(ELU2); LC 300(ELU3);

LC 400(ELS1); LC 500(ELS2); LC 600(ELS3); LC 700(ELS4)

SOFiSTiK AG - www.sofistik.de



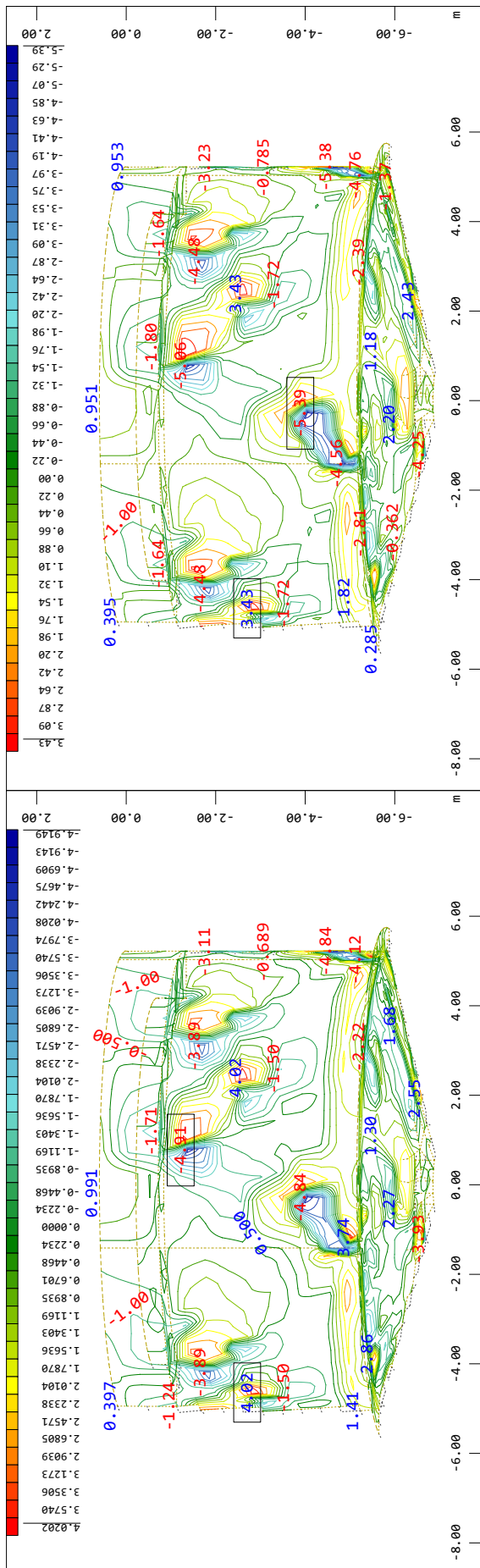
MODELO 3D

ESFUERZOS

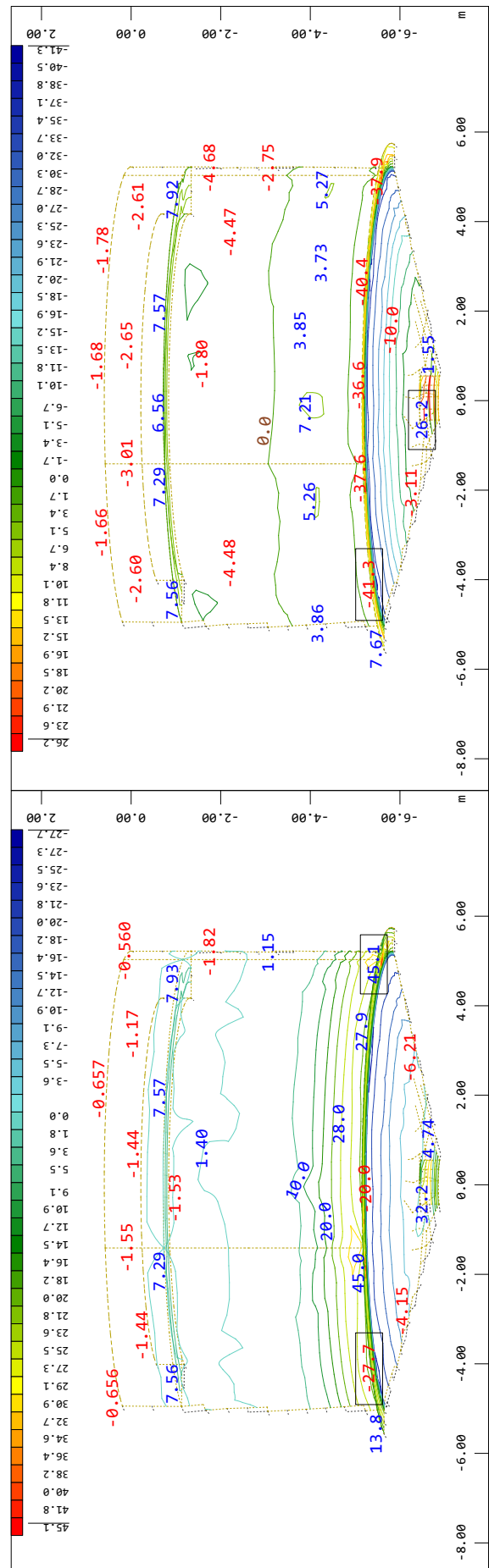
LC 100(ELU1); LC 200(ELU2); LC 300(ELU3);

LC 400(ELS1); LC 500(ELS2); LC 600(ELS3); LC 700(ELS4)

SOFISTIK AG - www.sofistik.de



M 1 : 143
X * 0.963
Y * 0.292
Z * 0.993



M 1 : 143
X * 0.963
Y * 0.292
Z * 0.993

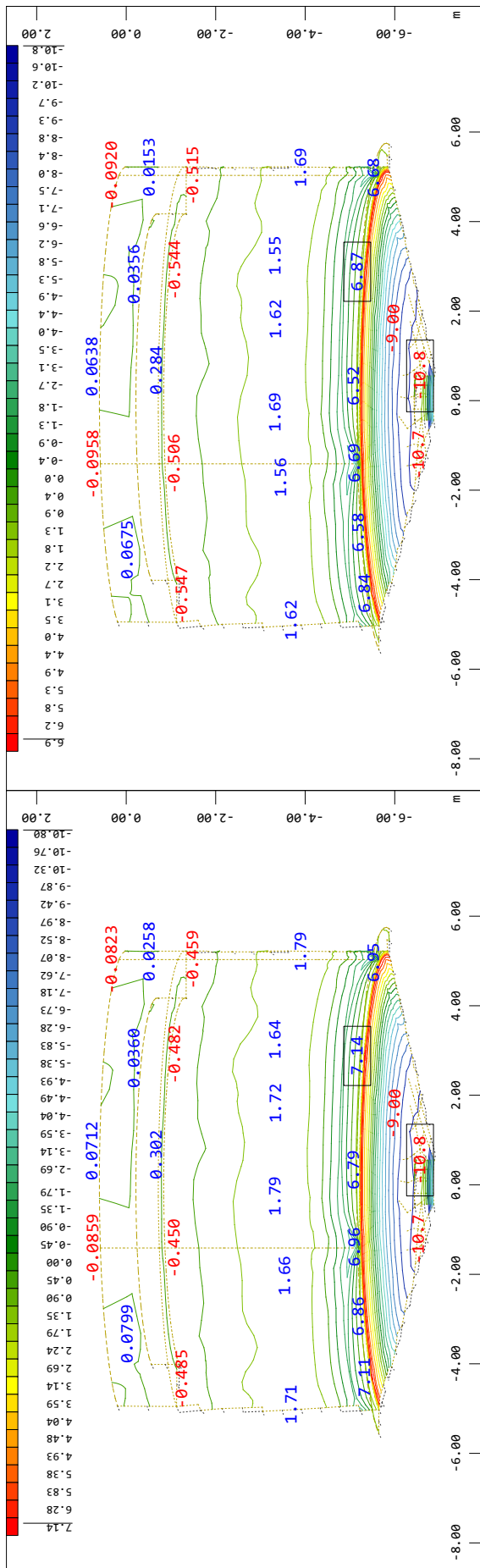
MODELO 3D

ESFUERZOS

LC 100(ELU1); LC 200(ELU2); LC 300(ELU3);

LC 400(ELS1); LC 500(ELS2); LC 600(ELS3); LC 700(ELS4)

SOFiSTiK AG - www.sofistik.de

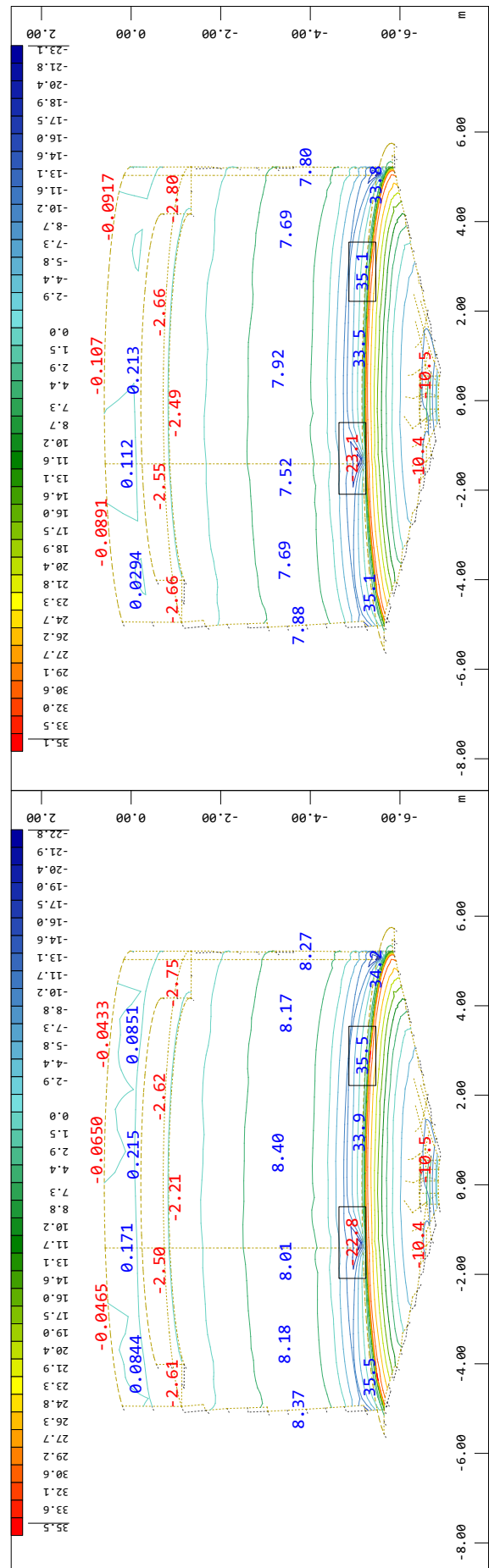


M 1 : 143
 X * 0.963
 Y * 0.292
 Z * 0.993

Sector del sistema
 Momento flector m_{xx} en local x desde mitad del elemento, Caso de carga 601 MIN-MXX QUAD , desde -10.8 a 6.87 paso 1.00

M 1 : 143
 X * 0.963
 Y * 0.292
 Z * 0.993

Sector del sistema
 Momento flector m_{xx} en local x desde mitad del elemento, Caso de carga 600 MAX-MXX QUAD , desde -10.8 a 7.14 paso 1.00



M 1 : 143
 X * 0.963
 Y * 0.292
 Z * 0.993

Sector del sistema
 Momento flector m_{yy} en local y desde mitad del elemento, Caso de carga 603 MIN-MYY QUAD , desde -23.1 a 35.1 paso 5.00

M 1 : 143
 X * 0.963
 Y * 0.292
 Z * 0.993

Sector del sistema
 Momento flector m_{yy} en local y desde mitad del elemento, Caso de carga 602 MAX-MYY QUAD , desde -22.8 a 35.5 paso 5.00

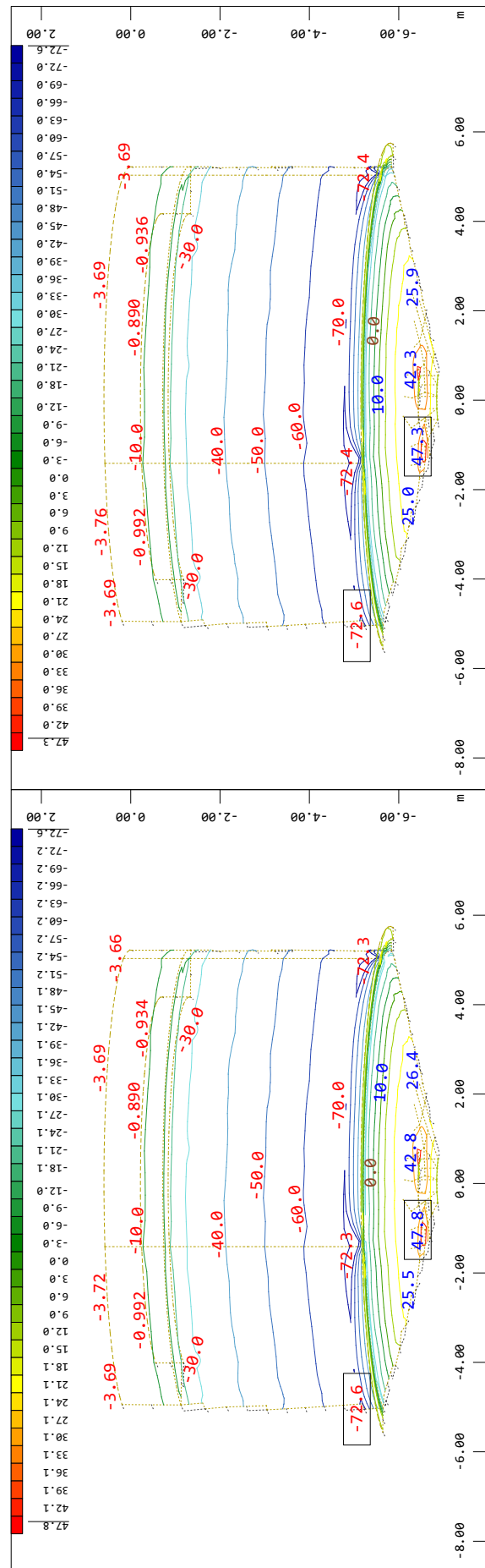
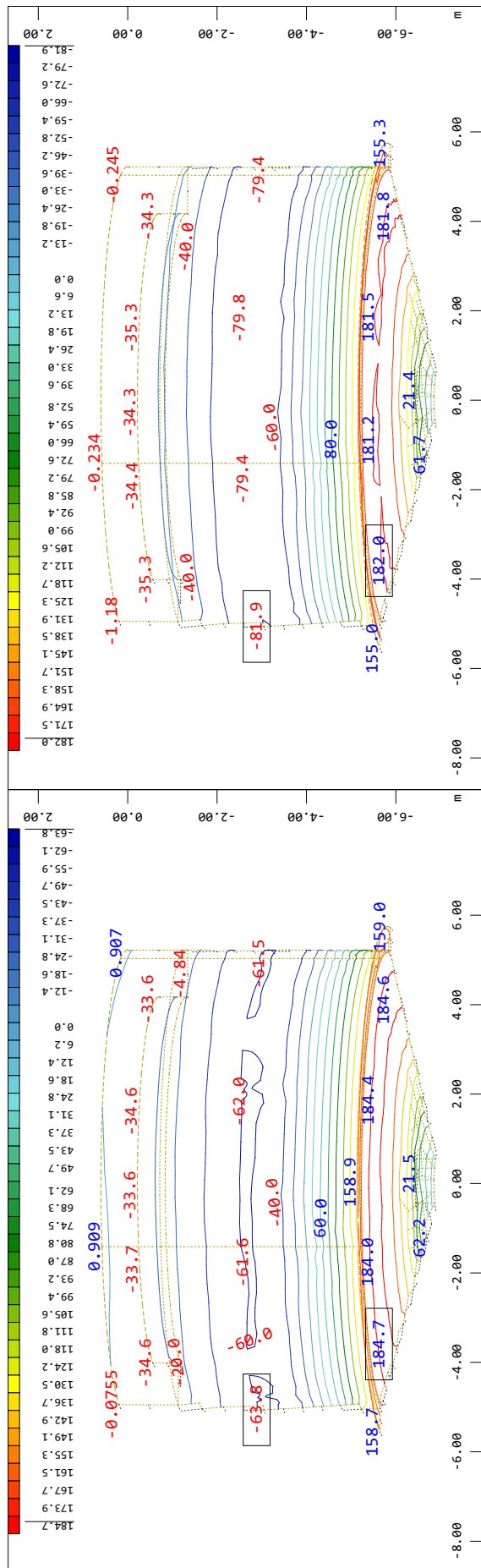
MODELO 3D

ESFUERZOS

LC 100(ELU1); LC 200(ELU2); LC 300(ELU3);

LC 400(ELS1); LC 500(ELS2); LC 600(ELS3); LC 700(ELS4)

SOFISTIK AG - www.sofistik.de



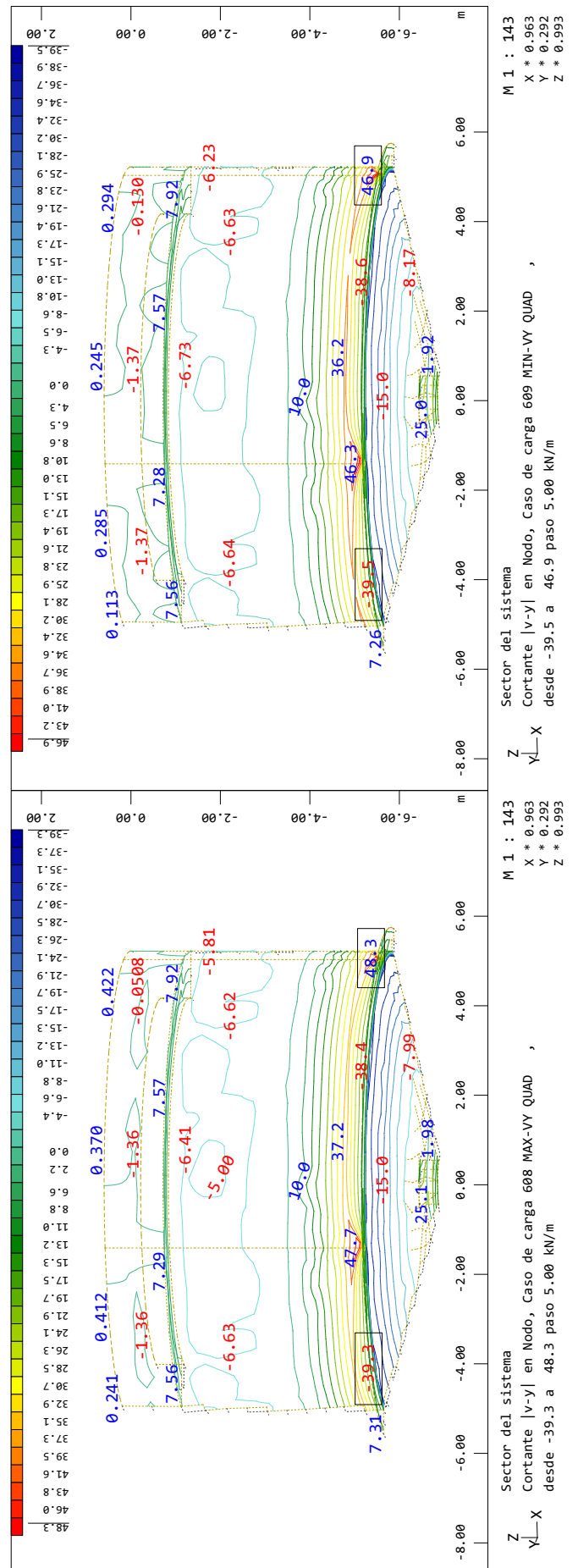
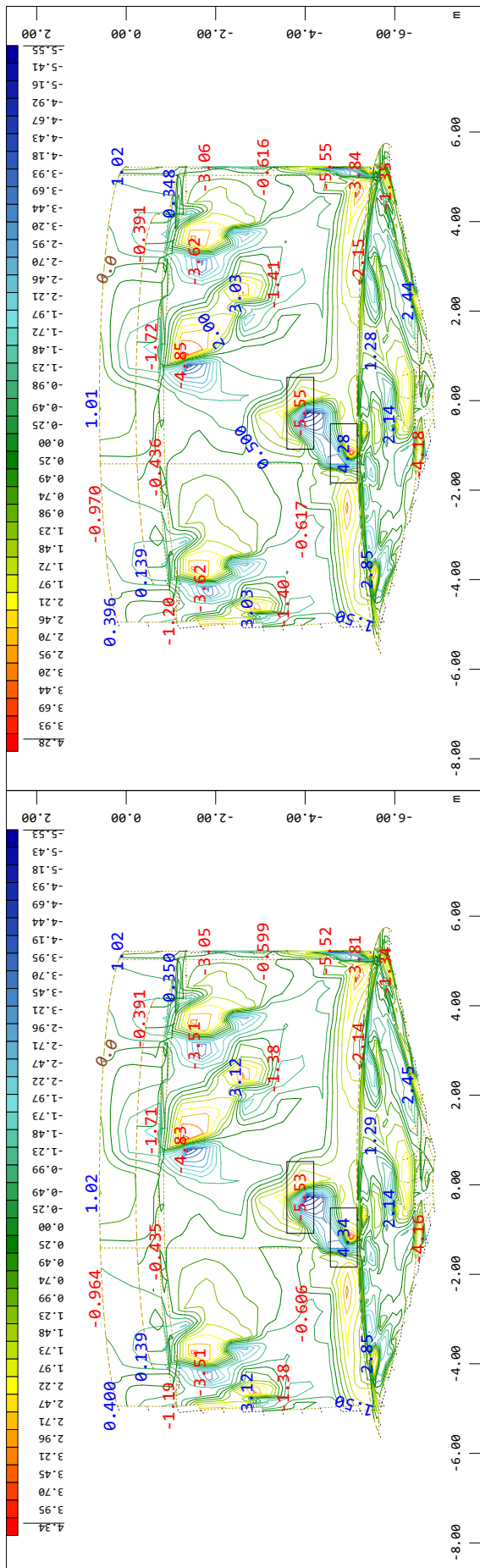
MODELO 3D

ESFUERZOS

LC 100(ELU1); LC 200(ELU2); LC 300(ELU3);

LC 400(ELS1); LC 500(ELS2); LC 600(ELS3); LC 700(ELS4)

SOFISTIK AG - www.sofistik.de



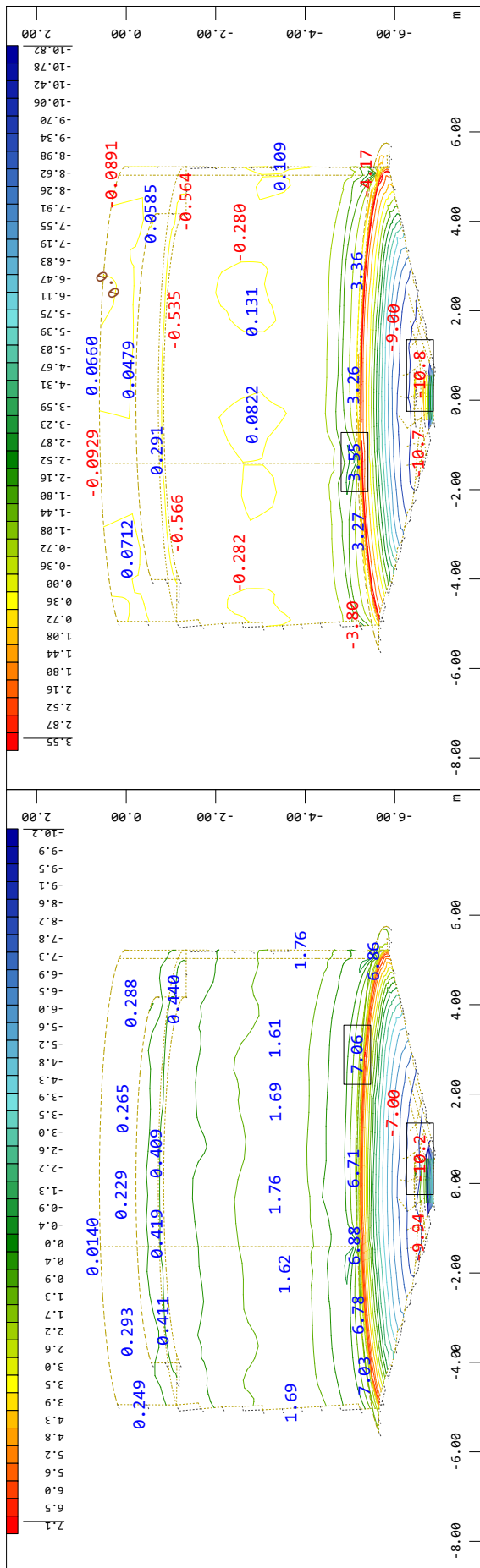
MODELO 3D

ESFUERZOS

LC 100(ELU1); LC 200(ELU2); LC 300(ELU3);

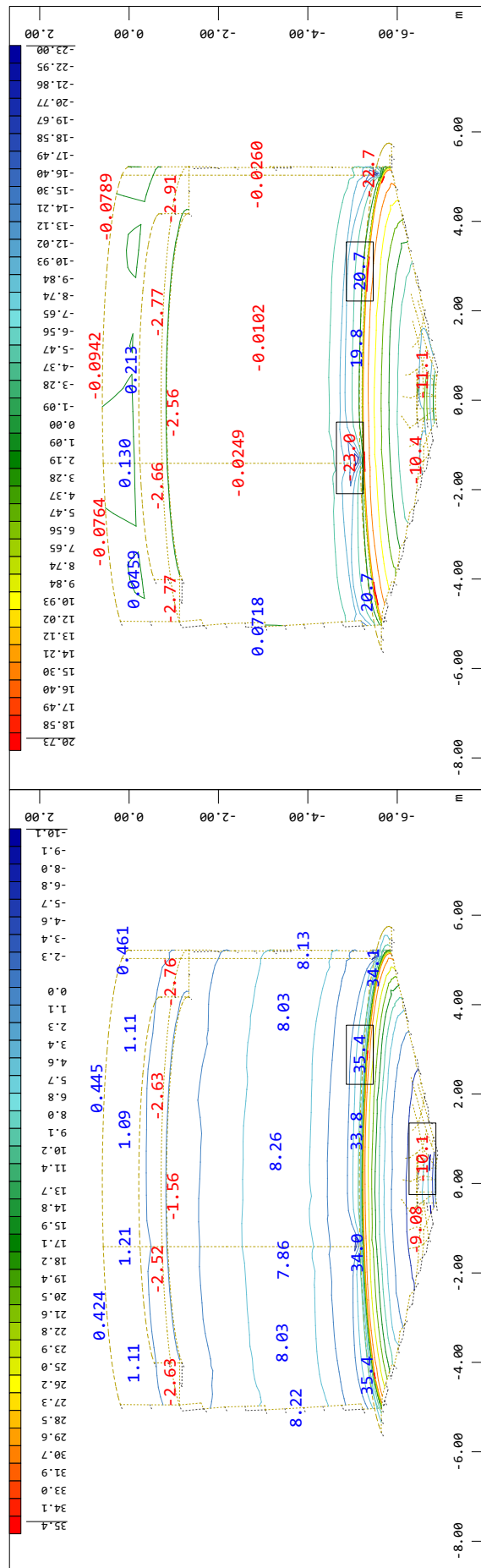
LC 400(ELS1); LC 500(ELS2); LC 600(ELS3); LC 700(ELS4)

SOFiSTiK AG - www.sofistik.de



M 1 : 143
 X * 0.963
 Y * 0.292
 Z * 0.993

Sector del sistema
 Momento flector m-xx en local x desde mitad del elemento, Caso de carga 701 MIN-MXX QUAD , desde -10.8 a 3.55 paso 1.00



M 1 : 143
 X * 0.963
 Y * 0.292
 Z * 0.993

Sector del sistema
 Momento flector m-yy en local y desde mitad del elemento, Caso de carga 703 MIN-MYY QUAD , desde -23.0 a 20.7 paso 5.00

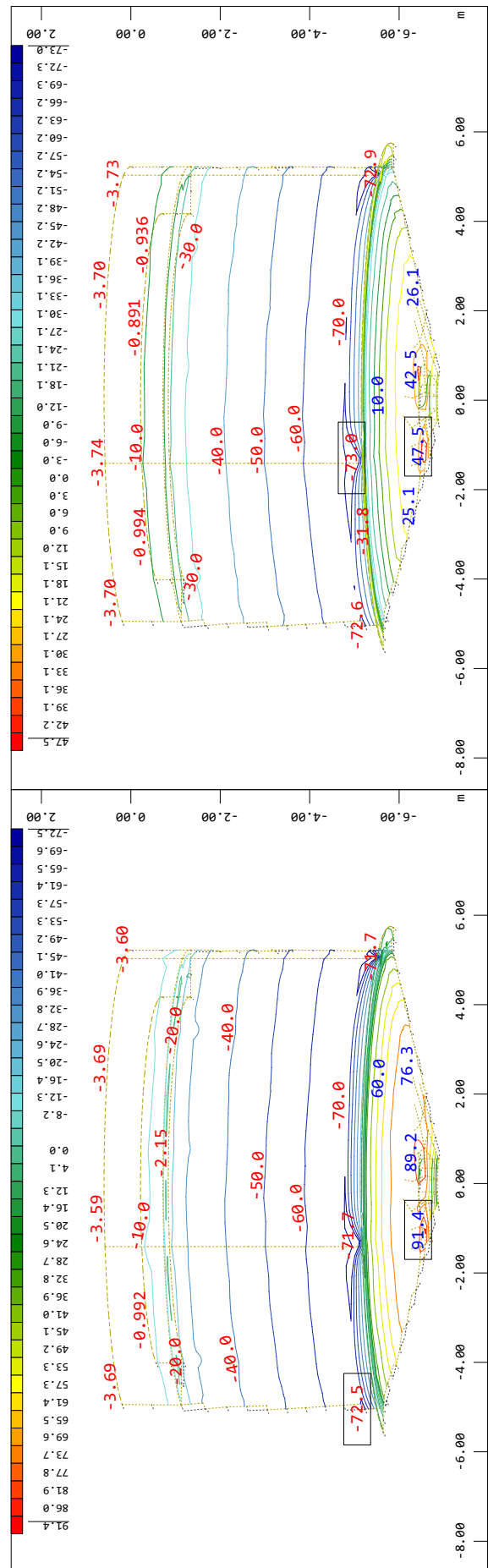
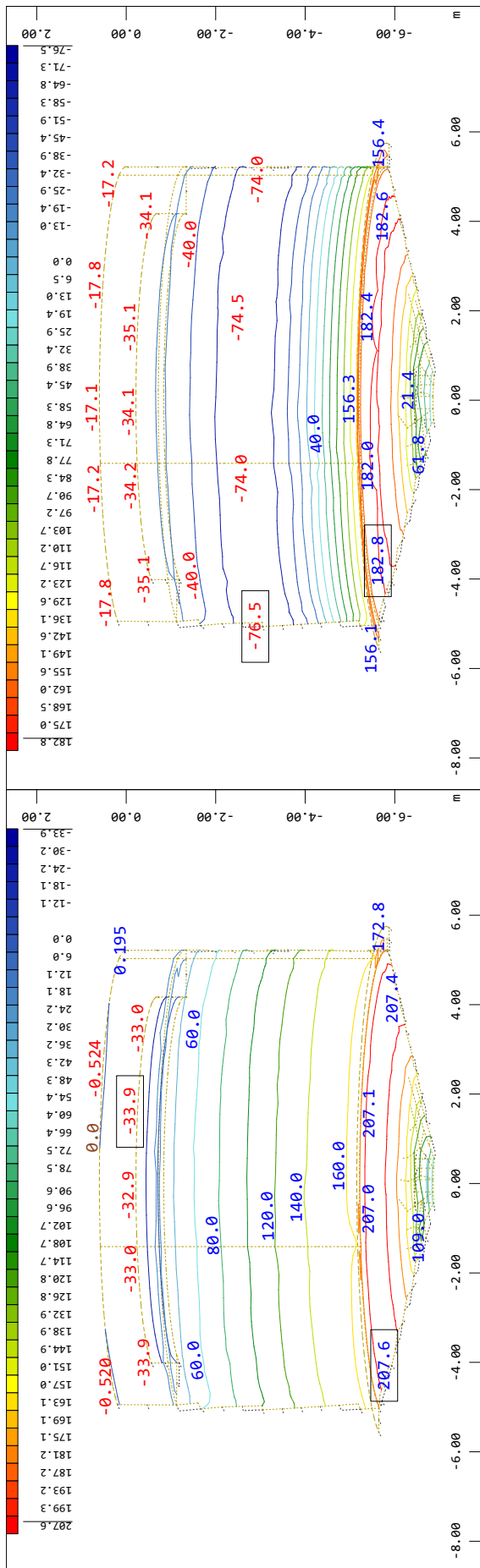
MODELO 3D

ESFUERZOS

LC 100(ELU1); LC 200(ELU2); LC 300(ELU3);

LC 400(ELS1); LC 500(ELS2); LC 600(ELS3); LC 700(ELS4)

SOFTISTIK AG - www.softistik.de



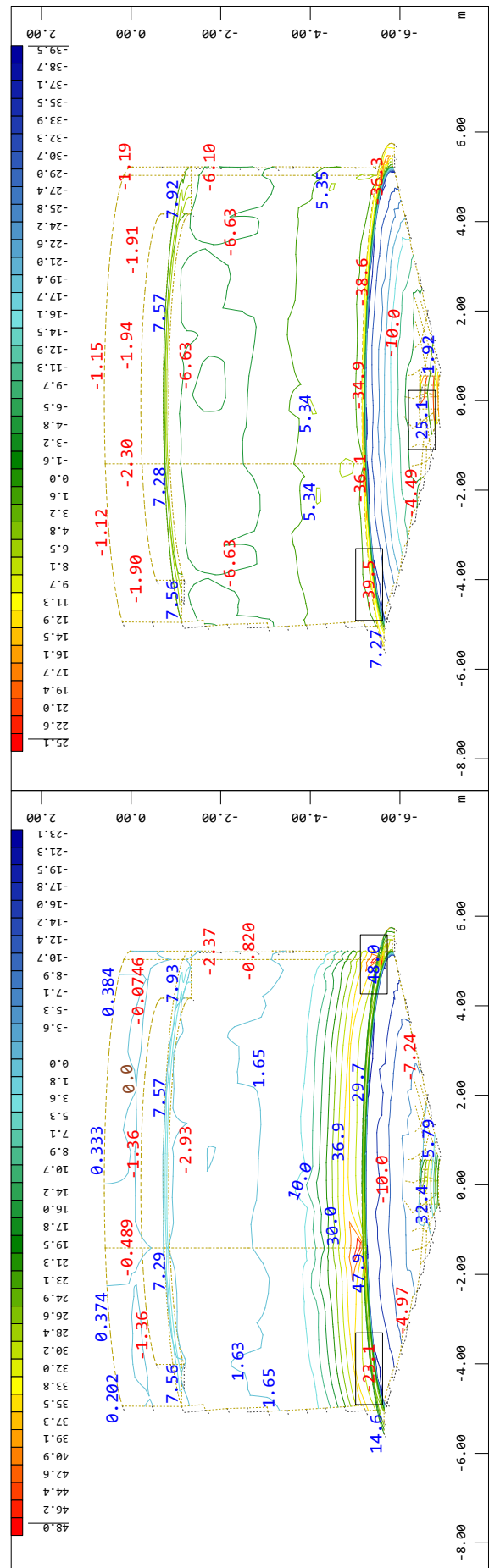
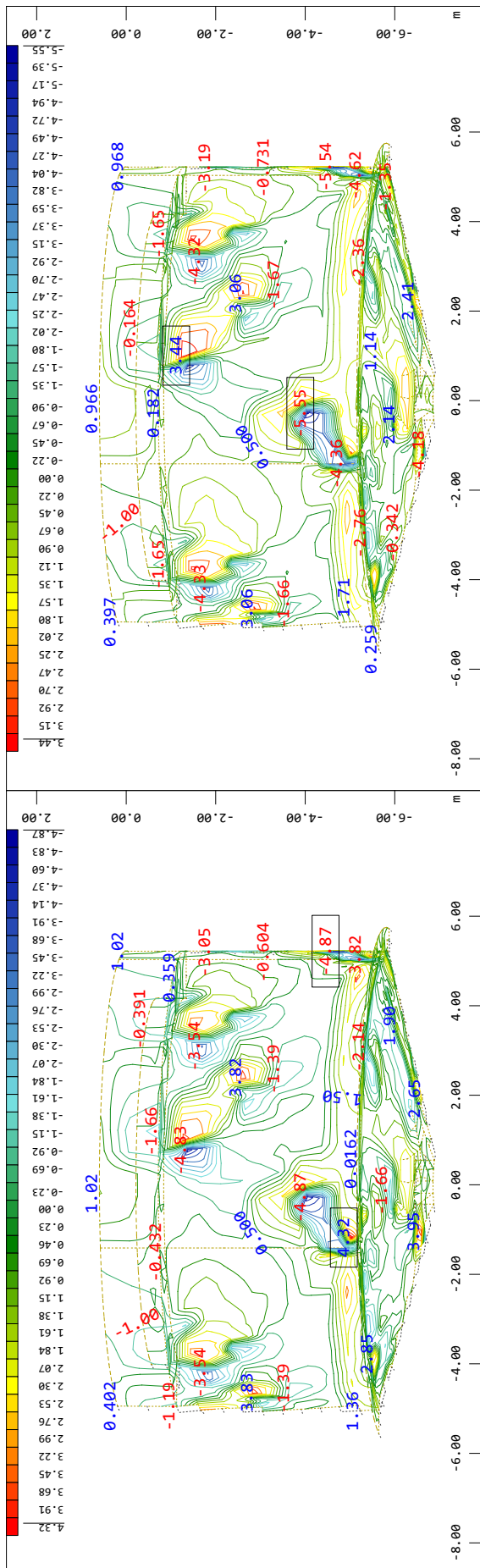
MODELO 3D

ESFUERZOS

LC 100(ELU1); LC 200(ELU2); LC 300(ELU3);

LC 400(ELS1); LC 500(ELS2); LC 600(ELS3); LC 700(ELS4)

SOFiSTiK AG - www.sofistik.de

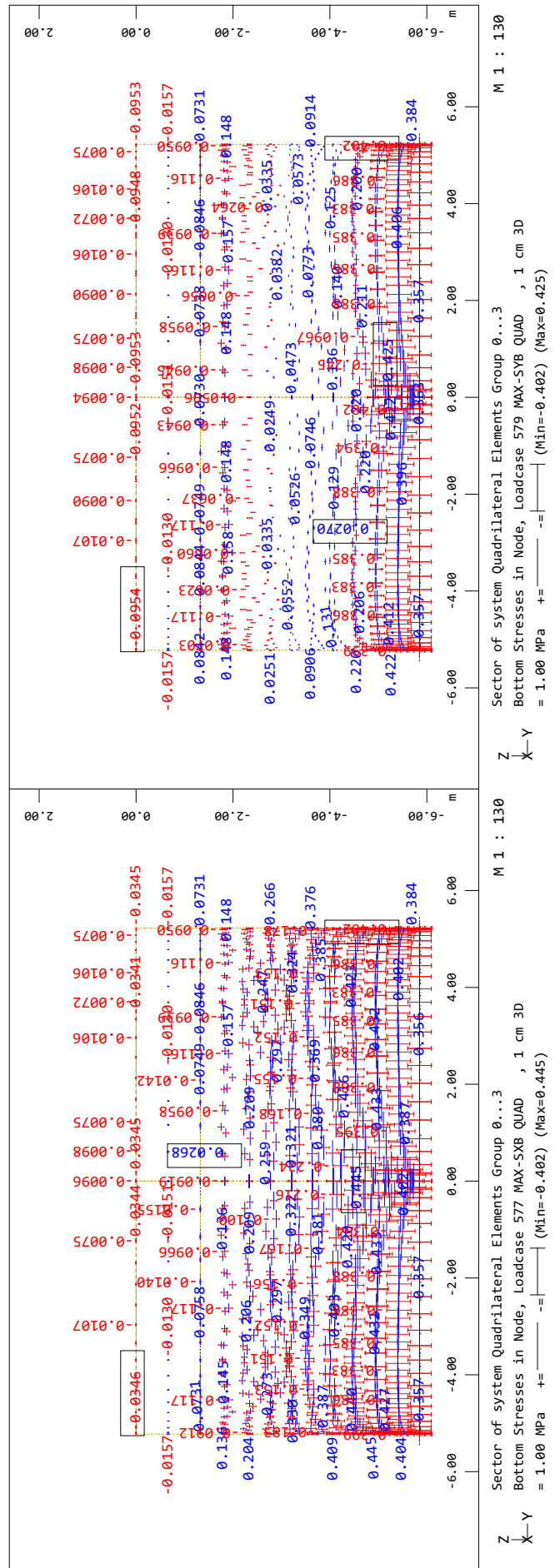
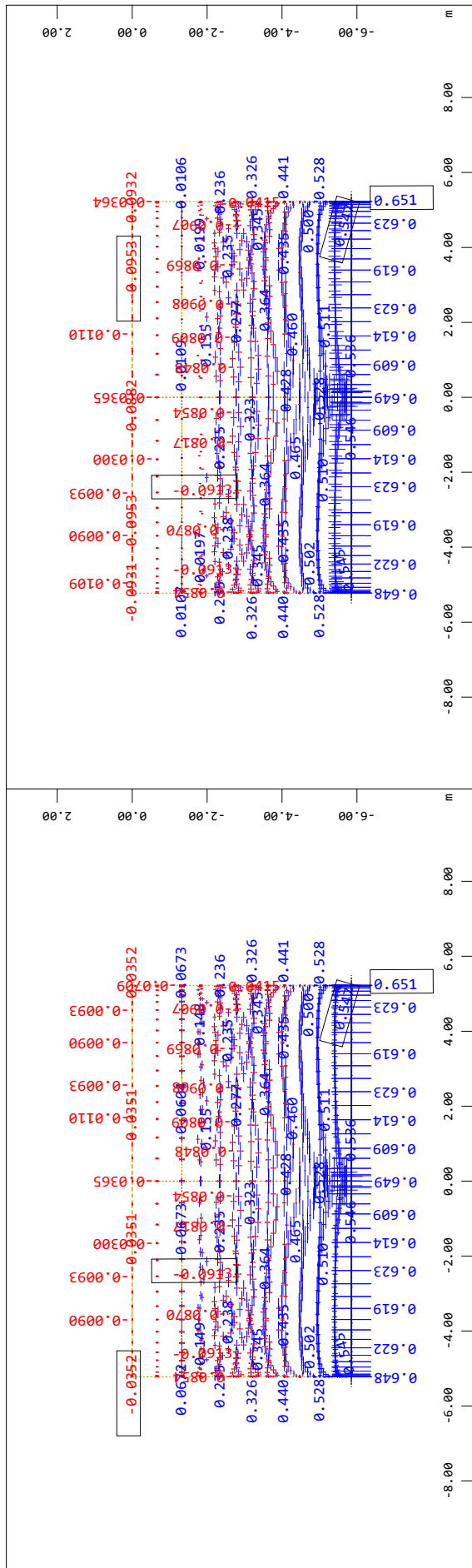


MODELO 3D

TENSIONES EN SERVICIO

LC500(ELS2), LC600(ELS3), LC700(ELS4)

SOFiSTiK AG - www.sofistik.de

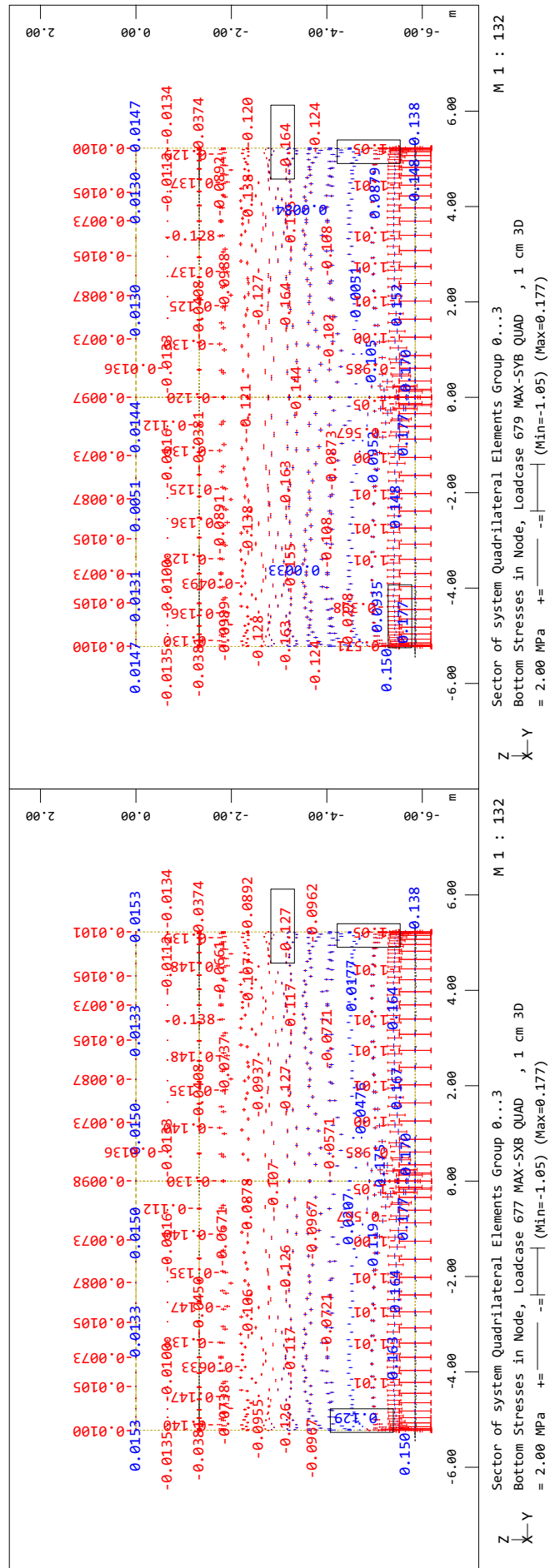
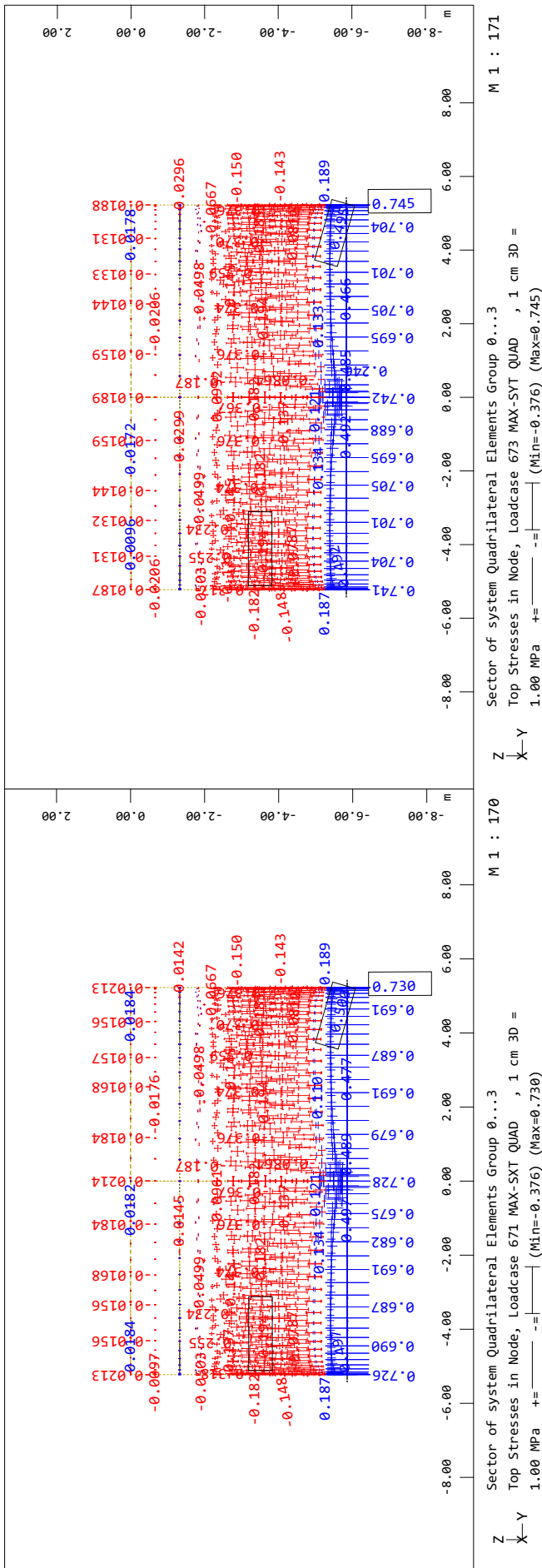


MODELO 3D

TENSIONES EN SERVICIO

LC500(ELS2), LC600(ELS3), LC700(ELS4)

SOFiSTiK AG - www.sofistik.de

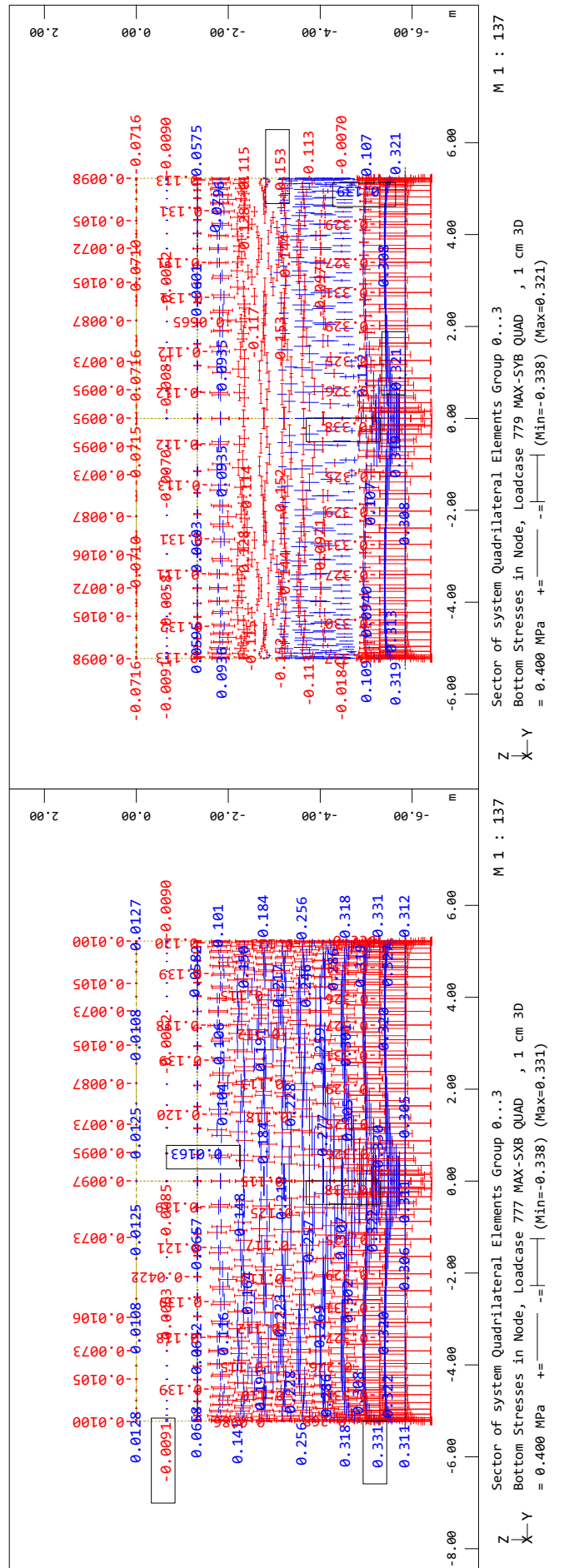
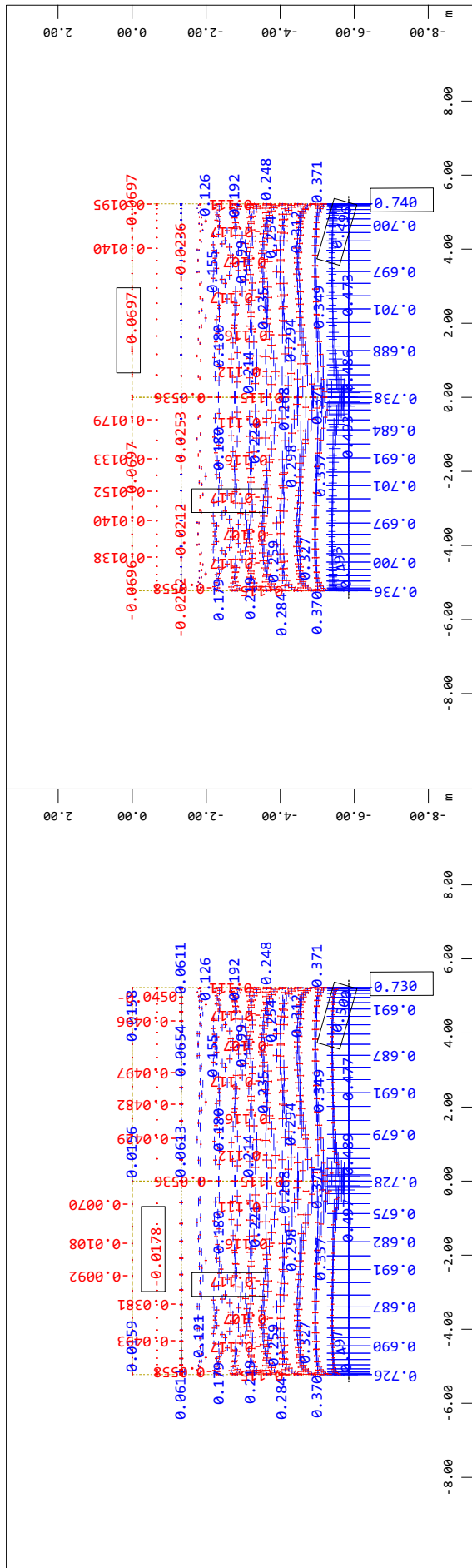


MODELO 3D

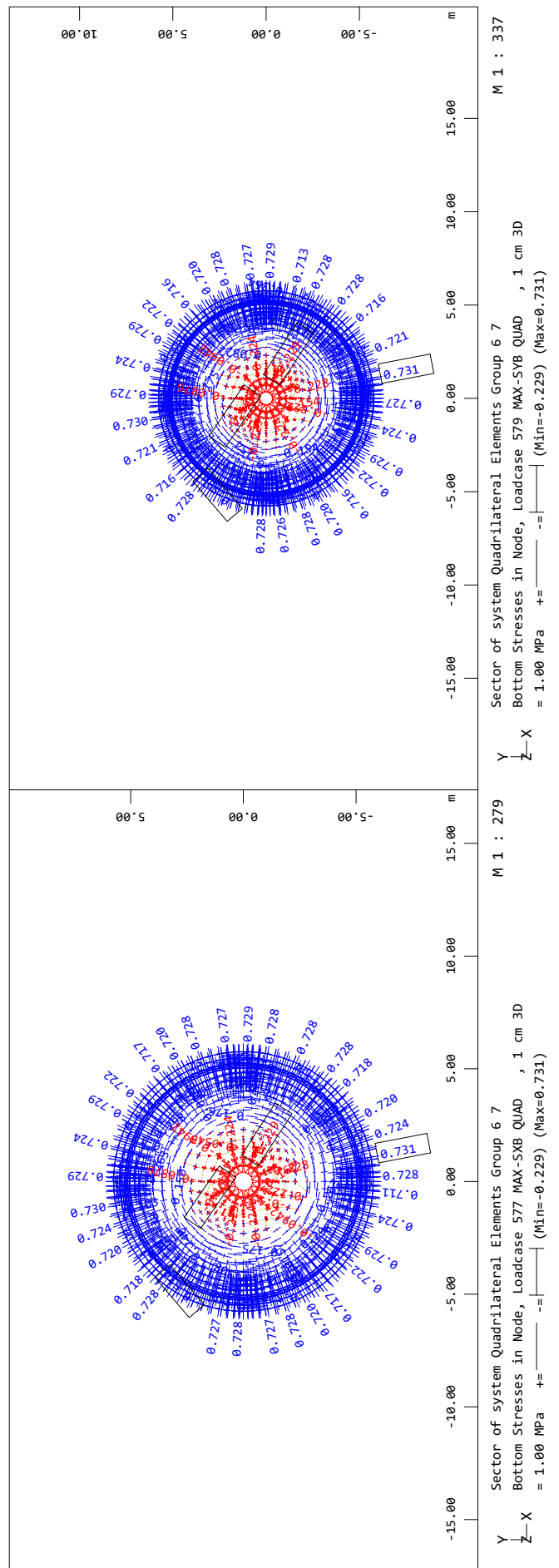
TENSIONES EN SERVICIO

LC500(ELS2), LC600(ELS3), LC700(ELS4)

SOFiSTiK AG - www.sofistik.de

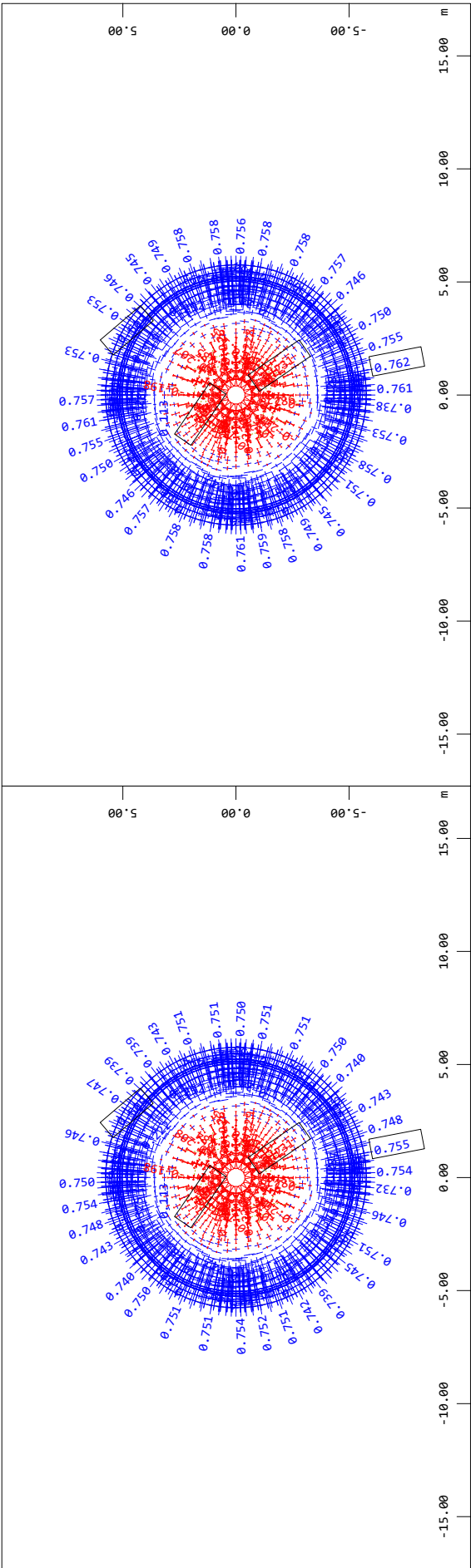
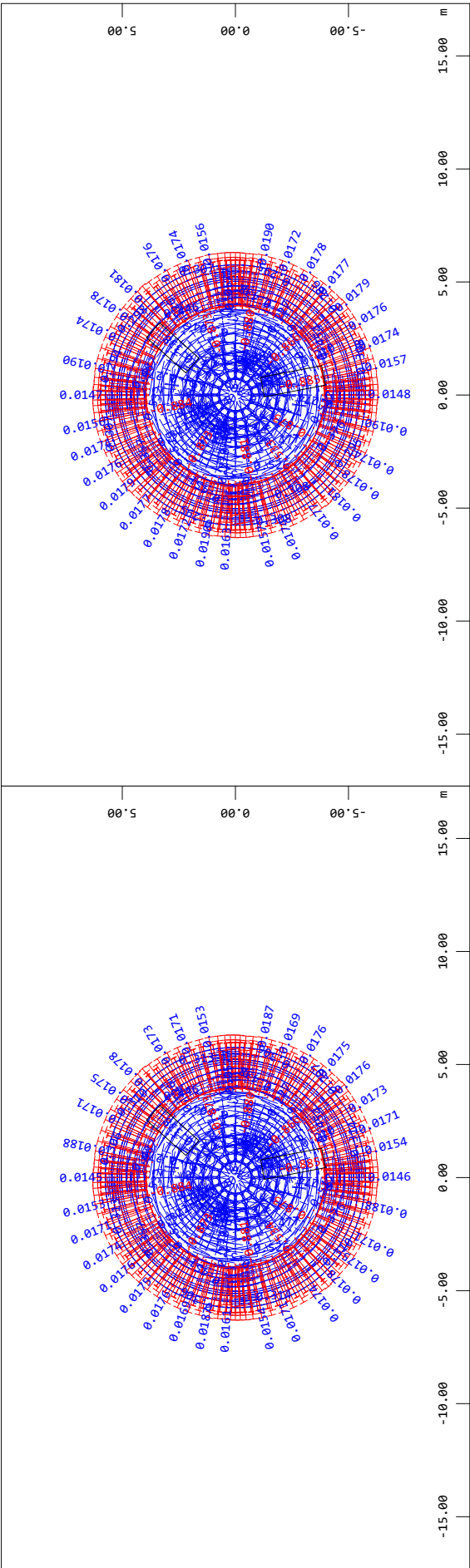


SOFiSTiK AG - www.sofistik.de



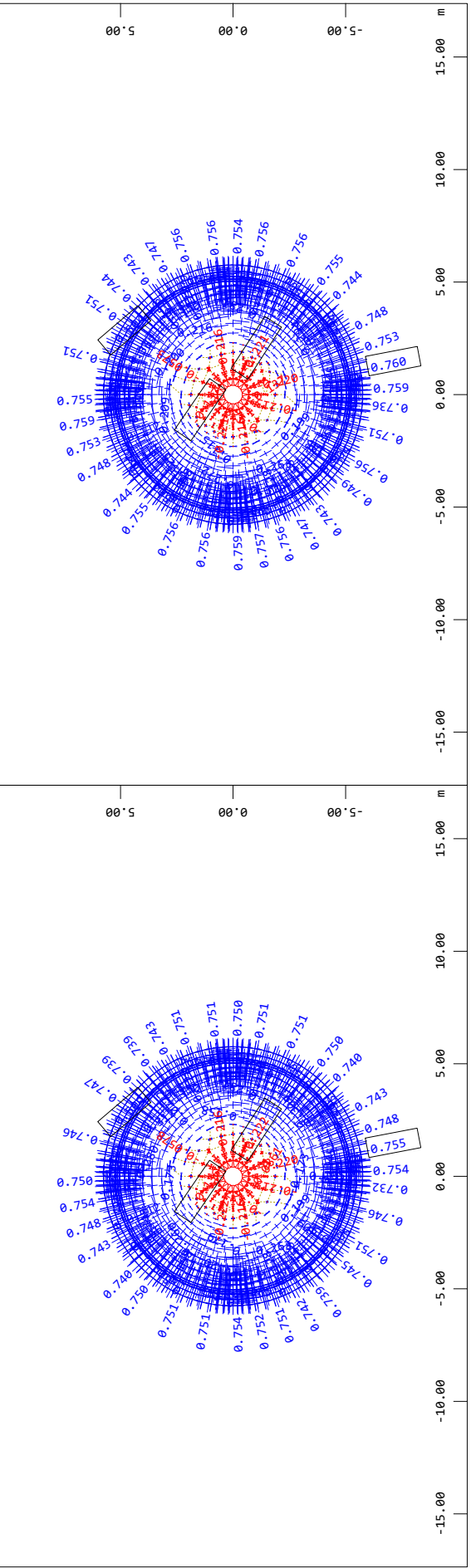
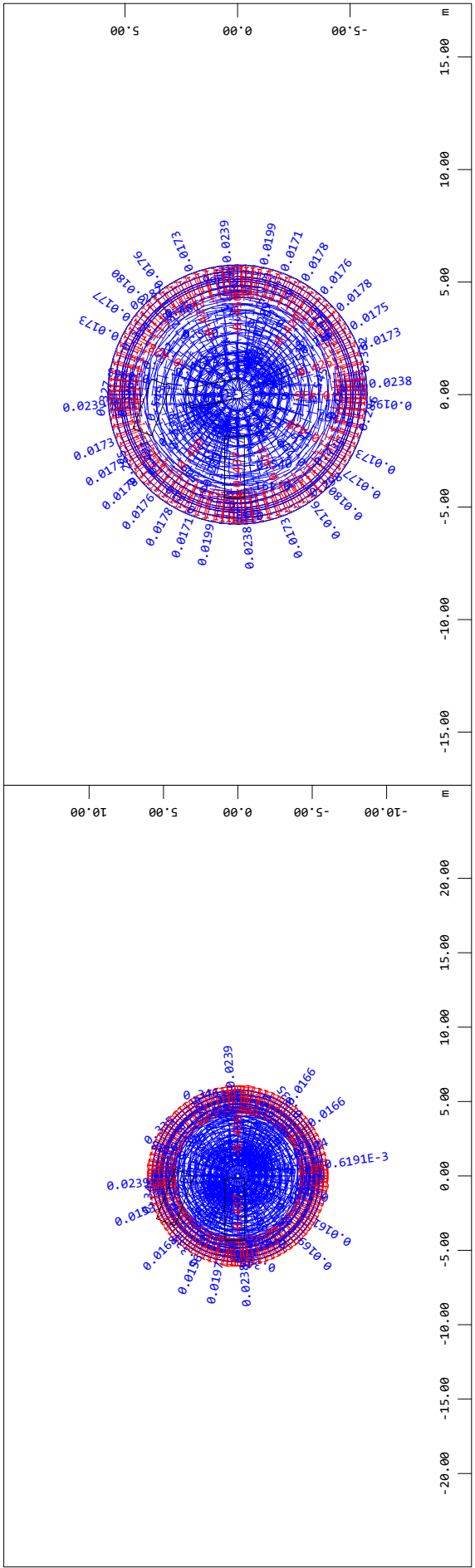
MODELO 3D
TENSIONES EN SERVICIO
LC500(ELS2), LC600(ELS3), LC700(ELS4)

SOFiSTiK AG - www.sofistik.de

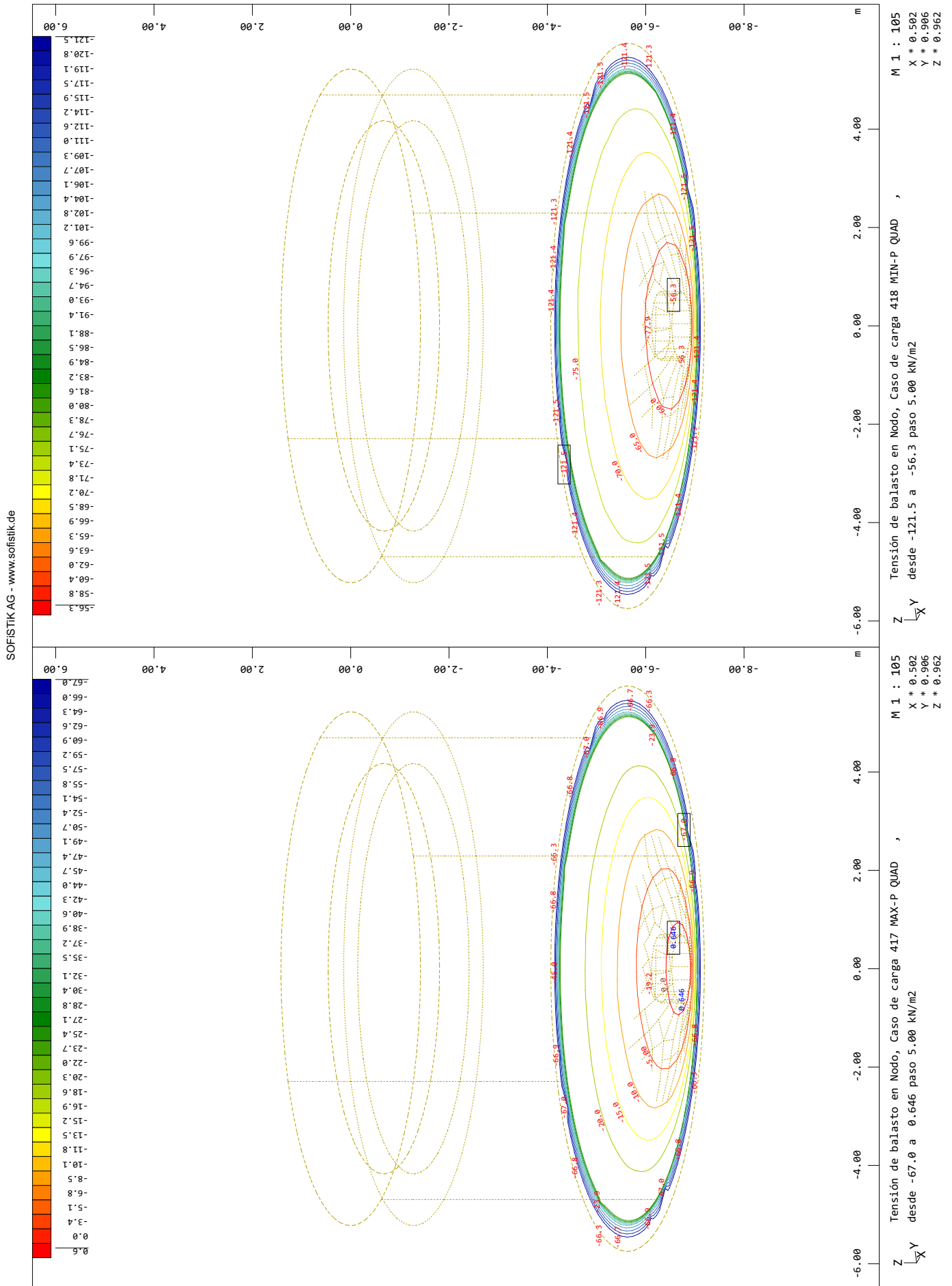


MODELO 3D
TENSIONES EN SERVICIO
LC500(ELS2), LC600(ELS3), LC700(ELS4)

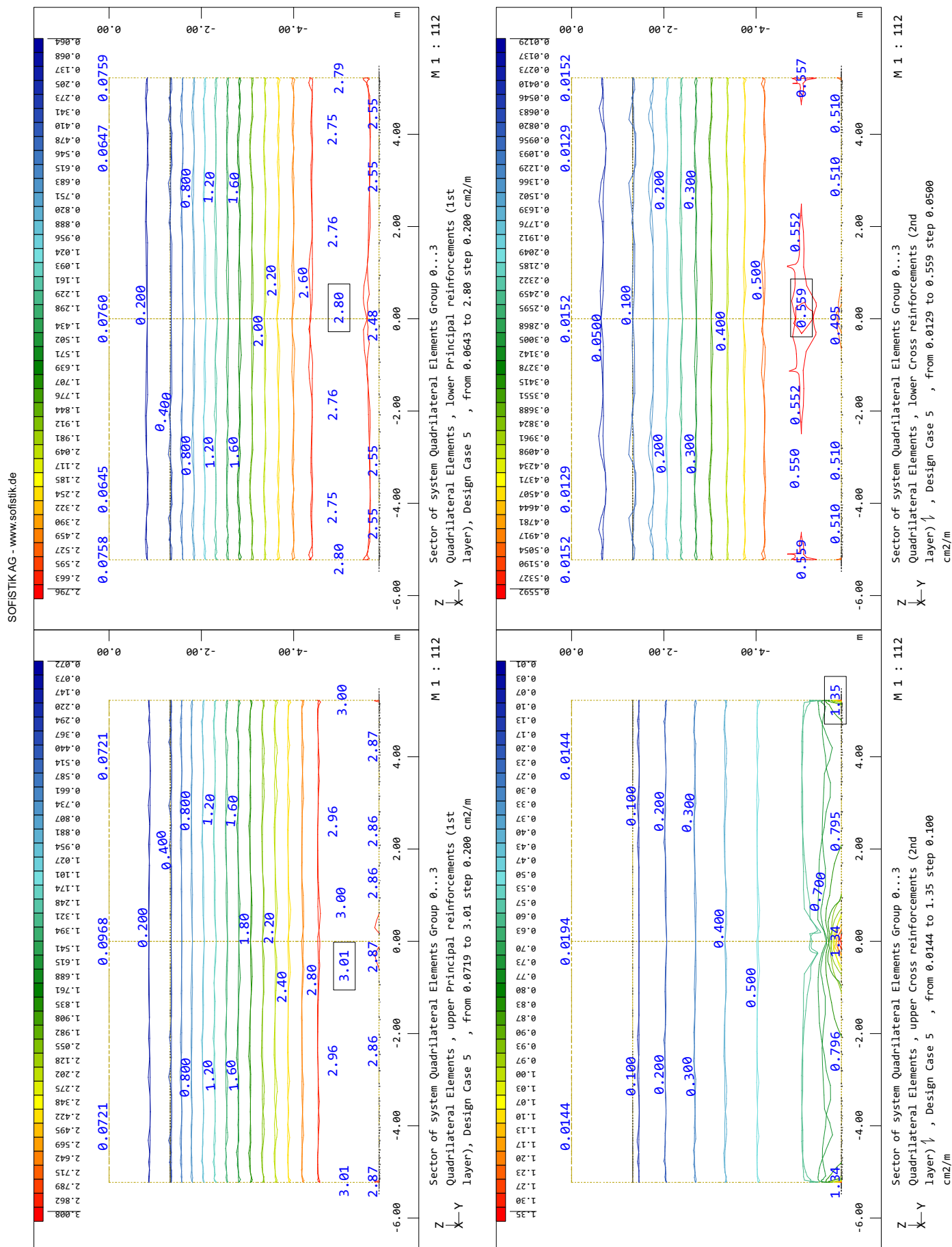
SOFiSTiK AG - www.sofistik.de



MODELO 3D
 REACCIONES TERRENO
 LC 400(ELS1 CARACTERISTICA)



VERTICAL CARA EXTERIOR (upper cross); VERTICAL CARA INTERIOR (lower cross)



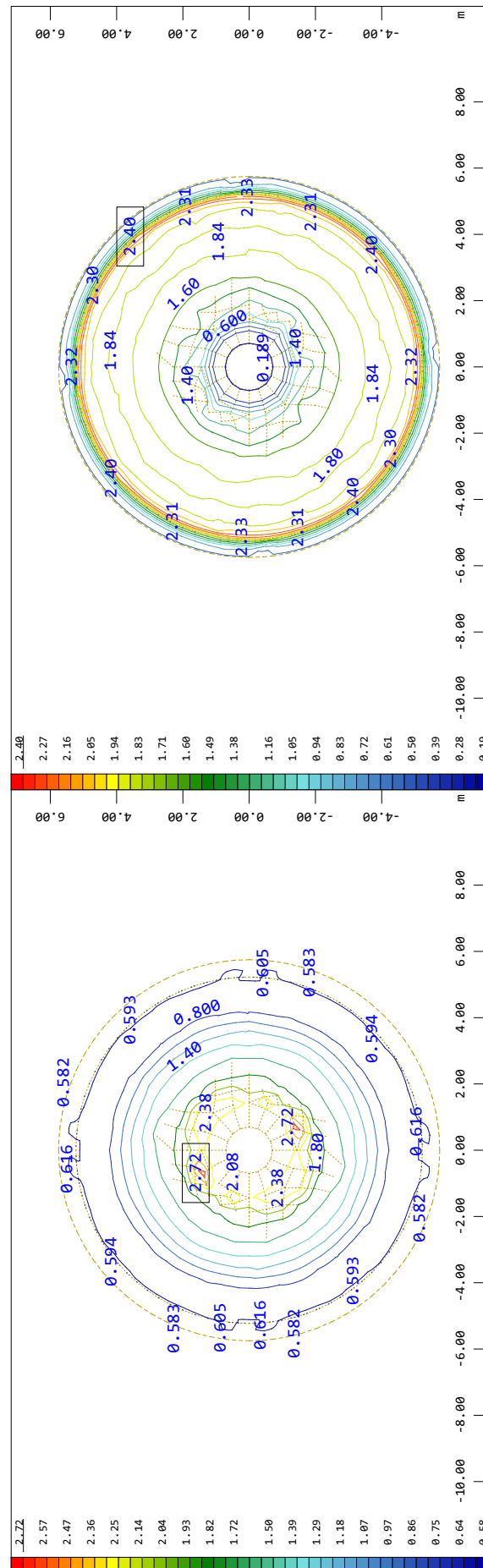
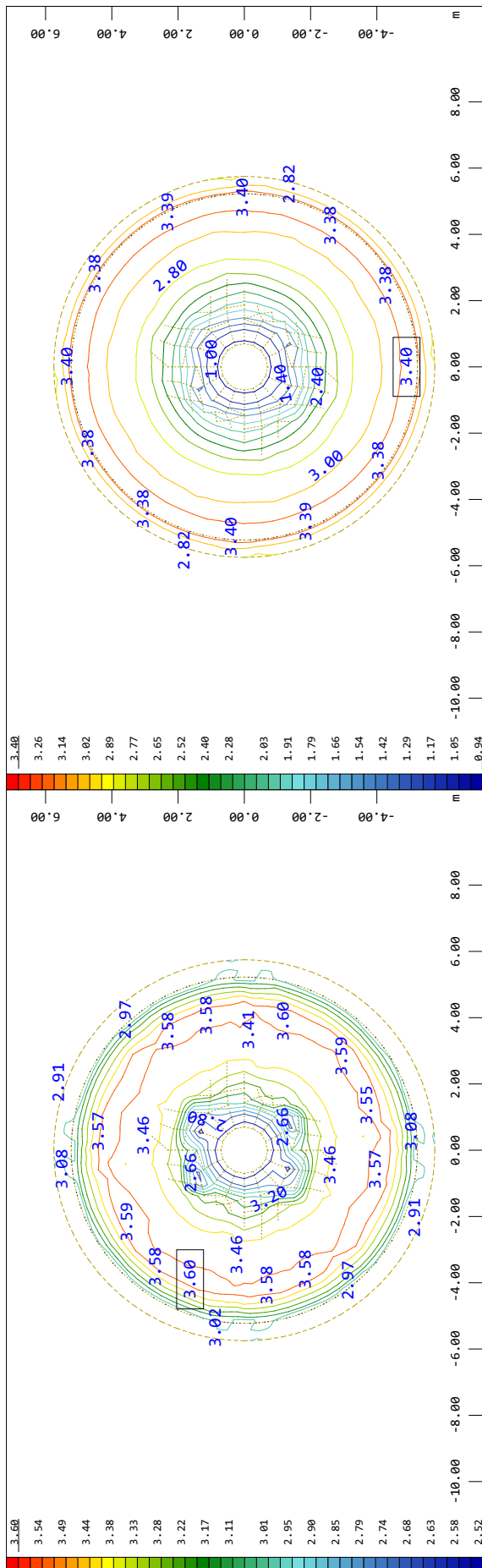
MODELO 3D

LOSA. ARMADURA cm²/m

CIRCULAR CARA SUPERIOR (upper principal); CIRCULAR CARA INFERIOR (lower principal)

RADIAL CARA SUPERIOR (upper cross); RADIAL CARA INFERIOR (lower cross)

SOFiSTiK AG - www.sofistik.de



C.1.2. CAMARA DE MEZCLA Y BOMBEO DE FANGOS

MODELO 3D

ESPESADOR ZONA COMUN

Default design code is EHE Instrucción de hormigón estructural 2008 (España) V 2020

Materials

Mat Classification
1 HA 35 (EHE)
2 B 500 (EHE)

MODELO 3D

Groups

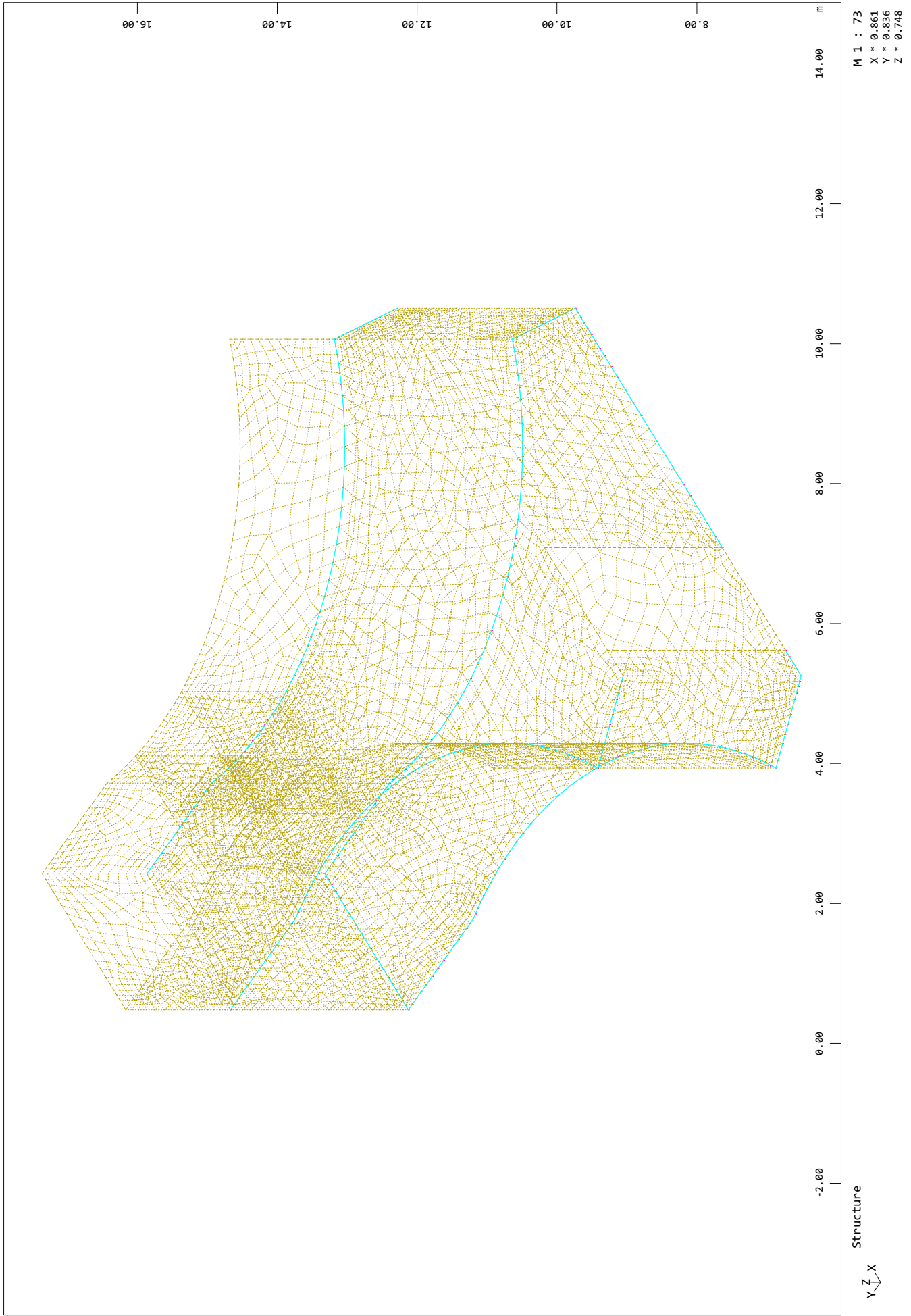
Grp	number	Type	min-no	max-no	Designation
0	913	QUAD	1	913	
1	1997	QUAD	10001	11997	
2	2232	QUAD	20001	22232	
3	148	KINE	30001	30148	
	1299	QUAD	30001	31299	
	1447	base	30000	39999	
4	781	QUAD	40001	40781	
Grp number	primary group number number of elements within group		Type min-no,max-no	element type minimum/maximum element number	

Summary of quadrilateral elements

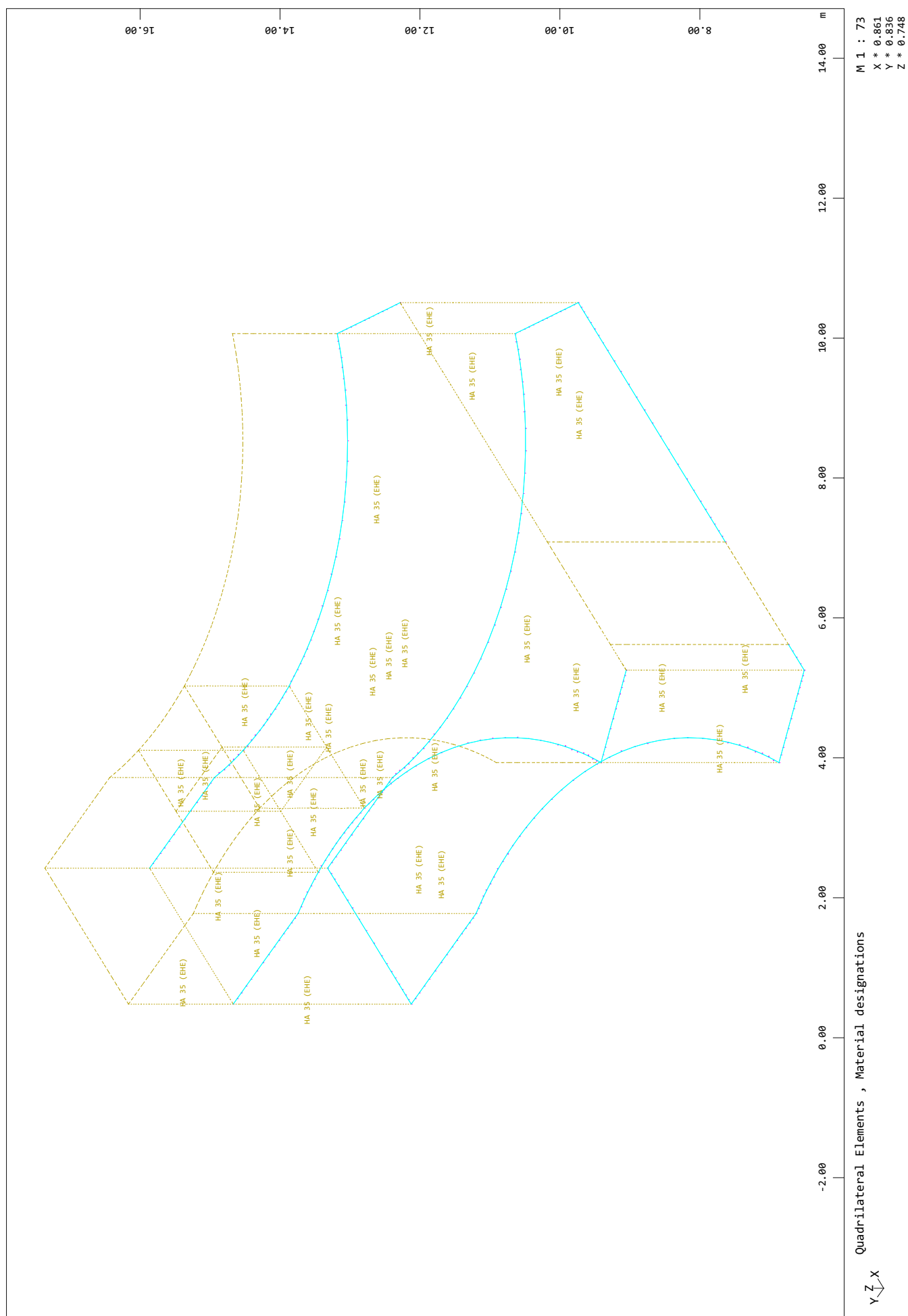
Groups

Grp	TotArea [m2]	TotVolume [m3]	TotWeight [t]	Material
0	38.087	13.330	33.326	1
1	80.325	36.146	90.365	1
2	62.149	18.645	46.612	1
3	38.082	11.424	28.561	1
4	12.219	3.666	9.164	1
Sum	230.861	83.211	208.028	
Grp	primary group number			

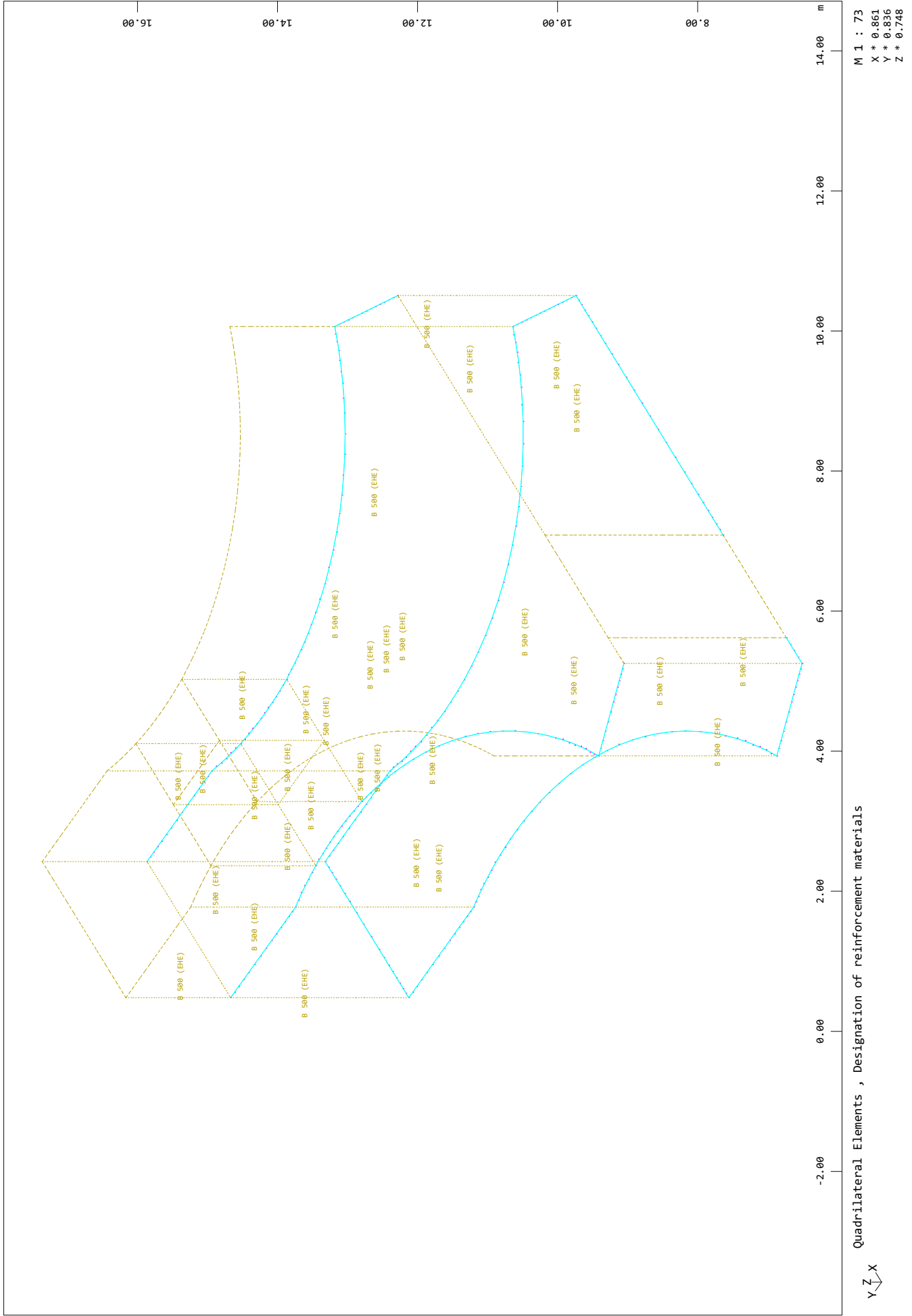
MODELO 3D



SOFISTIK AG - www.sofistik.de

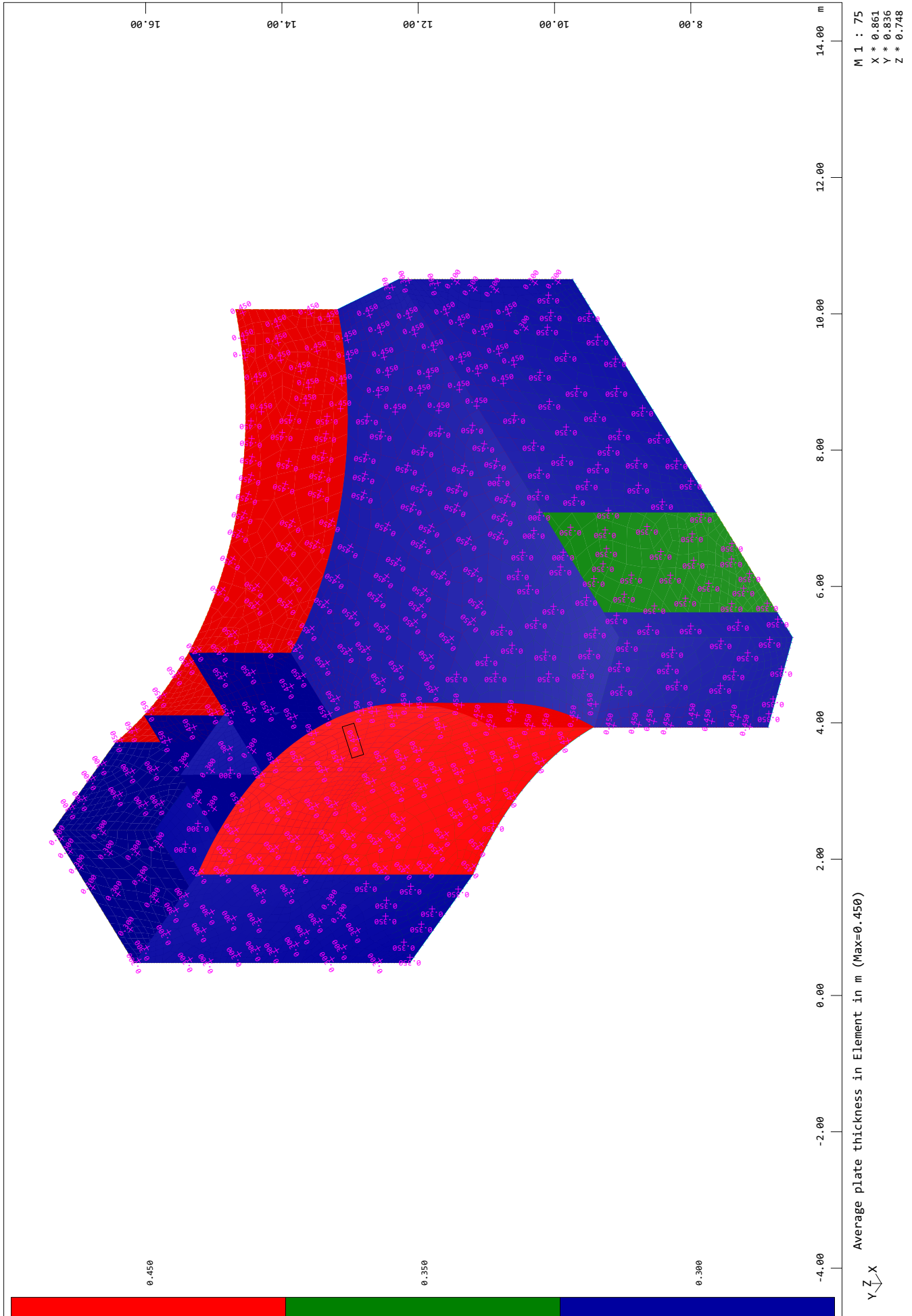


MODELO 3D

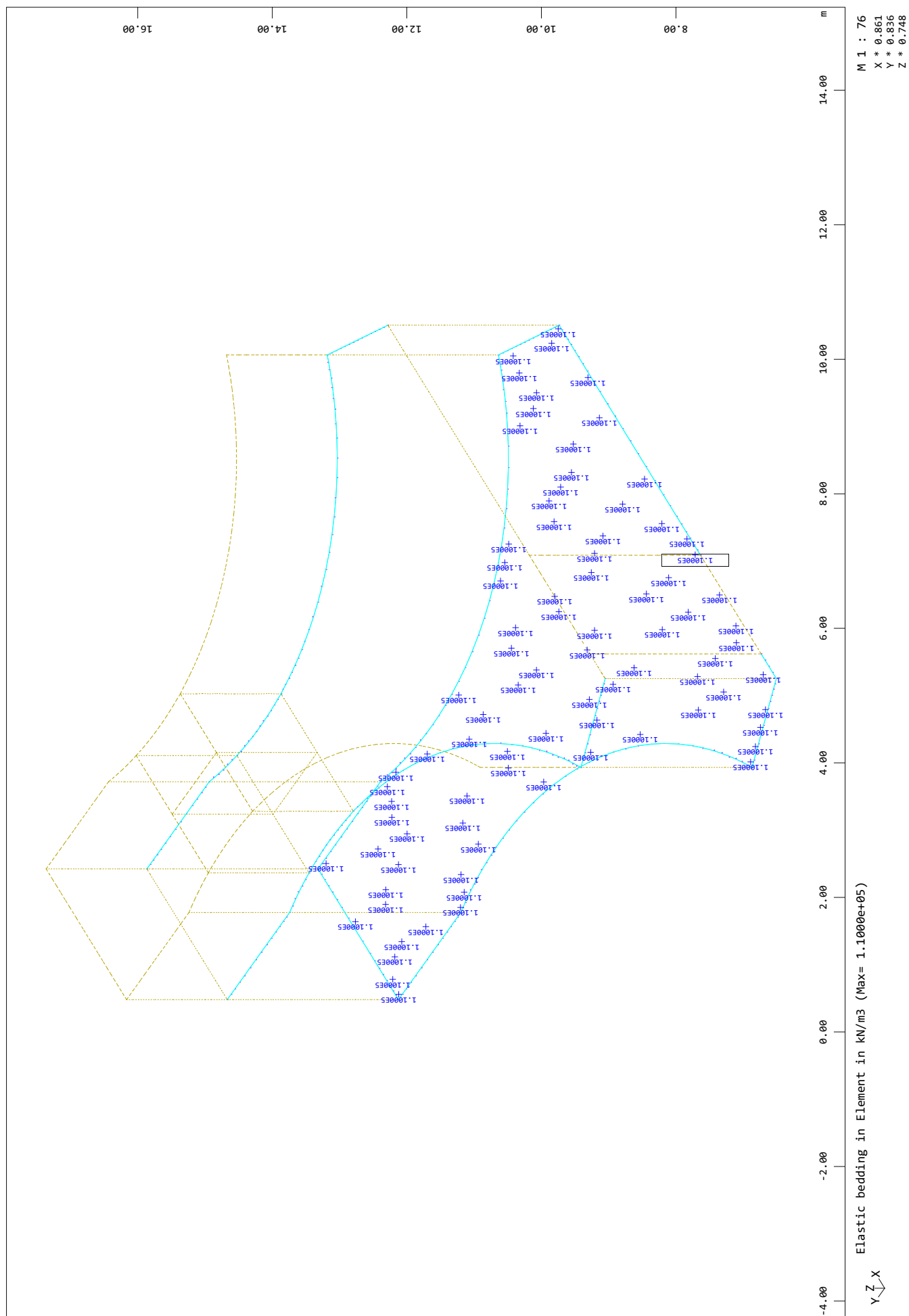


MODELO 3D

SOFiSTiK AG - www.sofistik.de

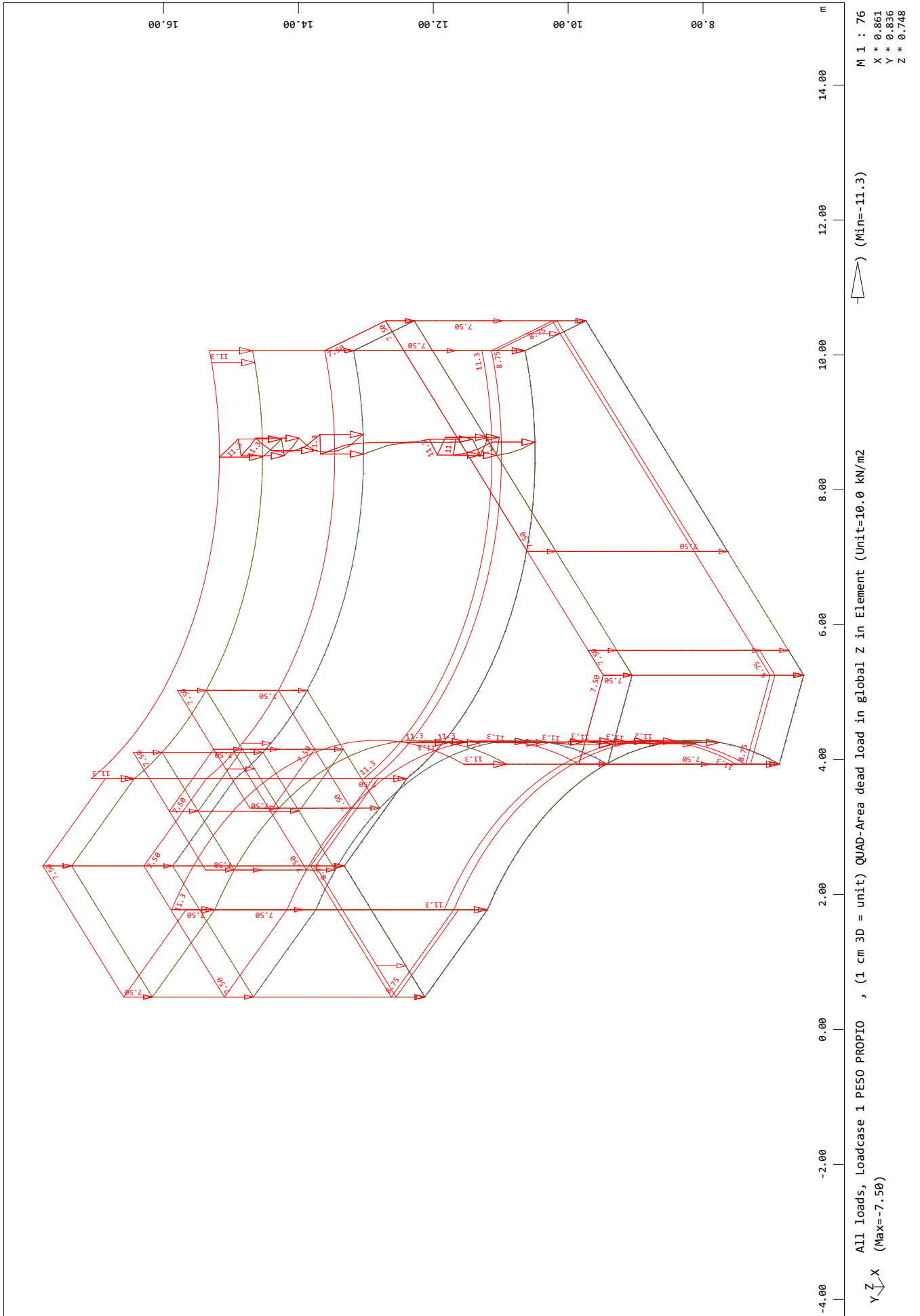


SOFISTIK AG - www.sofistik.de

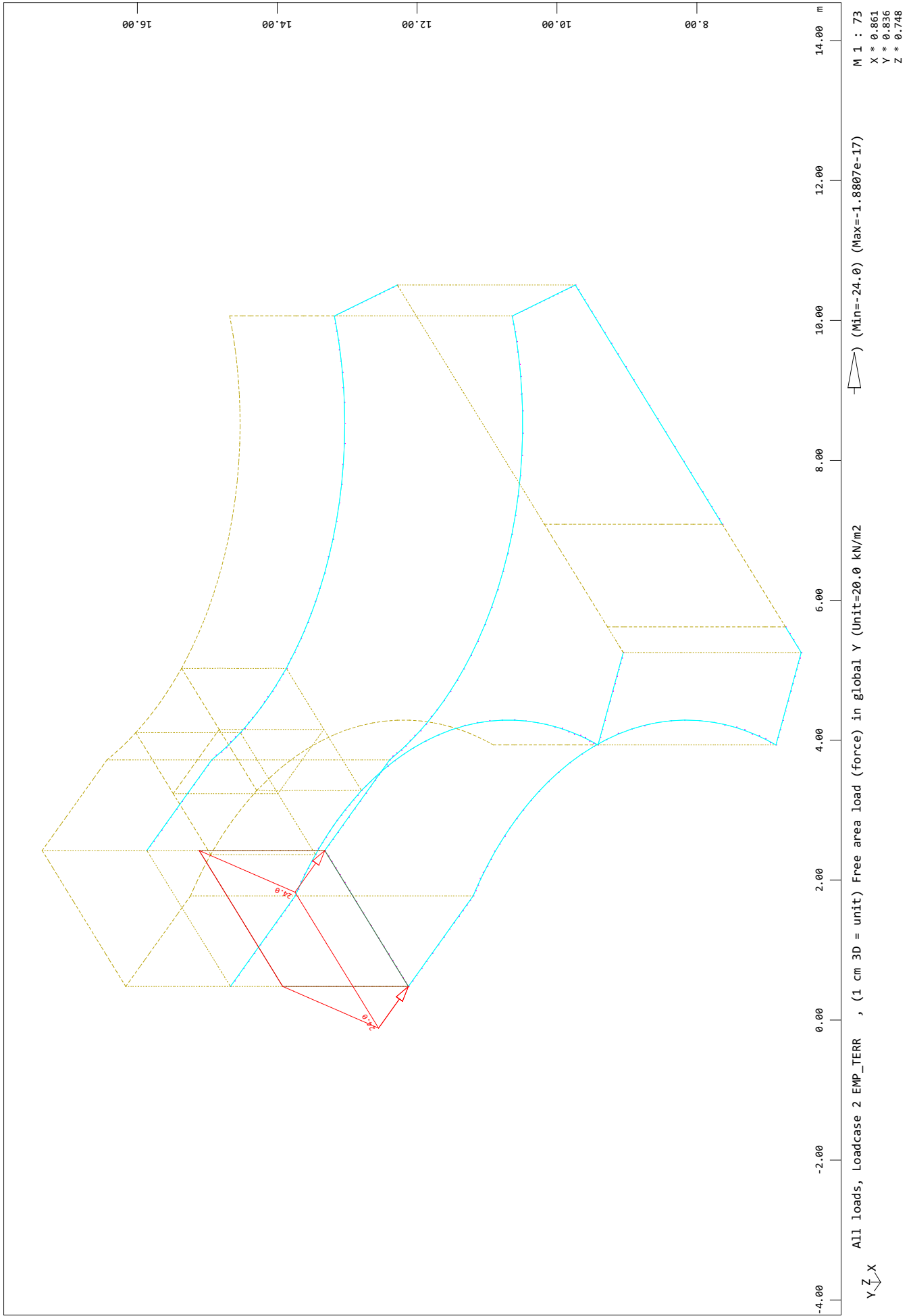


MODELO 3D

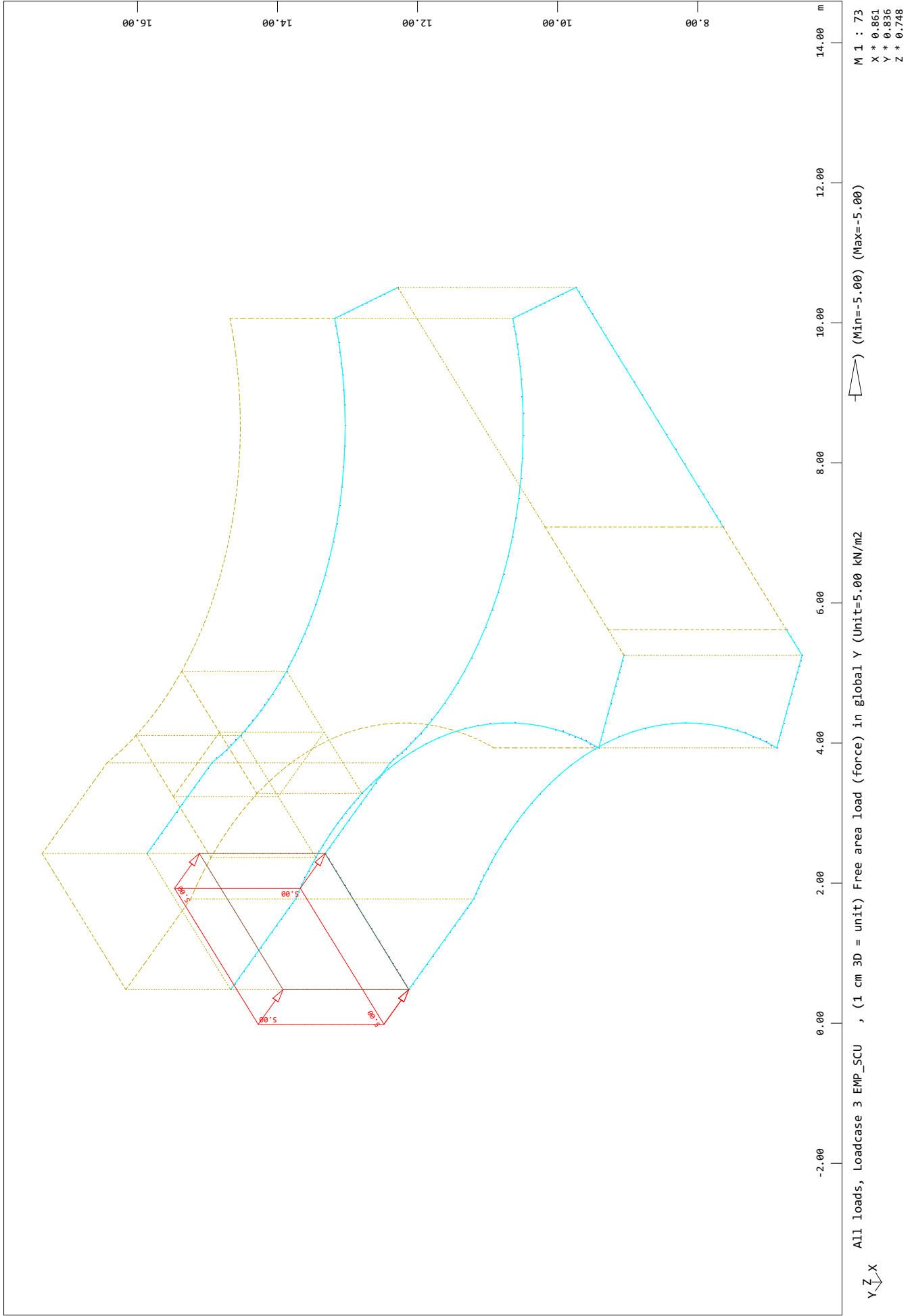
SOFiSTiK AG - www.sofistik.de



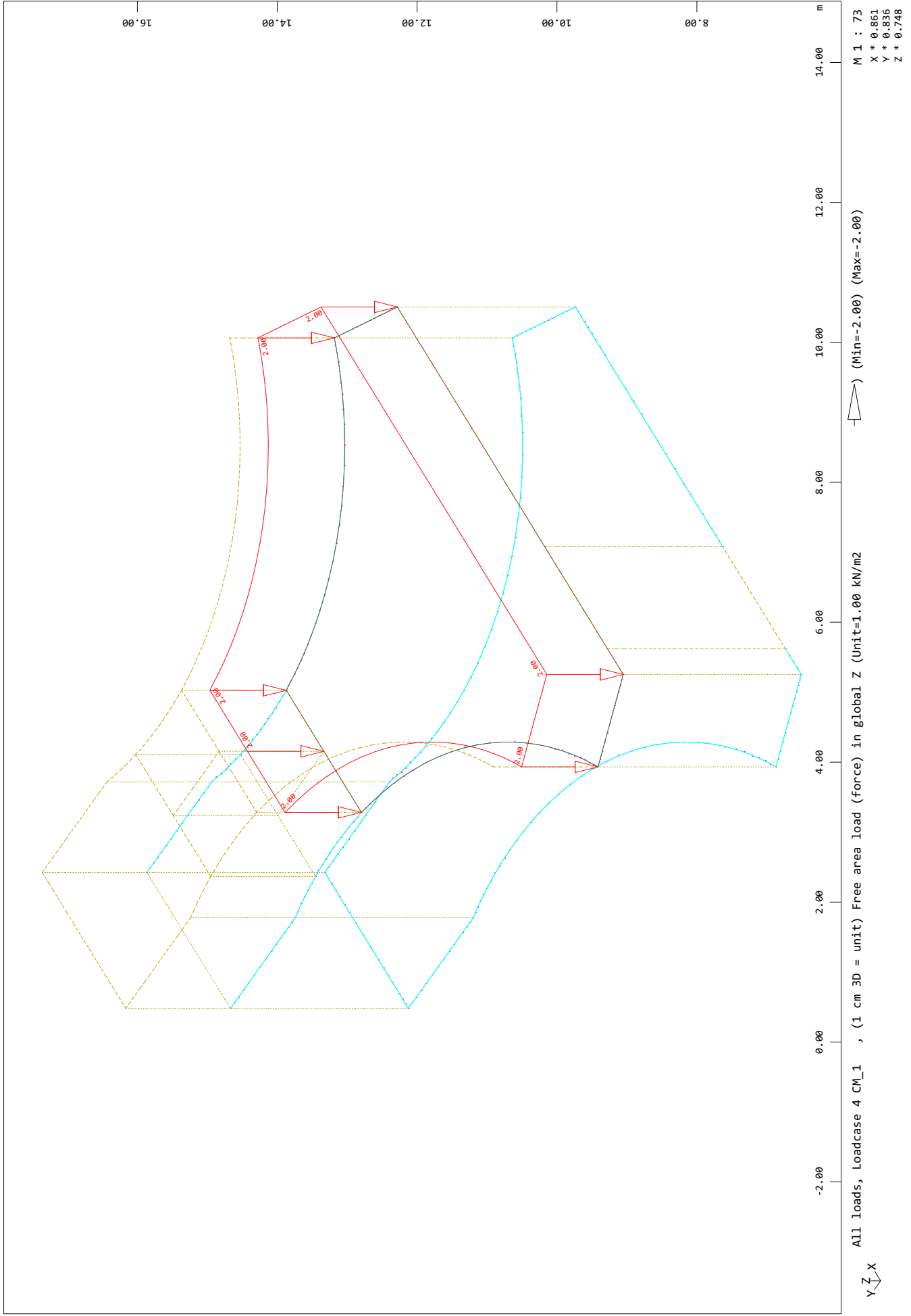
MODELO 3D



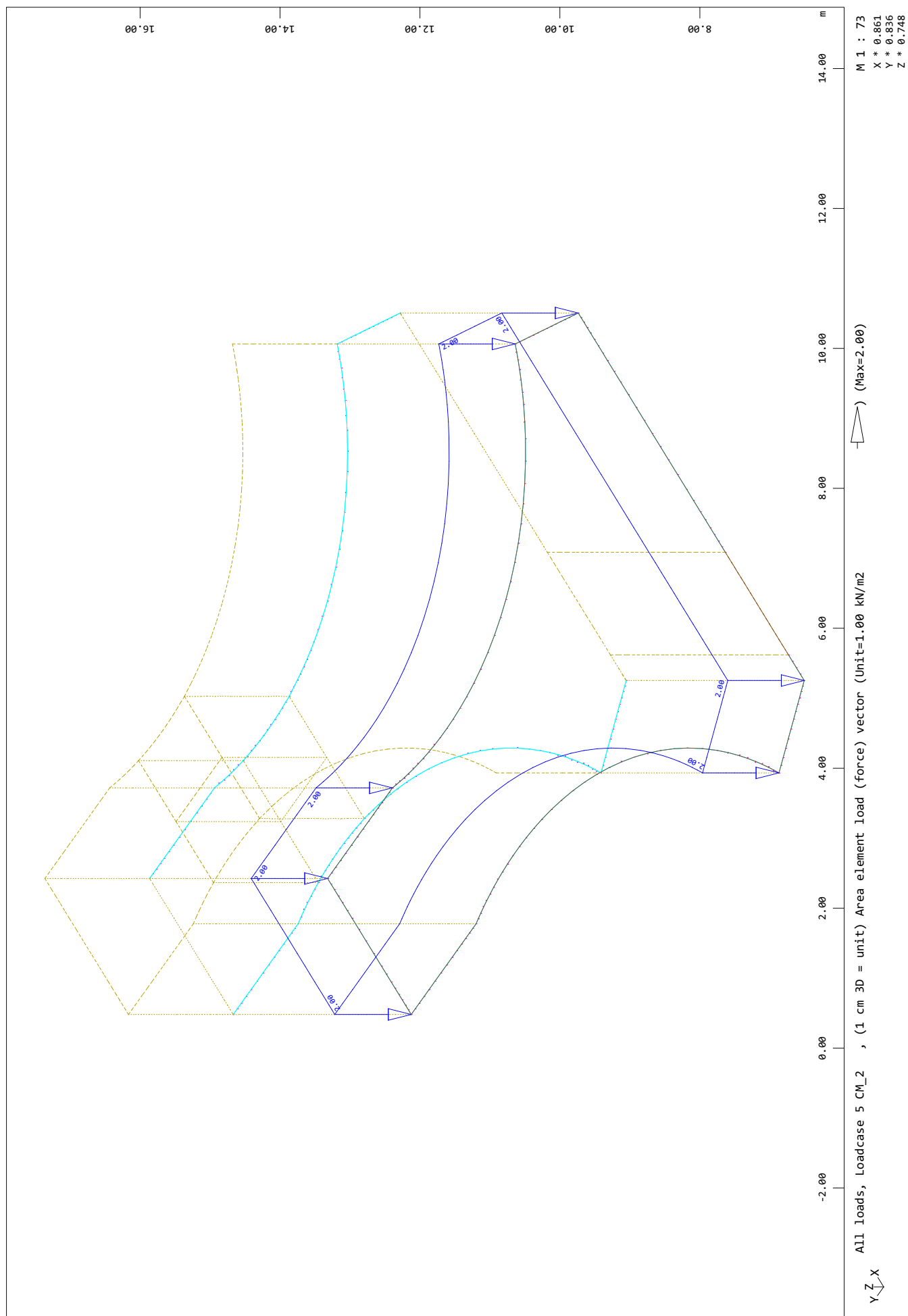
MODELO 3D



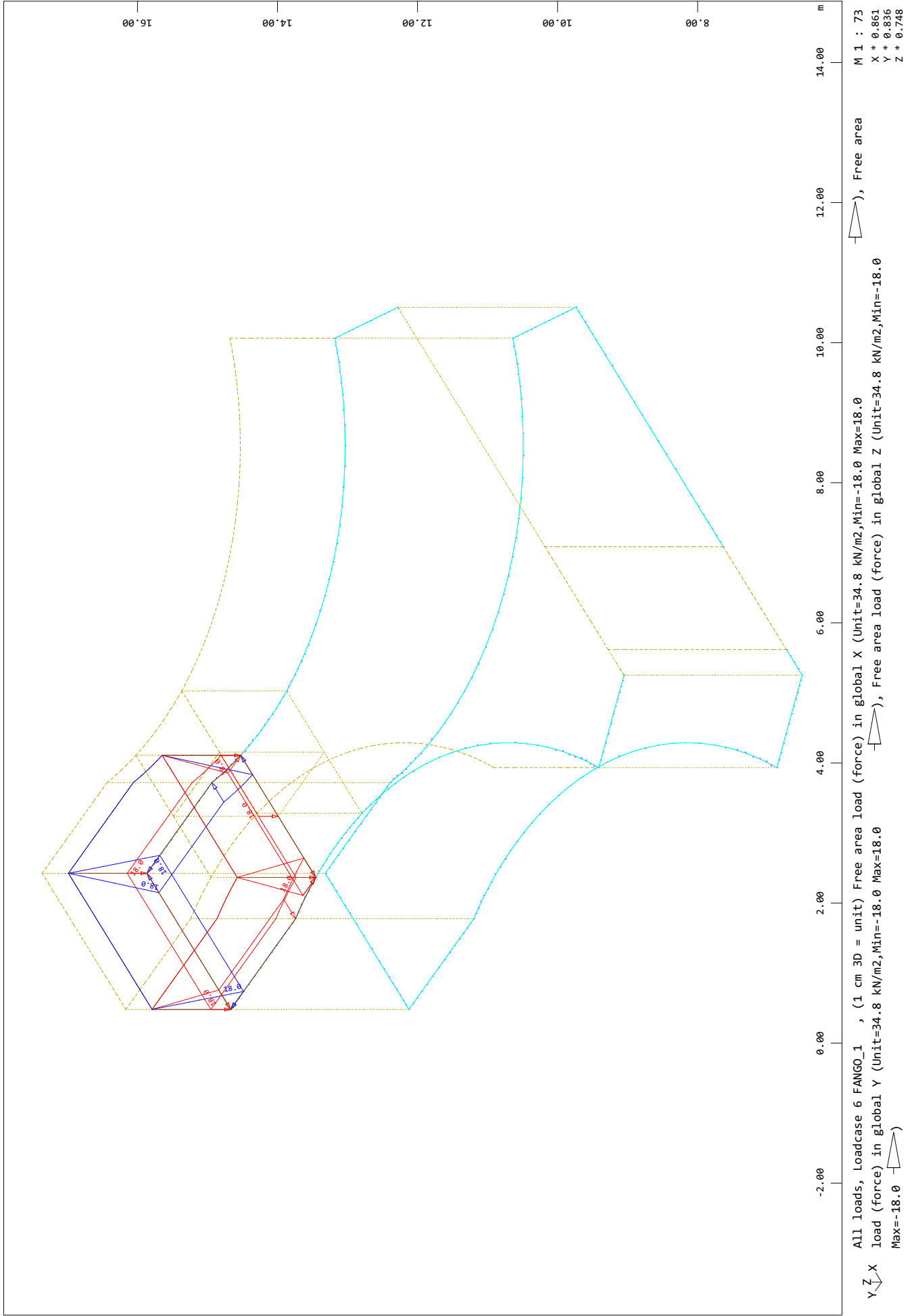
MODELO 3D



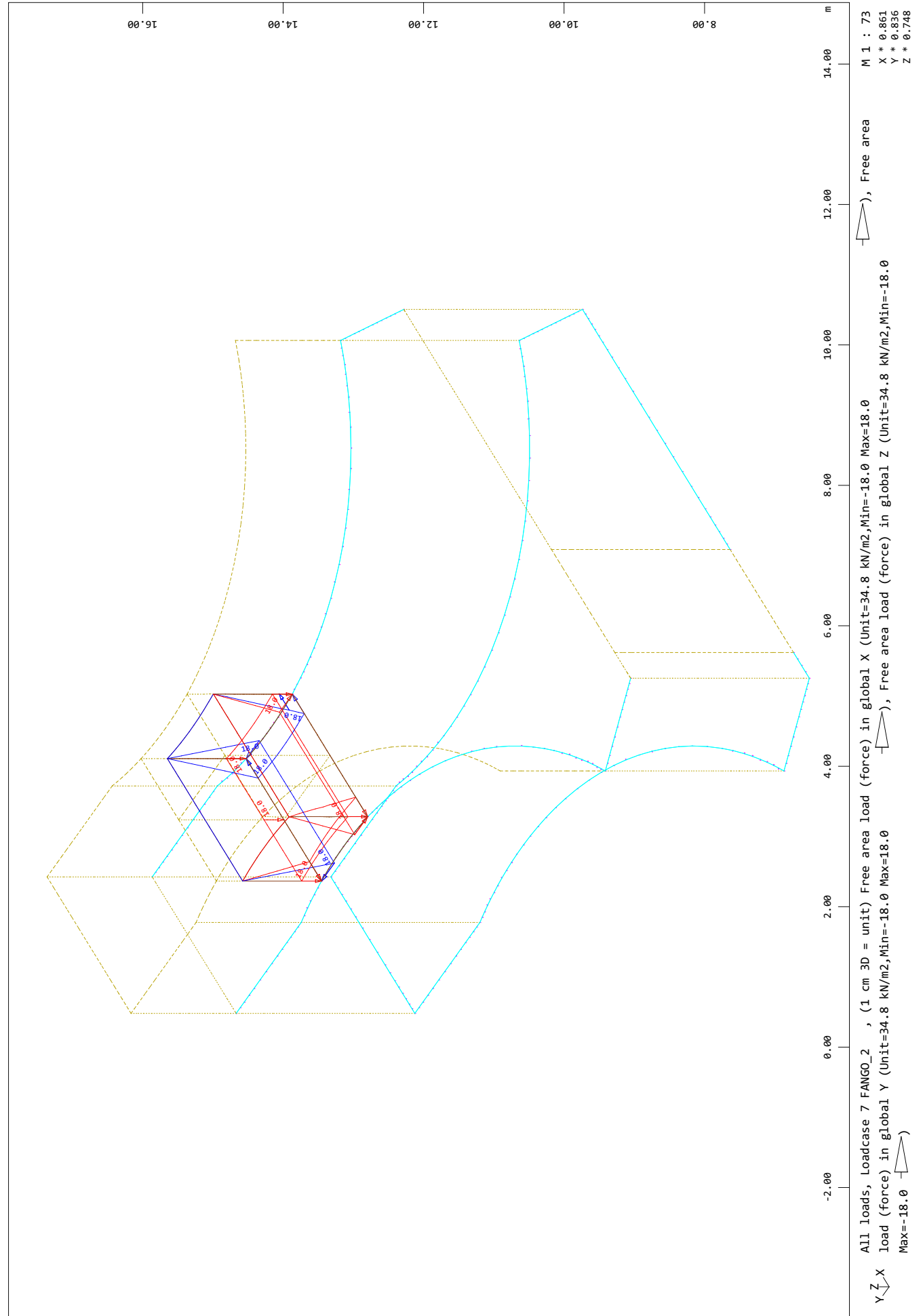
SOFISTiK AG - www.sofistik.de



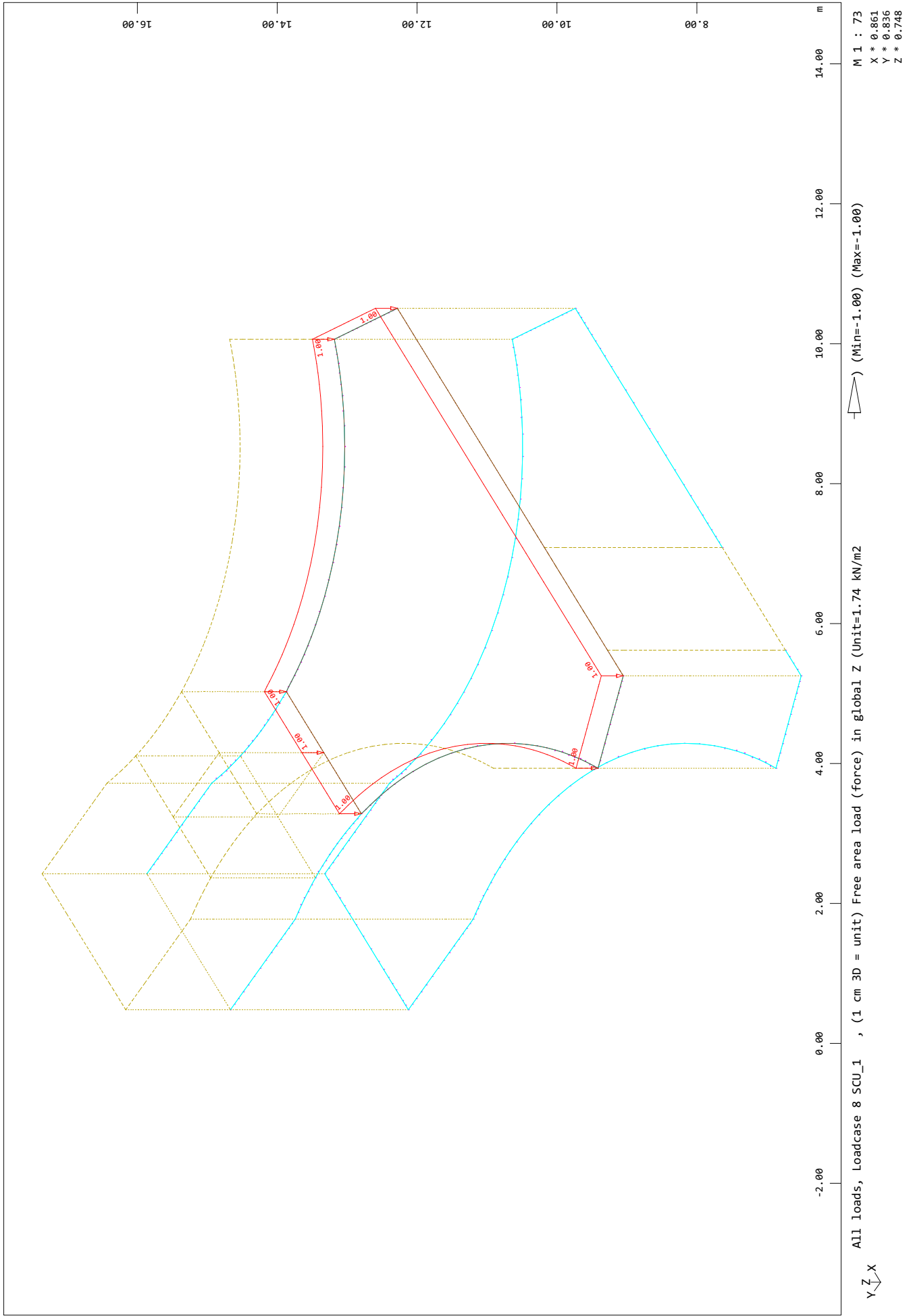
MODELO 3D



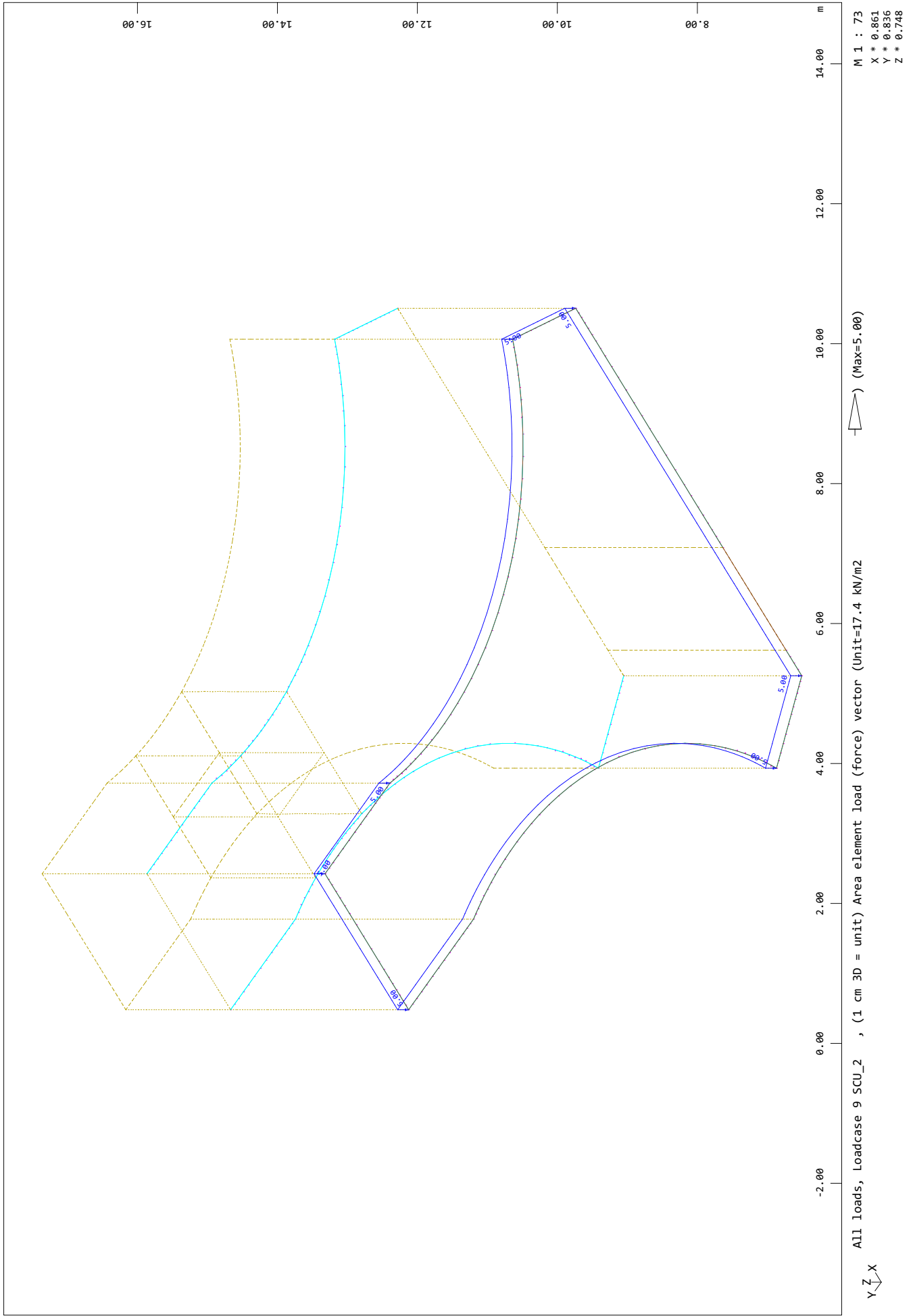
MODELO 3D



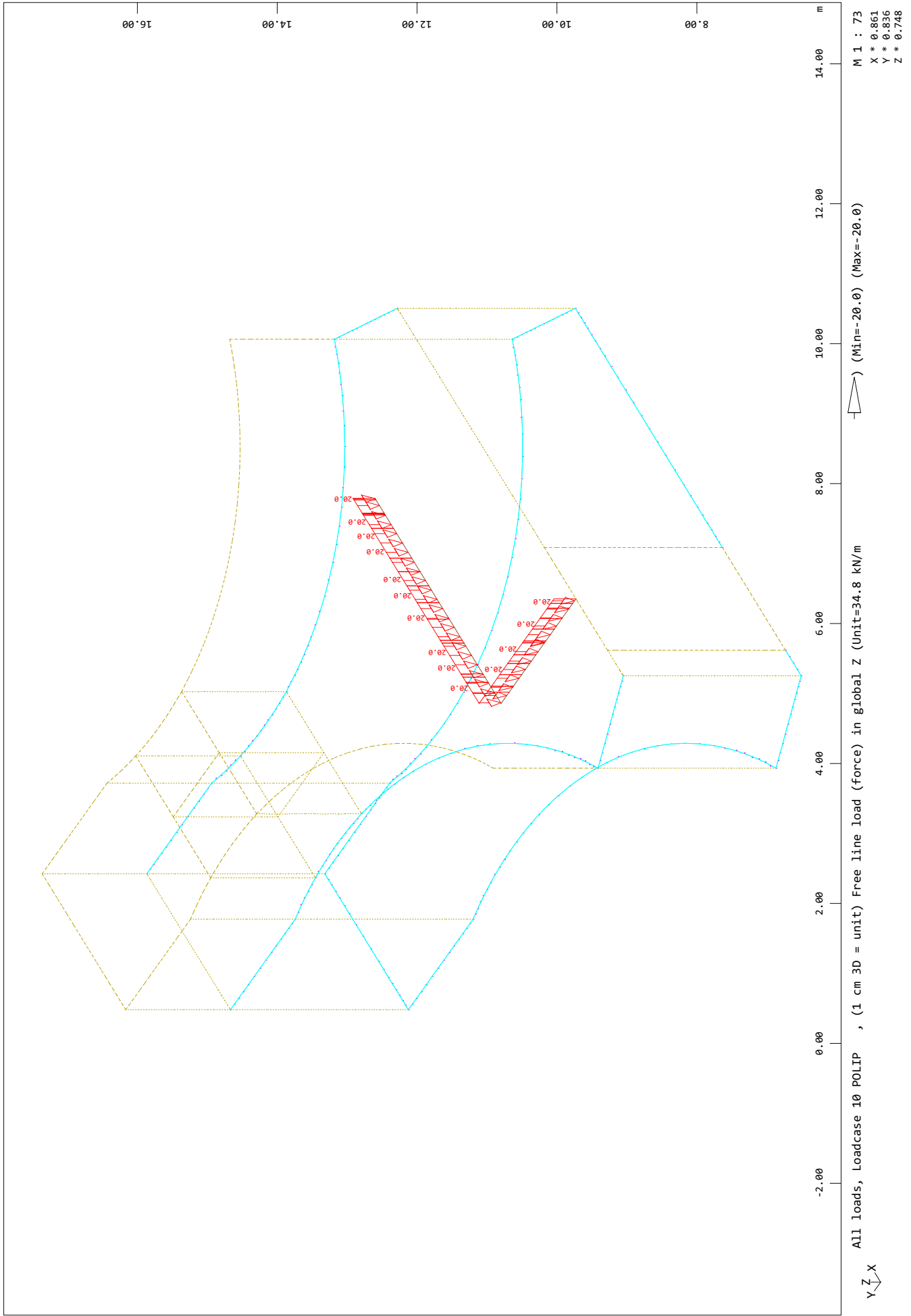
MODELO 3D



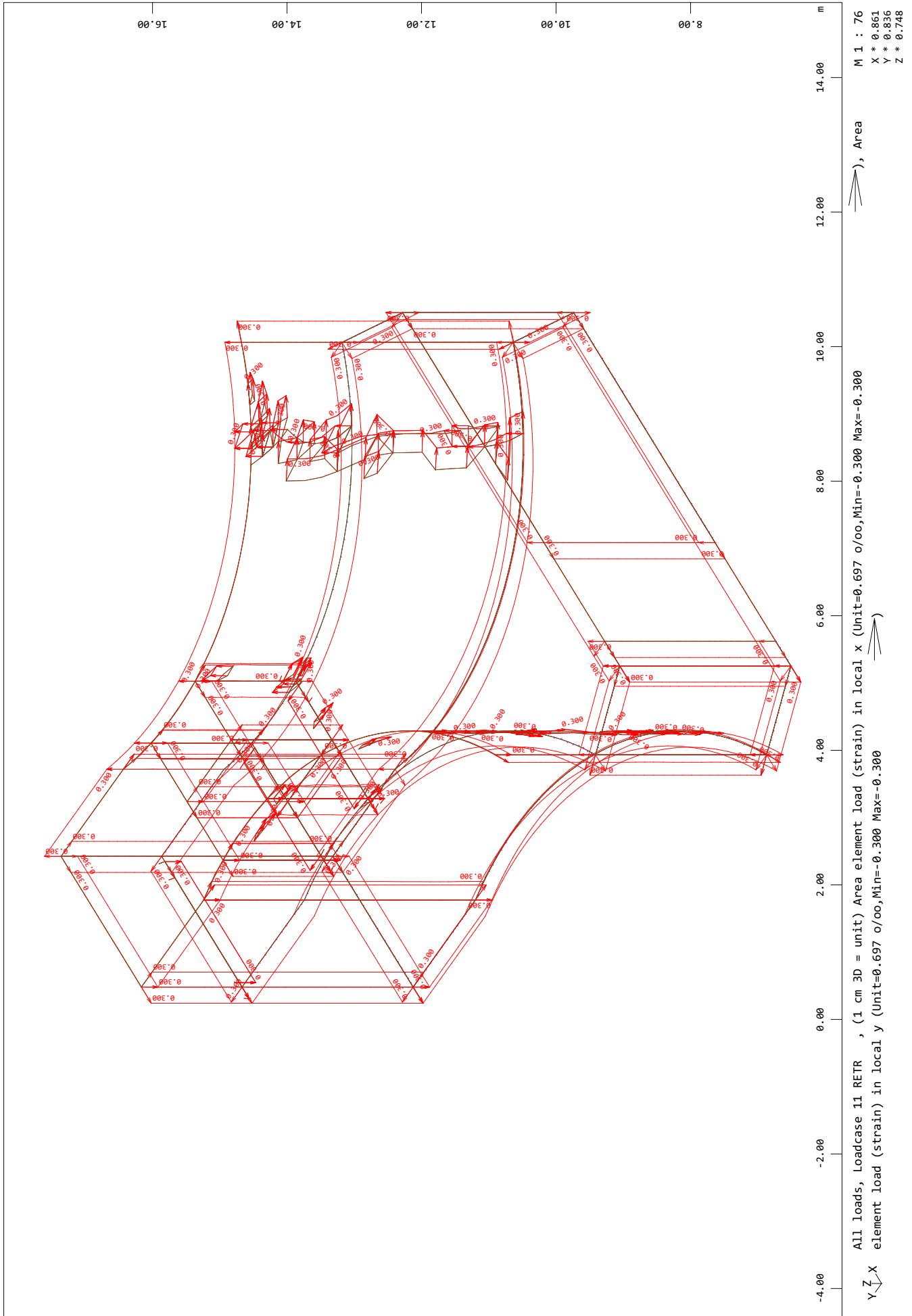
MODELO 3D



MODELO 3D



MODELO 3D



MODELO 3D
 ENVOLVENTES
 ELU

Combination rule Number 1

Design combination

Resulting Load Cases type Design combination

Load Case selection

Number	Fact	Type	Designation
1	0.80	PERM	PESO PROPIO
1	0.55	COND	PESO PROPIO
2	0.70	PERM	EMP_TERR
2	0.65	COND	EMP_TERR
3	1.50	COND	EMP_SCU
4	0.80	PERM	CM_1
4	0.55	COND	CM_1
5	0.80	PERM	CM_2
5	0.55	COND	CM_2
6	1.20	COND	FANGO_1
7	1.20	COND	FANGO_2
8	1.50	COND	SCU_1
9	1.50	COND	SCU_2
10	1.50	COND	POLIP
11	1.00	PERM	RETR
11	0.35	COND	RETR

Fact factor for load case

Type type of the load case

PERM permanent load grouped in actions

COND conditional load

Generated Load Cases

Number	Combination	Designation
100	1	MAX-MXX QUAD
101	1	MIN-MXX QUAD
102	1	MAX-MYY QUAD
103	1	MIN-MYY QUAD
104	1	MAX-MXY QUAD
105	1	MIN-MXY QUAD
100	1	MAX-MXX QUAK
101	1	MIN-MXX QUAK
102	1	MAX-MYY QUAK
103	1	MIN-MYY QUAK
104	1	MAX-MXY QUAK
105	1	MIN-MXY QUAK
106	1	MAX-VX QUAD
107	1	MIN-VX QUAD
106	1	MAX-VX QUAK
107	1	MIN-VX QUAK
108	1	MAX-VY QUAD
109	1	MIN-VY QUAD
108	1	MAX-VY QUAK
109	1	MIN-VY QUAK
110	1	MAX-NXX QUAD
111	1	MIN-NXX QUAD
112	1	MAX-NYY QUAD
113	1	MIN-NYY QUAD
114	1	MAX-NXY QUAD
115	1	MIN-NXY QUAD
110	1	MAX-NXX QUAK
111	1	MIN-NXX QUAK
112	1	MAX-NYY QUAK
113	1	MIN-NYY QUAK
114	1	MAX-NXY QUAK
115	1	MIN-NXY QUAK

MODELO 3D
 ELS CUASIP

Combination rule Number 2

Design combination

Resulting Load Cases type Design combination

Load Case selection

Number	Fact	Type	Designation
1	1.00	PERM	PESO PROPIO
2	1.00	PERM	EMP_TERR
3	0.70	COND	EMP_SCU
4	1.00	PERM	CM_1
5	1.00	PERM	CM_2
6	1.00	COND	FANGO_1
7	1.00	COND	FANGO_2
8	0.70	COND	SCU_1
9	0.70	COND	SCU_2
10	0.70	COND	POLIP
11	1.00	PERM	RETR

Fact factor for load case

Type type of the load case

PERM permanent load grouped in actions

COND conditional load

Generated Load Cases

Number	Combination	Designation
200	2 MAX-MXX	QUAD
201	2 MIN-MXX	QUAD
202	2 MAX-MYY	QUAD
203	2 MIN-MYY	QUAD
204	2 MAX-MXY	QUAD
205	2 MIN-MXY	QUAD
200	2 MAX-MXX	QUAK
201	2 MIN-MXX	QUAK
202	2 MAX-MYY	QUAK
203	2 MIN-MYY	QUAK
204	2 MAX-MXY	QUAK
205	2 MIN-MXY	QUAK
206	2 MAX-VX	QUAD
207	2 MIN-VX	QUAD
206	2 MAX-VX	QUAK
207	2 MIN-VX	QUAK
208	2 MAX-VY	QUAD
209	2 MIN-VY	QUAD
208	2 MAX-VY	QUAK
209	2 MIN-VY	QUAK
210	2 MAX-NXX	QUAD
211	2 MIN-NXX	QUAD
212	2 MAX-NYY	QUAD
213	2 MIN-NYY	QUAD
214	2 MAX-NXY	QUAD
215	2 MIN-NXY	QUAD
210	2 MAX-NXX	QUAK
211	2 MIN-NXX	QUAK
212	2 MAX-NYY	QUAK
213	2 MIN-NYY	QUAK
214	2 MAX-NXY	QUAK
215	2 MIN-NXY	QUAK
271	2 MAX-SXT	QUAD
272	2 MIN-SXT	QUAD
271	2 MAX-SXT	QUAK
272	2 MIN-SXT	QUAK
273	2 MAX-SYT	QUAD

MODELO 3D
ELS CUASIP

Generated Load Cases

Number	Combination	Designation
274	2	MIN-SYT QUAD
273	2	MAX-SYT QUAK
274	2	MIN-SYT QUAK
277	2	MAX-SXB QUAD
278	2	MIN-SXB QUAD
277	2	MAX-SXB QUAK
278	2	MIN-SXB QUAK
279	2	MAX-SYB QUAD
280	2	MIN-SYB QUAD
279	2	MAX-SYB QUAK
280	2	MIN-SYB QUAK
217	2	MAX-P QUAD
218	2	MIN-P QUAD

MODELO 3D

DIM ELU

Required Reinforcements acc. to EHE spanish code

Grp	Element	t	asu	asu2	asu3	asl	asl2	asl3	supp	shear	ass
		[m]	[cm2/m]	[cm2/m]	[cm2/m]	[cm2/m]	[cm2/m]	[cm2/m]	[-]	[-]	[cm2/m2]
0	230	0.350	0.69	0.97		1.43	0.43		0.74	2m	9.92
	267	0.350	7.43	2.59		0.49	2.43			1	
	497	0.350	2.13	1.78		0.83	4.16		0.00	1	
	786	0.350	3.56	6.20		1.37	1.19			1	
3	31039	0.300	2.56	0.72		4.50	1.04			2m	9.92
Grp	primary group number				asu3	Third reinforcements			Top		
Element	element number				asl	Principal reinforcements (1st layer)			Bottom		
t	plate thickness				asl2	Cross reinforcements (2nd layer)			Bottom		
asu	Principal reinforcements (1st layer)				asl3	Third reinforcements			Bottom		
asu2	Cross reinforcements (2nd layer)				Top						
supp	reduction factor for the shear force near supports, punc=point in punching zone -> punching shear design										
shear	shear zone: 1=0k, punc=punching area, 1s=asu/l increased for shear, 1d=for punching, 2=required ass, 2m=minimum shear reinf.										
ass	Shear reinforcement										
	Elements with maximum values are printed										

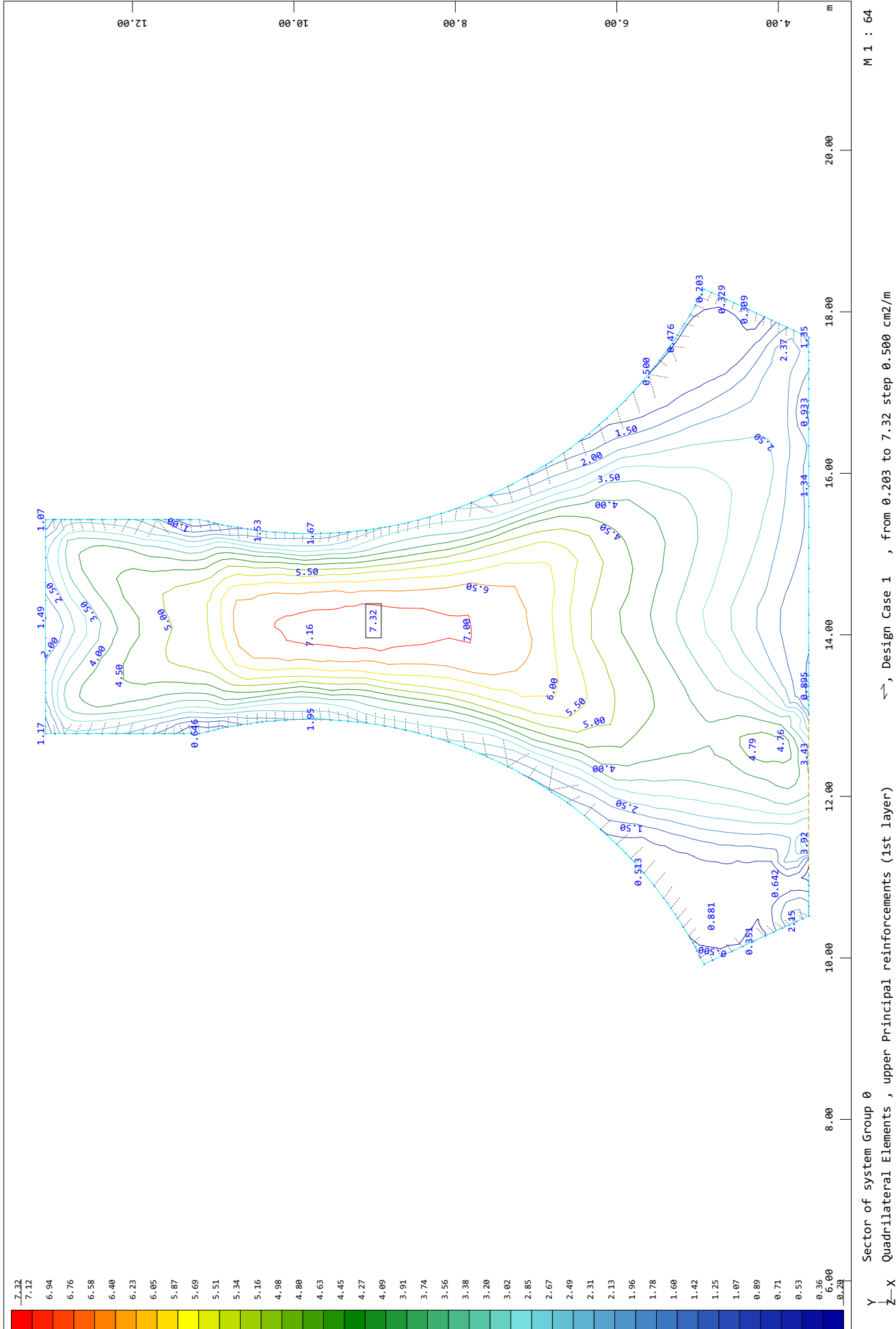
Required Reinforcements acc. to EHE spanish code at nodes

Grp	Node	t	asu	asu2	asu3	asl	asl2	asl3	supp	shear	ass
		[m]	[cm2/m]	[cm2/m]	[cm2/m]	[cm2/m]	[cm2/m]	[cm2/m]	[-]	[-]	[cm2/m2]
0	1975	0.350	2.23	1.48		1.37	1.33		0.80	2m	9.92
	2348	0.350	1.02	1.58		1.22	4.55		0.00	1	
	5952	0.350	7.51	2.73		0.47	2.35			1	
	6043	0.350	4.09	6.31		1.17	1.27			1	
3	5724	0.300	1.64	1.28		4.80	1.94			1s	
Grp	primary group number				asu3	Third reinforcements			Top		
Node	Number				asl	Principal reinforcements (1st layer)			Bottom		
t	plate thickness				asl2	Cross reinforcements (2nd layer)			Bottom		
asu	Principal reinforcements (1st layer)				asl3	Third reinforcements			Bottom		
asu2	Cross reinforcements (2nd layer)				Top						
supp	reduction factor for the shear force near supports, punc=point in punching zone -> punching shear design										
shear	shear zone: 1=0k, punc=punching area, 1s=asu/l increased for shear, 1d=for punching, 2=required ass, 2m=minimum shear reinf.										
ass	Shear reinforcement										
	Elements with maximum values are printed										

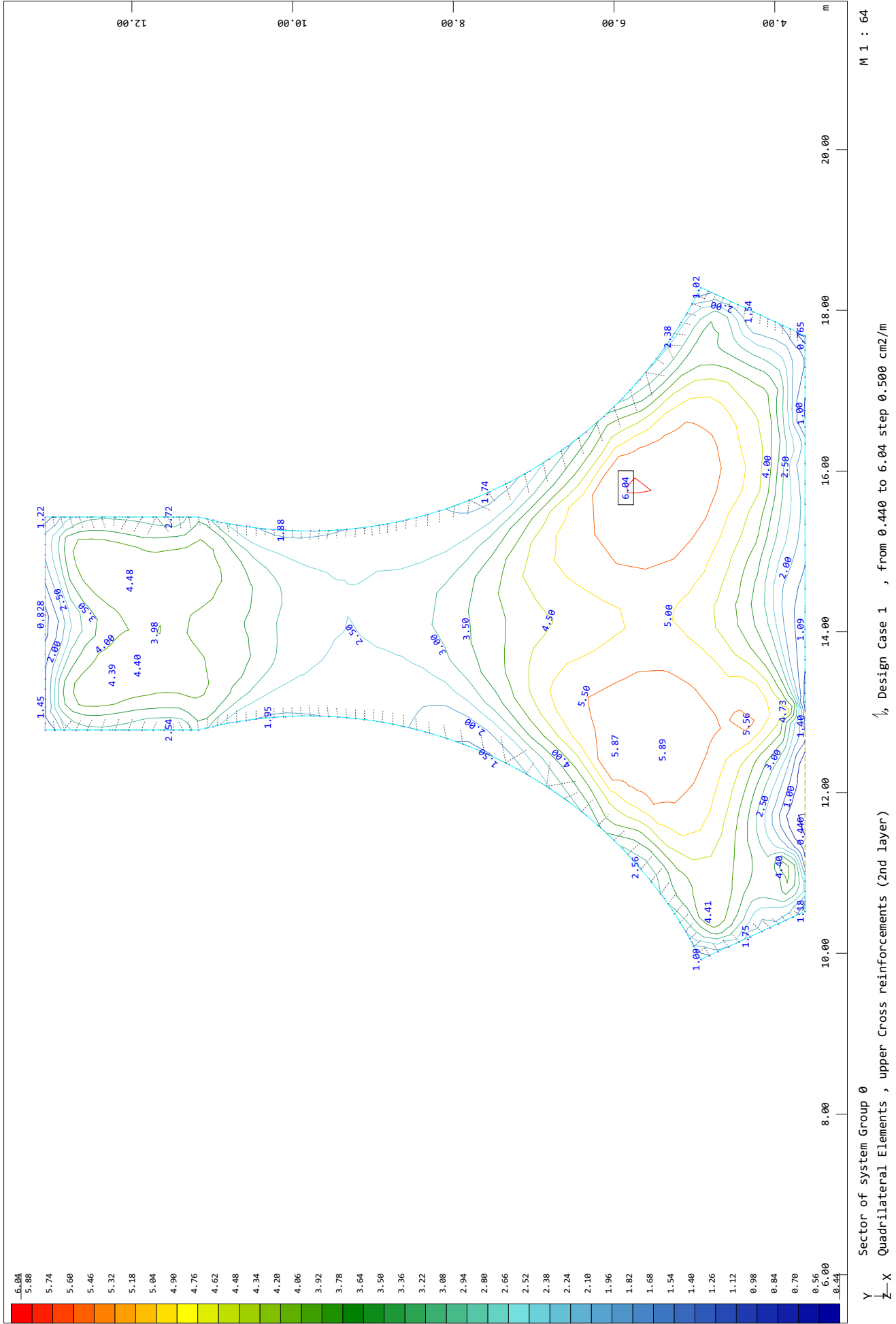
SOFiSTiK AG - www.sofistik.de

At 28 punching-nodes the bending moments have been reduced (rounded)

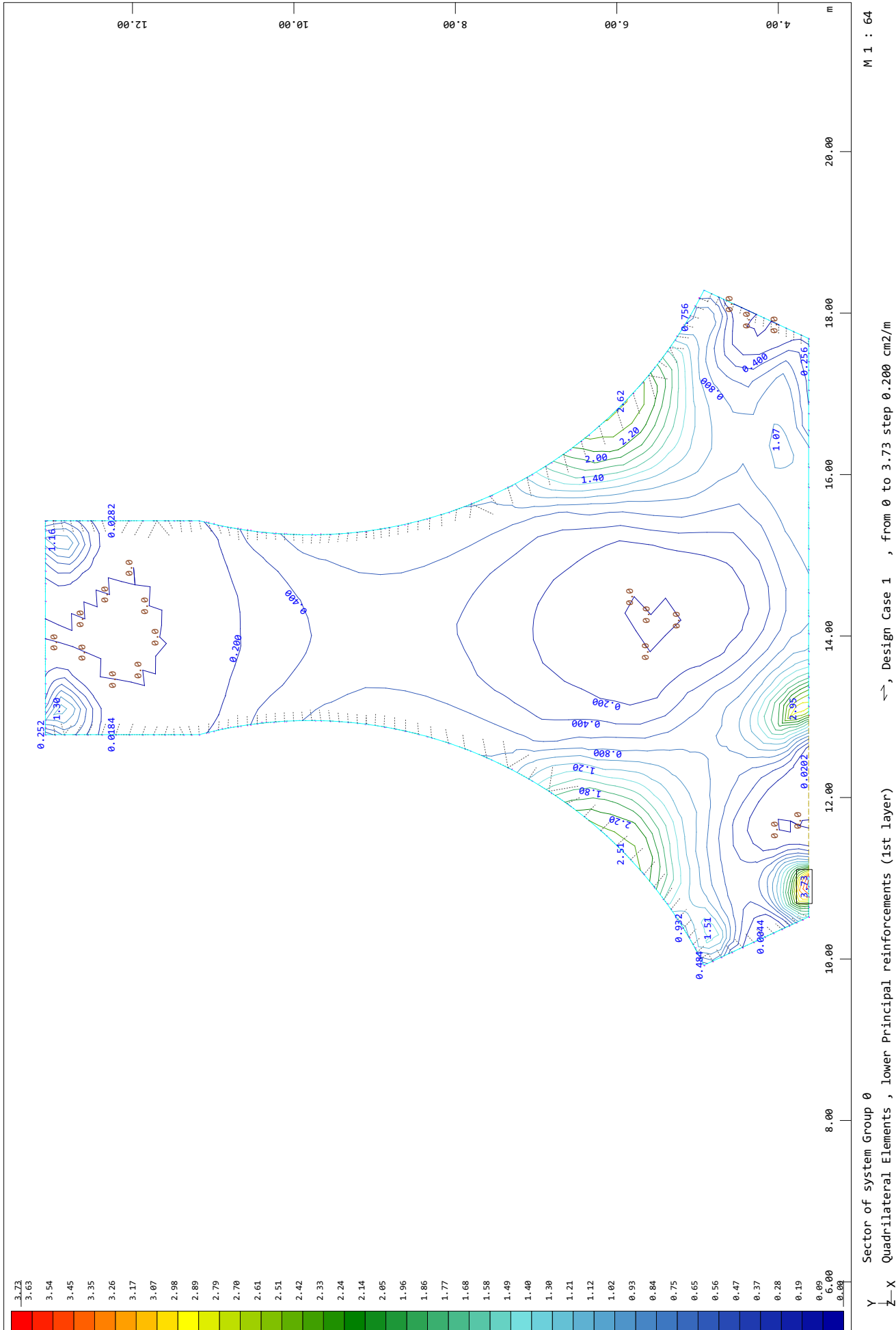
MODELO 3D



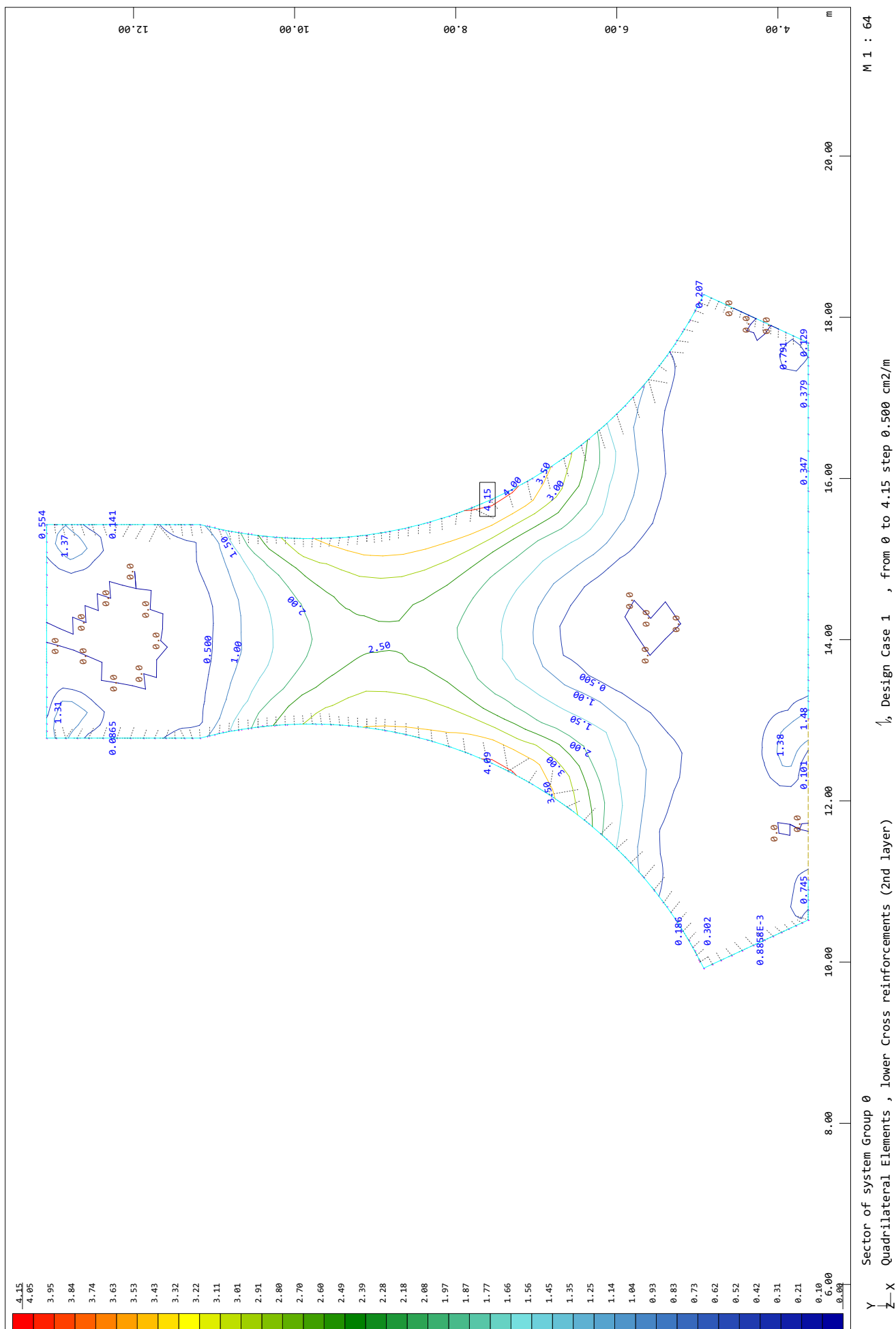
MODELO 3D



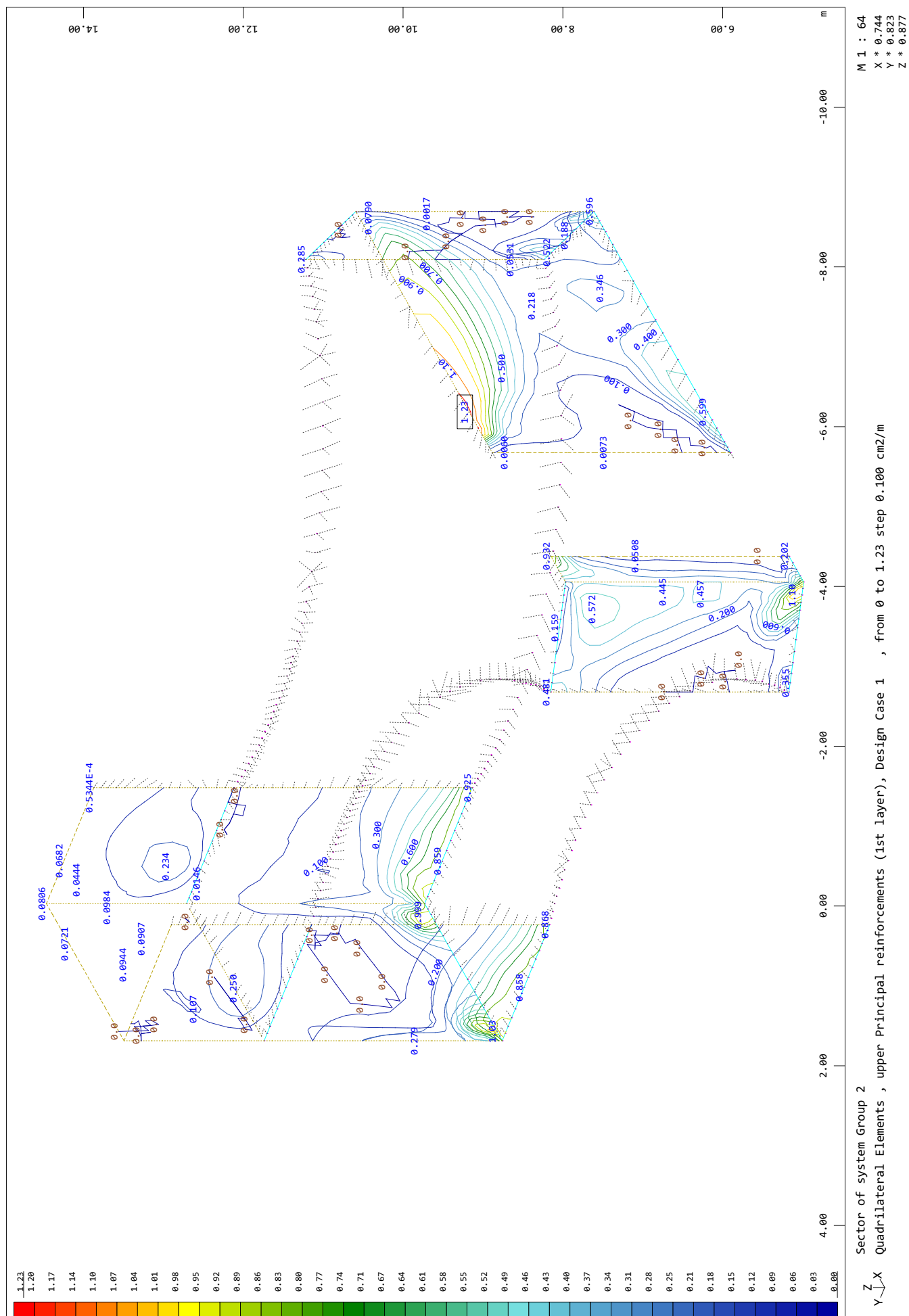
MODELO 3D



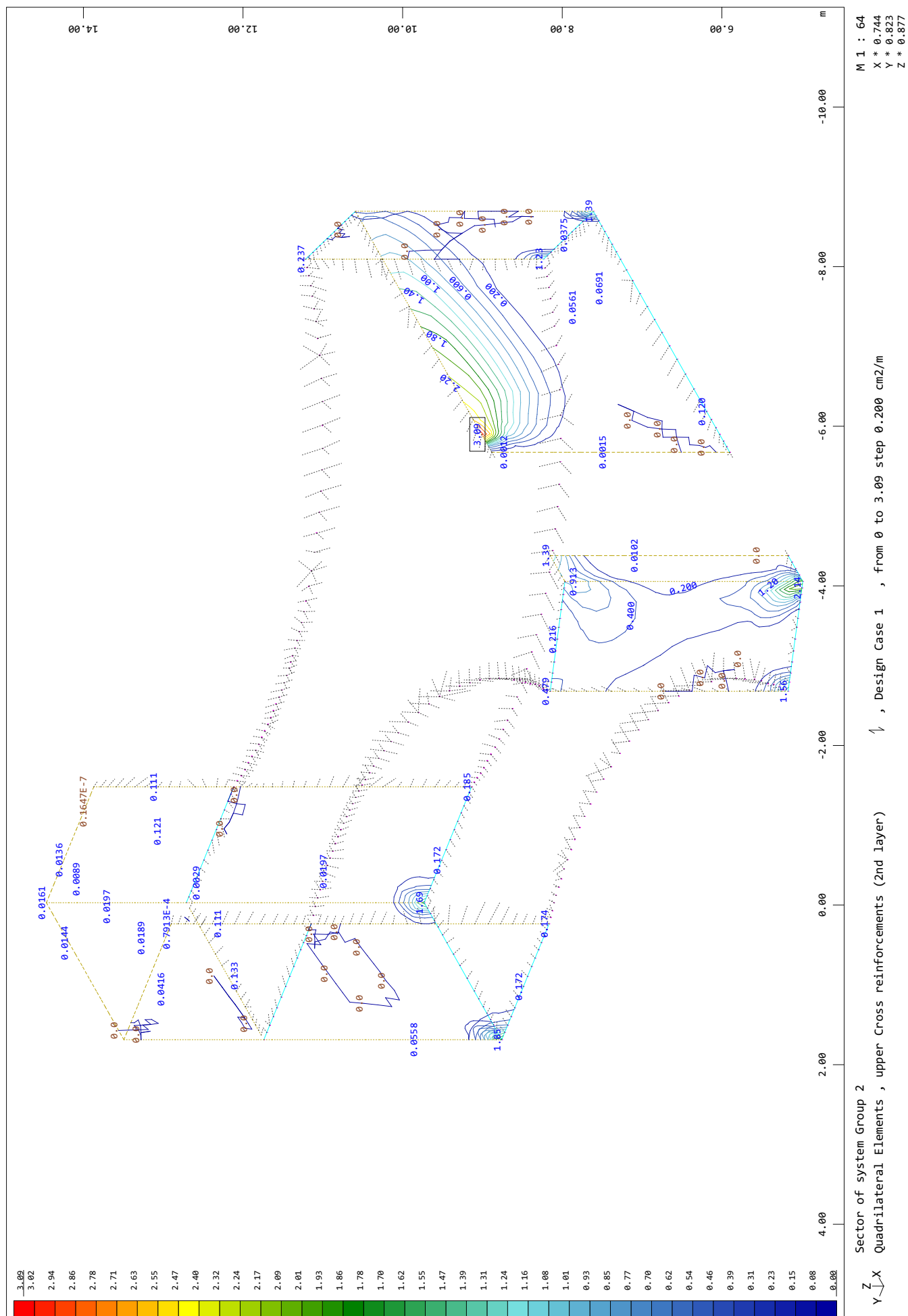
SOFISTiK AG - www.sofistik.de



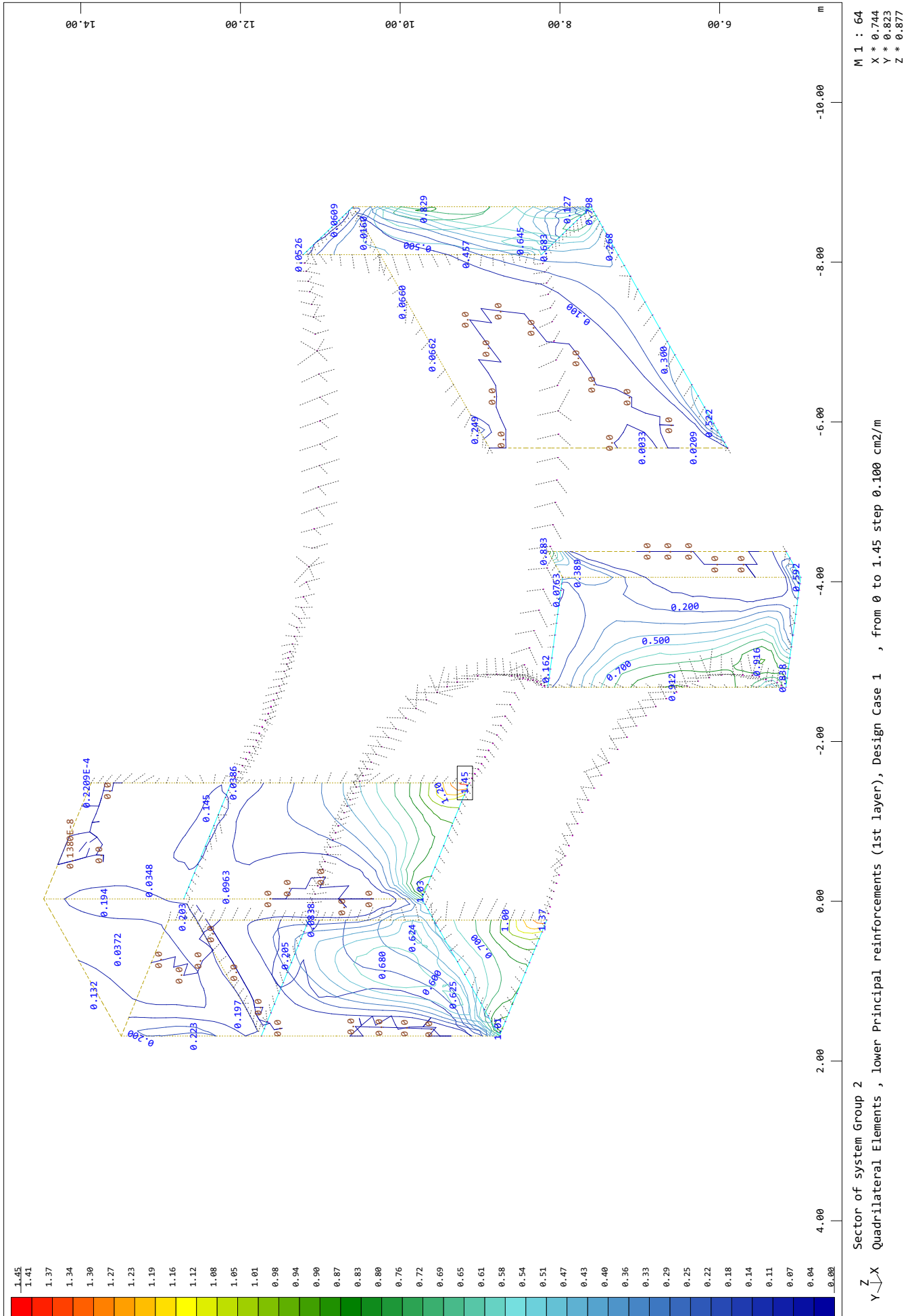
SOFiSTiK AG - www.sofistik.de



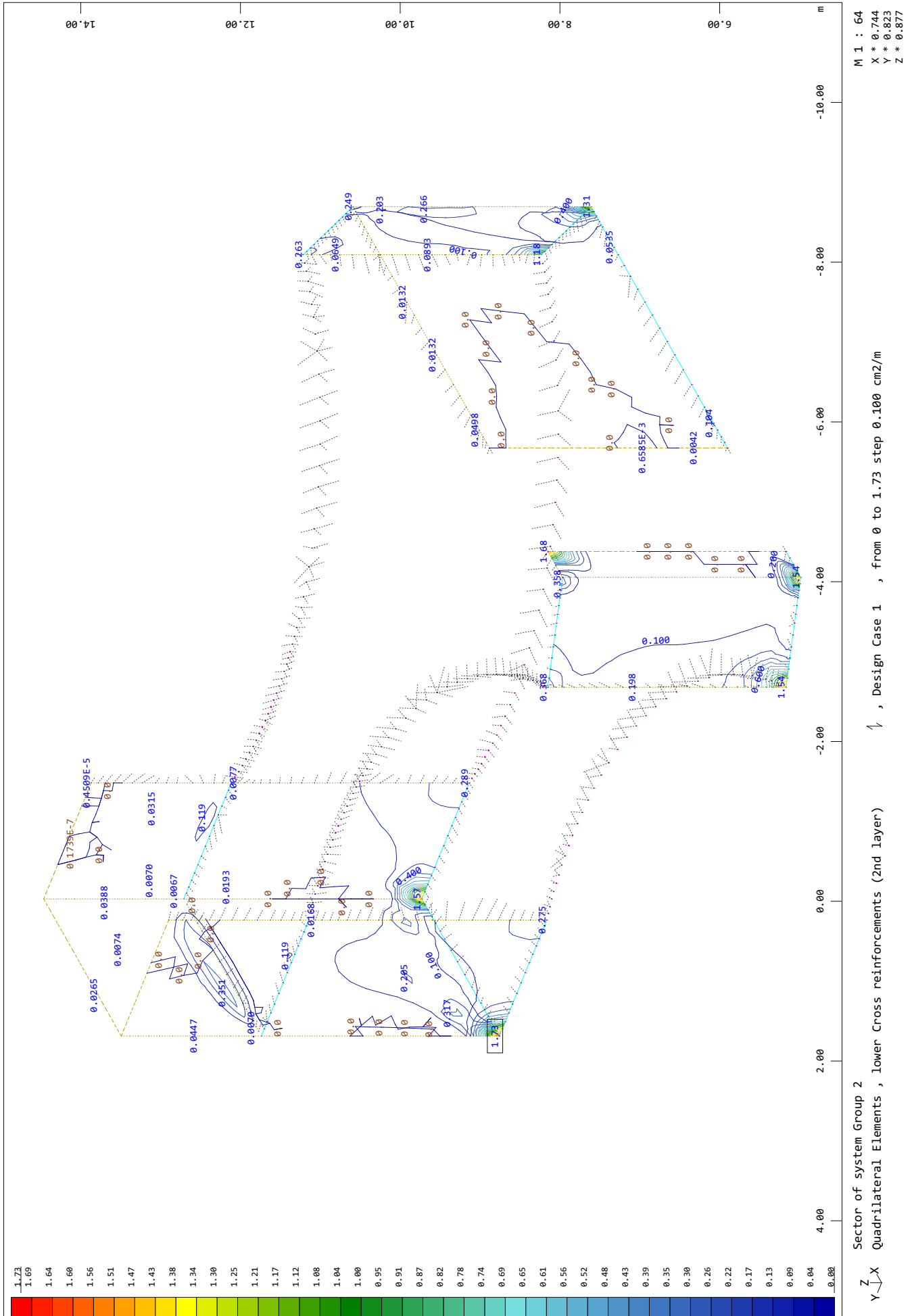
SOFiSTiK AG - www.sofistik.de



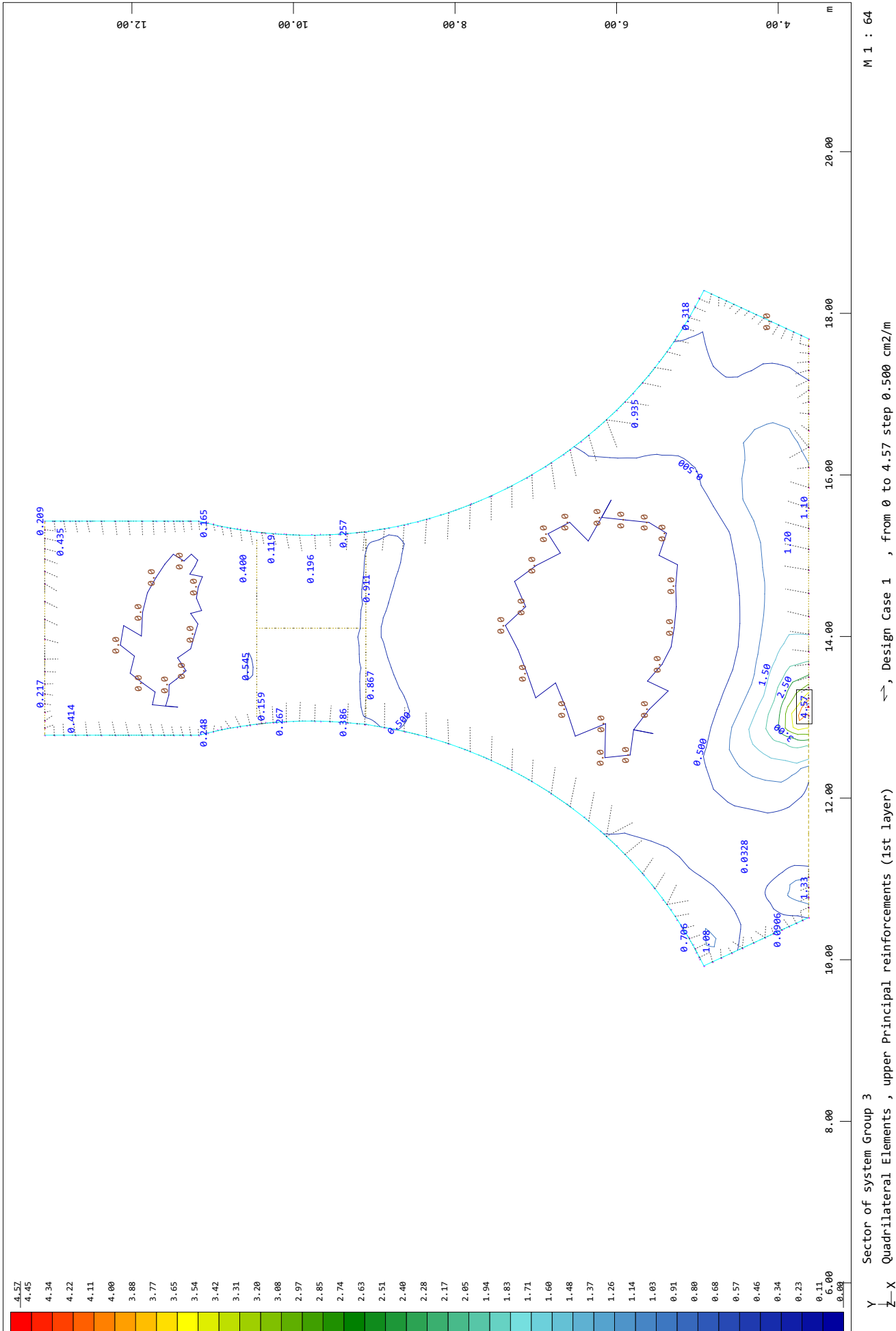
MODELO 3D



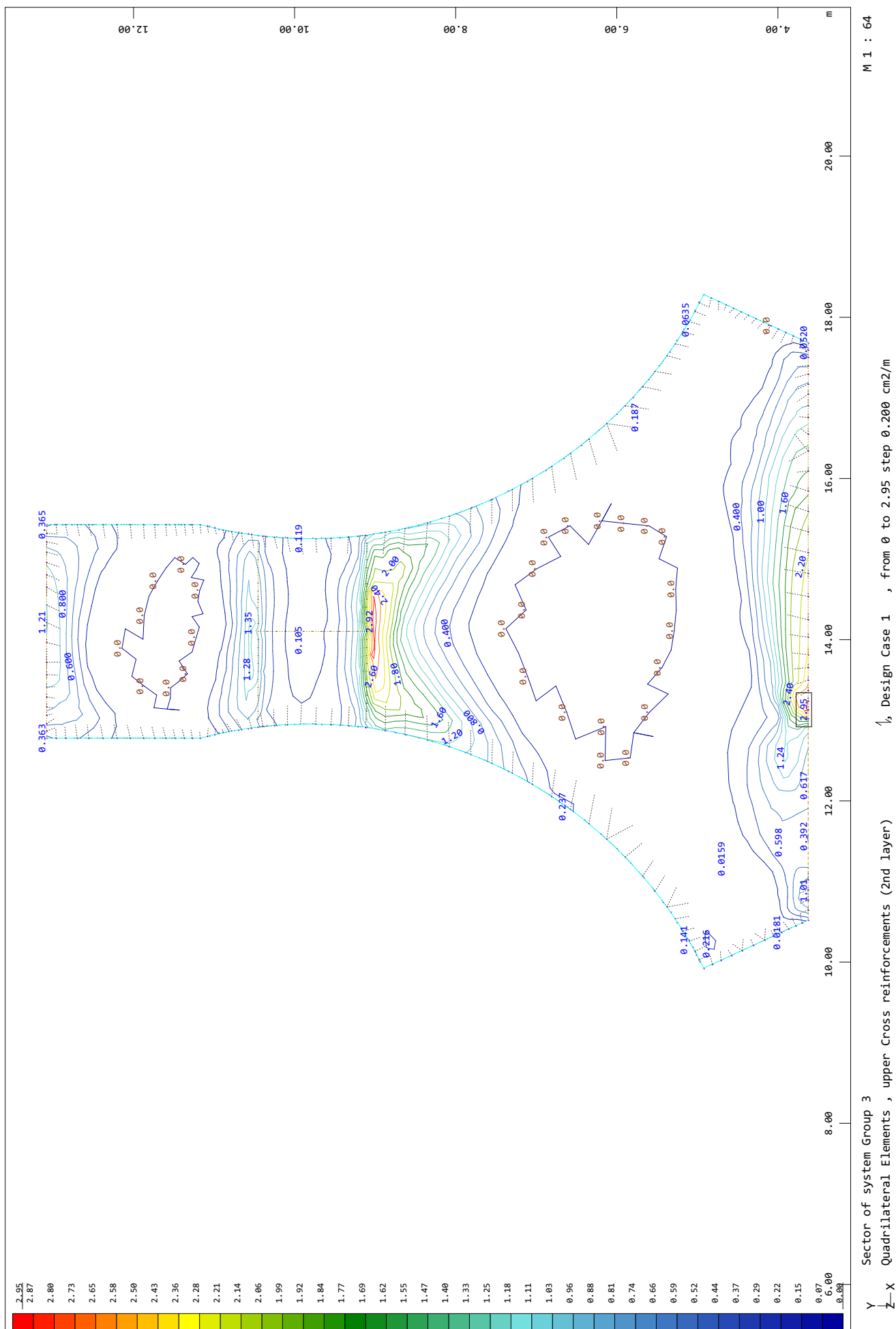
MODELO 3D



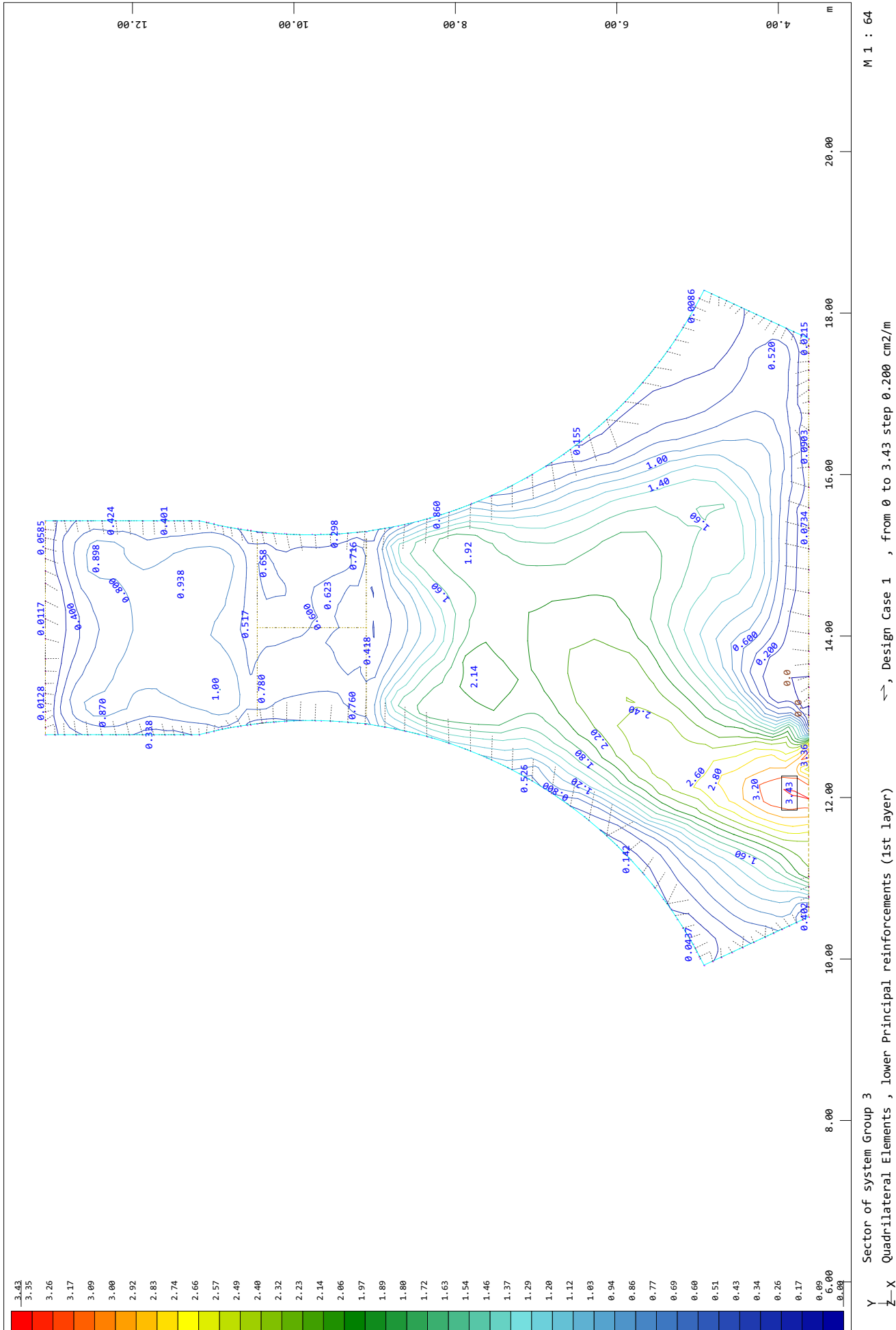
MODELO 3D



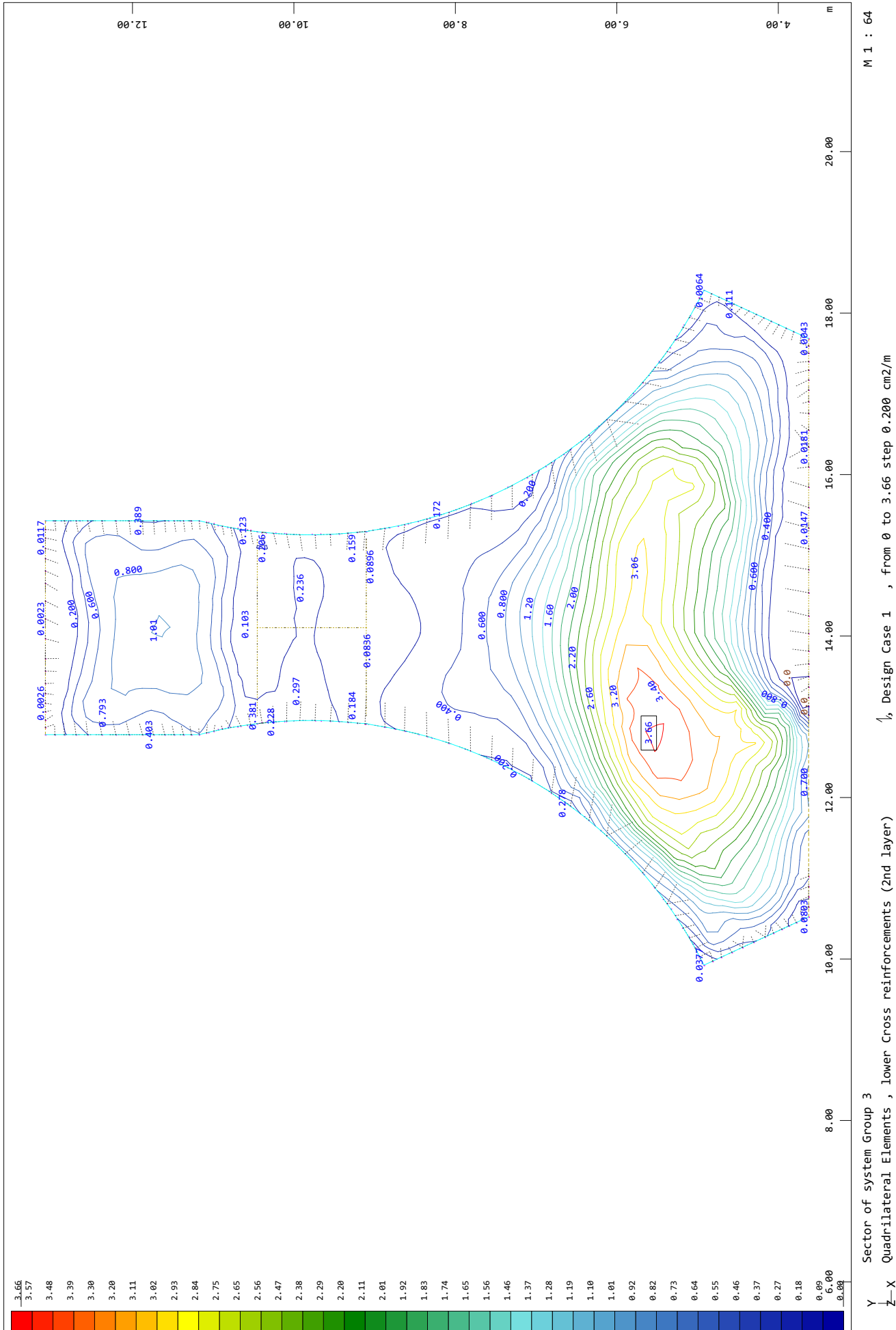
SOFiSTiK AG - www.sofistik.de



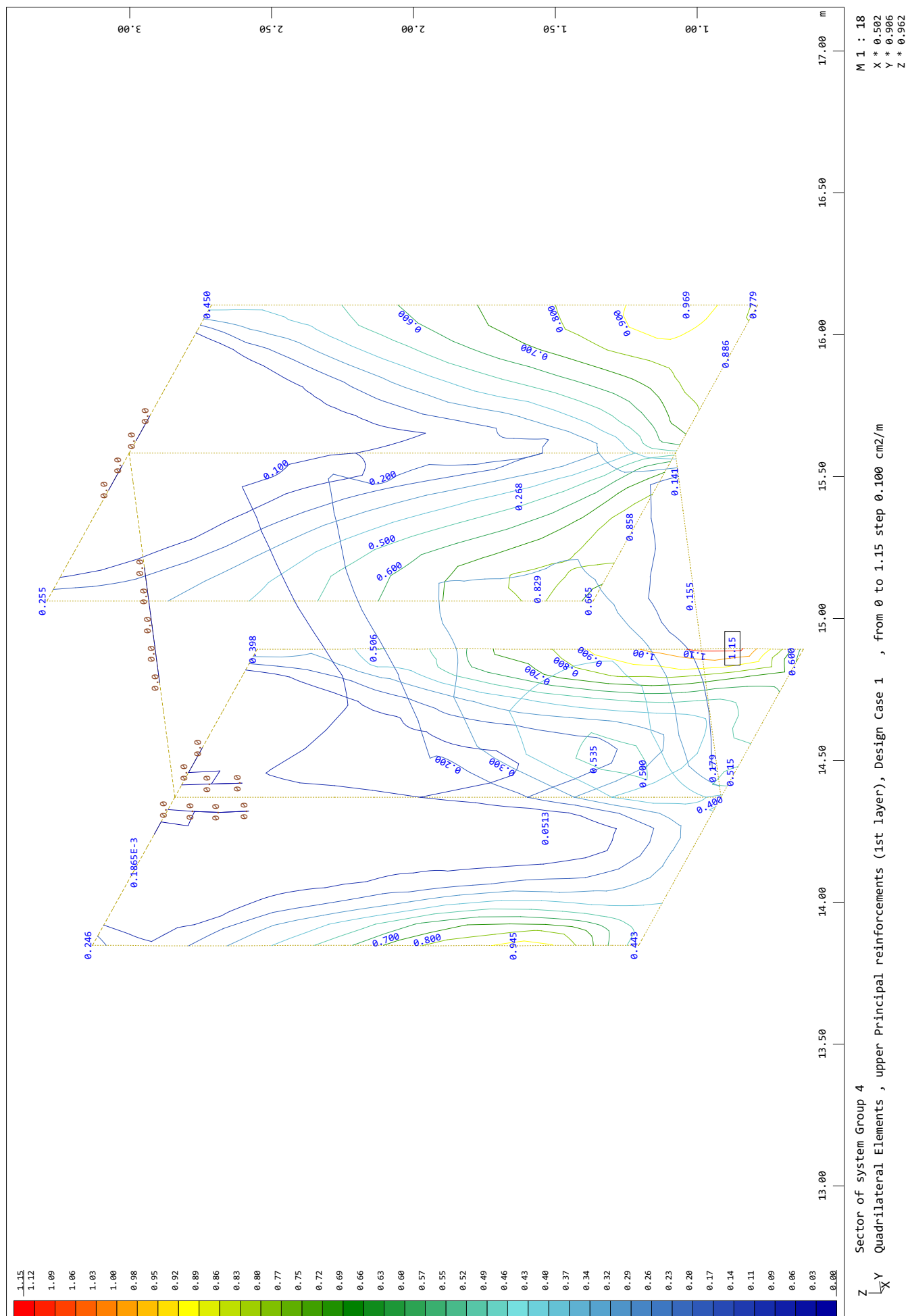
MODELO 3D



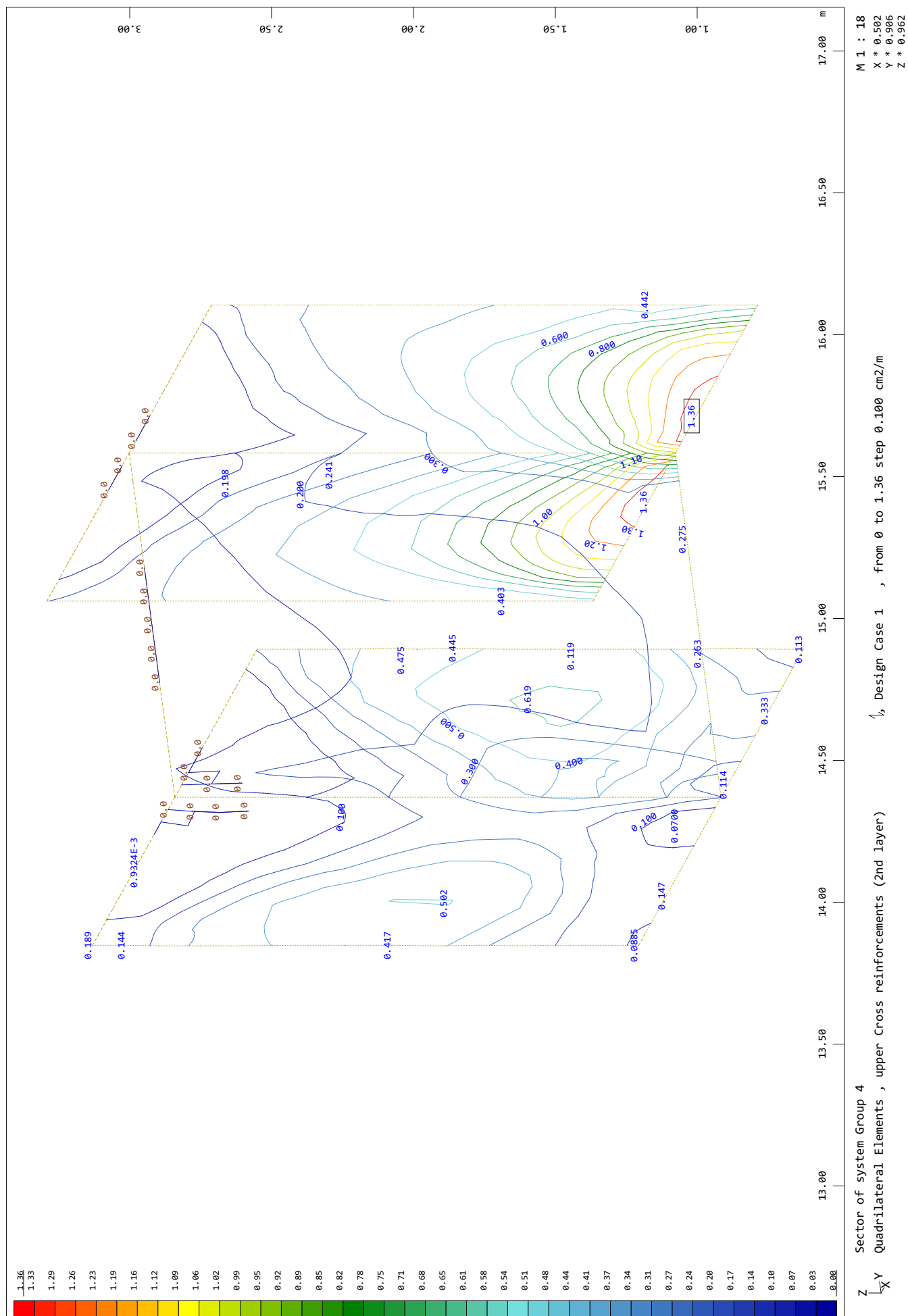
MODELO 3D



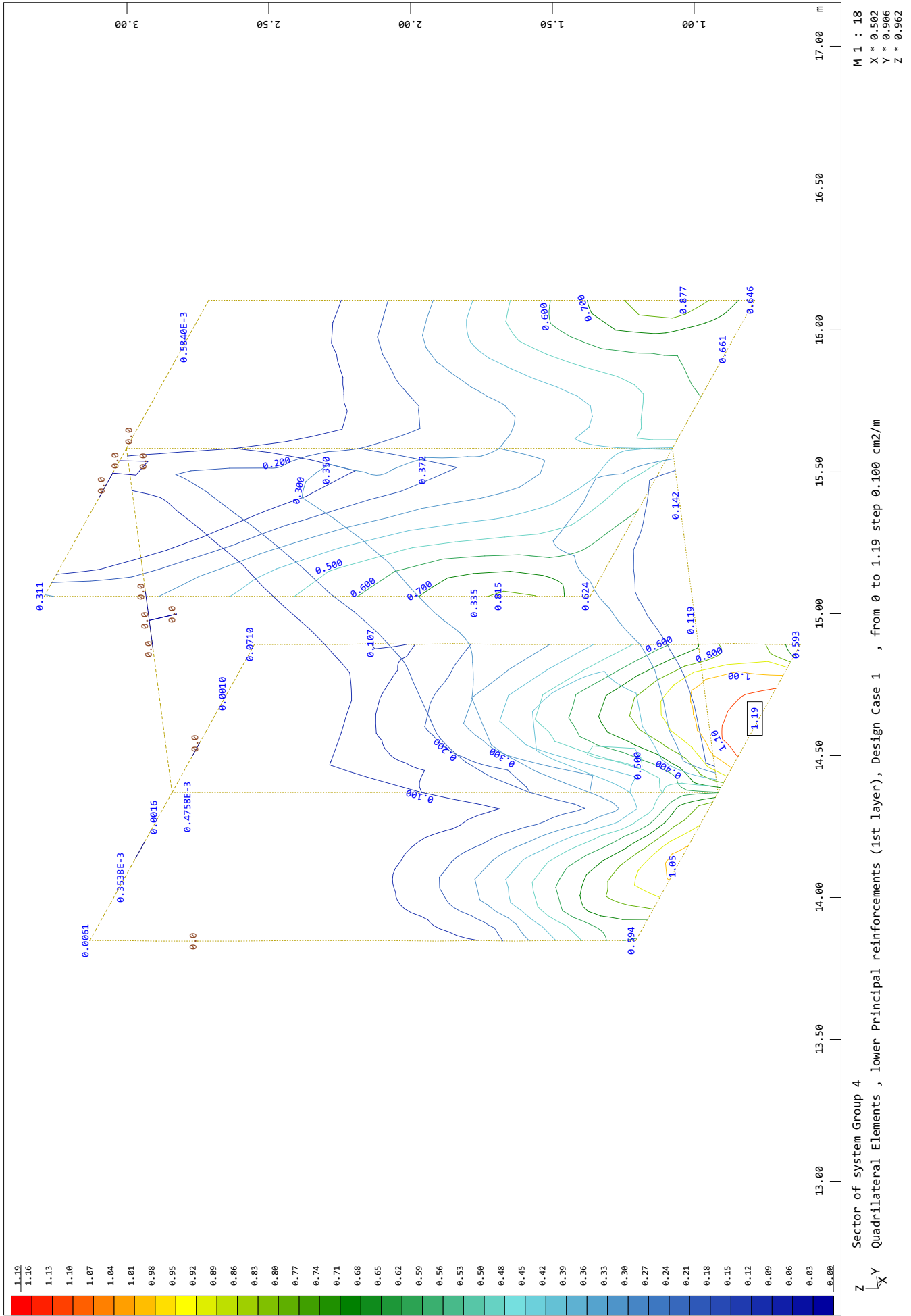
SOFISTIK AG - www.sofistik.de



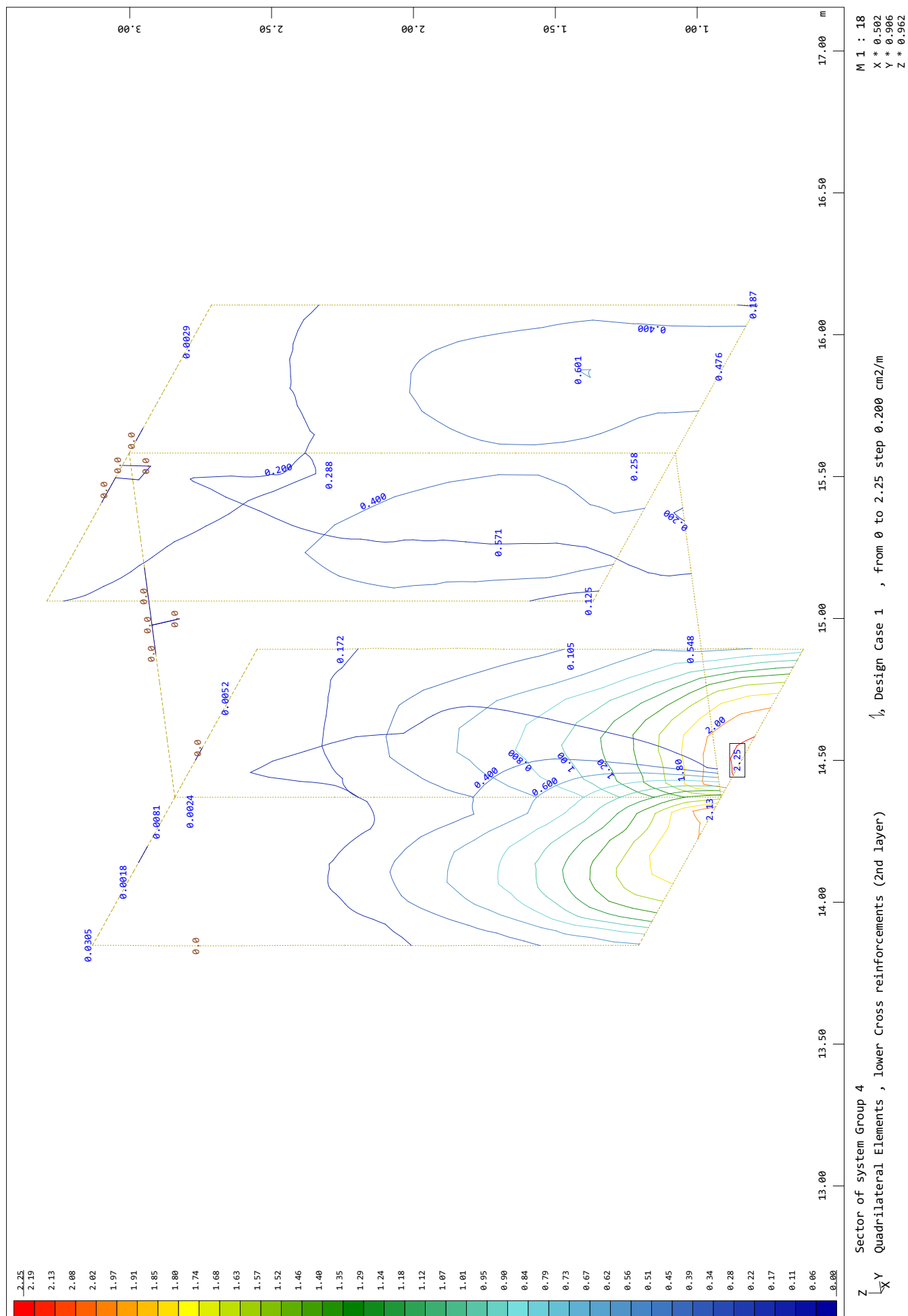
SOFiSTiK AG - www.sofistik.de



MODELO 3D



SOFiSTiK AG - www.sofistik.de



C.1.3. PASARELA

ETAP TORRELAGUNA PASARELA ESPESADOR		Page
VALTER		27.03.20, 10:14
ACQ		Statik-5 - Version 1.25

Structure

Scale 1 :67.3

STRUCTURE 2D

NODE DATA

Id	Coordinates		DX [kN/m]	Supports DZ [kN/m]	RY [kNm]	Specialties
	X [m]	Z [m]				
K_1	0	0		B		
K_2	10.90	0		B		

B : Blocked

MEMBER DATA

ID	Nodes		Cross section Name>Variant	Length [m]	Status	Specialties
	beginning	end				
S_1	K_1	K_2	SEC	10.90		

Cross section: Geometry

Name	Variant	Materials	Type	Dimensions [m]
SEC		1, 2	W-U	u=0.07, b=1.60, tf=0.20, tu=0.20, h1=1.15, h2=y _L =-0.80, y _R =0.80, z _B =-0.41, z _T =0.74

Materials : s. table 'Materials'

Cross section: CS stiffness

Name	Variant	β	EA _x GA _z [kN]	EJ _y [kNm ²]	e _z [m]	CS mass Additional mass [t/m]	Materials
SEC		0	23449999.60 10021367.35	2917184.05	0	1.75	1, 2

β : Angle between member Y axis and first principal axis of cross section
e_z : Distance center of gravity-axis point
Materials : s. table 'Materials'

Cross sections, cross section values

Cross section Name	Variants	Materials E _{ref} G _{ref}	Ideal cross section values					
			A _{x,id} = EA _x /E _{ref} [m ²]	J _{y,id} = EJ _y /E _{ref} [m ⁴]	J _{z,id} = EJ _z /E _{ref} [m ⁴]	J _{x,id} = GJ _x /G _{ref} [m ⁴]	A _{y,id} = GA _y /G _{ref} [m ²]	A _{z,id} = GA _z /G _{ref} [m ²]
SEC		1	0.7000	0.087080	0.255733	0.008352	0.7000	0.7000

Materials : s. table 'Materials'

Materials

Id	Material	E [kN/mm ²]	G [kN/mm ²]	ρ [t/m ³]	Material class	α [‰]	ν
1	Concrete	34	14	2.5	C35/45	0.010	0.17
2	Reinf. steel	200	77	8.0	S500	0.012	0.30

SEC: Concrete (C35/45), Reinf. steel (S500)

Scale 1 :80.0

Nr.:	
------	--

Load case LC-01: PESO PROPIO

Scale 1 :64.2



Loading 'LC-01': PESO PROPIO

Acceleration loads: Dead load

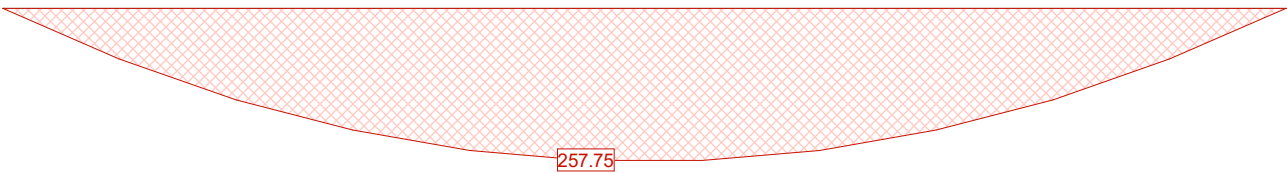
Id	Accelerations			X _{Sum} [kN]	Y _{Sum} [kN]	Z _{Sum} [kN]
	a _x [m/s ²]	a _y [m/s ²]	a _z [m/s ²]			
G0 (1 Members, 0 SLA)			10.00	0	0	-190.75

Summed load

	X _{Sum} [kN]	Y _{Sum} [kN]	Z _{Sum} [kN]
Summed load for loading LC-01	0	0	-190.75

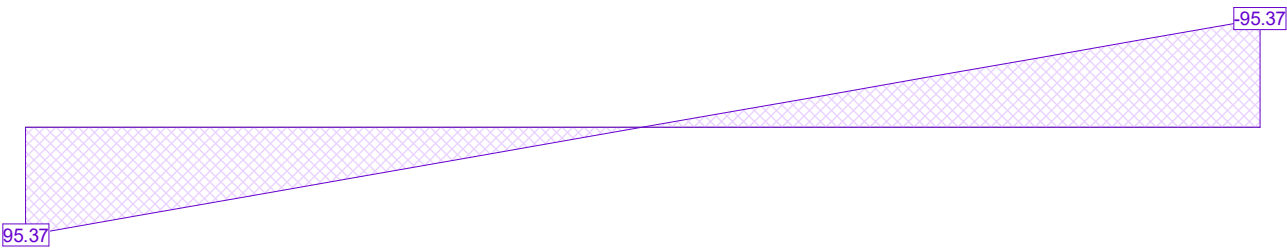
Section force My [kNm] for: LC-01

Scale 1 :64.2



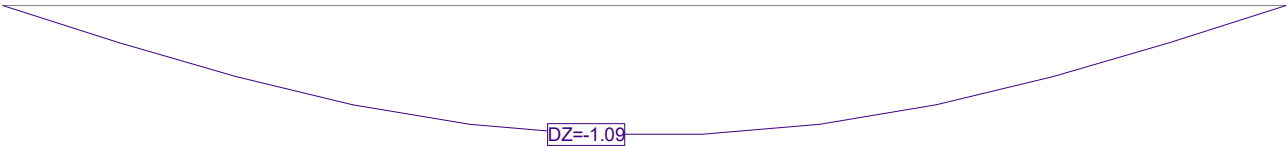
Section force Vz [kN] for: LC-01

Scale 1 :66.7

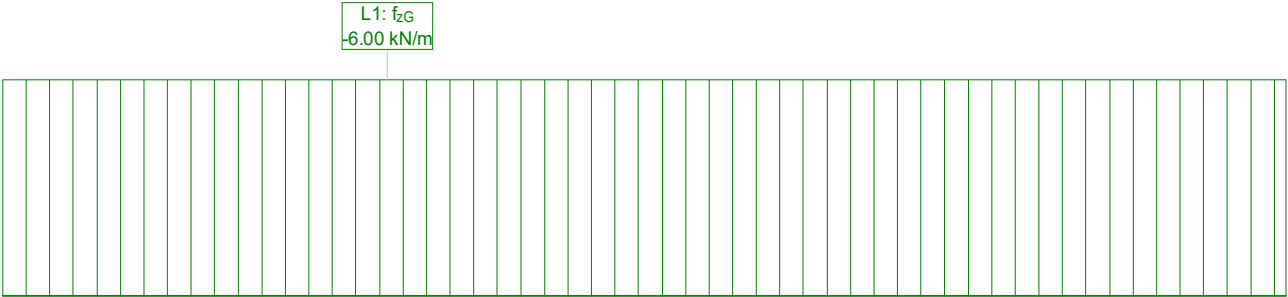


DISPLACEMENTS [mm] for: LC-01, exaggerated scale: 1000.0

Scale 1 :64.2



Load case LC-02: SCU 5 kN/m2 Scale 1 :64.2



Loading 'LC-02': SCU 5 kN/m2

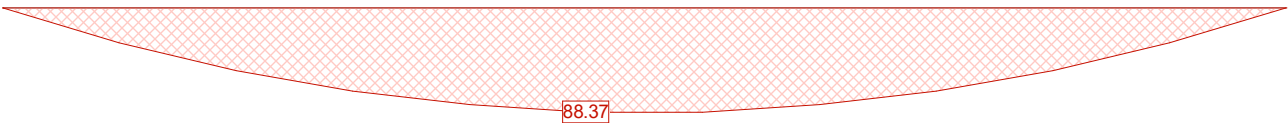
Line loads: Forces

Id	Type	Length [m]	p1 [kN/m]	p2 [kN/m]	XSum [kN]	YSum [kN]	ZSum [kN]
L1	Z Global	10.90	-6.00		0	0	-65.40

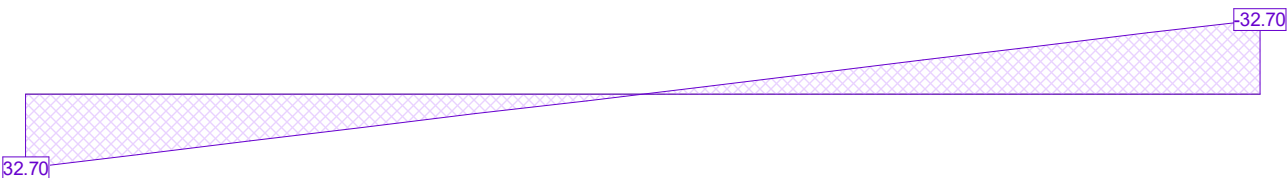
Summed load

	XSum [kN]	YSum [kN]	ZSum [kN]
Summed load for loading LC-02	0	0	-65.40

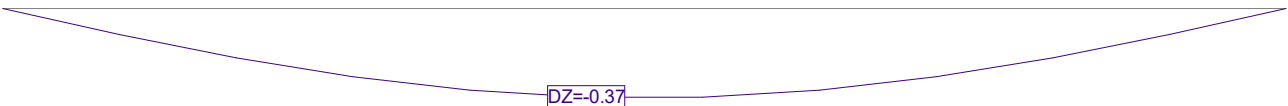
Section force My [kNm] for: LC-02 Scale 1 :64.2



Section force Vz [kN] for: LC-02 Scale 1 :66.7



DISPLACEMENTS [mm] for: LC-02, exaggerated scale: 2000.0 Scale 1 :64.2



Limit state specification: ELU

Description
Standard design situation: Ultimate limit state type 2 (1B)

Action combinations

No	Action Name	Fac	1	2	Action combinations
1	Dead load	1	1.35	1	
2	Live load general	1	1.5	1.5	

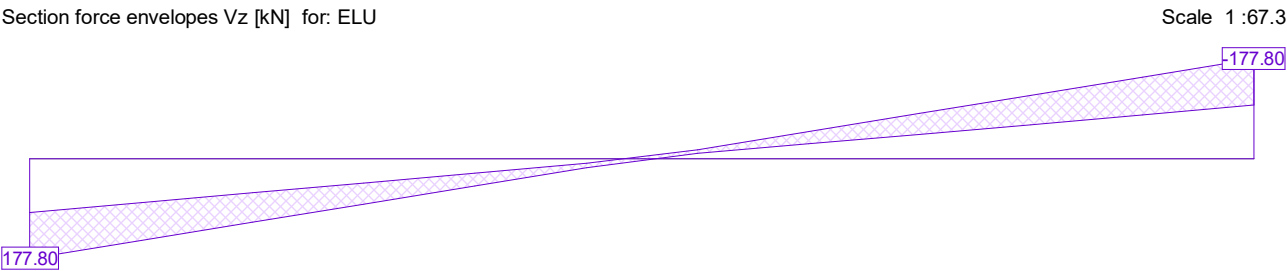
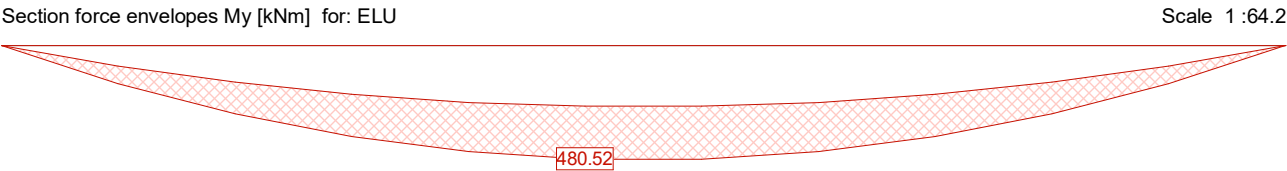
Fac : all combination factors are multiplied by this factor

Load case superpositions for the actions

for limit state specification ELU

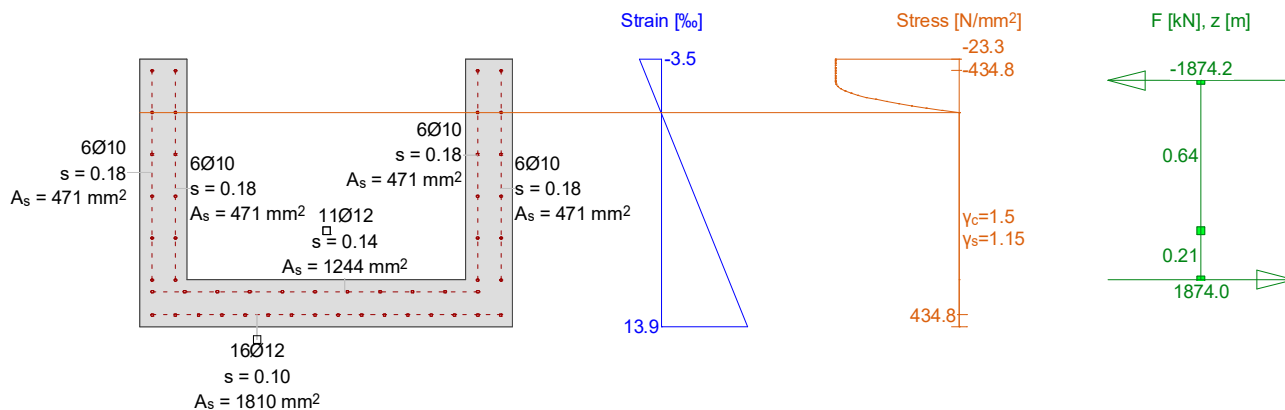
Action	Alt	additive	exclusive	Load case	Factor	Comb.
Dead load		permanent		LC-01 PESO PROPIO	1.000	
Live load general		if critical		LC-02 SCU 5 kN/m2	1.000	

Alt : Alternative superposition



Cross-section PASARELA: Bearing capacity uniaxial bending $M_y=480.5$; Bearing capacity: 3.34

Scale 1 :32.5

**Ultimate strength analysis wall-cross section: PASARELA****Action forces and capacity factor**

No.	Analysis-Parameters	N [kN]	M_y [kNm]	M_z [kNm]	Capacity factor [-]	Remarks
1	AP2: ULS-verification	0	480.5	XXX	3.34	

XXX : Calculation with uniaxial bending (neutral axis is horizontal)!!

Analysis-Parameters "AP2: ULS-verification", Code: Eurocode ENV/EN

ID	σ - ϵ -Diagram				Strain Limits			Adm.Stress $\sigma_{s,adm}$ [N/mm ²]	Resistance factors				Various parameters			
	c	s	p	a	$\epsilon_{cu,c}$ [‰]	$\epsilon_{cu,b}$ [‰]	ϵ_{su} [‰]		γ_c [-]	γ_s [-]	γ_p [-]	γ_a [-]	α [-]	ϕ [-]	P(t) [-]	κ
AP2	2/0	1	1	1	-2.0	-3.5	20.0		1.50	1.15	1.15	1.15	45.00	0	$t=0$	-

Extreme stresses and strain

Name	Class	y_q [m]	z_q [m]	ϵ [‰]	σ_d [N/mm ²]	γ [-]
V	C35/45	-0.80	0.74	-3.5	-23.3	1.50
V	C35/45	-0.80	-0.41	13.9	0	1.50
LEFT1	S500	-0.75	0.69	-2.7	-434.8	1.15
BOTTOM2	S500	-0.75	-0.36	13.2	434.8	1.15

Limit state specification: ELS-CUASI

Description

Standard design situation: Serviceability quasi permanent combination

Action combinations

No	Action Name	Fac	1	Action combinations
1	Dead load	1	1	
2	Live load general	1	0.6	

Fac : all combination factors are multiplied by this factor

Load case superpositions for the actions

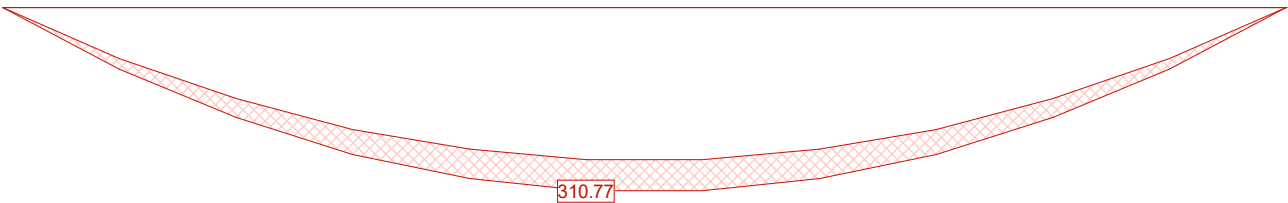
for limit state specification ELS-CUASI

Action	Alt	additive	exclusive	Load case	Factor	Comb.
Dead load		permanent		LC-01 PESO PROPIO	1.000	
Live load general		if critical		LC-02 SCU 5 kN/m2	1.000	

Alt : Alternative superposition

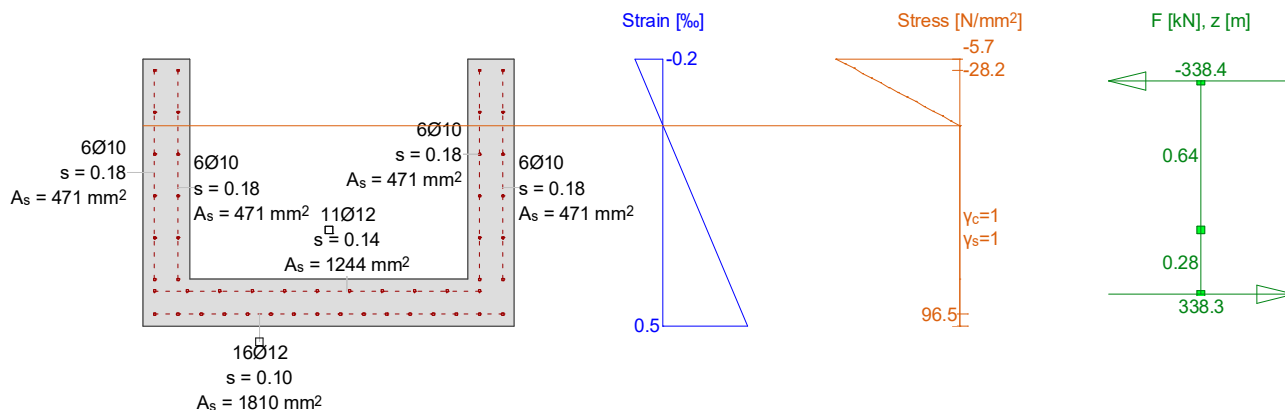
Section force envelopes My [kNm] for: ELS-CUASI

Scale 1 :64.2



Cross-section PASARELA: Stress analysis with given forces uniaxial bending $M_y=310.8$;

Scale 1 :32.6

**Stress analysis wall-cross section: PASARELA****Action forces**

No.	Analysis-Parameters	N [kN]	M _y [kNm]	M _z [kNm]	Remarks
1	AP1: SLS-verification	0	310.8	XXX	

XXX : Calculation with uniaxial bending (neutral axis is horizontal)!!

Analysis-Parameters "AP1: SLS-verification", Code: Eurocode ENV/EN

ID	σ-ε-Diagram				Strain Limits			Adm.Stress	Resistance factors				Various parameters			
	c	s	p	a	ε _{cu,c} [%]	ε _{cu,b} [%]	ε _{su} [%]	σ _{s,adm} [N/mm ²]	γ _c [-]	γ _s [-]	γ _p [-]	γ _a [-]	α [-]	φ [-]	P(t) [-]	κ
AP1	1/0	1	1	1				150.0	1.00	1.00	1.00	1.00	45.00	0	t=0	-

Extreme stresses and strain

Name	Class	y _q [m]	z _q [m]	ε [%]	σ _d [N/mm ²]	γ [-]
V	C35/45	-0.80	0.74	-0.2	-5.7	1.00
V	C35/45	-0.80	-0.41	0.5	0	1.00
LEFT1	S500	-0.75	0.69	-0.1	-28.2	1.00
BOTTOM2	S500	-0.75	-0.36	0.5	96.5	1.00

Stresses in homogeneous cross section (linear material properties)

Name	Weight	y _q [m]	z _q [m]	σ _{elast} [N/mm ²]
V	1.00	-0.80	0.74	-2.6
V	1.00	-0.80	-0.41	1.5

C.2. ARQUETA DE CONEXIÓN

ARQUETA

Table of Contents

AQUA - GENERAL CROSS SECTIONS

Default design code is EHE Instrucción de hormigón estructural 2008 (España) V 2020	4
Materials	4

SOFiMSHC - STRUCTURAL ELEMENTS AND GEOMETRY

Groups	5
Summary of quadrilateral elements	5
Groups	5

WINGRAF - GRAPHICS FOR FINITE ELEMENTS

Quadrilateral Elements , Material designations	6
Quadrilateral Elements , Designation of reinforcement materials	7
Average plate thickness	8
Elastic bedding	9
Quadrilateral Elements , Number of group	10

WINGRAF - GRAPHICS FOR FINITE ELEMENTS

All loads LC: 1	11
All loads LC: 2	12
All loads LC: 3	13
All loads LC: 4	14
All loads LC: 5	15

MAXIMA - SUPERPOSITION OF LOAD CASES

Combination rule Number 1	16
Load Case selection	16
Generated Load Cases	16

MAXIMA - SUPERPOSITION OF LOAD CASES

Combination rule Number 2	17
Load Case selection	17
Generated Load Cases	17

MAXIMA - SUPERPOSITION OF LOAD CASES

Combination rule Number 3	19
Load Case selection	19
Generated Load Cases	19

BEMESS - DESIGN OF PLATES AND SHELLS

Default design code is EHE Instrucción de hormigón estructural 2008 (España) V 2020	21
Load Cases for the Design	21
Material (EHE spanish code)	21
Material-safety-factors:	21
Geometry (axial covers)	21

WINGRAF - GRAPHICS FOR FINITE ELEMENTS

Quadrilateral Elements , upper Principal reinforcements (1st layer) DC: 1	22
Quadrilateral Elements , upper Cross reinforcements (2nd layer) DC: 1	23
Quadrilateral Elements , lower Principal reinforcements (1st layer) DC: 1	24
Quadrilateral Elements , lower Cross reinforcements (2nd layer) DC: 1	25

WINGRAF - GRAPHICS FOR FINITE ELEMENTS

Quadrilateral Elements , upper Principal reinforcements (1st layer) DC: 1	26
Quadrilateral Elements , upper Cross reinforcements (2nd layer) DC: 1	27
Quadrilateral Elements , lower Principal reinforcements (1st layer) DC: 1	28
Quadrilateral Elements , lower Cross reinforcements (2nd layer) DC: 1	29

ARQUETA

WINGRAF - GRAPHICS FOR FINITE ELEMENTS

Quadrilateral Elements , upper Principal reinforcements (1st layer) DC: 1	30
Quadrilateral Elements , upper Cross reinforcements (2nd layer) DC: 1	31
Quadrilateral Elements , lower Principal reinforcements (1st layer) DC: 1	32
Quadrilateral Elements , lower Cross reinforcements (2nd layer) DC: 1	33

WINGRAF - GRAPHICS FOR FINITE ELEMENTS

Quadrilateral Elements , upper Principal reinforcements (1st layer) DC: 1	34
Quadrilateral Elements , upper Cross reinforcements (2nd layer) DC: 1	35
Quadrilateral Elements , lower Principal reinforcements (1st layer) DC: 1	36
Quadrilateral Elements , lower Cross reinforcements (2nd layer) DC: 1	37

BEMESS - DESIGN OF PLATES AND SHELLS

Default design code is EHE Instrucción de hormigón estructural 2008 (España) V 2020	38
Load Cases for the Design	38
Material (EHE spanish code)	38
Geometry (axial covers)	38
Serviceability limit state control parameters	38

WINGRAF - GRAPHICS FOR FINITE ELEMENTS

Quadrilateral Elements , upper Principal reinforcements (1st layer) DC: 2	39
Quadrilateral Elements , upper Cross reinforcements (2nd layer) DC: 2	40
Quadrilateral Elements , lower Principal reinforcements (1st layer) DC: 2	41
Quadrilateral Elements , lower Cross reinforcements (2nd layer) DC: 2	42

WINGRAF - GRAPHICS FOR FINITE ELEMENTS

Quadrilateral Elements , upper Principal reinforcements (1st layer) DC: 2	43
Quadrilateral Elements , upper Cross reinforcements (2nd layer) DC: 2	44
Quadrilateral Elements , lower Principal reinforcements (1st layer) DC: 2	45
Quadrilateral Elements , lower Cross reinforcements (2nd layer) DC: 2	46

WINGRAF - GRAPHICS FOR FINITE ELEMENTS

Quadrilateral Elements , upper Principal reinforcements (1st layer) DC: 2	47
Quadrilateral Elements , upper Cross reinforcements (2nd layer) DC: 2	48
Quadrilateral Elements , lower Principal reinforcements (1st layer) DC: 2	49
Quadrilateral Elements , lower Cross reinforcements (2nd layer) DC: 2	50

WINGRAF - GRAPHICS FOR FINITE ELEMENTS

Quadrilateral Elements , upper Principal reinforcements (1st layer) DC: 2	51
Quadrilateral Elements , upper Cross reinforcements (2nd layer) DC: 2	52
Quadrilateral Elements , lower Principal reinforcements (1st layer) DC: 2	53
Quadrilateral Elements , lower Cross reinforcements (2nd layer) DC: 2	54

WINGRAF - GRAPHICS FOR FINITE ELEMENTS

Principal shear forces (absolute) LC: 106	55
Principal shear forces (absolute) LC: 107	56
Principal shear forces (absolute) LC: 108	57
Principal shear forces (absolute) LC: 109	58
Principal shear forces (absolute) LC: 106	59
Principal shear forces (absolute) LC: 107	60
Principal shear forces (absolute) LC: 108	61
Principal shear forces (absolute) LC: 109	62
Principal shear forces (absolute) LC: 106	63
Principal shear forces (absolute) LC: 107	64
Principal shear forces (absolute) LC: 108	65
Principal shear forces (absolute) LC: 109	66
Principal shear forces (absolute) LC: 106	67
Principal shear forces (absolute) LC: 107	68
Principal shear forces (absolute) LC: 108	69
Principal shear forces (absolute) LC: 109	70

ARQUETA

WINGRAF - GRAPHICS FOR FINITE ELEMENTS

Bedding stress LC: 217	71
Bedding stress LC: 218	72

ARQUETA
MURO

Default design code is EHE Instrucción de hormigón estructural 2008 (España) V 2020

Materials

Mat	Classification
1	HA 35 (EHE)
2	B 500 (EHE)
3	HA 30 (EHE)

ARQUETA

Groups

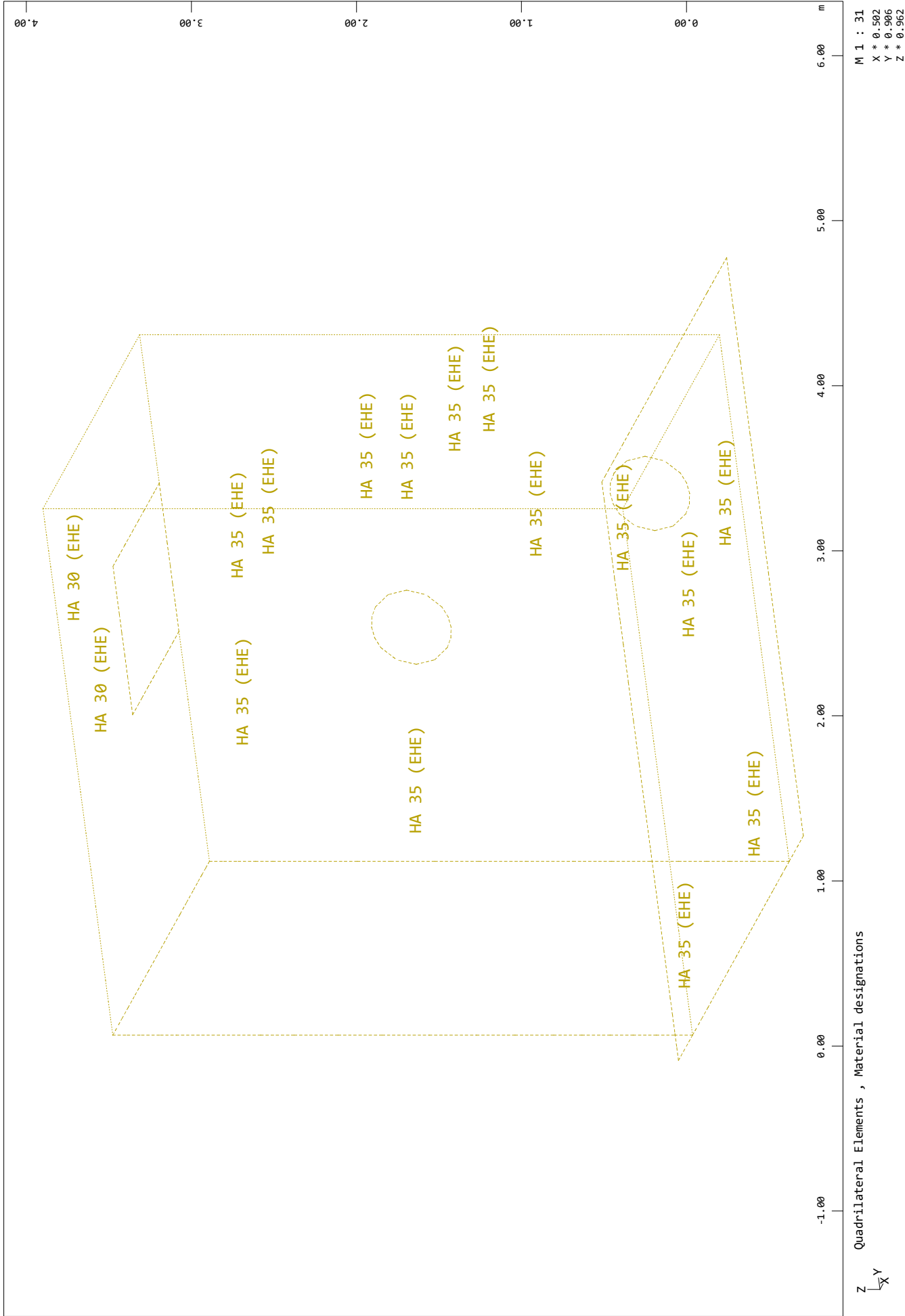
Grp	number	Type	min-no	max-no	Designation
1	775	QUAD	10001	10775	
2	230	QUAD	20001	20230	
3	500	QUAD	30001	30500	
4	370	QUAD	40001	40370	
Grp primary group number number number of elements within group					
Type element type min-no,max-no minimum/maximum element number					

Summary of quadrilateral elements

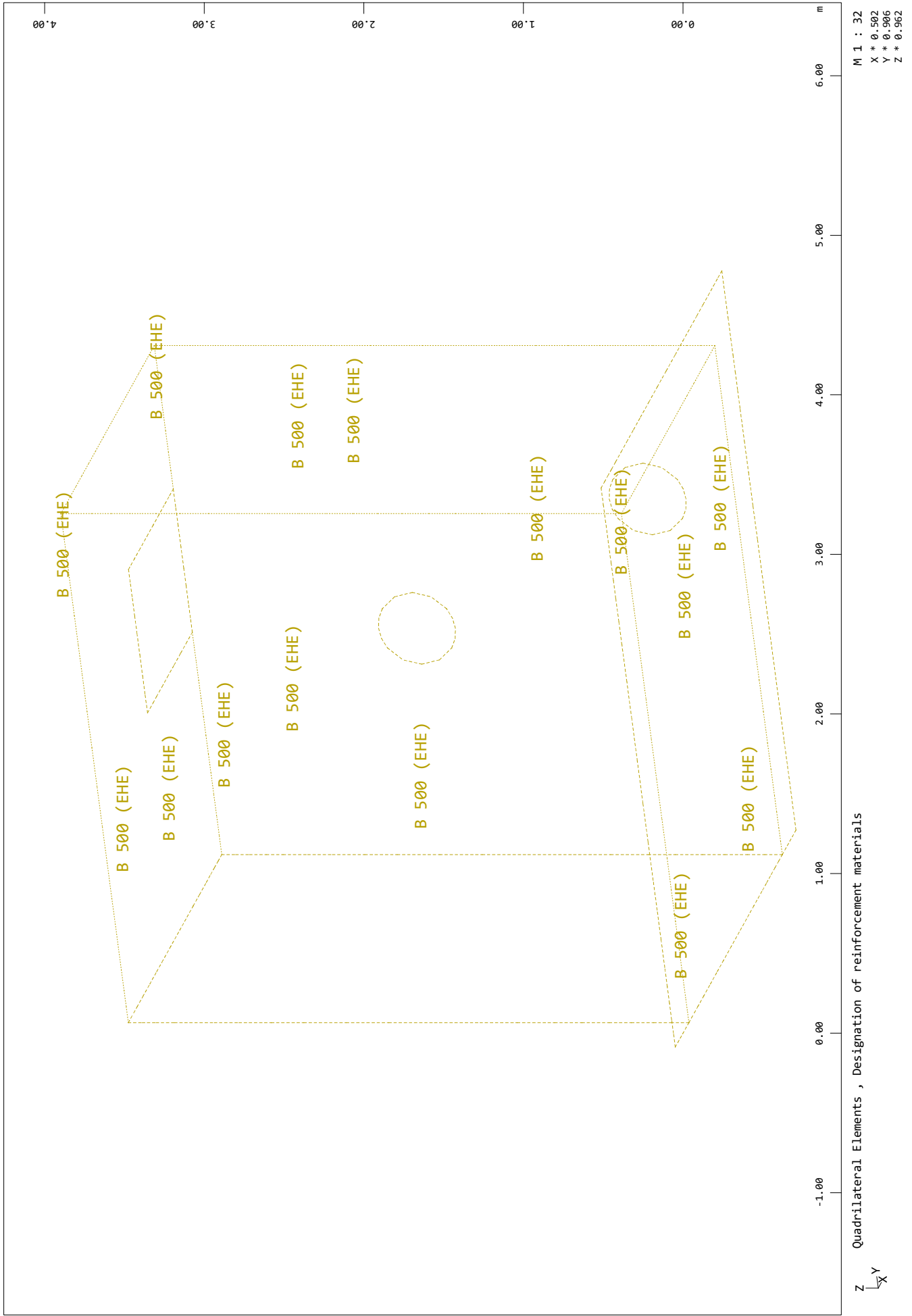
Groups

Grp	TotArea [m2]	TotVolume [m3]	TotWeight [t]	Material
1	25.534	7.660	19.151	1
2	8.760	2.628	6.570	1
3	12.090	4.836	12.090	1
4	7.370	1.474	3.685	3
Sum	53.754	16.598	41.496	
Grp primary group number				

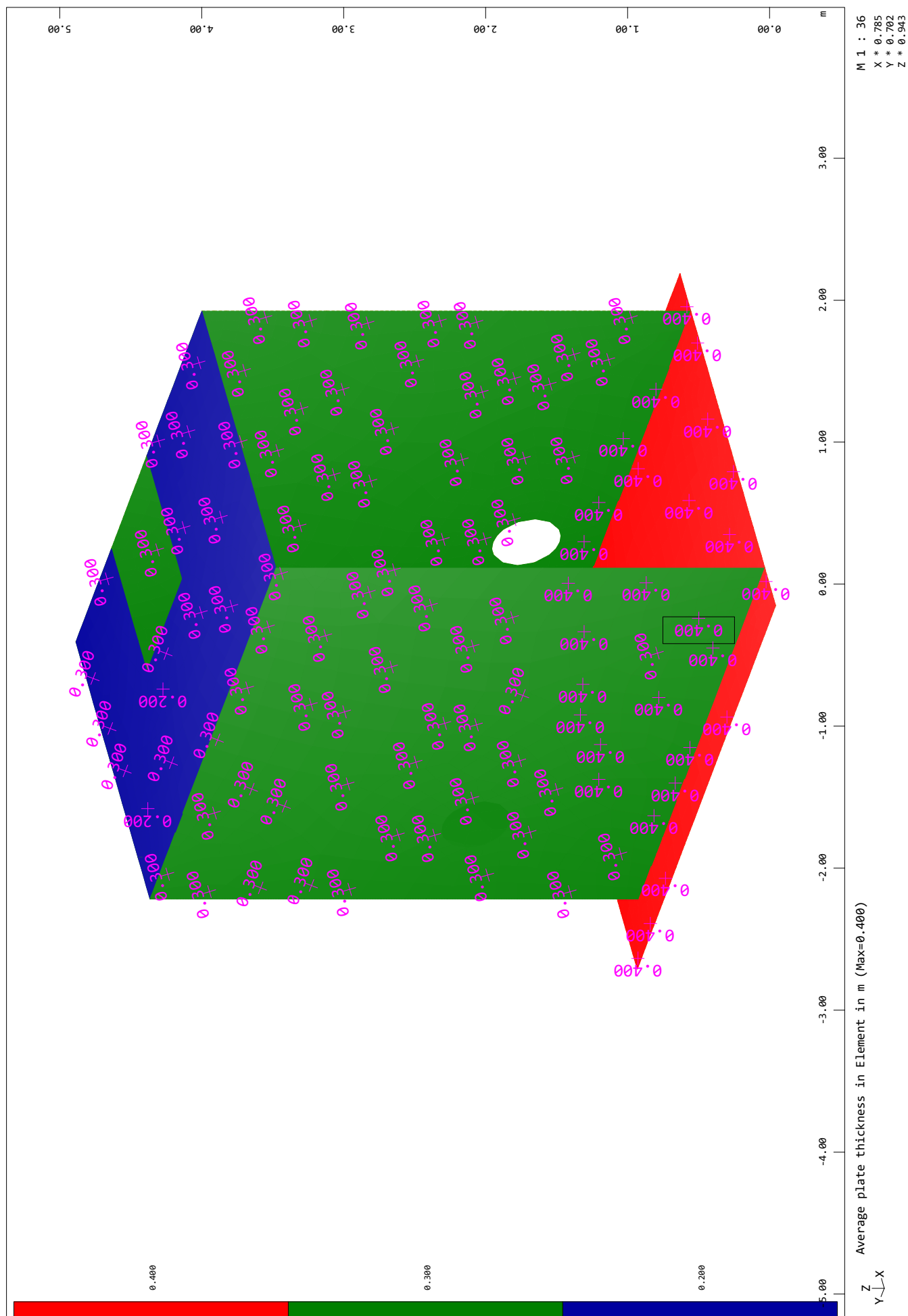
ARQUETA



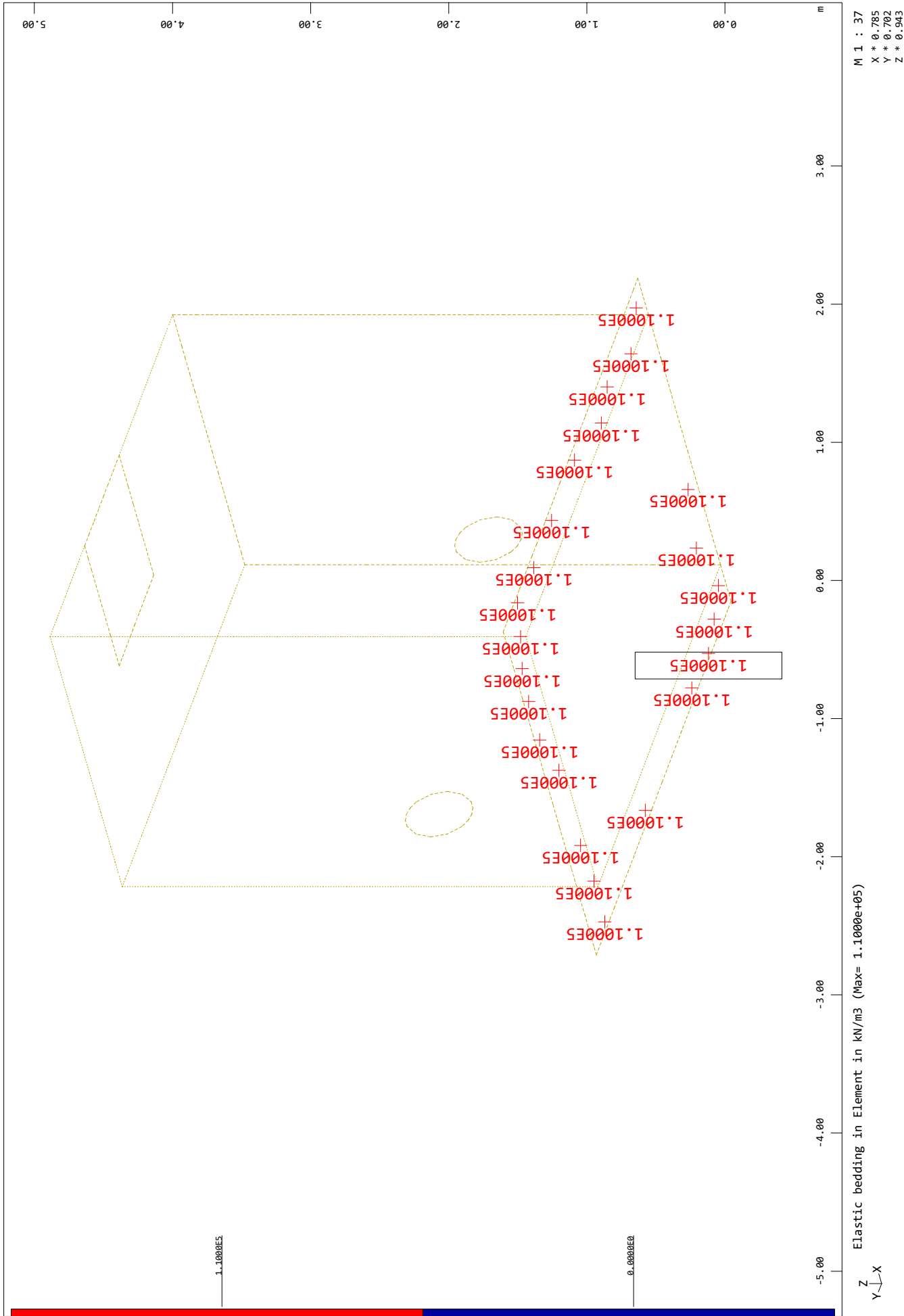
ARQUETA



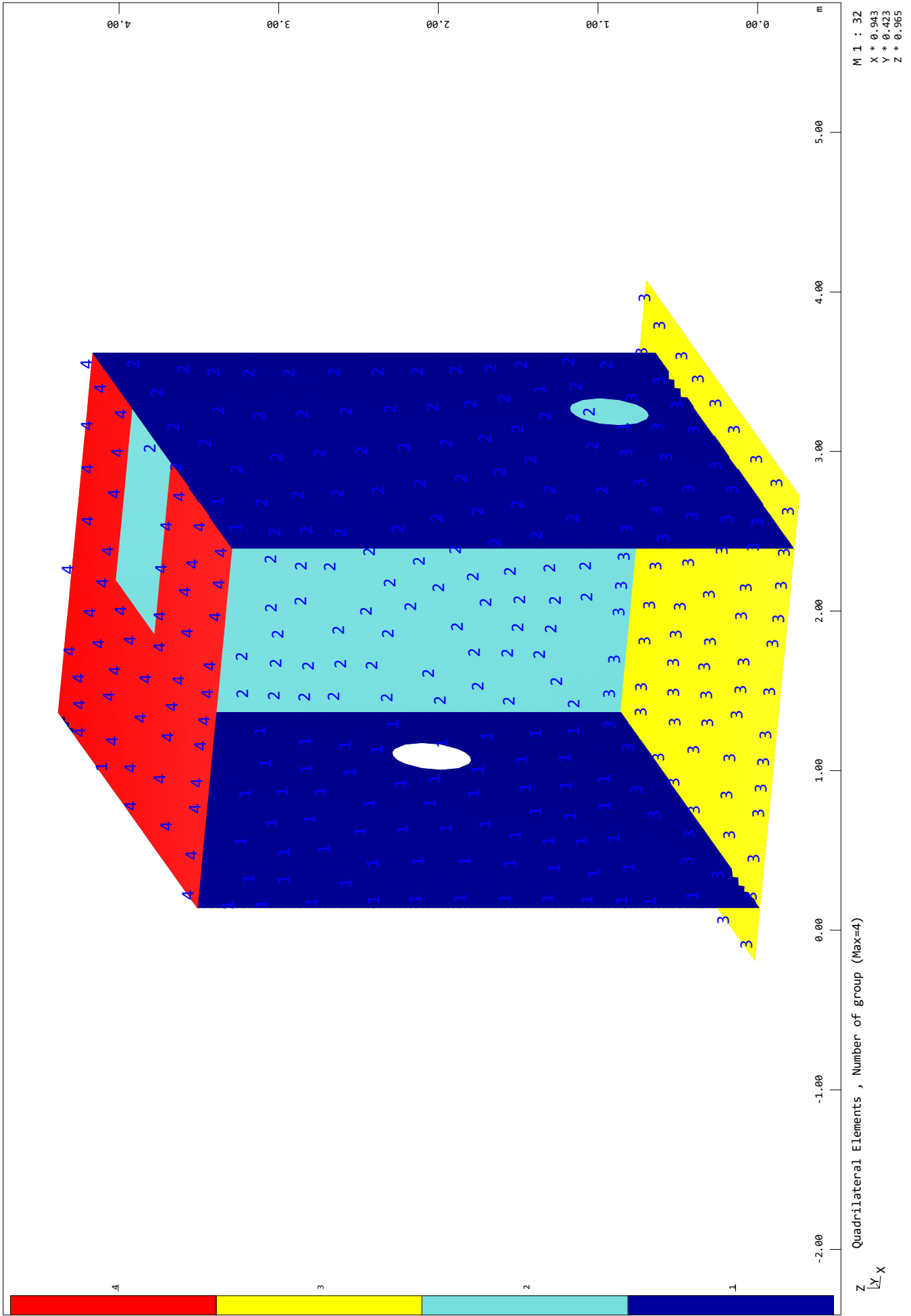
SOFiSTIK AG - www.sofistik.de



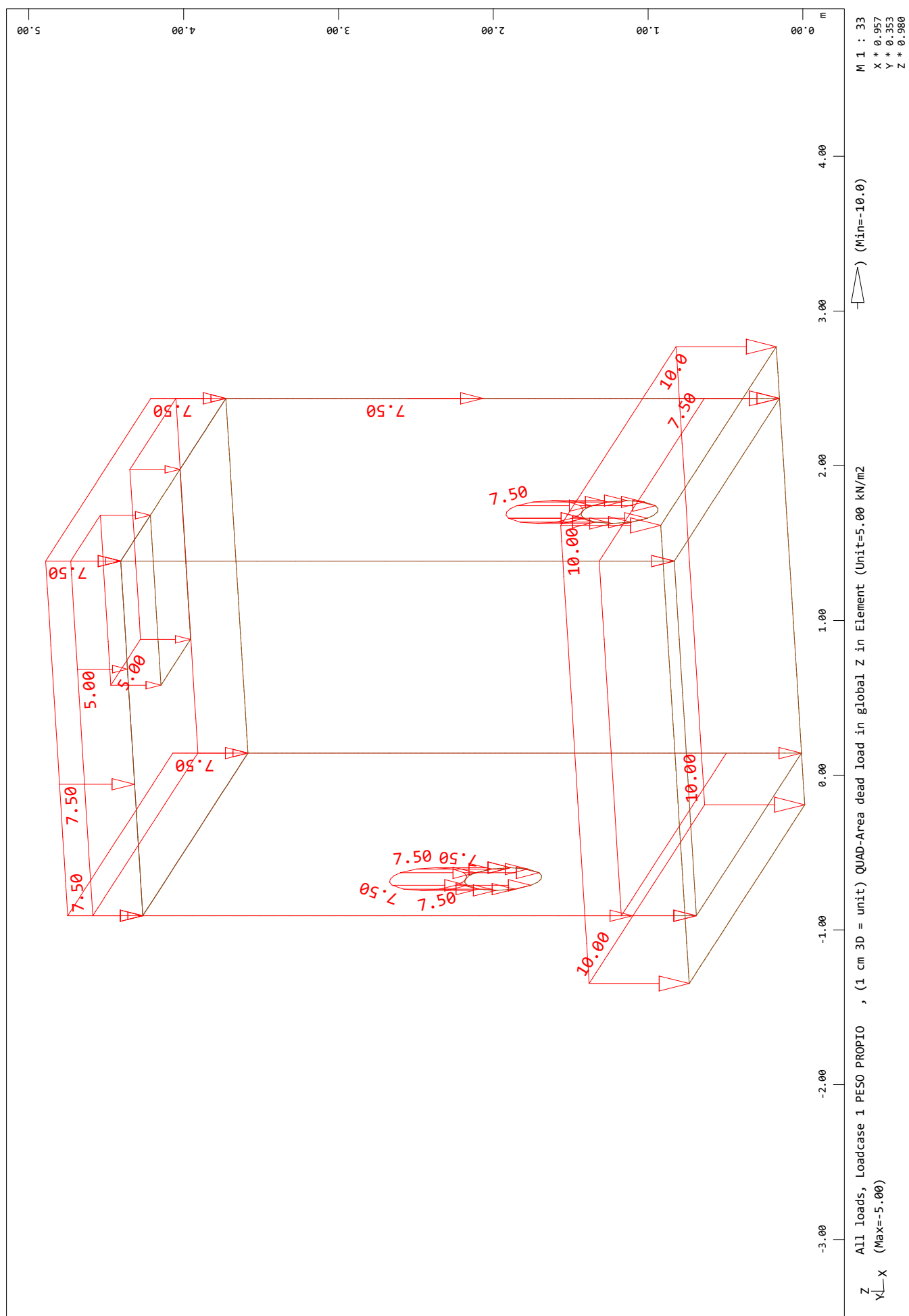
ARQUETA



ARQUETA

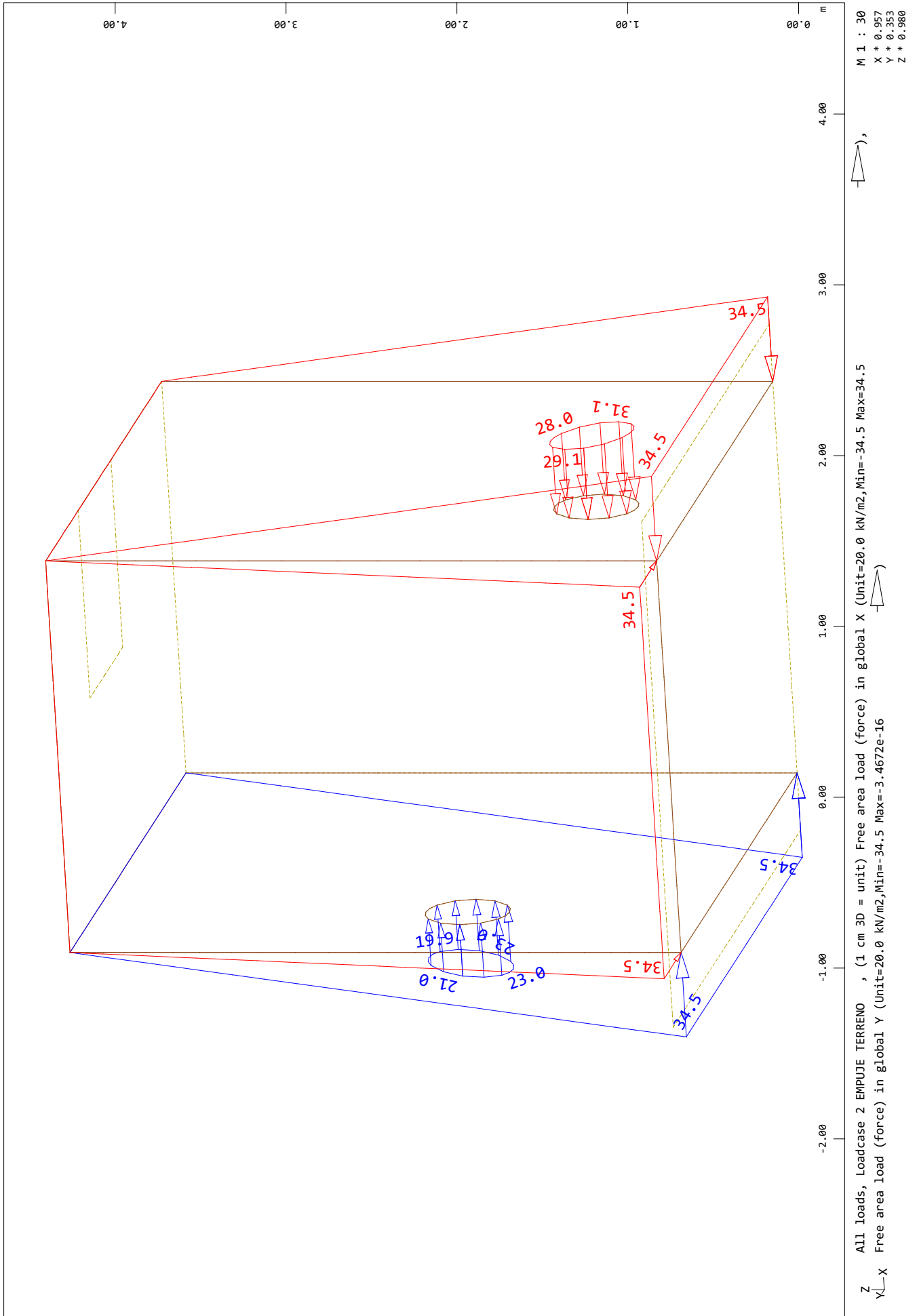


SOFISTiK AG - www.sofistik.de



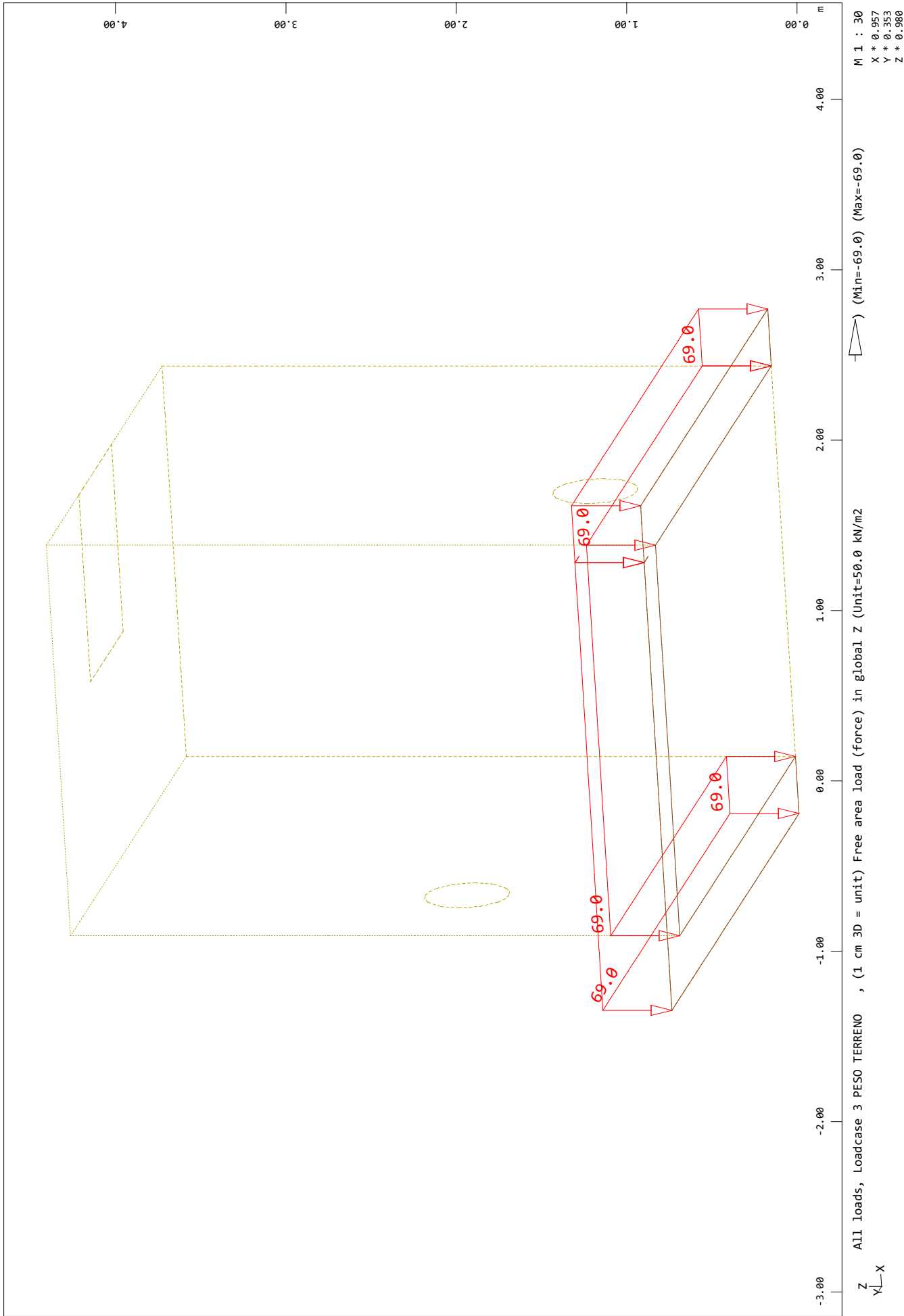
ARQUETA

SOFiSTiK AG - www.sofistik.de



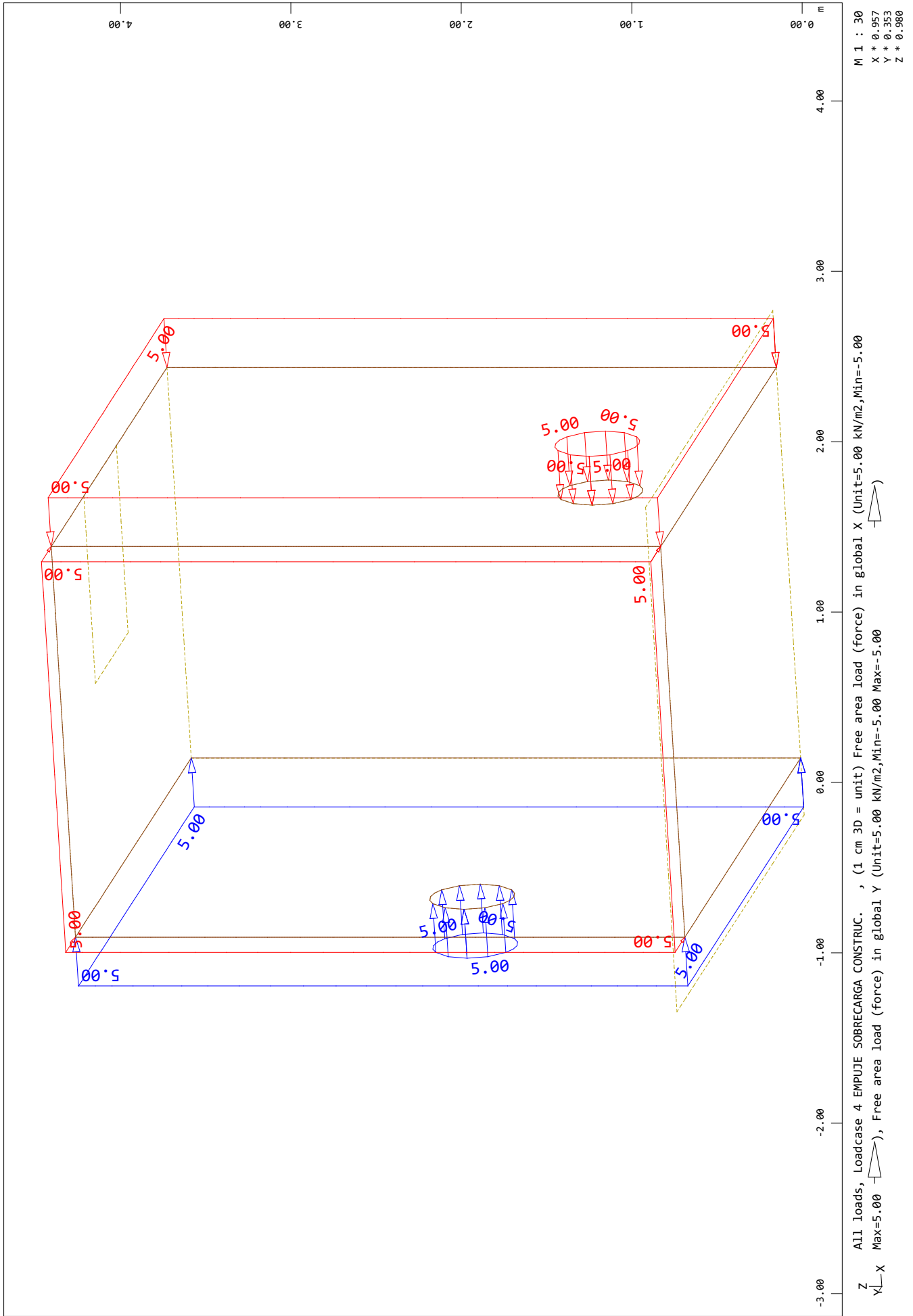
ARQUETA

SOFiSTiK AG - www.sofistik.de

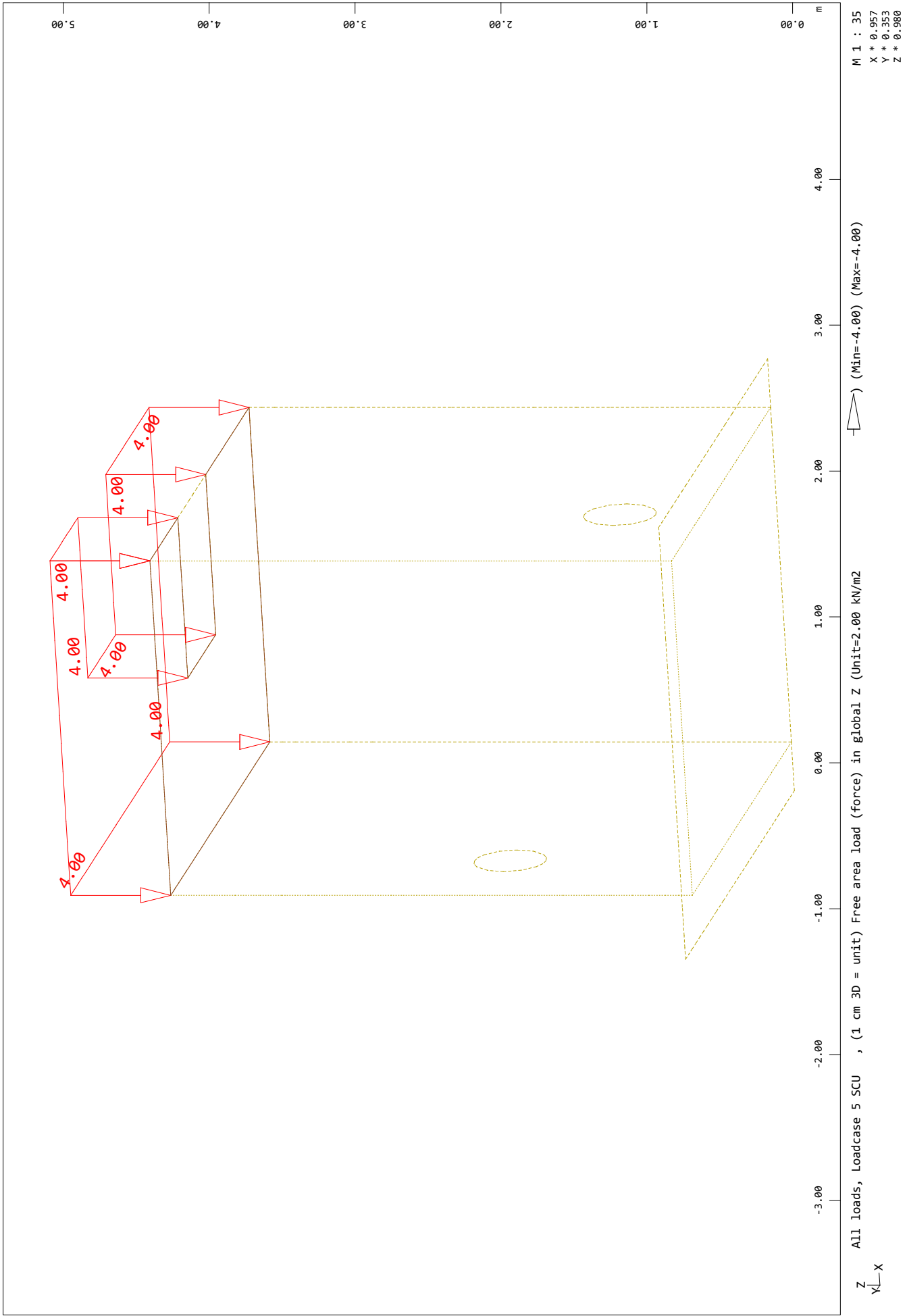


ARQUETA

SOFiSTiK AG - www.sofistik.de



ARQUETA



ARQUETA
 ELU

Combination rule Number 1

Design combination

Resulting Load Cases type Design combination

Load Case selection

Number	Fact	Type	Designation
1	0.80	PERM	PESO PROPIO
1	0.55	COND	PESO PROPIO
2	0.70	PERM	EMPUJE TERRENO
2	0.65	COND	EMPUJE TERRENO
3	0.80	PERM	PESO TERRENO
3	0.55	COND	PESO TERRENO
4	1.50	COND	EMPUJE SOBRECARGA CONSTRUC
5	1.50	COND	SCU

Fact factor for load case
 Type type of the load case
 PERM permanent load grouped in actions
 COND conditional load

Generated Load Cases

Number	Combination	Designation
100	1	MAX-MXX QUAD
101	1	MIN-MXX QUAD
102	1	MAX-MYY QUAD
103	1	MIN-MYY QUAD
104	1	MAX-MXY QUAD
105	1	MIN-MXY QUAD
100	1	MAX-MXX QUAK
101	1	MIN-MXX QUAK
102	1	MAX-MYY QUAK
103	1	MIN-MYY QUAK
104	1	MAX-MXY QUAK
105	1	MIN-MXY QUAK
106	1	MAX-VX QUAD
107	1	MIN-VX QUAD
106	1	MAX-VX QUAK
107	1	MIN-VX QUAK
108	1	MAX-VY QUAD
109	1	MIN-VY QUAD
108	1	MAX-VY QUAK
109	1	MIN-VY QUAK
110	1	MAX-NXX QUAD
111	1	MIN-NXX QUAD
112	1	MAX-NYY QUAD
113	1	MIN-NYY QUAD
114	1	MAX-NXY QUAD
115	1	MIN-NXY QUAD
110	1	MAX-NXX QUAK
111	1	MIN-NXX QUAK
112	1	MAX-NYY QUAK
113	1	MIN-NYY QUAK
114	1	MAX-NXY QUAK
115	1	MIN-NXY QUAK
151	1	MAX-PX NODE
152	1	MIN-PX NODE
153	1	MAX-PY NODE
154	1	MIN-PY NODE
155	1	MAX-PZ NODE
156	1	MIN-PZ NODE

ARQUETA
 ELS1 (TENSIONES TERRENO)

Combination rule Number 2

Design combination

Resulting Load Cases type Design combination

Load Case selection

Number	Fact	Type	Designation
1	1.00	PERM	PESO PROPIO
2	1.00	PERM	EMPUJE TERRENO
3	1.00	PERM	PESO TERRENO
4	1.00	COND	EMPUJE SOBRECARGA CONSTRUC
5	1.00	COND	SCU

Fact factor for load case
 Type type of the load case
 PERM permanent load grouped in actions
 COND conditional load

Generated Load Cases

Number	Combination	Designation
200	2	MAX-MXX QUAD
201	2	MIN-MXX QUAD
202	2	MAX-MYY QUAD
203	2	MIN-MYY QUAD
204	2	MAX-MXY QUAD
205	2	MIN-MXY QUAD
200	2	MAX-MXX QUAK
201	2	MIN-MXX QUAK
202	2	MAX-MYY QUAK
203	2	MIN-MYY QUAK
204	2	MAX-MXY QUAK
205	2	MIN-MXY QUAK
206	2	MAX-VX QUAD
207	2	MIN-VX QUAD
206	2	MAX-VX QUAK
207	2	MIN-VX QUAK
208	2	MAX-VY QUAD
209	2	MIN-VY QUAD
208	2	MAX-VY QUAK
209	2	MIN-VY QUAK
210	2	MAX-NXX QUAD
211	2	MIN-NXX QUAD
212	2	MAX-NYY QUAD
213	2	MIN-NYY QUAD
214	2	MAX-NXY QUAD
215	2	MIN-NXY QUAD
210	2	MAX-NXX QUAK
211	2	MIN-NXX QUAK
212	2	MAX-NYY QUAK
213	2	MIN-NYY QUAK
214	2	MAX-NXY QUAK
215	2	MIN-NXY QUAK
217	2	MAX-P QUAD
218	2	MIN-P QUAD
271	2	MAX-SXT QUAD
272	2	MIN-SXT QUAD
271	2	MAX-SXT QUAK
272	2	MIN-SXT QUAK
273	2	MAX-SYT QUAD
274	2	MIN-SYT QUAD
273	2	MAX-SYT QUAK
274	2	MIN-SYT QUAK
277	2	MAX-SXB QUAD

ARQUETA

ELS1 (TENSIONES TERRENO)

Generated Load Cases

Number	Combination	Designation
278	2	MIN-SXB QUAD
277	2	MAX-SXB QUAK
278	2	MIN-SXB QUAK
279	2	MAX-SYB QUAD
280	2	MIN-SYB QUAD
279	2	MAX-SYB QUAK
280	2	MIN-SYB QUAK

ARQUETA
ELS2 (FISURACIÓN)

Combination rule Number 3

Design combination

Resulting Load Cases type Design combination

Load Case selection

Number	Fact	Type	Designation
1	1.00	PERM	PESO PROPIO
2	1.00	PERM	EMPUJE TERRENO
3	1.00	PERM	PESO TERRENO
4	0.70	COND	EMPUJE SOBRECARGA CONSTRUC
5	1.00	COND	SCU
Fact factor for load case			
Type type of the load case			
PERM permanent load grouped in actions			
COND conditional load			

Generated Load Cases

Number	Combination	Designation
300	3	MAX-MXX QUAD
301	3	MIN-MXX QUAD
302	3	MAX-MYY QUAD
303	3	MIN-MYY QUAD
304	3	MAX-MXY QUAD
305	3	MIN-MXY QUAD
300	3	MAX-MXX QUAK
301	3	MIN-MXX QUAK
302	3	MAX-MYY QUAK
303	3	MIN-MYY QUAK
304	3	MAX-MXY QUAK
305	3	MIN-MXY QUAK
306	3	MAX-VX QUAD
307	3	MIN-VX QUAD
306	3	MAX-VX QUAK
307	3	MIN-VX QUAK
308	3	MAX-VY QUAD
309	3	MIN-VY QUAD
308	3	MAX-VY QUAK
309	3	MIN-VY QUAK
310	3	MAX-NXX QUAD
311	3	MIN-NXX QUAD
312	3	MAX-NYY QUAD
313	3	MIN-NYY QUAD
314	3	MAX-NXY QUAD
315	3	MIN-NXY QUAD
310	3	MAX-NXX QUAK
311	3	MIN-NXX QUAK
312	3	MAX-NYY QUAK
313	3	MIN-NYY QUAK
314	3	MAX-NXY QUAK
315	3	MIN-NXY QUAK
371	3	MAX-SXT QUAD
372	3	MIN-SXT QUAD
371	3	MAX-SXT QUAK
372	3	MIN-SXT QUAK
373	3	MAX-SYT QUAD
374	3	MIN-SYT QUAD
373	3	MAX-SYT QUAK
374	3	MIN-SYT QUAK
377	3	MAX-SXB QUAD
378	3	MIN-SXB QUAD
377	3	MAX-SXB QUAK

ARQUETA
ELS2 (FISURACIÓN)

Generated Load Cases

Number	Combination	Designation
378	3	MIN-SXB QUAK
379	3	MAX-SYB QUAD
380	3	MIN-SYB QUAD
379	3	MAX-SYB QUAK
380	3	MIN-SYB QUAK

ARQUETA
 DIM ELU

Default design code is EHE Instrucción de hormigón estructural 2008 (España) V 2020
 Loadcases have been calculated in the Ultimate Limit State
 In BEMESS no additional load safety factor is applied.
 The design uses the Baumann method.

Load Cases for the Design

Loadcase	factor	Designation
100	1.000	MAX-MXX QUAD
101	1.000	MIN-MXX QUAD
102	1.000	MAX-MYY QUAD
103	1.000	MIN-MYY QUAD
104	1.000	MAX-MXY QUAD
105	1.000	MIN-MXY QUAD
106	1.000	MAX-VX QUAD
107	1.000	MIN-VX QUAD
108	1.000	MAX-VY QUAD
109	1.000	MIN-VY QUAD
110	1.000	MAX-NXX QUAD
111	1.000	MIN-NXX QUAD
112	1.000	MAX-NYY QUAD
113	1.000	MIN-NYY QUAD
114	1.000	MAX-NXY QUAD
115	1.000	MIN-NXY QUAD

Material (EHE spanish code)

MAT	fck [MPa]	fc [MPa]	fctm [MPa]	fy [MPa]	ft [MPa]	minT	Type
1	35.00	29.75	3.21			0.20	
2				500.00	510.00		
3	30.00	25.50	2.90			0.20	

MAT material number
 fck nominal strength of the concrete
 fc strength of the concrete
 fctm tensile strength of the concrete
 fy yield stress reinforcing steel
 ft tensile stress reinforcing steel
 minT minimum transverse reinforcement
 Type character of the loading

Design according to EHE spanish code
 Reduction of FC in case of transvers tension = 25.0 [o/o]

Material-safety-factors:

MAT	concr SC1	SC2	steel SS1	SS2
1	1.50	1.50		
2			1.15	1.15
3	1.50	1.50		

MAT material number
 concr material safety SC1/SC2 = bending/compression
 steel material safety steel bending/compression

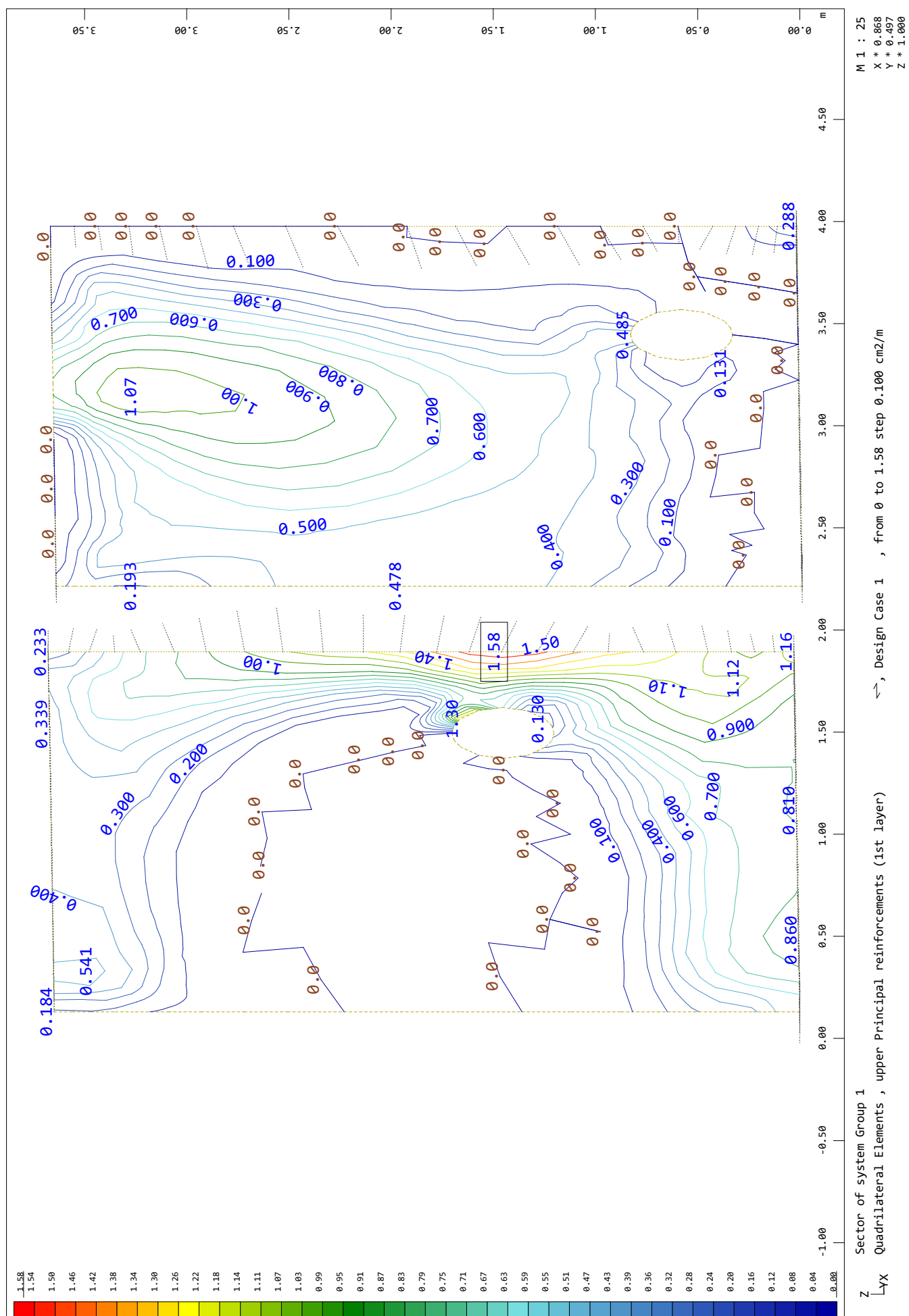
At direct supports the shear force is linear reduced from 0.5*d up to the face of the support to 70%.
 The maximum shear capacity is checked at the face of the support without reduction.
 For punching design, the longitudinal reinforcement will be increased up to 1.50%
 to avoid shear reinforcement [input PUNC...RO_V].
 Outside the punching area, the normal slab shear design may increase the
 longitudinal reinforcement up to 0.20% [input CTRL...RO_V].

Geometry (axial covers)

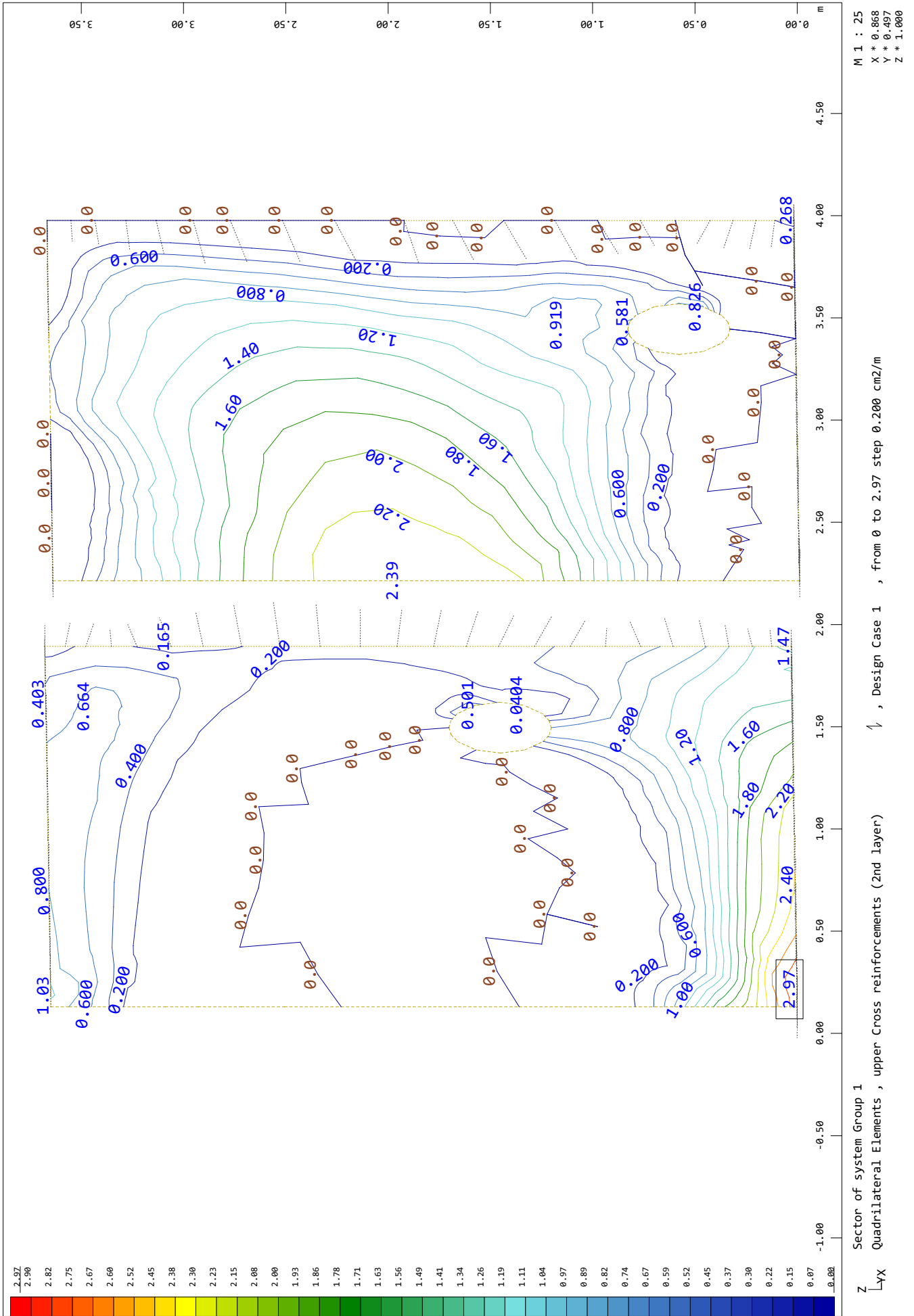
No	he-upper [mm]	hi-upper [mm]	he-lower [mm]	hi-lower [mm]	Elem. height [mm]
1	56	68	56	68	As saved

The reinforcement is saved in the data base as reinforcement distribution number 1

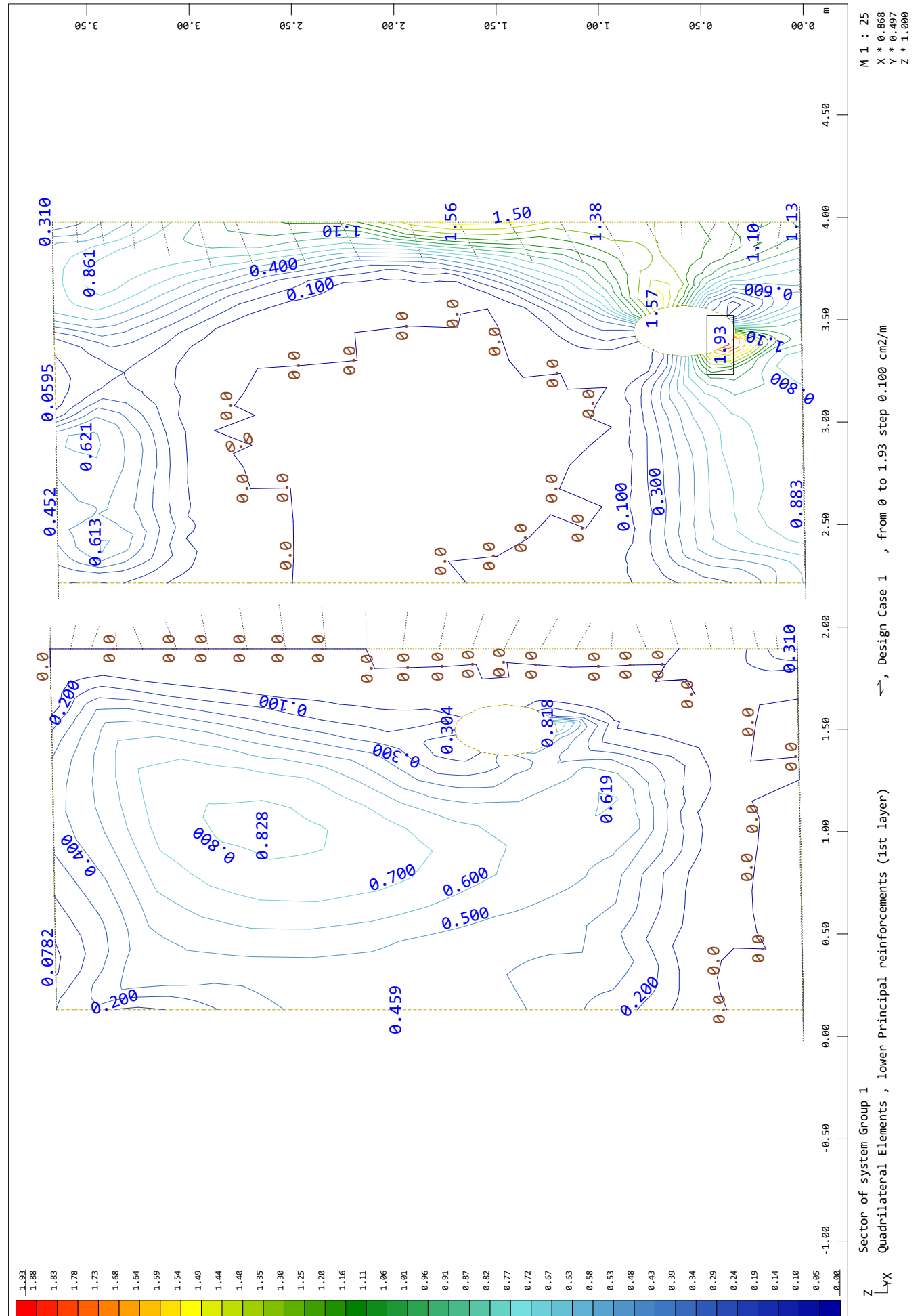
SOFISTIK AG - www.sofistik.de



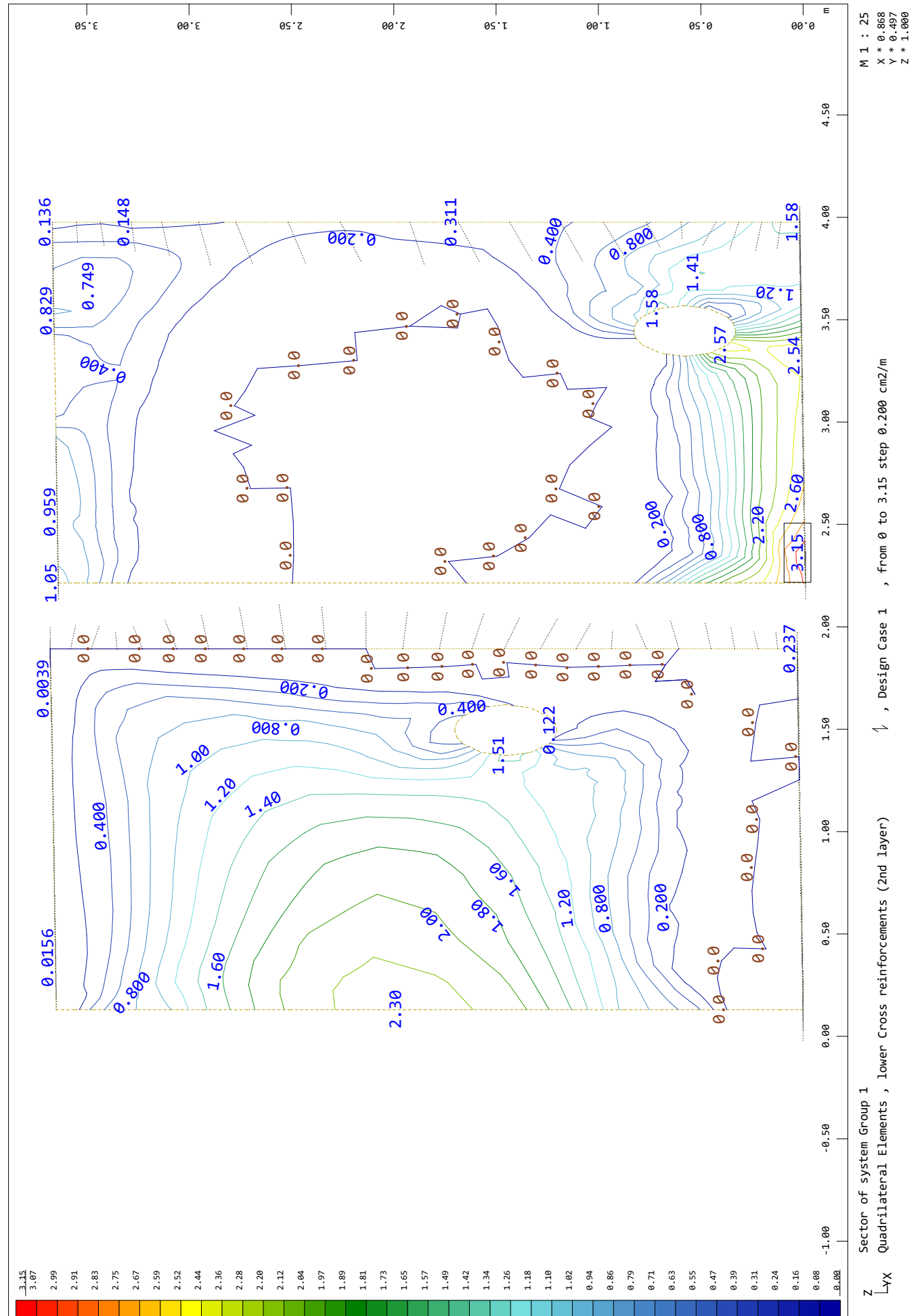
ARQUETA



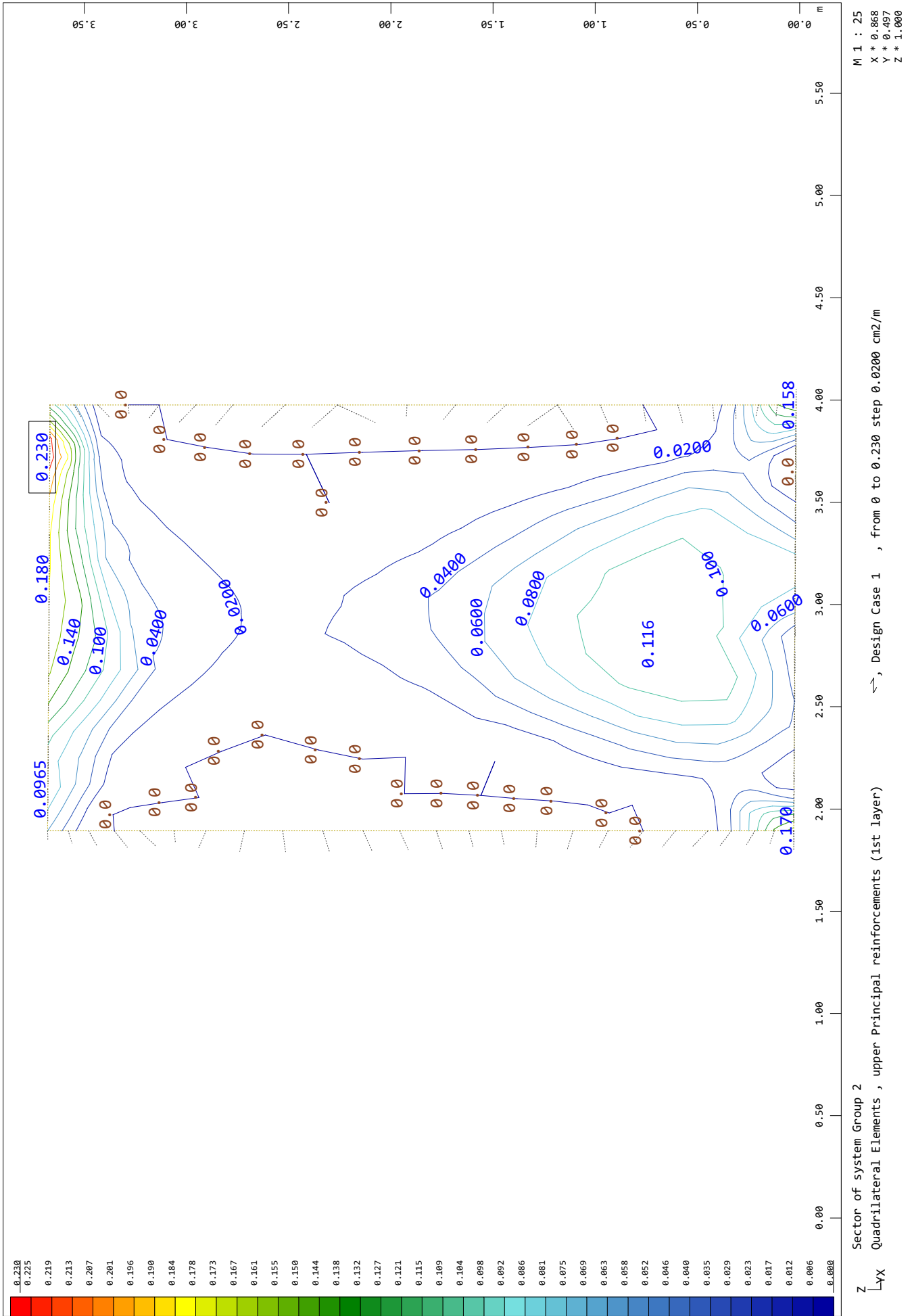
SOFISTIK AG - www.sofistik.de



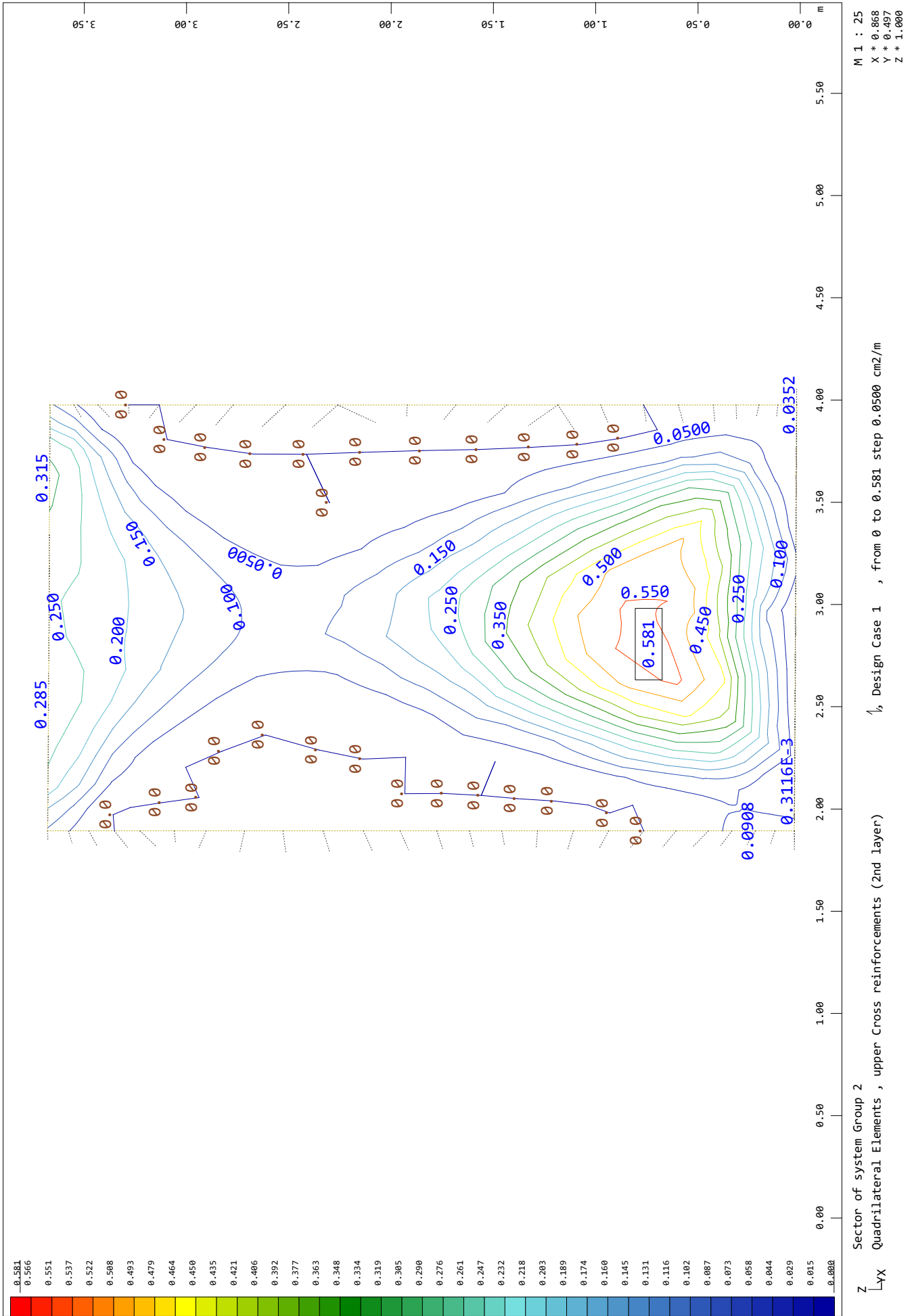
SOFISTIK AG - www.sofistik.de



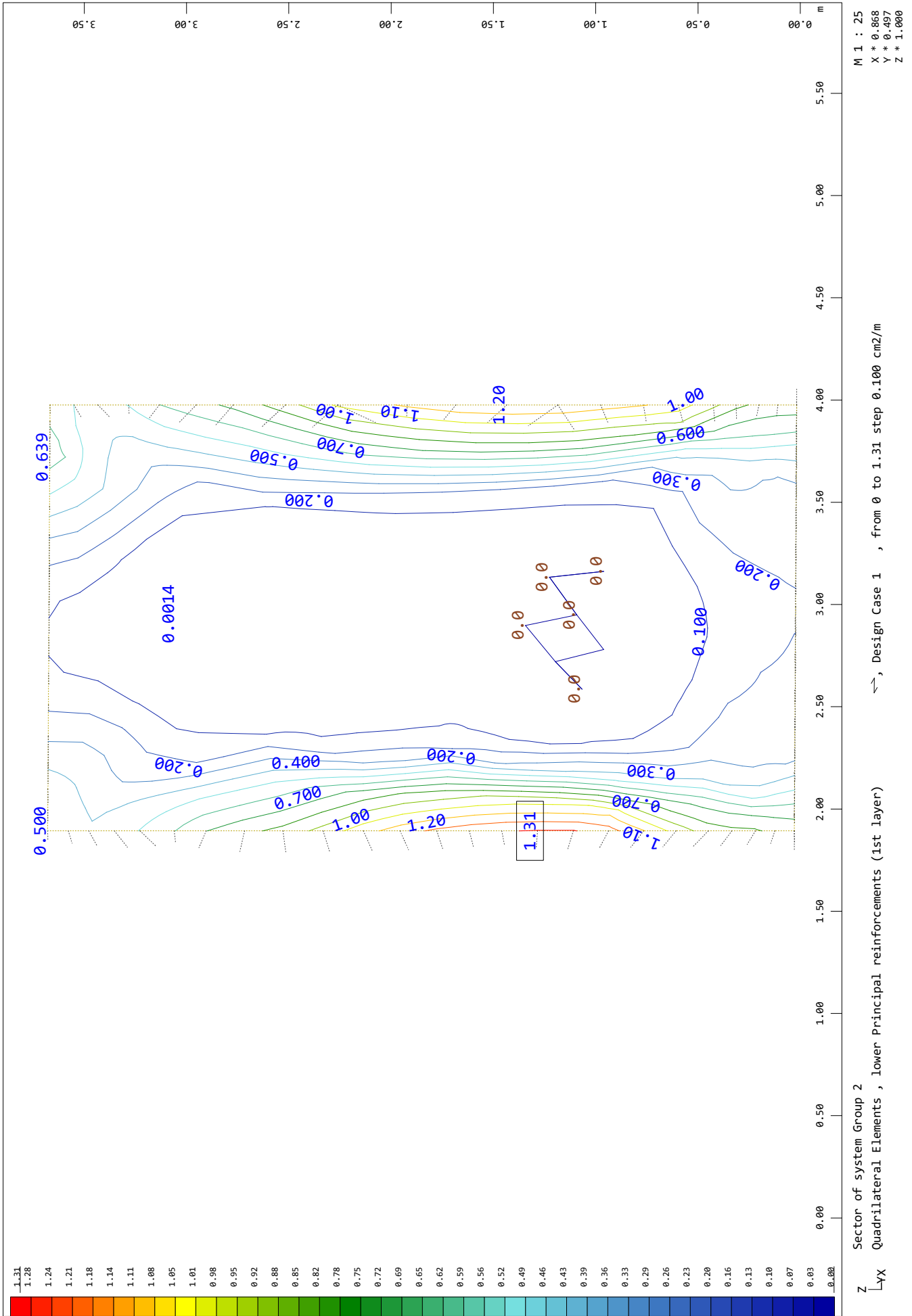
ARQUETA



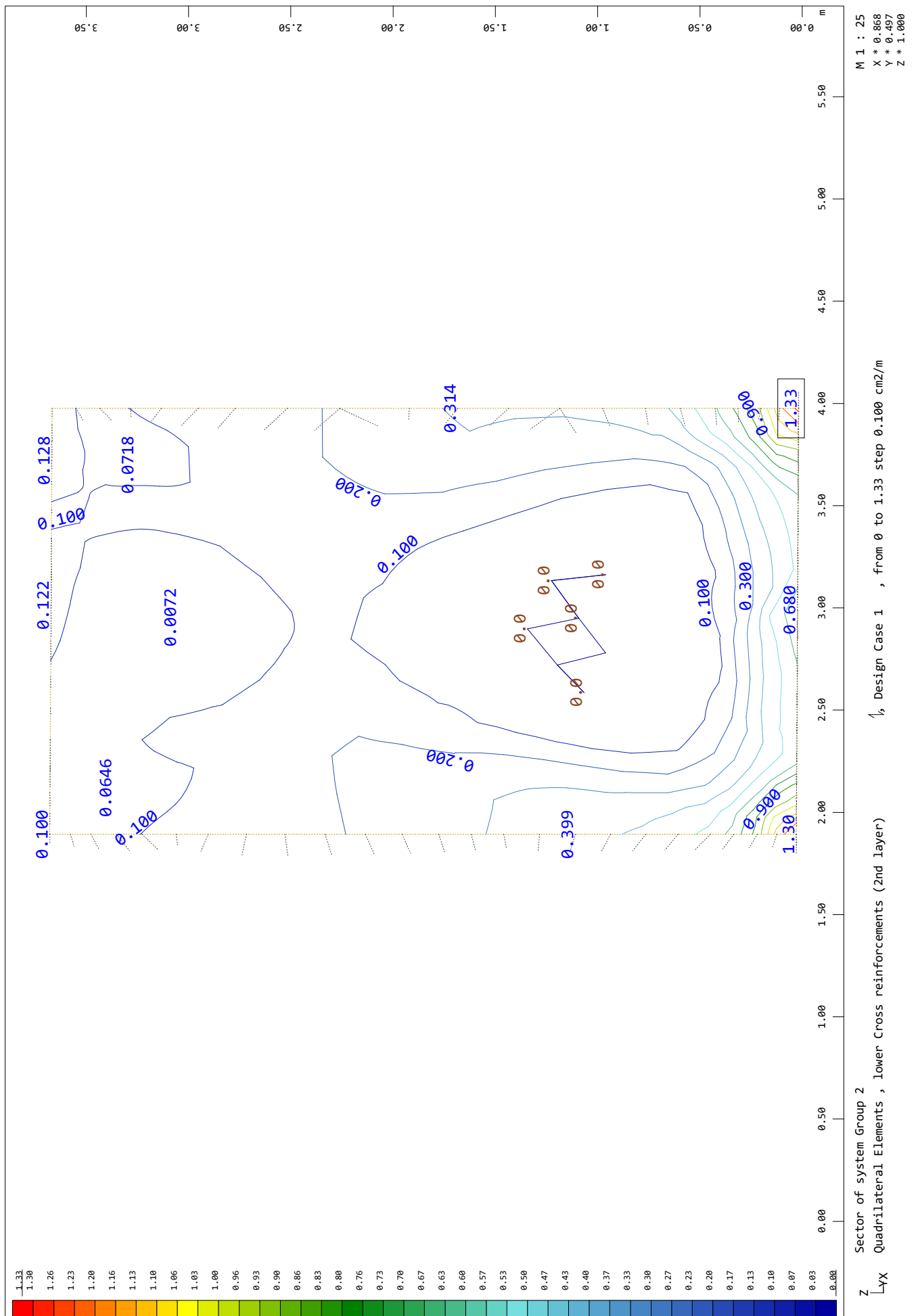
ARQUETA



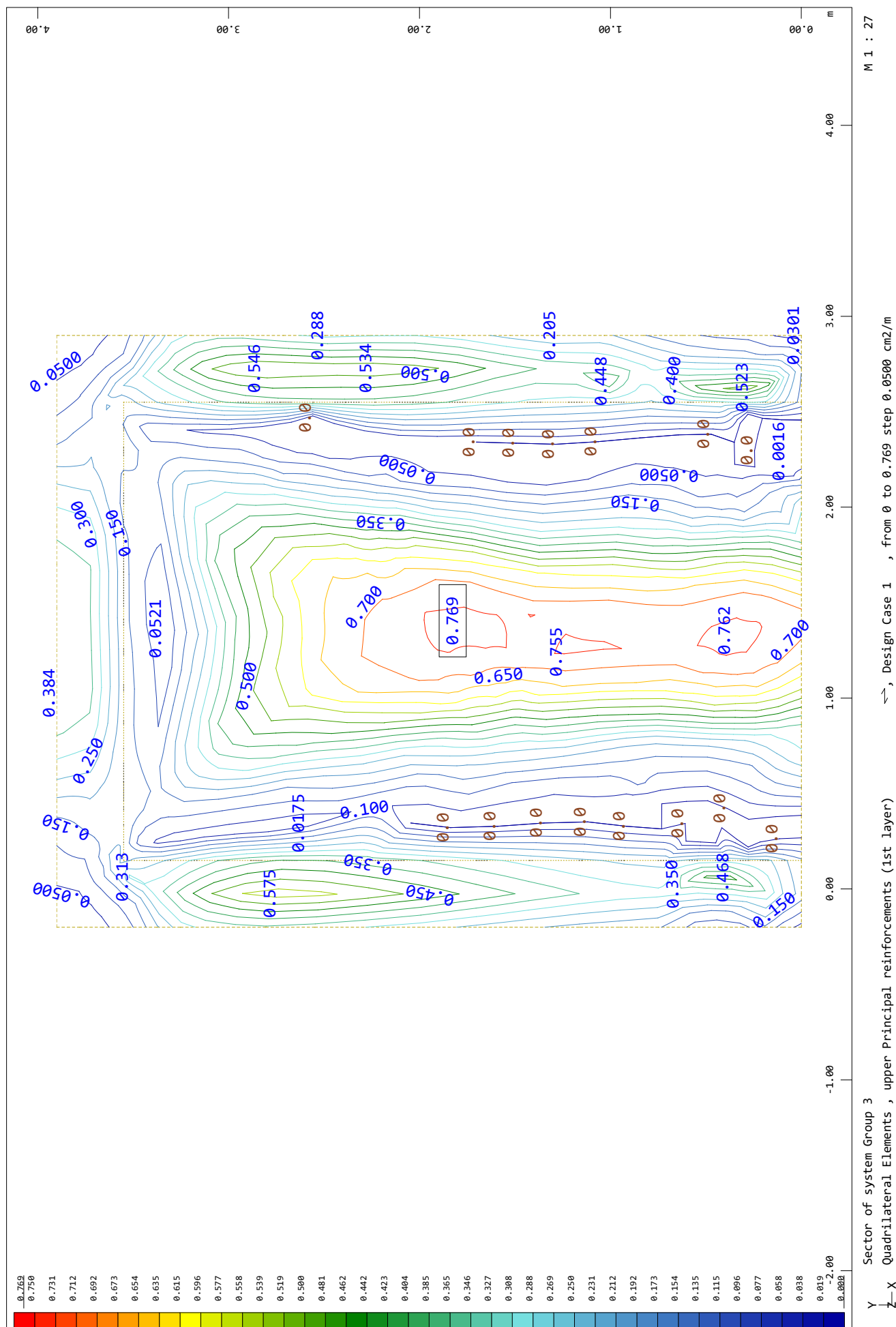
ARQUETA



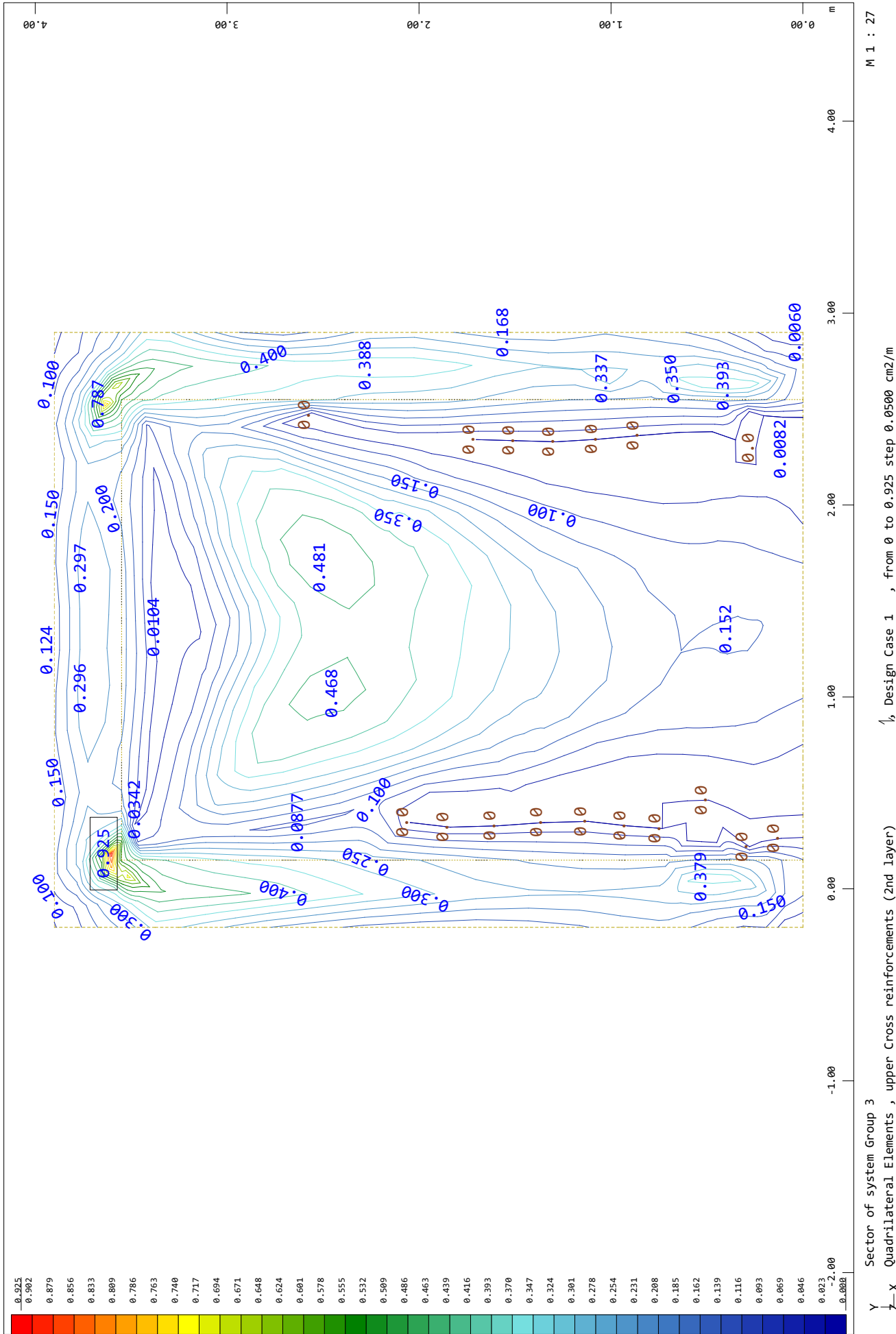
SOFISTIK AG - www.sofistik.de



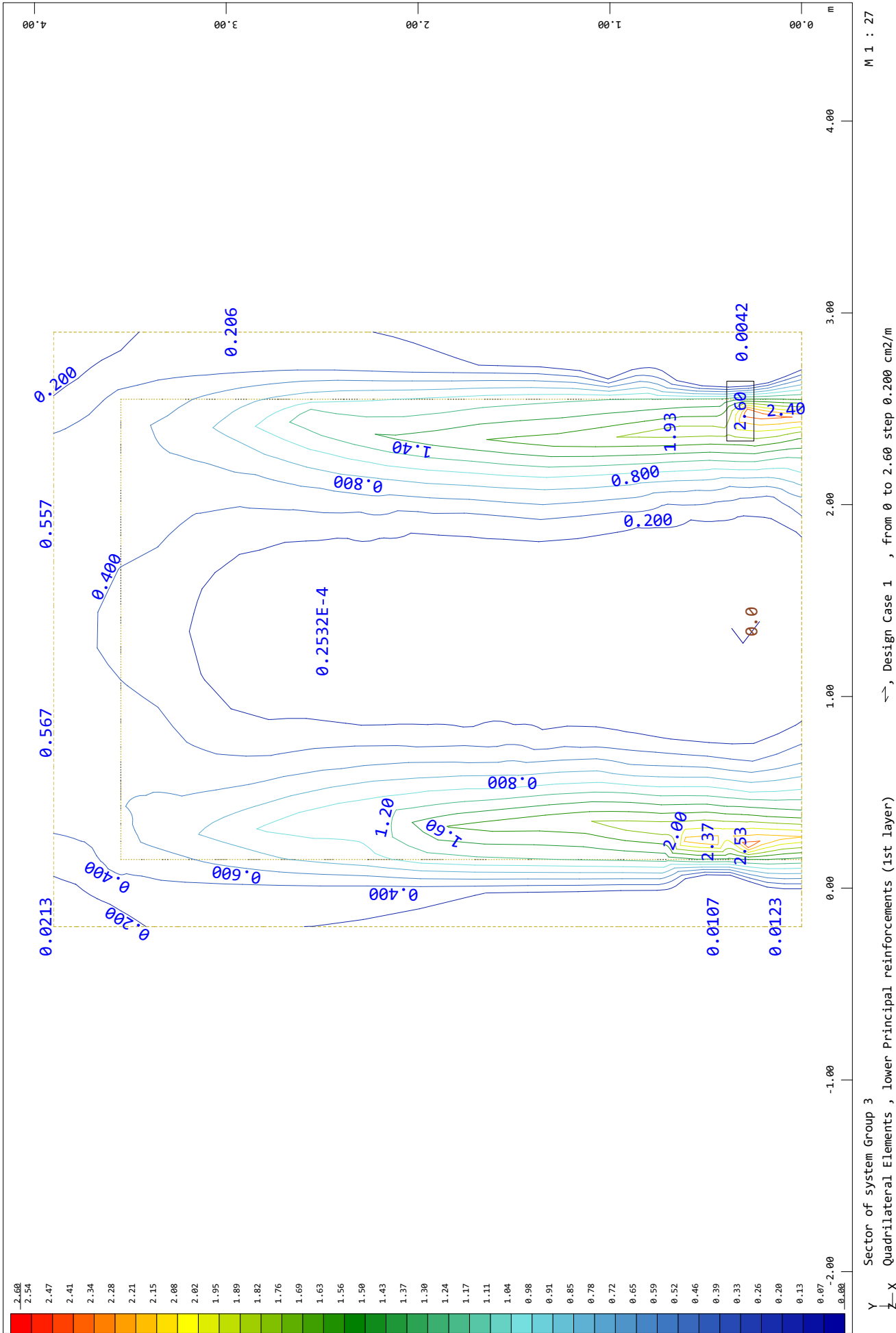
SOFISTIK AG - www.sofistik.de



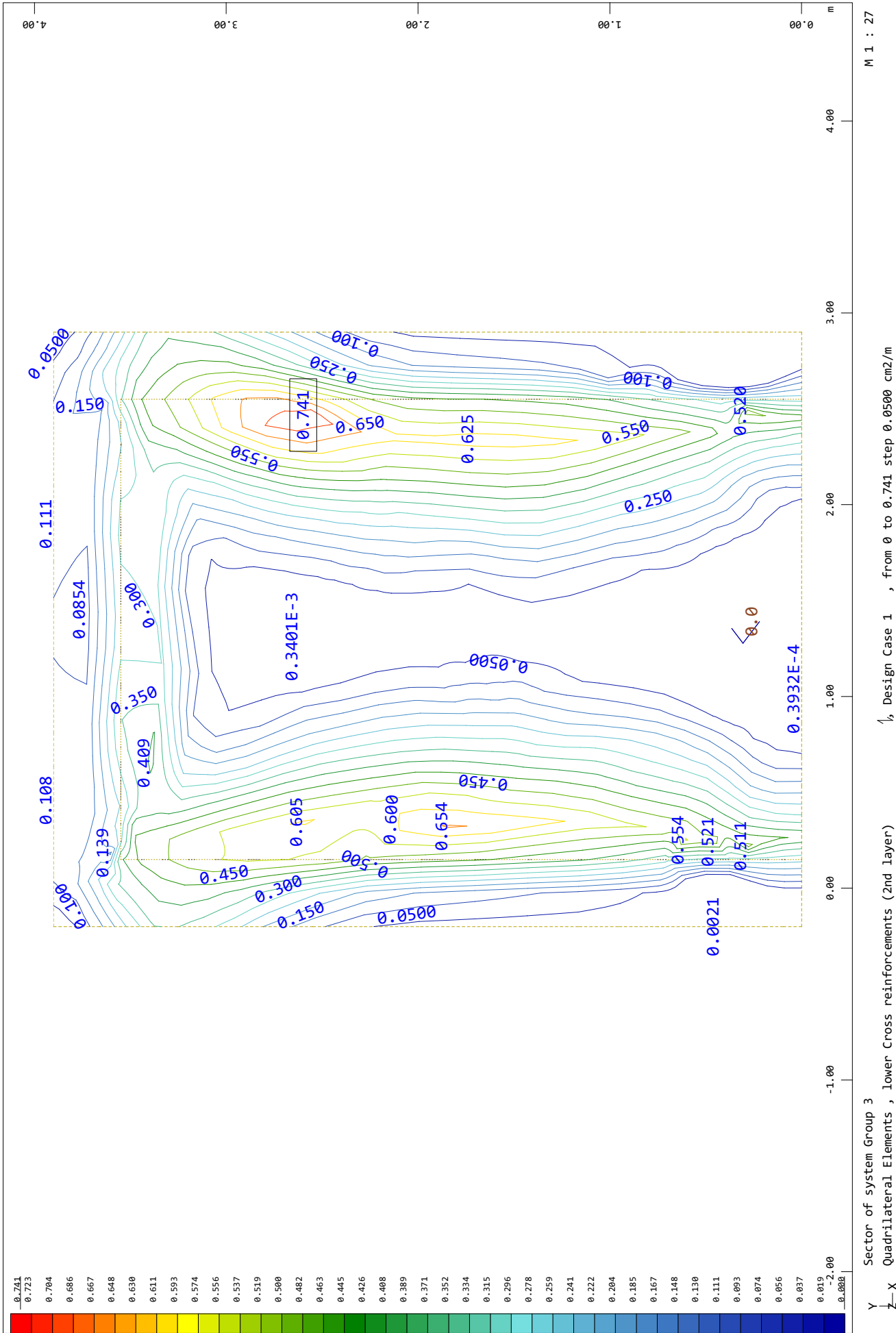
ARQUETA



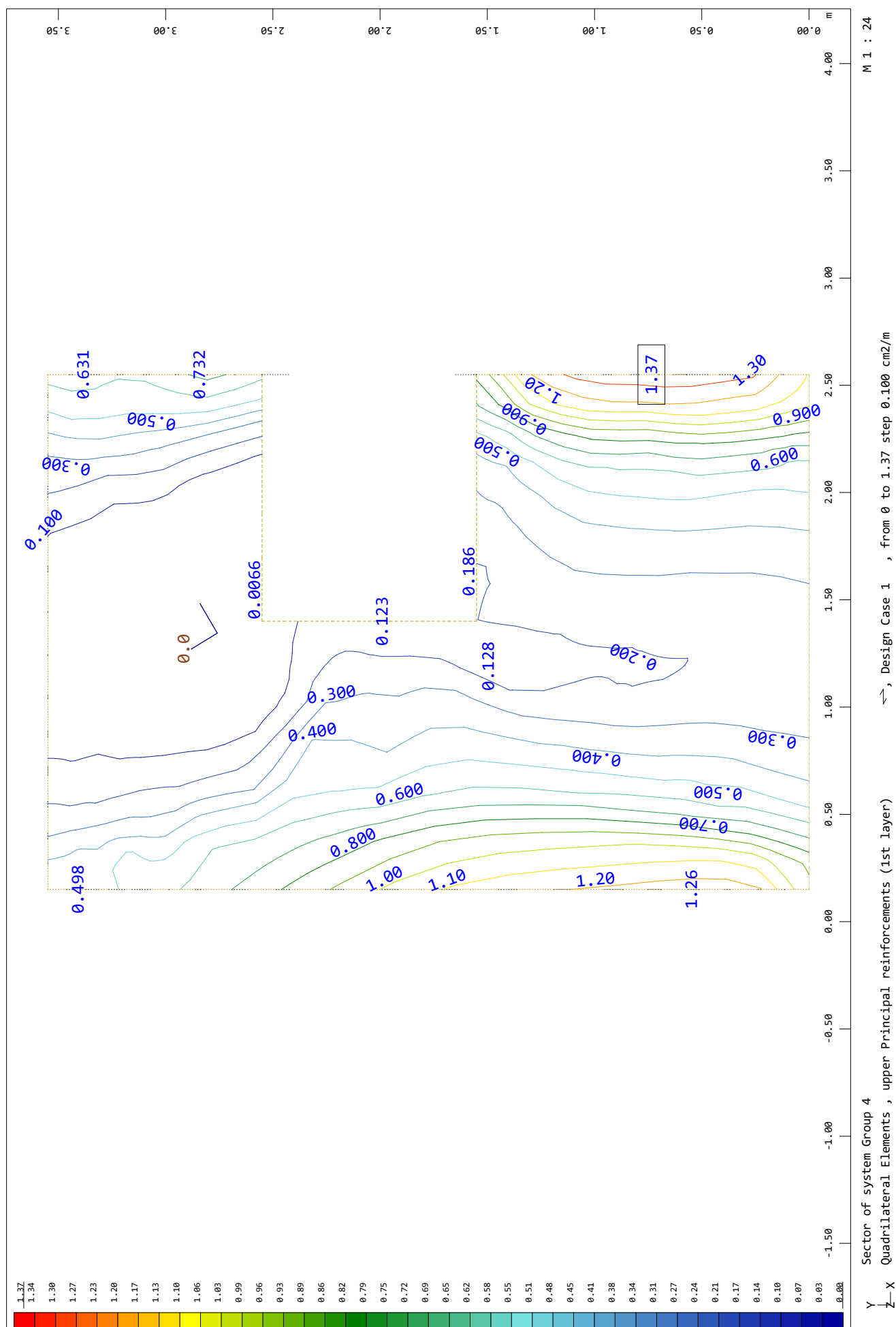
ARQUETA



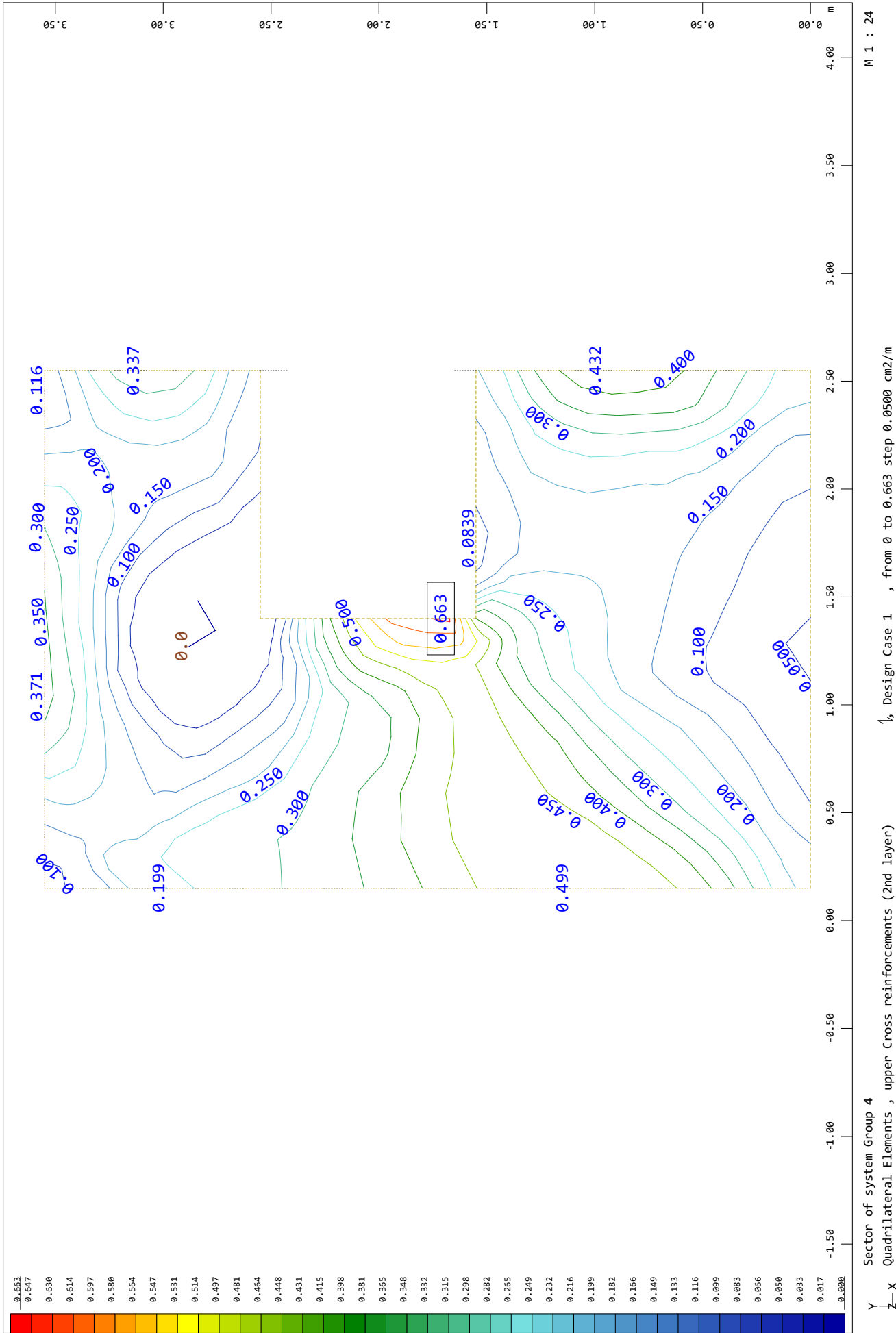
ARQUETA



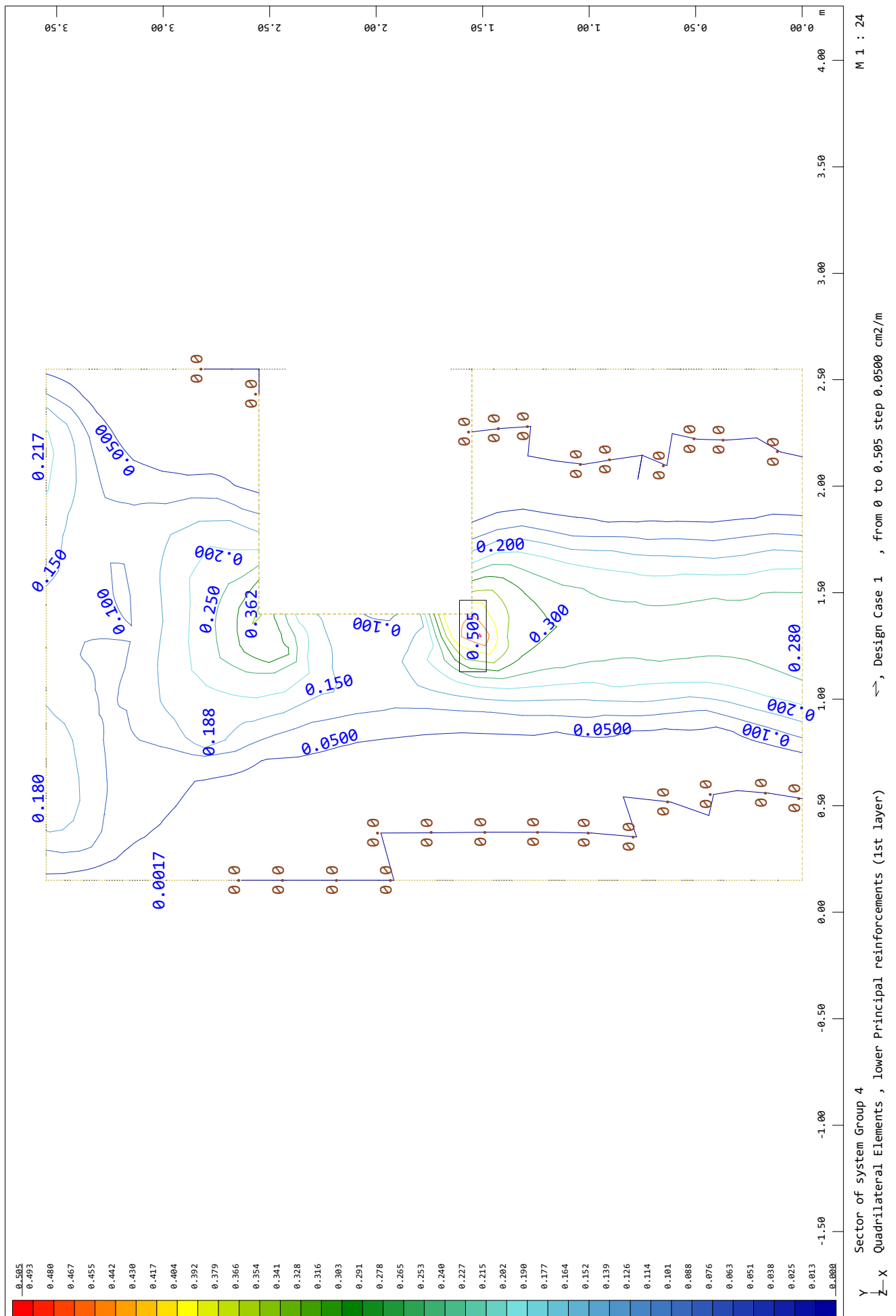
SOFISTIK AG - www.sofistik.de



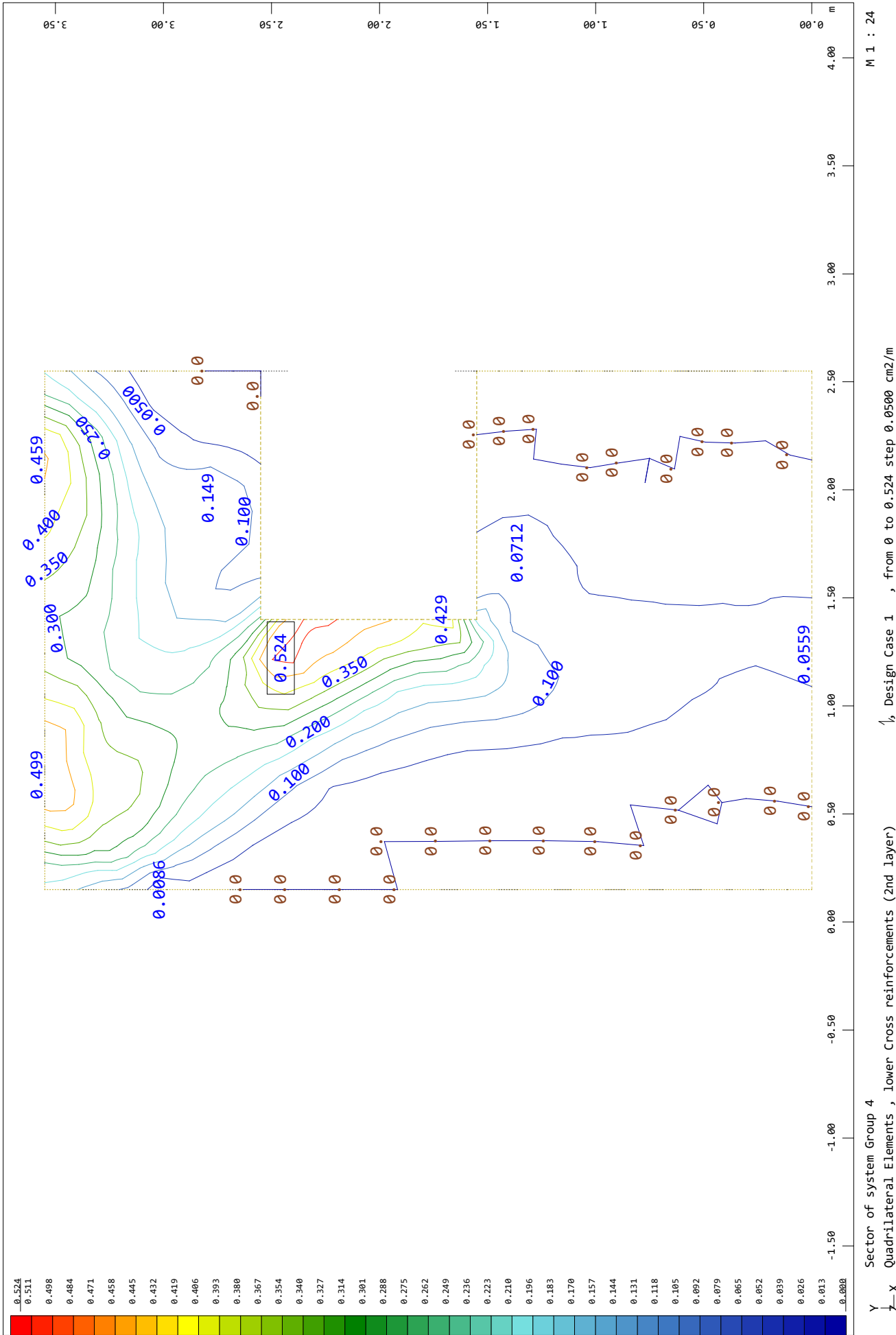
ARQUETA



SOFISTIK AG - www.sofistik.de



ARQUETA



ARQUETA
DIM ELS FISURACION

Default design code is EHE Instrucción de hormigón estructural 2008 (España) V 2020
Loadcases have been calculated in the Serviceability State
In BEMESS no additional load safety factor is applied.
The design uses the Baumann method.

Load Cases for the Design

Loadcase	factor	Designation
300	1.000	MAX-MXX QUAD
301	1.000	MIN-MXX QUAD
302	1.000	MAX-MYY QUAD
303	1.000	MIN-MYY QUAD
304	1.000	MAX-MXY QUAD
305	1.000	MIN-MXY QUAD
306	1.000	MAX-VX QUAD
307	1.000	MIN-VX QUAD
308	1.000	MAX-VY QUAD
309	1.000	MIN-VY QUAD
310	1.000	MAX-NXX QUAD
311	1.000	MIN-NXX QUAD
312	1.000	MAX-NYY QUAD
313	1.000	MIN-NYY QUAD
314	1.000	MAX-NXY QUAD
315	1.000	MIN-NXY QUAD

Material (EHE spanish code)

MAT	fck [MPa]	fc [MPa]	fctm [MPa]	fy [MPa]	ft [MPa]	minT	Type
1	35.00	29.75	3.21			0.20	
2				500.00	510.00		
3	30.00	25.50	2.90			0.20	

MAT	material number	fy	yield stress reinforcing steel
fck	nominal strength of the concrete	ft	tensile stress reinforcing steel
fc	strength of the concrete	minT	minimum transverse reinforcement
fctm	tensile strength of the concrete	Type	character of the loading

Design according to EHE spanish code

A robustness minimum reinforcement has not been requested [MREI] and has to be checked separately.

A minimum reinforcement has not been requested [MREI] and has to be checked separately.

Geometry (axial covers)

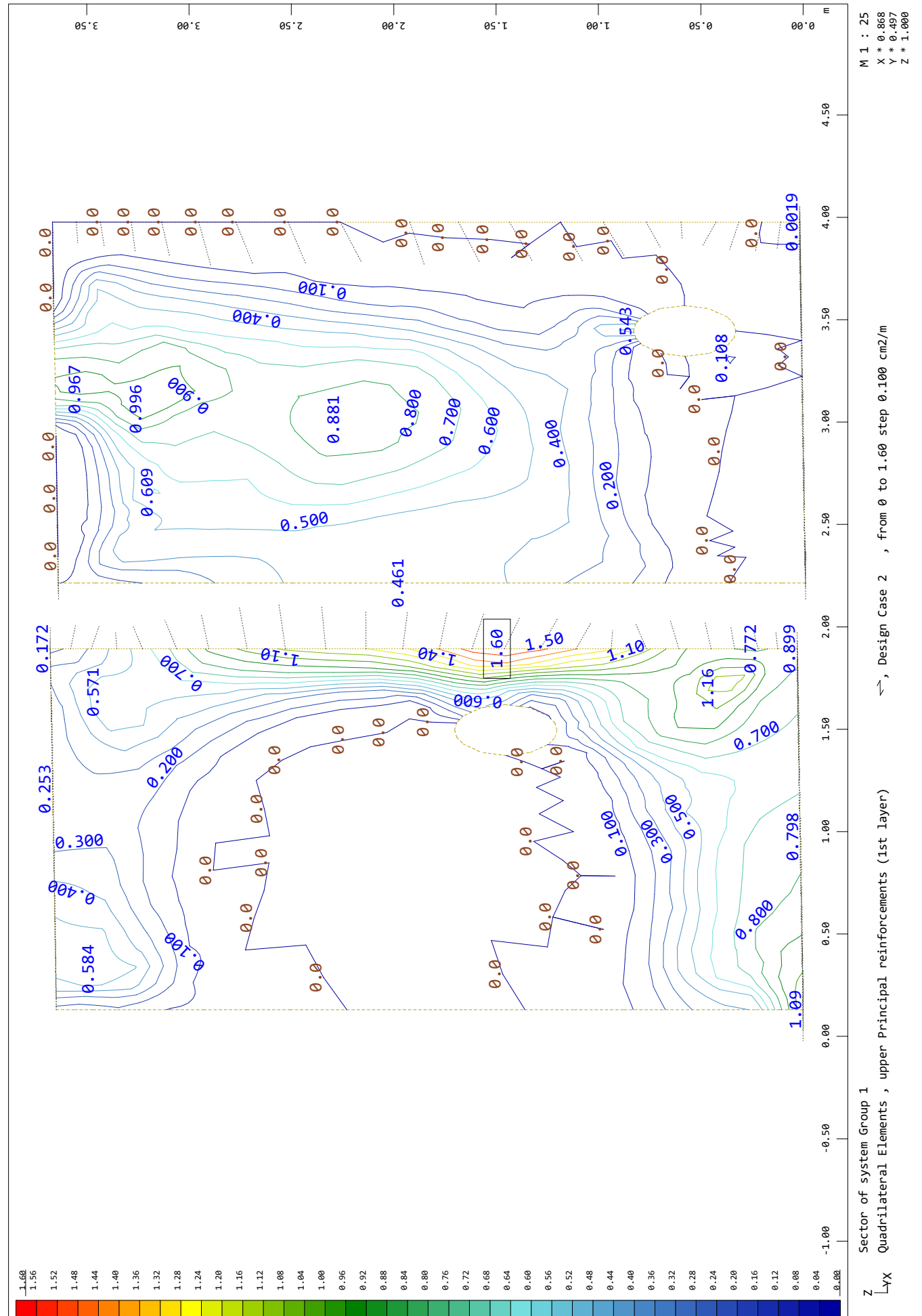
No	he-upper [mm]	hi-upper [mm]	he-lower [mm]	hi-lower [mm]	Elem. height [mm]
1	56	68	56	68	As saved

The reinforcement is saved in the data base as reinforcement distribution number 2

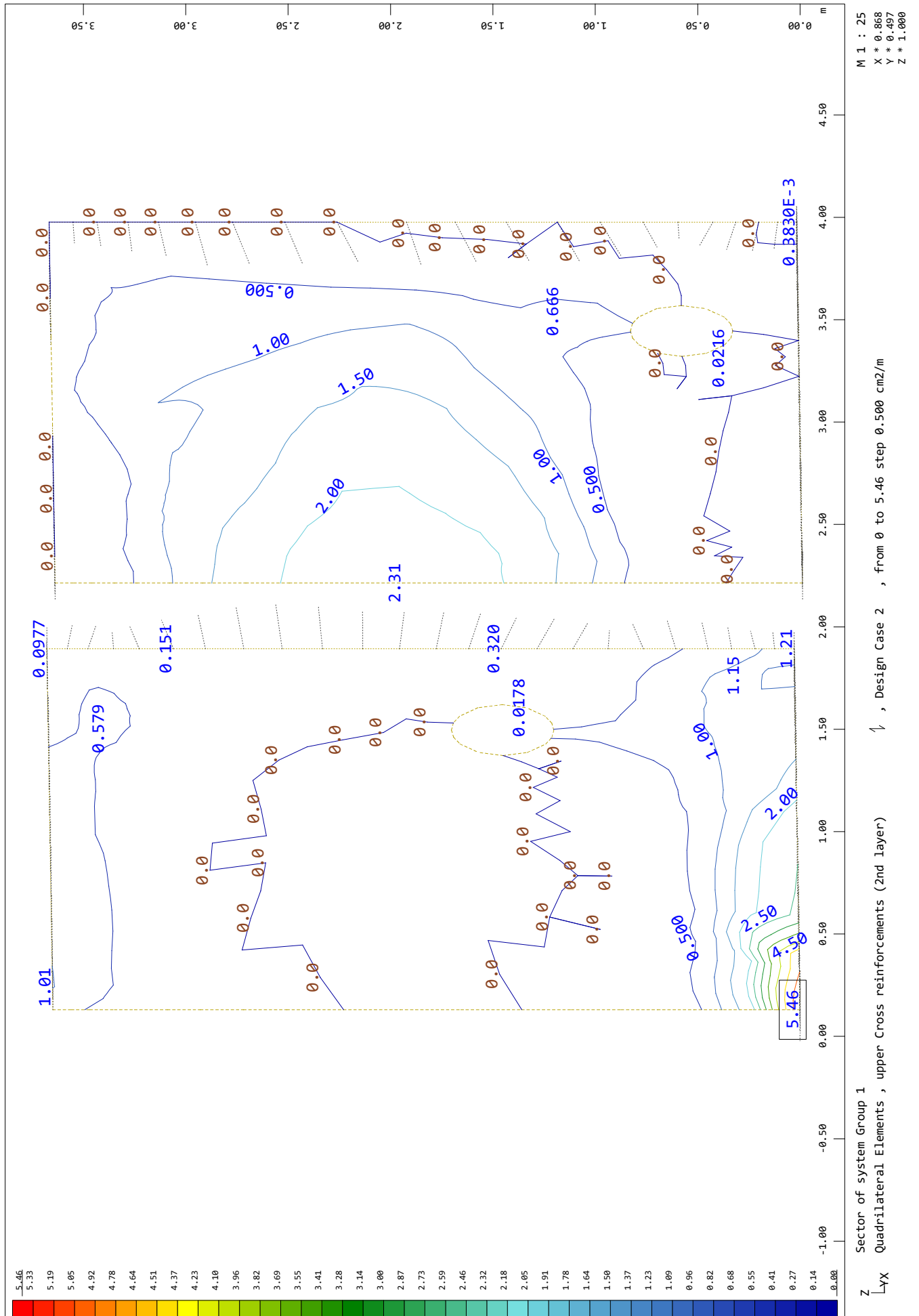
Serviceability limit state control parameters

No	Code	dNW [mm]	wk [mm]	
1	EN-1992	12.0	0.30	Calculation of crack-width acc. EN 1992 7.3.4
Reinforcement has been increased by SLS design -> WINGRAF: Decisive design check✓				
dNW	Check diameter in crack width design: ->para = values from design parameter definition			
wk	Required crack width: ->para = values from design parameter definition			
3855	elements/nodes were designed with direct calculation of crack width EN 1992-1-1 7.3.4			

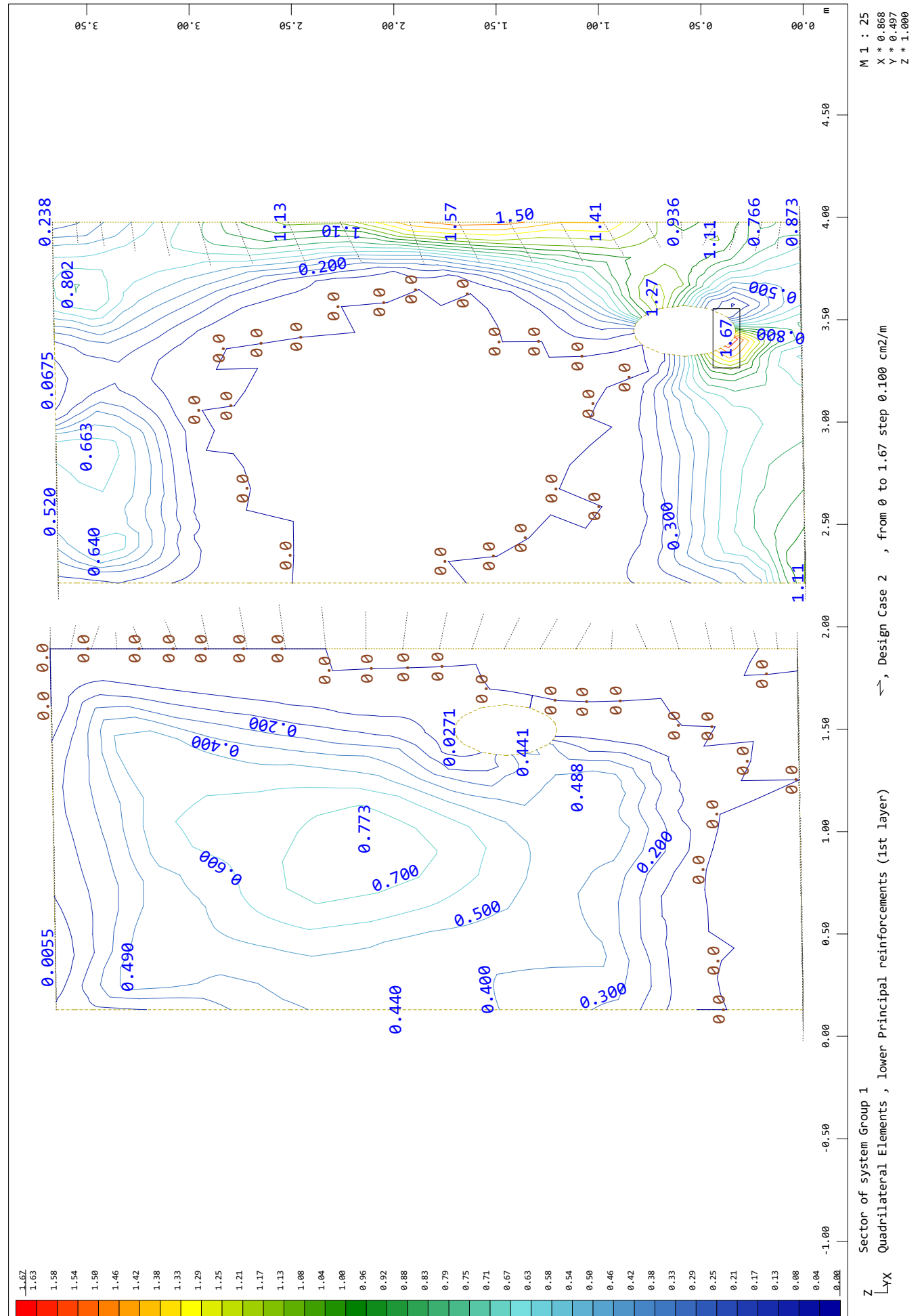
SOFISTIK AG - www.sofistik.de



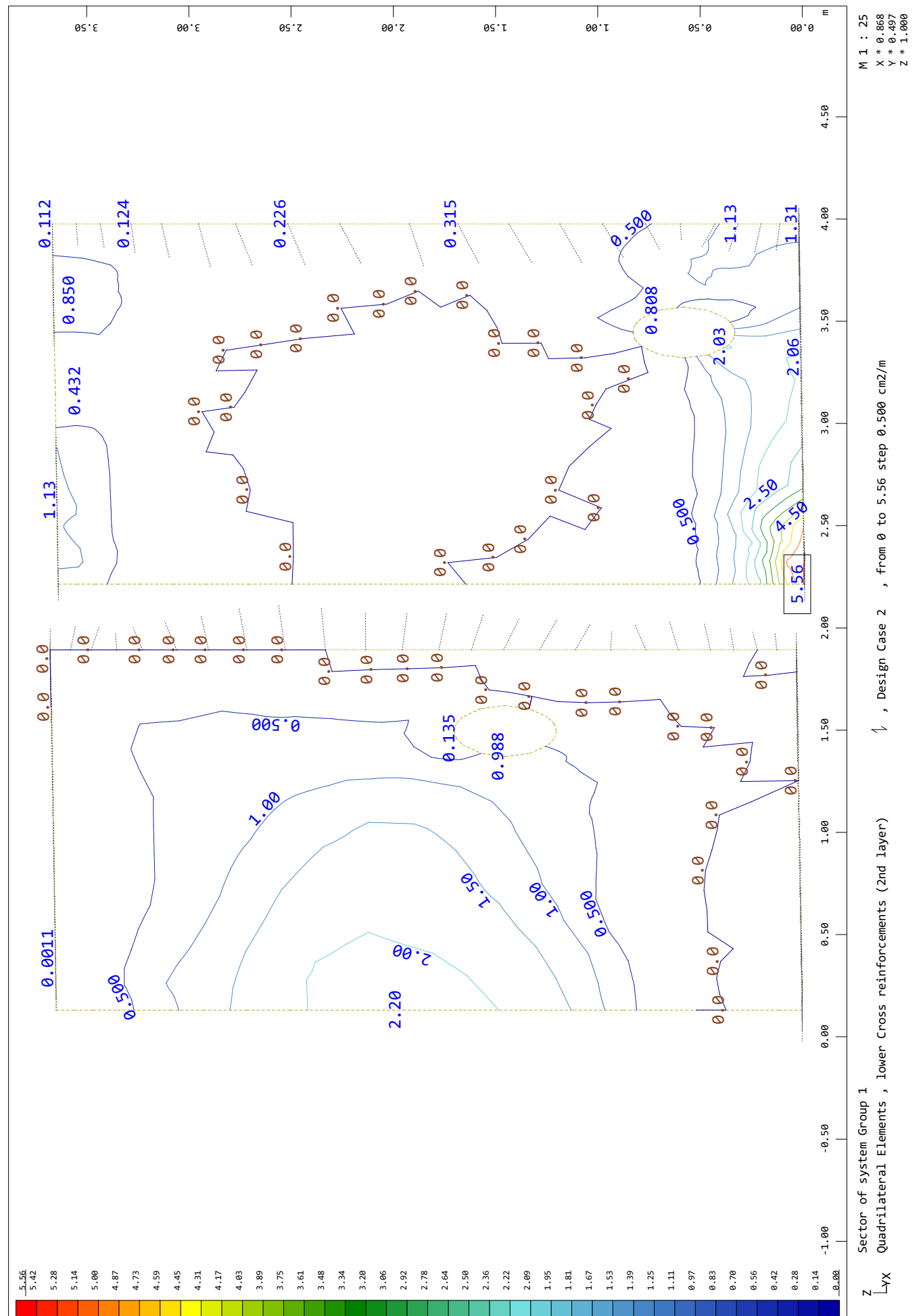
SOFISTIK AG - www.sofistik.de



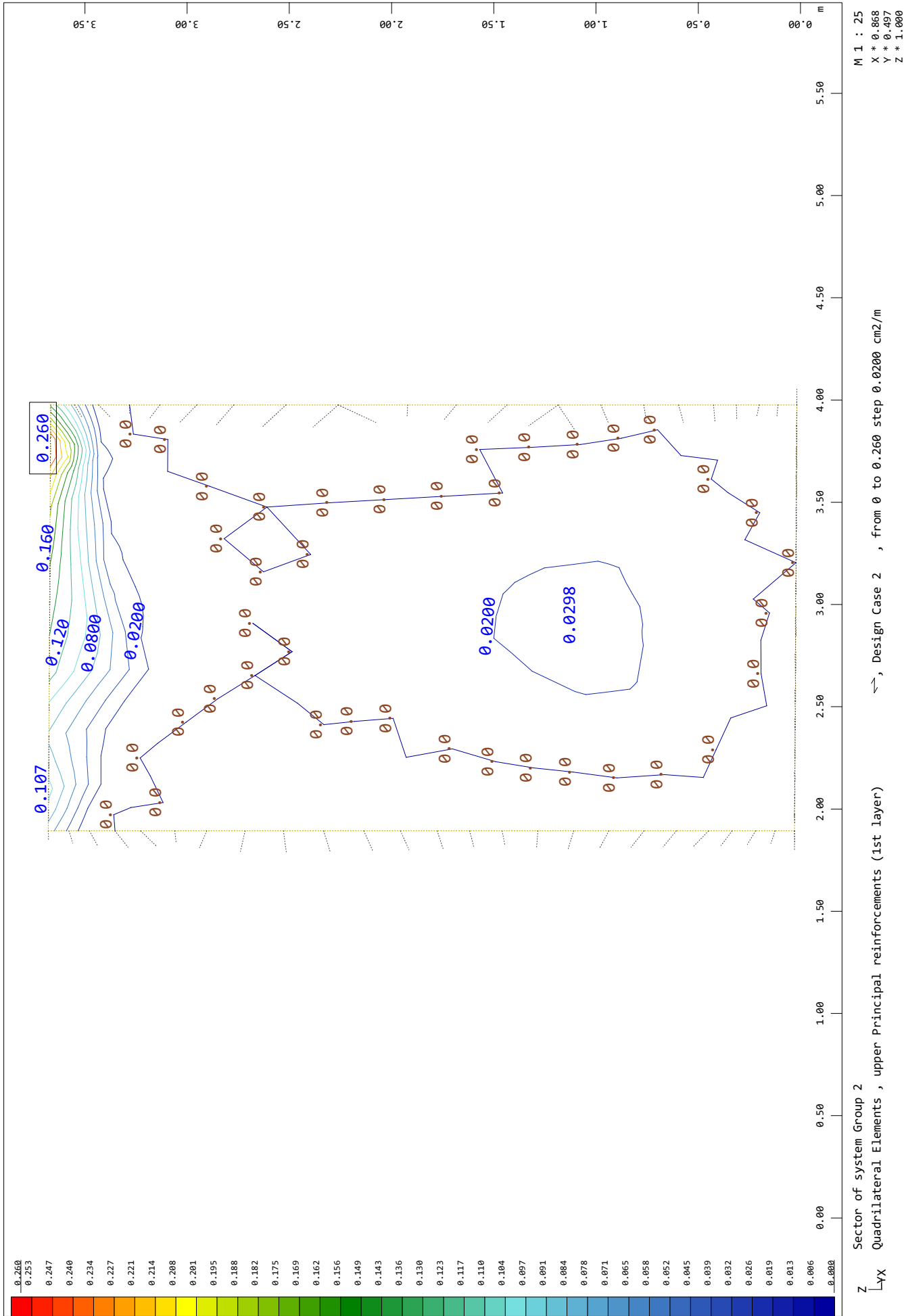
SOFISTIK AG - www.sofistik.de



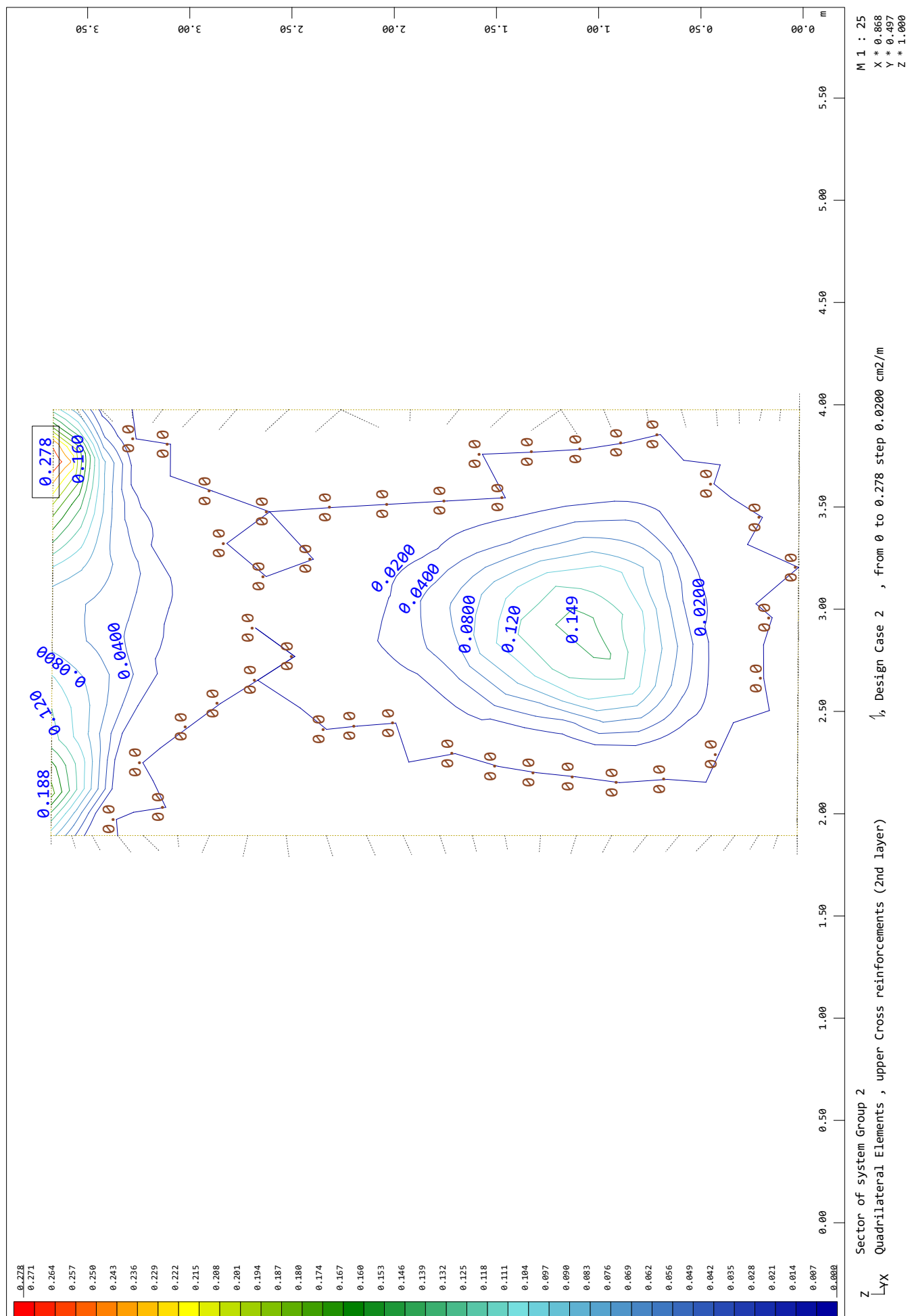
SOFISTIK AG - www.sofistik.de



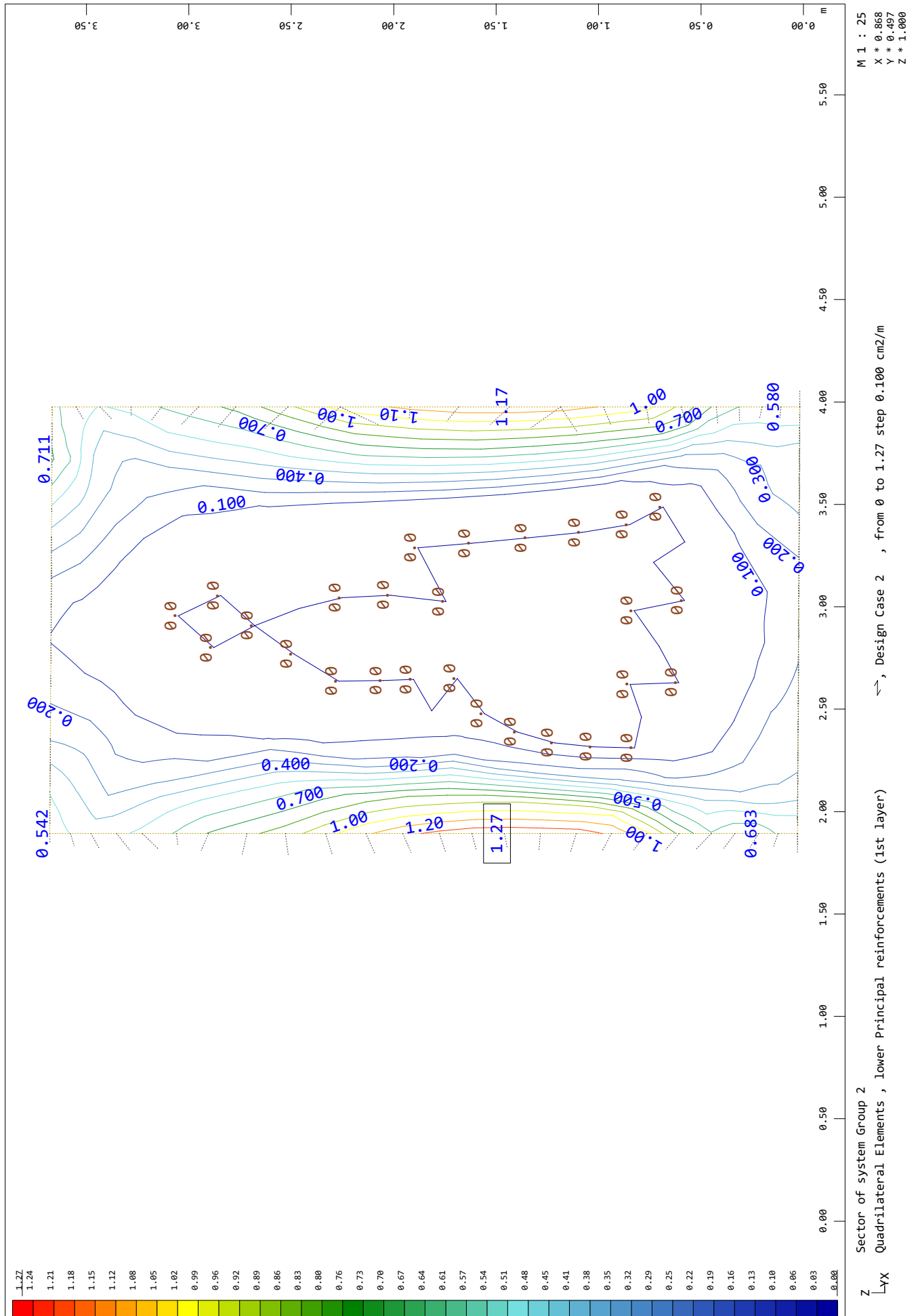
ARQUETA



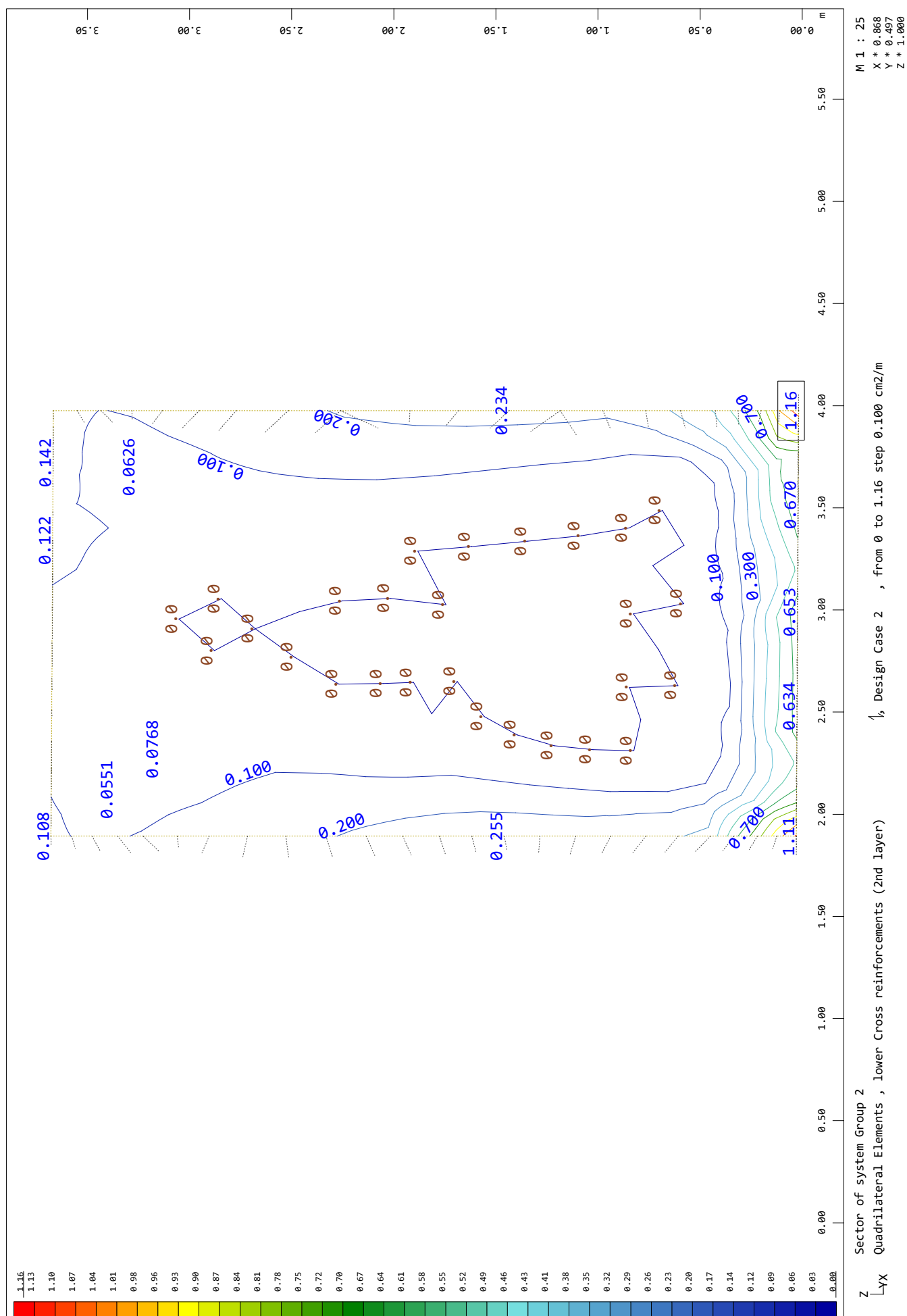
SOFiSTIK AG - www.sofistik.de



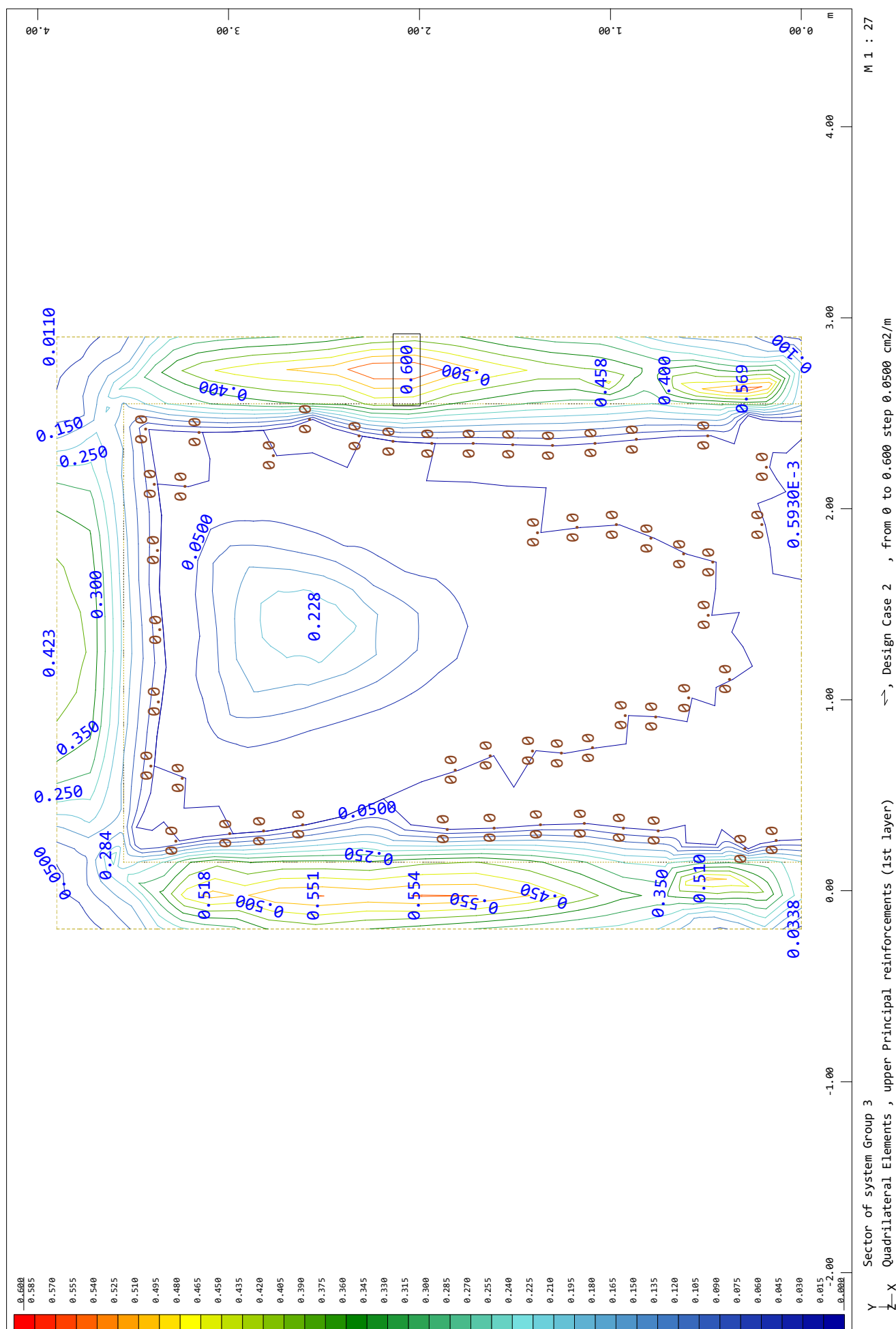
SOFISTIK AG - www.sofistik.de



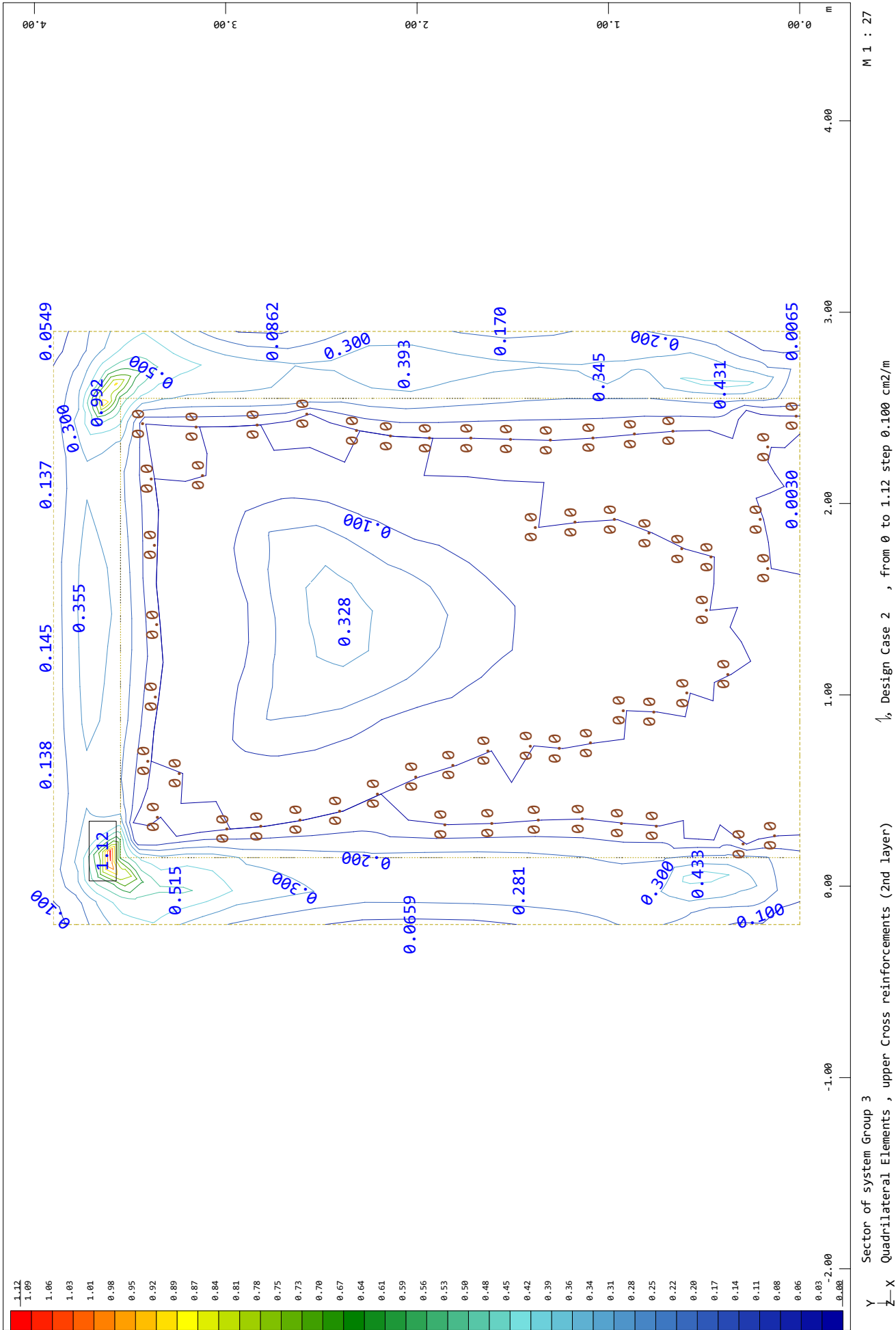
SOFISTIK AG - www.sofistik.de



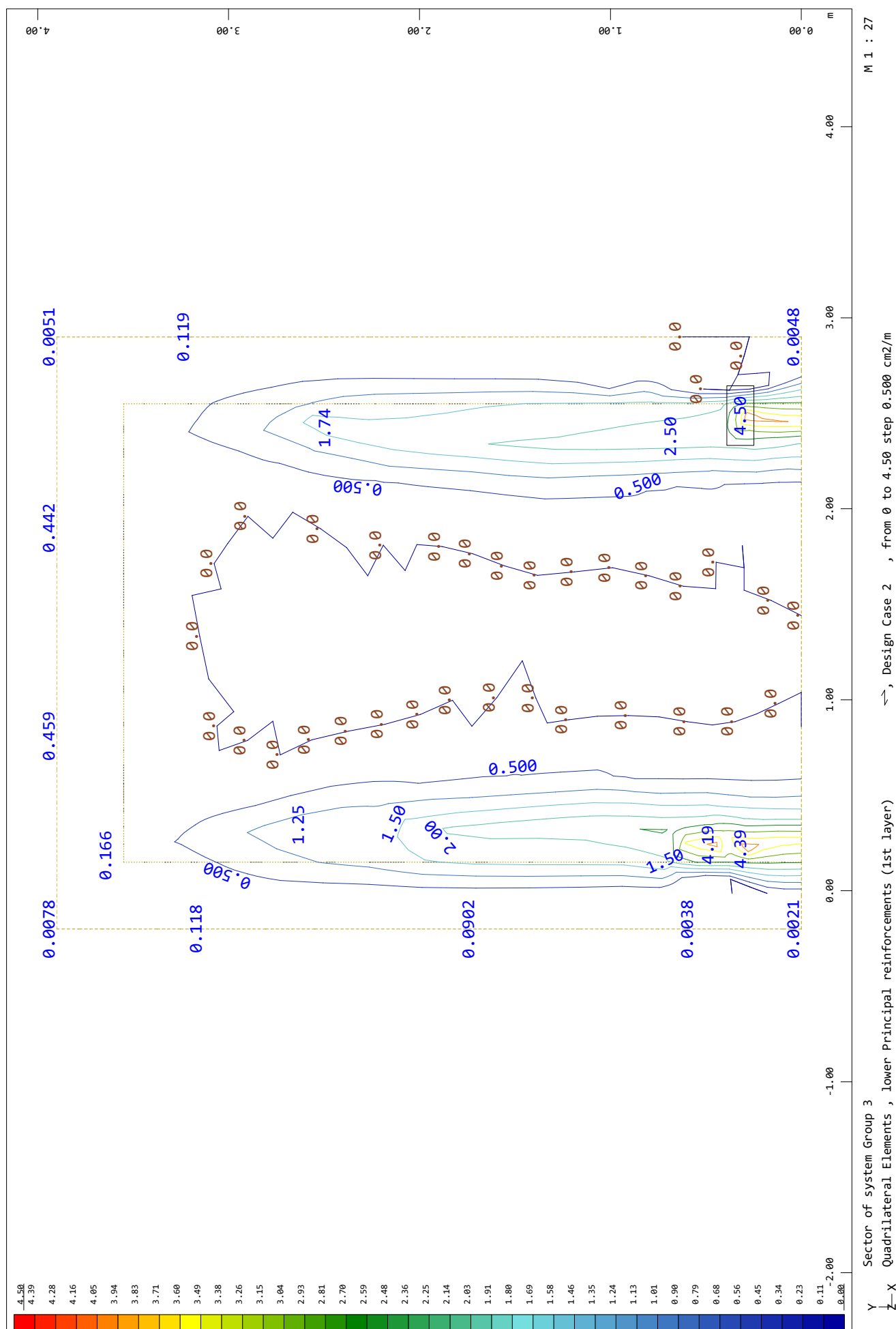
SOFISTIK AG - www.sofistik.de



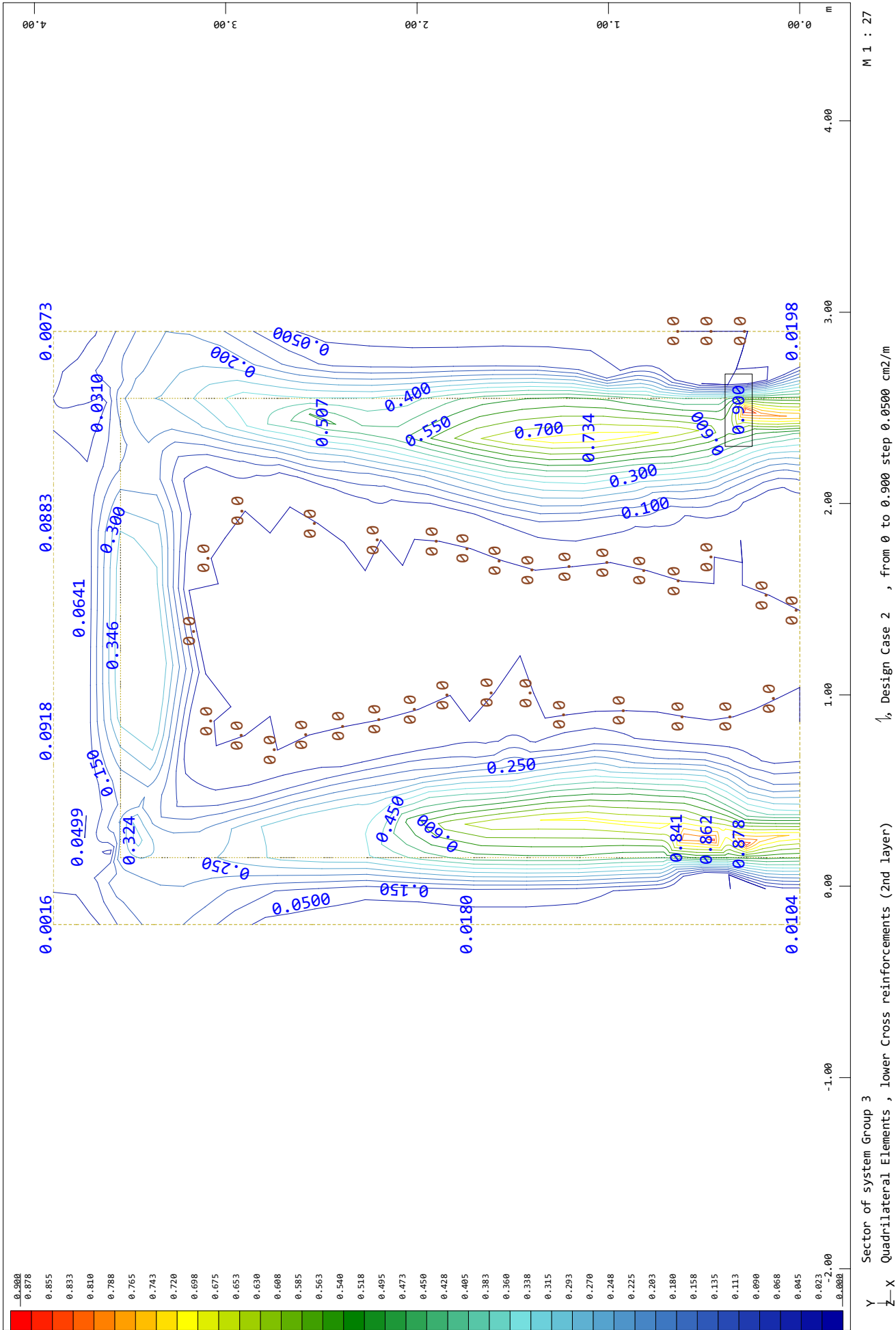
ARQUETA



SOFISTIK AG - www.sofistik.de

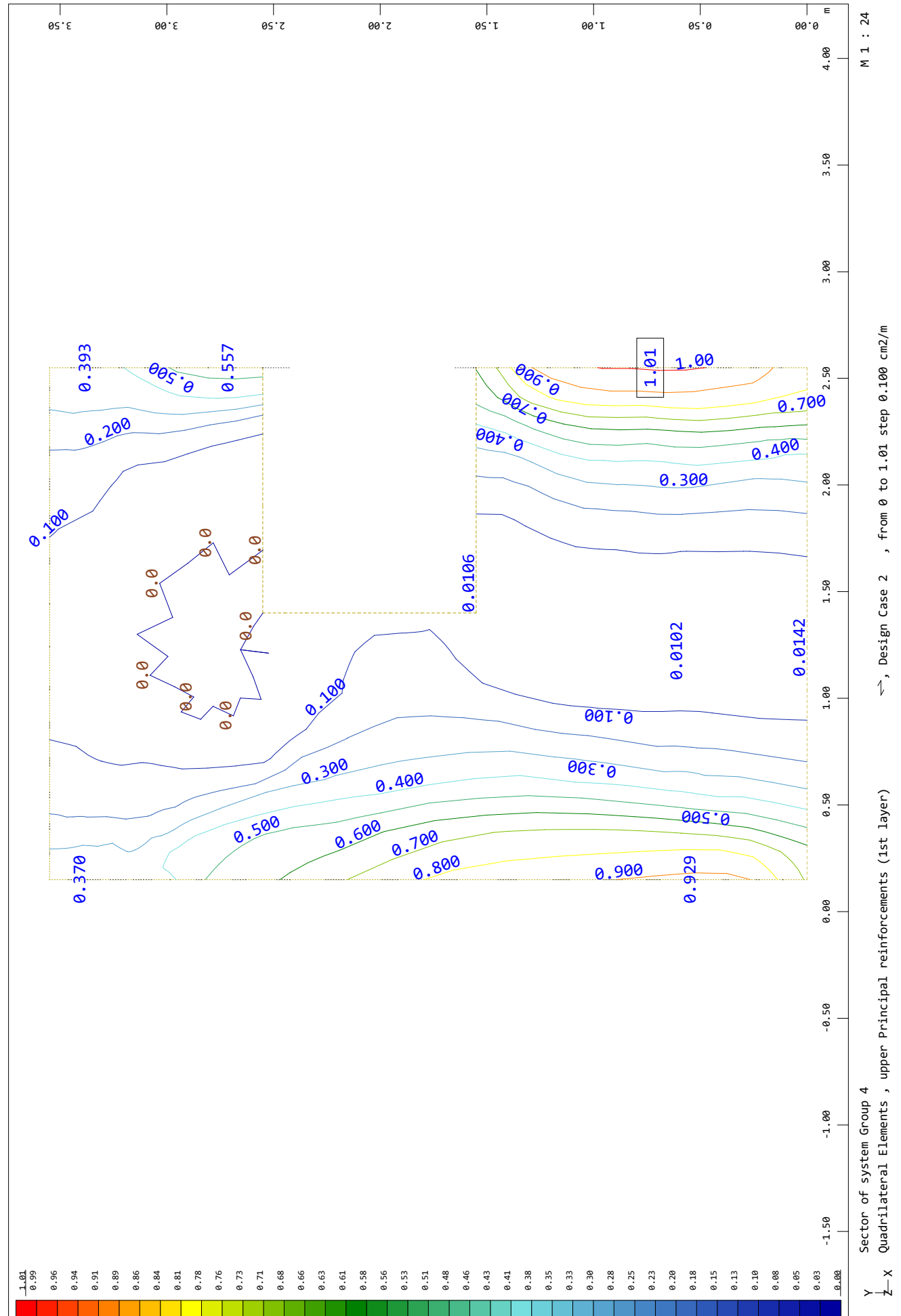


ARQUETA

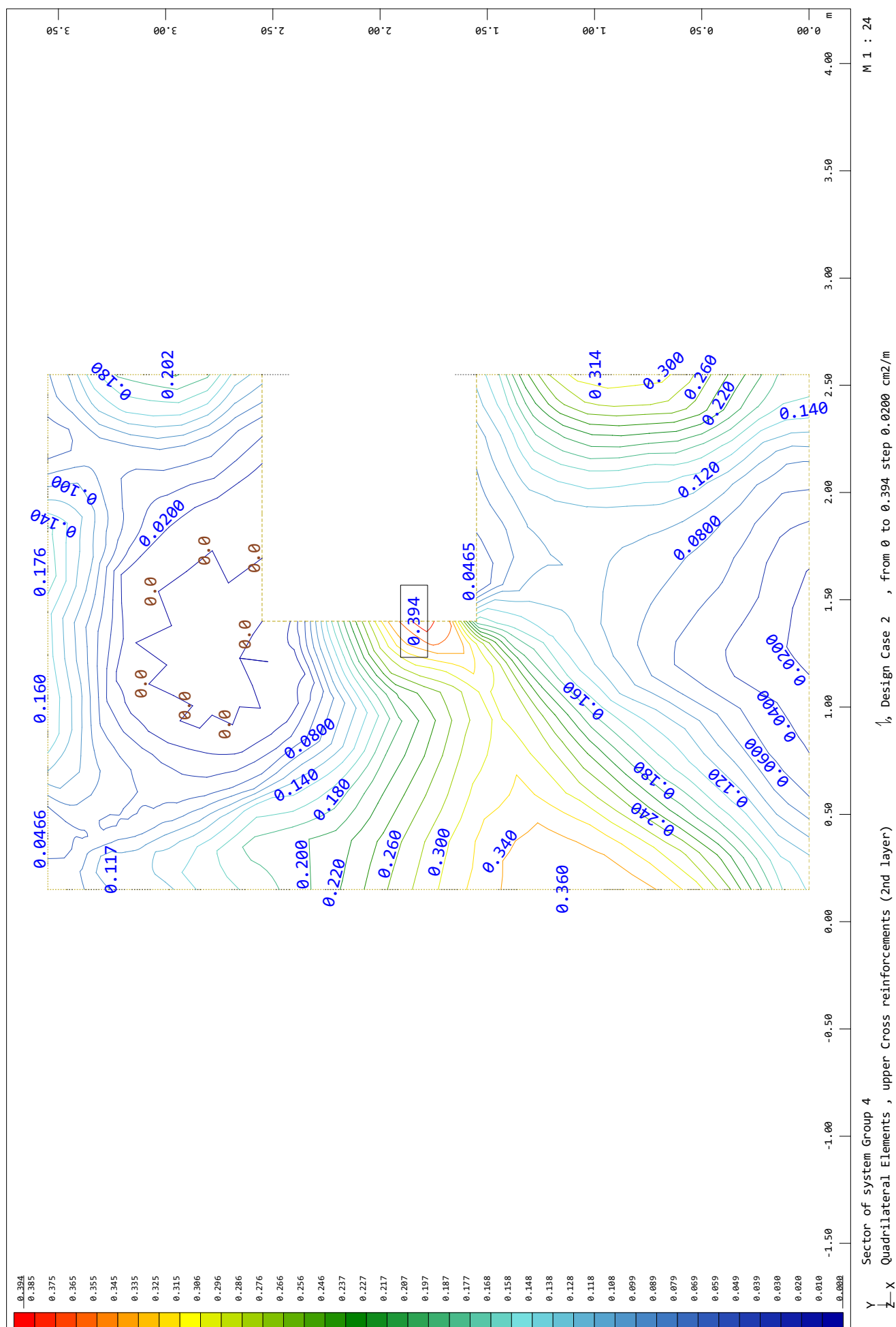


ARQUETA

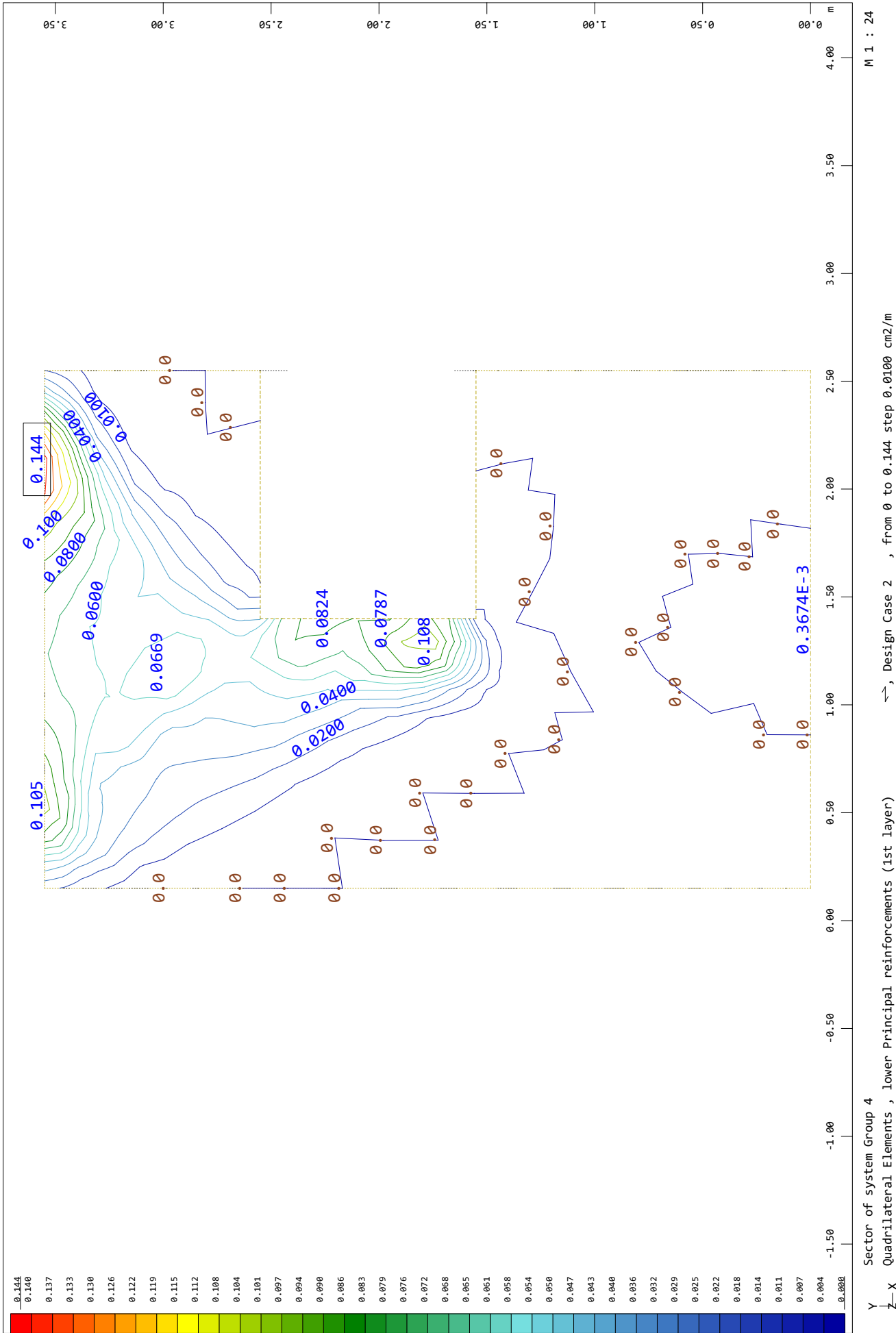
SOFiSTiK AG - www.sofistik.de



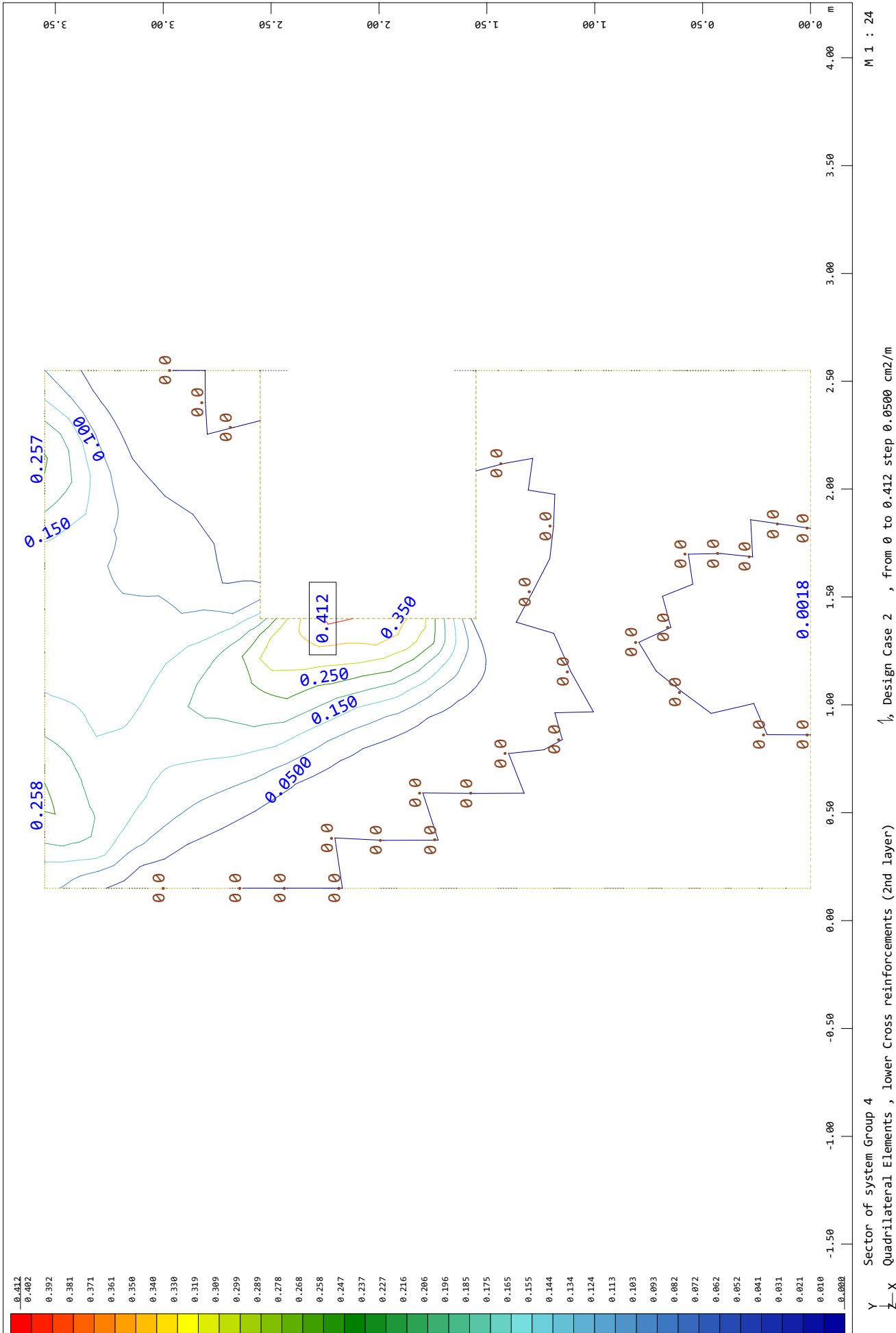
SOFiSTIK AG - www.sofistik.de



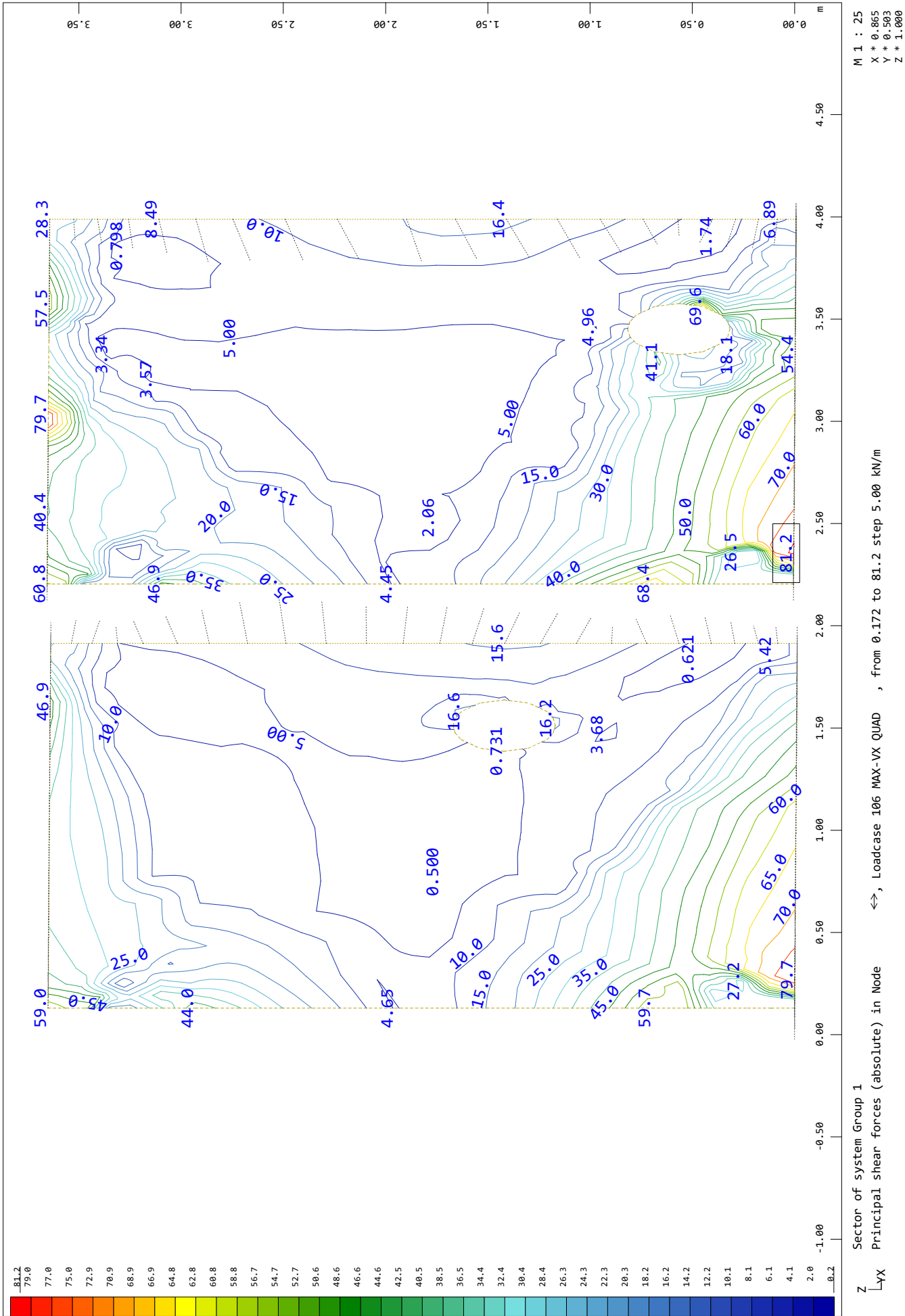
ARQUETA



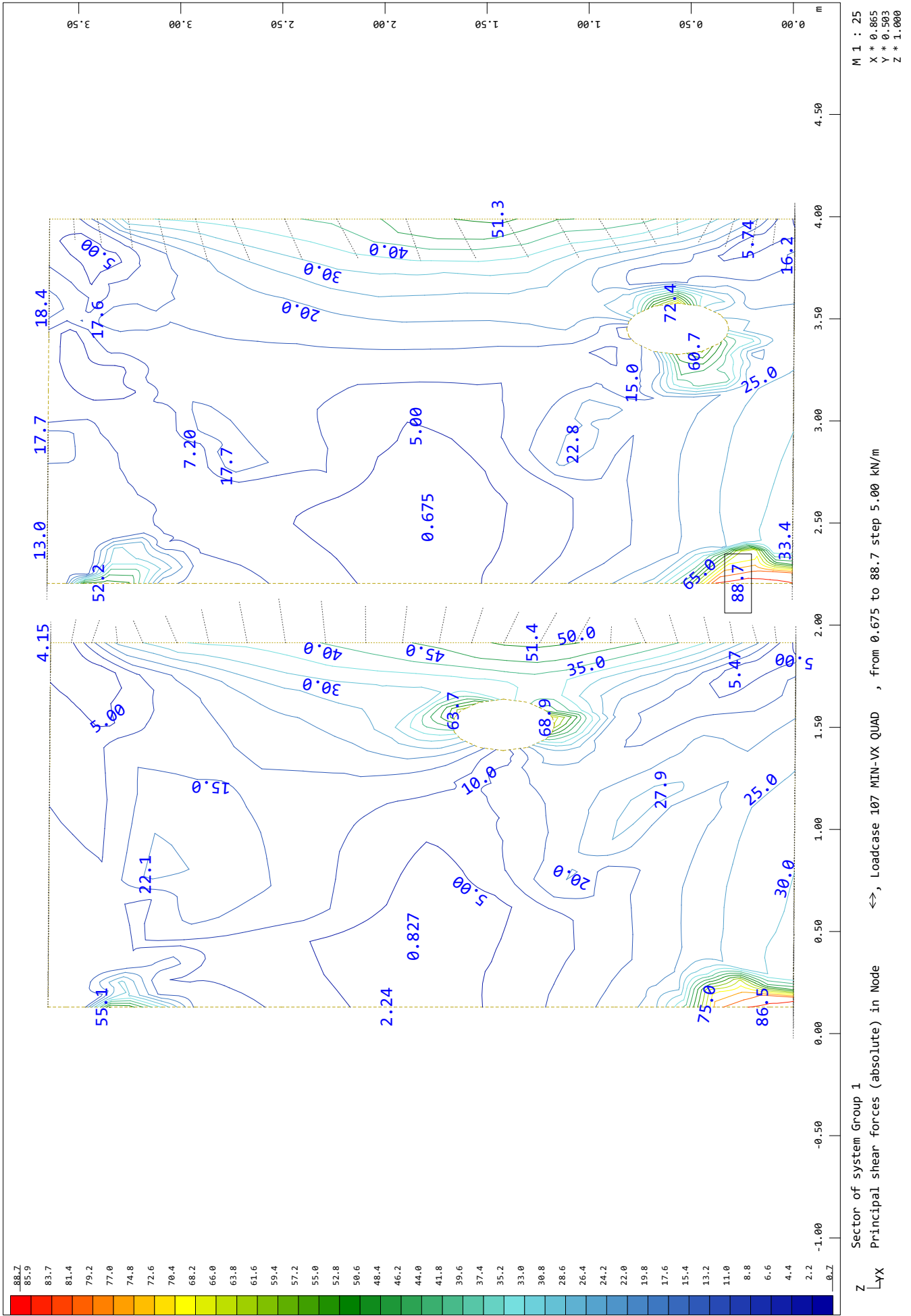
ARQUETA



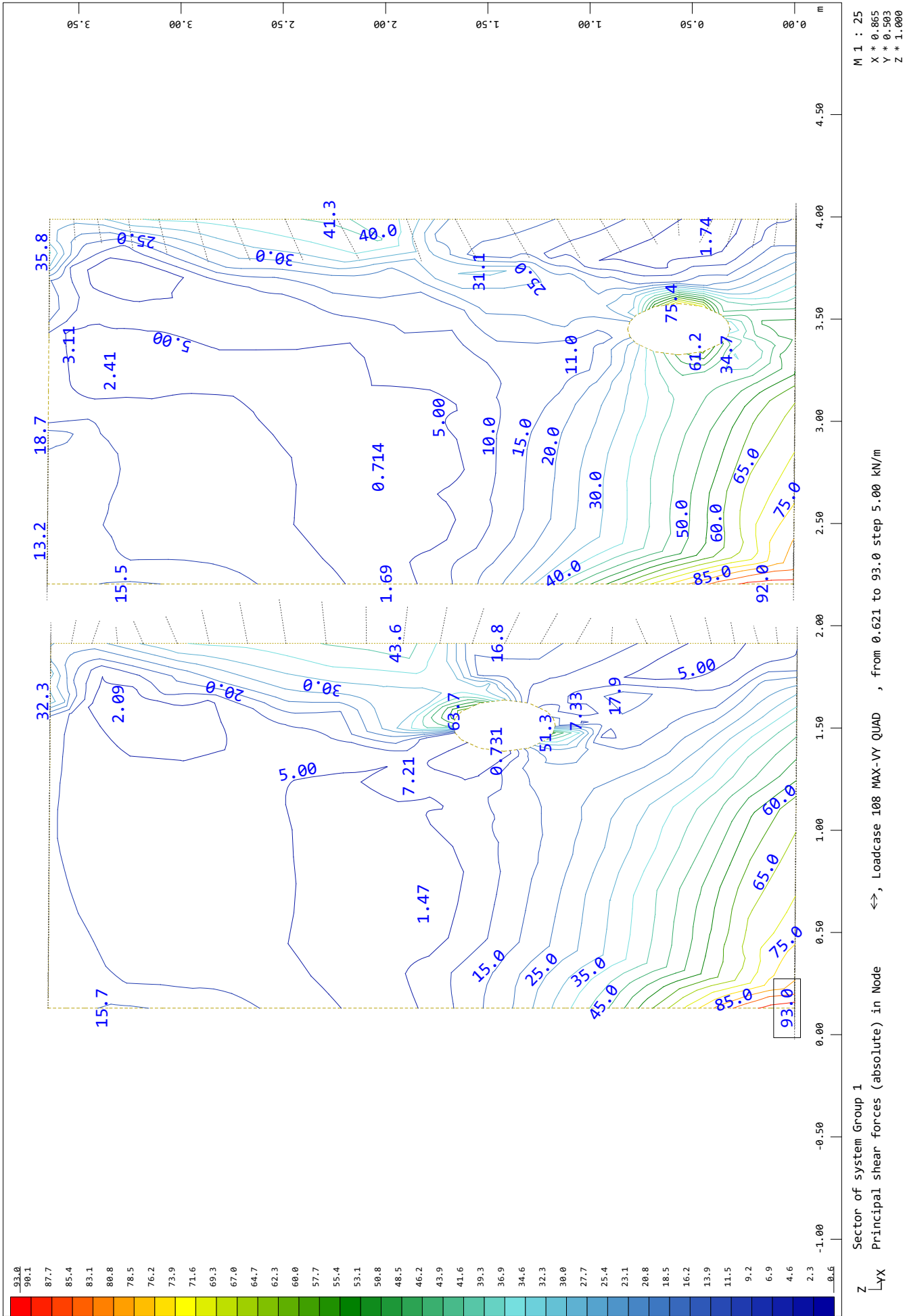
ARQUETA



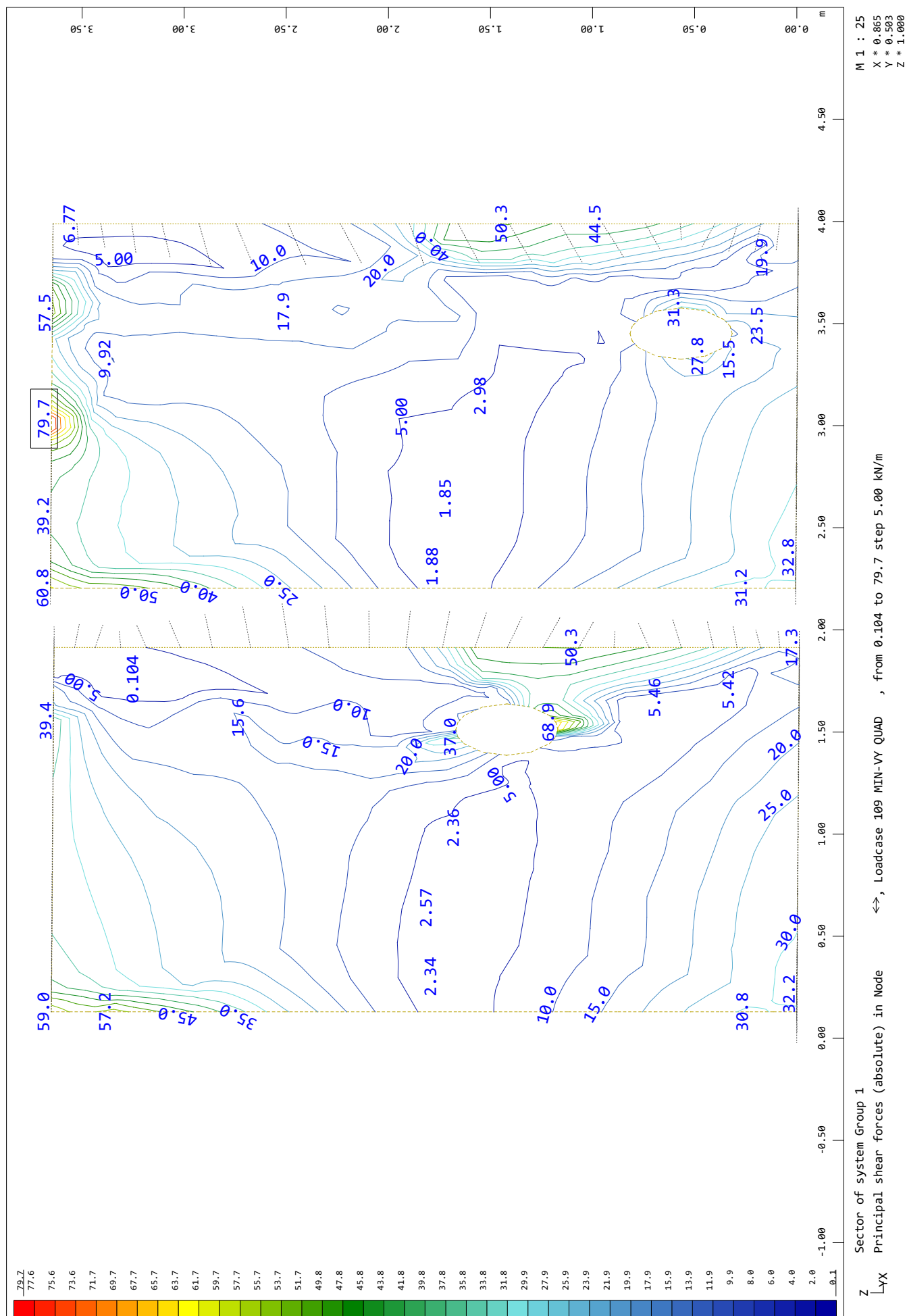
ARQUETA



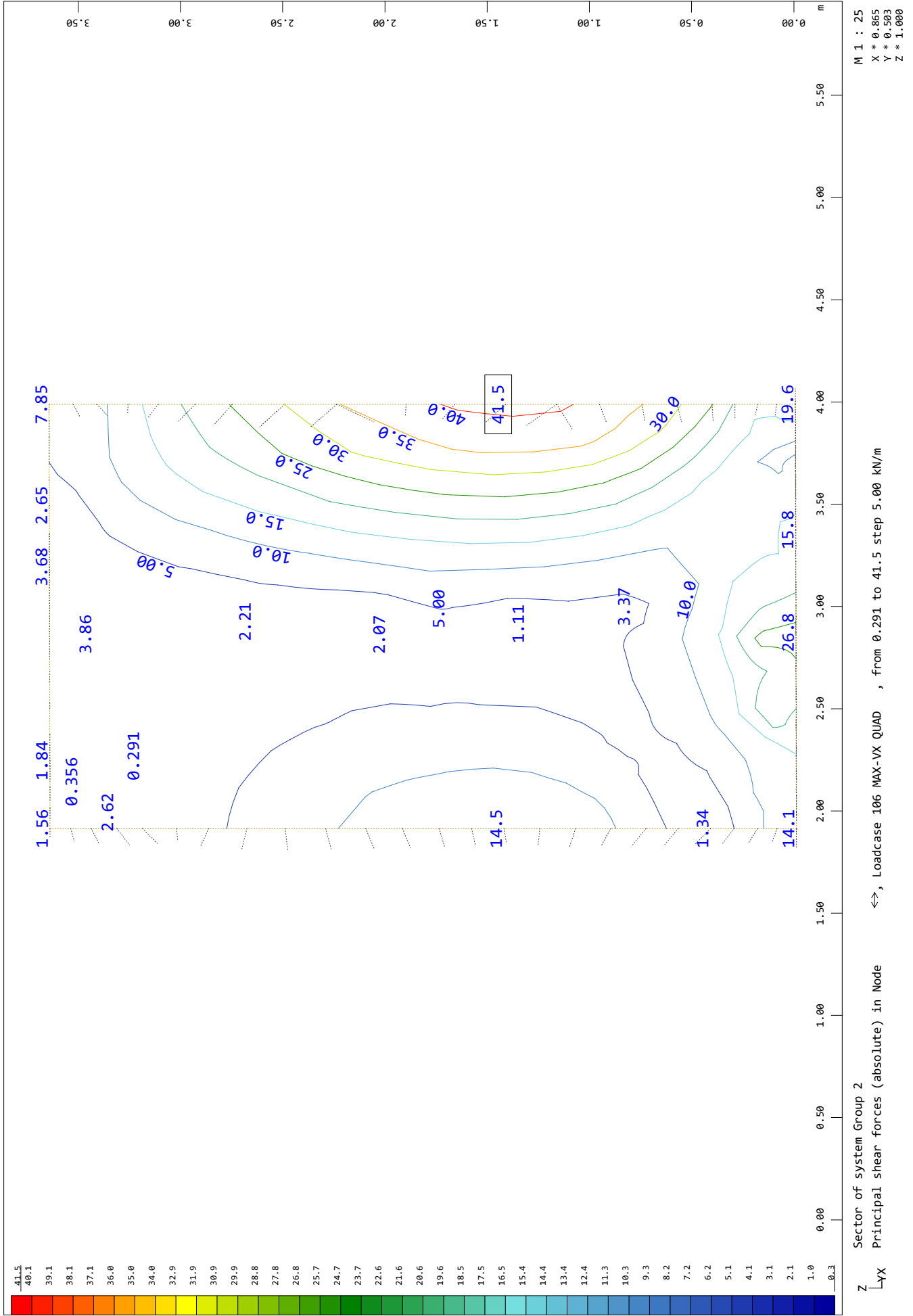
ARQUETA



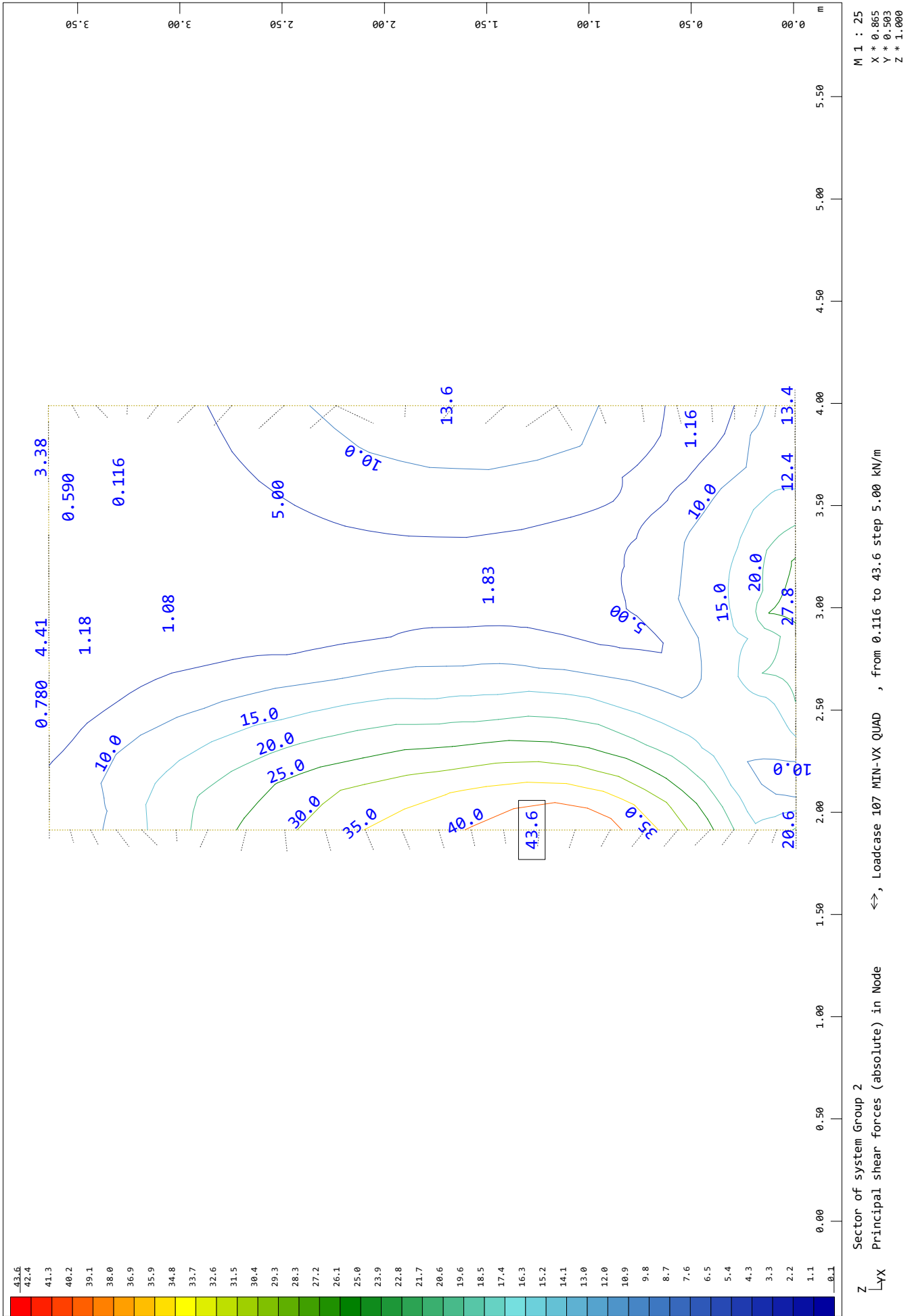
SOFISTIK AG - www.sofistik.de



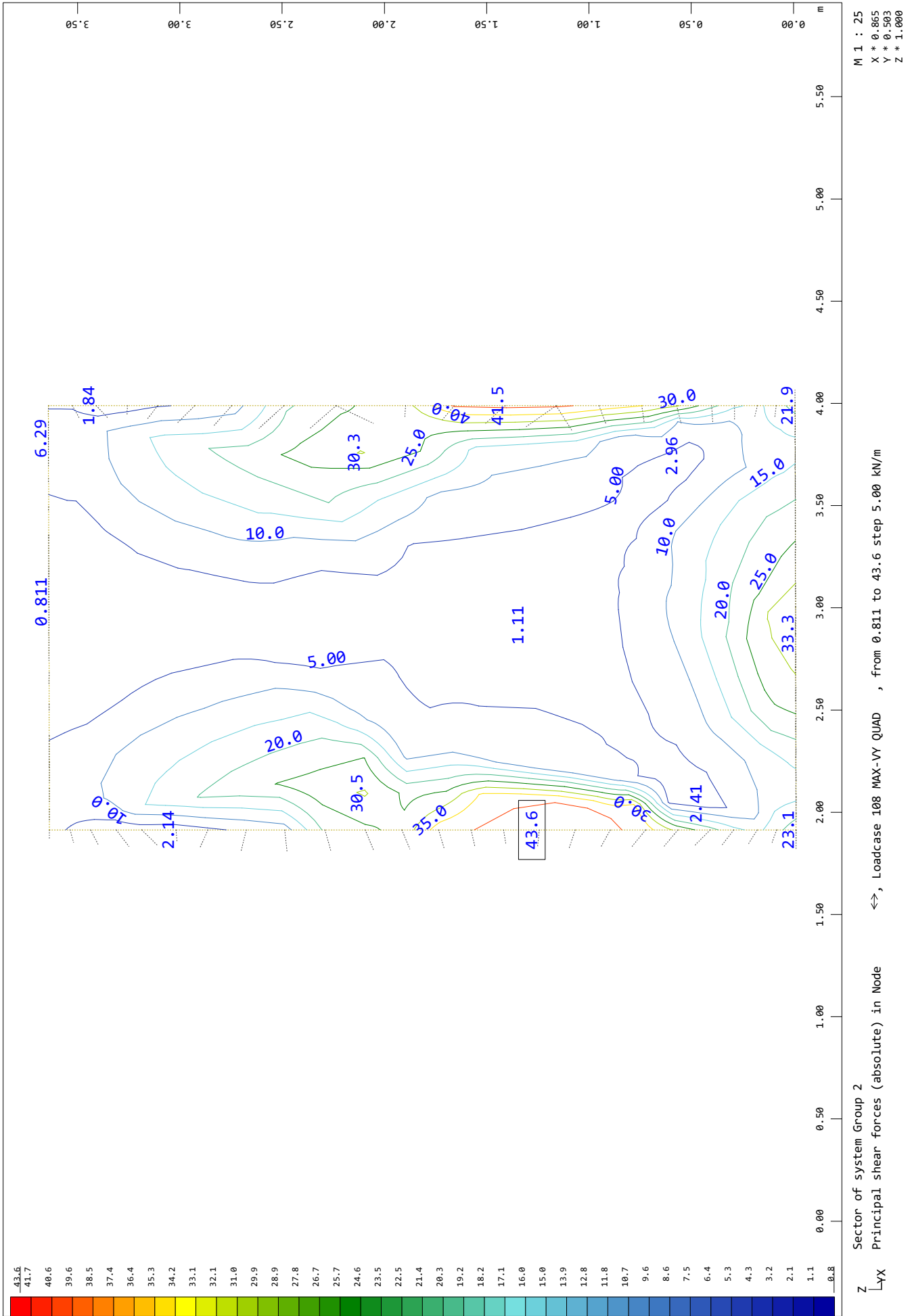
ARQUETA



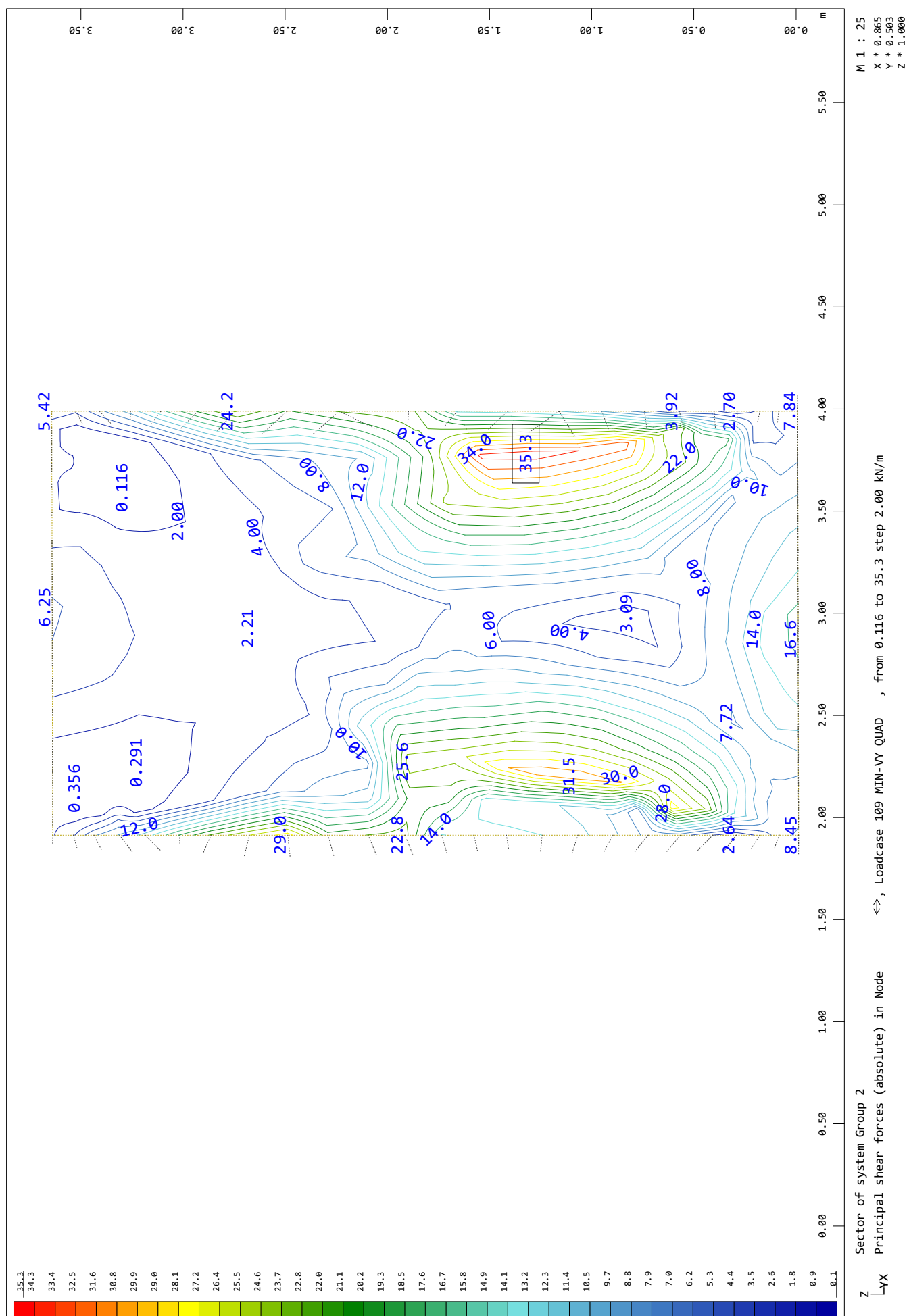
ARQUETA



ARQUETA



SOFiSTIK AG - www.sofistik.de





PRONTUARIO INFORMÁTICO DEL HORMIGÓN ESTRUCTURAL 3.1 SEGÚN EHE-08

Cátedra de Hormigón Estructural ETSICCPM - IECA

Obra:

Fecha: 24/03/2020

Hora: 16:56:39

Cálculo de secciones a cortante

1 Datos

- Materiales

Tipo de hormigón : HA-35
 Tipo de acero : B-500-S
 f_{ck} [MPa] = 35.00
 f_{yk} [MPa] = 500.00
 γ_c = 1.50
 γ_s = 1.15

- Control del hormigón

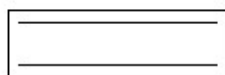
Control normal

- Tipo de elemento estructural

Tipo : elemento sin armadura a cortante

- Sección

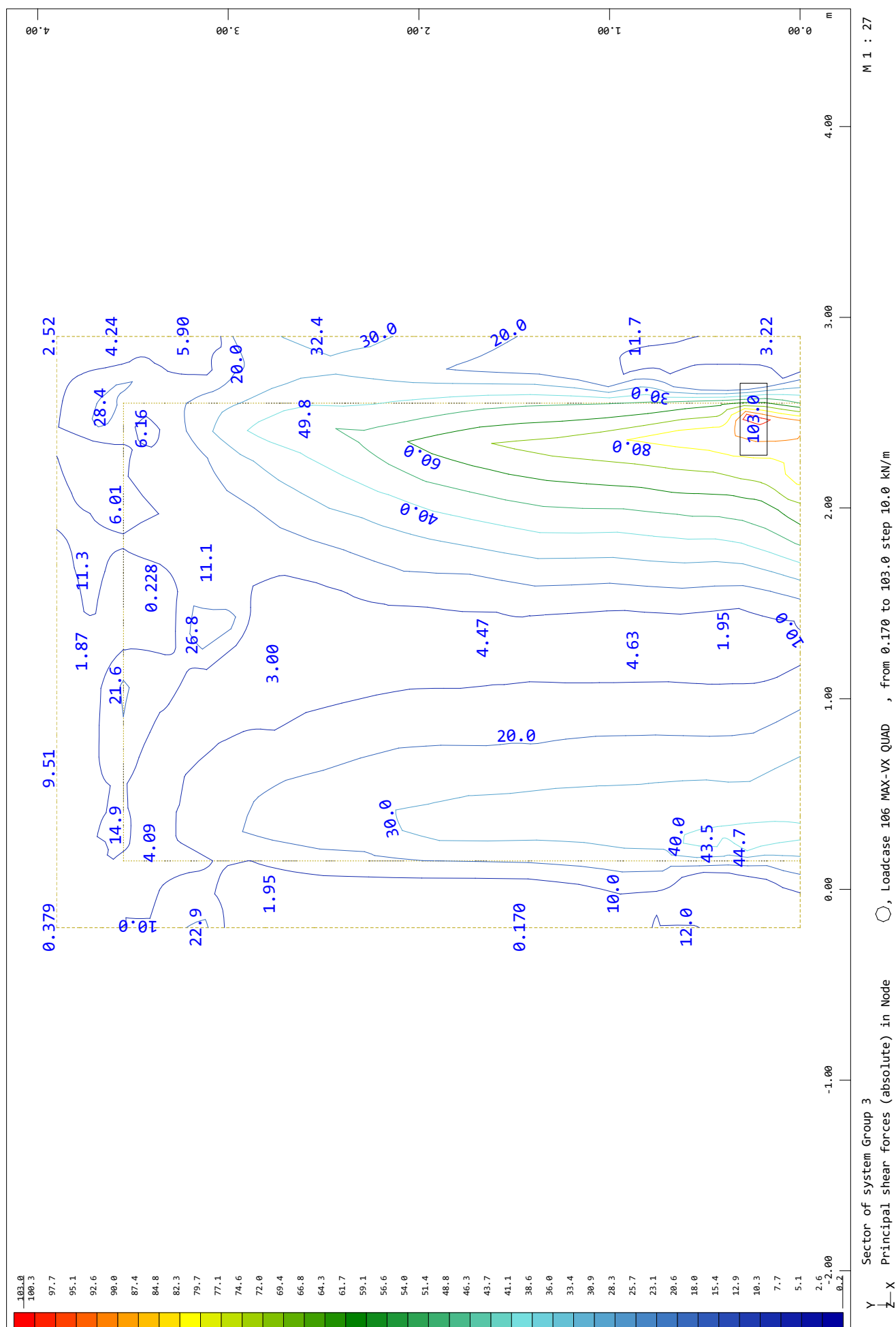
Sección : LOSA
 b_0 [m] = 1.00
 h [m] = 0.30



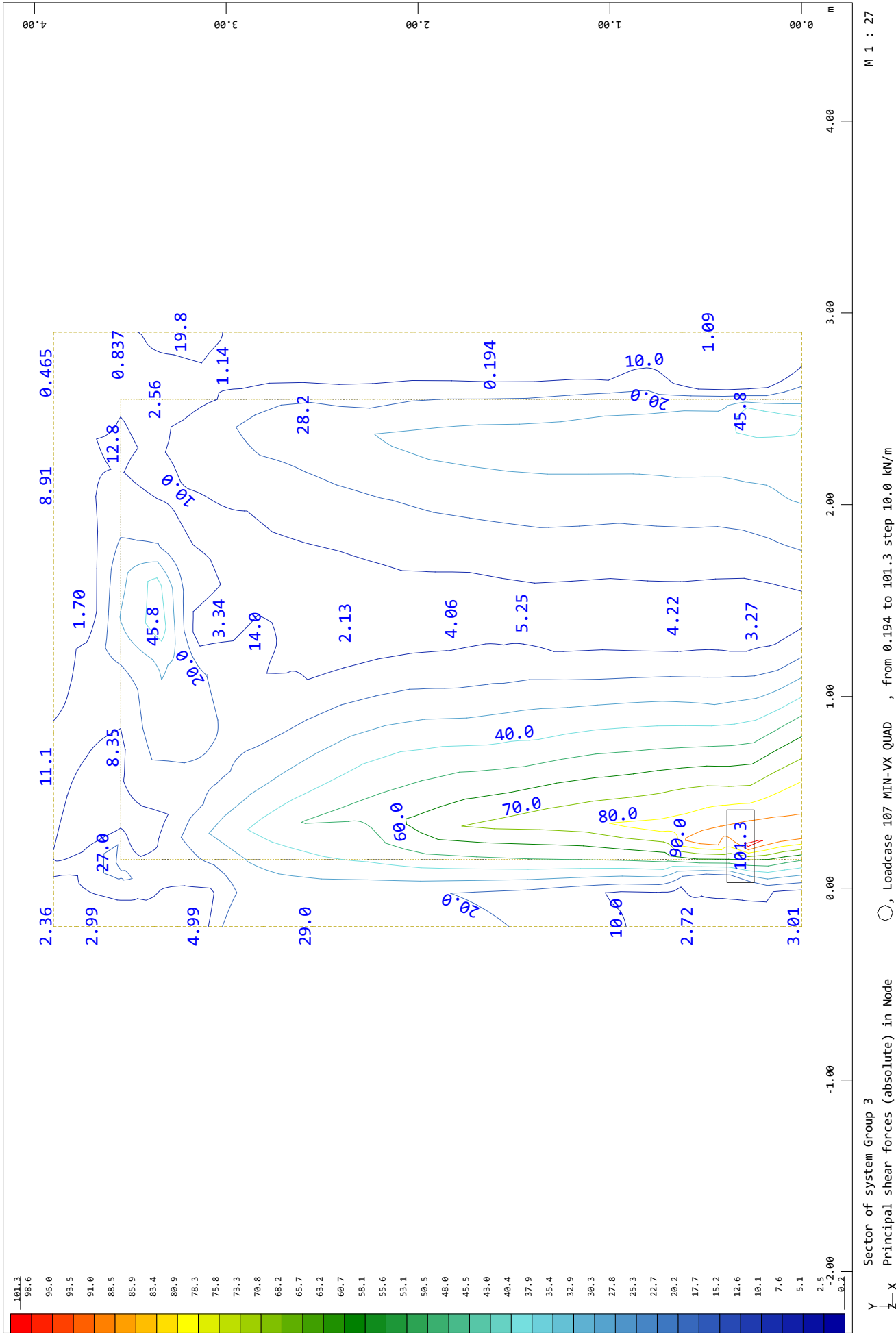
2 Comprobación

ρ_l [·1.E-3] = 0
 N_d [kN] = 0.0
 V_u [kN] = 187.8

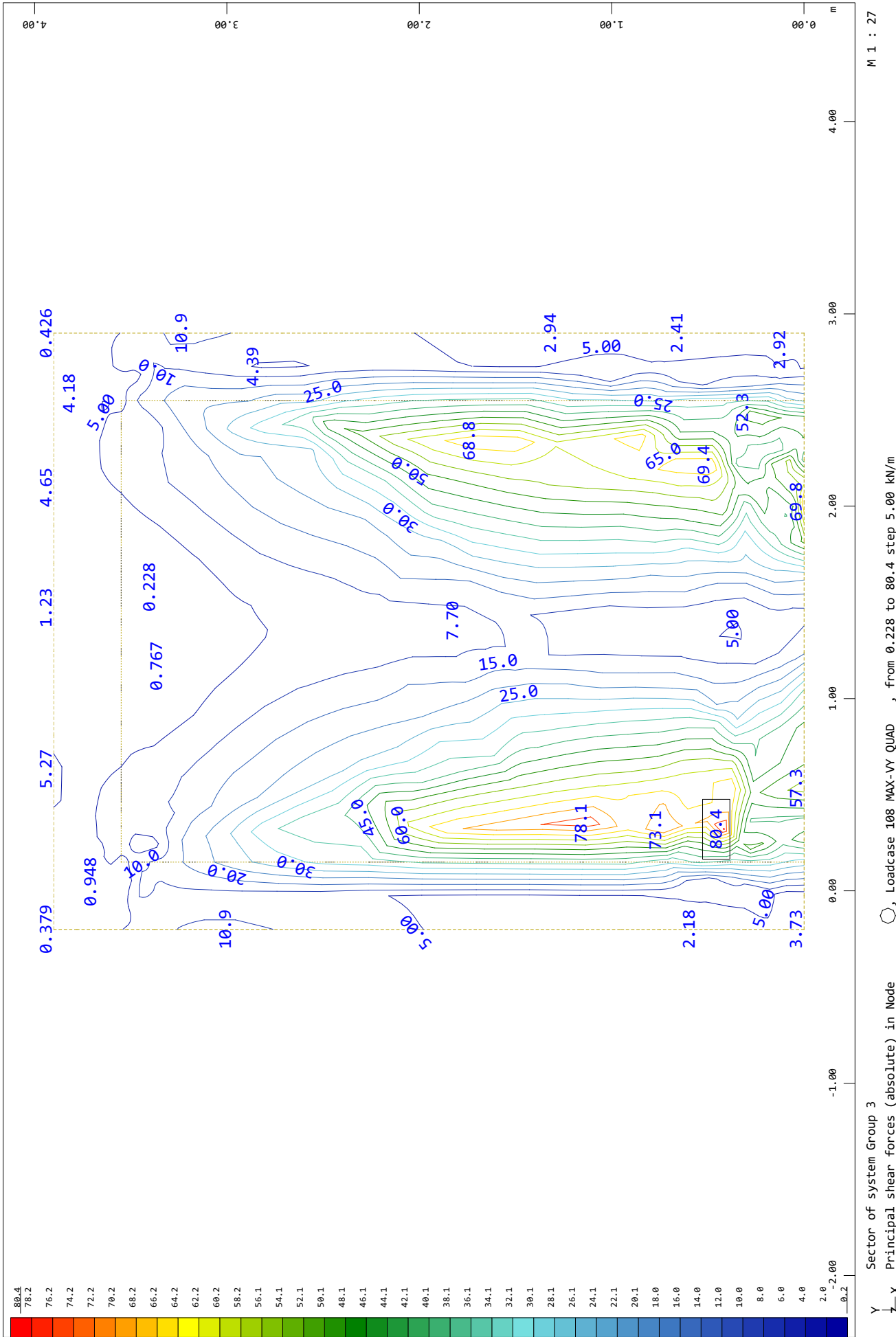
SOFISTIK AG - www.sofistik.de



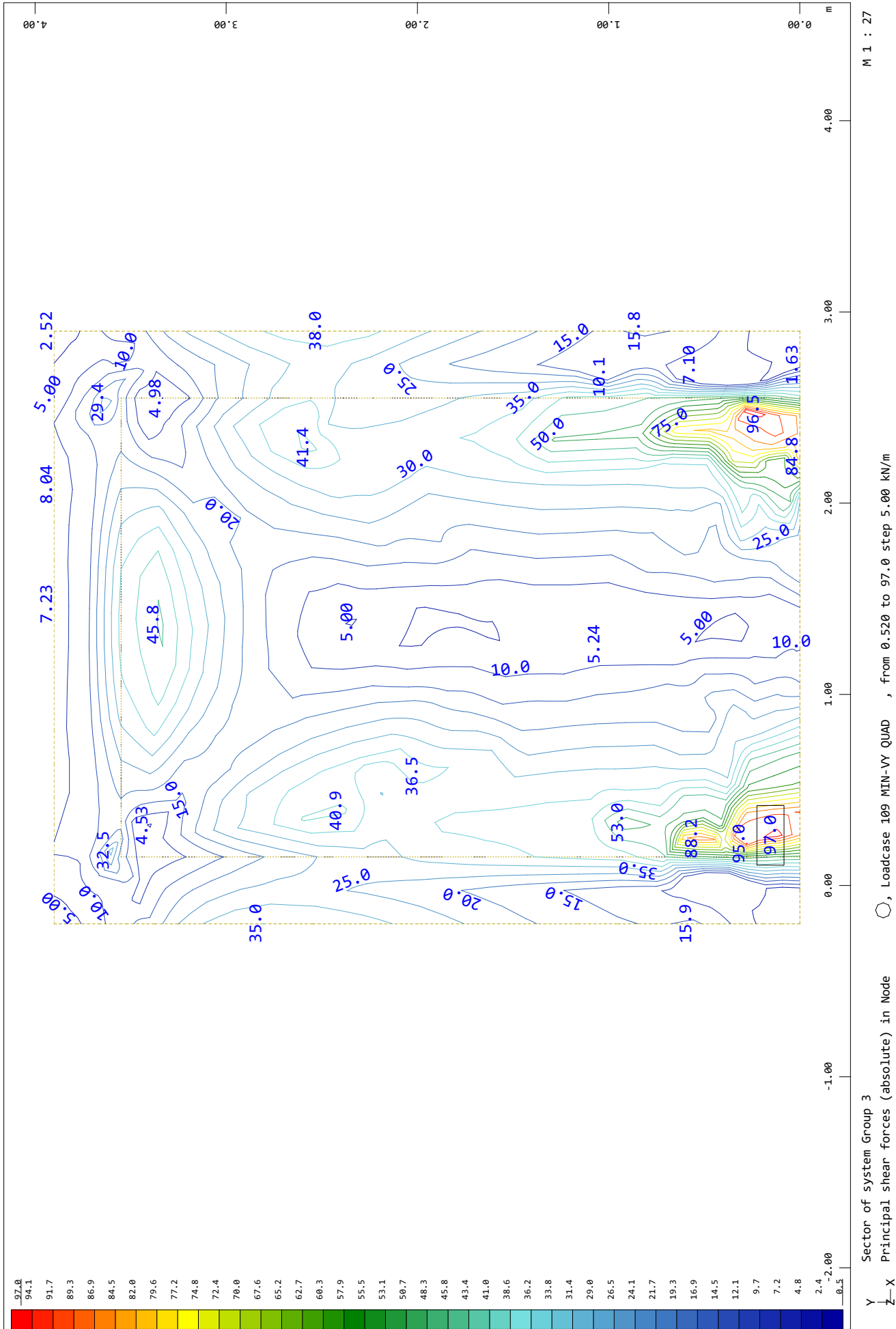
ARQUETA



ARQUETA



ARQUETA





PRONTUARIO INFORMÁTICO DEL HORMIGÓN ESTRUCTURAL 3.1 SEGÚN EHE-08

Cátedra de Hormigón Estructural ETSICCPM - IECA

Obra:

Fecha: 24/03/2020

Hora: 16:57:11

Cálculo de secciones a cortante

1 Datos

- Materiales

Tipo de hormigón : HA-35
 Tipo de acero : B-500-S
 f_{ck} [MPa] = 35.00
 f_{yk} [MPa] = 500.00
 γ_c = 1.50
 γ_s = 1.15

- Control del hormigón

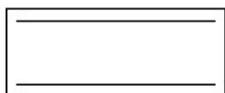
Control normal

- Tipo de elemento estructural

Tipo : elemento sin armadura a cortante

- Sección

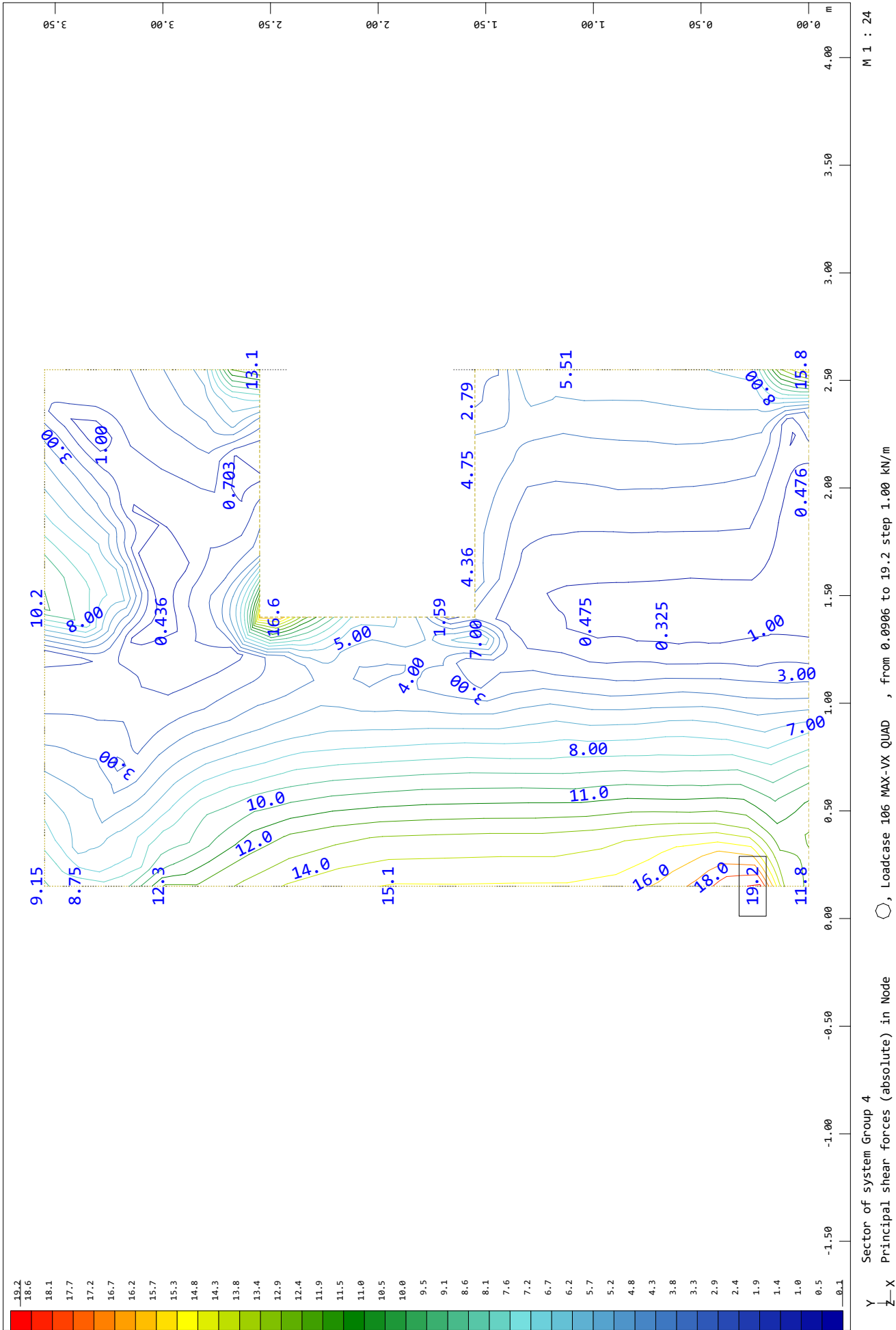
Sección : LOSA
 b_0 [m] = 1.00
 h [m] = 0.40



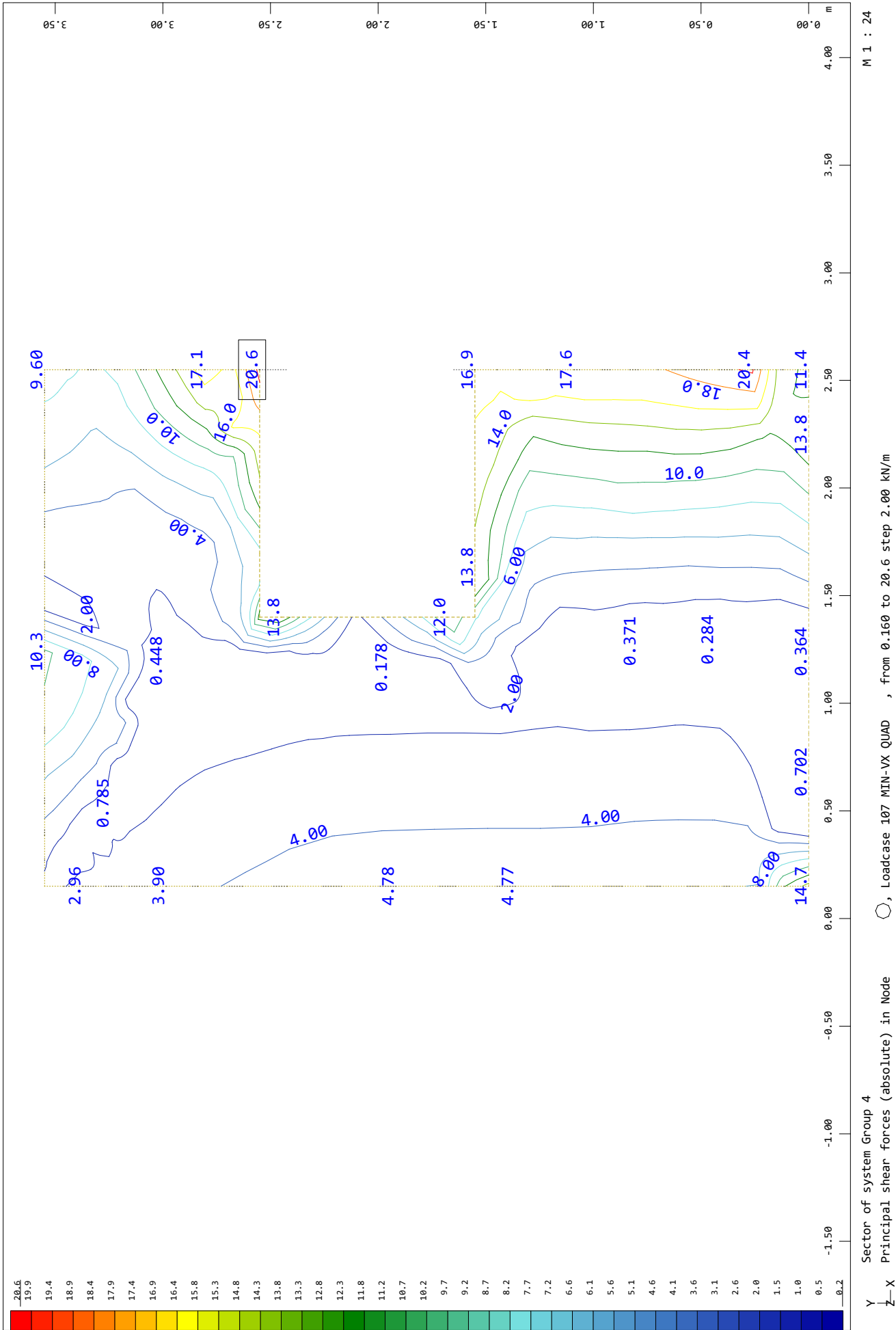
2 Comprobación

ρ_l [·1.E-3] = 0
 N_d [kN] = 0.0
 V_u [kN] = 236.2

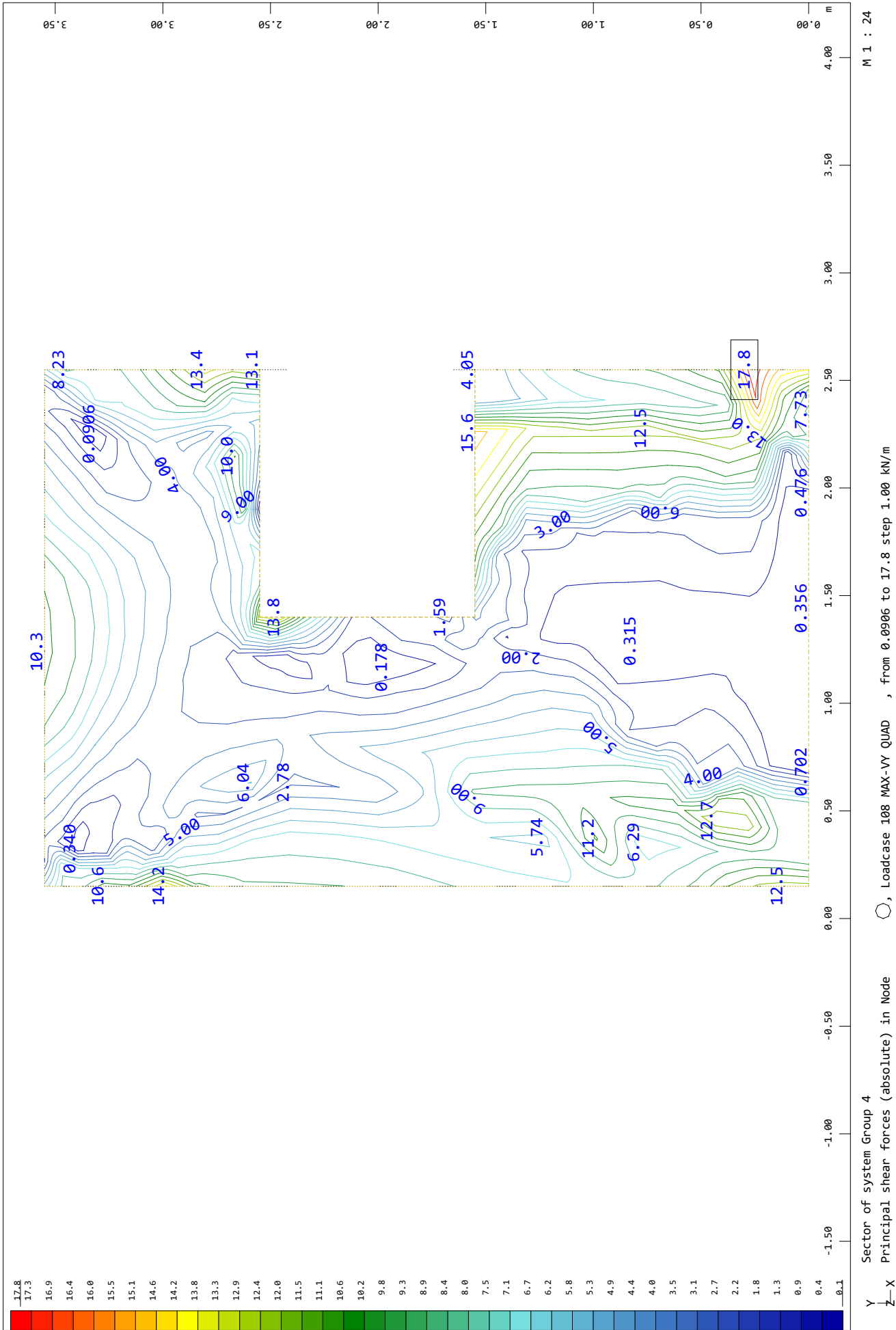
ARQUETA



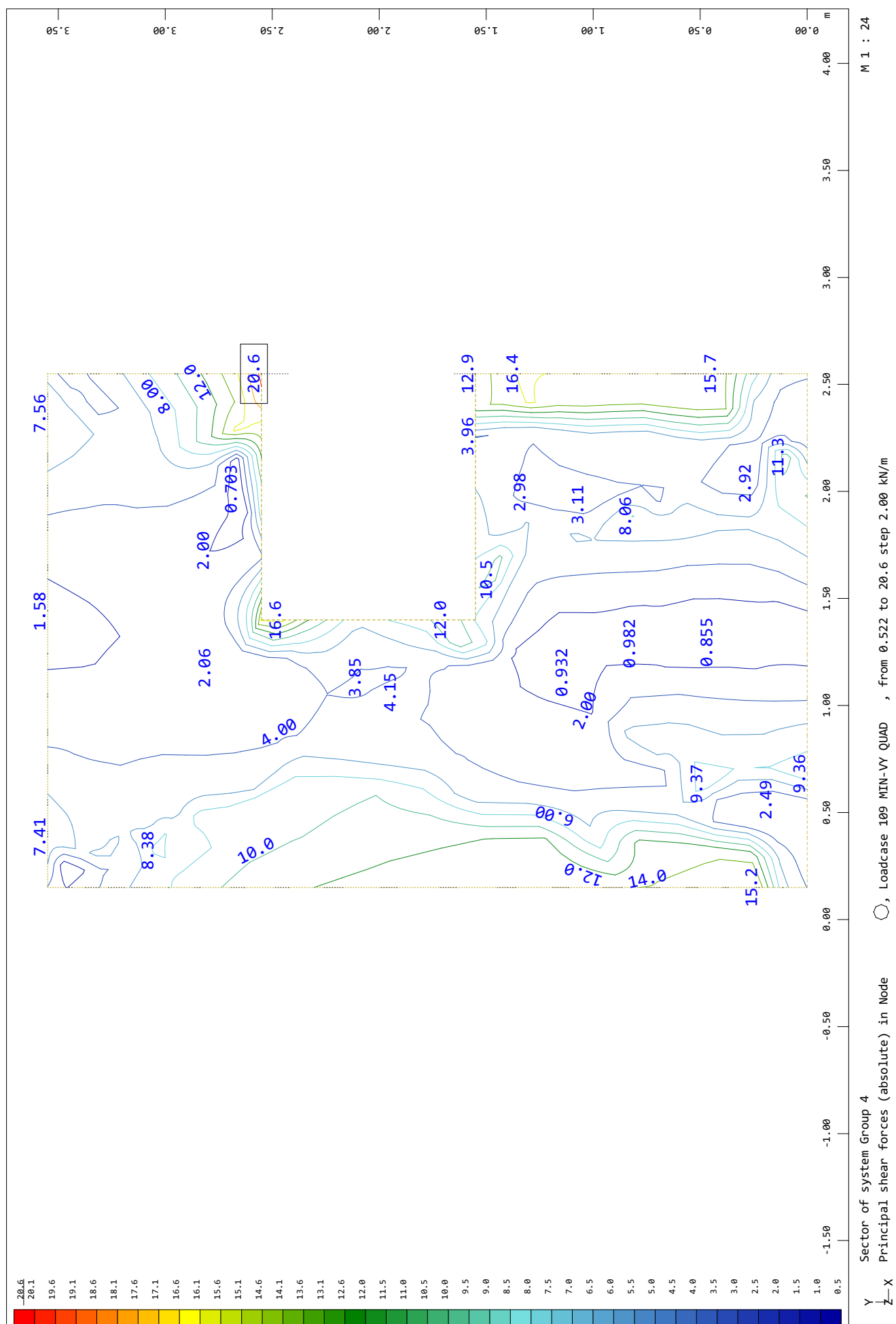
ARQUETA



ARQUETA



SOFiSTIK AG - www.sofistik.de





PRONTUARIO INFORMÁTICO DEL HORMIGÓN ESTRUCTURAL 3.1 SEGÚN EHE-08

Cátedra de Hormigón Estructural ETSICCPM - IECA

Obra:

Fecha: 24/03/2020

Hora: 16:57:46

Cálculo de secciones a cortante

1 Datos

- Materiales

Tipo de hormigón : HA-30
 Tipo de acero : B-500-S
 f_{ck} [MPa] = 30.00
 f_{yk} [MPa] = 500.00
 γ_c = 1.50
 γ_s = 1.15

- Control del hormigón

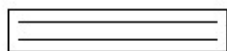
Control normal

- Tipo de elemento estructural

Tipo : elemento sin armadura a cortante

- Sección

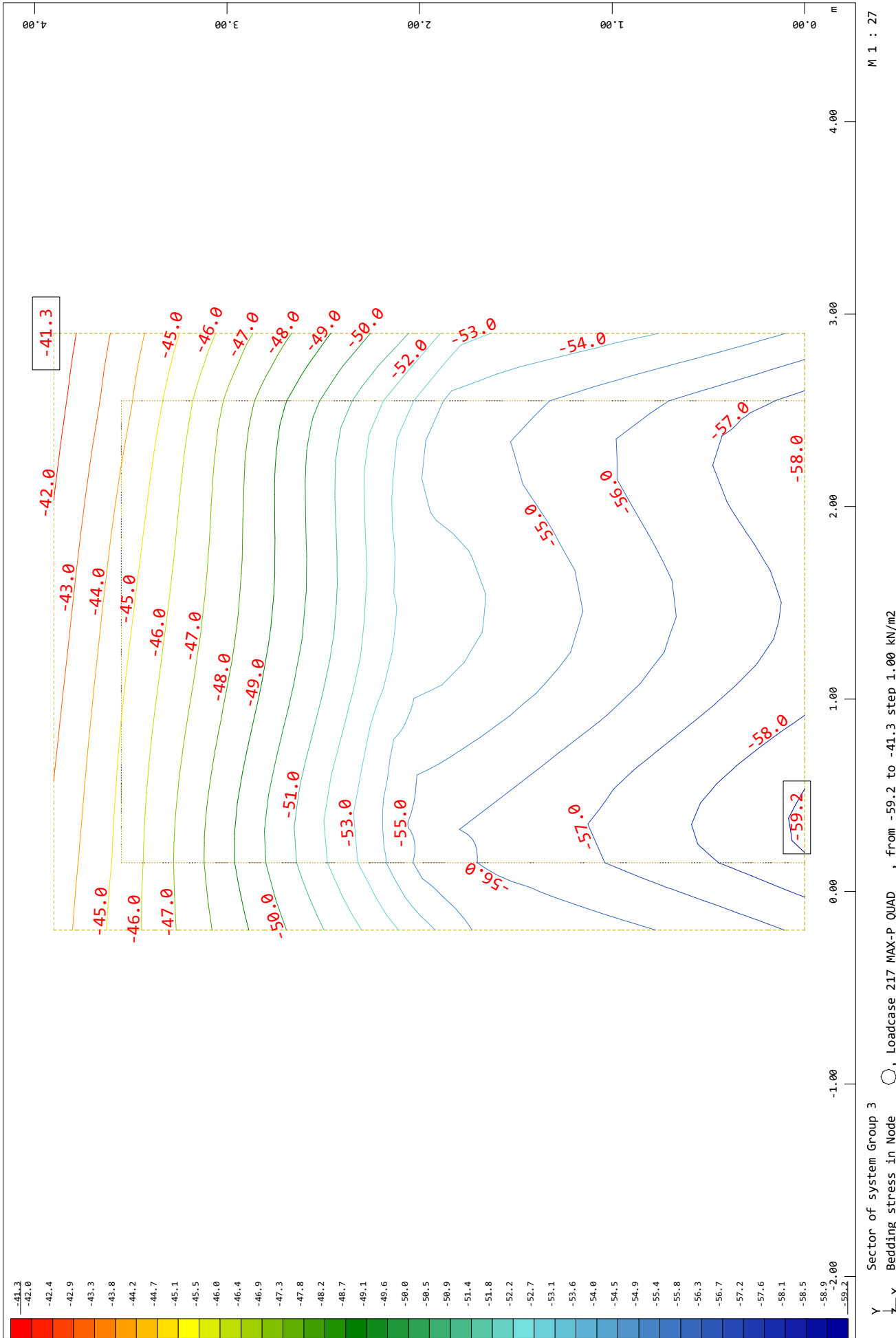
Sección : LOSA
 b_0 [m] = 1.00
 h [m] = 0.20



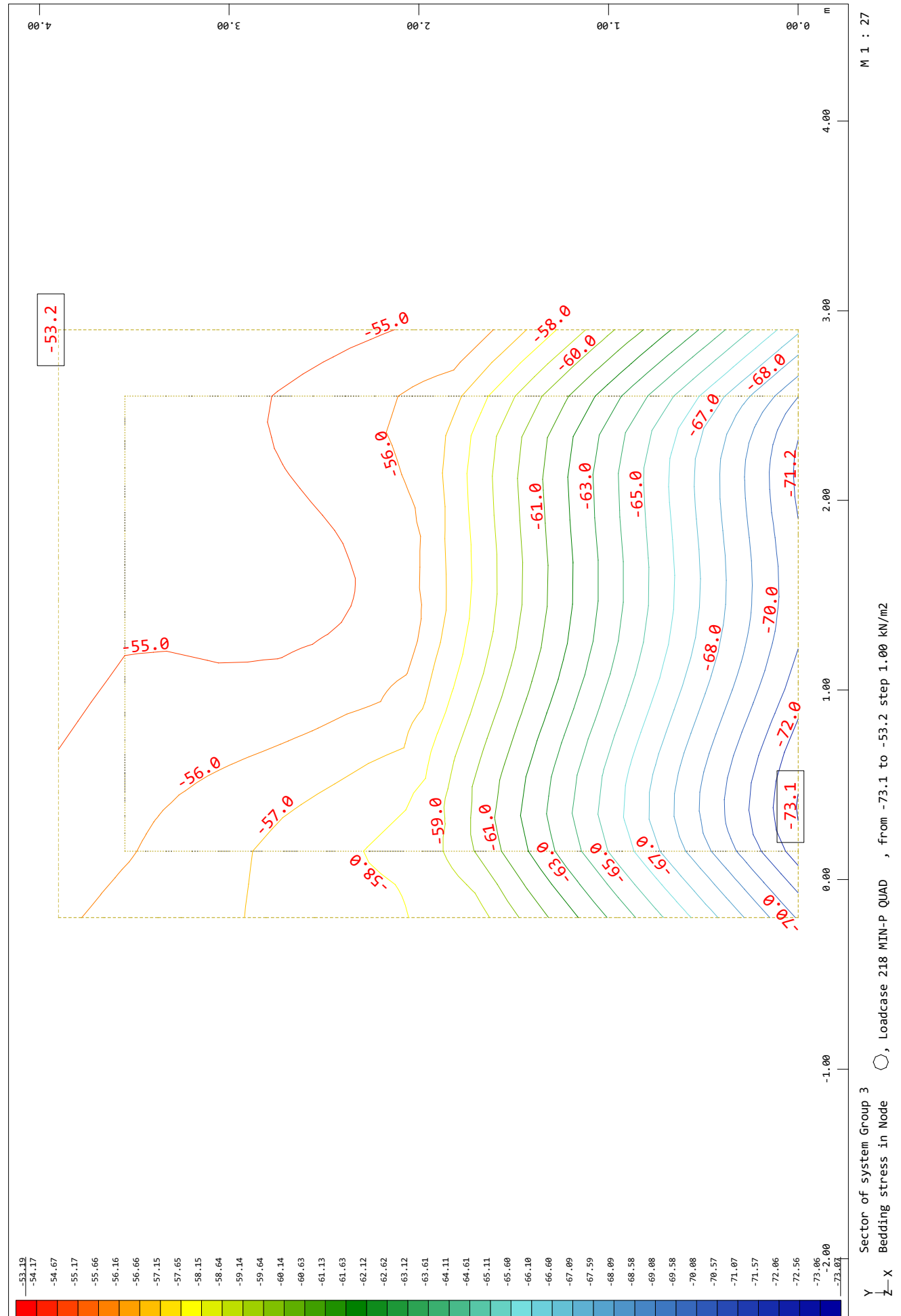
2 Comprobación

ρ_l [·1.E-3] = 0
 N_d [kN] = 0.0
 V_u [kN] = 108.4

ARQUETA



ARQUETA



C.3. EDIFICIO DE BOMBEO

C.3.1. DATOS DE ENTRADA

ÍNDICE

1.- VERSIÓN DEL PROGRAMA Y NÚMERO DE LICENCIA	2
2.- DATOS GENERALES DE LA ESTRUCTURA	2
3.- NORMAS CONSIDERADAS	2
4.- ACCIONES CONSIDERADAS	2
4.1.- Gravitatorias.....	2
4.2.- Viento.....	2
4.3.- Sismo	3
4.4.- Hipótesis de carga	3
4.5.- Listado de cargas.....	3
5.- ESTADOS LÍMITE	4
6.- SITUACIONES DE PROYECTO	4
6.1.- Coeficientes parciales de seguridad (g) y coeficientes de combinación (y).....	4
7.- DATOS GEOMÉTRICOS DE GRUPOS Y PLANTAS	5
8.- DATOS GEOMÉTRICOS DE PILARES, PANTALLAS Y MUROS	6
8.1.- Pilares.....	6
9.- DIMENSIONES, COEFICIENTES DE EMPOTRAMIENTO Y COEFICIENTES DE PANDEO PARA CADA PLANTA.....	6
10.- LISTADO DE PAÑOS	6
10.1.- Autorización de uso	6
11.- LOSAS Y ELEMENTOS DE CIMENTACIÓN	7
12.- MATERIALES UTILIZADOS	8
12.1.- Hormigones.....	8
12.2.- Aceros por elemento y posición	8
12.2.1.- Aceros en barras.....	8
12.2.2.- Aceros en perfiles.....	8

Listado de datos de la obra

1.- VERSIÓN DEL PROGRAMA Y NÚMERO DE LICENCIA

Versión: 2020

Número de licencia: 155587

2.- DATOS GENERALES DE LA ESTRUCTURA

Proyecto: ETAP TORRELAGUNA

Clave: 3F EDIFICIO DE BOMBEO_r01

3.- NORMAS CONSIDERADAS

Hormigón: EHE-08

Aceros conformados: CTE DB SE-A

Aceros laminados y armados: CTE DB SE-A

Categoría de uso: A. Zonas residenciales

4.- ACCIONES CONSIDERADAS

4.1.- Gravitatorias

Planta	S.C.U (kN/m ²)	Cargas muertas (kN/m ²)
Forjado 1	1.0	2.5
Cimentación	1.0	2.5

4.2.- Viento

CTE DB SE-AE

Código Técnico de la Edificación.

Documento Básico Seguridad Estructural - Acciones en la Edificación

Zona eólica: A

Grado de aspereza: II. Terreno rural llano sin obstáculos

La acción del viento se calcula a partir de la presión estática q_e que actúa en la dirección perpendicular a la superficie expuesta. El programa obtiene de forma automática dicha presión, conforme a los criterios del Código Técnico de la Edificación DB-SE AE, en función de la geometría del edificio, la zona eólica y grado de aspereza seleccionados, y la altura sobre el terreno del punto considerado:

$$q_e = q_b \cdot C_e \cdot C_p$$

Donde:

q_b Es la presión dinámica del viento conforme al mapa eólico del Anejo D.

C_e Es el coeficiente de exposición, determinado conforme a las especificaciones del Anejo D.2, en función del grado de aspereza del entorno y la altura sobre el terreno del punto considerado.

C_p Es el coeficiente eólico o de presión, calculado según la tabla 3.5 del apartado 3.3.4, en función de la esbeltez del edificio en el plano paralelo al viento.

q_b (kN/m ²)	Viento X			Viento Y		
	esbeltez	C_p (presión)	C_p (succión)	esbeltez	C_p (presión)	C_p (succión)
0.420	0.45	0.70	-0.38	0.57	0.73	-0.40

Listado de datos de la obra

Presión estática			
Planta	Ce (Coef. exposición)	Viento X (kN/m²)	Viento Y (kN/m²)
Forjado 1	2.21	1.003	1.048

Anchos de banda		
Plantas	Ancho de banda Y (m)	Ancho de banda X (m)
En todas las plantas	6.60	8.40

No se realiza análisis de los efectos de 2º orden

Coeficientes de Cargas

+X: 1.00 -X:1.00

+Y: 1.00 -Y:1.00

Cargas de viento		
Planta	Viento X (kN)	Viento Y (kN)
Forjado 1	12.413	16.511

Conforme al artículo 3.3.2., apartado 2 del Documento Básico AE, se ha considerado que las fuerzas de viento por planta, en cada dirección del análisis, actúan con una excentricidad de $\pm 5\%$ de la dimensión máxima del edificio.

4.3.- Sismo

Sin acción de sismo

4.4.- Hipótesis de carga

Automáticas	Peso propio Cargas muertas Sobrecarga de uso Viento +X exc.+ Viento +X exc.- Viento -X exc.+ Viento -X exc.- Viento +Y exc.+ Viento +Y exc.- Viento -Y exc.+ Viento -Y exc.-	
Adicionales	Referencia	Naturaleza
	N 1	Nieve

4.5.- Listado de cargas

Cargas especiales introducidas (en kN, kN/m y kN/m²)

Grupo	Hipótesis	Tipo	Valor	Coordenadas
Forjado 1	Cargas muertas	Puntual	15.00	(3.27,2.13)
	Cargas muertas	Puntual	15.00	(3.25,6.25)

Listado de datos de la obra

5.- ESTADOS LÍMITE

E.L.U. de rotura. Hormigón	CTE
E.L.U. de rotura. Hormigón en cimentaciones	Cota de nieve: Altitud inferior o igual a 1000 m
Tensiones sobre el terreno	Acciones características
Desplazamientos	

6.- SITUACIONES DE PROYECTO

Para las distintas situaciones de proyecto, las combinaciones de acciones se definirán de acuerdo con los siguientes criterios:

- Con coeficientes de combinación

$$\sum_{j \geq 1} \gamma_{Gj} G_{kj} + \gamma_P P_k + \gamma_{Q1} \Psi_{p1} Q_{k1} + \sum_{i > 1} \gamma_{Qi} \Psi_{ai} Q_{ki}$$

- Sin coeficientes de combinación

$$\sum_{j \geq 1} \gamma_{Gj} G_{kj} + \gamma_P P_k + \sum_{i \geq 1} \gamma_{Qi} Q_{ki}$$

- Donde:

G_k Acción permanente

P_k Acción de pretensado

Q_k Acción variable

γ_G Coeficiente parcial de seguridad de las acciones permanentes

γ_P Coeficiente parcial de seguridad de la acción de pretensado

$\gamma_{Q,1}$ Coeficiente parcial de seguridad de la acción variable principal

$\gamma_{Q,i}$ Coeficiente parcial de seguridad de las acciones variables de acompañamiento

$\Psi_{p,1}$ Coeficiente de combinación de la acción variable principal

$\Psi_{a,i}$ Coeficiente de combinación de las acciones variables de acompañamiento

6.1.- Coeficientes parciales de seguridad (γ) y coeficientes de combinación (ψ)

Para cada situación de proyecto y estado limite los coeficientes a utilizar serán:

E.L.U. de rotura. Hormigón: EHE-08

Persistente o transitoria				
	Coeficientes parciales de seguridad (γ)		Coeficientes de combinación (ψ)	
	Favorable	Desfavorable	Principal (ψ_p)	Acompañamiento (ψ_a)
Carga permanente (G)	1.000	1.350	-	-
Sobrecarga (Q)	0.000	1.500	1.000	0.700
Viento (Q)	0.000	1.500	1.000	0.600
Nieve (Q)	0.000	1.500	1.000	0.500

Listado de datos de la obra

E.L.U. de rotura. Hormigón en cimentaciones: EHE-08 / CTE DB-SE C

Persistente o transitoria				
	Coeficientes parciales de seguridad (γ)		Coeficientes de combinación (ψ)	
	Favorable	Desfavorable	Principal (ψ_p)	Acompañamiento (ψ_a)
Carga permanente (G)	1.000	1.600	-	-
Sobrecarga (Q)	0.000	1.600	1.000	0.700
Viento (Q)	0.000	1.600	1.000	0.600
Nieve (Q)	0.000	1.600	1.000	0.500

Tensiones sobre el terreno

Característica				
	Coeficientes parciales de seguridad (γ)		Coeficientes de combinación (ψ)	
	Favorable	Desfavorable	Principal (ψ_p)	Acompañamiento (ψ_a)
Carga permanente (G)	1.000	1.000	-	-
Sobrecarga (Q)	0.000	1.000	1.000	1.000
Viento (Q)	0.000	1.000	1.000	1.000
Nieve (Q)	0.000	1.000	1.000	1.000

Desplazamientos

Característica				
	Coeficientes parciales de seguridad (γ)		Coeficientes de combinación (ψ)	
	Favorable	Desfavorable	Principal (ψ_p)	Acompañamiento (ψ_a)
Carga permanente (G)	1.000	1.000	-	-
Sobrecarga (Q)	0.000	1.000	1.000	1.000
Viento (Q)	0.000	1.000	1.000	1.000
Nieve (Q)	0.000	1.000	1.000	1.000

7.- DATOS GEOMÉTRICOS DE GRUPOS Y PLANTAS

Grupo	Nombre del grupo	Planta	Nombre planta	Altura	Cota
1	Forjado 1	1	Forjado 1	3.75	3.75
0	Cimentación				0.00

Listado de datos de la obra

8.- DATOS GEOMÉTRICOS DE PILARES, PANTALLAS Y MUROS

8.1.- Pilares

GI: grupo inicial

GF: grupo final

Ang: ángulo del pilar en grados sexagesimales

Datos de los pilares

Referencia	Coord(P.Fijo)	GI- GF	Vinculación exterior	Ang.	Punto fijo
P1	(0.30, 0.30)	0-1	Sin vinculación exterior	0.0	Esq. sup. der.
P2	(0.30, 4.15)	0-1	Sin vinculación exterior	0.0	Mitad derecha
P3	(-0.00, 8.30)	0-1	Sin vinculación exterior	0.0	Esq. sup. izq.
P4	(6.50, 8.30)	0-1	Sin vinculación exterior	0.0	Esq. sup. der.
P5	(6.50, 4.15)	0-1	Sin vinculación exterior	0.0	Mitad derecha
P6	(6.50, 0.15)	0-1	Sin vinculación exterior	0.0	Mitad derecha

9.- DIMENSIONES, COEFICIENTES DE EMPOTRAMIENTO Y COEFICIENTES DE PANDEO PARA CADA PLANTA

Para todos los pilares						
Planta	Dimensiones (cm)	Coeficiente de empotramiento		Coeficiente de pandeo		Coeficiente de rigidez axil
		Cabeza	Pie	X	Y	
1	30x30	0.30	1.00	1.00	1.00	2.00

10.- LISTADO DE PAÑOS

Placas aligeradas consideradas

Nombre	Descripción
Rodiñas 20+5/120	<p>Prefabricados Rodiñas, S.L.</p> <p>Canto total del forjado: 25 cm</p> <p>Espesor de la capa de compresión: 5 cm</p> <p>Ancho de la placa: 1200 mm</p> <p>Ancho mínimo de la placa: 120 mm</p> <p>Entrega mínima: 7 cm</p> <p>Entrega máxima: 15 cm</p> <p>Entrega lateral: 5 cm</p> <p>Hormigón de la placa: HA-40, Yc=1.5</p> <p>Hormigón de la capa y juntas: HA-25, Yc=1.5</p> <p>Acero de negativos: B 500 S, Ys=1.15</p> <p>Peso propio: 4.2183 kN/m²</p> <p>Volumen de hormigón: 0.058 m³/m²</p>

10.1.- Autorización de uso

Ficha de características técnicas del forjado de placas aligeradas:

Rodiñas 20+5/120

Listado de datos de la obra

Prefabricados Rodiñas, S.L.
 Canto total del forjado: 25 cm
 Espesor de la capa de compresión: 5 cm
 Ancho de la placa: 1200 mm
 Ancho mínimo de la placa: 120 mm
 Entrega mínima: 7 cm
 Entrega máxima: 15 cm
 Entrega lateral: 5 cm
 Hormigón de la placa: HA-40, $Y_c=1.5$
 Hormigón de la capa y juntas: HA-25, $Y_c=1.5$
 Acero de negativos: B 500 S, $Y_s=1.15$
 Peso propio: 4.2183 kN/m²
 Volumen de hormigón: 0.058 m³/m²

Esfuerzos por bandas de 1 m

Referencia	Flexión positiva							Cortante Último Md > Mg Md < Mg kN/m	
	Momento Último Fisura kN·m/m		Rigidez Total Fisura kN·m²/m		Momento de servicio				
					Según la clase de exposición (1)				
					I	II	III		
					kN·m/m				
ROD 20 T.1	56.7	49.3	31244.9	2030.7	30.5	49.3	58.8	94.9	111.6
ROD 20 T.2	79.3	61.2	31490.1	2746.8	42.3	61.2	70.9	105.9	123.5
ROD 20 T.3	96.5	74.5	31705.9	3423.7	55.4	74.5	84.3	113.1	130.7
ROD 20 T.4	118.9	90.8	31990.4	4287.0	71.4	90.8	100.7	126.0	143.4
ROD 20 T.5	139.5	107.2	32216.0	5052.2	87.6	107.2	117.2	134.7	151.8
ROD 20 T.6	155.3	119.7	32431.9	5650.6	99.9	119.7	129.8	141.7	157.4
ROD 20 T.7	176.8	137.9	32755.6	6513.8	117.8	137.9	148.1	151.9	165.2

Refuerzo Superior	Flexión negativa B 500 S, $Y_s=1.15$					
	Momento último		Momento Fisura kN·m/m	Rigidez		Cortante Último kN/m
	Tipo	Macizado		Total	Fisura	
Ø8 c/200	22.9	22.9	35.0	31205.6	608.2	92.3
Ø8 c/170	26.8	26.8	35.1	31293.9	706.3	95.2
Ø8 c/150	30.7	30.7	35.3	31392.0	794.6	98.1
Ø10 c/200	38.6	38.6	35.5	31509.7	922.1	102.0
Ø10 c/170	42.6	42.6	35.8	31656.9	1059.5	106.5
Ø10 c/150	50.5	50.5	36.0	31794.2	1187.0	110.0
Ø12 c/200	54.6	54.6	36.2	31892.3	1265.5	113.9
Ø12 c/170	62.7	62.7	36.6	32088.5	1451.9	120.3
Ø12 c/150	70.8	70.8	37.0	32284.7	1618.7	126.8
Ø16 c/200	95.8	95.8	37.9	32804.6	1991.4	144.0
Ø16 c/170	107.5	107.5	38.6	33138.2	2737.0	150.2
Ø16 c/150	122.7	122.7	39.2	33471.7	3590.5	150.2
Ø20 c/200	141.5	141.5	40.2	33923.0	4806.9	150.2
Ø20 c/170	164.0	164.0	41.2	34413.5	6052.8	150.2
Ø20 c/150	163.4	163.4	42.2	34894.2	6405.9	150.2
Ø20 c/130	176.3	176.3	43.2	35365.1	6494.2	150.2

(1) Según la clase de exposición:

- Clase I: Ambiente agresivo (Ambiente III)
- Clase II: Ambiente exterior (Ambiente II)
- Clase III: Ambiente interior (Ambiente I)

11.- LOSAS Y ELEMENTOS DE CIMENTACIÓN

Listado de datos de la obra

Losas cimentación	Canto (cm)	Módulo balasto (kN/m ³)	Tensión admisible en situaciones persistentes (MPa)	Tensión admisible en situaciones accidentales (MPa)
Todas	40	300000.00	0.500	0.625

12.- MATERIALES UTILIZADOS

12.1.- Hormigones

Elemento	Hormigón	f_{ck} (MPa)	γ_c	Árido		E_c (MPa)
				Naturaleza	Tamaño máximo (mm)	
Vigas y losas de cimentación	HA-25	25	1.50	Cuarcita	15	27264
Forjados	HA-30	30	1.50	Cuarcita	15	28577
Pilares y pantallas	HA-30	30	1.50	Cuarcita	15	28577
Muros	HA-30	30	1.50	Cuarcita	15	28577

12.2.- Aceros por elemento y posición

12.2.1.- Aceros en barras

Elemento	Acero	f_{yk} (MPa)	γ_s
Todos	B 500 S	500	1.15

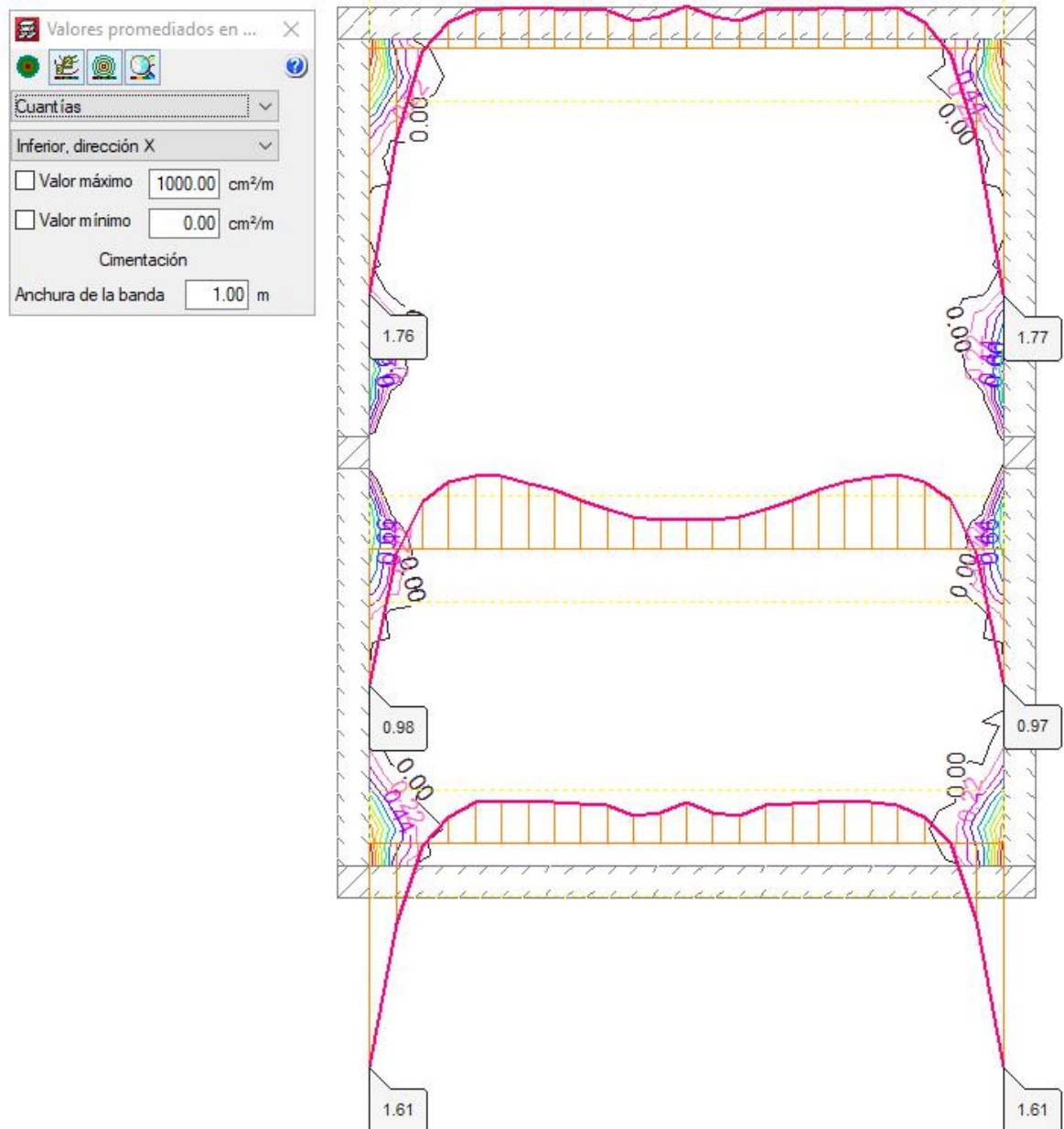
12.2.2.- Aceros en perfiles

Tipo de acero para perfiles	Acero	Límite elástico (MPa)	Módulo de elasticidad (GPa)
Acero conformado	S235	235	210
Acero laminado	S275	275	210

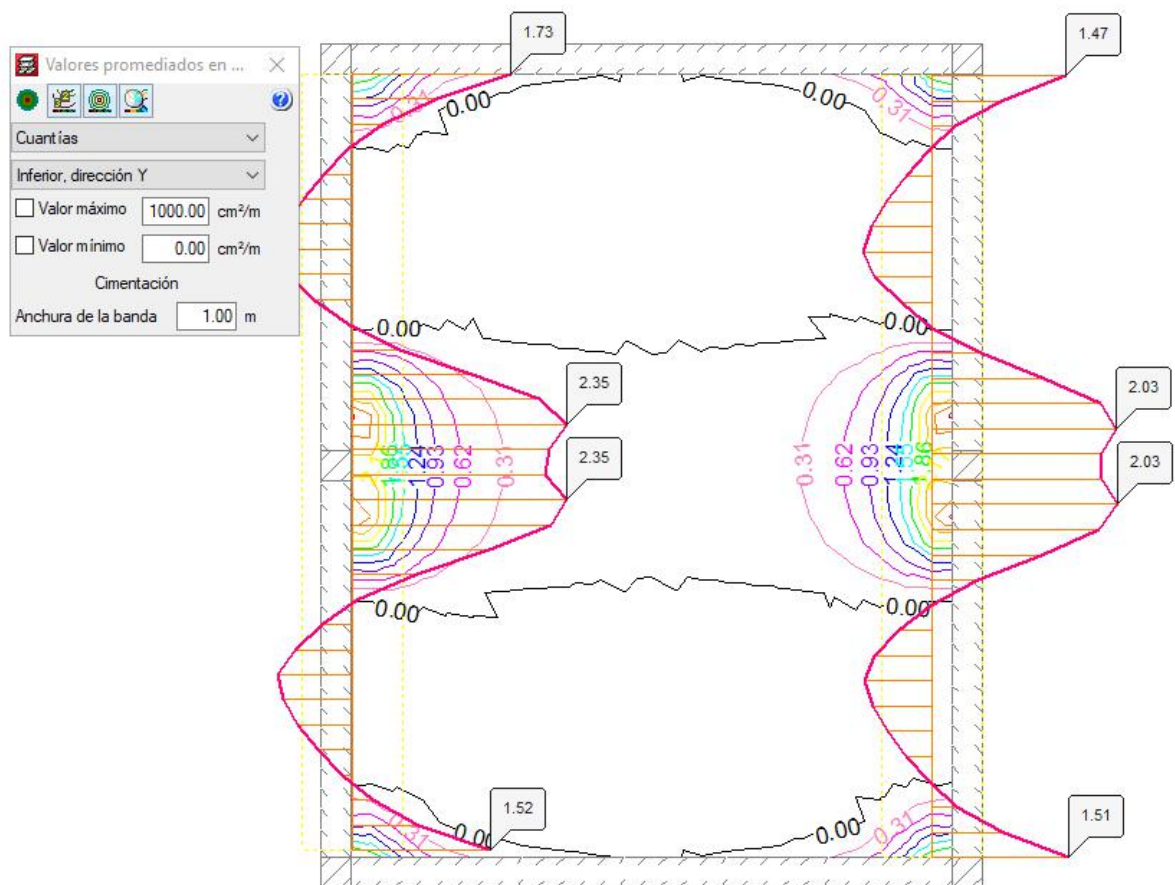
C.3.2. CIMENTACION

LOSA MACIZA $e = 0.40$ m

CUANTÍA INFERIOR EN DIRECCIÓN X (cm^2/m)



CUANTÍA INFERIOR EN DIRECCIÓN Y (cm^2/m)



CUANTÍA SUPERIOR EN DIRECCIÓN X (cm^2/m)

Valores promediados en ...

Cuantías

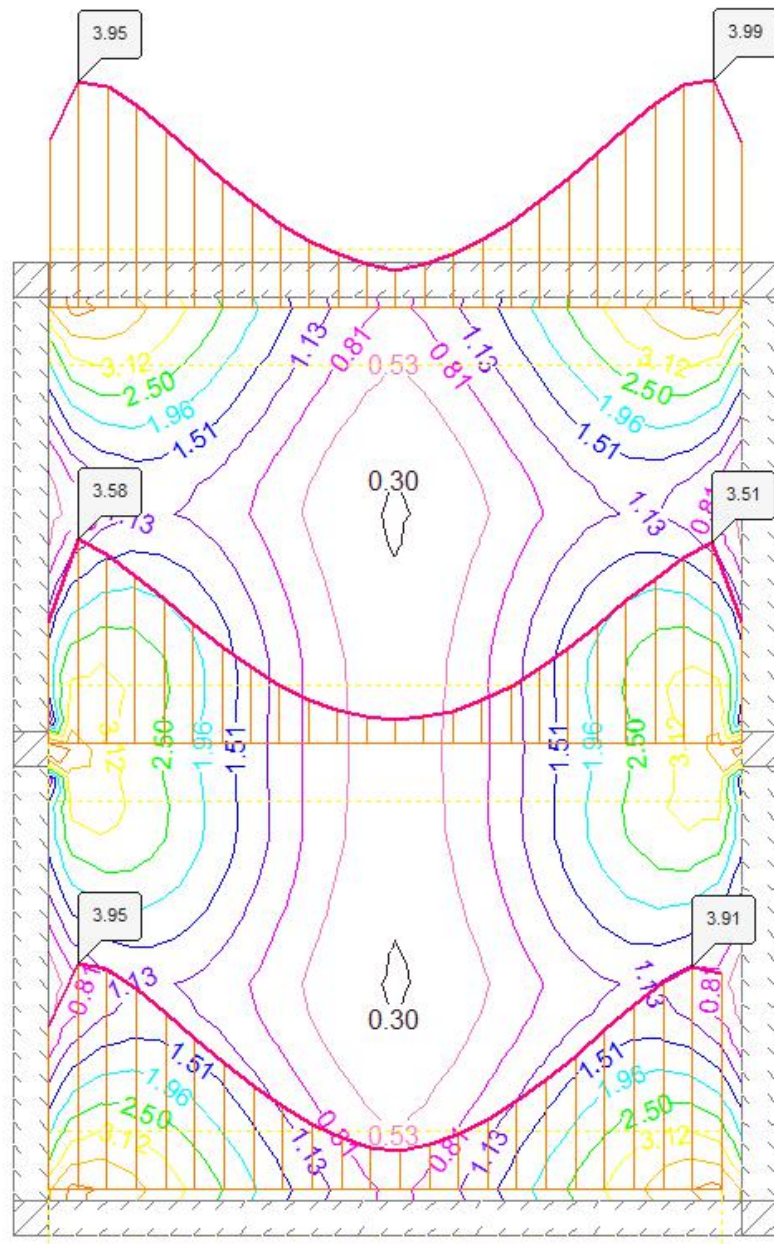
Superior, dirección X

☐ Valor máximo 1000.00 cm^2/m

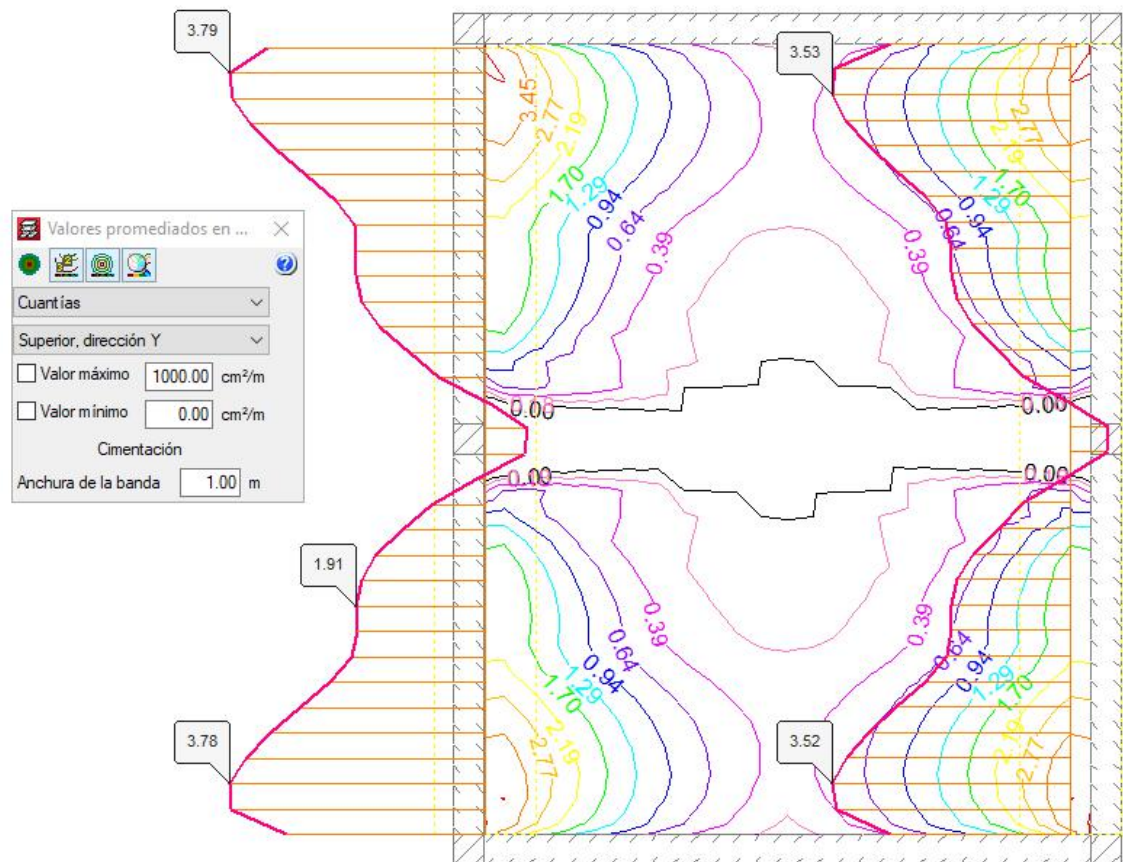
☐ Valor mínimo 0.00 cm^2/m

Cimentación

Anchura de la banda 1.00 m

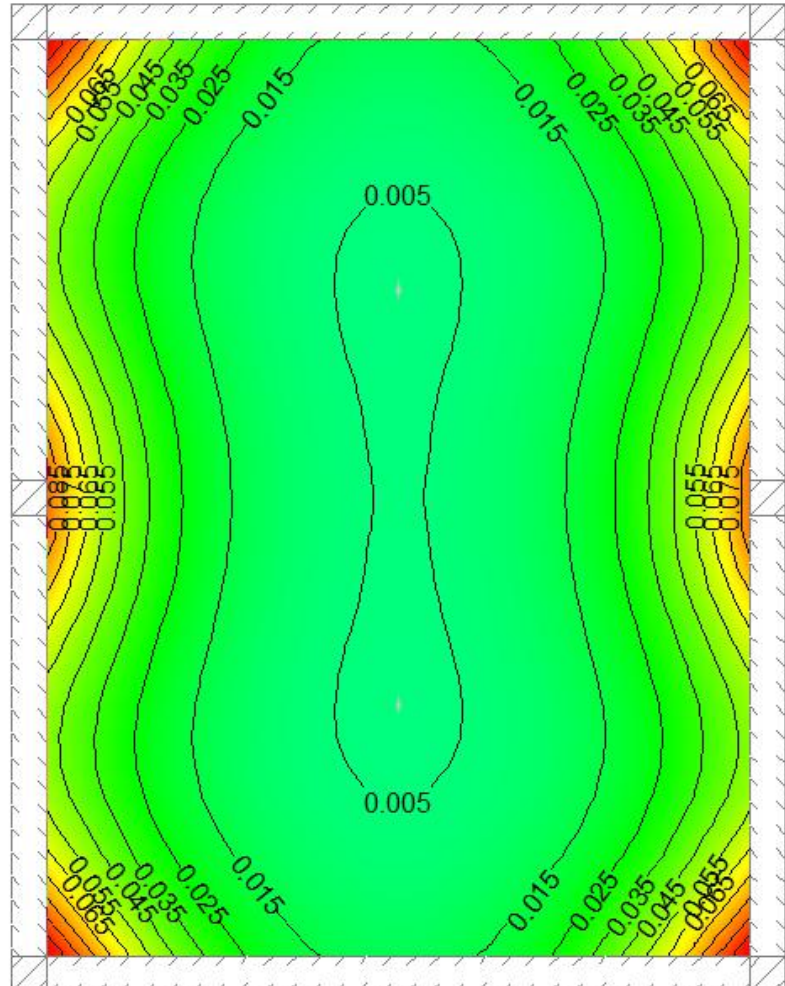
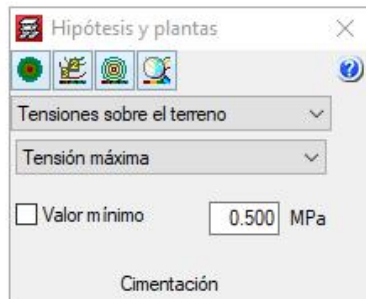


CUANTÍA SUPERIOR EN DIRECCIÓN Y (cm^2/m)

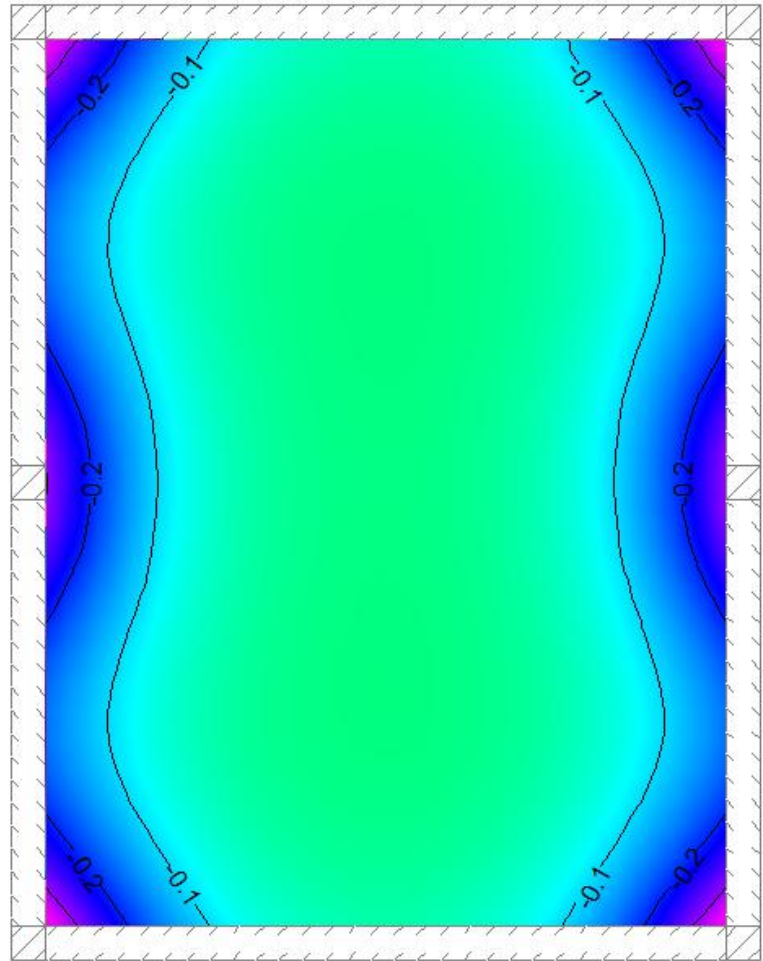
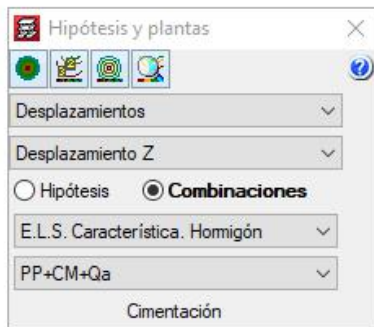


LOSA MACIZA $e = 0.40$ m.

TENSIONES (MPa)



ASIENTOS PP+CM+SCU (mm)



Tensiones del terreno bajo vigas de cimentación

Cimentación

Tensión admisible en situaciones persistentes: 0.100 MPa

Tensión admisible en situaciones accidentales: 0.125 MPa

Situaciones persistentes o transitorias					
Viga			Tensión media (MPa)	Tensión en bordes (MPa)	Estado
Pórtico	Tramo	Dimensión			
1	P1-P6	30x40	0.044	0.048	Cumple
2	P3-P4	30x40	0.044	0.049	Cumple
3	P1-P2	30x40	0.045	0.050	Cumple
3	P2-P3	30x40	0.045	0.050	Cumple
4	P6-P5	30x40	0.045	0.050	Cumple
4	P5-P4	30x40	0.045	0.050	Cumple

C.3.3. PILARES

ÍNDICE

1.- NOTACIÓN (PILARES).....	2
2.- PILARES.....	2
2.1.- P1.....	2
2.2.- P2.....	2
2.3.- P3.....	2
2.4.- P4.....	3
2.5.- P5.....	3
2.6.- P6.....	3

1.- NOTACIÓN (PILARES)

En las tablas de comprobación de pilares de acero no se muestran las comprobaciones con coeficiente de aprovechamiento inferior al 10%.

Disp.: Disposiciones relativas a las armaduras

Arm.: Armadura mínima y máxima

Q: Estado límite de agotamiento frente a cortante

N,M: Estado límite de agotamiento frente a solicitaciones normales

2.- PILARES

2.1.- P1

Sección de hormigón															
Tramo	Dimensión (cm)	Posición	Comprobaciones					Esfuerzos p _s imos							Estado
			Disp.	Arm.	Q (%)	N,M (%)	Aprov. (%)	Naturaleza	Comp.	N (kN)	Mxx (kN-m)	Myy (kN-m)	Qx (kN)	Qy (kN)	
Forjado 1 (0 - 4 m)	30x30	Cabeza	Cumple	Cumple	13.9	35.8	35.8	G, Q, V ⁽²⁾	Q,N,M	90.3	1.6	18.9	-9.2	0.8	Cumple
		3 m	Cumple	Cumple	13.9	35.8	35.8	G, Q, V ⁽²⁾	Q,N,M	90.3	1.6	18.9	-9.2	0.8	Cumple
		0.6 m	Cumple	Cumple	13.9	35.8	35.8	G, Q, V ⁽²⁾	Q,N,M	90.3	1.6	18.9	-9.2	0.8	Cumple
		Pie	Cumple	Cumple	13.7	25.2	25.2	G, Q, V ⁽²⁾	Q	100.7	4.4	-13.4	-9.2	0.8	Cumple
Cimentación	30x30	Arranque	N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽¹⁾	2.0	25.2	25.2	G, Q, V ⁽²⁾	Q	100.7	4.4	-13.4	-9.2	0.8	Cumple
								G, V ⁽³⁾	N,M	65.9	12.7	-4.8	-4.4	4.3	Cumple

Notas:
⁽¹⁾ La comprobación no procede
⁽²⁾ 1.35-PP+1.35-CM+1.05-Qa+1.5-V(-Xexc.-)
⁽³⁾ PP+CM+1.5-V(+Yexc.-)

2.2.- P2

Sección de hormigón															
Tramo	Dimensión (cm)	Posición	Comprobaciones					Esfuerzos p _s imos							Estado
			Disp.	Arm.	Q (%)	N,M (%)	Aprov. (%)	Naturaleza	Comp.	N (kN)	Mxx (kN-m)	Myy (kN-m)	Qx (kN)	Qy (kN)	
Forjado 1 (0 - 4 m)	30x30	Cabeza	Cumple	Cumple	19.6	47.4	47.4	G, Q, V ⁽²⁾	Q,N,M	183.3	-0.2	30.8	-15.4	0.2	Cumple
		3 m	Cumple	Cumple	19.6	47.4	47.4	G, Q, V ⁽²⁾	Q,N,M	183.3	-0.2	30.8	-15.4	0.2	Cumple
		0.6 m	Cumple	Cumple	19.6	47.4	47.4	G, Q, V ⁽²⁾	Q,N,M	183.3	-0.2	30.8	-15.4	0.2	Cumple
		Pie	Cumple	Cumple	19.3	28.1	28.1	G, Q, V ⁽²⁾	Q,N,M	193.8	0.5	-22.9	-15.4	0.2	Cumple
Cimentación	30x30	Arranque	N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽¹⁾	3.1	28.1	28.1	G, Q, V ⁽²⁾	Q,N,M	193.8	0.5	-22.9	-15.4	0.2	Cumple

Notas:
⁽¹⁾ La comprobación no procede
⁽²⁾ 1.35-PP+1.35-CM+1.05-Qa+1.5-V(-Xexc.-)

2.3.- P3

Sección de hormigón															
Tramo	Dimensión (cm)	Posición	Comprobaciones					Esfuerzos p _s imos							Estado
			Disp.	Arm.	Q (%)	N,M (%)	Aprov. (%)	Naturaleza	Comp.	N (kN)	Mxx (kN-m)	Myy (kN-m)	Qx (kN)	Qy (kN)	
Forjado 1 (0 - 4 m)	30x30	Cabeza	Cumple	Cumple	14.0	35.8	35.8	G, Q, V ⁽²⁾	Q,N,M	90.5	-1.6	18.9	-9.2	-0.8	Cumple
		3 m	Cumple	Cumple	14.0	35.8	35.8	G, Q, V ⁽²⁾	Q,N,M	90.5	-1.6	18.9	-9.2	-0.8	Cumple
		0.6 m	Cumple	Cumple	14.0	35.8	35.8	G, Q, V ⁽²⁾	Q,N,M	90.5	-1.6	18.9	-9.2	-0.8	Cumple
		Pie	Cumple	Cumple	13.7	25.2	25.2	G, Q, V ⁽²⁾	Q	100.9	-4.4	-13.4	-9.2	-0.8	Cumple
Cimentación	30x30	Arranque	N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽¹⁾	2.0	25.2	25.2	G, Q, V ⁽²⁾	Q	100.9	-4.4	-13.4	-9.2	-0.8	Cumple
								G, V ⁽³⁾	N,M	66.0	-12.7	-4.8	-4.4	-4.3	Cumple

Notas:
⁽¹⁾ La comprobación no procede
⁽²⁾ 1.35-PP+1.35-CM+1.05-Qa+1.5-V(-Xexc.-)
⁽³⁾ PP+CM+1.5-V(-Yexc.-)

2.4.- P4

Sección de hormigón															
Tramo	Dimensión (cm)	Posición	Comprobaciones					Esfuerzos pésimos							Estado
			Disp.	Arm.	Q (%)	N,M (%)	Aprov. (%)	Naturaleza	Comp.	N (kN)	Mxx (kN-m)	Myy (kN-m)	Qx (kN)	Qy (kN)	
Forjado 1 (0 - 4 m)	30x30	Cabeza	Cumple	Cumple	14.0	36.0	36.0	G, Q, V ⁽²⁾	Q,N,M	90.5	-1.6	-19.0	9.3	-0.8	Cumple
		3 m	Cumple	Cumple	14.0	36.0	36.0	G, Q, V ⁽²⁾	Q,N,M	90.5	-1.6	-19.0	9.3	-0.8	Cumple
		0.6 m	Cumple	Cumple	14.0	36.0	36.0	G, Q, V ⁽²⁾	Q,N,M	90.5	-1.6	-19.0	9.3	-0.8	Cumple
		Pie	Cumple	Cumple	13.7	25.3	25.3	G, Q, V ⁽²⁾	Q	100.9	-4.4	13.5	9.3	-0.8	Cumple
								G, V ⁽³⁾	N,M	66.0	-12.7	4.9	4.5	-4.3	
Cimentación	30x30	Arranque	N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽¹⁾	2.0	25.3	25.3	G, Q, V ⁽²⁾	Q	100.9	-4.4	13.5	9.3	-0.8	Cumple
								G, V ⁽³⁾	N,M	66.0	-12.7	4.9	4.5	-4.3	

Notas:
⁽¹⁾ La comprobación no procede
⁽²⁾ 1.35-PP+1.35-CM+1.05-Qa+1.5-V(+Xexc.+)
⁽³⁾ PP+CM+1.5-V(-Yexc.+)

2.5.- P5

Sección de hormigón															
Tramo	Dimensión (cm)	Posición	Comprobaciones					Esfuerzos pésimos							Estado
			Disp.	Arm.	Q (%)	N,M (%)	Aprov. (%)	Naturaleza	Comp.	N (kN)	Mxx (kN-m)	Myy (kN-m)	Qx (kN)	Qy (kN)	
Forjado 1 (0 - 4 m)	30x30	Cabeza	Cumple	Cumple	19.4	46.0	46.0	G, Q, V ⁽²⁾	Q,N,M	183.3	-0.2	-30.8	15.2	0.2	Cumple
		3 m	Cumple	Cumple	19.4	46.0	46.0	G, Q, V ⁽²⁾	Q,N,M	183.3	-0.2	-30.8	15.2	0.2	Cumple
		0.6 m	Cumple	Cumple	19.4	46.0	46.0	G, Q, V ⁽²⁾	Q,N,M	183.3	-0.2	-30.8	15.2	0.2	Cumple
		Pie	Cumple	Cumple	19.1	29.0	29.0	G, Q, V ⁽²⁾	Q	193.8	0.5	22.5	15.2	0.2	Cumple
								G, Q, V ⁽³⁾	N,M	193.8	-0.5	22.5	15.2	-0.2	
Cimentación	30x30	Arranque	N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽¹⁾	3.1	29.0	29.0	G, Q, V ⁽²⁾	Q	193.8	0.5	22.5	15.2	0.2	Cumple
								G, Q, V ⁽³⁾	N,M	193.8	-0.5	22.5	15.2	-0.2	

Notas:
⁽¹⁾ La comprobación no procede
⁽²⁾ 1.35-PP+1.35-CM+1.05-Qa+1.5-V(+Xexc.-)
⁽³⁾ 1.35-PP+1.35-CM+1.05-Qa+1.5-V(+Xexc.+)

2.6.- P6

Sección de hormigón															
Tramo	Dimensión (cm)	Posición	Comprobaciones					Esfuerzos pésimos							Estado
			Disp.	Arm.	Q (%)	N,M (%)	Aprov. (%)	Naturaleza	Comp.	N (kN)	Mxx (kN-m)	Myy (kN-m)	Qx (kN)	Qy (kN)	
Forjado 1 (0 - 4 m)	30x30	Cabeza	Cumple	Cumple	14.0	35.9	35.9	G, Q, V ⁽²⁾	Q,N,M	90.3	1.6	-18.9	9.2	0.8	Cumple
		3 m	Cumple	Cumple	14.0	35.9	35.9	G, Q, V ⁽²⁾	Q,N,M	90.3	1.6	-18.9	9.2	0.8	Cumple
		0.6 m	Cumple	Cumple	14.0	35.9	35.9	G, Q, V ⁽²⁾	Q,N,M	90.3	1.6	-18.9	9.2	0.8	Cumple
		Pie	Cumple	Cumple	13.7	25.3	25.3	G, Q, V ⁽²⁾	Q	100.7	4.4	13.5	9.2	0.8	Cumple
								G, V ⁽³⁾	N,M	65.9	12.7	4.9	4.4	4.3	
Cimentación	30x30	Arranque	N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽¹⁾	2.0	25.3	25.3	G, Q, V ⁽²⁾	Q	100.7	4.4	13.5	9.2	0.8	Cumple
								G, V ⁽³⁾	N,M	65.9	12.7	4.9	4.4	4.3	

Notas:
⁽¹⁾ La comprobación no procede
⁽²⁾ 1.35-PP+1.35-CM+1.05-Qa+1.5-V(+Xexc.-)
⁽³⁾ PP+CM+1.5-V(+Yexc.+)

Distorsiones de pilares, pantallas y muros

Nombre Obra: 3F EDIFICIO DE BOMBEO_r01

Fecha: 24/03/20

ETAP TORRELAGUNA

▪ h: Altura del nivel respecto al inmediato inferior

▪ Distorsión:

Absoluta: Diferencia entre los desplazamientos de un nivel y los del inmediatamente inferior

Relativa: Relación entre la altura y la distorsión absoluta

▪ Origen:

G: Sólo gravitatorias

GV: Gravitatorias + viento

▪ Nota:

Las diferentes normas suelen limitar el valor de la distorsión relativa entre plantas y de la distorsión total (desplome) del edificio.

El valor absoluto se utilizará para definir las juntas sísmicas. El valor relativo suele limitarse en función de la altura de la planta 'h'. Se comprueba el valor 'Total' tomando en ese caso como valor de 'h' la altura total.

Situaciones persistentes o transitorias									
Pilar	Planta	Cota (m)	h (m)	Distorsión X			Distorsión Y		
				Absoluta (m)	Relativa	Origen	Absoluta (m)	Relativa	Origen
P1	Forjado 1	3.75	3.75	0.0011	h / 3410	GV	0.0015	h / 2500	GV
	Cimentación	0.00							
	Total		3.75	0.0011	h / 3410	GV	0.0015	h / 2500	GV
P2	Forjado 1	3.75	3.75	0.0010	h / 3750	GV	0.0015	h / 2500	GV
	Cimentación	0.00							
	Total		3.75	0.0010	h / 3750	GV	0.0015	h / 2500	GV
P3	Forjado 1	3.75	3.75	0.0011	h / 3410	GV	0.0015	h / 2500	GV
	Cimentación	0.00							
	Total		3.75	0.0011	h / 3410	GV	0.0015	h / 2500	GV
P4	Forjado 1	3.75	3.75	0.0011	h / 3410	GV	0.0015	h / 2500	GV
	Cimentación	0.00							
	Total		3.75	0.0011	h / 3410	GV	0.0015	h / 2500	GV
P5	Forjado 1	3.75	3.75	0.0010	h / 3750	GV	0.0015	h / 2500	GV
	Cimentación	0.00							
	Total		3.75	0.0010	h / 3750	GV	0.0015	h / 2500	GV
P6	Forjado 1	3.75	3.75	0.0011	h / 3410	GV	0.0015	h / 2500	GV
	Cimentación	0.00							
	Total		3.75	0.0011	h / 3410	GV	0.0015	h / 2500	GV

Valores máximos

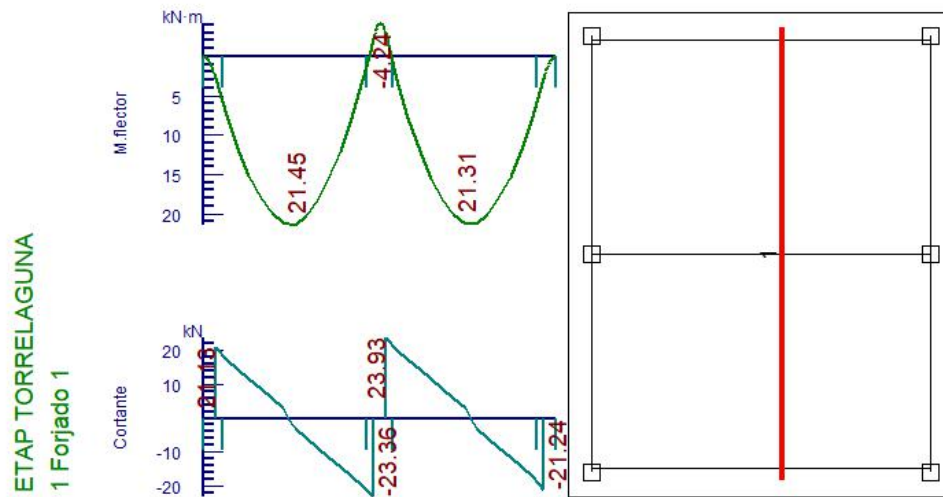
Desplome local máximo de los pilares (d / h)		
Planta	Situaciones persistentes o transitorias	
	Dirección X	Dirección Y
Forjado 1	1 / 3410 (P1, ...)	1 / 2500 (P1, ...)

Desplome total máximo de los pilares (D / H)	
Situaciones persistentes o transitorias	
Dirección X	Dirección Y
1 / 3410 (P1, ...)	1 / 2500 (P1, ...)

C.3.4. FORJADO

LISTADO DE ESFUERZOS EN PLACAS ALIGERADAS 20+5/120

PLANTA CUBIERTA



ÍNDICE

1.- VIGAS.....2

1.1.- Forjado 1.....2

1.- VIGAS

1.1.- Forjado 1

Vigas	COMPROBACIONES DE RESISTENCIA (INSTRUCCIÓN DE HORMIGÓN ESTRUCTURAL EHE-08)															Estado
	Disp.	Arm.	Q	N,M	T _c	T _{st}	T _{sl}	TNM _x	TV _x	TV _y	TV _s	TV _s	T _{Geom.}	T _{Disp_{sl}}	T _{Disp_{st}}	
P1 - P6	Cumple	Cumple	'5.442 m' η = 73.8	'2.557 m' η = 82.4	N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽²⁾	N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽¹⁾	CUMPLE h = 82.4
P2 - P5	'0.000 m' Error ⁽¹⁾	Cumple	'5.442 m' η = 92.9	'2.557 m' η = 103.5	N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽²⁾	N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽¹⁾	ERROR
P3 - P4	Cumple	Cumple	'5.442 m' η = 76.6	'2.557 m' η = 91.2	N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽²⁾	N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽¹⁾	CUMPLE h = 91.2
P1 - P2	Cumple	Cumple	'3.492 m' η = 19.5	'P2' η = 42.2	N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽²⁾	N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽¹⁾	CUMPLE h = 42.2
P2 - P3	Cumple	Cumple	'0.208 m' η = 19.5	'P2' η = 42.2	N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽²⁾	N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽¹⁾	CUMPLE h = 42.2
P6 - P5	Cumple	Cumple	'3.492 m' η = 19.5	'P5' η = 42.3	N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽²⁾	N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽¹⁾	CUMPLE h = 42.3
P5 - P4	Cumple	Cumple	'0.208 m' η = 19.5	'P5' η = 42.3	N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽²⁾	N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽¹⁾	CUMPLE h = 42.3
Notación: Disp.: Disposiciones relativas a las armaduras Arm.: Armadura mínima y máxima Q: Estado límite de agotamiento frente a cortante (combinaciones no sísmicas) N,M: Estado límite de agotamiento frente a solicitaciones normales (combinaciones no sísmicas) T _c : Estado límite de agotamiento por torsión. Compresión oblicua. T _{st} : Estado límite de agotamiento por torsión. Tracción en el alma. T _{sl} : Estado límite de agotamiento por torsión. Tracción en las armaduras longitudinales. TNM _x : Estado límite de agotamiento por torsión. Interacción entre torsión y esfuerzos normales. Flexión alrededor del eje X. TV _x : Estado límite de agotamiento por torsión. Interacción entre torsión y cortante en el eje X. Compresión oblicua TV _y : Estado límite de agotamiento por torsión. Interacción entre torsión y cortante en el eje Y. Compresión oblicua TV _s : Estado límite de agotamiento por torsión. Interacción entre torsión y cortante en el eje X. Tracción en el alma. TV _s : Estado límite de agotamiento por torsión. Interacción entre torsión y cortante en el eje Y. Tracción en el alma. T _{Geom.} : Estado límite de agotamiento por torsión. Relación entre las dimensiones de la sección. T _{Disp_{sl}} : Estado límite de agotamiento por torsión. Separación entre las barras de la armadura longitudinal. T _{Disp_{st}} : Estado límite de agotamiento por torsión. Separación entre las barras de la armadura transversal. x: Distancia al origen de la barra η: Coeficiente de aprovechamiento (%) N.P.: No procede																
Comprobaciones que no proceden (N.P.): ⁽¹⁾ La comprobación del estado límite de agotamiento por torsión no procede, ya que no hay momento torsor. ⁽²⁾ La comprobación no procede, ya que no hay interacción entre torsión y esfuerzos normales.																
Errores: ⁽¹⁾ No cumple: 'Disposiciones relativas a las armaduras' (Armado longitudinal)																

Vigas	COMPROBACIONES DE FISURACIÓN (INSTRUCCIÓN DE HORMIGÓN ESTRUCTURAL EHE-08)									Estado
	σ _c	W _{k,C,sup.}	W _{k,C,Lat.Der.}	W _{k,C,inf.}	W _{k,C,Lat.Alq.}	W _{k,C,Sup.Alq.}	W _{k,C,Lat.Lq.}	σ _{sr}	V _{fs}	
P1 - P6	x: 2.95 m Cumple	N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽¹⁾	x: 2.95 m Cumple	x: 2.95 m Cumple	N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽¹⁾	x: 4.916 m Cumple	Cumple	CUMPLE

Vigas	COMPROBACIONES DE FISURACIÓN (INSTRUCCIÓN DE HORMIGÓN ESTRUCTURAL EHE-08)										Estado
	σ _c	W _{k,C,sup.}	W _{k,C,Lat.Der.}	W _{k,C,Sup.Alq.}	W _{k,C,Lat.Alq.}	W _{k,C,inf.}	W _{k,C,Lat.Lq.}	W _{k,C,Sup.Lq.}	σ _{sr}	V _{fs}	
P2 - P5	x: 2.95 m Cumple	N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽¹⁾	x: 2.95 m No cumple	x: 2.95 m No cumple	x: 2.95 m No cumple	N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽¹⁾	x: 4.916 m Cumple	NO CUMPLE

Vigas	COMPROBACIONES DE FISURACIÓN (INSTRUCCIÓN DE HORMIGÓN ESTRUCTURAL EHE-08)									Estado
	σ _c	W _{k,C,sup.}	W _{k,C,Lat.Der.}	W _{k,C,Sup.Alq.}	W _{k,C,Lat.Alq.}	W _{k,C,inf.}	W _{k,C,Lat.Lq.}	σ _{sr}	V _{fs}	
P3 - P4	x: 2.95 m Cumple	N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽¹⁾	x: 2.95 m Cumple	x: 2.95 m Cumple	N.P. ⁽¹⁾	x: 4.916 m Cumple	Cumple	CUMPLE

Vigas	COMPROBACIONES DE FISURACIÓN (INSTRUCCIÓN DE HORMIGÓN ESTRUCTURAL EHE-08)							Estado
	σ _c	W _{k,C,sup.}	W _{k,C,Lat.Der.}	W _{k,C,inf.}	W _{k,C,Lat.Lq.}	σ _{sr}	V _{fs}	
P1 - P2	x: 3.7 m Cumple	N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽¹⁾	Cumple	CUMPLE
P2 - P3	x: 0 m Cumple	N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽¹⁾	Cumple	CUMPLE

Vigas	COMPROBACIONES DE FISURACIÓN (INSTRUCCIÓN DE HORMIGÓN ESTRUCTURAL EHE-08)							Estado
	σ_c	$W_{k,C,sup.}$	$W_{k,C,lat.Der.}$	$W_{k,C,inf.}$	$W_{k,C,lat.Izq.}$	σ_{sr}	V_{fis}	
P6 - P5	x: 3.7 m Cumple	N.P. ⁽²⁾	N.P. ⁽²⁾	N.P. ⁽²⁾	N.P. ⁽²⁾	N.P. ⁽²⁾	Cumple	CUMPLE
P5 - P4	x: 0 m Cumple	N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽¹⁾	Cumple	CUMPLE

Notación:

s_c : Fisuración por compresión
 $W_{k,C,sup.}$: Fisuración por tracción: Cara superior
 $W_{k,C,lat.Der.}$: Fisuración por tracción: Cara lateral derecha
 $W_{k,C,inf.}$: Fisuración por tracción: Cara inferior
 $W_{k,C,lat.Ala Izq.}$: Fisuración por tracción: Cara lateral del ala izquierda
 $W_{k,C,Sup.Ala Izq.}$: Fisuración por tracción: Cara superior del ala izquierda
 $W_{k,C,lat.Izq.Alma}$: Fisuración por tracción: Cara lateral izquierda del alma
 s_{sr} : Área mínima de armadura
 V_{fis} : Fisuración por cortante
 x : Distancia al origen de la barra
 h : Coeficiente de aprovechamiento (%)
N.P.: No procede
 $W_{k,C,lat.Der.Alma}$: Fisuración por tracción: Cara lateral derecha del alma
 $W_{k,C,Sup.Ala Der.}$: Fisuración por tracción: Cara superior del ala derecha
 $W_{k,C,lat.Ala Der.}$: Fisuración por tracción: Cara lateral del ala derecha
 $W_{k,C,lat.Izq.}$: Fisuración por tracción: Cara lateral izquierda

Comprobaciones que no proceden (N.P.):

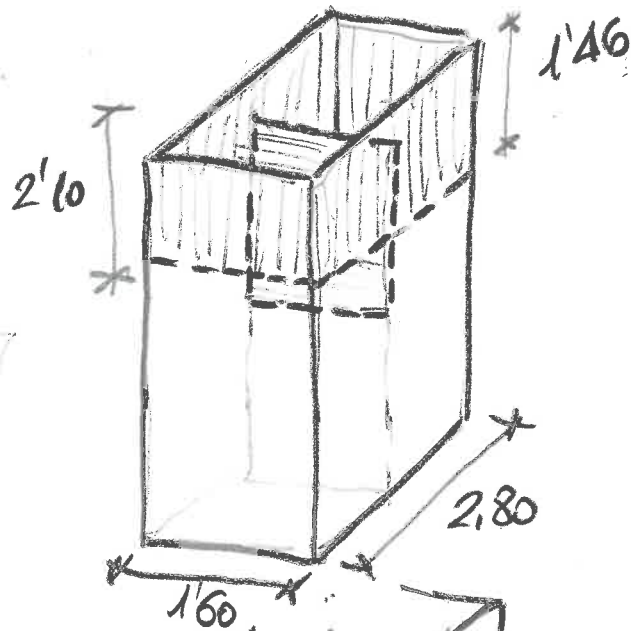
- ⁽¹⁾ La comprobación no procede, ya que la tensión de tracción máxima en el hormigón no supera la resistencia a tracción del mismo.
⁽²⁾ No hay esfuerzos que produzcan tensiones normales para ninguna combinación. Por lo tanto, la comprobación no procede.

Comprobaciones de flecha				
Vigas	Sobrecarga (Característica) $f_{l,Q} \leq f_{l,Q,lim}$ $f_{l,Q,lim} = L/350$	A plazo infinito (Cuasipermanente) $f_{T,max} \leq f_{T,lim}$ $f_{T,lim} = \text{Min.}(L/300, L/500 + 10.00)$	Activa (Característica) $f_{A,max} \leq f_{A,lim}$ $f_{A,lim} = L/300$	Estado
P1 - P6	$f_{l,Q}$: 1.72 mm $f_{l,Q,lim}$: 16.86 mm	$f_{T,max}$: 18.35 mm $f_{T,lim}$: 19.67 mm	$f_{A,max}$: 15.81 mm $f_{A,lim}$: 19.67 mm	CUMPLE
P2 - P5	$f_{l,Q}$: 2.51 mm $f_{l,Q,lim}$: 16.86 mm	$f_{T,max}$: 31.32 mm $f_{T,lim}$: 19.67 mm	$f_{A,max}$: 26.49 mm $f_{A,lim}$: 19.67 mm	NO CUMPLE
P3 - P4	$f_{l,Q}$: 1.93 mm $f_{l,Q,lim}$: 16.86 mm	$f_{T,max}$: 19.89 mm $f_{T,lim}$: 19.67 mm	$f_{A,max}$: 17.34 mm $f_{A,lim}$: 19.67 mm	NO CUMPLE
P1 - P2	$f_{l,Q}$: 0.02 mm $f_{l,Q,lim}$: 10.57 mm	$f_{T,max}$: 0.59 mm $f_{T,lim}$: 12.33 mm	$f_{A,max}$: 0.47 mm $f_{A,lim}$: 12.33 mm	CUMPLE
P2 - P3	$f_{l,Q}$: 0.02 mm $f_{l,Q,lim}$: 10.57 mm	$f_{T,max}$: 0.59 mm $f_{T,lim}$: 12.33 mm	$f_{A,max}$: 0.47 mm $f_{A,lim}$: 12.33 mm	CUMPLE
P6 - P5	$f_{l,Q}$: 0.02 mm $f_{l,Q,lim}$: 10.57 mm	$f_{T,max}$: 0.59 mm $f_{T,lim}$: 12.33 mm	$f_{A,max}$: 0.47 mm $f_{A,lim}$: 12.33 mm	CUMPLE
P5 - P4	$f_{l,Q}$: 0.02 mm $f_{l,Q,lim}$: 10.57 mm	$f_{T,max}$: 0.59 mm $f_{T,lim}$: 12.33 mm	$f_{A,max}$: 0.47 mm $f_{A,lim}$: 12.33 mm	CUMPLE

C.4. ARQUETA DE RECOGIDA DE AGUA DE LAVADO



✚ ARD. LAVADO FILTROS
LINEA 1

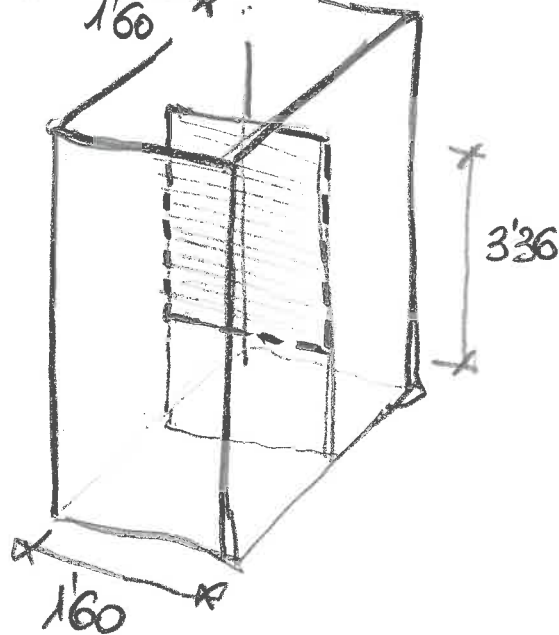


$$e = 0'30$$

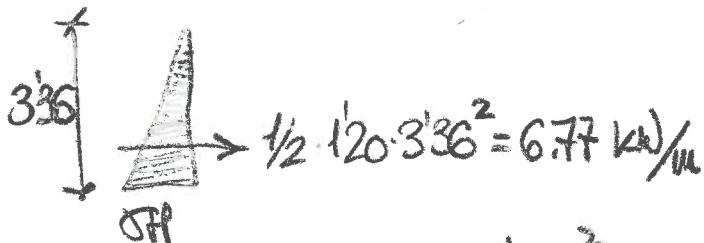
✚ Ø12 / 0'15 A.C.

CONEXIÓN Ø12 / 0'30.

✚ ARD. LAVADO FILTROS
LINEA 2



MURETE INTERIOR:



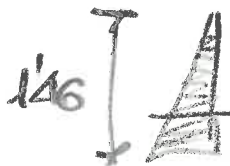
$$6.77 \cdot 1'20 = 8.124 \text{ kN/m}$$

$$M_d = \frac{8.124 \cdot 1'6^2}{8} = 26 \text{ kN} \cdot \text{m/m}$$

$$\text{Ø12/0'15} \rightarrow \frac{1}{0.15} \cdot 1'13 = 7.5 \frac{\text{cm}^2}{\text{m}} \rightarrow M_u \geq 7.5 \cdot 4135 \cdot 0.8 \cdot 25 = 6'61 \frac{\text{cm}^2}{\text{m}} = 66'5 \text{ kN} \cdot \text{m/m}$$

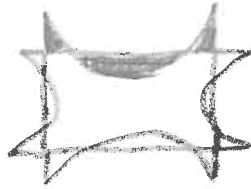
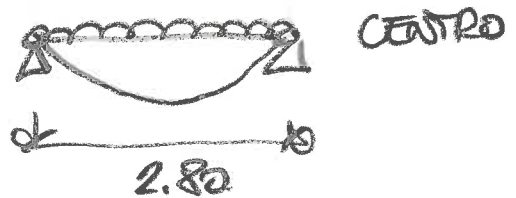
CORTANTE $V_d = \frac{8.124 \cdot 1'60}{2} = 6.5 \text{ kN (TOTAL)}$

RECRECIBO PAREDES.

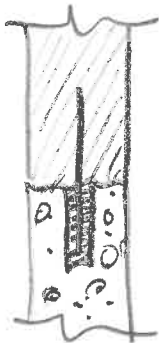


$$\frac{1}{2} \cdot 120 \cdot 1.46^2 = 1.28 \text{ kN/m}$$

$$q_d = 12 \cdot 1.28 = 1.54 \text{ kN/m}$$

SIMPLIFICACIÓN CONSERVADORA:

$$\left. \begin{aligned} M_d^{esq} &= \frac{1.54 \cdot 2.8^2}{12} = 10 \text{ kN.m/m} \ll 66.5 = M_u \checkmark \\ M_d^{cent} &= \frac{1.54 \cdot 2.8^2}{8} = 15.1 \text{ kN.m/m} \ll 66.5 = M_u \checkmark \end{aligned} \right\}$$

CONEXIÓN Ø12/0'30CORTANTE MÁXIMO A TRANSMITIR: (Vd)

- MUÑETE INTERIOR: 6.5 kN (TOTAL) $\sim \frac{6.5}{2} = 3.25 \text{ kN}$
- RECRECIBO MUÑOS: 1.28 kN/m

$$\left. \begin{aligned} A_s (\text{Ø12/0'30}) &= \frac{1.13 \text{ cm}^2}{0.30 \text{ m}} = 3.76 \text{ cm}^2/\text{m} \\ \tau_v &= \frac{5100}{1.15 \sqrt{3}} = 2560 \text{ kg/cm}^2 = 25.6 \text{ kN/cm}^2 \end{aligned} \right\} \begin{aligned} V_u &= 3.76 \cdot 25.6 = \\ &= 96.25 \text{ kN/m} \gg V_d \checkmark \end{aligned}$$

ANEJO Nº 8.- CÁLCULOS MECÁNICOS

INDICE

1	INTRODUCCIÓN Y CONTENIDO	3
2	CONDUCCIONES ENTERRADAS	3
	2.1 Metodología.....	3
	2.2 Cálculos realizados y resultados obtenidos	5
3	CONDUCCIONES DE ACERO	6
	3.1 Metodología.....	6
	3.2 Cálculos realizados y resultados obtenidos	8

1 INTRODUCCIÓN Y CONTENIDO

Se realizan en el presente anejo los cálculos mecánicos de las conducciones de fundición enterradas siguientes:

- o Tubería de comunicación entre el depósito de homogeneización y los nuevos espesadores
- o Nueva impulsión de drenajes

De acuerdo a la Guía Técnica sobre Redes de Saneamiento y Abastecimiento del CEDEX, las tuberías de fundición deben cumplir con carácter general lo especificado en la norma UNE-EN 598. Esta norma, elaborada por el Comité Técnico de Normalización nº 19 de AENOR recoge lo especificado por la equivalente norma europea EN 598 del Comité Europeo de Normalización y desarrollada por su Comité Técnico 203.

También se realiza el cálculo mecánico de las conducciones de acero de agua de lavado y aire de lavado en la galería de filtros.

2 CONDUCCIONES ENTERRADAS

2.1 Metodología

En el cálculo mecánico de los tubos enterrados de fundición, la solicitación condicionante corresponde a la deformación producida en el tubo por la acción de las reacciones externas, de acuerdo a la norma UNE-EN 598.

Debe, por tanto, comprobarse que, actuando únicamente las acciones externas (terreno sobrecargas móviles y fijas) la deformación máxima debida a la flexión transversal no supera la admisible. Como deformaciones máximas admisibles puede tomarse las indicadas en la tabla siguiente (UNE-EN 598).

Rigideces diametrales y deformaciones diametrales mínimas admisibles (UNE-EN-598)		
DN (mm)	Sc (kN/m ²)	Deformación (%)
100	250	1,60
125	130	1,80
150	80	2,10
200	60	2,40
250	54	2,70
300	47	3,00
350	36	3,10
400	30	3,20
450	26	3,30
500	22	3,40
600	18	3,60
700	24	3,80
800	20	4,00
900	18	4,00

Rigideces diametrales y deformaciones diametrales mínimas admisibles (UNE-EN-598)		
DN (mm)	Sc (kN/m ²)	Deformación (%)
1000	16	4,00
1100	22	4,00
1200	20	4,00
1400	18	4,00
1500	17	4,00
1600	17	4,00
1800	16	4,00
2000	16	4,00

Esta comprobación de la deformación máxima producida por la flexión transversal en los tubos enterrados puede realizarse de acuerdo a la metodología indicada en el Anexo C informativo de la norma UNE-EN 598, según la cual los valores de la deformación diametral admisibles que figuran en la tabla anterior garantizan que el revestimiento interior de mortero no sufra daños y que la tensión del tubo no supere su valor admisible.

En el citado Anexo C de la norma UNE-EN 598 propone calcular las deformaciones producidas en el tubo por las cargas externas mediante la fórmula de Spangler:

$$\delta = \frac{100 \cdot K_a \cdot (W_e + W_t)}{8 \cdot S_c + 0,061 \cdot E}$$

- o δ : deformación vertical del tubo debido a cargas externas, en %.
- o K_a : factor de apoyo en función del ángulo de apoyo 2α .

K_a	2α
0,11	20,00
0,105	45,00
0,102	60,00
0,09	120,00
0,083	180,00

- o W_e : carga debida al peso de las tierras, en kN/m², de acuerdo a la fórmula:

$$W_e = \gamma \cdot H$$

Siendo γ el peso específico del relleno (20 kN/m²), y H la altura de tierras sobre la clave del tubo.

- o W_t : carga debida al tráfico, en kN/m², de acuerdo a la fórmula:

$$W_t = 40 \cdot (1 - 0,0002 \cdot DN) \cdot \frac{\beta}{H}$$

- DN: diámetro nominal del tubo, en mm.
- β un coeficiente de carga de tráfico con valores orientativos de acuerdo al siguiente cuadro:

Tipo de trafico	β
Zona con cargas rodantes particulamente elevadas	2,00
Carretera sin prohibición de vehículos pesados	1,50
Carretera con prohibición de vehículos pesados	0,75
Zonas rurales	0,50

- H la altura de tierras sobre la clave del tubo.
- o Sc: la rigidez circunferencial específica en kN/m² que se indica en la norma UNE-EN 598
- o E': módulo de reacción del suelo, kN/m², para lo cual se toman los valores indicativos siguientes:

Tipo de compactación	E' (kN/m ²)
Sin compactar	0
Mala	1000
Media	2000
Buena	5000

2.2 Cálculos realizados y resultados obtenidos

En la siguiente tabla, se incluyen la relación de conducciones de fundición en las que se va a efectuar las comprobaciones mecánicas, su diámetro y sus profundidades.

TRAMO	DIAMÉTRO	PROFUNDIDAD
Comunicación entre D. homogeneización y Espesadores	Ø500	1,00
Impulsión del bombeo de drenajes	Ø2.50	1,00

En los cálculos, se realizan las siguientes consideraciones conservadoras:

- Se toma como factor de apoyo Ka el correspondiente a un ángulo de apoyo 2 α de 120°.
- El peso específico del relleno tiene un valor de 20 kN/m²

- El coeficiente de carga de tráfico se toma un valor de 0,50 para la conducción Ø250 y 2 para la conducción Ø500.
- Como módulo de reacción del suelo (E') se considera un valor de 2000 kN/m², correspondiente a una compactación media.

Los resultados obtenidos se muestran a continuación, y confirman la idoneidad del diseño previsto en el proyecto.

CALCULOS NORMA UNE-EN 598 PARA PROFUNDIDADES MÁXIMAS		
TRAMO	D. Homog - Espesadores	Impulsión Drenajes
DN (mm)	500	250
Ka	0,09	0,09
H	1,00	1,00
γ (kN/m ²)	20,00	20,00
W_e (kN/m ²)	20,00	20,00
β	2,00	0,50
W_t (kN/m ²)	72,00	19,00
S_c (kN/m ²)	22,00	54,00
E' (kN/m ²)	2000	2000
δ (%)	2,78	0,63
δ_{max} (%)	3,40	2,70

3 CONDUCCIONES DE ACERO

3.1 Metodología

La metodología que se aplica en este proyecto es la definida Guía Técnica sobre tuberías para el transporte de agua a presión, CEDEX, 5ª edición pag 257, comprobándose las siguientes hipótesis:

- 1) Estado tensional debido a la única acción de la presión interna. En este apartado se comprueba por la fórmula de tubos delgados que:

$$MDP \leq 2e \times \sigma_{adm} / OD$$

Siendo:

- MDP: Presión máxima de diseño en N/mm²
- e: Espesor de la pared del tubo en mm
- OD: Diámetro exterior en mm

- σ_{adm} : Tensión a tracción admisible (50% de su límite elástico). Teniendo en cuenta que el límite elástico del acero es 230 N/mm^2 , la tensión a tracción admisible tienen un valor de 115 N/mm^2 .

2) Presión hidráulica interior negativa

Se ha comprobado que, ante la actuación exclusiva de presiones interiores negativas, la tubería dispone de un coeficiente de seguridad (C) frente al colapso por abolladura o pandeo de valor mínimo 2, mediante la verificación de la siguiente expresión:

$$C = \frac{P_{crit}}{P_v} \geq 2$$

Donde P_{crit} (N/mm^2) es la carga crítica de pandeo, calculada mediante la expresión de Levy:

$$P_{crit} = \frac{2 \cdot E}{1 - \nu^2} \cdot \left(\frac{e}{D_m} \right)^3$$

Siendo:

- E (N/mm^2) Módulo de elasticidad del material de la tubería.
- ν Coeficiente de Poisson (adimensional).
- e (mm) Espesor del tubo.
- D_m (mm) Diámetro medio del tubo.

El coeficiente P_v es el coeficiente de depresión interna debido a posibles golpes de ariete, succiones, etc., en N/mm^2 . Se supone igual a $0,1 \text{ N/mm}^2$, correspondiente a la situación de vacío en el interior de la tubería.

La comprobación de esta hipótesis, para los diámetros y espesores calculados en el epígrafe anterior ha de verificar la condición de coeficiente de seguridad mínimo: $P_{crit} \geq 2 \cdot P_v$

Además, se suele adoptar un criterio geométrico, consistente en que la relación espesor/diámetro de la conducción supere el valor del ocho por mil (8‰) cuya verificación, lleva implícita el cumplimiento de las condiciones de coeficiente de seguridad 2 frente a colapso por presiones internas.

- 3) Cálculo de la separación entre apoyos, en este apartado se realiza un cálculo de la tubería con el esquema de viga bi-apoyada, se comprueba para un diámetro dado y un espesor mínimo establecido cuál es la máxima distancia que deberán tener los apoyos por tensión admisible y por flecha.

3.2 Cálculos realizados y resultados obtenidos

- 1) Estado tensional debido a la única acción de la presión interna. Suponiendo una presión interior máxima de 25 mca, y despejando en la fórmula, se obtienen los diámetros mínimos teóricos para las conducciones de agua (Ø600) y aire (Ø400).

OD mm	emin mm
400	0,43
600	0,65

Estos valores son considerablemente inferiores a los espesores mínimos que ha considerado este proyecto y son suministrados comercialmente:

- El espesor mínimo de los tubos de Ø400 es de 3,60 mm.
- El espesor mínimo de los tubos de Ø600 es de 5,00 mm.

- 2) Presión hidráulica negativa. Se comprueba que el coeficiente de seguridad es superior a 2.

Tubería		Agua de lavado	Aire de lavado
Material	-	AISI-316L	AISI-316L
OD	mm	610,00	407,20
E	N/mm ²	200.000	200.000
v		0,30	0,30
e	mm	5,00	3,60
ID	mm	600,00	400,00
Dm	mm	605,00	403,60
Pv	N/mm ²	0,10	0,10
2 x Pv	N/mm ²	0,20	0,20
Pcritica	N/mm ²	0,25	0,31
Coeficiente (C)		2,48	3,12

Se comprueba también el criterio geométrico donde la relación e/diámetro es superior al 8‰.

Diámetro	mm	610,00	407,20
Espesor	mm	5,00	3,60
Relación Espesor/diámetro		0,0082	0,0088

3) Cálculo de la separación entre apoyos

Diametro nominal	cm	40	60
- Espesor considerado	cm	0,36	0,5
Cálculo del peso			
- Tubería	Kg/m	23,10	43,80
- Tubería	Kg/cm	0,23	0,44
- Agua	Kg/cm	0,00	2,83
Total	Kg/cm	0,23	3,27
Momento de inercia	cm4	9.297,41	43.494,79
Modulo resistente	cm3	456,65	1.426,06
Limite elástico tubería	Kg/cm2	2.300,00	2.300,00
Coeficientes		1,55	1,55
Tensión admisible de cálculo	Kg/cm2	1.481,48	1.481,48
Máxima distancias entre soportes para la tubería aérea			
- Por tensión admisible	m	48,40	22,75
- Por flecha (<5%)	m	23,50	16,26
Adoptada	m	6,00	6,00

Se adopta en proyecto una distancia máxima entre soportes de 6 m que es un valor considerablemente inferior al máximo necesario para las conducciones de aire y agua de lavado.

ANEJO Nº 9.- CÁLCULOS ELECTRICOS

INDICE

1	INTRODUCCIÓN	4
2	SITUACIÓN ACTUAL	5
2.1	Media tensión	5
2.2	Baja tensión	6
3	CONSIDERACIONES GENERALES DE LAS NUEVAS ACTUACIONES	11
4	VARIANTE DE LÍNEA SUBTERRÁNEA DE MEDIA TENSIÓN “LA CABRERA” ENTRE APOYOS 49 Y 53.....	14
4.1	Consideraciones generales.	14
4.2	Normativa de aplicación.....	14
4.3	Alcance de la actuación.	15
4.4	Apoyos de celosía.....	15
4.4.1	Características y aparamenta.....	15
4.4.2	Cimentación 17	
4.4.3	Puesta a tierra	17
4.5	Línea subterránea de media tensión.....	19
4.5.1	Conductor a emplear.....	19
4.5.2	Caídas de tensión	19
4.5.3	Intensidades máximas de cortocircuito soportadas por el conductor	20
4.5.4	Intensidades máximas de cortocircuito soportadas por la pantalla	20
4.5.5	Empalmes y terminales	21
4.5.6	Características de la canalización.....	22
5	CUADRO PROTECCION SECUNDARIOS DE LOS TRANSFORMADORES.....	24
6	CUADRO GENERAL DE BAJA TENSIÓN.....	24
7	CENTROS DE CONTROL DE MOTORES. BALANCE POTENCIAS.	26
7.1	CCM centro de distribución	26
7.2	CCM de reactivos en edificio actual	27
7.3	CCM edificio de reactivos nuevo.....	28
7.4	CCM decantación y batería de filtros (Ala derecha).....	28
7.5	CCM decantación y batería de filtros (Ala izquierda).....	29
7.6	CCM Tratamiento de fangos	30
7.7	CCM Ampliación de tratamiento de fangos.....	30
7.8	Alumbrado y usos.....	31
7.9	Balance de potencias.....	31
8	COMPROBACIÓN DE LA INSTALACIÓN DE MEDIA TENSIÓN.....	33
9	CÁLCULO DE LA INTENSIDAD NOMINAL Y DE CORTOCIRCUITO.....	33
9.1	Cálculos asociados al centro de transformación.....	33

9.2	Intensidad nominal en los nuevos CCM	33
9.3	Cortocircuito	34
9.3.1	Cálculos de las corrientes de cortocircuito	34
9.3.2	Cortocircuito en el lado de la alta tensión	35
9.3.3	Cortocircuito en el lado de la baja tensión	35
9.4	Cortocircuito en los nuevos CCM	36
9.4.1	I_{cc} en el extremo receptor de una unidad de alimentación con relación a la I_{cc} en el extremo de envío	36
10	CÁLCULO DE CONDUCTORES	38
10.1	Cálculo por densidad de corriente	39
10.2	Cálculo por caída de tensión	40
10.3	Intensidad admisible	41
10.4	Conductores a emplear	42
10.1	Redes subterráneas para distribución en baja tensión	49
10.1.1	Directamente enterrados	49
10.1.2	En canalizaciones entubadas	49
10.1.3	Galerías o zanjas registrables	50
10.1.4	En bandejas, soportes, palomillas o directamente sujetos a la pared	50
10.1.5	Circuitos con cables en paralelo	50
10.2	Instalaciones receptoras	50
10.3	Sección y tipología de cables utilizados	51
11	CÁLCULO DE PROTECCIONES	52
12	EQUIPO DE CORRECCIÓN DE COSENO DE PHI	57
13	CÁLCULO DE LA RED DE TIERRAS	58
14	NECESIDAD DE PROTECCIÓN CONTRA EL RAYO	61
15	CÁLCULO DE ALUMBRADO	61
16	DIMENSIONAMIENTO DE LA VENTILACIÓN	61
16.1	Edificio de reactivos	63
16.2	Sala CCM REACTIVOS ACTUAL	66
16.3	Salas asociadas a CCM FILTROS ALA DERECHA Y FILTROS ALA IZQUIERDA.	67
17	GRUPO ELECTRÓGENO	69
17.1	Características y dimensionamiento.	69
17.2	Modo de funcionamiento.	72

APÉNDICES

1 INTRODUCCIÓN

La ETAP de Torrelaguna es una instalación construida en la década de los años 60 con el objetivo de potabilizar las aguas procedentes de los Canales del Jarama y del Villar, que han de ser conducidas a Madrid por los canales del Atazar o Alto, según se desee, además de alimentar, a través del depósito de cabecera de la ETAP a los ramales Norte, Este y Oeste, este último mediante un bombeo.

La ETAP actual es el resultado de las actuaciones que se han ido acometiendo desde el año 1967, de acuerdo a los siguientes proyectos:

- 1) Proyecto de la Estación de Tratamiento de Agua en las Inmediaciones del depósito Superior de Torrelaguna con fecha octubre de 1967, en el que se define prácticamente la mayoría de las estructuras, edificios y procesos actuales de la línea de agua: decantación acelerador, filtración, edificio de control y de reactivos.
- 2) Proyecto de Modernización de la ETAP nº 1 Torrelaguna con fecha mayo de 1987, donde se contemplaba diversas actuaciones parciales en sus instalaciones de reactivos y en sus instalaciones eléctricas.
- 3) Proyecto de Construcción de la Planta de Tratamiento de Fangos y Adecuación de la Automatización de la ETAP de Torrelaguna con fecha mayo de 2000, que contemplaba la construcción de un tratamiento de los fangos producidos en la ETAP.

Gracias a este proyecto, se ejecutaron parte de los depósitos de homogeneización, la decantación lamelar de agua de lavado de los filtros, el espesado de los fangos mediante flotadores y su deshidratación mediante dos centrífugas. También se realizó el actual bombeo de escorrentías, las instalaciones eléctricas correspondientes a las nuevas instalaciones de fangos y de incremento de potencia, así como un nuevo sistema de control y automatismos tanto para la línea de agua como la de fangos.

- 4) Proyecto de Remodelación y Adecuación de la Línea de Fangos de la ETAP de Torrelaguna con fecha Octubre de 2008 donde se proyectaba una ampliación de determinados procesos parciales de la línea de fangos: balsa de homogeneización de las aguas de lavado de filtros y una centrífuga más para el secado de los fangos, así como una reforma de los decantadores lamelares

Como se ha indicado anteriormente, la instalación eléctrica actual de la línea de agua de la ETAP se construyó en el año 1987-1991 con unos estándares de diseño y calidad diferentes a los que aplica CANAL DE ISABEL II en sus instalaciones en la actualidad. Se puede citar por ejemplo que los cuadros actuales son de ejecución fija, el cableado de fuerza y mando están rutados por las mismas canaletas originando problemas de inducción eléctrica, entre otras cuestiones.

Por el contrario, las instalaciones eléctricas de la línea de fangos se pusieron en servicio en el año 2000-2011 y están ejecutadas de acuerdo requerimientos técnicos más rigurosos de CANAL DE ISABEL II.

Por otra parte, el presente proyecto contempla a grandes rasgos las siguientes actuaciones sobre sus procesos de tratamiento:

En la línea de agua, se plantean las siguientes actuaciones generales que supone una intervención muy importante en su equipamiento:

- Adaptaciones de las instalaciones a la normativa APQ y otras mejoras en la dosificación de reactivos, renovándose las instalaciones actuales de cloro, amoníaco, coagulante (policloruro de aluminio y sulfato de alúmina), floculante (almidón), permanganato potásico y dióxido de cloro.
- Mejoras en línea de agua de la ETAP, renovándose por completo la filtración y otras actuaciones menores de obra civil en los decantadores.

En la línea de fangos, se han previsto determinadas instalaciones complementarias a las existentes para mejorar la flexibilidad de la explotación del tratamiento de fangos.

Se concluye por tanto que es lógico acometer en este proyecto una renovación integral de las instalaciones eléctricas en la línea de agua, junto con otras de carácter menor en la línea de fangos, en este caso, para dar servicio al nuevo equipamiento adicional.

Por último, y como consecuencia de ello, las instalaciones de control también se renovarán por completo integrándose en un único sistema de supervisión el conjunto de procesos de la ETAP, tanto de la línea de agua como la de fangos. Esta actuación particular, se describe con más detalle en el anejo correspondiente de este proyecto.

2 SITUACIÓN ACTUAL

2.1 Media tensión

De acuerdo con la información disponible, la planta se alimenta actualmente a través de dos líneas aéreas de 20 kV propiedad de Canal de Isabel Segunda. Estas dos instalaciones dependen de las subestaciones transformadoras de Torrelaguna y de El Sotillo. El esquema eléctrico se incluye en los planos del proyecto.

Las celdas que componen el Centro de Seccionamiento y Transformación se sitúan en un edificio independiente. Todas las celdas tienen las siguientes características eléctricas principales comunes: Umax 24kV, Ith 16kA, In 400 A. Son del año 1994 del fabricante Schneider gama SM6 (aislamiento al aire).

A continuación, se expone el número de celdas y sus principales características:

2 Uds. Celdas de línea (modelo NSM) con interruptor seccionador III con enclavamiento mecánico (1), indicadores capacitivos de presencia de tensión (4) y seccionadores de puesta a tierra (5). Estas celdas constituyen la entrada de alimentación a la ETAP desde las líneas aéreas mencionadas. Estas celdas son motorizadas y están enclavadas entre sí permitiendo que la ETAP se conecte sólo de una de las dos líneas en que puede hacerlo (son celdas de conmutación).

1 Ud. Celda con interruptor automático (modelo DM1-C) para una instalación de bombeo de agua tratada existente en la parcela de la ETAP (bombeo Valgallegos). Equipada con interruptor automático con seccionador III semi rotativo (3)

1 Ud. Celda de protección general (modelo DM1-C) con interruptor automático con seccionador III semi rotativo (3).

1 Ud. Celda de medida eléctrica de A.T. Aloja los transformadores de tensión e intensidad que precisa la medida.

3 Ud. Celdas de protección de los transformadores (modelo QM) con interruptor seccionador III ruptofusible (6) y seccionador de puesta a tierra (5)

Existen tres transformadores de 400 kVA de potencia unitaria y relación de transformación 20.000/400 V, funcionando en (2+1), es decir, uno de ellos se encuentra en reserva. Son transformadores con aislamiento en aceite con punto de inflamabilidad por debajo de 300 °C y ventilación natural ONAN. Cada uno de estos transformadores se encuentra ubicado en un recinto de uso exclusivo.

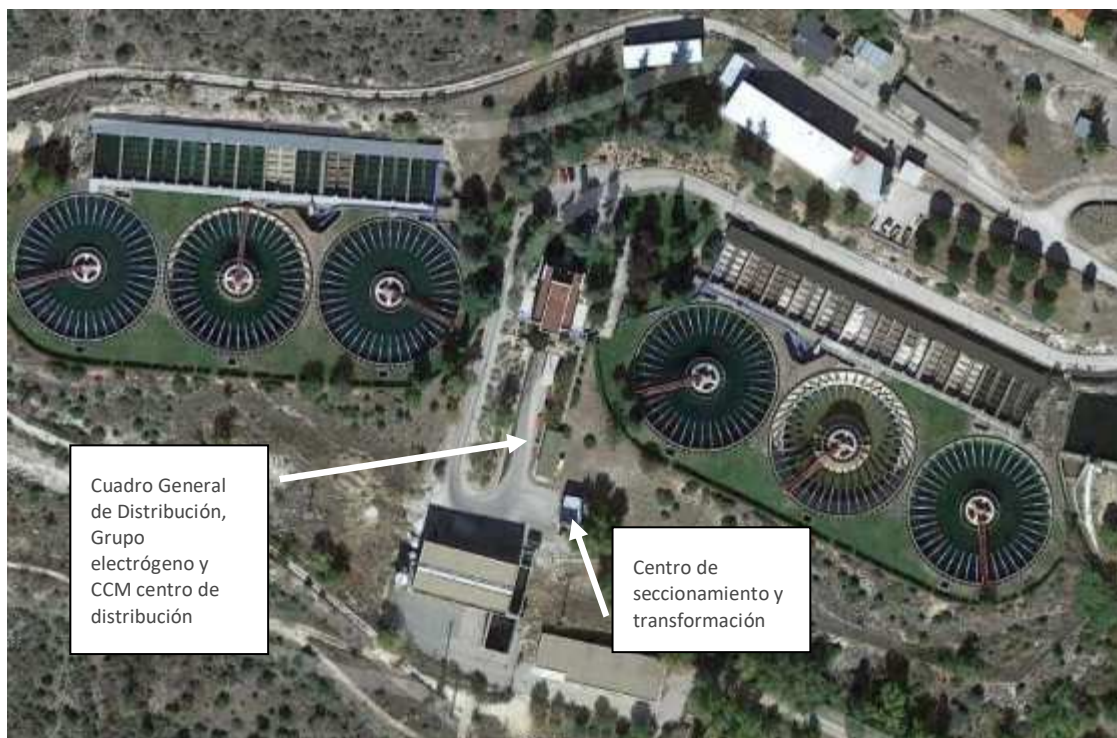
2.2 Baja tensión

Para la distribución y fuerza en Baja Tensión se cuenta con un Cuadro General de Distribución, en cuyo embarrado se conectan los transformadores de 400 kVA a través de tres interruptores magnetotérmicos de cuatro polos y 1600 A. Entre las bornas de baja tensión del transformador y el cuadro general de baja tensión existe un cuadro de protección de secundarios de transformador que se ubica en el mismo edificio que el cuadro general de distribución.

También dispone de una entrada desde un grupo de electrógeno con interruptor de 1000 A.

Este Cuadro se ubica en un edificio próximo al Centro de Seccionamiento y Transformación existente. Este edificio dispone de dos salas:

- Una que alberga un grupo electrógeno marca ROLLS ROYCE en desuso y el cuadro de protección de secundarios de baja tensión
- Otra sala que alberga el actual cuadro general de baja tensión, CGBT, y el CCM DISTRIBUCIÓN.



Desde el cuadro general de baja tensión se alimenta a los diferentes cuadros y elementos de B.T. repartidos por la Planta, que son:

Centros de control de motores.

Cuadro general de alumbrado y fuerza.

Cuadro de control.

Equipos de corrección del factor de potencia.

Poblado (conjunto de edificaciones existentes en la ETAP)

Existen varios Centros de Control de Motores que controlan y protegen las máquinas de la instalación, y están organizados como sigue:

Salidas del CGD	Protección (A)	Potencia simultánea (kW)
CCM Centro de distribución	1250	264,60
CCM Reactivos sólidos	60	12,68
CCM Reactivos gaseosos	250	80,75
CCM Decantación (Ala izquierda)	120	38,85
CCM Decantación (Ala derecha)	120	38,85
CCM Filtros (Ala izquierda)	165	4,45
CCM Filtros (Ala derecha)	165	7,6
CCM Compuertas	100	16,80
CCM Fangos	630	515,56

Salidas del CGD	Protección (A)	Potencia simultánea (kW)
Batería de condensadores		

De acuerdo a la información facilitada por los técnicos de explotación, la composición de estos CCMs es la siguiente:

Nº DEL CIRCUITO	DESIGNACIÓN	EQUIPOS INSTALADOS	EQUIPOS EN SERVICIO	POTENCIA UNITARIA	POTENCIA INSTALADA	POTENCIA INSTALADA EFECTIVA	POTENCIA SIMULTANEA
		Ud	Ud	kW	kW	kW	kW
	CCM reactivos sólidos	35	28		23,51	18,11	12,68
1	Extractor cal	1	1	0,55	0,55	0,55	0,39
2	Extractor sala clorito	1	1	0,55	0,55	0,55	0,39
3	Bomba lechada de cal	4	3	1,50	6,00	4,50	3,15
4	Agitador lechada de cal	2	2	0,37	0,74	0,74	0,52
5	Tornillo dosificador cal en polvo	2	2	1,10	2,20	2,20	1,54
6	Vibrador silo	2	2	0,18	0,36	0,36	0,25
7	Filtro de mangas cal	1	1	0,66	0,66	0,66	0,46
8	Bomba policloruro de aluminio	3	2	0,37	1,11	0,74	0,52
9	Bomba permanganato potásico	2	1	0,55	1,10	0,55	0,39
10	Agitador permanganato potásico	1	1	0,75	0,75	0,75	0,53
11	Bomba trasiego permanganato potásico	2	1	0,75	1,50	0,75	0,53
12	Tornillo transporte almidón polvo	1	1	0,75	0,75	0,75	0,53
13	Bomba almidón	2	2	0,37	0,74	0,74	0,52
14	Agitador almidón	1	1	0,75	0,75	0,75	0,53
15	Bomba trasiego almidón	2	1	0,55	1,10	0,55	0,39
16	Bomba lechada carbón activo	2	1	1,50	3,00	1,50	1,05
17	Tornillo dosificador carbón en polvo	1	1	0,37	0,37	0,37	0,26
18	Bomba dosificadora almidón 1 (Polipack)	2	2	0,37	0,74	0,74	0,52
19	Bomba dosificadora almidón 3 (Polipack)	1	0	0,18	0,18	0,00	0,00
20	Agitador polipack	2	2	0,18	0,36	0,36	0,25

DESIGNACIÓN	EQUIPOS INSTALADOS	EQUIPOS EN SERVICIO	POTENCIA UNITARIA	POTENCIA INSTALADA	POTENCIA INSTALADA EFECTIVA	POTENCIA SIMULTANEA
	Ud	Ud	kW	kW	kW	kW
CCM reactivos gaseosos	18	16		122,35	115,35	80,75
Extractor almacén cloro/amoniaco	1	1	0,55	0,55	0,55	0,39
Extractor clorometros	1	1	0,55	0,55	0,55	0,39
Polipasto almacén cloro/amoniaco	1	1	4,00	4,00	4,00	2,80
Evaporador de cloro	2	2	18,00	36,00	36,00	25,20
Evaporador de amoniaco	1	1	18,00	18,00	18,00	12,60
Ventilador Torre de absorción	1	1	11,00	11,00	11,00	7,70
Bomba eyectora cloro y amoniaco	4	4	7,50	30,00	30,00	21,00
Bomba recirculación torre de absorción	1	1	5,50	5,50	5,50	3,85
Bomba trasiego clorito sódico	2	1	3,00	6,00	3,00	2,10
Bomba dosificación clorito sódico	1	1	0,55	0,55	0,55	0,39
Bomba grupo presión dióxido de cloro	2	1	4,00	8,00	4,00	2,80
Compresor cierre botellones	1	1	2,20	2,20	2,20	1,54

DESIGNACIÓN	EQUIPOS INSTALADOS	EQUIPOS EN SERVICIO	POTENCIA UNITARIA	POTENCIA INSTALADA	POTENCIA INSTALADA EFECTIVA	POTENCIA SIMULTANEA
	Ud	Ud	kW	kW	kW	kW
CCM Decantación (Ala derecha)	9	9		55,50	55,50	38,85
Turbina decantador	3	3	14,00	42,00	42,00	29,40
Puente decantador	3	3	3,00	9,00	9,00	6,30
Válvula de entrada a decantadores	3	3	1,50	4,50	4,50	3,15
DESIGNACIÓN	EQUIPOS INSTALADOS	EQUIPOS EN SERVICIO	POTENCIA UNITARIA	POTENCIA INSTALADA	POTENCIA INSTALADA EFECTIVA	POTENCIA SIMULTANEA
	Ud	Ud	kW	kW	kW	kW
CCM en batería de filtros (Ala derecha)	39	6		100,25	10,83	7,6
Válvula entrada agua decantada	12	1	0,75	9,00	0,75	0,53
Válvula drenaje	12	1	0,75	9,00	0,75	0,53
Válvula agua de lavado	12	1	1,58	19,00	1,58	1,11
Bomba de arenas	1	1	3,00	3,00	3,00	2,10
Tornillo desarenador	1	1	0,25	0,25	0,25	0,18
Bomba de riego	1	1	4,50	4,50	4,50	3,15

DESIGNACIÓN	EQUIPOS INSTALADOS	EQUIPOS EN SERVICIO	POTENCIA UNITARIA	POTENCIA INSTALADA	POTENCIA INSTALADA EFECTIVA	POTENCIA SIMULTANEA
	Ud	Ud	kW	kW	kW	kW
CCM en decantación (Ala izquierda)	9	9		55,50	55,50	38,85
Turbina decantador	3	3	14,00	42,00	42,00	29,40
Puente decantador	3	3	3,00	9,00	9,00	6,30
Válvula de entrada a decantadores	3	3	1,50	4,50	4,50	3,15
DESIGNACIÓN	EQUIPOS INSTALADOS	EQUIPOS EN SERVICIO	POTENCIA UNITARIA	POTENCIA INSTALADA	POTENCIA INSTALADA EFECTIVA	POTENCIA SIMULTANEA
	Ud	Ud	kW	kW	kW	kW
CCM en batería de filtros (Ala izquierda)	38	5		95,75	6,33	4,45
Válvula entrada agua decantada	12	1	0,75	9,00	0,75	0,53
Válvula drenaje	12	1	0,75	9,00	0,75	0,53
Válvula agua de lavado	12	1	1,58	19,00	1,58	1,11
Bomba de arenas	1	1	3,00	3,00	3,00	2,10
Tornillo desarenador	1	1	0,25	0,25	0,25	0,18



DESIGNACIÓN	EQUIPOS INSTALADOS	EQUIPOS EN SERVICIO	POTENCIA UNITARIA	POTENCIA INSTALADA	POTENCIA INSTALADA EFECTIVA	POTENCIA SIMULTANEA
	Ud	Ud	kW	kW	kW	kW
CCM en centro de distribución	15	6		901	378	264,60
Soplante antiguas centrífugas	2	2	110,00	220,00	220,00	154,00
Soplante rotativa 1	1	0	110,00	110,00	0,00	0,00
Soplante rotativa 2	1	0	90,00	90,00	0,00	0,00
Bomba de agua de lavado	3	2	55,00	165,00	110,00	77,00
Bomba de recuperación 1 (filtros)	1	0	55,00	55,00	0,00	0,00
Bomba de recuperación 2 (filtros)	1	0	55,00	55,00	0,00	0,00
Bomba de recuperación 3 (filtros)	1	0	55,00	55,00	0,00	0,00
Bomba de recuperación 4 (filtros)	1	0	55,00	55,00	0,00	0,00
Bomba servicios auxiliares	2	1	30,00	60,00	30,00	21,00
Compresor Hydrovane	2	1	18,00	36,00	18,00	12,60

DESIGNACIÓN	EQUIPOS INSTALADOS	EQUIPOS EN SERVICIO	POTENCIA UNITARIA	POTENCIA INSTALADA	POTENCIA INSTALADA EFECTIVA	POTENCIA SIMULTANEA
	Ud	Ud	kW	kW	kW	kW
CCM Fangos	48	38		515,56	358,26	250,78
Bomba tornillo de fangos deshidratados	3	2	7,5	22,50	15,00	10,50
Bomba de agua recuperada	3	2	45	135,00	90,00	63,00
Bomba de recirculación flotador	2	2	11	22,00	22,00	15,40
Bomba de escorrentías	2	1	22	44,00	22,00	15,40
Centrífuga motor principal	3	2	37	111,00	74,00	51,80
Centrífuga motor tornillo	3	2	15	45,00	30,00	21,00
Bomba tornillo fangos decantados	3	2	9,2	27,60	18,40	12,88
Bomba tornillo fangos a flotación	2	2	9,2	18,40	18,40	12,88
Rasqueta flotador	2	2	0,37	0,74	0,74	0,52
Agitador cámara fangos decantados	1	1	2,2	2,20	2,20	1,54
Agitador cámara desgasificación	1	1	2,2	2,20	2,20	1,54
Agitador homogenización	1	1	4	4,00	4,00	2,80

DESIGNACIÓN	EQUIPOS INSTALADOS	EQUIPOS EN SERVICIO	POTENCIA UNITARIA	POTENCIA INSTALADA	POTENCIA INSTALADA EFECTIVA	POTENCIA SIMULTANEA
	Ud	Ud	kW	kW	kW	kW
CCM Fangos	48	38		515,56	358,26	250,78
Agitador homogenización	2	2	2,2	4,40	4,40	3,08
Grupo hidráulico silo fangos	1	1	4	4,00	4,00	2,80
Tornillo sinfín silo fangos	1	1	5,5	5,50	5,50	3,85
Bomba sumergible homogenización	3	2	15	45,00	30,00	21,00
Bombas dosificadoras polielectrolito	6	4	0,55	3,30	2,20	1,54
Bomba fangos a centrifugadora	3	2	5,5	16,50	11,00	7,70
Compuerta arqueta 1	1	1	0,37	0,37	0,37	0,26
Compuerta arqueta 2	1	1	0,37	0,37	0,37	0,26
Compuerta arqueta 3	1	1	0,37	0,37	0,37	0,26
Compuerta arqueta 4	1	1	0,37	0,37	0,37	0,26
Compuerta decantador lamelar	2	2	0,37	0,74	0,74	0,52

3 CONSIDERACIONES GENERALES DE LAS NUEVAS ACTUACIONES

Las nuevas obra e instalaciones incluidas en el presente proyecto se diseñan teniendo en cuenta las siguientes consideraciones:

- Se ejecutará una variante de línea aérea a subterránea de la línea propiedad de IBERDROLA "LA CABRERA". Esto se debe a que la línea en su trazado actual sobrevuela la parte de la parcela donde se van a ubicar los espesadores de fangos. La variante implica el suministro y colocación de dos nuevos apoyos metálicos de celosía con los equipos de conversión a subterráneo (terminales, seccionadores y autoválvulas) y 250m de línea subterránea bajo tubo con calas de tubo y conductor HEPRZ1 Al 12/20kV 3x1x240mm².
- No se realiza ningún cambio en las instalaciones de Media Tensión. Tan solo se va proceder a realizar el suministro y conexionado de un nuevo cuadro de alarmas de media y baja tensión según ET- 3223 y en caso necesario se procederá a sustituir los transformadores de medida de intensidad o modificar los cableados asociados al mismo. Dicho transformadores están alojados dentro de la celda de medida de media tensión existente.
- Cuadro general de protección de los secundarios de los transformadores: Será nuevo y alojará tres interruptores de baja tensión 4px1600A 50kA. Se instalará en el propio centro de transformación próximo a la entrada peatonal al mismo.
- Cuadro general de distribución de baja tensión: También será nuevo. Desde él se alimentarán los CCMs así como el CGBT actual, la nueva batería variable 300kVar, el poblado (conjunto de edificaciones existentes en la ETAP), cuadro de alumbrado existente y una salida previsión para el futuro cuadro de alumbrado exterior. Se instalará dentro del edificio que alberga actualmente el cuadro general de baja tensión existente. Este edificio tiene actualmente dos salas:
 - Una en la que está un grupo electrógeno ROLLS ROYCE fuera de servicio y el actual cuadro de protección de la baja tensión de los transformadores.

- Otra sala que alberga el Cuadro General de Baja Tensión y el CCM Centro de distribución.

El edificio será remodelado. Se retirará el grupo electrógeno ROLLS ROYCE y el cuadro de interruptores de protección de los secundarios y se ubicará en esta sala el nuevo cuadro general de baja tensión, CGBT, y el nuevo CCM en centro de distribución.

- Los CCMs de la planta se organizarán del siguiente modo:
 - CCM en centro de distribución que reunirán las cargas de los CCM actuales de compuertas y distribución.
 - CCM de edificio de reactivos actual
 - CCM en nuevo edificio de reactivos
 - CCM de decantación y filtración (ala derecha)
 - CCM de decantación y filtración (ala izquierda)
 - CCM de tratamiento de fangos (existente y que no se modifica)
 - CCM ampliación de fangos (nuevas cargas eléctricas asociadas a fangos)

Todos los CCMs serán nuevos a excepción del CCM de tratamiento de fangos. Tanto en los CCMs como en el CGBT se guardará siempre que se pueda unos pasillos de mantenimiento de 0,85m en su parte trasera y de 1,3m en su frontal.

Actualmente hay un grupo electrógeno de 250 KVA/ 200 kW. Este grupo entra en funcionamiento de forma manual. Está ubicado en el exterior contiguo a la sala que alberga actualmente el cuadro general de distribución.

Se equipará un nuevo grupo electrógeno insonorizado 657 kVA (526kW) en funcionamiento LTP apto para instalación exterior. Su forma de funcionamiento se explica de forma detallada en este documento. Incorporará sincronizador para permitir el retorno a red sin paso por cero (cuando esté en modo remoto/automático).



Los consumidores de los CCMs de reactivos gaseoso y sólidos actual se reducen en gran medida, y por ello se unifican en un solo CCM que se ubicará en una de las salas actuales que antiguamente se utilizaban de almacenamiento de reactivos (Cuevas).



Como regla general, el cableado de mando y control será nuevo con rutados también nuevos.

Respecto a los conductores de fuerza sólo se tenderán nuevos aquellos que atienden a cargas nuevas y también los que conectan los transformadores con el nuevo cuadro de protección de secundarios de transformadores, nuevo cuadro general de distribución de baja tensión y a los centros de control de motores nuevos.

Los nuevos CCM se ubicarán en localizaciones próximas a los que sustituyen. Como se ha indicado serán nuevos todos los CCMs a excepción del de fangos (las cargas ampliadas de los fangos se alimentarán desde una nuevo CCM AMPLIACIÓN DE FANGOS).

Las compuertas o válvulas de gran diámetro ($>\varnothing 500$) con tipo de salida INVERSOR son actuadores todo-nada (abierto/cerrado) controladas mediante maniobra cableada con botonera de campo. Las válvulas de regulación con salida tipo FEEDER o ALIM. FIJA podrán ser actuadores con capacidad de regulación (%apertura ajustable) en el caso de su funcionalidad así lo requiera. En ese caso irán telemandadas mediante bus y multicable.

Los tipos de salidas a considerar según ET 3311 son las siguientes

- Tipo AD: arranque directo hasta 10kW
 - Subtipo AD-1: arranque directo
 - Subtipo AD-2: arranque directo con limitador de par
 - Subtipo AD-3: arranque directo con limitador de par y sonda térmica
 - Subtipo AD-4: arranque directo con protección por sonda térmica y sonda de humedad

- Tipo AS: arranque mediante arrancador electrónico para motores de potencias comprendidas entre 10kW y 18,5kW
- Tipo AE: arranque mediante arrancador estático a partir de 18,5kW
- Tipo VF: arranque mediante variador de frecuencia. Para definir el variador se empleará la intensidad nominal del motor accionado considerando un factor de potencia de 0,85 y mayorada un 25%.
- Tipo ALIMENTACIÓN FIJA: salida de alimentación fija (1-monofásica, 2-trifásica).
- Tipo FEEDER EXTRAÍBLE: alimentación directa tetrapolar extraíble.

Los nuevos CCM irán previstos de protección combinada tipo I+II contra sobretensiones y centralita de medida.

4 VARIANTE DE LÍNEA SUBTERRÁNEA DE MEDIA TENSIÓN “LA CABRERA” ENTRE APOYOS 49 Y 53

4.1 Consideraciones generales.

Motivado por la futura ejecución de los dos espesadores de gravedad asociados a la línea de fangos de la ETAP TORRELAGUNA, se desea realizar una variante de línea aérea a subterránea. Esta variante se empleará para tender la línea propiedad de IBERDROLA fuera de los terrenos que ocupa la ETAP.

Para conocer las condiciones técnico-económicas de esta variante se solicitó carta de a la compañía distribuidora IBERDROLA.

La legalización de esta variante de línea implica la redacción de un proyecto específico que será redactado por el adjudicatario una vez que éste acepte y abone la carta de condiciones técnico-económicas.

4.2 Normativa de aplicación.

Para el diseño y ejecución de la variante se tendrá en cuenta la siguiente normativa de carácter estatal:

- Reglamento de Líneas Eléctricas de Alta Tensión, Real Decreto 223/2008 de 15 de Febrero.
- Reglamento sobre condiciones técnicas y garantías de seguridad en instalaciones eléctricas de alta tensión. (Real Decreto 337/2014 de 9 de mayo), y sus Instrucciones Técnicas complementarias.
- Normas de obligado cumplimiento de la Compañía Suministradora, Iberdrola Distribución Eléctrica, S.A. Normativa MTD y NI.
- Ley de Regulación del Sector Eléctrico, (Ley 24/2013 de 26 de diciembre)

- Actividades de transporte, distribución, comercialización, suministro y procedimiento de autorización de instalaciones de energía eléctrica, (Real Decreto 1.955/2.000 de 1 de Diciembre de 2.000).

También se tendrá en cuenta la normativa propia de la compañía distribuidora IBERDROLA:

- MT 2.31.01 "PROYECTO TIPO DE LINEA SUBTERRÁNEA DE AT HASTA 30 Kv"
- MT 2.21.60 "PROYECTO TIPO LÍNEA AÉREA DE MEDIA TENSIÓN- Simple circuito con conductor de aluminio acero 47-AL1/8ST1A (LA 56)"
- MT 2.33.15 "Red subterránea de AT y BT. Comprobación de cables subterráneos"

4.3 Alcance de la actuación.

El alcance de la actuación será el siguiente:

- Suministro e instalación bajo traza de un nuevo apoyo de celosía metálico C-3000-16 (en la proximidad del apoyo existente 49- denominado 541 por IBERDROLA). Este nuevo apoyo se equipa con los elementos requeridos para hacer una variante a línea subterránea (caja terminales exteriores, tres seccionadores unipolares y autoválvulas).
- Suministro e instalación bajo traza de un nuevo apoyo de celosía metálico C-3000-22 (en la proximidad del apoyo existente 53). Este nuevo apoyo se equipa con los elementos requeridos para hacer una variante a línea subterránea (caja terminales exteriores, tres seccionadores unipolares y autoválvulas).
- 250m de línea subterránea de media tensión entre apoyos 49 y 53 tendido bajo tubo. La línea estará compuesta por conductor HEPRZ1 Al 12/20kV 3x1x240mm² Al . Línea compuesta por dos tubos PEAD 160mm directamente enterrados en el terreno según sección adjunta en este documento y calas de tiro cada 50m.

Adicionalmente el adjudicatario incluirá en su alcance las siguientes partidas:

- Dirección y certificado final de obra según proyecto ya aprobado por la compañía distribuidora IBERDROLA y que proporcionará el Canal Isabel II. Tramitación en Industria de Madrid incluyendo tasas.
- Gastos del Organismo de Control Autorizado para supervisión de la variante que incluirá al menos mediciones de tensiones de paso y contacto en los dos nuevos apoyos así como inspección inicial requerida por IBERDROLA para aceptación de la nueva variante de línea (según MT 2.33.15 "Red subterránea de AT y BT. Comprobación de cables subterráneos").

4.4 Apoyos de celosía

4.4.1 Características y aparamenta.

Como se ha indicado la variante se produce en una red de distribución de la compañía IBERDROLA. Es dicha compañía la que definirá o facilitará las tablas de tendido que se precisen

para determinar las características de los apoyos final de línea que determinan el inicio y fin de la variante de línea subterránea. De cara al presente presupuesto se estiman que será un apoyo C-3000-16 y un apoyo C-3000-22. Se instalarán con cruceta recta.

Ambos apoyos serán suministrados e instalados por el adjudicatario. De igual modo suministrará toda la aparamenta asociada: Caja de terminales, tres seccionadores unipolares y autoválvulas. Sus características y forma de montaje serán las determinadas por el Manual técnico MT 2.21.60 (19-05).que son las indicadas a continuación:

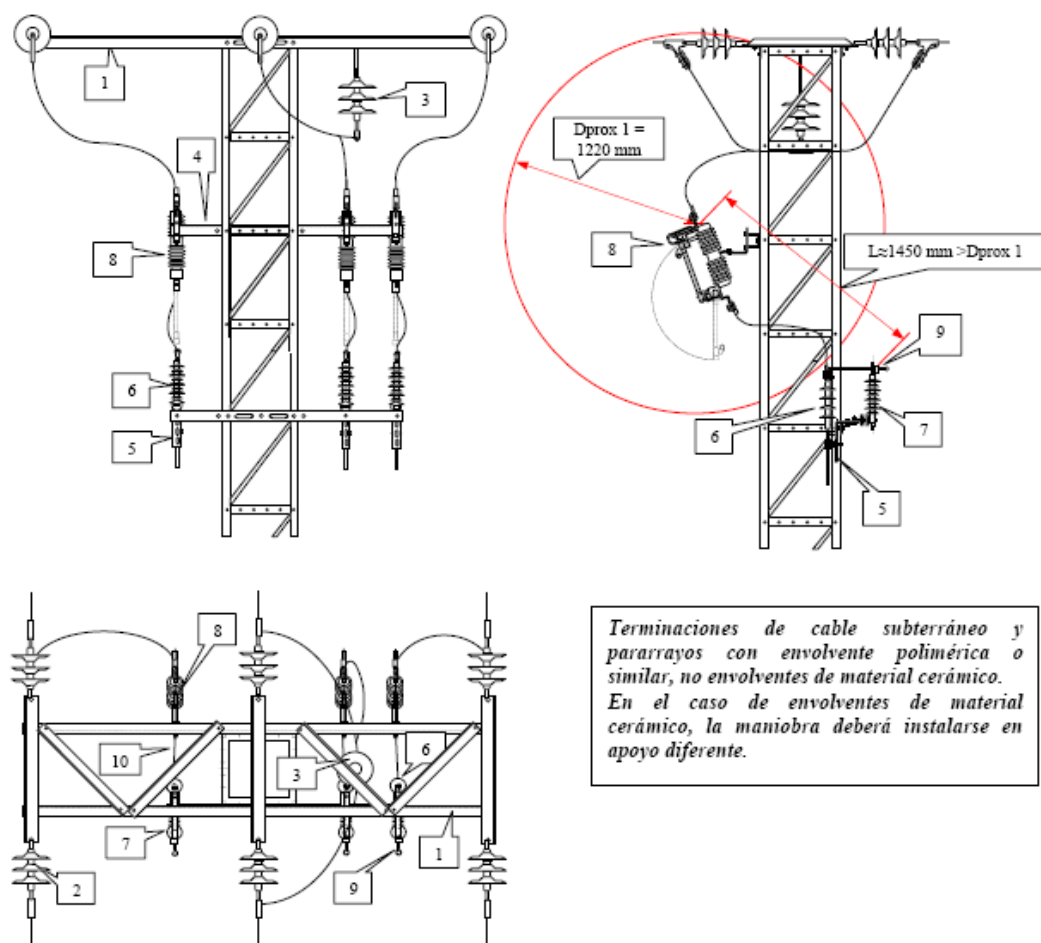


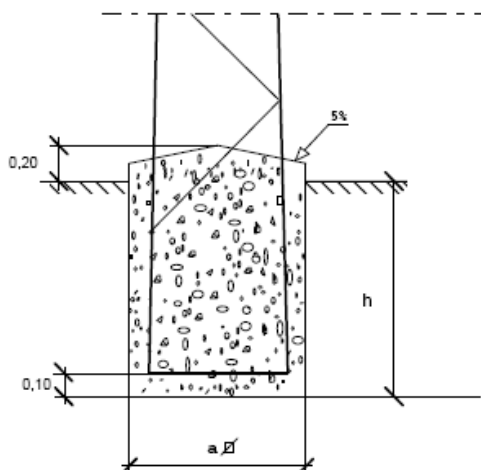
Figura 15a - Armado de derivación subterránea con cortacircuitos fusibles de expulsión en apoyo de perfiles metálicos con cruceta recta.

Marca	Cantidad	Denominación	Designación	Documento
11	1	Cruceta Recta	RC-S	NI 52.31.02
2	6	Cadena de amarre	CA	NI 48.08.01
3	1	Cadena de suspensión	CS	NI 48.08.01
4	2	Angular L-70.7-2040	L-70.7-2040	NI 52.30.24
5	3	Chapa CH-8-300	CH-8-300	NI 52.30.24
6	3	Terminación cable subterráneo	TES/24	NI 56.80.02
7	3	Pararrayos	POM-P	NI 75.30.02
8	3	Cortacircuitos fusibles de expulsión	CFE 24	NI 75.06.11
9	3	Punto fijo de puesta a tierra	PFPT	NI 52.30.24
10	-	Puentes, según conductor		
s/n	-	Tomillería, piezas de conexión		

4.4.2 Cimentación

Se realizarán las cimentaciones conforme al MT 2.21.60.

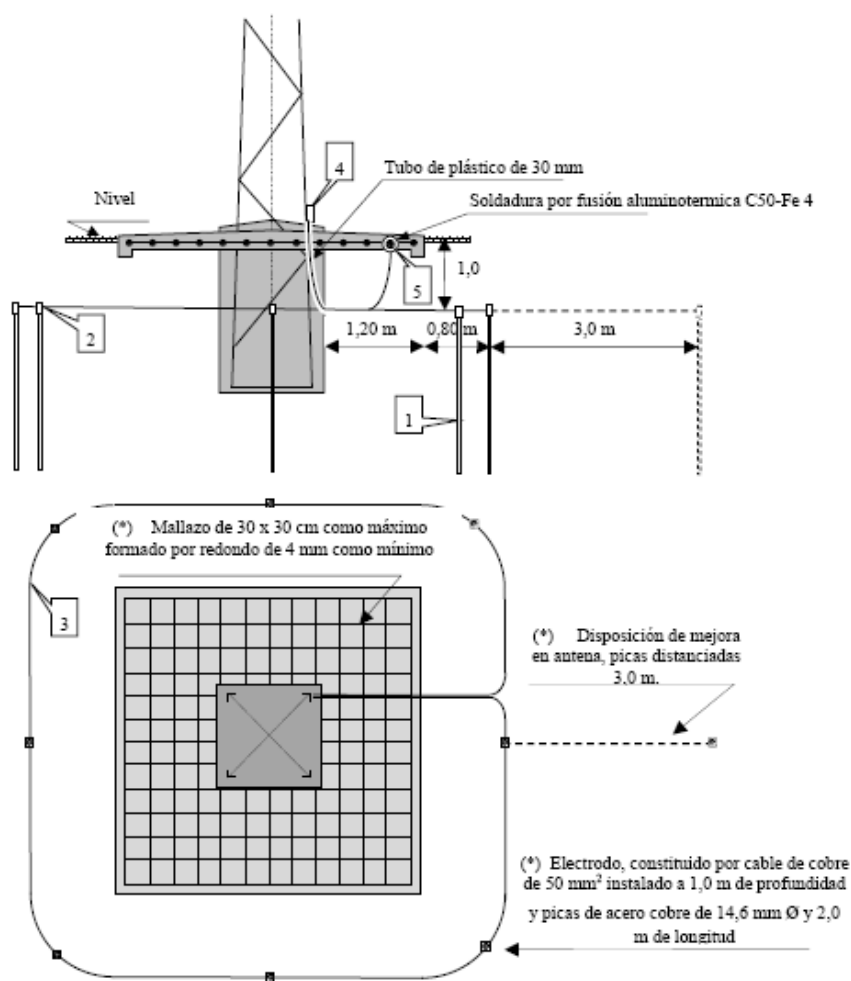
Apoyos de perfiles metálicos, según Documento NI 52.10.01



Designación	a (Lx L) (m)	h (m)	Vol. Excav m ³	Vol. Horm m ³
C3000-16	1,16	2,64	3,56	3,75
C3000-22	1,41	2,79	5,55	5,85

4.4.3 Puesta a tierra

Ambos apoyos son de tipo frecuentado al estar próximos a un camino e incorporar equipos de maniobra. Para estos casos la compañía distribuidora marca este tipo de puesta a tierra según MT 2.21.60.



(*) Ver MT 2.23.35. La profundidad será de 1,0m o 0,5m según se establece en el MT.

Nota: El conductor de puesta a tierra visible, bajará grapado al apoyo, será de aluminio acero y de una sección no inferior a 100 mm², al objeto evitar los robos que se producen con conductores de cobre.

Marca	Designación	Denominación	Código	Documento
1	PL 14-1500	Pica cilíndrica acero-cobre de 14,6 mm de diámetro y 2 m de longitud	50 26 164	NI 50.26.01
2	GC-P14,6/C50	Grapa de conexión para pica cilíndrica y cable Cu	58 26 631	NI 58.26.03
3	C 50	Cable de cobre de 50 mm²	54 10 050	NI 54.10.01
4	GCP/C16	Grapa de conexión paralela para cable de Cu	58 26 035	NI 58.26.04
5	S/n	Soldadura por fusión aluminotérmica C 50 con redondo de tetracero de 4 mm de Ø.		
6	DCP 50c/50c	Conector por cuña a presión para conductor de cobre de 50/50 mm²	58 21 510	NI 58.21.01

4.5 Línea subterránea de media tensión

4.5.1 Conductor a emplear

El conductor a emplear cumplirá lo especificado en la norma: "NI 56.43.01, Cables unipolares con aislamiento seco de etileno propileno de alto módulo y cubierta de poliolefina (HEPRZ1) para redes de A.T. hasta 18/30KV".

Denominación: HEPRZ1 12/20 kV 1·240Al. + H16.

Uo/U: 12/20 kV.

Um/Up: 24/125 kV.

Nº y sección de los conductores: 3x240 m/m² Al.

Aislamiento: Etileno-Propileno.

Imax régimen permanente: 345 A.

Fabricación según R. UNESA 3.305B-1º Complemento.

La potencia máxima que puede transportar el cable en condiciones normales de instalación régimen permanente será:

En 13'2 kV..... 7.888 KVA

En 20 kV..... 11.951 KVA

Que aplicando un coeficiente reductor del 0,8 por tenderse bajo tubo nos darían 6.310 y 9.561KVA.

Puesta a tierra: En los extremos de la línea se dispondrá de una toma de tierra de masas de resistencia reglamentaria, a la que se conectarán las pantallas, flejes de protección mecánica y herrajes de fijación de los terminales,etc.

4.5.2 Caídas de tensión

La caída de tensión máxima soportada por el conductor, se determina por la siguiente fórmula:

$$AV = \sqrt{3} \cdot I \cdot L (R \cdot \cos \varphi + X \cdot \sin \varphi)$$

donde:

AV = Caída de tensión en voltios

I = Intensidad en amperios

L = Longitud de la línea en Km.

R = Resistencia del conductor en Ω/km

X = Reactancia a frecuencia 50Hz en Ω/km

$\cos \varphi$ = Factor de potencia

Tal como se detalla en este documento, se instalará conductor HEPRZ1 12/20kV 3x240mm² Al+H16, con una longitud total de 250 m.

Los valores a sustituir son los siguientes:

$I = 345 \text{ A}$ (según tabla 11 de la MT 2.31.01)

$R = 0.169 \Omega/\text{km}$ (según tabla 2a de la MT 2.31.01)

$X = 0.105 \Omega/\text{km}$ (según tabla 2a de la MT 2.31.01)

$\cos \varphi = 0,9$

Sustituyendo los anteriores valores en la fórmula obtenemos una caída de tensión: $AV=29,74\text{V}$

Expresado en %:

$$AV(\%) = \frac{AV}{V} = \frac{29,74 \cdot 100}{20.000} = 0,148\%$$

4.5.3 Intensidades máximas de cortocircuito soportadas por el conductor

Se extraen del manual técnico MT 2.31.01. Tabla 22: Densidades máximas de corriente de cortocircuito en los conductores de aluminio, en A/mm², de tensión nominal 12/20 y 18/30 kV

Tipo aislamiento	$\Delta\theta$ (K)	Duración del cortocircuito , Icc, en segundos									
		0,1	0,2	0,3	0,5	0,6	1	1,5	2	2,5	3
HEPR	145	281	199	162	126	115	89	73	63	56	51

$\Delta\theta$: Es la diferencia entre la temperatura de servicio permanente y la temperatura de cortocircuito

4.5.4 Intensidades máximas de cortocircuito soportadas por la pantalla

Se extraen del manual técnico MT 2.31.01. Tabla 23: Intensidades de cortocircuito admisible en la pantalla de cobre, en kA

Tipo aislamiento	Sección (mm ²)	Duración del cortocircuito , Icc, en segundos								
		0,1	0,2	0,3	0,5	1	1,5	2	2,5	3
HEPR	16	6.08	4.38	3.58	2.87	2.12	1.72	1.59	1.41	1.32

4.5.5 Empalmes y terminales

Los accesorios, empalmes y terminaciones, cumplirán la norma: "NI 56.80.02, Accesorios para cables subterráneos de tensiones asignadas 12/20 (24)KV hasta 18/30 (36)KV, cables con aislamiento seco".

Sistemas de ejecución

Para los diferentes tipos de accesorios se establecen, exclusivamente, los siguientes sistemas de ejecución:

- retráctil en frío (R)
- deslizante (D)
- enchufable

Sistemas de ejecución de accesorios:

Sistema de ejecución	Empalmes	Terminales
Retráctil en frío	X	X
Deslizante		X
Enchufable		X

Características comunes

Las características de los accesorios no especificadas en esta norma serán las indicadas en las normas UNE HD 628 y UNE HD 629-1.

Las tensiones asignadas son 12/20 (24) kV.

Los niveles de aislamiento, serán los indicados en la tabla siguiente.

Tensión asignada Uo/U (Um)	Tensión mas elevada de la red (kV)	Tensión soportada a frecuencia industrial kV	Tensión soportada a impulso tipo rayo kV
12/20 (24)	24	30	125

Empalmes

En los empalmes se mantendrá la continuidad de la pantalla metálica, por medio de conexiones adecuadas que garanticen la perfecta conexión eléctrica, así como el apantallamiento total del empalme. Estas conexiones deberán soportar corrientes de cortocircuito no inferiores a las específicas para las pantallas de los cables que forman el empalme.

Los empalmes serán confeccionados de tal forma, que estén contenidos en una sola envolvente, una por fase, quedando todas las conexiones en el interior. Sus características básicas se indican en la siguiente tabla.

Designación	Tensión máx (Um) kV	Sección del conductor mm ²	Naturaleza del conductor	Código
E1S/24-240	24	240	Al	56.80.247

Conectores separables T (simétricos)

Son conectores variantes del acodado, con posibilidad de acoplamiento de conectores separables en batería.

Designación	Tensión máx (Um) kV	Interface (tipo superficie de contacto)	Intensidad nominal admisible (A)	Sección del conductor (mm ²)	Tipo de contacto
CST2R/24/240	24	C	630	240	Atornillado

Detector de tensión:

Consta de un divisor capacitivo de tensión, insertado en el aislamiento de los terminales enchufables.

Su misión es permitir, mediante el aparato adecuado, la medida o detección de la presencia de tensión en el interior del propio terminal.

La tensión medida en el punto de contacto representa del 8 al 10 % de la tensión fase-tierra.

La medición deberá efectuarse con un medidor de muy alta impedancia.

La tapa del dispositivo debe requerir una fuerza para ser retirada, superior a 30N e inferior a 200 N. El ojal del tapón debe soportar un esfuerzo superior a 400 N, dentro de los márgenes de temperatura entre -20°C y 65°C.

4.5.6 Características de la canalización

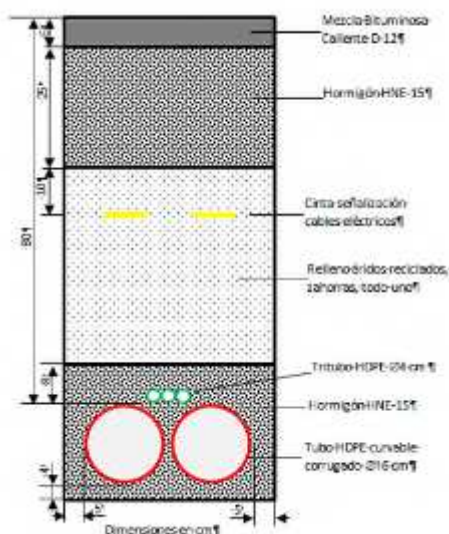
Se tenderá la canalización por el borde del camino existente toda ella por terrenos propiedad del Canal de Isabel II, sin afección a terceros. Se adoptarán los siguientes criterios de diseño:

- El sistema de instalación elegido, es el de cables entubados en conductos de PVC corrugados en el exterior y lisos en el interior, de 160 mm de diámetro exterior y con una resistencia a la compresión de 450N y al impacto de 40J.
- Se instalará un multitubo, designado como MTT 4x24, formado por 4 tubos de 24mm de diámetro, según NI 52.95.20, que se utilizará cuando sea necesario, como conducto para cables de control, red multimedia, etc. A este ducto se le dará continuidad en

todo su recorrido, al objeto de facilitar el tendido de los cables de control y red multimedia incluido en las calas de tiro. Para ello se emplearán arquetas homologadas por IBERDROLA tipo AP-400x540 cada 100m aproximadamente.

- La guía de instalación del ducto y accesorios, se encuentra definida en el MT 2.33.14 “Guía de instalación de los cables óptico subterráneos”, mientras que las características del ducto y sus accesorios se especifican en la NI 52.95.20 “Tubos de plástico y sus accesorios (exentos de halógenos) para canalizaciones de redes subterráneas de telecomunicaciones.
- Su trazado, arquetas y nº de tubos, puede observarse en los planos adjuntos. Dado que existe un camino de tierra a falta de aprobación por parte de IBERDROLA se propone que la línea discurra por el para evitar más afecciones a los terrenos colindantes. Esta zanja tendrá las siguientes propiedades:
 - La profundidad hasta la parte superior del tubo más próximo a la superficie, no será menor de 80 centímetros.
 - La terna de cables irá alojado en el interior de un tubo de PEAD de diámetro mínimo de 160 cm., que estará asentado y protegido superiormente por una capa de hormigón en masa de resistencia HNE-15.
 - Dicha capa irá cubierta por otra, de zahorras artificiales compactadas; para absorber los efectos de compresión que pudieran motivar el tráfico rodado, a excepción de la terminación con el pavimento. A una cota de 40 cm de la terminación del pavimento, se colocará dos cintas de polietileno de 15 cm de ancho con una indicación “ATENCIÓN DEBAJO HAY CABLES ELÉCTRICOS”

El detalle de la sección de la canalización (50cm de ancho), se puede ver a continuación. Cada 50m se realizará una cala de tiro.



5 CUADRO PROTECCION SECUNDARIOS DE LOS TRANSFORMADORES

Se dispondrá de un nuevo cuadro que se ubicará en el centro de transformación actual. A él se acometerá desde los secundarios de los transformadores existentes de 400kVA. Para ello se tenderá desde el lado de baja tensión de cada transformador una línea aérea en bandeja metálica (montaje E/F según UNE-HD 60364-5-52) compuesta por seis conductores tipo RZ1 0,6/1kV 240mm² Cu por fase. En su interior se alojarán tres interruptores de 1600A de bastidor abierto en ejecución extraíble. Verificarán la especificación técnica ET- 3301.

6 CUADRO GENERAL DE BAJA TENSIÓN

Se dispondrá un nuevo cuadro general de baja tensión 400V, 3200A y 50Ka según especificación técnica ET-3301. Tendrá la siguiente configuración:

Entradas:

- Desde los tres transformadores: Tres interruptores automáticos de bastidor abierto extraíbles 4x1600A 50kA. Se han previsto interruptores de esa intensidad superiores a los 630A que se requieren actualmente para posibilitar en el futuro la sustitución de los tres transformadores actuales de 400kVA por tres de 1.000kVA. En esa situación hipotética se podrían trabajar con dos transformadores en paralelo para no exceder los capacidad de cortocircuito del cuadro general (50kA)
- Desde nuevo grupo electrógeno de 657 kVA (526kW) en funcionamiento LTP: Un interruptor automático 4x1600A 50kA para conexión de dicho equipo.

Todas las motorizaciones de estos interruptores, tensiones de mando y maniobra se alimentarán desde sistemas de alimentación ininterrumpida de nueva instalación. De igual forma estos interruptores se gobernarán de forma automática/manual. Más información de este aspecto se incluye en el apartado donde se explica la forma de arranque y paro del grupo

electrógeno. En dicho apartado se indica los requisitos adicionales que debe cumplir el CGBT para permitir el funcionamiento del grupo como se desea.

Salidas:

- 1 Ud Interruptor automático 4x1250A 50kA con protección diferencial regulable en tiempo y sensibilidad: Para conexión del cuadro general de baja tensión existente desde el nuevo. Cuando la obra asociada a las actuaciones de mejora finalice, esta salida pasará a ser una reserva.
- 1 Ud interruptor automático 3px800A 50kA con protección diferencial 300mA instantánea: Conexión de batería automática nueva 300kVar (2x25+5x50kVAR) que reemplaza a las existentes (CIRCUTOR OPTIM 135kVar y ABB CLMM1 140kVar). La motorización permitirá disparar la batería de forma remota en caso de funcionamiento del grupo electrógeno.
- 1 Ud interruptor automático 4x1000A con protección diferencial regulable en sensibilidad y tiempo: Alimentación CCM CENTRO DE DISTRIBUCIÓN.
- 3 Ud automático 4x250A con protección diferencial regulable en sensibilidad y tiempo: Alimentación CCM EDIFICIO REACTIVOS ACTUAL, CCM BATERIA FILTROS ALA IZQUIERDA y CUADRO ALUMBRADO (existente).
- 4 Ud automático 4x160A con protección diferencial regulable en sensibilidad y tiempo: Alimentación CCM REACTIVOS NUEVO, CCM BATERIA FILTROS ALA DERECHA, CCM AMPLIACIÓN DE TRATAMIENTO DE FANGOS y CUADRO DE ALUMBRADO EXTERIOR (previsión).
- 1 Ud automático 4x800A con protección diferencial regulable en sensibilidad y tiempo: Alimentación CCM TRATAMIENTO DE FANGOS (existente)
- 1 Ud automático 4x80A con protección diferencial 500mA 0s para alimentar la carga POBLADO (existente).

7 CENTROS DE CONTROL DE MOTORES. BALANCE POTENCIAS.

7.1 CCM centro de distribución

Se adjunta a continuación la nueva lista de potencias prevista, donde se indican en **negro** los motores actuales que permanecen, en **azul** los nuevos consumidores:

Nº DEL CIRCUITO	DESIGNACIÓN	EQUIPOS INSTALADOS	EQUIPOS EN FUNCIONAM.	POTENCIA UNITARIA	POTENCIA INSTALADA	POTENCIA INSTALADA EFECTIVA	POTENCIA SIMULTANEA	TIPO SALIDA S/3311
		Ud	Ud	Kw	Kw	Kw	Kw	
CCM CENTRO DISTRIBUCION		24,00			580,50	459,00	354,30	
C1	Soplante rotativa 1	1	1	110,00	110,00	110,00	110,00	VF-2
C2	Soplante rotativa 2	1	1	110,00	110,00	110,00	77,00	VF-2
C3	Bombas de agua de lavado	3	2	55,00	165,00	110,00	77,00	VF-2
C4	Bomba servicios auxiliares	2	1	30,00	60,00	30,00	21,00	AE
C5	Compresor Hydrovane	2	1	18,00	36,00	18,00	12,60	AE
C6	Compuerta reparto 1	1	1	3,00	3,00	3,00	2,10	INVERSOR
C7	Compuerta reparto 2	1	1	3,00	3,00	3,00	2,10	INVERSOR
C8	Compuerta reparto 3	1	1	1,50	1,50	1,50	1,05	INVERSOR
C9	Compuerta reparto 4	1	1	1,50	1,50	1,50	1,05	INVERSOR
C10	Compuerta reparto 5	1	1	1,50	1,50	1,50	1,05	INVERSOR
C11	Compuerta reparto 6	1	1	1,50	1,50	1,50	1,05	INVERSOR
C12	Compuerta reparto 7	1	1	3,00	3,00	3,00	2,10	INVERSOR
C13	Compuerta reparto 8	1	1	3,00	3,00	3,00	2,10	INVERSOR
C14	Compuerta reparto 9	1	1	3,00	3,00	3,00	2,10	INVERSOR
C15	Compuerta reparto 10	1	1	3,00	3,00	3,00	2,10	INVERSOR
C16	Nuevo bombeo de agua Industrial	3	2	18,50	55,50	37,00	25,90	FEEDER EXTRAIBLE
C17	Alimentacion sistema alimentación ininterrumpida (SAI)	1	1	15,00	15,00	15,00	10,50	FEEDER EXTRAIBLE
C18	Varios	1	1	5,00	5,00	5,00	3,50	FUA-2

Factor de simultaneidad elegido: 0,7

Los cambios a realizar en este CCM respecto la situación actual son:

- No se consideran las cargas de los motores que se dejan sin servicio: antiguas soplantes centrífugas y bombas de recuperación de agua de lavado (anteriores a la construcción de la línea de fangos).
- Se incluyen las acometidas a las nuevas bombas de lavado de filtros, con potencia superior a las existentes y de los nuevos grupos de presión para dar servicio a las instalaciones de reactivos.
- Se incorpora variación de frecuencia para las soplantes rotativas instaladas en la actualidad.
- Se incorporan las compuertas del CCM de compuertas existente dejando el actual fuera de servicio.
- Se incluye una salida para alimentar el nuevo SAI de 3448 AH a 12 V con una potencia de salida de 15 Kw. Desde este sistema de alimentación ininterrumpida se atiende las siguientes necesidades:
 - Rearme protecciones de Alta tensión (CT) y cuadro de alarmas.
 - Analizadores de redes y/o vigilantes de tensión del CGDBT.
 - Cuadro de control CCM Distribución.
 - Cuadro de control CCM Decantación y Filtración (izquierda).
 - Cuadro de control CCM fangos.

El cuadro existente CCM DISTRIBUCIÓN tiene una potencia instalada de 901kW, una instalada efectiva de 378kW y una potencia simultánea de 264,6kW.

Tras la adecuación el nuevo CCM DISTRIBUCIÓN pasará a tener una potencia instalada de 580kW, una instalada efectiva de 459kW y una potencia simultánea de 354,3kW.

Por lo tanto el nuevo cuadro supone una reducción de 321 kW en potencia instalada, y un incremento de 89,7 kW en potencia simultánea.

7.2 CCM de reactivos en edificio actual

Este CCM se reduce dado que las instalaciones de cloro, dióxido de cloro y coagulante se trasladan al nuevo edificio de reactivos. Se mantienen las instalaciones de cal, carbón activo en polvo, y servicios como extractores, compresores y bombas actuales de arrastre.

El equipamiento nuevo a alimentar corresponde a las nuevas instalaciones de amoniaco, permanganato potásico, almidón y clorito sódico, ventilación así como la nueva instrumentación de estos sistemas. Para atenderlas se suministra el nuevo CCM REACTIVOS ACTUAL. Este CCM verificará la especificación ET-3311. Se ubicará en el “Almacén ALA DERECHA”, contiguo a la sala que actualmente alberga los CCM REACTIVOS. Esta sala es más adecuada para albergar el nuevo cuadro ya que no tiene tuberías de agua en su interior.

Se adjunta a continuación la nueva lista de potencias prevista, donde se indican en negro los motores actuales que permanecen y en azul los nuevos consumidores:

Nº DEL CIRCUITO	DESIGNACIÓN	EQUIPOS INSTALADOS	EQUIPOS EN FUNCIONAM.	POTENCIA UNITARIA	POTENCIA INSTALADA	POTENCIA INSTALADA EFECTIVA	POTENCIA SIMULTANEA	TIPO SALIDA S/3311
		Ud	Ud	Kw	Kw	Kw	Kw	
CCM REACTIVOS ACTUAL		42,00			116,36	86,39	73,64	
A1	Extractor almacén amoniaco	2	2	0,37	0,74	0,74	0,74	AD-1
A2	Extractor cabinas	1	1	0,55	0,55	0,55	0,39	AD-1
A3	Extractor cal	1	1	0,55	0,55	0,55	0,39	AD-1
A4	Extractor sala clorito	1	1	0,55	0,55	0,55	0,39	AD-1
A5	Polipasto almacén (cloro/amoniaco actual)	1	1	4,00	4,00	4,00	2,80	FEEDER EXTRAIBLE
A6	Evaporadores de amoniaco	2	1	18,00	36,00	18,00	12,60	AD-1
A7	Cuadro electrico / neumático del amoniaco	1	1	1,55	1,55	1,55	1,09	FEEDER EXTRAIBLE
A8	Resto equipos amoniaco	1	1	5,00	5,00	5,00	3,50	FJA-2
A9	Puente grua sala amoniaco	1	1	3,22	3,22	3,22	2,25	FEEDER EXTRAIBLE
A10	Bomba eyectora cloro y amoniaco	4	3	7,50	30,00	22,50	15,75	AD-2
A11	Ventilador torre de neutralización	1	1	4,00	4,00	4,00	2,80	AD-2
A12	Bomba lechada de cal	4	3	1,50	6,00	4,50	3,15	AD-2
A13	Agitador lechada de cal	2	2	0,37	0,74	0,74	0,52	AD-2
A14	Tomillo dosificador cal en polvo	2	2	1,10	2,20	2,20	1,54	VF-1
A15	Vibrador silo	2	2	0,18	0,36	0,36	0,25	AD-3
A16	Filtro de mangas cal	1	1	0,66	0,66	0,66	0,46	FJA-1
A17	Bomba lechada carbón activo	2	1	1,50	3,00	1,50	1,05	AD-3
A18	Tomillo dosificador carbón en polvo	1	1	0,37	0,37	0,37	0,26	VF-1
A19	Agitador solucion carbon activo	1	1	0,37	0,37	0,37	0,26	AD-2
A20	Grupo de preparación de permanganato	1	1	1,80	1,80	1,80	1,26	FEEDER EXTRAIBLE
A21	Bombas dosificadoras permanganato	3	2	1,10	3,30	2,20	1,54	VF-1
A22	Grupo de preparación de almidón	1	1	0,92	0,92	0,92	0,64	FEEDER EXTRAIBLE
A23	Bombas de Almidón	3	2	0,37	1,11	0,74	0,52	VF-1
A24	Bomba de carga de Clorito	1	1	4,00	4,00	4,00	15,74	AD-2
A25	Extractor carbón activo	1	1	0,37	0,37	0,37	0,26	AD-1
A26	Varios	1	1	5,00	5,00	5,00	3,50	FJA-2

Factor de simultaneidad elegido: 0,7

7.3 CCM edificio de reactivos nuevo

Por requerimientos de las normas APQ, es necesario trasladar a un nuevo edificio de reactivos el equipamiento de almacenamiento y dosificación de cloro y floculantes, así como la generación de dióxido de cloro. Desde este nuevo CCM se atiende además de estos servicios los siguientes:

- El cuadro de alumbrado y usos asociado a este nuevo edificio. Esta alimentación es temporal ya que pasará a alimentarse desde el cuadro general de alumbrado y usos de la ETAP en un futuro.
- Sistema de alimentación ininterrumpida compuesta por un equipo de 3448 AH a 12 V con una potencia de salida de 15 kW. Desde esta SAI se atenderán los siguientes servicios:
 - Cuadro de control CCM Decantación y Filtración (derecha).
 - Cuadro de control CCM Reactivos actual.
 - Cuadro de control CCM Reactivos nuevo.

Nº DEL CIRCUITO	DESIGNACIÓN	EQUIPOS INSTALADOS	EQUIPOS EN FUNCIONAM.	POTENCIA UNITARIA	POTENCIA INSTALADA	POTENCIA INSTALADA EFECTIVA	POTENCIA SIMULTANEA	TIPO SALIDA S/3311
		Ud	Ud	Kw	Kw	Kw	Kw	
CCM REACTIVOS NUEVO		26,00			104,15	85,05	85,05	
B1	Evaporadores de cloro	2	1	18,00	36,00	18,00	18,00	AD-1
B2	Cuadro electrico / neumático del cloro	1	1	1,55	1,55	1,55	1,55	FEEDER EXTRAIBLE
B3	Resto equipos cloro y dióxido de cloro	1	1	5,00	5,00	5,00	5,00	FUA-2
B4	Bomba de carga de floculante	1	1	5,50	5,50	5,50	5,50	AD-2
B5	Dosificación de policloruro	5	4	0,55	2,75	2,20	2,20	VF-1
B6	Dosificación de Sulfato de alúmina	5	4	0,55	2,75	2,20	2,20	VF-1
B7	Ventilador neutralización de cloro	1	1	3,00	3,00	3,00	3,00	AD-2
B8	Bomba de recirculación neutralización	1	1	5,50	5,50	5,50	5,50	AD-2
B9	Puente grúa	1	1	3,80	3,80	3,80	3,80	FEEDER EXTRAIBLE
B10	Extractor Sala Policloruro	2	2	0,55	1,10	1,10	1,10	AD-1
B11	Extractor Cloración	1	1	0,55	0,55	0,55	0,55	AD-1
B12	Extractor Cabinas	1	1	0,55	0,55	0,55	0,55	AD-1
B13	Extractor sala CCM	1	1	0,55	0,55	0,55	0,55	AD-1
B14	Extractor absorción cloro	1	1	0,55	0,55	0,55	0,55	AD-1
B15	Sistema de alimentación ininterrumpida	1	1	15	15,00	15,00	15,00	FEEDER EXTRAIBLE
B16	Varios (temporalmente alumbrado y usos)	1	1	20	20,00	20,00	20,00	FUA-2

Factor de simultaneidad elegido: 0,7

7.4 CCM decantación y batería de filtros (Ala derecha)

Este nuevo CCM reúne los consumidores de los antiguos CCM decantación y CCM batería de filtros (ala derecha) dado que en la actualidad están ubicados en el mismo lugar.

Se renueva por completo el equipamiento correspondiente a la filtración y por el contrario, el correspondiente a la decantación y a la extracción de arenas se mantiene.

El nuevo CCM se ubicará en una sala aislada del resto de la galería.

Se adjunta a continuación la nueva lista de potencias prevista, donde se indican en **negro** los motores actuales que permanecen y en **azul** los nuevos consumidores:

Nº DEL CIRCUITO	DESIGNACIÓN	EQUIPOS EN FUNCIONAM.	POTENCIA UNITARIA	POTENCIA INSTALADA	POTENCIA INSTALADA EFECTIVA	POTENCIA SIMULTANEA	TIPO SALIDA S/3311	P. ACTIVA A COMPENSAR
		Ud	Kw	Kw	Kw	Kw		kW
CCM BATERIA FILTROS (ALA DERECHA)				107,34	75,08	75,08		75,08
D1	Turbina decantadores	3	14,00	42,00	42,00	42,00	AE	42,00
D2	Puente decantadores	3	3,00	9,00	9,00	9,00	AD-2	9,00
D3	Válvulas de entrada a decantadores	3	1,50	4,50	4,50	4,50	INVERSOR	4,50
D4	Compuertas de entrada a filtros	1	0,55	6,60	0,55	0,55	INVERSOR	0,55
D5	Compuertas de retirada de agua de lavado	1	1,50	18,00	1,50	1,50	INVERSOR	1,50
D6	Válvula de salida de agua filtrada	1	0,25	3,00	0,25	0,25	FEEDER EXTRAÍBLE	0,25
D7	Válvula agua de lavado	1	0,25	3,00	0,25	0,25	INVERSOR	0,25
D8	Válvulas de aire de lavado	1	0,25	3,00	0,25	0,25	FIJA-1	0,25
D9	Bomba de arenas	1	3,00	3,00	3,00	3,00	AD-2	3,00
D10	Tornillo desarenador	1	0,25	0,25	0,25	0,25	AD-2	0,25
D11	Bomba de riego	1	4,50	4,50	4,50	4,50	AD-2	4,50
D12	Polipasto eléctrico	1	0,73	2,19	0,73	0,73	FEEDER EXTRAÍBLE	0,73
D13	Ventiladores extractores	6	0,55	3,30	3,30	3,30	AD-1	3,30
D14	Varios	1	5,00	5,00	5,00	5,00	FIJA-2	5,00

Factor de simultaneidad elegido: 0,7

7.5 CCM decantación y batería de filtros (Ala izquierda)

Este nuevo CCM reúne los consumidores de los antiguos CCM decantación y CCM batería de filtros dado que en la actualidad están ubicados en el mismo lugar.

Se renueva por completo el equipamiento correspondiente a la filtración y por el contrario, el correspondiente a la decantación y a la extracción de arenas se mantiene.

El nuevo CCM se ubicará en una sala aislada del resto de la galería.

Se adjunta a continuación la nueva lista de potencias prevista, donde se indican en **negro** los motores actuales que permanecen y en **azul** los nuevos consumidores:

Nº DEL CIRCUITO	DESIGNACIÓN	EQUIPOS EN FUNCIONAM.	POTENCIA UNITARIA	POTENCIA INSTALADA A	POTENCIA INSTALADA EFECTIVA	POTENCIA SIMULTANEA	TIPO SALIDA S/3311	P. ACTIVA A COMPENSAR
		Ud	Kw	Kw	Kw	Kw		kW
CCM BATERIA FILTROS (ALA IZQUIERDA)				102,84	70,58	62,01		70,58
E1	Turbina decantadores	3	14,00	42,00	42,00	42,00	AE	42,00
E2	Puente decantadores	3	3,00	9,00	9,00	6,30	AD-2	9,00
E3	Válvulas de entrada a decantadores	3	1,50	4,50	4,50	3,15	INVERSOR	4,50
E4	Compuertas de entrada a filtros	1	0,55	6,60	0,55	0,39	INVERSOR	0,55
E5	Compuertas de retirada de agua de lavado	1	1,50	18,00	1,50	1,05	INVERSOR	1,50
E6	Válvula de salida de agua filtrada	1	0,25	3,00	0,25	0,18	FEEDER EXTRAÍBLE	0,25
E7	Válvula agua de lavado	1	0,25	3,00	0,25	0,18	INVERSOR	0,25
E8	Válvulas de aire de lavado	1	0,25	3,00	0,25	0,18	FIJA-1	0,25
E9	Bomba de arenas	1	3,00	3,00	3,00	2,10	AD-2	3,00
E10	Tornillo desarenador	1	0,25	0,25	0,25	0,18	AD-2	0,25
E11	Polipasto eléctrico	1	0,73	2,19	0,73	0,51	FEEDER EXTRAÍBLE	0,73
E12	Ventiladores extractores	6	0,55	3,30	3,30	2,31	AD-1	3,30
E13	Varios	1	5,00	5,00	5,00	3,50	FIJA-2	5,00

Factor de simultaneidad elegido: 0,7

7.6 CCM Tratamiento de fangos

El CCM correspondiente al tratamiento de fangos es el más reciente, y es el único de ejecución extraíble de los que hay en la ETAP. No se modifica y el único cambio que le aplica es que se alimentará a partir del nuevo cuadro general de baja tensión reutilizando los cableados existentes.



Al no sufrir ninguna modificación el cuadro continúa con estos equipos y potencias:

DESIGNACIÓN	EQUIPOS INSTALADOS	EQUIPOS EN SERVICIO	POTENCIA UNITARIA	POTENCIA INSTALADA	POTENCIA INSTALADA EFECTIVA	POTENCIA SIMULTANEA
	Ud	Ud	kW	kW	kW	kW
CCM Fangos	48	38		515,56	358,26	250,78

En esta tabla se incluyen los equipos de flotación. Las nuevas instalaciones en el tratamiento de fangos permitirán dejar fuera de servicio este sistema (Bombeo de recirculación, bombeo de fangos a flotación y rasquetas). A pesar de ello, no se desconectarán los sistemas de flotación para prever su hipotético servicio en circunstancias muy excepcionales y por esa razón se mantienen en la tabla.

7.7 CCM Ampliación de tratamiento de fangos

Este cuadro es nuevo y se alimenta desde el nuevo cuadro general de baja tensión con una línea nueva. En su interior se ubicarán las protecciones correspondientes al nuevo equipamiento que se va instalar en esta fase del proceso: nuevo bombeo a decantación lamelar, nuevos espesadores de gravedad y bombeo de fangos espesados.

Las nuevas cargas a considerar son las siguientes:

Nº DEL CIRCUITO	DESIGNACIÓN	EQUIPOS INSTALADOS	EQUIPOS EN FUNCIONAM.	POTENCIA UNITARIA	POTENCIA INSTALADA	POTENCIA INSTALADA EFECTIVA	POTENCIA SIMULTANEA	TIPO SALIDA S/3311
		Ud	Ud	Kw	Kw	Kw	Kw	
CCM FANGOS AMPLIACIÓN		15,00			84,33	65,93	46,15	
F24	Válvulas cámara de fangos dec	1	1	0,37	0,37	0,37	0,26	INVERSOR
F25	Bombeo a decantación lamelar	5	4	9,20	46,00	36,80	25,76	VF-2
F26	Agitador entrada espesadores	1	1	1,50	1,50	1,50	1,05	AD-2
F27	Espesadores	2	2	0,25	0,50	0,50	0,35	AD-2
F28	Bombeo de purgas espesadores	3	2	9,20	27,60	18,40	12,88	VF-2
F29	Polipastos	2	2	1,68	3,36	3,36	2,35	FEEDER EXTRAÍBLE
F30	Varios	1	1	5,00	5,00	5,00	3,50	FUA-2

Factor de simultaneidad elegido: 0,7

7.8 Alumbrado y usos

En la actualidad, la instalación dispone los siguientes servicios auxiliares que se marcan en **negro** en la siguiente tabla. Parte del alumbrado exterior está constituido actualmente por 94 báculos que incorporan lámparas de 250W VSAP. Se ha previsto la sustitución de estas lámparas por otras de tecnología LED (100W). Esto hace que la potencia de alumbrado exterior de 32kW descienda a 17,9kW (14,1kW menos en los báculos que pasan a LED). También se ha previsto **la ampliación de esta instalación (en azul)** por la construcción del nuevo edificio de reactivos. Se prevé en el cuadro general de distribución una salida de 4x160A para alimentar el cuadro de alumbrado exterior (previsión) y otra salida de 4x250A para alimentar el cuadro de alumbrado general de la ETAP.

Descripción	Potencia (kW)
Alumbrado exterior	17,9
Alumbrado edificio S. Sociales	10
Alumbrado ed. Filtros Ala izquierda Planta Baja	12
Alumbrado ed. Filtros Ala izquierda Planta Sótano	10
Alumbrado ed. Filtros Ala derecha Planta Baja	12
Alumbrado ed. Filtros Ala derecha Planta Sótano	10
Alumbrado edif. Reactivos sólidos	8
Alumbrado edif. Reactivos gaseosos	12
Alumbrado edificio Almacén	8
Alumbrado edificio CT y CGD	3
Viviendas	20
Alumbrado edif. Control	20
Alumbrado edificio fangos	25
Servicio nuevo edificio reactivos (alumbrado y usos)	25
Total	192,9

7.9 Balance de potencias

En las siguientes tablas se realiza un balance de potencia comparativo entre la situación actual y la situación futura.

La situación actual se recoge en esta tabla: En **rojo** se indican los centros de control de motores que se desmontan y en **negro** el único que permanece. El hecho de que desaparezca el CCM no implica que lo hagan sus cargas asociadas ya que muchas de ellas se van a alimentar desde los nuevos CCMs.

DENOMINACIÓN CCM	EQUIPOS INSTALADOS	POTENCIA INSTALADA	POTENCIA INSTALADA EFECTIVA	POTENCIA SIMULTANEA
	Ud	Kw	Kw	Kw
CCM REACTIVOS SOLIDOS	35	23,51	18,11	12,68
CCM REACTIVOS GASEOSOS	18	122,35	115,35	80,75
CCM DECANTACIÓN (Ala derecha)	9	55,5	55,5	38,85
CCM BATERIA FILTROS (Ala derechas)	39	100,25	10,83	7,6
CCM DECANTACIÓN (Ala izq.)	9	55,5	55,5	38,85
CCM BATERIA FILTROS (Ala derechas)	38	95,75	6,33	4,45
CCM CENTRO DISTRIBUCION	15	901	378	264,6
CCM FANGOS	48	515,56	358,26	250,78
TOTALES	211	1869,42	997,88	698,56

La situación futura tras las actuaciones de mejora se recoge en esta otra tabla donde se indica en color **azul** los nuevos CCMs y en **negro** el único CCM que permanece:

DENOMINACIÓN CCM	EQUIPOS INSTALADOS	POTENCIA INSTALADA	POTENCIA INSTALADA EFECTIVA	POTENCIA SIMULTANEA
	Ud	Kw	Kw	Kw
CCM CENTRO DISTRIBUCIÓN	24,00	580,50	459,00	354,30
CCM REACTIVO ACTUAL	42,00	116,36	86,39	73,64
CCM REACTIVO NUEVO	26,00	104,15	85,05	85,05
CCM FILTROS ALA DERECHA (1)	82,00	107,34	75,08	75,08
CCM FILTROS ALA IZQ. (ALA 2)	81,00	102,84	70,58	62,01
CCM FANGOS (*)	48,00	515,56	358,26	250,78
CCM AMPLIACIÓN FANGOS	15,00	84,33	65,93	46,15
TOTALES	318,00	1.611,08	1.200,29	947,01

(*) En el CCM FANGOS se considera todo los consumos asociados al sistema de flotación que sólo funcionarán en caso extraordinario.

Esto hace que el balance global tras la actuación resulte:

DESCRIPCIÓN	S. Actual			P. Construcción		
	Motores	Servicios	Total	Motores	Servicios	Total
Nº de receptores	211,00	13,00	224,00	318	14,00	332
Potencia instalada (kW)	1.869,42	182,00	2.051,42	1.611,08	192,9	1.803,98
Potencia instalada efectiva (kW)	997,88	182,00	1.179,88	1.200,29	192,9	1.393,19
Potencia simultánea (kW)	698,56	127,40	825,96	947,01	135,03	1.082,04

El incremento de potencia demandada es de 256,08 kW.

8 COMPROBACIÓN DE LA INSTALACIÓN DE MEDIA TENSIÓN

Como se ha comentado anteriormente, en la Planta existen tres transformadores de 400 kVA de potencia unitaria funcionando en (2+1), es decir, uno de ellos se encuentra en reserva.

Se ha procedido a analizar las facturas eléctricas de la ETAP TORRELAGUNA comprobando que los máximos picos mantenidos de potencia registrados en el maxímetro ascienden a 300kW. Tal y como se justifica en el apartado anterior, la mejora que se plantea va a suponer un aumento aproximado de 256kW por lo que la potencia máxima demandada podría llegar a ser de 556kW. Esta potencia se puede atender de forma holgada por los transformadores actuales.

No obstante tal y como se indica en este anejo ya que se va a proceder a sustituir el CGBT y se va a instalar un cuadro de protección de secundarios de transformadores, estos vendrán equipados con interruptores de 1.600A para posibilitar que si se requiere en un futuro se puedan conectar en paralelo dos transformadores de 1.000kVA sin hacer más modificaciones (con el diseño actual se podrían conectar los tres transformadores de 400kVA en paralelo).

9 CÁLCULO DE LA INTENSIDAD NOMINAL Y DE CORTOCIRCUITO.

9.1 Cálculos asociados al centro de transformación.

Para este caso, no se realiza el cálculo de las intensidades de alta y baja tensión para el Centro de Transformación, puesto que se supone que este cálculo ya se realizó en proyectos anteriores para el centro de transformación existente en la planta que siguen siendo válidos. De hecho se respetan el mismo calibre de interruptores que ya existe (1.600A en vez de los 630A que requieren los propios transformadores de 400kVA).

9.2 Intensidad nominal en los nuevos CCM

La intensidad nominal viene dada por la expresión:

$$I_s = \frac{P}{1,732 \times V_s \times \cos \phi}$$

Donde:

- P = potencia instalada efectiva en CCMs
- Vs = tensión secundaria en KV=0,4 kV
- Is = intensidad secundaria en A
- Cosφ = factor de potencia de la instalación=0,85

En la siguiente tabla se exponen los resultados obtenidos para cada uno de los CCM de la nueva instalación, así como los calibres de los interruptores generales:

Intensidad nominal de los nuevos CCM		CCM Centro de distribución	CCM Reactivos actual	CCM Nuevo Edif. Reactivos	CCM Bateria (Ala derecha)	CCM Bateria (Ala izquierda)	CCM Ampliación Fangos
Potencia (Inst. efec.) en CCM	kW	459,00	86,39	85,05	75,08	70,58	65,93
Tensión secundaria	kV	0,40	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4
Factor de potencia		0,85	0,85	0,85	0,85	0,85	0,85
Intensidad Nominal	A	779,45	146,70	144,43	127,50	119,85	111,96
Calibres adoptados en nuevos Interruptores	A	1000	250	160	160	250	160

En el caso del CCM Bateria (Ala izquierda) se instalará un interruptor de cabeza de 250A para poder atender la alimentación provisional a los equipos de lavado de filtros y dosificación de amoníaco (dicha alimentación permanecerá mientras se remodela el ala derecha).

9.3 Cortocircuito

Para el cálculo de las intensidades que origina un cortocircuito, se tendrá en cuenta la potencia de cortocircuito de la red de Media Tensión, valor especificado por la Compañía suministradora.

9.3.1 Cálculos de las corrientes de cortocircuito

Para el cálculo de la corriente de cortocircuito en el lado primario, se utiliza la expresión:

$$I_{ccp} = \frac{S_{cc}}{1,732 \times U} \quad (4.3.2.a)$$

donde:

- S_{cc} = potencia de cortocircuito de la red en MVA
- U = tensión de servicio en kV (20kV)
- I_{ccp} = corriente de cortocircuito en kA

Para los cortocircuitos secundarios, se va a considerar que la potencia de cortocircuito disponible es la teórica de los transformadores de MT-BT, siendo por ello más conservadores que en las consideraciones reales.

La corriente de cortocircuito secundaria de un transformador trifásico, viene dada por la expresión:

$$I_{ccs} = \frac{S}{1,732 \times E_{cc} \times U_{ss}}$$

donde:

- S = potencia del transformador en kVA: 400 kVA
- E_{cc} = tensión de cortocircuito del transformador: 4%.
- U_{ss} = tensión secundaria en V: 420 V

- I_{ccs} = corriente de cortocircuito en KA

9.3.2 Cortocircuito en el lado de la alta tensión

Utilizando la expresión anterior y suponiendo que la potencia de cortocircuito es de 350 MVA para ese nivel de tensión de 20kV, la intensidad de cortocircuito será:

$$I_{ccp} = \frac{S_{cc}}{1,732 \times V_p} = 10,11 \text{ kA}$$

Las celdas de Media Tensión existentes y que no se modifican tienen una capacidad de soporte del cortocircuito de 16kA durante 1s, lo que supera ampliamente el valor que se puede presentar.

9.3.3 Cortocircuito en el lado de la baja tensión

En este punto se analizarán las diferentes intensidades de cortocircuito que deberán soportar los diferentes interruptores de acometida al nuevo *Cuadro General de Baja Tensión*, así como la intensidad a soportar por su embarrado.

Para un transformador de 400 kVA, la tensión porcentual de cortocircuito es del 4%, y la tensión secundaria es de 400 V.

La intensidad de cortocircuito en el lado de Baja Tensión con 400 V será, según la fórmula indicada anteriormente:

$$I_{ccs} = \frac{S}{1,732 \times E_{cc} \times V_s} = 13,74 \text{ kA que aporta cada transformador}$$

La apartamentada de acometida al nuevo CGBT deberá como mínimo soportar el triple de valor de cortocircuito ya que los tres transformadores de 400kVa pueden trabajar en paralelo. En cuanto al embarrado del nuevo cuadro general de Baja Tensión, se diseña con el mismo criterio. En este caso el embarrado y las salidas del cuadro deberán tener capacidad para soportar la aportación simultánea de la red a través de las tres máquinas, es decir, $3 \times 13,74 = 41,19 \text{ kA}$. En este valor no se ha tenido en cuenta la atenuación que produce la impedancia asociada a los puentes de baja tensión.

La capacidad de cortocircuito del nuevo *Cuadro General de Baja Tensión que se adopta es de 50 kA*, por lo que se cumple el valor de cortocircuito aportado por ambos transformadores. Con este valor de Icc (1s) el cuadro también podrá alimentarse en un futuro desde dos transformadores de 1.000kVA en paralelo.

La repercusión en el lado de M.T. del cortocircuito en B.T. será despreciable, para demostrarlo realizaremos el cálculo:

$$\bullet \quad I_{cc_r} = \frac{V_{BT}}{V_{MT}} \times I_{cc_{BT}} = \frac{400}{20 \times 10^3} \times 41,19 = 0,83kA$$

Por lo que un cortocircuito en el lado de B.T. no afectará a la instalación de M.T.

9.4 Cortocircuito en los nuevos CCM

La capacidad de soporte de cortocircuito de la instalación eléctrica existente de media tensión se ha comprobado en los apartados anteriores.

Se comprueba a continuación, el cálculo en las alimentaciones los distintos CCM.

9.4.1 I_{cc} en el extremo receptor de una unidad de alimentación con relación a la I_{cc} en el extremo de envío

En los esquemas TT conectados a tierra, un cortocircuito a tierra, en principio, siempre suministrará corriente suficiente para hacer funcionar un dispositivo de sobreintensidad.

Las impedancias de la fuente y la alimentación principal son muy inferiores a las de los circuitos de la instalación, por lo que cualquier restricción en la magnitud de las corrientes de defecto a tierra se deberá principalmente a los conductores de la instalación (los cables largos flexibles a los aparatos aumentan en gran medida la impedancia de “bucle de defecto”, con la correspondiente reducción de la corriente de cortocircuito).

Se ha utilizado el “método de la composición”, que es una estimación de la corriente de cortocircuito en el extremo remoto de un bucle, cuando se conoce el nivel de la corriente de cortocircuito en el extremo cercano del bucle.

Este método permite determinar la corriente de cortocircuito al final de un bucle a partir del valor conocido del cortocircuito en el extremo de envío, por medio de la siguiente fórmula aproximada:

$$I = I_{sc} \frac{U}{U + Z_s \cdot I_{sc}}$$

donde

- I_{sc} = corriente de cortocircuito aguas arriba.
- I = corriente de cortocircuito al final del bucle.
- U = tensión de fase nominal del sistema.
- Z_s = impedancia del bucle.

Las siguientes tablas proporcionan un valor rápido y suficientemente preciso de una corriente de cortocircuito en un punto de la red, conociendo:

- El valor de la corriente de cortocircuito aguas arriba del punto en cuestión.

- La longitud y composición del circuito entre el punto donde se conoce el nivel de corriente de cortocircuito y el punto donde hay que calcular el nivel.

Cobre 230 V / 400 V		Longitud del circuito (en metros)																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																	
sección de conduct. fase (mm²)																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																			
1,5																					1,3	1,8	2,6	3,6	5,2	7,3	10,3	14,6	21																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																						
2,5																					1,1	1,5	2,1	3,0	4,3	6,1	8,6	12,1	17,2	24	34																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																				
4																					1,2	1,7	2,4	3,4	4,9	6,9	9,7	13,7	19,4	27	39	55																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																			
6																					1,8	2,6	3,6	5,2	7,3	10,3	14,6	21	29	41	58	82																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																			
10																					3,0	4,3	6,1	8,6	12,2	17,2	24	34	49	69	97	137																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																			
16																					1,7	2,4	3,4	4,9	6,9	9,7	13,8	19,4	27	39	55	78	110	155	220																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																
25																					1,3	1,9	2,7	3,8	5,4	7,6	10,8	15,2	21	30	43	61	86	121	172	243	343																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																														
35																					1,9	2,7	3,8	5,3	7,5	10,6	15,1	21	30	43	60	85	120	170	240	340	480																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																														
47,5																					1,8	2,6	3,6	5,1	7,2	10,2	14,4	20	29	41	58	82	115	163	231	326	461																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																														
70																					2,7	3,8	5,3	7,5	10,7	15,1	21	30	43	60	85	120	170	240	340																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																
95																					2,6	3,6	5,1	7,2	10,2	14,5	20	29	41	58	82	115	163	231	326	461																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																															
120		1,6	2,3	3,2	4,6	6,5	9,1	12,9	18,3	26	37	52	73	103	146	206	291	412																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																	

I_{cc} en CCM centro de distribución

La aparamenta del nuevo CGD tendrá una capacidad de cortocircuito de 50 Ka.

Según lo anterior, entrando a las tablas con un nivel de 50kA, y seleccionando el conductor de 3x185mm² y 11,77 m para que el cálculo sea más restrictivo, tenemos que la I_{cc} aguas abajo del mismo será de 45 kA.

Se adopta una capacidad de cortocircuito de 50 kA para el CCM centro de distribución.

I_{cc} en CCM Reactivos actual

La aparamenta del nuevo CGD tendrá una capacidad de cortocircuito de 50 Ka. Según lo anterior, entrando a las tablas con un nivel de 50kA, y seleccionando el conductor de 1x240mm² y 146m para que el cálculo sea más restrictivo, tenemos que la I_{cc} aguas abajo del mismo será de 11,2 kA.

Se adopta una capacidad de cortocircuito de 50 kA para el CCM de reactivos en el edificio actual.

I_{cc} en CCM Reactivos nuevo

Es sabido que la aparamenta actual ubicada en el CGD posee una capacidad de cortocircuito de 50 kA.

Según lo anterior, entrando a las tablas con un nivel de 50kA, y seleccionando el conductor de $1 \times 120 \text{ mm}^2$ y 146m para que el cálculo sea más restrictivo, tenemos que la Icc aguas abajo del mismo será de 11,2 kA.

Se adopta una capacidad de cortocircuito de 50 kA para el nuevo CCM de reactivos en el edificio a construir.

I_{cc} en CCM Filtros ala derecha

La aparamenta del nuevo CGD tendrá una capacidad de cortocircuito de 50 kA. Según lo anterior, entrando a las tablas con un nivel de 50kA, y seleccionando el conductor de $1 \times 120 \text{ mm}^2$ y 103 para que el cálculo sea más restrictivo, tenemos que la Icc aguas abajo del mismo será de 12 kA.

Se adopta una capacidad de cortocircuito de 50 kA para el nuevo CCM de la zona de filtros del ala derecha.

I_{cc} en CCM Filtros ala izquierda

La aparamenta del nuevo CGD tendrá una capacidad de cortocircuito de 50 Ka. Según lo anterior, entrando a las tablas con un nivel de 50kA, y seleccionando el conductor de $1 \times 240 \text{ mm}^2$ y 107 para que el cálculo sea más restrictivo, tenemos que la Icc aguas abajo del mismo será de 14,5 kA.

Se adopta una capacidad de cortocircuito de 50 kA para el nuevo CCM de la zona de filtros del ala izquierda.

I_{cc} en CCM Ampliación Fangos

La aparamenta del nuevo CGD tendrá una capacidad de cortocircuito de 50 Ka. Según lo anterior, entrando a las tablas con un nivel de 50kA, y seleccionando el conductor de $1 \times 240 \text{ mm}^2$ y 41 m para que el cálculo sea más restrictivo, tenemos que la Icc aguas abajo del mismo será de 27 kA.

Se adopta una capacidad de cortocircuito de 50 kA para CCM ampliación fangos.

10 CÁLCULO DE CONDUCTORES

Los conductores se han calculado teniendo en cuenta las indicaciones señaladas en el Real Decreto 842/2.002, en los apartados correspondientes.

Según se indica en dicha normativa, hay tres criterios que han de satisfacer simultáneamente los cables de Baja Tensión:

- Criterio de la intensidad máxima admisible o calentamiento.
- Criterio de caída de tensión.

- Criterio de la intensidad de cortocircuito.

El criterio de la intensidad de cortocircuito aunque es determinante en instalaciones de alta y media tensión no lo es en instalaciones de baja tensión ya que por una parte las protecciones de sobreintensidad limitan la duración del cortocircuito a tiempos muy breves, y además las impedancias de los cables hasta el punto de cortocircuito limitan la intensidad de cortocircuito. Por esta razón los criterios que se han empleado para definir los cables de Baja Tensión del presente proyecto han sido los criterios de intensidad máxima admisible y el criterio de caída de tensión.

10.1 Cálculo por densidad de corriente

La intensidad se ha obtenido de las fórmulas:

$$I_n = \frac{K \times P}{\sqrt{3} \times U \times \cos \alpha} \quad \text{Para líneas trifásicas}$$

$$I_n = \frac{P}{U} \quad \text{Para líneas monofásicas}$$

Donde:

I	=	Intensidad de corriente en amperios
K	=	Coeficiente de carga
K	=	1,8 para lámparas de descarga
K	=	1,0 para las demás cargas
K	=	1,25 para motores
K	=	1,3 para batería de condensadores estándar
K	=	1,7 para batería de condensadores reforzados
P	=	Potencia activa en vatios
U	=	Tensión de servicio, en voltios
U	=	400 V para líneas trifásicas
U	=	230 V para líneas monofásicas
$\cos \phi$	=	0,85

10.2 Cálculo por caída de tensión

La caída de tensión se ha calculado por las fórmulas:

$$\Delta U = \frac{K \times P \times L}{C \times S \times U} \quad \text{Para líneas trifásicas}$$

$$\Delta U = \frac{2 \times K \times P \times L}{C \times S \times U} \quad \text{Para líneas monofásicas}$$

Donde:

ΔU = Caída de tensión del tramo en voltios

K = Coeficiente por tipo de carga

K = 1,8 para lámparas de descarga

K = 1 para las demás cargas

K = 1,25 para motores

K = 1,3 para batería de condensadores estándar

K = 1,7 para batería de condensadores reforzados

P = Potencia activa transportada, en vatios

L = Longitud de la línea en metros

C = Conductibilidad del cobre

S = Sección del conductor de fase en mm²

U = Tensión entre fases en voltios

U = 400 V para líneas trifásicas

U = 230 V para líneas monofásicas

Cálculo de la conductividad del cobre:

$$C = 1/\rho$$

$$\rho_t = \rho_{20}[1 + \alpha (T - 20)]$$

$$T = T_0 + [(T_{\max} - T_0) (I/I_{\max})^2]$$

Siendo,

C = Conductividad del conductor a la temperatura T .

ρ_t = Resistividad del conductor a la temperatura T .

ρ_{20} = Resistividad del conductor a 20°C.

$$C_u = 0.018$$

$$A_I = 0.029$$

α = Coeficiente de temperatura:

$$C_u = 0.00392$$

$$A_I = 0.00403$$

T = Temperatura del conductor (°C).

T_0 = Temperatura ambiente (°C):

$$\text{Cables enterrados} = 25^\circ\text{C}$$

$$\text{Cables al aire} = 40^\circ\text{C}$$

T_{\max} = Temperatura máxima admisible del conductor (°C):

$$\text{XLPE, EPR} = 90^\circ\text{C}$$

$$\text{PVC} = 70^\circ\text{C}$$

I = Intensidad prevista por el conductor (A).

I_{\max} = Intensidad máxima admisible del conductor (A).

Según el apartado 2.2.2. de la Instrucción ITC-BT-19, la caída de tensión en una instalación que cuenta con transformador propio se calcula desde las bornas de BT del mismo pudiendo llegar a ser del 6,5% para la fuerza y del 4,5% para alumbrado y usos.

10.3 Intensidad admisible

Los cálculos han sido realizados, siempre del lado de la seguridad y cumpliendo con lo prescrito en el Real Decreto 842/2.002. Para instalaciones enterradas en zanja en el interior de tubos o similares (ITC-BT-07 3.1.3), para determinar la intensidad admisible de los conductores se ha considerado un coeficiente de seguridad de $k=0,8$.

Para instalaciones aéreas entiendo por ellas las distribuidas con bandejas adosadas a paredes o techos o en galerías visitables o no se siguen los criterios indicados en la instrucción ITC BT 19 "Instalaciones interiores o receptoras. Prescripciones generales". Esta instrucción remite a la norma UNE 20.460-5.523 que fue reemplazada por la norma UNE-HD 60364-5-52. Es esta norma la que se va seguir para el dimensionamiento por intensidad admisible de los cables en concreto la tabla C.52-1 bis (temperatura ambiente 40°C en el aire). Adicionalmente dado que

los circuitos comparten bandejas a las intensidades resultantes en función de la sección y el tipo de montaje se le aplicará un coeficiente adicional de reducción de **0,6**.

Este coeficiente es aplicado para todo el trazado del conductor siempre que la conducción tenga alguna parte subterránea, puesto que los cables se prevén sin empalmes y es la condición de diseño más restrictiva.

Además, los cables se dimensionan para que puedan soportar un 25 % más de la intensidad nominal prevista para cumplir con la ITC-BT-47, que exige esta condición para la instalación de motores.

10.4 Conductores a emplear

A continuación, se incluyen las tablas de caídas de tensión de cada componente de la instalación:

Conductores proyectados nuevos.

DE BORNAS BT TRAFOS a CUADRO PROTECCION DE SECUNDARIOS TRAFOS (en CT)		
-Tipo de conductor	RZ1-K Cu 0,6/1 kV	KV
-Potencia	400,00	KW
-Longitud	15,00	m
-Tension	400,00	V.
-Nº de cables POR FASE	6,00	Cu
-Seccion unitaria	240,00	mm2
-Seccion total	1440,00	mm2
-Caída de tension	0,06	%
-Intensidad maxima admisible conductor (con corrección)	1656,00	A.
-Intensidad soportada por el conductor	1600,00	680,04
-Longitud total de conductor de fase	810,00	m.
-Longitud total de conductor en neutro	270,00	m.

Conductores proyectados nuevos.

DE CUADRO PROT. SECUNDARIO TRAFOS a CGBT		
-Tipo de conductor	RZ1-K Cu 0,6/1 kV	KV
-Potencia	400,00	KW
-Longitud	35,00	m
-Tension	400,00	V.
-Nº de cables POR FASE	6,00	Cu
-Seccion unitaria	240,00	mm2
-Seccion total	1440,00	mm2
-Caída de tension	0,14	%
-Intensidad maxima admisible conductor (con corrección)	1656,00	A.
-Intensidad soportada por el conductor	1600,00	680,04
-Longitud total de conductor de fase	1890,00	m.
-Longitud total de conductor en neutro	630,00	m.

A continuación se indican las caídas de tensión desde el CGBT a los diferentes CCMs

Conductores proyectados nuevos.

DE CGD A CCM CENTRO DE DISTRIBUCIÓN			
-Tipo de conductor	RZ1-K Cu 0,6/1 kV		KV
-Potencia	580,50		KW
-Longitud	15,00		m
-Tension	400,00		V.
-Nº de cables POR FASE	4,00		Cu
-Seccion unitaria	240,00		mm2
-Seccion total	960,00		mm2
-Caída de tension	0,13		%
-Intensidad maxima admisible conductor (con corrección)	1104,00		A.
-Intensidad soportada por el conductor (calibre interruptor 1000 A)	986,91		A.
-Longitud total de conductor de fase	180,00		m.
-Longitud total de conductor en neutro	60,00		m.

Conductores proyectados nuevos.

DE CGD A CCM DE REACTIVOS ACTUAL			
-Tipo de conductor	(Existente) RZ1-K Cu 0,6/1 kV		KV
-Potencia	116,36		KW
-Longitud	170,00		m
-Tension	400,00		V.
-Nº de cables POR FASE	1,00		Cu
-Seccion unitaria	240,00		mm2
-Seccion total	240,00		mm2
-Caída de tension	1,17		%
-Intensidad maxima admisible conductor (con corrección)	276,00		A.
-Intensidad soportada por el conductor (calibre interruptor 250 A)	197,82		A.
-Longitud total de conductor de fase	510,00		m.
-Longitud total de conductor en neutro	170,00		m.

Conductores proyectados nuevos.

DE CGD al CCM REACTIVOS EN NUEVO EDIFICIO			
-Tipo de conductor	RZ1-K Cu 0,6/1 kV		KV
-Potencia	104,15		kW
-Longitud	170,00		m
-Tension	400,00		V.
-Nº de cables POR FASE	1,00		Cu
-Seccion unitaria	120,00		mm2
-Seccion total	120,00		mm2
-Caída de tension	2,10		%
-Intensidad maxima admisible conductor (con corrección)	178,80		A.
-Intensidad soportada por el conductor (calibre interruptor 160 A)	177,07		A.
-Longitud total de conductor de fase	510,00		m.
-Longitud total de conductor en neutro	170,00		m.

Conductores proyectados nuevos.

DE CGD A CCM FILTROS ALA DERECHA

-Tipo de conductor	RZ1-K Cu 0,6/1 kV	KV
-Potencia kVA	93,85	kVA
-Potencia kW	75,08	kW
-Longitud	135,00	m
-Tension	400,00	V.
-Nº de cables POR FASE	1,00	Cu
-Seccion unitaria	120,00	mm2
-Seccion total	120,00	mm2
-Caída de tension	1,18	%
-Intensidad maxima con factor de corrección (montaje E/F)	178,80	A.
-Intensidad soportada por el conductor (calibre interruptor 160 A)	127,64	A.
-Longitud total de conductor de fase	405,00	m.
-Longitud total de conductor en neutro	135,00	m.

Conductores proyectados nuevos.

DE CGD A CCM FILTROS ALA IZQUIERDA

-Tipo de conductor	RZ1-K Cu 0,6/1 kV	KV
-Potencia kVA	88,23	kVA
-Potencia kW	70,58	kW
-Longitud	115,00	m
-Tension	400,00	V.
-Nº de cables POR FASE	1,00	Cu
-Seccion unitaria	240,00	mm2
-Seccion total	240,00	mm2
-Caída de tension	0,47	%
-Intensidad maxima con factor de corrección (montaje E/F)	276,00	A.
-Intensidad soportada por el conductor 250,00	119,99	A.
-Longitud total de conductor de fase	345,00	m.
-Longitud total de conductor en neutro	115,00	m.

Conductores proyectados nuevos.

DE CGD A CCM AMPLIACIÓN DE FANGOS

-Tipo de conductor	RZ1-K Cu 0,6/1 kV	KV
-Potencia kVA	82,41	kVA
-Potencia kW	65,93	kW
-Longitud	50,00	m
-Tension	400,00	V.
-Nº de cables POR FASE	1,00	Cu
-Seccion unitaria	240,00	mm2
-Seccion total	240,00	mm2
-Caída de tension	0,19	%
-Intensidad maxima con factor de corrección (montaje E/F)	276,00	A.
-Intensidad soportada por el conductor 250,00	112,09	A.
-Longitud total de conductor de fase	150,00	m.
-Longitud total de conductor en neutro	50,00	m.

												CP	CGD
	RECEPTORES	Potencia unitaria (kW)	Nº de elementos instalados	Sección cable (mm.2)	Tipo de cable	Nº cables por fase	Seccion total por fase (mm2)	Longitud Unitaria (m.)	Longitud Total (m.)	Tension (v.)	Caída de Tensión Parc.(%)	Caída de Tensión Tot.(%)	Caída de Tensión Tot.(%)
	CCM CENTRO DISTRIBUCION												
C1	Soplante rotativa 1	110,00	1,00	120,00	RC4Z1-K 0,6/1kV	2,00	240,00	40,00	80,00	400,00	0,52	0,65	0,85
C2	Soplante rotativa 2	110,00	1,00	120,00	RC4Z1-K 0,6/1kV	2,00	240,00	40,00	80,00	400,00	0,52	0,65	0,85
C3	Bombas de agua de lavado	55,00	3,00	50,00	RC4Z1-K 0,6/1kV	2,00	100,00	87,00	522,00	400,00	1,36	1,49	1,69
C4	Bomba servicios auxiliares	30,00	2,00	35,00	RC4Z1-K 0,6/1kV	1,00	35,00	80,00	160,00	400,00	0,97	1,10	1,30
C5	Compresor Hydrovane	18,00	2,00	10,00	RC4Z1-K 0,6/1kV	1,00	10,00	80,00	160,00	400,00	2,05	2,17	2,37
C6	Compuerta reparto 1	3,00	1,00	2,50	RZ1-K Cu 0,6/1 kV	1,00	2,50	100,00	100,00	400,00	1,70	1,83	2,03
C7	Compuerta reparto 2	3,00	1,00	2,50	RZ1-K Cu 0,6/1 kV	1,00	2,50	100,00	100,00	400,00	1,70	1,83	2,03
C8	Compuerta reparto 3	1,50	1,00	2,50	RZ1-K Cu 0,6/1 kV	1,00	2,50	100,00	100,00	400,00	0,85	0,98	1,18
C9	Compuerta reparto 4	1,50	1,00	2,50	RZ1-K Cu 0,6/1 kV	1,00	2,50	100,00	100,00	400,00	0,85	0,98	1,18
C10	Compuerta reparto 5	1,50	1,00	2,50	RZ1-K Cu 0,6/1 kV	1,00	2,50	100,00	100,00	400,00	0,85	0,98	1,18
C11	Compuerta reparto 6	1,50	1,00	2,50	RZ1-K Cu 0,6/1 kV	1,00	2,50	100,00	100,00	400,00	0,85	0,98	1,18
C12	Compuerta reparto 7	3,00	1,00	2,50	RZ1-K Cu 0,6/1 kV	1,00	2,50	100,00	100,00	400,00	1,70	1,83	2,03
C13	Compuerta reparto 8	3,00	1,00	2,50	RZ1-K Cu 0,6/1 kV	1,00	2,50	100,00	100,00	400,00	1,70	1,83	2,03
C14	Compuerta reparto 9	3,00	1,00	2,50	RZ1-K Cu 0,6/1 kV	1,00	2,50	100,00	100,00	400,00	1,70	1,83	2,03
C15	Compuerta reparto 10	3,00	1,00	2,50	RZ1-K Cu 0,6/1 kV	1,00	2,50	100,00	100,00	400,00	1,70	1,83	2,03
C16	Nuevo bombeo de agua industrial	18,50	3,00	10,00	RZ1-K Cu 0,6/1 kV	1,00	10,00	80,00	240,00	400,00	2,10	2,23	2,43
C17	Alimentacion sistema alimentación ininterrumpida (SAI)	15,00	1,00	10,00	RZ1-K Cu 0,6/1 kV	1,00	10,00	20,00	15,00	400,00	0,43	0,55	0,75
C18	Varios	5,00	1,00	6,00	RZ1-K Cu 0,6/1 kV	1,00	6,00	80,00	80,00	400,00	0,95	1,08	1,27

Desde la SAI ubicada en este CCM hasta sus respectivas cargas:

	RECEPTORES	Potencia unitaria (kW)	Nº de elementos instalados	Sección cable (mm.2)	Nº cables por fase	Seccion total por fase (mm2)	Longitud Unitaria (m.)	Longitud Total (m.)	Tension (v.)	Caída de Tensión Parc.(%)	Caída de Tensión Tot.(%)	Caída de Tensión Tot.(%)
SAI 1.a	Rearme protecciones de alta tensión (CT) y cuadro alarmas	3,75	1,00	6,00	1,00	6,00	45,00	45,00	400,00	0,40	0,40	0,40
SAI 1.b	Cuadro de control CCM Distribucion	3,75	1,00	6,00	1,00	6,00	15,00	15,00	400,00	0,13	0,13	0,13
SAI 1.a	Cuadro de control CCM Decantación y Filtración (izquierda)	3,75	1,00	6,00	1,00	6,00	115,00	115,00	400,00	1,02	1,02	1,02
SAI 1.b	Cuadro de control CCM Fangos	3,75	1,00	6,00	1,00	6,00	50,00	50,00	400,00	0,44	0,44	0,44

										CP	CGD
RECEPTORES	Potencia unitaria (kW)	Nº de elementos instalados	Sección cable (mm.2)	Nº cables por fase	Seccion total por fase (mm2)	Longitud Unitaria (m.)	Longitud Total (m.)	Tension (v.)	Caída de Tensión Parc.(%)	Caída de Tensión Tot.(%)	Caída de Tensión Tot.(%)
CCM REACTIVOS ACTUAL											
A1 Extractor almacén amoniaco	0,37	2,00	2,50	1,00	2,50	30,00	30,00	400,00	0,06	1,23	1,43
A2 Extractor cabinas	0,55	1,00	2,50	1,00	2,50	15,00	15,00	400,00	0,05	1,22	1,41
A3 Extractor cal	0,55	1,00	2,50	1,00	2,50	35,00	35,00	400,00	0,11	1,28	1,48
A4 Extractor sala clorito	0,55	1,00	2,50	1,00	2,50	30,00	30,00	400,00	0,09	1,26	1,46
A5 Polipasto almacén (cloro/amoniaco actual)	4,00	1,00	4,00	1,00	2,50	30,00	30,00	400,00	0,43	1,60	1,79
A6 Evaporadores de amoniaco	18,00	2,00	16,00	1,00	16,00	35,00	35,00	400,00	0,56	1,73	1,93
A7 Cuadro electrico / neumático del amoniaco	1,55	1,00	2,50	1,00	2,50	35,00	35,00	400,00	0,31	1,48	1,68
A8 Resto equipos amoniaco	5,00	1,00	4,00	1,00	4,00	35,00	35,00	400,00	0,62	1,79	1,99
A9 Puente grua sala amoniaco	3,22	1,00	4,00	1,00	4,00	35,00	35,00	400,00	0,40	1,57	1,77
A10 Bomba eyectora cloro y amoniaco	7,50	4,00	6,00	1,00	6,00	15,00	60,00	400,00	0,27	1,44	1,63
A11 Ventilador torre de neutralización	4,00	1,00	6,00	1,00	4,00	20,00	20,00	400,00	0,19	1,36	1,56
A12 Bomba lechada de cal	1,50	4,00	2,50	1,00	2,50	35,00	140,00	400,00	0,30	1,47	1,67
A13 Agitador lechada de cal	0,37	2,00	2,50	1,00	2,50	35,00	70,00	400,00	0,07	1,24	1,44
A14 Tornillo dosificador cal en polvo	1,10	2,00	2,50	1,00	2,50	35,00	70,00	230,00	0,66	1,83	2,03
A15 Vibrador silo	0,18	2,00	2,50	1,00	2,50	35,00	70,00	400,00	0,04	1,21	1,40
A16 Filtro de mangas cal	0,66	1,00	2,50	1,00	2,50	35,00	35,00	230,00	0,40	1,57	1,77
A17 Bomba lechada carbón activo	1,50	2,00	2,50	1,00	2,50	35,00	70,00	400,00	0,30	1,47	1,67
A18 Tornillo dosificador carbón en polvo	0,37	1,00	2,50	1,00	2,50	35,00	35,00	400,00	0,07	1,24	1,44
A19 Agitador solucion carbon activo	0,37	1,00	2,50	1,00	2,50	35,00	35,00	400,00	0,07	1,24	1,44
A20 Grupo de preparación de permanganato	1,80	1,00	2,50	1,00	2,50	10,00	10,00	400,00	0,10	1,27	1,47
A21 Bombas dosificadoras permanganato	1,10	3,00	2,50	1,00	2,50	10,00	30,00	400,00	0,06	1,23	1,43
A22 Grupo de preparación de almidón	0,92	1,00	2,50	1,00	2,50	15,00	15,00	400,00	0,08	1,25	1,45
A23 Bombas de Almidón	0,37	3,00	2,50	1,00	2,50	15,00	45,00	400,00	0,03	1,20	1,40
A24 Bomba de carga de Clorito	4,00	1,00	2,50	1,00	2,50	20,00	20,00	400,00	0,45	1,63	1,82
A25 Extractor carbón activo	0,37	1,00	2,50	1,00	2,50	15,00	15,00	400,00	0,03	1,20	1,40
A26 Varios	5,00	1,00	6,00	1,00	6,00	30,00	30,00	400,00	0,36	1,53	1,72

Desde la SAI ubicada en este CCM hasta sus respectivas cargas:

RECEPTORES	Potencia unitaria (kW)	Nº de elementos instalados	Sección cable (mm.2)	Nº cables por fase	Seccion total por fase (mm2)	Longitud Unitaria (m.)	Longitud Total (m.)	Tension (v.)	Caída de Tensión Parc.(%)	Caída de Tensión Parc.(%)	Caída de Tensión Tot.(%)
SAI 2.a Cuadro de control CCM Decantación y Filtración (derecha)	3,75	1,00	6,00	1,00	6,00	45,00	45,00	400,00	0,40	0,40	0,40
SAI 2.b Cuadro de control CCM Reactivos actual	3,75	1,00	6,00	1,00	6,00	65,00	65,00	400,00	0,58	0,58	0,58
SAI 2.c Cuadro de control CCM reactivos nuevo	3,75	1,00	6,00	1,00	6,00	130,00	130,00	400,00	2,31	2,31	2,31

										CP	CGD
RECEPTORES	Potencia unitaria (kW)	Nº de elementos instalados	Sección cable (mm.2)	Nº cables por fase	Seccion total por fase (mm2)	Longitud Unitaria (m.)	Longitud Total (m.)	Tension (v.)	Caída de Tensión Parc.(%)	Caída de Tensión Tot.(%)	Caída de Tensión Tot.(%)
CCM BATERIA FILTROS (ALA DERECHA)											
D1 Turbina decantadores	14,00	3,00	10,00	1,00	10,00	158,00	474,00	400,00	3,14	4,32	4,52
D2 Puente decantadores	3,00	3,00	2,50	1,00	2,50	158,00	474,00	400,00	2,69	3,87	4,07
D3 Válvulas de entrada a decantadores	1,50	3,00	2,50	1,00	2,50	129,00	387,00	400,00	1,10	2,28	2,48
D4 Compuertas de entrada a filtros	0,55	12,00	2,50	1,00	2,50	125,00	1500,00	400,00	0,39	1,57	1,77
D5 Compuertas de retirada de agua de lavado	1,50	12,00	2,50	1,00	2,50	125,00	1500,00	400,00	1,07	2,24	2,44
D6 Válvula de salida de agua filtrada	0,25	12,00	2,50	1,00	2,50	105,00	1260,00	230,00	0,45	1,63	1,83
D7 Válvula agua de lavado	0,25	12,00	2,50	1,00	2,50	105,00	1260,00	400,00	0,15	1,33	1,52
D8 Válvulas de aire de lavado	0,25	12,00	2,50	1,00	2,50	105,00	1260,00	230,00	0,45	1,63	1,83
D9 Bomba de arenas	3,00	1,00	2,50	1,00	2,50	53,00	53,00	400,00	0,90	2,08	2,28
D10 Tornillo desarenador	0,25	1,00	2,50	1,00	2,50	53,00	53,00	400,00	0,08	1,25	1,45
D11 Bomba de riego	4,50	1,00	4,00	1,00	4,00	50,00	50,00	400,00	0,80	1,98	2,17
D12 Polipasto eléctrico	0,73	3,00	4,00	1,00	4,00	53,00	159,00	400,00	0,14	1,32	1,51
D13 Ventiladores extractores	0,55	6,00	2,50	1,00	2,50	65,00	390,00	400,00	0,20	1,38	1,58
D14 Varios	5,00	1,00	6,00	1,00	6,00	30,00	30,00	230,00	1,07	2,25	2,45

										CP	CGD
RECEPTORES	Potencia unitaria (kW)	Nº de elementos instalados	Sección cable (mm.2)	Nº cables por fase	Seccion total por fase (mm2)	Longitud Unitaria (m.)	Longitud Total (m.)	Tension (v.)	Caída de Tensión Parc.(%)	Caída de Tensión Tot.(%)	Caída de Tensión Tot.(%)
CCM BATERIA FILTROS (ALA IZQUIERDA)											
E1 Turbina decantadores	14,00	3,00	10,00	2,00	20,00	158,00	948,00	400,00	3,14	3,61	3,81
E2 Puente decantadores	3,00	3,00	2,50	1,00	2,50	158,00	474,00	400,00	2,69	3,16	3,36
E3 Válvulas de entrada a decantadores	1,50	3,00	2,50	1,00	2,50	129,00	387,00	400,00	1,10	1,57	1,77
E4 Compuertas de entrada a filtros	0,55	12,00	2,50	1,00	2,50	125,00	1500,00	400,00	0,39	0,86	1,06
E5 Compuertas de retirada de agua de lavado	1,50	12,00	2,50	1,00	2,50	125,00	1500,00	400,00	1,07	1,54	1,73
E6 Válvula de salida de agua filtrada	0,25	12,00	2,50	1,00	2,50	105,00	1260,00	230,00	0,45	0,92	1,12
E7 Válvula agua de lavado	0,25	12,00	2,50	1,00	2,50	105,00	1260,00	400,00	0,15	0,62	0,82
E8 Válvulas de aire de lavado	0,25	12,00	2,50	1,00	2,50	105,00	1260,00	230,00	0,45	0,92	1,12
E9 Bomba de arenas	3,00	1,00	2,50	1,00	2,50	53,00	53,00	400,00	0,90	1,38	1,57
E10 Tornillo desarenador	0,25	1,00	2,50	1,00	2,50	53,00	53,00	400,00	0,08	0,55	0,74
E11 Polipasto eléctrico	0,73	3,00	4,00	1,00	4,00	53,00	159,00	400,00	0,14	0,61	0,81
E12 Ventiladores extractores	0,55	6,00	2,50	1,00	2,50	65,00	390,00	400,00	0,20	0,67	0,87
E13 Varios	5,00	1,00	6,00	1,00	6,00	30,00	30,00	400,00	0,36	0,83	1,02

											CP	CGD
RECEPTORES	Potencia unitaria (kW)	Nº de elementos instalados	Sección cable (mm.2)	Tipo de cable	Nº cables por fase	Seccion total por fase (mm2)	Longitud Unitaria (m.)	Longitud Total (m.)	Tension (v.)	Caída de Tensión Parc.(%)	Caída de Tensión Parc.(%)	Caída de Tensión Tot.(%)
CCM REACTIVOS NUEVO												
B1 Evaporadores de cloro	18,00	2,00	16,00	RZ1MZ1 Cu 0,6/1 kV	1,00	16,00	15,00	30,00	400,00	0,24	2,34	2,53
B2 Cuadro electrico / neumático del cloro	1,55	1,00	2,50	RZ1MZ1 Cu 0,6/1 kV	1,00	2,50	15,00	15,00	400,00	0,13	2,23	2,43
B3 Resto equipos cloro y dióxido de cloro	5,00	1,00	2,50	RZ1MZ1 Cu 0,6/1 kV	1,00	2,50	15,00	15,00	400,00	0,43	2,52	2,72
B4 Bomba de carga de floculante	5,50	1,00	2,50	RZ1-K Cu 0,6/1 kV	1,00	2,50	25,00	25,00	400,00	0,78	2,88	3,07
B5 Dosificación de policloruro	0,55	5,00	2,50	RC4Z1-K 0,6/1kV	1,00	2,50	25,00	125,00	400,00	0,08	2,17	2,37
B6 Dosificación de Sulfato de alúmina	0,55	5,00	2,50	RC4Z1-K 0,6/1kV	1,00	2,50	25,00	125,00	400,00	0,08	2,17	2,37
B7 Ventilador neutralización de cloro	3,00	1,00	4,00	RZ1MZ1 Cu 0,6/1 kV	1,00	4,00	15,00	15,00	400,00	0,16	2,26	2,45
B8 Bomba de recirculación neutralización	5,50	1,00	4,00	RZ1MZ1 Cu 0,6/1 kV	1,00	4,00	15,00	15,00	400,00	0,29	2,39	2,59
B9 Puente grua	3,80	1,00	4,00	RZ1MZ1 Cu 0,6/1 kV	1,00	4,00	20,00	20,00	400,00	0,27	2,37	2,56
B10 Extractor Sala Policloruro	0,55	2,00	2,50	RZ1MZ1 Cu 0,6/1 kV	1,00	2,50	30,00	60,00	400,00	0,09	2,19	2,39
B11 Extractor Cloración	0,55	1,00	2,50	RZ1MZ1 Cu 0,6/1 kV	1,00	2,50	15,00	15,00	400,00	0,05	2,14	2,34
B12 Extractor Cabinas	0,55	1,00	2,50	RZ1MZ1 Cu 0,6/1 kV	1,00	2,50	15,00	15,00	400,00	0,05	2,14	2,34
B13 Extractor sala CCM	0,55	1,00	2,50	RZ1-K Cu 0,6/1 kV	1,00	2,50	15,00	15,00	400,00	0,05	2,14	2,34
B14 Extractor absorción cloro	0,55	1,00	2,50	RZ1MZ1 Cu 0,6/1 kV	1,00	2,50	15,00	15,00	400,00	0,05	2,14	2,34
B15 Sistema de alimentación ininterrumpida	15,00	1,00	10,00	RZ1-K Cu 0,6/1 kV	1,00	10,00	15,00	15,00	400,00	0,32	2,42	2,61
B16 Varios (temporalmente alumbrado y usos)	20,00	1,00	25,00	RZ1-K Cu 0,6/1 kV	1,00	25,00	30,00	30,00	400,00	0,34	2,44	2,63

	RECEPTORES	Potencia unitaria (kW)	Nº de elementos instalados	Sección cable (mm.2)	Nº cables por fase	Seccion total por fase (mm2)	Longitud Unitaria (m.)	Longitud Total (m.)	Tension (v.)	CP	CGD
										Caída de Tensión Parc.(%)	Caída de Tensión Tot.(%)
	CCM FANGOS AMPLIACIÓN										
F24	Válvulas cámara de fangos dec	0,37	1,00	2,50	1,00	2,50	45,00	45,00	400,00	0,09	1,46
F25	Bombeo a decantación lamelar	9,20	5,00	4,00	1,00	4,00	25,00	125,00	400,00	0,82	2,99
F26	Agitador entrada espesadores	1,50	1,00	2,50	1,00	2,50	65,00	65,00	400,00	0,55	2,72
F27	Espesadores	0,25	2,00	2,50	1,00	2,50	85,00	170,00	400,00	0,12	2,29
F28	Bombeo de purgas espesadores	9,20	3,00	4,00	1,00	4,00	65,00	195,00	400,00	2,12	4,29
F29	Polipastos	1,68	2,00	2,50	1,00	2,50	65,00	130,00	400,00	0,62	2,79
F30	Varios	5,00	1,00	6,00	1,00	6,00	30,00	30,00	400,00	0,36	2,53

10.1 Redes subterráneas para distribución en baja tensión

Para los cables instalados en instalación enterrada se ha aplicado lo dispuesto por el reglamento de baja tensión en su ITC-BT-07.

10.1.1 Directamente enterrados

La profundidad, hasta la parte inferior del cable, no será menor de 0,60 m en acera, ni de 0,80 m en calzada. Cuando existan impedimentos que no permitan lograr las mencionadas profundidades, éstas podrán reducirse, disponiendo protecciones mecánicas suficientes.

Para conseguir que el cable quede correctamente instalado sin haber recibido daño alguno, y que ofrezca seguridad frente a excavaciones hechas por terceros, en la instalación de los cables se seguirán las instrucciones descritas a continuación:

El lecho de la zanja que va a recibir el cable será liso y estará libre de aristas vivas, cantos, piedras, etc. En el mismo se dispondrá una capa de arena de mina o de río lavada, de espesor mínimo 0,05 m sobre la que se colocará el cable. Por encima del cable irá otra capa de arena o tierra cribada de unos 0,10 m de espesor. Ambas capas cubrirán la anchura total de la zanja, la cual será suficiente para mantener 0,05 m entre los cables y las paredes laterales.

Por encima de la arena todos los cables deberán tener una protección mecánica, como por ejemplo, losetas de hormigón, placas protectoras de plástico, ladrillos o rasillas colocadas transversalmente. Podrá admitirse el empleo de otras protecciones mecánicas equivalentes. Se colocará también una cinta de señalización que advierta de la existencia del cable eléctrico de baja tensión. Su distancia mínima al suelo será de 0,10 m, y a la parte superior del cable de 0,25 m.

Se admitirá también la colocación de placas con la doble misión de protección mecánica y de señalización.

10.1.2 En canalizaciones entubadas

Serán conformes con las especificaciones del apartado 1.2.4. de la ITC-BT-21. No se instalará más de un circuito por tubo.

Se evitarán, en lo posible, los cambios de dirección de los tubos. En los puntos donde se produzcan y para facilitar la manipulación de los cables, se dispondrán arquetas con tapa, registrables o no. Para facilitar el tendido de los cables, en los tramos rectos se instalarán arquetas intermedias, registrables, ciegas o simplemente calas de tiro, como máximo cada 40 m. Esta distancia podrá variarse de forma razonable, en función de derivaciones, cruces u otros condicionantes viarios. A la entrada en las arquetas, los tubos deberán quedar debidamente sellados en sus extremos para evitar la entrada de roedores y de agua.

Tras comprobar las canalizaciones existentes en la planta se concluye que existe hueco suficiente en los tubos que se usarán para tender los nuevos cables, tal como se explica en detalle en la Memoria. Se incluye la construcción de nuevas arquetas en los nuevos tramos, para cambios de dirección, cruce de vial y entrada a nuevos edificios.

10.1.3 Galerías o zanjas registrables

En tales galerías se admite la instalación de cables eléctricos de alta tensión, de baja tensión y de alumbrado, control y comunicación.

No se admite la existencia de canalizaciones de gas. Sólo se admite la existencia de canalizaciones de agua, si se puede asegurar que en caso de fuga, el agua no afecte a los demás servicios (por ejemplo, en un diseño de doble cuerpo, en el que en un cuerpo se dispone una canalización de agua, y en el otro cuerpo, estanco respecto al anterior cuando tiene colocada la tapa registrable, se disponen los cables de baja tensión, de alta tensión, de alumbrado público, semáforos, control y comunicación).

Las condiciones de seguridad más destacables que deben cumplir este tipo de instalación son:

- estanqueidad de los cierres
- buena renovación de aire en el cuerpo ocupado por los cables eléctricos, para evitar acumulaciones de gas y condensación de humedades, y mejorar la disipación de calor

10.1.4 En bandejas, soportes, palomillas o directamente sujetos a la pared

Normalmente, este tipo de instalación sólo se empleará en subestaciones u otras instalaciones eléctricas y en la parte interior de edificios, no sometida a la intemperie, y en donde el acceso quede restringido al personal autorizado. Cuando las zonas por las que discurra el cable sean accesibles a personas o vehículos, deberán disponerse protecciones mecánicas que dificulten su accesibilidad.

10.1.5 Circuitos con cables en paralelo

Cuando la intensidad a transportar sea superior a la admisible por un solo conductor se podrá instalar más de un conductor por fase, según los siguientes criterios:

- emplear conductores del mismo material, sección y longitud.
- los cables se agruparán al tresbolillo, en ternas dispuestas en uno o varios niveles.

10.2 Instalaciones receptoras

También se ha tenido en cuenta la instrucción ITC-BT-19: "Instalaciones interiores o receptoras. Prescripciones generales".

Asimismo, se ha cumplido la Tabla referente a las secciones mínimas de los conductores de fase respectivos.

TABLA V. CONDUCTORES DE PROTECCIÓN	
Sección del conductor de fase de la instalación (mm ²)	Sección mínima del conductor de protección (mm ²)
S < 16	S
16 < S < 35	16
S > 35	S/2

10.3 Sección y tipología de cables utilizados

Como secciones mínimas de conductores se han adoptado las siguientes:

- Cables de alimentación a Motores: 2,5 mm²
- Cables de alimentación a Cuadros locales de alumbrado: 6 mm²
- Cables de alimentación a tomas de corriente: 2,5 mm²
- Cables de alimentación a puntos de alumbrado: 1,5 mm²
- Cables de alimentación del alumbrado exterior: 6 mm²
- Cables de mando y control: 1,5 mm²

Los conductores proyectados son de los tipos siguientes:

- Cables de alimentación a CCM: RZ1-K 0,6/1 KV
- Cables para alumbrado exterior: RZ1-K 0,6/1KV.
- Cables de alimentación a Cuadros Locales: RZ1-K 0,6/1 KV
- Cables de Cuadros de Fuerza a motores y equipos: RZ1-K 0,6/1 KV
- Cables de Cuadros de Fuerza a motores y equipos (zonas ATEX): RZ1MZ1-K 0,6/1 kV
- Cables para alimentaciones con variador: RC4Z1-K 0,6/1KV
- Cables para instrumentación: RC4Z1-K (señales analógicas) y RZ1-K (señales digitales).
Se emplearán cables tipo Z1C4Z1-K para instrumentos en interior y VC4V-K para instrumentos ubicados en exterior.
- Cables para mando: RZ1-K

El cableado de alumbrado y fuerza en el interior de edificios, se ha previsto libre de halógenos.

- Cables para mando: H07Z1-K 0,6/1KV

Cumplirán la especificación técnica correspondiente ET 3001, ET 3002, ET 3006 y ET 3007.

Aprovechando las actuaciones de mejora se procederá retirar todos los cables que estén en desuso. El cable retirado será acopiado por el contratista y dispuesto siguiendo el criterio de la Dirección de obra.

11 CÁLCULO DE PROTECCIONES

Se ha calculado la protección magnética y térmica para cada receptor con el fin de proporcionar unas condiciones seguras de trabajo en la instalación, que permitan la máxima vida útil de los equipos, evitando fallos prematuros y costes adicionales.

En el caso de los interruptores magnetotérmicos regulables el contratista realizará el oportuno estudio de coordinación de protecciones para asegurar su correcta selectividad. Dicho estudio se realizará según modelo que se proporciona en este anexo.

Se presenta a continuación una tabla que contiene las protecciones para cada motor, seleccionadas a partir de la intensidad de cálculo obtenida tras multiplicar por el coeficiente 1,25 la intensidad nominal.

	RECEPTORES	Potencia unitaria (kW)	Nº de elementos instalados	Sección cable (mm.2)	Tipo de cable	Nº cables por fase	Sección total por fase (mm2)	Intensidad conductor (A.)	Intensidad admisible conductor (A.)	Intensidad de cálculo (A)	Protección magnetotérmica			Protección diferencial		Regulación térmica (Imin-Imax) (A)	Tipo de canalización UNE 60364-5-52.
											Int. nominal (A)	Poder corte (kA)	Curva (tipo)	Sensibilidad (mA)	Tipo		
	CCM CENTRO DISTRIBUCION																
C1	Soplante rotativa 1	110,00	1,00	120,00	RC421-K 0,6/1kV	2,00	240,00	187,01	420,00	233,76	250	min 50	C	300	AC	-	E/F
C2	Soplante rotativa 2	110,00	1,00	120,00	RC421-K 0,6/1kV	2,00	240,00	187,01	420,00	233,76	250	min 50	C	300	AC	-	E/F
C3	Bombas de agua de lavado	55,00	3,00	50,00	RC421-K 0,6/1kV	2,00	100,00	93,51	225,60	116,88	120	min 50	C	300	AC	-	E/F
C4	Bomba servicios auxiliares	30,00	2,00	35,00	RC421-K 0,6/1kV	1,00	35,00	51,00	91,80	63,75	80	min 50	D	300	AC	-	E/F
C5	Compresor Hydrovane	18,00	2,00	10,00	RC421-K 0,6/1kV	1,00	10,00	30,60	40,80	38,25	40	min 50	D	300	AC	-	E/F
C6	Compuerta reparto 1	3,00	1,00	2,50	RZ1-K Cu 0,6/1 kV	1,00	2,50	5,10	16,80	6,38	10	min 50	D	300	AC	4-6	D
C7	Compuerta reparto 2	3,00	1,00	2,50	RZ1-K Cu 0,6/1 kV	1,00	2,50	5,10	16,80	6,38	10	min 50	D	300	AC	4-6	D
C8	Compuerta reparto 3	1,50	1,00	2,50	RZ1-K Cu 0,6/1 kV	1,00	2,50	2,55	16,80	3,19	4	min 50	D	300	AC	2,5-4	D
C9	Compuerta reparto 4	1,50	1,00	2,50	RZ1-K Cu 0,6/1 kV	1,00	2,50	2,55	16,80	3,19	4	min 50	D	300	AC	2,5-4	D
C10	Compuerta reparto 5	1,50	1,00	2,50	RZ1-K Cu 0,6/1 kV	1,00	2,50	2,55	16,80	3,19	4	min 50	D	300	AC	2,5-4	D
C11	Compuerta reparto 6	1,50	1,00	2,50	RZ1-K Cu 0,6/1 kV	1,00	2,50	2,55	16,80	3,19	4	min 50	D	300	AC	2,5-4	D
C12	Compuerta reparto 7	3,00	1,00	2,50	RZ1-K Cu 0,6/1 kV	1,00	2,50	5,10	16,80	6,38	10	min 50	D	300	AC	4-6	D
C13	Compuerta reparto 8	3,00	1,00	2,50	RZ1-K Cu 0,6/1 kV	1,00	2,50	5,10	16,80	6,38	10	min 50	D	300	AC	4-6	D
C14	Compuerta reparto 9	3,00	1,00	2,50	RZ1-K Cu 0,6/1 kV	1,00	2,50	5,10	16,80	6,38	10	min 50	D	300	AC	4-6	D
C15	Compuerta reparto 10	3,00	1,00	2,50	RZ1-K Cu 0,6/1 kV	1,00	2,50	5,10	16,80	6,38	10	min 50	D	300	AC	4-6	D
C16	Nuevo bombeo de agua industrial	18,50	3,00	10,00	RZ1-K Cu 0,6/1 kV	1,00	10,00	31,45	40,80	39,31	40	min 50	C	300	AC	-	E/F
C17	Alimentación sistema alimentación ininterrumpida (SAI)	15,00	1,00	10,00	RZ1-K Cu 0,6/1 kV	1,00	10,00	25,50	40,80	31,88	40	min 50	C	300	AC	-	E/F
C18	Varios	5,00	1,00	6,00	RZ1-K Cu 0,6/1 kV	1,00	6,00	8,50	29,40	10,63	12,5	min 50	C	300	AC	-	E/F

Coefficiente corrector
0,60

	RECEPTORES	Potencia unitaria (kW)	Nº de elementos instalados	Sección cable (mm.2)	Tipo de cable	Nº cables por fase	Sección total por fase (mm2)	Intensidad conductor (A.)	Intensidad admisible conductor (A.)	Intensidad de cálculo (A)	Protección magnetotérmica			Protección diferencial		Regulación térmica (Imin-Imax) (A)	Tipo de canalización UNE 60364-5-52.
											Int. nominal (A)	Poder corte (kA)	Curva (tipo)	Sensibilidad (mA)	Tipo		
	CCM CENTRO DISTRIBUCION																
SAI 1.a	Rearme protecciones de alta tensión (CT) y cuadro alamas	3,75	1,00	6,00	RZ1-K Cu 0,6/1 kV	1,00	4,00	6,38	29,40	7,97	10	min 10	C	30	AC	-	E/F
SAI 1.b	Cuadro de control CCM Distribucion	3,75	1,00	6,00	RZ1-K Cu 0,6/1 kV	1,00	4,00	6,38	29,40	7,97	10	min 10	C	30	AC	-	E/F
SAI 1.a	Cuadro de control CCM Decantación y Filtración (izquierda)	3,75	1,00	6,00	RZ1-K Cu 0,6/1 kV	1,00	4,00	6,38	29,40	7,97	10	min 10	C	30	AC	-	E/F
SAI 1.b	Cuadro de control CCM Fangos	3,75	1,00	6,00	RZ1-K Cu 0,6/1 kV	1,00	4,00	6,38	29,40	7,97	10	min 10	C	30	AC	-	E/F

Coefficiente corrector
0,60

	RECEPTORES	Potencia unitaria (kW)	Nº de elementos instalados	Sección cable (mm.2)	Tipo de cable	Nº cables por fase	Seccion total por fase (mm2)	Intensidad conductor (A.)	Intensidad admisible conductor (A.)	Intensidad de cálculo (A)	Protección magnetotérmica			Protección diferencial		Regulación térmica (Imin-Imax) (A)	Tipo de canalización UNE 60364-5-52.
											Int. nominal (A)	Poder corte (kA)	Curva (tipo)	Sensibilidad (mA)	Tipo		
	CCM REACTIVOS ACTUAL																
A1	Extractor almacén amoniaco	0,37	2,00	2,50	RZ1MZ1 Cu 0,6/1 kV	1,00	2,50	0,63	16,80	0,79	1	min 50	D	300	AC	0,4-0,63	E/F
A2	Extractor cabinas	0,55	1,00	2,50	RZ1-K Cu 0,6/1 kV	1,00	2,50	0,94	16,80	1,17	1,6	min 50	D	300	AC	0,63-1	E/F
A3	Extractor cal	0,55	1,00	2,50	RZ1-K Cu 0,6/1 kV	1,00	2,50	0,94	16,80	1,17	1,6	min 50	D	300	AC	0,63-1	E/F
A4	Extractor sala clorito	0,55	1,00	2,50	RZ1-K Cu 0,6/1 kV	1,00	2,50	0,94	16,80	1,17	1,6	min 50	D	300	AC	0,63-1	E/F
A5	Polipasto almacén (cloro/amoniaco actual)	4,00	1,00	4,00	RZ1-K Cu 0,6/1 kV	1,00	2,50	6,80	22,80	8,50	10	min 50	C	300	AC	-	E/F
A6	Evaporadores de amoniaco	18,00	2,00	16,00	RZ1MZ1 Cu 0,6/1 kV	1,00	16,00	30,60	54,60	38,25	40	min 50	D	300	AC	-	E/F
A7	Cuadro electrico / neumático del amoniaco	1,55	1,00	2,50	RZ1MZ1 Cu 0,6/1 kV	1,00	2,50	2,64	16,80	3,29	4	min 50	C	300	AC	-	E/F
A8	Resto equipos amoniaco	5,00	1,00	4,00	RZ1MZ1 Cu 0,6/1 kV	1,00	4,00	8,50	22,80	10,63	12,5	min 50	C	300	AC	-	E/F
A9	Puente grua sala amoniaco	3,22	1,00	4,00	RZ1MZ1 Cu 0,6/1 kV	1,00	4,00	5,47	22,80	6,84	10	min 50	C	300	AC	-	E/F
A10	Bomba eyectora cloro y amoniaco	7,50	4,00	6,00	RZ1MZ1 Cu 0,6/1 kV	1,00	6,00	12,75	29,40	15,94	16	min 50	D	300	AC	12-18	E/F
A11	Ventilador torre de neutralización	4,00	1,00	6,00	RZ1MZ1 Cu 0,6/1 kV	1,00	4,00	6,80	29,40	8,50	10	min 50	D	300	AC	6-10	E/F
A12	Bomba lechada de cal	1,50	4,00	2,50	RZ1-K Cu 0,6/1 kV	1,00	2,50	2,55	16,80	3,19	4	min 50	D	300	AC	2,5-4	E/F
A13	Agitador lechada de cal	0,37	2,00	2,50	RZ1-K Cu 0,6/1 kV	1,00	2,50	0,63	16,80	0,79	1	min 50	D	300	AC	0,4-0,63	E/F
A14	Tomillo dosificador cal en polvo	1,10	2,00	2,50	RC4Z1-K 0,6/1kV	1,00	2,50	3,25	16,80	4,07	6,3	min 50	C	300	AC	-	E/F
A15	Vibrador silo	0,18	2,00	2,50	RZ1-K Cu 0,6/1 kV	1,00	2,50	0,31	16,80	0,38	1	min 50	D	300	AC	0,25-0,4	E/F
A16	Filtro de mangas cal	0,66	1,00	2,50	RZ1-K Cu 0,6/1 kV	1,00	2,50	1,95	16,80	2,44	2,5	min 50	C	300	AC	-	E/F
A17	Bomba lechada carbón activo	1,50	2,00	2,50	RZ1MZ1 Cu 0,6/1 kV	1,00	2,50	2,55	16,80	3,19	4	min 50	D	300	AC	2,5-4	E/F
A18	Tomillo dosificador carbón en polvo	0,37	1,00	2,50	RZ1MZ1 Cu 0,6/1 kV	1,00	2,50	0,63	16,80	0,79	1	min 50	C	300	AC	-	E/F
A19	Agitador solucion carbon activo	0,37	1,00	2,50	RZ1MZ1 Cu 0,6/1 kV	1,00	2,50	0,63	16,80	0,79	1	min 50	D	300	AC	0,4-0,63	E/F
A20	Grupo de preparación de permanganato	1,80	1,00	2,50	RZ1-K Cu 0,6/1 kV	1,00	2,50	3,06	16,80	3,83	4	min 50	C	300	AC	-	E/F
A21	Bombas dosificadoras permanganato	1,10	3,00	2,50	RC4Z1-K 0,6/1kV	1,00	2,50	1,87	16,80	2,34	2,5	min 50	C	300	AC	-	E/F
A22	Grupo de preparación de almidón	0,92	1,00	2,50	RZ1-K Cu 0,6/1 kV	1,00	2,50	1,56	16,80	1,96	2,5	min 50	C	300	AC	-	E/F
A23	Bombas de Almidón	0,37	3,00	2,50	RC4Z1-K 0,6/1kV	1,00	2,50	0,63	16,80	0,79	1	min 50	C	300	AC	-	E/F
A24	Bomba de carga de Clorito	4,00	1,00	2,50	RZ1-K Cu 0,6/1 kV	1,00	2,50	6,80	16,80	8,50	10	min 50	D	300	AC	6-10	E/F
A25	Extractor carbón activo	0,37	1,00	2,50	RZ1-K Cu 0,6/1 kV	1,00	2,50	0,63	16,80	0,79	1	min 50	D	300	AC	0,4-0,63	E/F
A26	Varios	5,00	1,00	6,00	RZ1-K Cu 0,6/1 kV	1,00	6,00	8,50	29,40	10,63	12,5	min 50	C	300	AC	-	E/F

Coefficiente corrector

0,60

RECEPTORES	Potencia unitaria (kW)	Nº de elementos instalados	Sección cable (mm.2)	Tipo de cable	Nº cables por fase	Seccion total por fase (mm2)	Intensidad conductor (A.)	Intensidad admisible conductor (A.)	Intensidad de cálculo (A)	Protección magnetotérmica			Protección diferencial		Regulación técnica (imin-lmax) (A)	Tipo de canalización UNE 60364-5-52.
										Int. nominal (A)	Poder corte (kA)	Curva (tipo)	Sensibilidad (mA)	Tipo		
CCM REACTIVOS NUEVO																
B1 Evaporadores de cloro	18,00	2,00	16,00	RZ1M21 Cu 0,6/1 kV	1,00	16,00	30,60	54,60	38,25	40	min 50	C	300	AC	-	E/F
B2 Cuadro eléctrico / neumático del cloro	1,55	1,00	2,50	RZ1M21 Cu 0,6/1 kV	1,00	2,50	2,64	16,80	3,29	4	min 50	D	300	AC	-	E/F
B3 Resto equipos cloro y dióxido de cloro	5,00	1,00	2,50	RZ1M21 Cu 0,6/1 kV	1,00	2,50	8,50	16,80	10,63	12,5	min 50	C	300	AC	-	E/F
B4 Bomba de carga de floculante	5,50	1,00	2,50	RZ1-K Cu 0,6/1 kV	1,00	2,50	9,35	16,80	11,69	12,5	min 50	D	300	AC	6-10	E/F
B5 Dosificación de policloruro	0,55	5,00	2,50	RC4Z1-K 0,6/1kV	1,00	2,50	0,94	16,80	1,17	1,6	min 50	D	300	AC	-	E/F
B6 Dosificación de Sulfato de alúmina	0,55	5,00	2,50	RC4Z1-K 0,6/1kV	1,00	2,50	0,94	16,80	1,17	1,6	min 50	C	300	AC	-	E/F
B7 Ventilador neutralización de cloro	3,00	1,00	4,00	RZ1M21 Cu 0,6/1 kV	1,00	4,00	5,10	22,80	6,38	10	min 50	D	300	AC	4-6	E/F
B8 Bomba de recirculación neutralización	5,50	1,00	4,00	RZ1M21 Cu 0,6/1 kV	1,00	4,00	9,35	22,80	11,69	12,5	min 50	D	300	AC	6-10	E/F
B9 Puente grúa	3,80	1,00	4,00	RZ1M21 Cu 0,6/1 kV	1,00	4,00	6,46	22,80	8,08	10	min 50	D	300	AC	-	E/F
B10 Extractor Sala Policloruro	0,55	2,00	2,50	RZ1M21 Cu 0,6/1 kV	1,00	2,50	0,94	16,80	1,17	1,6	min 50	D	300	AC	0,63-1	E/F
B11 Extractor Cloración	0,55	1,00	2,50	RZ1M21 Cu 0,6/1 kV	1,00	2,50	0,94	16,80	1,17	1,6	min 50	C	300	AC	0,63-1	E/F
B12 Extractor Cabinas	0,55	1,00	2,50	RZ1M21 Cu 0,6/1 kV	1,00	2,50	0,94	16,80	1,17	1,6	min 50	C	300	AC	0,63-1	E/F
B13 Extractor sala CCM	0,55	1,00	2,50	RZ1-K Cu 0,6/1 kV	1,00	2,50	0,94	16,80	1,17	1,6	min 50	C	300	AC	0,63-1	E/F
B14 Extractor absorción cloro	0,55	1,00	2,50	RZ1M21 Cu 0,6/1 kV	1,00	2,50	0,94	16,80	1,17	1,6	min 50	C	300	AC	0,63-1	E/F
B15 Sistema de alimentación ininterrumpida	15,00	1,00	10,00	RZ1-K Cu 0,6/1 kV	1,00	10,00	25,50	40,80	31,88	40	min 50	C	300	AC	-	E/F
B16 Varios (temporalmente alumbrado y usos)	20,00	1,00	25,00	RZ1-K Cu 0,6/1 kV	1,00	25,00	34,00	69,00	42,50	63	min 50	C	300	AC	-	E/F

Coefficiente corrector

0,60

RECEPTORES	Potencia unitaria (kW)	Nº de elementos instalados	Sección cable (mm.2)	Tipo de cable	Nº cables por fase	Seccion total por fase (mm2)	Intensidad conductor (A.)	Intensidad admisible conductor (A.)	Intensidad de cálculo (A)	Protección magnetotérmica			Protección diferencial		Regulación técnica (imin-lmax) (A)	Tipo de canalización UNE 60364-5-52.
										Int. nominal (A)	Poder corte (kA)	Curva (tipo)	Sensibilidad (mA)	Tipo		
CCM REACTIVOS NUEVO																
SAI 2.a Cuadro de control CCM Decantación y Filtración (derecha)	3,75	1,00	6,00	RZ1-K Cu 0,6/1 kV	1,00	4,00	6,38	29,40	7,97	10	min 10	C	30	AC	-	E/F
SAI 2.b Cuadro de control CCM Reactivos actual	3,75	1,00	6,00	RZ1-K Cu 0,6/1 kV	1,00	4,00	6,38	29,40	7,97	10	min 10	C	30	AC	-	E/F
SAI 2.c Cuadro de control CCM reactivos nuevo	3,75	1,00	6,00	RZ1-K Cu 0,6/1 kV	1,00	4,00	6,38	29,40	7,97	10	min 10	C	30	AC	-	E/F

Coefficiente corrector

0,60

RECEPTORES	Potencia unitaria (kW)	Nº de elementos instalados	Sección cable (mm.2)	Tipo de cable	Nº cables por fase	Seccion total por fase (mm2)	Intensidad conductor (A.)	Intensidad admisible conductor (A.)	Intensidad de cálculo (A)	Protección magnetotérmica			Protección diferencial		Regulación técnica (imin-lmax) (A)	Tipo de canalización UNE 60364-5-52.
										Int. nominal (A)	Poder corte (kA)	Curva (tipo)	Sensibilidad (mA)	Tipo		
CCM BATERIA FILTROS (ALA DERECHA)																
D1 Turbina decantadores	14,00	3,00	10,00	RZ1-K Cu 0,6/1 kV	1,00	10,00	23,80	40,80	29,75	40	min 50	D	300	AC	-	D
D2 Puente decantadores	3,00	3,00	2,50	RZ1-K Cu 0,6/1 kV	1,00	2,50	5,10	16,80	6,38	10	min 50	D	300	AC	4-6	D
D3 Válvulas de entrada a decantadores	1,50	3,00	2,50	RZ1-K Cu 0,6/1 kV	1,00	2,50	2,55	16,80	3,19	4	min 50	D	300	AC	2,5-4	D
D4 Compuertas de entrada a filtros	0,55	12,00	2,50	RZ1-K Cu 0,6/1 kV	1,00	2,50	0,94	16,80	1,17	1,6	min 50	C	300	AC	-	D
D5 Compuertas de retirada de agua de lavado	1,50	12,00	2,50	RZ1-K Cu 0,6/1 kV	1,00	2,50	2,55	16,80	3,19	4	min 50	D	300	AC	2,5-4	D
D6 Válvula de salida de agua filtrada	0,25	12,00	2,50	RZ1-K Cu 0,6/1 kV	1,00	2,50	0,74	16,80	0,92	1	min 50	C	300	AC	-	E/F
D7 Válvula agua de lavado	0,25	12,00	2,50	RZ1-K Cu 0,6/1 kV	1,00	2,50	0,43	16,80	0,53	1	min 50	D	300	AC	0,4-0,63	E/F
D8 Válvulas de aire de lavado	0,25	12,00	2,50	RZ1-K Cu 0,6/1 kV	1,00	2,50	0,74	16,80	0,92	1	min 50	D	300	AC	-	E/F
D9 Bomba de arenas	3,00	1,00	2,50	RZ1-K Cu 0,6/1 kV	1,00	2,50	5,10	16,80	6,38	10	min 50	D	300	AC	4-6	D
D10 Tomillo desarenador	0,25	1,00	2,50	RZ1-K Cu 0,6/1 kV	1,00	2,50	0,43	16,80	0,53	1	min 50	C	300	AC	0,4-0,63	D
D11 Bomba de riego	4,50	1,00	4,00	RZ1-K Cu 0,6/1 kV	1,00	4,00	7,65	22,80	9,56	10	min 50	C	300	AC	6-10	E/F
D12 Polipasto eléctrico	0,73	3,00	4,00	RZ1-K Cu 0,6/1 kV	1,00	4,00	1,24	22,80	1,55	1,6	min 50	C	300	AC	-	E/F
D13 Ventiladores extractores	0,55	6,00	2,50	RZ1-K Cu 0,6/1 kV	1,00	2,50	0,94	16,80	1,17	1,6	min 50	C	300	AC	0,63-1	E/F
D14 Varios	5,00	1,00	6,00	RZ1-K Cu 0,6/1 kV	1,00	6,00	14,78	29,40	18,48	25	min 50	C	300	AC	-	E/F

Coeficiente corrector 0,60																	
	RECEPTORES	Potencia unitaria (kW)	Nº de elementos instalados	Sección cable (mm.2)	Tipo de cable	Nº cables por fase	Seccion total por fase (mm2)	Intensidad conductor (A.)	Intensidad admisible conductor (A.)	Intensidad de cálculo (A)	Protección magnetotérmica			Protección diferencial		Regulación térmica (Imin-Imax) (A)	Tipo de canalización UNE 60364-5-52.
											Int. nominal (A)	Poder corte (kA)	Curva (tipo)	Sensibilidad (mA)	Tipo		
	CCM BATERIA FILTROS (ALA IZQUIERDA)																
E1	Turbina decantadores	14,00	3,00	10,00	R21-K Cu 0,6/1 kV	2,00	20,00	23,80	81,60	29,75	40	min 50	D	300	AC	-	D
E2	Puente decantadores	3,00	3,00	2,50	R21-K Cu 0,6/1 kV	1,00	2,50	5,10	16,80	6,38	10	min 50	D	300	AC	4-6	D
E3	Válvulas de entrada a decantadores	1,50	3,00	2,50	R21-K Cu 0,6/1 kV	1,00	2,50	2,55	16,80	3,19	4	min 50	D	300	AC	2,5-4	D
E4	Compuertas de entrada a filtros	0,55	12,00	2,50	R21-K Cu 0,6/1 kV	1,00	2,50	0,94	16,80	1,17	1,6	min 50	C	300	AC	-	D
E5	Compuertas de retirada de agua de lavado	1,50	12,00	2,50	R21-K Cu 0,6/1 kV	1,00	2,50	2,55	16,80	3,19	4	min 50	D	300	AC	2,5-4	D
E6	Válvula de salida de agua filtrada	0,25	12,00	2,50	R21-K Cu 0,6/1 kV	1,00	2,50	0,74	16,80	0,92	1	min 50	C	300	AC	-	E/F
E7	Válvula agua de lavado	0,25	12,00	2,50	R21-K Cu 0,6/1 kV	1,00	2,50	0,43	16,80	0,53	1	min 50	D	300	AC	0,4-0,63	E/F
E8	Válvulas de aire de lavado	0,25	12,00	2,50	R21-K Cu 0,6/1 kV	1,00	2,50	0,74	16,80	0,92	1	min 50	C	300	AC	-	E/F
E9	Bomba de arenas	3,00	1,00	2,50	R21-K Cu 0,6/1 kV	1,00	2,50	5,10	16,80	6,38	10	min 50	D	300	AC	4-6	D
E10	Tomillo desarenador	0,25	1,00	2,50	R21-K Cu 0,6/1 kV	1,00	2,50	0,43	16,80	0,53	1	min 50	D	300	AC	0,4-0,63	D
E11	Polipasto eléctrico	0,73	3,00	4,00	R21-K Cu 0,6/1 kV	1,00	4,00	1,24	22,80	1,55	1,6	min 50	C	300	AC	-	E/F
E12	Ventiladores extractores	0,55	6,00	2,50	R21-K Cu 0,6/1 kV	1,00	2,50	0,94	16,80	1,17	1,6	min 50	D	300	AC	0,63-1	E/F
E13	Varios	5,00	1,00	6,00	R21-K Cu 0,6/1 kV	1,00	6,00	8,50	29,40	10,63	12,5	min 50	C	300	AC	-	E/F

Coeficiente corrector 0,60																
	RECEPTORES	Potencia unitaria (kW)	Nº de elementos instalados	Sección cable (mm.2)	Tipo de cable	Nº cables por fase	Seccion total por fase (mm2)	Intensidad admisible conductor (A.)	Intensidad de cálculo (A)	Protección magnetotérmica			Protección diferencial		Regulación térmica (Imin-Imax) (A)	Tipo de canalización UNE 60364-5-52.
										Int. nominal (A)	Poder corte (kA)	Curva (tipo)	Sensibilidad (mA)	Tipo		
	CCM FANGOS AMPLIACIÓN															
F24	Válvulas cámara de fangos dec	0,37	1,00	2,50	R21-K Cu 0,6/1 kV	1,00	2,50	16,80	0,79	1	min 50	C	300	AC	0,4-0,63	D
F25	Bombeo a decantación lamelar	9,20	5,00	4,00	RC421-K 0,6/1kV	1,00	4,00	22,80	19,55	20	min 50	D	300	AC	-	D
F26	Agitador entrada espesadores	1,50	1,00	2,50	R21-K Cu 0,6/1 kV	1,00	2,50	16,80	3,19	4	min 50	D	300	AC	2,5-4	D
F27	Espesadores	0,25	2,00	2,50	R21-K Cu 0,6/1 kV	1,00	2,50	16,80	0,53	1	min 50	C	300	AC	0,4-0,63	D
F28	Bombeo de purgas espesadores	9,20	3,00	4,00	RC421-K 0,6/1kV	1,00	4,00	22,80	19,55	20	min 50	C	300	AC	-	D
F29	Polipastos	1,68	2,00	2,50	R21-K Cu 0,6/1 kV	1,00	2,50	16,80	3,57	4	min 50	C	300	AC	-	D
F30	Varios	5,00	1,00	6,00	R21-K Cu 0,6/1 kV	1,00	6,00	29,40	10,63	12,5	min 50	C	300	AC	-	E/F

12 EQUIPO DE CORRECCIÓN DE COSENO DE PHI

Actualmente la ETAP TORRELAGUNA cuenta con dos baterías variables de las siguientes características:

Fabricante	CIRCUTOR OPTIM 6-135-440
Nº Serie	3143942083/001
Qn (Umax)	135 kVar (15+(4x30))
Norm/Prot	EN-61921/IP21
Un/Umax/fn	3x400V/440V/50Hz
I _{max}	177,35A
Uaux/fn	230V/50Hz
Temperatura	-25/+45 C

Fabricante	ABB CLMH-1
Modelo	AC4170014-BPJK
Un	400V
f	50Hz
Qn	20+(3x40)=140kVar.
Temperatura	-25/+40°C

Estas baterías van a ser sustituidas por una única de tipo variable que se conectará en el cuadro general de baja tensión. Calculamos a continuación lo que se prevé que necesite la ETAP TORRELAGUNA una vez que se realicen las actuaciones. Para el dimensionamiento se ha considerado que los motores accionados por variador tienen un factor de potencia igual a la unidad y por lo tanto no precisan compensación. Teniendo en cuenta esto resulta:

CÁLCULO BATERÍA DE CONDENSADORES VARIABLE		
-Potencia	441,55	Kw
-Tensión nominal	400,00	V
-Factor de potencia inicial	0,85	
-Factor de potencia final	1,00	Cu
-Potencia necesaria	273,65	kVAr
-Potencia seleccionada	300,00	kVAr

Los transformadores de 400kVA no se modifican y cuentan ya con su propia compensación fija de reactiva que no requiere modificación.

13 CÁLCULO DE LA RED DE TIERRAS

La instalación eléctrica de la ETAP TORRELAGUNA por sus características requiere por exigencia del Real Decreto 842/2002 inspección periódica cada cinco años por parte de un organismo de control autorizado. La última se realizó por SCI (Nº certificado E-150134IRGMAD-BT01-CR04-1) en octubre del año 2015 y en el informe favorable se recogió el valor de la resistencia de tierra (ohm): 3,01 ohm.

El esquema de tierra de la ETAP TORRELAGUNA es un sistema TT. En este sistema la detección de intensidades de derivación a tierra se realiza mediante protecciones diferenciales de diferentes sensibilidades (en el último escalón son de sensibilidad 30ma para usos y alumbrados y 300ma para motores/maquinaria). Aguas arriba de los últimos cargas son regulables para posibilitar la selectividad.

Esto hace que la máxima tensión de contacto que se puede tener en esta instalación sea de $3,01\text{ohm} \times 0,3\text{A} = 0,9\text{V} < 24\text{V}$ siendo este último el valor más bajo que marca la ITC-BT-24 "Protección contra los contactos directos e indirectos".

Ahora se va a construir un nuevo edificio: El edificio de reactivos. En este edificio antes de comenzar la cimentación, en el fondo de las zanjas de cimentación se instalará un cable de cobre desnudo de 50 mm² formando un anillo cerrado que cubra todo el perímetro del edificio. A este anillo se conectará la estructura metálica del edificio. En los vértices del edificio se instalarán picas de cupro-níquel de diámetro 14mm y 2m de longitud.

Esta red de tierras se unirá a la red de tierras existente mediante una caja seccionable (con puente desmontable) que permita separar esta nueva red de la existente.

A continuación se calcula el valor de la resistencia de puesta a tierra que corresponderá a este edificio nuevo de reactivos. Esta nueva red de tierras estará constituida por:

- 4 picas de acero cobrizado de 2 m de longitud.
- 189 m de cable de cobre desnudo de 50mm² de sección.

Para el proyecto de la red de tierras se ha considerado el Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión, Instrucción ITC-BT-18, de "Instalaciones de puestas a tierra" y, para los cálculos, el apartado 9, "Resistencia de las tomas de tierra" en el que se incluyen las siguientes tablas:

Tabla 3. Valores orientativos de la resistividad en función del terreno

Naturaleza terreno	Resistividad en Ohm.m
Terrenos pantanosos	de algunas unidades a 30
Limo	20 a 100
Humus	10 a 150
Turba húmeda	5 a 100
Arcilla plástica	50
Margas y Arcillas compactas	100 a 200
Margas del Jurásico	30 a 40
Arena arcillosas	50 a 500
Arena silícea	200 a 3.000
Suelo pedregoso cubierto de césped	300 a 5.00
Suelo pedregoso desnudo	1500 a 3.000
Calizas blandas	100 a 300
Calizas compactas	1.000 a 5.000
Calizas agrietadas	500 a 1.000
Pizarras	50 a 300
Roca de mica y cuarzo	800
Granitos y gres procedente de alteración	1.500 a 10.000
Granito y gres muy alterado	100 a 600

Tabla 4. Valores medios aproximados de la resistividad en función del terreno.

Naturaleza del terreno	Valor medio de la resistividad Ohm.m
Terrenos cultivables y fértiles, terraplenes compactos y húmedos	50
Terraplenes cultivables poco fértiles y otros terraplenes	500
Suelos pedregosos desnudos, arenas secas permeables	3.000

Tabla 5. Fórmulas para estimar la resistencia de tierra en función de la resistividad del terreno y las características del electrodo

Electrodo	Resistencia de Tierra en Ohm
Placa enterrada	$R = 0,8 \rho/P$
Pica vertical	$R = \rho/L$
Conductor enterrado horizontalmente	$R = 2 \rho/L$
ρ , resistividad del terreno (Ohm.m) P , perímetro de la placa (m) L , longitud de la pica o del conductor (m)	

Aplicando las tablas anteriores, tenemos:

Resistividad de las picas:

$$R1 = r/L1 = 100/(4 \times 2) = 12,5 \text{ Ohmios}$$

Resistencia del cable:

$$R2 = 2 r/L2 = 2 \times 100/ 189= 1,05 \text{ Ohmios}$$

La resistencia equivalente de dos resistencias en paralelo, es:

$$Req = R1 \times R2 / R1 + R2$$

Por tanto, tenemos:

$$Req = 12,5 \times 1,05/ (12,5 + 1,05) = 0,96 \text{ Ohmios}$$

La tensión a que estarán sometidas las masas metálicas en caso de defecto será:

$$Ud = Is \times Req$$

donde:

Ud =Tensión en voltios

Is = Intensidad máxima de defecto a tierra o sensibilidad de disparo de la protección diferencial, en amperios

Req =Resistencia equivalente de la red de tierras, en Ohmios

Aplicando:

$$U = 0,3 \text{ A} \times 0,96 = 0,288 \text{ Voltios} < 24 \text{ Voltios.}$$

Como se puede ver, esta tensión es perfectamente admisible y no constituye peligro alguno para las personas.

Aun así, por la importancia que ofrece, desde el punto de vista de la seguridad. La instalación de toma de tierra definitiva, deberá ser comprobada por el Director de Obra o Instalador Autorizado, para comprobar que la misma, queda dentro de lo estipulado por la ITC-BT-18 del Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión. De igual modo se verificará la especificación técnica ET -3501 "Tierra de masas de baja tensión" en cuanto a materiales y ejecución.

De no ser así se deberá realizar una mejora de la misma.

14 NECESIDAD DE PROTECCIÓN CONTRA EL RAYO

En la ETAP TORRELAGUNA existe un pararrayos ubicado en el edificio actual de reactivos. Este equipo es revisado de forma periódica por la empresa REDEPAR.

Para el nuevo edificio de reactivos vamos a prever una nueva protección contra sobretensiones atmosféricas.

Dicha protección se realizará con un pararrayos con dispositivo de cebado de acero inoxidable AISI 316. Avance de cebado: 45 us. Se montará sobre un mástil de 10m y se equiparán dos puestas a tierra independientes constituidas por conductor de cobre de 50mm² bajo tubo. En cada una de las dos bajantes se incorporará un contador de descargas de rayo. La puesta a tierra en el terreno se realizará cada una de ellas con tres picas Cu 2m que se disponen en forma de "pata de gallo" en una arqueta PVC 300x300mm. En cada una de las dos arquetas se dispondrá un puente desmontable donde se realizará la unión de la tierra del pararrayos con la red de tierras de masas de la instalación de baja tensión.

El cálculo justificativo del pararrayos se adjunta en el presente anejo. Se ha realizado según CTE SU 8.

15 CÁLCULO DE ALUMBRADO

Dado que parte del edificio de reactivos actual se remodela se proyecta para estas zonas una iluminación interior nueva completa.

En cuanto al nuevo edificio de reactivos se proyecta una iluminación interior nueva a base de tecnología LED y el alumbrado de emergencia correspondiente.

En el apéndice 1 y 2 de este anejo cálculos lumínicos se muestran los resultados obtenidos con el programa dialux evo. Se ha tenido en cuenta que el alumbrado que se va a emplear en las zonas del amoniaco, cloro y carbón activo será tipo ATEX. Se adjuntan ficheros de salida de dicho programa.

16 DIMENSIONAMIENTO DE LA VENTILACIÓN

Se justifica en el presente apartado las instalaciones de ventilación previstas en el presente proyecto centrándose en los edificios de nueva ejecución (como es el edificio nuevo de reactivos) y en alguna sala eléctrica que se ha creado nueva como son las salas de los CCMs asociados a los filtros y la nueva sala para el CCM REACTIVOS ACTUAL. Se establecen los siguientes criterios:

- La normativa que afecta a la ventilación de los recintos industriales es básicamente la Ley de Prevención de Riesgos Laborales y en concreto en el Real Decreto 486/1997 de 14 de abril, publicado en el BOE 23-IV-1997, que fija las "Disposiciones Mínimas de

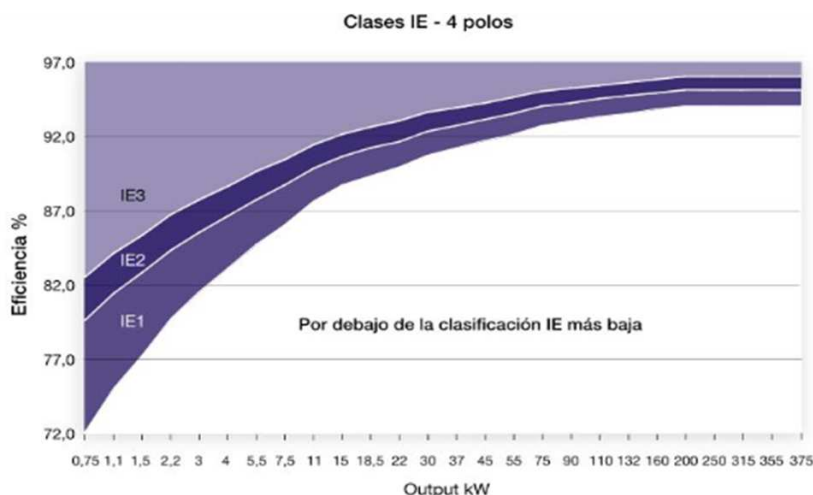
Seguridad y Salud en los Lugares de Trabajo” y que por tanto forzosamente ha de tener incidencia en todo tipo de ambientes laborales.

De acuerdo con dicha normativa la renovación mínima del aire en los locales de trabajo será de 30 metros cúbicos de aire limpio por hora y trabajador en el caso de trabajos sedentarios en ambientes no calurosos y de 50 metros cúbicos en los casos restantes.

- El segundo criterio que establecen las normativas técnicas establece que los niveles de contaminantes en el ambiente, incluso en situaciones de emergencia deben ser tales que permita el desarrollo normal de los trabajos del personal.

En los casos que nos ocupan o bien se tratan de salas limpias ya que se destinan a albergar cuadros eléctricos o en ninguna de las salas hay difusión de contaminantes al no haber láminas de aguas o almacenamientos de fangos y otros productos como sería el caso de otros edificios de pretratamiento o deshidratación de fangos. En el caso del nuevo edificio de reactivos para el cloro hay un ventilado por absorción que se considera un sistema de seguridad más que de salubridad. Por tanto, este criterio de nivel de contaminante en el ambiente no será tenido en cuenta en los apartados siguientes.

- Por último, el tercer criterio establece que la renovación de aire debe ser tal, que a pesar del calor generado por los motores eléctricos o por la aparamenta eléctrica, el incremento de temperatura no supere un umbral dado. Para ello, se establece como criterio general que la potencia térmica disipada en el interior de las diferentes salas que componen el edificio nuevo de reactivos provoque un aumento de temperatura inferior a 5º C. Para el estudio de las necesidades de ventilación se van a considerar los siguientes aspectos:
 - En las salas de motores, se van a considerar que todos los motores son de eficiencia IE3, tal y como requiere el PBG. En la determinación de carga térmica, sólo se consideran aquellos que tengan servicio permanente y estén ubicados en el interior del edificio, con los siguientes rendimientos:



- En las salas eléctricas, se realiza el estudio determinando las cargas térmicas de la aparamenta, según su tipología, de acuerdo con las referencias definidas en la página web www.tecnicsuport.com.

16.1 Edificio de reactivos

En el listado de motores siguiente, se determina la ineficiencia de los consumidores instalados en el interior de las diferentes salas que van a existir dentro del nuevo edificio de reactivos:

SALA CLORO A PRESIÓN									
Nº	DENOMINACIÓN	INSTALADOS (Uds)	SERVICIO (Uds)	Potencia (kW)	TIPO	UBICACIÓN	REND. MOTOR (kW)	Ineficiencia (kW)	P. Simult
B1	Evaporadores de cloro	2	1	18	AD-1	INTERIOR	92,60%	1,33	18,00
B9	Puente grúa	1	1	3,8	FEEDER EXTRAIBLE	INTERIOR	88,60%	0,43	3,80
							TOTALES	1,77	21,80
								8,10%	
SALA ABSORCIÓN DE CLORO									
Nº	DENOMINACIÓN	INSTALADOS (Uds)	SERVICIO (Uds)	Potencia (kW)	TIPO	UBICACIÓN	REND. MOTOR (kW)	Ineficiencia (kW)	P. Simult
B7	Ventilador neutralización de cloro	1	1	3	AD-2	INTERIOR	87,70%	0,37	3,00
B8	Bomba de recirculación neutralización	1	1	5,5	AD-2	INTERIOR	89,60%	0,57	5,50
							TOTALES	0,94	8,50
								11,07%	
SALA CLORO VACIO									
Nº	DENOMINACIÓN	INSTALADOS (Uds)	SERVICIO (Uds)	Potencia (kW)	TIPO	UBICACIÓN	REND. MOTOR (kW)	Ineficiencia (kW)	P. Simult
B2	Cuadro eléctrico / neumático del cloro	1	1	1,55	FEEDER EXTRAIBLE	INTERIOR	85,30%	0,23	1,55
B3	Resto equipos cloro y dióxido de cloro	1	1	5,00	FUA-2	INTERIOR	87,70%	0,62	5,00
							TOTALES	0,84	6,55
								12,87%	
SALA DE ALMACENAMIENTO Y DOSIFICACIÓN DE COAGULANTE									
Nº	DENOMINACIÓN	INSTALADOS (Uds)	SERVICIO (Uds)	Potencia (kW)	TIPO	UBICACIÓN	REND. MOTOR (kW)	Ineficiencia (kW)	P. Simult
B5	Dosificación de policloruro	5	4	0,55	VF-1	INTERIOR	82,50%	0,39	2,20
B6	Dosificación de Sulfato de aluminio	5	4	0,55	VF-1	INTERIOR	82,50%	0,39	2,20
							TOTALES	0,77	4,40
								17,50%	

Con este valor y considerando un incremento de temperatura máximo de 5º C, se determina las necesidades de ventilación:

	SALA CLORO A PRESION		SALA ABSORCIÓN DE CLORO		SALA CLORO VACIO		SALA ALM. Y DOSIF. COAGULANTE	
Ineficiencia o carga termica en sala	1,77	kW	0,94	kW	0,84	kW	0,77	kW
Calor disipado	6.354,72	kJ/h	3.387,60	kJ/h	3.034,26	kJ/h	2.772,00	kJ/h
Incremento de temperatura máximo	5,00	°C	5,00	°C	5,00	°C	5,00	°C
Caudal de aire para ventilación	1.099,67	m³/h	586,22	m³/h	525,07	m³/h	479,69	m³/h
Nº de ventiladores	1	Uds	1	Uds	1	Uds	2	Uds
Caudal necesario	1.099,67	m³/h	586,22	m³/h	525,07	m³/h	239,84	m³/h
Caudal adoptado	2x5000	m³/h	5000	m³/h	5000	m³/h	2x5000	m³/h

Por lo tanto como indica la tabla se instalarán las siguientes unidades de ventiladores murales helicoidales de caudal nominal 5000m³/h:

- 1 Ud de ventilador de sala de cloro a presión
- 1 Ud de sala absorción de cloro
- 1 Ud de sala cloro vacío
- 2 Uds en sala de almacenamiento y dosificación de coagulante.

Dentro del edificio de reactivos también hay una sala que se destina de forma exclusiva a albergar cuadros eléctricos entre ellos el CCM REACTIVOS NUEVO. Justificamos a continuación la ventilación asociada a esa sala.

El listado de cargas que se atiende desde ese CCM es el siguiente:

Nº	DENOMINACIÓN	INSTALADOS (Uds)	SERVICIO (Uds)	Potencia (kW)	TIPO
B1	Evaporadores de cloro	2	1	18,00	AD-1
B2	Cuadro eléctrico / neumático del cloro	1	1	1,55	FEEDER EXTRAIBLE
B3	Resto equipos cloro y dióxido de cloro	1	1	5,00	FIJA-2
B4	Bomba de carga de floculante	1	1	5,50	AD-2
B5	Dosificación de policloruro	5	4	0,55	VF-1
B6	Dosificación de Sulfato de alúmina	5	4	0,55	VF-1
B7	Ventilador neutralización de cloro	1	1	3,00	AD-2
B8	Bomba de recirculación neutralización	1	1	5,50	AD-2
B9	Puente grúa	1	1	3,80	FEEDER EXTRAIBLE
B10	Extractor Sala Policloruro	2	2	0,55	AD-1
B11	Extractor Cloración	2	2	0,55	AD-1
B12	Extractor Cabinas	1	1	0,55	AD-1
B13	Extractor sala CCM	1	1	0,55	AD-1
B14	Sistema de alimentación ininterrumpida	1	1	15,00	FEEDER EXTRAIBLE
B15	Varios	1	1	5,00	FIJA-2

Acometida		
- Corriente (A)	160	A
- Calor por polo	18	W
Total	54	W
Embarrados		
- Intensidad	160	A
- Calor por metro	39	W/m
- Longitud total	3,2	m
- Nº de barras	4	Uds
Total	499,2	W
Aparamenta		
Nº de cubículos de <16 A	22	Uds
Nº de cubículos 16 A	0	Uds
Nº de cubículos 25 A	0	Uds
Nº de cubículos 40 A	2	Uds
Nº de cubículos 63 A	0	Uds
Calor a disipar		
- Cubículos < 16A	198	W
- Cubículos 16 A	0	W
- Cubículos 25 A	0	W
- Cubículos 40 A	54	W
- Cubículos 63 A	0	W
Total	252	W
Variadores		
- Igual o inferior a 1,1 Kw	10	Uds
- De potencia a 3 kW	0	Uds
- De potencia a 18,50 kW	0	Uds
- De potencia a 22 kW	0	Uds
Calor a disipar		
- Por variadores igual o inferior a 1,1 kW	850	W
- Por variadores de 3 kW	0	W
- Por variadores de 18,50 kW	0	W
- Por variadores 22 kW	0	W
Total	850	W
Total en CCM REACTIVOS NUEVO	1,6552	kW
Carga térmica en sala de CCM3-4	1,66	kW
Calor a disipar	5.958,72	kJ/h
Incremento de temperatura máximo	5,00	°C
Caudal de aire para ventilación	1.031,14	m³/h
Nº de ventiladores	1	Uds
Caudal necesario	1.031,14	m³/h
Caudal adoptado	5.000,00	m³/h

Por tanto en la sala de cuadros eléctricos asociado al nuevo edificio de reactivos hará falta un ventilador helicoidal mura de caudal nominal 5.000m³/h.

A continuación se calcula la rejilla de entrada de aire teniendo en cuenta que hay una obturación del 40% en las rejillas de admisión. El caudal nominal del extractor es de 5000m³/h, de forma que la velocidad de paso del aire por la rejilla de entrada no sobrepasa los 5m/s, para evitar sonidos molestos.

Se plantea dejar dos pasos de entrada de aire de 0,50 x 0,50 m con una obturación de la superficie libre del 40%. Aplicando la siguiente fórmula, obtenemos la velocidad de paso:

$$Q = v \cdot s \cdot (1-k) \text{ luego } v = Q / (s \cdot (1-k))$$

Donde:

$$Q = \text{caudal de aire por sistema de extracción forzada} = 5000 \text{ m}^3/\text{h} = 1,389 \text{ m}^3/\text{s}$$

$$s = \text{superficie de rejillas de entrada de aire en las puertas} = 0,50 \times 0,50 \times 2 = 0,50 \text{ m}^2$$

$$k = \text{coeficiente de obturación de las rejillas de entrada} = 40\%$$

Sustituyendo obtenemos una velocidad v de paso de aire de 4,43 m/s.

Por esta razón se colocarán rejillas de 0,5x0,5m a razón de dos unidades por cada sala a excepción de la sala de almacenamiento y dosificación de coagulante que al haber dos ventiladores se precisarán 4 rejillas. Interesa que la ubicación de las rejillas sea en la parte inferior de los muros y puertas y en paredes opuestas para facilitar la ventilación cruzada.

16.2 Sala CCM REACTIVOS ACTUAL

Como se ha indicado, el CCM REACTIVOS ACTUAL se va a ubicar en una sala contigua a la sala eléctrica actual que se va a dedicar de forma exclusiva a ese fin.

La lista de cargas que se atiende desde el mismo es la siguiente:

Nº DEL CIRCUITO	DESIGNACIÓN	EQUIPOS INSTALADOS	EQUIPOS EN FUNCIONAM.	POTENCIA UNITARIA	TIPO SALIDA S/3311
		Ud	Ud	Kw	
A1	Extractor almacén amoniaco	2	2	0,37	AD-1
A2	Extractor cabinas	1	1	0,55	AD-1
A3	Extractor cal	1	1	0,55	AD-1
A4	Extractor sala clorito	1	1	0,55	AD-1
A5	Polipasto almacén (cloro/amoniaco actual)	1	1	4	FEEDER EXTRAIBLE
A6	Evaporadores de amoniaco	2	1	18	AD-1
A7	Cuadro eléctrico / neumático del amoniaco	1	1	1,55	FEEDER EXTRAIBLE
A8	Resto equipos amoniaco	1	1	5	FIJA-2
A9	Puente grua sala amoniaco	1	1	3,22	FEEDER EXTRAIBLE
A10	Bomba eyectora cloro y amoniaco	4	3	7,5	AD-2
A11	Ventilador torre de neutralización	1	1	4	AD-2
A12	Bomba lechada de cal	4	3	1,5	AD-2
A13	Agitador lechada de cal	2	2	0,37	AD-2
A14	Tornillo dosificador cal en polvo	2	2	1,1	VF-1
A15	Vibrador silo	2	2	0,18	AD-3
A16	Filtro de mangas cal	1	1	0,66	FIJA-1
A17	Bomba lechada carbón activo	2	1	1,5	AD-3
A18	Tornillo dosificador carbón en polvo	1	1	0,37	VF-1
A19	Agitador solucion carbon activo	1	1	0,37	AD-2
A20	Grupo de preparación de permanganato	1	1	1,8	FEEDER EXTRAIBLE
A21	Bombas dosificadoras permanganato	3	2	1,1	VF-1
A22	Grupo de preparación de almidón	1	1	0,92	FEEDER EXTRAIBLE
A23	Bombas de Almidón	3	2	0,37	VF-1
A24	Bomba de carga de Clorito	1	1	4	AD-2
A25	Extractor carbón activo	1	1	0,37	AD-1
A26	Varios	1	1	5	FIJA-2

Acometida		
- Corriente (A)	250	A
- Calor por polo	18	W
Total	54	W
Embarrados		
- Intensidad	250	A
- Calor por metro	48	W/m
- Longitud total	4,2	m
- Nº de barras	4	Uds
Total	806,4	W
Aparamenta		
Nº de cubículos de <16 A	32	Uds
Nº de cubículos 63 A	0	Uds
Nº de cubículos 400 A	0	Uds
Calor a disipar		
- Cubículos < 16A	288	W
- Cubículos 63 A	0	W
- Cubículos 400 A	0	W
Total	288	W
Variadores		
- Igual o inferior a 1,1 Kw	7	Uds
- De potencia a 3 kW	0	Uds
- De potencia a 18,50 kW	0	Uds
- De potencia a 22 kW	0	Uds
Calor a disipar		
- Por variadores igual o inferior a 1,1 kW	595	W
- Por variadores de 3 kW	0	W
- Por variadores de 18,50 kW	0	W
- Por variadores 22 kW	0	W
Total	595	W

Total en CCM REACTIVOS ACTUAL	1,7434	kW
Carga termica en sala de CCM9	1,74	kW
Calor a disipar	6.276,24	kJ/h
Incremento de temperatura máximo	5,00	°C
Caudal de aire para ventilación	1.086,09	m3/h
Nº de ventiladores	1	Uds
Caudal necesario	1.086,09	m3/h
Caudal adoptado	5.000,00	m3/h

Tal y como se justifica, se instalará un ventilador helicoidal mural de caudal 5.000m³/h. También se instalará una rejilla de ventilación de dimensiones de 0,5mx0,5m con los mismos criterios que los indicados para el edificio de reactivos.

16.3 Salas asociadas a CCM FILTROS ALA DERECHA Y FILTROS ALA IZQUIERDA.

Como se ha indicado, los CCMs de FILTROS ALA DERECHA y FILTROS ALA IZQUIERDA se van a ubicar en una sala en las galerías de filtros. Procedemos a calcular esa ventilación y lo hacemos para el CCM FILTROS ALA IZQUIERDA donde el interruptor de cabecera es más grande (caso más desfavorable).

La lista de cargas que se atiende desde el mismo es la siguiente:

Nº DEL CIRCUITO	DESIGNACIÓN	EQUIPOS INSTALADOS	EQUIPOS EN FUNCIONAM.	POTENCIA UNITARIA	TIPO SALIDA S/3311
		Ud	Ud	Kw	
E1	Turbina decantadores	3	3	14,00	AE
E2	Puente decantadores	3	3	3,00	AD-2
E3	Válvulas de entrada a decantadores	3	3	1,50	INVERSOR
E4	Compuertas de entrada a filtros	12	1	0,55	INVERSOR
E5	Compuertas de retirada de agua de lavado	12	1	1,5	INVERSOR
E6	Válvula de salida de agua filtrada	12	1	0,25	FIJA-1
E7	Válvula agua de lavado	12	1	0,25	INVERSOR
E8	Válvulas de aire de lavado	12	1	0,25	FIJA-1
E9	Bomba de arenas	1	1	3	AD-2
E10	Tornillo desarenador	1	1	0,25	AD-2
E11	Polipasto eléctrico	3	1	0,73	FEEDER EXTRAÍBLE
E12	Ventiladores extractores	6	6	0,55	AD-1
E13	Varios	1	1	5	FIJA-2

Acometida		
- Corriente (A)	250	A
- Calor por polo	18	W
Total	54	W
Embarrados		
- Intensidad	250	A
- Calor por metro	48	W/m
- Longitud total	7,2	m
- Nº de barras	4	Uds
Total	1382,4	W
Aparamenta		
Nº de cubículos de <16 A	21	Uds
Nº de cubículos 40 A	3	
Nº de cubículos 63 A	0	Uds
Nº de cubículos 400 A	0	Uds
Calor a disipar		
- Cubículos < 16A	189	W
- Cubículos 40 A	54	
- Cubículos 63 A	0	W
- Cubículos 400 A	0	W
Total	243	W
Variadores/arrancador		
- Igual o inferior a 1,1 Kw	0	Uds
- De potencia a 3 kW	0	Uds
- De potencia a 18,50 kW	3	Uds
- De potencia a 22 kW	0	Uds
Calor a disipar		
- Por variadores igual o inferior a 1,1 kW	0	W
- Por variadores de 3 kW	0	W
- Por variadores de 18,50 kW	1440	W
- Por variadores 22 kW	0	W
Total	1440	W

Total en CCM REACTIVOS ACTUAL	3,1194	kW
Carga termica en sala de CCM9	3,12	kW
Calor a disipar	11.229,84	kJ/h
Incremento de temperatura máximo	5,00	°C
Caudal de aire para ventilación	1.943,30	m3/h
Nº de ventiladores	1	Uds
Caudal necesario	1.943,30	m3/h
Caudal adoptado	5.000,00	m3/h

Tal y como se justifica, se instalará un ventilador helicoidal mural de caudal 5.000m³/h. También se instalará una rejilla de ventilación de dimensiones de 0,5mx0,5m con los mismos criterios que los indicados para el edificio de reactivos.

17 GRUPO ELECTRÓGENO

17.1 Características y dimensionamiento.

Como se ha indicado se va a instalar un grupo electrógeno de tipo intemperie, insonorizado y con sincronizador (para posibilitar el retorno a red sin paso por cero cuando el grupo esté en modos remoto y automático). Por esta razón el grupo electrógeno se considera una instalación generadora asistida de cara a la instrucción ITC-BT 40 "Instalaciones generadoras de baja tensión". Según dicha instrucción se incorporará un cuadro eléctrico que permita mando eléctrico para poder desconectar el neutro del generador de la tierra cuando se produzca su reconexión con la red pública de distribución.

El grupo que se requiere viene condicionado por las cargas que debe atender y el momento en que se desea que se atiendan.

Un resumen de las cargas más importantes que ha de poder atender el grupo electrógeno es:

Grupo 1:

- CCM Distribución:
 - Bomba de servicios auxiliares.
 - Compresor Hyrovane.
 - Bomba de agua de lavado.
 - Soplante (importante por ser la carga de mayor potencia).
- CCM Reactivos nuevo:
 - Instalación de cloro (extractor, evaporador, bombas de carga etc.)

Grupo 2:

- CCM filtros izquierda:
 - Turbina decantador.
 - Puente decantador.
 - Válvula de agua de lavado.
 - Válvula entrada decantadores.
- CCM filtros derecha:
 - Turbina decantador.
 - Puente decantador.
 - Válvula de agua de lavado.
 - Válvula entrada decantadores.

Grupo 3:

- CCM reactivos actual: Instalaciones de cloro y amoniaco, como, por ejemplo:
 - Evaporadores cloro y amoniaco.
 - Bombas eyectoras cloro y amoniaco.

- Bombas dosificadoras.
- Bombas recirculación torre absorción.

Grupo 4:

- Alumbrado y usos auxiliares: Se reservan 10 kW para dichos usos.

Se han repartido las cargas en estos cuatro grupos, que deberán arrancar no simultáneamente, para no sobredimensionar el grupo electrógeno seleccionado.

A cada grupo se le ha aplicado un coeficiente de simultaneidad en el funcionamiento de los equipos acorde al uso actual de la planta, el desglose detallado de potencias finales es el siguiente:

Lista de carga		Comenzando		Corriendo		Distorsión de corriente armónica			Limites	
Secuencia	Descripción	kW	kVA	kW	kVA	Pico	Cont.	kVA	Vdip	Fdip
Grupo 1 (no concurrente)	Motor : CCM Reactivos nuevo 1 X 85.00 kWM Code J (7.5 kVA/Hz) Limite de corriente del 200% Arranque suave Voltage Stepped Par nominal al inicio corriendo en 50% ,	26.98	281.9	51.1	93.76	17.5 %	0 %	93.8	25.00 %	5 Hertz
Grupo 1 (no concurrente)	Motor : CCM Distribución 1 X 213.00 kWM Code J (7.5 kVA/Hz) Limite de corriente del 200% Arranque suave Voltage Stepped Par nominal al inicio corriendo en 55% ,	58.3	706.61	137.86	235.66	7.5 %	0 %	235.7	25.00 %	5 Hertz
Grupo 1 (no concurrente) Resumen	Todas las cargas activadas (inicio de secuencia) 189.0kW Todas las cargas activadas (inicio de secuencia) 189 kW Aplicación Peak	58.3	706.61	188.96	329.42	5.4 %	0 %	329.4	25 % 100 volts	10 % 5 hertz
Grupo 2 (no concurrente)	Motor : CCM Filtros derecha 1 X 107.34 kWM Code J (7.5 kVA/Hz) A través de la línea Par bajo al inicio corriendo en 55% ,	256.86	1079.25	70.83	121.08	0 %	0 %	0	35.00 %	15 Hertz
Grupo 2 (no concurrente)	Motor : CCM Filtros izquierda 1 X 102.84 kWM Code J (7.5 kVA/Hz) A través de la línea Par bajo al inicio corriendo en 55% ,	246.15	1034.25	67.88	116.03	0 %	0 %	0	35.00 %	15 Hertz
Grupo 2 (no concurrente) Resumen	Todas las cargas activadas (inicio de secuencia) 324.7kW Todas las cargas activadas (inicio de secuencia) 324.7 kW Aplicación Peak	256.86	1079.25	138.71	237.11	0 %	0 %	0	35 % 140 volts	30 % 15 hertz
Grupo 3 (no concurrente)	de secuencia) 513.7 kW Aplicación Peak Motor : CCM Reactivos actual 1 X 86.00 kWM Code J (7.5 kVA/Hz) Limite de corriente del 200% Arranque suave Voltage Stepped Sin carga al inicio corriendo en 50% ,	27.31	285.37	51.73	94.91	5 %	0 %	94.9	25.00 %	5 Hertz
Grupo 3 (no concurrente) Resumen	Todas las cargas activadas (inicio de secuencia) 51.7kW Todas las cargas activadas (inicio de secuencia) 379.4 kW Aplicación Peak	27.31	285.37	51.73	94.91	5 %	0 %	94.9	25 % 100 volts	10 % 5 hertz
Grupo 4 (no concurrente)	Iluminación : Alumbrado y auxiliares 1 X 10.00 kW @ 0.95 PF Harmonics: THID = 10.00%	10	10.53	10	10.53	10 %	10 %	10.5	25.00 %	10 Hertz
Grupo 4 (no concurrente) Resumen	Todas las cargas activadas (inicio de secuencia) 10.0kW Todas las cargas activadas (inicio de secuencia) 389.4 kW Aplicación Peak	10	10.53	10	10.53	10 %	10 %	10.5	25 % 100 volts	20 % 10 hertz

Resumen de carga - Carga conectada de 389.40 kW					
Corriendo		Transientes		Armonía	
kW:	389.4	kW (Paso):	256.86	kVA:	434.82
kVA:	671.97	kW (Pico):	513.7	THID Cont:	0.2%
PF:	0.58	kVA (Paso):	1079.25	THID Pico :	4.1%

Alternador de análisis transitorio (Vdip)

Secuencia	Vdip permitido	Vdip esperado	Inicio de secuencia kVA	Mayor carga transitoria
Grupo 1 (no concurrente)	25.0 %	17.60 %	706.61	CCM Distribución
Grupo 2 (no concurrente)	25.0 %	23.20 %	1079.25	CCM Filtros derecha
Grupo 3 (no concurrente)	25.0 %	8.10 %	285.37	CCM Reactivos actual
Grupo 4 (no concurrente)	25.0 %	*0.76 %	10.53	Alumbrado y auxiliares

Análisis transitorio del motor (Fdip)

Secuencia	Fdip permitido	Fdip esperado	Inicio de secuencia kW	Mayor carga transitoria
Grupo 1 (no concurrente)	5	1.11	58.3	CCM Distribución
Grupo 2 (no concurrente)	5	4.88	256.86	CCM Filtros derecha
Grupo 3 (no concurrente)	5	0.52	27.31	CCM Reactivos actual
Grupo 4 (no concurrente)	5	0.19	10	Alumbrado y auxiliares

Análisis de armónicos (en régimen y en arranque):

Perfil Armónico :	Total de la aplicación (ejecutándose)	Secuencia	(Total)
Carga no lineal KVA:	10.5	THID: 0.2 %	THVD: 0.1 %
Base kVA (no lineal):	434.82	Secuencia (s) seleccionada (s) carga del alternador armónico:	0 %

Perfiles de tensión y corriente armónicos seleccionados

Perfil	3rd	5th	7th	9th	11th	13th	15th	17th	19th
Corriente	0 %	0.2 %	0.1 %	0 %	0 %	0 %	0 %	0 %	0 %
voltaje	0 %	0.1 %	0.1 %	0 %	0 %	0 %	0 %	0 %	0 %

Perfil Armónico :	Total de la aplicación (pico)	Secuencia	(Total)
Carga no lineal KVA:	435	THID: 4.1 %	THVD: 1.5 %
Base kVA (no lineal):	434.82	Secuencia (s) seleccionada (s) carga del alternador armónico:	80 %

Perfiles de tensión y corriente armónicos seleccionados

Perfil	3rd	5th	7th	9th	11th	13th	15th	17th	19th
Corriente	0 %	3.5 %	2 %	0 %	0.5 %	0.3 %	0 %	0.2 %	0.1 %
voltaje	0 %	1.1 %	0.9 %	0 %	0.4 %	0.3 %	0 %	0.1 %	0.1 %

Como resultado de estos cálculos se precisa un grupo electrógeno de 657 kVA (526kW) en funcionamiento LTP, mientras que para funcionamiento PRP será 597 kVA (477 kW).

**Definiciones de las potencias (según la norma ISO8528-1:2005)*

PRP - Prime Power: Identifica la máxima potencia que el grupo electrógeno puede generar en de forma continua alimentando una carga variable, durante un número ilimitado de horas al año, en las condiciones operativas y con los intervalos de mantenimiento establecido por el constructor. La media de la carga consumida durante 24 horas de funcionamiento no debe ser superior al 70% de la PRP. Una sobrecarga del 10% es permisible durante 1 hora cada 12 horas de funcionamiento.

LTP - Limited-Time running Power: Identifica la máxima potencia que el grupo electrógeno puede suministrar hasta un máximo de 500 horas al año (de las cuales no más de 300 horas de

uso continuo) en las condiciones operativas y con los intervalos de mantenimiento establecidos por el constructor.

17.2 Modo de funcionamiento.

El CGBT nuevo se hará según los esquemas típicos desarrollados incluidos en la especificación técnica ET-3301 "Cuadro general de baja tensión". En su versión V8, dicho cuadro contempla disyuntores de acometidas de transformadores y de grupo electrógeno (GE) con bobinas de disparo y enganche, pero no motorizados. Así, mientras no se elabore una nueva versión con motorizaciones y posibilidad de transferencia red-grupo automática, se utilizarán los esquemas complementarios de este criterio de diseño.

En la sala donde se va a ubicar el nuevo cuadro general de baja tensión habrá un cuadro de derivador de la transferencia red-grupo con dos selectores: uno local-0-Remoto y otro, habilitado con el anterior en Local, con las posiciones marcha-paro. Dicho cuadro tendrá una entrada de fuerza del GE y una salida a CGBT.

Con el primer selector en Remoto, el control del GE estará transferido al PLC que, a su vez, definirá si el GE está en manual-remoto o automático-remoto a través del correspondiente HMI o del SCADA.

Con el primer selector en Remoto y el sistema en Manual, se podrá forzar el arranque del GE, pero no su acoplamiento automático al embarrado del CGBT, que deberá hacerse mediante el accionamiento manual de los disyuntores en la correcta secuencia. Dichas secuencia implica abrir previamente los disyuntores de acometida de trafos (manualmente), ya que el enclavamiento eléctrico de estos con el del GE impedirá el cierre de este. Para reponer el servicio de red deberá desconectarse previamente el GE del embarrado del CGBT para conectar luego los disyuntores de trafos. No se hará una recuperación de red mediante acoplamiento red-grupo, por lo que habrá un segundo cero en la instalación.

En remoto-automático, el GE entrará ante un fallo de tensión de red, aislando esta del CGBT y conectándolo al GE, todo ello a través de los disyuntores motorizados. El sistema de control solo permitirá el funcionamiento de los servicios preferentes. Una vez retornada la red, el GE se sincronizará con esta y cerrará los disyuntores de transformadores del correspondiente CGBT, inhibiendo momentáneamente el enclavamiento eléctrico entre disyuntores. Posteriormente, el disyuntor del GE abrirá y el sistema conectará los servicios no preferentes que corresponda. Finalmente, el grupo parará.

Con el primer selector en Local, se podrá arrancar el GE con el segundo selector al ponerlo en posición marcha. Para alimentar el embarrado del CGBT desde el GE habrá que seguir la secuencia descrita para el modo Remoto-Manual. Lo mismo para reponer el servicio de red.

Para asegurar que dicho enclavamiento actúe antes de que se produzca un cortocircuito, los contactos auxiliares de los disyuntores se especificarán precierre, de forma que cerrarán antes que los polos del disyuntor correspondiente.

Motorizaciones de disyuntores, tensiones de mando y maniobra y cuadro de control tendrán alimentación asegurada desde SAI.

SECUENCIA DEL FUNCIONAMIENTO AUTOMÁTICO

Tras detectarse un cero de duración mayor a 1 segundo, reportada por los vigilantes de tensión de la instalación al PLC de planta, dicho PLC confirma apertura de disyuntor de grupo y envía señal de arranque al GE. El PLC recibe señal de grupo en marcha. Tras 20 segundos de temporización sin señal de alarma de grupo y sin señal de red de los vigilantes, el PLC actúa sobre las bobinas de disparo de los disyuntores de acometida de los trafos. El PLC actúa sobre la bobina de reenganche del disyuntor del GE, recibiendo confirmación de disyuntor cerrado, e inicia la secuencia de reconexión de la planta tras un cero de tensión, comenzando con todos los equipos parados. Tras una temporización de 10 segundos, el PLC inicia la secuencia de entrada de los servicios preferentes, según la secuencia requerida por los procesos, con una temporización de 4 segundos entre entradas de cargas cuya suma de potencias no sea superior al 25% de la potencia nominal de GE. Una vez retorna la red, el PLC recibe confirmación de tensión de, al menos, un vigilante de tensión del CGBT, con lo que da orden de sincronización al grupo electrógeno. En el momento que el PLC recibe señal de sincronización en tolerancia, inhibe el enclavamiento por cierre intempestivo de disyuntor de grupo y actúa sobre la bobina de reenganche de los disyuntores cuyos vigilantes de tensión confirman presencia de tensión. Tras una temporización de 2 minutos, el PLC actúa sobre la bobina de disparo del disyuntor del grupo electrógeno. Tras una temporización de 5 segundos, el PLC ordena el paro del grupo. El sistema inicia la secuencia de conexión de los servicios no preferentes.

Tanto las temporizaciones como el número de vigilantes de tensión que deberán detectar tensión de red para la transferencia grupo-red serán variables programables desde el SCADA.

Las E/S relacionadas con la maniobra del GE son:

ENTRADAS DIGITALES:

- 1, Selector GE en remoto.
- 1, Selector GE en paro.
- 1, Selector GE en marcha.
- 1, seta de emergencia.
- 3, vigilantes de tensión.

1, alarma de GE.

1, confirmación de GE en marcha.

1, GE en tolerancia sincrónica con la red.

SALIDAS DIGITALES

4, actuación sobre bobinas disparo de disyuntores de trafos y GE.

4, actuación sobre bobinas reenganche de disyuntores de trafos y GE.

1, inhibición de enclavamiento de disyuntores durante desacoplamiento.

1, orden de marcha-paro al GE.

Se adjunta a continuación resto de documentación gráfica para comprender el funcionamiento del grupo:

Apéndice 1.- Resultados del cálculo lumínico. Nuevo edificio de reactivos.

Torrelaguna - Nuevo edificio de Reactivos

Fecha: 17.06.2020
Proyecto elaborado por:



Proyecto elaborado por
Teléfono
Fax
e-Mail

Índice

Torrelaguna - Nuevo edificio de Reactivos

Portada del proyecto	1
Índice	2
Lista de luminarias	3
CELER 7100080212 CELER LED HIGHBAY HE NR 200W 90° 4000K 28600LM C2 ...	
Hoja de datos de luminarias	4
CELER 7100070019 CELER PANTALLA MONOBLOCK IP65 LED 50W 4000K...	
Hoja de datos de luminarias	5
VYRTYCH a.s. EXTRA-N-LED-10000-236-4K Industrial LED luminaire	
Hoja de datos de luminarias	6
Sala de cloro a presion	
Resumen	7
Luminarias (ubicación)	8
Luminarias (lista de coordenadas)	9
Rendering (procesado) de colores falsos	10
Superficies del local	
Plano útil	
Isolíneas (E)	11
Sala de cloro Vacio	
Resumen	12
Luminarias (ubicación)	13
Luminarias (lista de coordenadas)	14
Rendering (procesado) de colores falsos	15
Superficies del local	
Plano útil	
Isolíneas (E)	16
Absorcion Fugas de Cloro	
Resumen	17
Luminarias (ubicación)	18
Luminarias (lista de coordenadas)	19
Rendering (procesado) de colores falsos	21
Superficies del local	
Plano útil	
Isolíneas (E)	22
Cuarto electrico	
Resumen	23
Luminarias (ubicación)	24
Luminarias (lista de coordenadas)	25
Rendering (procesado) de colores falsos	26
Superficies del local	
Plano útil	
Isolíneas (E)	27
Almacen y dosificacion de coagulante	
Resumen	28
Luminarias (ubicación)	29
Luminarias (lista de coordenadas)	30
Rendering (procesado) de colores falsos	31
Superficies del local	
Plano útil	
Isolíneas (E)	32

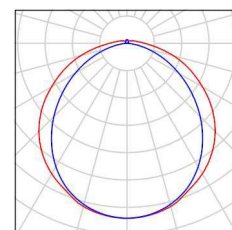


Proyecto elaborado por
Teléfono
Fax
e-Mail

Torrelaguna - Nuevo edificio de Reactivos / Lista de luminarias

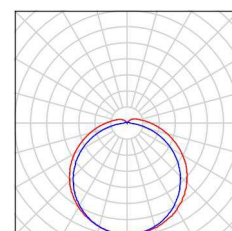
30 Pieza CELER 7100070019 CELER PANTALLA MONOBLOCK IP65 LED 50W 4000K C2
7100070019 CELER PANTALLA MONOBLOCK IP65 LED 50W 4000K C2
N° de artículo: 7100070019 CELER PANTALLA MONOBLOCK IP65 LED 50W 4000K C2
Flujo luminoso (Luminaria): 5934 lm
Flujo luminoso (Lámparas): 6015 lm
Potencia de las luminarias: 50.5 W
Clasificación luminarias según CIE: 95
Código CIE Flux: 45 76 93 95 99
Lámpara: 1 x LED (Factor de corrección 1.000).

Dispone de una imagen de la luminaria en nuestro catálogo de luminarias.



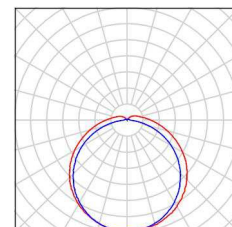
4 Pieza VYRTYCH a.s. EXTRA-N-LED-10000-236-4K Industrial LED luminaire
N° de artículo: EXTRA-N-LED-10000-236-4K
Flujo luminoso (Luminaria): 8556 lm
Flujo luminoso (Lámparas): 8556 lm
Potencia de las luminarias: 72.0 W
Clasificación luminarias según CIE: 92
Código CIE Flux: 41 72 90 92 100
Lámpara: 1 x LED (Factor de corrección 1.000).

Dispone de una imagen de la luminaria en nuestro catálogo de luminarias.



7 Pieza VYRTYCH a.s. EXTRA-N-LED-12550-258-4K Industrial LED luminaire
N° de artículo: EXTRA-N-LED-12550-258-4K
Flujo luminoso (Luminaria): 10809 lm
Flujo luminoso (Lámparas): 10809 lm
Potencia de las luminarias: 87.0 W
Clasificación luminarias según CIE: 92
Código CIE Flux: 41 72 90 92 100
Lámpara: 1 x LED (Factor de corrección 1.000).

Dispone de una imagen de la luminaria en nuestro catálogo de luminarias.



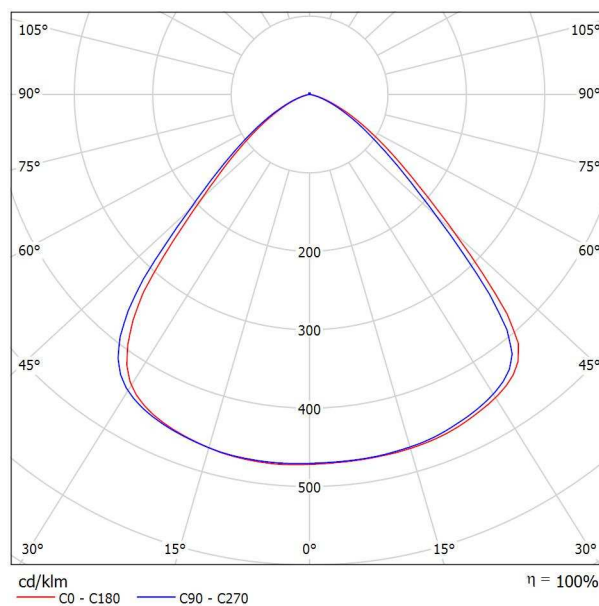


Proyecto elaborado por
Teléfono
Fax
e-Mail

**CELER 7100080212 CELER LED HIGHBAY HE NR 200W 90° 4000K 28600LM C2
7100080212 CELER LED HIGHBAY HE NR 200W 90° 4000K 28600LM C2 / Hoja de
datos de luminarias**

Dispone de una imagen de la luminaria en nuestro
catálogo de luminarias.

Emisión de luz 1:



Clasificación luminarias según CIE: 100
Código CIE Flux: 69 94 99 100 100

Para esta luminaria no puede presentarse ninguna
tabla UGR porque carece de atributos de simetría.

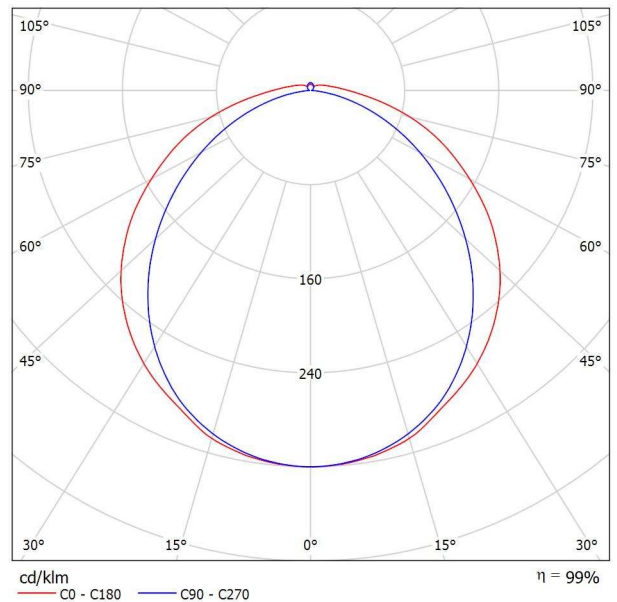


Proyecto elaborado por
Teléfono
Fax
e-Mail

CELER 7100070019 CELER PANTALLA MONOBLOCK IP65 LED 50W 4000K C2 7100070019 CELER PANTALLA MONOBLOCK IP65 LED 50W 4000K C2 / Hoja de datos de luminarias

Emisión de luz 1:

Dispone de una imagen de la luminaria en nuestro catálogo de luminarias.



Clasificación luminarias según CIE: 95
Código CIE Flux: 45 76 93 95 99

Emisión de luz 1:

Valoración de deslumbramiento según UGR												
p Techo	70	70	50	50	30	70	70	50	50	30		
p Paredes	50	30	50	30	30	50	30	50	30	30		
p Suelo	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20		
Tamaño del local X Y	Mirado en perpendicular al eje de lámpara					Mirado longitudinalmente al eje de lámpara						
2H	2H	22.6	23.9	23.0	24.2	24.5	21.1	22.4	21.5	22.7	23.0	
	3H	24.5	25.7	24.9	26.0	26.4	22.3	23.5	22.7	23.8	24.2	
	4H	25.4	26.5	25.8	26.9	27.3	22.8	23.9	23.2	24.2	24.6	
	6H	26.2	27.3	26.7	27.7	28.1	23.0	24.1	23.5	24.5	24.9	
	8H	26.6	27.6	27.1	28.0	28.5	23.1	24.1	23.5	24.5	24.9	
	12H	27.1	28.0	27.5	28.4	28.9	23.1	24.1	23.6	24.5	24.9	
4H	2H	23.2	24.3	23.6	24.6	25.0	22.0	23.1	22.4	23.5	23.9	
	3H	25.3	26.3	25.8	26.7	27.1	23.5	24.5	24.0	24.9	25.3	
	4H	26.4	27.3	26.9	27.7	28.2	24.1	25.0	24.6	25.4	25.9	
	6H	27.4	28.2	27.9	28.6	29.1	24.5	25.3	25.0	25.8	26.3	
	8H	27.9	28.6	28.4	29.1	29.6	24.7	25.3	25.2	25.8	26.3	
	12H	28.5	29.1	29.0	29.6	30.1	24.7	25.3	25.2	25.8	26.4	
8H	4H	26.7	27.4	27.2	27.9	28.4	24.8	25.5	25.3	26.0	26.5	
	6H	28.0	28.6	28.5	29.1	29.6	25.5	26.0	26.0	26.6	27.1	
	8H	28.7	29.1	29.2	29.7	30.3	25.7	26.2	26.3	26.8	27.4	
	12H	29.4	29.8	29.9	30.4	31.0	25.9	26.3	26.5	26.9	27.5	
12H	4H	26.7	27.4	27.3	27.9	28.4	24.9	25.6	25.5	26.1	26.6	
	6H	28.1	28.6	28.6	29.1	29.7	25.8	26.3	26.3	26.8	27.4	
	8H	28.8	29.3	29.4	29.8	30.4	26.1	26.6	26.7	27.1	27.7	
Variación de la posición del espectador para separaciones 5 entre luminarias												
S = 1.0H	+0.1 / -0.1					+0.1 / -0.1						
S = 1.5H	+0.2 / -0.3					+0.3 / -0.4						
S = 2.0H	+0.3 / -0.5					+0.4 / -0.8						
Tabla estándar	BK08					BK06						
Sumando de corrección	12.0					8.4						
Índice de deslumbramiento corregido en relación a 6015lm Flujo luminoso total												

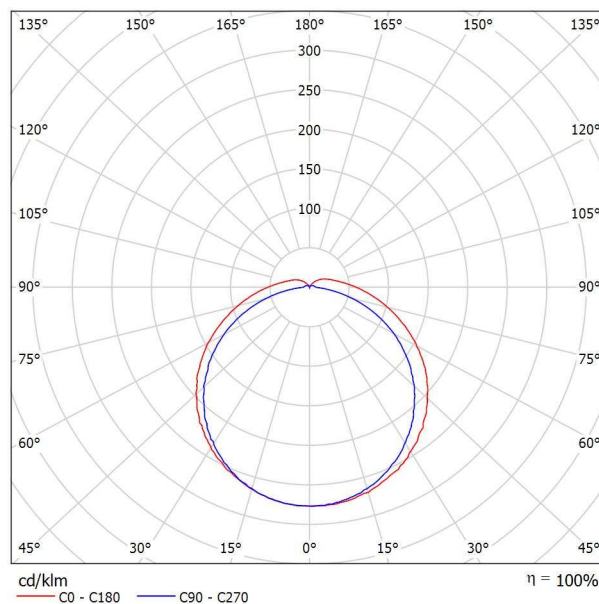


Proyecto elaborado por
Teléfono
Fax
e-Mail

VYRTYCH a.s. EXTRA-N-LED-10000-236-4K Industrial LED luminaire / Hoja de datos de luminarias

Dispone de una imagen de la luminaria en nuestro catálogo de luminarias.

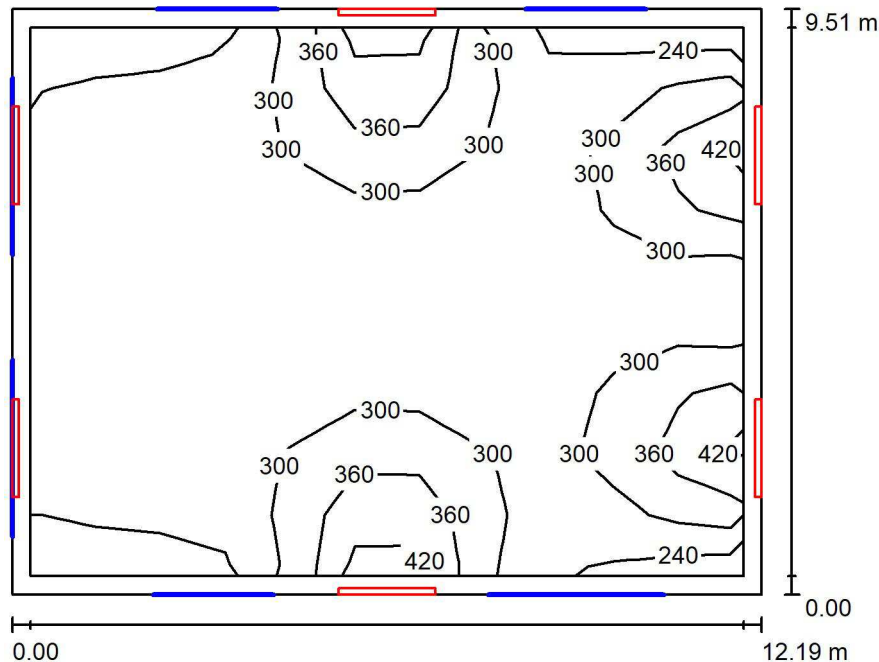
Emisión de luz 1:



Clasificación luminarias según CIE: 92
Código CIE Flux: 41 72 90 92 100

Para esta luminaria no puede presentarse ninguna tabla UGR porque carece de atributos de simetría.

Proyecto elaborado por
 Teléfono
 Fax
 e-Mail

Sala de cloro a presion / Resumen


Altura del local: 4.250 m, Factor mantenimiento: 0.80

Valores en Lux, Escala 1:123

Superficie	ρ [%]	E_m [lx]	E_{min} [lx]	E_{max} [lx]	E_{min} / E_m
Plano útil	/	294	213	473	0.725
Suelo	20	257	155	333	0.605
Techo	70	250	115	1867	0.458
Paredes (4)	50	215	118	1293	/

Plano útil:

 Altura: 0.850 m
 Trama: 11 x 9 Puntos
 Zona marginal: 0.300 m

Lista de piezas - Luminarias

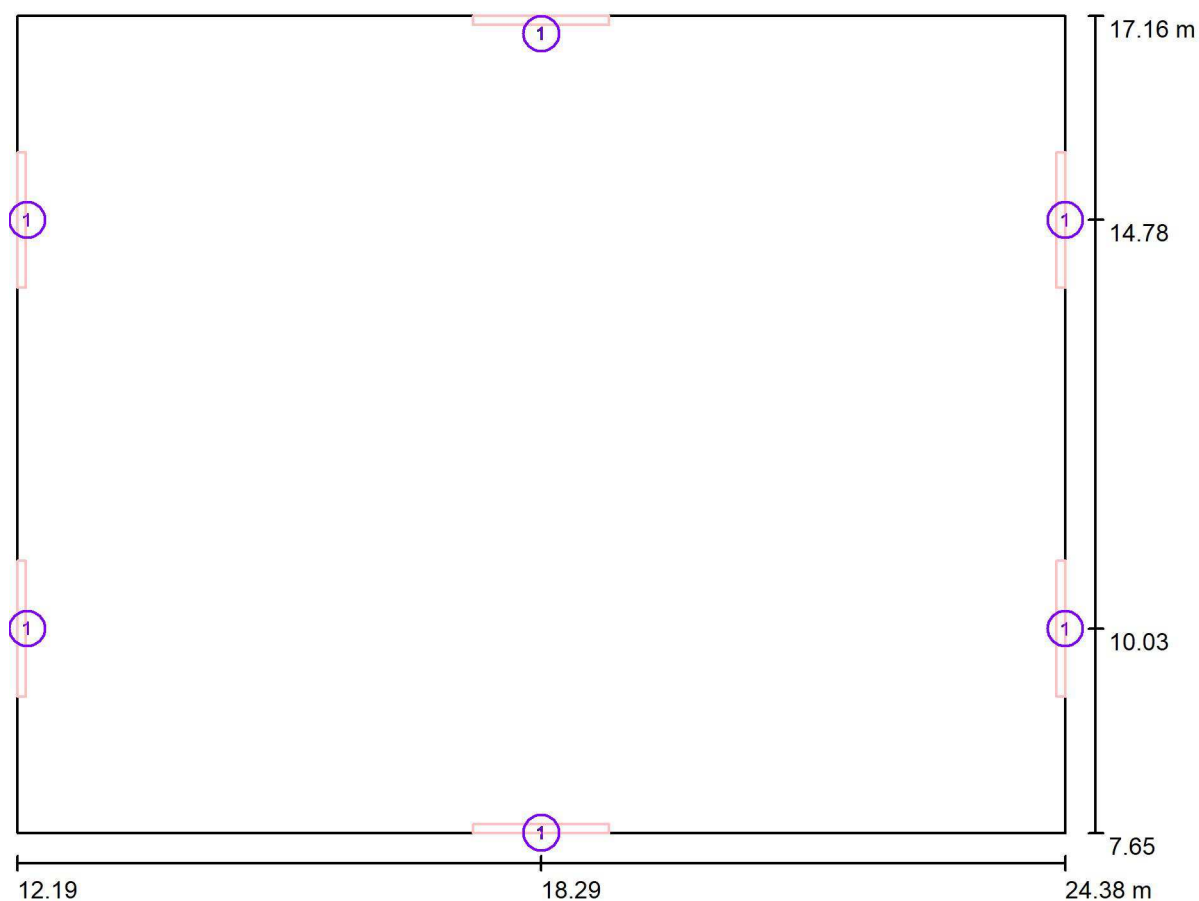
N°	Pieza	Designación (Factor de corrección)	Φ (Luminaria) [lm]	Φ (Lámparas) [lm]	P [W]
1	6	VYRTYCH a.s. EXTRA-N-LED-12550-258-4K Industrial LED luminaire (1.000)	10809	10809	87.0
Total:			64854	64854	522.0

 Valor de eficiencia energética: $4.50 \text{ W/m}^2 = 1.53 \text{ W/m}^2/100 \text{ lx}$ (Base: 115.93 m^2)



Proyecto elaborado por
Teléfono
Fax
e-Mail

Sala de cloro a presion / Luminarias (ubicación)



Escala 1 : 88

Lista de piezas - Luminarias

N°	Pieza	Designación
1	6	VYRTYCH a.s. EXTRA-N-LED-12550-258-4K Industrial LED luminaire

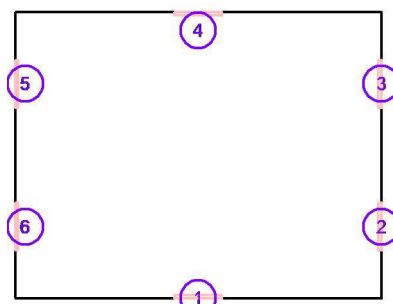


Proyecto elaborado por
Teléfono
Fax
e-Mail

Sala de cloro a presion / Luminarias (lista de coordenadas)

VYRTYCH a.s. EXTRA-N-LED-12550-258-4K Industrial LED luminaire

10809 lm, 87.0 W, 1 x 1 x LED (Factor de corrección 1.000).

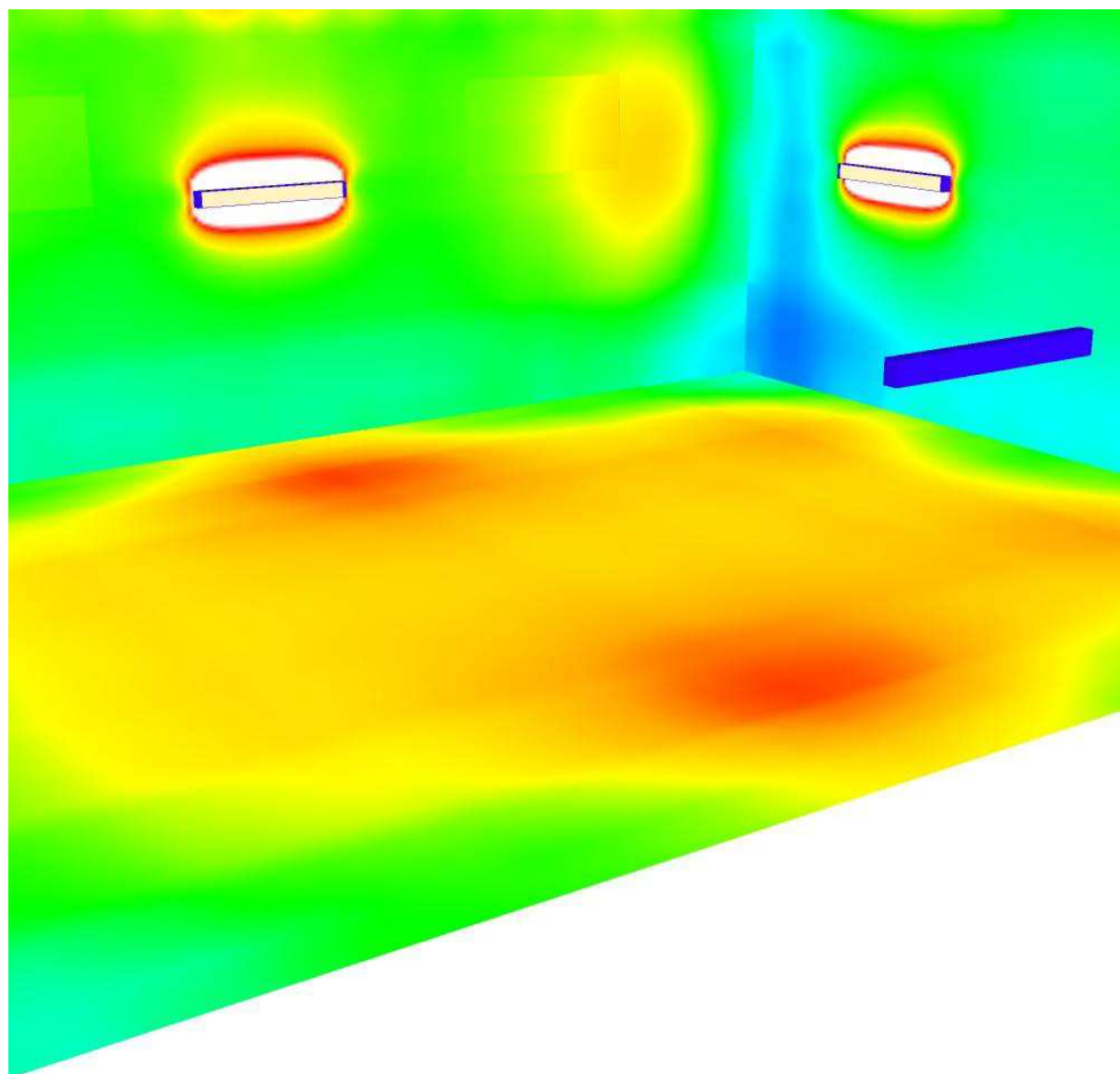


N°	Posición [m]			Rotación [°]		
	X	Y	Z	X	Y	Z
1	18.286	7.651	2.500	0.0	-90.0	90.0
2	24.383	10.028	2.500	0.0	-90.0	180.0
3	24.383	14.781	2.500	0.0	-90.0	180.0
4	18.286	17.158	2.500	0.0	-90.0	-90.0
5	12.189	14.781	3.700	0.0	-90.0	0.0
6	12.189	10.028	3.700	0.0	-90.0	0.0



Proyecto elaborado por
Teléfono
Fax
e-Mail

Sala de cloro a presion / Rendering (procesado) de colores falsos

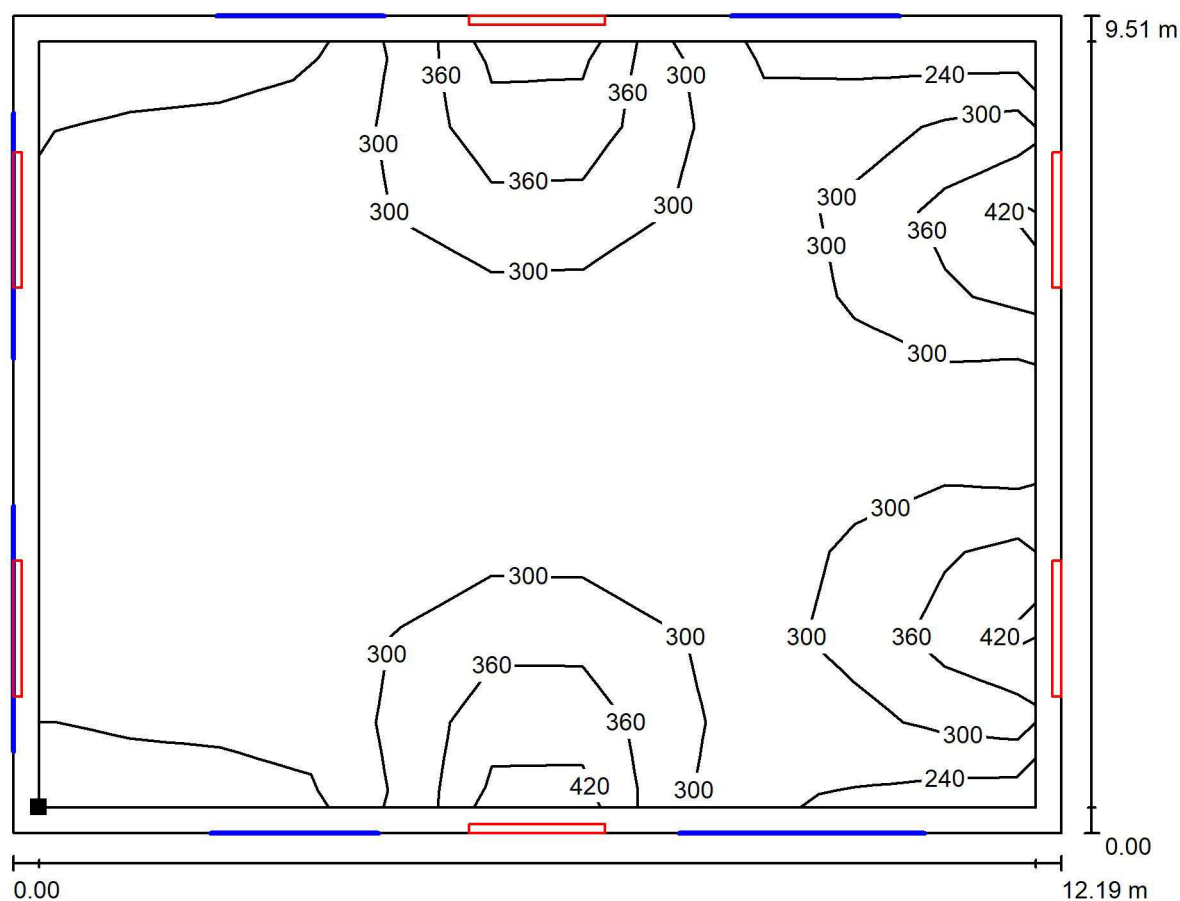


lx



Proyecto elaborado por
Teléfono
Fax
e-Mail

Sala de cloro a presion / Plano útil / Isolíneas (E)



Valores en Lux, Escala 1 : 88

Situación de la superficie en el local:
Plano útil con 0.300 m Zona
marginal
Punto marcado:
(12.489 m, 7.951 m, 0.850 m)



Trama: 11 x 9 Puntos

E_m [lx]
294

E_{min} [lx]
213

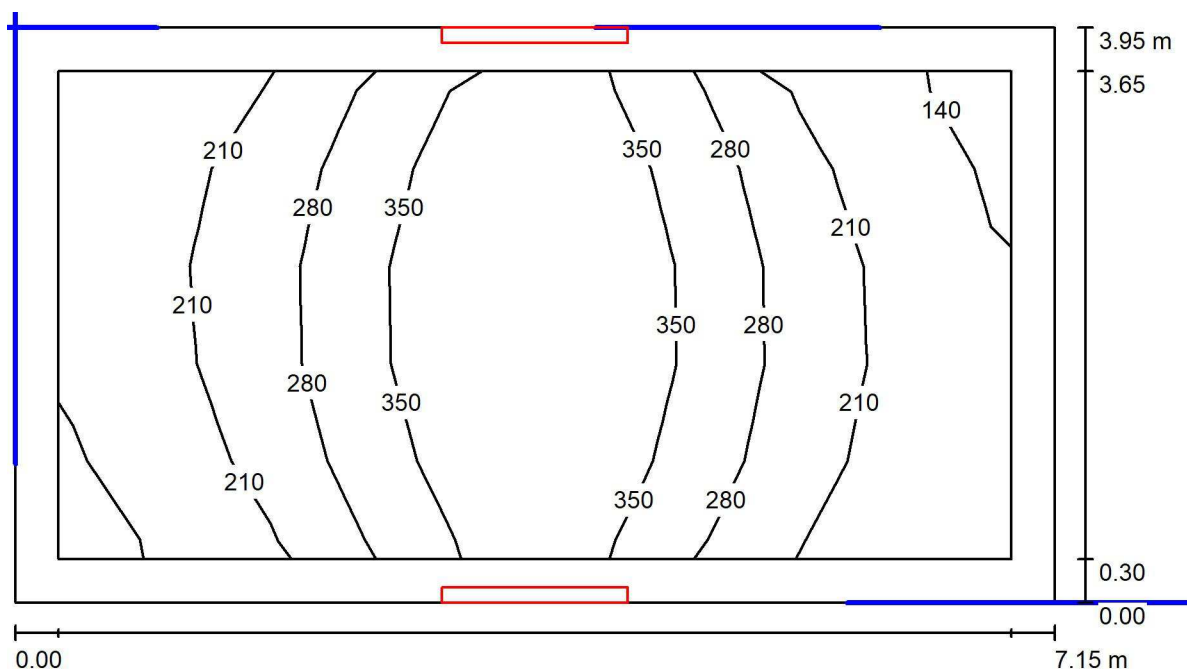
E_{max} [lx]
473

E_{min} / E_m
0.725

E_{min} / E_{max}
0.452

Proyecto elaborado por
Teléfono
Fax
e-Mail

Sala de cloro Vacío / Resumen



Altura del local: 4.250 m, Altura de montaje: 2.500 m, Factor mantenimiento: 0.80

Valores en Lux, Escala 1:52

Superficie	ρ [%]	E_m [lx]	E_{min} [lx]	E_{max} [lx]	E_{min} / E_m
Plano útil	/	270	136	437	0.505
Suelo	20	200	106	311	0.532
Techo	70	212	87	387	0.411
Paredes (4)	50	170	93	1082	/

Plano útil:

Altura: 0.850 m
Trama: 9 x 5 Puntos
Zona marginal: 0.300 m

Lista de piezas - Luminarias

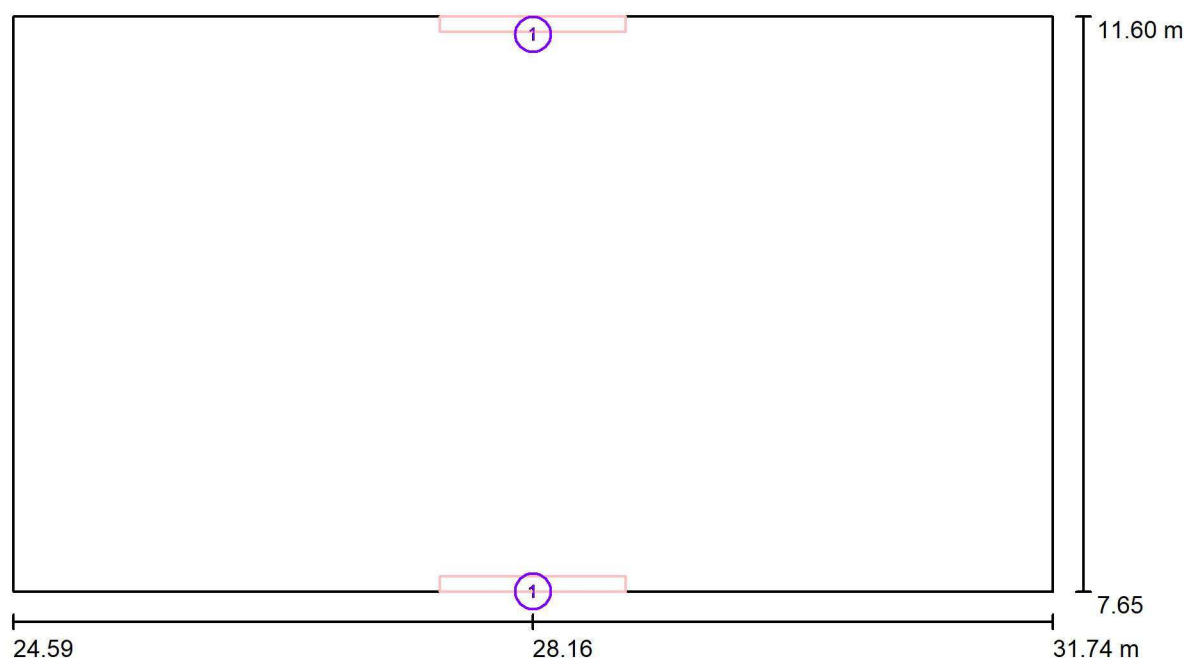
N°	Pieza	Designación (Factor de corrección)	Φ (Luminaria) [lm]	Φ (Lámparas) [lm]	P [W]
1	2	VYRTYCH a.s. EXTRA-N-LED-10000-236-4K Industrial LED luminaire (1.000)	8556	8556	72.0
Total:			17112	17112	144.0

Valor de eficiencia energética: $5.10 \text{ W/m}^2 = 1.89 \text{ W/m}^2/100 \text{ lx}$ (Base: 28.24 m^2)



Proyecto elaborado por
Teléfono
Fax
e-Mail

Sala de cloro Vacío / Luminarias (ubicación)



Escala 1 : 52

Lista de piezas - Luminarias

N°	Pieza	Designación
1	2	VYRTYCH a.s. EXTRA-N-LED-10000-236-4K Industrial LED luminaire

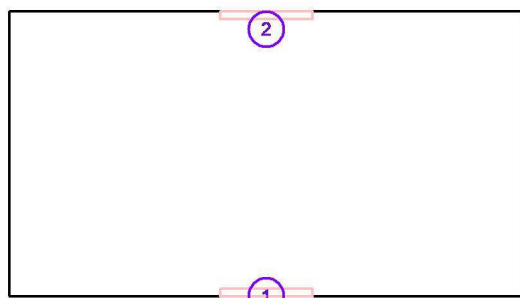


Proyecto elaborado por
Teléfono
Fax
e-Mail

Sala de cloro Vacío / Luminarias (lista de coordenadas)

VYRTYCH a.s. EXTRA-N-LED-10000-236-4K Industrial LED luminaire

8556 lm, 72.0 W, 1 x 1 x LED (Factor de corrección 1.000).

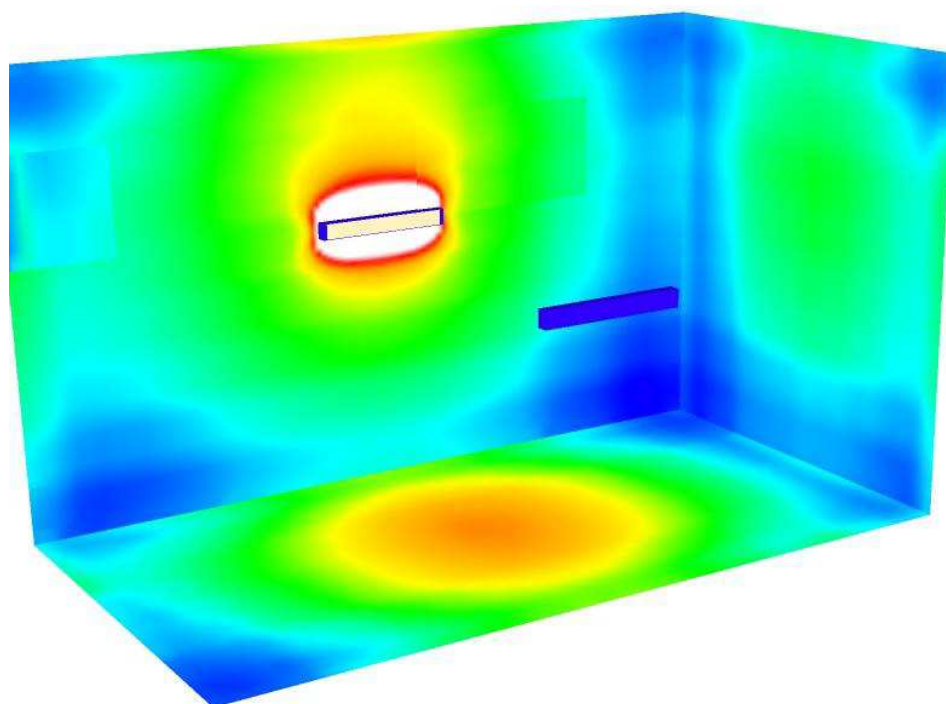


N°	Posición [m]		Rotación [°]		
	X	Y	Z	X	Y
1	28.164	7.649	2.500	0.0	-90.0
2	28.164	11.599	2.500	0.0	-90.0



Proyecto elaborado por
Teléfono
Fax
e-Mail

Sala de cloro Vacío / Rendering (procesado) de colores falsos

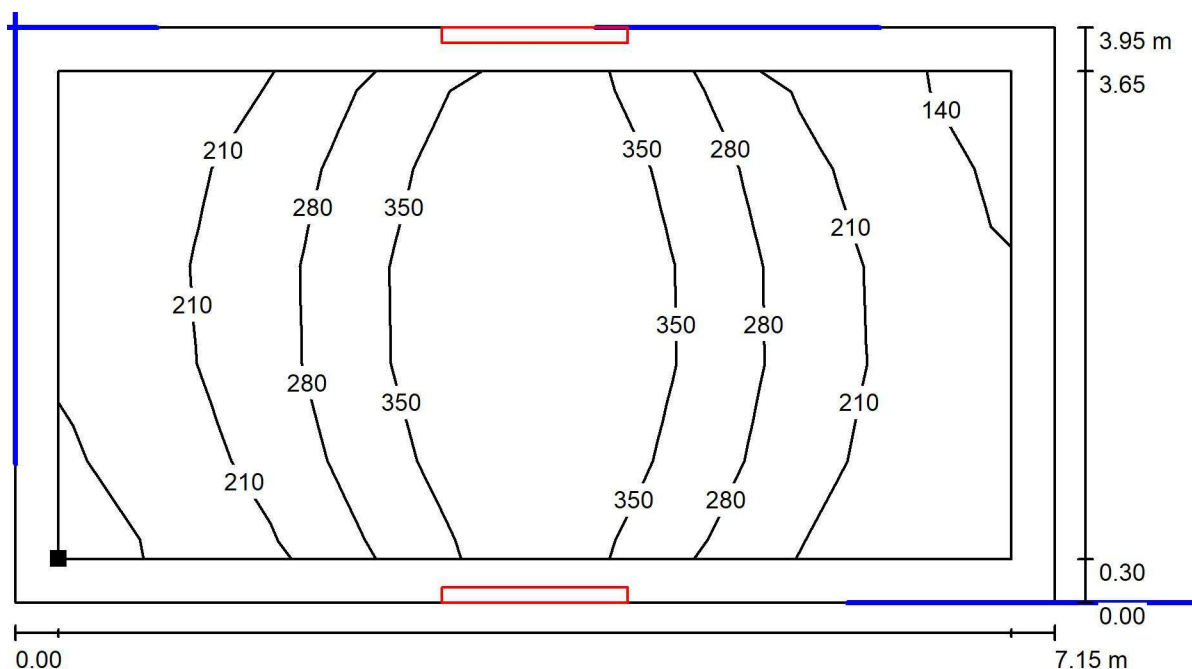


lx



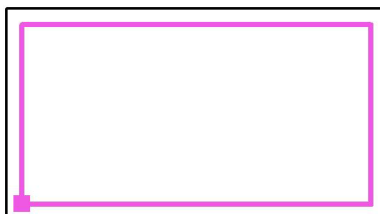
Proyecto elaborado por
Teléfono
Fax
e-Mail

Sala de cloro Vacío / Plano útil / Isolíneas (E)



Valores en Lux, Escala 1 : 52

Situación de la superficie en el local:
Plano útil con 0.300 m Zona
marginal
Punto marcado:
(24.889 m, 7.949 m, 0.850 m)



Trama: 9 x 5 Puntos

E_m [lx]
270

E_{min} [lx]
136

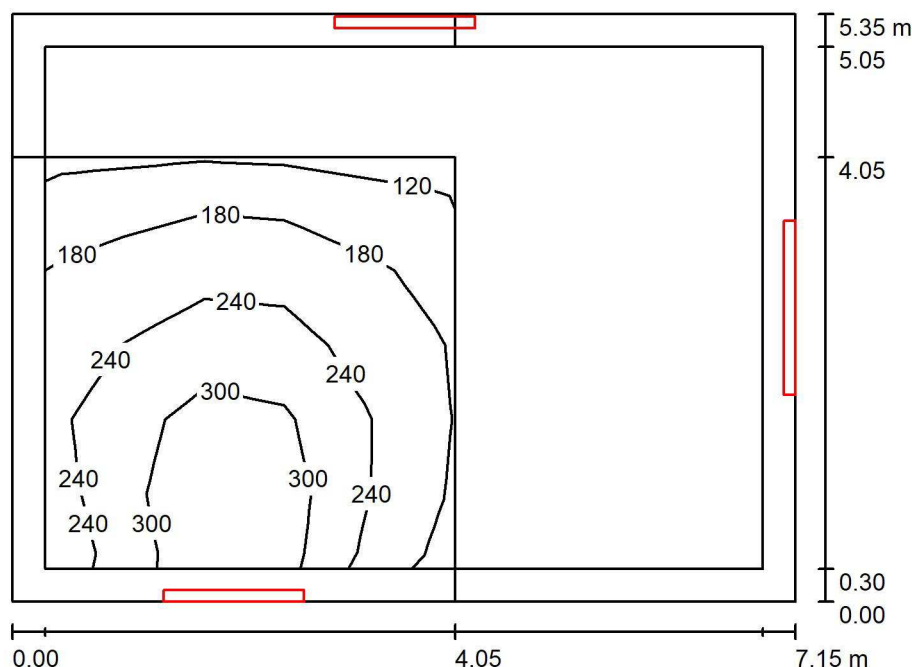
E_{max} [lx]
437

E_{min} / E_m
0.505

E_{min} / E_{max}
0.312

Proyecto elaborado por
Teléfono
Fax
e-Mail

Absorcion Fugas de Cloro / Resumen



Altura del local: 6.300 m, Factor mantenimiento: 0.80

Valores en Lux, Escala 1:69

Superficie	ρ [%]	E_m [lx]	E_{min} [lx]	E_{max} [lx]	E_{min} / E_m
Plano útil	/	226	100	367	0.443
Suelo	20	166	97	231	0.585
Techo	70	226	109	390	0.482
Paredes (4)	50	190	74	1063	/

Plano útil:

Altura: 0.850 m
Trama: 9 x 7 Puntos
Zona marginal: 0.300 m

Lista de piezas - Luminarias

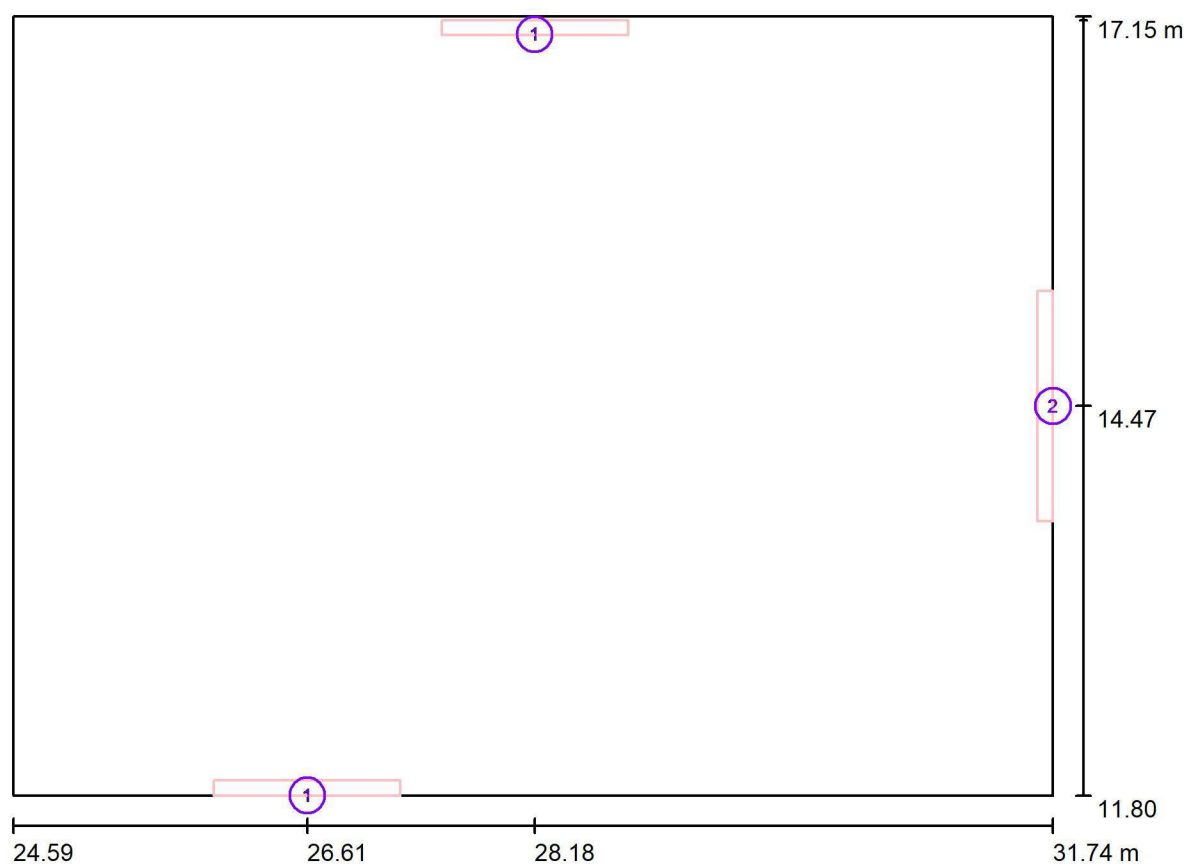
N°	Pieza	Designación (Factor de corrección)	Φ (Luminaria) [lm]	Φ (Lámparas) [lm]	P [W]
1	2	VYRTYCH a.s. EXTRA-N-LED-10000-236-4K Industrial LED luminaire (1.000)	8556	8556	72.0
2	1	VYRTYCH a.s. EXTRA-N-LED-12550-258-4K Industrial LED luminaire (1.000)	10809	10809	87.0
Total:			27921	27921	231.0

Valor de eficiencia energética: $6.04 \text{ W/m}^2 = 2.68 \text{ W/m}^2/100 \text{ lx}$ (Base: 38.25 m^2)



Proyecto elaborado por
Teléfono
Fax
e-Mail

Absorción Fugas de Cloro / Luminarias (ubicación)



Escala 1 : 52

Lista de piezas - Luminarias

Nº	Pieza	Designación
1	2	VYRTYCH a.s. EXTRA-N-LED-10000-236-4K Industrial LED luminaire
2	1	VYRTYCH a.s. EXTRA-N-LED-12550-258-4K Industrial LED luminaire

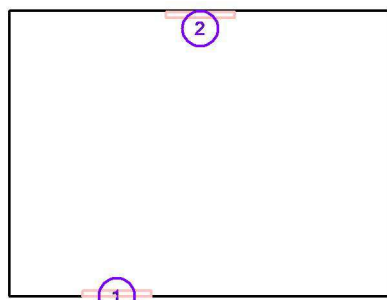


Proyecto elaborado por
Teléfono
Fax
e-Mail

Absorción Fugas de Cloro / Luminarias (lista de coordenadas)

VYRTYCH a.s. EXTRA-N-LED-10000-236-4K Industrial LED luminaire

8556 lm, 72.0 W, 1 x 1 x LED (Factor de corrección 1.000).



N°	Posición [m]		Z	Rotación [°]		Z
	X	Y		X	Y	
1	26.611	11.799	2.500	0.0	-90.0	90.0
2	28.176	17.124	4.500	0.0	-90.0	-90.0



Proyecto elaborado por
Teléfono
Fax
e-Mail

Absorcion Fugas de Cloro / Luminarias (lista de coordenadas)

VYRTYCH a.s. EXTRA-N-LED-12550-258-4K Industrial LED luminaire
10809 lm, 87.0 W, 1 x 1 x LED (Factor de corrección 1.000).

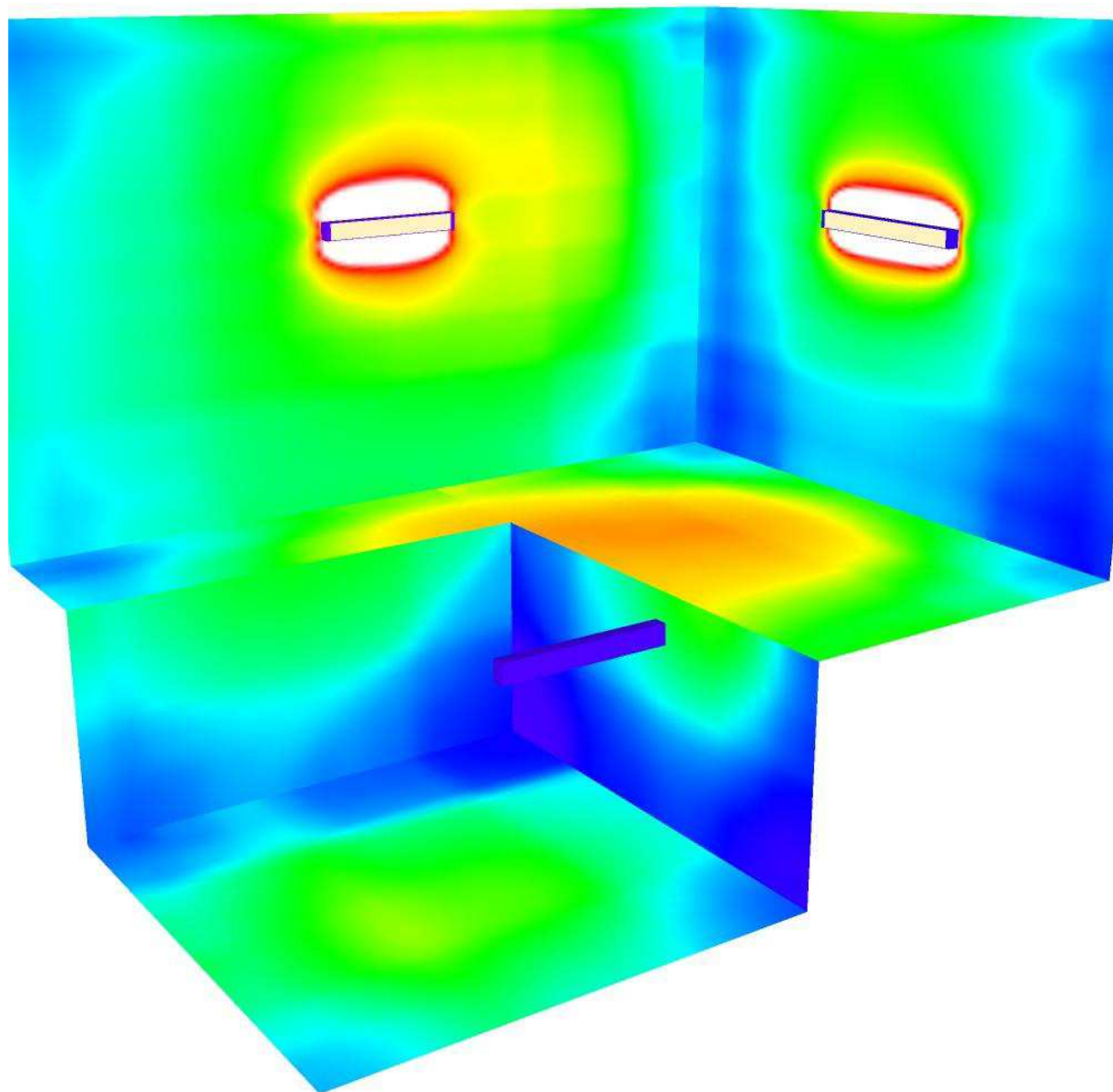


N°	Posición [m]		Z	Rotación [°]		Z
	X	Y		X	Y	
1	31.739	14.474	4.500	0.0	-90.0	180.0



Proyecto elaborado por
Teléfono
Fax
e-Mail

Absorcion Fugas de Cloro / Rendering (procesado) de colores falsos

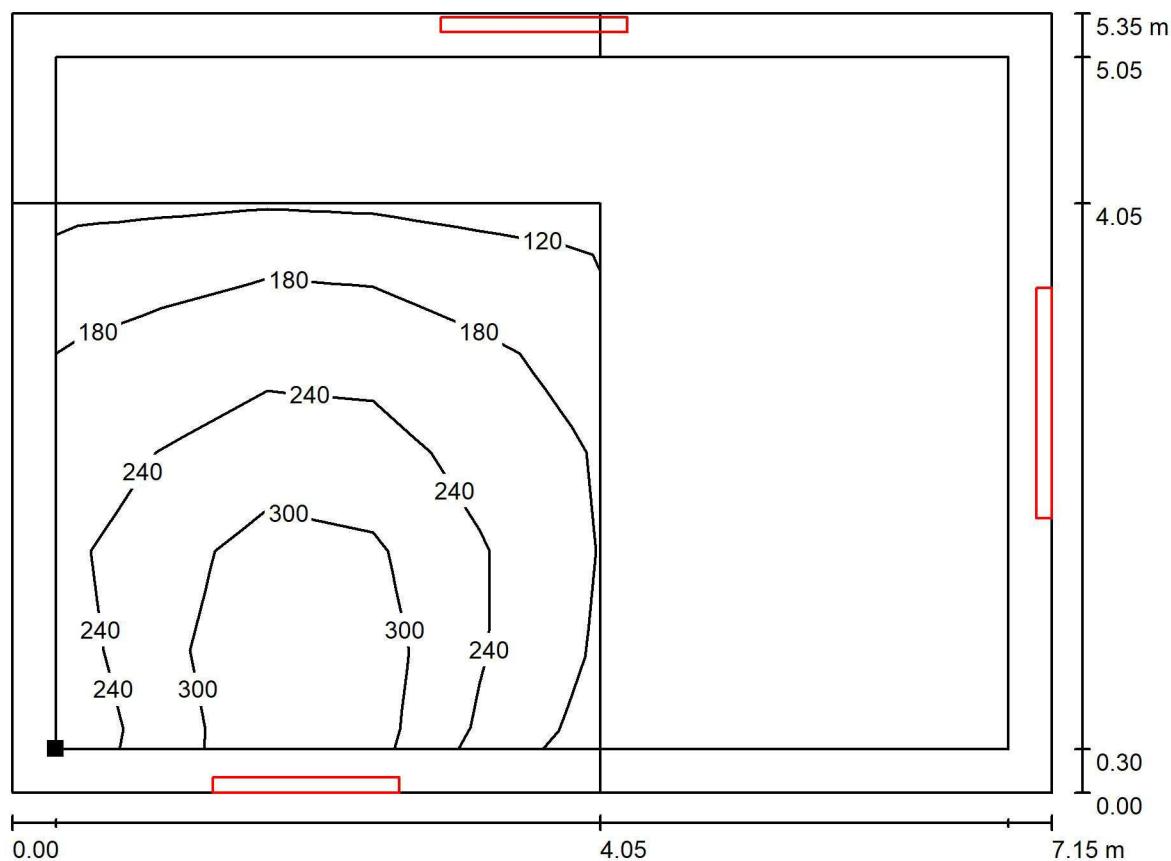


lx



Proyecto elaborado por
Teléfono
Fax
e-Mail

Absorcion Fugas de Cloro / Plano útil / Isolíneas (E)



Valores en Lux, Escala 1 : 52

Situación de la superficie en el local:
Plano útil con 0.300 m Zona
marginal
Punto marcado:
(24.889 m, 12.099 m, 0.850 m)



Trama: 9 x 7 Puntos

E_m [lx]
226

E_{min} [lx]
100

E_{max} [lx]
367

E_{min} / E_m
0.443

E_{min} / E_{max}
0.272

Proyecto elaborado por
Teléfono
Fax
e-Mail

Cuarto electrico / Resumen



Altura del local: 4.250 m, Altura de montaje: 2.500 m, Factor mantenimiento: 0.80

Valores en Lux, Escala 1:122

Superficie	ρ [%]	E_m [lx]	E_{min} [lx]	E_{max} [lx]	E_{min} / E_m
Plano útil	/	603	469	702	0.778
Suelo	20	433	292	525	0.676
Techo	70	484	302	601	0.624
Paredes (4)	50	453	231	1780	/

Plano útil:

Altura: 0.850 m
Trama: 17 x 5 Puntos
Zona marginal: 0.300 m

Lista de piezas - Luminarias

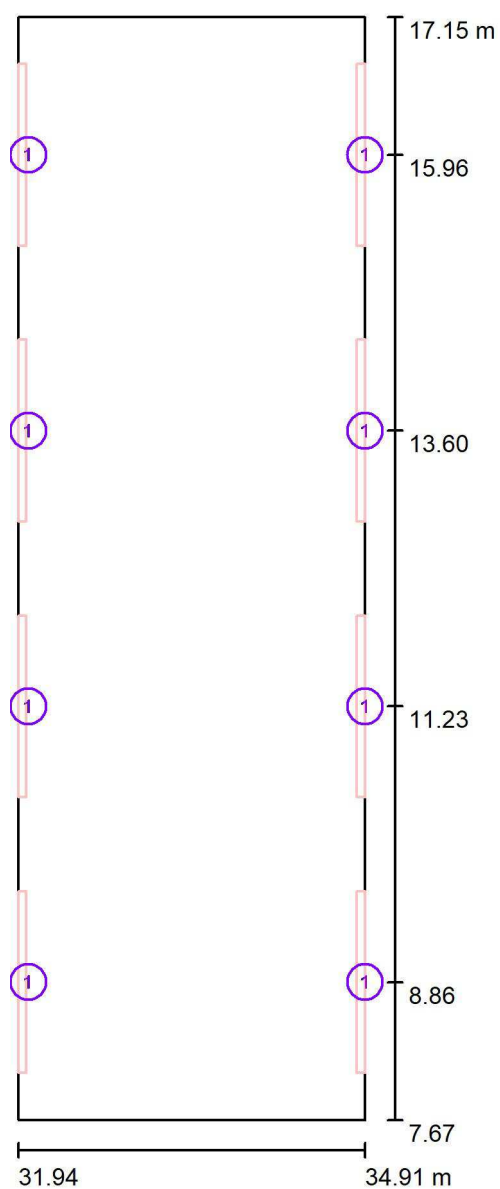
Nº	Pieza	Designación (Factor de corrección)	Φ (Luminaria) [lm]	Φ (Lámparas) [lm]	P [W]
1	8	CELER 7100070019 CELER PANTALLA MONOBLOCK IP65 LED 50W 4000K C2 7100070019 CELER PANTALLA MONOBLOCK IP65 LED 50W 4000K C2 (1.000)	5934	6015	50.5
Total:			47468	48120	404.0

Valor de eficiencia energética: $14.33 \text{ W/m}^2 = 2.38 \text{ W/m}^2/100 \text{ lx}$ (Base: 28.19 m^2)



Proyecto elaborado por
Teléfono
Fax
e-Mail

Cuarto electrico / Luminarias (ubicación)



Escala 1 : 65

Lista de piezas - Luminarias

N°	Pieza	Designación
1	8	CELER 7100070019 CELER PANTALLA MONOBLOCK IP65 LED 50W 4000K C2 7100070019 CELER PANTALLA MONOBLOCK IP65 LED 50W 4000K C2



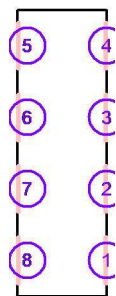
Proyecto elaborado por
Teléfono
Fax
e-Mail

Cuarto electrico / Luminarias (lista de coordenadas)

CELER 7100070019 CELER PANTALLA MONOBLOCK IP65 LED 50W 4000K C2

7100070019 CELER PANTALLA MONOBLOCK IP65 LED 50W 4000K C2

5934 lm, 50.5 W, 1 x 1 x LED (Factor de corrección 1.000).

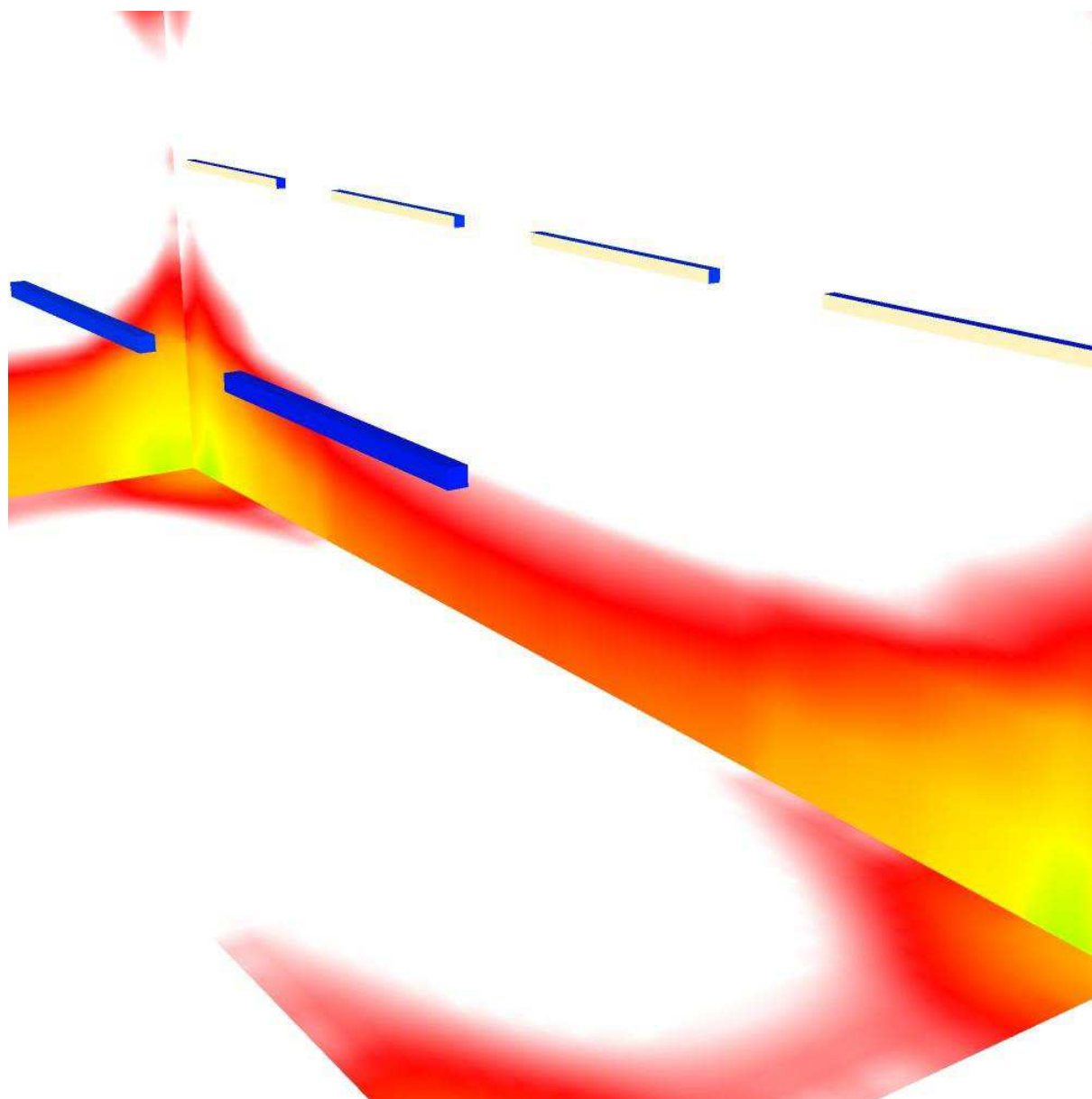


Nº	Posición [m]			Rotación [°]		
	X	Y	Z	X	Y	Z
1	34.914	8.859	2.500	0.0	-90.0	180.0
2	34.914	11.227	2.500	0.0	-90.0	180.0
3	34.914	13.596	2.500	0.0	-90.0	180.0
4	34.914	15.965	2.500	0.0	-90.0	180.0
5	31.939	15.965	2.500	0.0	-90.0	0.0
6	31.939	13.596	2.500	0.0	-90.0	0.0
7	31.939	11.227	2.500	0.0	-90.0	0.0
8	31.939	8.859	2.500	0.0	-90.0	0.0



Proyecto elaborado por
Teléfono
Fax
e-Mail

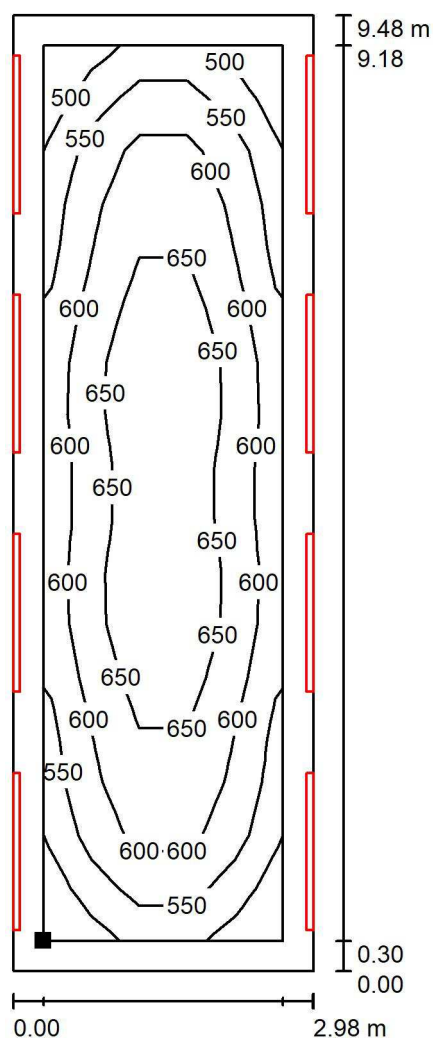
Cuarto electrico / Rendering (procesado) de colores falsos





Proyecto elaborado por
Teléfono
Fax
e-Mail

Cuarto electrico / Plano útil / Isolíneas (E)



Situación de la superficie en el local:
Plano útil con 0.300 m Zona
marginal
Punto marcado:
(32.239 m, 7.974 m, 0.850 m)



Valores en Lux, Escala 1 : 75

Trama: 17 x 5 Puntos

E_m [lx]
603

E_{min} [lx]
469

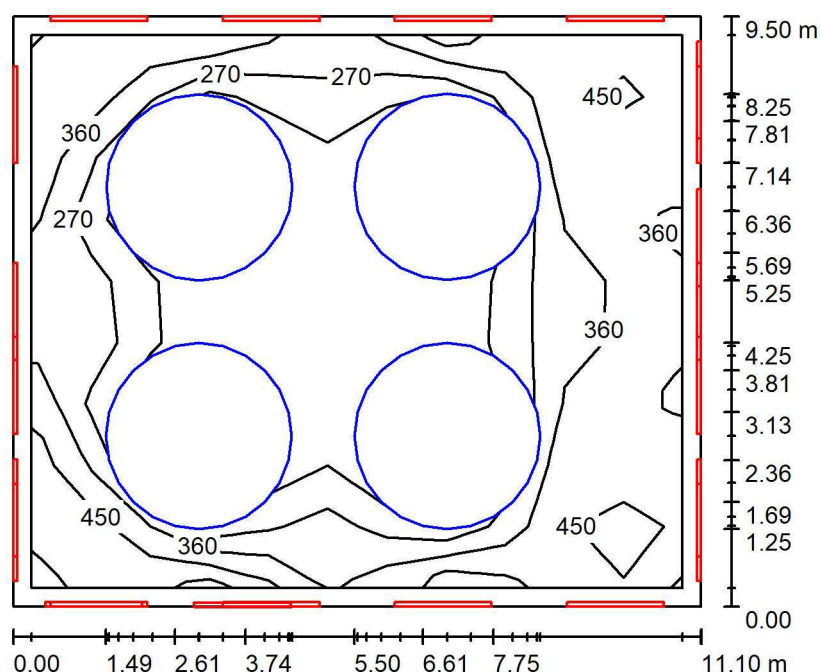
E_{max} [lx]
702

E_{min} / E_m
0.778

E_{min} / E_{max}
0.668

Proyecto elaborado por
Teléfono
Fax
e-Mail

Almacen y dosificacion de coagulante / Resumen



Altura del local: 7.500 m, Factor mantenimiento: 0.80

Valores en Lux, Escala 1:122

Superficie	ρ [%]	E_m [lx]	E_{min} [lx]	E_{max} [lx]	E_{min} / E_m
Plano útil	/	332	102	547	0.307
Suelo	20	182	15	362	0.081
Techo	70	238	105	479	0.443
Paredes (4)	50	217	91	1499	/

Plano útil:

Altura: 0.850 m
Trama: 11 x 9 Puntos
Zona marginal: 0.300 m

Lista de piezas - Luminarias

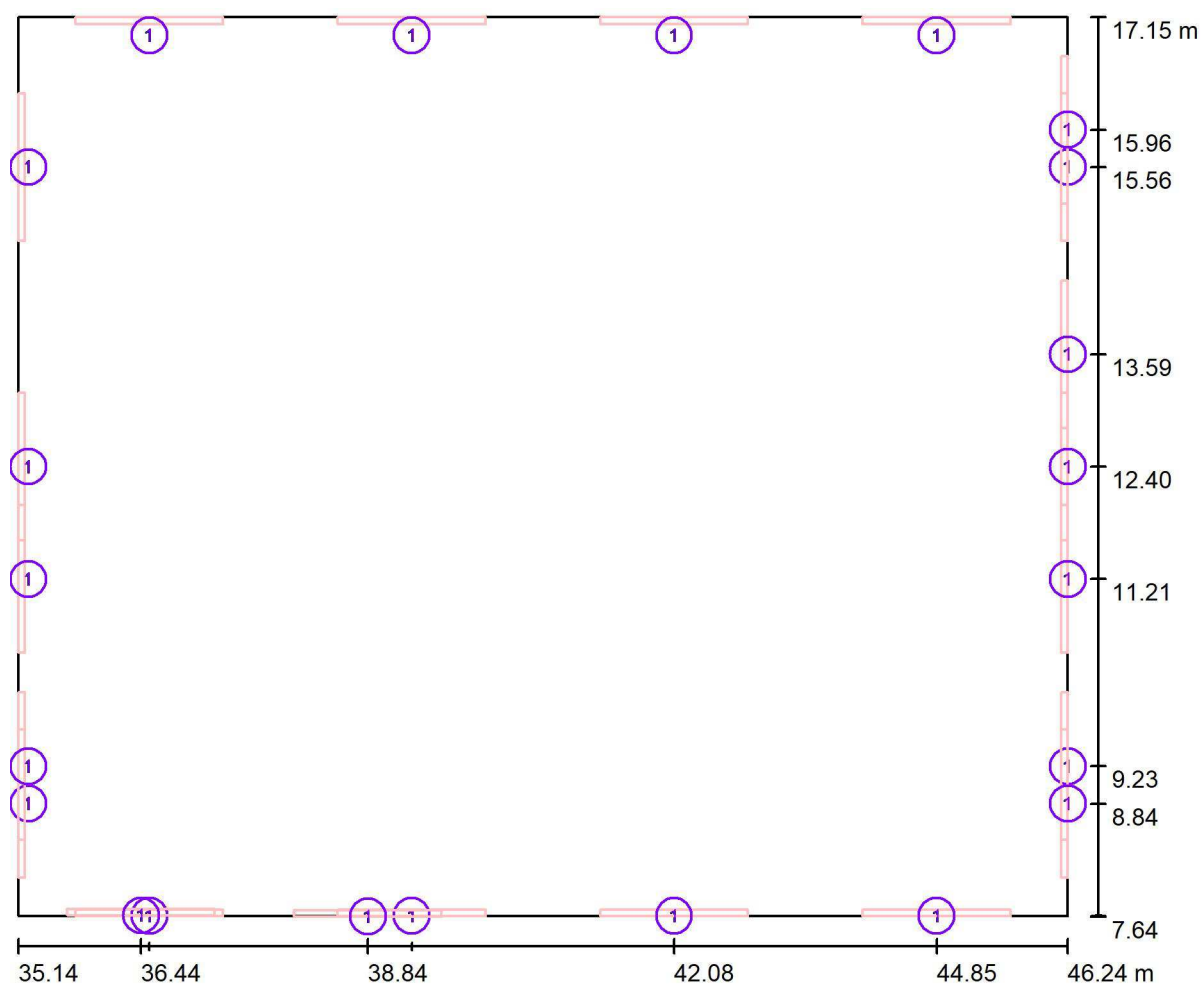
N°	Pieza	Designación (Factor de corrección)	Φ (Luminaria) [lm]	Φ (Lámparas) [lm]	P [W]
1	22	CELER 7100070019 CELER PANTALLA MONOBLOCK IP65 LED 50W 4000K C2			
		7100070019 CELER PANTALLA MONOBLOCK IP65 LED 50W 4000K C2 (1.000)	5934	6015	50.5
Total:			130537	132330	1111.0

Valor de eficiencia energética: $10.54 \text{ W/m}^2 = 3.17 \text{ W/m}^2/100 \text{ lx}$ (Base: 105.44 m^2)



Proyecto elaborado por
Teléfono
Fax
e-Mail

Almacen y dosificacion de coagulante / Luminarias (ubicación)



Escala 1 : 80

Lista de piezas - Luminarias

N°	Pieza	Designación
1	22	CELER 7100070019 CELER PANTALLA MONOBLOCK IP65 LED 50W 4000K C2 7100070019 CELER PANTALLA MONOBLOCK IP65 LED 50W 4000K C2

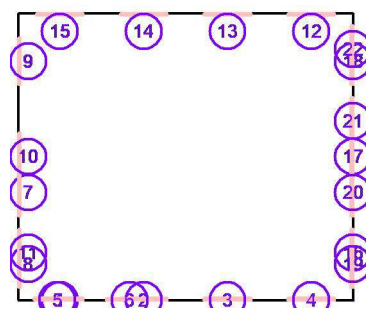
Proyecto elaborado por
Teléfono
Fax
e-Mail

Almacen y dosificacion de coagulante / Luminarias (lista de coordenadas)

CELER 7100070019 CELER PANTALLA MONOBLOCK IP65 LED 50W 4000K C2

7100070019 CELER PANTALLA MONOBLOCK IP65 LED 50W 4000K C2

5934 lm, 50.5 W, 1 x 1 x LED (Factor de corrección 1.000).

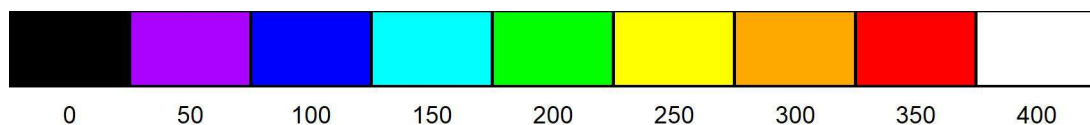
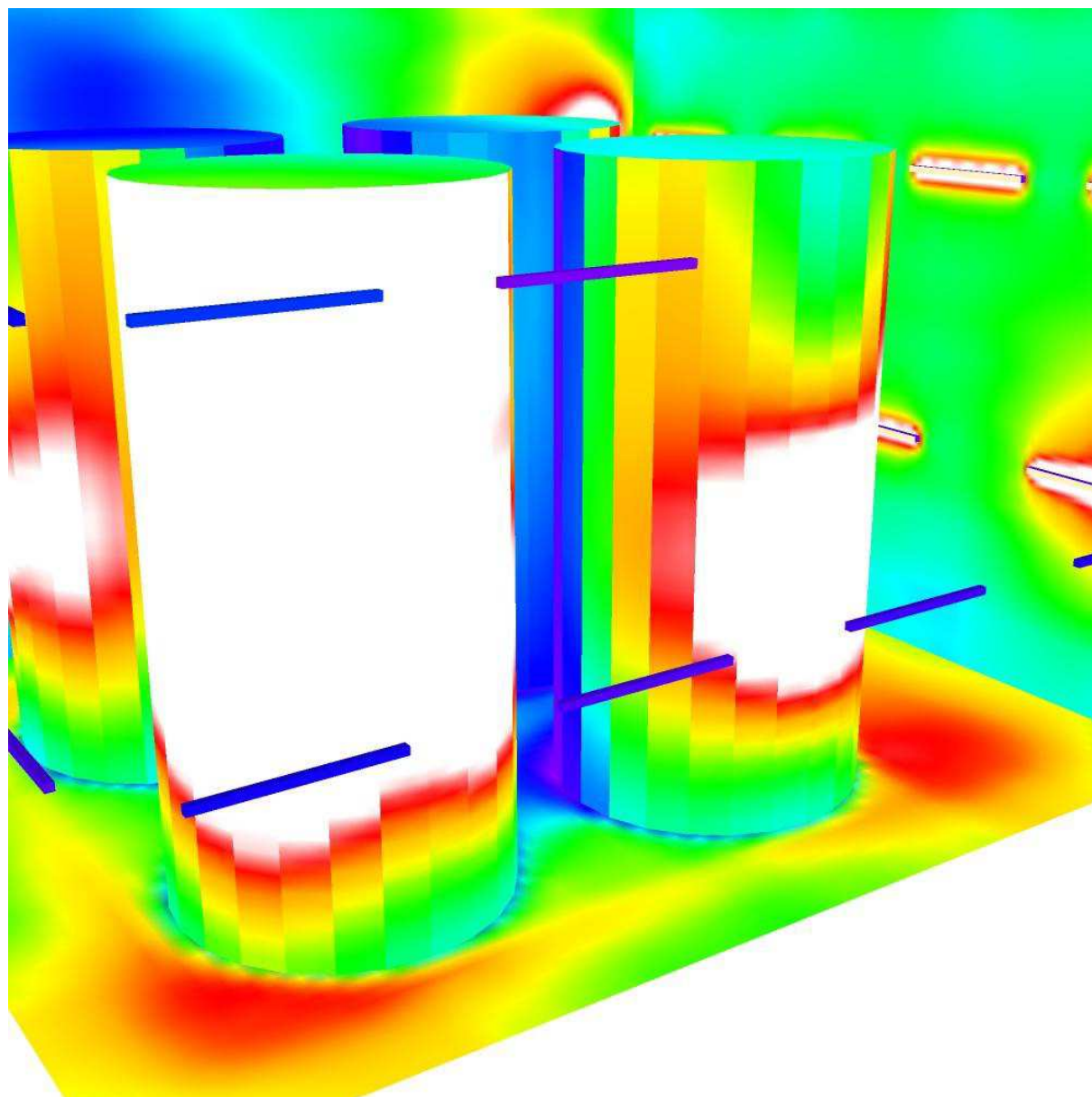


Nº	Posición [m]			Rotación [°]		
	X	Y	Z	X	Y	Z
1	36.526	7.649	2.500	0.0	-90.0	90.0
2	39.301	7.649	2.500	0.0	-90.0	90.0
3	42.076	7.649	2.500	0.0	-90.0	90.0
4	44.851	7.649	2.500	0.0	-90.0	90.0
5	36.439	7.655	5.500	0.0	-90.0	89.7
6	38.839	7.642	5.500	0.0	-90.0	89.7
7	35.139	11.211	5.500	0.0	-90.0	0.0
8	35.139	8.836	5.500	0.0	-90.0	0.0
9	35.139	15.565	2.500	0.0	-90.0	0.0
10	35.139	12.398	2.500	0.0	-90.0	0.0
11	35.139	9.232	2.500	0.0	-90.0	0.0
12	44.851	17.148	2.500	0.0	-90.0	-90.0
13	42.076	17.148	2.500	0.0	-90.0	-90.0
14	39.301	17.148	2.500	0.0	-90.0	-90.0
15	36.526	17.148	2.500	0.0	-90.0	-90.0
16	46.239	9.232	2.500	0.0	-90.0	-180.0
17	46.239	12.398	2.500	0.0	-90.0	-180.0
18	46.239	15.565	2.500	0.0	-90.0	-180.0
19	46.239	8.836	5.500	0.0	-90.0	-180.0
20	46.239	11.211	5.500	0.0	-90.0	-180.0
21	46.239	13.586	5.500	0.0	-90.0	-180.0
22	46.239	15.961	5.500	0.0	-90.0	-180.0



Proyecto elaborado por
Teléfono
Fax
e-Mail

Almacen y dosificacion de coagulante / Rendering (procesado) de colores falsos

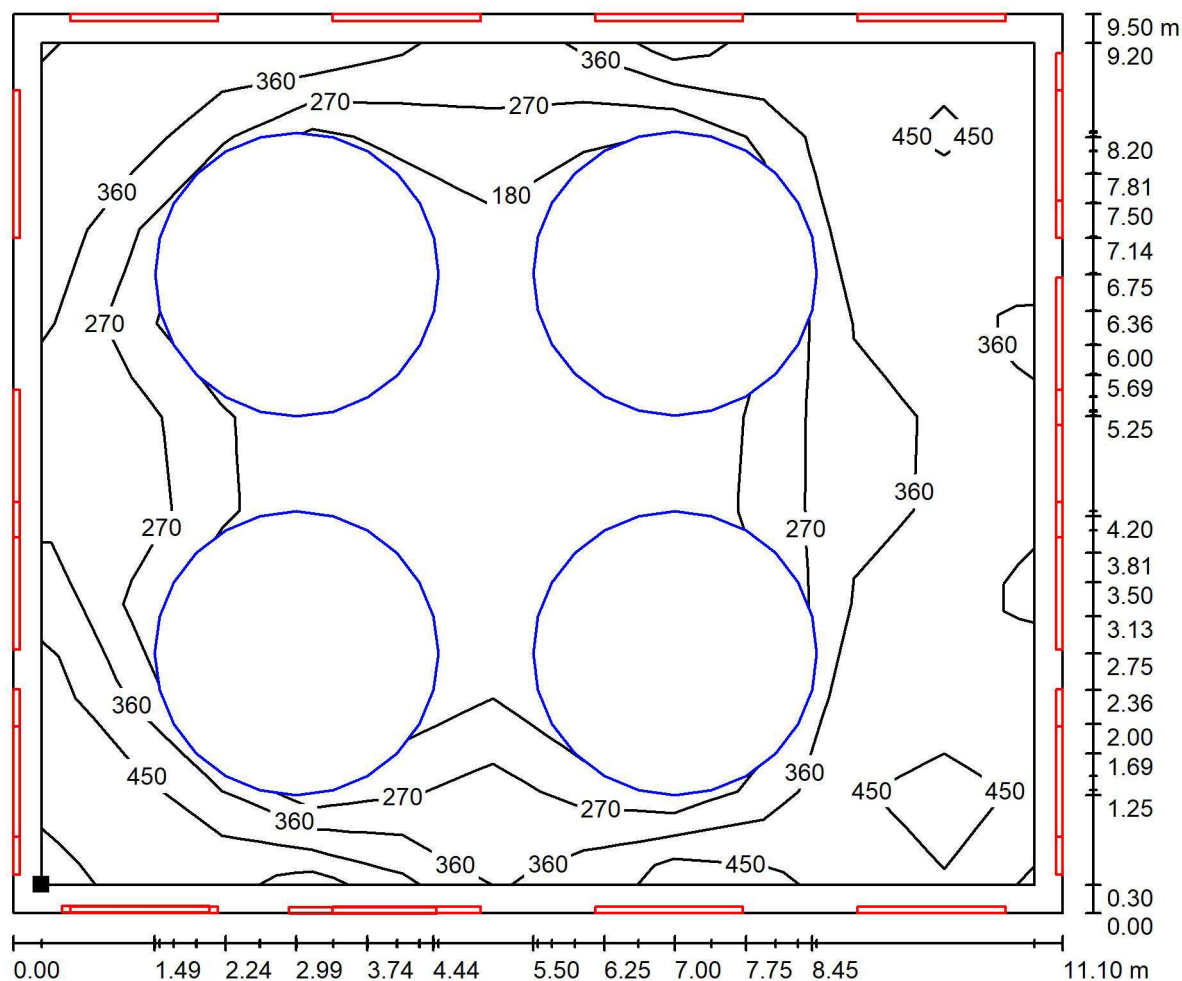


lx



Proyecto elaborado por
Teléfono
Fax
e-Mail

Almacen y dosificacion de coagulante / Plano útil / Isolíneas (E)



Valores en Lux, Escala 1 : 80

Situación de la superficie en el local:
Plano útil con 0.300 m Zona
marginal
Punto marcado:
(35.439 m, 7.949 m, 0.850 m)



Trama: 11 x 9 Puntos

E_m [lx]
332

E_{min} [lx]
102

E_{max} [lx]
547

E_{min} / E_m
0.307

E_{min} / E_{max}
0.186

Apéndice 2.- Cálculos justificativos de selección de pararrayos.

2. Datos generales de proyecto

a. Normativas de aplicación

En el presente documento se contemplan las siguientes normativas

- CTE-DB-SUA8:2010. Código técnico de edificación español, apartado 8 (seguridad ante el riesgo causado por la acción del rayo).
En el código técnico, se determina la necesidad de protección contra el rayo en el caso de que la frecuencia esperada de impactos sea mayor que el riesgo admisible. Además, en particular, los edificios en los que se manipulen sustancias tóxicas, radioactivas, altamente inflamables o explosivas y los edificios cuya altura sea superior a 43m dispondrán siempre de sistemas de protección contra el rayo con nivel de protección 1.
- IEC 62561:2011. Normativa internacional de componentes de los sistemas de protección contra el rayo
En esta norma se especifican las características de los elementos que forman parte de un sistema de protección contra el rayo, teniendo a su vez 7 apartados:
 1. Requisitos de los componentes de conexión.
 2. Requisitos para los conductores y electrodos de puesta a tierra.
 3. Requisitos para explosores aislantes.
 4. Requisitos para las fijaciones del conductor.
 5. Requisitos para las arquetas de inspección de los electrodos de tierra y para el sellado de los electrodos de tierra.
 6. Requisitos para los contadores de impactos de rayos (CIR).
 7. Requisitos para los compuestos que mejoran las puestas a tierra.
- IEC 62305-2. Normativa internacional de protección contra el rayo. Gestión de riesgos.

b. Datos del proyecto

Datos del usuario

Nombre: Eva

Apellidos: Martinez Jodra

Empresa:

País: España

Teléfono:

Correo electrónico: emj@gutierrezyassociados.net

Datos del cliente

Empresa: NOLTER, Ingenieria y medio ambiente

Persona de contacto:

Correo de contacto:

Teléfono:

Datos del proyecto

Nombre: ETAP TORRELAGUNA- Nuevo edificio reactivos

Ubicación: Torrelaguna, Madrid, España

Datos normativos

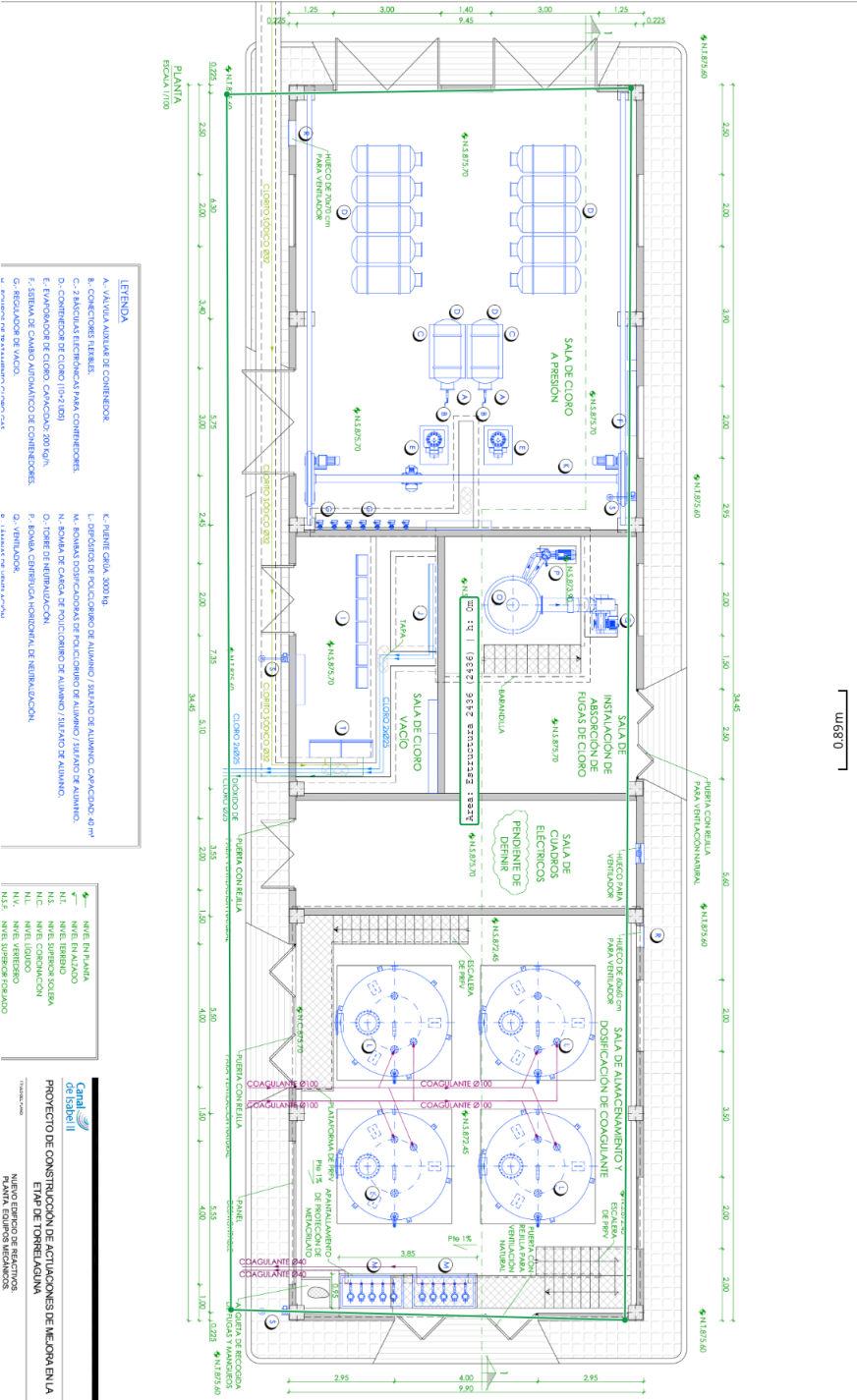
Normativa de referencia: CTE-DB-SUA8:2010

Tipo de conductor bajante: Cable 50mm²

Margen de seguridad adicional en accesorios: 0 %

3. Diseño de la instalación

a. Esquema general de la instalación



b. Identificación de zonas y estructuras

ID de la zona/estructura	2436
Nombre	Estructura 2436
Dimensiones	12 x 35
Altura / Altura total	0 / 0 m
Nivel de protección	2
¿Nivel de protección calculado?	No
¿Zona prohibida?	No
Material de la estructura	No aplica
Material de la cubierta	No aplica

c. Determinación del riesgo y nivel de protección

Solamente las estructuras con una altura determinada son susceptibles de que se le aplique un cálculo de riesgo de rayo.

De todos los niveles de riesgo introducidos/calculados, el nivel más alto (restrictivo) es el que finalmente se utiliza globalmente para todo el perímetro de la instalación

Los siguiente cálculos de riesgo se han realizado conforme a la normativa CTE-DB-SUA8:2010.

\textbf{Resultado global: No se ha realizado ningún cálculo de riesgo. El nivel de protección ha sido asignado manualmente siendo el más alto el nivel 2. Se toma como referencia para todo el proyecto.

Apéndice 3.- Modelo estudio coordinación de protecciones.

**ESTUDIO DE COORDINACIÓN DE PROTECCIONES ELÉCTRICAS
PARA INSTALACIONES CONECTADAS A TENSIÓN DE RED HASTA 20 KV**

ÍNDICE

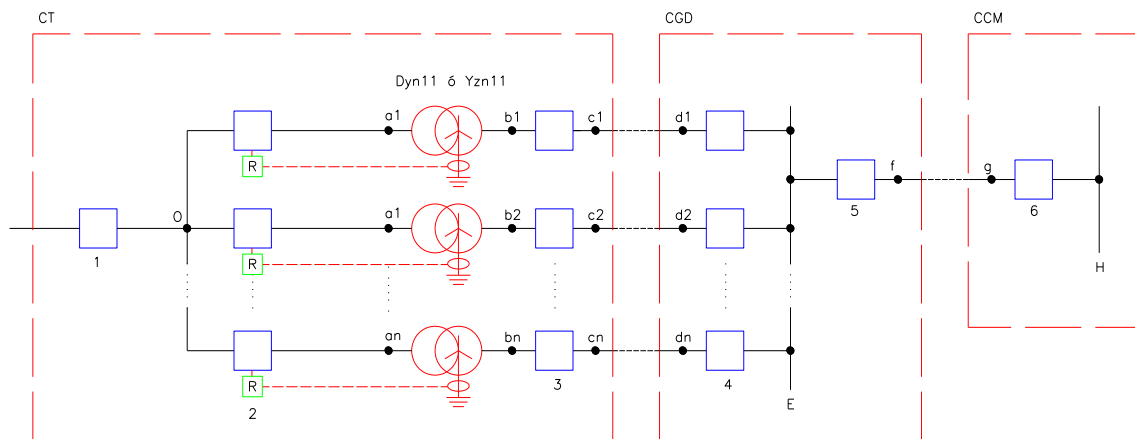
1. INTRODUCCIÓN.....	3
2. CRITERIOS DE AJUSTE DE PROTECCIONES	4
3. PUNTOS DE FALTA	6
4. CONTENIDO DE DOCUMENTO A PRESENTAR.....	8

ANEXO I: MT 2.00.03 DE FEBRERO DE 2014

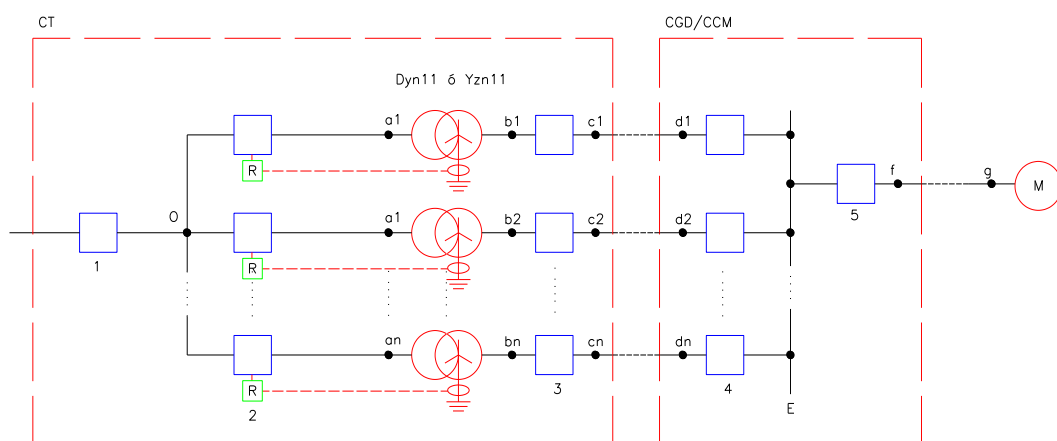
1. INTRODUCCIÓN

- Las protecciones eléctricas se ajustarán coordinadamente, de forma de que disparen antes que las de la compañía distribuidora, protejan adecuadamente personas y equipos, y despejen cualquier falta local sin afectar al resto de la instalación.
- En instalaciones eléctricas de CYIIG con centro de transformación, el esquema de conexión a tierras es TT, con neutro unido rígidamente a tierra.
- Los transformadores, con independencia de su potencia, se protegen mediante cabinas con interruptor automático en SF6 y relé con TIs capaz de configurar las funciones de protección 50/51 y 50N/51N. Además, dicho relé está preparado para recibir un toroide homopolar conectado a la tierra del neutro de baja tensión.
- En centros de transformación de CYIIG, el grupo de conexión típico de los transformadores de potencia es Yzn11 para potencias hasta 100 kVA (flujo libre) y Dyn11 para potencias mayores.
- En instalaciones de tratamiento del CYIIG, el esquema típico de protecciones es el correspondiente al esquema 1. Según tamaño de la instalación, el CGD y CCM pueden formar un único cuadro.
- En instalaciones de elevadoras del CYIIG, el esquema típico de protecciones es el correspondiente al esquema 2. En configuraciones particulares, puede haber un transformador independiente de servicios auxiliares.
- Se deberá recabar de la empresa distribuidora las potencias o corrientes de cortocircuito de red en el punto de entronque, tanto de faltas aisladas como a tierra. En el caso de Iberdrola, además, habrá que seguir las directrices del MT 2.00.03.
- Se podrán utilizar programas específicos para el cálculo de las corrientes de falta, preferentemente ETAP.

ESQUEMA 1: INSTALACIONES DE TRATAMIENTO



ESQUEMA 2: INSTALACIONES DE ELEVADORAS



2. CRITERIOS DE AJUSTE DE PROTECCIONES

- Las protecciones objeto del estudio serán las recogidas en los esquemas 1 y 2, con sus variantes, según corresponda.
- El ajuste amperimétrico de la protección se hará considerando la falta franca más favorable cubierta por la protección. La capacidad de corte de la protección se seleccionará considerando la falta franca más desfavorable cubierta por la protección.

Se considerará falta más favorable aquella que tenga una corriente de falta más baja, mientras que la falta más desfavorable será la que tenga la corriente de falta más alta.

- En instalaciones conectadas a la red de distribución de Iberdrola se cumplirá con lo dispuesto en su norma interna MT 2.00.03 de febrero de 2014.
- En instalaciones conectadas a otra red de distribución se cumplirá con las indicaciones dadas por el propietario de la red.

- Los parámetros típicos a ajustar en cada protección serán:
 - En A.T.: Protección de largo retardo de sobreintensidad de fase (51) y homopolar (51N); protección de corto retardo de sobreintensidad de fase (50) y homopolar (50N).
 - En B.T.: Protección de largo retardo de sobreintensidad (I_r); protección de corto retardo de sobreintensidad (I_{sd}); eventualmente, protección instantánea de sobreintensidad (I_i); protección diferencial.
 - El toroide homopolar del neutro del transformador de potencia se conectará al correspondiente relé de protección de alta tensión y se ajustará para despejar faltas a tierra del puente de baja tensión del transformador.
- En el ajuste de protecciones de largo retardo se seguirá una coordinación amperimétrica.
- En el ajuste de protecciones de corto retardo e instantáneas, se seguirá una coordinación amperimétrica y, eventualmente, cronométrica. En B.T., la selectividad cronométrica solo se empleará si los interruptores automáticos son aptos para obtener selectividad mediante retardo (categoría de empleo B), por lo que habrá que verificar tal circunstancia en interruptores existentes que haya que coordinar.
- En B.T., para la selectividad amperimétrica de largo retardo entre dos protecciones consecutivas 1' y 2', se considerará que $I_{r1}/I_{r2'} < 2$. Para selectividad amperimétrica de corto retardo, se considerará que $I_{sd1}/I_{sd2'} > 2$.
- Se considerará que existe selectividad cronométrica entre dos protecciones cuando exista un retardo entre ambas de unos 250 ms.
- En B.T. la selectividad de las protecciones de corriente residual se realizará mediante ajuste de sensibilidad y tiempo. Los escalones de sensibilidad normalizados serán 30, 100, 300 y 1000 mA. El punto de ajuste de la protección debe quedar por debajo de la curva de daños de cables y equipos. La tensión de defecto debe ser inferior a 24 V en locales húmedos o mojados y a 50 V en el resto.
- Se tenderá a conseguir una selectividad total en las distintas líneas de protecciones.
- Cuando la capacidad de corte de un interruptor sea inferior a la resultante del cortocircuito más desfavorable en su tramo de influencia, se deberá justificar la filiación de dicha protección.

3. PUNTOS DE FALTA

Esquema 1:

- Protección 1:
 - Se considerará las corrientes de cortocircuito en el punto de entronque, aislado y sin aislar a tierra, dadas por la compañía distribuidora, y con las limitaciones impuestas por esta. En el caso de red de distribución de Iberdrola, se observará el MT 2.00.03.
 - Para celdas 3L+1A en centro de seccionamiento (potencia instalada en CT mayor de 630 kVA), la protección 1 deberá ser selectiva en cuanto a corriente homopolar con las protecciones de 3L.
 - Para potencia instalada en CT menor o igual a 630 kVA en red Iberdrola, la protección 1 deberá ser selectiva con los fusibles de la celda de seccionamiento.
- Protección 2:
 - 50/51: falta aislada de tierra más favorable en b1...bn
 - 50N/51N: falta a tierra más favorable en a1...an
 - Corriente homopolar de tierra de neutro: defecto a tierra más favorable en d1...dn
 - Capacidad de corte: falta más desfavorable en a1...an
- Protección 3 (solo magnetotérmica):
 - I_{sd} : falta aislada de tierra más favorable en d1...dn
 - Capacidad de corte: falta más desfavorable en c1...cn
- Protección 4:
 - I_{sd} : falta aislada de tierra más favorable en E
 - Corriente residual: defecto más favorable en E
 - Capacidad de corte: falta más desfavorable en E
- Protección 5:
 - I_{sd} : falta aislada de tierra más favorable en g
 - Corriente residual: defecto más favorable en g
 - Capacidad de corte: falta más desfavorable en f
- Protección 6:
 - I_{sd} : falta aislada de tierra más favorable en H
 - Corriente residual: defecto más favorable en H
 - Capacidad de corte: falta más desfavorable en H

Esquema 2:

- Idem que esquema 1, de la protección 1 a la 5.

EN CASO DE QUE EL NEUTRO NO ESTÉ TENDIDO EN EL SECUNDARIO, LA PROTECCIÓN 3 NO EXISTIRÁ.

4. CONTENIDO DE DOCUMENTO A PRESENTAR

El documento elaborado según lo expuesto, incluirá lo siguiente:

- Descripción de la lógica de disparos de toda una línea de protecciones, desde la protección general de A.T. hasta la protección de la carga más significativa, cuando proceda. Se analizarán faltas en la zona de influencia de cada protección, indicando qué protecciones actuarán y en qué orden.
- Gráficos de las distintas líneas de selectividad, mostrando las curvas de las distintas protecciones con sus tolerancias, y comentando si la selectividad obtenida es total o parcial.
- Fabricante y modelo completo de cada protección, indicando categoría de empleo cuando corresponda, así como datos eléctricos de las máquinas principales (transformadores y motores).
- Justificación de lo siguiente:
 - Que los tiempos de actuación mínimos en A.T. cumplen con lo exigido por la MT 2.00.03. para red de distribución de Iberdrola, y con los de la compañía de que se trate para otras redes.
 - Que existe selectividad de protecciones de fase de A.T. con las protecciones de baja según MT 2.00.03. para red de distribución de Iberdrola, y con los de la compañía de que se trate para otras redes.
 - Que no habrá arranque de protección instantánea de fase en A.T. ante corriente de inserción de trafo. De no poder averiguar dicha corriente de inserción, se estimará en $12xI_N$.
 - Que el ajuste de la intensidad de arranque de protección instantánea de fase en A.T. estará por debajo de la corriente de cortocircuito del punto de conexión a la red según MT 2.00.03. para red de distribución de Iberdrola, y con los de la compañía de que se trate para otras redes.
 - Que se cumplen los criterios exigidos en este documento sobre selectividad amperimétrica y cronométrica.
 - Que las curvas de protección, tanto de A.T. como de B.T. están por debajo de la curva de daños de cables y equipos.
- Lista de tarados para cada protección, que incluirá:
 - A.T.:

- Características de TIs: Clase, número, potencia e intensidad nominal.
 - Relé: Marca y modelo.
 - Unidad sobrecorriente 50, 51, 50N y 51N: Intensidades de arranque, curvas y temporizaciones.
 - Unidad de sobrecorriente de toroidal homopolar: Intensidad de arranque, curva y temporización.
- B.T.:
- Características de TIs: Clase, número, potencia e intensidad nominal.
 - Relé: Marca y modelo.
 - Sobrecorrientes: Intensidades de arranque I_r , I_{sd} y, eventualmente, I_i , curvas y temporizaciones.
 - Corriente residual: intensidad de arranque y temporización.

Se mencionará que el contratista de la obra deberá realizar un estudio independiente con las protecciones finalmente instaladas. Además, será sometido a aprobación por Dirección de Obra antes de implementar los reglajes en las protecciones afectadas. Junto a la documentación final suministrada para cabinas de Media Tensión, CGD y CCMs, se suministrarán los certificados de pruebas de los relés en fábrica. En caso de tarados fijos, el certificado indicará dicho tarado, que deberán coincidir con el señalado en el estudio de coordinación de protecciones.

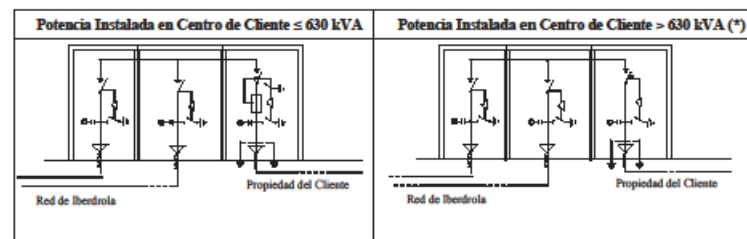
ANEXO I

MT 2.00.03 DE FEBRERO DE 2014

19/44

MT 2.00.03 (14-02)

Se deberá garantizar en todo momento el acceso al centro de seccionamiento y a la red subterránea propiedad de Iberdrola. El acceso al interior será con llave normalizada de Iberdrola, según norma NI 50.20.03. Las vías para el acceso de los materiales deberán permitir el transporte en camión de los equipos.



(*) No se han representado los elementos necesarios para la alimentación en baja tensión

Figura 7. Centro de seccionamiento independiente.

12.2.2 Centro de seccionamiento en el centro de transformación particular

De forma excepcional, cuando no sea posible la solución anterior, el centro de seccionamiento se podrá instalar en la misma envolvente, edificio o local que el centro del cliente, uniéndolos siempre mediante cable seco.

La zona de operaciones de Iberdrola y la del cliente estarán separadas físicamente de forma que se impida el paso desde la zona de cliente a la de Iberdrola y que incidencias en una zona puedan afectar a la otra.

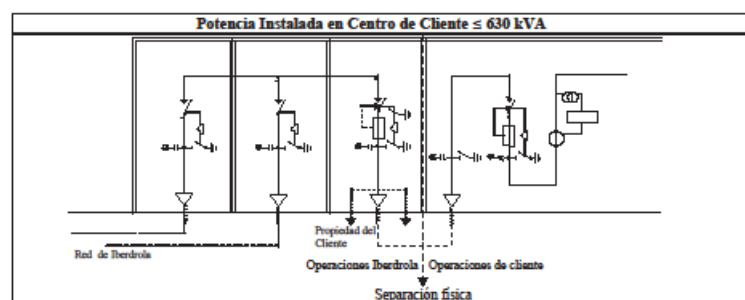


Figura 8. Centro de seccionamiento en el centro de transformación de cliente ($P \leq 630$ kVA).

ANEJO N.º.10 – INSTRUMENTACIÓN Y CONTROL

ÍNDICE

1.	INTRODUCCIÓN.....	4
2.	SIGLAS Y ACRÓNIMOS	4
3.	OBJETO	5
4.	NORMATIVA.....	6
5.	ESTRUCTURA DEL SISTEMA DE CONTROL.....	7
5.1	Nivel de supervisión.....	7
5.2	Nivel de control	7
5.3	Nivel de proceso o dispositivo.....	7
6.	ARQUITECTURA DE CONTROL.....	8
6.1	Arquitectura de control. Nivel de supervisión	8
6.1.1	Sistema SCADA.....	8
6.1.2	DMZ.....	10
6.1.3	Armarios sistema SCADA y comunicaciones	14
6.2	Arquitectura de control. Nivel de control	15
6.2.1	Armario de control.....	17
6.2.2	Características PLC.....	18
6.2.3	Características tarjeta de entradas digitales	18
6.2.4	Características tarjeta de salidas digitales	19
6.2.5	Características tarjeta de entradas analógicas	19
6.2.6	Características tarjeta de salidas analógicas	19
6.2.7	Características Switch cuadro de control.....	19
6.2.8	Características panel HMI.....	20
6.2.9	Características SAI.....	20
6.2.10	Supervisión de filtros	21
6.3	Arquitectura de control. Nivel de proceso.....	24
6.3.1	Periferia distribuida de E/S CCM.....	24
6.3.2	Listado de equipos de proceso	25
6.3.3	Estimación de hardware de E/S.....	29
6.3.4	Instrumentación	30
6.3.5	Electrónica de potencia.....	33
6.3.6	Analizadores de redes.....	34
6.3.7	Características cableado.....	35
7.	DEFINICIÓN DE LÓGICAS DE FUNCIONAMIENTO	35
8.	DESARROLLO SOFTWARE.....	36
9.	PLATAFORMA DE SIMULACIÓN DE PROCESO. GEMELO DIGITAL	36
10.	ALCANCE	38

10.1	Replanteo de la instalación	38
10.2	Planificación	38
10.3	Ingeniería de detalle	38
10.4	Suministro de equipos	39
10.5	Fabricación	39
10.6	Instalación	39
10.7	Programación	40
10.7.1	PLC.....	40
10.7.2	HMI.....	40
10.7.3	SCADA.....	40
10.7.4	Programación del PLC concentrador de planta y/o dispositivos involucrados en el telecontrol y <i>cloud</i>	41
10.8	Pruebas y puesta en servicio.....	41
10.8.1	Tarado de protecciones eléctricas	42
10.8.2	Ajuste y configuración de la electrónica de potencia	42
10.8.3	Configuración del equipamiento de comunicaciones.....	43
10.8.4	Parametrización de secuencias de funcionamiento	43
10.9	Implantación de tecnologías digitales	43
-	Modelado y simulación de los procesos de la planta. Gemelo digital.....	43
10.10	Documentación	44
10.11	Formación	45
11.	CONDICIONES DE SERVICIO	45

1. INTRODUCCIÓN

En la actualidad la Dirección de Operaciones de Canal de Isabel II, a través de diversas subdirecciones y áreas, está encargada de la gestión y explotación de diferentes instalaciones destinadas a la captación, tratamiento y distribución de agua potable, así como instalaciones destinadas al transporte, depuración y reutilización de aguas residuales.

La tipología y el tamaño de estas instalaciones es muy variado, abarcando desde bombeos consistentes en un grupo de bombas alojadas en una caseta, junto a un cuadro de control y el aparellaje eléctrico asociado, hasta una completa estación de tratamiento de agua potable ETAP.

El objetivo, que desde Canal de Isabel II se ha perseguido en los proyectos de ejecución o reforma de estas instalaciones, ha sido el de homogeneizar en la medida de lo posible todos los aspectos involucrados en ellas, incluyendo además de la parte constructiva y de equipos de proceso, la parte eléctrica, de control y de comunicaciones industriales.

Este factor, junto con la evolución tecnológica y la necesidad de implantar una operación y control centralizada desde el Centro de Control, además de la operación local, requiere de la adaptación de las instalaciones en los aspectos anteriormente indicados: eléctrico, control y de comunicaciones industriales.

2. SIGLAS Y ACRÓNIMOS

CCM	Centro de control de motores.
CDC	Centro de control.
CPU	Central Processing Unit.
DMZ	Demilitarized zone.
E.T.	Especificación técnica.
ETAP	Estación de tratamiento de agua potable.
E/S	Entradas/salidas.
FAT	Factory Acceptance Test.
HMI	Human Machine Interface. En el contexto de este proyecto se utiliza para designar las pantallas de operación local de los procesos.
PC	Personal Computer.
PLC	Programmable Logic Controller.
SAI	Sistema de Alimentación Ininterrumpida.
SAT	Site Acceptance Test
SCADA	Supervisory Control and Data Acquisition. En el contexto de este proyecto normalmente se utiliza para designar el puesto o sistema de operación remota que normalmente existe en la sala o edificio de control.
QR	Quick Response

3. OBJETO

El objeto del presente anejo es describir de forma general las características fundamentales que debe disponer el sistema de control de la ETAP de Torrelaguna, así como las actuaciones que se deberán ejecutar para su implantación y puesta en marcha.

Los objetivos fundamentales que se persiguen son los siguientes:

- Actualizar, homogeneizar e integrar los elementos de medición y maniobra involucrados en el proceso de la planta bajo una misma plataforma de control, garantizando el funcionamiento automático en base a unas lógicas de proceso definidas, y facilitando la supervisión local a nivel de proceso y desde la sala de control.
- Desplegar una red de comunicaciones interna de planta que conecte y vertebre todos los elementos involucrados en el control automático, a saber, PLC, HMI, SCADA, analizadores de redes, arrancadores estáticos, variadores de frecuencia, etc.
- Proporcionar unas herramientas que permitan al personal de operación, parametrizar los elementos involucrados en los procesos, así como la explotación de la información para garantizar la calidad, el diagnóstico y la trazabilidad de fallos.
- Facilitar la supervisión y el control remoto desde el CDC de Canal de Isabel II y la recopilación de datos para su análisis.
- Mejorar el grado de disponibilidad de la instalación para garantizar el suministro.
- Implementar barreras y medidas desde el punto de vista de la ciberseguridad industrial, que no impidan la operativa y la conectividad de la planta, pero que garanticen la seguridad de la misma, minimizando vulnerabilidades y riesgos. Este aspecto es de vital importancia al tratarse de una infraestructura categorizada como crítica.
- Mejorar la eficiencia de los procesos y optimizar el consumo de energía, mediante el uso de electrónicas de potencia en la maniobra de los equipos, y un sistema de control que en general, optimice y ajuste todos los procesos llevados a cabo.
- Disponer de una documentación actualizada que permita un adecuado conocimiento de las características de los elementos involucrados en los procesos de la planta, así como la consulta rápida mediante herramientas digitales que permitan el diagnóstico de averías y sustitución de elementos. Esto incluye la actualización de los planos de los elementos modificados y aquellas unidades directamente relacionadas con los mismos.
- Implementar tecnologías digitales con el fin de optimizar los procesos operativos, y generar nuevos servicios e información que aporten un valor añadido, y contribuyan a la transformación digital de Canal de Isabel II. Como soluciones digitales, cabe destacar: Modelización y simulación de los procesos de planta, conectividad remota que facilite la teleasistencia cumpliendo con la norma IEC62443 de ciberseguridad industrial, reporte de informes automáticos, cuadros de mando e indicadores en aplicaciones móviles o *cloud*, diagnóstico del estado de los sistemas de automatización mediante despliegue de agentes de monitorización, gestión documental de forma digital mediante codificación QR.

4. NORMATIVA

Los equipos deben estar diseñados de acuerdo, como mínimo, con los estándares y directivas indicados a continuación:

- Marcado CE de conformidad con la legislación de la Unión Europea.
- Normalización nacional. Normas UNE.
- Comisión electrotécnica internacional IEC.
- Estándares y normas ISA. International Society of Automation.
- Institute of Electrical and Electronic Engineers (IEEE).
- Directiva 2014/35/UE. Baja tensión.
- Directiva 2006/42/CE (R.D. 1644/2008). Seguridad de máquinas.
- Directiva 2014/30/UE. Compatibilidad electromagnética (CEM).
- Directiva 94/9/CE. Aparatos y sistemas de protección para usos en atmósferas explosivas.
- Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión (REBT).
- UNE-EN 61000. Compatibilidad electromagnética (CEM).
- UNE-EN 61131. Autómatas programables.
- UNE-EN 61784. Redes de comunicación industrial.
- UNE-EN IEC 62443. Seguridad para los sistemas de automatización y control industrial.
- UNE-EN 60204. Seguridad de máquinas.
- UNE-EN 62337. Puesta en servicio de sistemas eléctricos de instrumentación y control en la industria de proceso.
- UNE-EN 60947. Aparatura de baja tensión
- UNE-EN 61439. Conjuntos de aparatura de baja tensión.
- UNE-EN 62208. Envoltorios vacíos destinadas a los conjuntos de aparatura de baja tensión.
- UNE-EN 60529. Grados de protección proporcionados por las envoltorios (Código IP).
- Normativa técnica, especificaciones y fichas de Canal de Isabel II.

Cuando en las disposiciones, normas o reglamentos se haga referencia a otra que haya sido modificada o derogada, se entenderá que dicha modificación o derogación se extiende a aquella parte de la primera que haya sido afectada.

5. ESTRUCTURA DEL SISTEMA DE CONTROL

El sistema de control de la ETAP de Torrelaguna estará basado en una arquitectura distribuida en tres niveles:

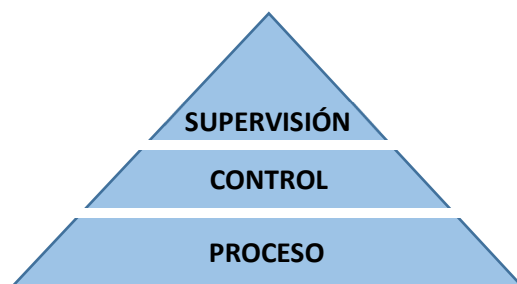


Ilustración 1. Niveles del sistema de control

5.1 Nivel de supervisión

Es el nivel superior. Dispondrá de los equipos informáticos necesarios para la monitorización, registro de datos de proceso, operación y diagnóstico de la planta.

Los equipos y herramientas disponibles deberán ofrecer al operador una gestión fluida y sencilla, permitiendo al mismo tiempo, explotar toda la capacidad del sistema.

En esta capa residen los Servidores y Clientes del Sistema de Supervisión y Adquisición de Datos SCADA, así como los equipos de visualización, herramientas de informes, concentrador de datos y estación de ingeniería, típicamente emplazados en la Sala de Control.

5.2 Nivel de control

El segundo nivel comprende el control automático a través del procesamiento de señales y la ejecución de secuencias de proceso. Este nivel está constituido principalmente por los PLCs ubicados en las diferentes salas de CCM. El PLC trabajará como elemento principal en las tareas de control, albergando algoritmos y lógicas de control que permitan el funcionamiento automático de la instalación. En este mismo nivel se ubican los paneles de operador HMI que permiten operar y supervisar el proceso.

La arquitectura de este nivel es crítica para el funcionamiento de la instalación, por lo que se deberá proporcionar la máxima disponibilidad del sistema, mediante la inclusión de hardware de altas prestaciones y diseño de topologías de comunicación de alta disponibilidad.

La comunicación entre el nivel de control y el nivel de supervisión se realizará mediante un anillo de fibra óptica Ethernet Industrial, que agrupe los PLCs asociados a cada CCM.

5.3 Nivel de proceso o dispositivo

En este nivel se agrupan los instrumentos o dispositivos que captan la información de campo. Es el nivel inferior, donde se puede encontrar el hardware necesario para recoger las señales de E/S provenientes de válvulas, sensores digitales, instrumentación analógica, equipos motorizados de diferente tipología, y, en definitiva, cualquier equipo de proceso.

La prioridad de integración de los dispositivos de campo será siempre a través de comunicación Profinet o en su defecto Profibus. En el caso de que los dispositivos no se puedan comunicar por ninguna de estas redes, éstos se conectarán vía señales analógicas 4...20mA o señales digitales.

6. ARQUITECTURA DE CONTROL

La arquitectura de control general prevista para la ETAP de Torrelaguna se incluye en el Documento nº2.- Planos, en concreto en el plano denominado EE-E08.

6.1 Arquitectura de control. Nivel de supervisión

6.1.1 Sistema SCADA

La planta dispondrá de un sistema centralizado de supervisión SCADA ubicado en la sala de control.

Con el objeto de aumentar la disponibilidad de la planta, la arquitectura del sistema estará basada en Servidor-Cliente, disponiendo de dos (2) servidores redundantes sincronizados en tiempo real, y dos (2) clientes de operación. Se dispondrá de dos (2) Switch involucrados en la comunicación de los servidores con los clientes, y dos (2) Switch de similares características, en la comunicación de los servidores con los PLCs. El sistema tolera un fallo de cualquiera de los dispositivos involucrados, además, permite delimitar la red de clientes de operación, de la red de servidores y control.

En cada uno de los clientes se instalará dos (2) monitores tipo led de 27" Full HD, incluido el teclado, ratón y material auxiliar para la correcta operación.

En uno de los clientes de operación se instalará una pantalla de TV de al menos 80", en la cual se mostrará los sinópticos e información de la planta. Este cliente debe disponer al menos 4 salidas de video independientes.

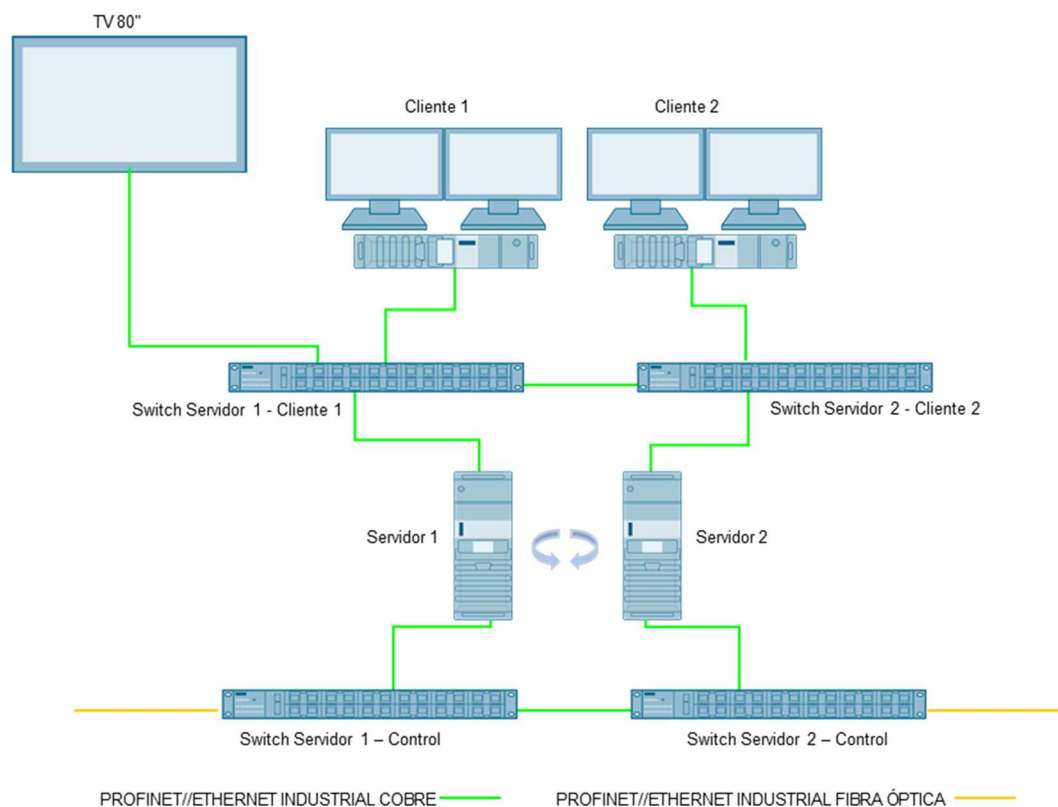


Ilustración 2. Arquitectura SCADA

El sistema SCADA se desarrollará mediante el software SCADA WinCC Unified o similar compatible, basado en tecnologías web. El nuevo SCADA tiene que proporcionar al usuario una solución única de proyecto de programación para aplicaciones HMI y SCADA, y tener la posibilidad de implementar escenarios de Industrial *Edge*, *Cloud*, realidad aumentada, etc.

La *Runtime* del sistema SCADA ha de estar basada en tecnologías web nativas como HTML5, SVG y JavaScript. La necesidad de una alta escalabilidad ha de permitir soluciones de extremo a extremo, desde aplicaciones a nivel de máquina hasta el sistema SCADA.

El sistema deberá disponer de todas las licencias software necesarias para el correcto funcionamiento de los servidores sincronizados, de la redundancia, y de los clientes de operación, con una capacidad de al menos 65000 variables.

6.1.1.1 Características servidores industriales sistema SCADA

Los dos (2) servidores industriales tipo IPC1047 dispondrán, como mínimo, las siguientes características:

- Tipo rack 19".
- 2 Tarjetas Ethernet Gbits, IPMI, RJ45.
- Puertos: Como mínimo 1xVGA, 1xCOM1, 2xUSB 3.0, 2xUSB en la parte posterior, 2xUSB 3.0 frontales.
- Vigilancia de temperatura y vigilancia de ventiladores.
- SW RAID integrado.
- 2 XEON E5-2609V4 1.7 GHz 8C o superior.
- 1 SSD 1.9 TB 2.5" SATA (sistema operativo) y 2 SSD de 1.9 TB 2.5" SATA (HW RAID 1) o superior.
- 32 GB, 2.4 GHz DDR4 o superior.
- Adaptec RAID ASR8405 (4 puertos).
- Windows Server 2016 para XEON E5-2609/-2620/-2643 o superior.
- Fuente de alimentación industrial redundante de 100/240 VAC.
- Soporte para 4x3.5" SSD/HDD o bien 4x 2.5" SSD/HDD, en chasis extraíble.

6.1.1.2 Características PC industrial clientes de operación sistema SCADA

Los dos (2) PC industrial tipo IPC647E para los clientes de operación dispondrán, como mínimo, las siguientes características:

- Tipo rack 19".
- 2 Tarjetas Ethernet Gbits (IE/PN), RJ45.
- Puertos: Como mínimo 1xDVI-I, 2xDisplayPort, 1xCOM1, 2xPS/2, 4xUSB 3.0, incl. 1 interno, 3xUSB 2.0.
- Tarjeta de audio.
- Vigilancia de temperatura y ventiladores.
- Watchdog, inmovilizador de tarjeta.

- Core i5-8500 (6C/6T, 3.0 (4.1) GHz, 9 MB de caché, TB, VTd, AMT o superior.
- Tarjeta 2 slots: 1x PCIe x16 (16 L), 1x PCIe x16 (4 L).
- Unidad de estado sólido de 480 GB, 2.5", SATA; Carcasa con soporte de unidad Tipo A (para unidades extraíbles frontales) o superior.
- Fuente de alimentación industrial redundante de 100/240 VAC.
- 16 GB DDR4 SDRAM (2x8GB), Dual Channel o superior.
- Windows 10 Enterprise 2019 LTSC, MUI (ES), 64 bits o superior.

6.1.1.3 Características Switch sistema SCADA

Los cuatro (4) Switch tipo XR324-12M o similar destinados a comunicar los clientes de operación con los servidores, y éstos a su vez con la red de control de PLCs, tendrán como mínimo, las siguientes características:

- Tipo rack de 19".
- Switch industrial gestionable.
- 12x100/1000 Mbits/s, 2 puertos de medio, eléctricos u ópticos.
- Diagnóstico LED.
- Contacto de señalización de error.
- Pulsador SELECT/SET.
- Dispositivo PROFINET IO.
- Gestión de red.
- Administrador de redundancia integrado.
- Características Office (RSTP, VLAN, IGMP, etc.).
- C-Plug.

Cada Switch incluirá los accesorios necesarios para la correcta conectorización de las redes, tanto en fibra óptica como cobre.

6.1.2 DMZ

La ETAP de Torrelaguna es una instalación categorizada como infraestructura crítica, por lo que tiene que cumplir con los máximos requerimientos de Ciberseguridad Industrial. Para ello, existirá una "Zona Desmilitarizada", en adelante DMZ, que permita securizar los equipos y servicios que necesiten conexión con el exterior para, por ejemplo, subir datos al *cloud*, garantizando de esta forma, la conectividad y seguridad de la planta. La DMZ vendrá delimitada por un Firewall Industrial tipo SCALANCE SC646-2 o similar, que será el encargado de permitir el acceso de Teleasistencia remota, para el mantenimiento y diagnóstico del sistema de control. Del mismo modo, el firewall permitirá establecer unas reglas para controlar/restringir el acceso y el tráfico entrante/saliente de la planta.

El firewall delimitará tres redes o zonas:

- Red Interna: se corresponde con la red de control de la planta.

- Red Externa: estará conectada al exterior, sin embargo, no se permitirá ningún acceso desde fuera de la planta que no esté autorizado en el firewall.
- Red DMZ: Contendrá los equipos que requieran conexión con el exterior. Estos servicios o dispositivos tendrán acceso tanto a la red de planta como al exterior, todo ello de forma controlada por el firewall.

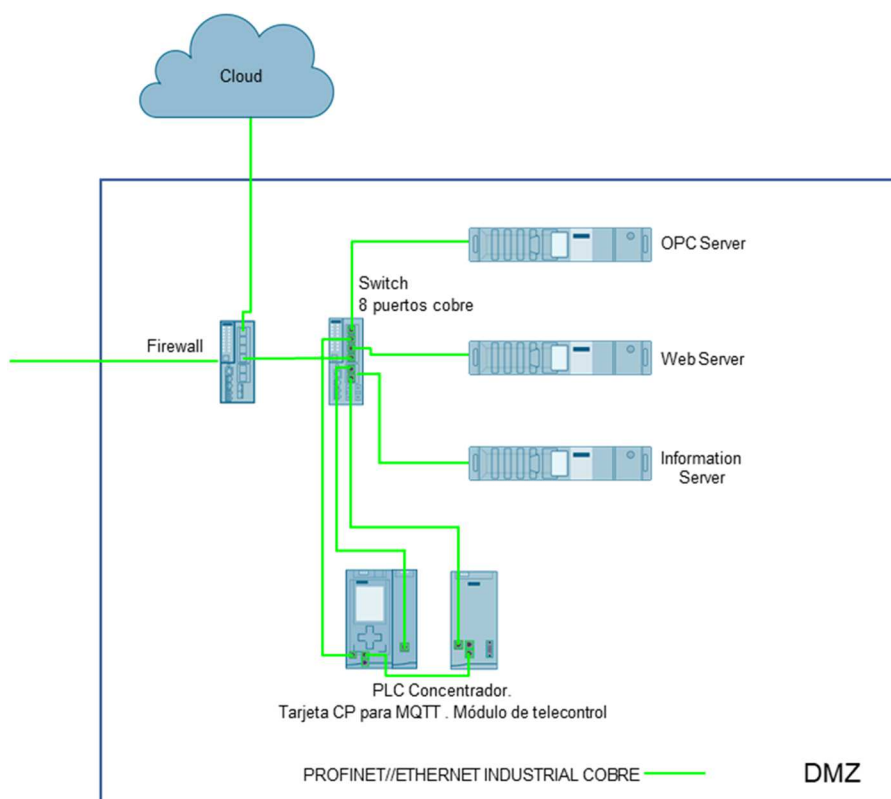


Ilustración 3. Arquitectura DMZ

La DMZ tendrá los siguientes servicios:

- Information Server: se dispondrá de un sistema de reportes dedicado basado en entorno web, que permita configurar informes a medida con los datos de la instalación.
- Web Server: se dispondrá de un web server para mostrar el sistema SCADA en entorno web y en zona DMZ, permitiendo de esta forma, la consulta del mismo de forma remota.
- OPC Server: se dispondrá de un servidor OPC que permita publicar y acceder a datos mediante el estándar de comunicación OPC.
- PLC Concentrador: La ETAP de TorreLAGUNA dispondrá de conexión al *cloud* para subir los datos de la instalación. El *cloud* dispone de aplicaciones donde se podrá realizar un análisis detallado de las distintas variables de la estación, configurar indicadores KPI y dashboards para la visualización de información de valor añadido, establecer notificaciones móviles para la gestión de avisos, entre otras funcionalidades, todo ello dentro del marco de la digitalización.

Para estos efectos, se instalará un PLC Concentrador que acceda mediante su puerto integrado a los datos de los diferentes PLC de la planta, para posteriormente a través de

un procesador de comunicaciones, servir los datos al *cloud* mediante el protocolo de comunicaciones MQTT.

Del mismo modo, el PLC dispondrá de un módulo de Telecontrol SINAUT para integrar la instalación en la red de Telecontrol de Canal de Isabel II, permitiendo la monitorización y el telemando desde el CDC.

En base a lo anterior, la zona DMZ dispondrá de los siguientes equipos:

- Un (1) Firewall Industrial.
- Un (1) PC Industrial dedicado para el Information Server.
- Un (1) PC Industrial dedicado para el Web Server.
- Un (1) PC Industrial dedicado para el OPC Server.
- Un (1) PLC Concentrador de datos con interfaz de comunicaciones MQTT y módulo de telecontrol.
- Un (1) Switch para canalizar los dispositivos de la red DMZ.

Cada uno de los equipos y servicios (Information Server, Web Server, OPC Server, etc.) deberá disponer de todas las licencias software necesarias para el correcto funcionamiento con al menos 65000 variables.

6.1.2.1 Características firewall DMZ

El firewall necesario para constituir la zona DMZ tendrá, como mínimo, las siguientes características:

- Deberá garantizar la protección de dispositivos y redes en la fabricación discreta y la industria de procesos, asegurando la comunicación industrial con firewall y VPN.
- Conversión de direcciones (NAT/NAPT).
- Conexión a SINEMA RC.
- 4 puertos eléctricos 10/100/1000 Mbits/s RJ45.
- 2 puertos eléctricos u ópticos; 10/100/1000 Mbits/s RJ45 o 100 Mbits/s SFP o 1000 Mbits/s.

El firewall incluirá los accesorios necesarios para la correcta conectorización de las redes.

6.1.2.2 Características PC industrial DMZ

Los tres (3) PC industrial tipo IPC647E para los servicios ubicados en zona DMZ, dispondrán como mínimo, las siguientes características:

- Tipo rack 19".
- 2xGbit Ethernet (IE/PN), RJ45.
- Puertos: como mínimo 1xDVI-I, 2xDisplayPort, 1xCOM1, 2xPS/2, 4xUSB 3.0, incl. 1 interno, 3xUSB 2.0.
- Tarjeta de audio.

- Vigilancia de temperatura y ventiladores.
- Watchdog, inmovilizador de tarjeta.
- Core i5-8500 (6C/6T, 3.0 (4.1) GHz, 9 MB de caché, TB, VTd, AMT o superior.
- Tarjeta 2 slots: 1xPCIe x16 (16 L), 1xPCIE16 (4L).
- 960 GB SSD 2.5" SATA o superior.
- Carcasa con soporte de unidad Tipo A (para unidades extraíbles frontales).
- Fuente de alimentación industrial redundante de 100/240 VAC.
- 16 GB DDR4 SDRAM (2x8 GB), Dual Channel o superior.
- 512 GB SSD M.2 NVMe (slot M.2 ocupado) o superior.
- Windows 10 Enterprise 2019 LTSC, MUI (ES) 64 bits o superior.

6.1.2.3 Características PLC Concentrador

El PLC será encargado de concentrar los datos para el telecontrol de Canal de Isabel II y servir los mismos al *cloud*, tendrá como mínimo, las siguientes características:

- Memoria de trabajo de 1.5 Mbyte para programas y 5 Mbytes para datos.
- 1.ª interfaz: PROFINET IRT con switch de 2 puertos.
- 2.ª interfaz: Ethernet.
- 3.ª interfaz: PROFIBUS.
- 10 NS rendimiento bits.

6.1.2.3.1 Características Módulo de telecontrol

El PLC Concentrador dispondrá de un módulo de telecontrol Sinaut para integrar la instalación en el sistema de telecontrol de Canal de Isabel II. El módulo tendrá las siguientes características:

- Módulo de comunicación tipo TIM 1531 IRC para PLC con SINAUT ST7, DNP3 e IEC 60870 5-101/104.
- Tres interfaces RJ45 para comunicación vía redes basadas en IP (WAN / LAN) y una interfaz RS-232/RS-485 para comunicación vía redes WAN clásicas.

6.1.2.3.2 Características Procesador de comunicaciones MQTT

Así mismo, el PLC concentrador dispondrá de un procesador de comunicaciones que permita, mediante protocolo MQTT, subir los datos al *cloud*. Este procesador tendrá las siguientes características:

- Procesador de comunicaciones tipo CP 1545-1 para conectar PLC a Industrial Ethernet.
- TCP/IP, UDP, comunicación PLC, Security (firewall), SNMPv1/v3, DHCP, cliente/servidor FTP, e-mail, IPv4/IPv6, sincronización horaria vía NTP, conexión a sistemas en la nube vía MQTT, 1 RJ45 (10/100/1000 Mbits/s).

6.1.2.4 Características Switch DMZ

El Switch tipo XC-208 o similar destinado a comunicar cada uno de los dispositivos de la red DMZ con el firewall, tendrá como mínimo, las siguientes características:

- Switch industrial gestionable.

- 8 puertos RJ45 10/100 Mbits/s.
- 1 puerto de consola.
- LED de diagnóstico.
- Alimentación redundante.
- Rango de temperatura de -40°C a $+70^{\circ}\text{C}$.
- Montaje: perfil DIN/soporte PLC/pared.
- Funciones de redundancia Office características (RSTP, VLAN, etc.).
- Dispositivo PROFINET IO.
- Conforme con Ethernet/IP.
- C-PLUG.

El Switch incluirá los accesorios necesarios para la correcta conectorización de las redes.

6.1.3 Armarios sistema SCADA y comunicaciones

Se instalarán dos (2) armarios para contener el equipamiento del sistema SCADA, equipos de la DMZ, SIMIT, PLC Concentrador y servicios asociados ubicados en la sala de control.

Cada uno de los armarios estará formado por columnas tipo rack de 19" atornilladas entre sí y fijadas al suelo, con un grado de protección mínimo IP 55 y unas dimensiones estándar de 2000mm de alto, 800mm de ancho y 800mm de fondo, con capacidad de montaje de 42U con zócalos de 100mm de altura y puerta transparente.

Los armarios tendrán como mínimo el siguiente equipamiento:

- El armario estará refrigerado mediante un ventilador alimentado a 230V, y deberá contar con iluminación interior y pletina de cobre para la puesta a tierra.
- Deberá disponer de todo el material necesario para el montaje de los equipos, bandejas, guías, pasacables, tapas ciegas, placas de montaje, elementos de anclaje etc.
- Deberá contener las protecciones necesarias mediante interruptores automáticos, magnetotérmicos y diferenciales, de los calibres y sensibilidades adecuados para la correcta protección y funcionamiento de los equipos.
- Doble fuente de alimentación 230VC/24VDC con sistema de redundancia y conmutación automática.
- Se dispondrá como mínimo de un patch panel de 24 puertos RJ45 para estructurar la red de comunicación y canalizar la conexión entre armarios.
- Cada armario dispondrá de un sistema de alimentación ininterrumpida SAI en corriente alterna, dimensionado suficientemente para garantizar el funcionamiento correcto del conjunto de equipos que disponga ante cortes en el suministro durante dos horas.

Los equipos que se ubicarán en estos armarios son los siguientes:

- 2 servidores del sistema SCADA.

- 2 PC cliente del sistema SCADA.
- 4 Switch tipo rack 19" de la infraestructura de comunicaciones.
- 1 PC de la estación SIMIT.
- 1 Firewall de la DMZ.
- 1 PC para el Information Server ubicado en zona DMZ.
- 1 PC para el Web server del SCADA ubicado en zona DMZ.
- 1 PC para el OPC Server ubicado en zona DMZ.
- 1 Switch de 8 puertos para canalizar las comunicaciones de la DMZ
- PLC Concentrador con procesador de comunicaciones MQTT y módulo de telecontrol.

La distribución de los equipos en cada armario se definirá en la ingeniería de detalle siguiendo criterios de disponibilidad (redundancia) y de ciberseguridad industrial.

6.2 Arquitectura de control. Nivel de control

Como se puede observar en la Ilustración 2 donde se representa la arquitectura del sistema de control, la ETAP de Torrelaguna tendrá 6 CCMs con sus respectivos cuadros de control.

La arquitectura de este nivel es crítica para el funcionamiento de la instalación, por lo que se deberá proporcionar la máxima disponibilidad del sistema mediante la inclusión de hardware de altas prestaciones y diseño de topologías de comunicación de alta disponibilidad.

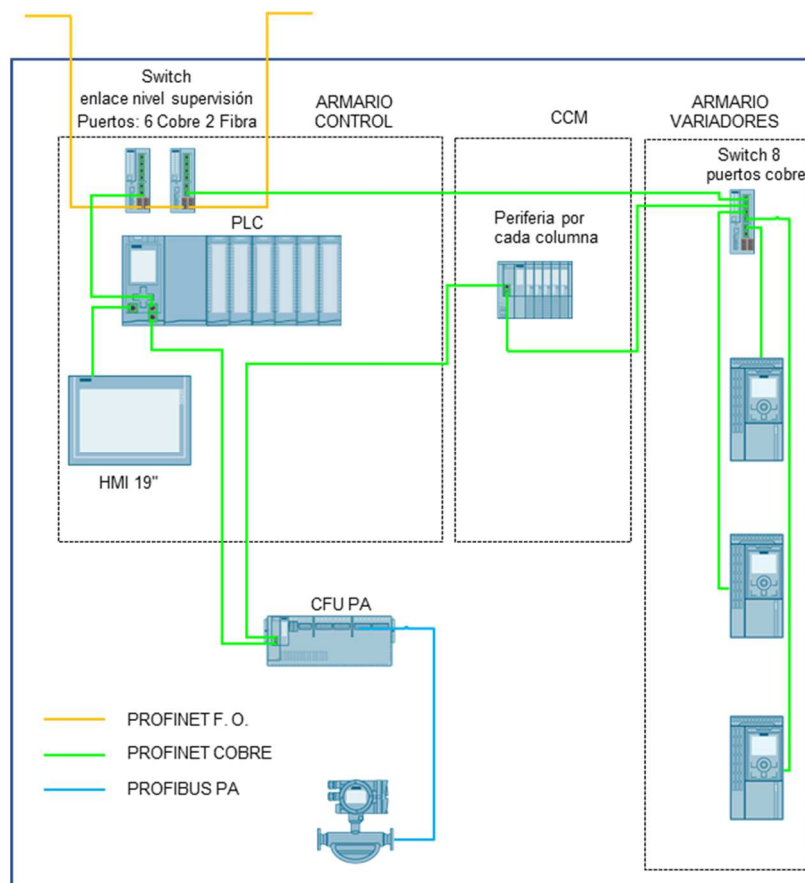


Ilustración 4. Arquitectura nivel de control y de proceso por cada CCM

En este sentido, existirán dos anillos de comunicación:

- Anillo de enlace Nivel de Supervisión-Nivel de Control: se instalará un anillo de fibra óptica que conecte, mediante una red Ethernet Industrial de 100Mbytes/s, todos los autómatas para el control de proceso, y los comunique con el sistema de supervisión. El anillo de fibra tendrá la capacidad suficiente para enlazar todos los equipos con una reserva de ancho de banda del 50%. El tipo de tendido de fibra óptica será multimodo con una capacidad de 32 fibras como mínimo.
- Anillo local por cada CCM de enlace Nivel de Control-Nivel de Proceso: se instalará un anillo Profinet MRP que comunique con el PLC todos los dispositivos del nivel inferior, a saber, periféricas distribuidas, Switch para la comunicación de la electrónica de potencia, unidad de comunicación de instrumentación, etc. El cableado para la comunicación entre los diferentes equipos será un cableado Industrial Ethernet estándar para uso universal, FC TP, GP 2x2, par trenzado para Conexión a IE FC RJ45 2x2, 4 hilos, apantallado categoría 5E.

En aquellos emplazamientos que se requiera expandir la red Profinet fuera del emplazamiento para la conexión de dispositivos, se instalará un Switch de campo conectado vía Fibra Óptica a la Red Troncal.

6.2.1 Armario de control

Se instalarán seis (6) armarios de control con las características descritas en la E.T. 4102. Además de lo indicado en la ET, los armarios deberán contener como mínimo, el siguiente equipamiento:

- Interruptor general con rearme automático.
- Protecciones necesarias mediante interruptores automáticos, magnetotérmicos y diferenciales, de los calibres y sensibilidades adecuados para la correcta protección y funcionamiento de los equipos.
- Transformador de aislamiento 230VAC/230VAC, 2500VA o superior.
- Transformador de tensión de maniobra 230VAC/24VAC, 160VA o superior.
- Doble fuente de alimentación 230VC/24VDC con sistema de redundancia y conmutación automática.
- PLC: Fuente, CPU, tarjetas de E/S digitales y analógicas con al menos un 25% de reserva, procesadores de comunicaciones, etc.
- Módulos de interfaz de E/S. Precableados correspondientes.
- Switch de comunicaciones industriales.
- Repartidor óptico para la conexión de la red de fibra óptica.
- Pantalla de operación HMI.
- Relés de 24VAC y 24VDC.
- Separadores galvánicos pasivos.
- Iluminación, ventilación, resistencia de caldeo, etc.
- Tomas de corriente 2P+T 16A.
- SAI 230Vac/230Vac de potencia 2500VA y autonomía de 2 horas.

Además de los elementos descritos, se tendrán en cuenta las siguientes consideraciones:

- El armario tendrá un 25% de reserva de espacio disponible para una posible ampliación de equipamiento.
- Habrán de suministrarse la totalidad de elementos de anclaje y fijación para el emplazamiento previsto.
- La pantalla de operación HMI irá instalada en la puerta plena mecanizada a tal efecto, y cableada de manera que se permita una abertura total.
- El armario dispondrá de toda la aparamenta eléctrica necesaria según ingeniería de detalle.

- Todas las fuentes de alimentación dispondrán de una potencia un 30% superior a la nominal requerida.
- La alimentación a 24VDC de cada uno de los equipos electrónicos, tales como módulos de interfaz, switch, pantalla de operación HMI, periféricas distribuidas, etc. estará protegida mediante disyuntores individuales unipolares electrónicos y regulables.
- Con objeto de dotar de una mayor protección a los elementos hardware, las entradas y salidas digitales de los autómatas se aislarán de los sensores y actuadores respectivamente, mediante la instalación de interfaces compuestos por relés compactos e indicadores LED de estado.
- Todas las señales analógicas, tanto entradas como salidas, irán aisladas mediante separadores galvánicos pasivos.
- Tanto en la entrada como en la salida de cables, se dispondrán pasacables con bridas y prensas que garanticen la estanqueidad del interior.
- Todos los equipos de instrumentación de campo deberán alimentarse desde el correspondiente cuadro de control mediante alimentación asegurada, y protegiendo la línea con las protecciones necesarias según el REBT.
- El cuadro estará dotado de ventilación forzada, regulada mediante termostatos, extractores en techo y rejillas situadas en la puerta frontal o en los paneles laterales del mismo. Dispondrá de iluminación interior accionada al abrir cualquier puerta.
- El SAI deberá estar instalado bajo envolvente y permitirá un by-pass automático en caso de fallo, y un by-pass manual mediante conmutador en el interior del cuadro para tareas de mantenimiento.
- En lugar bien visible se mostrará el esquema de la instalación, a fin de que pueda ser interpretado por cualquier operador ajeno a la instalación.

6.2.2 Características PLC

Cada uno de los cuadros de control tendrá una CPU compatible a PLC, como mínimo, con las siguientes características:

- Memoria de trabajo de 1 Mbyte para programas y 5 Mbytes para datos.
- 1.ª interfaz: PROFINET IRT con switch de 2 puertos.
- 2.ª interfaz: PROFINET RT.
- 3.ª interfaz: PROFIBUS.
- 10 NS rendimiento bits.

6.2.3 Características tarjeta de entradas digitales

Las tarjetas de entradas digitales compatibles a PLC tendrán, como mínimo, las siguientes características:

- 32 entradas digitales.
- DI 32 x 24 V DC High Feature, tipo de entrada 3 (IEC 61131).

- 32 canales en grupos de 16.
- Retardo a la entrada 0,05...20 ms tipo entrada 3 (IEC 61131).
- Diagnostico.
- Alarmas de proceso.

6.2.4 Características tarjeta de salidas digitales

Las tarjetas de salidas digitales compatibles a PLC tendrán, como mínimo, las siguientes características:

- 32 salidas digitales.
- DQ 32 x 24 V DC/0,5 A High Feature.
- 32 canales en grupo de 8, 4A por grupo.
- Diagnóstico de canal individual.
- Valor sustitutivo.

6.2.5 Características tarjeta de entradas analógicas

Las tarjetas de entradas analógicas compatibles a PLC tendrán, como mínimo, las siguientes características:

- 8 entradas analógicas.
- AI 8XU/I High Feature, resolución de hasta 24 bits, precisión 0,1%.
- 8 canales en grupos de 1.
- Tensión en modo común: 30V AC/60V DC.
- Diagnóstico.
- Alarmas de proceso.
- Valores medidos escalables.
- Adaptación del rango de medida.
- Calibración en RUN.

6.2.6 Características tarjeta de salidas analógicas

Las tarjetas de salidas analógicas compatibles a PLC tendrán, como mínimo, las siguientes características:

- Módulo de salidas analógicas AQ8XU/I HS.
- Resolución de 16 bits, precisión 0,3 %.
- 8 canales en grupos de 8.
- Diagnóstico.
- Valor sustitutivo 8 canales en 0,125 ms oversampling.

6.2.7 Características Switch cuadro de control

El cuadro de control tendrá dos Switch tipo XC206-2SFP o similar, como mínimo, con las siguientes características:

- Switch industrial gestionable.
- 6 puertos RJ45 10/100 Mbits/s.
- 2 puertos SFP 100/1000 Mbits/s.
- 1 puerto de consola.
- LED de diagnóstico.
- Alimentación redundante.
- Rango de temperatura de -40°C a $+70^{\circ}\text{C}$.
- Montaje: perfil DIN/soporte PLC/pared.
- Funciones de redundancia Office características (RSTP, VLAN,).
- Dispositivo PROFINET IO.
- Conforme con Ethernet/IP.
- C-PLUG.

6.2.8 Características panel HMI

El HMI del cuadro de control tendrá, como mínimo, las siguientes características:

- Pantalla TFT panorámica de 19" táctil.
- 16 millones de colores.
- Interfaz PROFINET.
- Configurable a partir de WinCC Unified Comfort V16 o similar compatible.

6.2.9 Características SAI

El equipo será alterna/alterna, trifásico/trifásico + Neutro, y estará compuesto por un sistema de baterías de plomo-ácido con sellado VRLA AGM o GEL con una capacidad mínima por cuadro de control de:

Nº de Cuadros de Control	Autonomía (Ah)	Tensión baterías	Tensión salida SAI	Potencia SAI
1	1.322	12 V	400V	10 kW
1	2.645	12 V	400V	10 kW
2	2.385	12 V	400V	10 kW
2	4.771	12 V	400V	10 kW
3	3.448	12 V	400V	15 kW
3	6.897	12 V	400V	15 kW

En nuestro caso particular contamos con 6 Cuadros de control, nuestra instalación dispondrá siempre de personal capaz de reponer el suministro eléctrico si hay una caída puntual, por lo que se proyectarán dos SAIS de 3448 AH a 12 V con una potencia de salida de 15 kW.

Las características principales de las SAIS proyectadas serán de acuerdo con la ET 3224, destacando las siguientes:

- Tecnología VFI (On-line Doble Conversión).
- Dos rectificadores- cargadores, ambos en sistema redundante.
- Un by-pass estático.
- Un by-pass de mantenimiento.
- tecnología: transistores IGBTs.
- Potencia activa (kW) entregada por el SAI con cargas con fdp desde 0,9 inductivo a 0,9 capacitivo.

La ubicación de los SAIS y los equipos que abastecerán son los siguientes:

- **SAI 1: Cuadro general de distribución en Baja tensión.**
 - Rearme protecciones de Alta tensión (CT) y cuadro de alarmas.
 - Cuadro de control CCM Distribución.
 - Cuadro de control CCM Decantación y Filtración (izquierda).
 - Cuadro de control CCM fangos.
- **SAI 2: CCM reactivos nuevo**
 - Cuadro de control CCM Decantación y Filtración (derecha).
 - Cuadro de control CCM Reactivos actual.
 - Cuadro de control CCM Reactivos nuevo.

6.2.10 Supervisión de filtros

La planta dispone de dos pasillos de una longitud de 112m aproximadamente, con una galería superior y otra inferior desde donde se puede visualizar el proceso de filtros y decantación.

Con el objetivo de facilitar la supervisión y control de este proceso, se suministrará un panel industrial móvil, que permita, mediante una conexión Wifi Industrial y puntos de conexión de red fijos, disponer de un cliente de operación del sistema SCADA.

Para desplegar la red Wifi Industrial (IWLAN), se deberá estudiar previamente el lugar a cubrir y los obstáculos a evitar, instalando tantos puntos de acceso como sean necesarios para garantizar un nivel óptimo de cobertura, tanto en la galería superior como en la inferior de cada pasillo. Del mismo modo, se tratará en la medida de lo posible, que la red Wifi no salga del perímetro de la planta.

Como opción adicional, se dispondrá de puntos de conexión de red Ethernet Industrial fijos, que permitan la comunicación con el servidor SCADA. Para ello, se instalarán repartidos a lo largo de cada pasillo, tres puntos de conexión mediante bases RJ45 tipo *fast connect* para instalación en superficie. Además, se dispondrá de un cable Ethernet Industrial correctamente conectorizado y con una longitud suficiente, que permita la movilidad en el radio de operación de cada punto de conexión fijo (15m aproximadamente).

El panel industrial dispondrá de un *docking station* en cada pasillo para la carga y alojamiento del mismo.

6.2.10.1 Características Panel industrial

El panel industrial móvil tendrá las siguientes características o superiores:

- Pantalla táctil de 10" (1920×1200) retroiluminación LED.
- 8 teclas de función.
- Celeron G3902E (2C/2T, 1,6 GHz, 2 MB de caché).

- 8 GB de ram.
- 256 GB SSD.
- Interfaz RJ45 Ethernet Industrial a 10/100/1000 Mbits/s.
- Wifi IEEE 802.11 a/b/c/g y ac.
- 3 puertos USB, 1RS232.
- Bluetooth.
- Cámara.
- Batería de iones de litio 5900 mA·h.
- Autonomía aprox.: 6h.
- Peso incluida la batería: no superior a 2 Kg.
- Dimensiones aprox.: 330x214x32 mm.
- Alimentación 110/230VAC.
- Grado de protección IP65.
- Sistema operativo Windows 10 Enterprise 64bits (ES).

Además de las características descritas, el panel dispondrá del software y licencias necesarias para desplegar un cliente SCADA. Las características del software y las licencias serán similares a las de los clientes de operación ubicados en la sala de control.

6.2.10.2 Características puntos de acceso Wifi Industrial

Los puntos de acceso a la red Wifi Industrial, tendrán como mínimo las siguientes características:

- Tasa de transferencia con WLAN: 300Mbtis/s o superior.
- Tasa de transferencia con Ethernet Industrial: 10, 100Mbits/s o superior.
- Frecuencias de empleo en la banda de 2,4Ghz y 5Ghz.
- Tipo de transferencia Multiple Input Multiple Output (MIMO).
- Norma de comunicación inalámbrica: IEEE 802.11a, IEEE 802.11b, IEEE 802.11e, IEEE 802.11g, IEEE 802.11h, IEEE 802.11i, IEEE 802.11n, IEEE 802.11ac.
- Protocolos soportados: ARP, ICMP, Telnet, HTTP, HTTPS, TFTP, DCP, LLDP.
- Autenticación y cifrado WPA2-PSK(AES), WPA3, o superior si alguno de los anteriores dispone de alguna vulnerabilidad conocida en el momento de la instalación.
- Número de conexiones eléctricas para antenas externas: 2.
- Tipo de conexión eléctrica para antenas externas: Conector tipo N hembra.
- Grado de protección IP65.
- Apto para temperaturas comprendidas entre (-20°C – 60°C).
- Montaje sobre pared.
- Incluirá C-PLUG donde se almacenará la configuración del dispositivo.

6.2.10.3 Características Antenas Wifi Industrial:

Las antenas para desplegar la red Wifi Industrial, tendrán como mínimo las siguientes características:

- Antena omnidireccional o unidireccional en función del estudio previo de necesidades de cobertura y limitación de acceso al perímetro de la planta.
- La ganancia, así como el rango de frecuencias vendrá determinado según el estudio previo de necesidades de cobertura y limitación de acceso al perímetro de la planta.
- Grado de protección IP65.
- Apto para temperaturas comprendidas entre (-40°C – 80°C).
- Incluirá cable tipo N-Connect de la longitud necesaria para conectar la antena a los puntos de acceso.

6.2.10.4 Recomendaciones de seguridad Wifi Industrial

Con el objetivo de minimizar los riesgos y vulnerabilidades, se describen a continuación unas medidas básicas para el despliegue la red Wifi Industrial:

- Como se define en apartados anteriores, se tratará en la medida de lo posible que la red Wifi no salga del perímetro controlado por la planta. Este aspecto se deberá tener en cuenta en el estudio previo para ubicar los puntos de acceso y antenas.
- Los mecanismos de autenticación deberán ser robustos mediante certificados y/o contraseñas. Las contraseñas deberán ser lo más robustas posibles. Se definirá una política de contraseñas indicando las características de estas (tamaño, minúsculas, mayúsculas, números y caracteres especiales, tiempo de renovación, intentos máximos permitidos, etc.). Se dispondrá de doble factor de autenticación si así es necesario. El protocolo encargado del transporte deberá ser encapsulado.
- Se establecerán las configuraciones de red necesarias para que desde la red Wifi únicamente se acceda a los recursos o servicios que sean necesarios. El resto estarán deshabilitados por defecto.
- Se filtrará el acceso a la red por dirección MAC, de tal forma que únicamente puedan acceder los dispositivos cuya MAC esté incluida.
- Se deshabilitará el servicio DHCP, direccionando únicamente los dispositivos que estén previstos para conectarse a la red.
- Se deberá cambiar la contraseña por defecto de acceso al router, estableciendo una contraseña robusta según la política de contraseñas definida.
- Se modificará el nombre de la red Wifi o (SSID) que esté definido por defecto, y se dejará oculto, de tal gorma que sea necesario conocerlo para establecer conexión con la red.
- La red Wifi tendrá un mecanismo de autenticación y cifrado como mínimo WPA2-PSK(AES), WPA3, o superior si los anteriores presenta alguna vulnerabilidad en el momento de la instalación.
- Se desactivará el mecanismo de acceso WPS en el caso de existir esta posibilidad.
- Se deshabilitará la administración remota de los dispositivos de acceso.
- Se actualizará el firmware de los dispositivos involucrados a la versión más reciente.

6.3 Arquitectura de control. Nivel de proceso

6.3.1 Periferia distribuida de E/S CCM

Con el objeto de disminuir el cableado para el intercambio de señales ente el CCM y el cuadro de control, los CCM dispondrán de periferias distribuidas para el intercambio de señales. Las periferias serán de tipo ET200SP o similar, y tendrán las características que se describen en los siguientes apartados.

6.3.1.1 Características cabecera periferia distribuida.

La cabecera de la periferia distribuida tendrá las siguientes características:

- 2 puertos PROFINET.
- IM155-6PN/2 High Feature.
- 1 slot para HMI Bus Adapter.
- Máximo 64 módulos de periferia y 16 módulos ET 200AL o similar.
- Redundancia S2.
- Multi Hot swapping, 0,25ms modo isocrono.
- Incluido modulo servidor.
- Incluido adaptador de bus BA 2xRJ45.
- Incluido 2 conectores hembra RJ45 para Profinet.

6.3.1.2 Características tarjeta de entradas digitales periferia distribuida

Las tarjetas de entradas digitales para periferia distribuida tendrán, como mínimo, las siguientes características:

- 8 entradas digitales.
- DI 8x24 V DC High Feature, tipo de entrada 3 (IEC 61131).
- Entrada Sink, (PNP, sumidero).
- Adecuado para unidad base tipo de A0.
- Retardo a la entrada 0.05...20 ms.
- Diagnóstico de canal para: cortocircuito en la alimentación del sensor, rotura de hilo, tensión de alimentación, LED de fallo de canal.

6.3.1.3 Características tarjeta de salidas digitales periferia distribuida

Las tarjetas de salidas digitales para periferia distribuida tendrán, como mínimo, las siguientes características:

- 8 salidas digitales.
- Módulo de salida digital DQ 8x24 V DC/0.5 A High Feature.
- Salida Source PNP.
- Adecuado para unidad base tipo A0.
- Diagnóstico de canal para: cortocircuito y rotura de hilo, tensión de alimentación, LED de fallo de canal.

6.3.2 Listado de equipos de proceso

Se dispone del siguiente listado de equipos proporcionado, donde se describe el tipo de cubículo que dispondrá cada uno de ellos, así como la cantidad prevista de E/S para cada equipo.

Los equipos que dispongan de actuador con posibilidad de control de posición vía bus se comunicarán preferiblemente mediante Profinet o en su defecto Profibus.

SEÑALES CCM CENTRO DE DISTRIBUCIÓN		N.º Elementos	Tipo salida	SEÑALES PARA PLC CCM C. DISTRIBUCIÓN			
NOMBRE ELEMENTO				E/D	S/D	E/A	S/A
Soplante rotativa 1		1	VF-2	4	1	1	1
Soplante rotativa 2		1	VF-2	4	1	1	1
Bombas de agua de lavado		3	VF-2	12	3	3	3
Bomba servicios auxiliares		2	AE	8	2	-	-
Compresor Hydrovane		2	AE	8	2	-	-
Compuerta reparto 1		1	INVERSOR	7	2	0	0
Compuerta reparto 2		1	INVERSOR	7	2	0	0
Compuerta reparto 3		1	INVERSOR	7	2	0	0
Compuerta reparto 4		1	INVERSOR	7	2	0	0
Compuerta reparto 5		1	INVERSOR	7	2	0	0
Compuerta reparto 6		1	INVERSOR	7	2	0	0
Compuerta reparto 7		1	INVERSOR	7	2	0	0
Compuerta reparto 8		1	INVERSOR	7	2	0	0
Compuerta reparto 9		1	INVERSOR	7	2	0	0
Compuerta reparto 10		1	INVERSOR	7	2	0	0
Nuevo bombeo de agua industrial		1	FEEDER EXTRAIBLE	4	1	0	0
Varios		1	FIJA-2	7	2	0	0
Instrumentación							
Protecciones de equipos instrumentación		4		4	-	-	-
Medida de pH / Temperatura	Salida ETAP	1		1	-	1	-
Medida de conductividad	Salida ETAP	1		1	-	1	-
Medida de turbidez	Salida ETAP	1		1	-	1	-
Medida de cloro libre	Salida ETAP	1		1	-	1	-
TOTALES PLC CENTRO DE DISTRIBUCIÓN				125	32	9	5

Tabla 1. Listado de equipos y señales CCM Distribución

SEÑALES CCM REACTIVOS ACTUAL	N.º Elementos	Tipo salida	SEÑALES PARA PLC CCM REAC. ACTUAL			
NOMBRE ELEMENTO			E/D	S/D	E/A	S/A
Extractor almacén amoniaco	1	AD-1	4	1	-	-
Extractor cabinas	1	AD-1	4	1	-	-
Extractor cal	1	AD-1	4	1	-	-
Extractor sala clorito	1	AD-1	4	1	-	-
Polipasto almacén cloro/amoniaco	1	FEEDER EXTRAIBLE	7	2	0	0
Evaporadores de amoniaco	2	AD-1	8	2	-	-
Cuadro eléctrico / neumático del amoniaco	1	FEEDER EXTRAIBLE	2	0	0	0

Resto equipos amoniaco		1	FIJA-2	32	8	2	0
Bomba eyectora cloro y amoniaco		4	AD-2	16	4	-	-
Ventilador torre de neutralización		1	AD-2	4	1	-	-
Bomba de recirculación torre neutralización		1	AD-2	4	1	-	-
Bomba lechada de cal		4	AD-2	16	4	-	-
Agitador lechada de cal		2	AD-2	8	2	-	-
Tornillo dosificador cal en polvo		2	VF-1	8	2	2	2
Vibrador silo		2	AD-3	8	2	-	-
Filtro de mangas cal		1	FIJA-1	4	1	0	0
Bomba lechada carbón activo		2	AD-3	8	2	-	-
Tornillo dosificador carbón en polvo		1	VF-1	4	1	1	1
Agitador solución carbón activo		1	AD-2	4	1	-	-
Grupo de preparación de permanganato		1	FEEDER EXTRAIBLE	4	1	0	0
Bombas dosificadoras permanganato		3	VF-1	12	3	3	3
Grupo de preparación de almidón		1	FEEDER EXTRAIBLE	4	1	0	0
Bombas de Almidón		3	VF-1	12	3	3	3
Bomba de carga de Clorito		1	AD-2	4	1	-	-
Extractor carbón activo		1	AD-1	4	1	-	-
Varios		1	FIJA-2	7	2	0	0
Instrumentación							
Protecciones de equipos instrumentación		23		23	-	-	-
Detector de nivel en silos	Silos de cal	2		2	-	0	-
Sistema de pesaje	Silos de cal	2		8	-	2	-
Detector conexión manguera de llenado	Silos de cal	2		2	-	0	-
Detector inductivo	Aislamiento dosificador de cal	2		2	-	0	-
Medida de caudal en instalación de cal	Bombeo	2		4	-	2	-
Detector de nivel	Depósito preparación cal	2		2	-	0	-
Detector de nivel en silos	Carbón activo	1		1	-	0	-
Sistema de pesaje	Carbón activo	1		8	-	2	-
Detector conexión manguera de llenado	Carbón activo	1		1	-	0	-
Detector inductivo	Aislamiento dosificador de Carbón	1		1	-	0	-
Medida de caudal en instalación de carbón	Bombeo	1		2	-	1	-
Detector de nivel	Depósito preparación carbón	1		1	-	0	-
Medida de caudal permanganato	En tuberías de dosificación	2		4	-	2	-
Medida de caudal almidón	En tuberías de dosificación	2		4	-	2	-
Medida de caudal agua de arrastre	Agua de arrastre	1		2	-	1	-
TOTALES PLC REACTIVOS ACTUAL				263	49	23	9

Tabla 2. Listado de equipos y señales CCM Reactivos actual

SEÑALES CCM REACTIVOS NUEVO		N.º Elementos	Tipo salida	SEÑALES PARA PLC CCM REAC.NUEVO			
NOMBRE ELEMENTO				E/D	S/D	E/A	S/A
Evaporadores de cloro		2	AD-1	8	2	-	-
Cuadro eléctrico / neumático del cloro		1	FEEDER EXTRAIBLE	2	0	0	0
Resto equipos cloro y dióxido de cloro		1	FIJA-2	70	15	7	0
Bomba de carga de floculante		3	AD-2	12	3	-	-
Dosificación de policloruro		5	VF-1	20	5	5	5
Dosificación de Sulfato de alúmina		5	VF-1	20	5	5	5
Ventilador neutralización de cloro		1	AD-2	4	1	-	-
Bomba de recirculación neutralización		1	AD-2	4	1	-	-
Polipasto		1	FEEDER EXTRAIBLE	7	2	0	0
Extractor Sala Policloruro		1	AD-1	4	1	-	-
Extractor Cloración		2	AD-1	8	2	-	-
Extractor Cabinas		1	AD-1	4	1	-	-
Extractor sala CCM		1	AD-1	4	1	-	-
Varios		1	FIJA-2	7	2	0	0
Instrumentación							
Protecciones de equipos instrumentación		9		9	-	-	-
Medida de caudal de clorito	Entrada cabinas	1		2	-	1	-
Medida de caudal Sulfato	En tuberías de dosificación	2		4	-	2	-
Medida de caudal policloruro	En tuberías de dosificación	2		4	-	2	-
Medida de nivel	Depósito de almacenamiento	4		4	-	4	-
TOTALES PLC REACTIVOS NUEVO				197	41	26	10

Tabla 3. Listado de equipos y señales CCM Reactivos nuevo

SEÑALES CCM FILTROS (ALA DERECHA)		N.º Elementos	Tipo salida	SEÑALES PARA PLC CCM FILTROS(DERECHA)			
NOMBRE ELEMENTO				E/D	S/D	E/A	S/A
Turbina decantadores		3	AE	12	3	-	-
Puente decantadores		3	AD-2	12	3	-	-
Válvulas de entrada a decantadores		3	INVERSOR	21	6	0	0
Compuertas de entrada a filtros		12	INVERSOR	84	24	0	0
Compuertas de retirada de agua de lavado		12	INVERSOR	84	24	0	0
Válvula de salida de agua filtrada		12	FIJA-1	60	48	12	0
Válvula agua de lavado		12	INVERSOR	84	24	0	0
Válvulas de aire de lavado		12	FIJA-1	84	24	0	0
Bomba de arenas		1	AD-2	4	1	-	-
Tornillo desarenador		1	AD-2	4	1	-	-
Bomba de riego		1	AD-2	4	1	-	-
Varios		1	FIJA-2	7	2	0	0
Instrumentación							
Protecciones de equipos instrumentación		44		44	-	-	-
Medida caudal agua de lavado	Conducción agua de lavado	1		2	-	1	-
Medida de aire de lavado	Conducción aire de lavado	1		2	-	1	-
Medida de pH	Alimentación decantadores	1		1	-	1	-
Turbidez	Alimentación decantadores	1		1	-	1	-

Medida de turbidez	Decantadores	3		3	-	3	-
Medidor de nivel	Filtros	12		12	-	12	-
Medidor de nivel	Agua filtrada	1		1	-	1	-
Medidor de presión diferencial	Filtros	12		12	-	12	-
Turbidez	Filtros	12		12	-	12	-
TOTALES PLC DECANTACIÓN Y FILTROS ALA DERECHA				550	161	56	0

Tabla 4. Listado de equipos y señales CCM Filtros ala derecha

SEÑALES CCM FILTROS (ALA IZQUIERDA)		N.º Elementos	Tipo salida	SEÑALES PARA PLC CCM FILTROS(IZQ)			
NOMBRE ELEMENTO				E/D	S/D	E/A	S/A
Turbina decantadores		3	AE	12	3	-	-
Puente decantadores		3	AD-2	12	3	-	-
Válvulas de entrada a decantadores		3	INVERSOR	21	6	0	0
Compuertas de entrada a filtros		12	INVERSOR	84	24	0	0
Compuertas de retirada de agua de lavado		12	INVERSOR	84	24	0	0
Válvula de salida de agua filtrada		12	FIJA-1	60	48	12	0
Válvula agua de lavado		12	INVERSOR	84	24	0	0
Válvulas de aire de lavado		12	FIJA-1	84	24	0	0
Bomba de arenas		1	AD-2	4	1	-	-
Tornillo desarenador		1	AD-2	4	1	-	-
Varios		1	FIJA-2	7	2	0	0
Instrumentación							
Protecciones de equipos instrumentación		44		44			
Medida caudal agua de lavado	Conducción agua de lavado	1		2	-	1	-
Medida de aire de lavado	Conducción aire de lavado	1		2	-	1	-
Medida de pH	Alimentación decantadores	1		1	-	1	-
Turbidez	Alimentación decantadores	1		1	-	1	-
Medida de turbidez	Decantadores	3		3	-	3	-
Medidor de nivel	Filtros	12		12	-	12	-
Medidor de nivel	Agua filtrada	1		1	-	1	-
Medidor de presión diferencial	Filtros	12		12	-	12	-
Turbidez	Filtros	12		12	-	12	-
TOTALES PLC DECANTACIÓN Y FILTROS ALA IZQUIERDA				546	160	56	0

Tabla 5. Listado de equipos y señales CCM Filtros ala izquierda

AMPLIACIÓN SEÑALES CCM FANGOS	N.º Elementos	Tipo salida	SEÑALES PARA PLC FANGOS			
NOMBRE ELEMENTO			E/D	S/D	E/A	S/A

Válvulas cámara de fangos dec.	1	INVERSOR	7	2	0	0
Bombeo a decantación lamelar	5	VF-2	20	5	5	5
Agitador entrada espesadores	1	AD-2	4	1	-	-
Espesadores	2	AD-2	8	2	-	-
Bombeo de purgas espesadores	3	VF-2	12	3	3	3
Polipastos	2	FEEDER EXTRAÍBLE	14	4	0	0
Varios	1	FIIJA-2	7	2	0	0
Instrumentación						
Protecciones equipos instrumentación	8		8	-	-	-
Medida caudal entrada decantadores lamelares	Conducciones	2	4	-	2	-
Medida caudal purgas nuevos espesadores	Conducciones	2	4	-	2	-
Medida de caudal	Fangos espesados	1	2	-	1	-
Medida de nivel en espesadores	Espesadores	2	2	-	2	-
Medida de caudal floculante a espesados	Conducción	1	2	-	1	-

TOTALES AMPLIACIÓN PLC FANGOS	94	19	16	8
TOTALES FANGOS EXISTENTE	240	128	22	24

TOTALES PLC FANGOS	334	147	38	32
---------------------------	------------	------------	-----------	-----------

Tabla 6 Listado de equipos y señales CCM Fangos

6.3.3 Estimación de hardware de E/S

Del total de señales mostradas en las tablas anteriores, parte se cablearán a las periferias instaladas en los CCM y otras irán directamente a las tarjetas de E/S del PLC en el cuadro de control. Para estimar la cantidad de tarjetas de periferia por CCM, se ha tenido en cuenta las señales digitales de entrada y salida de todos los cubículos, excepto los de tipo “fija”, mientras que, para estimar la cantidad de tarjetas de PLC, se ha tenido en cuenta todas las señales analógicas de entrada y salida, así como las señales de los equipos alimentados mediante salida “fija”. A esa estimación, se ha añadido un 25% de reserva.

Para calcular la cantidad de periferias necesarias, se ha realizado una estimación de columnas por CCM en función del número de equipos y su potencia, contemplando una periferia por columna. No obstante, la distribución de periferias en cada CCM se definirá en la ingeniería de detalle.

El CCM de fangos al ser un CCM que no será sustituido, no se prevé la instalación de periferias salvo en las nuevas columnas que se vayan a instalar. En consecuencia, las señales del actual CCM se recogerán directamente en el cuadro de control mediante tarjetas de E/S del PLC.

	SEÑALES TOTALES				SEÑALES PERIFERIA		SEÑALES CUADRO CONTROL			
	ED	SD	EA	SA	ED	SD	ED	SD	EA	SA
Distribución	125	32	9	5	110	30	15	2	9	5
Reactivos actual	263	49	23	9	157	38	106	11	23	9
Reactivos nuevo	197	41	26	10	97	24	100	17	26	10

Filtros derecha	550	161	56	0	309	87	241	74	56	0
Filtros izquierda	546	160	56	0	305	86	241	74	56	0
Fangos	334	147	38	32	65	17	269	130	38	32

Tabla 7. Distribución de señales

	SEÑALES TOTALES + 25% reserva				SEÑALES PERIFERIA + 25% reserva		SEÑALES CUADRO CONTROL + 25% reserva			
	ED	SD	EA	SA	ED	SD	ED	SD	EA	SA
Distribución	157	40	12	7	138	38	19	3	12	7
Reactivos actual	329	62	29	12	197	48	133	14	29	12
Reactivos nuevo	247	52	33	13	122	30	125	22	33	13
Filtros derecha	688	202	70	0	387	109	302	93	70	0
Filtros izquierda	683	200	70	0	382	108	302	93	70	0
Fangos	418	184	48	40	82	22	337	163	48	40

Tabla 8. Distribución de señales + 25% reserva

	PERIFERIAS			CUADRO CONTROL			
	Cabeceras	Tarjetas ED (8ED)	Tarjetas SD (8SD)	Tarjetas ED (32ED)	Tarjetas SD (32SD)	Tarjetas EA (8EA)	Tarjetas SA (8SA)
Distribución	4	24	8	1	1	2	1
Reactivos actual	5	30	10	5	1	4	2
Reactivos nuevo	4	24	8	4	1	4	2
Filtros derecha	8	64	16	9	3	8	1
Filtros izquierda	8	64	16	9	3	8	1
Fangos	2	16	4	10	5	6	5

Tabla 9. Estimación de hardware de E/S

6.3.4 Instrumentación

La prioridad de integración de la instrumentación de campo será siempre a través de comunicación Profinet o en su defecto Profibus PA. En el caso de que la instrumentación no se pueda comunicar por ninguna de estas redes, éstos se conectarán vía señales analógicas 4...20mA.

Para la centralización de instrumentación con posibilidad de comunicación Profibus PA, se instalará una interfaz tipo CFU Profinet/Profibus PA, que permita recoger hasta 8 instrumentos. Esta interfaz tiene que disponer de dos puertos Profinet que permitan integrar los equipos en el anillo de dispositivo, aumentando de esta forma la disponibilidad.

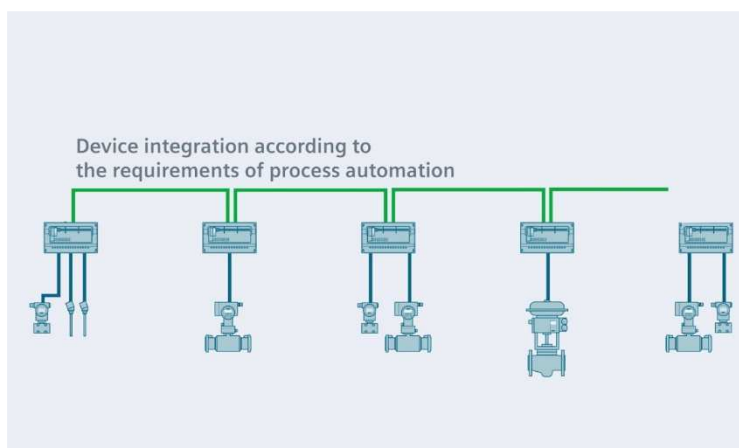


Ilustración 5. Unidad de comunicación de Instrumentación

La alimentación de la instrumentación estará asegura mediante SAI.

En cualquiera de los casos se deberá proveer del material necesario para el correcto funcionamiento y protección de los equipos, el tendido para señal analógica o cable de comunicación, soportes, mástiles, cuadros de intemperie para electrónica, etc.

En las siguientes tablas se describe la relación de instrumentos existentes y de nueva instalación que dispondrá la planta:

N.º DE CIRCUITO	DESIGNACIÓN DE LA MEDIDA	SITUACIÓN	N.º DE UD	INDICADOR DIGITAL	TOTALIZADOR	OBSERVACIONES	E/D	E/A
CENTRO DE DISTRIBUCIÓN			4				4	4
I1	Medida de pH / Temperatura	Salida ETAP	1	SI	NO		1	1
I2	Medida de conductividad	Salida ETAP	1	SI	NO		1	1
I3	Medida de turbidez	Salida ETAP	1	SI	NO		1	1
I4	Medida de cloro libre	Salida ETAP	1	SI	NO		1	1

Tabla 10. Instrumentación Centro de Distribución

N.º DE CIRCUITO	DESIGNACIÓN DE LA MEDIDA	SITUACIÓN	N.º DE UD	INDICADOR DIGITAL	TOTALIZADOR	OBSERVACIONES	E/D	E/A
REACTIVOS ACTUAL			23				40	11
I5	Detector de nivel en silos	Silos de cal	2	NO	NO	Existente	2	
I6	Sistema de pesaje	Silos de cal	2	SI	NO	Existente	8	2
I7	Detector conexión manguera de llenado	Silos de cal	2	NO	NO	Existente	2	
I8	Detector inductivo	Aislamiento dosificador de cal	2	NO	NO	Existente	2	
I9	Medida de caudal en instalación de cal	Bombeo	2	SI	SI	Electromagnético	4	2
I10	Detector de nivel	Depósito preparación cal	2	NO	NO	Existente	2	

I11	Detector de nivel en silos	Carbón activo	1	NO	NO	Existente	1	
I12	Sistema de pesaje	Carbón activo	1	SI	NO	Existente	4	1
I13	Detector conexión manguera de llenado	Carbón activo	1	NO	NO	Existente	1	
I14	Detector inductivo	Aislamiento dosificador de carbón	1	NO	NO	Existente	1	
I15	Medida de caudal en instalación de carbón	Bombeo	1	SI	SI	Electromagnético	2	1
I16	Detector de nivel	Depósito preparación carbón	1	NO	NO	Existente	1	
I17	Medida de caudal permanganato	En tuberías de dosificación	2	SI	SI	Electromagnético Ø32	4	2
I18	Medida de caudal almidón	En tuberías de dosificación	2	SI	SI	Electromagnético Ø32	4	2
I19	Medida de caudal agua de arrastre	Agua de arrastre	1	SI	SI	Electromagnético Ø80	2	1

Tabla 11. Instrumentación Reactivos Edificio Actual

N.º DE CIRCUITO	DESIGNACIÓN DE LA MEDIDA	SITUACIÓN	N.º DE UD	INDICADOR DIGITAL	TOTALIZADOR	OBSERVACIONES	E/D	E/A
EDIFICIO NUEVO DE REACTIVOS			9				14	9
I20	Medidor de caudal de clorito	Entrada cabinas	1	SI	SI	Electromagnético Ø32	2	1
I21	Medida de caudal Sulfato	En tuberías de dosificación	2	SI	SI	Electromagnético Ø32	4	2
I22	Medida de caudal policloruro	En tuberías de dosificación	2	SI	SI	Electromagnético Ø32	4	2
I23	Medida de nivel	Depósitos de almacenamiento	4	SI	NO	Radar	4	4

Tabla 12. Instrumentación Reactivos Edificio Nuevo

N.º DE CIRCUITO	DESIGNACIÓN DE LA MEDIDA	SITUACIÓN	N.º DE UD	INDICADOR DIGITAL	TOTALIZADOR	OBSERVACIONES	E/D	E/A
DECANTACIÓN Y BATERÍA DE FILTROS (ALA DERECHA)			44				46	44
I24	Medidor caudal agua de lavado	Conducción agua de lavado	1	SI	SI	Electromagnético	2	1
I25	Medida de aire de lavado	Conducción aire de lavado	1	SI	SI	Inserción	2	1
I26	Medida de pH	Alimentación decantadores	1	SI	NO		1	1
I27	Turbidez	Alimentación decantadores	1	SI	NO		1	1
I28	Medida de turbidez	Decantadores	3	SI	NO		3	3
I29	Medidor de nivel	Filtros	12	SI	NO	Radar	12	12
I30	Medidor de nivel	Agua filtrada	1	SI	NO	Radar	1	1
I31	Medidor de presión diferencial	Filtros	12	SI	NO	Radar	12	12
I32	Turbidez	Filtros	12	SI	NO		12	12

Tabla 13. Instrumentación Decantación y filtros ala derecha

N.º DE CIRCUITO	DESIGNACIÓN DE LA MEDIDA	SITUACIÓN	N.º DE UD	INDICADOR DIGITAL	TOTALIZADOR	OBSERVACIONES	E/D	E/A
-----------------	--------------------------	-----------	-----------	-------------------	-------------	---------------	-----	-----

DECANTACIÓN Y BATERÍA DE FILTROS (ALA IZQUIERDA)							44	46	44
I33	Medidor caudal agua de lavado	Conducción agua de lavado	1	SI	SI	Electromagnético	2	1	
I34	Medida de aire de lavado	Conducción aire de lavado	1	SI	SI	Inserción	2	1	
I35	Medida de pH	Alimentación decantadores	1	SI	NO		1	1	
I36	Turbidez	Alimentación decantadores	1	SI	NO		1	1	
I37	Medida de turbidez	Decantadores	3	SI	NO		3	3	
I38	Medidor de nivel	Filtros	12	SI	NO	Radar	12	12	
I39	Medidor de nivel	Agua filtrada	1	SI	NO	Radar	1	1	
I40	Medidor de presión diferencial	Filtros	12	SI	NO	Radar	12	12	
I41	Turbidez	Filtros	12	SI	NO		12	12	

Tabla 14. Instrumentación Decantación y filtros ala izquierda

N.º DE CIRCUITO	DESIGNACIÓN DE LA MEDIDA	SITUACIÓN	N.º DE UD	INDICADOR DIGITAL	TOTALIZADOR	OBSERVACIONES	E/D	E/A
<u>AMPLIACIÓN DE FANGOS</u>								
			8				14	8
I42	Medidor caudal entrada decantadores lamelares	Conducciones	2	SI	SI	Electromagnético	4	2
I43	Medida de caudal purgas nuevos espesadores	Conducciones	2	SI	SI	Electromagnético	4	2
I44	Medida de caudal	Fangos espesados	1	SI	SI	Electromagnético Ø80	2	1
I45	Medida de nivel en espesadores	Espesadores	2	SI	NO	Radar	2	2
I46	Medida de caudal floculante a espesados	Conducción	1	SI	SI	Electromagnético	2	1

Tabla 15. Instrumentación Ampliación de Fangos

6.3.5 Electrónica de potencia

Cumplirán con lo especificado en las fichas técnicas E.T. 3422, E.T. 3423 y E.T.3424.

Todo equipo de electrónica de potencia ya sea un variador o arrancador irá ubicado en una envolvente según E.T. 3323.

La comunicación de los variadores y arrancadores con el sistema de control se realizará preferiblemente mediante comunicación Profinet. Para ello se instalará en el cuadro de electrónica de potencia tantos Switch de comunicaciones industriales como sean necesarios.

6.3.5.1 Características Switch cuadros de electrónica de potencia

Las características del Switch tipo XC-208 o similar para comunicar la electrónica de potencia, tendrá como mínimo, las siguientes características:

- 8 puertos RJ45 10/100 Mbits/s.
- 1 puerto de consola.
- LED de diagnóstico.

- Alimentación redundante.
- Rango de temperatura de -40°C a $+70^{\circ}\text{C}$.
- Montaje: perfil DIN/soporte PLC/pared.
- Funciones de redundancia Office características (RSTP, VLAN,).
- Dispositivo PROFINET IO.
- Conforme con Ethernet/IP.
- C-PLUG.

6.3.6 Analizadores de redes

El consumo eléctrico de la planta debe ser monitorizado. Para ello se propone la instalación de analizadores de redes eléctricas tanto en el cuadro general de distribución como en cada CCM. Cada analizador será integrado en el PLC del CCM correspondiente y preferiblemente mediante comunicación Profinet, permitiendo de esta forma, la monitorización y registro de datos en el sistema de control.

El analizador deberá proporcionar al menos las siguientes medidas:

Medida	Unidad
Tensión UL1-L2	V
Tensión UL2-L3	V
Tensión UL3-L1	V
Corriente L1	A
Corriente L2	A
Corriente L3	A
THD-R en tensión L1	%
THD-R en tensión L2	%
THD-R en tensión L3	%
THD-R en corriente L1	%
THD-R en corriente L2	%
THD-R en corriente L3	%
Frecuencia	HZ
Tensión media UL-L	V
Corriente media	A
Potencia activa total	W
Potencia reactiva total	Var
Factor de potencia	
Energía activa importada, tarifa 1	Wh
Energía reactiva importada, tarifa 1	Varh

Tabla 16. Medidas analizadores de redes

6.3.7 Características cableado

6.3.7.1 Señales digitales interior

Las características de los cables de señales digitales para instalación en interiores se ajustarán a lo indicado en la ficha de especificaciones técnicas eléctrica E.T. 3006-A.

6.3.7.2 Señales digitales exterior

Las características de los cables de señales digitales para instalación en exteriores se ajustarán a lo indicado en la ficha de especificaciones técnicas eléctrica E.T. 3006-B.

6.3.7.3 Señales analógicas interior

Las características de los cables de señales analógicas para instalación en interiores se ajustarán a lo indicado en la ficha de especificaciones técnicas eléctrica E.T. 3006-C.

6.3.7.4 Señales analógicas exterior

Las características de los cables de señales analógicas para instalación en exteriores se ajustarán a lo indicado en la ficha de especificaciones técnicas eléctrica E.T. 3006-D.

6.3.7.5 Cableado Ethernet

Cableado Industrial Ethernet estándar para uso universal, FC TP, GP 2x2, par trenzado para Conexión a IE FC RJ45 2x2, 4 hilos, apantallado categoría 5E. Los conectores RJ45 (10/100 Mbits/s) dispondrán de caja de metal robusta.

7. DEFINICIÓN DE LÓGICAS DE FUNCIONAMIENTO

Las lógicas de funcionamiento serán definidas y aprobadas por Canal de Isabel II previamente a la ejecución. El adjudicatario programará el sistema de control siguiendo las directrices que en ellas se indiquen.

El sistema de control dispondrá de la siguiente jerarquía de funcionamiento:

- Funcionamiento remoto automático: Se define este modo de funcionamiento como aquel en el que el PLC, mediante sus lógicas programadas, es el que establece el control de los equipos involucrados. Aunque el PLC pueda ser autónomo en este funcionamiento, desde los interfaces de operador (HMI y/o SCADA) se podrá observar el comportamiento del sistema, así como parametrizarlo para ajustar su respuesta.
- Funcionamiento remoto manual: Se define este modo de funcionamiento como aquel en el que el PLC gobierna los equipos involucrados, pero recibiendo órdenes de marcha/paro desde alguno de los interfaces de operador, ya sea el HMI local o el SCADA existente en la sala de control de la planta. En este caso y ya que las órdenes se siguen dando desde el PLC local, se respetan los enclavamientos tanto lógicos como físicos que se hayan definido, pero se ignoran las lógicas de proceso de funcionamiento automático.
- Funcionamiento local: Se define este modo de funcionamiento como aquel que es efectuado por el personal de explotación de planta, accionando los dispositivos existentes a pie de máquina, normalmente mediante botoneras de marcha/paro. En este caso, las órdenes a los equipos son proporcionadas directamente mediante los

accionamientos eléctricos correspondientes, respetándose únicamente aquellos enclavamientos cableados (no así los lógicos existentes en los PLC). En cualquier caso, el estado de funcionamiento de los equipos y las estadísticas correspondientes se recogen en el PLC y se transmiten al sistema de supervisión para su visualización y almacenamiento.

La forma de conmutar entre los distintos modos de funcionamiento es la que se indica a continuación:

- Conmutación local-remoto: Se lleva a cabo para cada equipo a través de un selector ubicado normalmente a pie de máquina (en ocasiones también en el cuadro de control o en el CCM). En general, el mismo selector sirve para establecer el modo y además para arrancar y detener el equipo en modo local, ya que el selector dispone de tres posiciones: local (arranque en modo local), 0 (paro en modo local) y remoto (funcionamiento remoto).
- Conmutación manual-automático: Estos modos se definen una vez el equipo se encuentra en modo remoto. La selección se lleva a cabo desde el HMI o SCADA por medio de un selector, que normalmente se encuentra en la pantalla de diálogo del equipo.

8. DESARROLLO SOFTWARE

El desarrollo de las aplicaciones software será implementado por el adjudicatario, de acuerdo con el estándar de programación facilitado por Canal de Isabel II, y con las lógicas de funcionamiento previamente definidas y aprobadas. El desarrollo dispondrá de una lógica de programación basada en bloques/objetos, que mediante la implementación de E/S permita la construcción de secuencias de proceso.

Antes de la puesta en servicio del software, todas las lógicas de funcionamiento deberán ser simuladas con la supervisión de personal de Canal de Isabel II, verificando el funcionamiento correcto de todas las secuencias bajo condiciones de proceso, además de los correspondientes modos de fallo de cada una de ellas.

9. PLATAFORMA DE SIMULACIÓN DE PROCESO. GEMELO DIGITAL

El proyecto incluirá una plataforma de simulación de proceso SIMIT que, mediante controladores virtuales, permita simular el comportamiento dinámico del equipamiento de proceso (instrumentación, bombas, compuertas, válvulas, etc.), así como desarrollar secuencias de proceso.

La plataforma de simulación debe permitir la interacción con controladores reales, garantizando de esta forma, la posibilidad de realizar escenarios hipotéticos que permitan validar el modelo, entrenar a los operadores ante diferentes circunstancias u optimizar el funcionamiento de la planta.

El sistema debe permitir la utilización de controladores virtuales tipo PLCSIM Advance y controladores reales conectados vía Profinet o Profibus. Además, ha de disponer de Interfaces OPC o memoria compartida, para permitir la conexión con otros software de simulación u otros sistemas externos.

Se ha de incluir los controladores virtuales necesarios que serán considerados como el “Gemelo Digital” de la ETAP. Los controladores software han de permitir testear funcionalidades como: lazos de regulación, enclavamientos, alarmas, secuencias, pantallas de operación, etc.

La plataforma de simulación ha de tener al menos los siguientes componentes:

- Paquete de ingeniería SIMIT con las siguientes funcionalidades:
 - o Diferentes posibilidades de acoplamiento: SIMIT Unit, Virtual Controller, PLCSIM Advanced, OPC, Memoria compartida.
 - o Librería estándar.
 - o Scripting, Curvas y Mensajes, Editor de Macros, Gráficos dinámicos 2D, Visor 3D formato VRML.
 - o Generación automática del modelo de simulación a nivel de sensores/actuadores mediante ficheros Excel/IEA/importación de CMT.
 - o Tiempo virtual y Snapshots.
- Paquete de instalación del software de simulación SIMIT.
- USB para la licencia.
- Portador de la licencia SIMIT.
- Librería Flownet: Librería de proceso que permite construir modelos mediante esquemas P&ID. Permite simular redes de tuberías con un único estado (líquido o gas) incluyendo presión, temperatura y caudal.
- PLCSIM Advanced: Controlador virtual para simular un PLC y todas sus funciones.
- Editor de Componentes Tipo (CTE): Opción que permite crear, mediante un lenguaje de alto nivel, nuevos componentes de simulación para utilizar en el proyecto. Del mismo modo, permite modificar el código que define el comportamiento de los bloques de la librería Flownet para adaptarlos en función de las necesidades del usuario.

La plataforma de simulación de la ETAP de Torrelaguna estará implementada en un PC Industrial tipo IPC847E con las características que se muestran en el siguiente apartado.

9.1.1.1 Características PC industrial SIMIT

El PC industrial tipo IPC647E para la plataforma de simulación SIMIT, dispondrá como mínimo, las siguientes características:

- Tipo rack 19”.
- 2x Gbit Ethernet (IE/PN), RJ45.
- Puertos: como mínimo 1xDVI-I, 2xDisplayPort, 1xCOM 1, 2xPS/2, 4xUSB 3.0, incl. 1 interno, 3xUSB 2.0.
- Vigilancia de temperatura y ventiladores.

- Watchdog, inmovilizador de tarjeta.
- Core i7-8700 (6C/12T, 3.2 (4.6) GHz, 12 MB de caché, TB, VT-d, AMT o superior.
- Tarjeta 2 slots: 1x PCIe x16 (16 L), 1x PCIe x16 (4 L).
- 960 GB SSD 2.5" SATA o superior.
- Carcasa con soporte de unidad Tipo A (para unidades extraíbles frontales).
- Interfaz COM2.
- 2 unidades redundantes de 100/240 V AC como fuente de alimentación industrial.
- 32 GB DDR4 SDRAM (2x16 GB), Dual Channel o superior.
- 512 GB SSD M.2 NVMe (slot M.2 ocupado) o superior.
- Windows10 Enterprise 2019 LTSC, MUI (ES), 64 bits o superior.

10. ALCANCE

Las actividades fundamentales que componen como mínimo el alcance de este anejo, son los siguientes:

10.1 Replanteo de la instalación

Previamente al inicio de los trabajos se procederá a la realización de las respectivas visitas de replanteo a la instalación objeto del contrato, con el fin de dilucidar y establecer de forma definitiva, las actuaciones que es preciso llevar a cabo. Tras las visitas, el adjudicatario elaborará un informe de replanteo con la definición de los trabajos a realizar.

10.2 Planificación

Tras los replanteos y establecimientos de las actuaciones definitivas, el adjudicatario realizará una planificación detallada y concreta para la realización de los trabajos incluidos en el alcance del proyecto. Esta planificación, se consensuará con el personal de explotación de la planta y con la dirección facultativa que Canal de Isabel II disponga al efecto, aunque siempre enmarcada en los plazos globales definidos en el proyecto. La planificación detallará cada una de las tareas, enmarcándolas en un espacio temporal concreto e indicando los recursos que se dispondrán para la realización de las actividades.

10.3 Ingeniería de detalle

El adjudicatario elaborará la ingeniería de detalle de todos los elementos que sea preciso fabricar o reformar, como cuadros de control, cuadros para alojar el sistema SCADA, cuadros de variadores y/o arrancadores, etc. En ningún caso, se podrá proceder a la fabricación de armario alguno o actuación en planta, hasta que no se apruebe, tanto el diseño como la actuación, así como los materiales utilizados en la fabricación (memoria de calidades), todo ello por la dirección facultativa que Canal de Isabel II destine al efecto. La ingeniería de detalle incluye la elaboración de planos constructivos y de ubicación, así como esquemas unifilares y multifilares en la parte eléctrica. En el caso de las comunicaciones, los tendidos de cable de cobre o fibra óptica necesarios para componer la red de planta.

10.4 Suministro de equipos

En el alcance del proyecto el adjudicatario deberá suministrar diverso equipamiento, bien independiente, bien como componente para la fabricación de otros subproductos (como cuadros de control, por ejemplo). Previamente al suministro, será preciso que Canal de Isabel II, a través de su dirección facultativa, apruebe los equipos y materiales que el adjudicatario suministrará.

10.5 Fabricación

Se contempla la fabricación de múltiples cuadros eléctricos para diversos propósitos (cuadros de control, armarios para el sistema SCADA, armarios de electrónica de potencia, etc.). Estos cuadros se fabricarán de acuerdo con la ingeniería de detalle y materiales previamente aprobados por Canal de Isabel II.

10.6 Instalación

Todos los elementos que el adjudicatario fabrique deberán ser instalados en planta. Además, es preciso llevar a cabo múltiples tareas de instalación, con el objeto de que todos los sistemas trabajen perfectamente coordinados para la consecución del fin último del proyecto. En líneas generales, algunas de las tareas son:

- Desmontaje de los cuadros de control existentes, así como el montaje y conexionado de los nuevos cuadros. El adjudicatario deberá incluir cualquier medio auxiliar necesario para mantener en servicio un número mínimo de equipos en planta, durante la sustitución de los cuadros de control de forma que no se afecte a la operación habitual de la planta.
- Identificación de señales en cuadros de control o CCMs existentes, comprendiendo tanto las señales de mando y maniobra de los motores (confirmación de marcha, automático, defecto, orden de marcha, etc.) como las señales digitales de campo, tales como boyas de nivel o finales de carrera. Etiquetado de las mismas.
- Trabajos de identificación de señales analógicas de instrumentación, retranqueo de líneas, conexionado en el nuevo cuadro de control y sus correspondientes protecciones. Etiquetado de las mismas.
- Instalación de equipos de instrumentación de campo y medios auxiliares necesarios para su correcto funcionamiento, como puede ser la alimentación eléctrica del mismo, así como el tendido para señal analógica o cable de comunicación. Además de lo anterior, se instalará cualquier medio auxiliar necesario para su correcta instalación, tales como soportes, mástiles, cuadros de intemperie para electrónica, etc.
- Tendido de nuevas mangueras de señales entre el cuadro de control y CCM y/o comunicación de las diferentes periferias distribuidas instaladas en el CCM.
- Instalación de nuevas canalizaciones o sustitución de otras deterioradas según la ingeniería de detalle.
- Instalación de tendido de fibra óptica bajo canalización, uniando los repartidores ópticos de cada uno de los cuadros de control y comunicaciones, e incluyendo los pig-tail y latiguillos necesarios, todo ello según ingeniería de detalle. Certificación mediante pruebas reflectométricas que garanticen los parámetros mínimos de calidad.

- Instalación de tendido de cable Ethernet industrial u otro tipo de bus para la comunicación de los diferentes dispositivos que así lo requieran, según ingeniería de detalle. Se realizarán las pruebas necesarias que garanticen los parámetros mínimos de calidad.

10.7 Programación

Uno de los principales objetivos del proyecto es el funcionamiento en modo automático, fundamentalmente de todos los activos de la instalación. Para llevar a cabo dicho objetivo, el adjudicatario programará unas lógicas de proceso previamente definidas y aprobadas por Canal de Isabel II. Además de las lógicas de proceso, Canal de Isabel II proporcionará al adjudicatario un estándar de programación que se deberá utilizar con el fin de conseguir el funcionamiento de acuerdo con las lógicas de proceso.

10.7.1 PLC

Programación de cada uno de los PLC de acuerdo con el estándar de programación y según análisis funcional aprobado por Canal de Isabel II.

10.7.2 HMI

Programación de interfaz de operador HMI de acuerdo con el estándar de programación y según análisis funcional aprobado por Canal de Isabel II.

10.7.3 SCADA

Programación de sistema SCADA de acuerdo con el estándar de programación y según análisis funcional aprobado por Canal de Isabel II.

Los interfaces de supervisión y operación tanto HMI como SCADA, se compondrán de una serie de pantallas representativas del proceso cuya estructura constará como mínimo de los siguientes componentes:

- Gestión de usuario con control de acceso mediante usuario y contraseña.
- Pantalla principal: Se presentará una vista general del proceso, dividida en las diferentes fases a semejanza de los cuadros sinópticos existentes en la planta.
- Pantalla Sinóptico: Se representará un sinóptico general con todos los elementos de la planta; si por tamaño de la planta estos elementos no entran en una sola ventana, se podrán representar en dos ventanas.
- Pantalla por cada uno de los procesos accesible desde la principal.
- Cuadros de diálogo o faceplates de cada uno de los objetos.
- Pantallas de consignas.
- Pantalla de representación de tendencias.
- Pantalla de generación de informes.
- Pantalla general de alarmas.

- Pantallas de mantenimiento: Sistema eléctrico, red de comunicaciones, listado de motores con número de horas de funcionamiento y maniobras tanto parciales como totales, listado de analógicas con totalizadores medido y calculado, pantalla de PLCs con acceso a información de tarjetas de E/S para la comprobación de estados de las señales, configuración de fecha y hora.

10.7.4 Programación del PLC concentrador de planta y/o dispositivos involucrados en el telecontrol y *cloud*.

El PLC concentrador tiene como propósito fundamental la comunicación entre la planta y el CDC para llevar a cabo la supervisión y control remoto de la instalación. Además de lo anterior, será el elemento que sirva los datos al *cloud*. El PLC concentrador dispondrá de acceso a la red de control de la planta y actuará como pasarela entre el Front-End de comunicaciones y los PLCs de campo, y entre el *cloud* y los PLCs de campo. Desempeña dos funciones básicas:

- Adquisición de datos de proceso de los PLCs de campo.
- Comunicación con el Front-End y el *cloud*.

El funcionamiento general del concentrador de planta está basado en recoger los mapas de memoria de los PLCs de proceso y almacenar su información en base a una serie de estructuras de datos estandarizadas (UDT). Esta información es monitorizada y enviada a los Front-End de Telecontrol y al *cloud*.

El adjudicatario deberá desarrollar la programación del PLC según el estándar de Canal de Isabel II, incluyendo la recepción de los datos con el CDC y el *cloud*.

10.8 Pruebas y puesta en servicio

Además de los suministros, fabricación, desarrollo e instalación, es preciso llevar a cabo pruebas y la puesta en servicio completa que permita que todos los activos dispuestos, trabajen coordinadamente con objeto de llevar a cabo la automatización de los procesos involucrados, y el control remoto desde el CDC de Canal de Isabel II. Para asegurar un buen resultado de las pruebas del software de PLC, HMI y SCADA, y minimizar los tiempos de la puesta en servicio, disminuyendo asimismo las afecciones al normal funcionamiento de la planta, se realizarán unas pruebas FAT en oficina y unas pruebas SAT en la propia instalación.

- **Pruebas FAT:** Las pruebas FAT se realizarán en oficina y permitirán la prueba en entorno controlado del sistema de control. Para ello se replicará el sistema de control de la planta y se simularán los procesos. Estas pruebas se realizarán y validarán 100% sobre el "Gemelo Digital", realizando un modelo que permita simular todas las secuencias de proceso definidas. Las pruebas se realizarán en presencia de la dirección facultativa de Canal de Isabel II.
- **Pruebas SAT:** Las pruebas SAT se realizarán en la propia instalación y representarán la prueba completa de los subprocesos de la planta y el proceso completo. La última de las pruebas SAT que se realizará en cada planta será el funcionamiento sin incidencia en el sistema de control durante un periodo ininterrumpido de 24 horas.

Las pruebas incluirán como mínimo:

- Hardware.

- Software.
- Rendimiento del sistema.
- Pantallas del SCADA y HMI.
- Secuencias de proceso.
- Informes.
- Alarmas y averías del sistema.
- Comunicaciones e integración.

En ambos casos, el adjudicatario elaborará un documento de pruebas indicando para cada prueba parcial, al menos lo siguiente:

- **Prueba que se realizará:** Se describirá la prueba particular que es preciso realizar para comprobar el buen funcionamiento de la programación desarrollada.
- **Resultado esperado:** Se describe la respuesta que debe resultar como producto de la realización de la prueba.
- **Fecha de la prueba:** Se indica la fecha en la que se realiza la prueba.
- **Casilla de verificación (pasa/no pasa):** En la casilla de verificación de pasa/no pasa, se indica si el resultado de la prueba ha sido satisfactorio. En caso de que no lo sea, será preciso volver a realizar la prueba una vez subsanado el defecto, indicando la acción correctora llevada a cabo.
- **Observaciones:** En este apartado se indican las observaciones que apliquen, si es el caso, a la prueba realizada.

Para aquellos defectos que se detecten, la dirección facultativa dará un plazo máximo de resolución.

Además de las pruebas que se realicen para verificar que las lógicas de proceso se llevan a cabo adecuadamente, se procederá a la realización de las siguientes tareas de puesta en servicio:

10.8.1 Tarado de protecciones eléctricas

En función de las características de los equipos a los que protejan.

10.8.2 Ajuste y configuración de la electrónica de potencia

Para el adecuado control de diversos motores de la planta, es preciso ajustar y configurar los parámetros de funcionamiento de los variadores de frecuencia y los arrancadores estáticos. Se deberán configurar en función de las características de los motores, rampas de arranque y de parada, tiempos que se deben mantener ciertas condiciones anómalas hasta provocar fallos o intensidades máximas, etc. Una vez finalizada la ejecución de los trabajos, el adjudicatario del contrato deberá entregar como parte de la documentación final de obra, documentos que recojan los valores parametrizados durante la puesta en marcha en cada uno de los equipos,

incluso archivos de configuración en formato fuente, de forma que se facilite el posterior mantenimiento de la instalación.

10.8.3 Configuración del equipamiento de comunicaciones

Para permitir la comunicación entre los elementos de control de alto nivel (PLC, HMI, SCADA) así como cualquier otro elemento comunicable (analizadores de redes, electrónicas de potencia, instrumentación y otros) es preciso realizar el direccionamiento y ajuste de las redes de comunicación siguiendo las indicaciones de Canal de Isabel II.

10.8.4 Parametrización de secuencias de funcionamiento

Una vez programadas las secuencias de funcionamiento e implantadas en los PLC, HMI y SCADA, es preciso parametrizarlas para adecuarlas a la realidad de los procesos, y responder a los requisitos de explotación. Salvo en casos excepcionales, el ajuste de parámetros de control se llevará a cabo desde HMI o SCADA a través de las pantallas de consignas y faceplates de los elementos básicos de control.

Ninguna de las pruebas interferirá en el correcto funcionamiento de la instalación.

10.9 Implantación de tecnologías digitales

Se llevará a cabo la implantación de tecnologías digitales con el fin de optimizar los procesos operáticos y generar nuevos servicios e información que aporten un valor añadido y contribuyan a la transformación digital de Canal de Isabel II. Cabe destacar las siguientes soluciones:

- **Modelado y simulación de los procesos de la planta. Gemelo digital:** Se llevará a cabo el gemelo digital de la instalación, desarrollando un modelado y simulación del proceso que permita realizar escenarios hipotéticos y optimizar la operación, a través de planes y programaciones que agilicen imprevistos y reduzcan los impactos en la planta.
- **Diagnóstico del estado de los sistemas de automatización mediante despliegue de agentes de monitorización:** Se instalará un agente de monitorización de activos que permita de forma digital, analizar el estado de cada uno de los dispositivos de automatización, facilitando el respaldo y la obtención de indicadores de cada uno de ellos.
- **Implantación de herramientas de gestión energética:** Se monitorizarán diversos parámetros energéticos de la planta y que, mediante herramientas software de gestión energética, se permita la obtención de indicadores para la optimización de los procesos y en definitiva, la reducción del consumo energético.
- **Gestión documental digital mediante codificación QR:** Se llevará a cabo una codificación QR de los activos de la planta que se indiquen, de tal forma que se facilite mediante dispositivos digitales la consulta de documentación asociada a dichos activos.
- **Conectividad remota de planta según especificaciones de Ciberseguridad de Canal de Isabel II:** Con el fin de habilitar la conexión remota a las plantas y permitir el soporte y diagnóstico remoto, entre otras ventajas, se instalará un sistema de teleasistencia según las especificaciones de Ciberseguridad industrial de Canal de Isabel II.
- **Reporte de informes automáticos y cuadros de mando e indicadores en aplicaciones móviles o cloud:** Se almacenará la información que se indique tanto a nivel local de

planta como en alojamiento *cloud*, para la posterior explotación mediante herramientas y aplicaciones móviles.

10.10 Documentación

El adjudicatario elaborará la documentación completa de los sistemas instalados, tales como esquemas eléctricos, de control y comunicaciones, planos de red de fibra óptica, listados de señales, documentación técnica de equipos instalados, manuales de operación de los sistemas de supervisión, manuales de configuración de los equipos electrónicos y toda la documentación necesaria para el correcto mantenimiento de la instalación, todo ello en formato digital fuente y de acuerdo a las especificaciones de Canal de Isabel II.

Se deberá realizar una codificación QR de los activos que se indiquen con el fin de poder visualizar la documentación asociada mediante dispositivos digitales, con el objetivo añadido de reducir lo máximo posible la utilización de papel.

La documentación mínima que se deberá aportar será la siguiente:

- **Documentación referente a la ingeniería de detalle:** Tal y como se ha definido en el correspondiente apartado de ingeniería de detalle.
- **Planos As-built:** De todos los diseños realizados y de aquellos elementos que sean modificados. También se actualizarán los planos de los elementos relacionados con las unidades modificadas, de forma que la documentación revisada y actualizada forme un todo en uno en diseño y formato, facilitando la interpretación y uso de esta.

Se realizará para cada cuadro de control, planos unifilares, multifilares y constructivos donde se pueda comprobar la distribución de los elementos dentro del armario, y la interconexión entre ellos.

Se detallará la ubicación exacta y el etiquetado de cada uno de los elementos, de modo que se pueda saber qué bornas han sido empleadas y en qué servicios. Esta información se debe suministrar mediante las correspondientes etiquetas y referencias sobre el esquema.

La información sobre el cableado se dará por medio de esquemas que indiquen la interconexión entre equipos. Se diferenciará el tipo de cable por el grosor, tipo de línea, color de la representación, o mediante una etiqueta en cada cable.

Se pondrá especial atención en el trazado y distinción de las canalizaciones principales (bandejas, tubos, etc.), así como en los puntos por los que se accede de una dependencia a otra (bajadas, calos, etc.).

Es importante recalcar, que debido a que no en todos los casos la documentación existente en la planta referente al control está actualizada, el adjudicatario deberá, como una de sus tareas, elaborar o actualizar toda la documentación para que la planta disponga de un juego completo de documentación actualizado, contemplando el equipamiento nuevo y el existente.

- **Manuales de configuración y operación de los equipos electrónicos instalados:** Típicamente esta documentación será la procedente del propio fabricante. El adjudicatario deberá proporcionar, además, documentos que recojan los valores

parametrizados en cada uno de los equipos instalados durante la puesta en marcha, de forma que se facilite el posterior mantenimiento de la instalación.

- **Código fuente:** De las aplicaciones, tanto programas de PLC, HMI, SCADA, así como todos los ficheros de configuración en la parametrización de otros elementos como, analizadores de redes, switches, routers, electrónica de potencia, etc.
- **Manual de operador de HMI y SCADA:** Documento que describa todos los detalles de operación mediante los interfaces HMI y SCADA. En dicho manual de operador se indicarán los parámetros de configuración y opciones existentes en todas las pantallas que se desarrollen.
- **Documentos de pruebas FAT y SAT:** Debidamente cumplimentados con los resultados de las pruebas realizadas.
- **Licencias de todo el software utilizado:** Documentación asociada y ficheros en formato fuente tanto de las licencias de desarrollo como RunTime.

En todos los casos, la documentación será entregada en formato digital fuente. Los planos deberán ser generados en formato *dwg* mediante software específico de diseño eléctrico, tales como EPLAN o Autocad, de forma que se permita el control automático de referencias entre planos, así como la generación de listados de elementos. Los documentos de texto en formato Word y en idioma español. También se admiten ficheros en formatos típicos de Office (hojas de cálculo en Excel, Visio o PowerPoint). El código fuente será entregado con los programas correspondientes en el entorno de programación utilizado. Además, se incluirán fotografías en soporte digital de los puntos más relevantes de la instalación.

10.11 Formación

Una vez finalizada la implantación del nuevo sistema de control, el adjudicatario deberá impartir un curso de formación al personal de planta para mostrar el diseño, las características principales del sistema y la operación del mismo. En la formación se describirá el diseño y las características del sistema implantado, y se explicará el funcionamiento de todas y cada una de las pantallas desarrolladas en el SCADA y los HMI, así como los parámetros de configuración del proceso. Además, se explicarán las características de pantallas como tendencias, alarmas, informes, seguridad de usuarios, entre otras.

11. CONDICIONES DE SERVICIO

Todos los trabajos de suministro e instalación objeto del presente anejo en ningún caso interrumpirán el correcto funcionamiento de la planta.

El adjudicatario deberá incluir cualquier medio auxiliar como grupos electrógenos o armarios auxiliares, necesarios para mantener en servicio un número mínimo de equipos durante la sustitución de los armarios eléctricos, de forma que no se afecte a la operación habitual de la planta.

En caso excepcional y previa autorización por parte de Canal de Isabel II se podrán considerar paradas programadas para la realización de trabajos puntuales. La programación de dichos cortes de servicio se determinará en función de las consignas de los responsables de planta y se definirá en la fase de ejecución.

Siempre que vaya a realizarse un corte de tensión en la planta, el adjudicatario deberá elaborar un documento previo, que debe ser aprobado por Canal de Isabel II, que refleje la secuencia de operaciones a ejecutar y describa los medios auxiliares necesarios para minimizar en lo posible el tiempo de corte, así como garantizar el suministro eléctrico de la planta en caso de incidencia.