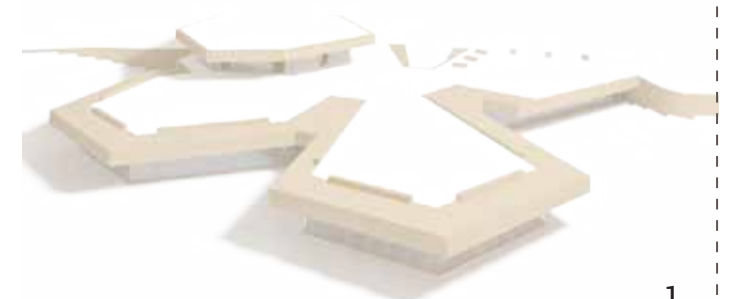


5. ANEJOS

- 1 ESTRUCTURA
- 2 DETALLES
- 3 CUBIERTA ALJIBE
- 4 VISTAS



1. Estructura

1. Planteamiento de la estructura

La elección de la estructura se plante desde la propia concepción del proyecto, de un proyecto unitario, con grandes luces para formas espacios muy diáfanos y una geometría irregular. Además, en este caso, la principal problemática es la gran carga adicional que presenta la cubierta, al tener esta un sistema aljibe, acabado con tierra vegetal.

Por ello, las soluciones adoptadas para cada una de las partes de la estructura son:

FORJADO DE CUBIERTA

El contorno complejo que presenta en planta el proyecto se transfiere también al forjado de cubierta, el cual cubre luces de considerable dimensión. En estos casos es recomendable el uso de forjados de comportamiento bidireccional y de entre ellos, se opta por una losa in situ aligerada con bloques de porexpan como solución más óptima para la resolución del mismo.

Este tipo de forjado in situ permite, mediante el encofrado y el replanteo particular, la resolución de los encuentros difíciles. Además, aunque los cantos necesarios son mayores que para otros, en nuestro caso, una dimensión considerable del mismo resulta proporcionada en relación a la longitud del alzado en el cual se hace visible y ayuda a transmitir esa idea de hoja que levita y resguarda como prolongación del terreno.

APOYOS

La necesidad de liberar los espacios interiores de elementos fijos hace que los apoyos se retiren, pasando a ocupar una posición en el perímetro que delimita el proyecto. A pesar de la complejidad de dicho perímetro, hace que los apoyos entren hacia el espacio interior en los picos reduciendo las luces y mejorando el funcionamiento de la estructura:

Zona talud. Se trata de la zona de mayor contacto con el terreno, por lo que aquí los apoyos desempeñan también la función de elementos de contención, materializándose para ello en forma de muros continuos de hormigón armado. Aparecen también muros perpendiculares a los anteriores (los que delimitan la escalera exterior) que hacen de contrafuertes.

Zona en contacto con el exterior. En esta zona se busca generar un frente abierto a la luz y a las vistas, por lo que aquí la intención es que este se desmaterialice en un ritmo de elementos verticales portantes esbeltos, que finalmente se traduce en una serie de pilares metálicos de acero corten.

CIMENTACIÓN

Teniendo en cuenta que en nuestro caso las cargas llegan a la cimentación a través de elementos lineales de apoyo (muros e hileras de pilares) la solución más coherente y sencilla para la misma es la de una cimentación superficial mediante zapatas corridas. Se trata de una construcción relativamente liviana y donde el nivel freático no es problema. Además, su propia disposición

proporciona un adecuado arriostramiento frente a posibles asentamientos diferenciales o empujes del terreno y se completa con una solera sobre forjado sanitario ventilado mediante piezas machihembradas de polipropileno reciclado.

2. Materiales utilizados

2.1. Hormigones

Para todos los elementos estructurales de la obra: HA-30, Control Estadístico; $f_{ck} = 306 \text{ kp/cm}^2$; $g_c = 1,5$

2.1. Aceros

Aceros en barras

Para todos los elementos estructurales de la obra: B500 S, Control Normal; $f_{ck} = 4077 \text{ kp/cm}^2$; $g_c = 1.15$

Aceros en Perfiles

Acero laminado, acero S275, límite elástico 3610 kp/cm^2 , módulo de elasticidad 2140673 kp/cm^2

3. Predimensionamiento de la Estructura.

Una vez determinados los elementos que constituyen la estructura se procede a su predimensionamiento para obtener un orden de magnitud sin graves errores, que posteriormente se comprobarán con un programa de cálculo por ordenador más riguroso.

FORJADOS DE CUBIERTA

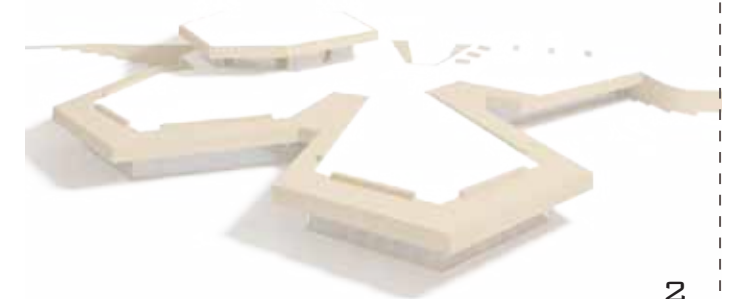
Para determinar su canto nos ayudamos de las tablas de predimensionado, en función del tipo de forjado escogido y de la máxima luz a cubrir. Para una losa ligera in situ y una luz de 20m a cubrir el canto recomendado es de 80cm. Tomaremos este valor para la entrada de datos del programa.

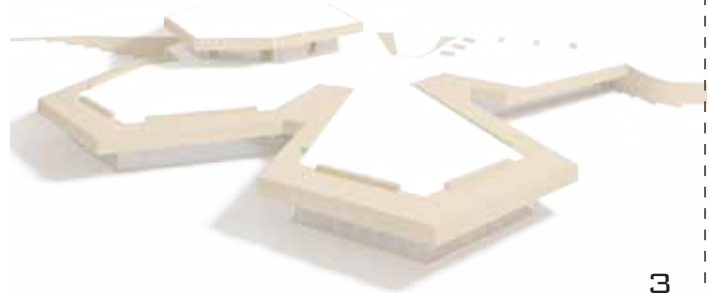
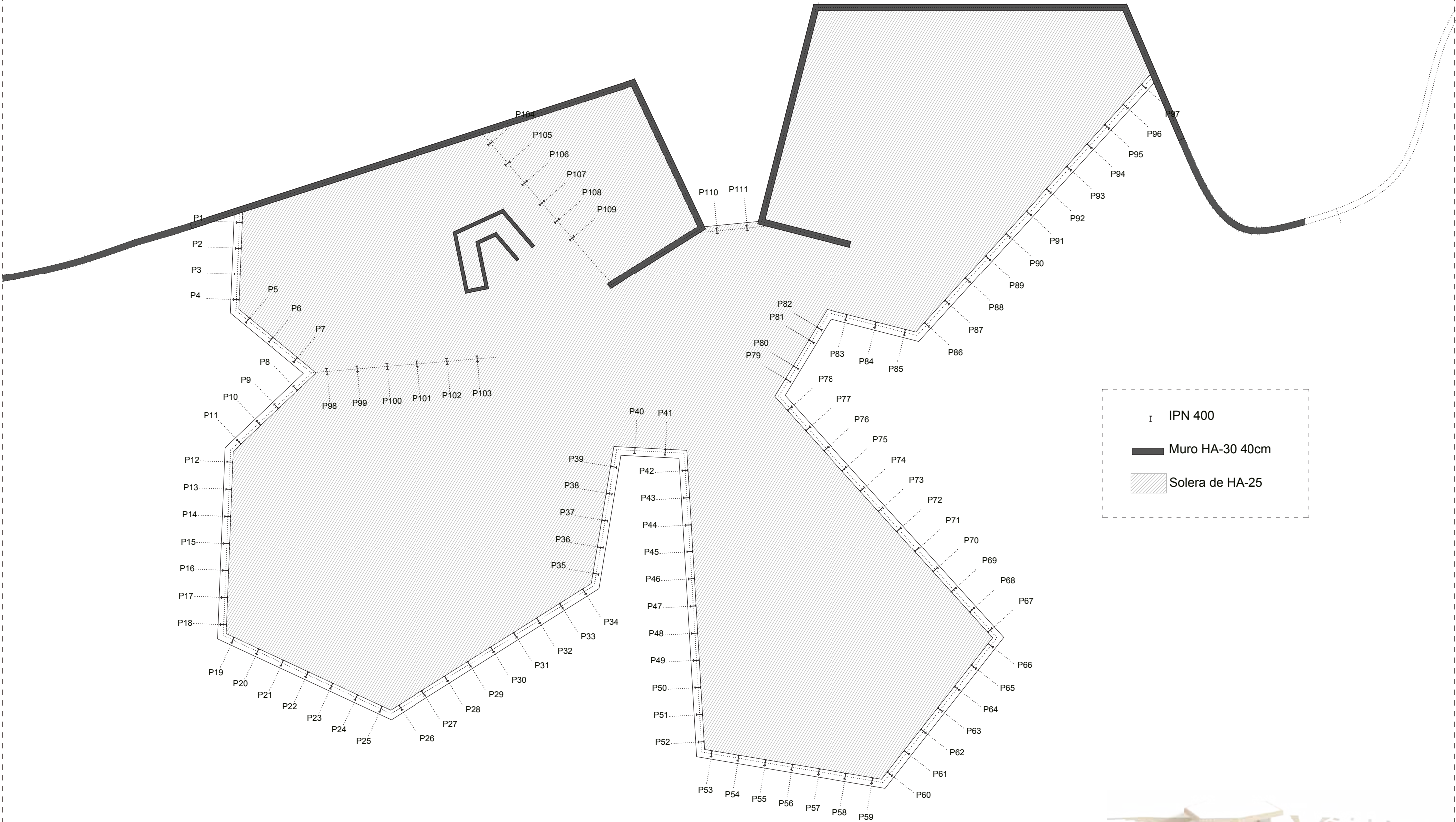
APOYOS

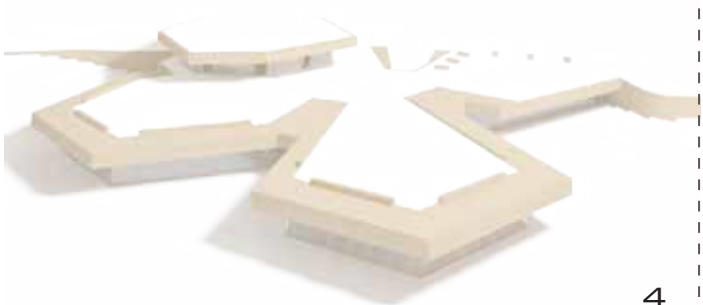
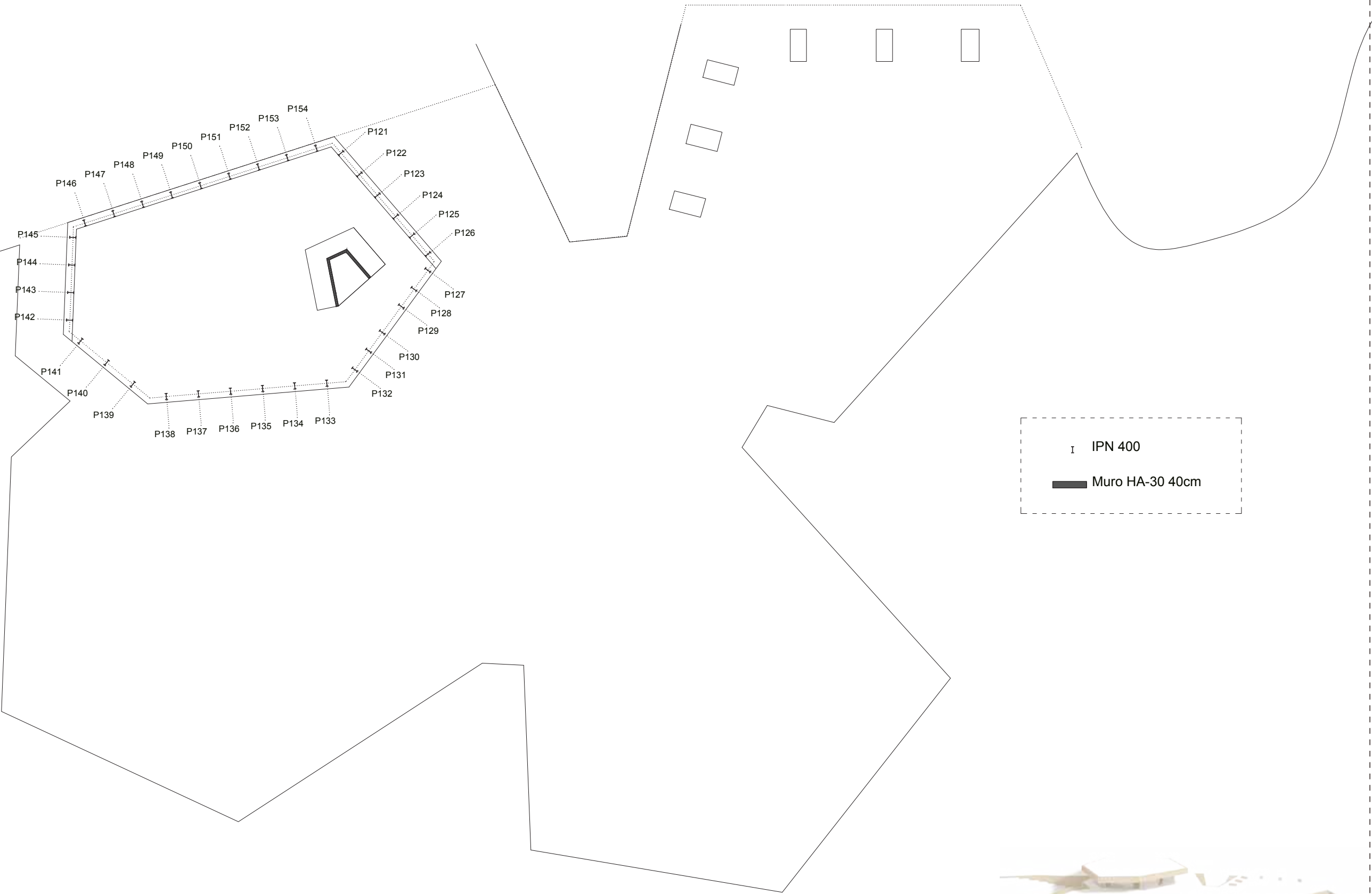
El espesor de los muros se determina en función de su altura ($e = h/10$). En nuestro caso, la mayor altura es de 4.5 por lo que debería tener 45 cm de espesor. No obstante por criterios de diseño se opta por muros de 40cm, que posteriormente se comprobarán con el programa de cálculo.

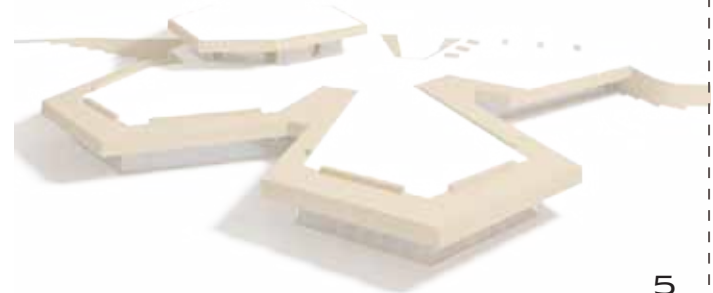
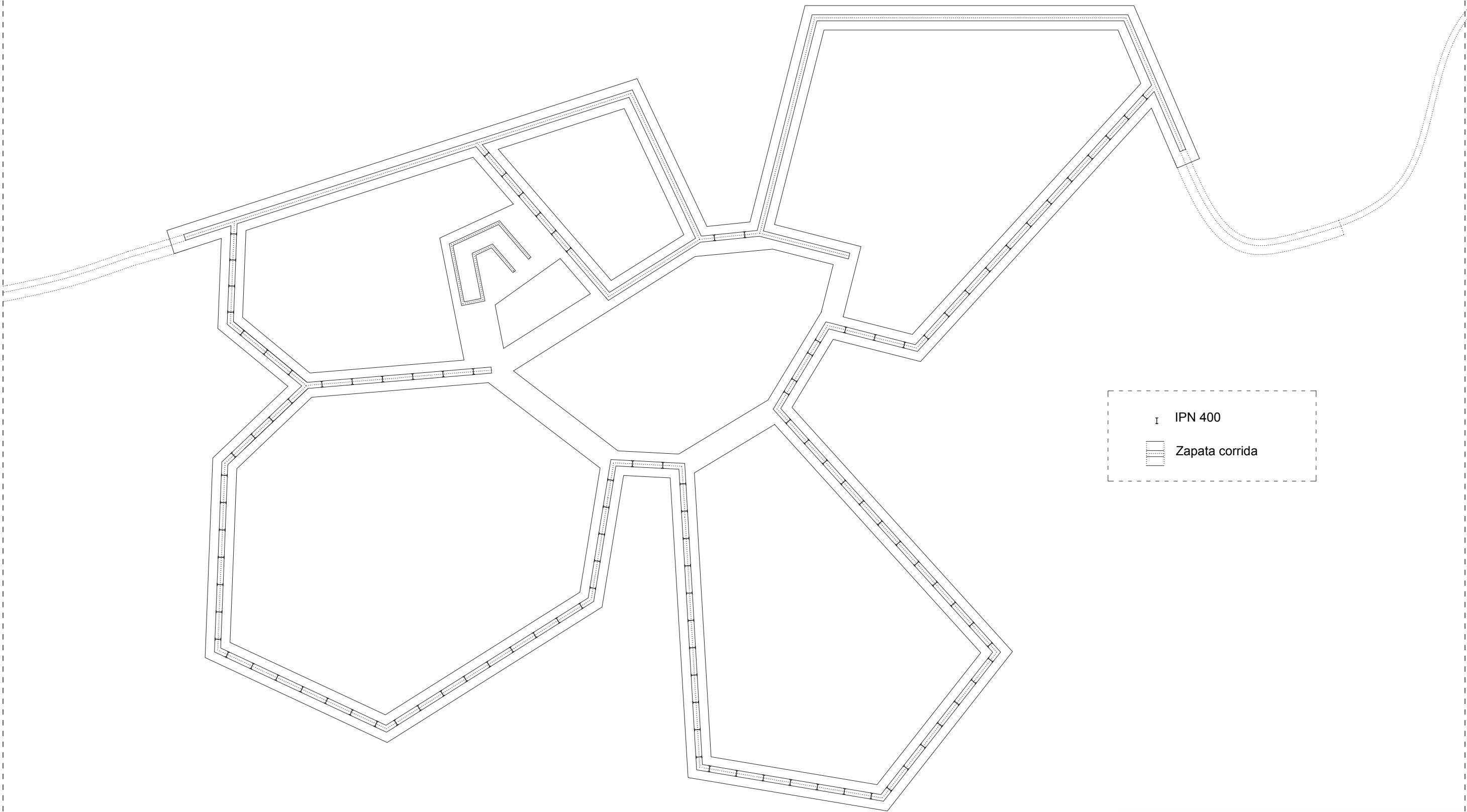
CIMENTACIÓN

Se toma como valor de predimensionado $1,6 \times 0,6$ para las zapatas corridas.









4. Cálculo de la estructura.

En el caso de forjados de comportamiento bidireccional, como el de nuestra losa aligerada in situ, la complejidad de su comportamiento estructural, la falta de estandarización de los mismos al ejecutarse mediante piezas de hormigón in situ y, sobre todo, debido a que la tradición de cálculo se ha centrado en sistema de planos y no en elementos espaciales, hace que incluso el método propuesto por el EHE basado en el cálculo de una sucesión de pórticos planos no sea lo suficiente riguroso. Por ello, se opta por el uso de un programa de cálculo por ordenador para su dimensionado final. En este caso, se hace uso del Architrave.

4.1. Estimación de cargas

Según el Código Técnico de la Edificación, DB seguridad Estructural, Acciones en la Edificación, las acciones se clasifican esencialmente por su variación en el tiempo;

- Acciones permanentes (DB-SE-AE 2)
- Acciones variables (DB-SE-Ae 3)
- Acciones accidentales (DB-SE-Ae 4)

4.1.1 Acciones Permanentes

PESO PROPIO

CUBIERTA ALJIBE:

- losa in situ aligerada ($h=0.8\text{ m}$) : 12 kN/m^2
- cubierta plana ligera : 1.5 kN/m^2
- Sietama Aljibe: 1 kN/m^2
- Agua de Aljibes: ($e=0.17$): $10\text{ kN/m}^3 \times 0.17\text{ m} = 1.7\text{ kN/m}^2$
- Terreno cubierta vegetal ($e=0.15\text{ m}$) : $20\text{ kN/m}^3 \times 0.15\text{ m} = 3\text{ kN/m}^2$
- Falsos techos e instalaciones colgadas ligeras: 0.25 kN/m^2

FORJADO

- losa in situ aligerada ($h=0.8\text{ m}$) : 12 kN/m^2
- Solado medio (suelo técnico)= 1 kN/m^2
- Falsos techos e instalaciones colgadas ligeras: 0.25 kN/m^2

4.1.2 .Acciones Variables

SOBRE CARGA DE USO:

CUBIERTA 1 cubierta transitable de uso público,

.subcategoría de uso C3 (Zonas sin obstáculos que impidan el libre movimiento de las personas)= 5 kN/m^2

.subcategoría de uso C1 (zonas con mesas y sillas)= 3 kN/m^2

CUBIERTA 2 Cubierta accesible únicamente para conservación
subcategoría de uso (G1 cubiertas con inclinación inferior a 20°) = 1 kN/m^2

VIENTO:

Debido a la implantación cercana y asociada a un talud natural, la baja altura del edificio y su definición constructiva en base a grandes pantallas de hormigón armado en direcciones cambiantes, la acción del viento puede despreciarse.

NIEVE:

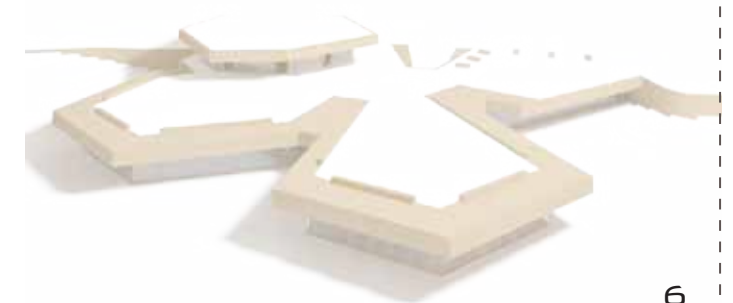
En cubiertas planas de edificios de pisos situados en localidades de altitud inferior a 1.000 m , es suficiente considerar una carga de nieve de $1,0\text{ kN/m}^2$

Dado que Baquedano se sitúa a una altitud de 654 m y que la cubierta de nuestro edificio es plana en su mayoría, será suficiente con considerar la carga de nieve anteriormente dicha: $q_n = 1\text{ kN/m}^2$

En relación a la verificación de la resistencia y de la estabilidad (Estados Límite Últimos),

$$\sum_{i=1}^n \gamma_{Qi} Q_{ki} + \gamma_{Q1} \psi_{pl} Q_{k1} + \sum_{i=2}^n \gamma_{Qi} \psi_{si} Q_{ki}$$

puesto que vamos a realizar un predimensionado, la combinación de acciones se definirá de acuerdo al siguiente criterio:



Donde:

Gk Acción permanente

Qk Acción variable

γG Coeficiente parcial de seguridad de las acciones permanentes

γQ,1 Coeficiente parcial de seguridad de la acción variable principal

γQ,i Coeficiente parcial de seguridad de las acciones variables de acompañamiento (i >1) para situaciones no sísmicas

ψp,1 Coeficiente de combinación de la acción variable principal

ψa,i Coeficiente de combinación de las acciones variables de acompañamiento (i >1) para situaciones no sísmicas

De la tabla 4.1 del CTE DB-SE Coeficientes parciales de seguridad (γ) para las acciones obtenemos que el coeficiente de mayoración para las cargas permanentes será de 1,35 y para las cargas variables será de 1,5.

De la Tabla 4.2 Coeficientes de simultaneidad (ψ) obtenemos ψ0= 0,5 para la nieve.

CUBIERTA ALGIBE (1PLANTA)

				Coeficiente
Cargas permanentes	Peso propio	12 Kn/m ²	Total:19,45	γp=1,35
	Cubierta	7,45 Kn/m ²		
Cargas variables	Uso	5 Kn/m ²	Total:6	γp=1,5
	Nieve	1 Kn/m ²		

FORJADO (1PLANTA)

				Coeficiente
Cargas permanentes	Peso propio	12 Kn/m ²	Total:13,25	γp=1,35
	Cubierta	1,25 Kn/m ²		
Cargas variables	Uso	3 Kn/m ²	Total: 3	γp=1,5
	Nieve	1 Kn/m ²		

CUBIERTA ALGIBE (2PLANTA)

				Coeficiente
Cargas permanentes	Peso propio	12 Kn/m ²	Total:19,45	γp=1,35
	Cubierta	7,45 Kn/m ²		
Cargas variables	Uso	1 Kn/m ²	Total:2	γp=1,5
	Nieve	1 Kn/m ²		

Para simplificar consideraremos en toda la primera cubierta (algibe y forjado) las cargas mas defavorables que corresponden a las de la cubierta algibe.

Quedando las siguientes combinaciones para ELU:

CUBIERTA 1(con sobrecarga de uso como variable principal):

$$q = 1,35 \times 19,45 + 1,5 \times 5 + 1,5 (6 \times 1) = 42,75 \text{ kN/m}^2$$

CUBIERTA 2(con sobrecarga de uso como variable principal):

$$q = 1,35 \times 19,45 + 1,5 \times 1 + 1,5 (1 \times 1) = 15 \text{ kN/m}^2$$

5.1. Dimensionamiento en Architrave

Atendiendo a las características del programa de calculo, al ser una losa aligerada, se plantea una losa de Hormigón Armado equivalente. Con un espesor de e'=690 mm y peso especifico equivalente γ'=13,2 kn/m³.

5.2. Comprobación mediante Architrave

COMPROBACIÓN DE FLECHA

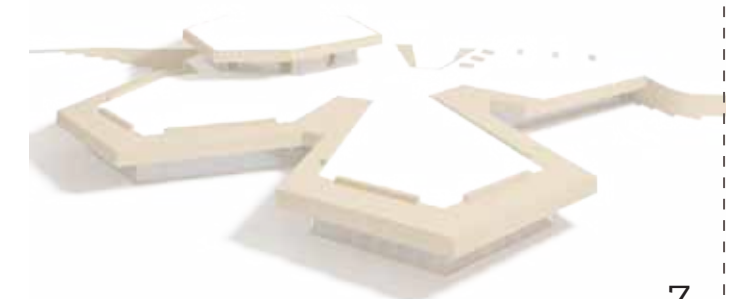
La flecha máxima permitida según la normativa SE Seguridad para este caso es de L/300, por lo tanto calculamos para la luz del vano más desfavorable (Espacio de seminarios mas hall de descanso)

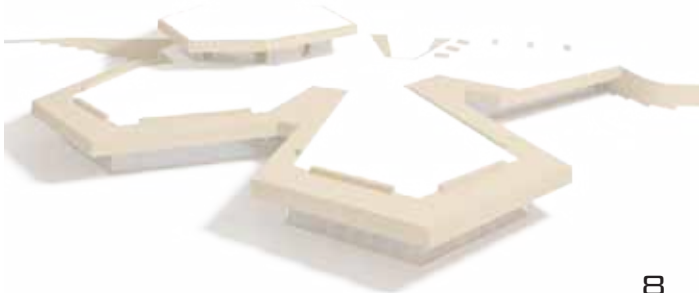
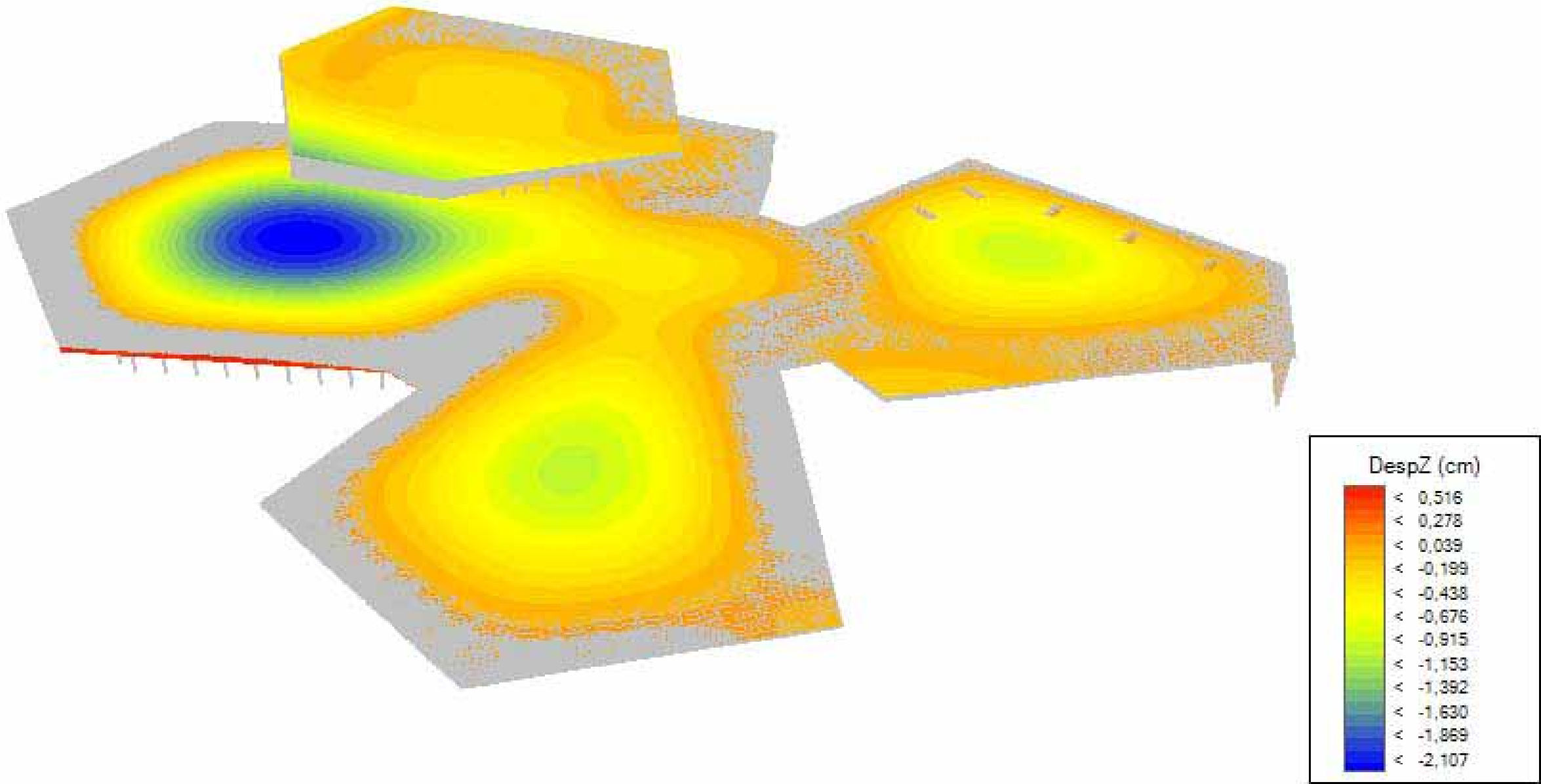
$$L=20\text{m}$$

$$\text{Flecha Máxima} = 20/300 = 0.06\text{m} = 6 \text{ cm}$$

Como comprobamos en el diagrama de desplazamientos ,los desplazamientos máximos se dan en la zona de los laboratorios y en el voladizo de la cafetería.

Por lo que la flecha máxima estimada por aproximación de cálculo es de 2,107 cm
CUMPLE

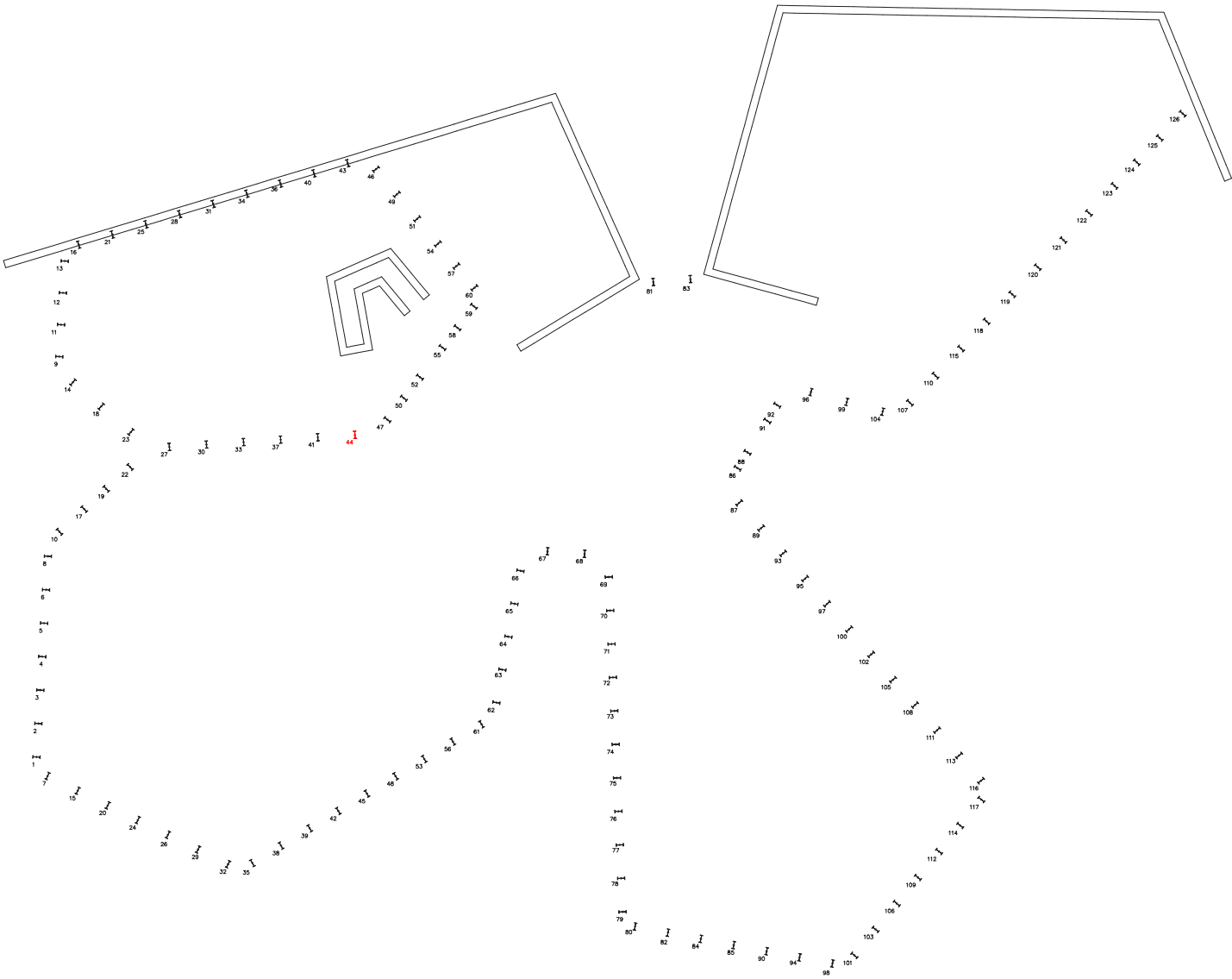




5.2. Comprobación mediante Architrave

COMPROBACIÓN DE LOS SOPORTES

Todos los soportes cumplen, excepto el pirar 44, se opta por utilizar en este caso acero S355.



	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
Nivel 1. Cota 3,40														
Nivel 0. Cota 0,00														

	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28
Nivel 1. Cota 3,40														
Nivel 0. Cota 0,00														

	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42
Nivel 1. Cota 3,40														
Nivel 0. Cota 0,00														

	43	44	45	46	47	48	49	50	51	52	53	54	55	56
Nivel 1. Cota 3,40														
Nivel 0. Cota 0,00														

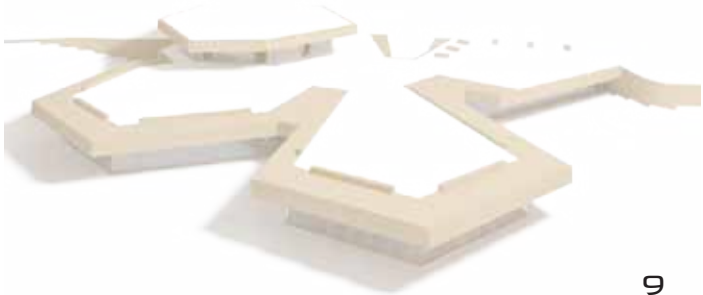
	57	58	59	60	61	62	63	64	65	66	67	68	69	70
Nivel 1. Cota 3,40														
Nivel 0. Cota 0,00														

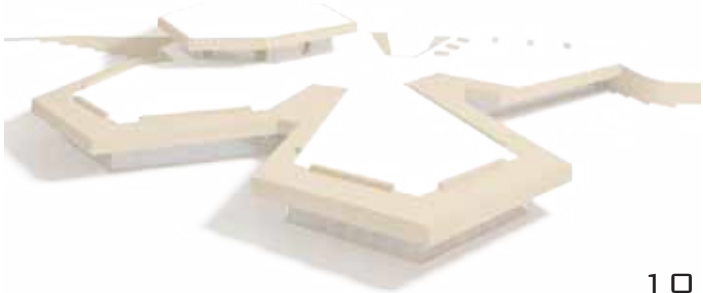
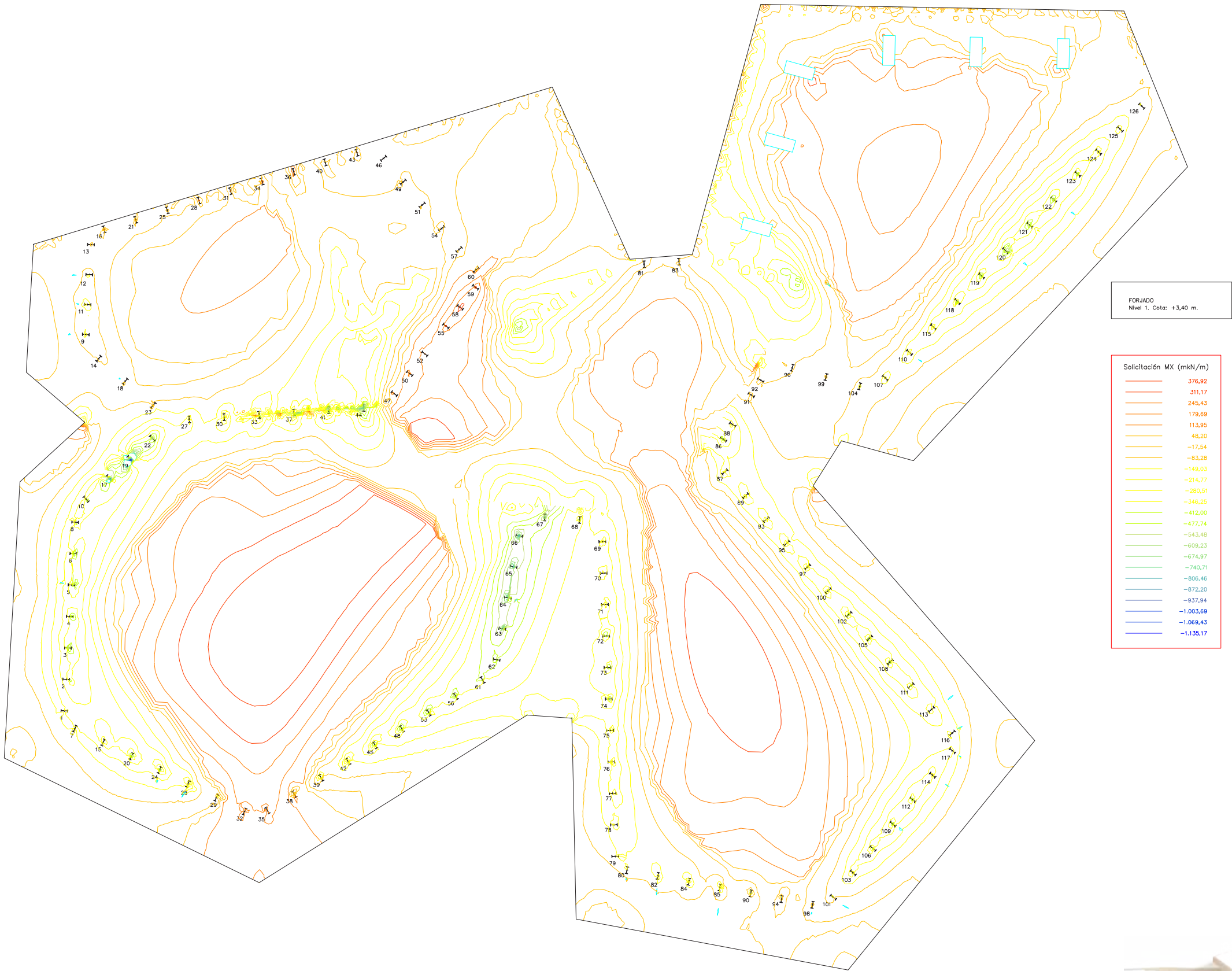
	71	72	73	74	75	76	77	78	79	80	81	82	83	84
Nivel 1. Cota 3,40														
Nivel 0. Cota 0,00														

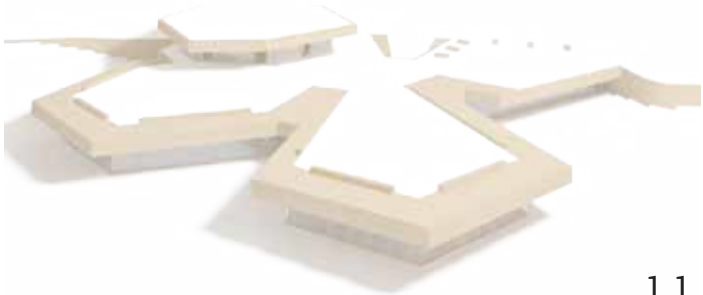
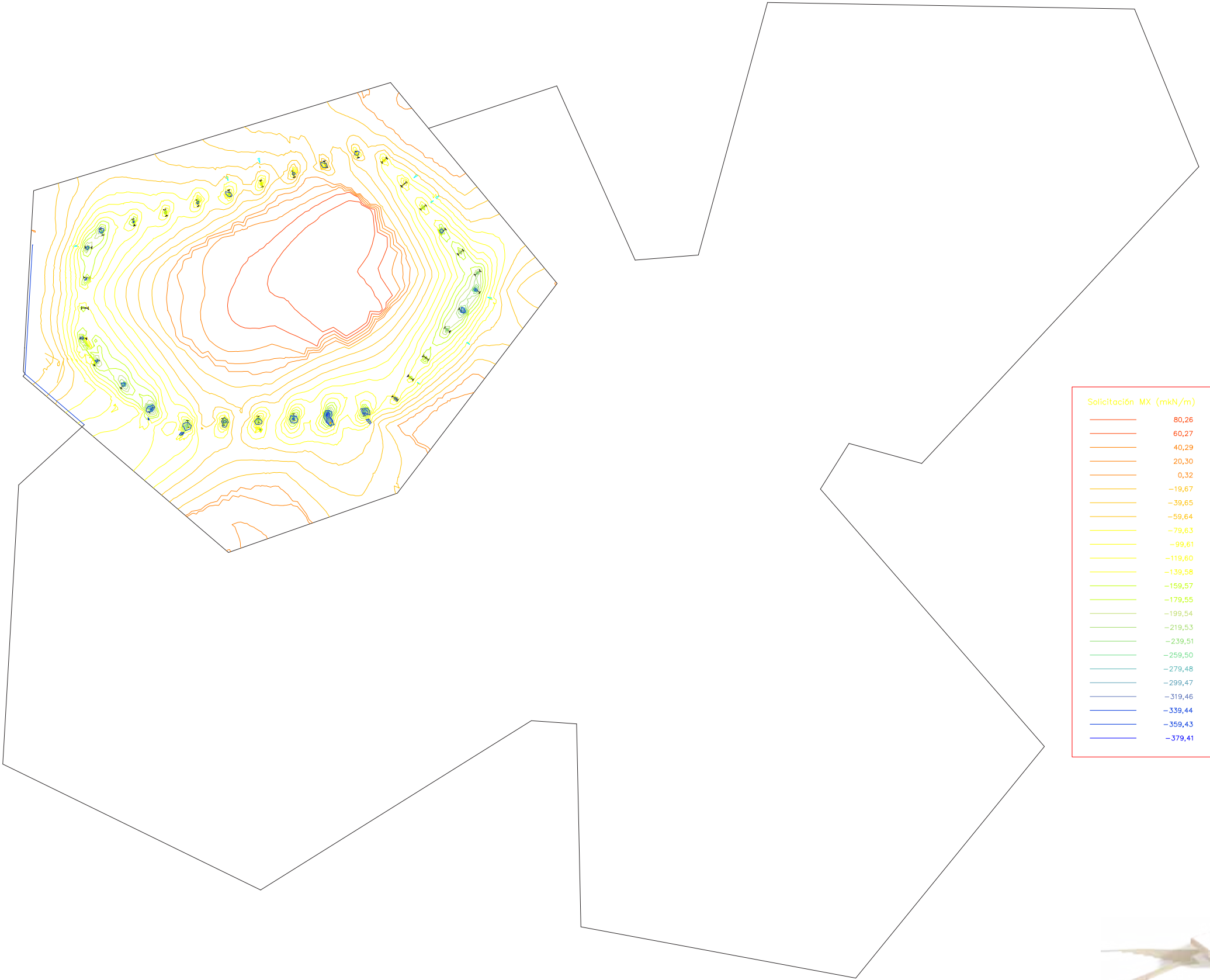
	85	86	87	88	89	90	91	92	93	94	95	96	97	98
Nivel 1. Cota 3,40														
Nivel 0. Cota 0,00														

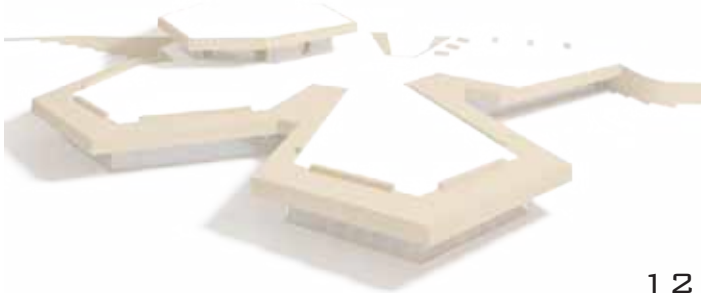
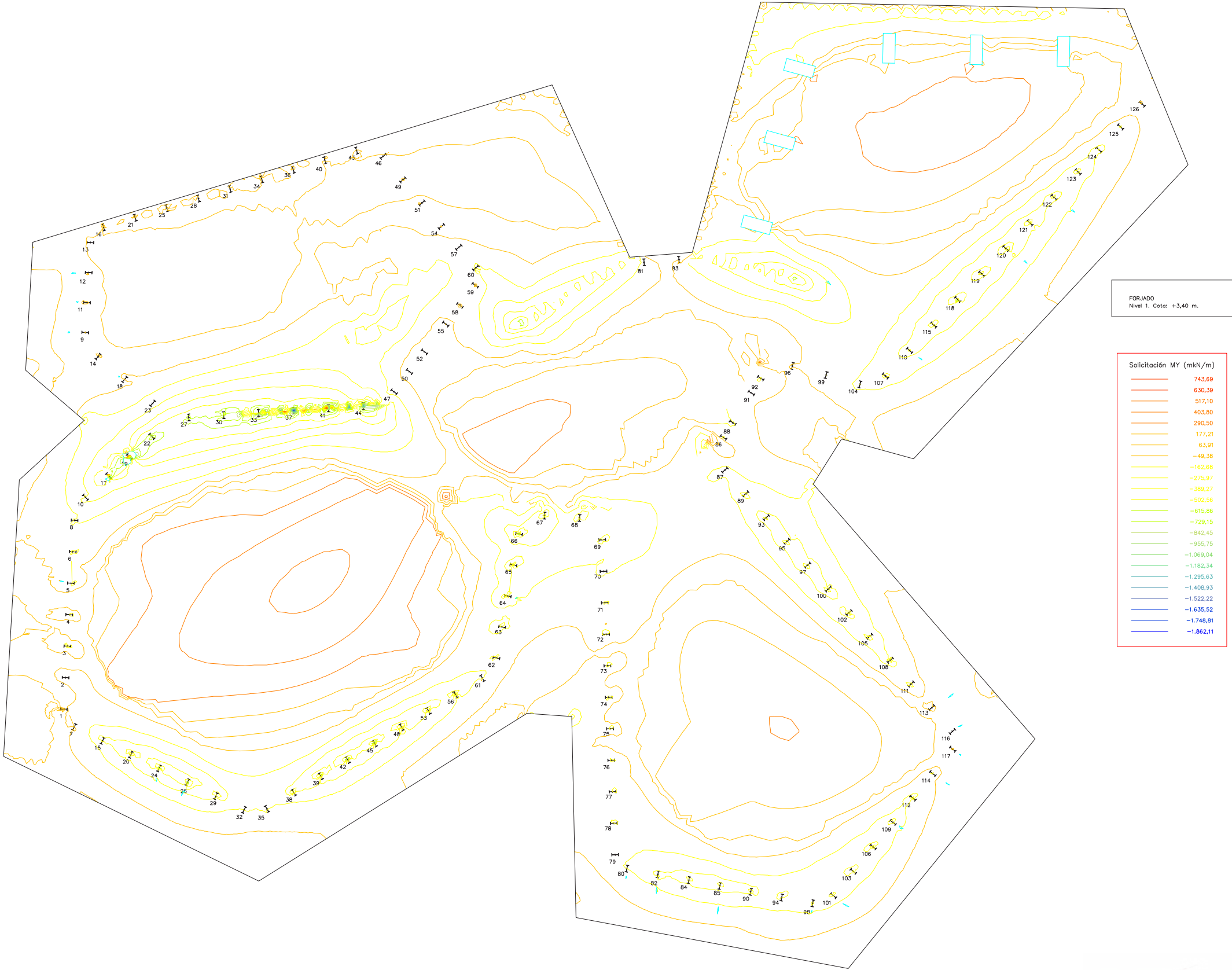
	99	100	101	102	103	104	105	106	107	108	109	110	111	112
Nivel 1. Cota 3,40														
Nivel 0. Cota 0,00														

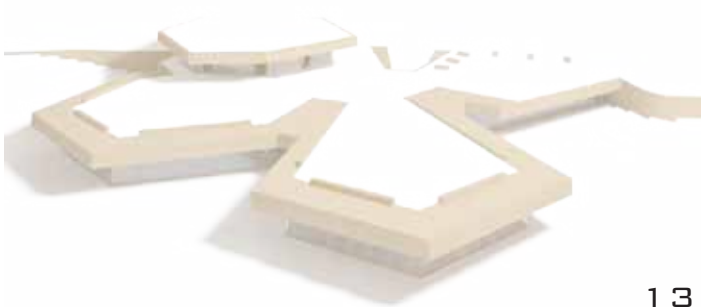
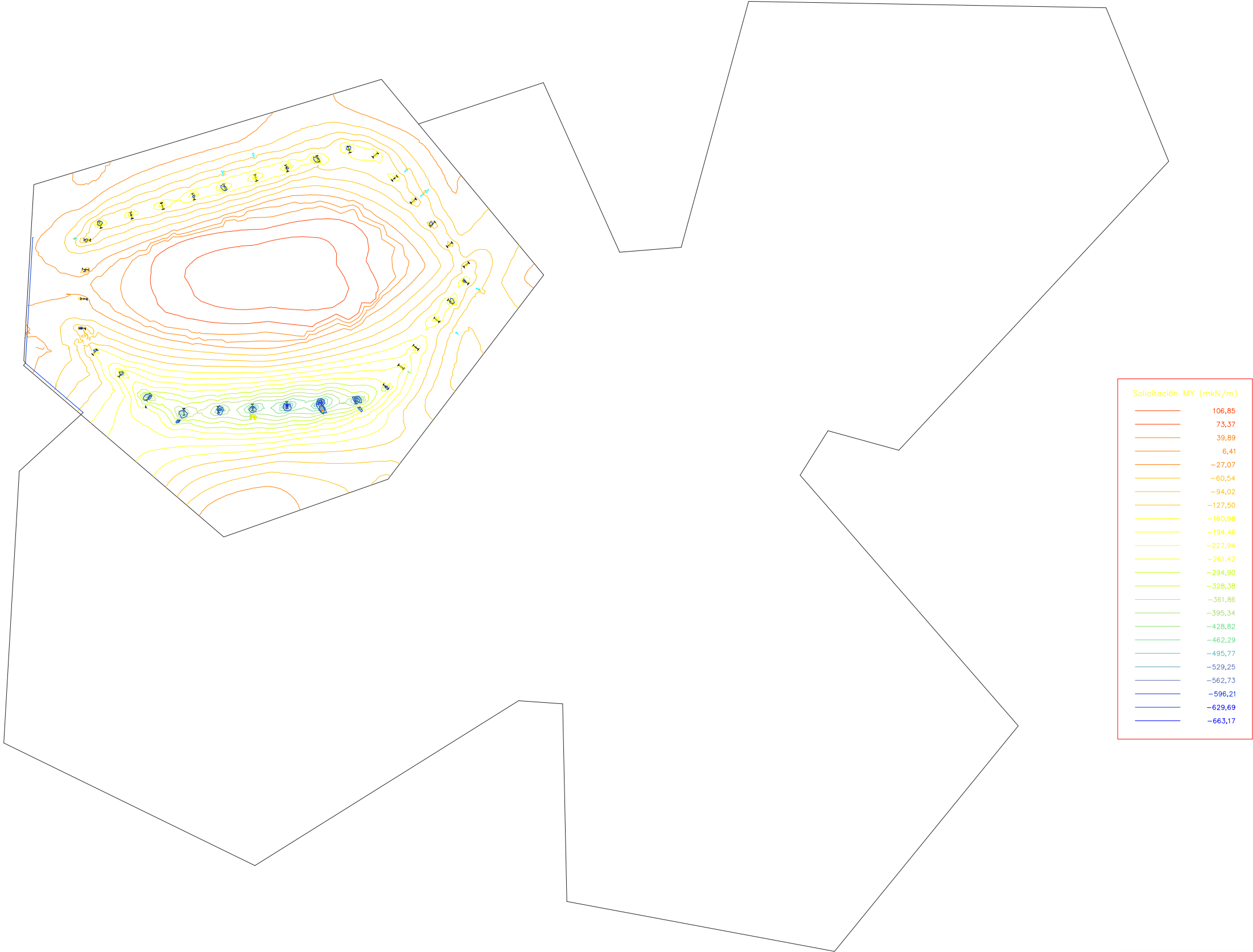
	113	114	115	116	117	118	119	120	121	122	123	124	125	126
Nivel 1. Cota 3,40														
Nivel 0. Cota 0,00														











5.3. Cálculo Armadura

Se perita la zona de la Biblioteca:

MÉTODO

Se perita la losa por modelos simplificados por bandas.

Se eligen tres momentos de referencia, tanto para positivos como para negativos.

$M1=113,18 \text{ kn m}$

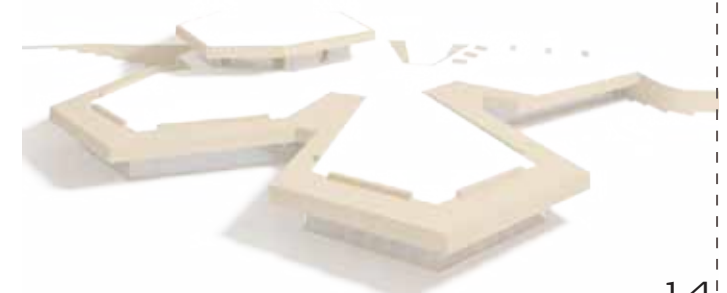
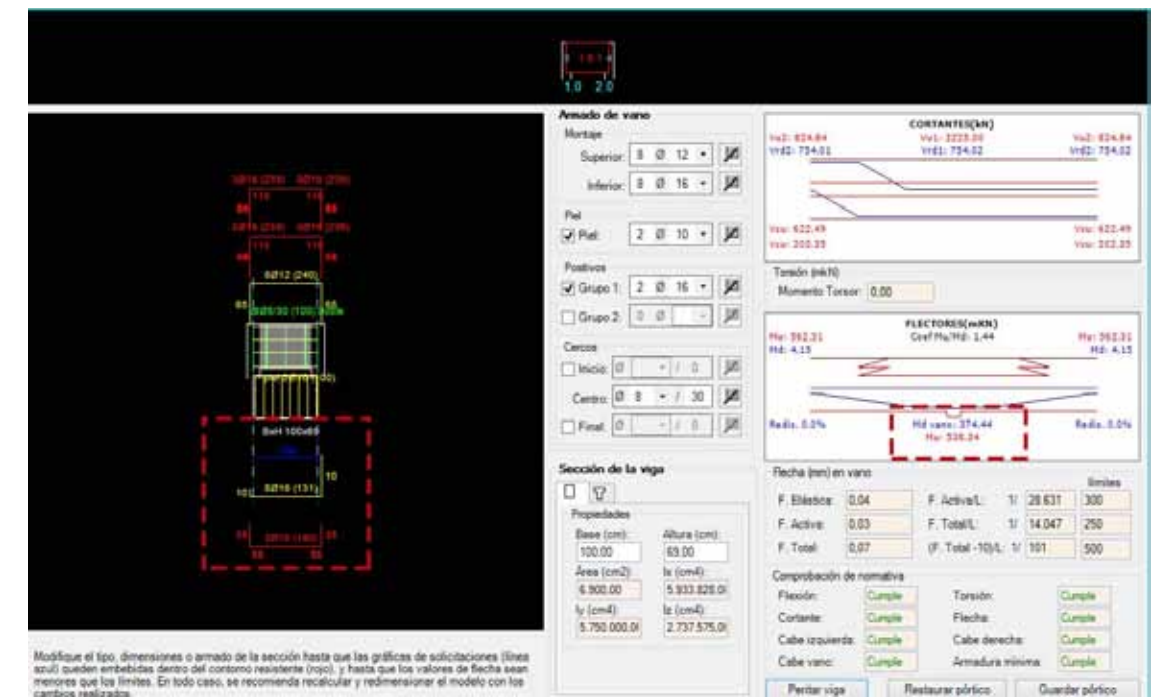
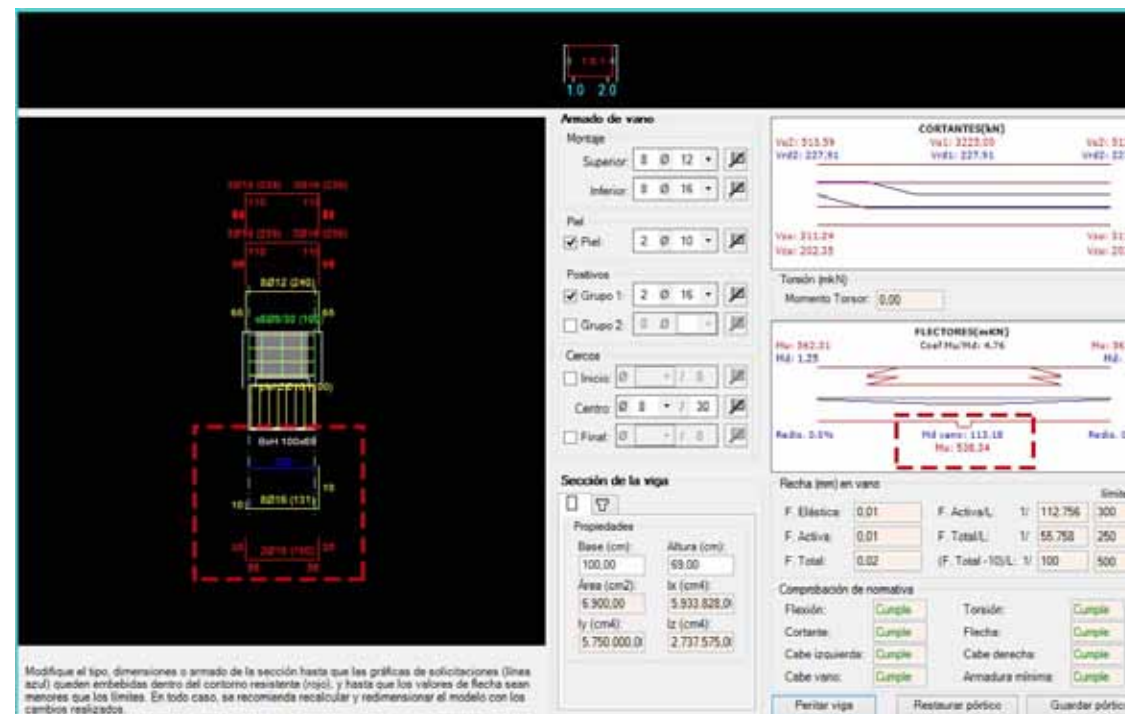
$M2=200,37 \text{ kn m}$

$M3=374,44 \text{ kn m}$

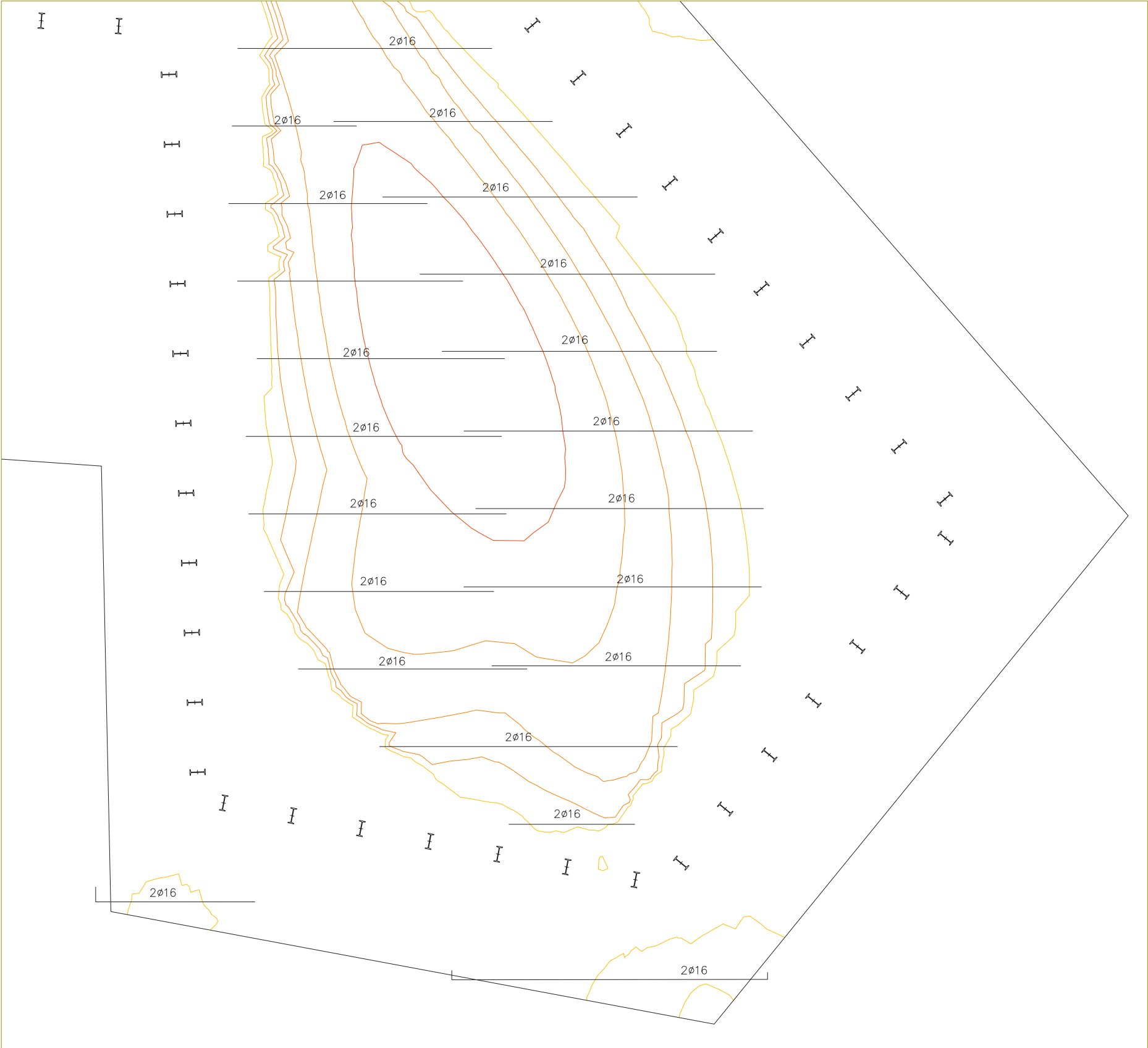
Desde la sobredimensión se obtienen los mismos resultados, para todos ellos:

8 Ø 16 ARMADURA BASE

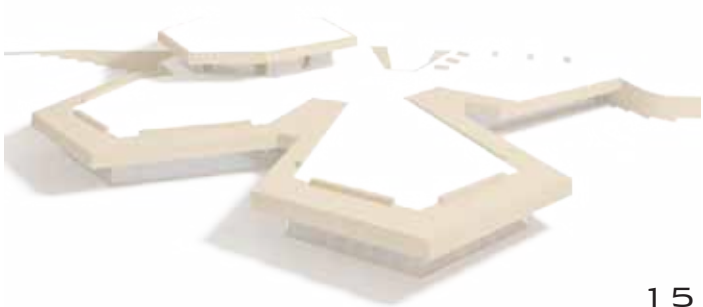
2 Ø 16 REFUERZO

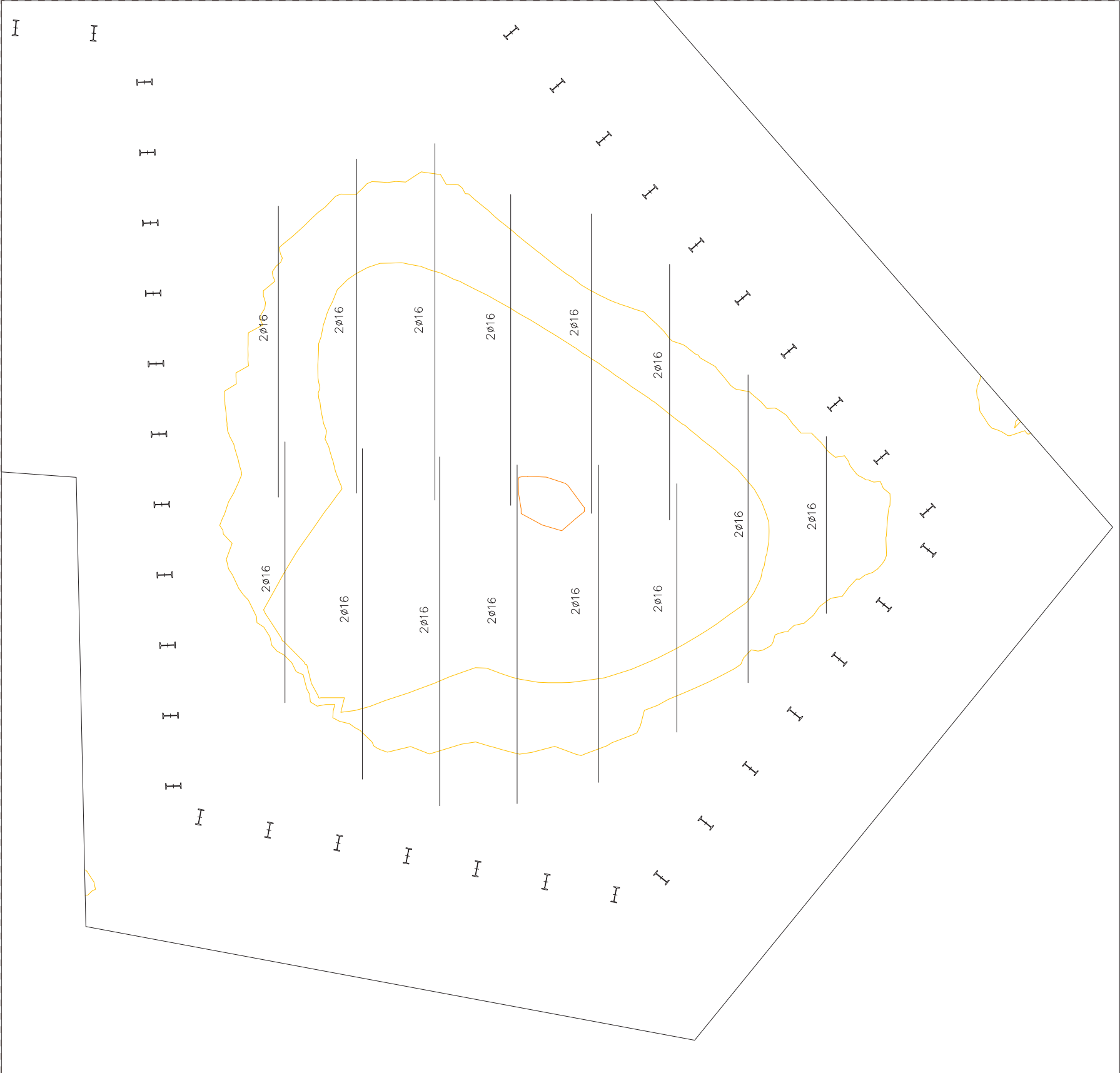


ARMADURA BASE: 8 Ø 16



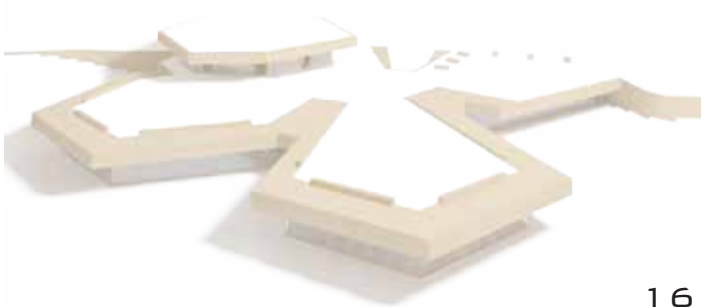
Solicitud MX (mkN/m)	
	376,92
	311,17
	245,43
	179,69
	113,95
	48,20
	-17,54
	-83,28
	-149,03
	-214,77
	-280,51
	-346,25
	-412,00
	-477,74
	-543,48
	-609,23
	-674,97
	-740,71
	-806,46
	-872,20
	-937,94
	-1.003,69
	-1.069,43
	-1.135,17



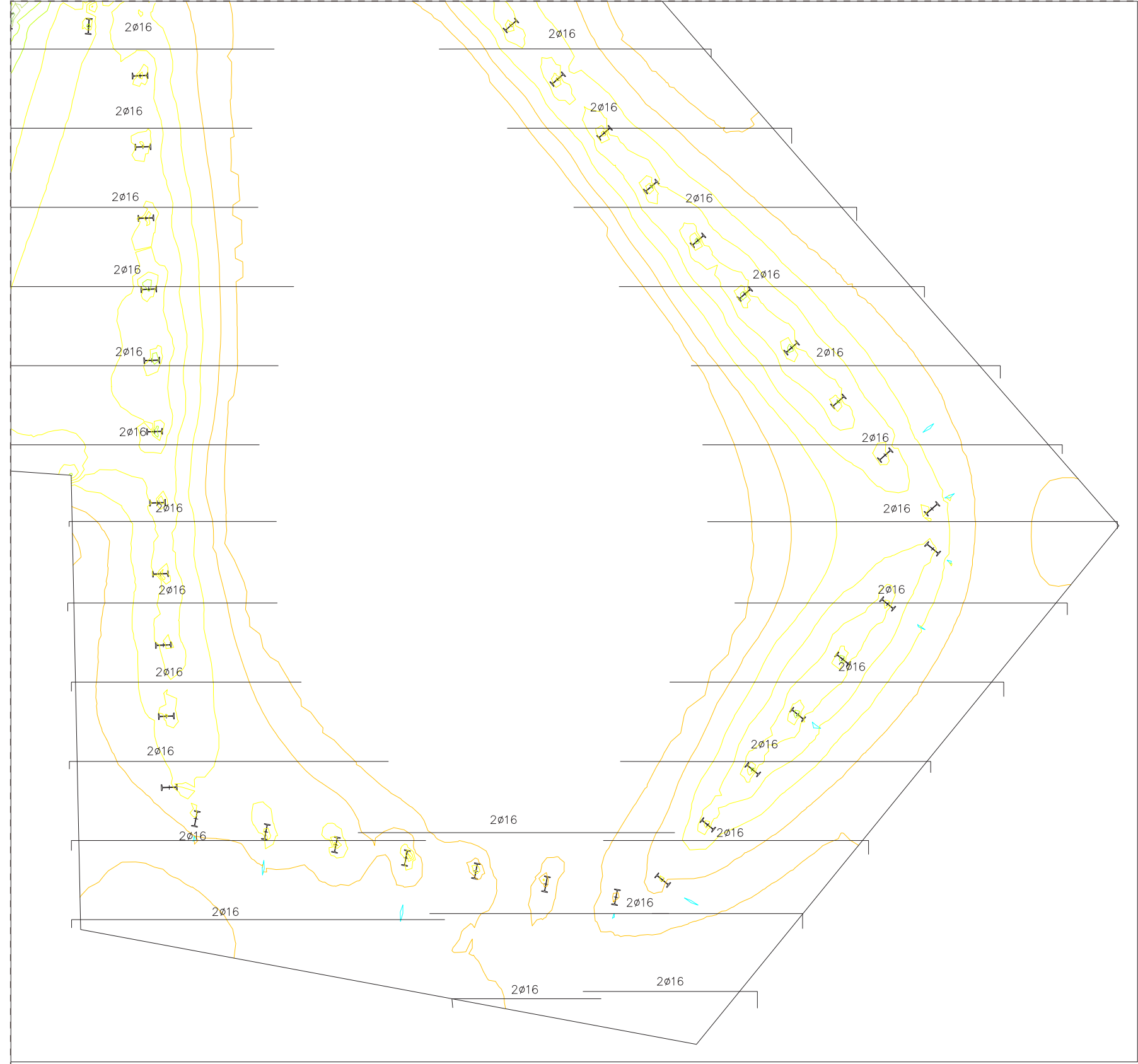


ARMADURA BASE: 8 Ø 16

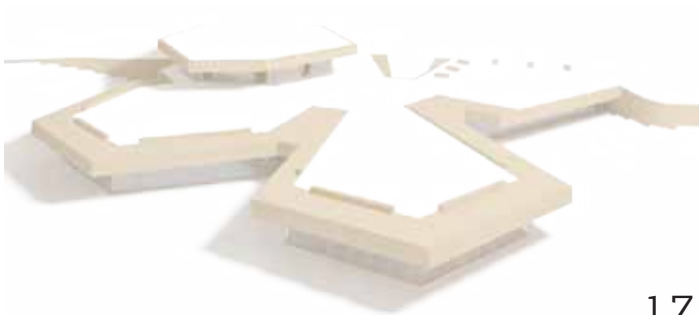
Solicitud MY (mkN/m)	
	743,69
	630,39
	517,10
	403,80
	290,50
	177,21
	63,91
	-49,38
	-162,68
	-275,97
	-389,27
	-502,56
	-615,86
	-729,15
	-842,45
	-955,75
	-1.069,04
	-1.182,34
	-1.295,63
	-1.408,93
	-1.522,22
	-1.635,52
	-1.748,81
	-1.862,11

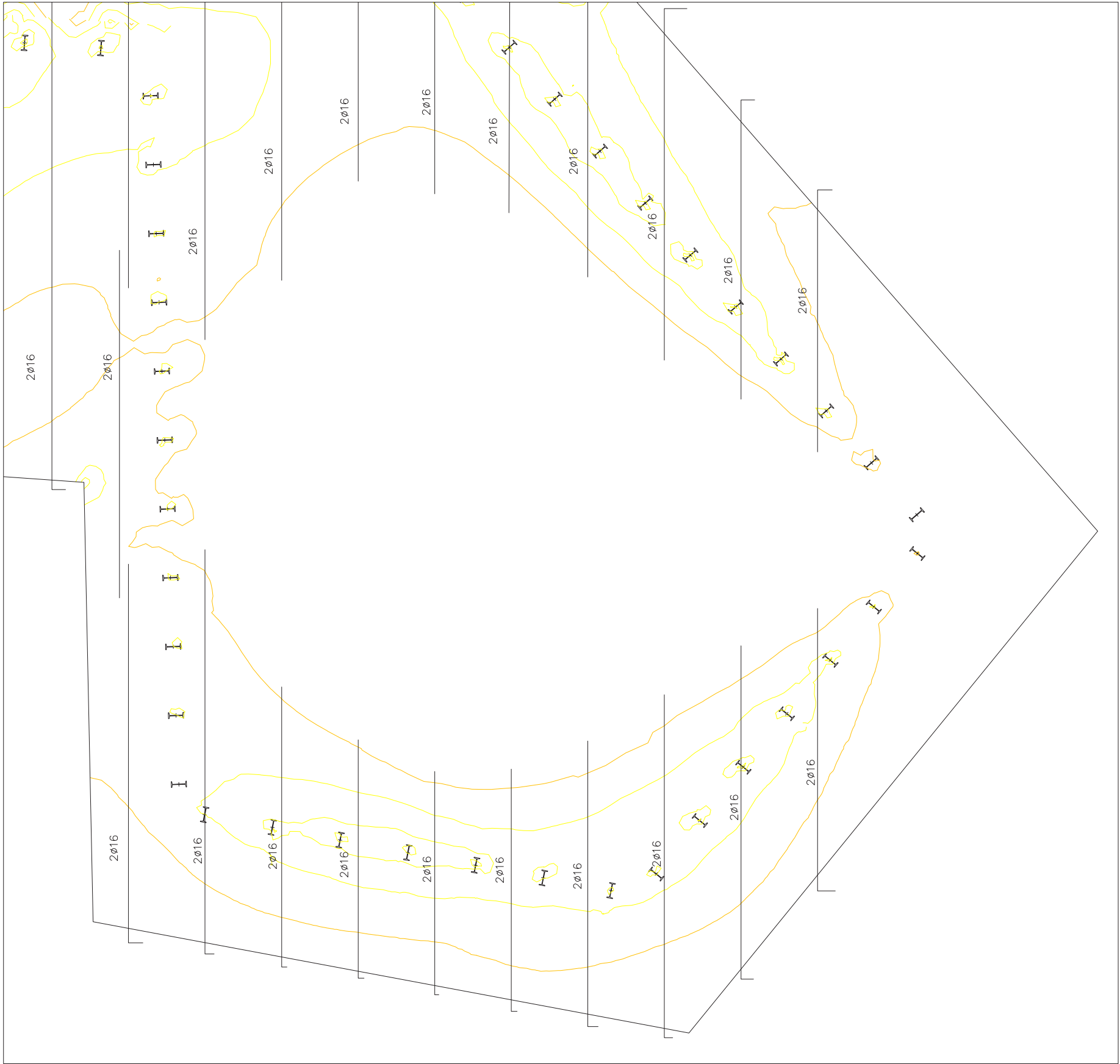


ARMADURA BASE: 8 Ø 16

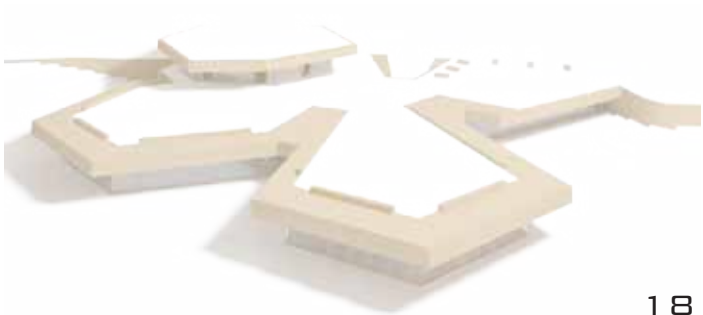
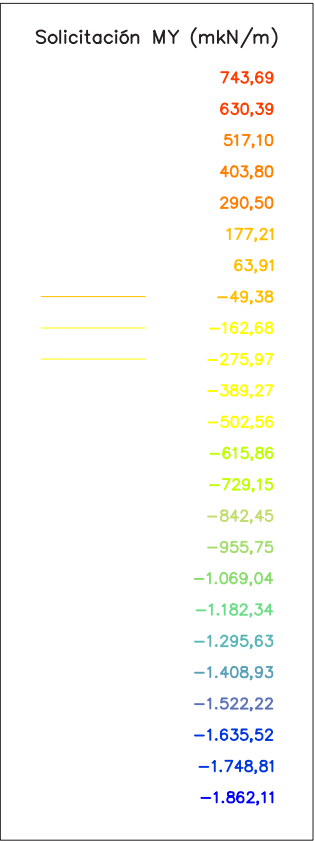


Solicitud MX (mkN/m)	
	376,92
	311,17
	245,43
	179,69
	113,95
	48,20
	-17,54
	-83,28
	-149,03
	-214,77
	-280,51
	-346,25
	-412,00
	-477,74
	-543,48
	-609,23
	-674,97
	-740,71
	-806,46
	-872,20
	-937,94
	-1.003,69
	-1.069,43
	-1.135,17

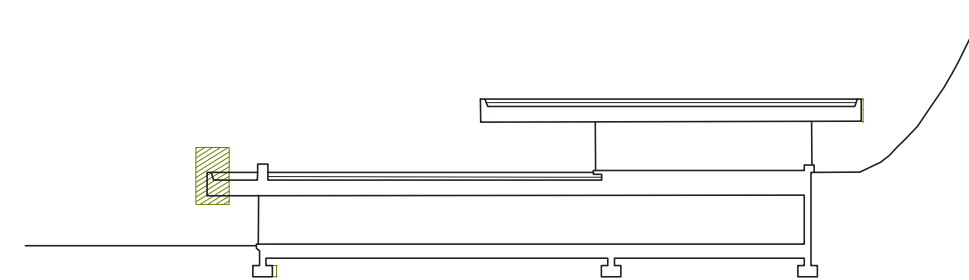
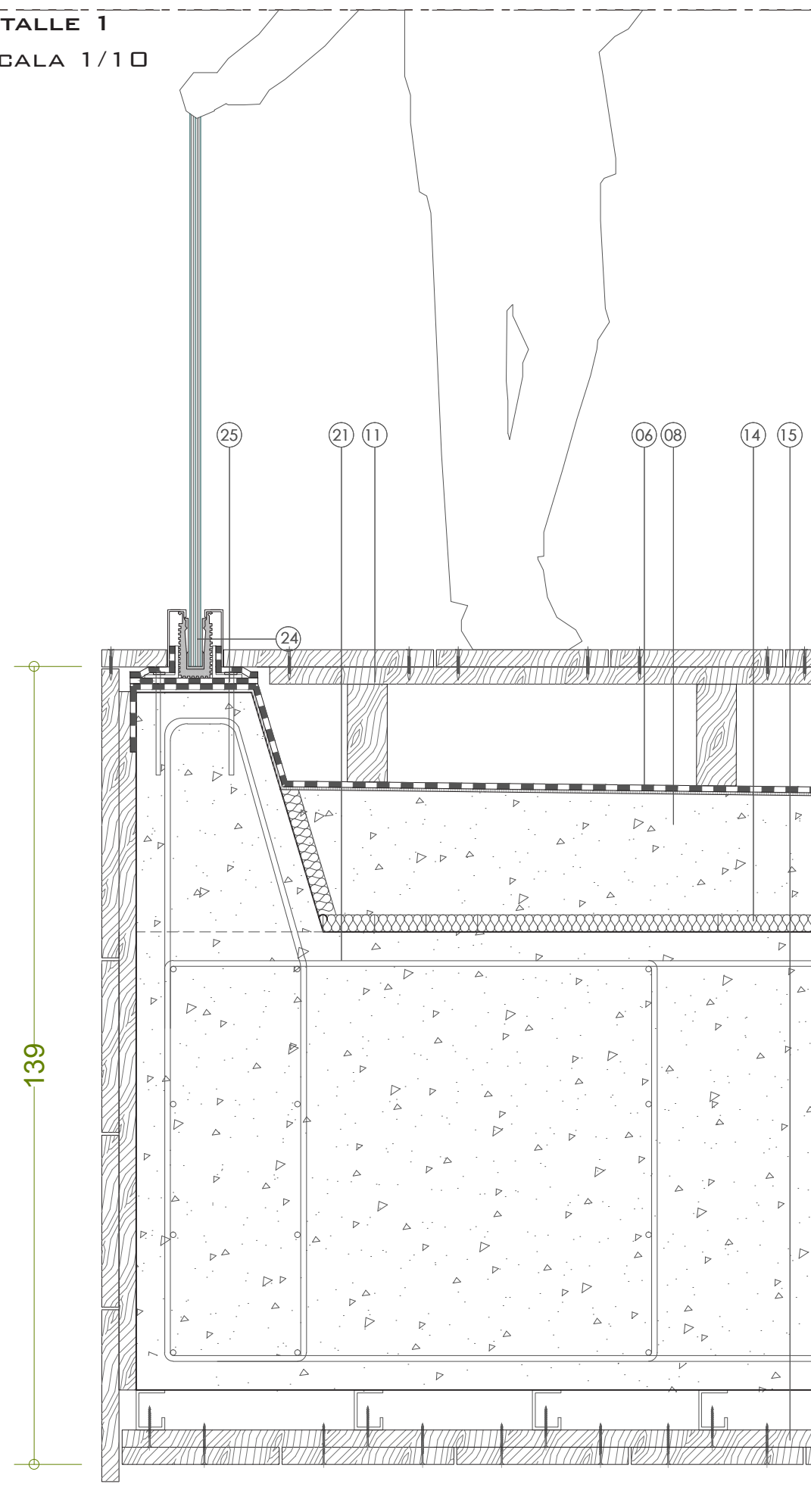




ARMADURA BASE: 8 Ø 16

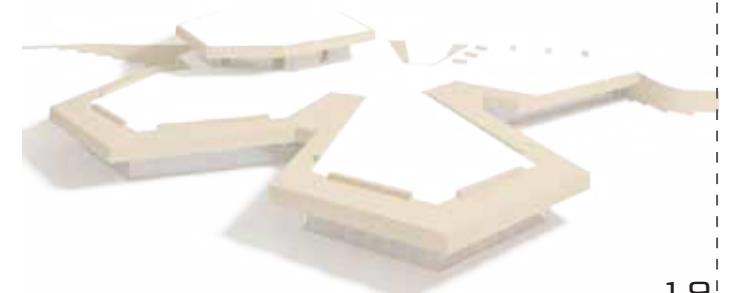


DETALLE 1
ESCALA 1/10

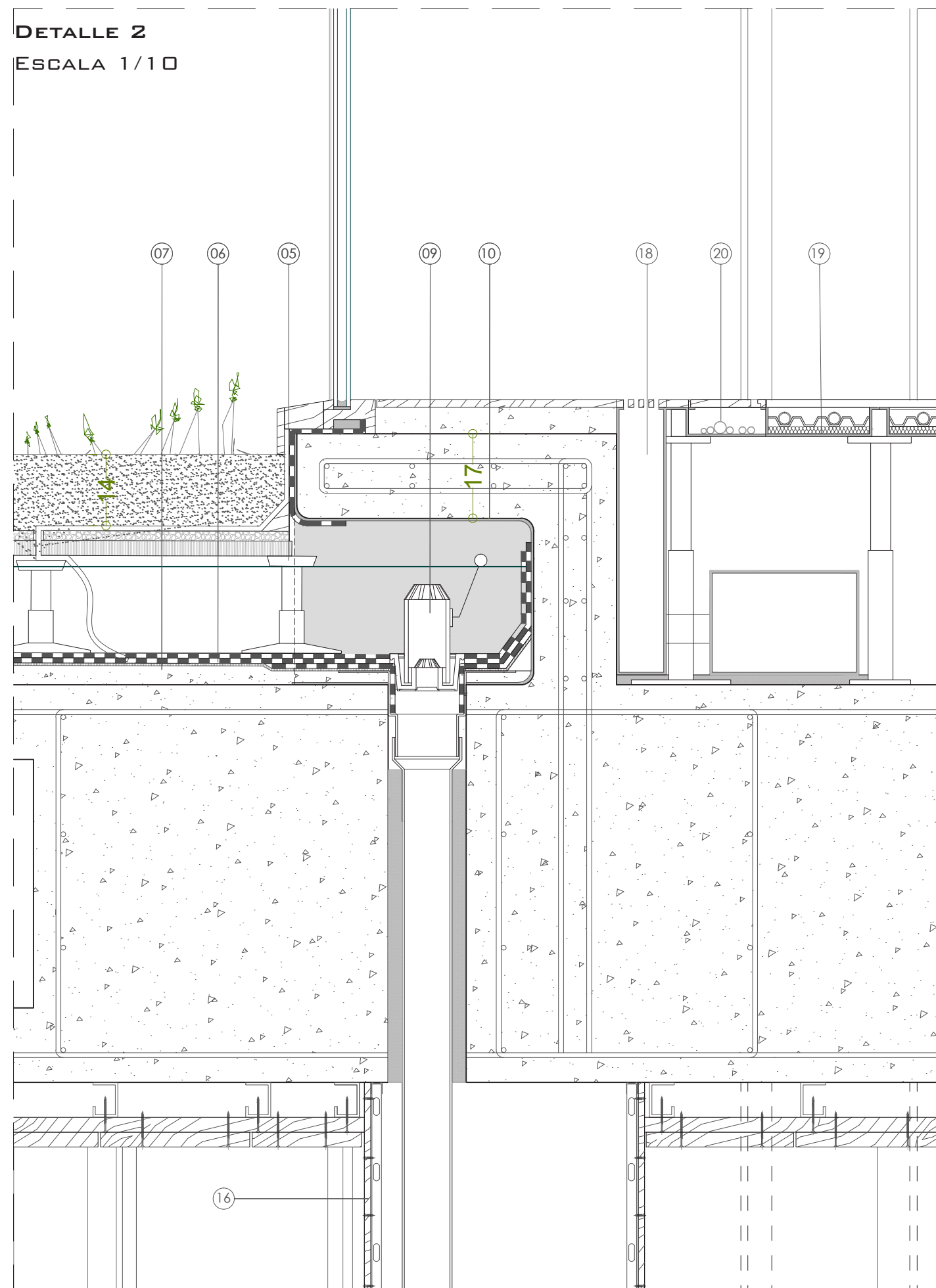


LEYENDA DE MATERIALES

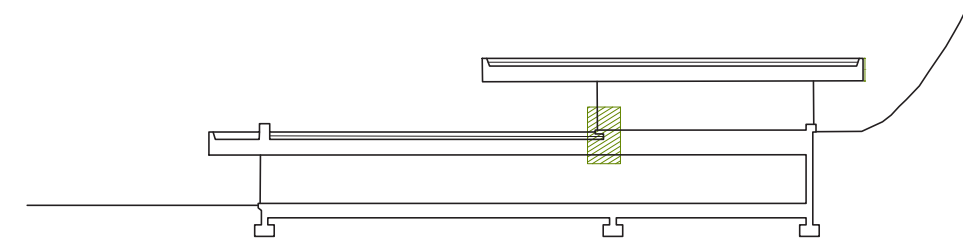
- 08_ Formación de pendiente:** hormigón de árido ligero.
- 06_ Impermeabilización:** lámina RHENOFOL CG, resistente a las raíces de alta durabilidad.
- 11_ Pavimento:** Entarimado de madera, Tablero OSB 25mm. Estructura de madera maciza.
- 12_ Sumidero:** cazoleta prefabricada de chapa de acero galvanizado.
- 13_ Lampara:** Pieza para la luminaria registrable.
- 14_ Aislante:** poliestireno extruido e:4 cm.
- 15_ Falso techo:** Entarimado de madera, Tablero OSB 25mm. Estructura de aluminio.
- 21_ Armadura:** acero b 400 sd
- 24_ Barandilla:** Barandilla de vidrio templado de 12mm de grosor con canto pulido
- 25_ Soporte:** Chapa de acero galvanizado en forma de L.



DETALLE 2
ESCALA 1/10



5. ANEJOS



LEYENDA DE MATERIALES

- 01_ **Plantas tapizantes.** Plantas autóctonas y endémicas excluyendo plantas invasoras..
- 02_ **Sustrato vegetal:** Capa de poco espesor (10-15 cm) de sustrato ecológico especial.
- 03_ **Autoriego:** Filtro sintético FELTEMPER 150 P. Baja entre las losas hasta entrar en contacto con el agua.
- 04_ **Soporte filtrante:** Losa FILTRÓN, elemento de aislamiento y drenaje.
- 05_ **Soportes:** soportes regulables en altura.
- 06_ **Impermeabilización:** lámina RHENOFOL CG, resistente a las raíces de alta durabilidad.
- 07_ **Antipunzante:** Capa auxiliar de fieltro sintético FELTEMPER 300 P.
- 08_ **Formación de pendiente:** hormigón de árido ligero.
- 09_ **Desagüe:** Rebosadero con válvula anti desbordamiento.
- 10_ **Encofrado:** Cajón de chapa de acero galvanizada.
- 11_ **Pavimento:** Entarimado de madera, Tablero OSB 25mm. Estructura de madera maciza.
- 12_ **Sumidero:** cazoleta prefabricada de chapa de acero galvanizado.
- 14_ **Aislante:** poliestireno extruido e:4 cm.
- 15_ **Falso techo:** Entarimado de madera, Tablero OSB 25mm. Estructura de aluminio.
- 16_ **Partición:** sistema de cartonyeso.
- 17_ **Forjado sanitario:** Relleno de hormigón de 15 cm de espesor. Módulos prefabricados de plástico pp reciclado. Losa de hormigón 10 cm .
- 18_ **Aire acondicionado**
- 19_ **Suelo técnico radiante:** Modulo radiante consistente en un panel con grueso 32 milímetros.
- 20_ **Electricidad.** Registrable de aluminio incorporado al suelo técnico.

