

RITOS DE PASO

TEMPLO ECUMÉNICO EN NAZARET

MEMORIA TÉCNICA

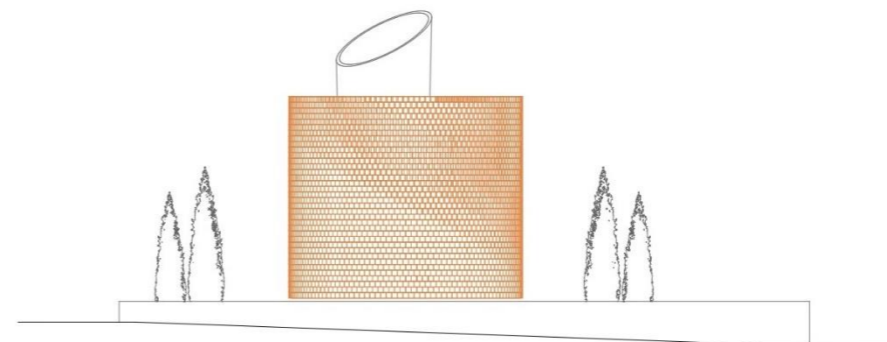
SERGIO ALMENAR RUIZ

TUTORES:

EDUARDO DE MIGUEL ARBONÉS

ENRIQUE FERNÁNDEZ-VIVANCOS GONZÁLEZ

TFM MÁSTER ARQUITECTURA TALLER 4 ETSA UPV CURSO 2022 - 2023



UNIVERSITAT
POLITÈCNICA
DE VALÈNCIA



ESCOLA TÈCNICA
SUPERIOR
D'ARQUITECTURA

ÍNDICE

1. Memoria constructiva

2. Memoria justificativa del cumplimiento del CTE

2.1 Justificación del **DBSE** Seguridad Estructural

2.2 Justificación del **DBSI** Seguridad en caso de incendio

2.3 Justificación del **DBSUA** seguridad de utilización y accesibilidad

2.4 Justificación del **DBHS** salubridad

2.5 Justificación del **DBHR** protección frente al ruido

2.6 Justificación del **DBHE** ahorro de energía

3. Memoria de cálculo

1- Memoria constructiva

1.1. Trabajos previos: excavación y limpieza

El proyecto arquitectónico *Templo Ecuménico de Nazaret* se encuentra en lo que ahora son varias parcelas de uso residencial e industrial situadas en el borde norte del barrio de Nazaret, en el ámbito popularmente conocido como *Cocoteros*. Estas parcelas cuentan con un desnivel desde su extremo suroeste hasta su extremo noreste de 1,5m. Este desnivel se prolonga más allá de las parcelas hasta alcanzar el nivel del mar, cota en la que se encuentra el antiguo cauce del río Turia. Las edificaciones actualmente presentes se encuentran en estado de ruina y el terreno sin ocupar presenta signos de falta de mantenimiento y contaminación; como primera acción será necesario demoler las construcciones presentes y excavar toda la parcela hasta alcanzar la cota -1,5m medida desde la Calle Mayor. De esta manera se consigue eliminar todo el material orgánico y los residuos de antiguos usos, y se obtiene una superficie horizontal para ejecutar la cimentación. Por tanto, se tendrán en cuenta la maquinaria y los trabajos necesarios para ejecutarlo de forma correcta y evitando alcanzar la cota de nivel freático. Posteriormente será necesario rellenar parte del terreno retirado para conformar las plataformas de las dos rampas que arrancan de la cota 0 en la Calle Mayor, una ascendente y la otra descendente.

1.2 Justificación de la materialidad

El objetivo del proyecto es crear un equipamiento religioso ecuménico que conmueva al espectador y lo invite al recogimiento y al silencio. Para tal efecto se ha pretendido recurrir a la expresividad y rotundidad de las formas geométricas en su interacción con la luz. La elección de la materialidad se ha basado en los siguientes criterios:

Sinceridad constructiva: voluntad de no ocultar la realidad estructural del edificio sino todo lo contrario: conseguir que la materialidad del edificio coincida con su materialidad estructural, volviendo a la tradición arquitectónica milenaria anterior al Movimiento Moderno que identificaba la estructura del edificio con sus envolventes. En este proyecto nos resulta difícil hablar de estructura, materialidad y envolventes por separado, ya que la estructura no se limita solamente a transmitir cargas sino que articula y define el espacio.

Arquitectura estereotómica: búsqueda de sensación de gravedad y eternidad, preservación del muro sólido como principal elemento. El discurso de los ritos de paso que ha guiado el diseño del templo concibe éste como un recorrido ascendente hacia la luz. Este recorrido se materializa en la idea de umbral o cueva, un ámbito oscuro y constreñido que separa dos ámbitos luminosos mediante un mecanismo de compresión – descompresión. Estos umbrales o cuevas pertenecen al mundo de lo pétreo, lo masivo, y se imaginan como espacios en penumbra desde los que contemplar la luz o caminar hacia ella.

Respeto por la tradición y la realidad industrial y tecnológica local: se ha pretendido utilizar materiales y soluciones constructivas que no sean ajenas a la tradición e idiosincrasia valenciana y española.

Por todo esto, se ha elegido el hormigón armado como material fundamental por su capacidad para formar estructuras superficiales y continuas (por oposición a un sistema espacial de barras de acero o madera), su sensación de solidez y su alta versatilidad a la hora de conformar geometrías complejas y curvadas (como la geometría de los cilindros superiores del templo). La expresividad y sinceridad constructiva de una superficie áspera e irregular de hormigón por la que resbala la luz solar se adecúa a los fines perseguidos. Además, el sector de la construcción en España está familiarizado con esta manera de construir.

Todos aquellos elementos verticales del proyecto asimilables a muros trabajando a flexión o a flexocompresión se ejecutarán en hormigón armado: tanto los muros radiales de la planta baja como los dos cilindros superiores, las cuadernas o mamparos que unen estos dos cilindros y la rampa helicoidal que recorre el muro exterior a modo de ménsula.

Estos elementos de hormigón se dejarán vistos en todo el edificio, salvo en las salas confesionales de la planta baja para cumplir con los requerimientos de ahorro energético en zonas incluidas en la envolvente térmica del edificio. Incluso en este caso y guiándonos por el criterio de sinceridad constructiva, el material aislante (corcho) se ha dejado a la vista.

El segundo material fundamental del edificio es la arcilla cocida, que ha acompañado al ser humano desde la prehistoria y está presente en la tradición artesana y constructiva del levante español de diversas formas. La arcilla se manifiesta de dos maneras en el proyecto: bien en forma de ladrillo macizo, bien en forma de pieza cerámica hueca.

Los ladrillos son el elemento conformante de las bóvedas tabicadas o catalanas, que se han utilizado para resolver todos los forjados o elementos horizontales del edificio. La superficie horizontal pisable por encima de las bóvedas también se conforma con ladrillos: muros conejeros como solución de relleno aligerado y bardos para conformar un tablero sobre el que colocar el pavimento. Podemos hacer una generalización y afirmar que los elementos estructurales verticales del proyecto son de hormigón y los elementos estructurales horizontales son de ladrillo. Al resolver todos los techos con el mismo sistema de bóvedas catalanas se refuerza la idea de pesadez y se introduce homogeneidad y coherencia en el proyecto.

El otro uso destacado de la arcilla son las piezas cerámicas perforadas que constituyen la celosía o envolvente exterior del edificio. En este caso sí se puede hablar de *piel* independiente de la estructura portante. La elección de *piezas sólidas cortadas* (significado etimológico griego de *estereotomía*) es idónea para este uso, ya que permite aumentar o disminuir su densidad allí donde sea necesario para dar respuesta las condiciones de entorno del edificio.

Estos dos materiales, el hormigón armado y la cerámica (arcilla cocida), constituyen la estructura del proyecto y articulan todos los espacios sin excepción. El resto de materiales tienen una función subsidiaria y un uso local.

El otro material que, por importancia, merece mencionarse aquí es el vidrio, cuyo uso masivo en la envolvente de los edificios se asocia con la modernidad y no parecería adecuado para la arquitectura estereotómica que perseguimos. En primer lugar, la parte alta del edificio conformada por las estructuras cilíndricas está prevista para un uso no continuo y no está incluida en la envolvente térmica, por lo que todos los huecos están a la intemperie y no se han cubierto con vidrio u otro material. La parte baja del edificio, el estilóbato o podio, se concibe como una gran cueva o gruta que funciona de umbral entre Nazaret y el parque fluvial del Turia. Las seis salas confesionales situadas en este umbral sí constituyen zonas donde se supone que la ocupación puede ser continua y, por tanto, estarán acondicionadas y aclimatadas cumpliendo todas las normativas de confort de los usuarios. Por este motivo, los huecos de estas seis “entradas a la gruta” sí están cerrados por una fachada de vidrio con carpintería metálica que garantiza que sigan percibiéndose como grandes huecos.

1.3 Sistema estructural

Ver anejo: memoria de cálculo de la estructura

1.4 Sistema envolvente

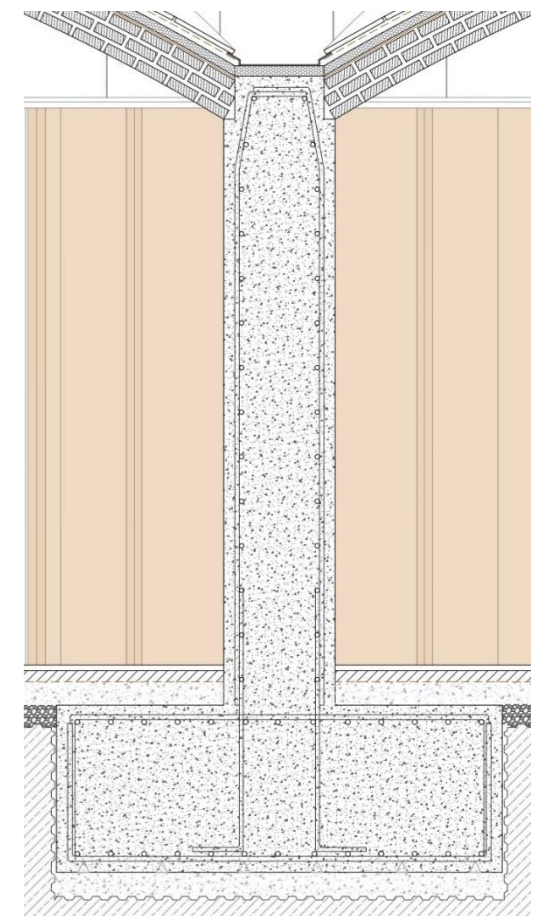
Fachadas

Muro recto de hormigón armado e = 50cm

De caras vistas, dispuestos radialmente en la planta baja para sustentar el gran cilindro de la parte superior del edificio y para configurar los 6 espacios de las salas confesionales, así como los accesos a la planta baja. Los muros estarán ejecutados con HA30 y, en las partes en que funcionen como muros de contención por estar en contacto con el terreno, contarán con lámina impermeable y lámina geotextil. La cimentación será mediante zapatas corridas de HA. En la coronación dispondrán de unos rebajes longitudinales para recibir los ladrillos que conformarán el arranque de las bóvedas tabicadas. Cuando formen parte de la compartimentación vertical de las salas confesionales, y con el fin de alcanzar los valores de aislamiento térmico exigidos por la norma, estarán revestidos por una plancha de 2cm de corcho natural visto tomada con mortero.

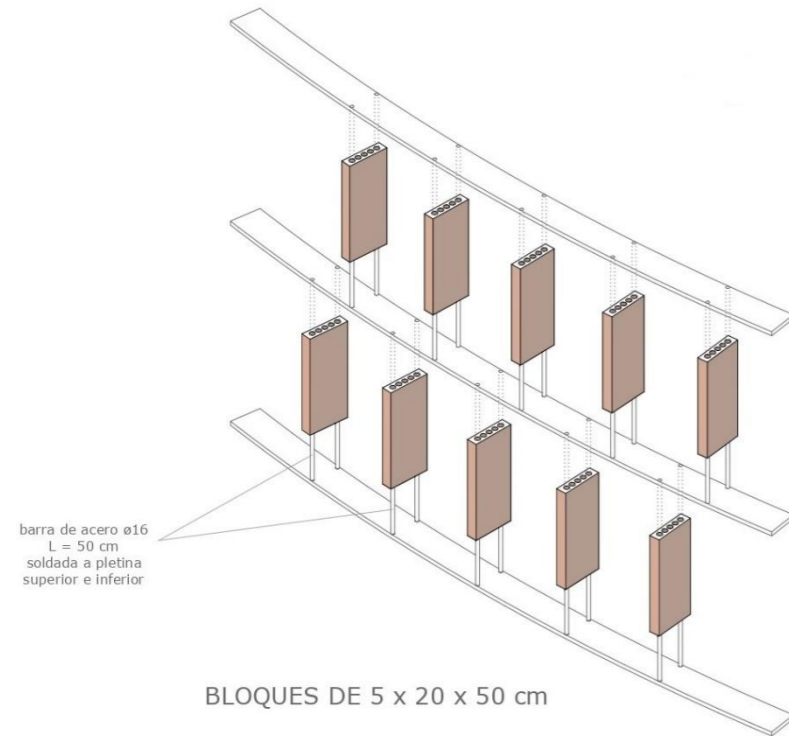
Celosía curva de piezas cerámicas huecas

Que sirve de envolvente a la parte superior del edificio. Está conformada por piezas cerámicas extruidas de altura constante = 50 cm y espesor constante = 20 cm pero anchura variable en incrementos de 10 cm, desde los 10 cm hasta los 50 cm. Las piezas cerámicas estarán sujetas a un bastidor metálico formado por pletinas de acero inoxidable de sección 150x10 mm y radio de giro 10,4m. Los montantes de este bastidor serán barras de acero de diámetro 16 mm que estarán embebidas a las piezas



cerámicas, a razón de dos barras por pieza. Puesto que el análisis estructural de los anclajes escapa al alcance de este TFM, este sistema propuesto garantiza la estabilidad de la celosía, haciendo que sea autoportante y que pueda apoyarse en la losa de hormigón que rodea el perímetro de la Bóveda del Inframundo. No obstante, para evitar los desplazamientos laterales de la celosía en su conjunto, ésta estará anclada a la rampa helicoidal mediante barras de acero soldadas a las pletinas y embebidas en el hormigón.

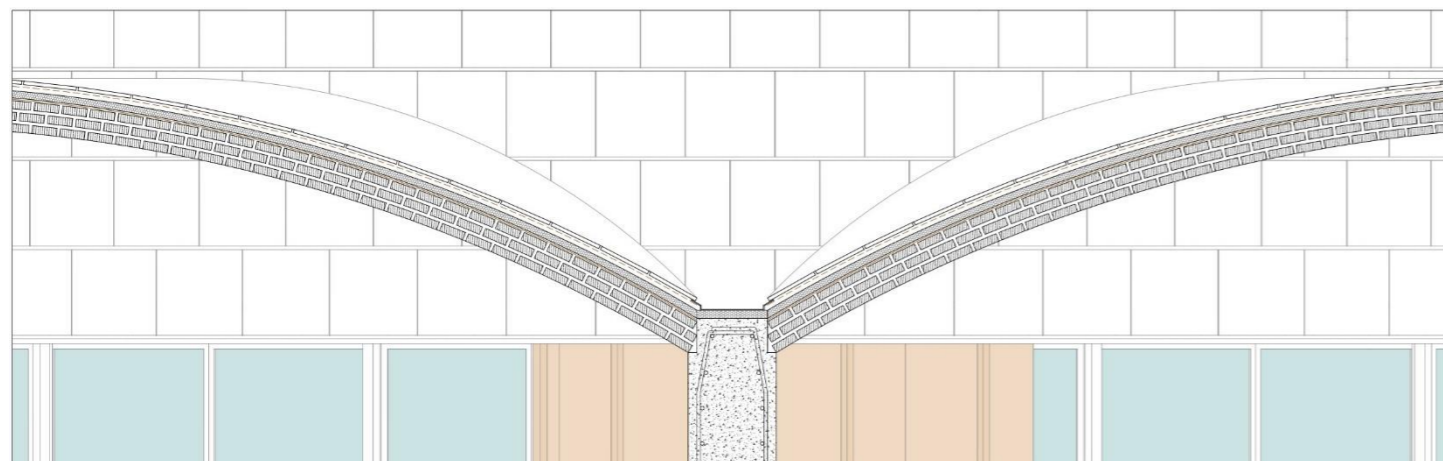
Esta celosía constituye un tercer cilindro que envuelve a los otros dos y da respuesta directa a las condiciones del entorno del edificio a la vez que ayuda a diluir la percepción de escala del mismo por parte del viandante, con un objetivo de búsqueda de monumentalidad. En primer lugar, permite entablar un diálogo con la antigua estación de tren ligero de Nazaret, construida con obra de fábrica de ladrillo y situada al otro lado de la Calle Mayor. Por otra parte, al aumentar su superficie de huecos en el lado noreste, permite que el templo en su conjunto se abra hacia el río, volviéndose más permeable en esta dirección. Por último, la dimensión de las piezas disminuye y la distancia entre ellas aumenta a medida que la celosía gana altura, creando una sensación de desmaterialización hacia el cielo, hacia la luz.



Cubiertas

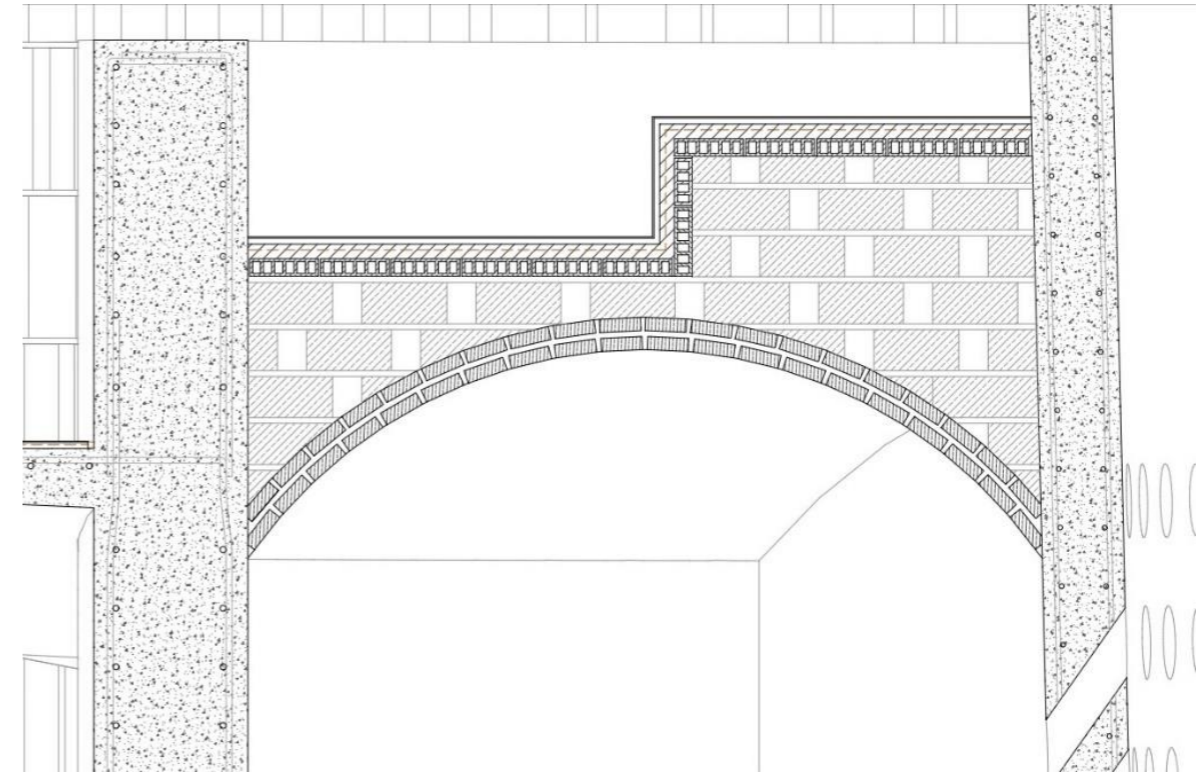
Cubierta de bóveda tabicada

Cubierta en contacto con el aire exterior, de luz variable y flecha constante, que cubre las 6 salas confesionales y los accesos a la planta baja. Está conformada, de abajo arriba, por 3 roscas de ladrillo tocho catalán de 290 x 140 x 45 mm tomados con mortero de cal de espesor aproximado de 20 mm, lámina impermeabilizante, aislante termoacústico de 75mm, lámina impermeabilizante, remate de baldosas de gres cerámico impermeable tomado con mortero de cal.



Cubierta plana transitable

Cubierta en contacto con el aire exterior, situada en el ápice del edificio cubriendo el nivel más alto de oratorios. Está conformada, de abajo arriba, por 2 roscas de ladrillo tocho catalán de 290 x 140 x 45 mm tomados con mortero de cal de espesor aproximado de 20 mm, muros conejeros formados por ladrillos huecos de 290 x 140 x 75 mm tomados con mortero de cal de espesor aproximado de 20 mm, tablero formado por bardos de 1600 x 250 x 60 mm, capa de 50mm de hormigón ligero de regularización y formación de pendiente, lámina impermeabilizante, pavimento de microcemento *microstone* para exteriores sobre base de mortero de 20mm. Nótese que, puesto que el espacio inferior no pertenece a la envolvente térmica del edificio, no se ha dispuesto aislante.



Carpinterías

Carpintería de aluminio en contacto con el exterior

Los huecos de las 6 salas confesionales hacia el exterior, hacia los 6 patios, están cerrados por una fachada de vidrio dividida en dos niveles: un nivel inferior de ventanas correderas con vidrio laminado 4+4+10+4+4 montadas en carpintería de aluminio (marco de 50 mm con rotura de puente térmico) de dimensiones 1200 x 2200 mm sobre premarco de aluminio de 120 mm de anchura. El nivel superior está formado por hojas fijas de vidrio de las mismas prestaciones con marco de 50 mm con rotura de puente térmico.

1.5 Sistema de compartimentación interior

Particiones interiores verticales

Muro curvo 1 (cilindro exterior)

Muro portante de hormigón armado HA30 de 40 cm de espesor, caras vistas y radio de giro de 8m que constituye el vertical de la parte alta del templo. Los huecos en el muro son de 2 x 1 metros para el acceso a los oratorios y de 2,3 x 2 metros para el acceso a la Sala del Mundo. Este muro se apoya en los muros rectos de hormigón de la planta baja.

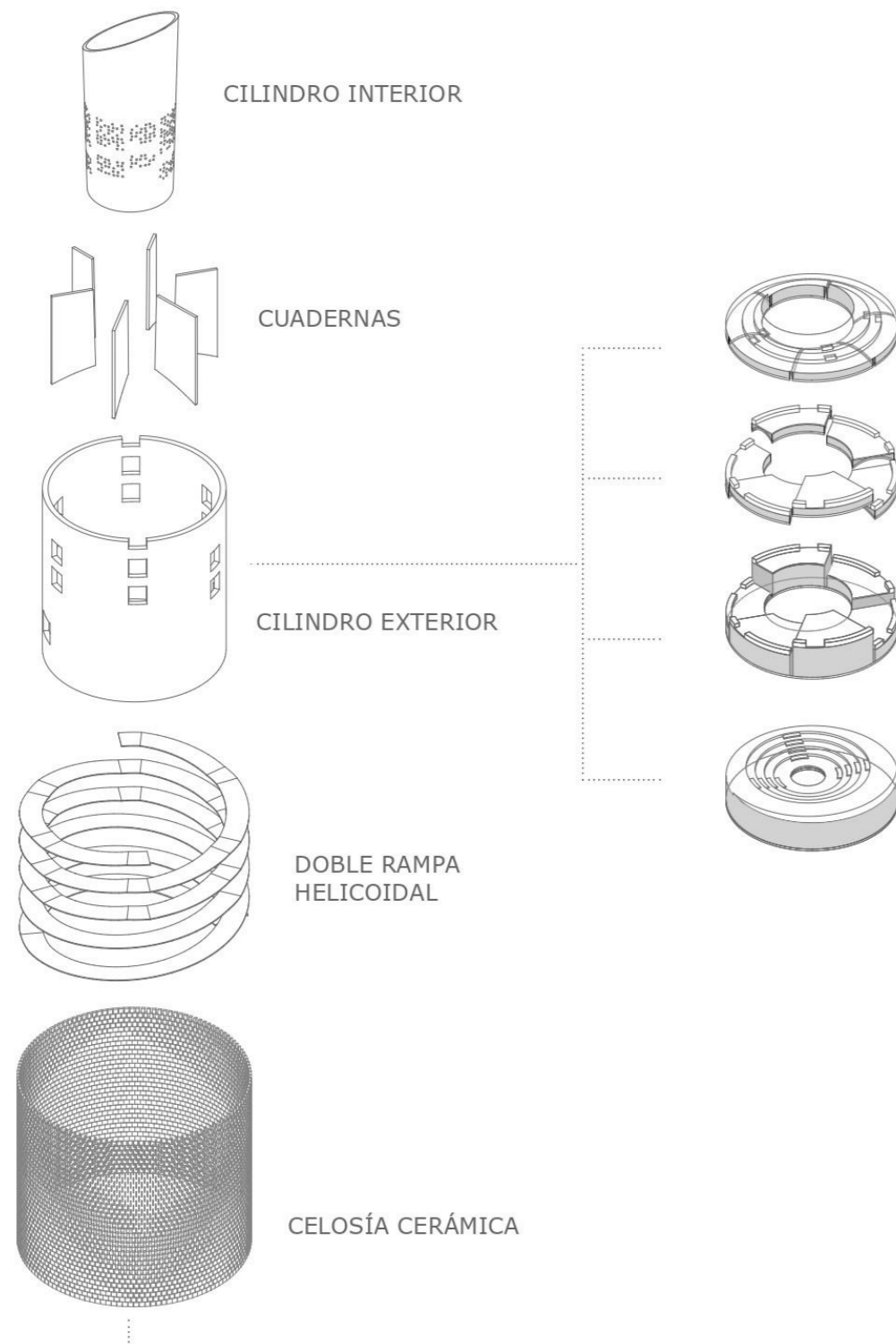
Muro curvo 2 (cilindro interior)

Muro portante de hormigón armado HA30 de 20 cm de espesor, caras vistas y radio de giro de 4m que constituye el cilindro interior del templo, prolongándose por encima del cilindro exterior y de la celosía hasta alcanzar la cota máxima del templo a 27 metros sobre la Calle Mayor de Nazaret. El muro está ligeramente abocinado en sentido ascendente y

parece flotar a 4 m sobre el suelo de la sala del mundo. su superficie está atravesada por huecos circulares de 15 cm de radio con un ángulo de inclinación de 45º que permiten a la persona situada en el oratorio mirar hacia el exterior, hacia el cielo. En los oratorios del nivel superior, dependiendo del momento del día y del mes del año, estos huecos también permiten que los rayos del sol alcancen el suelo del oratorio, dibujando círculos de luz. Su mecanismo sustentante son unas cuadernas o muros de hormigón que, funcionando como vigas de gran canto, lo unen al cilindro exterior. Ambos cilindros son excéntricos el uno del otro por una distancia de 1,36m.

Muro recto 1 (cuadernas)

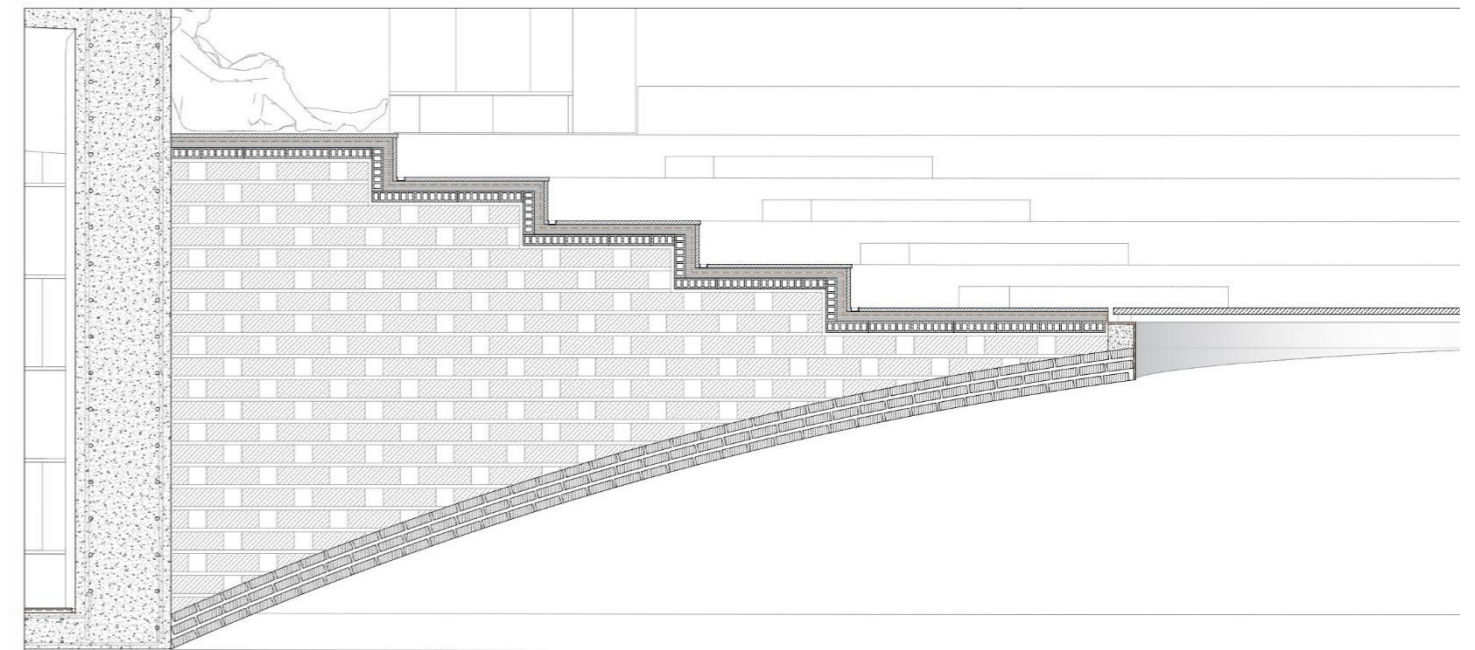
Cada uno de los 6 muros rectos de hormigón armado HA30 de 20 cm de espesor y caras vistas que, funcionando como una viga de gran canto, conectan el cilindro interior “flotante” con el cilindro exterior. La separación entre estos muros configura los 12 oratorios del templo, dispuestos en dos niveles en el espacio intersticial entre los dos cilindros de hormigón.



Particiones interiores horizontales

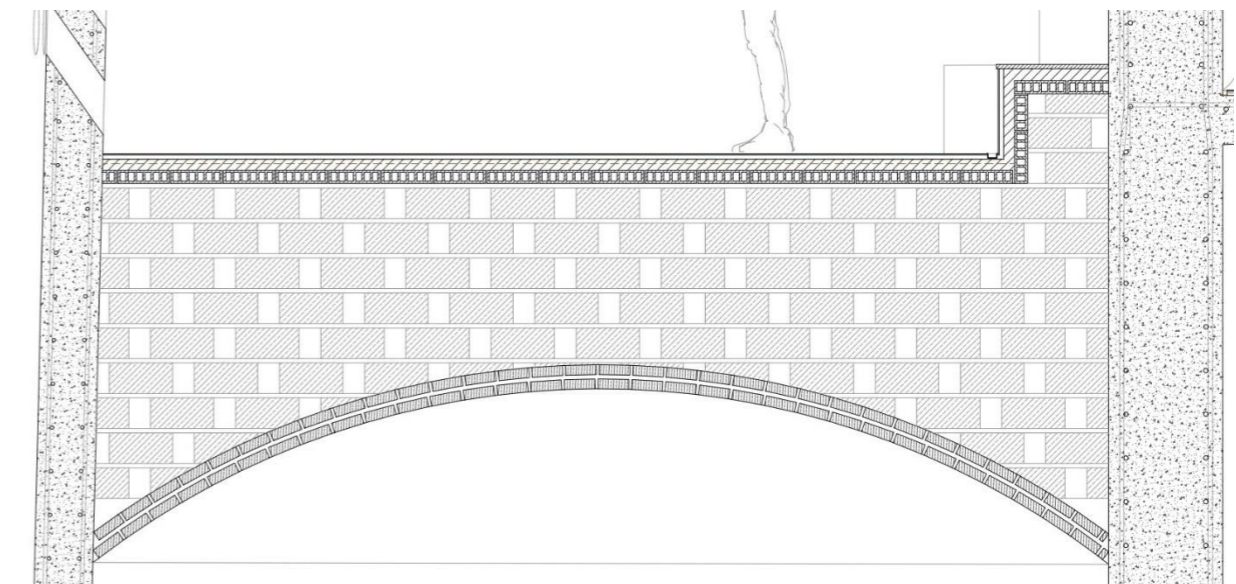
Forjado de bóveda tabicada (inframundo)

Gran bóveda con forma de casquete esférico provista de abertura u óculo, que cubre la sala del inframundo. Su arranque se produce en la parte inferior del cilindro exterior; los enormes empujes horizontales son absorbidos por el armado del propio cilindro y por una losa anular de 20 cm de canto y 2 m de ancho que impide que la bóveda se abra por su base. Está conformada, de abajo arriba, por 3 roscas de ladrillo tocho catalán de 290 x 140 x 45 mm tomados con mortero de cal de espesor aproximado de 20 mm, muros conejeros formados por ladrillos huecos de 290 x 140 x 75 mm tomados con mortero de cal de espesor aproximado de 20 mm, tablero formado por bardos de 1600 x 250 x 60 mm, capa de 50mm de hormigón ligero de regularización y formación de pendiente, lámina impermeabilizante, pavimento de losas de granito abujardado de 20 mm de espesor tomado con mortero de cal de 20 mm aproximadamente. Los muros conejeros se encargan de formar las gradas de la Sala del Mundo. La bóveda tiene una abertura circular u óculo en su parte central de 3 metros de diámetro cuyo perímetro está reforzado por una zona macizada con hormigón. En esta zona macizada se apoya el vidrio laminado translúcido de 35mm de espesor con bastidor metálico que cubre el hueco.



Forjado de bóveda tabicada (oratorios)

Cada una de las bóvedas de doble curvatura, luz variable y flecha constante que cierran los espacios intersticiales entre los dos cilindros y conforman los la envolvente superior e inferior de los oratorios. Está conformada, de abajo arriba, por 2 roscas de ladrillo tocho catalán de 290 x 140 x 45 mm tomados con mortero de cal de espesor aproximado de 20 mm, lámina impermeabilizante, aislante termoacústico de 75mm, lámina impermeabilizante, remate de pavimento de microcemento *microstone* para exteriores sobre base de mortero de 20mm.



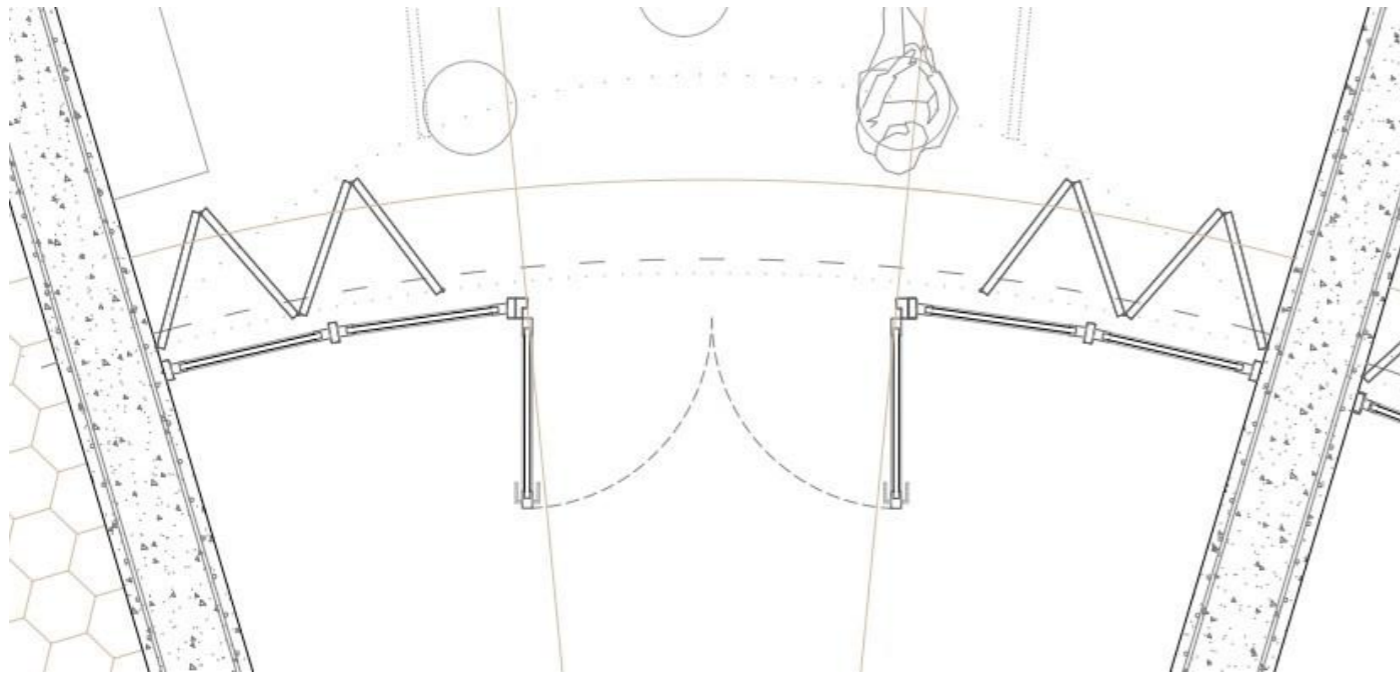
Carpinterías

Carpintería de aluminio (salas confesionales)

Los huecos de las 6 salas confesionales hacia el interior, hacia la Sala del Inframundo, están cerrados por una superficie de vidrio dividida en 4 hojas fijas de dimensiones 830 x 2500 mm, rigidizadas por unos montantes de aluminio de perfil en cajón de 40 x 100 mm, más un espacio central reservado para la puerta. El vidrio es laminado 4+4+10+4+4 y montado en carpintería de aluminio (marco de 50 mm con rotura de puente térmico).

Paneles plegables (salas confesionales)

Paneles de madera contrachapada de 2450 x 700 x 40 mm abisagrados y agrupados en dos grupos de 4 paneles cada uno, que forman un muro plegable sobre carriles situado en la fachada interior de las 6 salas confesionales, tras la carpintería de aluminio, para dotar a estas salas de privacidad.



Puerta de acceso en contacto con el exterior

Son todas aquellas abatibles que comunican las 6 salas confesionales y los dos aseos con la Sala del Inframundo. Todas ellas miden 2,50 m de altura y están compuestas por un marco y un premarco de aluminio con rotura de puente térmico. El vidrio laminado es bajo emisivo de 4+4+10 cámara+4+4 de acabado transparente.

1.6 Sistema de acabados y escaleras

Revestimientos verticales

Todos los paramentos son de hormigón visto, sin revestir, salvo en los siguientes casos:

Revestimiento de corcho natural

En las salas confesionales, los muros de hormigón están revestidos por una lámina vista de 20mm de corcho natural tomada con mortero de aproximadamente 10mm de espesor.

Revestimiento de azulejos

Todos los paramentos de los baños están revestidos de azulejos de 200x200x20mm tomados con mortero de 20mm de espesor sobre el aislante térmico.

Solados

Con el fin de homogeneizar todas las superficies del proyecto y facilitar la lectura de los espacios, se han seguido los siguientes criterios:

Las zonas de tránsito peatonal que son prolongación directa de las aceras y calles del exterior de la parcela (p.ej. la Sala del Inframundo o las grandes rampas de planta baja) serán de adoquín plano de basalto. De esta forma se fomenta la integración del edificio con su entorno urbano.

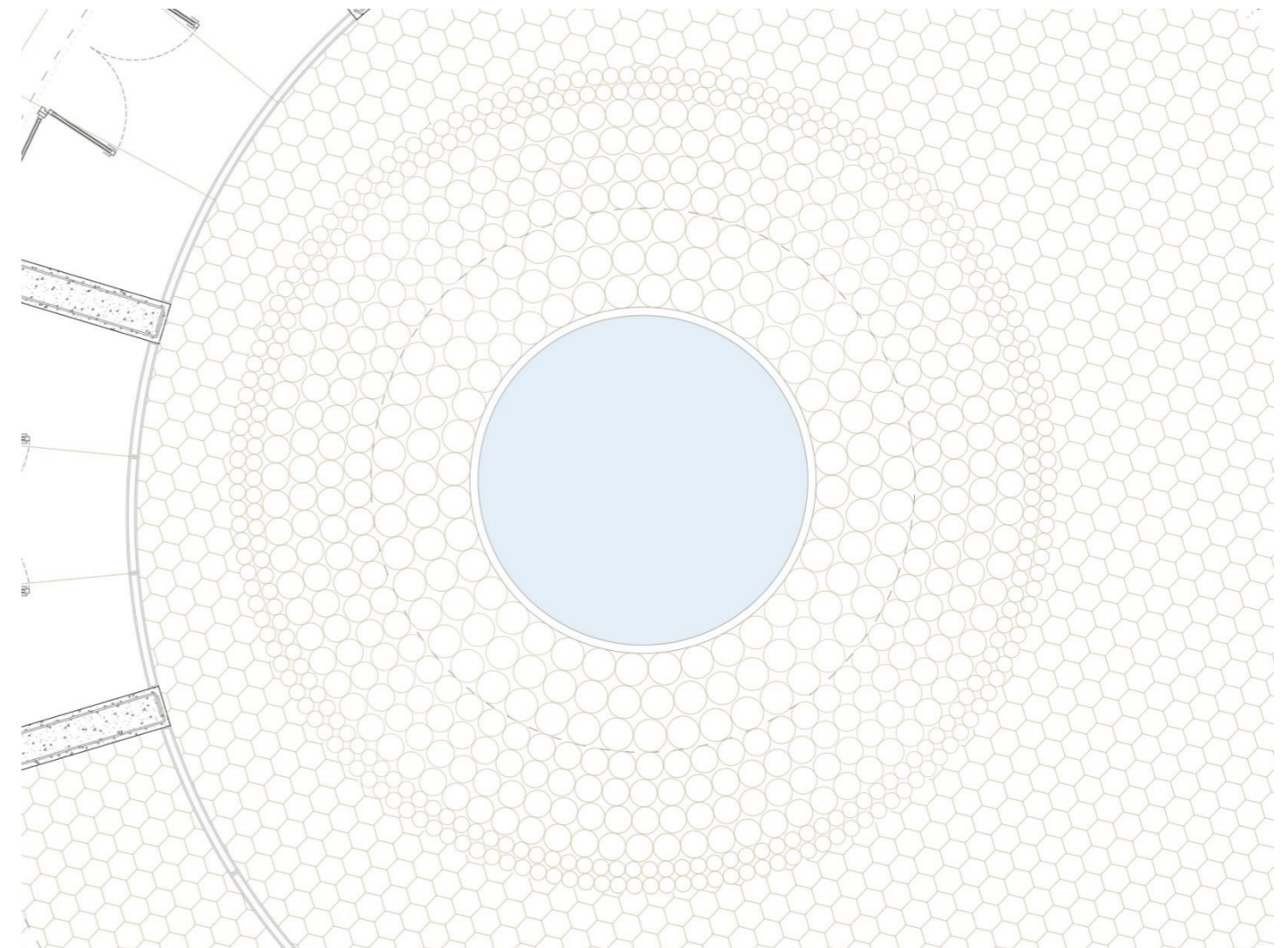
El resto de suelos del proyecto serán de microcemento *microstone* para exteriores para garantizar una superficie continua y resistente al agua, incluso en zonas del interior de la envolvente térmica no directamente expuestas al agua de lluvia (como es el caso de las 6 Salas Confesionales).

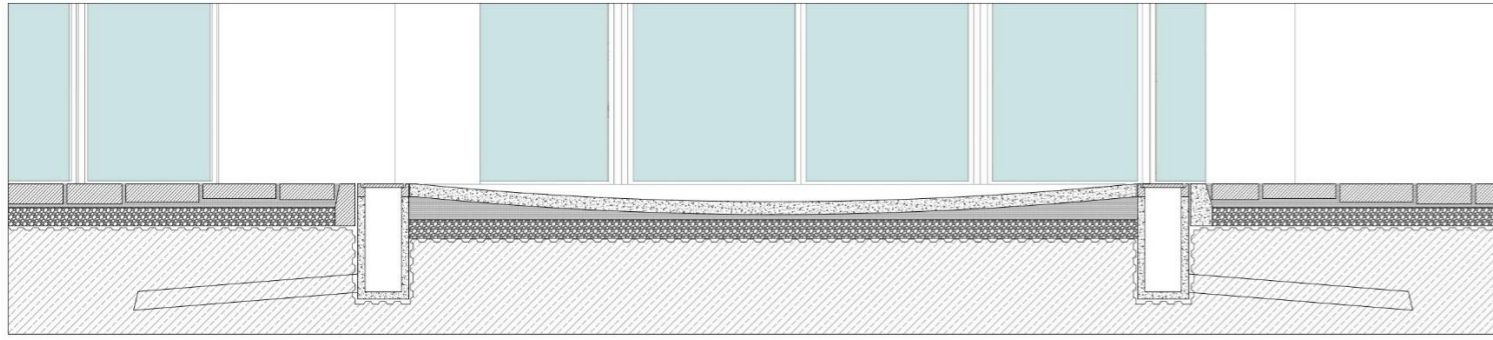
Como excepción a este criterio, en la Sala del Mundo se dispondrá un pavimento de losetas de granito abujardado de aproximadamente 600x400x20mm para remarcar la singularidad del espacio.

Pavimento de adoquín de basalto plano

De dos variedades: una hexagonal *estándar* que cubre las dos rampas principales y enlaza con el pavimento de la calle; y otra variedad especial, de forma circular con diferentes diámetros que se dispone en la Sala del Inframundo formando anillos concéntricos para remarcar la singularidad de este espacio. En cualquiera de los dos casos, la materialidad es la misma: el pavimento se compone, de abajo arriba, por: lámina geotextil, lecho de gravas de 100mm, asiento de arena compactada de 30mm, adoquín plano de basalto de 80mm de espesor.

Además, en el centro de la Sala del Inframundo, justo debajo del óculo, se sitúa una pieza circular de hormigón de 4m de diámetro, ejecutada in situ con el terreno como encofrado. Esta pieza, que tiene una ligera concavidad que evoca a la Sala del Mundo situada directamente sobre ella, marca el punto en el que el *axis mundi* que recorre el templo verticalmente se encuentra con el terreno.





Escaleras y rampas

Escalera monumental (planta baja)

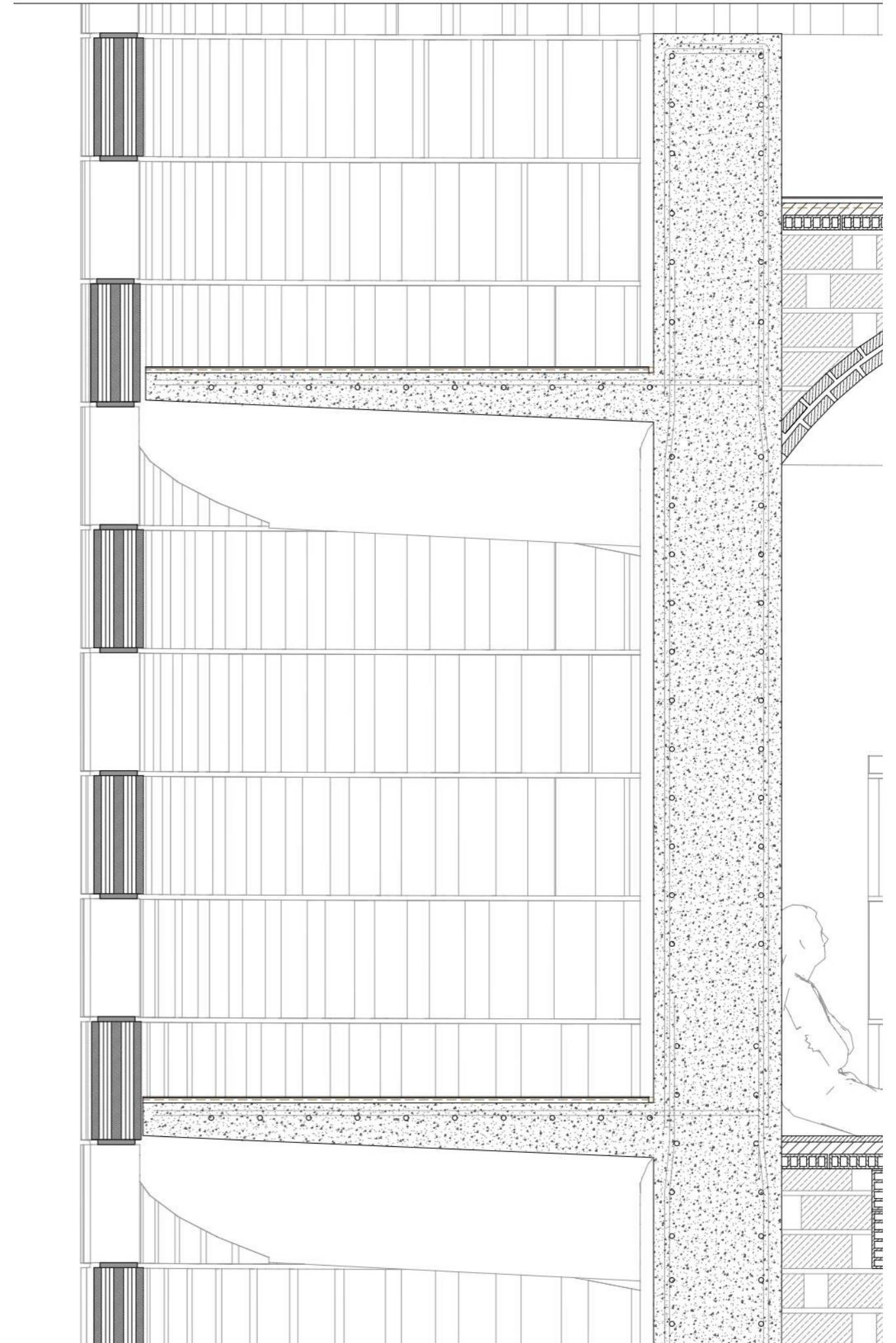
La única escalera del proyecto, salva el desnivel de 1,25m entre la cota de la Calle Mayor y la cota de planta baja. Es de tramo único y ligeramente curva, con un radio de giro de 20m. Está compuesta, de abajo arriba, por un lecho de gravas de 100mm y una solera de 150mm de hormigón armado (anclada a un zuncho también de hormigón para evitar deslizamientos). Sobre la solera se construyen las tabicas de ladrillo macizo de 240x115x35mm colocados de canto; el pavimento es de losa de granito abujardado de 20mm tomado con mortero de espesor aproximado de 20mm. La escalera cuenta con pasamanos de acero inoxidable a ambos lados.

Rampas de planta baja

Las dos rampas principales del edificio, que arrancan en la Calle Mayor frente a la estación de Nazaret. Una de ellas es descendente y conduce a la Sala del Inframundo en planta baja, salvando un desnivel de 1,25m con una longitud de 24,5m. La otra rampa es ascendente y conduce a la entrada de la parte alta del templo, salvando un desnivel de 1,4m con una longitud de 24,5m. Ambas rampas se construyen directamente sobre el terreno, con las siguientes capas de abajo arriba: lámina geotextil, lecho de gravas de 100mm, asiento de arena compactada de 30mm, adoquín plano de basalto de 80mm de espesor.

Rampa helicoidal

Las dos rampas curvas de 2m de anchura que, discurriendo en paralelo, resuelven la comunicación vertical de la parte alta del templo. Están constituidas por una losa de hormigón armado de sección en ménsula, de 25cm de canto en su encuentro con el muro cilíndrico y 14cm de canto en el extremo del voladizo. Sobre la losa de hormigón se dispone una lámina impermeabilizante y un pavimento de microcemento sobre mortero regularizante y de agarre. Las rampas cuentan con descansillos de 2x2m cada 9m. en estos descansillos se abren los huecos en el muro que conducen a la Sala del Mundo y a los distintos oratorios.



1.7 Sistemas de acondicionamiento, instalaciones y servicios

Instalación de fontanería

El conjunto del proyecto está conectado a la red general de suministro de aguas y dispone de los medios adecuados para el suministro de agua apta para el consumo, aportando así los caudales suficientes.

Para la generación de agua caliente sanitaria se dispondrá de una bomba de calor que genera suficiente suministro. Esta instalación queda conectada a varios acumuladores de las cuales se conduce el agua mediante tuberías de polietileno reticulado de secciones adecuadas al suministro de cada aparato servido de manera que garantice la ausencia de ruidos y se permita la libre dilatación de las tuberías con anillos elásticos y manguitos pasamuros. Se dispondrán las oportunas llaves de paso a la entrada de cada núcleo húmedo, entrada de cada aparato, y una llave general de acceso.

Se cumplirá lo especificado en CTE-HS-5 sobre condiciones de acometidas e instalaciones.

Instalación de saneamiento

Las nuevas edificaciones cuentan con un sistema completo de evacuación de aguas residuales y pluviales, conectado a la red de saneamiento. Las aguas pluviales se recogen en las cubiertas abovedadas de la planta baja por gravedad a través de una canaleta de chapa de zinc sobre la coronación del muro. De esta canaleta caen al terreno natural de los patios de las Salas Confesionales a través de gárgolas que se prolongan 15 cm respecto del paramento del muro. Estos patios disponen de imbornal lineal para recogida de aguas pluviales en caso de que la capacidad drenante del terreno natural quedase saturada.

La cubierta del ápice es plana y cuenta con 3 sumideros que recogen el agua de lluvia y la llevan hasta los colectores en la cota de cimentación a través de bajantes.

El agua de lluvia que pudiese caer en la Sala del Mundo a través del cilindro central caería a su vez hasta la Sala del Inframundo a través del óculo central. Allí se acumularía rellenando la pequeña alberca o rebaje circular situada bajo el óculo; el agua que rebosase sería inmediatamente recogida por el imbornal perimetral.

Los colectores de aguas residuales y pluviales dirigen las aguas de forma separada a sus distintas redes.

Instalación Eléctrica

La instalación se ha diseñado para electrificación elevada compuesta por cuadro general de distribución con dispositivos de mando, maniobra y protección general, interruptores diferenciales para circuitos de: alumbrado, tomas generales, tomas de corriente en baños, preinstalación de aire acondicionado. En los planos se señala el emplazamiento de los distintos equipos de protección, acometida y centralización, disposición de canalizaciones en los huecos previstos en planta, cuadros de distribución, mecanismos y puntos de luz y tomas de corriente.

Todos los mecanismos de toma de corriente y control deberán poseer la oportuna autorización de uso y ser adecuados para la potencia del servicio.

Instalación de Telecomunicación

Las 6 salas confesionales cuentan con redes privadas de telefonía a través de acometidas generales desde la vía pública.

Además, a cada una de estas salas llega la instalación necesaria de red de datos para garantizar la conexión a internet.

Instalación de climatización

Se instala un sistema de climatización centralizado de bombas de calor aire-agua diferentes a las de ACS. Estas bombas están conectadas a un acumulador que dará servicio a cada una de las unidades terminales interiores. Finalmente el aire se distribuye por las viviendas mediante fan coils.

Recogida de basuras

Existe recogida centralizada con contenedores de calle de superficie.

2.1 Memoria justificativa del cumplimiento del DBSE

Artículo 10. Exigencias básicas de seguridad estructural (SE)

1. El objetivo del requisito básico "Seguridad estructural" consiste en asegurar que el edificio tiene un comportamiento estructural adecuado frente a las acciones e influencias previsibles a las que pueda estar sometido durante su construcción y uso previsto.

2. Para satisfacer este objetivo, los edificios se proyectarán, fabricarán, construirán y mantendrán de forma que cumplan con una fiabilidad adecuada las exigencias básicas que se establecen en los apartados siguientes.

3. Los Documentos Básicos "DB-SE Seguridad Estructural", "DB-SE-AE Acciones en la Edificación", "DB-SE-C Cimientos", "DB-SE-A Acero", "DB-SE-F Fábrica" y "DB-SE-M Madera", especifican parámetros objetivos y procedimientos cuyo cumplimiento asegura la satisfacción de las exigencias básicas y la superación de los niveles mínimos de calidad propios del requisito básico de seguridad estructural.

10.1. Exigencia básica SE 1: Resistencia y estabilidad La resistencia y la estabilidad serán las adecuadas para que no se generen riesgos indebidos, de forma que se mantenga la resistencia y la estabilidad frente a las acciones e influencias previsibles durante las fases de construcción y usos previstos de los edificios, y que un evento extraordinario no produzca consecuencias desproporcionadas respecto a la causa original y se facilite el mantenimiento previsto.

10.2. Exigencia básica SE 2: Aptitud al servicio La aptitud al servicio será conforme con el uso previsto del edificio, de forma que no se produzcan deformaciones inadmisibles, se limite a un nivel aceptable la probabilidad de un comportamiento dinámico inadmisibles y no se produzcan degradaciones o anomalías inadmisibles.

1 Generalidades

Ámbito de aplicación

El Documento Básico de Seguridad Estructural tiene como objetivo asegurar que el edificio en cuestión cuenta con un comportamiento estructural adecuado para su uso y su ubicación frente a las acciones previstas durante su vida útil en este caso. Por ello, los diversos núcleos que componen el Centro de Gestión e Interés serán comprobados estructuralmente ante acciones que en ellos se disponen.

Prescripciones aplicables conjuntamente con el DB-SE

El Documento Básico de Seguridad Estructural constituye la base para los Documentos Básicos siguientes y se utilizará conjuntamente con ellos:

- DB-SE-AE: Acciones en la edificación: Es de aplicación

- DB-SE-C: Cimientos: Es de aplicación

- DB-SE-A: Acero: No es de aplicación (el edificio cuenta con algún elemento de acero como las pletinas de la celosía pero, a efectos de este proyecto, no se hará un análisis estructural de la misma y tan solo se analizará desde un punto de vista constructivo)

- DB-SE-F: Fábrica: No es de aplicación, por referirse exclusivamente a muros de fábrica y no a bóvedas.

- DB-SE-M: Madera: No es de aplicación

- DB-SI: Seguridad en caso de incendio: Es de aplicación

Además, deberán tenerse en cuenta las especificaciones de la normativa siguiente:

- NCSE: Norma de construcción sismorresistente: Es de aplicación

- EHE: Instrucción de hormigón estructural: Es de aplicación

- EFHE: Instrucción para el proyecto y la ejecución de forjados unidireccionales de hormigón estructural

realizados con elementos prefabricados: No es de aplicación

2 Documentación

Memoria

La descripción de la estructura, justificación de las soluciones adoptadas, proceso de dimensionado y cálculo se incluyen en el anejo A: memoria de cálculo estructural

Planos

1 Los planos del proyecto correspondientes a la estructura deben ser suficientemente precisos para la exacta realización de la obra, a cuyos efectos se podrán deducir también de ellos los planos auxiliares de obra o de taller, en su caso, y las mediciones que han servido de base para las valoraciones pertinentes.

2 Los planos contendrán los detalles necesarios para que el constructor, bajo las instrucciones del director de obra, pueda ejecutar la construcción, y en particular, los detalles de uniones y nudos entre elementos estructurales y entre éstos y el resto de los de la obra, las características de los materiales, la modalidad de control de calidad previsto, si procede, y los coeficientes de seguridad adoptados en el cálculo.

3 Análisis estructural y dimensionado

3.1 Generalidades

1 La comprobación estructural de un edificio requiere:

a) determinar las situaciones de dimensionado que resulten determinantes;

b) establecer las acciones que deben tenerse en cuenta y los modelos adecuados para la estructura;

c) realizar el análisis estructural, adoptando métodos de cálculo adecuados a cada problema;

d) verificar que, para las situaciones de dimensionado correspondientes, no se sobrepasan los estados límite.

2 En las verificaciones se tendrán en cuenta los efectos del paso del tiempo (acciones químicas, físicas y biológicas; acciones variables repetidas) que pueden incidir en la capacidad portante o en la aptitud al servicio, en concordancia con el periodo de servicio.

3 Las situaciones de dimensionado deben englobar todas las condiciones y circunstancias previsibles durante la ejecución y la utilización de la obra, teniendo en cuenta la diferente probabilidad de cada una. Para cada situación de dimensionado, se determinarán las combinaciones de acciones que deban considerarse.

4 Las situaciones de dimensionado se clasifican en:

a) persistentes, que se refieren a las condiciones normales de uso;

b) transitorias, que se refieren a unas condiciones aplicables durante un tiempo limitado (no se incluyen las acciones accidentales);

c) extraordinarias, que se refieren a unas condiciones excepcionales en las que se puede encontrar, o a las que puede estar expuesto el edificio (acciones accidentales).

3.2 Estados límite

1 Se denominan estados límite aquellas situaciones para las que, de ser superadas, puede considerarse que el edificio no cumple alguna de los requisitos estructurales para las que ha sido concebido.

3.2.1 Estados límite últimos

1 Los estados límite últimos son los que, de ser superados, constituyen un riesgo para las personas, ya sea porque producen una puesta fuera de servicio del edificio o el colapso total o parcial del mismo.

2 Como estados límite últimos deben considerarse los debidos a:

a) pérdida del equilibrio del edificio, o de una parte estructuralmente independiente, considerado como un cuerpo rígido;

b) fallo por deformación excesiva, transformación de la estructura o de parte de ella en un mecanismo, rotura de sus elementos estructurales (incluidos los apoyos y la cimentación) o de sus uniones, o inestabilidad de elementos estructurales incluyendo los originados por efectos dependientes del tiempo (corrosión, fatiga).

3.2.2 Estados límite de servicio

1 Los estados límite de servicio son los que, de ser superados, afectan al confort y al bienestar de los usuarios o de terceras personas, al correcto funcionamiento de del edificio o a la apariencia de la construcción.

2 Los estados límite de servicio pueden ser reversibles e irreversibles. La reversibilidad se refiere a las consecuencias que excedan los límites especificados como admisibles, una vez desaparecidas las acciones que las han producido.

3 Como estados límite de servicio deben considerarse los relativos a:

- las deformaciones (flechas, asentos o desplomes) que afecten a la apariencia de la obra, al confort de los usuarios, o al funcionamiento de equipos e instalaciones;
- las vibraciones que causen una falta de confort de las personas, o que afecten a la funcionalidad de la obra;
- los daños o el deterioro que pueden afectar desfavorablemente a la apariencia, a la durabilidad o a la funcionalidad de la obra.

Variables básicas

El análisis estructural se realiza mediante modelos en los que intervienen las denominadas variables básicas, que representan cantidades físicas que caracterizan las acciones, influencias ambientales, propiedades de materiales y del terreno, datos geométricos, etc.

- Acciones: Se clasifican según si son:

· Permanentes (G): actúan en todo instante sobre el edificio, con posición y valor constantes (pesos propios) o variación despreciable.

· Variables (Q): son aquellas que pueden actuar o no sobre el edificio (uso y acciones climáticas).

· Accidentales (A): son aquellas cuya probabilidad de ocurrencia es pequeña, pero de gran importancia (sismo, incendio, impacto o explosión).

- Datos geométricos: Los datos geométricos se representan por sus valores nominales deducidos de los planos estructurales incluidos en la documentación gráfica.

Se introducirán las siguientes hipótesis de carga en SAP

- DEAD peso propio de los elementos estructurales (determinado por SAP, no se introduce manualmente).
- CMP peso muerto, pesos propios de todos los elementos constructivos no estructurales
- SCU sobrecarga de uso
- SCN sobrecarga de nieve
- SCVx sobrecarga de viento en la dirección x
- SCVy sobrecarga de viento en la dirección y

Y, si procede cumplir la normativa sismorresistente:

- SIMx sismo modal en dirección x
- SIMy sismo modal en dirección y
- SIMz sismo modal en dirección z
- SIMxyz sismo modal en dirección x, y, z

Modelo para el análisis estructural

El análisis estructural se basará en un modelo simplificado de la estructura, con adaptaciones de la estructura actual a distintos elementos caracterizados por sus materiales y dimensiones reales. Todo ello, con la intención de analizar su comportamiento bajo unas cargas hipotéticas, aproximadas a las reales, para el posterior dimensionado de la estructura.

La estructura tiene una geometría compleja que se modeliza exclusivamente con elementos superficiales planos con ayuda de Sketchup para su posterior tratamiento en SAP 2000, donde se modelizan las condiciones del entorno, las uniones y enlaces, la asignación de cargas.

3.5 Verificaciones

1 Para cada verificación, se identificará la disposición de las acciones simultáneas que deban tenerse en cuenta, como deformaciones previas o impuestas, o imperfecciones. Asimismo, deberán considerarse las desviaciones probables en las disposiciones o en las direcciones de las acciones.

2 En el marco del método de los estados límite, el cumplimiento de las exigencias estructurales se comprobará utilizando el formato de los coeficientes parciales. Alternativamente, las comprobaciones se podrán basar en una aplicación directa de los métodos de análisis de fiabilidad

4 Verificaciones basadas en coeficientes parciales

4.1 Generalidades

1 En la verificación de los estados límite mediante coeficientes parciales, para la determinación del efecto de las acciones, así como de la respuesta estructural, se utilizan los valores de cálculo de las variables, obtenidos a partir de sus valores característicos, u otros valores representativos, multiplicándolos o dividiéndolos por los correspondientes coeficientes parciales para las acciones y la resistencia, respectivamente.

2 Los valores de cálculo no tienen en cuenta la influencia de errores humanos groseros. Estos deben evitarse mediante una dirección de obra, utilización, inspección y mantenimiento adecuados.

4.2 Capacidad portante (ELU)

4.2.1 Verificaciones

1 Se considera que hay suficiente estabilidad del conjunto del edificio o de una parte independiente del mismo, si para todas las situaciones de dimensionado pertinentes, se cumple la siguiente condición.

$$Ed, dst \leq E d, stb$$

Siendo

Ed,dst valor de cálculo del efecto de las acciones desestabilizadoras

Ed,stb valor de cálculo del efecto de las acciones estabilizadoras

2 Se considera que hay suficiente resistencia de la estructura portante, de un elemento estructural, sección, punto o de una unión entre elementos, si para todas las situaciones de dimensionado pertinentes, se cumple la siguiente condición. $Ed \leq R d$

siendo

Ed valor de cálculo del efecto de las acciones

Rd valor de cálculo de la resistencia correspondiente

4.2.2 Combinación de acciones

1 El valor de cálculo de los efectos de las acciones correspondiente a una situación persistente o transitoria, se determina mediante combinaciones de acciones a partir de la expresión

$$\sum_{j \geq 1} \gamma_{G,j} \cdot G_{k,j} + \gamma_P \cdot P + \gamma_{Q,1} \cdot Q_{k,1} + \sum_{i > 1} \gamma_{Q,i} \cdot \psi_{0,i} \cdot Q_{k,i}$$

es decir, considerando la actuación simultánea de:

a) todas las acciones permanentes, en valor de cálculo ($\gamma_G \cdot G_k$), incluido el pretensado ($\gamma_P \cdot P$);

b) una acción variable cualquiera, en valor de cálculo ($\gamma_Q \cdot Q_k$), debiendo adoptarse como tal una tras otra sucesivamente en distintos análisis;

c) el resto de las acciones variables, en valor de cálculo de combinación ($\gamma_Q \cdot \psi_0 \cdot Q_k$).

Los valores de los coeficientes de seguridad, γ , se establecen en la tabla 4.1 para cada tipo de acción, atendiendo para comprobaciones de resistencia a si su efecto es desfavorable o favorable, considerada globalmente.

Para comprobaciones de estabilidad, se diferenciará, aun dentro de la misma acción, la parte favorable (la estabilizadora), de la desfavorable (la desestabilizadora). Los valores de los coeficientes de simultaneidad, ψ , se establecen en la tabla 4.2

2 El valor de cálculo de los efectos de las acciones correspondiente a una situación extraordinaria, se determina mediante combinaciones de acciones a partir de la expresión

$$\sum_{j \geq 1} \gamma_{G,j} \cdot G_{k,j} + \gamma_P \cdot P + A_d + \gamma_{Q,1} \cdot \psi_{1,1} \cdot Q_{k,1} + \sum_{i > 1} \gamma_{Q,i} \cdot \psi_{2,i} \cdot Q_{k,i}$$

es decir, considerando la actuación simultánea de:

a) todas las acciones permanentes, en valor de cálculo ($\gamma_G \cdot G_k$), incluido el pretensado ($\gamma_P \cdot P$);

b) una acción accidental cualquiera, en valor de cálculo (A_d), debiendo analizarse sucesivamente con cada una de ellas. c) una acción variable, en valor de cálculo frecuente ($\gamma_Q \cdot \psi_1 \cdot Q_k$), debiendo adoptarse como tal, una tras otra sucesivamente en distintos análisis con cada acción accidental considerada.

d) El resto de las acciones variables, en valor de cálculo casi permanente ($\gamma_Q \cdot \psi_2 \cdot Q_k$).

En situación extraordinaria, todos los coeficientes de seguridad ($\gamma_G, \gamma_P, \gamma_Q$), son iguales a cero si su efecto es favorable, o a la unidad si es desfavorable, en los términos anteriores.

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
		desestabilizadora	estabilizadora
Estabilidad	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

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.

En el programa de cálculo se introducirán las siguientes combinaciones de cargas para estados límite últimos según lo arriba dispuesto, , teniendo en cuenta simultáneamente los coeficientes parciales de seguridad y los coeficientes de simultaneidad:

- ELUp = 1,35 CMP + 1,35 DEAD
- ELUqp = 1,35 CMP + 1,35 DEAD + 0,6 SCU
- ELUu = 1,35 CMP + 1,35 DEAD + 1,5 SCU
- 1,35 CMP + 1,35 DEAD + 1,5 SCN
- ELUvx+ = 1,35 CMP + 1,35 DEAD + 1,5 SCVx
- ELUvx- = 1,35 CMP + 1,35 DEAD - 1,5 SCVx
- ELUvy+ = 1,35 CMP + 1,35 DEAD + 1,5 SCVy
- ELUy- = 1,35 CMP + 1,35 DEAD - 1,5 SCVy
- ELUunvx+ = 1,35 CMP + 1,35 DEAD + 1,5 SCU + 0,9 SCVx + 0,75 SCN
- ELUunvx- = 1,35 CMP + 1,35 DEAD + 1,5 SCU - 0,9 SCVx + 0,75 SCN
- ELUunvy+ = 1,35 CMP + 1,35 DEAD + 1,5 SCU + 0,9 SCVy + 0,75 SCN
- ELUunvy- = 1,35 CMP + 1,35 DEAD + 1,5 SCU - 0,9 SCVy + 0,75 SCN
- ELUnvx+ = 1,35 CMP + 1,35 DEAD + 1,5 SCU + 0,9 SCVx + 1,5 SCN
- ELUnv- = 1,35 CMP + 1,35 DEAD + 1,5 SCU - 0,9 SCVx + 1,5 SCN
- ELUnuy+ = 1,35 CMP + 1,35 DEAD + 1,5 SCU + 0,9 SCVy + 1,5 SCN
- ELUnuy- = 1,35 CMP + 1,35 DEAD + 1,5 SCU - 0,9 SCVy + 1,5 SCN
- ELUsim = CMP + DEAD + 0,6 SCU + SIMxyz

4.3 Aptitud al servicio (ELS)

4.3.1 Verificaciones

1 Se considera que hay un comportamiento adecuado, en relación con las deformaciones, las vibraciones o el deterioro, si se cumple, para las situaciones de dimensionado pertinentes, que el efecto de las acciones no alcanza el valor límite admisible establecido para dicho efecto.

4.3.2 Combinación de acciones

1 Para cada situación de dimensionado y criterio considerado, los efectos de las acciones se determinarán a partir de la correspondiente combinación de acciones e influencias simultáneas, de acuerdo con los criterios que se establecen a continuación.

2 Los efectos debidos a las acciones de corta duración que pueden resultar irreversibles, se determinan mediante combinaciones de acciones, del tipo denominado característica, a partir de la expresión

$$\sum_{j \geq 1} G_{k,j} + P + Q_{k,1} + \sum_{i > 1} \psi_{0,i} \cdot Q_{k,i}$$

Es decir, considerando la actuación simultánea de:

- todas las acciones permanentes, en valor característico (G_k);
- una acción variable cualquiera, en valor característico (Q_k), debiendo adoptarse como tal una tras otra sucesivamente en distintos análisis;
- el resto de las acciones variables, en valor de combinación ($\psi_0 \cdot Q_k$).

3 Los efectos debidos a las acciones de corta duración que pueden resultar reversibles, se determinan mediante combinaciones de acciones, del tipo denominado frecuente, a partir de la expresión

$$\sum_{j \geq 1} G_{k,j} + P + \psi_{1,1} \cdot Q_{k,1} + \sum_{i > 1} \psi_{2,i} \cdot Q_{k,i}$$

Es decir, considerando la actuación simultánea de:

- todas las acciones permanentes, en valor característico (G_k);
- una acción variable cualquiera, en valor frecuente ($\psi_1 Q_k$), debiendo adoptarse como tal una tras otra sucesivamente en distintos análisis;
- el resto de las acciones variables, en valor casi permanente ($\psi_2 \cdot Q_k$).

4 Los efectos debidos a las acciones de larga duración, se determinan mediante combinaciones de acciones, del tipo denominado casi permanente, a partir de la expresión

$$\sum_{j \geq 1} G_{k,j} + P + \sum_{i \geq 1} \psi_{2,i} \cdot Q_{k,i}$$

siendo:

- todas las acciones permanentes, en valor característico (G_k);
- todas las acciones variables, en valor casi permanente ($\psi_2 Q_k$)

Según esto, en el programa de cálculo se introducirán las siguientes combinaciones de carga para estados límite de servicio, teniendo en cuenta simultáneamente los coeficientes parciales de seguridad y los coeficientes de simultaneidad:

- $ELSp = CMP + DEAD$
- $ELSqu = CMP + DEAD + 0,6 SCU$
- $ELsvx+ = CMP + DEAD + SCVx$
- $ELsvx- = CMP + DEAD - SCVx$
- $ELsvy+ = CMP + DEAD + SCVy$
- $ELsvy- = CMP + DEAD - SCVy$

- $ELSn = CMP + DEAD + SCN$
- $ELSu = CMP + DEAD + SCU$

4.3.3 Deformaciones

4.3.3.1 Flechas

1 Cuando se considere la integridad de los elementos constructivos, se admite que la estructura horizontal de un piso o cubierta es suficientemente rígida si, para cualquiera de sus piezas, ante cualquier combinación de acciones característica, considerando sólo las deformaciones que se producen después de la puesta en obra del elemento, la flecha relativa es menor que:

- 1/500 en pisos con tabiques frágiles (como los de gran formato, rasillones, o placas) o pavimentos rígidos sin juntas;
- 1/400 en pisos con tabiques ordinarios o pavimentos rígidos con juntas;
- 1/300 en el resto de los casos.

2 Cuando se considere el confort de los usuarios, se admite que la estructura horizontal de un piso o cubierta es suficientemente rígida si, para cualquiera de sus piezas, ante cualquier combinación de acciones característica, considerando solamente las acciones de corta duración, la flecha relativa, es menor que 1/350.

3 Cuando se considere la apariencia de la obra, se admite que la estructura horizontal de un piso o cubierta es suficientemente rígida si, para cualquiera de sus piezas, ante cualquier combinación de acciones casi permanente, la flecha relativa es menor que 1/300.

4 Las condiciones anteriores deben verificarse entre dos puntos cualesquiera de la planta, tomando como luz el doble de la distancia entre ellos. En general, será suficiente realizar dicha comprobación en dos direcciones ortogonales.

5 En los casos en los que los elementos dañables (por ejemplo tabiques, pavimentos) reaccionan de manera sensible frente a las deformaciones (flechas o desplazamientos horizontales) de la estructura portante, además de la limitación de las deformaciones se adoptarán medidas constructivas apropiadas para evitar daños. Estas medidas resultan particularmente indicadas si dichos elementos tienen un comportamiento frágil.

4.3.3.2 Desplazamientos horizontales

1 Cuando se considere la integridad de los elementos constructivos, susceptibles de ser dañados por desplazamientos horizontales, tales como tabiques o fachadas rígidas, se admite que la estructura global tiene suficiente rigidez lateral, si ante cualquier combinación de acciones característica, el desplome (véase figura 4.1) es menor de:

- desplome total: 1/500 de la altura total del edificio;
- desplome local: 1/250 de la altura de la planta, en cualquiera de ellas.

2 Cuando se considere la apariencia de la obra, se admite que la estructura global tiene suficiente rigidez lateral, si ante cualquier combinación de acciones casi permanente, el desplome relativo (véase figura 4.1) es menor que 1/250.

3 En general es suficiente que dichas condiciones se satisfagan en dos direcciones sensiblemente ortogonales en planta

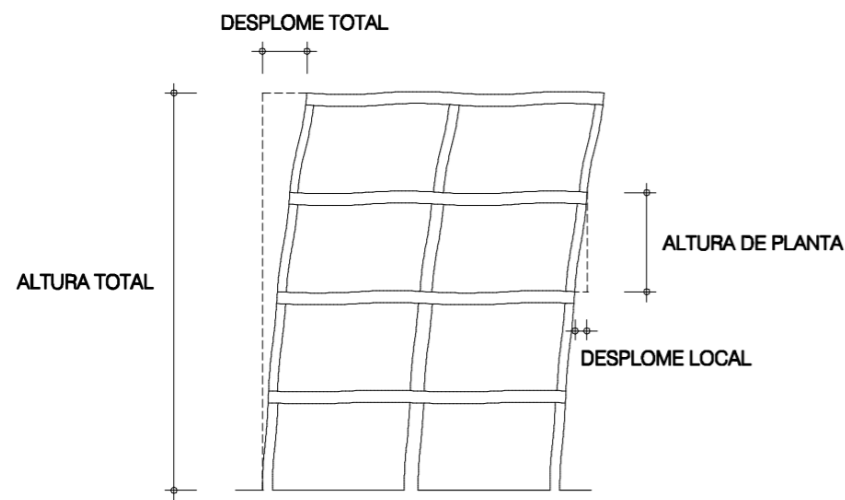


Figura 4.1 Desplomes

4.3.4 Vibraciones

1 Un edificio se comporta adecuadamente ante vibraciones debidas a acciones dinámicas, si la frecuencia de la acción dinámica (frecuencia de excitación) se aparta suficientemente de sus frecuencias propias.

2 En el cálculo de la frecuencia propia se tendrán en cuenta las posibles contribuciones de los cerramientos, separaciones, tabiquerías, revestimientos, solados y otros elementos constructivos, así como la influencia de la variación del módulo de elasticidad y, en el caso de los elementos de hormigón, la de la fisuración.

3 Si las vibraciones pueden producir el colapso de la estructura portante (por ejemplo debido a fenómenos de resonancia, o a la pérdida de la resistencia por fatiga) se tendrá en cuenta en la verificación de la capacidad portante, tal como se establece en el DB respectivo.

4 Se admite que una planta de piso susceptible de sufrir vibraciones por efecto rítmico de las personas, es suficientemente rígida, si la frecuencia propia es mayor de:

- 8 Hz, en gimnasios y polideportivos;
- 7Hz en salas de fiesta y locales de pública concurrencia sin asientos fijos;
- 3,4 Hz en locales de espectáculos con asientos fijos.

Sección SE-AE: Acciones en la edificación

Generalidades

El campo de aplicación de este Documento Básico es el de la determinación de las acciones sobre los edificios, para verificar el cumplimiento de los requisitos de seguridad estructural (capacidad portante y estabilidad) y aptitud al servicio, establecidos en el DB-SE.

Las acciones se clasifican por su variación en el tiempo, según el CTE, en permanentes (DB-SE-AE 2), variables (DB-SE-AE 3) y en accidentales (DB-SE-AE-4). Las acciones sísmicas quedan reguladas por la norma de construcción sismorresistente NCSE-02.

Acciones permanentes

Peso propio de los elementos estructurales

Este valor es asignado automáticamente por el programa SAP 2000 a todos los elementos estructurales en función de las propiedades del material y de su sección, por lo que no es preciso calcularlo aquí.

Peso propio de los elementos constructivos (cargas permanentes)

Carpinterías (carga lineal)

Puesto que todas las puertas y ventanas del proyecto se encuentran en planta baja y se apoyan directamente sobre el terreno, no transmiten su carga a la estructura.

Celosía de piezas cerámicas huecas (carga lineal)

La fachada de la parte superior del templo es una celosía cilíndrica formada por 34 niveles de piezas de diferente anchura montadas sobre un bastidor metálico. Aunque la celosía está arriostrada a la rampa helicoidal mediante anclajes, la rigidez de éstos se considerará despreciable y se considerará que toda la estructura de la celosía es autoportante y que se apoya en el borde exterior de la losa anular, transmitiendo su carga íntegramente a ésta.

La celosía tiene una densidad de piezas y huecos variable a lo largo de su sección, por lo que se han considerado 4 zonas diferentes en un intento por discretizar la complejidad de la fachada. Estas 4 zonas son:

1 zona en la que se considera que la densidad de piezas es del 100% (no hay huecos entre las piezas), que ocupa el 25% de la huella de la celosía en planta.

2 zonas en las que se considera que la densidad de piezas es del 75% (un 25% de la superficie de la fachada son huecos entre las piezas), que ocupan un 25% de la huella de la celosía en planta cada una (entre las dos zonas ocupan, por tanto, el 50% de la planta)

1 zona en la que se considera que la densidad de piezas es del 50%, que ocupa un 25% de la huella de la celosía en planta.

Se ha calculado la masa de la pieza cerámica de mayor tamaño, de dimensiones 50x20x50 cm, y se ha supuesto que toda la celosía está formada por este tipo de pieza.

El volumen de la misma es $S_{base} \times altura = 0,05 \text{ m}^2 \times 0,5 \text{ m} = 0,025 \text{ m}^3$

Suponiendo una densidad de $1\text{g}/\text{m}^3$ para el material cerámico, obtenemos una masa de $0,025 \times 1000 \text{ kg}/\text{m}^3 = 25 \text{ kg}$ por pieza. Puesto que en 1m lineal caben 2 piezas, la masa de las piezas cerámicas es de 50kg/m.

La pletina de acero sobre la que se apoyan las piezas tiene un área de $0,15 \times 0,015 = 0,00225 \text{ m}^2$, por lo que el volumen de 1m de pletina serán $0,00225 \text{ m}^3$. Tomando la densidad del acero como $7,8 \text{ g}/\text{cm}^3$, tenemos que la masa de la pletina por unidad de longitud es de $17,5 \text{ kg}/\text{m}$. Añadiendo $3,08\text{kg}$ por la masa de 8 barras de acero de diámetro 12mm de 50 cm de longitud cada una, tenemos que la masa total de la celosía por metro es de $50 + 17,5 + 6,16 = 73,6 \text{ kg}/\text{m}$.

La celosía cuenta con 34 niveles, por lo que su masa total por unidad de longitud es de $73,6 \times 34 = 2502 \text{ kg}/\text{m}$, lo que en el planeta tierra tiene un peso de $25 \text{ kN}/\text{m}$. De modo que los valores que se introducirán en el SAP serán:

Zona de huecos mínimos: 25 kN/m

Zonas de huecos intermedios: 19 kN/m

Zona de huecos máximos: 12,5 kN/m

Forjado de muros palomeros y pavimento de losetas sobre bóveda del inframundo (carga superficial)

Casquete esférico con óculo central que cubre el gran espacio central de la planta baja. Está compuesta por:

3 roscas de ladrillo tocho catalán tomadas con mortero, cuyo peso no se considera por ser elemento estructural

Muros palomeros de altura variable. Para la estimación del peso de los muros, se ha dividido la superficie horizontal del forjado sobre la bóveda en 3 tramos: un tramo central donde no hay muros palomeros, un segundo tramo donde los muros palomeros tienen una altura media de 0,45m y un tercer tramo donde los muros palomeros tienen una altura media de 1,8m. El peso de los muros palomeros se ha estimado en $0,13\text{kN}/\text{m}^2$ por cada 10 cm de altura media de los muros.

Pavimento de losetas de granito sobre mortero de agarre, espesor total 6cm = 1 kN/m²

Tablero de bardos de 1600 x 250 x 60 mm = 0,3 kN/m²

Forjado de muros palomeros y pavimento de microcemento sobre bóveda catalana (gran espesor) (carga superficial)

Compuesto por:

2 roscas de ladrillo tocho catalán tomadas con mortero, cuyo peso no se considera por ser elemento estructural

Muros palomeros de altura media 1,1 m x 0,13kN/m² por cada 10 cm de altura media de muro = 1,43 kN/m²

Tablero de bardos de 1600 x 250 x 60 mm = 0,3 kN/m²

Pavimento de microcemento sobre mortero de agarre, espesor total 6cm = 0,8 kN/m²

Forjado de muros palomeros y pavimento de microcemento sobre bóveda catalana (espesor medio) (carga superficial)

Compuesto por:

2 roscas de ladrillo tocho catalán tomadas con mortero, cuyo peso no se considera por ser elemento estructural

Muros palomeros de altura media 0,4 m x 0,13kN/m² por cada 10 cm de altura media de muro = 0,52 kN/m²

Tablero de bardos de 1600 x 250 x 60 mm = 0,3 kN/m²

Pavimento de microcemento sobre mortero de agarre, espesor total 6cm = 0,8 kN/m²

Cubierta de bóveda catalana (carga superficial)

Las 6 bóvedas que cubren las salas confesionales. Compuesta por:

3 roscas de ladrillo tocho catalán tomadas con mortero, cuyo peso no se considera por ser elemento estructural

Aislante térmico de 8 cm de espesor: 0,16 kN/m²

Baldosa esmaltada sobre mortero de agarre, espesor total 5 cm: 0,8 kN/m²

Pavimento de microcemento (carga superficial)

Como el que se encuentra sobre la rampa helicoidal, compuesto por:

Pavimento de microcemento sobre mortero de agarre, espesor total 6cm = 0,8 kN/m²

Tabla 3.3 Acciones sobre las barandillas y otros elementos divisorios

Categoría de uso	Fuerza horizontal [kN/m]
C5	3,0
C3, C4, E, F	1,6
Resto de los casos	0,8

Las demás tipologías de pavimento, como el pavimento de adoquines o el pavimento de microcemento sobre solera de hormigón, se encuentran directamente sobre el terreno, por lo que sus pesos no recaen sobre la estructura.

Acciones variables (Q)

Sobrecarga de uso

En función de los usos del edificio y según el apartado 3.1. Sobrecargas de uso del DB-SE-AE, se han determinado las siguientes cargas superficiales:

Para las 6 cubiertas de las salas confesionales: G1: cubiertas accesibles únicamente para conservación con una inclinación inferior a 20°.

De manera global y para todas las superficies horizontales del proyecto: C3: zonas sin obstáculos que impidan el libre movimiento de las personas, como vestíbulos de edificios públicos, administrativos, hoteles; salas de exposiciones en museos, etc

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
		G2	Cubiertas ligeras sobre correas (sin forjado) ⁽⁵⁾	0,4 ⁽⁴⁾	1
				0	2

Acciones sobre barandillas y elementos divisorios

La estructura propia de las barandillas, petos, antepechos o escaleras deben resistir una fuerza horizontal, uniformemente distribuida, y cuyo valor característico se obtendrá de la tabla 3.3. La fuerza se considerará aplicada sobre el borde superior del elemento.

Se ha considerado una fuerza horizontal de 1,6 kN/m que actúa en el borde del antepecho de la cubierta del ápice.

Viento

1 La acción de viento, en general una fuerza perpendicular a la superficie de cada punto expuesto, o presión estática, qe puede expresarse como:

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

siendo:

q_b la presión dinámica del viento. De forma simplificada, como valor en cualquier punto del territorio español, puede adoptarse 0,5 kN/m². Pueden obtenerse valores más precisos mediante el anejo D, en función del emplazamiento geográfico de la obra.

ce el coeficiente de exposición, variable con la altura del punto considerado, en función del grado de aspereza del entorno donde se encuentra ubicada la construcción. Se determina de acuerdo con lo establecido en 3.3.3. En edificios urbanos de hasta 8 plantas puede tomarse un valor constante, independiente de la altura, de 2,0.

cp el coeficiente eólico o de presión, dependiente de la forma y orientación de la superficie respecto al viento, y en su caso, de la situación del punto respecto a los bordes de esa superficie; un valor negativo indica succión. Su valor se establece en 3.3.4 y 3.3.5.

2 Los edificios se comprobarán ante la acción del viento en todas direcciones, independientemente de la existencia de construcciones contiguas medianeras, aunque generalmente bastará la consideración en dos sensiblemente ortogonales cualesquiera.

La acción del viento se aplicará sobre la parte alta del templo, ignorando la presencia de la celosía. Se aplicará sobre el cilindro exterior, el que está más expuesto al viento. Por tratarse de una estructura circular, se aplicará el mismo valor de presión estática q_e a todos los elementos finitos del cilindro en dirección x y en dirección y, sin diferenciar entre presión y succión (aplicando el coeficiente más desfavorable de los dos, que es el de presión). Puesto que el edificio tiene la misma esbeltez en ambas direcciones y es de sección circular, no se espera que los efectos del viento sean más desfavorables en una dirección que en otra. Se considerará como dirección principal la marcada por la Calle Mayor de Nazaret. La otra dirección principal será la ortogonal a ésta.

Presión dinámica del viento $Q_b = 0,42 \text{ kN/m}^2$ (Valencia: zona eólica A)

Coeficiente de exposición $C_e = 2,4$ para una altura de 24m y un grado de aspereza IV: zona urbana en general

Coeficiente de presión $C_e = 0,8$ para una esbeltez en el plano paralelo al viento de 1.

Presión estática del viento $Q_e = 0,42 \times 2,4 = 1 \text{ kN/m}^2$

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

Tabla 3.5. Coeficiente eólico en edificios de pisos

	Esbeltez en el plano paralelo al viento					
	< 0,25	0,50	0,75	1,00	1,25	≥ 5,00
Coeficiente eólico de presión, c_p	0,7	0,7	0,8	0,8	0,8	0,8
Coeficiente eólico de succión, c_s	-0,3	-0,4	-0,4	-0,5	-0,6	-0,7



Acciones térmicas

En el cálculo de la estructura no se tendrá en cuenta las deformaciones debidas a acciones térmicas.

Nieve

La distribución y la intensidad de la carga de nieve sobre un edificio, o en particular sobre una cubierta, depende del clima del lugar, del tipo de precipitación, del relieve del entorno, de la forma del edificio o de la cubierta, de los efectos del viento, y de los intercambios térmicos en los paramentos exteriores.

Determinación de la carga de nieve

1 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 $1,0 \text{ kN/m}^2$. En otros casos o en estructuras ligeras, sensibles a carga vertical, los valores pueden obtenerse como se indica a continuación.

Del lado de la seguridad, consideraremos la carga de nieve de 1 kN/m^2 tanto en las cubiertas abovedadas como en la cubierta plana del ápice.

Acciones accidentales

Sismo

‘Las acciones sísmicas están reguladas en la NSCE, Norma de construcción sismorresistente: parte general y edificación’

Dicha documentación será aportada y ampliada en el capítulo 4: NCSE-02.

Incendio

Las acciones debidas a la propagación de un incendio están definidas en el Documento Básico de Seguridad en caso de Incendio (DB-SI), que se desarrollará más adelante en esta memoria.

Impacto

No se tienen en cuenta las acciones accidentales de impacto para el cálculo de la estructura.

Sección SE-CE: Seguridad Estructural Cimientos

Generalidades

El objeto de este Documento Básico es el de asegurar la seguridad estructural, la capacidad portante y aptitud al servicio, de los elementos de cimentación y, en su caso, de contención de todo tipo de edificios, en relación con el terreno.

La hipótesis de la cimentación existente parte de comparar y analizar los estudios realizados en construcciones similares y coetáneas. La cimentación, de tipo superficial, se compone de zapatas corridas para cada uno de los muros de carga, compuestas por ladrillo cerámico macizo y mortero. Así mismo, los pilares que sustentan la pérgola se asientan mediante zapatas aisladas de mismas características que las anteriores. Dichas zapatas serán centradas en el caso de encontrarse en el interior de la parcela y excéntricas si colindan con los límites de esta..

Teniendo en cuenta las características de la preexistencia, así como la disposición de los pórticos con una luz máxima entre pórticos de 9,12 m y media de 7-5 m, se estima que la cimentación contará con unas dimensiones de 0,80 m de ancho, una longitud establecida según cada muro, y una profundidad de 1,00 m.

La disposición de la cimentación se puede consultar en el apartado “Memoria gráfica: Planimetría descriptiva: Planos estructurales”.

Verificación y acciones

Para comprobar que los estados límite no son superados se han utilizado los valores adecuados para:

- Las solicitudes del edificio sobre la cimentación.
- Las acciones generadas por el terreno sobre la cimentación.
- Los datos geométricos del terreno y la cimentación.

Coefficientes parciales de seguridad

‘La utilización del formato de los coeficientes parciales implica la verificación de que, para las situaciones de dimensionado de la cimentación, no se supere ninguno de los estados límite pertinentes, al introducir en los modelos correspondientes, los valores de cálculo para las distintas variables que describen los efectos de las acciones sobre la cimentación y la resistencia del terreno’.

Por ello, se han adoptado los coeficientes parciales que se indican en el documento DB-SE C, Tabla 2.1. “Coeficientes de seguridad parciales”.

Sección NC-SE 02: norma sismorresistente

1.1. Objeto

La presente Norma tiene como objeto proporcionar los criterios que han de seguirse dentro del territorio español para la consideración de la acción sísmica en el proyecto, construcción, reforma y conservación de aquellas edificaciones y obras a las que le sea aplicable de acuerdo con lo dispuesto en el artículo 1.2. La finalidad última de estos criterios es la de evitar la pérdida de vidas humanas y reducir el daño y el coste económico que puedan ocasionar los terremotos futuros. El promotor podrá requerir prestaciones mayores que las exigidas en esta Norma, por ejemplo el mantenimiento de la funcionalidad de servicios esenciales. La consecución de los objetivos de esta Norma está condicionada, por un lado, por los preceptos limitativos del uso del suelo dictados por las Administraciones Públicas

competentes, así como por el cálculo y el diseño especificados en los capítulos siguientes, y por otro, por la realización de una ejecución y conservación adecuadas.

1.2. Aplicación de la Norma

1.2.1. Ámbito de aplicación

Esta Norma es de aplicación al proyecto, construcción y conservación de edificaciones de nueva planta. En los casos de reforma o rehabilitación se tendrá en cuenta esta Norma, a fin de que los niveles de seguridad de los elementos afectados sean superiores a los que poseían en su concepción original. Las obras de rehabilitación o reforma que impliquen modificaciones substanciales de la estructura (por ejemplo: vaciado de interior dejando sólo la fachada), son asimilables a todos los efectos a las de construcción de nueva planta.

Además, las prescripciones de índole general del apartado 1.2.4 serán de aplicación supletoria a otros tipos de construcciones, siempre que no existan otras normas o disposiciones específicas con prescripciones de contenido sismorresistente que les afecten.

1.2.2. Clasificación de las construcciones

A los efectos de esta Norma, de acuerdo con el uso a que se destinan, con los daños que puede ocasionar su destrucción e independientemente del tipo de obra de que se trate, las construcciones se clasifican en:

1. De importancia moderada: Aquellas con probabilidad despreciable de que su destrucción por el terremoto pueda ocasionar víctimas, interrumpir un servicio primario, o producir daños económicos significativos a terceros.

2. De importancia normal: Aquellas cuya destrucción por el terremoto pueda ocasionar víctimas, interrumpir un servicio para la colectividad, o producir importantes pérdidas económicas, sin que en ningún caso se trate de un servicio imprescindible ni pueda dar lugar a efectos catastróficos.

3. De importancia especial: Aquellas cuya destrucción por el terremoto, pueda interrumpir un servicio imprescindible o dar lugar a efectos catastróficos.

Consideramos el edificio como *de importancia normal*

Aceleración sísmica de cálculo

La aceleración sísmica de cálculo, a_c , se define como el producto:

$$a_c = S \cdot \rho \cdot a_b$$

donde:

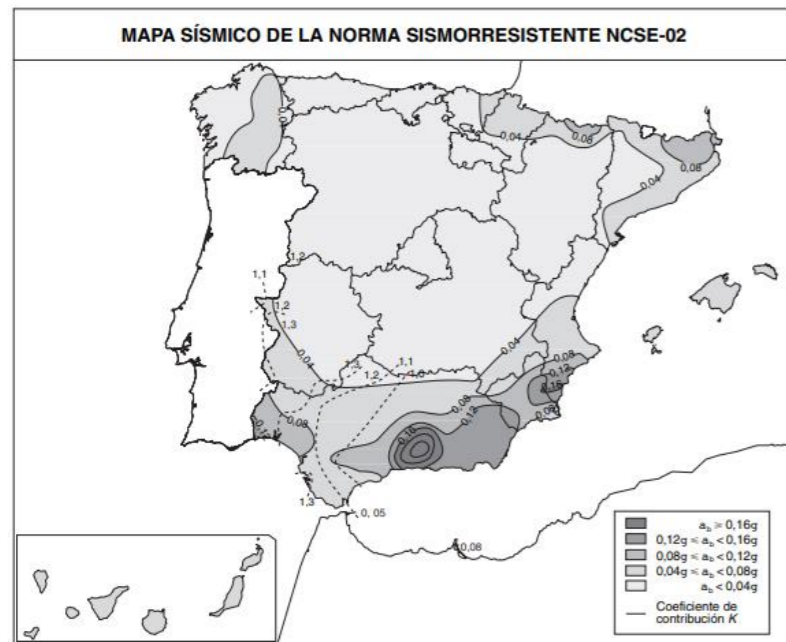
a_b Aceleración sísmica básica definida en 2.1.

ρ Coeficiente adimensional de riesgo, función de la probabilidad aceptable de que se exceda a_c en el período de vida para el que se proyecta la construcción. Toma los siguientes valores:

— construcciones de importancia normal $\rho = 1,0$.

— construcciones de importancia especial $\rho = 1,3$.

S Coeficiente de amplificación del terreno. Toma el valor $S = C / 1,25$ para $\rho \cdot a_b < 0,1g$, siendo $C =$ Coeficiente de terreno. Depende de las características geotécnicas del terreno de cimentación y se detalla en el apartado 2.4



1.2.3. Criterios de aplicación de la Norma

La aplicación de esta Norma es obligatoria en las construcciones recogidas en el artículo 1.2.1, excepto:

- En las construcciones de importancia moderada.
- En las edificaciones de importancia normal o especial cuando la aceleración sísmica básica a_b sea inferior a 0,04g, siendo g la aceleración de la gravedad.
- En las construcciones de importancia normal con pórticos bien arriostrados entre sí en todas las direcciones cuando la aceleración sísmica básica a_b (art. 2.1) sea inferior a 0,08g.

No obstante, la Norma será de aplicación en los edificios de más de siete plantas si la aceleración sísmica de cálculo, a_c , (art. 2.2) es igual o mayor de 0,08g.

Si la aceleración sísmica básica es igual o mayor de 0,04g deberán tenerse en cuenta los posibles efectos del sismo en terrenos potencialmente inestables.

En los casos en que sea de aplicación esta Norma no se utilizarán estructuras de mampostería en seco, de adobe o de tapial en las edificaciones de importancia normal o especial.

Si la aceleración sísmica básica es igual o mayor de 0,08g e inferior a 0,12g, las edificaciones de fábrica de ladrillo, de bloques de mortero, o similares, poseerán un máximo de cuatro alturas, y si dicha aceleración sísmica básica es igual o superior a 0,12g, un máximo de dos.

2.4. Clasificación del terreno. Coeficiente del terreno

En esta Norma, los terrenos se clasifican en los siguientes tipos:

- Terreno tipo I: Roca compacta, suelo cementado o granular muy denso. Velocidad de propagación de las ondas elásticas transversales o de cizalla, $v_s > 750$ m/s.
- Terreno tipo II: Roca muy fracturada, suelos granulares densos o cohesivos duros. Velocidad de propagación de las ondas elásticas transversales o de cizalla, 750 m/s $v_s > 400$ m/s.
- Terreno tipo III: Suelo granular de compacidad media, o suelo cohesivo de consistencia firme a muy firme. Velocidad de propagación de las ondas elásticas transversales o de cizalla, 400 m/s $v_s > 200$ m/s.
- Terreno tipo IV: Suelo granular suelto, o suelo cohesivo blando. Velocidad de propagación de las ondas elásticas transversales o de cizalla, $v_s > 200$ m/s. A cada uno de estos tipos de terreno se le asigna el valor del coeficiente C indicado en la tabla 2.1.

TABLA 2.1.
Coeficientes del terreno

Tipo de terreno	Coeficiente C
I	1,0
II	1,3
III	1,6
IV	2,0

Por lo tanto, se tiene que

$a_b = 0,06g$ para la ciudad de Valencia

$\rho = 1,0$ (edificio de importancia normal)

$C = 1,6$ (consideramos un terreno de tipo III)

$S = C / 1,25 = 1,6 / 1,25 = 1,28$

$a_c = 1,6 \times 1 \times 0,06 = 0,0768g$

El edificio está compuesto en su nivel inferior por muros de carga de 50cm de espesor parcialmente embebidos en el terreno y arriostrados unos a otros a nivel de la cimentación y nivel de la coronación mediante una losa anular de hormigón armado. Además, la disposición radial de los muros hace que el conjunto de éstos tenga una gran inercia en todas direcciones. En cuanto a la parte alta del edificio, se trata de un muro cilíndrico de hormigón armado con una gran inercia en todas las direcciones.

Puesto que la aceleración básica es inferior a 0,08g, el número de plantas del edificio es inferior a 7 y todos los pórticos del edificio se consideran bien arriostrados entre sí en todas las direcciones, la legislación sismorresistente no es de aplicación.

Sección EHE-08: instrucción de hormigón estructural

Generalidades

‘La Instrucción de Hormigón Estructural, EHE, se establece como el marco reglamentario por el que se decretan las exigencias que deben cumplir las estructuras de hormigón para satisfacer los requisitos de seguridad estructural y seguridad en caso de incendio, además de la protección del medio ambiente, proporcionando procedimientos que permiten demostrar su cumplimiento con suficientes garantías técnicas’.

Exigencias

Exigencias relativas al requisito de seguridad estructural

Para satisfacer este requisito, las estructuras deberán proyectarse, construirse, controlarse y mantenerse de forma que se cumplan unos niveles mínimos de fiabilidad para cada una de las exigencias que se establecen en los apartados siguientes, de acuerdo con el sistema de seguridad recogido en el grupo de normas europeas EN 1990 a EN 1999 “Eurocódigos Estructurales”. Se entiende que el cumplimiento de esta Instrucción, complementada por las correspondientes reglamentaciones específicas relativas a acciones, es suficiente para garantizar la satisfacción de este requisito de seguridad estructural.

Exigencia de resistencia y estabilidad

La resistencia y la estabilidad de la estructura serán las adecuadas para que no se generen riesgos inadmisibles como consecuencia de las acciones e influencias previsibles, tanto durante su fase de ejecución como durante su uso, manteniéndose durante su vida útil prevista. Además, cualquier evento extraordinario no deberá producir consecuencias desproporcionadas respecto a la causa original. El nivel de fiabilidad que debe asegurarse en las estructuras de hormigón vendrá definido por su índice de fiabilidad, β_{50} , para un período de referencia de 50 años, que en el caso general, no

deberá ser inferior a 3,8. En el caso de estructuras singulares o de estructuras de poca importancia, la Propiedad podrá adoptar un índice diferente. Los procedimientos incluidos en esta Instrucción mediante la comprobación de los Estados Límite Últimos, junto con el resto de criterios relativos a ejecución y control, permiten satisfacer esta exigencia.

Exigencia de aptitud al servicio

La aptitud al servicio será conforme con el uso previsto para la estructura, de forma que no se produzcan deformaciones inadmisibles, se limite a un nivel aceptable, en su caso, la probabilidad de un comportamiento dinámico inadmisibles para la confortabilidad de los usuarios y, además, no se produzcan degradaciones o fisuras inaceptables. Se entenderá que la estructura tiene deformaciones admisibles cuando cumpla las limitaciones de flecha establecidas por las reglamentaciones específicas que sean de aplicación. En el caso de las estructuras de edificación, se utilizarán las limitaciones indicadas en el apartado 4.3.3 del Documento Básico "Seguridad Estructural" del Código Técnico de la Edificación.

Bases de cálculo

El comportamiento de la estructura de se verifica frente a la capacidad portante, es decir, a la resistencia y la estabilidad, y la aptitud de servicio. Por ello, se distingue entre estados límites últimos y de estados límites de servicio. Las comprobaciones de la capacidad portante y de la aptitud al servicio de la cimentación se realizan para las situaciones de dimensionado indicadas anteriormente.

Durabilidad

Respecto a la durabilidad de los elementos de la estructura, al proyectarse con hormigón armado, se adoptan las especificaciones correspondientes de la instrucción de hormigón estructural EHE-08 (capítulo I, artículo 8.2 y capítulo 7), en concreto, en relación al ambiente, la calidad del hormigón y los valores de recubrimientos.

Características del hormigón

El hormigón empleado en todos los elementos estructurales del proyecto será HA30 40 B IIa

En el terreno en el que se apoya la estructura objeto de la memoria no existe presencia de agentes asociados al ataque químico al hormigón. Por este motivo, el hormigón empleado para toda la estructura se corresponde al ambiente IIa: clase normal, humedad alta, corrosión de origen diferente de los cloruros. Esta clase es adecuada para cimentaciones y para elementos de hormigón a la intemperie.

El recubrimiento mínimo de las armaduras será, para una clase de exposición IIa, una resistencia característica de 30 N/mm² y una vida útil del proyecto de 100 años (edificio monumental) de 25mm. El recubrimiento nominal será, por tanto, de 35mm.

Según se indica en el artículo 37.2.4 de la EHE-08, en las piezas hormigonadas contra el mismo terreno el recubrimiento mínimo neto en las caras laterales será siempre de 50 mm; mientras que la cara inferior sobre los 10 cm de hormigón de no se aplica esta condición.

Tabla 37.2.4.1.a Recubrimientos mínimos (mm) para las clases generales de exposición I y II

Clase de exposición	Tipo de cemento	Resistencia característica del hormigón [N/mm ²]	Vida útil de proyecto (t _g), (años)	
			50	100
I	Cualquiera	$f_{ck} \geq 25$	15	25
II a	CEM I	$25 \leq f_{ck} < 40$	15	25
		$f_{ck} \geq 40$	10	20
	Otros tipos de cementos o en el caso de empleo de adiciones al hormigón	$25 \leq f_{ck} < 40$	20	30
		$f_{ck} \geq 40$	15	25
II b	CEM I	$25 \leq f_{ck} < 40$	20	30
		$f_{ck} \geq 40$	15	25
	Otros tipos de cementos o en el caso de empleo de adiciones al hormigón	$25 \leq f_{ck} < 40$	25	35
		$f_{ck} \geq 40$	20	30

Para los elementos de esta estructura se aplica un nivel de control normal.

Características del acero

Se ha colocado el mismo tipo de acero para armadura pasiva en todos los elementos: B 500 S

Coefficientes parciales de seguridad

Tabla 15.3 Coeficientes parciales de seguridad de los materiales para Estados Límite Últimos

Situación de proyecto	Hormigón γ_c	Acero pasivo y activo γ_s
Persistente o transitoria	1,5	1,15
Accidental	1,3	1,0

2.2 Memoria justificativa del SBSI

Artículo 11. Exigencias básicas de seguridad en caso de incendio (SI)

1 El objetivo del requisito básico “Seguridad en caso de incendio” consiste en reducir a límites aceptables el riesgo de que los usuarios de un edificio sufran daños derivados de un incendio de origen accidental, como consecuencia de las características de su proyecto, construcción, uso y mantenimiento.

2 Para satisfacer este objetivo, los edificios se proyectarán, construirán, mantendrán y utilizarán de forma que, en caso de incendio, se cumplan las exigencias básicas que se establecen en los apartados siguientes.

3 El Documento Básico DB-SI especifica parámetros objetivos y procedimientos cuyo cumplimiento asegura la satisfacción de las exigencias básicas y la superación de los niveles mínimos de calidad propios del requisito básico de seguridad en caso de incendio, excepto en el caso de los edificios, establecimientos y zonas de uso industrial a los que les sea de aplicación el “Reglamento de seguridad contra incendios en los establecimientos industriales”, en los cuales las exigencias básicas se cumplen mediante dicha aplicación.

Sección SI.1: Propagación interior

Compartimentación de sectores de incendios.

‘1. Los edificios se deben compartimentar en sectores de incendio según las condiciones que se establecen en la tabla 1.1. de esta Sección. Los edificios se deben compartimentar en sectores de incendio según las condiciones que se establecen en la tabla 1.1 de esta Sección. Las superficies máximas indicadas en dicha tabla para los sectores de incendio pueden duplicarse cuando estén protegidos con una instalación automática de extinción.

2. A efectos del cómputo de la superficie de un sector de incendio, se considera que los locales de riesgo especial, las escaleras y pasillos protegidos, los vestíbulos de independencia y las escaleras compartimentadas como sector de incendios, que estén contenidos en dicho sector no forman parte del mismo.

3. La resistencia al fuego de los elementos separadores de los sectores de incendio debe satisfacer las condiciones que se establecen en la tabla 1.2 de esta Sección. Como alternativa, cuando, conforme a lo establecido en la Sección SI 6, se haya adoptado el tiempo equivalente de exposición al fuego para los elementos estructurales, podrá adoptarse ese mismo tiempo para la resistencia al fuego que deben aportar los elementos separadores de los sectores de incendio.

4. Las escaleras y los ascensores que comuniquen sectores de incendio diferentes o bien zonas de riesgo especial con el resto del edificio estarán compartimentados conforme a lo que se establece en el punto 3 anterior. Los ascensores dispondrán en cada acceso, o bien de puertas E 30(*) o bien de un vestíbulo de independencia con una puerta EI2 30-C5, excepto en zonas de riesgo especial o de uso Aparcamiento, en las que se debe disponer siempre el citado vestíbulo. Cuando, considerando dos sectores, el más bajo sea un sector de riesgo mínimo, o bien si no lo es se opte por disponer en él tanto una puerta EI2 30-C5 de acceso al vestíbulo de independencia del ascensor, como una puerta E 30 de acceso al ascensor, en el sector más alto no se precisa ninguna de dichas medidas.’

El edificio se compone de dos zonas diferenciadas, con salidas independientes al exterior: la planta baja y el volumen cilíndrico superior. Sin embargo, estas dos zonas no son estructuralmente independientes y, a efectos de este DB, su uso se considera de *pública concurrencia*, por lo que no existen usos diferenciados. Puesto que tampoco hay establecimientos de titularidad diferenciada y la superficie construida de todo el edificio no supera los 2.500m², consideramos un único sector de incendio.

Determinación de los espacios exteriores seguros

Espacio exterior seguro:

Es aquel en el que se puede dar por finalizada la evacuación de los ocupantes del edificio, debido a que cumple las siguientes condiciones:

1. Permite la dispersión de los ocupantes que abandonan el edificio, en condiciones de seguridad.

2. Se puede considerar que dicha condición se cumple cuando el espacio exterior tiene, delante de cada salida de edificio que comunique con él, una superficie de al menos 0,5P m² dentro de la zona delimitada con un radio 0,1P m de distancia desde la salida de edificio, siendo P el número de ocupantes cuya evacuación esté prevista por dicha salida. Cuando P no exceda de 50 personas no es necesario comprobar dicha condición.

3. Si el espacio considerado no está comunicado con la red viaria o con otros espacios abiertos no puede considerarse ninguna zona situada a menos de 15 m de cualquier parte del edificio, excepto cuando esté dividido en sectores de incendio estructuralmente independientes entre sí y con salidas también independientes al espacio exterior, en cuyo caso dicha distancia se podrá aplicar únicamente respecto del sector afectado por un posible incendio.

4. Permite una amplia disipación del calor, del humo y de los gases producidos por el incendio.

5. Permite el acceso de los efectivos de bomberos y de los medios de ayuda a los ocupantes que, en cada caso, se consideren necesarios.

6. La cubierta de un edificio se puede considerar como espacio exterior seguro siempre que, además de cumplir las condiciones anteriores, su estructura sea totalmente independiente de la del edificio con salida a dicho espacio y un incendio no pueda afectar simultáneamente a ambos.’

Consideramos espacio exterior seguro todo el terreno al aire libre que rodea el templo y que no esté cubierto por ningún elemento estructural. Esto incluye las dos rampas de acceso desde la calle mayor de Nazaret hasta el nivel superior y el nivel inferior, pero no incluye los patios de cada sala confesional del nivel inferior, ya que estos espacios no cuentan con evacuación directa a la calle y no permiten la libre dispersión de los ocupantes del edificio.

Espacios ocultos. Paso de instalaciones a través de elementos de compartimentación de incendios.

‘1. La compartimentación contra incendios de los espacios ocupables debe tener continuidad en los espacios ocultos, tales como patinillos, cámaras, falsos techos, suelos elevados, etc., salvo cuando éstos estén compartimentados respecto de los primeros al menos con la misma resistencia al fuego, pudiendo reducirse ésta a la mitad en los registros para mantenimiento.

2. La resistencia al fuego requerida a los elementos de compartimentación de incendios se debe mantener en los puntos en los que dichos elementos son atravesados por elementos de las instalaciones, tales como cables, tuberías, conducciones, conductos de ventilación, etc., excluidas las penetraciones cuya sección de paso no exceda de 50 cm².’

En dicho caso, se disponen elementos que en caso de incendio obstruyen la sección de paso de la instalación para garantizar una resistencia al fuego igual a la del elemento atravesado en dicho punto. Esto se consigue mediante una compuerta cortafuegos automática en los pasos de instalaciones a través de elementos de compartimentación de incendios.

Locales y zonas de riesgo especial.

‘1. Los locales y zonas de riesgo especial integrados en los edificios se clasifican conforme los grados de riesgo alto, medio y bajo según los criterios que se establecen en la tabla 2.1. Los locales y las zonas así clasificados deben cumplir las condiciones que se establecen en la tabla 2.2.

2. Los locales destinados a albergar instalaciones y equipos regulados por reglamentos específicos, tales como transformadores, maquinaria de aparatos elevadores, calderas, depósitos de combustible, contadores de gas o electricidad, etc. se rigen, además, por las condiciones que se establecen en dichos reglamentos. Las condiciones de ventilación de los locales y de los equipos exigidas por dicha reglamentación deberán solucionarse de forma compatible con las de compartimentación establecidas en este DB. A los efectos de este DB se excluyen los equipos situados en las cubiertas de edificios, aunque estén protegidos mediante elementos de cobertura.’

A tales efectos, el recinto de instalaciones de climatización y contadores eléctricos en cota +1,5 bajo la rampa helicoidal se considera un local de riesgo especial bajo, con las siguientes características:

- Resistencia al fuego de la estructura portante R90
- Resistencia al fuego de paredes y techos que separan el local del resto del edificio EI90
- Puertas de comunicación con el resto del edificio EI₂45-C5
- Máximo recorrido hasta alguna salida del local 25m

El local cumple con las exigencias de la normativa.

Reacción al fuego de los elementos constructivos, decorativos y de mobiliario

El proyecto está configurado en su mayoría por muros de carga de hormigón y forjados de bóveda tabicada de ladrillo, los cuales se caracterizan por tener una resistencia al fuego M0 (según NBE-CPI-99), es decir, se trata de un material incombustible y que no alimenta el fuego.

Los elementos constructivos deben cumplir unas condiciones de reacción al fuego que se recogen en la tabla 4.1 “Clases de reacción al fuego de los elementos constructivos” de la presente normativa.

REACCIÓN AL FUEGO DE ELEMENTOS CONSTRUCTIVOS			
ELEMENTO	CALIFICACIÓN	CALIF. REQUERIDA	¿CUMPLE?
Muro hormigón armado 50cm	A1s1d0	Cs2,d0	SÍ
Muro hormigón armado 20cm	A1s1d0	Cs2,d0	SÍ
Pavimento de microcemento	A1s1d0	EFL	SÍ
Pavimento de granito	A1s1d0	EFL	SÍ
Pavimento de adoquines	A1s1d0	EFL	SÍ
Bóveda tabicada de ladrillo	A1s1d0	Cs2,d0	SÍ

Sección SI. 2: Propagación exterior

Se trata de un edificio exento dentro de los lindes de su parcela, no comparte medianeras con otras construcciones. Tampoco existe riesgo de propagación a otras edificaciones a través de la cubierta o fachada, ni de propagación a otros sectores del mismo edificio por tratarse de un sector único. Este apartado no será de aplicación.

Cubiertas

No existe peligrosidad de propagación exterior por cubierta, ya que, no se ubican elementos en cubierta con una materialidad cuya resistencia al fuego inferior a EI-60, como aberturas acristaladas.

Sección SI. 3: Evacuación de ocupantes

Compatibilidad de los elementos de evacuación

‘Los establecimientos de uso Comercial o Pública Concurrencia de cualquier superficie y los de uso Docente, Hospitalario, Residencial Público o Administrativo cuya superficie construida sea mayor que 1.500 m², si están integrados en un edificio cuyo uso previsto sea distinto, deben cumplir condiciones de compatibilidad de uso.’

Puesto que, a efectos de este DB, todos los usos previstos son de *pública concurrencia*, no hay riesgo de incompatibilidad, por lo que este epígrafe no es de aplicación.

Cálculo de la ocupación

‘Para calcular la ocupación deben tomarse los valores de densidad de ocupación que se indican en la tabla 2.1 “Densidades de ocupación” en función de la *superficie útil* de cada zona. En aquellos *recintos* o zonas no incluidos en la tabla se deben aplicar los valores correspondientes a los que sean más asimilables.’

Número de salidas y longitud de los recorridos de evacuación

Cada uno de los recintos del edificio, tanto los situados en planta baja como los situados en planta alta, tiene una única salida de planta. Esto cumple con la norma ya que ningún recinto tiene una ocupación prevista mayor a 100 personas, ni un recorrido de evacuación hasta una salida de planta superior a 25m (el caso más desfavorable son 8m), ni la altura de evacuación descendente de ninguna planta excede los 28m.

Dimensionado de los medios de evacuación

Criterios para la asignación de ocupantes

‘1. Cuando en una zona, en un recinto, en una planta o en el edificio deba existir más de una salida, considerando también como tales los puntos de paso obligado, la distribución de los ocupantes entre ellas a efectos de cálculo debe hacerse suponiendo inutilizada una de ellas, bajo la hipótesis más desfavorable.

[...]

3. En la planta de desembarco de una escalera, el flujo de personas que la utiliza deberá añadirse a la salida de planta que les corresponda, a efectos de determinar la anchura de esta. Dicho flujo deberá estimarse, o bien en 160 A personas, siendo A la anchura, en metros, del desembarco de la escalera, o bien en el número de personas que utiliza la escalera en el conjunto de las plantas, cuando este número de personas sea menor que 160 A.’

Para el cumplimiento del dimensionado de los elementos de evacuación, se ha tenido en cuenta la Tabla 4.1. ‘Dimensionado de los elementos de la evacuación’.

PLANTA BAJA				
RECINTO	USO	SUPERFICIE	RATIO	OCUPACIÓN
Sala confesional	salones de uso múltiple	60	1	60
Aseos	aseos de planta	13	3	4
OCUPACIÓN TOTAL PLANTA BAJA 60 x 6 + 13 x 2 = 368 personas				
PLANTAS ALTAS				
RECINTO	USO	SUPERFICIE	RATIO	OCUPACIÓN
Sala del mundo	salas de lectura en bibliotecas,	190	2	95
Oratorios 1er nivel	zonas de uso público en	135	2	67
Oratorios 2o nivel	museos, galerías de arte,	135	2	67
Ápice	exposiciones	130	2	65
OCUPACIÓN TOTAL PLANTAS ALTAS 95+67+67+65=294 personas				
OCUPACIÓN TOTAL EDIFICIO 368+294=662 personas				

Paso de acceso al templo: $A \geq \frac{P}{200} = 1,5m < 2m$ Cumple

Rampa helicoidal (caso más desfavorable): $A \geq \frac{P}{200} = 1,5m < 3m$ Cumple

Rampa a calle mayor (caso más desfavorable): $A \geq \frac{P}{200} = \frac{368}{200} = 1,84m < 2,8m$ Cumple

El resto de pasos y puertas de evacuación de recintos de menor entidad cumplen también estos requerimientos.

Protección de las escaleras

Según la tabla 5.1. “Protección de las escaleras”, en el caso de una escalera no protegida para uso de pública concurrencia (uso más restrictivo de los dispuestos en el edificio) y evacuación descendente, la altura máxima de evacuación de la escalera es de 10 metros. Las escaleras de evacuación de este edificio (rampa helicoidal) salvan una altura total de 16m, por lo que para cumplir con este epígrafe deberían introducirse los elementos de protección necesarios para poder considerarlas como escalera protegida (instalación de puertas EI2 60-C5) .

Puertas situadas en recorridos de evacuación

Cumpliendo con lo dispuesto en la norma, las puertas de evacuación son abatibles con eje de giro vertical y su sistema de cierre consiste en un dispositivo de fácil y rápida apertura desde el lado del cual proviene su evacuación sin

tener que recurrir a una llave y sin tener que actuar sobre más de un mecanismo. Además, dichas puertas abren en el sentido de la evacuación.

Señalización de los medios de evacuación

En el edificio se prevé la implantación de las señales de salida, de uso habitual o de emergencia, según se especifica en la norma UNE 23034:1988, atendiendo a los siguientes requisitos:

- Las salidas de planta o edificio tienen una señal con el rótulo de 'SALIDA'. En caso de ser solo para uso exclusivo de emergencia tienen el rótulo 'Salida de emergencia'.

- Se han previsto señales indicativas de dirección de los recorridos, visibles desde todo origen de evacuación desde el que no se percibe directamente las salidas o sus señales indicativas.

- En los puntos de los recorridos de evacuación en los que existan alternativas que puedan inducir a error, se disponen las señales antes citadas, de forma que quede claramente indicada la alternativa correcta.

- Las señales se disponen de forma coherente con la asignación de ocupantes que se pretenda hacer a cada salida, conforme a lo establecido en el capítulo 4 de esta Sección.

Las señales deben ser visibles incluso en caso de fallo en el suministro al alumbrado normal, cuando sean foto luminiscentes de emisión luminosa deben cumplir lo establecido en la norma UNE 23035 – 1:2003, UNE 23035 – 2:2003, UNE 23035 – 4:2003, al igual que su mantenimiento se realizará conforme a lo establecido en UNE 23035 – 3:2003.

Control del humo de incendio

Según lo establecido en esta sección, dado el uso de los edificios y que la ocupación en los de Pública Concurrencia no evacua a más de 1000 personas, no tener aparcamiento ni atrios cerrados o zonas comunes con evacuación de más de 500 personas, no es necesario instalar un sistema de control de humo de incendios.

Sección SI. 4: Instalaciones de protección contra incendios

Dotación de instalaciones de protección contra incendios

'1. Los edificios deben disponer de los equipos e instalaciones de protección contra incendios que se indican en la tabla 1.1. El diseño, la ejecución, la puesta en funcionamiento y el mantenimiento de dichas instalaciones, así como sus materiales, componentes y equipos, deben cumplir lo establecido en el "Reglamento de Instalaciones de Protección contra Incendios", en sus disposiciones complementarias y en cualquier otra reglamentación específica que le sea de aplicación. La puesta en funcionamiento de las instalaciones requiere la presentación, ante el órgano competente de la Comunidad Autónoma, del certificado de la empresa instaladora al que se refiere el artículo 18 del citado reglamento.

Los locales de riesgo especial, así como aquellas zonas cuyo uso previsto sea diferente y subsidiario del principal del edificio o del establecimiento en el que estén integradas y que, conforme a la tabla 1.1 del Capítulo 1 de la Sección 1 de este DB, deban constituir un sector de incendio diferente, deben disponer de la dotación de instalaciones que se indica para cada local de riesgo especial, así como para cada zona, en función de su uso previsto, pero en ningún caso será inferior a la exigida con carácter general para el uso principal del edificio o del establecimiento.

De acuerdo con la tabla 1.1. "Dotación de instalaciones de protección contra incendios" del SI4 del DB-SI se dispondrá de:

- Extintores portátiles 21A-113B a 15m de recorrido en cada planta desde todo origen de evacuación, y en el local de instalaciones por ser recinto de riesgo especial.
- Bocas de incendio equipadas.
- Sistema de alarma apto para emitir mensajes por megafonía.
- Sistema de detección de incendio.

Sección SI. 5: Intervención de los bomberos

Condiciones de aproximación y entorno

Aproximación a los edificios

'1. Los viales de aproximación de los vehículos de los bomberos a los espacios de maniobra a los que se refiere el apartado 1.2, deben cumplir las condiciones siguientes:

a) anchura mínima libre 3,5 m;

b) altura mínima libre o gálibo 4,5 m;

c) capacidad portante del vial 20 kN/m²

2. En los tramos curvos, el carril de rodadura debe quedar delimitado por la traza de una corona circular cuyos radios mínimos deben ser 5,30 m y 12,50 m, con una anchura libre para circulación de 7,20 m.'

La parcela se encuentra rodeada por dos de sus cuatro lados por viales de una anchura mínima de 8,40 metros, sin limitaciones de altura ni tramos curvos.

El espacio de maniobra se mantendrá libre de mobiliario urbano, arbolado, jardines, mojones y otros obstáculos.

Accesibilidad por fachada

Las fachadas del nivel inferior del edificio disponen de huecos que permiten el acceso desde el exterior al personal del servicio de extinción de incendios. Dichos huecos cumplen las siguientes condiciones:

a) Facilitar el acceso a cada una de las plantas del edificio, de forma que la altura del alféizar respecto del nivel de la planta a la que accede no sea mayor que 1,20 m;

b) Sus dimensiones horizontal y vertical deben ser, al menos, 0,80 m y 1,20 m respectivamente. La distancia máxima entre los ejes verticales de dos huecos consecutivos no debe exceder de 25 m, medida sobre la fachada;

c) No se deben instalar en fachada elementos que impidan o dificulten la accesibilidad al interior del edificio a través de dichos huecos, a excepción de los elementos de seguridad situados en los huecos de las plantas cuya altura de evacuación no exceda de 9 m.

La fachada del nivel superior se trata de una celosía continua de piezas cerámicas en la que se instalarán partes móviles abatibles para permitir el acceso desde el exterior.

Sección SI. 6: Resistencia al fuego de la estructura

Generalidades

'1. La elevación de la temperatura que se produce como consecuencia de un incendio en un edificio afecta a su estructura de dos formas diferentes. Por un lado, los materiales ven afectadas sus propiedades, modificándose de forma importante su capacidad mecánica. Por otro, aparecen acciones indirectas como consecuencia de las deformaciones de los elementos, que generalmente dan lugar a tensiones que se suman a las debidas a otras acciones.

2. En este Documento Básico se indican únicamente métodos simplificados de cálculo suficientemente aproximados para la mayoría de las situaciones habituales (véase anejos B a F). Estos métodos sólo recogen el estudio de la resistencia al fuego de los elementos estructurales individuales ante la curva normalizada tiempo temperatura. [...]

7. Si se utilizan los métodos simplificados indicados en este Documento Básico no es necesario tener en cuenta las acciones indirectas derivadas del incendio.'

Resistencia al fuego de la estructura

'1. Se admite que un elemento tiene suficiente resistencia al fuego si, durante la duración del incendio, el valor de cálculo del efecto de las acciones, en todo instante t, no supera el valor de la resistencia de dicho elemento.

En general, basta con hacer la comprobación en el instante de mayor temperatura que, con el modelo de curva normalizada tiempo-temperatura, se produce al final del mismo. [...]

3. En este Documento Básico no se considera la capacidad portante de la estructura tras el incendio.'

Elementos estructurales principales

'1. Se considera que la resistencia al fuego de un elemento estructural principal del edificio (incluidos forjados, vigas y soportes), es suficiente si:

a) alcanza la clase indicada en la tabla 3.1 o 3.2 que representa el tiempo en minutos de resistencia ante la acción representada por la curva normalizada tiempo temperatura, o

ELEMENTO	RESISTENCIA AL FUEGO (minutos)
Muro de carga de hormigón expuesto por las dos caras, espesor superior a 300mm	R240
Muro de carga de hormigón expuesto por las dos caras, espesor superior 200mm	R120
Losa maciza de hormigón de espesor 200mm	R120
bóveda de ladrillo macizo de espesor 170mm	R160
bóveda de ladrillo macizo de espesor 110mm	R120

b) soporta dicha acción durante el tiempo equivalente de exposición al fuego indicado en el anejo B.’

La resistencia al fuego de los elementos estructurales alcanza la clase indicada en la Tabla 3.1. “Resistencia al fuego suficiente de los elementos estructurales” y la Tabla 3.2. “Resistencia al fuego suficiente de los elementos estructurales de zonas de riesgo especial integradas en los edificios”, en función del uso de cada sector. Considerando una altura de evacuación 16,8m > 15,00 m, la resistencia al fuego suficiente de elementos estructurales debe ser al menos R60. La sala de instalaciones, por ser zona de riesgo especial bajo, requiere una resistencia al fuego R90.

Todos los elementos estructurales del edificio cumplen sobradamente la más restrictiva de las resistencias al fuego R90.

Determinación de los efectos de las acciones durante el incendio

Como ya se pone de manifiesto en la “Memoria justificativa del cumplimiento del DB-SE”, no se tienen en cuenta acciones de tipo accidental como el incendio para el cálculo de la estructura.

Determinación de la resistencia al fuego

La resistencia al fuego del elemento dispuesto se establece comprobando las dimensiones de su sección transversal con lo indicado en las distintas tablas según el material dadas en los anejos C a F, para las distintas resistencias al fuego.

2.3 Memoria justificativa del cumplimiento del DB-SUA

OBJETO

“Artículo 12. Exigencias básicas de seguridad de utilización y accesibilidad (SUA)

1. El objetivo del requisito básico “Seguridad de utilización y accesibilidad” consiste en reducir a límites aceptables el riesgo de que los usuarios sufran daños inmediatos en el uso previsto de los edificios, como consecuencia de las características de su proyecto, construcción, uso y mantenimiento, así como en facilitar el acceso y la utilización no discriminatoria, independiente y segura de los mismos a las personas con discapacidad.

2. Para satisfacer este objetivo, los edificios se proyectarán, construirán, mantendrán y utilizarán de forma que se cumplan las exigencias básicas que se establecen en los apartados siguientes.

3. El Documento Básico DB-SUA Seguridad de utilización y accesibilidad especifica parámetros objetivos y procedimientos cuyo cumplimiento asegura la satisfacción de las exigencias básicas y la superación de los niveles mínimos de calidad propios del requisito básico de seguridad de utilización y accesibilidad.”

ÁMBITO DE APLICACIÓN

“El ámbito de aplicación de este DB es el que se establece con carácter general para el conjunto del CTE en el artículo 2 de la Parte I. Su contenido se refiere únicamente a las exigencias básicas relacionadas con el requisito básico “Seguridad de utilización y accesibilidad”. También deben cumplirse las exigencias básicas de los demás requisitos básicos, lo que se posibilita mediante la aplicación del DB correspondiente a cada uno de ellos.”

La protección frente a los riesgos específicos de:

- las instalaciones de los edificios;
- las actividades laborales;
- las zonas y elementos de uso reservado a personal especializado en mantenimiento, reparaciones, etc.;
- los elementos para el público singulares y característicos de las infraestructuras del transporte, tales como andenes, pasarelas, pasos inferiores, etc.; así como las condiciones de accesibilidad en estos últimos elementos, se regulan en su reglamentación específica.

“Como en el conjunto del CTE, el ámbito de aplicación de este DB son las obras de edificación. Por ello, los elementos del entorno del edificio a los que les son aplicables sus condiciones son aquellos que formen parte del proyecto de edificación. Conforme al artículo 2, punto 3 de la ley 38/1999, de 5 de noviembre, de Ordenación de la Edificación (LOE), se consideran comprendidas en la edificación sus instalaciones fijas y el equipamiento propio, así como los elementos de urbanización que permanezcan adscritos al edificio.”

“Las exigencias que se establezcan en este DB para los edificios serán igualmente aplicables a los establecimientos.”

SUA 1. Seguridad frente al riesgo de caídas

1.1 Resbaladidad de los suelos

Las limitaciones establecidas en el CTE DB SUA se aplican a los suelos de los edificios o zonas de uso Residencial Público, sanitario, docente, comercial, administrativo y pública Concurrencia, quedando excluidas las zonas de ocupación nula.

Los suelos previstos en el proyecto cumplirán con los criterios establecidos en las tablas 1.1 “Clasificación de los suelos según su resbaladidad”, en función de su valor de resistencia al deslizamiento (Rd), y la tabla 1.2 “Clase exigible a los suelos en función de su localización”. Así, los pavimentos del proyecto se clasifican de la siguiente manera:

Clase 1 ($15 < R_d \leq 35$) Pavimentos en zonas interiores secas con superficies con pendiente menor al 6%.

Clase 2 ($35 < R_d \leq 45$) Pavimentos en zonas húmedas, tales como las entradas a los edificios desde el espacio exterior, terrazas cubiertas, vestuarios, baños, aseos, cocinas, etc

Clase 3 ($R_d > 45$) Pavimentos de zonas exteriores, piscinas y duchas.

Todas las rampas del edificio se considera que están en exteriores, por lo que pertenecen a la Clase 3.

Todos los materiales empleados como pavimentos en el proyecto, tanto el microcemento *microstone* como las losas de granito abujardado como los adoquines, cumplen los requisitos de Clase 3, por lo que están del lado de la máxima seguridad.

1.2 Discontinuidad en el pavimento

Con el fin de limitar el riesgo de caídas como consecuencia de traspies o de tropiezos, los suelos seleccionados cumplen con las siguientes condiciones:

No tendrán juntas que presenten un resalto de más de 4 milímetros. Los elementos salientes del nivel del pavimento, puntuales y de pequeña dimensión (por ejemplo, los cerraderos de puertas) no sobresaldrán del pavimento más de 12 mm y el saliente que exceda de 6 mm en sus caras enfrentadas al sentido de circulación de las personas no formará un ángulo con el pavimento que exceda de 45°.

Cuando se dispongan barreras para delimitar zonas de circulación estas tendrán una altura de 100 cm.

En zonas de circulación no se dispondrá un escalón aislado, ni dos consecutivos ya que se considera itinerario accesible todo espacio común del edificio.

En zonas para circulación de personas, el suelo no presentará perforaciones o huecos por los que pueda introducirse una esfera de 1,5 cm de diámetro.

1.3 Desniveles

1.3.1 Protección de los desniveles

“1. Con el fin de limitar el riesgo de caída, existirán barreras de protección en los desniveles, huecos y aberturas (tanto horizontales como verticales) balcones, ventanas, etc. con una diferencia de cota mayor que 55 cm, excepto cuando la disposición constructiva haga muy improbable la caída o cuando la barrera sea incompatible con el uso previsto.

2. En las zonas de uso público se facilitará la percepción de las diferencias de nivel que no excedan de 55 cm y que sean susceptibles de causar caídas, mediante diferenciación visual y táctil. La diferenciación comenzará a 25 cm del borde, como mínimo.”

Desniveles a tener en cuenta:

Antepecho en el ápice (cubierta transitable de los niveles superiores): se aplica el punto 3.2.4 de la norma: barreras situadas delante de una fila de asientos fijos. Puesto que la anchura del antepecho (muro de hormigón) es de al menos 50cm, su altura se reducirá a 70cm. En ese caso, la barrera de protección será capaz de resistir una fuerza horizontal en el borde superior de 3 kN/m y simultáneamente con ella, una fuerza vertical uniforme de 1,0 kN/m, como mínimo, aplicada en el borde exterior.

Graderío en la sala principal o sala del mundo: se aplican las consideraciones de la norma para *Graderíos en descenso desde una zona de circulación*. Cuando se disponga un graderío en descenso desde una zona de circulación, aunque el desnivel de la primera grada sea inferior a 55 cm será necesario disponer barrera de protección a menos que la superficie inferior de ese primer desnivel tenga una profundidad suficiente para que no exista el riesgo de que una persona que caiga accidentalmente desde la zona de circulación vuelva a caer desde esa superficie.

Puesto que la anchura de las gradas es de 80cm, la consideramos suficiente para impedir que una persona vuelva a caer por las subsiguientes gradas, por lo que no será necesario instalar barrera de protección.

Antepechos formados por la coronación de los muros de contención de hormigón entre la cota de la Calle Mayor y los patios de las salas confesionales: se aplica la consideración de la norma para *“bancos como barrera de protección”*: *En el caso de bancos (conviene tener presente que su "uso previsto" es sentarse y no estar de pie encima de él) es evidente el riesgo real de caída por detrás cuando no tiene respaldo, por lo que cuando la altura de dicha caída desde el nivel del banco exceda de 1,50 m se debería disponer respaldo, a menos que la profundidad del asiento sea suficiente (por ejemplo, 1 m) para evitar caídas accidentales.*

Puesto que la profundidad de los bancos instalados es de 1m y cuentan, además, con respaldo, se considera que esta solución constructiva es válida como barrera de protección.

Características constructivas de las barreras de protección

En todo el conjunto de barandillas del proyecto, tanto para los edificios residenciales como para los talleres, se diseñan de modo se cumplan lo siguiente:

En cualquier zona de los edificios de uso Residencial Vivienda o de escuelas infantiles, así como en las zonas de uso público de los establecimientos de uso Comercial o de uso Pública Concurrencia, las barreras de protección, incluidas las de las escaleras y rampas, estarán diseñadas de forma que:

a) No puedan ser fácilmente escaladas por los niños, para lo cual:

En la altura comprendida entre 30 cm y 50 cm sobre el nivel del suelo o sobre la línea de inclinación de una escalera no existirán puntos de apoyo, incluidos salientes sensiblemente horizontales con más de 5 cm de saliente.

b) No tengan aberturas que puedan ser atravesadas por una esfera de 10 cm de diámetro, exceptuándose las aberturas triangulares que forman la huella y la contrahuella de los peldaños con el límite inferior de la barandilla, siempre que la distancia entre este límite y la línea de inclinación de la escalera no exceda de 5 cm.

1.4 Escaleras y rampas

1.4.1 Escaleras de uso general

No existen en el proyecto escaleras de uso restringido, la única escalera presente (escalera 1, entre la calle y la sala del inframundo) se considera *Escalera de Uso General*.

Por lo tanto los peldaños se diseñan con una huella de 38 cm > 28 cm (mínimo) y una contrahuella de 12,5cm < 17,5cm (máximo en zonas de uso público).

La huella H y la contrahuella C cumplirán a lo largo de una misma escalera la relación siguiente:

$54 \text{ cm} \leq 2C + H \leq 70 \text{ cm}; 54 \text{ cm} \leq C \leq 70 \text{ cm}$ OK!

Tramos

La escalera 1 cuenta con un único tramo, que salva una altura de 1,25m < 2,25m (altura máxima salvable por un tramo en zonas de uso público).

La anchura útil del tramo es de 14m, lo que cumple con creces la exigencia de evacuación establecida en el apartado 4 de la Sección SI 3 del DB-SI, que fija un ancho mínimo de 1,1m para escaleras en uso de pública concurrencia que se requieran para evacuar a más de 100 personas.

1.4.2.4 Pasamanos

1 Las escaleras que salven una altura mayor que 55 cm dispondrán de pasamanos al menos en un lado. Cuando su anchura libre exceda de 1,20 m, así como cuando no se disponga ascensor como alternativa a la escalera, dispondrán de pasamanos en ambos lados.

2 Se dispondrán pasamanos intermedios cuando la anchura del tramo sea mayor que 4 m. La separación entre pasamanos intermedios será de 4 m como máximo, excepto en escalinatas de carácter monumental en las que al menos se dispondrá uno.

3 En escaleras de zonas de uso público o que no dispongan de ascensor como alternativa, el pasamanos se prolongará 30 cm en los extremos, al menos en un lado. En uso Sanitario, el pasamanos será continuo en todo su recorrido, incluidas mesetas, y se prolongarán 30 cm en los extremos, en ambos lados.

4 El pasamanos estará a una altura comprendida entre 90 y 110 cm. En escuelas infantiles y centros de enseñanza primaria se dispondrá otro pasamanos a una altura comprendida entre 65 y 75 cm. 5 El pasamanos será firme y fácil de asir, estará separado del paramento al menos 4 cm y su sistema de sujeción no interferirá el paso continuo de la mano.

1.4.3 Rampas

1 Los itinerarios cuya pendiente exceda del 4% se consideran rampa a efectos de este DB-SUA, y cumplirán lo que se establece en los apartados que figuran a continuación, excepto los de uso restringido y los de circulación de vehículos en aparcamientos que también estén previstas para la circulación de personas. Estas últimas deben satisfacer la pendiente máxima que se establece para ellas en el apartado 4.3.1 siguiente, así como las condiciones de la Sección SUA 7.

La comunicación vertical de proyecto se ha resuelto mediante rampas, por lo que este apartado resulta de especial relevancia. Las rampas se han numerado de la siguiente forma:

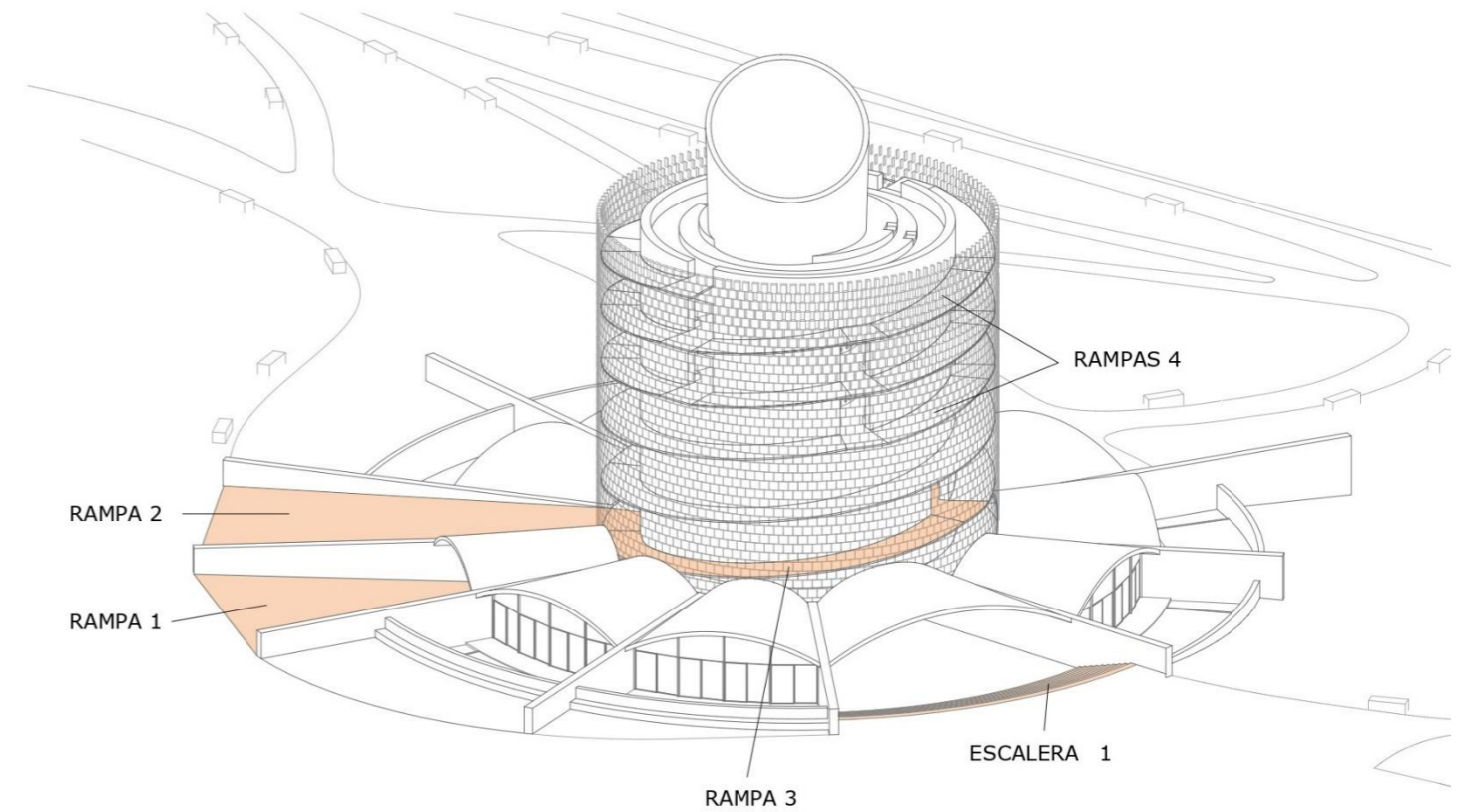
- Rampa 1: de la Calle Mayor a la Sala del Inframundo
- Rampa 2: de la Calle Mayor al acceso de los niveles superiores del templo
- Rampa 3: desde el acceso a los niveles superiores del templo hasta la Sala del Mundo
- Rampas 4: desde la Sala del Mundo hasta el Ápice, pasando por los distintos oratorios

Puesto que no se ha previsto la instalación de ascensores, las rampas 1, 2 y 3 se considerarán accesibles. No se ha previsto que el recorrido desde la Sala del Mundo hasta el Ápice sea accesible.

1.4.3.1 Pendiente

1 Las rampas tendrán una pendiente del 12%, como máximo, excepto: a) las que pertenezcan a itinerarios accesibles, cuya pendiente será, como máximo, del 10% cuando su longitud sea menor que 3 m, del 8% cuando la longitud sea menor que 6 m y del 6% en el resto de los casos. Si la rampa es curva, la pendiente longitudinal máxima se medirá en el lado más desfavorable.

	RAMPA 1	RAMPA 2	RAMPA 3	RAMPAS 4
ACCESIBLE	SI	SI	SI	NO
ANCHURA (m)	2,8	3,8	2	2
LONGITUD (m)	24,5	24,5	33,5	9
DESNIVEL (m)	1,25	1,45	2	1
PENDIENTE (%)	5,1	5,9	6	11
DESCANSILLOS	-	-	2x2m	2x2m
PASAMANOS	A ambos lados	A ambos lados	A ambos lados	A un lado



1.4.3.2 Tramos

1 Los tramos tendrán una longitud de 15 m como máximo, excepto si la rampa pertenece a itinerarios accesibles, en cuyo caso la longitud del tramo será de 9 m, como máximo, así como en las de aparcamientos previstas para circulación de vehículos y de personas, en las cuales no se limita la longitud de los tramos. La anchura útil se determinará de acuerdo con las exigencias de evacuación establecidas en el apartado 4 de la Sección SI 3 del DB-SI y será, como mínimo, la indicada para escaleras en la tabla 4.1.

2 La anchura de la rampa estará libre de obstáculos. La anchura mínima útil se medirá entre paredes o barreras de protección, sin descontar el espacio ocupado por los pasamanos, siempre que estos no sobresalgan más de 12 cm de la pared o barrera de protección.

3 Si la rampa pertenece a un itinerario accesible los tramos serán rectos o con un radio de curvatura de al menos 30 m y de una anchura de 1,20 m, como mínimo. Asimismo, dispondrán de una superficie horizontal al principio y al final del tramo con una longitud de 1,20 m en la dirección de la rampa, como mínimo.

1.4.3.3 Mesetas

1 Las mesetas dispuestas entre los tramos de una rampa con la misma dirección tendrán al menos la anchura de la rampa y una longitud, medida en su eje, de 1,50 m como mínimo. 2 Cuando exista un cambio de dirección entre dos tramos, la anchura de la rampa no se reducirá a lo largo de la meseta. La zona delimitada por dicha anchura estará libre de obstáculos y sobre ella no barrerá el giro de apertura de ninguna puerta, excepto las de zonas de ocupación nula definidas en el anejo SI A del DB SI.

1.4.3.4 Pasamanos

1 Las rampas que salven una diferencia de altura de más de 550 mm y cuya pendiente sea mayor o igual que el 6%, dispondrán de un pasamanos continuo al menos en un lado.

2 Las rampas que pertenezcan a un itinerario accesible, cuya pendiente sea mayor o igual que el 6% y salven una diferencia de altura de más de 18,5 cm, dispondrán de pasamanos continuo en todo su recorrido, incluido mesetas, en ambos lados. Asimismo, los bordes libres contarán con un zócalo o elemento de protección lateral de 10 cm de altura, como mínimo. Cuando la longitud del tramo exceda de 3 m, el pasamanos se prolongará horizontalmente al menos 30 cm en los extremos, en ambos lados.

3 El pasamanos estará a una altura comprendida entre 90 y 110 cm. Las rampas situadas en escuelas infantiles y en centros de enseñanza primaria, así como las que pertenecen a un itinerario accesible, dispondrán de otro pasamanos a una altura comprendida entre 65 y 75 cm. 4 El pasamanos será firme y fácil de asir, estará separado del paramento al menos 4 cm y su sistema de sujeción no interferirá el paso continuo de la mano.

1.4.4 Pasillos escalonados de acceso a localidades en graderíos y tribunas

1 Los pasillos escalonados de acceso a localidades en zonas de espectadores tales como patios de butacas, anfiteatros, graderíos o similares, tendrán escalones con una dimensión constante de contrahuella. Las huellas podrán tener dos dimensiones que se repitan en peldaños alternativos, con el fin de permitir el acceso a nivel a las filas de espectadores.

1.5 Limpieza de los acristalamientos exteriores

No es de aplicación por no ser de uso residencial.

SUA 2 Seguridad frente al riesgo de impacto o de atrapamiento

2.1 Impacto

2.1.1 Impacto con elementos fijos

1 La altura libre de paso en zonas de circulación será, como mínimo, 2,10 m en zonas de uso restringido y 2,20 m en el resto de las zonas. En los umbrales de las puertas la altura libre será 2 m, como mínimo.

2 Los elementos fijos que sobresalgan de las fachadas y que estén situados sobre zonas de circulación estarán a una altura de 2,20 m, como mínimo.

3 En zonas de circulación, las paredes carecerán de elementos salientes que no arranquen del suelo, que vuelen más de 15 cm en la zona de altura comprendida entre 15 cm y 2,20 m medida a partir del suelo y que presenten riesgo de impacto.

4 Se limitará el riesgo de impacto con elementos volados cuya altura sea menor que 2 m, tales como mesetas o tramos de escalera, de rampas, etc., disponiendo elementos fijos que restrinjan el acceso hasta ellos y permitirán su detección por los bastones de personas con discapacidad visual.

2.1.2 Impacto con elementos practicables

1 Excepto en zonas de uso restringido, las puertas de recintos que no sean de ocupación nula (definida en el Anejo SI A del DB SI) situadas en el lateral de los pasillos cuya anchura sea menor que 2,50 m se dispondrán de forma que el barrido de la hoja no invada el pasillo (véase figura 1.1). En pasillos cuya anchura exceda de 2,50 m, el barrido de las hojas de las puertas no debe invadir la anchura determinada, en función de las condiciones de evacuación, conforme al apartado 4 de la Sección SI 3 del DB SI.

2 Las puertas de vaivén situadas entre zonas de circulación tendrán partes transparentes o translucidas que permitan percibir la aproximación de las personas y que cubran la altura comprendida entre 0,7 m y 1,5 m, como mínimo.

2.1.3 Impacto con elementos frágiles

1 Los vidrios existentes en las áreas con riesgo de impacto que se indican en el punto 2 siguiente de las superficies acristaladas que no dispongan de una barrera de protección conforme al apartado 3.2 de SUA 1, tendrán una clasificación de prestaciones X(Y)Z determinada según la norma UNE-EN 12600:2003 cuyos parámetros cumplan lo que se establece en la tabla 1.1. Se excluyen de dicha condición los vidrios cuya mayor dimensión no exceda de 30 cm.

2 Se identifican las siguientes áreas con riesgo de impacto:

a) en puertas, el área comprendida entre el nivel del suelo, una altura de 1,50 m y una anchura igual a la de la puerta más 0,30 m a cada lado de esta;

b) en paños fijos, el área comprendida entre el nivel del suelo y una altura de 0,90 m

3 Las partes vidriadas de puertas y de cerramientos de duchas y bañeras estarán constituidas por elementos laminados o templados que resistan sin rotura un impacto de nivel 3, conforme al procedimiento descrito en la norma UNE EN 12600:2003.

2.1.4 Impacto con elementos insuficientemente perceptibles

1 Las grandes superficies acristaladas que se puedan confundir con puertas o aberturas (lo que excluye el interior de viviendas) estarán provistas, en toda su longitud, de señalización visualmente contrastada situada a una altura inferior comprendida entre 0,85 y 1,10 m y a una altura superior comprendida entre 1,50 y 1,70 m. Dicha señalización no es necesaria cuando existan montantes separados una distancia de 0,60 m, como máximo, o si la superficie acristalada cuenta al menos con un travesaño situado a la altura inferior antes mencionada.

2 Las puertas de vidrio que no dispongan de elementos que permitan identificarlas, tales como cercos o tiradores, dispondrán de señalización conforme al apartado 1 anterior.

2 Atrapamiento

1 Con el fin de limitar el riesgo de atrapamiento producido por una puerta corredera de accionamiento manual, incluidos sus mecanismos de apertura y cierre, la distancia a hasta el objeto fijo más próximo será 20 cm, como mínimo.

SUA 3. Seguridad frente al riesgo de aprisionamiento en recintos

3.1 Aprisionamiento

Las puertas cuentan con sistema de desbloqueo exterior en puertas con bloqueo interior. Además, estas contarán con iluminación controlada desde el interior.

En zonas de uso público, los aseos accesibles y cabinas de vestuarios accesibles dispondrán de un dispositivo en el interior fácilmente accesible, mediante el cual se transmita una llamada de asistencia perceptible desde un punto de control y que permita al usuario verificar que su llamada ha sido recibida, o perceptible desde un paso frecuente de personas.

La fuerza de apertura de las puertas de salida será de 25 N como máximo debido a pertenecer a un itinerario accesible.
"Para determinar la fuerza de maniobra de apertura y cierre de las puertas de maniobra manual [...]destinadas a ser utilizadas por peatones (excluidas puertas con sistema de cierre automático y puertas equipadas con herrajes especiales, como por ejemplo los dispositivos de salida de emergencia) se empleará el método de ensayo especificado en la norma UNEEN 12046-2:2000."

SUA 4. Seguridad frente al riesgo causado por iluminación inadecuada

4.1 Alumbrado normal en zonas de circulación

Se dispondrá una instalación de alumbrado capaz de proporcionar, una iluminancia mínima de 20 lux en zonas exteriores y de 100 lux en zonas interiores. El factor de uniformidad media es de 40%.

La fuerza de apertura de las puertas de salida será de 25 N como máximo debido a pertenecer a un itinerario accesible.

Alumbrado de emergencia

Dotación

El edificio dispone de una red de alumbrado de emergencia fija alimentada por un equipo electrógeno que, en caso de fallo del alumbrado normal, suministrará la iluminación necesaria para facilitar la visibilidad a los usuarios para abandonar el edificio, permita la visión de las señales indicativas de las salidas y la situación de los equipos y medios de protección existentes.

Se dispondrá dicho alumbrado en:

- Los recorridos cuya ocupación sea mayor que 100 personas.
- Los recorridos, así como itinerarios accesibles, desde todo origen de evacuación hasta el espacio exterior seguro.
- Locales que albergan equipos generales de las instalaciones de protección contra incendios y los de riesgo especial.
- Aseos generales de uso público.
- Local de los cuadros de distribución o de accionamiento de la instalación de alumbrado de las zonas antes citadas.

Posición y características de las luminarias

- Se dispondrán a 2 metros sobre la cota de suelo.
- Disposición en: cada puerta de salida pertenecientes a recorridos de evacuación; junto a peligros potenciales; junto a equipos de seguridad; en cada tramo de escaleras; en cambios de nivel; en cambios de dirección de recorridos de evacuación; en intersecciones entre pasillos.

Características de la instalación

- El alumbrado de emergencia de las vías de evacuación debe alcanzar al menos el 50% del nivel de iluminación requerido al cabo de los 5 s y el 100% a los 60 s.

SUA 5. Seguridad frente al riesgo causado por situaciones de alta ocupación

No es aplicable al proyecto dado que no está prevista la ocupación por más de 3000 espectadores de pie.

Sección SUA.6: Seguridad frente al riesgo causado por ahogamiento

No es de aplicación al no cumplir los requisitos establecidos en la norma para su aplicación.

Sección SUA.7: Seguridad frente al riesgo causado por vehículos en movimiento

No es de aplicación al no cumplir los requisitos establecidos en la norma para su aplicación.

SUA 8. Seguridad frente al riesgo causado por la acción del rayo

8.1 Procedimiento de verificación

"1. Será necesaria la instalación de un sistema de protección contra el rayo, en los términos que se establecen en el apartado 2, cuando la frecuencia esperada de impactos N_e sea mayor que el riesgo admisible N_a .

3. La frecuencia esperada de impactos, N_e , puede determinarse mediante la expresión:

$$N_e = N_g \cdot A_e \cdot C_1 \cdot 10^{-6} \quad [n^\circ \text{ impactos/año}]"$$

"Siendo:

N_g : la densidad de impactos sobre el terreno (n° impactos /años, km^2)

A_e : superficie de captura equivalente del edificio aislado en m^2 , que es la delimitada por una línea trazada a una distancia $3H$ de cada uno de los puntos del perímetro del edificio."

El riesgo admisible, N_a , puede determinarse mediante la expresión:

$$N_a = [5,5 / (C_2 \cdot C_3 \cdot C_4 \cdot C_5)] \cdot 10^{-3}$$

Siendo:

C_2 coeficiente en función del tipo de construcción, conforme a la tabla 1.2 de la presente normativa;

C_3 coeficiente en función del contenido del edificio, conforme a la tabla 1.3 de la presente normativa;

C_4 coeficiente en función del uso del edificio, conforme a la tabla 1.4 de la presente normativa;

C_5 coeficiente en función de la necesidad de continuidad en las actividades"

Se tiene:

$N_g = 2,00$ (n° impactos / año, km^2) para Valencia, según la figura 1.1 'Mapa de densidad de impactos sobre el terreno N_g ', de la presente normativa.

$A_e = 19.113 m^2$ (la manera más desfavorable de medirla supone trazar el perímetro equivalente usando como valor de H la altura total del edificio de 26m)

$C_1 = 0,5$ (Próximo a otros edificios y árboles de la misma altura)

$N_e = 2 \cdot 19.113 \cdot 0,5 \cdot 10^{-6} = 0,0191$ impactos/año

Se obtiene para los respectivos coeficientes C :

$C_2 = 3,0$; (Cubierta de hormigón, estructura de hormigón).

$C_3 = 1,0$; (En el edificio no se consideran contenidos inflamables)

$C_4 = 3,0$; (Edificio de pública concurrencia)

$C_5 = 1,0$; (No se considera que el edificio pueda interrumpir servicios imprescindibles o causar un impacto ambiental grave en caso de quedar inservible)

$$N_a = [5,5 / (1 \cdot 1 \cdot 3 \cdot 1)] \cdot 10^{-3} = 0,00183 \text{ impactos/años}$$

Siendo la frecuencia esperada de impactos, N_e , superior al riesgo admisible, N_a , se considera necesaria la instalación de un sistema de protección contra el rayo.

8.2 Tipo de instalación exigido

“1. La eficacia E requerida para una instalación de protección contra el rayo se determina mediante la siguiente fórmula:

$$E = 1 - (N_a / N_e)''$$

$$E = 1 - (0,00183 / 0,02217) = 0,9$$

Atendiendo a la tabla 2.1 “Componentes de la instalación” correspondiente a la eficiencia requerida y sabiendo que $E = 0,9$, el nivel de protección corresponde a 3 siendo $0,80 < E = 0,9 < 0,95$.

SUA.9: Accesibilidad

9.1 Condiciones de accesibilidad

‘1. Con el fin de facilitar el acceso y la utilización no discriminatoria, independiente y segura de los edificios a las personas con discapacidad se cumplirán las condiciones funcionales y de dotación de elementos accesibles que se establecen a continuación.’

Condiciones funcionales

- Accesibilidad en el exterior del edificio:

La parcela tiene un desnivel de 1,5 metros que se salvan con una rampa accesible, por lo que dispone de un itinerario accesible y además es posible desplazarse por toda ella sin obstáculos que lo impidan.

- Accesibilidad entre plantas del edificio:

Todos los usos concretos y continuados en el tiempo del edificio se sitúan en la planta baja, que se considera accesible en su totalidad. Además, la estancia de mayor envergadura y carácter del proyecto, la Sala del Mundo, cuenta también con itinerarios accesibles desde la calle y desde la planta baja. Los oratorios y el ápite tienen usos redundantes y no específicos y cuentan con una superficie útil de uso público menor que 100 m², por lo que sólo son accesibles mediante rampa que no cumple las condiciones de accesibilidad.

- Accesibilidad en las plantas del edificio:

La construcción cuenta con itinerarios accesibles que comunican el desnivel producido entre el entorno colindante y el edificio, el cual se sitúa a 1,50 m bajo rasante. La accesibilidad se permite a través de un conjunto de rampas y entradas accesibles desde todos los orígenes de evacuación.

Los desniveles se salvan mediante rampa accesible conforme al apartado 4 del SUA 1:

- Se considera un diámetro \varnothing 1,50 m libre de obstáculos en el vestíbulo de entrada, o portal.
- En pasillos y pasos la anchura libre de paso es igual o mayor que 1,20 m.
- En puertas, la anchura libre de paso es igual o mayor que 0,80 m medida desde el interior del marco y aportada por no más de una hoja. En el ángulo de máxima apertura de la puerta, la anchura libre de paso reducida por el grosor de la hoja de la puerta es igual o mayor que 0,78 m. Los mecanismos de apertura y cierre están situados a una altura entre 0,80 - 1,00 m, de funcionamiento a presión o palanca y maniobrables con una sola mano. En ambas caras de las puertas existe un espacio horizontal libre del barrido de las hojas de diámetro \varnothing 1,20 m.
- El pavimento no contiene piezas ni elementos sueltos, tales como gravas o arenas. No existen felpudos y moquetas. Para permitir la circulación y arrastre de elementos pesados, sillas de ruedas, etc., los suelos son resistentes a la deformación.
- La pendiente de las rampas accesibles es como máximo del 6% y cumple con los condicionantes según lo dispuesto en el apartado 3.3.1.

Dotación de elementos accesibles

- Servicios higiénicos accesibles:

‘Siempre que sea exigible la existencia de aseos o de vestuarios por alguna disposición legal o de obligado cumplimiento, existirá al menos un aseo accesible cada 10 unidades o fracción de inodoros instalados, pudiendo ser de uso compartido para ambos sexos.’

El porcentaje de aseos accesibles en el edificio es de un tercio del total, es decir, uno de cada tres aseos cumple con la normativa de accesibilidad (6 aseos en total, 2 de ellos accesibles). El espacio para giro es de diámetro \varnothing 1,50 m libre de obstáculos. Por otro lado, las puertas son correderas con un sistema que permite cumplir las condiciones de itinerario accesible. Por último, los aseos accesibles disponen de barras de apoyo, mecanismos y accesorios diferenciados cromáticamente del entorno.

- Aparatos sanitarios accesibles:

1 El lavabo tiene un espacio libre inferior mínimo de 70 (altura) x 50 (profundidad) cm. sin pedestal. La altura de la cara superior es igual o menor de 85 cm.

2 El inodoro cuenta con un espacio de transferencia lateral de anchura igual o mayor de 80 cm e igual o mayor 75 cm de fondo hasta el borde frontal del inodoro. La altura del asiento se sitúa entre 45 – 50 cm.

3 Las barras de apoyo son fáciles de asir, de sección circular de diámetro 30-40 mm y están separadas del paramento 45-55 mm. Sus fijaciones soportan una fuerza de 1 kN en cualquier dirección. Las barras horizontales se sitúan a una altura entre 70-75 cm, tienen una longitud anchura igual o mayor de 70 cm y son abatibles las del lado de la transferencia. En inodoros, se dispone una barra horizontal a cada lado, separadas entre sí 65 – 70 cm.

Además, se disponen mecanismos de descarga a presión o palanca, con pulsadores de gran superficie; grifería automática dotada de un sistema de detección de presencia, con un alcance horizontal desde asiento es igual o menor de 60 cm; espejo, con una altura del borde inferior de igual o menor de 0,9 m. La altura de uso de todos estos mecanismos y accesorios oscila entre 0,70 – 1,20 m.

9.2 Condiciones y características de la información y señalización para la accesibilidad

Dotación

‘Con el fin de facilitar el acceso y la utilización independiente, no discriminatoria y segura de los edificios, se señalarán los elementos que se indican en la tabla 2.1, con las características indicadas en el apartado 2.2 siguiente, en función de la zona en la que se encuentren.’

Al tratarse de un edificio de uso público se señalarán como accesibles en todo caso las entradas al edificio, sus itinerarios y servicios higiénicos tanto accesibles como de uso general.

Características

- Las entradas al edificio accesibles, los itinerarios accesibles y los servicios higiénicos accesibles (aseos) se señalarán mediante SIA complementado con flecha direccional.

- Los servicios higiénicos de uso general se señalarán con pictogramas normalizados de sexo en alto relieve y contraste cromático, a una altura entre 0,80 m y 1,20 m, junto al marco, a la derecha de la puerta y en el sentido de la entrada.

- Las bandas señalizadoras visuales y táctiles son de color contrastado con el pavimento. Las exigidas en el apartado 4.2.3 de la Sección SUA 1 para señalar el arranque de escaleras, tendrán 80 cm de longitud en el sentido de la marcha, anchura la del itinerario y acanaladuras perpendiculares al eje de la escalera.

- Las características y dimensiones del Símbolo Internacional de Accesibilidad para la movilidad (SIA) se establecen en la norma UNE 41501:2002.

1.4 - Memoria justificativa del Documento Básico de Salubridad DBHS

Objeto

Este Documento Básico (DB) tiene por objeto establecer reglas y procedimientos que permiten cumplir las exigencias básicas de salubridad. Las secciones de este DB se corresponden con las exigencias básicas HS 1 a HS 6. La correcta aplicación de cada sección supone el cumplimiento de la exigencia básica correspondiente. La correcta aplicación del conjunto del DB supone que se satisface el requisito básico "Higiene, salud y protección del medio ambiente".

Tanto el objetivo del requisito básico " Higiene, salud y protección del medio ambiente ", como las exigencias básicas se establecen el artículo 13 de la Parte I de este CTE y son los siguientes:

Artículo 13. Exigencias básicas de salubridad (HS)

1. El objetivo del requisito básico "Higiene, salud y protección del medio ambiente", tratado en adelante bajo el término salubridad, consiste en reducir a límites aceptables el riesgo de que los usuarios, dentro de los edificios y en condiciones normales de utilización, padezcan molestias o enfermedades, así como el riesgo de que los edificios se deterioren y de que deterioren el medio ambiente en su entorno inmediato, como consecuencia de las características de su proyecto, construcción, uso y mantenimiento.

2. Para satisfacer este objetivo, los edificios se proyectarán, construirán, mantendrán y utilizarán de tal forma que se cumplan las exigencias básicas que se establecen en los apartados siguientes.

3. El Documento Básico "DB HS Salubridad" especifica parámetros objetivos y procedimientos cuyo cumplimiento asegura la satisfacción de las exigencias básicas y la superación de los niveles mínimos de calidad propios del requisito básico de salubridad.

13.1 Exigencia básica HS 1: Protección frente a la humedad

Se limitará el riesgo previsible de presencia inadecuada de agua o humedad en el interior de los edificios y en sus cerramientos como consecuencia del agua procedente de precipitaciones atmosféricas, de escorrentías, del terreno o de condensaciones, disponiendo medios que impidan su penetración o, en su caso permitan su evacuación sin producción de daños.

13.2 Exigencia básica HS 2: Recogida y evacuación de residuos

Los edificios dispondrán de espacios y medios para extraer los residuos ordinarios generados en ellos de forma acorde con el sistema público de recogida de tal forma que se facilite la adecuada separación en origen de dichos residuos, la recogida selectiva de los mismos y su posterior gestión.

13.3 Exigencia básica HS 3: Calidad del aire interior

1 Los edificios dispondrán de medios para que sus recintos se puedan ventilar adecuadamente, eliminando los contaminantes que se produzcan de forma habitual durante el uso normal de los edificios, de forma que se aporte un caudal suficiente de aire exterior y se garantice la extracción y expulsión del aire viciado por los contaminantes.

2 Para limitar el riesgo de contaminación del aire interior de los edificios y del entorno exterior en fachadas y patios, la evacuación de productos de combustión de las instalaciones térmicas se producirá, con carácter general, por la cubierta del edificio, con independencia del tipo de combustible y del aparato que se utilice, de acuerdo con la reglamentación específica sobre instalaciones térmicas.

13.4 Exigencia básica HS 4: Suministro de agua

Los edificios dispondrán de medios adecuados para suministrar al equipamiento higiénico previsto agua apta para el consumo de forma sostenible, aportando caudales suficientes para su funcionamiento, sin alteración de las propiedades de aptitud para el consumo e impidiendo los posibles retornos que puedan contaminar la red, incorporando medios que permitan el ahorro y el control del agua.

13.5 Exigencia básica HS 5: Evacuación de aguas

Los edificios dispondrán de medios adecuados para extraer las aguas residuales generadas en ellos de forma independiente o conjunta con las precipitaciones atmosféricas y con las escorrentías. 1

3.6 Exigencia básica HS 6: Protección frente a la exposición al radón

Los edificios dispondrán de medios adecuados para limitar el riesgo previsible de exposición inadecuada a radón procedente del terreno en los recintos cerrados.

Sección HS.1: Protección frente a la humedad

Generalidades

'Esta sección se aplica a los muros y los suelos que están en contacto con el terreno y a los cerramientos que están en contacto con el aire exterior (fachadas y cubiertas) de todos los edificios incluidos en el ámbito de aplicación general del CTE. Los suelos elevados se consideran suelos que están en contacto con el terreno. Las medianerías que vayan a quedar descubiertas porque no se ha edificado en los solares colindantes o porque la superficie de las mismas excede a las de las colindantes se consideran fachadas. Los suelos de las terrazas y los de los balcones se consideran cubiertas.'

Verificaremos los muros, suelos, fachadas y cubiertas según lo expuesto en esta norma.

Diseño

Muros

Los muros de directriz recta situados en planta baja están en contacto con el terreno a través de su cimentación y, en algunos tramos, funcionan como muros de contención, por lo que deberán cumplir con las exigencias de protección frente a la humedad.

La *presencia de agua* se considera BAJA pues la cara inferior del muro en contacto con el terreno se encuentra a cota -1,25m respecto de la cota 0 de la Calle Mayor. Está, por tanto, por encima del nivel freático, estimado por el estudio geotécnico a -1,7m respecto a la cota de la Calle Mayor.

Coeficiente de permeabilidad del terreno: el terreno está constituido por arenas y limos hasta los 11,00 m de profundidad (siendo la permeabilidad entre 10^{-2} y 10^{-3}), por lo que el 'coeficiente de permeabilidad del terreno' (Ks) se encuentra en el rango 10^{-5} $<Ks < 10^{-2}$ cm/s marcado por la *Tabla 2.1 Grado de impermeabilidad mínimo exigido a los muros*.

Con todo esto, se tiene que el grado de impermeabilidad mínimo exigido a los muros es 1.

Condiciones de las soluciones constructivas del muro:

Muro flexorresistente con impermeabilización exterior: C1 + I2 + D1 + D5

C1: El hormigón utilizado será hidrófugo.

I2: la impermeabilización será mediante pintura impermeabilizante o lámina impermeabilizante. En nuestro caso se opta por la disposición de una lámina impermeabilizante adherida a la cara exterior del muro y protegida por una capa antipunzonamiento.

D1: existirá una capa drenante y filtrante entre el muro y el terreno.

D5: debe disponerse de red de evacuación de agua de lluvia en las partes del terreno que puedan afectar al muro.

Como medida extra no requerida estrictamente por la norma se colocarán tubos drenantes y rellenos de gravas en la base de los muros.

Suelos

- Grado de impermeabilidad:

Siendo que la presencia del agua es baja y el coeficiente de permeabilidad del terreno es $Ks < 10^{-5}$ cm/s, el grado de impermeabilidad mínimo exigido a los suelos es de 1.

Solución para suelo con muro flexorresistente y solera sin intervención (Tabla 2.4 Condiciones de las soluciones de suelo):

C2,C3,D1

C: constitución del suelo:

C2: el hormigón de la solera será de retracción moderada

C3: debe aplicarse una hidrojugación complementaria del suelo mediante la aplicación de un producto líquido colmatador de poros

D: drenaje y evacuación: D1 se dispondrá una capa drenante y filtrante sobre el terreno, situada bajo el suelo.

Fachadas

- Grado de impermeabilidad:

El grado de impermeabilidad mínimo exigido a las fachadas frente a la penetración de las precipitaciones se obtiene en la tabla 2.5 "Grado de impermeabilidad mínimo exigido a las fachadas" en función de la zona pluviométrica de promedios, y del grado de exposición al viento correspondientes al lugar de ubicación del edificio.

Para Nazaret (Valencia) se considera que:

- Zona pluviométrica IV
- Altura del edificio 27 m (entre 16 y 40 m)
- Terreno tipo IV: zona urbana, industrial o forestal
- Entorno E1
- Zona eólica A
- Grado de exposición al viento V3 (velocidad básica del viento 26 m/s)

Por lo tanto y de acuerdo con la tabla 2.5, el grado de impermeabilidad mínimo exigido a las fachadas es de ≤ 2 . Con este dato y considerando que las fachadas del edificio son *sin revestimiento interior*, se tiene que:

Tabla 2.7 Condiciones de las soluciones de fachada

		Con revestimiento exterior		Sin revestimiento exterior			
Grado de impermeabilidad	≤ 1	R1+C1 ⁽¹⁾		C1 ⁽¹⁾ +J1+N1			
	≤ 2			B1+C1+J1+N1	C2+H1+J1+N1	C2+J2+N2	C1 ⁽¹⁾ +H1+J2+N2
	≤ 3	R1+B1+C1	R1+C2	B2+C1+J1+N1	B1+C2+H1+J1+N1	B1+C2+J2+N2	B1+C1+H1+J2+N2
	≤ 4	R1+B2+C1	R1+B1+C2	R2+C1 ⁽¹⁾	B2+C2+H1+J1+N1	B2+C2+J2+N2	B2+C1+H1+J2+N2
	≤ 5	R3+C1	B3+C1	R1+B2+C2	R2+B1+C1	B3+C1	

d. ⁽¹⁾ Cuando la fachada sea de una sola hoja, debe utilizarse C2.

Solución exigible B1 + C1 + J1 + N1

Los muros rectos de hormigón de la planta baja se consideran fachadas cuando forman parte de la envolvente térmica del edificio, por lo que deberán cumplir estos requisitos. En la parte alta del templo no hay ningún recinto que pertenezca a la envolvente térmica. La solución de fachada para la parte alta del edificio es una celosía completamente permeable al agua de lluvia por estar llena de huecos sin cubrir. La parte alta del templo se considera de uso poco intensivo y esporádico y a efectos de protección frente a la lluvia equivale a estar a la intemperie, por lo que no aplicaremos estos criterios de impermeabilidad a la celosía curva de piezas cerámicas ni al cilindro exterior de hormigón armado. Además, no existen en el proyecto muros con la consideración de *parcialmente estanco* al ser todos los muros macizos y de una sola hoja portante.

B1: Resistencia a la filtración de la barrera contra la penetración de agua: barrera de resistencia media a la filtración: se dispondrá un aislante no hidrófilo colocado en la cara interior de la hoja principal.

C1: Composición de la hoja principal: debe utilizarse al menos una hoja de espesor medio > 12 cm. El espesor de la hoja de hormigón es de 50 cm.

J1: Resistencia a la filtración de las juntas entre las piezas que componen la hoja principal: no existen juntas en el paramento.

N1: Resistencia a la filtración del revestimiento intermedio en la cara interior de la hoja principal: revestimiento de 10mm de mortero en la cara interior de la hoja principal.

Cubiertas

- Grado de impermeabilidad:

'Para las cubiertas el grado de impermeabilidad exigido es único e independiente de factores climáticos.

Cualquier solución constructiva alcanza este grado de impermeabilidad siempre que se cumplan las condiciones indicadas en el apartado 2.4.2. del DB-HS 1.'

- Condiciones de las soluciones constructivas:

1 Las cubiertas deben disponer de los elementos siguientes (solo se incluyen los puntos que competen a las cubiertas del presente edificio):

- un sistema de formación de pendientes cuando la cubierta sea plana o cuando sea inclinada y su soporte resistente no tenga la pendiente adecuada al tipo de protección y de impermeabilización que se vaya a utilizar;
- una barrera contra el vapor inmediatamente por debajo del aislante térmico cuando, según el cálculo descrito en la sección HE1 del DB "Ahorro de energía", se prevea que vayan a producirse condensaciones en dicho elemento;
- un aislante térmico, según se determine en la sección HE1 del DB "Ahorro de energía";
- una capa de impermeabilización cuando la cubierta sea plana o cuando sea inclinada y el sistema de formación de pendientes no tenga la pendiente exigida en la tabla 2.10 o el solapo de las piezas de la protección sea insuficiente;
- una capa separadora entre la capa de protección y la capa de impermeabilización, cuando i) deba evitarse la adherencia entre ambas capas; ii) la impermeabilización tenga una resistencia pequeña al punzonamiento estático
- una capa separadora entre la capa de protección y el aislante térmico, cuando i) se utilice tierra vegetal como capa de protección; además debe disponerse inmediatamente por encima de esta capa separadora, una capa drenante y sobre ésta una capa filtrante; ii) la cubierta sea transitable para peatones; en este caso la capa separadora debe ser antipunzonante; iii) se utilice grava como capa de protección; en este caso la capa separadora debe ser filtrante, capaz de impedir el paso de áridos finos y antipunzonante; i) una capa de protección, cuando la cubierta sea plana, salvo que la capa de impermeabilización sea autoprottegida;
- un tejado, cuando la cubierta sea inclinada, salvo que la capa de impermeabilización sea autoprottegida;
- un sistema de evacuación de aguas, que puede constar de canalones, sumideros y rebosaderos, dimensionado según el cálculo descrito en la sección HS 5 del DB-HS.

Las soluciones constructivas adoptadas han sido las siguientes:

Cubierta plana transitable

Está conformada, de abajo arriba, por 2 roscas de ladrillo tocho catalán de 290 x 140 x 45 mm tomados con mortero de cal de espesor aproximado de 20 mm, muros conejeros formados por ladrillos huecos de 290 x 140 x 75 mm tomados con mortero de cal de espesor aproximado de 20 mm, tablero formado por bardos de 1600 x 250 x 60 mm, capa de 50mm de hormigón ligero de regularización y formación de pendiente, lámina bituminosa impermeabilizante autoprottegida, pavimento de microcemento *microstone* para exteriores sobre base de mortero de 20mm. Nótese que, puesto que el espacio inferior no pertenece a la envolvente térmica del edificio, no se ha dispuesto aislante.

Cubierta de bóveda tabicada

Está conformada, de abajo arriba, por 3 roscas de ladrillo tocho catalán de 290 x 140 x 45 mm tomados con mortero de cal de espesor aproximado de 20 mm, lámina bituminosa impermeabilizante autoprottegida, aislante termoacústico de 75mm, lámina impermeabilizante, remate de baldosas de gres cerámico impermeable tomado con mortero de cal.

Disposiciones constructivas adicionales:

- El sistema de formación de pendientes para cubiertas planas tiene una cohesión y estabilidad suficientes frente a las sollicitaciones mecánicas y térmicas, y su constitución es adecuada para el recibido o fijación del resto de componentes.
- El material el aislante térmico tiene una cohesión y una estabilidad suficiente para proporcionar al sistema la solidez necesaria frente a las sollicitaciones mecánicas. El aislante térmico está en contacto con la capa de impermeabilización, por lo que ambos materiales son compatibles.
- Respecto a la capa de impermeabilización, esta debe aplicarse y fijarse de acuerdo con las condiciones para cada tipo de material constitutivo.
- Los materiales dispuestos como capa de protección son resistentes a la intemperie en las condiciones ambientales previstas y tendrán un peso suficiente para contrarrestar la succión del viento. En cuanto a los puntos singulares, se

respetan las condiciones de disposición de bandas de refuerzo y de terminación, las de continuidad o discontinuidad, así como cualquier otra que afecte al diseño, prestando especial atención a las relativas al sistema de impermeabilización.

Sección HS.2: Recogida y evacuación de residuos

Generalidades

1. Esta sección se aplica a los edificios de viviendas de nueva construcción, tengan o no locales destinados a otros usos, en lo referente a la recogida de los residuos ordinarios generados en ellos.
2. Para los edificios y locales con otros usos la demostración de la conformidad con las exigencias básicas debe realizarse mediante un estudio específico adoptando criterios análogos a los establecidos en esta sección.'

Por tanto, en este apartado se especifican una serie de criterios, aunque debería de realizarse un estudio específico sobre los criterios específicos para equipamientos de índole religiosa.

Diseño y dimensionado

Se dispondrá de los suficientes espacios de reserva para poder llevar a cabo en las condiciones mínimas necesarias la recogida y consiguiente evacuación de residuos generados en la actividad. Los espacios destinados a dicho fin se ubican en la cota 0 de la Calle Mayor, junto a la rampa principal de acceso a la planta baja donde se espera que se genera la mayor cantidad de residuos por tratarse de la zona de ocupación más intensiva y continuada del edificio.

Mantenimiento y conservación

'Se señalarán correctamente los contenedores, según la fracción correspondiente, y el almacén de contenedores. En el interior del almacén de contenedores deben disponerse en un soporte indeleble, junto con otras normas de uso y mantenimiento, instrucciones para que cada fracción se vierta en el contenedor correspondiente. Deben realizarse las operaciones de mantenimiento que, junto con su periodicidad, se incluyen en la tabla 3.1 de este apartado del DB-HS2.'

Sección HS3: calidad del aire interior

Generalidades

1. Esta sección se aplica, en los edificios de viviendas, al interior de las mismas, los almacenes de residuos, los trasteros, los aparcamientos y garajes; y, en los edificios de cualquier otro uso, a los aparcamientos y los garajes. Se considera que forman parte de los aparcamientos y garajes las zonas de circulación de los vehículos.
2. Para locales de cualquier otro tipo se considera que se cumplen las exigencias básicas si se observan las condiciones establecidas en el RITE.'

Se disponen instalaciones térmicas apropiadas destinadas a proporcionar el bienestar térmico de sus ocupantes. Se recurre a las disposiciones sobre las condiciones de las instalaciones térmicas en el vigente Reglamento de Instalaciones Térmicas en los Edificios, RITE, al tratarse de un uso diferente al de residencial vivienda o de aparcamientos y garajes.

Cumplimiento RITE

Artículo 11. Exigencias de bienestar e higiene

'El ámbito de aplicación de esta sección es el que se establece con carácter general para el RITE, en su artículo 2, con las limitaciones que se fijan en este apartado.'

Generalidades

'La exigencia de calidad térmica del ambiente se considera satisfecha en el diseño y dimensionado de la instalación térmica, si los parámetros que definen el bienestar térmico, como la temperatura seca del aire y operativa, humedad relativa, temperatura radiante media del recinto, velocidad media del aire e intensidad de la turbulencia se mantienen en la zona ocupada dentro de los valores establecidos a continuación.'

Determinamos la zona ocupada del edificio como los 6 recintos en planta baja denominados como Salas Confesionales, así como los dos aseos.

Temperatura operativa y humedad relativa

Tabla 1.4.1.1 Condiciones interiores de diseño		
Estación	Temperatura operativa °C	Humedad relativa %
Verano	23...25	45...60
Invierno	21...23	40...50

Las condiciones interiores de diseño contemplan una temperatura operativa y humedad relativa en base a personas con actividad metabólica sedentaria de 1,2 met, con grado de vestimenta de 0,5 clo en verano y 1 clo en invierno, un porcentaje estimado de personas insatisfechas menor al 10% y una velocidad del aire baja. Bajo estas condiciones, la temperatura operativa y humedad relativa se mantendrán dentro de los siguientes límites:

Para el dimensionamiento de los sistemas de calefacción, se empleará una temperatura de cálculo de las condiciones interiores de 21 °C. Para los sistemas de refrigeración la temperatura de cálculo será de 25 °C.

Velocidad media del aire

La velocidad del aire en la zona ocupada se mantendrá dentro de los límites de bienestar, teniendo en cuenta la actividad de las personas y su vestimenta, así como la temperatura del aire y la intensidad de la turbulencia. Se calculará de la siguiente forma:

$$V = t/100 - 0,07$$

Según la cual se tiene una velocidad media del aire de 0,14m/s para una temperatura operativa de 21°C, una velocidad media del aire de 0,15m/s para una temperatura operativa de 22°C, y una velocidad media del aire de 0,16m/s para una temperatura operativa de 23°C.

Calidad del aire interior

Los edificios dispondrán de un sistema de ventilación para el aporte del suficiente caudal de aire exterior que evite, en los distintos locales en los que se realice alguna actividad humana, la formación de elevadas concentraciones de contaminantes.

Se establecerá una categoría de calidad del aire interior IDA 2: aire de buena calidad: el correspondiente a oficinas, residencias (locales comunes de hoteles y similares, residencias de ancianos y de estudiantes), salas de lectura, museos, salas de tribunales, aulas de enseñanza y asimilables y piscinas.

Caudal mínimo del aire exterior de ventilación:

IDA 2 – 12,5 dm³/persona; en ninguno de los locales considerados está permitido fumar.

- Filtración del aire exterior mínimo de ventilación:

El aire exterior de ventilación se introduce al edificio debidamente filtrado. Se considera que, la calidad del aire exterior ODA es de valor 1, es decir, aire puro que se ensucia solo ocasionalmente, por lo que se requieren filtros tipo F8 según la tabla 1.4.2.5: Clases de filtración

Aire de extracción:

En función del uso del edificio o local, el aire de extracción se clasifica en las siguientes categorías:

- a) AE 1 (bajo nivel de contaminación): aire que procede de los locales en los que las emisiones más importantes de contaminantes proceden de los materiales de construcción y decoración, además de las personas. Está excluido el aire que procede de locales donde se permite fumar. Están incluidos en este apartado: oficinas, aulas, salas de reuniones, locales comerciales sin emisiones específicas, espacios de uso público, escaleras y pasillos.

El caudal de aire de extracción de locales de servicio será como mínimo de 2 dm³ /s por m² de superficie en planta.

El aire de categoría AE 1, exento de humo de tabaco, puede ser retornado a los locales.

Todas las ventanas incluidas en este proyecto llevan incorporada la MICROVENTILACIÓN. Se trata de unos dispositivos con una permeabilidad al aire según UNE EN 12207:2000 en la posición de apertura de clase tipo 1. Estos dispositivos de microventilación, en ventanas tanto de admisión como de extracción, garantizan ya la correcta ventilación del proyecto.

Sección HS.4: Suministro de agua

Generalidades

'1. Esta sección se aplica a la instalación de suministro de agua en los edificios incluidos en el ámbito de aplicación general del CTE. Las ampliaciones, modificaciones, reformas o rehabilitaciones de las instalaciones existentes se consideran incluidas cuando se amplía el número o la capacidad de los aparatos receptores existentes en la instalación.' Los edificios cuentan con los medios adecuados para suministrar al equipamiento higiénico previsto de agua apta para el consumo de forma sostenible, aportando caudales suficientes para su funcionamiento, sin alteración de las propiedades de aptitud para el consumo e impidiendo los posibles retornos que puedan contaminar la red, incorporando medios que permitan el ahorro y el control del agua. Los equipos de producción de agua caliente cuentan con sistemas de acumulación y los puntos terminales de utilización cuentan con características que evitan el desarrollo de gérmenes patógenos.

Caracterización y cuantificación de las exigencias

1 Propiedades de la instalación

1.1 Calidad del agua

- 1 El agua de la instalación debe cumplir lo establecido en la legislación vigente sobre el agua para consumo humano.
- 2 Las compañías suministradoras facilitarán los datos de caudal y presión que servirán de base para el dimensionado de la instalación.
- 3 Los materiales que se vayan a utilizar en la instalación, en relación con su afectación al agua que suministren, deben ajustarse a los siguientes requisitos:
 - a) para las tuberías y accesorios deben emplearse materiales que no produzcan concentraciones de sustancias nocivas que excedan los valores permitidos por el Real Decreto 140/2003, de 7 de febrero;
 - b) no deben modificar la potabilidad, el olor, el color ni el sabor del agua;
 - c) deben ser resistentes a la corrosión interior;
 - d) deben ser capaces de funcionar eficazmente en las condiciones de servicio previstas;
 - e) no deben presentar incompatibilidad electroquímica entre sí;
 - f) deben ser resistentes a temperaturas de hasta 40°C, y a las temperaturas exteriores de su entorno inmediato;
 - g) deben ser compatibles con el agua suministrada y no deben favorecer la migración de sustancias de los materiales en cantidades que sean un riesgo para la salubridad y limpieza del agua de consumo humano;
 - h) su envejecimiento, fatiga, durabilidad y las restantes características mecánicas, físicas o químicas, no deben disminuir la vida útil prevista de la instalación.
- 4 Para cumplir las condiciones anteriores pueden utilizarse revestimientos, sistemas de protección o sistemas de tratamiento de agua.
- 5 La instalación de suministro de agua debe tener características adecuadas para evitar el desarrollo de gérmenes patógenos y no favorecer el desarrollo de la biocapa (biofilm)

2 Protección contra retornos

- 1 Se dispondrán sistemas antirretorno para evitar la inversión del sentido del flujo en los puntos que figuran a continuación, así como en cualquier otro que resulte necesario:
 - a) después de los contadores;
 - b) en la base de las ascendentes;
 - c) antes del equipo de tratamiento de agua;
 - d) en los tubos de alimentación no destinados a usos domésticos;
 - e) antes de los aparatos de refrigeración o climatización.
- 2 Las instalaciones de suministro de agua no podrán conectarse directamente a instalaciones de evacuación ni a instalaciones de suministro de agua proveniente de otro origen que la red pública.
- 3 En los aparatos y equipos de la instalación, la llegada de agua se realizará de tal modo que no se produzcan retornos.
- 4 Los antirretornos se dispondrán combinados con grifos de vaciado de tal forma que siempre sea posible vaciar cualquier tramo de la red.

Condiciones mínimas de suministro

- 1 La instalación debe suministrar a los aparatos y equipos del equipamiento higiénico los caudales que figuran en la tabla 2.1.
- 2 En los puntos de consumo la presión mínima debe ser:
 - a) 100 kPa para grifos comunes;

b) 150 kPa para fluxores y calentadores.

3 La presión en cualquier punto de consumo no debe superar 500 kPa.

4 La temperatura de ACS en los puntos de consumo debe estar comprendida entre 50°C y 65°C excepto en las instalaciones ubicadas en edificios dedicados a uso exclusivo de vivienda siempre que estas no afecten al ambiente exterior de dichos edificios.

Tabla 2.1 Caudal instantáneo mínimo para cada tipo de aparato

Tipo de aparato	Caudal instantáneo mínimo de agua fría [dm ³ /s]	Caudal instantáneo mínimo de ACS [dm ³ /s]
Lavamanos	0,05	0,03
Lavabo	0,10	0,065
Ducha	0,20	0,10
Bañera de 1,40 m o más	0,30	0,20
Bañera de menos de 1,40 m	0,20	0,15
Bidé	0,10	0,065
Inodoro con sistema	0,10	-
Inodoro con fluxor	1,25	-
Urinarios con grifo temporizado	0,15	-
Urinarios con sistema (c/u)	0,04	-
Fregadero doméstico	0,20	0,10
Fregadero no doméstico	0,30	0,20
Lavavajillas doméstico	0,15	0,10
Lavavajillas industrial (20 servicios)	0,25	0,20
Lavadero	0,20	0,10
Lavadora doméstica	0,20	0,15
Lavadora industrial (8 kg)	0,60	0,40
Grifo aislado	0,15	0,10
Grifo garaje	0,20	-
Vertedero	0,20	-

- Mantenimiento:

· Los elementos y equipos de la instalación que lo requieran, tales como el grupo de presión, los sistemas de tratamiento de agua o los contadores, se instalan en locales cuyas dimensiones son suficientes para que pueda llevarse a cabo su mantenimiento adecuadamente.

- Ahorro de agua:

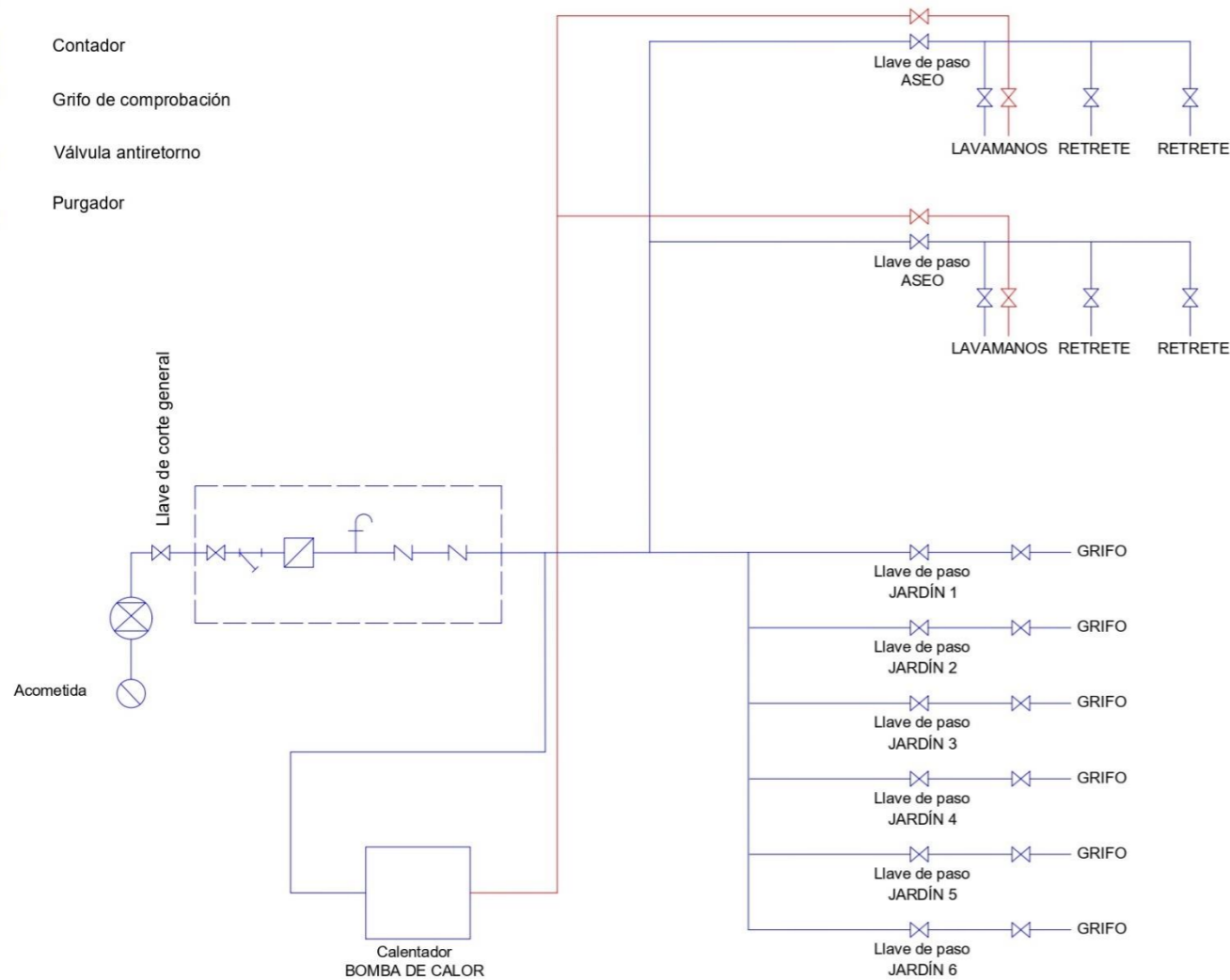
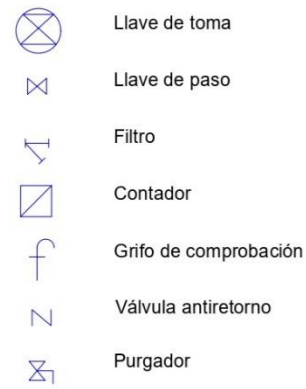
- Se dispone de un sistema de contabilización tanto de agua fría como de agua caliente para cada unidad de consumo individualizable.
- Puesto que la longitud de la tubería de ACS al punto de consumo más lejano es muy inferior a 15m, no es necesario incluir un sistema de retorno.
- Los grifos de los lavabos y las cisternas están dotados de dispositivos de ahorro de agua.

Diseño

Los requerimientos de suministro de agua fría y agua caliente sanitaria del proyecto son bajos y equiparables a los de una vivienda unifamiliar. Tan solo se requiere suministrar agua a 2 aseos con 2 inodoros y un lavabo cada uno. Además, se ha instalado un grifo en cada uno de los 6 jardines de las Salas Confesionales para el riego de las plantas y para el ocasional uso de sus ocupantes. La instalación de suministro de agua está centralizada; la acometida es a través de la Calle Mayor hasta la sala de instalaciones situada en los aseos, donde se ubica el contador general, la bomba de calor par ACS, el acumulador y las preceptivas llaves de corte general, de toma, grifo de comprobación y filtro. La red de tuberías estará enterrada bajo la cota de la planta baja y dispondrá de las pertinentes arquetas registrables para su mantenimiento adecuado. No se ha previsto la instalación de bombas de presión, siendo suficiente la presión de red.

Esquema general de la instalación

El esquema general de la instalación es del tipo de red con contador general único, según el esquema de la figura 3.1 de la presente normativa; compuesto por la acometida, la instalación general que contiene un armario o arqueta del contador general, un tubo de alimentación y un distribuidor principal, más las derivaciones individuales.



Red de agua fría (AF):

Elementos de la instalación

- Acometida. Dispone de una llave de toma que permite el paso a esta, un tubo que enlaza la llave de toma con la llave de corte general.
- Llave de corte general. Permite interrumpir el suministro al edificio y está situada en la sala técnica de dicha instalación, accesible para la manipulación y señalada adecuadamente.
- Filtro de instalación general. De tipo Y, retiene residuos del agua que puedan favorecer la aparición de corrosiones en aquellas canalizaciones metálicas. Se instala a continuación de la llave de corte general.
- Armario de contador general. Contiene, siguiendo el orden de instalación: llave de corte general, filtro de la instalación general, contador, llave, grifo, válvula de retención y llave de salida. La instalación se realiza paralela al plano del suelo.
- El trazado del tubo de alimentación se realiza por zonas comunes. Dispone de registros para facilitar su inspección y control de fugas.

- Las derivaciones se realizan directamente por el terreno, ascendiendo hasta cada elemento de consumo que compone la instalación. Se contará con una llave de corte, tanto para agua fría como para agua caliente sanitaria, junto a cada derivación cuando se considere necesario, por ejemplo, junto a los cuartos húmedos como aseos.
- Puntos de consumo que llevan una llave de corte individual.

Red de agua caliente (ACS):

Elementos de la instalación

En el diseño de las instalaciones de ACS deben aplicarse condiciones análogas a las de redes de agua fría.

- Para soportar adecuadamente la dilatación de las tuberías debida a efectos térmicos se tomarán las siguientes precauciones: en las distribuciones principales, deben disponerse las tuberías y sus anclajes de tal modo que dilaten libremente; en tramos rectos, se considera la dilatación lineal del material.
- En las instalaciones de ACS se regula y controla la temperatura de preparación y la de distribución mediante sistemas específicos. En las instalaciones individuales los sistemas de regulación y de control de la temperatura estarán incorporados a los equipos de producción y preparación. El control sobre la recirculación en sistemas individuales con producción directa será tal que pueda recircularse el agua sin consumo hasta que se alcance la temperatura adecuada. Se disponen de sistemas antirretorno para evitar la inversión del sentido del flujo. Estos se ubican en el tubo de alimentación, después del contador, en la base del montante, previo a los sistemas de climatización.
- Para la obtención de agua caliente sanitaria existe en las salas de instalaciones una caldera que almacenan el agua producida en un depósito acumulador.

Dimensionado

Reserva de espacio en el edificio

Se prevé un espacio dotado para un armario que aloje el contador general de las dimensiones indicadas en la tabla 4.1

“Dimensiones del armario y de la arqueta para el contador general”.

Tabla 4.1 Dimensiones del armario y de la arqueta para el contador general

Dimensiones en mm	Diámetro nominal del contador en mm										
	Armario					Cámara					
	15	20	25	32	40	50	65	80	100	125	150
Largo	600	600	900	900	1300	2100	2100	2200	2500	3000	3000
Ancho	500	500	500	500	600	700	700	800	800	800	800
Alto	200	200	300	300	500	700	700	800	900	1000	1000

Dimensionado de las redes de distribución

- El caudal máximo de cada tramo será igual a la suma de los caudales de los puntos de consumo alimentados por el mismo (tabla 2.1).
- Se establecen los coeficientes de simultaneidad de cada tramo de acuerdo con un criterio adecuado.
- Se determina el caudal de cálculo en cada tramo como producto del caudal máximo por el coeficiente de simultaneidad correspondiente. Para el cálculo de los coeficientes de simultaneidad se emplea la fórmula dispuesta en la normativa para viviendas al entender que el consumo de agua del proyecto es similar al de una vivienda y que de este modo se está del lado de la seguridad

$$K_V = \frac{1}{\sqrt{n - 1}}$$

Siendo:

K_V : Coeficiente de simultaneidad para una vivienda (adimensional)

n : Número de aparatos en el interior de la vivienda (unidades)

- La velocidad de cálculo para tuberías termoplásticas y multicapas está entre 0,50 y 1,50 m/s.
- Se obtiene el diámetro correspondiente a cada tramo en función del caudal y de la velocidad según la fórmula

$$Q_{max} = K_V \times Q_i$$

Siendo:

Q_{max} : Caudal máximo o simultaneo para una vivienda (l/s)

K_V : Coeficiente de simultaneidad para una vivienda (adimensional)

Q_i : Caudal instalado en cada vivienda (l/s)

Cálculo de pérdidas de carga

La presión suministrada por la empresa de aguas para el caso de Valencia está comprendida entre los 2,5 kp/cm² y los 5 kp/cm², por lo que para el cálculo de pérdida de carga utilizaremos el valor mínimo de 2,5 kp/cm² = 25 mca. Estudiaremos el caso más desfavorable, que es el del grifo de jardín situado a 37m de la acometida general. Para este caso se tiene: diámetro del tubo 20mm,

Tabla 4.2 Diámetros mínimos de derivaciones a los aparatos

Aparato o punto de consumo	Diámetro nominal del ramal de enlace	
	Tubo de acero	Tubo de cobre o plástico (mm)
Lavamanos	½	12
Lavabo, bidé	½	12
Ducha	½	12
Bañera <1,40 m	¾	20
Bañera >1,40 m	¾	20
Inodoro con cisterna	½	12
Inodoro con fluxor	1- 1 ½	25-40
Urinario con grifo temporizado	½	12
Urinario con cisterna	½	12
Fregadero doméstico	½	12
Fregadero industrial	¾	20
Lavavajillas doméstico	½ (rosca a ¾)	12
Lavavajillas industrial	¾	20
Lavadora doméstica	¾	20
Lavadora industrial	1	25
Vertedero	¾	20

longitud equivalente 44m (aplicando un coeficiente de 1,2 para estimar los efectos de las piezas especiales), caudal Q=0,3 l/s, tipo de tubería: polipropileno. Para este caso la pérdida de carga es de 5,6 mca, por lo que la presión en el punto más desfavorable de la red sería de 19 mca, que es superior a los 15 mca que indica la normativa. Por lo tanto, la instalación no precisa de bombas ya que en ningún punto de la misma se tiene una presión menor que 15 mca ni mayor que 50 mca.

ELEMENTO	CAUDAL NOMINAL	CAUDAL DE CÁLCULO	DIÁMETRO DE CÁLCULO	DIÁMETRO INSTALADO
	l/s	l/s	mm	mm
Inodoro aseo 1	0,1			12
Inodoro aseo 1	0,1			12
Lavabo aseo 1	0,1			12
Derivación aseo 1	0,3	0,2	16	20
Inodoro aseo 2	0,1			12
Inodoro aseo 2	0,1			12
Lavabo aseo 2	0,1			12
Derivación aseo 2	0,3	0,2	16	20
Grifo jardín 1	0,15			12
Grifo jardín 2	0,15			12
Derivación grifos 1	0,3	0,3	20	20
Grifo jardín 3	0,15			12
Grifo jardín 4	0,15			12
Derivación de grifos 2	0,3	0,3	20	20
Grifo jardín 5	0,15			12
Grifo jardín 6	0,15			12
Derivación grifos 3	0,3	0,3	20	20
Distribuidor principal	1,65	0,54	20	25

Dimensionado de las redes de ACS:

Para las redes de impulsión o ida de ACS se seguirá el mismo método de cálculo que para redes de agua fría.

Sección HS.5: Evacuación de aguas

Generalidades

‘1. Esta sección se aplica a la instalación de evacuación de aguas residuales y pluviales en los edificios incluidos en el ámbito de aplicación general del CTE. Las ampliaciones, modificaciones, reformas o rehabilitaciones de las instalaciones existentes se consideran incluidas cuando se amplía el número o la capacidad de los aparatos receptores existentes en la instalación.’

El proyecto dispone de los medios adecuados para extraer óptimamente las aguas residuales generadas en su actividad de forma independiente a las aguas consideradas pluviales fruto de las precipitaciones.

Caracterización y cuantificación de la exigencia

- Se disponen cierres hidráulicos en la instalación que impiden el paso del aire contenido en ella a los locales ocupados sin afectar al flujo de residuos.
- Las tuberías de la red de evacuación tienen el trazado más sencillo posible, con unas distancias y pendientes que facilitan la evacuación de los residuos y son autolimpiables. Se evita la retención de aguas en su interior.
- Los diámetros de las tuberías son los apropiados para transportar los caudales previsibles en condiciones seguras.
- Las redes de tuberías están diseñadas de tal forma que son accesibles para su mantenimiento y reparación, para lo cual se disponen a la vista o alojadas en huecos o patinillos registrables.
- Se disponen sistemas de ventilación adecuados que permitan el funcionamiento de los cierres hidráulicos y la evacuación de gases mefíticos.
- La instalación no se utiliza para la evacuación de otro tipo de residuos que no sean aguas residuales o pluviales.

Diseño

Los colectores del proyecto desaguan por gravedad hasta la arqueta general, que es el punto de conexión con la red de alcantarillado público. Se dispone de sistema separativo, una para aguas residuales y otra para las pluviales.

Elementos que componen la instalación:

- Cierres hidráulicos: sifones individuales o botes sifónicos. Son autolimpiables, evitando el estancamiento de sólidos en suspensión, aunque poseen un registro de limpieza que fácilmente accesible y manipulable. La altura mínima de los cierres hidráulicos es de 50mm para usos continuos y 70mm para los discontinuos, mientras que la altura máxima es, en todo caso, de 100mm. La corona está a una distancia menor o igual a 60cm por debajo de la válvula de desagüe e igual o menor que el del su ramal.
- Redes de pequeña evacuación. Cumplen los requisitos de trazado, distancias máximas e inclinaciones.
- Bajantes y canalones. No presentan desviaciones o retranqueos algunos y poseen un diámetro uniforme en todo su recorrido descendente.
- Colectores. Están colgados en falso techo en planta primera y enterrados en planta baja y poseen una pendiente del 1%.
- Se disponen arquetas a pie de bajante.
- Subsistema de ventilación primaria. Se considera suficiente como único sistema de ventilación.
- Cota de alcantarillado. -2m respecto al nivel de la Calle Mayor. En todo caso, más baja que la de evacuación, evitando de esta manera el uso de cualquier sistema de elevación de aguas.

Dimensionado de la red de evacuación de aguas residuales:

- Derivaciones individuales:

Para las derivaciones individuales de la red de pequeña evacuación de aguas residuales, la adjudicación de UD's a cada tipo de aparato y los diámetros mínimos de sifones y derivaciones individuales se establecen en la tabla 4.1. "UD's correspondientes a los distintos aparatos sanitarios", en función del uso. Para los desagües de tipo continuo o semicontinuo, como los de los equipos de climatización, etc., se toma 1 UD para 0,03 dm³/s estimados de caudal. Los diámetros indicados en la tabla se considerarán válidos para ramales individuales con una longitud aproximada de 1,5 m. Si se supera esta longitud, se procederá a un cálculo pormenorizado del ramal, en función de la misma, su pendiente y caudal a evacuar. El diámetro de las conducciones se elegirá de forma que nunca sea inferior al diámetro de los tramos situados aguas arriba.

Tabla 4.1 UD's correspondientes a los distintos aparatos sanitarios

Tipo de aparato sanitario	Unidades de desagüe UD		Diámetro mínimo sifón y derivación individual (mm)	
	Uso privado	Uso público	Uso privado	Uso público
Lavabo	1	2	32	40
Bidé	2	3	32	40
Ducha	2	3	40	50
Bañera (con o sin ducha)	3	4	40	50
Inodoro	Con sistema	5	100	100
	Con fluxómetro	8	100	100
Urinario	Pedestal	4	-	50
	Suspendido	2	-	40
	En batería	3,5	-	-
Fregadero	De cocina	6	40	50
	De laboratorio, restaurante, etc.	2	-	40
Lavadero	3	-	40	-
Vertedero	-	8	-	100
Fuente para beber	-	0,5	-	25
Sumidero sifónico	1	3	40	50
Lavavajillas	3	6	40	50
Lavadora	3	6	40	50
Cuarto de baño (lavabo, inodoro, bañera y bidé)	Inodoro con sistema	7	100	-
	Inodoro con fluxómetro	8	100	-
Cuarto de aseo (lavabo, inodoro y ducha)	Inodoro con sistema	8	100	-
	Inodoro con fluxómetro	8	100	-

Tabla 4.3 Diámetros de ramales colectores entre aparatos sanitarios y bajante

Máximo número de UD	Pendiente		Diámetro (mm)
	1 %	4 %	
-	1	1	32
-	2	3	40
-	6	8	50
-	11	14	63
-	21	28	75
47	60	75	90
123	151	181	110
180	234	280	125
438	582	800	160
870	1.150	1.680	200

Bajantes:

El diámetro de las bajantes se obtiene en la tabla 4.4 como el mayor de los valores obtenidos considerando el máximo número de UD en la bajante y el máximo número de UD en cada ramal en función del número de plantas.

El dimensionamiento de las bajantes está condicionado por el diámetro mínimo requerido para la derivación individual del inodoro, que es de 100 mm. Por tanto, toda la instalación se realiza con una sección de 100 mm puesto que el diámetro de los tubos nunca puede descender aguas abajo.

Colectores horizontales:

Existe un único colector horizontal, que se dimensiona para funcionar a media de sección, hasta un máximo de tres cuartos de sección, bajo condiciones de flujo uniforme. De la misma manera que en el apartado anterior, a los colectores empleados en el proyecto siempre se les confiere una pendiente de 1% y nunca superan el número máximo de UD's a las que pueden seguir de acuerdo con la tabla 4.5. "Diámetro de los colectores horizontales en función del número máximo de UD y la pendiente adoptada".

APARATO	Nº DE UNIDADES	UDS DE DESAGÜE TOTALES	DIAMETRO DE DERIVACIÓN INDIVIDUAL	DIAMETRO DE BAJANTE/COLECTOR	DIÁMETRO INSTALADO
LAVABO	1	2	40 mm	-	-
INODORO (cisterna)	2	10	100 mm	-	-
RAMAL 1 (2% pendiente)		12	-	75 mm	100 mm
LAVABO	1	2	40 mm	-	-
INODORO (cisterna)	2	10	100 mm	-	-
RAMAL 2 (2% pendiente)	-	12	-	75 mm	100 mm
BAJANTE	-	24	-	75 mm	100 mm
COLECTOR (pendiente 1%)	-	24	-	90 mm	100 mm

Dimensionado de la red de evacuación de aguas pluviales:

El sistema se compone de unas líneas de canalones en las cubiertas, sobre la coronación de los muros que distribuyen el agua de lluvia hacia las bajantes desde las cubiertas abovedadas. Por su parte, la cubierta plana del ápice posee 3 sumideros que conducen a las bajantes de pluviales en función de la siguiente tabla:

Tabla 4.6 Número de sumideros en función de la superficie de cubierta

Superficie de cubierta en proyección horizontal (m²)	Número de sumideros
S < 100	2
100 ≤ S < 200	3
200 ≤ S < 500	4
S > 500	1 cada 150 m²

Canalones:

El diámetro nominal del canalón de evacuación de aguas pluviales de sección semicircular para una intensidad pluviométrica de 100 mm/h se obtiene en la tabla 4.7 "Diámetro del canalón para un régimen pluviométrico de 100 mm/h" en función de su pendiente y de la superficie a la que sirve.

- Intensidad pluviométrica Nazaret: 135 mm/h
- Zona B: isoyeta 60
- Factor corrección: $F = i/100 = 135/100 = 1,35$
- Pendiente de canalón: 0,5%

Tabla 4.7 Diámetro del canalón para un régimen pluviométrico de 100 mm/h

Máxima superficie de cubierta en proyección horizontal (m²)				Diámetro nominal del canalón (mm)
Pendiente del canalón				
0,5 %	1 %	2 %	4 %	
35	45	65	95	100
60	80	115	165	125
90	125	175	255	150
185	260	370	520	200
335	475	670	930	250

Dado que el diámetro de los canalones instalados sobre los muros, y conformados por chapa de zinc, corresponde a la anchura del muro de 50 cm, éstos cumplen sobradamente los requerimientos de la tabla.

Bajantes:

El diámetro correspondiente a la superficie, en proyección horizontal, servida por cada bajante de aguas pluviales se obtiene en la tabla 4.8 "Diámetro de las bajantes de aguas pluviales para un régimen pluviométrico de 100 mm/h". Se dispone de una bajante por cada canalón.

Colectores:

El diámetro de los colectores de aguas pluviales se ha obtenido a partir de la tabla 4.9 "Diámetro de los colectores de aguas pluviales para un régimen pluviométrico de 100 mm/h", en función de su pendiente y de la superficie a la que sirve.

BAJANTE	SUPERFICIE	SUP. CORREGIDA	DIAMETRO
	m2	m2	mm
1	66	89,1	63
2	65	87,75	63
3	33	44,55	50
4	56	75,6	63
5	65	87,75	63
6	75	101,25	63
7	75	101,25	63
8	65	87,75	63
9	66	89,1	63
10	67	90,45	63
11	43	58,05	63
12	43	58,05	63
13	43	58,05	63

1.5 – Justificación del DBHR de protección frente al ruido

Artículo 14. Exigencias básicas de protección frente al ruido (HR)

El objetivo del requisito básico “Protección frente el ruido” consiste en limitar, dentro de los edificios y en condiciones normales de utilización, el riesgo de molestias o enfermedades que el ruido pueda producir a los usuarios como consecuencia de las características de su proyecto, construcción, uso y mantenimiento. Para satisfacer este objetivo, los edificios se proyectarán, construirán y mantendrán de tal forma que los elementos constructivos que conforman sus recintos tengan unas características acústicas adecuadas para reducir la transmisión del ruido aéreo, del ruido de impactos y del ruido y vibraciones de las instalaciones propias del edificio, y para limitar el ruido reverberante de los recintos. El Documento Básico “DB HR Protección frente al ruido” especifica parámetros objetivos y sistemas de verificación cuyo cumplimiento asegura la satisfacción de las exigencias básicas y la superación de los niveles mínimos de calidad propios del requisito básico de protección frente al ruido.

Generalidades

Los tipos de recinto del edificio afectados por esta normativa son los siguientes:

Recintos habitables: *Recinto interior destinado al uso de personas cuya densidad de ocupación y tiempo de estancia exigen unas condiciones acústicas, térmicas y de salubridad adecuadas. Se consideran recintos habitables los siguientes: a) habitaciones y estancias (dormitorios, comedores, bibliotecas, salones, etc.) en edificios residenciales; b) aulas, salas de conferencias, bibliotecas, despachos, en edificios de uso docente; c) quirófanos, habitaciones, salas de espera, en edificios de uso sanitario u hospitalario; d) oficinas, despachos; salas de reunión, en edificios de uso administrativo; e) cocinas, baños, aseos, pasillos, distribuidores y escaleras, en edificios de cualquier uso; f) cualquier otro con un uso asimilable a los anteriores.*

Se considerarán recintos habitables las 6 salas confesionales de planta baja y los dos aseos de planta baja. Todos los recintos de las plantas altas tienen tiempos de ocupación y densidad de ocupación bajos y/o son recintos exteriores o directamente abiertos al exterior, por lo que no se considerarán recintos habitables a efectos de este DB.

Recintos Protegidos: *Recinto habitable con mejores características acústicas. Se consideran recintos protegidos los recintos habitables de los casos a), b), c), d).*

Puesto que no hay en el edificio recintos habitables de tipo residencial, docente, sanitario, hospitalario ni administrativo, no se considerará ningún recinto protegido.

Recintos de instalaciones: *Recinto que contiene equipos de instalaciones colectivas del edificio, entendiendo como tales, todo equipamiento o instalación susceptible de alterar las condiciones ambientales de dicho recinto. A efectos de este DB, el recinto del ascensor no se considera un recinto de instalaciones a menos que la maquinaria esté dentro del mismo.* Consideraremos que la sala de instalaciones en cota +1,5m es un recinto de instalaciones.

El edificio ha sido proyectado de tal forma que toda materialidad permita que el elemento constructivo cumpla con las características acústicas adecuadas con el fin de reducir cualquier transmisión de ruido aéreo, de impacto o producido por las vibraciones de las diferentes instalaciones que suministran al proyecto, limitando así cualquier ruido reverberante.

2.1 Valores límite de aislamiento

Aislamiento acústico a ruido aéreo

Los elementos constructivos interiores de separación, así como las fachadas, las cubiertas, las medianerías y los suelos en contacto con el aire exterior que conforman cada recinto de un edificio deben tener, en conjunción con los elementos constructivos adyacentes, unas características tales que se cumpla:

Entre recintos habitables no pertenecientes a la misma unidad de uso y que no comparten puertas o ventanas, el aislamiento acústico a ruido aéreo será mayor que 45dBA.

Entre recintos de instalaciones y recintos habitables colindantes horizontal o verticalmente y que no comparten puertas o ventanas, el aislamiento acústico a ruido aéreo será mayor que 45dBA.

Estos son los dos únicos casos existentes en el edificio, puesto que no existen recintos habitables colindantes con otros edificios y, al no existir ningún espacio protegido, no es necesario garantizar un nivel de aislamiento acústico entre los espacios interiores y el exterior. Por este motivo, no se analizará ninguna de las fachadas del edificio.

Justificación de la norma

Elementos de separación verticales entre recintos habitables: (aislamiento acústico a ruido aéreo exigido >45dBA)

- Entre sala confesional y sala confesional: muro de hormigón de 50cm: $D_{nT,A} = 76\text{dBA} > 45 \text{ Dba}$
- Entre sala confesional y aseos: muro de hormigón de 50cm: $D_{nT,A} = 76\text{Dba} > 45 \text{ Dba}$
- Entre aseo y aseo: muro de hormigón de 30cm: $D_{nT,A} = 62\text{Dba} > 45 \text{ Dba}$

Elementos de separación verticales entre recinto de instalaciones y recinto habitable: (aislamiento acústico a ruido aéreo exigido >45dBA)

- Entre sala de instalaciones y sala confesional: celosía de piezas cerámicas huecas de 20cm de espesor rellenas de lana de roca: $D_{nT,A} = 45 + 2 = 47\text{Dba} > 45 \text{ Dba}$

Aislamiento acústico a ruido de impactos

El nivel global de presión de ruido de impactos, $L'_{nT,w}$, en un recinto habitable colindante vertical, horizontalmente o que tenga una arista horizontal común con un recinto de actividad o con un recinto de instalaciones no será mayor que 60 dB. Esta condición deberá garantizarse entre la sala de instalaciones y las salas confesionales en planta baja, que tienen una arista horizontal en común. Para tal efecto, se instalará bajo el pavimento de la sala de instalaciones una lámina flexible de polietileno reticulado químicamente que garantice un aislamiento a ruido de impacto $L'_{nT,w} = 50\text{dB}$.

2.2 Valores límite de tiempo de reverberación

1 En conjunto los elementos constructivos, acabados superficiales y revestimientos que delimitan un aula o una sala de conferencias, un comedor y un restaurante, tendrán la absorción acústica suficiente de tal manera que:

- a) El tiempo de reverberación en aulas y salas de conferencias vacías (sin ocupación y sin mobiliario), cuyo volumen sea menor que 350 m³, no será mayor que 0,7 s.
- b) El tiempo de reverberación en aulas y en salas de conferencias vacías, pero incluyendo el total de las butacas, cuyo volumen sea menor que 350 m³, no será mayor que 0,5 s.
- c) El tiempo de reverberación en restaurantes y comedores vacíos no será mayor que 0,9 s.

2 Para limitar el ruido reverberante en las zonas comunes los elementos constructivos, los acabados superficiales y los revestimientos que delimitan una zona común de un edificio de uso residencial público, docente y hospitalario colindante con recintos protegidos con los que comparten puertas, tendrán la absorción acústica suficiente de tal manera que el área de absorción acústica equivalente, A , sea al menos 0,2 m² por cada metro cúbico del volumen del recinto.

Este apartado no resulta de aplicación al no existir aulas, salas de conferencias, restaurantes, comedores, ni zonas comunes colindantes con recintos protegidos.

2.3 Ruido y vibraciones de las instalaciones

1. Se limitarán los niveles de ruido y de vibraciones que las instalaciones puedan transmitir a los recintos protegidos y habitables del edificio a través de las sujeciones o puntos de contacto de aquellas con los elementos constructivos, de tal forma que no se aumenten perceptiblemente los niveles debidos a las restantes fuentes de ruido del edificio.

2. El nivel de potencia acústica máximo de los equipos generadores de ruido estacionario (como los quemadores, las calderas, las bombas de impulsión, la maquinaria de los ascensores, los compresores, grupos electrógenos, extractores, etc.) situados en recintos de instalaciones, así como las rejillas y difusores terminales de instalaciones de aire acondicionado, será tal que se cumplan los niveles de inmisión en los recintos colindantes, expresados en el desarrollo reglamentario de la Ley 37/2003 del Ruido.

3. El nivel de potencia acústica máximo de los equipos situados en cubiertas y zonas exteriores anejas, será tal que en el entorno del equipo y en los recintos habitables y protegidos no se superen los objetivos de calidad acústica correspondientes.'

1.6 – Justificación del DBHE de ahorro energético

Artículo 15. Exigencias básicas de ahorro de energía (HE)

1. El objetivo del requisito básico "Ahorro de energía" consiste en conseguir un uso racional de la energía necesaria para la utilización de los edificios, reduciendo a límites sostenibles su consumo y conseguir, asimismo, que una parte de este consumo proceda de fuentes de energía renovable, como consecuencia de las características de su proyecto, construcción, uso y mantenimiento.

2. Para satisfacer este objetivo, los edificios se proyectarán, construirán, utilizarán y mantendrán de forma que se cumplan las exigencias básicas que se establecen en los apartados siguientes. 3. El Documento Básico "DB HE Ahorro de energía" especifica parámetros objetivos y procedimientos cuyo cumplimiento asegura la satisfacción de las exigencias básicas y la superación de los niveles mínimos de calidad propios del requisito básico de ahorro de energía.

Consideraciones para la definición de la envolvente térmica

1. La envolvente térmica está compuesta por todos los cerramientos y particiones interiores, incluyendo sus puentes térmicos, que delimitan todos los espacios habitables del edificio o parte del edificio. No obstante, a criterio del proyectista:

- a) podrá incluirse alguno o la totalidad de los espacios no habitables.
- b) podrán excluirse espacios tales como: i) espacios habitables que vayan a permanecer no acondicionados durante toda la vida del edificio, tales como escaleras, ascensores o pasillos no acondicionados, ii) espacios muy ventilados, con una ventilación permanente de, al menos, 10 dm³/s por m² de área útil de dicho espacio, iii) espacios con grandes aberturas permanentes al exterior, de al menos 0,003 m² por m² de área útil de dicho espacio.

Consideraremos como envolvente térmica los espacios en planta baja formados por las seis salas confesionales y los dos aseos. La envolvente térmica no incluirá ninguno de los espacios de las plantas altas.

Sección HE.0: Limitación del consumo energético

Caracterización de la exigencia

'El consumo energético de los edificios se limitará en función de la zona climática de invierno de su localidad de ubicación, el uso del edificio y, en el caso de edificios existentes, el alcance de la intervención.'

- Zona de altitud de Nazaret: 6 m < 50 m sobre el nivel del mar
- Zona climática de invierno: B3
- Localidad: Valencia
- Uso del edificio: de pública concurrencia

Cuantificación de la exigencia

Consumo de energía primaria no renovable:

El consumo de energía primaria no renovable de los espacios del interior de la envolvente térmica del edificio no superará el siguiente valor:

Valor límite $C_{ep,nren,lim}$ [$\text{kW}\cdot\text{h}/\text{m}^2\cdot\text{año}$] = $50 + 8 \cdot \text{CFI}$

La carga interna media (CFI) cuantifica la carga interna del edificio o zona del edificio a lo largo de una semana tipo. De acuerdo a ella puede clasificarse un espacio, una zona o el conjunto del edificio siguiendo la tabla Anejo A:

Se estima un valor de carga media (CFI) de $7\text{W}/\text{m}^2$, por lo tanto:

$C_{ep,nren, lim} = 122 \text{ kW}\cdot\text{h}/\text{m}^2\cdot\text{año}$

Consumo de energía primaria total:

El consumo de energía primaria total límite ($C_{ep,tot,lim}$) en el interior de la envolvente no puede superar los $213 \text{ kW}\cdot\text{h}/\text{m}^2\cdot\text{año}$ ($150+9\cdot\text{CFI}=150+9\cdot7=222$), según la tabla 3.1.a, ya que se encuentra en zona climática B.

Sección HE.1: Condiciones para el control de la demanda energética

Caracterización de la exigencia

1 Para controlar la demanda energética, los edificios dispondrán de una envolvente térmica de características tales que limite las necesidades de energía primaria para alcanzar el bienestar térmico, en función del régimen de verano y de invierno, del uso del edificio y, en el caso de edificios existentes, del alcance de la intervención.

2 Las características de los elementos de la envolvente térmica en función de su zona climática de invierno, serán tales que eviten las descompensaciones en la calidad térmica de los diferentes espacios habitables.

3 Las particiones interiores limitarán la transferencia de calor entre las distintas unidades de uso del edificio, entre las unidades de uso y las zonas comunes del edificio, y en el caso de las medianerías, entre unidades de uso de distintos edificios.

4 Se limitarán los riesgos debidos a procesos que produzcan una merma significativa de las prestaciones térmicas o de la vida útil de los elementos que componen la envolvente térmica, tales como las condensaciones.

Cuantificación de la exigencia

Transmitancia térmica U

La transmitancia térmica U_{lim} de cada elemento perteneciente a la envolvente térmica no superará los siguientes valores:

$U_m < 0,56 \text{ W}/\text{m}^2\text{K}$ Para muros en contacto con el aire exterior

$U_c < 0,44 \text{ W}/\text{m}^2\text{K}$ Para cubiertas en contacto con el aire exterior

$U_t < 0,75 \text{ W}/\text{m}^2\text{K}$ Para muros y suelos en contacto con el terreno

$U_h < 2,3 \text{ W}/\text{m}^2\text{K}$ Para huecos

CUBIERTA DE BÓVEDA TABICADA			
MATERIAL	ESPESOR (m)	COEF. CONDUCCIÓN TÉRMICA λ (W/mk)	R ($\text{m}^2 \text{ k}/\text{W}$)
Hoja de ladrillo tocho catalán x3	0,045 x 3	0,85	0,15
Enfoscado continuo de mortero x4	0,02 x 4	1,8	0,04
Aislamiento termoacústico	0,075	0,035	2,14
Acabado de baldosas esmaltadas	0,02	1,9	0,01
TOTAL	0,3	-	2,34
Transmitancia térmica = $1/R \text{ total} = 1/ 2,34 = 0,42\text{W}/\text{m}^2\cdot\text{K}$			
Transmitancia térmica permitida $U_c = 0,44 > 0,42 \text{ OK!}$			

PAVIMENTO DE MICROCEMENTO SOBRE SOLERA DE HORMIGÓN			
MATERIAL	ESPESOR (m)	COEF. CONDUCCIÓN TÉRMICA λ (W/mk)	R ($\text{m}^2 \text{ k}/\text{W}$)
Capa de microcemento	0,01	0,22	0,04
Mortero de agarre continuo	0,02	1,8	0,01
Aislante térmico <i>aislathermic</i> suelos	0,03	0,025	1,2
Solera de hormigón	0,1	0,9	0,11
Relleno de gravas	0,1	2	0,05
TOTAL	0,26	-	1,41
Transmitancia térmica = $1/R \text{ total} = 1/ 1,41 = 0,7\text{W}/\text{m}^2\cdot\text{K}$			
Transmitancia térmica permitida $U_c = 0,75 > 0,7 \text{ OK!}$			

Muro en contacto con el exterior: MURO DE HORMIGÓN ARMADO			
MATERIAL	ESPESOR (m)	COEF. CONDUCCIÓN TÉRMICA λ (W/mk)	R ($\text{m}^2 \text{ k}/\text{W}$)
Muro de hormigón armado	0,5	0,9	0,55
Enfoscado continuo de mortero	0,02	1,8	0,01
Aislamiento de corcho visto	0,045	0,035	1,29
TOTAL	0,565	-	1,85
Transmitancia térmica = $1/R \text{ total} = 1/ 1,85 = 0,54\text{W}/\text{m}^2\cdot\text{K}$			
Transmitancia térmica permitida $U_c = 0,56 > 0,54 \text{ OK!}$			

Muro en contacto con el terreno: MURO DE CONTENCIÓN DE HORMIGÓN ARMADO			
MATERIAL	ESPESOR (m)	COEF. CONDUCCIÓN TÉRMICA λ (W/mk)	R (m ² k/W)
Muro de hormigón armado	0,5	0,9	0,55
Enfoscado continuo de mortero	0,02	1,8	0,01
Aislamiento de corcho visto	0,03	0,035	0,85
TOTAL	0,55	-	1,41
Transmitancia térmica = $1/R$ total = $1/ 1,4 = 0,71W/m^2 \cdot K$			
Transmitancia térmica permitida $U_c = 0,75 > 0,71$ OK!			

Huecos: CARPINTERÍA CORREDERA DE ALUMINIO			
MATERIAL	SUPERFICIE	% de la superficie total	TRANSMITANCIA U
Vidrio laminado 4+4+10+4+4	-	80	1,3
Carpintería de aluminio con rotura de PT	-	20	2
TOTAL	-	-	1,44
Transmitancia térmica = (Sup. marco x U_f + Sup. ventana x U_v / superficie total) $2,71W/m^2 \cdot K = 1,04 + 0,4 = 1,44 W/m^2 \cdot K$			
Transmitancia térmica permitida $U_c = 2,3 > 1,44$ OK!			

Cálculo de la compacidad:

Volumen encerrado por la envolvente térmica $V = 6 \times$ volumen sala confesional + volumen de aseos = $6 \times (147 + 54) + 54 = 1276 m^3$

Superficie de la envolvente térmica $S = 6 \times$ (muros longitudinales + área sala confesional + área cristalera grande + área cristalera pequeña + superficie bóveda) + $2 \times$ área aseos + fachadas aseos = $6 \times (17,5 + 60 + 33 + 19 + 70) + 2 \times 28 + 9,25 + 15 = 1277 m^2$

Compacidad $C = 1 m^3/m^2$

Coeficiente global

El coeficiente global de transmisión de calor a través de la envolvente térmica (K) del edificio, con uso distinto al residencial privado no debe superar el valor límite (K lim) correspondiente a la tabla 3.1.1. c-HE1:

Coeficiente global de transmisión, K lim (W/m²k)

Compacidad V/A (m³/m²)

Zona climática B

$V/A \leq 1$

0,76

Cuantificación del coeficiente global K_{lim}

Se calculará como la media ponderada de las transmitancias térmicas de cada elemento de la envolvente térmica del edificio:

$K_{lim} = (U_m \times$ área de muros en contacto con el exterior + $U_c \times$ área de cubiertas en contacto con el exterior + $U_t \times$ área de muros y suelos en contacto con el terreno + $U_h \times$ área de huecos) / área de envolvente térmica = $(0,54 \times 130 + 0,42 \times 420 + 0,7 \times 416 + 1,44 \times 312) / 1277 = 980/1277 = 0,75 W / m^2k$ OK!

Control solar de la envolvente térmica

1 En el caso de edificios nuevos y ampliaciones, cambios de uso o reformas en las que se renueve más del 25% de la superficie total de la envolvente térmica final del edificio, el parámetro de control solar ($q_{sol;jul}$) no superará el valor límite de la tabla 3.1.2-HE1:
 $q_{sol;jul} = 4 kWh/m^2 \cdot mes$

Permeabilidad al aire de la envolvente térmica

'Las soluciones constructivas y condiciones de ejecución de los elementos de la envolvente térmica asegurarán una adecuada estanqueidad al aire. Particularmente, se cuidarán los encuentros entre huecos y opacos, puntos de paso a través de la envolvente térmica y puertas de paso a espacios no acondicionados.'

Puesto que la zona climática de invierno de Nazaret es B, la permeabilidad al aire de los huecos será:
 $Q_{100,lim} = \leq 27 (m^3/h \cdot m^2)$ según estipula la tabla 3.1.3.a-HE1.

Las carpinterías de la envolvente térmica se consideran estancas al aire por el fabricante y cuentan con una permeabilidad al aire de $3 m^3/h \cdot m^2$

Limitación de descompensaciones

La transmitancia térmica U_{lim} [W/m²K] de las particiones interiores no supera el valor que establece la Tabla 3.2-HE1, en función del tipo de partición y de la zona climática en invierno (B3):
Transmitancia térmica límite de particiones interiores $U_{lim} = 1,2 W/m^2K$ en las particiones verticales entre unidades del mismo uso.

Particiones interiores: MURO DE HORMIGÓN e=50cm entre salas confesionales			
MATERIAL	ESPESOR (m)	COEF. CONDUCCIÓN TÉRMICA λ (W/mk)	R (m ² k/W)
Muro de hormigón armado	0,5	0,9	0,55
Enfoscado continuo de mortero x2	0,01 x2	1,8	0,01
Aislamiento de corcho visto x2	0,02 x2	0,035	1,14
TOTAL	0,53	-	1,7
Transmitancia térmica = $1/R$ total = $1/ 1,7 = 0,588W/m^2 \cdot K$			
Transmitancia térmica permitida $U_c = 1,2 > 0,588$ OK!			

Particiones interiores: MURO DE HORMIGÓN e=30cm entre los aseos			
MATERIAL	ESPESOR (m)	COEF. CONDUCCIÓN TÉRMICA λ (W/mk)	R (m ² k/W)
Muro de hormigón armado	0,3	0,9	0,33
Enfoscado continuo de mortero x2	0,01 x2	1,8	0,01
Acabado de azulejo	0,02x2	1,9	0,02
Aislamiento térmico x2	0,02 x2	0,03	1,33
TOTAL	0,4	-	1,69
Transmitancia térmica = 1/R total = 1/ 1,69 = 0,59W/m ² ·K			
Transmitancia térmica permitida U _c = 1,2 > 0,59 OK!			

Limitación de condensaciones en la envolvente térmica

1 En el caso de que se produzcan condensaciones intersticiales en la envolvente térmica del edificio, estas serán tales que no produzcan una merma significativa en sus prestaciones térmicas o supongan un riesgo de degradación o pérdida de su vida útil. En ningún caso, la máxima condensación acumulada en cada periodo anual podrá superar la cantidad de evaporación posible en el mismo periodo.

Sección HE.2: Condiciones de las instalaciones térmicas

Generalidades

‘Las instalaciones térmicas de las que dispongan los edificios serán apropiadas para lograr el bienestar térmico de sus ocupantes. Esta exigencia se desarrolla actualmente en el vigente Reglamento de Instalaciones Térmicas en los Edificios (RITE), y su aplicación quedará definida en el proyecto del edificio.’ Su aplicación queda definida en el proyecto y debidamente grafiada en el plano de la Memoria Gráfica “Instalaciones de climatización”

Sección HE 3 Condiciones de las instalaciones de iluminación

Caracterización de la exigencia

1 Los edificios dispondrán de instalaciones de iluminación adecuadas a las necesidades de sus usuarios y a la vez eficaces energéticamente disponiendo de un sistema de control que permita ajustar el encendido a la ocupación real de la zona, así como de un sistema de regulación que optimice el aprovechamiento de la luz natural, en las zonas que reúnan unas determinadas condiciones.

Cuantificación de la exigencia

Eficiencia energética de la instalación de iluminación

Los valores límite de eficiencia energética de la instalación (VEE_{lim}) en las diferentes estancias del edificio vienen definidos según la Tabla 3.1-HE3 y deben ser los siguientes:

Valor límite de eficiencia energética de la instalación VEE_{lim} = 6,0 para zonas comunes en edificios no residenciales, y VEE_{lim} = 8,0 para uso religioso en general

Potencia instalada

Dado que ninguno de los usos previstos en el proyecto requiere una iluminación superior a los 600 lux. La potencia total de lámparas y otros equipos auxiliares de iluminación por superficie iluminada (P_{tot}/S_{tot}) no supera el valor máximo de **10W/m²** establecido en la Tabla 3.2-HE3 “Potencia máxima por superficie iluminada”

Sistemas de control y regulación

Las instalaciones de iluminación de cada zona disponen del sistema de control y regulación pertinente, que incluye el sistema de encendido y apagado manual externo al cuadro eléctrico, así como un sistema de encendidos por horario centralizado en cada cuadro eléctrico. Como excepción y debido al tipo de uso de estos espacios, los aseos y los vestuarios poseen un sistema automático de detección de presencia. El trazado de las instalaciones de iluminación queda recogido en los planos de la Memoria Gráfica “Instalaciones de electricidad y domótica”.

Sección HE.4: Contribución mínima de energía renovable para cubrir la demanda de agua caliente sanitaria

Ámbito de aplicación

Las condiciones establecidas en este apartado se aplican a:

a) Edificios de nueva construcción con una demanda de agua caliente sanitaria (ACS) superior a 100 l/d. calculada de acuerdo al Anejo F.

Atendiendo al Anejo F “Demanda de referencia de ACS”:

‘Para el cálculo de la demanda de referencia de ACS para edificios de uso distinto al residencial privado se consideran como aceptables los valores de la tabla c-Anejo F que recoge valores orientativos de la demanda de ACS para usos distintos del residencial privado, a la temperatura de referencia de 60°C.’

A efectos de este DB, se considera que sólo las personas que ocupen las 6 salas confesionales de la planta baja tendrán demanda de ACS. Incluso bajo este supuesto, la ocupación de estos espacios será esporádica a lo largo del día, por lo que suponemos una ratio de 4m² por persona y un consumo de ACS de 1 litro por persona y día. Con estos parámetros obtenemos una demanda de ACS diaria de (60m² x 6 / 3) x 1 = 90l/d. De este modo, este epígrafe no resulta de aplicación.

Sección HE.5: Generación mínima de energía eléctrica

Ámbito de aplicación

‘Esta sección es de aplicación en edificios con uso distinto al residencial privado en los siguientes casos:

a) Edificios de nueva construcción y ampliaciones de edificios existentes, cuando superen o incrementen la superficie construida en más de 3.000 m²’

Por tanto, dicho apartado no es de aplicación para el inmueble objeto de estudio.



RITOS DE PASO

TEMPLO ECUMÉNICO EN NAZARET

3 - MEMORIA DE CÁLCULO

Templo ecuménico en Nazaret frente al antiguo río Turia, Valencia

Programa de cálculo: SAP2000

Caracterización de los materiales estructurales:

Hormigón armado HA30, acero B500

Obra de fábrica de ladrillo tabicada¹

- Densidad 17,63 kN/m³
- Módulo de elasticidad $E = 7,4 \times 10^6$ kN/m²
- Coef. de Poisson $\nu = 0,26$
- Resistencia a compresión a los 365 días $f_c = 22$ N/mm²
- Resistencia a tracción $f_u = 1,98$ N/mm²

Carga de viento (Zona A) 0,42 kN/m²

Coeficiente de exposición 3,3

Carga de nieve 1kN/m²

Datos del suelo:

Terreno arenoso, rellenos antrópicos hasta cota -50 cm

tensión admisible 200 kN/m²

Datos de sismo:

Aceleración básica 0,06 $k = 1$

Coef. del terreno $C = 1,46$

Coef. de amortiguamiento $\Omega = 5$

Material Property Data

General Data

Material Name and Display Color: fabrica de ladrillo [Color Swatch]

Material Type: Concrete

Material Grade: [Empty]

Material Notes: [Empty] [Modify/Show Notes...](#)

Weight and Mass

Weight per Unit Volume: 17,64

Mass per Unit Volume: 1,7988

Units

Units: KN, m, C

Isotropic Property Data

Modulus Of Elasticity, E: 7400000,

Poisson, U: 0,26

Coefficient Of Thermal Expansion, A: 5,500E-06

Shear Modulus, G: 2936507,9

Other Properties For Concrete Materials

Specified Concrete Compressive Strength, f_c : 20000,

Expected Concrete Compressive Strength: 20000,

Lightweight Concrete

Shear Strength Reduction Factor: [Empty]

Switch To Advanced Property Display

OK Cancel

¹ Los datos utilizados para la definición del material han sido extraídos del libro de Megan L. Reese "Análisis estructural y evaluación de las bóvedas de Guastavino", la cual a su vez los coge prestados de

Atamturktur (2006, 119) y de Guastavino (1892, 58-59)

JUSTIFICACIÓN DEL CONCEPTO ESTRUCTURAL

El presente es un proyecto para templo aconfesional situado en una parcela en suave pendiente hacia el antiguo cauce del río Turia, en el extremo norte del barrio de Nazaret, Valencia. La voluntad del proyecto es crear espacios de luz y sombra que apelen al silencio y a la contemplación del espíritu. El templo es una gran masa hacia el interior de la cual se abre camino, trabajosamente, la luz. Esto evoca a la arquitectura de la cueva que anhela la luz, llamada estereotómica por Campo Baeza; una arquitectura pesada y continua que brota de la tierra, una arquitectura que se identifica con su estructura. El edificio es una sombra entre la luz y la luz, un recorrido ascendente de la luz a la luz a través de un umbral. Este recorrido se articula alrededor de un eje vertical, axis mundo, y recorre la geometría sagrada del círculo, figura de infinitas esquinas, trasunto de la perfección del cosmos.

El hormigón siempre pareció la solución natural para resolver grandes superficies curvas autoportantes transmitiendo una sensación de pesadez. Las cualidades de la luz resbalando por un paramento de hormigón son de sobra conocidas en la historia reciente de la arquitectura. Este material tiende a asociarse con una estructura de tipo tectónico de barras y nudos y, en este aspecto, ofrece una solución similar a la que ofrece el acero. Pero el verdadero potencial del hormigón se libera cuando es usado para conformar superficies continuas, cuando funciona como una piedra que se puede moldear. El hormigón empleado de esta forma puede construir bóvedas y otros elementos de membrana para cubrir espacios, pero en este proyecto se ha decidido reservar el material sólo para superficies verticales, es decir, muros curvos o rectos. Para salvar el espacio entre los muros allí donde sea necesario se ha escogido un lenguaje estructural complementario: el ladrillo. La cerámica ya está presente en el templo dando forma a la celosía que le sirve de fachada, de modo que se ha decidido utilizarla también estructuralmente para construir bóvedas tabicadas o “a la catalana”.

La bóveda tabicada es una superficie continua que deriva sus capacidades portantes de su forma y no necesita encofrado. Puede considerarse una solución estereotómica, más adecuada para nuestros fines que un forjado de barras y de nervios donde los elementos lineales tendrían preponderancia sobre los superficiales.

Estructuralmente el templo es un cilindro de hormigón armado de 18 m de altura y 8 m de radio apoyado sobre una serie de muros de hormigón dispuestos radialmente. El conjunto posee una gran inercia en todas las direcciones y no es especialmente vulnerable a viento, sismo u otras acciones en una dirección en particular. Dentro del cilindro exterior se sitúa otro cilindro, también de hormigón armado y excéntrico respecto de éste. El cilindro interior no está apoyado en los muros de la planta baja sino que queda suspendido en el aire mediante unas cuadernas o mamparos que, a modo de vigas de gran canto, lo unen al cilindro exterior. El conjunto cilindro exterior – cuadernas – cilindro interior se comporta como un sólido de gran rigidez.

De este modo, el proyecto cuenta con dos soluciones estructurales diferentes:

1. Para los elementos estructurales verticales, muros de hormigón armado trabajando a flexocompresión.
2. Para los elementos estructurales horizontales, bóvedas tabicadas de ladrillo trabajando a compresión.

El problema de los empujes laterales

Históricamente, el principal inconveniente y limitación de las estructuras de obra de fábrica eran los empujes laterales. En nuestro caso, al tener bóvedas de ladrillo de gran luz y flecha reducida (con una relación luz/flecha de 1 a 9 en los casos más extremos) es de esperar que estos esfuerzos sean considerables. Veamos cómo las soluciones estructurales adoptadas hacen que esto no sea un problema:

1. Nivel inferior: bóvedas sobre las 6 salas confesionales y sobre los accesos al templo.

En este caso, las bóvedas están apoyadas sobre muros siguiendo el esquema típico de la bóveda de cañón de antigüedad y la edad media. Sin embargo, las bóvedas están abocinadas hacia el exterior y se apuntalan las

unas a las otras, formando un anillo continuo. De este modo, los empujes laterales en los apoyos se equilibran, por lo que no se esperan momentos ni desplazamientos importantes en la coronación de los muros por efecto de estas bóvedas.

El único tramo del nivel inferior que carece de bóveda y que, por tanto, interrumpe este esquema, es el tramo correspondiente a la rampa ascendente desde la Calle Mayor hasta la entrada del templo. Sin embargo, en este caso los muros están hormigonados contra el terreno y, debido a la presencia de las bóvedas, funcionan como muros de sótano en los que los movimientos están impedidos por ambos lados.

2. Nivel superior: bóvedas entre el cilindro interior y el cilindro exterior

En este caso el cilindro exterior se opone, por su forma y su armado, a la apertura de las bóvedas por la base. El comportamiento de este cilindro se asemeja al de un barril sometido a la presión del líquido en su interior; el acero de las armaduras cumple la misma función que los flejes de la barrica. En el caso más extremo, el de la gran bóveda del inframundo (casquete esférico de 15,5 m de diámetro) la base del cilindro exterior está reforzada con una losa anular que funciona como gran fleje o viga de atado de gran canto.

Justificación de la cimentación

Los elementos de la estructura en contacto con el terreno son los muros de la planta baja. La solución de cimentación que se plantea para ellos es la habitual de zapata flexible corrida. Al estar los muros situados lejos de los límites de la parcela, las zapatas estarán centradas en el eje de los muros y tendrán una anchura total de 2 m.

Debido a la excentricidad del cilindro interior y a la desigual distribución de cargas (ocasionada, sobre todo, por la celosía) los muros del suroeste están más solicitados que el resto, existiendo el riesgo de asientos diferenciales importantes y de que parte de las zapatas menos solicitadas se despeguen del terreno. Por este motivo, se decide atar el arranque de todas las zapatas con una viga riostra circular. De este modo se reducen las presiones sobre el terreno y los asientos diferenciales, ayudando a que el templo en su conjunto se comporte de forma más rígida sin necesidad de losa de cimentación.

MODELIZADO

La estructura se ha modelizado con Sketchup y AutoCAD y luego exportado a SAP2000. Todos los elementos estructurales son superficiales y de directriz curva (salvo los muros de planta baja, que sí son de directriz recta). La curvatura se ha discretizado en una serie de caras planas, siguiendo el modelo de cálculo por elementos finitos de SAP. No existe ningún elemento lineal.

Se ha considerado que todos los enlaces son empotramientos perfectos, incluyendo los encuentros de las bóvedas tabicadas con los muros de hormigón armado.

En SAP las zapatas se han modelado como losas de hormigón armado apoyadas sobre muelles. Para determinar la rigidez de los muelles y simular la acción del terreno se ha calculado el módulo de balasto de cada zapata en función de su área y de las características del terreno. También se han impedido los movimientos en x y en y para simular el encastramiento de las zapatas en el terreno.

PREDIMENSIONADO

Se ha asignado a cada elemento una sección de espesor arbitrario, basado en criterios estéticos del proyecto y en la práctica constructiva habitual para bóvedas tabicadas.

Tras comprobar los resultados de los análisis se disminuyó el espesor de los muros de hormigón del cilindro exterior, cilindro interior y cuadernas, en un intento por reducir los pesos propios de la estructura. Se consideró un espesor mínimo aceptable de 0,20m; espesores menores seguirían siendo válidos según criterios estructurales pero dificultarían el armado y hormigonado.

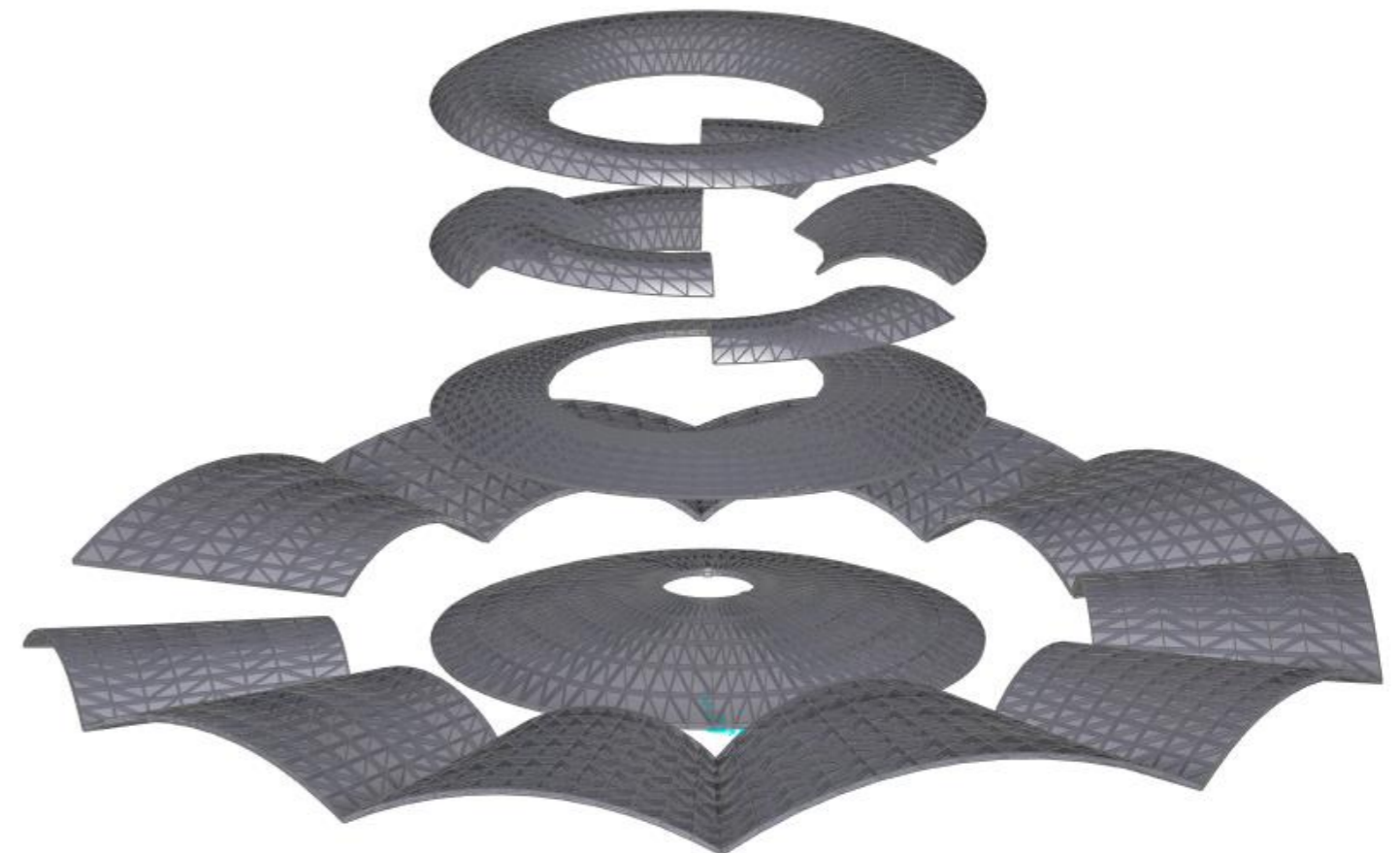
ELEMENTO	MATERIAL	ESPESOR		INERCIA SAP
		PREDIM	DEFINITIVO	
BÓVEDAS INFERIORES	fáb. de ladrillo	0,15m	0,15m	0,15m
BÓVEDA INFRAMUNDO	fáb. de ladrillo	0,15m	0,15m	0,15m
BÓVEDA MUNDO	fáb. de ladrillo	0,15m	0,15m	0,15m
BÓVEDAS ORATORIOS	fáb. de ladrillo	0,10m	0,10m	0,10m
BÓVEDAS ÁPICE	fáb. de ladrillo	0,15m	0,15m	0,15m
MUROS PLANTA BAJA	HA30	0,50m	0,50m	0,50m
MURO CILINDRO EXTERIOR	HA30	0,50m	0,40m	0,40m
MURO CILINDRO INTERIOR	HA30	0,30m	0,20m	0,30m
CUADERNAS	HA30	0,30m	0,20m	0,20m
RAMPA HELICOIDAL	HA30	0,20m	0,20m	0,30m
ZAPATAS DE MURO	HA30	0,75m	0,75m	0,75m

ADAPTACIÓN DEL MÓDULO DE BALASTO DE UNA PLACA DE CARGA DE 30x30 cm. PARA MODELO WINKLER DE LOSA FLEXIBLE SOBRE SUELO ELÁSTICO

OBRA: TEMPLO ECUMÉNICO NAZARET

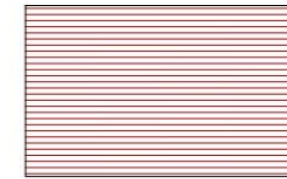
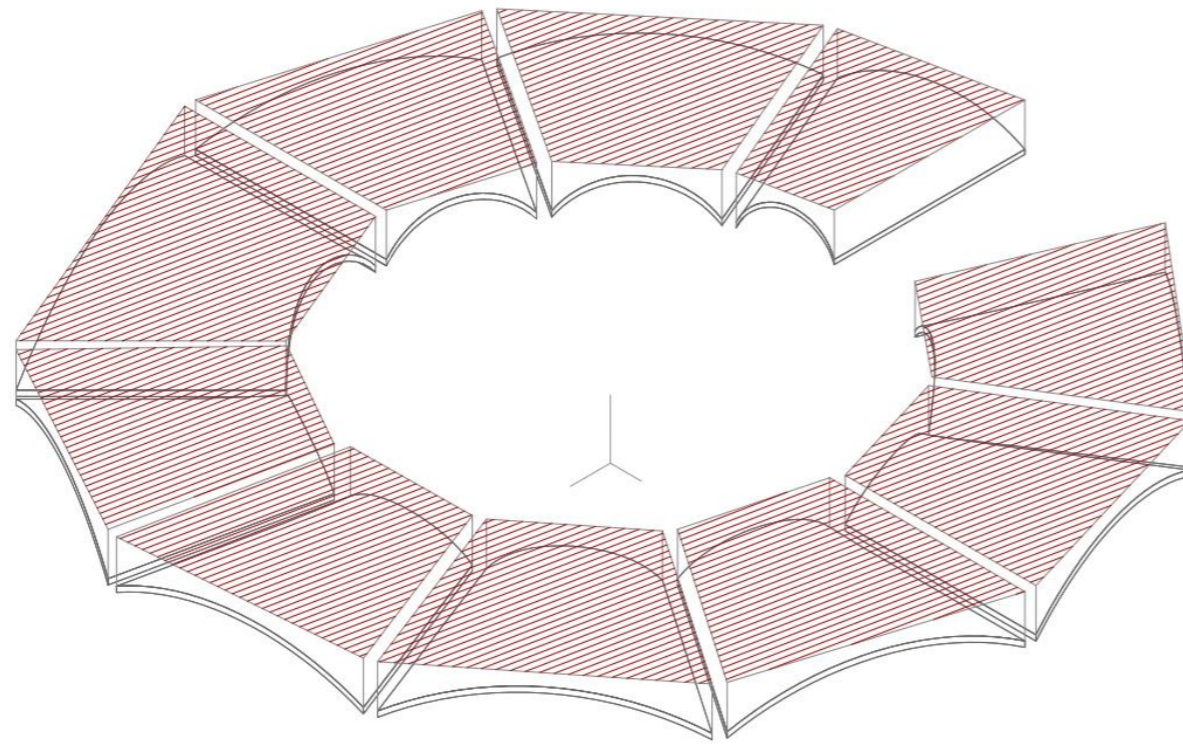
Geometría de la losa:	Rectangular	Largo =	24,00	metros
		Ancho =	1,50	metros
Tipo de terreno:	Arenoso		25	
K_{30} =	4,5 kp/cm ³		75	

$K_{arenoso}$ =	1,114	kp/cm ³	1.113,75	t/m ³	11.137,5	kN/m ³
$K_{arcilloso}$ =		kp/cm ³		t/m ³		kN/m ³
K_{mixto} =		kp/cm ³		t/m ³		kN/m ³

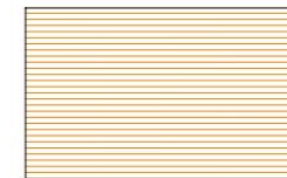
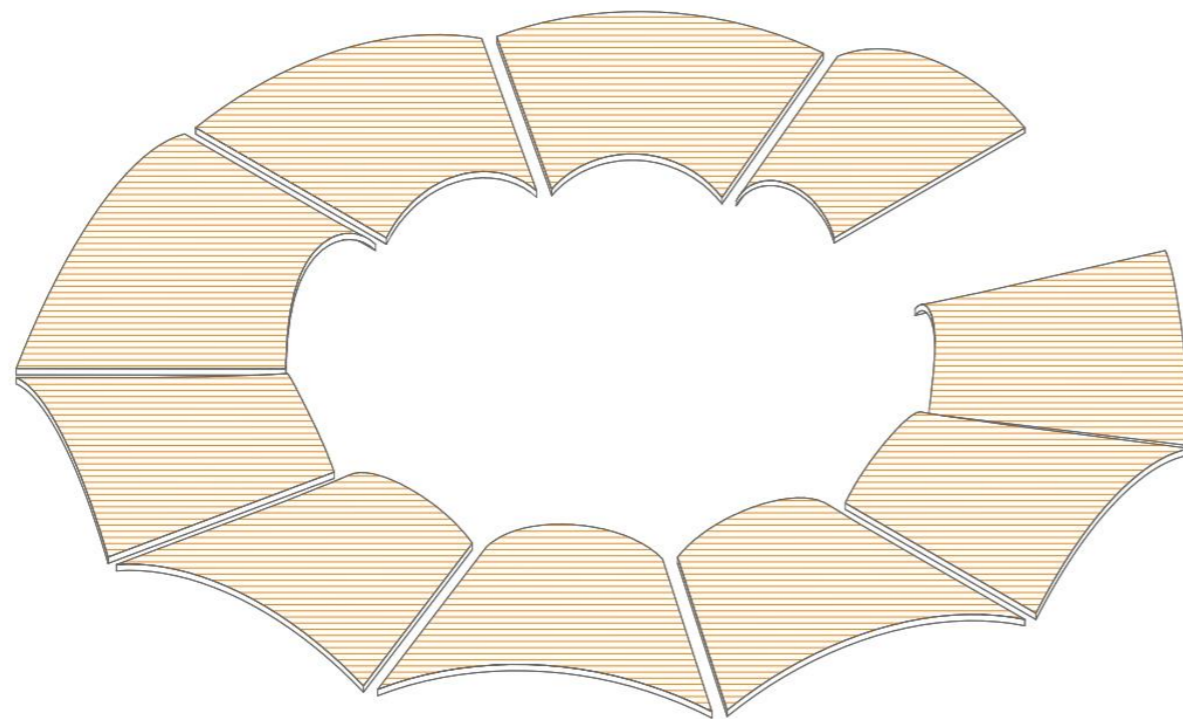


MODELADO DE LAS BÓVEDAS TABICADAS

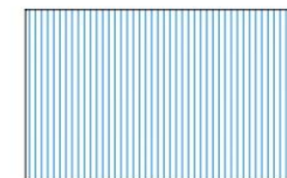
ASIGNACIÓN DE CARGAS - Bóvedas inferiores



SOBRECARGA NIEVE 1 kN/m^2



PESO DE ELEMENTOS CONSTRUCTIVOS 1 kN/m^2
Aislante térmico, baldosa esmaltada sobre
mortero de agarre



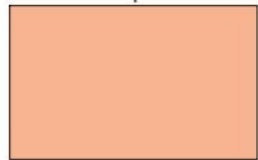
SOBRECARGA USO 1 kN/m^2
Cubierta accesible solo para conservación

ASIGNACIÓN DE CARGAS - Bóveda del inframundo



MUROS PALOMEROS $0,13\text{kN/m}^2$ por cada 10cm de altura media

Zona superficial 0 kN/m^2



MUROS PALOMEROS $0,13\text{kN/m}^2$ por cada 10cm de altura media

Zona intermedia $0,65\text{ kN/m}^2$



MUROS PALOMEROS $0,13\text{kN/m}^2$ por cada 10cm de altura media

Zona profunda $2,34\text{ kN/m}^2$



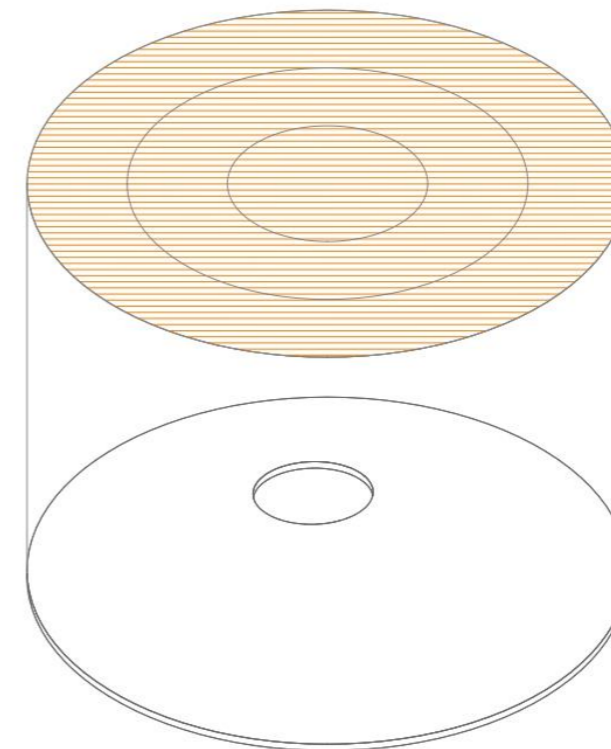
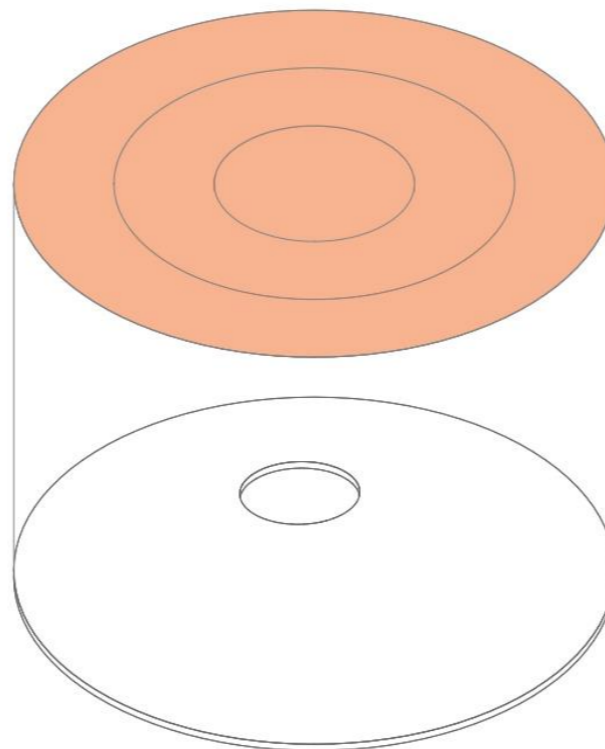
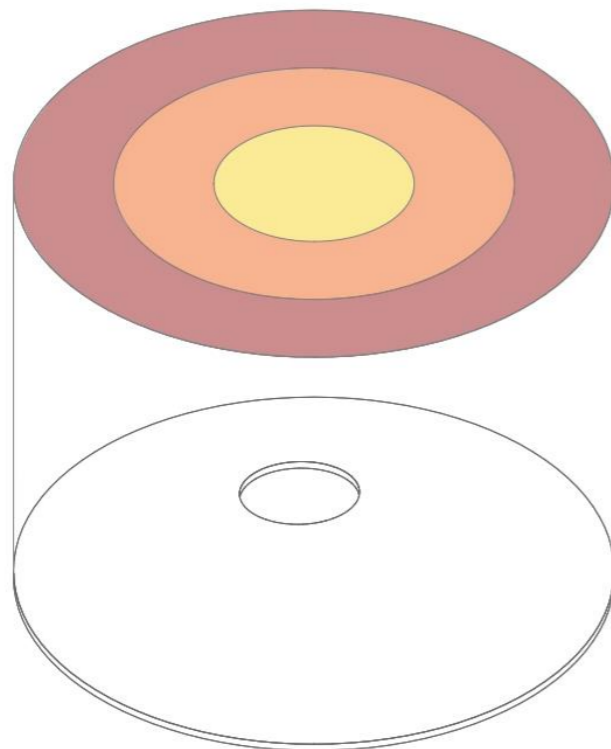
PAVIMENTO $1,2\text{ kN/m}^2$

Losetas de granito con mortero de regularización y agarre sobre tablero de bardos



SOBRECARGA USO

C3 zonas acceso al público 5kN/m^2



ASIGNACIÓN DE CARGAS - Bóvedas de oratorios



MUROS PALOMEROS $0,13\text{kN/m}^2$ por cada 10cm de altura media

Zona de espesor medio $0,52\text{ kN/m}^2$



MUROS PALOMEROS $0,13\text{kN/m}^2$ por cada 10cm de altura media

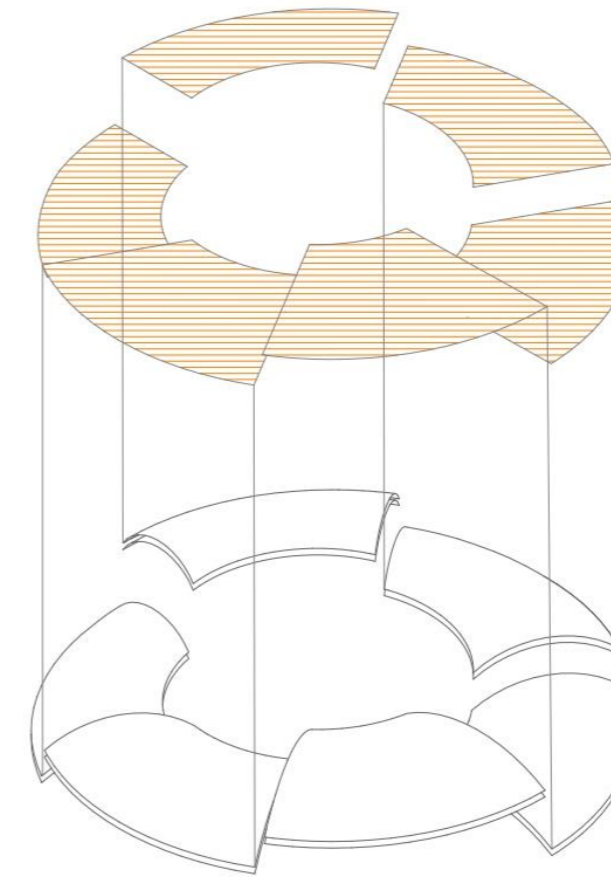
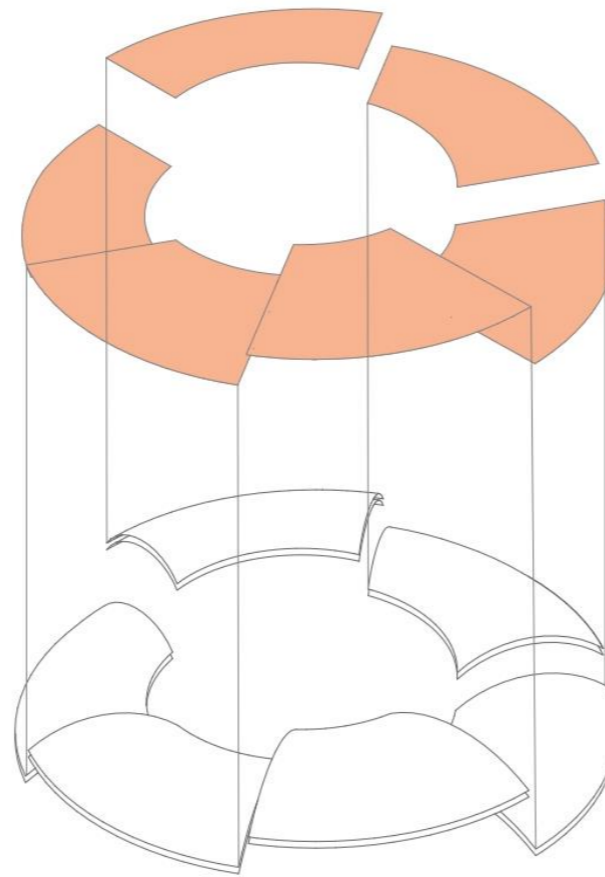
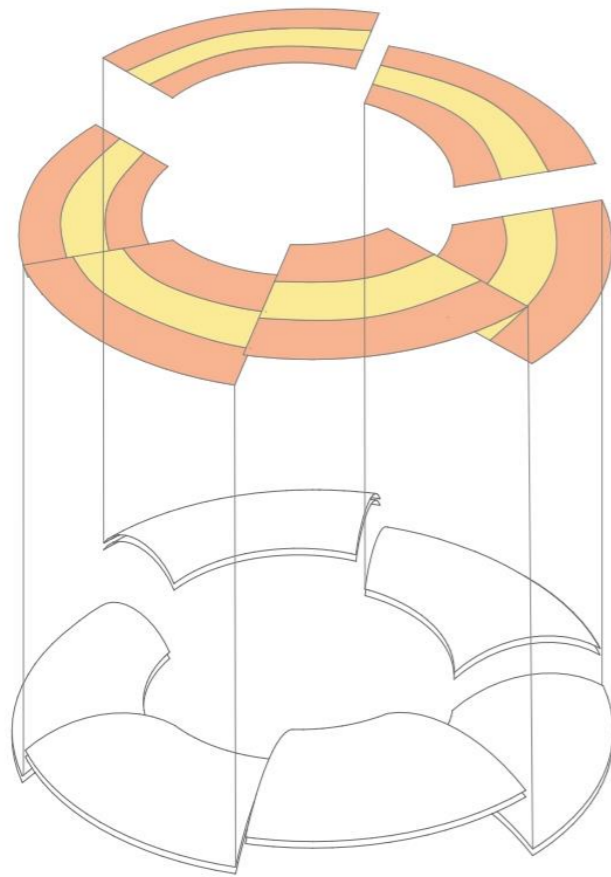
Zona de gran espesor $1,43\text{ kN/m}^2$



PAVIMENTO $1,1\text{ kN/m}^2$
Pavimento de microcemento y mortero de agarre sobre tablero de bardos



SOBRECARGA USO
C3 zonas acceso al público 5kN/m^2



ASIGNACIÓN DE CARGAS - Bóvedas del ápice



MUROS PALOMEROS 0,13kN/m² por cada 10cm de altura media

Zona de espesor medio 0,52 kN/m²

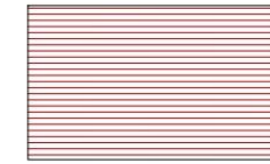
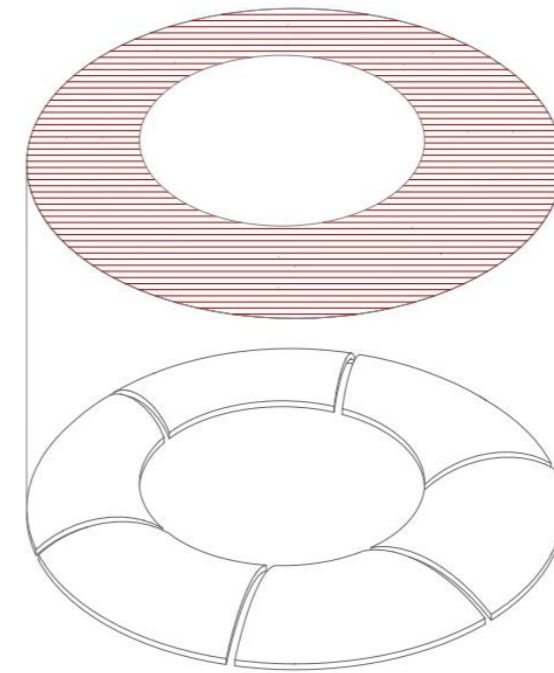


MUROS PALOMEROS 0,13kN/m² por cada 10cm de altura media

Zona de gran espesor 1,43 kN/m²



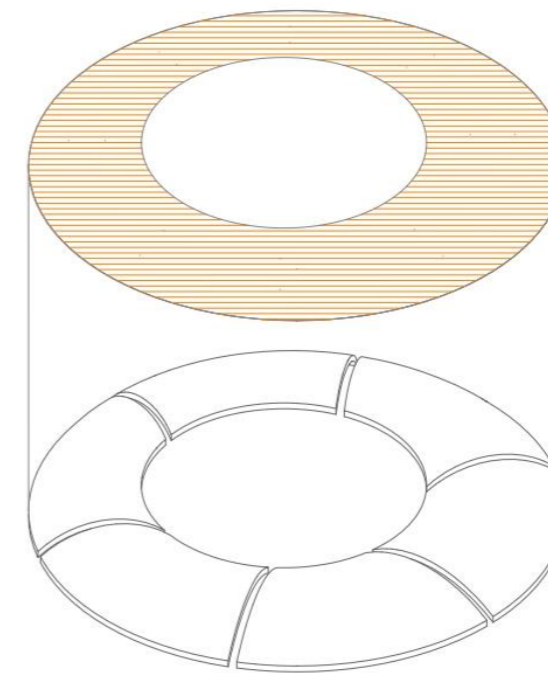
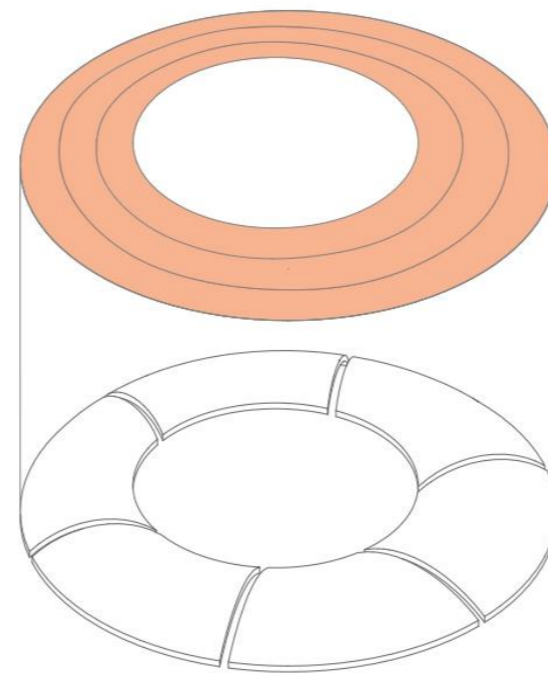
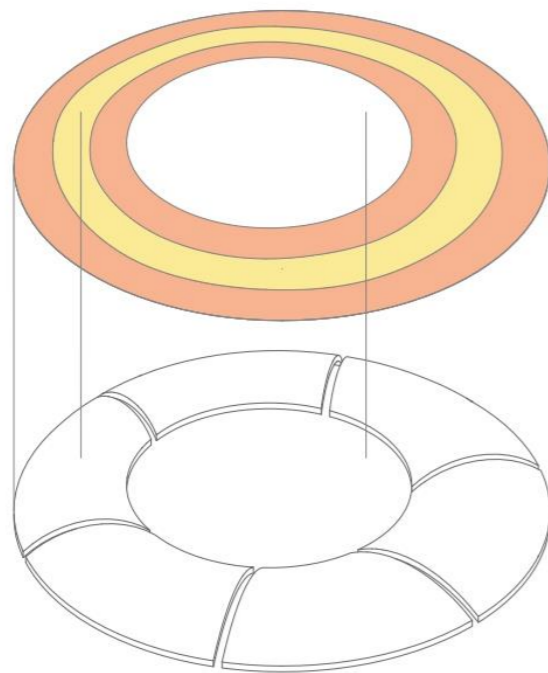
PAVIMENTO 1,1 kN/m²
Pavimento de microcemento y mortero de agarre sobre tablero de bardos



SOBRECARGA NIEVE
1kN/m²



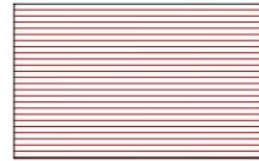
SOBRECARGA USO
C3 zonas acceso al público 5kN/m²



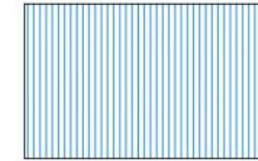
ASIGNACIÓN DE CARGAS - Rampas helicoidales



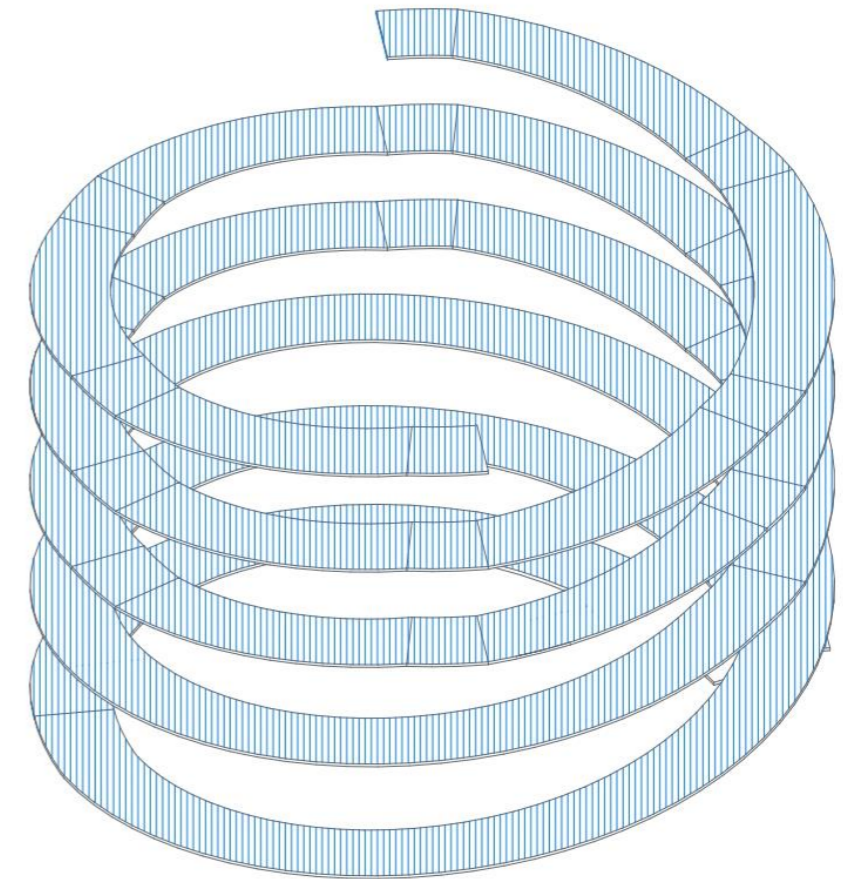
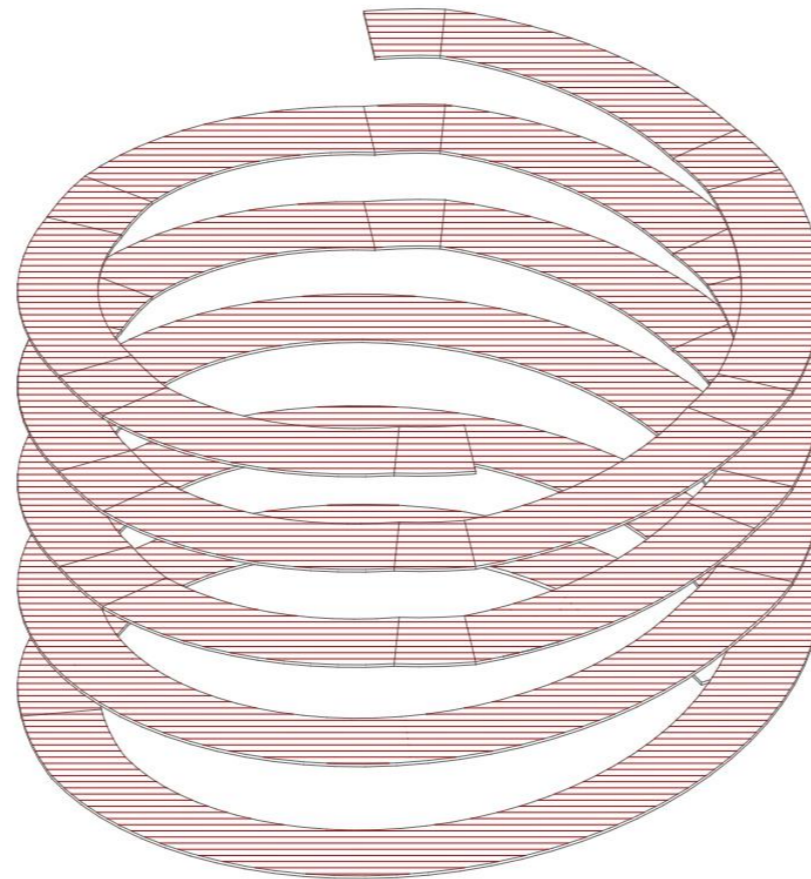
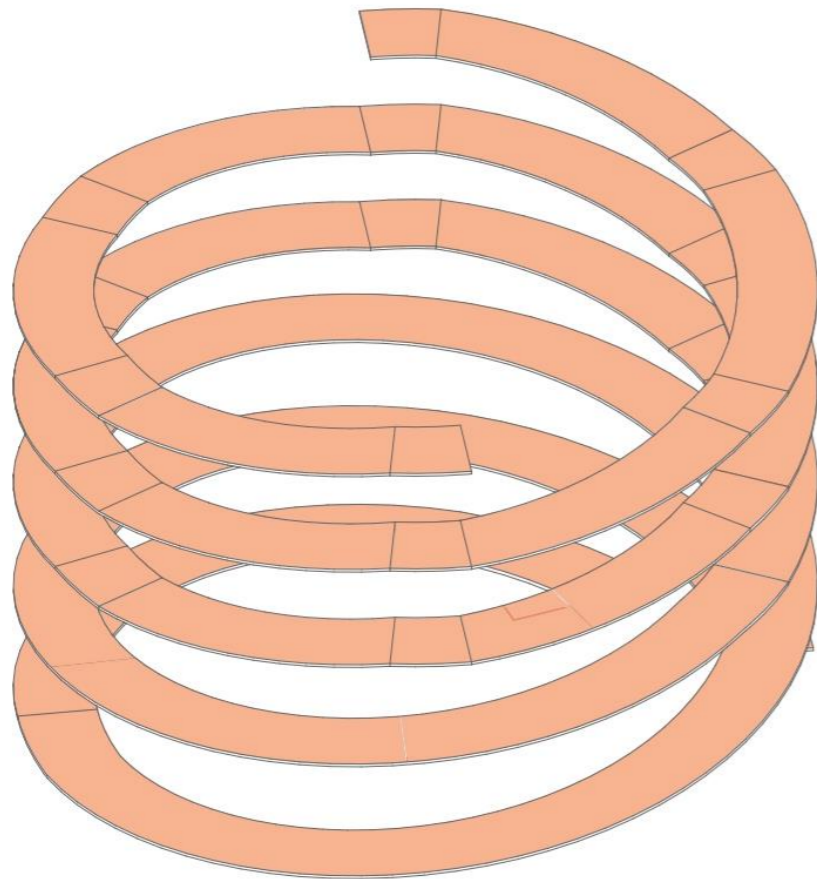
PAVIMENTO $0,8 \text{ kN/m}^2$
Pavimento de microcemento y mortero de agarre,
espesor total 5 cm



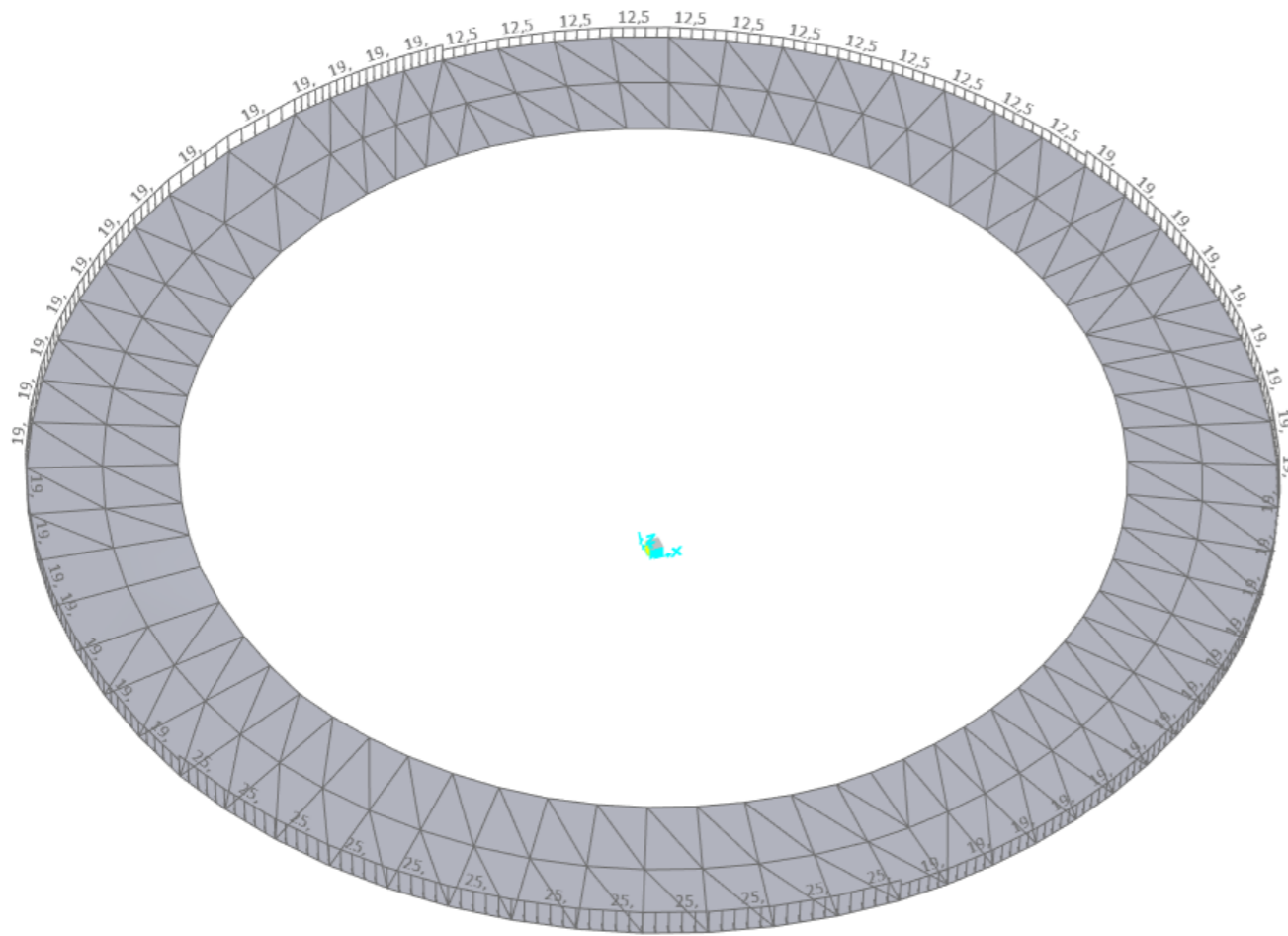
NIEVE 1 kN/m^2



SOBRECARGA USO
C3 zonas acceso al público 5 kN/m^2



ASIGNACIÓN DE CARGAS: CELOSÍA CERÁMICA



Modelizada como una carga lineal sobre el borde exterior de la losa anular. Tal y como se comentó en la memoria justificativa del DBSE AE, los anclajes de la celosía a la rampa helicoidal no tienen la rigidez suficiente como para transmitir carga a ésta y su función es meramente arriistrar la celosía frente a posibles desplazamientos horizontales.

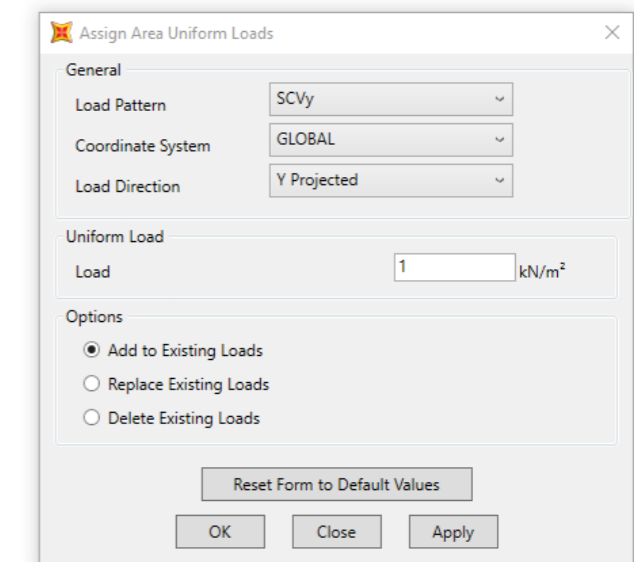
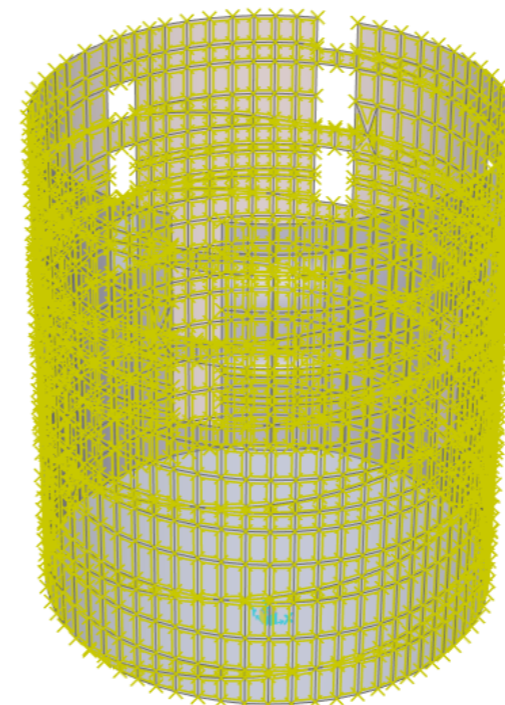
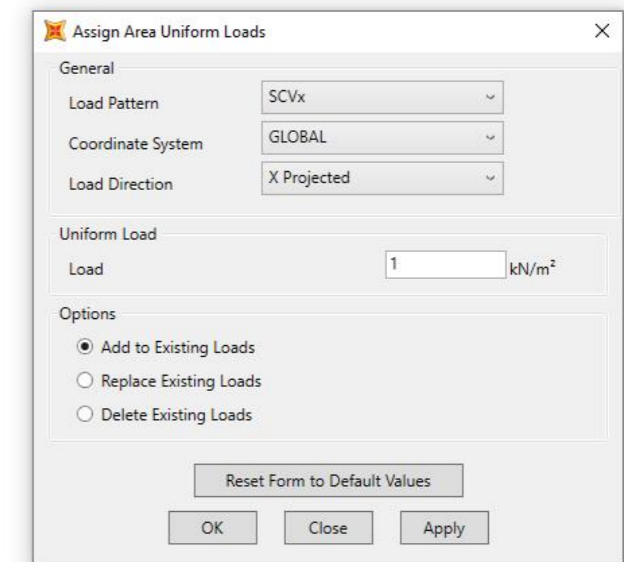
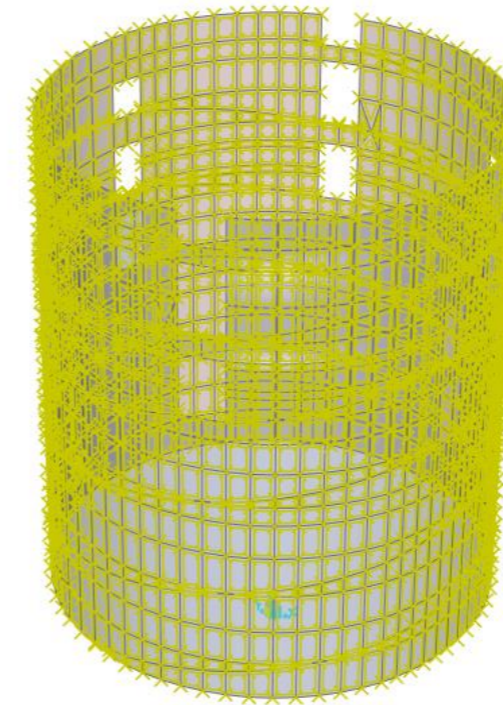
Dado que la densidad de la celosía no es homogénea en toda la planta, se han considerado cuatro zonas diferentes con cargas lineales de 25 kN/m, 19 kN/m y 12,5 kN/m. Estas cargas se han aplicado sobre barras sin rigidez, ya que SAP no permite aplicar cargas lineales sobre elementos superficiales.

ASIGNACIÓN DE CARGAS: CARGA DE VIENTO

El valor de carga de viento obtenido en la memoria de cumplimiento del DBSE se ha aplicado globalmente al cilindro exterior, que es el que queda expuesto a la acción del viento. Por simplificar, no se ha modelizado la celosía en ninguna forma, ya que ésta es permeable a la acción del viento.

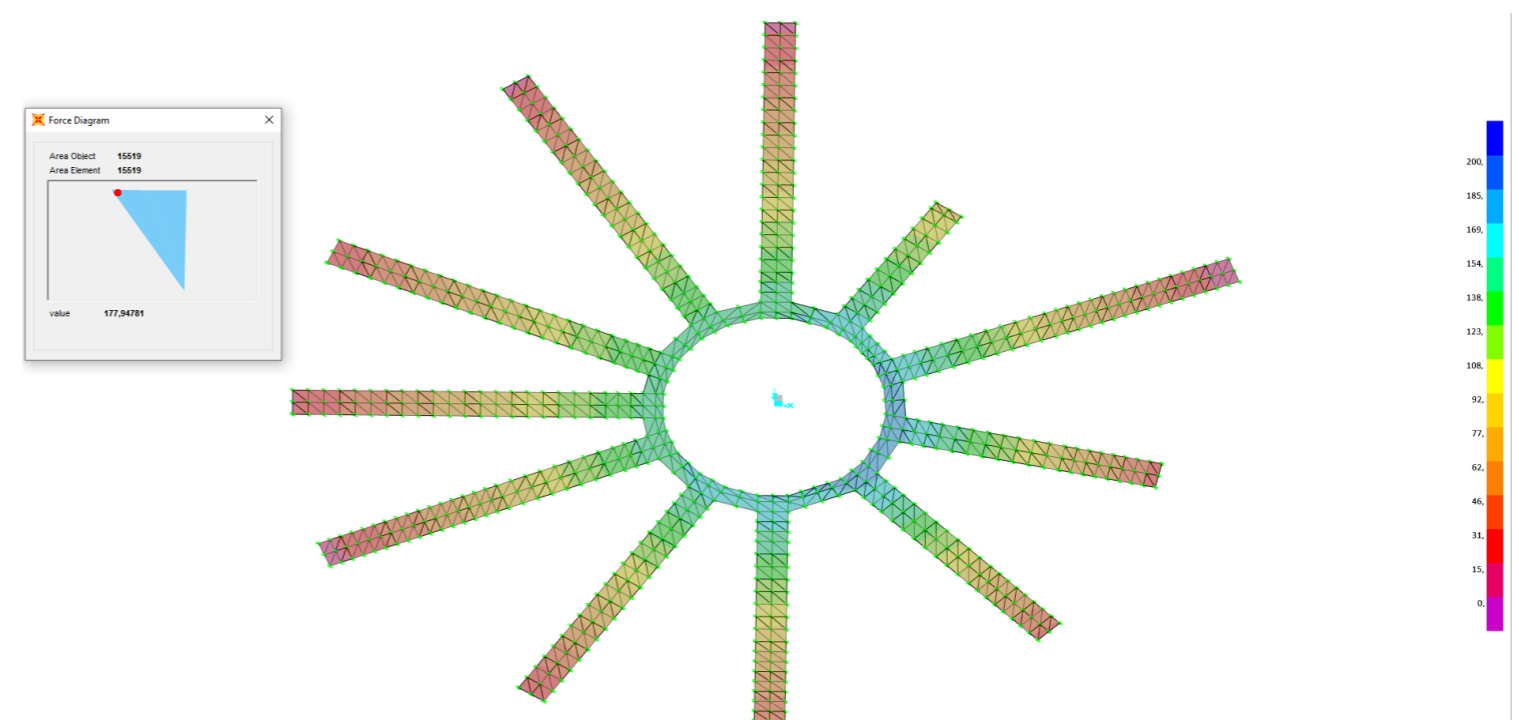
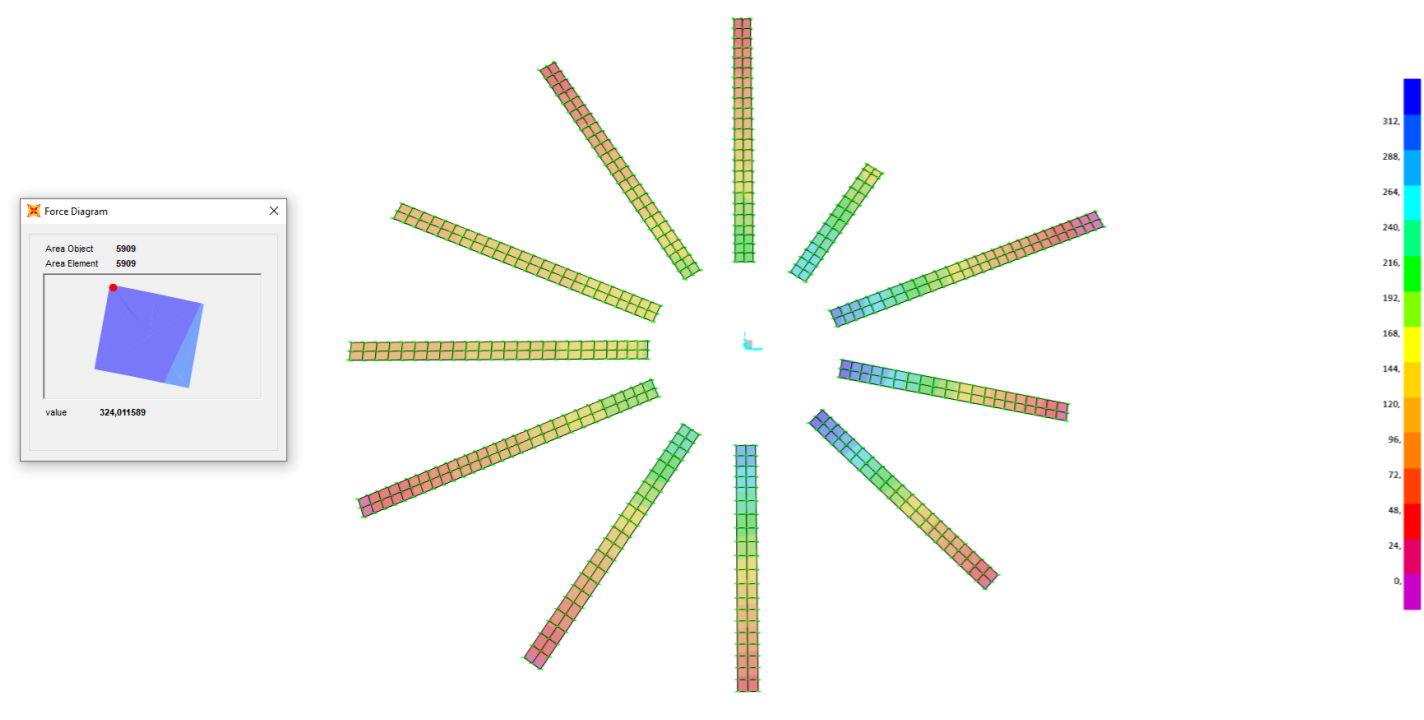
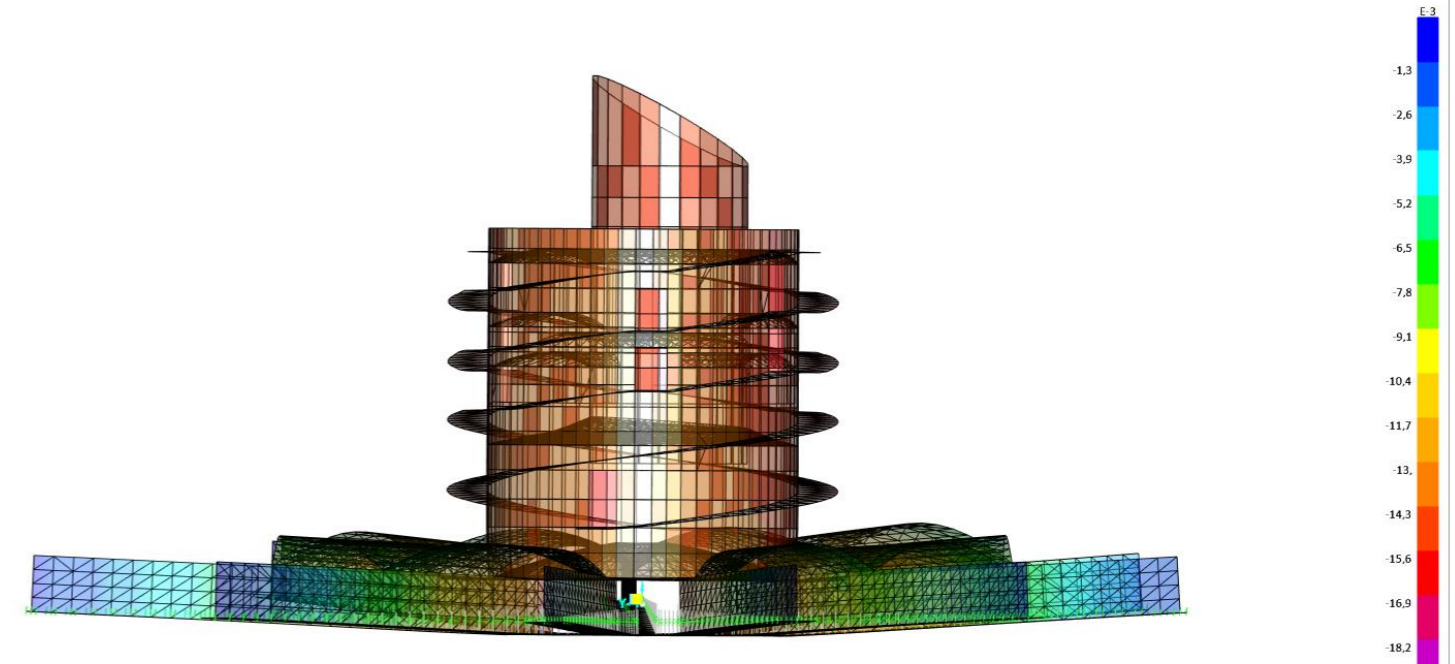
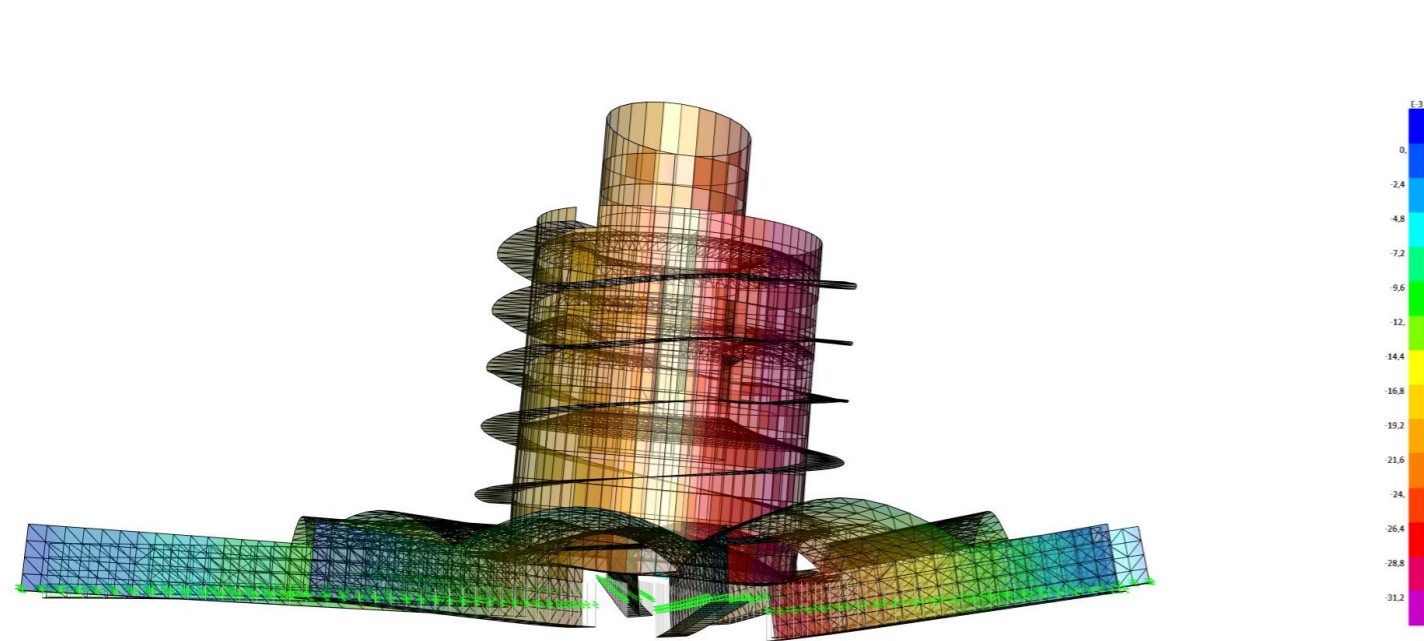
Se ha aplicado en dirección global X y en dirección global Y, sin aplicar coeficientes distintos para la presión y la succión. Las combinaciones de cargas introducidas en SAP ya contemplan la posibilidad de que el viento sople en sentido positivo o negativo en las dos direcciones.

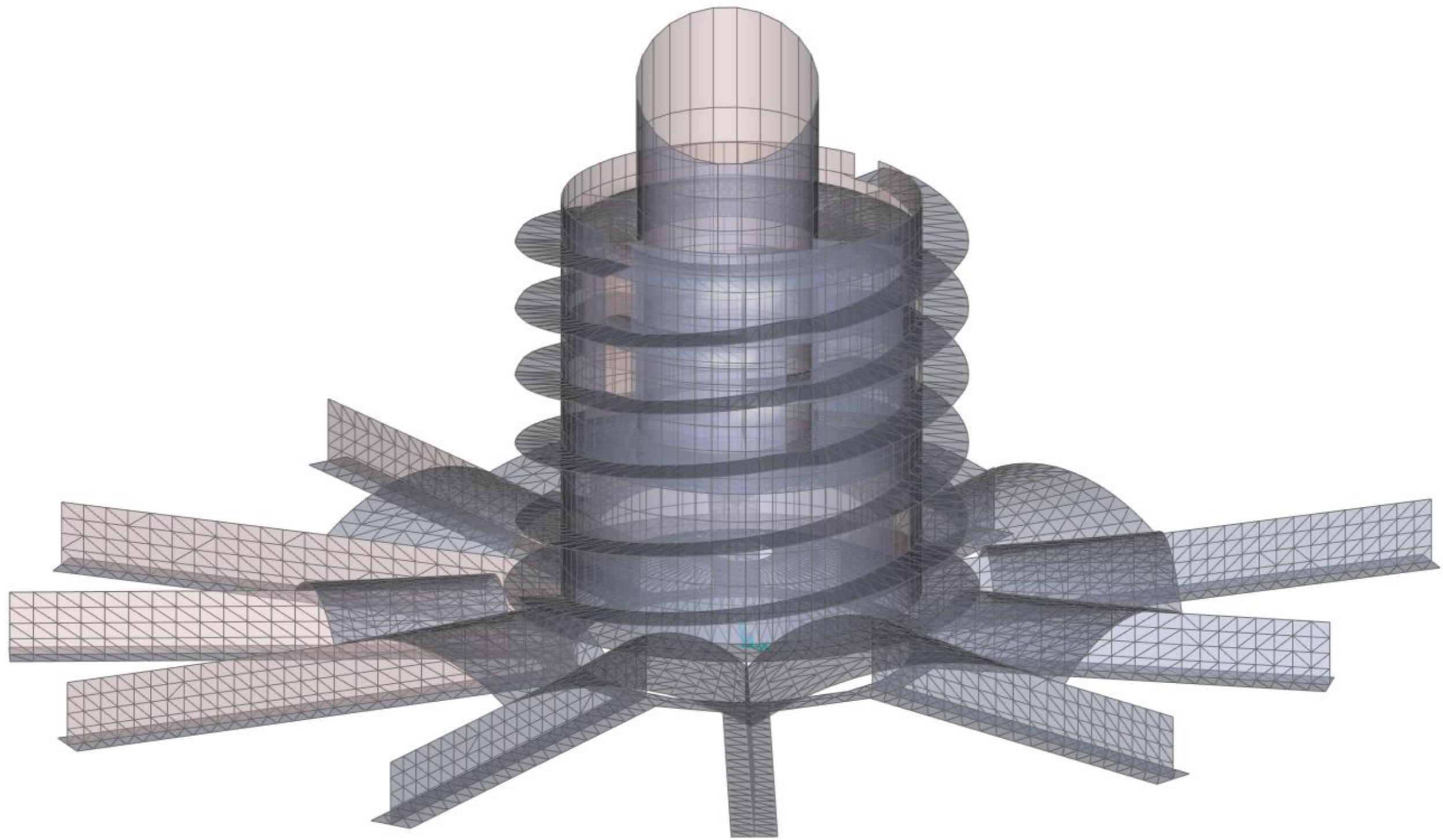
La dirección global X coincide aproximadamente con la dirección en la que el edificio es más inestable frente al vuelco debido a la excentricidad de geometría y cargas, por lo que se prevé que la hipótesis de viento vx+ sean las más desfavorables.

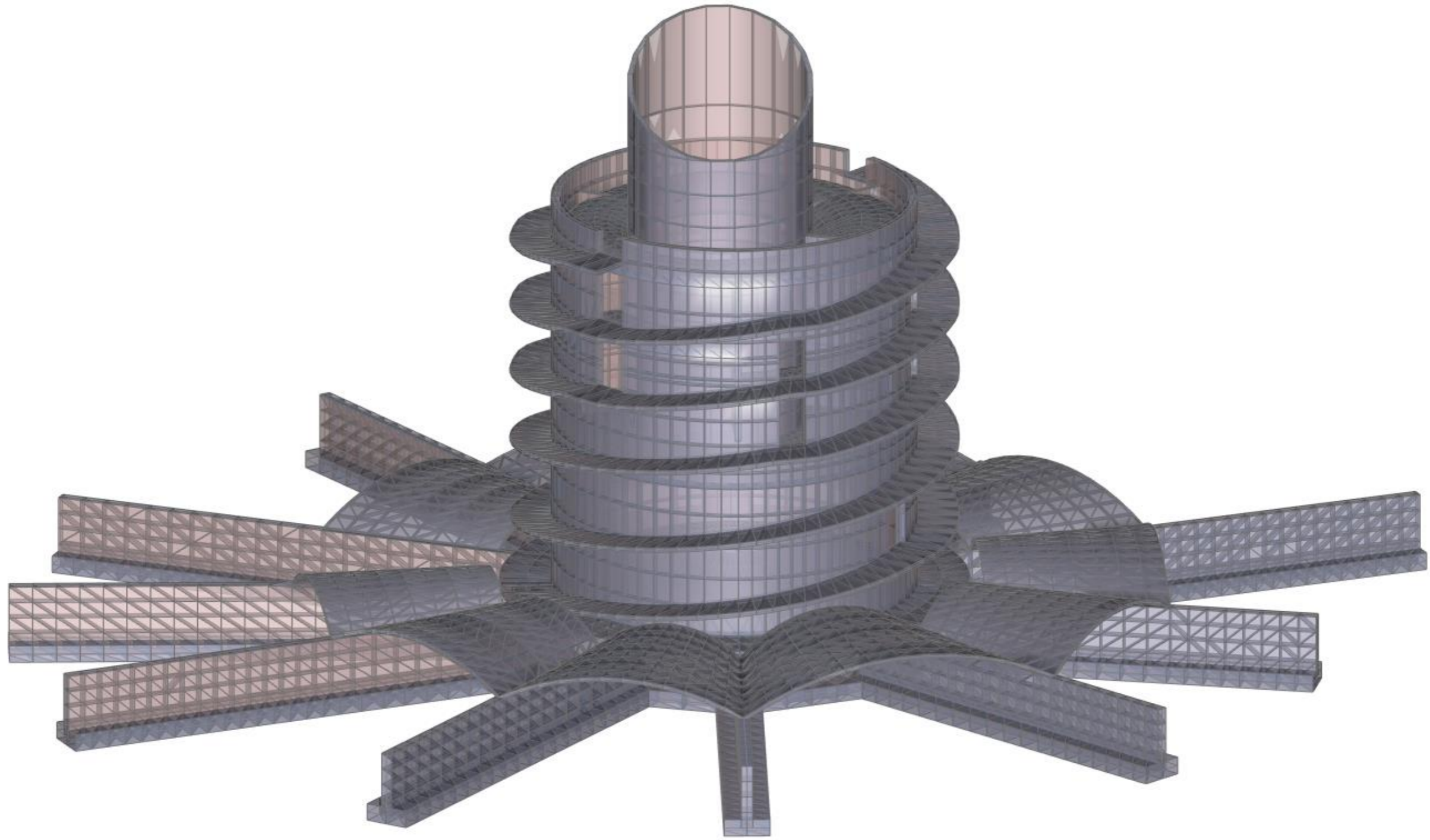


Los primeros cálculos tras el predimensionado y la asignación de cargas pusieron de manifiesto un problema de asientos diferenciales de las zapatas debido a la excentricidad del cilindro interior. Además, las zapatas superaban la presión admisible del terreno (200 kN/m^2) en aquellos puntos situados bajo el cilindro central. En cualquier caso, no se observaban presiones positivas (tracciones) en la superficie de las zapatas, ni desplazamientos verticales positivos de las mismas. Ello indicaba que los cimientos no se despegaban del terreno por efecto de vuelco del cilindro interior.

Por ello se decidió aumentar el ancho de las zapatas y atarlas todas con una gran viga anular. También se disminuyó el espesor de los muros de los dos cilindros. Estas modificaciones redujeron significativamente los asientos diferenciales y las presiones transmitidas al terreno por las zapatas. En este nuevo estado siguen sin observarse presiones positivas (tracciones) en la superficie de las zapatas, ni desplazamientos verticales positivos de las mismas. Ello indica que los cimientos no se despegan del terreno por efecto de vuelco del cilindro interior.







COMPROBACIONES DE DEFORMACIONES EN ESTADOS LÍMITE DE SERVICIO

Se comprueban antes que los ELU, ya que al tratarse de una estructura hiperestática los esfuerzos y distribución de rigideces varían al variar la geometría de las secciones y las dimensiones de los elementos.

Flecha

Se han comprobado los 3 requerimientos del CTE: integridad de los elementos constructivos, confort de los usuarios y apariencia de la obra, cada uno con una hipótesis de carga en ELS diferente. Para la comprobación de la integridad de los elementos constructivos se ha creado una nueva hipótesis llamada ELS intcon en la que se ha supuesto, del lado de la seguridad, que actúa el 100% del peso de los elementos constructivos.

Load Combination Data

Load Combination Name (User-Generated)

Notes

Load Combination Type

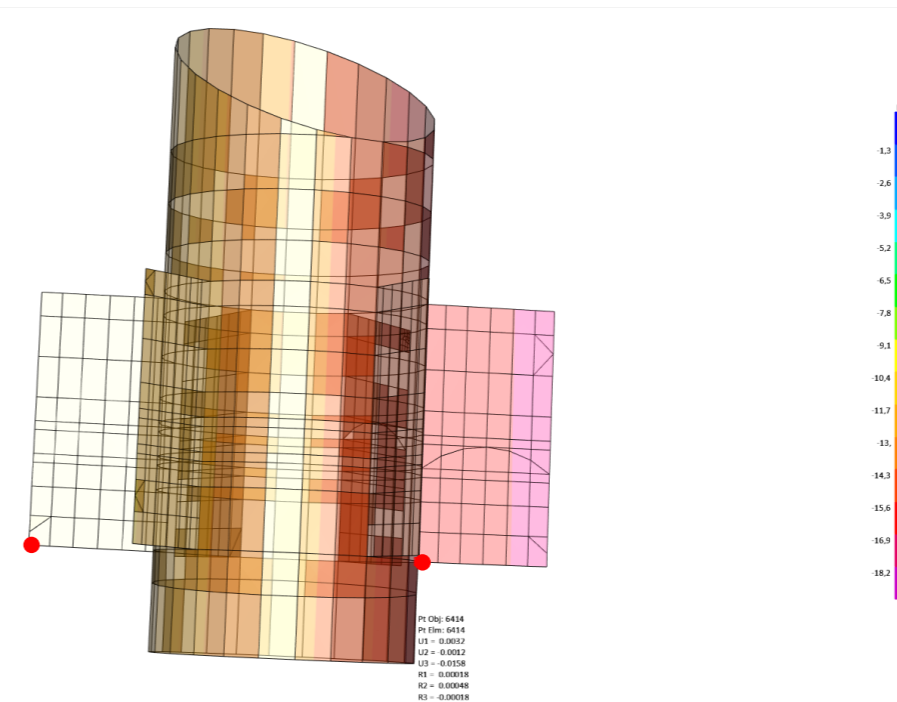
Options

Define Combination of Load Case Results

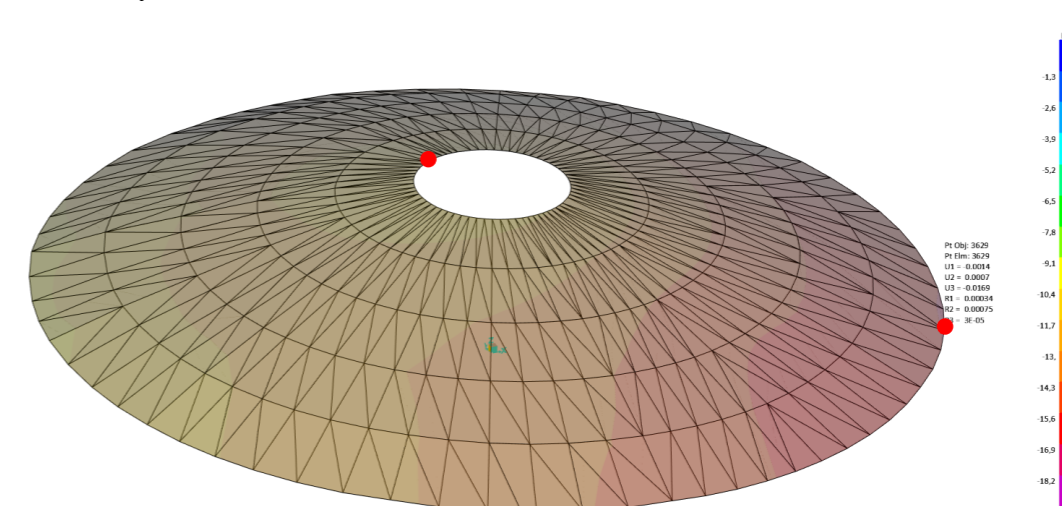
Load Case Name	Load Case Type	Scale Factor
SCU	Linear Static	1
CMP	Linear Static	1
SCU	Linear Static	1

Se han comprobado los siguientes elementos:

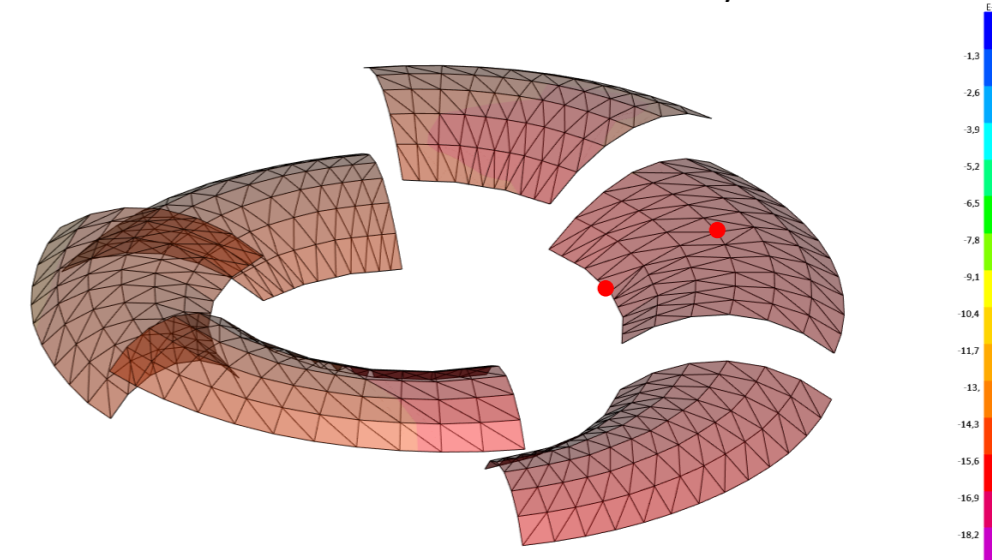
1. Cilindro exterior: la excentricidad de geometría y cargas provoca importantes desplazamientos diferenciales en dirección z. se han medido los valores máximo y mínimo de U3 en la base del cilindro, separados una distancia de 16 m (el diámetro del cilindro),
2. Cilindro interior: se lo ha considerado conjuntamente con las cuadernas que lo anclan al cilindro exterior. Se han medido los desplazamientos en el centro del cilindro y en la unión de la cuaderna con el cilindro exterior, como si todo el conjunto se tratase de un único elemento.



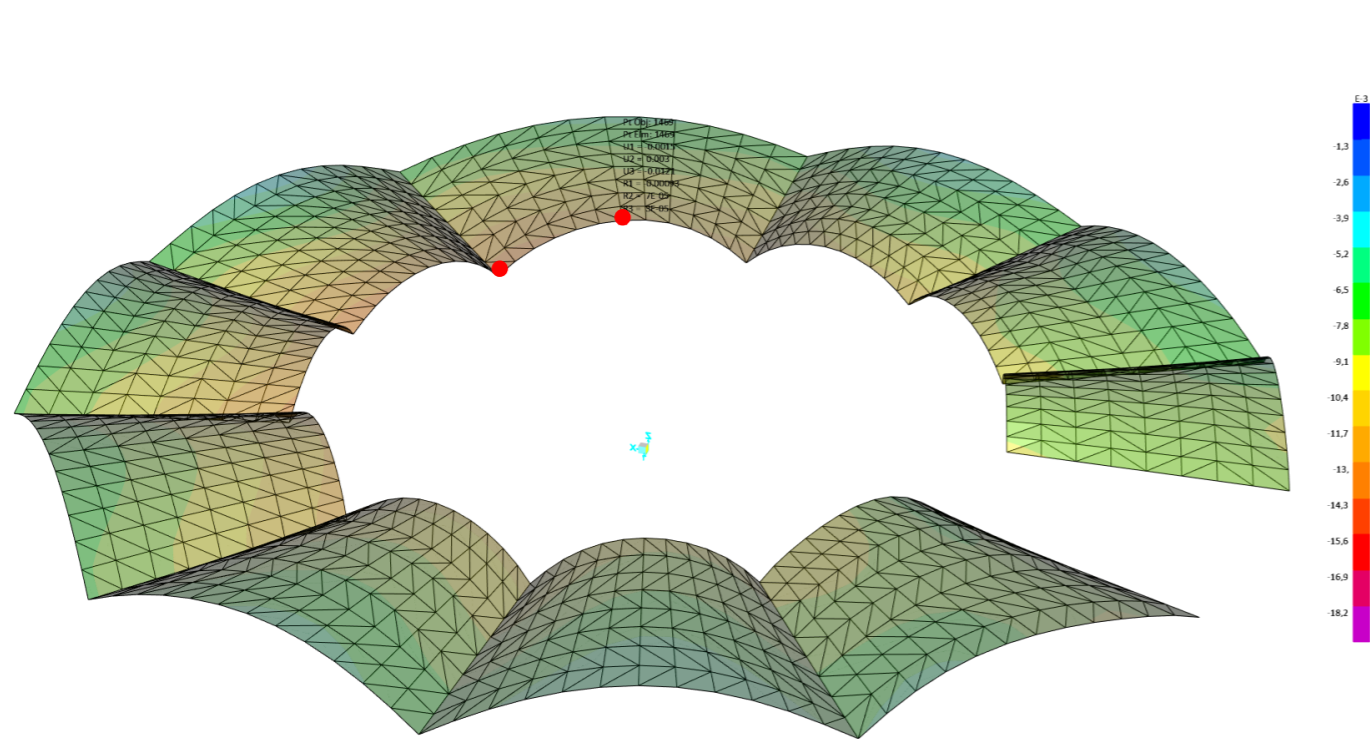
3. Bóveda del inframundo: se han medido los desplazamientos verticales en el centro de la bóveda y en la base.



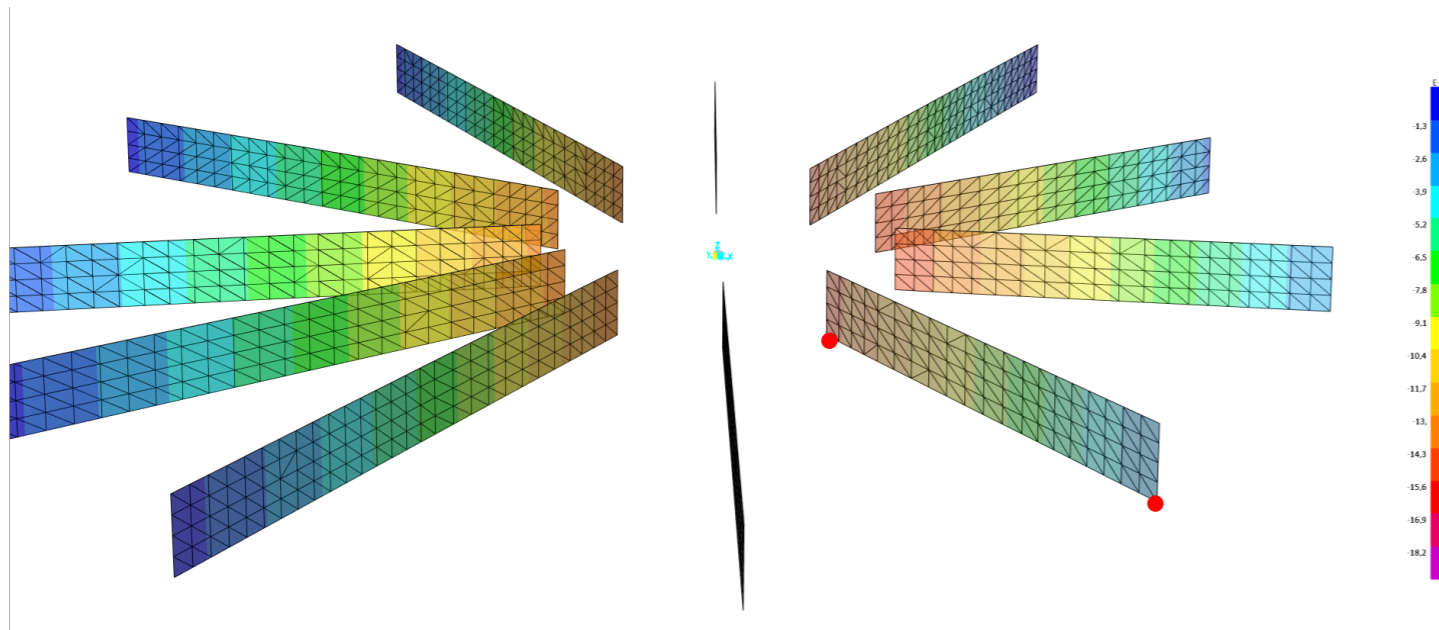
4. Bóvedas de oratorios: se ha buscado la más desfavorable de todas. Se han medido los desplazamientos verticales en el centro de la bóveda y en la base.



5. Bóvedas confesionales: se ha buscado la más desfavorable de todas, la que cubre el acceso sur del templo (donde se sitúan las escaleras). Se han medido los desplazamientos verticales en el centro de la bóveda y en la base.

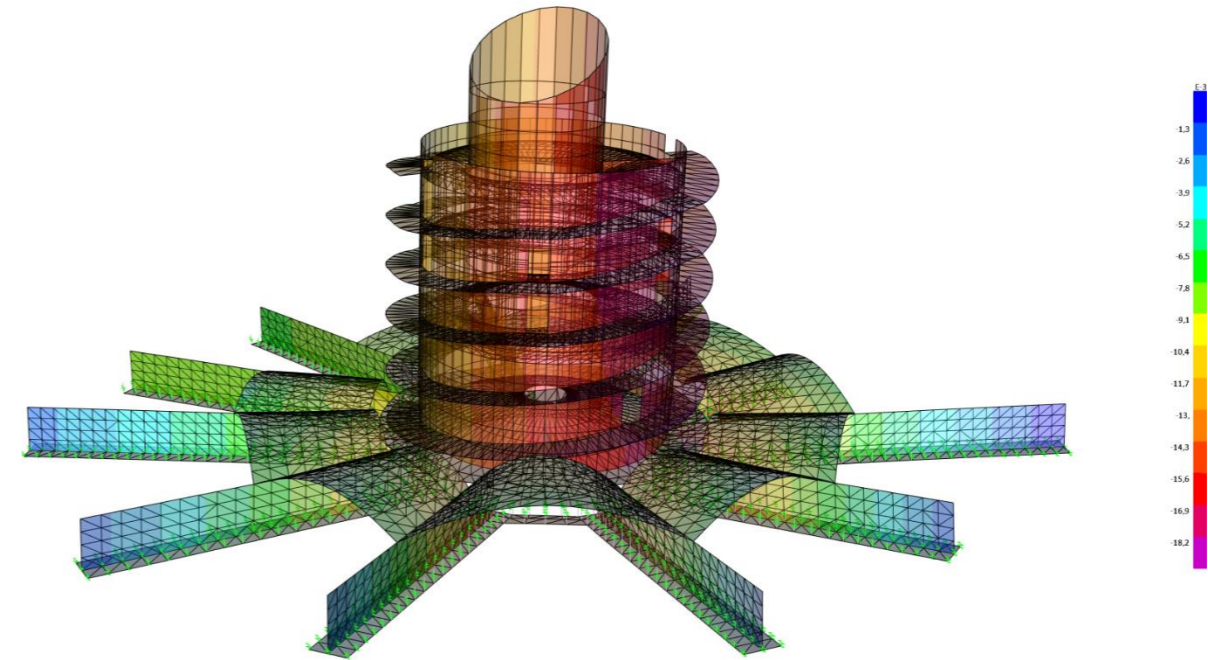


6. Muros inferiores: el muro más desfavorable es el muro suroeste, sobre el que recaen los mayores esfuerzos de los cilindros superiores.



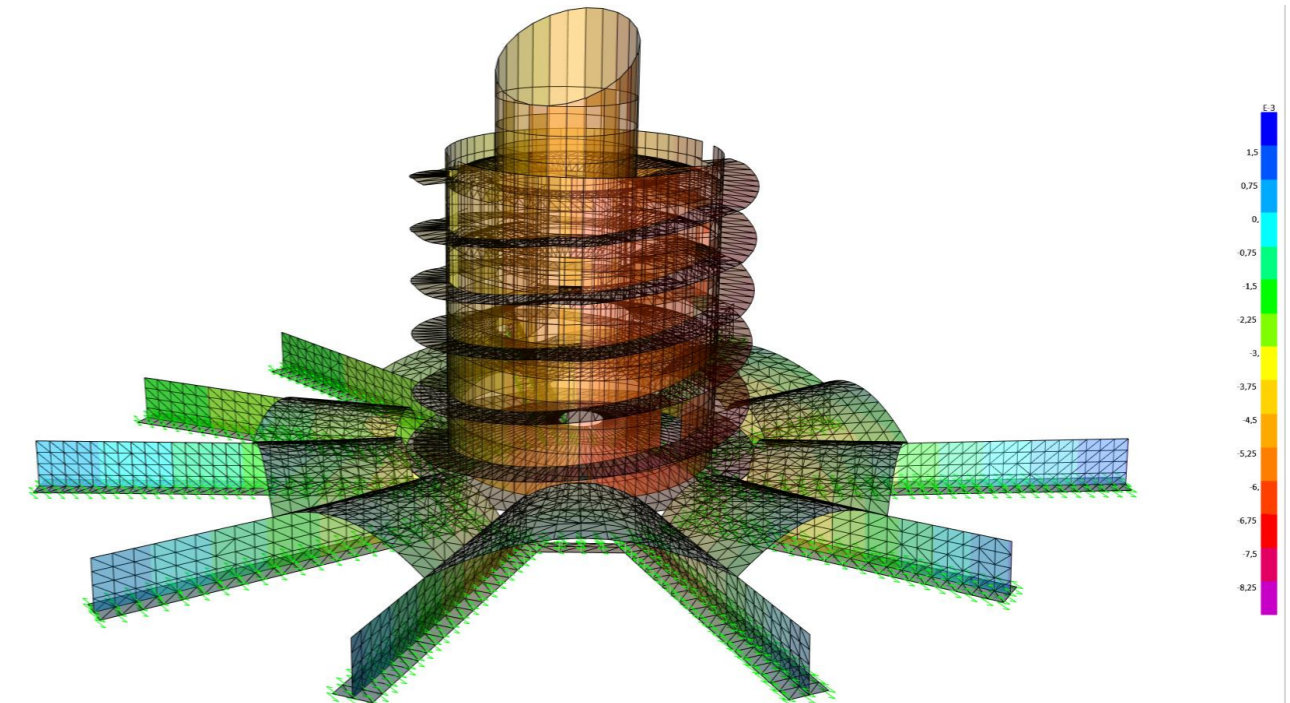
Se han resumido las mediciones y cálculos de flecha en las siguientes tablas:

Deformaciones U3 en ELSqpu:



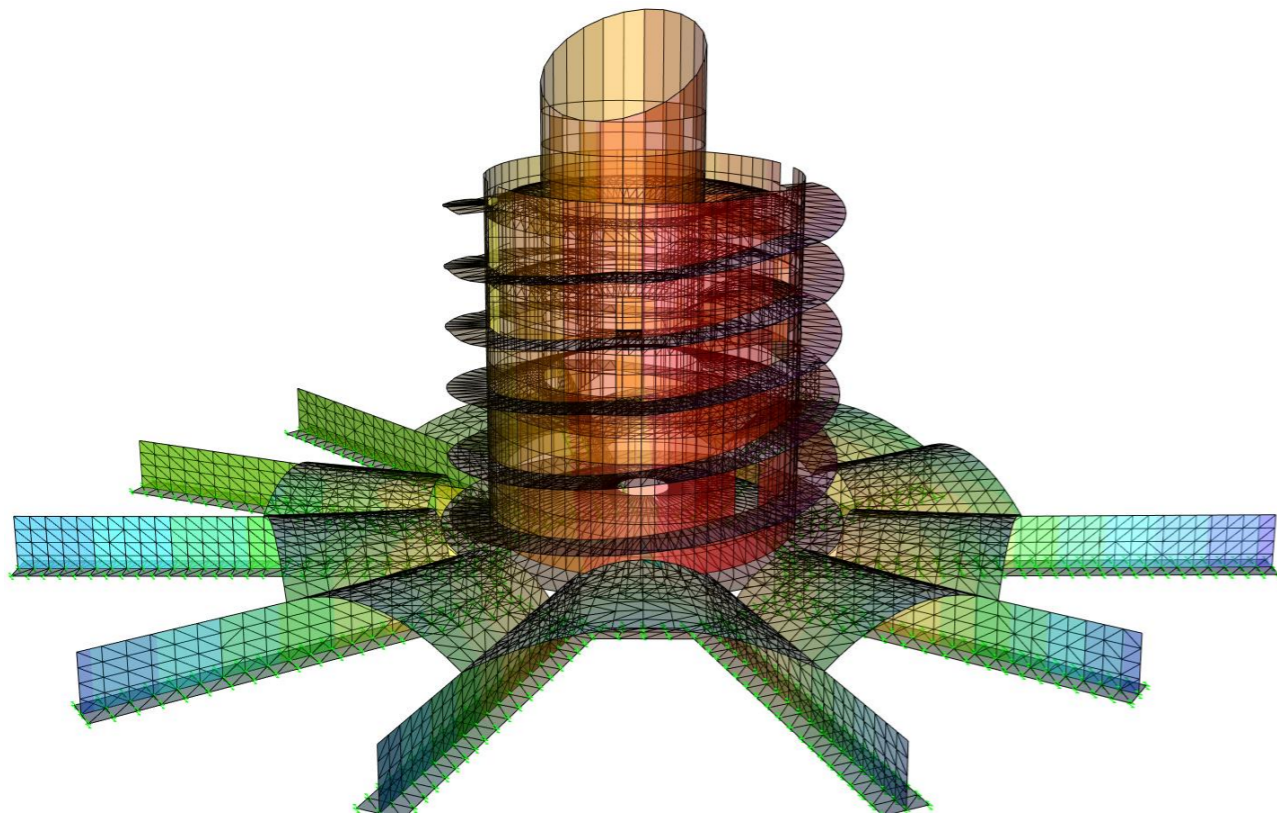
	apariciencia de la obra				límite 1/300
	dist (mm)	U31 (mm)	U32 (mm)	flecha (mm)	
cilindro exterior	16000	17	10	7	106,6666667
cilindro interior + cuadernas	13000	16	10	6	86,6666667
bóveda del inframundo	8000	17	11	6	53,33333333
bóvedas confesionales	4000	14	12	2	26,66666667
bóvedas de oratorios	2200	17	16	1	14,66666667
muros inferiores	18000	16	0	16	120

Deformaciones U3 en ELS int con:



	integridad de los elementos constructivos				
	luz (mm)	U3 ₁ (mm)	U3 ₂ (mm)	flecha (mm)	límite 1/350
cilindro exterior	16000	6,4	3,3	3,1	91,42857143
cilindro interior + cuadernas	13000	6,7	6	0,7	74,28571429
bóveda del inframundo	8000	6,5	3,8	2,7	45,71428571
bóvedas confesionales	4000	5	4,1	0,9	22,85714286
bóvedas de oratorios	2200	6,7	6	0,7	12,57142857
muros inferiores	18000	6,2	0	6,2	102,8571429

Deformaciones U3 en ELS scu



	confort de los usuarios				
	luz (mm)	U3 ₁ (mm)	U3 ₂ (mm)	flecha (mm)	límite 1/350
cilindro exterior	16000	2,8	1,4	1,4	91,42857143
cilindro interior + cuadernas	13000	2,6	1,5	1,1	74,28571429
bóveda del inframundo	8000	2,8	2,2	0,6	45,71428571
bóvedas confesionales	4000	3	2,6	0,4	22,85714286
bóvedas de oratorios	2200	2,2	1,7	0,5	12,57142857
muros inferiores	18000	3	0	3	102,8571429

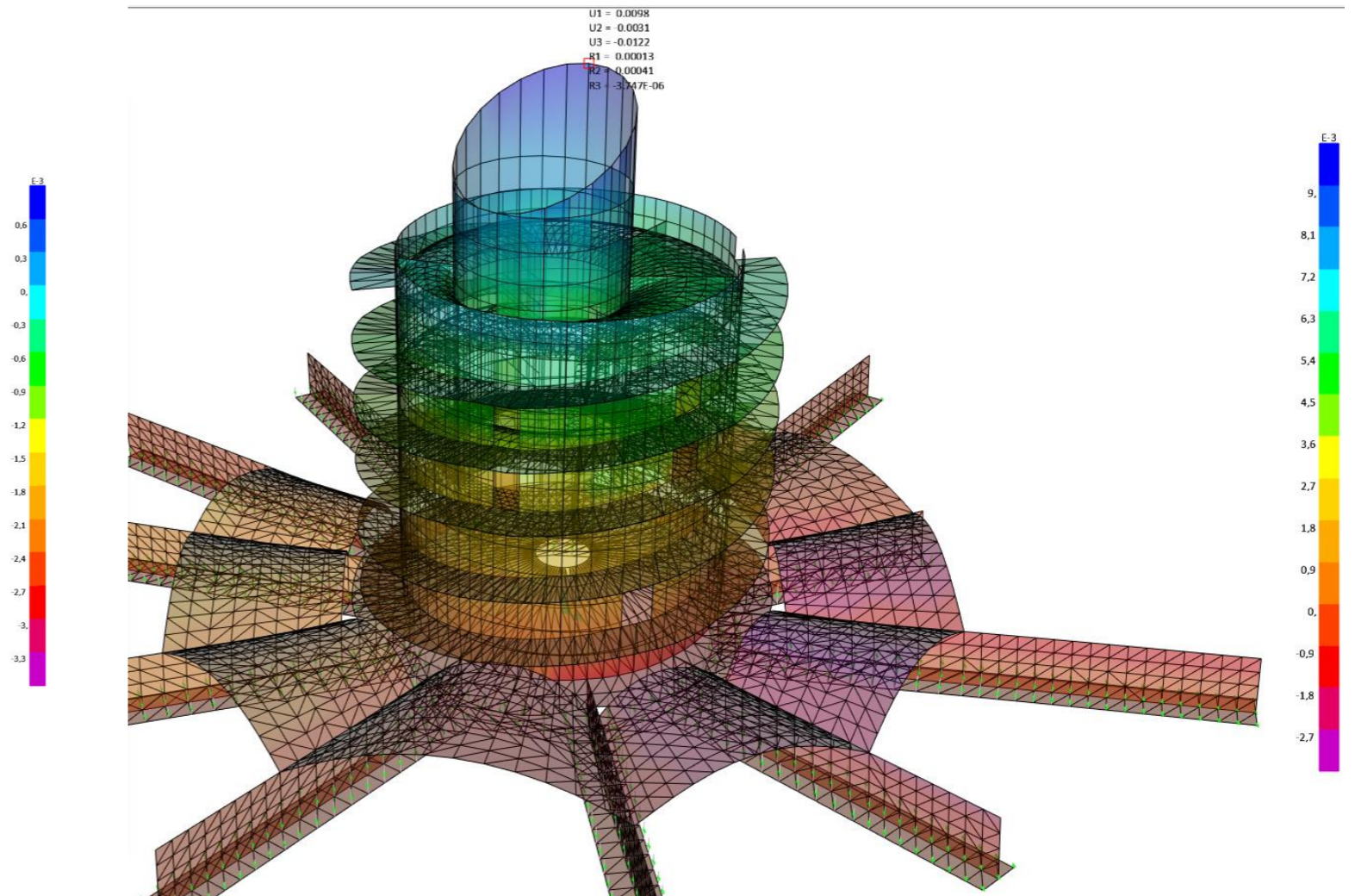
Desplomes

Visualmente se constata que el único desplome notorio es el global del edificio, producido por la propia asimetría de geometría y cargas en dirección global x. Por tanto, el viento actuando en dirección positiva x agrava esta situación, por lo que se ha comprobado el desplome global utilizando la hipótesis de carga ELSvx+.

Desplome total admisible = altura total / 500 = 28/500 = 56 mm

Tal y como se aprecia en el diagrama, el desplome en dirección x es de 10 mm, por lo que resulta admisible.

No se aprecian desplomes locales significativos.



Conclusiones

El edificio muestra una gran rigidez pese a la importante asimetría de geometría y cargas. La cimentación juega un papel muy importante al limitar los desplazamientos verticales diferenciales que podrían, de otro modo, afectar a la integridad constructiva de la obra y al confort de los usuarios. Las bóvedas tabicadas muestran muy pocas deformaciones. Por otra parte, no se han tenido en cuenta las deformaciones diferidas del hormigón, pero dado que las deformaciones instantáneas son órdenes de magnitud inferiores a las permitidas, los efectos del tiempo en la flecha nunca harían que ésta superase los límites del CTE.

COMPROBACIÓN DE ELU PARA BÓVEDAS DE OBRA DE FÁBRICA

Las bóvedas tabicadas son bóvedas de fábrica y deben calcularse como tales, dentro del moderno Análisis Límite de estructuras de fábrica (formulado con precisión por Heyman en numerosas contribuciones desde 1966). Dentro de este marco se demuestra el Teorema Fundamental de la Seguridad, cuyo principal corolario es el enfoque del equilibrio: si podemos encontrar una solución de equilibrio para la estructura de fábrica con el material trabajando a compresión, entonces la estructura es segura. La potencia del teorema reside en la posibilidad de "elegir" la solución de equilibrio. Si el analista es capaz de encontrar una solución de equilibrio a compresión, la estructura también será capaz de ello.

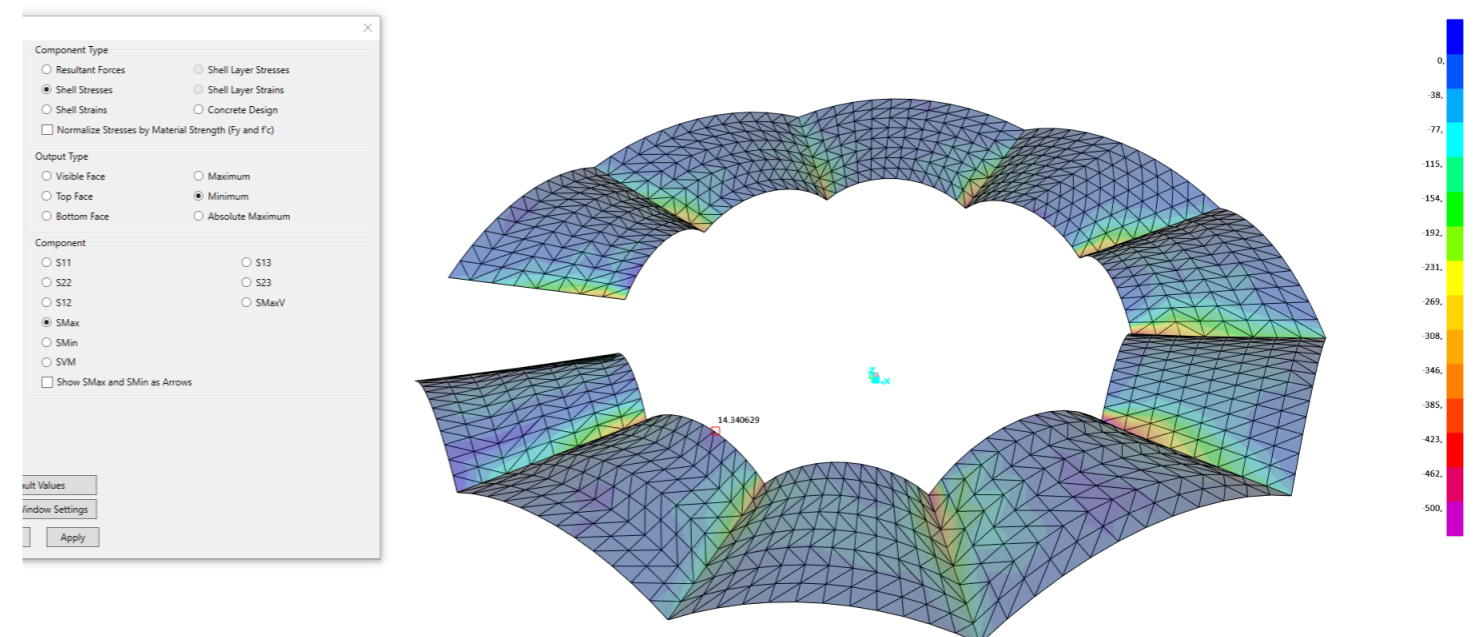
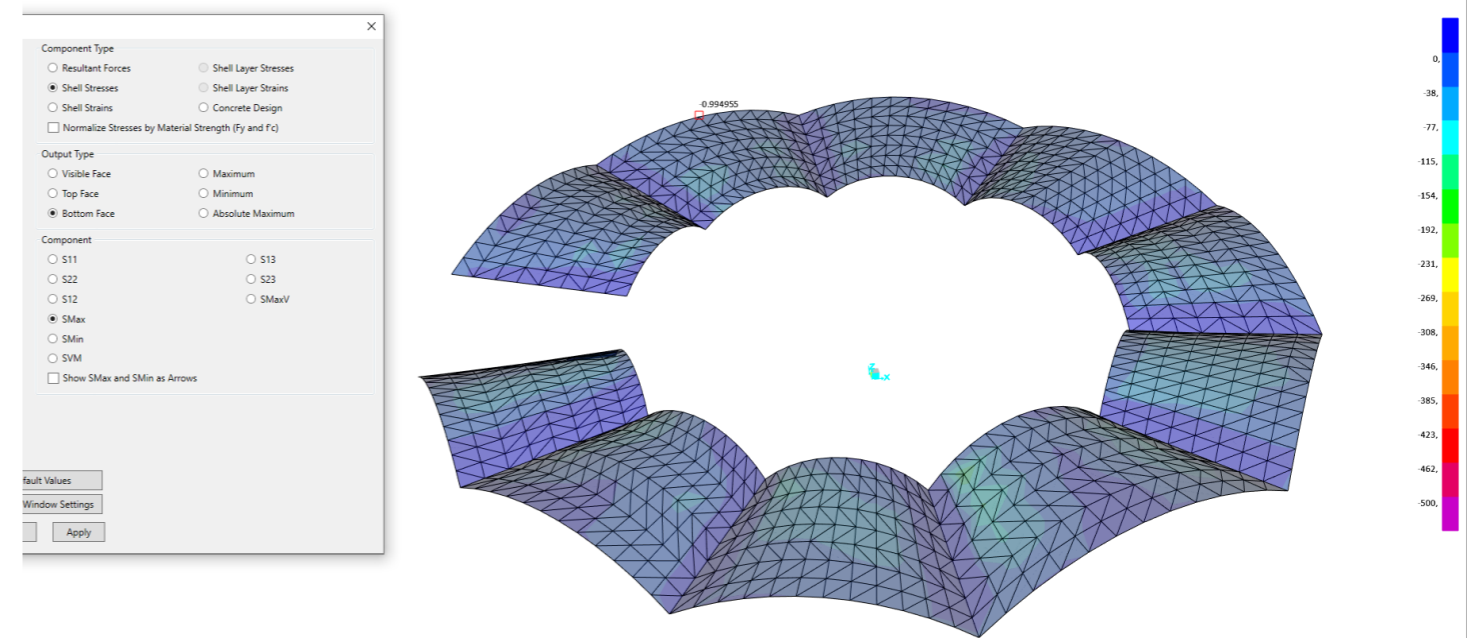
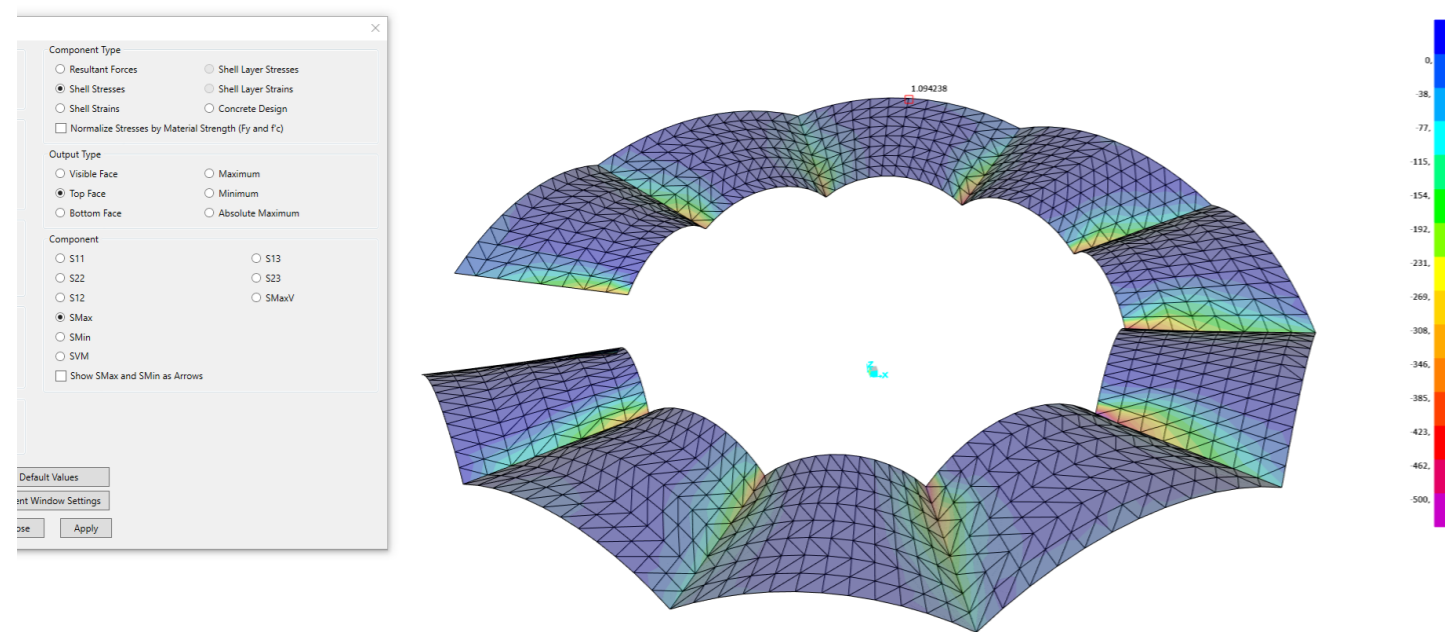
Se han analizado las tensiones principales máximas SMax generadas en los elementos finitos por un determinado estado de cargas (ELUu), tanto en la cara superior como en la cara inferior del elemento estructural. Si puede trazarse una línea de compresiones a lo largo de toda la sección de la bóveda que quede comprendida entre la cara superior y la cara inferior de la misma, se considera que la bóveda es estable. Una manera rápida de comprobar esto es visualizando en SAP el valor mínimo de las tensiones SMax de los elementos a considerar. Si no aparecen valores positivos (tracciones) en los diagramas de valores mínimos, se considera que la bóveda es estable.

Como se verá, Las bóvedas cumplen este requisito. Solo en algunos puntos aparecen valores positivos pequeños, indicando tracciones. Sin embargo, estas pequeñas zonas traccionadas no invalidan la solución al poder considerarse dos aspectos:

1. El material posee una cierta resistencia a la tracción.
2. La estructura es hiperestática y capaz, por ello, de encontrar un nuevo equilibrio cuando algunos de sus elementos fallan.

Por otra parte y como era de esperar, los valores máximos de compresión obtenidos (que se dan en la base de la bóveda del inframundo) son de 2.000 kN/m². Este valor está lejos de la resistencia a compresión del material, estimada en 20.000 kN/m²

DIAGRAMAS DE TENSIONES SMax EN BÓVEDAS INFERIORES: CARA SUPERIOR, CARA INFERIOR, MÍNIMO



Se observa que la cara superior presenta compresiones en los apoyos y tracciones en el centro de vano, mientras que en la cara inferior ocurre al contrario. Al superponer los dos estados se detectan pequeñas tracciones en zonas muy localizadas del centro de vano de algunas bóvedas.

DIAGRAMAS DE TENSIONES SMax EN BÓVEDA DEL INFRAMUNDO

Component Type

Resultant Forces Shell Layer Stresses

Shell Stresses Shell Layer Strains

Shell Strains Concrete Design

Normalize Stresses by Material Strength (Fy and Fc)

Output Type

Visible Face Maximum

Top Face Minimum

Bottom Face Absolute Maximum

Component

S11 S13

S22 S23

S12 SMaxV

SMax

SMin

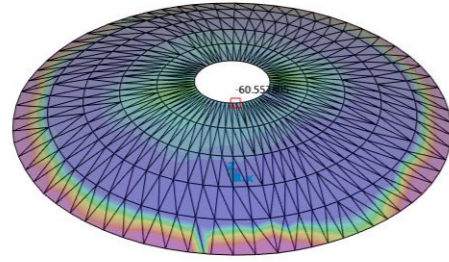
SVM

Show SMax and SMin as Arrows

Result Values

Window Settings

Apply



Component Type

Resultant Forces Shell Layer Stresses

Shell Stresses Shell Layer Strains

Shell Strains Concrete Design

Normalize Stresses by Material Strength (Fy and Fc)

Output Type

Visible Face Maximum

Top Face Minimum

Bottom Face Absolute Maximum

Component

S11 S13

S22 S23

S12 SMaxV

SMax

SMin

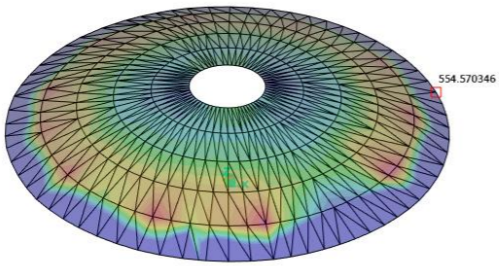
SVM

Show SMax and SMin as Arrows

Result Values

Window Settings

Apply



Component Type

Resultant Forces Shell Layer Stresses

Shell Stresses Shell Layer Strains

Shell Strains Concrete Design

Normalize Stresses by Material Strength (Fy and Fc)

Output Type

Visible Face Maximum

Top Face Minimum

Bottom Face Absolute Maximum

Component

S11 S13

S22 S23

S12 SMaxV

SMax

SMin

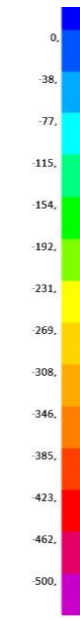
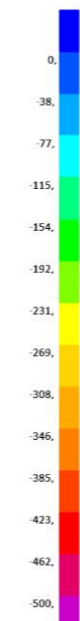
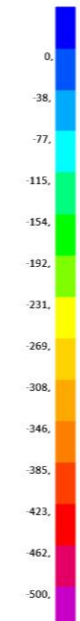
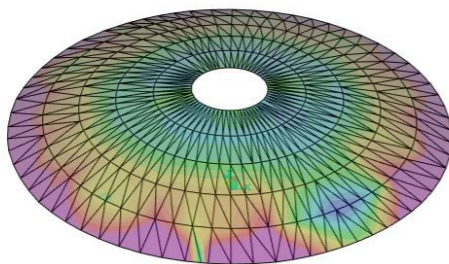
SVM

Show SMax and SMin as Arrows

Result Values

Window Settings

Apply



DIAGRAMAS DE TENSIONES SMax EN BÓVEDAS DE ORATORIOS

Component Type

Resultant Forces Shell Layer Stresses

Shell Stresses Shell Layer Strains

Shell Strains Concrete Design

Normalize Stresses by Material Strength (Fy and Fc)

Output Type

Visible Face Maximum

Top Face Minimum

Bottom Face Absolute Maximum

Component

S11 S13

S22 S23

S12 SMaxV

SMax

SMin

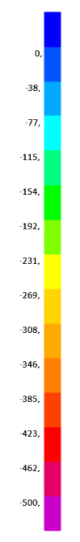
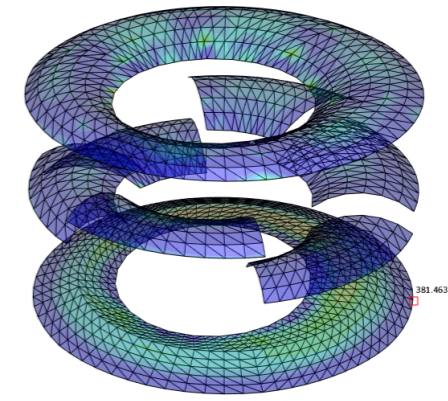
SVM

Show SMax and SMin as Arrows

Result Values

Window Settings

Apply



Component Type

Resultant Forces Shell Layer Stresses

Shell Stresses Shell Layer Strains

Shell Strains Concrete Design

Normalize Stresses by Material Strength (Fy and Fc)

Output Type

Visible Face Maximum

Top Face Minimum

Bottom Face Absolute Maximum

Component

S11 S13

S22 S23

S12 SMaxV

SMax

SMin

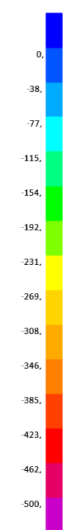
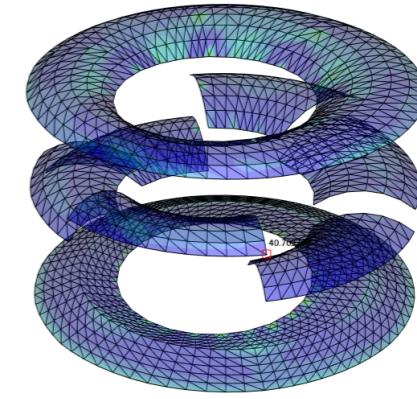
SVM

Show SMax and SMin as Arrows

Result Values

Window Settings

Apply



Component Type

Resultant Forces Shell Layer Stresses

Shell Stresses Shell Layer Strains

Shell Strains Concrete Design

Normalize Stresses by Material Strength (Fy and Fc)

Output Type

Visible Face Maximum

Top Face Minimum

Bottom Face Absolute Maximum

Component

S11 S13

S22 S23

S12 SMaxV

SMax

SMin

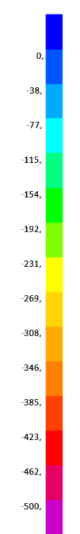
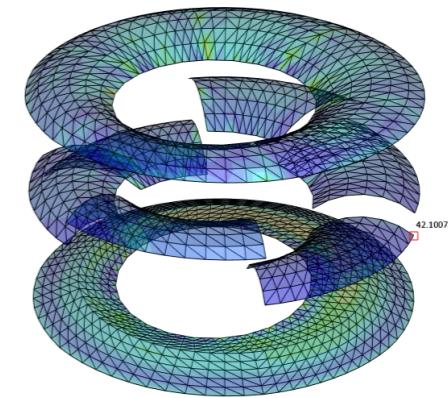
SVM

Show SMax and SMin as Arrows

Result Values

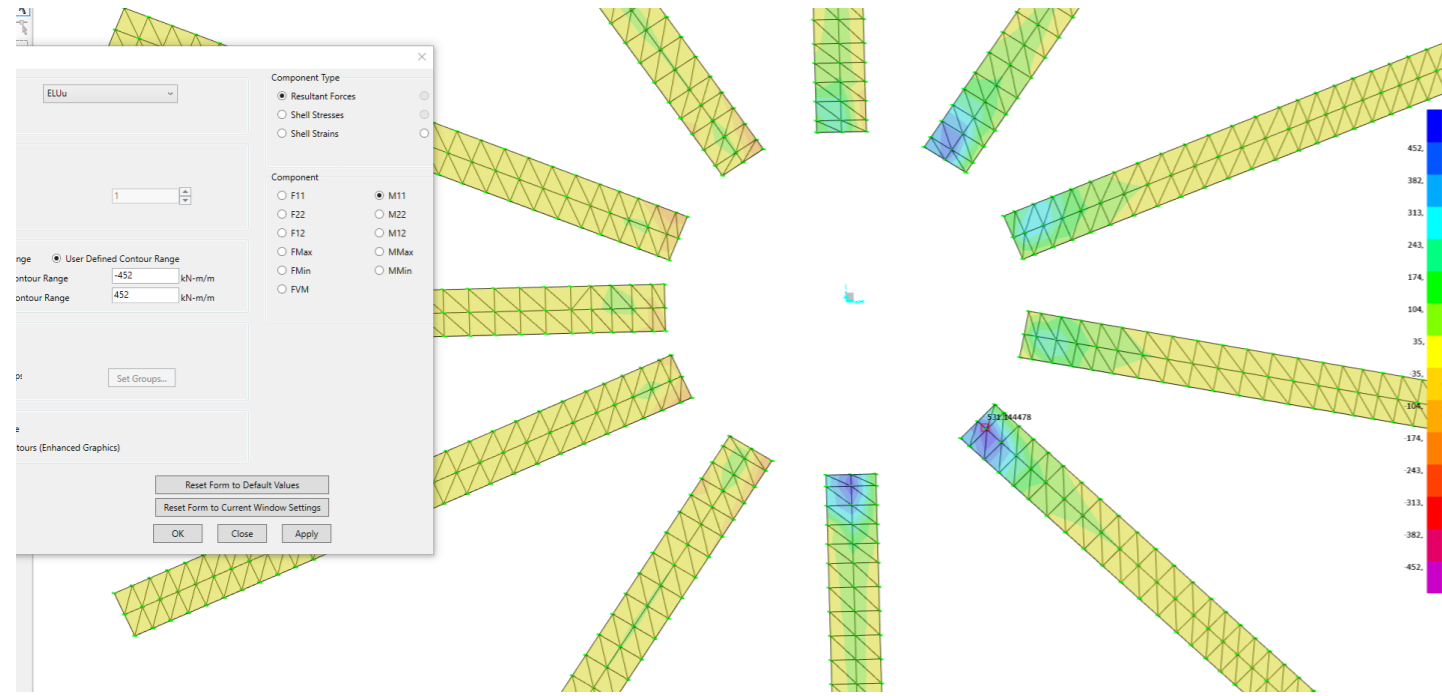
Window Settings

Apply

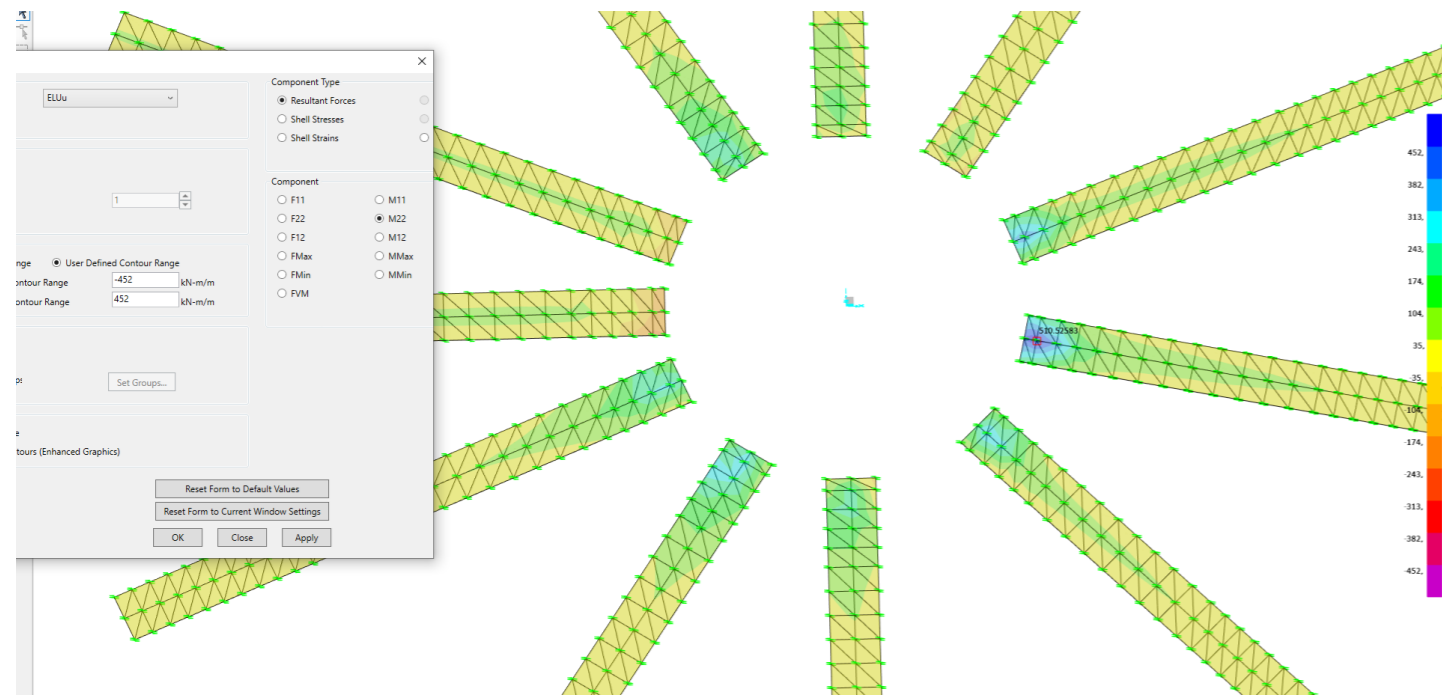


ARMADO DE ZAPATAS (flexión)

Se consideran elementos sometidos fundamentalmente a flexión, por lo que se desprecian los efectos del axil en el cálculo del armado. Las deformaciones son perpendiculares al plano de la zapata.



MOMENTOS M11 (PERPENDICULARES A LA DIRECTRIZ)



MOMENTOS M22 (PARALELOS A LA DIRECTRIZ)

Las dimensiones de la sección (75cm de canto) obligan a un armado mínimo importante que cubre de sobra el momento. Tan sólo en el extremo interior de las zapatas 4, 5 y 6 se dan valores de momento más altos y son necesarios refuerzos.

COMPROBACIÓN DE RESISTENCIA DE LOSAS MACIZAS		
DAVID GALLARDO LLOPIS - DICIEMBRE 2015		
DATOS DE PARTIDA		
Materiales y geometría		
Fck	30	N/mm ²
Gc	1,50	
Fcd	20,00	N/mm ²
Fyk	500	N/mm ²
Gy	1,15	
Fyd	434,78	N/mm ²
Tipo de elemento	CIMIENTO	
Canto Losa Maciza	75	cm
Recubrimiento Neto	5	cm
Cuantía mínima geométrica	146,74	kN
Cuantía mínima mecánica	600,00	kN

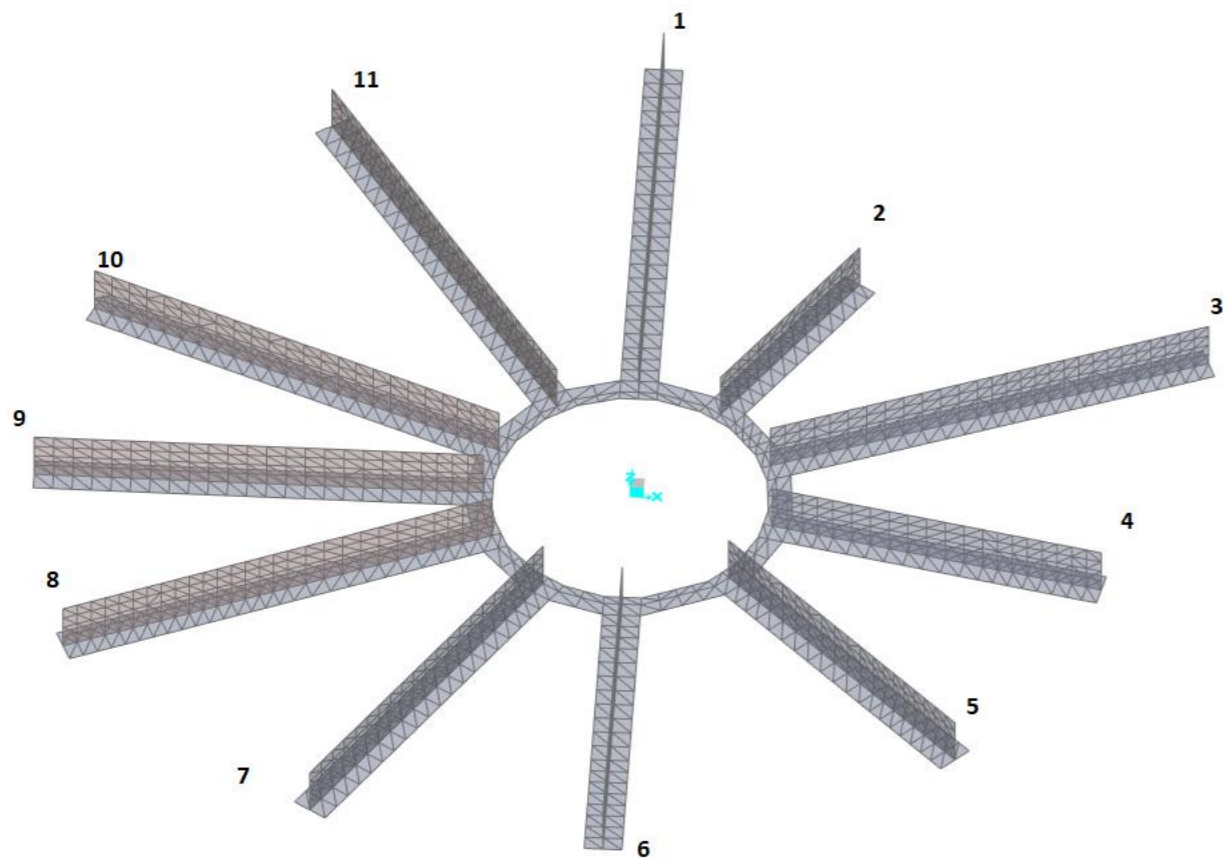
RESISTENCIA ELU		
FLEXIÓN POSITIVA/NEGATIVA Y CORTANTE		
Armadura de Base		
Diámetro de base	20	mm
Distancia entre barras de base	20	cm
Usd base	682,95	kN / m.a.
Canto útil	690,00	mm
M ult base	452,21	kNm/m.a.
Cortante resistido sin armadura específica (solo base)		
Epsilon	1,538382	
Cuantía geométrica	0,002277	
Vu2 (base)	241,67	kN/m.a.
Armadura de Refuerzo		
Diámetro de refuerzo	16	mm
Distancia entre barras de refuerzo	20	cm
Usd refuerzo	437,09	kN / m.a.
Usd base + refuerzo	1.120,05	kN / m.a.
Canto Útil Combinado	690,78	mm
M ult base + refuerzo	732,09	kNm/m.a.
Cortante resistido sin armadura específica (base más refuerzo)		
Epsilon	1,538078	
Cuantía geométrica	0,003729	

Armado base: $\phi 20$ cada 20 cm en dirección M1 y en dirección M2, en la cara superior y en la cara inferior de la zapata.

Refuerzos:

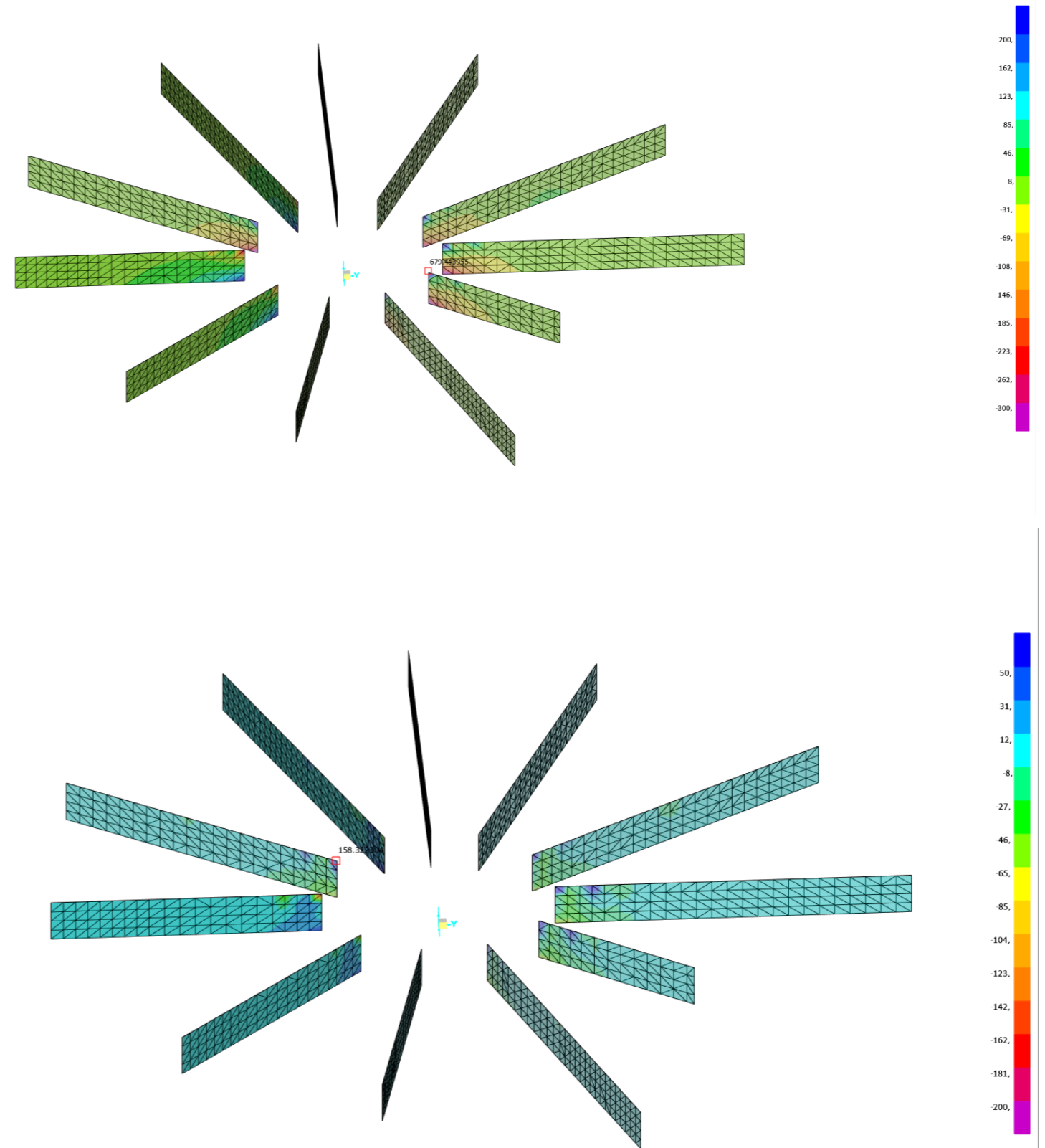
Zapata 4 refuerzo de positivos (cara inferior) de $\phi 16$ cada 20 cm en dirección M2 (paralela a la directriz)

Zapatas 5 y 6 refuerzo de positivos (cara inferior) de $\phi 16$ cada 20 cm en dirección M1 (perpendicular a la directriz)



ARMADO MUROS INFERIORES (axiles)

Las deformaciones son en el mismo plano del elemento estructural, axiles no despreciables



COMPROBACIÓN DE RESISTENCIA DE MUROS - DAVID GALLARDO LLOPIS - ENERO 2015

Display Shell Stresses

Case/Combo: ELUu

Component Type: Resultant Forces

Multivalued Options: Step

Contour Range: User Defined Contour Range

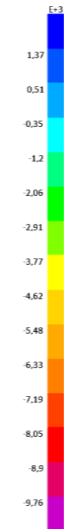
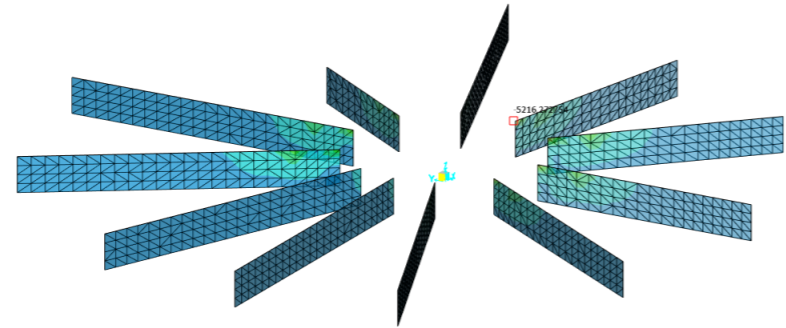
Minimum Value for User Contour Range: -9756.64 kN/m

Maximum Value for User Contour Range: 1365.91 kN/m

Stress Averaging: At All Joints

Miscellaneous Options: Show Deformed Shape, Show Continuous Contours (Enhanced Graphics)

Buttons: OK, Close, Apply



Display Shell Stresses

Case/Combo: ELUu

Component Type: Resultant Forces

Multivalued Options: Step

Contour Range: User Defined Contour Range

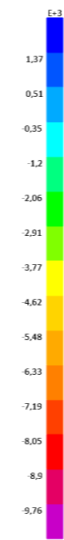
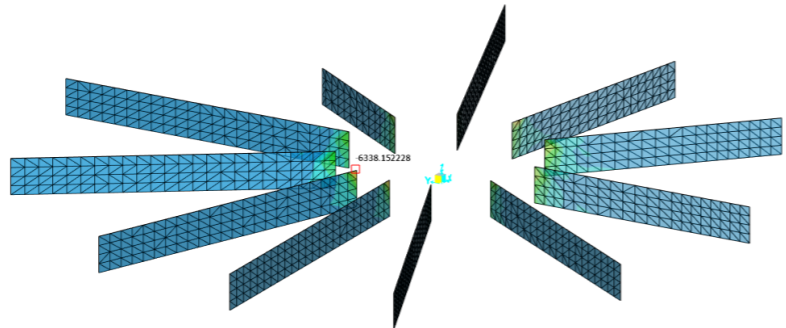
Minimum Value for User Contour Range: -9756.64 kN/m

Maximum Value for User Contour Range: 1365.91 kN/m

Stress Averaging: At All Joints

Miscellaneous Options: Show Deformed Shape, Show Continuous Contours (Enhanced Graphics)

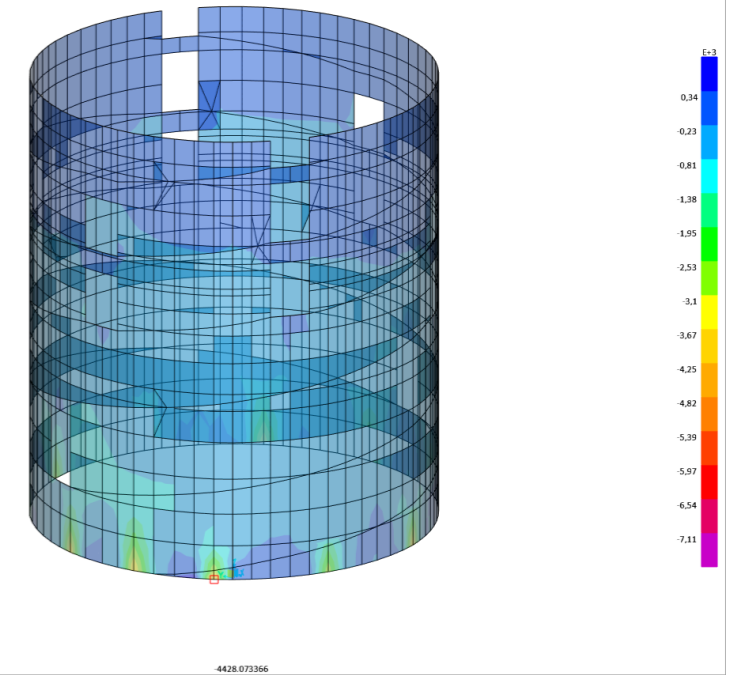
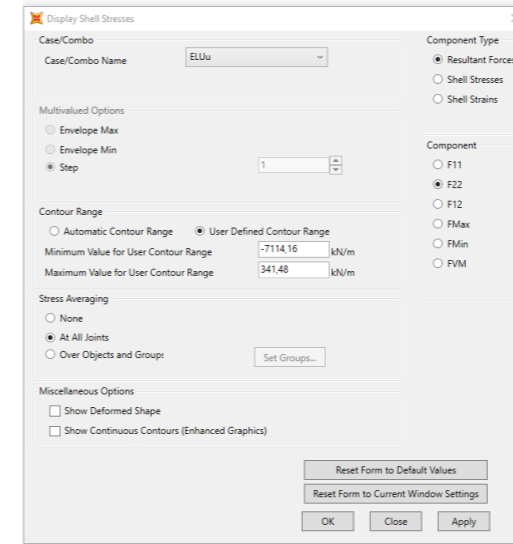
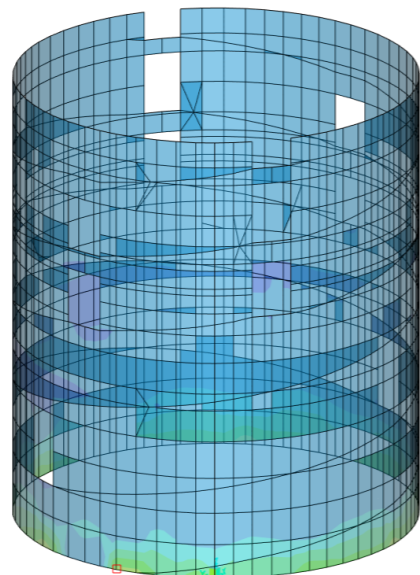
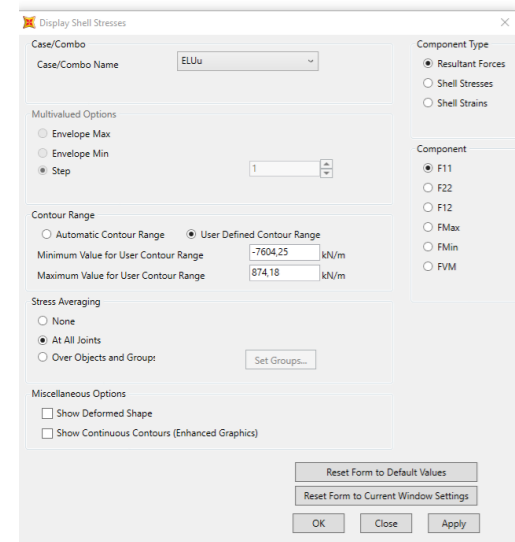
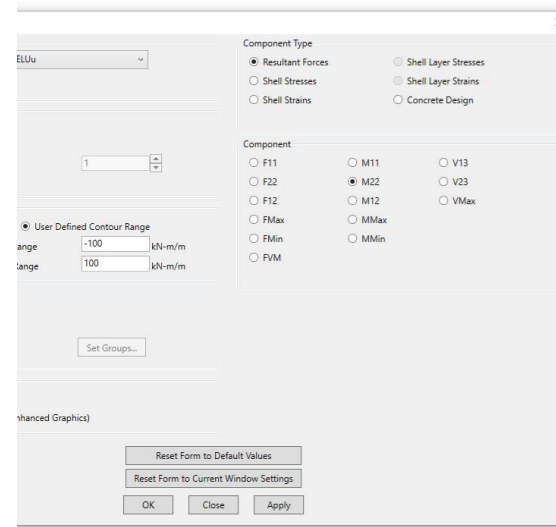
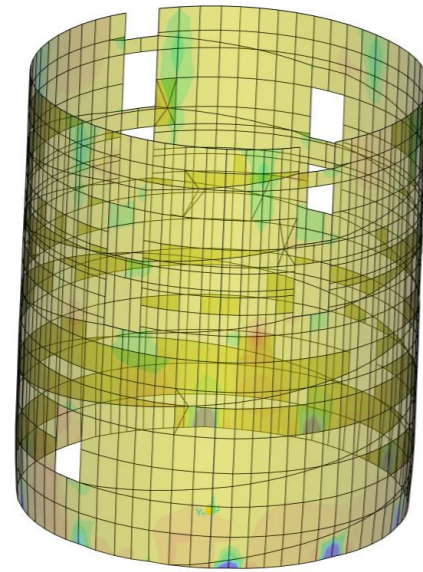
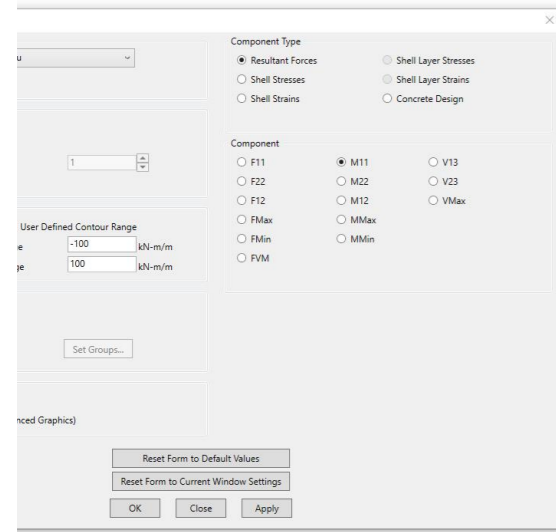
Buttons: OK, Close, Apply



Materiales			Geometría		
Fck	30	N/mm2	Espesor muro	50	cm
Gc	1,50		Recubrimiento Neto	3,5	cm
Fcd	20,00	N/mm2	Armadura exterior	horizontal	
Fyk	500	N/mm2	Recubrimiento armadura horizontal	4,50	cm
Gc	1,15		Recubrimiento armadura vertical	6,50	cm
Fyd (tracciones)	434,78	N/mm2			
Fyd (compresiones)	400,00	N/mm2			

ARMADO HORIZONTAL (simétrico en ambas caras)			ARMADO VERTICAL (simétrico en ambas caras)		
Armadura horizontal - fuerzas F11 [kN/m.a.]			Armadura vertical - fuerzas F22 [kN/m.a.]		
Diámetro de base horizontal	20	mm	Diámetro de base vertical	20	mm
Distancia vertical entre barras	20	cm	Distancia vertical entre barras	20	cm
Máxima compresión hormigón	8.500,00	kN/m.a.	Máxima compresión hormigón	8.500,00	kN/m.a.
Máxima compresión acero	1.256,64	kN/m.a.	Máxima compresión acero	1.256,64	kN/m.a.
Máxima compresión	-9.756,64	kN/m.a.	Máxima compresión	-9.756,64	kN/m.a.
Máxima tracción	1.365,91	kN/m.a.	Máxima tracción	1.365,91	kN/m.a.
Armadura horizontal - Momentos M11 [kNm/m.a.]			Armadura vertical - Momentos M22 [kNm/m.a.]		
Cuantía flexión transversal	682,95	kN / m.a.	Cuantía flexión transversal	682,95	kN / m.a.
Momento último flexión transversal	281,48	kNm/m.a.	Momento último flexión transversal	281,48	kNm/m.a.
Armadura horizontal - Cortantes V13 [kN/m.a.]			Armadura vertical - Cortantes V23 [kN/m.a.]		
Epsilon	1,678064		Epsilon	1,694210	
Cuantía geométrica	0,003611		Cuantía geométrica	0,003785	
Cortante último	193,82	kN/m.a.	Cortante último	189,64	kN/m.a.

ARMADO CILINDRO EXTERIOR (axiles)

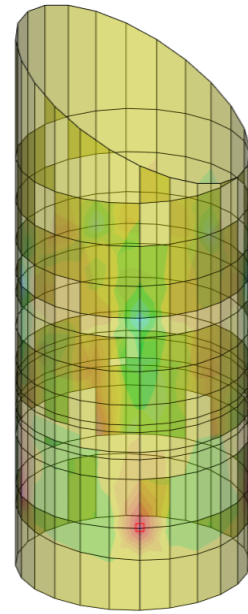
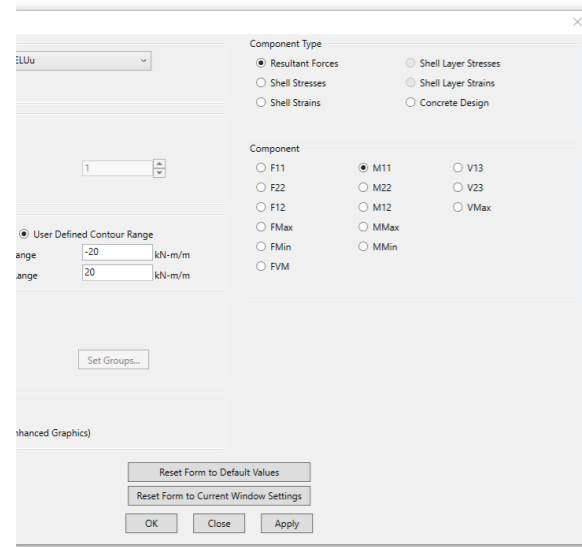


COMPROBACIÓN DE RESISTENCIA DE MUROS - DAVID GALLARDO LLOPIS - ENERO 2015

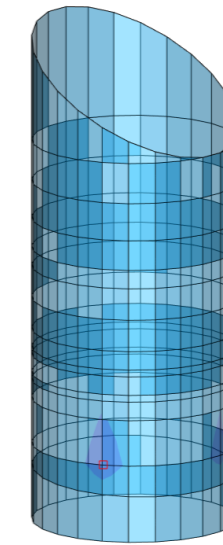
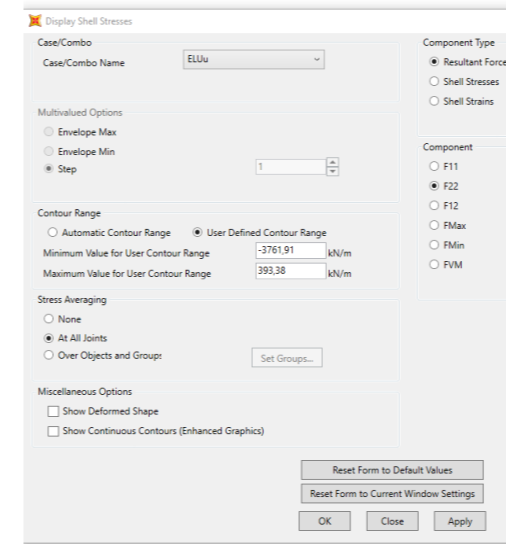
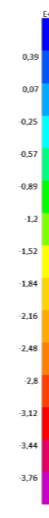
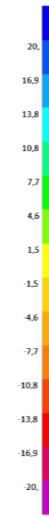
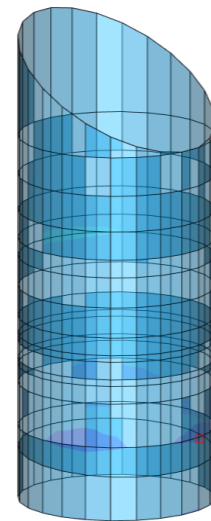
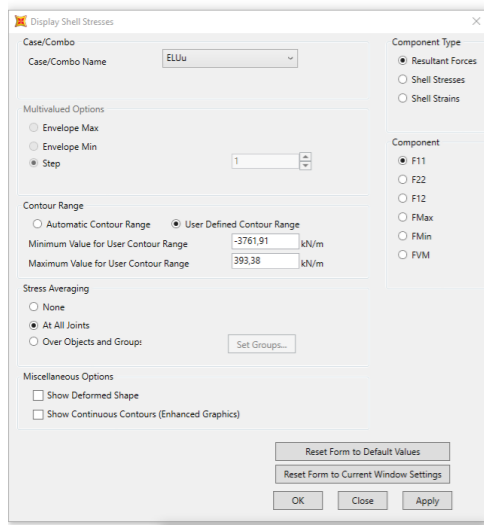
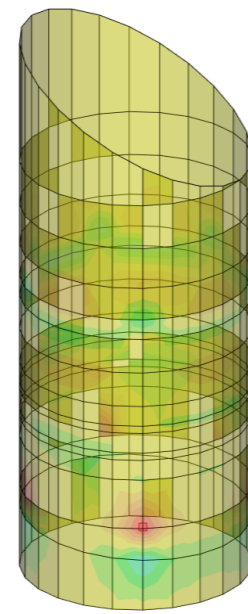
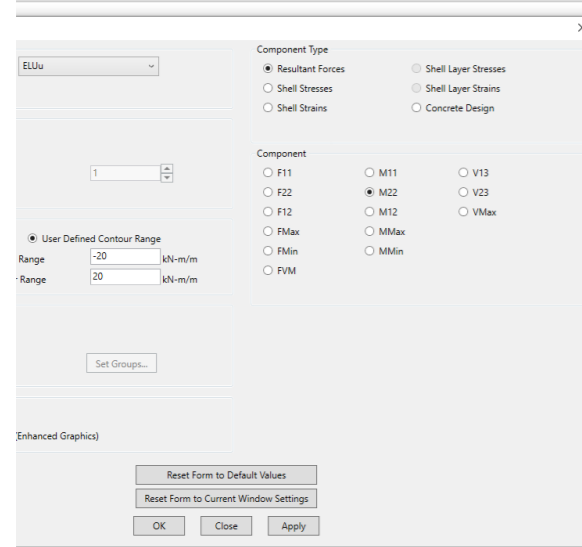
DATOS DE PARTIDA					
Materiales		Geometría			
Fck	30	N/mm ²	Espesor muro	40	cm
Gc	1,50		Recubrimiento Neto	3,5	cm
Fcd	20,00	N/mm ²	Armadura exterior	horizontal	
Fyk	500	N/mm ²	Recubrimiento armadura horizontal	4,30	cm
Gc	1,15		Recubrimiento armadura vertical	5,60	cm
Fyd (tracciones)	434,78	N/mm ²			
Fyd (compresiones)	400,00	N/mm ²			

ARMADO HORIZONTAL (simétrico en ambas caras)			ARMADO VERTICAL (simétrico en ambas caras)		
Armadura horizontal - fuerzas F11 [kN/m.a.]			Armadura vertical - fuerzas F22 [kN/m.a.]		
Diámetro de base horizontal	16	mm	Diámetro de base vertical	10	mm
Distancia vertical entre barras	20	cm	Distancia vertical entre barras	20	cm
Máxima compresión hormigón	6.800,00	kN/m.a.	Máxima compresión hormigón	6.800,00	kN/m.a.
Máxima compresión acero	804,25	kN/m.a.	Máxima compresión acero	314,16	kN/m.a.
Máxima compresión	-7.604,25	kN/m.a.	Máxima compresión	-7.114,16	kN/m.a.
Máxima tracción	874,18	kN/m.a.	Máxima tracción	341,48	kN/m.a.
Armadura horizontal - Momentos M11 [kNm/m.a.]			Armadura vertical - Momentos M22 [kNm/m.a.]		
Cuantía flexión transversal	437,09	kN / m.a.	Cuantía flexión transversal	170,74	kN / m.a.
Momento último flexión transversal	142,21	kNm/m.a.	Momento último flexión transversal	56,35	kNm/m.a.
Armadura horizontal - Cortantes V13 [kN/m.a.]			Armadura vertical - Cortantes V23 [kN/m.a.]		
Epsilon	1,765840		Epsilon	1,773823	
Cuantía geométrica	0,002948		Cuantía geométrica	0,001176	
Cortante último	149,43	kN/m.a.	Cortante último	108,22	kN/m.a.

ARMADO CILINDRO INTERIOR (axiles)



18.540199



7.315877

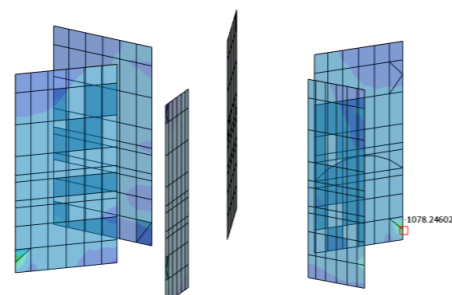
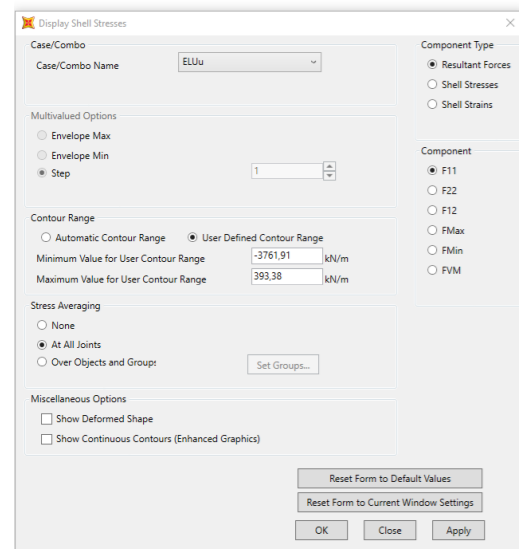
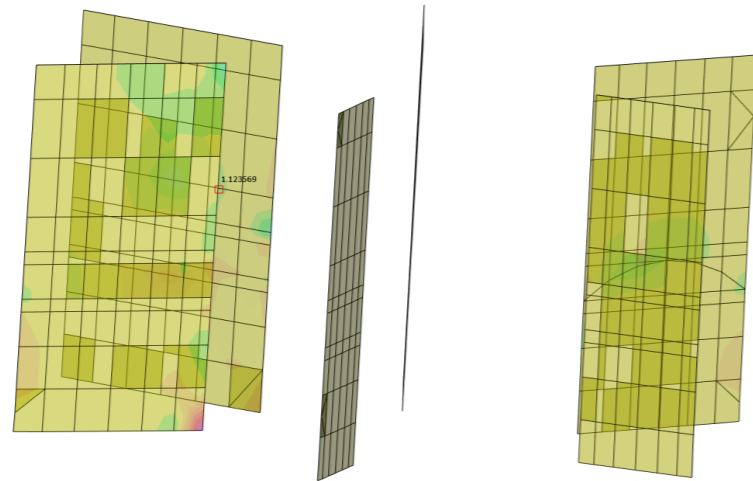
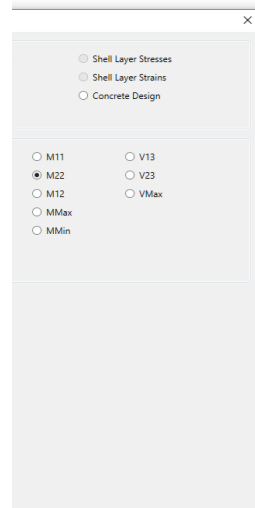
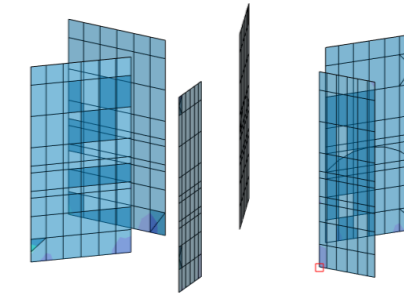
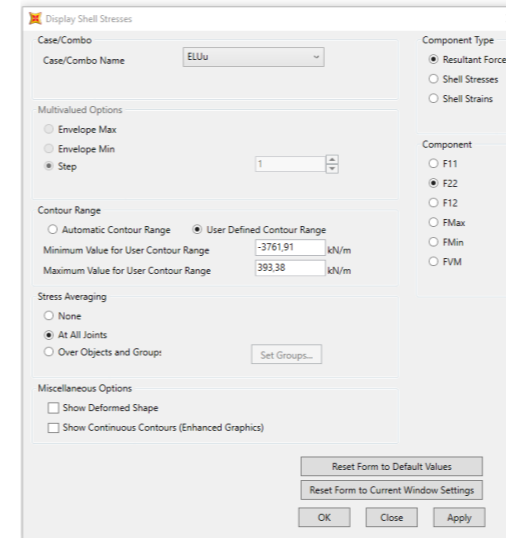
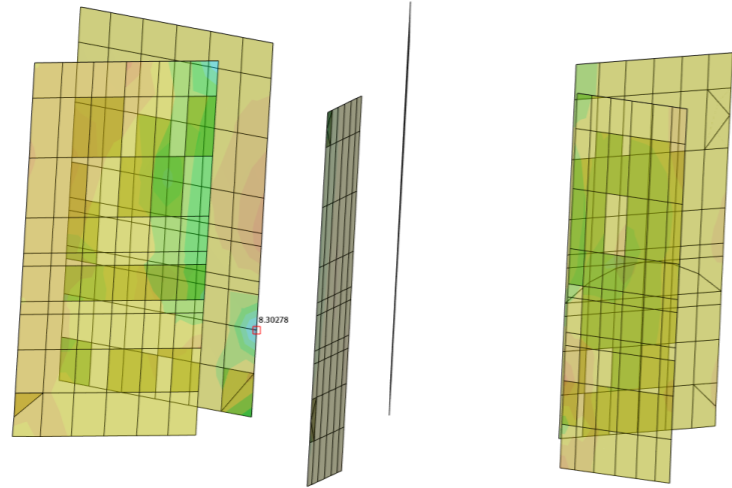
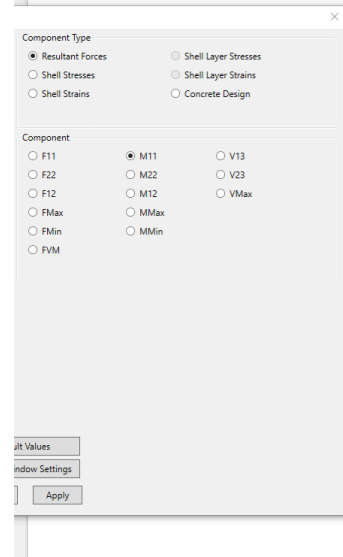


COMPROBACIÓN DE RESISTENCIA DE MUROS - DAVID GALLARDO LLOPIS - ENERO 2015

DATOS DE PARTIDA					
Materiales		Geometría			
Fck	30	N/mm ²	Espesor muro	20	cm
Gc	1,50		Recubrimiento Neto	3,5	cm
Fcd	20,00	N/mm ²	Armadura exterior	horizontal	
Fyk	500	N/mm ²	Recubrimiento armadura horizontal	4,10	cm
Gc	1,15		Recubrimiento armadura vertical	5,30	cm
Fyd (tracciones)	434,78	N/mm ²			
Fyd (compresiones)	400,00	N/mm ²			

ARMADO HORIZONTAL (simétrico en ambas caras)			ARMADO VERTICAL (simétrico en ambas caras)		
Armadura horizontal - fuerzas F11 [kN/m.a.]			Armadura vertical - fuerzas F22 [kN/m.a.]		
Diámetro de base horizontal	12	mm	Diámetro de base vertical	12	mm
Distancia vertical entre barras	25	cm	Distancia vertical entre barras	25	cm
Máxima compresión hormigón	3.400,00	kN/m.a.	Máxima compresión hormigón	3.400,00	kN/m.a.
Máxima compresión acero	361,91	kN/m.a.	Máxima compresión acero	361,91	kN/m.a.
Máxima compresión	-3.761,91	kN/m.a.	Máxima compresión	-3.761,91	kN/m.a.
Máxima tracción	393,38	kN/m.a.	Máxima tracción	393,38	kN/m.a.
Armadura horizontal - Momentos M11 [kNm/m.a.]			Armadura vertical - Momentos M22 [kNm/m.a.]		
Cuantía flexión transversal	196,69	kN / m.a.	Cuantía flexión transversal	196,69	kN / m.a.
Momento último flexión transversal	27,55	kNm/m.a.	Momento último flexión transversal	27,55	kNm/m.a.
Armadura horizontal - Cortantes V13 [kN/m.a.]			Armadura vertical - Cortantes V23 [kN/m.a.]		
Epsilon	2,166424		Epsilon	2,217161	
Cuantía geométrica	0,003077		Cuantía geométrica	0,003351	
Cortante último	80,17	kN/m.a.	Cortante último	77,52	kN/m.a.

ARMADO CUADERNAS (axiles)

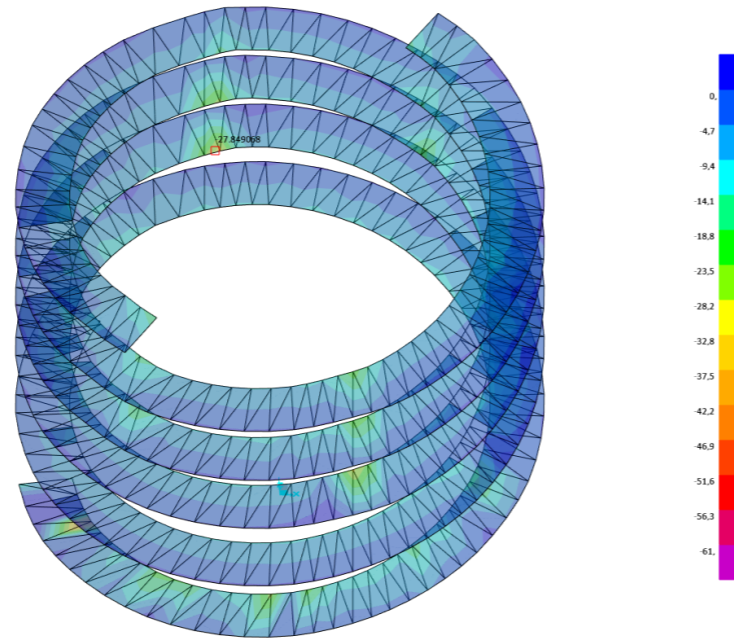
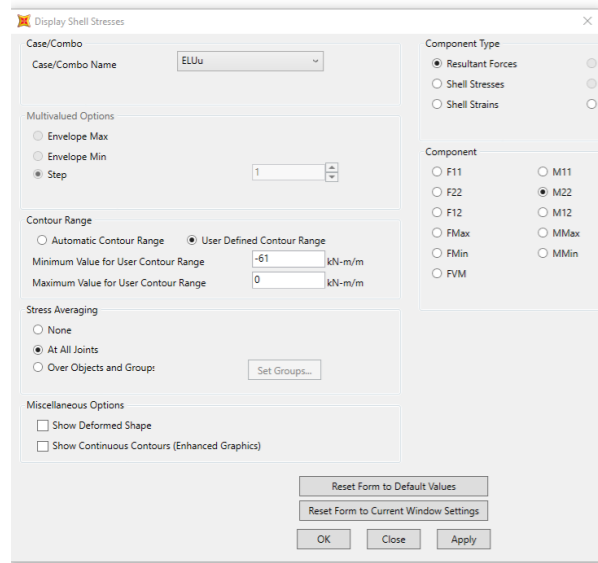
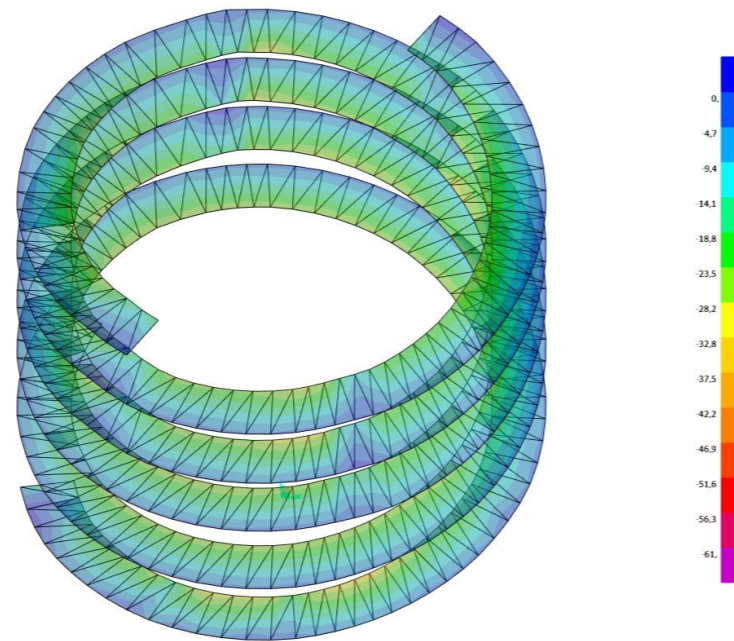
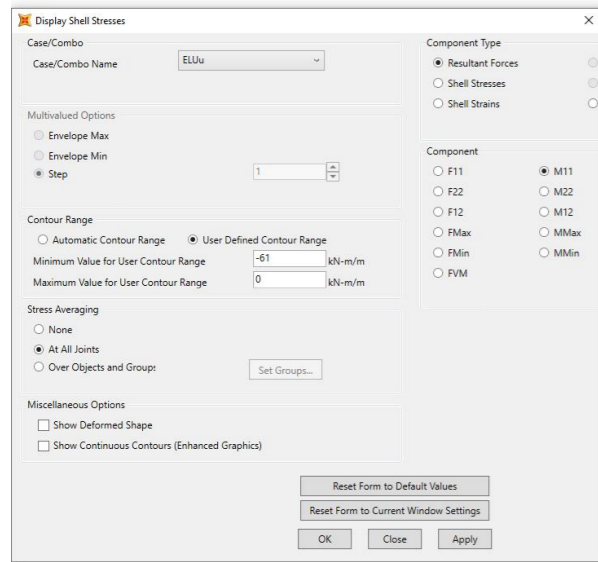


COMPROBACIÓN DE RESISTENCIA DE MUROS - DAVID GALLARDO LLOPIS - ENERO 2015

DATOS DE PARTIDA					
Materiales		Geometría			
Fck	30	N/mm2	Espesor muro	20	cm
Gc	1,50		Recubrimiento Neto	3,5	cm
Fcd	20,00	N/mm2	Armadura exterior	horizontal	
Fyk	500	N/mm2	Recubrimiento armadura horizontal	4,10	cm
Gc	1,15		Recubrimiento armadura vertical	5,30	cm
Fyd (tracciones)	434,78	N/mm2			
Fyd (compresiones)	400,00	N/mm2			

ARMADO HORIZONTAL (simétrico en ambas caras)			ARMADO VERTICAL (simétrico en ambas caras)		
Armadura horizontal - fuerzas F11 [kN/m.a.]			Armadura vertical - fuerzas F22 [kN/m.a.]		
Diámetro de base horizontal	12	mm	Diámetro de base vertical	12	mm
Distancia vertical entre barras	25	cm	Distancia vertical entre barras	25	cm
Máxima compresión hormigón	3.400,00	kN/m.a.	Máxima compresión hormigón	3.400,00	kN/m.a.
Máxima compresión acero	361,91	kN/m.a.	Máxima compresión acero	361,91	kN/m.a.
Máxima compresión	-3.761,91	kN/m.a.	Máxima compresión	-3.761,91	kN/m.a.
Máxima tracción	393,38	kN/m.a.	Máxima tracción	393,38	kN/m.a.
Armadura horizontal - Momentos M11 [kNm/m.a.]			Armadura vertical - Momentos M22 [kNm/m.a.]		
Cuantía flexión transversal	196,69	kN / m.a.	Cuantía flexión transversal	196,69	kN / m.a.
Momento último flexión transversal	27,55	kNm/m.a.	Momento último flexión transversal	27,55	kNm/m.a.
Armadura horizontal - Cortantes V13 [kN/m.a.]			Armadura vertical - Cortantes V23 [kN/m.a.]		
Epsilon	2,166424		Epsilon	2,217161	
Cuantía geométrica	0,003077		Cuantía geométrica	0,003351	
Cortante último	80,17	kN/m.a.	Cortante último	77,52	kN/m.a.

ARMADO RAMPAS HELICOIDALES (flexión)



COMPROBACIÓN DE RESISTENCIA DE LOSAS MACIZAS		
DAVID GALLARDO LLOPIS - DICIEMBRE 2015		
DATOS DE PARTIDA		
Materiales y geometría		
Fck	30	N/mm ²
Gc	1,50	
Fcd	20,00	N/mm ²
Fyk	500	N/mm ²
Gy	1,15	
Fyd	434,78	N/mm ²
Tipo de elemento	FORJADO	
Canto Losa Maciza	30	cm
Recubrimiento Neto	3,5	cm
Cuantía mínima geométrica	117,39	kN
Cuantía mínima mecánica	240,00	kN
RESISTENCIA ELU		
FLEXIÓN POSITIVA/NEGATIVA Y CORTANTE		
Armadura de Base		
Diámetro de base	12	mm
Distancia entre barras de base	20	cm
Usd base	245,86	kN / m.a.
Canto útil	259,00	mm
M ult base	61,14	kNm/m.a.
Cortante resistido sin armadura específica (solo base)		
Epsilon	1,878750	
Cuantía geométrica	0,002183	
Vu2 (base)	109,25	kN/m.a.

TABLA RESUMEN ARMADO DE MUROS

ELEMENTO	ESPESOR	HORIZONTAL		VERTICAL		ARMADO HORIZONTAL	ARMADO VERTICAL
		CUANTÍA MIN	AREA MIN	CUANTÍA MIN	ÁREA MIN		
	cm		cm ²		cm ²	simétrico 2 caras	simétrico 2 caras
MUROS INFERIORES	50	0,0016	8	0,0009	4,5	1φ20 c 20 cm	1φ20 c 20 cm
MURO CILINDRO EXTERIOR	40	0,0016	6,4	0,0009	3,6	1φ16 c 20 cm	1φ10 c 20 cm
MURO CILINDRO INTERIOR	20	0,0016	3,2	0,0009	1,8	1φ12 c 25 cm	1φ12 c 25 cm
CUADERNAS	20	0,0016	3,2	0,0009	1,8	1φ12 c 25 cm	1φ12 c 25 cm