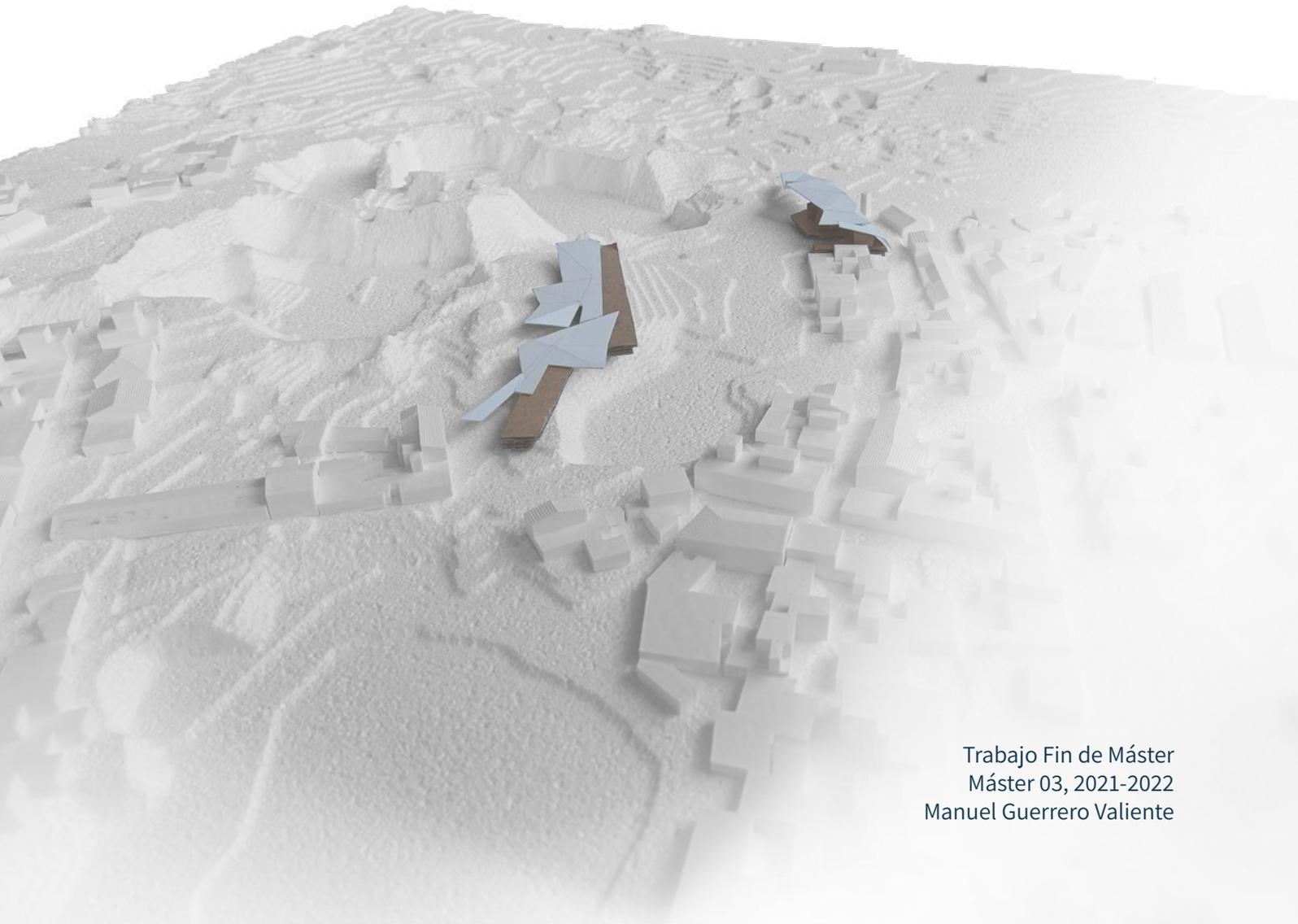


**PATRIMONIO DE ARTE Y GRANITO
ESCULPIR EL ESPACIO URBANO**

RESIDENCIA DE ARTISTAS-ESCUPTORES EN LAS CANTERAS DE FUENSANTA DE GERENA.





ÍNDICE

1. MEMORIA DESCRIPTIVA	5
1.1 Arquitectura, Paisaje y Emoción.	5
1.2 Esculpir el espacio urbano.	6
1.3 Arte y granito. Vectores para un proyecto endógeno.	10
2. Memoria justificativa	21
2.1 Memoria descriptiva y justificativa	21
2.2 Seguridad contra Incendios	24
2.3 Seguridad estructural	26
2.4 Ahorro energético	36
2.5 Higiene y Salubridad	40
2.6 Protección frente al ruido	44
2.7 Seguridad de Utilización y Accesibilidad	46
2.8 Justificación de la estructura auxiliar y elementos de la envolvente.	48
2.9 Ficha resumen	51
3. Epígrafes de mediciones y valoración económica	53



1. MEMORIA DESCRIPTIVA

1.1 Arquitectura, Paisaje y Emoción.

La forma de la arquitectura no es la arquitectura. Esta es mucho más, sus raíces están más profundas: en las personas, el contexto, características materiales, aspectos climáticos, etc. Todo lo cual lleva a una determinada formalización del proyecto.

La arquitectura se percibe a través de experiencias y emociones, lo que nos mueve de la impasibilidad ante el entorno que nos rodea. Cuando un lugar es capaz de emocionarnos, en cierto modo lo convertimos en nuestro. Dejamos de sentirlo como algo externo y pasamos a sentirnos parte de él.

La Carta Europea del Paisaje define a este concepto como algo que construimos con nuestra propia mirada. Las vistas, los recorridos, los colores, el tiempo, etc. generan paisaje, pero este siempre es subjetivo, porque lo construimos nosotros a través de nuestras experiencias personales.

La experiencia sobre el espacio (y sobre cualquier otro aspecto), y la forma en que esta se produce ha sido objeto de reflexión de numerosos filósofos y arquitectos, entre otros. Podríamos resumir, con gran superficialidad, que la experiencia depende tanto de nuestra sensibilidad emocional, como de nuestra estructura de pensamiento, que interpretará y reconocerá nuestra percepción, la mayoría de las veces automática y subconscientemente.

Como arquitectos, tenemos la capacidad de influir, mediante el diseño de los espacios, en la percepción sensorial de la experiencia. Puesto que la interpretación es una cuestión más personal, interna, inherente a cada persona, tal vez abordable desde el campo de la Pedagogía o la Psicología.

Peter Zumthor establece bajo el concepto de *Atmósfera*¹ las cualidades de esta sensibilidad emocional. A riesgo de parecer una exposición teórica sobre la percepción y la experiencia, considerar estas cuestiones como arquitectos nos llevan a considerar intrínsecamente a las personas no como usuarios, sino como seres humanos que nos relacionamos con el entorno, sentimos y nos vemos motivados por él. Lo que nos lleva al punto de partida: sentirnos parte del espacio y no ajenos a él.

¹ ZUMTHOR, P. (2006). *Atmosphären*. Basel: Birkhäuser Verlag.

1.2 Esculpir el espacio urbano.

1.2.1 Evolución del sistema de canteras de granito de Gerena

Gerena, ubicada en el piedemonte de la Sierra Norte de Sevilla, forma parte de un sistema de asentamientos y que el propio Plan de Ordenación del Territorio de la Aglomeración Urbana de Sevilla (POTAUS) reconoce como una unidad compuesta por Aznalcóllar, Gerena y Guillena. Bajo la mirada territorial enfocada en el punto de vista del sistema minero, también podemos incluir a Alcalá del Río en esta entidad territorial.

Reconocemos un sistema cuya impronta ha configurado este territorio ya desde época romana, en la que el mineral que se extraía en estos pueblos se transportaba hasta embarcar en el río Betis en Ilipa Magna (Alcalá del Río).

Este paisaje de transición entre el valle y la sierra presenta hoy día numerosas sugerencias desde las perspectivas territoriales, arquitectónicas, turísticas, artísticas, culturales, lúdico-deportivas, etc.

Esta red interna del piedemonte se conecta a través de otra malla con el núcleo urbano de Sevilla. Dejando de lado el tráfico rodado por la autovía (que incluiríamos en otra red de transporte de mucha mayor escala, velocidad y capacidad), encontramos un sistema de interconexiones vinculadas al territorio, unas de origen histórico como las cañadas reales que unen Santiponce con Gerena, esta con Guillena y Aznalcóllar, entre otras; y otras, como la ruta del agua, vinculadas a procesos contemporáneos.

La evolución de usos en el entorno de la cantera de Fuensanta y del Helipuerto responde a una clasificación que podríamos decir de suelo urbano no consolidado, en la que el uso global hasta finales de la década de los 80 es el de explotación minera, con una edificación mayoritariamente vinculada a la explotación y/o residencial, probablemente de familias dedicadas a la explotación de las canteras igualmente.

A partir de la década de 1990 y, fundamentalmente, entrando el siglo XXI, se consolidan los vacíos existentes, dejando únicamente los correspondientes a las canteras, que se van rellenando, bien con escombros y arena, bien con agua, lo que las hace impracticables para una cimentación de edificios tradicional, por lo que quedan como únicos vacíos urbanos existentes, en el mejor de los casos, reconvertidos a espacios públicos, como la cantera de la Rodadera o de la Plaza de Toros. El uso global pasa en esta época a ser residencial, si bien ya no queda vinculado a las canteras, pues estas quedan exentas de actividad. Destaca, como es habitual en procesos edificatorios previos a la LOUA, la carencia de espacios públicos y equipamientos.

Todo esto ha supuesto la pérdida de valores de un sistema territorial y de gran especificidad en Gerena.

1.2.2 Parámetros generales

El municipio de Gerena presenta una red conformada por 19 elementos del Sistema General de Equipamientos y 9 del S.G. Espacios Libres, situadas principalmente en la zona central del núcleo urbano, según el Plan de Adaptación Parcial a la LOUA. (18 junio 2010). Analizando la información gráfica del esquema "INFORMACIÓN-Sistemas Generales", observamos los siguientes datos:

-S.G.E.L.: 94.639 m²

-S.G. Equipamientos: 65.765 m²

* Educativo: 23.210 m²

* Deportivo: 24.702 m²

* SIPS: 17.861 m²

- Población: 7.740²
- Estándar de espacios libres: $94.639 / 7.740 = 12'22 \text{ m}^2/\text{hab}$
- Estándar de equipamientos: $65765 / 7.740 = 8'49 \text{ m}^2/\text{hab}$

Al entrar con más detenimiento en la zona próxima a las canteras (en un entorno de aproximadamente 5 minutos andando desde los límites que establece el PE-4 para el entorno de Fuensanta, que correspondería a las secciones censales 4104502001 y 4104502002) se observa que el estándar de espacios libres se reduce considerablemente, hasta el punto de que no cumpliría con el Art. 10.c de la LOUA si constituyese una actuación urbanística per se ($3'17 \text{ 2}/\text{hab}$).

Esto enfatiza la necesidad de crear en las canteras una operación cuyo uso global sea el de espacios libres, con un uso complementario de equipamiento, ya sea deportivo o de servicios de interés público y social.

1.2.3 Propuesta urbanística

Según el planeamiento vigente, la superficie que debe abarcar el Plan Especial-4 en su sector A (cantera de Fuente Santa), es de 43.069 m², mientras que el PGOU en aprobación inicial de 2010 reconoce unos nuevos límites más acordes a la realidad física y urbanística, aumentando a 45.317 m² la superficie afectada por el PE-4. No obstante, ambas normativas desvinculan espacios de borde urbano que necesitan cualificarse atendiendo a los valores patrimoniales y paisajísticos de la cantera, y dejan como parcela urbana a la cantera de Pepe Luis, siendo patente, tanto por su situación física, urbanística y proyectual, la necesidad de integrarla en un conjunto de actuación común.

Por tanto, se propone una innovación del Plan Especial 4, cuya área afectada corresponde a las canteras identificadas como “1-Fuente Santa” y “4-Tajo Pepe Luis”, con unas superficies de 51.615 m² y 9.523 m² respectivamente. La operación se subdivide en dos planes especiales diferentes, atendiendo a diferentes clasificaciones del suelo.

El Plan Especial 4a tiene una superficie gráfica de 27.787 m² de SUNC, es un plan discontinuo, ya que presenta una zona principal en el ámbito de las propias canteras, mientras que incluye una zona en el actual mirador de las canteras, con características de borde urbano, separada físicamente de la principal, y que supone un 12'30 % de la superficie total del plan.

El Plan Especial 4b tiene una superficie gráfica de 39.909 m² de SNU de especial protección.

En total, el área afectada por la innovación es de 67.696 m² (6.558 m² más que el área combinada de ambas canteras, ya que se entiende la necesidad de vincular viarios y otros espacios no propiamente pertenecientes a los espacios mineros).



Imagen 1. Vista panorámica cantera Fuensanta. Autoría propia.

2 Instituto Nacional de Estadística (1 enero, 2021). Cifras oficiales de población de los municipios españoles. Recuperado de [Sevilla: Población por municipios y sexo. \(2895\) \(ine.es\)](https://inec.es)

1.2.4 Determinaciones urbanísticas

En el Plan Especial 4a, que se divide en tres zonas diferentes, las superficies de usos pormenorizados son las siguientes:

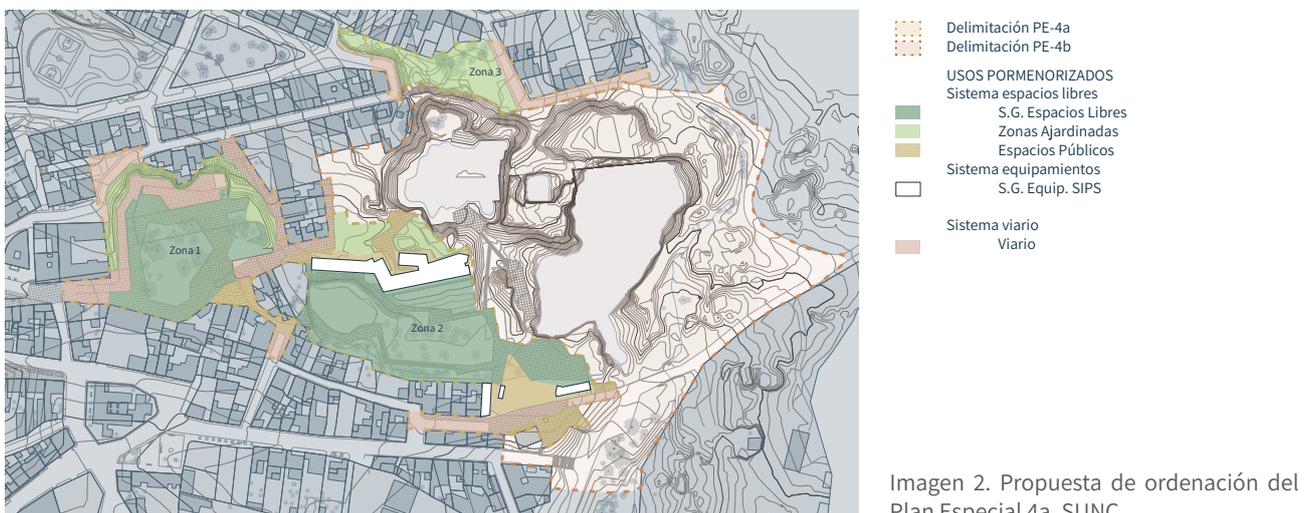
4a	Superficie	Superficie EL	Equipamientos	Viario
Zona 1	10.505'97 m ²	7.148'59 m ²	162'37 m ² S	3.357'39 m ²
Zona 2	13.866'11 m ²	11.058'48 m ²	1.858'51 m ² S	1.421'38 m ²
Zona 3	3.416'33 m ²	2.214'95 m ²	-	1.201'39 m ²
TOTAL	27.787 m ²	20.422 m ²	1.549 m ²	5.980 m ²

De los 3.357'39 m² de viario de la zona 1, 284'98 m² se destinan a aparcamientos, en total, 19 plazas + 2 de minusválidos + 2 de motocicletas, cumpliendo ampliamente el porcentaje de, al menos, 2 plazas accesibles por cada 100 totales, establecido en la LOUA.

La edificabilidad de las edificaciones auxiliares en los espacios libres del PE-4a es la siguiente:

Edificabilidad Equipamiento en Espacios Libres Plan Especial 4a:		
	Superficie equipamientos	Índice edificabilidad máxima
Zona 1	162'37 m ² S	259'8 m ² T
Zona 2	1.858'51 m ² S	2.972'8 m ² T
Zona 3	-	0 m ² T

Respecto a los criterios de ordenación que propone la Innovación del Plan Especial 4a, se establece que el uso global será el de Sistema General de Espacios Libres, por lo que los criterios serán consecuentes con este uso. No obstante, en la zona 2, donde se ubicará el grueso del proyecto edificatorio, se permite la construcción de un volumen edificado que ocupe, como máximo, el 15 % de la superficie de la zona y disponga de una edificabilidad máxima de 1'6 m²/m²_T, cumpliendo así las determinaciones del PGOU de 2010 en aprobación inicial.



ZONA	ORDENA- CIÓN	PARCELA- CIÓN	EDIFICACIÓN				USOS
			POSICIÓN / ALINEACIÓN	OCUP. MÁXIMA	EDIFIC. MÁXIMA	VOLUMEN (Nº PLANTAS)	
1	Espacios libres	No se permite la división en varias parcelas	Se permiten construcciones auxiliares	3%	---	---	Uso ppal: Sistema General Espacios Libres Usos compatibles: Aparcamiento en Planta(s) Sótanos, máx. 25% ocupación Equipamientos SIPS: Máx. 5% ocupación
2	Espacios libres	No se permite la división en varias parcelas	Se permite Equipamiento SIPS	15%	1'6 m ² T/ m ² S	Recomen- dado B+1	Uso ppal: Sistema General Espacios Libres Usos complementarios: Equipamiento SIPS
3	Espacios libres	No se permite la división en varias parcelas	Se permiten construcciones auxiliares	5%	---	---	Uso ppal: Sistema General Espacios Libres

En el Plan Especial 4b las superficies de usos pormenorizados son las siguientes:

4b	Superficie	Zonas accesibles	Lámina de agua	de Viario	Otras
Zona 1	39.909 m ²	3.871'82 m ²	8.249'10 m ²	2.725'45 m ²	25.055'62 m ²



Imagen 3. Propuesta de ordenación del Plan Especial 4b. SNU.

1.3 Arte y granito. Vectores para un proyecto endógeno.

El proyecto presenta muy diversas situaciones que enriquecen y complementan una experiencia que puede ser realmente atractiva. Situarte al nivel del agua, sentirte rodeado por la cantera, casi poder imaginarse a los trabajadores extrayendo el material o al “chancas”³ transportando el agua para beber.

Recorrer unos pocos de metros, sin esfuerzo, y encontrarte en la parte alta, dominando el espacio de la cantera, que se abre a tus pies, mientras la vista se pierde en el horizonte de la campiña de Gerena, a veces interrumpida por algún edificio que desfigura el paisaje idílico y nos recuerda el carácter artificial, de explotación artificial, que nos trae de vuelta de esa evasión que nos infunde el paisaje.

Y, por supuesto, toda una suerte de situaciones intermedias que enriquecen aún más la singularidad del entorno.

De entre estas situaciones que el proyecto y el lugar ofrecen, interesan particularmente la condición de límite difuso de la zona de actuación, una gran dificultad, pero, a la vez, potencialidad.

1.3.1 Integración a escala urbana

A nivel territorial, destaca la confluencia de dos vías pecuarias en esta zona, lo cual es una gran fortaleza del lugar como polo de acceso para un turismo rural, pecuario y ciclista, deportivo y que, en cierto modo, podemos asumir con un nivel de compromiso mayor para con el entorno, natural y construido, de dichas vías pecuarias.

Pero no solo su valor radica en reconocerlas y aprovecharlas, sino también en acogerlas e incluirlas. Invitar a reconocer el lugar, a pasear y detenerse. Incluso, tal vez, se puede plantear el proyecto como apoyo a un posible ramal que uniese por el interior del núcleo urbano dos tramos de vías pecuarias, a través de ciertas directrices que pondrían el foco en el proyecto como punto neurálgico de este nuevo recorrido cultural (y territorial, deportivo, etc.).

En el interior de la zona de intervención existen dos canteras con características cualitativas muy diferentes, incluso en la propia de Fuensanta podemos distinguir numerosos espacios con condiciones muy diversas. No obstante, es a raíz de estas “muy diversas” experiencias y emociones que se pueden percibir en ellos que el proyecto encuentra su potencial seductor.

Hablar de la realidad físico-ecológica, es hablar de los afloramientos de granito, que son los que dotan de singularidad e interés a la componente productiva y socioeconómica de Gerena durante finales del siglo XIX y gran parte del siglo XX. Durante este transcurso de tiempo se ha ido moldeando físicamente las canteras, que le han dado su valor paisajístico actual, pero también un modelo histórico-cultural que queda en el imaginario colectivo gerenero.

La propuesta que se ofrece trata de reconocer estas identidades, que abarcan desde la escala territorial hasta la más cercana, visual, táctil, de la roca y el paisaje de Fuente Santa.

En referencia al capítulo anterior, en el que se reconocía la existencia de un eje este-oeste que nace en las propias inmediaciones de la cantera de Fuente Santa y cruza el núcleo urbano de Gerena, existe la oportunidad de crear un itinerario cultural que recorra las calles San Pedro, Fragua, Rodadera, Av. Los Canteros y Av. La Estación, en total, 20.135 m², con un tratamiento del pavimento que priorice el trazado peatonal y la accesibilidad universal, en el que se distribuyan elementos divulgativos, y fomenta actividades deportivas, culturales y turísticas vinculadas a la identidad e historia del propio trazado.

³ Chancas es el término usado por los mineros gereneros para referirse comúnmente al aguador.

1.3.2 Entorno y actuaciones de carácter urbano en el ámbito de las canteras

A excepción de los propios espacios interiores de los equipamientos, la propuesta tratará de dotar el mayor espacio público posible. Sendos planes especiales (4a y 4b) abarcan una delimitación que incluye condicionantes de bordes urbanos para integrar paisajística y materialmente el entorno de la propuesta con la trama urbana. Se emplearán, en la medida de lo posible, los mismos materiales o una combinación adecuada entre ellos.

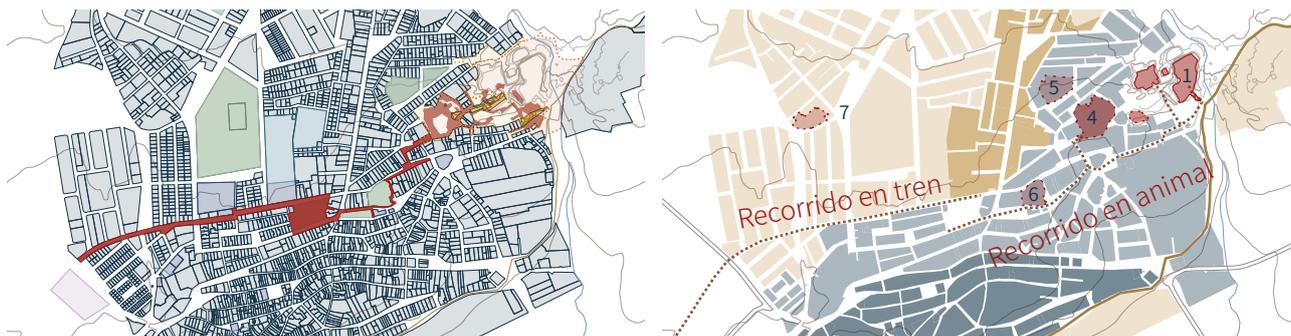


Imagen 4. Propuesta de recorrido urbano (izquierda) en comparativa con el trazado histórico del mineral.

Existirá un recorrido accesible y de anchura suficiente (mínimo 2'50 m) que discurra desde la Fuente Santa, por el interior de las canteras, hasta la calle Fragua, que posteriormente se prolongará en el recorrido urbano este-oeste. Este recorrido quedará integrado en la propuesta paisajísticamente, pudiendo albergar usos programáticos complementarios de los propios equipamientos.

Accesibilidad universal

Las diferencias de cota provocadas por la topografía se solventarán, en la medida de lo posible, garantizando recorridos peatonales con una pendiente inferior al 6%, y con el empleo de suelos lisos y clase de resbaladividad 3. No obstante, y especialmente en suelos enmarcados dentro de la clasificación de No Urbanizable, se procurará generar amplias superficies de suelo no pavimentado pero accesibles peatonalmente, para crear diversos itinerarios que permitan recorrer los espacios de las canteras. Únicamente se dispondrán de bandas de paso de un ancho no inferior a 1'20 metros, bien con baldosas de granito, hormigón drenante o madera, que garanticen la accesibilidad universal a la mayoría de espacios, excepto a aquellos en los que, por su diferencia de nivel, la actuación requeriría una modificación topográfica excesiva.

Vegetación

Las condiciones de plantación serán atendiendo a la utilización de especies autóctonas o, en su defecto, especies recomendadas por la Junta de Andalucía en el “Catálogo de árboles y arbustos recomendables para las diferentes zonas climáticas de Andalucía, aplicable al medio urbano”. Se procurará que las zonas verdes constituyan un mínimo del 50% de la superficie total de intervención, garantizando un drenaje mínimo de agua de lluvia a la red de saneamiento urbana.

Saneamiento

En relación al apartado anterior, se considerará un coeficiente de escorrentía medio (Cm) del 0'2 para superficies no pavimentadas, y del 0'85 para áreas pavimentadas. En áreas donde el pavimento sea mediante el empleo de hormigón poroso drenante, se considerará un Cm de 0'2. Los imbornales no tendrán una superficie de aportación superior a 500 m².

Se procurará que exista una distancia mínima de 2 m desde el trazado de las instalaciones hidro-sanitarias urbanas hasta los puntos de plantación vegetal. En los casos en los que no fuere posible, el material empleado para las tuberías será, obligatoriamente, polietileno de alta densidad.

Iluminación

Las condiciones de iluminación aplicarán el RD 1890/2008, por el que se aprueba el Reglamento de eficiencia energética en instalaciones de alumbrado exterior y sus Instrucciones técnicas complementarias EA-01 a EA-07.

Para el cálculo, se considerarán los viarios con una clase mínima D4-S3, y el resto de áreas, E-S3.⁴ El nivel S3 establece una iluminancia media de 7'5 lux y mínima de 1'5 lux. El material empleado para las lámparas serán halógenos o sodio de baja presión, quedando prohibida la iluminación LED debido a su baja eficiencia por altas temperaturas diurnas.

CLASES O NIVELES DE REFERENCIA PARA ÁREAS PEATONALES Y DE TRÁFICO LENTO	
DESCRIPCIÓN	CLASES DE ALUMBRADO
Vías de muy elevado prestigio urbano.	CE1A
Vías de alto prestigio urbano	CE2
Calzadas de prestigio urbano	S1
Utilización intensa por peatones o ciclistas	S2
Utilización moderada por peatones o ciclistas	S3
Utilización baja por peatones o ciclistas solo, asociada a las propiedades adyacentes	S4

Imagen 5. Tabla clases de referencia de iluminación para áreas peatonales. MICT.

La eficiencia energética mínima será tipo C, calculada mediante la siguiente expresión:

$$\varepsilon = \frac{S \cdot E_m}{P} \left(\frac{m^2 \cdot lux}{W} \right)$$

Donde,

ε es la eficiencia energética

S la superficie iluminada

E_m la iluminancia media

P la potencia total instalada



Imagen 6. Etiqueta calificación energética. MICT.

⁴ Fuente: Guía Técnica de Aplicación: Eficiencia Energética en Instalaciones de Alumbrado Exterior. IDAE

1.3.3 Intervención edificatoria

El equipamiento proyectado tratará de dotar de coherencia y significado a la actual trama desordenada del entorno de las canteras. No pretendiendo corregir o racionalizar lo ya existente, pues eso supondría renunciar al carácter de adaptación a los condicionantes con los que se urbanizó este sector urbano; sino consolidando de forma clara y concisa el patrón de edificación que se supedita a la topografía y se posiciona de forma orgánica.

La zona más adecuada para la ubicación del equipamiento es, por tanto, la más próxima al borde urbano actual, ejerciendo la labor de bisagra, de costura, entre lo urbano y las canteras. No obstante, para que dicho equipamiento disfrute de una mejor relación con el paisaje plástico, casi escultórico, de las canteras, es necesario que se emplace en el entorno de Fuente Santa, dejando la cantera de Pepe Luis (o conocida hoy día como del Helipuerto) con un carácter eminentemente de espacios libres que se vinculen tanto a la ciudad existente como al nuevo proyecto.

El proyecto opta por separar la edificación en dos volúmenes, uno al sur del ámbito de intervención, que se destinará a los usos públicos del programa ("Edificio expositivo"), y otro volumen, inserto en el interior del vacío de la zona de canteras, destinado a albergar los usos residenciales y/o de utilización fundamental por los residentes, tales como espacios de trabajo, descanso, etc. ("Edificio residencial"). Ambos volúmenes se conectarán entre sí y con el resto de la trama urbana mediante una serie de intervenciones urbanas de mayor o menor intensidad de modificación del estado actual, en función de lo establecido en el Borrador del Documento de Innovación del Plan Especial 4.

Se priorizará la generación de espacios públicos y urbanos, por lo que la componente edificada no supondrá más de un 15% de ocupación, y deberá permitir conexiones del suelo público entre la ciudad y las canteras. Los espacios libres, uso global del ámbito de intervención, tendrán un tratamiento de, mínimo un 50% de la superficie total, como espacios verdes y no pavimentados.

A tal efecto, la edificación tendrá un carácter de consolidación, principalmente de los frentes sur, formando o finalizando fachadas urbanas. En el resto de frentes se optará por una configuración orgánica, que se adapte a la topografía y genere espacios que valoren las canteras.

A nivel material, ambos volúmenes formalizan una cubierta de aspecto metálico, cobrizo, que otorga una integración visual con el color oxidado que puede tener el granito típico de Gerena, y cultural, evocando al material empleado por los propios canteros. Los cerramientos son, principalmente, de vidrio y, en menor medida, paneles composite de aluminio, por lo que estéticamente la cubierta es el volumen dominante y de mayor impacto visual.

El programa de necesidades que se recibe para el presente proyecto se refiere a la construcción de 20 habitaciones, de las cuales 3 serán de profesores, y el resto para estudiantes, con espacios vinculados para el descanso, ocio, taller y exposición de los diversos trabajos que se puedan realizar en el edificio. El programa se destinará especialmente a estudiantes que realicen una estancia de media-larga duración en materias relacionadas con el mundo del arte, especialmente la escultura, aunque no se limitará exclusivamente a ello.

Adicionalmente, el proyecto contará con un centro de interpretación y una adecuación urbana del entorno de las canteras, así como una cafetería.

a) Edificio residencial

Respecto a las unidades habitacionales, se ha tratado de explorar la creación de un espacio arquitectónico versátil, estas unidades están planteadas para disfrutar de un uso autónomo, incorporando espacios de descanso, trabajo, cocina y aseo. Disponen de un espacio de cocina y almacenaje en planta baja, un taller en doble altura y, en una planta primera, la zona de descanso y baño. Las habitaciones se emplazan hacia el sur, disfrutando de unas vistas excepcionales sobre el entorno de las canteras en primer plano y la campiña de Gerena, de fondo.

Las unidades habitacionales se conectan mediante dos galerías que confluyen en la zona de estar común, que dispone de un espacio interior, con posibilidad de abrirse a una terraza exterior, con mobiliario de descanso (sofás, TV, etc.), y espacios de aseo, cocina colectiva y almacén.

A través de esta zona se puede acceder a los espacios de taller, mediante una rampa paralela a la galería este, que garantiza la accesibilidad universal para salvar el desnivel entre los espacios residenciales y de trabajo, al tiempo que es un elemento singular y que permite, en el mismo volumen, distinguir ambos ambientes. Los espacios docentes también cuentan con dos accesos independientes, directamente al exterior.

Los espacios de taller se subdividen a su vez en un taller colectivo, con capacidad para 24 personas, y que puede acoger a estudiantes no residentes; y cuatro talleres individuales, para un trabajo que requiera mayor intimidad.

Se disponen 20 habitaciones, de las cuales 3 son de carácter accesible (no disponen doble altura y el dormitorio está en planta baja). Aprovechando el espacio sobre estas habitaciones, se ubican dos salas de estudio/mediateca.

b) Edificio expositivo

El edificio expositivo tiene un carácter público, atractor tanto de turismo como de actividades locales. Por ello, se decide emplazar una sala de exposiciones y otra de conferencias (30 asistentes) en una planta primera, que se eleva sobre un espacio público que queda en planta baja. Esta planta baja se caracteriza por su continuidad y transición entre el viario y la zona de canteras a través de un espacio diáfano en el que destacan únicamente tres volúmenes. Alineado a la edificación existente, un módulo de información, despachos, comunicación vertical e instalaciones del edificio; una escalera exenta y de carácter escultórico en el centro; y en el otro extremo, la cafetería.

Finalmente, el edificio cuenta con una planta segunda sobre el módulo de comunicación vertical, de acceso únicamente privado, y destinado a albergar las diversas instalaciones que se requieren.

1.3.4 Cuadro de superficies

ESPACIOS	SÍMBOLOS	USO	SUPERF.
Planta baja			
ZONAS COMUNES	ZC0	Resid. Público	104'34 m ²
PASILLO OESTE	PAS-O	Resid. Público	47'23 m ²
VESTÍBULO	VEST	Resid. Público	18'76 m ²
CIRCULACIÓN PRINCIPAL	CP	Resid. Público	96'19 m ²
PASILLO ESTE	PAS-E	Resid. Público	84'06 m ²
TALLER COLECTIVO	TC	Docente	103'43 m ²
TALLER INDIVIDUAL 1	TI1	Docente	11'26 m ²
TALLER INDIVIDUAL 2	TI2	Docente	13'02 m ²
TALLER INDIVIDUAL 3	TI3	Docente	14'64 m ²
TALLER INDIVIDUAL 4	TI4	Docente	16'21 m ²
COCINA	CO	Resid. Público	17'14 m ²
ASEO PÚBLICO 1	AS0	Resid. Público	8'11 m ²
SALA INSTALACIONES 1	SI1	Otros	10'83 m ²
ALMACÉN MATERIALES	ALM	Resid. Público	12'11 m ²
SALA TELECOMUNICACIONES	SI-3	Otros	5'56 m ²
SALA INSTALACIONES 2.0	SI2	Otros	13'00 m ²
HABITACIÓN ALA OESTE (x7)	HAB-O	Resid. Público	31'12 m ²
HABITACIÓN ALA ESTE (x13)	HAB-E	Resid. Público	31'12 m ²
Planta primera			
SALA DE ESTUDIO 1	SE1	Docente	68'06 m ²
SALA DE ESTUDIO 2	SE2	Docente	34'75 m ²
ASEO PÚBLICO 2	AS1	Docente	3'17 m ²
SALA INSTALACIONES 2.1	SI-2	Otros	10'59 m ²
TERRAZA INST. 2.1	TINS 2	Otros	12'64 m ²
TERRAZA INST. 1.1	TINS 1	Otros	9'52 m ²

ESPACIOS	SÍMBOLOS	USO	SUPERF.
Planta baja			
VESTÍBULO	VEST	Púb. Concurrencia	15'51 m ²
DESPACHOS	DESP	Administrativo	38'06 m ²
ALMACÉN	ALM	Administrativo	9'45 m ²
ESCALERAS	ESC	Púb. Concurrencia	7'65 m ²
ASEOS 0.1	AS01	Púb. Concurrencia	10'88 m ²
INSTALACIONES 0	SI0	Otros	2'88 m ²
CAFETERÍA	CAFE	Púb. Concurrencia	54'98 m ²
ASEOS 0.2	AS02	Púb. Concurrencia	13'05 m ²
COCINA	K	Púb. Concurrencia	14'67 m ²
Planta primera			
TERRAZA	T	Púb. Concurrencia	162'86 m ²
SALA EXPOSICIONES	EXP	Púb. Concurrencia	298'03 m ²
SALA CONFERENCIAS	CONF	Púb. Concurrencia	36'09 m ²
DISTRIBUCIÓN	DIST	Púb. Concurrencia	23'24 m ²
INSTALACIONES 1	SI1	Otros	3'52 m ²
ASEOS 1	AS1	Púb. Concurrencia	12'72 m ²
ESCALERAS	ESC	Púb. Concurrencia	15'69 m ²
Planta segunda			
INSTALACIONES 2	SI2	Otros	36'28 m ²
TERRAZA INST	TINS	Otros	37'29 m ²
ESCALERAS	ESC	Púb. Concurrencia	12'20 m ²

Resumen superficies

Edificio Residencial	1829'83 m ²	
PB		1134'07 m ²
P1		695'76 m ²
Edificio Público	910'81 m ²	
PB		218'79 m ²
P1		582'79 m ²
P2		109'53 m ²

La edificabilidad total que establece la normativa urbanística es de 2.972'8 m²T. La edificabilidad de la propuesta es de 2740'64 m²T totales.

La ocupación total que establece la normativa es de 1858'51 m²S. La ocupación de la propuesta es de 1352'56 m²S.

1.3.5 Prestaciones

a) Requisitos básicos relativos a la funcionalidad:

Utilización, de tal forma que la disposición y las dimensiones de los espacios y la dotación de las instalaciones faciliten la adecuada realización de las funciones previstas en el edificio.

Se ha primado en todo momento la reducción de recorridos de circulación no útiles, se ubican todas las estancias funcionales en fachadas del edificio y, en general, se aprovecha un volumen espacial único en el que la forma de la cubierta y posibles cambios de altura en el plano del suelo marcan las diferencias entre unos ambientes y otros. Las dimensiones de todos los espacios garantizan la adecuada utilización de los mismos en los términos para los que se diseñan

Accesibilidad, de tal forma que se permita a las personas con movilidad y comunicación reducidas el acceso y la circulación por el edificio en los términos previstos en su normativa específica.

Tanto el acceso del edificio, como las zonas comunes de éste, están proyectadas de tan manera para que sean accesibles a personas con movilidad reducida, estando, en todo lo que se refiere accesibilidad, a lo dispuesto por el Decreto 293/209, de 7 de Julio, por el que se aprueban Las Normas para la Accesibilidad en la Infraestructura, Urbanismo, la Edificación y el Transporte en Andalucía.

Acceso a los servicios de telecomunicación, audiovisuales y de información de acuerdo con lo establecido en su normativa específica.

Se ha proyectado el edificio de tal manera, que se garanticen los servicios de telecomunicación (conforme al D. Ley 1/1998, de 27 de febrero sobre Infraestructuras Comunes de Telecomunicación), así como de telefonía y audiovisuales.

Facilitación para el acceso de los servicios postales, mediante la dotación de las instalaciones apropiadas para la entrega de los envíos postales, según lo dispuesto en su normativa específica.

Se dotada el edificio de un espacio de secretaría, con acceso directo desde el exterior, así como de un buzón postal en el propio espacio de secretaría, para cuando esta estuviere cerrada.

b) Requisitos básicos relativos a la seguridad

Seguridad estructural, de tal forma que no se produzcan en el edificio, o partes del mismo, daños que tengan su origen o afecten a la cimentación, los soportes, las vigas, los forjados, los muros de carga u otros elementos estructurales, y que comprometan directamente la resistencia mecánica y la estabilidad del edificio.

Los aspectos básicos que se han tenido en cuenta a la hora de adoptar el sistema estructural para el edificio que nos ocupa son principalmente: resistencia mecánica y estabilidad, seguridad, durabilidad, economía, facilidad constructiva, modulación y posibilidades de mercado. Se realizarán refuerzos en caso de ser necesarios de forma puntual para recuperar la estabilidad de la estructura.

Seguridad en caso de incendio.

Se ha proyectado el edificio de tal forma que los ocupantes puedan desalojar el edificio en condiciones seguras, se pueda limitar la extensión del incendio dentro del propio edificio y de los colindantes y se permita la actuación de los equipos de extinción y rescate.

Todo lo relativo a la Seguridad en caso de incendios se desarrolla pormenorizadamente en la ficha justificativa de esta Memoria, si bien, con carácter general se ha tenido en cuenta lo siguiente:

- Condiciones urbanísticas: el edificio es de fácil acceso para los bomberos. El espacio exterior inmediatamente próximo al edificio cumple las condiciones suficientes para la intervención de los servicios de extinción de incendios.
- Todos los elementos estructurales son resistentes al fuego durante un tiempo superior al sector de incendio de mayor resistencia.
- El acceso está garantizado ya que los huecos cumplen las condiciones de separación.
- No se produce incompatibilidad de usos.
- No se colocará ningún tipo de material que por su baja resistencia al fuego, combustibilidad o toxicidad pueda perjudicar la seguridad del edificio o la de sus ocupantes.

Seguridad de utilización.

En el diseño del proyecto se ha tenido en cuenta que el uso normal del edificio no suponga riesgo de accidente para las personas. La configuración de los espacios, los elementos fijos y móviles que se instalen en el edificio, se han proyectado de tal manera que puedan ser usado para los fines previstos dentro de las limitaciones de uso del edificio que se describen más adelante sin que suponga riesgo de accidentes para los usuarios del mismo.

c) Requisitos básicos relativos a la habitabilidad

Higiene, salud y protección del medio ambiente

Se ha diseñado el proyecto de tal forma que se alcancen condiciones aceptables de salubridad y estanqueidad en el ambiente interior del edificio y que éste no deteriore el medio ambiente en su entorno inmediato, garantizando una adecuada gestión de toda clase de residuos.

El conjunto de la edificación proyectada dispone de medios que impiden la presencia de agua o humedad inadecuada procedente de precipitaciones atmosféricas, del terreno o de condensaciones, y dispone de medios para impedir su penetración o, en su caso, permiten su evacuación sin producción de daños.

El edificio en su conjunto, disponen de espacios y medios para extraer los residuos ordinarios generados en ellos de forma acorde con el sistema público de recogida.

El conjunto edificado dispone de medios para que sus recintos se puedan ventilar adecuadamente, eliminando los contaminantes que se produzcan de forma habitual durante su uso normal, de forma que se aporte un caudal suficiente de aire exterior y se garantice la extracción y expulsión del aire viciado por los contaminantes.

El edificio dispone de 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.

El edificio dispone de medios adecuados para extraer las aguas residuales generadas de forma independiente de las precipitaciones atmosféricas.

Protección contra el ruido.

Se ha estudiado el edificio para limitar dentro de él 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 del proyecto, construcción, uso y mantenimiento.

Todos los elementos constructivos verticales (particiones interiores, paredes separadoras de propiedades o usuarios distintos, paredes separadoras de propiedades o usuarios distintos, paredes separadoras de zonas comunes interiores, paredes separadoras de salas de máquinas, fachadas) cuentan con el aislamiento acústico requerido para los usos previstos en las dependencias que delimitan, según la normativa en vigor CTE-HR. Así mismo los espacios cumplen con los valores límites de tiempo de reverberación.

Todos los elementos constructivos horizontales (forjados generales separadores de cada una de las plantas, cubiertas transitables y forjados separadores de salas de máquinas), cuentan con el aislamiento acústico requerido para los usos previstos en las dependencias que delimitan, según la normativa en vigor CTE-HR. Así mismo los espacios cumplen con los valores límites de tiempo de reverberación.

Ahorro de energía y aislamiento térmico

Se ha previsto en el proyecto que se consiga un uso racional de la energía necesaria para la adecuada utilización del edificio.

El edificio proyectado dispone de una envolvente adecuada a la limitación de la demanda energética necesaria para alcanzar el bienestar térmico en función del clima de Gerena, del uso previsto y del régimen de verano y de invierno. Las características de aislamiento e inercia, permeabilidad al aire y exposición a la radiación solar, permiten la reducción del riesgo de aparición de humedades de condensaciones superficiales e intersticiales que puedan perjudicar las características de la envolvente. Se ha tenido en cuenta especialmente el tratamiento de los puentes térmicos para limitar las pérdidas o ganancias de calor y evitar problemas higrotérmicos en los mismos.

La edificación proyectada dispone 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.



2. Memoria justificativa

2.1 Memoria descriptiva y justificativa

2.1.1 Cimientos

El estudio geotécnico aportado indica que el perfil geotécnico del terreno se compone de un primer nivel, de 0 a 0'5 m de suelo vegetal (arena gruesa con presencia de raíces y materia orgánica de compacidad floja) y un segundo estrato de leucogranito con grado de meteorización II-III, con resistencia a compresión simple 50-60 kg/cm², ϕ 34° y densidad aparente γ' 2'20 g/c.

Estos datos llevan a plantear como la solución más eficiente resolver los cimientos mediante zapatas aisladas de HA-25 B/20/Ila, de 1m² y 60 cm de canto con armaduras de acero B-500 S, sobre una capa de hormigón de limpieza HM-20 B/20/Ila de 10 cm de espesor, y film de polietileno directamente sobre el terreno rocoso, a una profundidad de 1 m bajo la cota del terreno original como mínimo.

2.1.2 Estructura

Los aspectos básicos que se han considerado a la hora de adoptar los sistemas estructurales para el conjunto del edificio son: resistencia mecánica, estabilidad, la seguridad, la durabilidad, la economía y la modulación.

La estructura proyectada es de acero S275 JR, con perfiles HEB para los pilares, IPE para vigas y viguetas, y perfiles tubulares para la formación de cerchas que resuelven la estructura de la cubierta tipo C1 salvando luces superiores a las convencionales.

2.1.3 Envolvertes verticales

Los cerramientos verticales son, principalmente, de vidrio, formados por un sistema de muro cortina tipo CORTIZO SG52 o similar, marco de carpintería de canal europeo compuestas por perfiles de aleación de aluminio 6063, montantes de 200x52 mm (ancho x profundidad) y travesaños de 52x52mm, de espesor medio de 1'5 mm, lacado en color RAL 9011.

El sistema de carpintería elegido es un muro cortina del modelo SG 52 de Cortizo, con una Unidad de Vidrio Aislante 3+3-16-4, con cámara de argón.

Las prestaciones conjuntas son las siguientes:

$$U_H = 1'28 \text{ W/m}^2\text{K}$$

$$\text{Factor solar } g = 0'57 \text{ kWh/m}^2 \cdot \text{mes}$$

$$R_A = 38 \text{ dB}$$

Permeabilidad al aire: Clase AE

Resistencia al viento: C3

Limitación de condensaciones superficiales $f_{rsi} = 0'68$

Aquellos que, por definición de proyecto, sean opacos, se define un tipo de cerramiento denominado "Fachada 1" (F1), formada por una estructura auxiliar con perfiles omega M75/50 de acero S220GD conformado en frío, con una hoja soporte de lámina termorreflectiva ignífuga, aislamiento térmico con paneles semirrígidos de lana mineral de 8 cm de espesor; y una hoja exterior formada por paneles composite de aluminio de 1500x1650 mm, lacados en color "Smoke Silver Metallic", cogidos mediante un sistema de bandejas colgadas a una estructura auxiliar de perfiles de aluminio extruido 6063 T6, U65/55/2'5. Como trasdosado, se emplea un sistema de cartón yeso con estructura autoportante con canales y montantes de 48 mm.

2.1.4 Carpintería exterior

En zonas donde la dimensión de los huecos y su posición no requieren la disposición de un sistema de muro cortina, se emplea una carpintería exterior de aluminio con rotura de puente térmico, tipo COR3500 o similar, abisagradas de canal europeo compuestas por perfiles de aleación de aluminio 6063, de 87x54 mm (ancho x profundidad) y espesor medio de 1'5 mm, lacado en color RAL 9011.

El sistema de carpintería elegido es un muro cortina del modelo cor 3500 Cortizo, con una Unidad de Vidrio Aislante 3+3-16-4, con cámara de argón.

Las prestaciones conjuntas son las siguientes:

$$U_H = 1'87 \text{ W/m}^2\text{K}$$

$$\text{Factor solar } g = 0'57 \text{ kWh/m}^2 \cdot \text{mes}$$

$$R_A = 33 \text{ dB}$$

Permeabilidad al aire: Clase 4

Resistencia al viento: C3

Limitación de condensaciones superficiales $f_{rsi} = 0'68$

2.1.5 Envoltentes horizontales

Las cubiertas se distinguen, según el proyecto en tres tipos diferentes:

- Cubierta 1 (C1), inclinada, no transitable, formada por una chapa de acero galvanizado tipo DECK, MT-56 o similar, un panel rígido de lana de roca de 80 mm de espesor, un tablero de madera OSB 4 y un sistema de bandejas de cobre de 600 mm de anchura, unidas entre sí mediante un doble engatillado.
- Cubierta 2 (C2), inclinada, no transitable, formada por un panel sándwich prefabricado UB 5ST-LNR de HIANSA o similar, cara interior de 0'5 mm de acero prelacado, alma de 150 mm de lana de roca de densidad media, cara exterior de 0'5 mm de acero prelacado, con un acabado en color Blanco Pirineo.
- Cubierta 3 (C3), plana, transitable, formada por un forjado de chapa colaborante de 12 cm de canto, formación de pendientes con mortero de arlita, lámina impermeabilizante, capa de mortero, aislamiento térmico con paneles de lana mineral de 8 cm, capa de mortero, y un acabado con baldosas de gres porcelánico de 40x80 cm con tratamiento antideslizante en color gris cemento.

2.1.6 Particiones interiores

Las particiones interiores se realizan con un sistema de perfiles autoportantes con placas de cartón yeso 2x15 mm atornilladas por ambas caras, de 10 cm de espesor total con el alma rellena de lana mineral, la resistencia al fuego es EI45, la reacción al fuego, A1 y el aislamiento acústico 46'9 dB. Los perfiles se disponen cada 40 cm, por lo que la altura máxima que alcanza este sistema es de 3'55 m, o 4'20 si se disponen dobles.

En aquellas particiones que separen dos locales de uso diferentes y que, por requerimiento del CTE DB-HR se consideran recintos protegidos, se empleará un sistema con doble estructura, sin arriostramientos entre ellas, lo que aporta el aislamiento acústico necesario (66 dB), con el alma de la estructura rellena de lana de roca de 4 a 5 cm de espesor. El grosor total es de 17 cm, la resistencia al fuego EI120, la reacción A1. La altura máxima alcanzada, con montantes cada 40 cm, es de 3'10 cm, o 4'20 si los perfiles son dobles.

2.1.7 Carpintería interior

La carpintería interior está formada por una serie de puertas y puertas de armario, de hoja ciega abatible de tablero de madera de roble de 32 mm de espesor, modelo Filomuro Onda, color Rovere Ice, de Garofoli. Manilla y picaporte de petaca de acero inoxidable modelo Playa Yale, de Garofoli, o similar.

En las habitaciones se emplea un sistema de persianas motorizadas de PVC tipo Mycore Phantom o similar, oculto el cajón de persiana en falso techo.

2.1.8 Cerrajería

Se proyectan, allí donde el CTE DB-SUA las exige, barandillas de vidrio sobre estructura de aluminio, acabado lacado en RAL 9011. Las barandillas son del tipo View Crystal, de Cortizo, de 90 cm de altura y con anclaje frontal al forjado.

2.1.9 Revestimientos verticales

Tipo ACP1: Acabado interior mediante pintura plástica blanca mate, formada por mano de fondo, plastecido, nueva mano de fondo y dos manos de acabado.

Tipo ACP2_Alicatado de piezas de mármol blanco DecoFontana, dimensiones 60x150x2 cm, espesor de juntas 1 mm, tomadas con mortero de agarre C2, rejuntado CG2 tipo SikaCeram Clean Grout o similar, color blanco.

Tipo ACP3_Panel de madera de roble, de 19 mm de espesor, modelo Segno Onda, color Rovere Ice, de Garofoli.

2.1.10 Revestimientos horizontales

Techos: Falso techo continuo de placas de yeso laminado de 15 mm, suspendidas de viguetas metálicas cada 120 cm, según indicaciones del fabricante. Acabado mediante pintura plástica blanca mate.

Suelos: Baldosas de gres porcelánico, dimensiones 40x80x1'1 cm, modelo Boston Stone PORCELANOSA color Cemento o Manhattan, clase de resbaladicidad 1, espesor de juntas 1 mm, tomadas con mortero de agarre C2, mortero de rejuntado CG2, tipo SikaCeram Clean Grout o similar, color cemento. En baños y exteriores se usa el mismo modelo de baldosas, pero con un tratamiento antideslizante empleado por el fabricante, que garantiza una clase de resbaladicidad 3.

2.2 Seguridad contra Incendios

2.2.1 SI-1 Propagación interior

Sendos edificios constituyen un único sector de incendios en su caso. El edificio residencial no supera los 2500 m², y las zonas (establecimientos) de uso docente o administrativo no superan los 500 m². El edificio expositivo tampoco supera los 2500 m² y las zonas de uso administrativo no superan los 500 m². La cafetería, al ser un volumen exento del resto del edificio expositivo, conforma un sector independiente.

Las condiciones de resistencia al fuego de los elementos de separación entre sectores no se aplican, al ser los sectores edificios completos en su conjunto.

Los locales de riesgo especial bajo (LREB) son la Sala de Instalaciones 1 debido a que en su interior se encuentra (compartimentado) el cuadro general de distribución.

No existen locales de riesgo especial medio o alto.

La resistencia al fuego de los elementos estructurales de este sector LREB será REI 90, y las puertas de comunicación, EI2 45.

La reacción al fuego de los elementos constructivos será, mínimo C-s2, d0 para techos y paredes, y E_{FL} para suelos, con carácter general. En el plano de justificación de la protección contra incendios se puede observar la resistencia y reacción al fuego de los diferentes elementos constructivos.

2.2.2 SI-2 Propagación exterior

No procede puesto que los sectores de incendio son edificios exentos y completos en su totalidad.

2.2.3 SI-3 Evacuación de ocupantes

El número de ocupantes por cada recinto se indica en el plano "PCI-Justificación". El número total de ocupantes es de 98 personas.

Al existir más de dos salidas de planta, la longitud máxima de recorridos de evacuación desde origen hasta salida de planta será, con carácter general, 50 m, excepto en las zonas habitacionales, que serán 35 m. La longitud máxima desde el origen de evacuación hasta un punto de bifurcación será de 25 m en todo caso.

Las dimensiones de puertas y pasos, tomando como más desfavorable P=98 personas es de $A > 98/200 = 49 \text{ cm} > 80 \text{ cm}$. La puerta o paso más estrecho del proyecto mide 82 cm.

Las dimensiones mínimas de pasillos son de $A > 98/200 = 49 \text{ cm} > 1'00 \text{ m}$. La dimensión menor existente en el proyecto es de 150 cm.

Las puertas situadas en recorridos de evacuación abren en el sentido del recorrido, y dispondrán de barras horizontales de empuje conforme a la norma UNE-EN 1125:2009.

2.2.4 SI-4 Instalaciones de protección contra incendios

El CTE DB-SI 4 establece, en su tabla 1.1 la dotación de instalaciones necesarias de protección contra incendios.

Con carácter general, será necesario:

- Un **extintor portátil** de eficacia 21A -113B a 15 m de recorrido en cada planta, como máximo, desde todo origen de evacuación. Y en zonas de riesgo especial.

En el edificio residencial, además, serán necesarias:

- **Bocas de incendio equipadas (BIEs)**, ya que la superficie construida del edificio es de 1795'93 m², superior a los 1000 m² exigidos por la norma anteriormente citada.

- **Sistema de detección y alarma de incendio**. La superficie construida excede de los 500 m² que exige la normativa.

En el edificio expositivo, además de los extintores, serán necesarios:

- **Bocas de incendio equipadas (BIEs)**, ya que la superficie construida del edificio es de 767'39 m², superior a los 500 m² exigidos por la norma anteriormente citada. La cafetería, al ser un sector de incendios independiente, y su superficie 105'20 m², no necesita de esta instalación.

2.2.5 SI-5 Intervención de bomberos

Las condiciones de aproximación de vehículos de bomberos se satisfacen según el plano "PCI-Justificación". Las condiciones portantes de los suelos señalizados deberán ser mínimo 20 kN/m².

2.2.6 SI-6 Resistencia al fuego de la estructura

Según la tabla CTE DB-SI 6 para el uso principal del sector de incendios Residencial Público, y la altura de evacuación menor a 15 m, la resistencia exigida es REI 60. La estructura se recubrirá de una capa de protección de mortero de vermiculita proyectado de 16 mm, tipo PROMASPRAY P300 o similar, que garantiza una resistencia de 60 minutos.

2.3 Seguridad estructural

2.3.1 Caracterización geotécnica del terreno

Tomando como referencia la información obtenida del MAGNA-50 (Mapa Geológico Nacional a escala 1:50.000), podemos observar que el municipio de Gerena se ubica sobre un promontorio que sigue la línea entre el cambio del estrato de margas azuladas y el de granito. Además, se observa que el sistema de canteras se ubica allá donde se produce un afloramiento granítico (Imagen 30).

El terreno de la zona de proyecto, según el estudio geotécnico aportado, se compone de dos niveles:

- 1) De 0'0 a 0'5 m: Suelo vegetal. Arena gruesa con presencia de raíces y materia orgánica de compacidad floja.
- 2) A partir de 0'5 m: Sustrato. Leucogranito de grado de meteorización II-III, con resistencia a compresión simple 50-60 kg/cm² y RQD 50-70%.

Las características del segundo estrato son:

NSPT (1m):	Rechazo.
Ángulo de rozamiento interno ϕ' :	34°
Cohesión efectiva c' :	1 kg/cm ² = 100 kPa
Densidad aparente γ :	2'20 g/cm ³ = 22 kN/m ³
Módulo de elasticidad:	1000 MN/m ²
Carga admisible q_u :	5 kg/cm ² = 500 kPa

Según las tablas 3.1 y 3.2 del CTE DB-SE-C, podemos clasificar el tipo de construcción y el grupo del terreno. En este caso, el tipo de construcción es C-1 y el grupo de terreno, T-1.

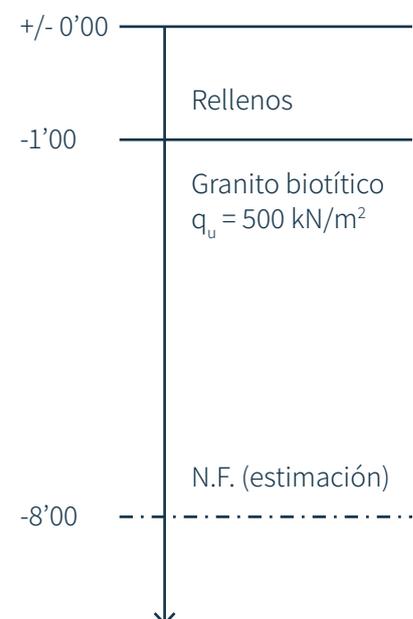


Imagen 31: Corte geotécnico del terreno. Elaboración propia.

2.3.2 Cimentación

Debido a los altos valores de resistencia del terreno aportados por el estudio geotécnico y los valores de transmisión de cargas relativamente pequeños, se opta por dimensionar una cimentación superficial mediante zapatas aisladas (y corrida bajo el muro de sótano de la rampa).

Igualmente, siguiendo las recomendaciones del estudio geotécnico, se aconseja realizar la cimentación a través de zapatas aisladas a la cota de 1 m de profundidad (capítulo 4 del estudio geotécnico).

De acuerdo con la norma NCSE-02, se decide arriostrar las zapatas mediante vigas de atado.

Para predimensionar las zapatas, se requiere el valor de la tensión admisible, en este caso, $q_u = 500$ kPa.

$$N/A < q_{cal}$$

Siendo,

N el axil sin excentricidad.

A el área de la zapata

q_{cal} la carga admisible de cálculo, se define como q_u menos el peso de la cimentación.

Se distinguen tres grupos principales de zapatas, aquellas que se ubican bajo los pilares de las zonas habitacionales (1-30; 33-50), las que se ubican bajo las zonas comunes (31-32; 51-68), y por último, una zapata corrida que se ubica bajo el muro que conforma la rampa longitudinal del pasillo este.

En la primera zona, las diferencias entre las cargas transmitidas a cimentación son escasas, a excepción de los pilares extremos, pero por simplicidad se incluyen en el mismo grupo. En este caso, el pilar con mayor carga transmite un axil de 361'66 kN.

En el segundo de los casos, la diferencia de cargas transmitidas a cimentación entre los distintos soportes es muy amplia, aún así, el más desfavorable transmite 94'51 kN, por lo que no resulta óptimo crear varios grupos de pilares debido a que la carga es relativamente baja.

Para la zapata corrida, tomamos como carga vertical la misma que en el segundo grupo, por ser la más desfavorable.

Grupo zapatas	Zona habitacional
N	361'66 kN
q adm	500 kN/m ² = kPa
PP Cim	10'0 kN/m ²
Lado calc	0'86 m
Lado real	1'00 m
aoxbo	0'40 m
Canto mínimo	0'15 m
Canto real	0'40 m

Grupo zapatas	Zonas comunes
N	94'51 kN
q adm	500 kN/m ² = kPa
PP Cim	100'0 kN/m ²
Lado calc	0'49 m
Lado real	0'70 m
aoxbo	0'40 m
Canto mínimo	0'08 m
Canto real	0'40 m

Grupo zapatas	Corrida bajo rampa
N	94'51 kN
q adm	500 kN/m ² = kPa
PP Cim	100'0 kN/m ²
Área calc	0'24 m
Ancho	1'00 m
aoxbo	0'40 m
Canto mínimo	0'15 m
Canto real	0'40 m

Cálculo armadura	
$As = \omega \cdot f_{cd} \cdot d \cdot b / f_{yd}$	
$\omega = 1 - \sqrt{1 - 2\mu}$	
$\mu = M_d / (f_{cd} \cdot d^2 \cdot b) < 0'375$	
Md	183750000 N·m
fcd	16'67 N/mm ²
fyd	434'78 N/mm ²
d	0'36 m
b	1'00 m
a	1'00 m
μ	0'0851
ω	0'0890
As	12'29 cm ²
As min	3'60 cm ²
7Ø16	

Cálculo armadura	
$As = \omega \cdot f_{cd} \cdot d \cdot b / f_{yd}$	
$\omega = 1 - \sqrt{1 - 2\mu}$	
$\mu = M_d / (f_{cd} \cdot d^2 \cdot b) < 0'375$	
Md	105000000 N·m
fcd	16'67 N/mm ²
fyd	434'78 N/mm ²
d	0'36 m
b	0'70 m
a	1'00 m
μ	0'0694
ω	0'0720
As	6'96 cm ²
As min	2'52 cm ²
5Ø14	

Cálculo armadura	
$As = \omega \cdot f_{cd} \cdot d \cdot b / f_{yd}$	
$\omega = 1 - \sqrt{1 - 2\mu}$	
$\mu = M_d / (f_{cd} \cdot d^2 \cdot b) < 0'375$	
Md	150000000 N·m
fcd	16'67 N/mm ²
fyd	434'78 N/mm ²
d	0'36 m
b	1'00 m
a	1'00 m
μ	0'0694
ω	0'0720
As	9'94 cm ²
As min	3'60 cm ²
7Ø16	

Las verificaciones a realizar, según CTE DB-SE-C, 4.2.2, son:

- | | |
|--|--|
| <ul style="list-style-type: none"> - ELU: * Hundimiento * Deslizamiento * Vuelco * Estabilidad global | <ul style="list-style-type: none"> ELS: * Asientos diferenciales * Asientos inducidos |
|--|--|

Para las diferentes comprobaciones, se verificará que la carga de cálculo sea menor a la resistencia del terreno, aplicando un coeficiente de seguridad establecido en la tabla 2.1.

Tabla 2.1. Coeficientes de seguridad parciales

Situación de dimensionado	Tipo	Materiales		Acciones	
		γ_R	γ_M	γ_E	γ_F
	Hundimiento	3,0 ⁽¹⁾	1,0	1,0	1,0
	Deslizamiento	1,5 ⁽²⁾	1,0	1,0	1,0
	Vuelco ⁽²⁾				
	Acciones estabilizadoras	1,0	1,0	0,9 ⁽³⁾	1,0
	Acciones desestabilizadoras	1,0	1,0	1,8	1,0
	Estabilidad global	1,0	1,8	1,0	1,0

Hundimiento

El hundimiento se alcanzará cuando la presión transmitida al terreno supere la resistencia característica del terreno (presión de hundimiento). Por tanto, la verificación a realizar es:

$$q_h / E_d > 3$$

Siendo,

q_h la presión de hundimiento.

R_d la presión transmitida por la cimentación.

Deslizamiento

Según el CTE DB-SE-C, 4.2.2.1.2, “se podrá producir este modo de rotura cuando, en elementos que hayan de soportar cargas horizontales, las tensiones de corte en el contacto de la cimentación con el terreno superen la resistencia de ese contacto”.

La carga horizontal máxima transmitida es de 12'467 kN, que, frente a las cargas verticales, suponen un 3'78%. Es por ello que las tensiones horizontales pueden considerarse despreciables, y no realizar la verificación de deslizamiento.

Vuelco

Según el CTE DB-SE-C, 4.2.2.1.3, la verificación frente al vuelco se realizará cuando el movimiento predominante sea el giro de la cimentación.

Los momentos más desfavorables que se transmiten a la cimentación son un 13'60% de las cargas verticales, por tanto podemos concluir que el giro no es el movimiento predominante de la cimentación, y no verificar la situación de vuelco.

Estabilidad global

El fallo global es típico de cimientos próximos a la coronación de taludes, en rellenos, medias laderas con poca estabilidad (CTE DB-SE-C, 4.2.2.1.4), etc. En general podemos asumir que es típica en terrenos con una pendiente superior al 5% y en terrenos de poca estabilidad.

El terreno donde se procede a cimentar se clasifica dentro del grupo T-1, terrenos favorables, según el CTE DB-SE-C, tabla 3.2. En este caso, en base a ser una cimentación perteneciente al grupo de terreno más favorable, y el suelo observado por el estudio geotécnico corrobora que presenta suficiente estabilidad, no es necesario calcular la estabilidad global.

Asientos diferenciales

El Código Técnico limita no los asientos diferenciales per se, sino la distorsión angular. Esto es, la definida como el asiento diferencial entre dos puntos dividido por la distancia que los separa.

En la tabla 2.2 del CTE DB-SE-C se establece el valor máximo para la distorsión angular en función del tipo de estructura. Para el proyecto el valor límite es de $L/500$.

Se han calculado los asientos siguiendo el método del semiespacio de Bousinesq. Para simplificar, se han calculado únicamente un grupo de 4 zapatas, indicadas en el plano "E19-Detalle cimentación", por ser representativas de la cimentación, ya que son las más cercanas entre sí, y también las que tienen mayor diferencia entre cargas.

A la derecha se muestra el cálculo de la zapata 4. En resumen, los asientos de las zapatas es:

Asiento zapata 4: 3'62 mm
Asiento zapata 3: 1'53 mm
Asiento zapata 2: 1'67 mm
Asiento zapata 1: 0'68 mm

Si calculamos la distorsión angular entre cada una de las zapatas, y las comparamos con su valor límite, obtenemos la siguiente tabla.

Verificación	Dist	Lím	Real
1-2	3'9000	7'80 mm	0'53 mm
1-3	5'5300	11'06 mm	0'35 mm
1-4	6'7669	13'53 mm	0'43 mm
2-3	6'7669	13'53 mm	0'02 mm
2-4	5'5300	11'06 mm	0'43 mm
3-4	3'9000	7'80 mm	0'25 mm

Zapata	4
Coord. X	3'90 m
Coord. Y	5'53 m
$s=K \cdot q \cdot B \cdot (1-v^2)/E'$	
K	0'561
Axil	329'32 kN/m ²
S	1'00 m ²
q	329'32 kN/m ²
v	0'15
E'	100.000 kN/m ²
B	0'50 m
s	0'00090 m
As	3'6118 mm

Como puede observarse, la distorsión angular que se produce es mucho menor a la que establece el CTE como límite, esto es así porque el terreno rocoso es prácticamente indeformable, y los asientos sobre cada zapata apenas se acercan al medio centímetro.

Asientos inducidos

Según el CTE DB-SE-C, 4.2.2.2.b, será necesario verificar que los movimientos inducidos en el entorno no afectarán a edificios colindantes. No obstante, el edificio se encuentra aislado. Si tomamos como referencia la esquina del edificio más cercano, suponiendo que en dicho punto se encuentre una zapata, y tomando como valor de la distorsión angular más restrictivo, $L/2000$ (estructura de muros de carga sin armar), que puede ser una definición apta para la tipología de dicha vivienda vecina; la distancia entre la esquina y la zapata más próxima del proyecto es de 13'73 m. El valor límite sería de 6'865 mm, pero las zapatas del proyecto no asienta más de 3 mm, por lo que se satisfaría dicha condición.

2.3.4 Análisis estructural

Material

El material elegido para resolver la estructura será un acero de construcción S275 JR. El grado elegido es el habitual para construcciones ordinarias, sin requerimientos de alta soldabilidad. El límite elástico de los perfiles elegidos coincidirá con la nomenclatura del acero, es decir, todos los perfiles tienen $f_y = 275 \text{ N/mm}^2$, según la tabla 4.1 del CTE DB-SE-A, ya que el espesor máximo de chapa de los perfiles empleados es de 10^7 mm .

Características del acero:

- Resistencia característica a compresión: 275 N/mm^2
- Módulo de elasticidad E: 210.000 N/mm^2
- Módulo de rigidez G: 81.000 N/mm^2
- Coeficiente de Poisson: $0,3$
- Coeficiente de dilatación térmica: $1,2 \cdot 10^{-5} \text{ }^\circ\text{C}^{-1}$
- Densidad: 7.850 kg/cm^3
- Coeficiente de seguridad: artículo 4.5 del CTE DB-SE-A. Para situación permanente o transitoria, γ_M acero = $1,05$.

La estructura presenta 3 pilares de hormigón visto, debido a su carácter estético. El hormigón elegido para algunos de los soportes es HA-25/F/20/XC1. La resistencia es la mínima exigida por el Código Estructural, 33.4, debido a que es la más económica y las cargas transmitidas a pilares de hormigón no son excesivamente grandes. La consistencia será fluida tal como indica el Código Estructural en el artículo 33.5: "En obras de edificación, para pilares, forjados y vigas se utilizará un hormigón de consistencia fluida salvo justificación en contra". El ambiente que define el proyecto es XC1, debido a la posibilidad de corrosión inducida por carbonatación en un ambiente seco. El acero empleado para las barras del hormigón armado será el B500S.

Características del hormigón:

- Resistencia característica a compresión: 25 N/mm^2
- Módulo de elasticidad E: 3000
- Coeficiente de Poisson: $0,2$
- Coeficiente de dilatación térmica: $1,2 \cdot 10^{-5} \text{ }^\circ\text{C}^{-1}$
- Densidad: 25000 N/mm^2
- Coeficiente de seguridad: tabla A19. 2.1 Cód. Estr. Para situación permanente o transitoria, γ_c hormigón = $1,5$, γ_s armaduras pasivas $1,15$.

Método de comprobación

El dimensionado de secciones se realiza según la Teoría de los Estados Límites Últimos (apartado 3.2.1 DB-SE) y los Estados Límites de Servicio (apartado 3.2.2 DB-SE). El comportamiento de la estructura debe comprobarse frente a la capacidad portante (resistencia y estabilidad) y la aptitud de servicio.

El método de estados límite consiste en situaciones que, de ser superadas, puede considerarse que el edificio no cumple con alguno de los requisitos estructurales para los que ha sido concebido.

- Resistencia y estabilidad. Estado Límite Último (ELU): 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.

* Pérdida del equilibrio del edificio, o de una parte estructuralmente independiente, considerado como un cuerpo rígido.

* 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).

* Transformación estructura en mecanismo.

- Aptitud al servicio. Estado Límite de Servicio (ELS): 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.

* Deformaciones (flechas, asientos o desplomes) que afecten a la apariencia de la obra, al confort de los usuarios, o al funcionamiento de equipos e instalaciones. La limitación de flecha total es $L/250$ y la flecha activa $L/400$. El desplome total será de $H/500$ y el desplome por planta $H/250$.

* Vibraciones que causen una falta de confort de las personas, o que afecten a la funcionalidad de la obra.

* Daños o deterioro que pueden afectar desfavorablemente a la apariencia, a la durabilidad o a la funcionalidad de la obra.

- Estado límite de durabilidad:

Acciones físicas y químicas, de diferentes cargas, que pueden degradar hormigón y armaduras. $t_1 \geq t_d$
 t_1 Tiempo necesario para que el agente agresivo produzca un ataque de degradación significativa.
 t_d Valor de cálculo de vida útil. (se considera una vida útil de 50 años).

Módulo de cálculo

Con el objetivo de conocer el comportamiento real de la estructura del edificio, se introducirá un modelo simplificado, en el programa de cálculo de estructura tridimensional CypeCAD 2017.m. Este modelo permitirá calcular la estructura del edificio residencial, mientras que el edificio expositivo se resolverá únicamente a nivel de esquemas y predimensionado.

El programa CypeCAD realiza el cálculo de esfuerzos utilizando como método de cálculo, el método matricial de la rigidez. En este método, se calculan los desplazamientos y giros de todos los nudos de la estructura, (cada uno tiene seis grados de libertad: los desplazamientos y giros sobre tres ejes generales del espacio), y en función de ellos se obtienen los esfuerzos (axiales, cortantes, momentos torsor y flectores) de cada sección.

Verificación de la estabilidad:

$$E_{d,dst} \leq E_{d,stb}$$

$E_{d,dst}$ Valor de cálculo del efecto de las acciones desestabilizadoras.
 $E_{d,stb}$ Valor de cálculo del efecto de las acciones estabilizadoras.

Verificación de la resistencia estructural:

$$E_d \leq R_d$$

E_d Valor de cálculo del efecto de las acciones
 R_d Valor de cálculo de la resistencia correspondiente.

Hipótesis

1) Simple

2) Combinaciones ELU situación persistente

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

3) Combinaciones ELU situación extraordinaria

No hay hipótesis de incendio o impacto, por lo que no hay ninguna combinación para esta situación.

4) Combinaciones ELU situación sísmica

No hay hipótesis de sismo, por lo que no hay ninguna combinación para esta situación.

5) Comprobaciones ELS combinación característica

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

6) Comprobaciones ELS combinación frecuente

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

7) Comprobaciones ELS combinación casi permanente

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

Acciones

1) Resumen acciones verticales

	Planta 1	Planta Cub
Cargas Permanentes		
PP	1'7 kN/m2	2'8 kN/m2
	1'0 kN/m2	0'0 kN/m2
CC	1'0 kN/m2	0'0 kN/m2
Sobrecargas		
SCU	2'0 kN/m2	1'0 kN/m2
SCN	0'0 kN/m2	0'2 kN/m2
TOTAL		
	8'0 kN/m2	4'6 kN/m2
ELU	800'00 daN/m2	461'25 daN/m2
	5'7 kN/m2	3'4 kN/m2
ELS	570'00 daN/m2	335'00 daN/m2

	Planta Cub
Cargas Permanentes	
PP	0'4 kN/m2
	0'1 kN/m2
CC	
Sobrecargas	
SCU	0'4 kN/m2
SCN	0'2 kN/m2
TOTAL	
	1'6 kN/m2
ELU	157'50 daN/m2
	1'1 kN/m2
ELS	110'00 daN/m2

Izquierda: Resumen de acciones verticales del edificio residencial, zonas comunes.
Derecha: Resumen de acciones verticales del edificio residencial, zona habitacional.
Página siguiente: Resumen de acciones verticales del edificio expositivo.

	Planta 1	Planta 2	Planta Cub
Cargas Permanentes			
PP	5'0 kN/m ²	2'0 kN/m ²	0'4 kN/m ²
	1'0 kN/m ²	1'0 kN/m ²	0'1 kN/m ²
CC	1'0 kN/m ²	1'0 kN/m ²	
Sobrecargas			
SCU	5'0 kN/m ²	2'0 kN/m ²	0'4 kN/m ²
SCN	0'0 kN/m ²	0'0 kN/m ²	0'2 kN/m ²
TOTAL			
	17'0 kN/m ²	8'4 kN/m ²	1'6 kN/m ²
ELU	1695'00 daN/m ²	840'00 daN/m ²	157'50 daN/m ²
	12'0 kN/m ²	6'0 kN/m ²	1'1 kN/m ²
ELS	1200'00 daN/m ²	600'00 daN/m ²	110'00 daN/m ²

2) Viento

$$q_e \text{ (kN/m}^2\text{)} = q_b \cdot c_e \cdot c_p$$

- q_b : Se obtiene mediante la expresión: $q_b = 0,5 \cdot d \cdot v_b^2$

Siendo,

d , Densidad del aire, $d = 1,25 \text{ Kg/m}^3$

v_b , valor básico de la velocidad del viento, CTE DB SE-AE, Anejo D1, figura D1

- c_e : Según el CTE DB SE-AE, tabla 3.4, el proyecto se ubica en zona III. Zona rural accidentada:

Planta 1

$$z = 2'57 \text{ m}$$

$$Z = 3$$

$$c_e = 1'6$$

Planta cubiertas

$$z = 15'2 \text{ m}$$

$$Z = 18$$

$$c_e = 2'7$$

- c_p : Se obtiene la esbeltez en x e y, para obtener posteriormente los coeficientes de presión y de succión, a través de la tabla 3.5 del CTE DB SE-AE.

$$c_{px} = 0'8$$

$$c_{sx} = -0'4$$

$$c_{py} = 0'7$$

$$c_{sy} = -0'3$$

Carga de viento

Planta 1, dirección x,-x

$$\text{Presión: } 0'423 \cdot 1'6 \cdot 0'8 = 0'541 \text{ kN/m}^2$$

$$\text{Succión: } 0'423 \cdot 1'6 \cdot -0'4 = -0'27 \text{ kN/m}^2$$

Planta Cub, dirección x,-x

$$\text{Presión: } 0'423 \cdot 2'7 \cdot 0'8 = 0'913 \text{ kN/m}^2$$

$$\text{Succión: } 0'423 \cdot 2'7 \cdot -0'4 = -0'456 \text{ kN/m}^2$$

Planta 1, dirección y,-y

$$\text{Presión: } 0'423 \cdot 1'6 \cdot 0'7 = 0'473 \text{ kN/m}^2$$

$$\text{Succión: } 0'423 \cdot 1'6 \cdot -0'3 = -0'2 \text{ kN/m}^2$$

Planta Cub, dirección y,-y

$$\text{Presión: } 0'423 \cdot 2'7 \cdot 0'7 = 0'799 \text{ kN/m}^2$$

$$\text{Succión: } 0'423 \cdot 2'7 \cdot -0'3 = -0'342 \text{ kN/m}^2$$

Las fachadas son de paneles de aluminio composite y muros cortina, en ambos casos, su estructura auxiliar es vertical, es decir transmiten las cargas a las vigas, si bien la distancia entre estos montantes es poca (entre 60 y 75 cm), puede considerarse que las vigas reciben una carga superficial. Dicha carga se transmite a los pilares de manera puntual.

Calculando el valor de influencia de cada viga y pilar, se obtiene el valor de dicha carga puntual, que se introduce en el modelo de cálculo.

3) Sismo

Según la NCSE-02, artículo 1.2.2, el proyecto se considera 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.”

Según el artículo 1.2.3, se establecen los criterios de aplicación de la norma en base al valor de aceleración sísmica básica a_b , que se obtiene en el artículo 2.2 o en el Anejo 1.

Para Gerena, el valor de a_b es 0,7, por lo cual, tratándose de un edificio con menos de siete plantas y con pórticos arriostrados, no es necesario calcular los efectos del sismo.

4) Temperatura

Al no disponer de juntas de dilatación, es necesario considerar la carga térmica. En este caso, se establecen dos hipótesis, una de verano y otra de invierno. En la de invierno, el salto térmico será la diferencia entre la temperatura mínima de invierno (-8°C según la tabla E.1 del CTE DB-SE-AE) y la temperatura de referencia, que puede tomarse como 10°C.

En la hipótesis de verano, el método de cálculo es el mismo, pero añadiendo a la temperatura extrema de verano un valor en función de la tabla 3.7, que, en este caso podemos tomar como 20° al ser elementos protegidos de la radiación solar directa. La temperatura máxima de verano se obtiene de la figura E.1, en este caso 48°C.

Hipótesis invierno: $\Delta T = T_{inv} - T_{ref} = -8^\circ - 10^\circ = -18^\circ$

Hipótesis verano: $\Delta T = T_{ver} + T_{3.7} - T_{ref} = 48^\circ + 20^\circ - 10^\circ = 58^\circ$

Resultado y dimensionado

El programa CypeCAD realiza el cálculo de esfuerzos utilizando como método de cálculo, el método matricial de la rigidez. En este método, se calculan los desplazamientos y giros de todos los nudos de la estructura, (cada uno tiene seis grados de libertad: los desplazamientos y giros sobre tres ejes generales del espacio), y en función de ellos se obtienen los esfuerzos (axiales, cortantes, momentos torsor y flectores) de cada sección.

Los resultados obtenidos del modelo informático se exponen gráficamente en los planos de estructuras. Los perfiles utilizados son los reflejados en la tabla de la siguiente página.

Como dato estadístico, el peso de la estructura de la zona habitacional es de 29'11 kg/m², mientras que en las zonas comunes es de 32'66 kg/m².

Resumen de medición. Zonas comunes optimizado												
Material		Serie	Perfil	Longitud			Volumen			Peso		
Tipo	Designación			Perfil (m)	Serie (m)	Material (m)	Perfil (m³)	Serie (m³)	Material (m³)	Perfil (kg)	Serie (kg)	Material (kg)
Acero laminado	S275	HEB	HE 200 B	107.444	130.420	1770.053	0.839	1.098	4.300	6587.24	8621.04	33752.41
			HE 280 B	13.412			0.176			1383.46		
			HE 240 B	6.990			0.074			581.67		
			HE 120 B	2.573			0.009			68.67		
		Rectangular conformado	#120x100x6	454.445	1.077		8452.89					
			#60x40x4	389.280	0.265		2077.28					
			IPE 140	255.539	0.419		3289.81					
			IPE 160	86.257	0.173		1361.01					
			IPE 200	206.568	0.589		4621.43					
			IPE 240	64.891	0.254		1991.72					
			IPE 220	85.801	0.287		2249.61					
		IPE	IPE 270	11.430	0.052		411.84					
			Huecos cuadrados	#60x5	85.423		0.086	675.77				
					85.423		0.086	675.77				

Resumen de medición. Zona habitacional optimizado													
Material		Serie	Perfil	Longitud			Volumen			Peso			
Tipo	Designación			Perfil (m)	Serie (m)	Material (m)	Perfil (m³)	Serie (m³)	Material (m³)	Perfil (kg)	Serie (kg)	Material (kg)	
Acero laminado	S275	R	R 30	15.470	281.925	365.655	0.011	0.677	1.018	85.84	5316.31	7995.02	
			IPE 240	27.454			0.107			842.65			
			IPE 270	36.807			0.169			1326.21			
			IPE 160	67.651			0.136			1067.43			
			IPE 120	65.850			0.087			682.33			
			IPE 220	18.302			0.061			479.87			
			IPE 200	7.361			0.021			164.69			
			IPE 140	58.500			0.096			753.13			
			IPE	HE 140 B			35.706			0.154			1205.26
				HE 160 B			32.554			0.177			1387.61
		HEB			68.260		0.330	2592.87					

2.4 Ahorro energético

Gerena se define como zona climática B4 según el anejo B del CTE DB-HE.

2.4.1 HE-0 Limitación del consumo energético

1. CUANTIFICACIÓN DE LA EXIGENCIA

1.1. Consumo energético anual por superficie útil de energía primaria no renovable.

$$C_{ep,nren} = 57.58 \text{ kWh/m}^2 \cdot \text{año} \leq C_{ep,nren,lim} = 50 + 8 \cdot C_{FI} = 140.25 \text{ kWh/m}^2 \cdot \text{año}$$



donde:

- $C_{ep,nren}$: Valor calculado del consumo de energía primaria no renovable, kWh/m²·año.
- $C_{ep,nren,lim}$: Valor límite del consumo de energía primaria no renovable (tabla 3.1.b, CTE DB HE 0), kWh/m²·año.
- C_{FI} : Carga interna media del edificio (Anejo A, CTE DB HE), 11.28 W/m².

1.2. Consumo energético anual por superficie útil de energía primaria total.

$$C_{ep,tot} = 91.17 \text{ kWh/m}^2 \cdot \text{año} \leq C_{ep,tot,lim} = 150 + 9 \cdot C_{FI} = 251.53 \text{ kWh/m}^2 \cdot \text{año}$$



donde:

- $C_{ep,tot}$: Valor calculado del consumo de energía primaria total, kWh/m²·año.
- $C_{ep,tot,lim}$: Valor límite del consumo de energía primaria total (tabla 3.2.b, CTE DB HE 0), kWh/m²·año.
- C_{FI} : Carga interna media del edificio (Anejo A, CTE DB HE), 11.28 W/m².

1.3. Horas fuera de consigna

$$h_{fc} = 111.25 \text{ h/año} \leq 0.04 \cdot t_{ocu} = 264 \text{ h/año}$$



donde:

- h_{fc} : Horas fuera de consigna del edificio al año, h/año.
- t_{ocu} : Tiempo total de ocupación del edificio al año, h/año.

2.4.2_ HE-1 Condiciones para el control de la demanda energética

Transmitancia térmica de cada elemento de la envolvente térmica U

Los valores límite de la transmitancia térmica de cada elemento de la envolvente térmica no superará los valores de la siguiente tabla:

CTE DB-HE-1_Tabla 3.1.1.a Transmitancia térmica del elemento, U (W/m ² k)						
	α	A	B	C	D	E
$U_M - U_S$	0'56	0'5	0'38	0'29	0'27	0'23
U_C	0'5	0'44	0'33	0'23	0'22	0'19
U_T	0'8	0'8	0'69	0'48	0'48	0'48
U_H	2'7	2'7	2	2	1'6	1'5

Los elementos que componen la envolvente térmica y sus respectivos valores de transmitancia térmica (U) son los siguientes:

- Suelo S1	$U_{S1} = 0'36 \text{ W/m}^2\text{K}$
- Cubierta C1	$U_{C1} = 0'33 \text{ W/m}^2\text{K}$
- Cubierta C2	$U_{C2} = 0'25 \text{ W/m}^2\text{K}$
- Cubierta C3	$U_{C3} = 0'31 \text{ W/m}^2\text{K}$
- Fachada F1	$U_{M1} = 0'38 \text{ W/m}^2\text{K}$
- Muro cortina M1	$U_{H1} = 1'28 \text{ W/m}^2\text{K}$
- Huecos acristalados tipo COR 3500	$U_{H2} = 1'87 \text{ W/m}^2\text{K}$

Coefficiente global de transmisión de calor a través de la envolvente térmica (K)

$$K = 0.45 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K}) \leq K_{\text{lim}} = 0.79 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$$



donde:

K : Valor calculado del coeficiente global de transmisión de calor a través de la envolvente térmica, $\text{W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$.

K_{lim} : Valor límite del coeficiente global de transmisión de calor a través de la envolvente térmica, $\text{W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$.

1.1.2. Control solar de la envolvente térmica

$$q_{\text{sol, jul}} = 1.58 \text{ kWh/m}^2 \leq q_{\text{sol, jul, lim}} = 4.00 \text{ kWh/m}^2$$



donde:

$q_{\text{sol, jul}}$: Valor calculado del parámetro de control solar, kWh/m^2 .

$q_{\text{sol, jul, lim}}$: Valor límite del parámetro de control solar, kWh/m^2 .

1.1.3. Permeabilidad al aire de la envolvente térmica

$$n_{50} = 3.89172 \text{ h}^{-1}$$

n_{50} : Valor calculado de la relación del cambio de aire con una presión diferencial de 50 Pa, h^{-1} .

1.2. Limitación de descompensaciones

Limitación de descompensaciones: La transmitancia térmica de las particiones interiores no supera el valor límite descrito en la tabla 3.2 del DB HE1.



1.3. Limitación de condensaciones de la envolvente térmica

Limitación de condensaciones: en la envolvente térmica del edificio no se producen condensaciones intersticiales que puedan producir una merma significativa en sus prestaciones térmicas o supongan un riesgo de degradación o pérdida de su vida útil.



2.4.3 HE-2 Condiciones de las instalaciones térmicas

“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)”.

2.4.4 HE-3 Condiciones de las instalaciones de iluminación

El valor de eficiencia energética de la instalación (VEEI) no superará el valor límite de 4'0, y la potencia total por superficie iluminada no superará los 10 W/m².

2.4.5 HE-4 Contribución mínima de energía renovable para cubrir la demanda de agua caliente sanitaria.

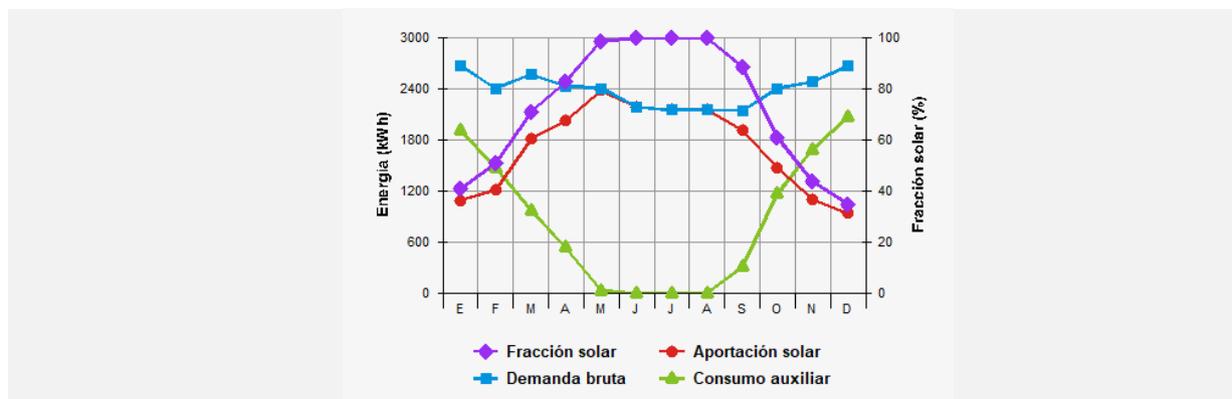
La contribución mínima de energía renovable cubrirá al menos el 60% de la demanda energética anual de ACS, considerando una demanda inferior a 5000 l/día. La demanda se calcula según la tabla c del CTE DB-HE, Anejo F, según la cual, se requieren 41 l/día y persona para el uso "residencia".

20 dormitorios · 2 personas · 41 l/día/persona = 1640 l/día de demanda de ACS.

La contribución renovable aportada es del 71%.

Localización de referencia		Gerena (Sevilla)											
Altura respecto la referencia [m]		0											
Sistema seleccionado		Instalación con consumo múltiple totalmente centralizada											
Demanda [l/día a 60°C]		1,021											
Ocupación	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	
%	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	

Resultados



Fracción solar [%]	71
Demanda neta [kWh]	19,460
Demanda bruta [kWh]	28,738
Aporte solar [kWh]	20,498
Consumo auxiliar [kWh]	10,687
Reducción de emisiones de [kg de CO₂]	430

2.3.6 HE-5 Generación mínima de energía eléctrica

El proyecto dispondrá de un sistema de generación de energía eléctrica renovable con una potencia P1 = 0'01 · Superficie construida, en total, 18'3 kW.

No obstante, la fecha de diseño de la instalación es previa a la entrada en vigor de la normativa (RD 450/2022 de 14 junio de 2022), por lo que, guiándose por la versión en vigor de la normativa en la fecha de diseño, esta instalación era exigible sólo para edificios superiores a 3000 m², por lo que, en la versión de 2019, esta instalación no entra dentro del ámbito de aplicación.

2.4.7 HE-6 Dotaciones mínimas para la infraestructura de recarga de vehículos eléctricos

Esta instalación es exigible para todos los edificios de obra nueva con uso distinto de residencial privado que dispongan de 11 o más de plazas de aparcamiento.

Se instalará 1 estación de recarga en la zona de aparcamientos en la cantera de Pepe Luis (1 por cada 40 plazas o fracción), y la conducción necesaria para instalar, en un futuro, hasta 4 plazas de aparcamiento (20% de las plazas disponibles).

No obstante, esta instalación se incluye en una zona que no se incluye en el Edificio Residencial, donde se han centrado los cálculos realizados para este Trabajo Fin de Máster.

2.5 Higiene y Salubridad

2.5.1 HS 1 Protección frente a la humedad

- Suelos en contacto con el terreno

Según el CTE DB-HS 1, 2.2, el grado de impermeabilidad de suelos exigido es de 1 (Presencia de agua baja y $K_s < 10^{-5}$ cm/s). Al ser la solución elegida una solera, sin intervención previa en el terreno, dicha solución debe ser C2+C3+D1.

C2 “Cuando el suelo se construya in situ debe utilizarse un hormigón de retracción moderada.”

C3 “Debe realizarse una hidrofugación complementaria del suelo mediante la aplicación de un producto líquido colmatador de poros sobre la superficie terminada del mismo.”

D1 “Debe disponerse una capa drenante y una capa filtrante sobre el terreno situado bajo el suelo. En el caso de que se utilice como capa drenante un encachado, debe disponerse una lámina de polietileno por encima de ella.”

La solución (S1) empleada ofrece una solución adecuada para un grado de impermeabilidad 2.

- Fachadas

Según el CTE DB-HS 1, 2.3, el grado de impermeabilidad de fachadas exigido es de 3, (Grado exposición al viento V3 [$h < 15$ m, E1], terreno tipo III, zona eólica A).

La solución (F1) empleada tiene las siguientes características: B3, C1, J2, N1. Esta solución, según el Catálogo de Elementos Constructivos del CTE F.10.3, tiene G.I. 3, incluso pudiendo ser considerada grado 5 si tenemos en cuenta que la lámina termorreflectiva ignífuga tiene una resistencia de penetración al agua W1 y es permeable al vapor de agua.

- Cubiertas

Según el CTE DB-HS 1, 2.4, el grado de impermeabilidad de cubiertas exigido es único (1). Para garantizar esta exigencia, los tres tipos de cubierta definidos en el proyecto dispondrán de un sistema de formación de pendientes, capa separadora bajo el aislante térmico, aislante térmico según el CTE DB-HE-1, capa separadora, capa de impermeabilización (excepto en las cubiertas C1 y C2), capa separadora, capa de protección y un sistema de evacuación de aguas según el CTE DB-HS-5.

La cubierta C1 (cuyo sistema de acabado es chapa de cobre), no requiere de lámina de impermeabilización de acuerdo a la tabla 2.10 puesto que la pendiente mínima en el proyecto es del 9'62%.

La cubierta C2 (cuyo sistema de acabado es un panel de acero prelacado galvanizado de grecado medio), no requiere lámina de impermeabilización, puesto que la pendiente de la cubierta es del 9'5%.

2.5.2 HS 2 Gestión de residuos

No procede según CTE DB-HS 2, 1.1.2

2.5.3 HS 3 Calidad del aire interior

Según CTE DB-HS 3, 1.1.2, para edificios de uso distinto al residencial privado, se empleará el RITE.

2.5.4 HS 4 Suministro de agua

La conexión a la red urbana se realiza en el punto noroeste, donde discurre un punto de la red urbana, con una tubería, según los planos del Planeamiento General de Ordenación Urbana, de PE-90. Esta conexión se realiza mediante un collarín de toma de carga, que conecta a una tubería de HDPE 40 mm, y, posteriormente, a una llave de corte dentro de una arqueta de PVC de 40x40 cm, situada a 2'08 m de la línea de red urbana.

Desde dicha arqueta de acometida se traza una red de HDPE 40 mm hasta la propia fachada del edificio, donde se encuentra el armario del contador general, el cual, según el CTE DB-HS-4, tabla 4.1, tiene unas dimensiones de 1300 · 600 · 500 mm (largo · ancho · alto).

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

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

A continuación del armario del contador general, se ubica el grupo de presión, en la Sala de Instalaciones 1. Se opta por un grupo de presión con bombas de caudal variable, lo que permite prescindir del depósito auxiliar de alimentación. El número de bombas es de cinco, y a continuación, un pequeño depósito de presión, modelo 80 AMR-PLUS o similar, de 80 l de capacidad y una presión de 10 bar.

El dimensionado de los diferentes tramos de tubería es el siguiente. La pérdida de carga a vencer por el conjunto de impulsión debe garantizar una presión mínima de 10 Pa en todos los puntos de servicio.

Tramo		Q _{CF}	∅	∅ _{RF}	v	Dist	ΔP	ΔP
P₃₋₄	HABITACIÓN	0'35 l/s	14'93 mm	20 mm	1'11 m/s	1'81 m	0'10 mca/m	0'18 mca
P₄₋₆	2 hab	0'47 l/s	17'30 mm	20 mm	1'50 m/s	8'97 m	0'17 mca/m	1'54 mca
P₆₋₁₇	13 hab	1'14 l/s	26'94 mm	32 mm	1'42 m/s	34'79 m	0'09 mca/m	3'01 mca
P₁₇₋₁₈	20 hab + resto	2'40 l/s	39'09 mm	40 mm	1'91 m/s	58'15 m	0'11 mca/m	6'41 mca

Bombas impulsión	Ha	Hg	Pc	Pr	
P _B	0'50 mca	3'70 mca	11'67 mca	10'00 mca	25'87 mca
P	1'43 cv				

Las dimensiones de las derivaciones a cuartos húmedos, tanto de agua fría como de agua caliente sanitaria se realizan de acuerdo a los apartados 4.3 y 4.4 y se muestran en el plano de instalaciones hidráulicas.

2.5.5 HS 5 Evacuación de aguas

Red de aguas residuales

Según el apartado 4.1.1, las derivaciones individuales a cada aparato y los ramales colectores deberán tener el diámetro indicado en la tabla de la página siguiente.

Las bajantes de aguas residuales tendrán un diámetro de 110 mm, pese a que el diámetro de cálculo no exceda de 63 mm.

Los colectores horizontales de aguas residuales se resuelven mediante una red “colgada en enterrada” en aquellos tramos que discurren bajo la superficie interior del edificio y la geometría lo permita. El resto de tramos se resolverán mediante una red enterrada con una pendiente del 2%.

Los colectores horizontales residuales tendrán el diámetro indicado en la tabla de la derecha “Colectores R”, de acuerdo al artículo 4.1.2.

NÚCLEO	SANITARIOS	UD/SANITARIO	UD TOTALES	Ø
Baño	Inodoro	4	8	Según Bote Sifónico
	Lavabo	1		
	Ducha	3		
Cocina	Fregadero	3	6	50
	Lavadora	3		

NÚCLEO	SANITARIOS	UD/SANITARIO	UD TOTALES	Ø
AS-0	Inodoro	5	9	63
	Lavabo	2		
	Lavabo	2		
K	Fregadero	6	18	75
	Fregadero	6		
	Lavadora	6		

Colectores R	UD	CALC	ELEGIDO
BP1-BP2	14	#N/D	125
BP2-BP3	42	#N/D	125
BP3-BP4	70	#N/D	125
BP4-BP5	98	110	125
BP5-BP6	126	110	125
BP6-BP7	154	110	125
BP7-BP8	182	110	125
BP8-BP10	217	110	125
BP9-BP8	7	#N/D	125
BP10-BP11	244	110	125
BP11-BP12	272	125	125
BP12-BP13	300	125	125
BP13-BP14	328	125	125
BP14-AS	356	125	160

Red de aguas pluviales

El número mínimo de sumideros de aguas pluviales viene dado por el apartado 4.2.1. La recogida de aguas que evacúan las cubiertas se realiza mediante rejillas lineales que convergen en diferentes sumideros. Su disposición es la siguiente:

Cubierta del ala oeste de habitaciones	315'47 m ²	4 sumideros
Cubierta del ala este de habitaciones	521'75 m ²	6 sumideros
Cubierta de zonas comunes		
Sup 3	438'4 m ²	3 sumideros
Sup 4	389'51 m ²	3 sumideros
Sup 5	110'09 m ²	2 sumideros
Sup 6	59'8 m ²	2 sumideros

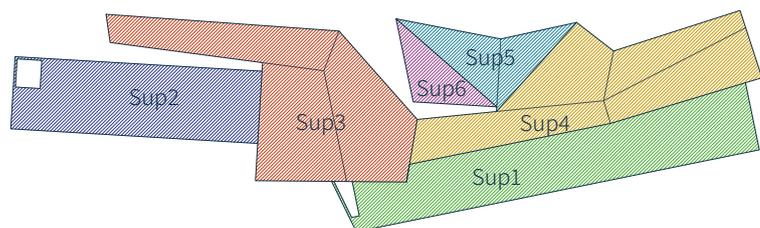


Imagen 6: Esquema identificación de las diferentes cuencas de vertido. Escala 1:1000

La intensidad pluviométrica, según la tabla B.1 del apéndice B de la sección HS-5, en la zona de proyecto es de 90 mm/h. El diámetro de las bajantes de pluviales según la tabla 4.8 es el de la tabla de la derecha “Bajantes P”.

Los colectores de pluviales se calculan de acuerdo a la tabla 4.9, en la tabla “Colectores P”. Se ha trazado una red separativa que se une justo antes de la arqueta sifónica a la red de aguas residuales, en la arqueta B. Esto permitiría en un futuro, si la propiedad así lo demandase, desviar la red de pluviales a un depósito de tormenta y, a través de un filtro, a un depósito acumulador de aguas pluviales, que permita reutilizarla para riego u otros usos.

El tramo, por tanto, entre la Arqueta B y la Arqueta Sifónica es mixto, calculado sumando los m² de pluviales y las UD residuales a razón de 0’36 m²/UD.

Bajantes P	m2	CALC	ELEGIDO
BP1	105'41	63	110
BP2	105'41	63	110
BP3	105'41	63	110
BP4	105'41	63	110
BP5	100'11	63	110
BP6	102'56	63	110
BP7	105'53	63	110
BP8	107'38	63	110
BP9	438'11	110	110
BP10	226'28	90	110
BP11	333'09	90	110

Colectores P	m2	CALC	ELEGIDO
BP1-BP2	94'869	90	110
BP2-BP3	189'738	110	110
BP3-BP4	284'607	125	125
BP4-BP5	379'476	160	160
BP5-Arq. A	469'575	160	160
BP11-BP10	299'781	125	125
BP10-BP9	503'433	160	160
BP9-Arq. A	897'732	200	200
Arq. A-BP6	1367'307	250	250
BP6-BP7	1459'611	250	250
BP7-BP8	1554'588	250	250
BP8-Arq. B	1651'23	250	250
Arq. B-Arq. Sif.	1766'574	250	250

2.5.6 HS 6 Protección frente al radón

No procede según CTE DB-HS 6, 1.1 (Gerena no está incluida en el apéndice B del CTE DB-HS 6).

2.6 Protección frente al ruido

2.6.1 Acondicionamiento acústico

Se ha calculado un recinto representativo para satisfacer la demanda de acondicionamiento acústico, el taller colectivo. Es un espacio de uso docente, asemejable a efectos prácticos a un aula. Por ello, la limitación al tiempo de reverberación que se establece en el CTE DB-HR 2.2.1 en el caso de que esté vacía será de 0'7 s, mientras que en régimen de ocupación será de 0'5 s.



Documento básico HR protección fre

Cálculo del tiempo de reverberación y la absorción acústica. Método general.

Datos de entrada

Volumen del recinto
 Volumen V_r (m³)
 Tipo de recitn

Resultado
 Área equivalente A 88.6955
 Tiempo de reverberación 0.39 0.39 ≤ 0.7 CUMPLE

Resultado	Requisito C
Cálculo T _{eq}	T _{eq} (s)

$$T = \frac{0,16V}{A}$$

Paramentos

	Paramentos	$\alpha_{m,i}$	S_i (m ²)	$\alpha_{m,i} \cdot S_i$
1	Vidrio	0.04	60.42	2.4168
2	Vidrio	0.04	27.53	1.1012
3	Vidrio	0.04	47.02	1.8808
4	Madera y paneles de madera	0.08	21.02	1.6816
5	Madera y paneles de madera	0.08	14.88	1.1904
6	PA	0.55	114.38	62.909
7	Ventana abierta	0.7	14.48	10.136
8	Baldosas, plaquetas.	0.02	111.31	2.2262
9	-	-	0	0
10	-	-	0	0

Muebles fijos absorbentes

	Muebles	A _{0,m,j}
1		0
2		0
3		0
4		0
5		0
6		0
7		0
8		0
9		0
10		0

$$A = \sum_{i=1}^N \alpha_{m,i} \cdot S_i + \sum_{j=1}^M A_{0,m,j} + 4\bar{m}_m \cdot V$$



Esta herramienta facilita la aplicación del método de cálculo de la opción general del DB HR protección frente a ruido, del CTE

v 3.0 Diciembre :

2.6.2 Aislamiento acústico al ruido entre recintos

Como ejemplo representativo de esta exigencia, se han elegido dos de los talleres individuales, con un volumen de 42'84 m³ y 38'5 m³ de volumen. Comparten una partición vertical de 11'58 m², formada por un doble tabique de yeso laminado, con el alma rellena de lana mineral, con un grosor total de 20 cm.

Al ser recintos destinados a talleres de trabajo, se consideran en la categoría de "protegidos". Por tanto, la exigencia de aislamiento acústico al ruido aéreo entre ellos es de 50 dB, mientras que al ruido de impactos es de 65 dB.

Cabe destacar que se ha empleado una partición de doble estructura autoportante de cartón yeso, con R_A de 66 dB, con un grosor total de 17 cm y que ha sido empleada genéricamente como partición entre todos los recintos con categoría de protegidos. Para el resto de particiones, se usa un tabique simple autoportante de cartón yeso, con un grosor total de 10 cm y R_A de 46'9 dB.



Documento Básico HR Protección frente al ruido

Ficha justificativa del cálculo de aislamiento a ruido aéreo y de impactos entre recintos interiores.
Casos: Recintos adyacentes con 4 aristas comunes.

Tipos de uniones e índices de reducción vibracional				
Encuentro	Tipo de unión	K_{Ff}	K_{Fd}	K_{Df}
Separador - Suelo	Unión en T de doble hoja y elementos homogéneos con encuentro elástico en 4, (orientación 2)	-2.4	13	13
Separador - Techo	Unión en T de doble hoja y elementos homogéneos con encuentro elástico en 2, (orientación 1)	-2.6	13	13
Separador - Pared	Unión en T de dobles hojas con juntas elásticas (orientación 1)	30	30	30
Separador - Pared	Unión en T de dobles hojas con juntas elásticas (orientación 2)	34.3	32.1	32.1

Transmisión del recinto 1 al recinto 2				
		Cálculo	Requisito	
Aislamiento acústico a ruido aéreo	$D_{nT,A}$ (dBA)	57	50	CUMPLE
Aislamiento acústico a ruido de impacto	$L'_{nT,w}$ (dB)	38	65	CUMPLE

Transmisión del recinto 2 al recinto 1				
		Cálculo	Requisito	
Aislamiento acústico a ruido aéreo	$D_{nT,A}$ (dBA)	58	50	CUMPLE
Aislamiento acústico a ruido de impacto	$L'_{nT,w}$ (dB)	34	65	CUMPLE

2.6.3 Aislamiento acústico al ruido exterior

El recinto elegido es una de las habitaciones de la residencia, que tienen una entreplanta y presentan una fachada totalmente acristalada, de 5'05 m x 3'10 m, es decir, 15'65 m². Cabe destacar que parte de este acristalamiento es un panel abatible, que sirve de puerta hacia la terraza exterior, así, tenemos 13'91 m² fijos y 1'97 m² abatibles.

Al no existir datos o mapas de ruido para el municipio de Gerena, tomamos el valor de 60 dB para sectores de uso predominante residencial, según CTE DB-HR 2.1.



Documento Básico HR Protección frente al ruido

Ficha justificativa del cálculo de aislamiento a ruido aéreo en fachadas.
Casos: Fachadas

Vías de transmisión aérea directa o indirecta			
Vías de transmisión aérea	transmisión directa	$D_{n,e1,Ar}$ (dBA)	0
	transmisión directa	$D_{n,e2,Ar}$ (dBA)	0
	transmisión indirecta	$D_{n,s,Ar}$ (dBA)	0

Tipos de uniones e índices de reducción vibracional				
Encuentro	Tipo de unión	K_{Ff}	K_{Fd}	K_{Df}
fachada - suelo	de doble hoja y elementos homogéneos con doble junta	14.1	29.3	14.1
fachada - techo	de doble hoja y elementos homogéneos con doble junta	14.1	29.3	14.1
fachada - pared	de doble hoja y elemento homogéneo interrumpiendo la cavidad	8.8	7.1	8.8
fachada - pared	de doble hoja y elemento homogéneo interrumpiendo la cavidad	8.8	7.1	8.8

Transmisión de Ruido del exterior				
		Cálculo	Requisito	
Aislamiento acústico a ruido aéreo	$D_{2m,nT,Ar}$ (dBA)	32	30	CUMPLE

2.7 Seguridad de Utilización y Accesibilidad

2.7.1 SUA-1

Resbaladidad de los suelos

Según la tabla 1.1 y tabla 1.2, las baldosas de los suelos interiores, tipo Boston Stone PORCELANOSA color Cemento, tienen una clase de resbaladidad 1. Además, se emplea el mismo modelo de baldosa, pero con un tratamiento antideslizante según las especificaciones del fabricante, que garantiza una clase de resbaladidad 3, en las zonas de cuartos húmedos y exteriores.

Barreras de protección

En todos aquellos desniveles superiores a 55 cm e inferiores a 6 m se dispone una barrera de protección de vidrio, tipo View Crystal CORTIZO o similar, de 90 cm de altura. No existen desniveles en el proyecto superiores a 6 m, excepto en las zonas acondicionadas exteriores.

2.7.2 SUA-8 Protección contra el rayo

Se deberá disponer de instalación de protección contra el rayo siempre que la frecuencia esperada de impactos (N_e) sea superior al riesgo admisible (N_a):

$$N_e > N_a$$

$$N_e = N_g \cdot A_e \cdot C_1 \cdot 10^{-6}$$
$$N_a = 5^5 \cdot 10^{-3} / (C_2 \cdot C_3 \cdot C_4 \cdot C_5)$$

Siendo,

N_g , densidad de impactos sobre el terreno, obtenida en la figura 1.1

A_e , superficie de captura

C_1 , Coeficiente relacionado con el entorno

C_2 , Coeficiente en función del tipo de construcción

C_3 , Coeficiente en función del contenido del edificio

C_4 , Coeficiente en función del uso del edificio

C_5 , Coeficiente en función de la necesidad de continuidad de uso

$$N_e = 0'0110$$

$$N_a = 0'0036$$

$N_e > N_a$, por tanto, es necesaria la instalación de protección frente al rayo. La eficacia (E) de la instalación será: $1 - (N_a/N_e) = 0'66$. Se empleará un pararrayos con dispositivo de cebado, de una altura de 4'35 m.

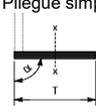
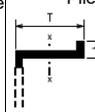
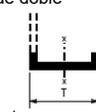
2.8 Justificación de la estructura auxiliar y elementos de la envolvente.

2.8.1 Paneles de aluminio composite

Según el D.I.T. del producto, para la carga máxima de viento ($0'913 \text{ kN/m}^2$), y una anchura de bandejas de $1'50 \text{ m}$, definida así por criterios proyectuales, las bandejas utilizadas poseen las siguientes características:

Panel composite de aluminio tipo Alucobond® A2 o similar, dimensiones de panel $1500 \times 1650 \text{ mm}$, espesor de chapa 4 mm . Las pestañas verticales tienen un espesor de 45 mm y las dimensiones definidas en las figuras 1b y 1c del D.I.T. del producto y se colocarán una en cada esquina de la bandeja y otra en el centro de cada lado vertical, garantizando una distancia entre anclajes inferior a 975 mm . El acabado es lacado en color Smoke Silver Metalic (501). Peso: $0'075 \text{ kN/m}^2$. Reacción al fuego A2-s1, d0.

Tabla C: Predimensionado de sistema de bandejas verticales de B (anchura) = 1500 mm y distancia l entre entalladuras $\leq 500 \text{ mm}$

Presión o succión estática máx. adm. (kPa)	Máx. altura H de bandeja (mm) según espesor de panel ALUCOBOND®	Pestaña vertical		Pestaña horizontal				Pliegue doble reforzado con perfil de aluminio extruido (No se considera el momento resistente W (cm³) del pliegue)		
		 t_1 (mm)	Reacción R (kN) Intermedia (borde) Nota: Comprobar en Tabla 11 que $F \text{ máx. adm.} > R$	Pliegue simple  T (mm)	Pliegue doble  T (mm)	Pliegue doble  t (mm)	Módulo W requerido (cm³)			
0,50	5400	30	0,19 (0,238)	85	45	40	0,93	40/20/2,5	25/25/2	25/25/2
0,60	3500	35	0,23 (0,45)	95	50	40	1,11	40/20/3	25/25/2	25/25/2
0,70	2700	35	0,26 (0,53)	100	55	40	1,30	50/15/2,5	25/25/3	25/25/2
0,80	2300	40	0,30 (0,60)	--	60	40	1,48	50/25/2,5	25/25/3	30/30/2
0,90	1975	40	0,34 (0,68)	--	70	40	1,67	60/20/2,5	40/20/2	30/30/2
1,00	1775	45	0,38 (0,75)	--	75	40	1,85	60/20/2,5	40/20/2	30/30/2
1,10	1575	45	0,41 (0,83)	--	80	40	2,04	60/20/2,5	40/20/2,5	34/20/3
1,20	1475	45	0,45 (0,90)	--	85	40	2,22	60/30/3	40/20/2,5	34/20/3
1,40	1225	50	0,50 (1,00)	--	95	40	2,59	60/30/3	40/30/3	50/20/2
1,60	1075	55	0,60 (1,20)	--	--	--	2,96	80/25/2,5	40/30/3	50/20/2
1,80	950	55	0,67 (1,35)	--	--	--	3,33	80/25/2,5	40/30/3	40/30/2,5
2,00	850	60	0,75 (1,50)	--	--	--	3,70	80/40/3	40/40/2,5	50/50/3
2,20	775	65	0,82 (1,65)	--	--	--	4,07	80/40/3	50/50/3	50/50/3
2,40	725	65	0,90 (1,80)	--	--	--	4,44	80/40/3	50/50/3	50/50/3
2,60	700	70	0,95 (1,95)	--	--	--	4,81	100/50/3	50/50/3	50/50/3
2,80	650	75	1,05 (2,10)	--	--	--	5,18	100/50/3	40/40/4	50/50/3
3,00	575	75	1,13 (2,25)	--	--	--	5,55	100/50/3	40/40/4	50/50/3

2.8.2 Estructura auxiliar hoja soporte

Se calcula el perfil de la estructura auxiliar de la hoja soporte definiendo una separación de 60 cm entre ellos. Tomando el valor más desfavorable de la carga de viento (definido en el apartado de acciones de la estructura): $0'6 \text{ m}$ ancho por $0'913 \text{ kN/m}^2$.

Se dimensiona el perfil en función de la flecha máxima, que está definida por $L/300$.

$$L/300 = 1\text{cm} = 5/384 * qL^3/EI$$

Longitud	Ancho de infl.	Q	I_y	Flecha	Perfil
3'00 m	0'60 m	0'55 kN/m	$8'25 \text{ mm}^4 \times 10^4$	1 cm	M75/50/1

La inercia del perfil omega M75/50, $e=1\text{mm}$, $25'1 \times 10^4 \text{ mm}^4$, de acero S220GD.

2.8.3 Estructura auxiliar para soporte fachadas

La hoja soporte de la fachada transmite las cargas a unos perfiles tubulares horizontales y estos, a su vez, la transmitirán a la estructura principal del edificio. Se calcula el perfil de la estructura auxiliar de la hoja soporte definiendo la carga vertical que deben soportar como consecuencia del peso de la fachada, y horizontal del viento.

Se ha predimensionado tanto en función de la flecha máxima como del momento máximo.

La configuración constructiva del perfil implica una solución biapoyada.

Longitud	Q	Tipo	M _{fd}	W _{el}	Perfil
3'90 m	2'03 kN/m	Biapoyada	3'85 kN·m	14'70	RHS 80x40x4

La flecha máxima está definida por L/300.

$$L/300 = 1\text{cm} = 5/384 \cdot qL^3/EI$$

Longitud	Q	I _y	Flecha	Perfil
3'90 m	2'03 kN/m	220'68 mm ⁴ x 10 ⁴	1'3 cm	RHS 100x60x4

Al ser más desfavorable la limitación por flecha, el perfil que se ha de emplear es un RHS 100x60x4 J0H.

2.8.4 Panel DECK Cubierta C1

La máxima luz entre correas es de 3'00 m, las acciones a soportar por este panel es el peso propio y de los elementos constructivos sobre él como cargas permanentes, y la sobrecarga de uso y de nieve como acciones variables, tomando como referencia el método de cálculo basado en los Estados Límite.

El valor mayorado con coeficientes E.L.U. para la carga es de 1'6 kN/m², en consecuencia, la chapa utilizada se define MT-56 DECK, de 0'7 mm de espesor, en acero S220 GD y altura de greca 56 mm, acabado galvanizado Z275, atornillada mediante tornillos autorroscantes M6x4 en los canales.

PRESIÓN							3 Vanos
5.5	5	4.5	4	3.5	3	2.5	e(mm)
		67	101	153	201	275	0.7
	55	81	120	184	243	334	0.8
	70	102	152	235	329	455	1.0
58	83	121	121	278	419	582	1.2

2.8.5 Panel sándwich prefabricado cubierta C2

Siguiendo el mismo proceso que para el panel DECK de la cubierta tipo C1, se obtiene el tipo de panel empleado en la cubierta C2. En este caso, las acciones mayoradas tienen un valor de 3'95 kN/m².

Panel sándwich prefabricado CUB 5ST-LNR de HIANSA o similar, cara interior de 0'5 mm de acero prelacado, alma de 150 mm de lana de roca de densidad media, cara exterior de 0'5 mm de acero prelacado. $U=0'251 \text{ W/m}^2\text{K}$. Resistencia al fuego EI120, reacción al fuego A2-s1 d0, aislamiento acústico 32'5 dB.

PANEL CUBIERTA 5ST - LNR - ESTÁNDAR											
Sobrecarga panel biapoyado [kg/m ²]											
Vano (m)		80		100		120		150		200	
		L	M	L	M	L	M	L	M	L	M
Espesor (mm)	30	-	3,40	-	2,90	-	2,60	-	2,21	-	1,80
	40	3,15	3,60	2,50	3,10	1,85	2,85	1,25	2,35	1,00	1,80
	50	3,25	3,96	2,90	3,42	2,65	2,98	2,20	2,50	1,40	1,92
	60	3,40	4,40	3,00	3,75	2,75	3,10	2,35	2,80	1,50	2,25
	80	4,10	5,76	3,80	5,16	3,50	4,48	3,11	3,66	2,35	2,77
	100	5,60	6,60	5,05	5,68	3,80	4,76	3,30	3,88	2,50	2,94
	120	6,00	7,50	5,30	6,10	4,00	5,15	3,50	4,41	2,70	3,12
	150	6,30	8,90	5,8	7,48	5,45	6,50	4,60	5,05	3,00	4,08
200	7,50	9,40	6,50	8,30	5,80	7,05	5,10	6,00	3,00	5,20	

2.8.6 Perfil omega para chapa de remate de cubierta

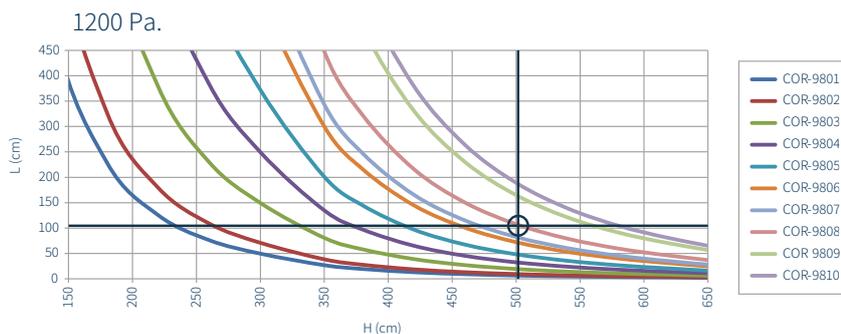
Se calcula el perfil de la estructura auxiliar de la hoja soporte definiendo una separación de 60 cm entre ellos. Tomando el valor más desfavorable de la carga de viento (definido en el apartado de acciones de la estructura): 0'5 m ancho por 0'913 kN/m².

Se dimensiona el perfil en función de la flecha máxima, que está definida por $L/300$.

Longitud	Ancho de infl.	Q	I_y	Flecha	Perfil
0'36 m	0'50 m	1'37 kN/m	1584 mm ⁴	0'12 cm	M75/50/1

Se dispondrán perfiles omega 40.50.20 de 0'6 mm, de aluminio 6063 T6, dispuestos cada 50 cm.

2.8.7 Montantes del muro cortina



En función de la carga máxima de viento (0'913 kN/m²), y la altura de los montantes y su ancho de influencia, obtenemos el perfil del montante del muro cortina, según las gráficas del D.I.T. del fabricante. Los montantes utilizados son el tipo COR-9808, de 200 x 52 mm, y los travesaños tipo COR-9850, de 40'5 x 52 mm.

2.9 Ficha resumen

A continuación, se expone una tabla resumen de los diferentes sistemas constructivos, así como sus valores característicos:

Elemento		HS-1	HE-1	HR	SI-1	SUA-1	
Designación	Espesor	G.I.	U	R_A	EI	Reacción fuego	C. Resbaladic.
F-1	28 cm	3	0'38	47	120	B-s1-d0	-
MC-1	2'6 cm	-	1'28	38	-	-	-
S-1	58 cm	2	0'36	-	-	B _{FL} -s1	1 *
C-1	17'6 cm (+F.T.**)	1	0'33	38	60	A2-s1-d0	-
C-2	18'8 cm (+F.T.)	1	0'25	32'5	120	A2-s1-d0	-
C-3	39 cm	1	0'31	62	120	B _{FL} -s1	3
						A2-s1-d0	-
P-1	17 cm	-	-	66'5	120	A1	-
P-2	10 cm	-	-	46'9	45	A1	-
H-1	2'6 cm	-	1'87	33	-	-	-

* Clase de resbaladicidad 1, excepto en baños, donde la clase de resbaladicidad es 3.

** Falso techo, espesor del falso techo es variable debido a la geometría de la cubierta.



m2 Trasdosado autoportante formado por una estructura de acero galvanizado de 48 mm de ancho, a base de montantes de alas de 35 mm y canales, dejando entre la estructura y el muro un espacio mínimo de 10 mm. En el lado externo de esta estructura se atornillan dos placas de cartón yeso de 12,5 mm de espesor, reacción al fuego A2-s1-d0 tipo PLADUR o similar, dando un ancho mínimo total de trasdosado terminado de 58 mm (48+10). Incluso p.p. de tornillería, pastas, cintas de juntas, juntas estancas/acústicas de su perímetro, etc., así como anclajes para canales en suelo y techo. Incluso alma de la estructura rellena en su totalidad con lana mineral MW de 40 mm de espesor y densidad 40 kg/m³, $\lambda=0'034$ W/m·K. Montaje según recomendaciones técnicas del fabricante, norma UNE 102043 y requisitos CTE. Medida la superficie totalmente terminada.

m Chapa de cobre CU-DHP de 0'6 mm de espesor para coronación del encuentro entre fachada y cubierta dimensiones 56x400 cm, plegada según detalles constructivos, colocada con dirección de pendiente vierteaguas hacia el interior. Incluso remaches ciegos 5x14, con cuerpo de cobre (CU-DHP) y vástago de acero inoxidable (1.4541) para anclajes a perfiles Ω 40.50.20 de aluminio 6063T6, dispuestos cada 50 cm y anclados mediante pletinas de aluminio a viga de borde de la cubierta. Incluso preparación del soporte, limpieza y posibles cortes de perfiles. Ejecutado según CTE DB-HS, medida la longitud ejecutada a cinta corrida.

m2 Lámina impermeabilizante de betún modificado con elastómeros y armadura de fieltro de poliéster, autoadherida LBM-40-FP, tipo POLITABER POL PY 40 o similar, soldada mediante soplete, para ubicación en el arranque de fachada, cubriendo desde el frente de la solera hasta, como mínimo, 20 cm desde el nivel terminado de solería exterior. Incluso limpieza previa del soporte. Según CTE DB-HS 1, medida la superficie ejecutada a cinta corrida.

kg Estructura de acero laminado S275 JR, perfiles HEB200 para pilares estructurales, mediante uniones atornilladas según planos. Trabajado en taller: preparación de superficies mediante chorro de arena Sa 2 1/2 y aplicación posterior de dos manos de imprimación de pintura anticorrosión grado C2, de espesor 100 micras por mano. En obra: proyección de 16 mm de mortero de vermiculita PROMASPRAY P300 o similar. Incluso p.p. de bordes, soldaduras, cortes, piezas especiales, despuntes y reparación en obra de los posibles desperfectos ocasionados por el transporte, manipulación o montaje, con el mismo grado de preparación de superficies e imprimación. Incluso p.p. de placas de anclajes con cartelas, pernos, tornillos, etc., limpieza y preparación del plano de apoyo, replanteo y aplomado y nivelación. Según CTE DB-SE-A, UNE-EN ISO 8501-1, ISO 12944-2 y UNE-EN 10025. Medido el peso nominal según documentación gráfica de proyecto.

kg Estructura de acero laminado S275 JR, perfiles RHS 100x40x4, para correas y soporte de la fachada, mediante uniones atornilladas a viguetas. Trabajado en taller: preparación de superficies mediante chorro de arena Sa 2 1/2 y aplicación posterior de dos manos de imprimación de pintura anticorrosión grado C2, de espesor 100 micras por mano. Incluso p.p. de bordes, soldaduras, cortes, piezas especiales, despuntes y reparación en obra de los posibles desperfectos ocasionados por el transporte, manipulación o montaje, con el mismo grado de preparación de superficies e imprimación. Incluso p.p. de placas de anclajes con cartelas, pernos, tornillos, etc., limpieza y preparación del plano de apoyo, replanteo y aplomado y nivelación. Según CTE DB-SE-A, UNE-EN ISO 8501-1 y UNE-EN 10025. Medido el peso nominal según documentación gráfica de proyecto.

Código	Denominación	€/m ²	Superficie	Coste
ES04	Museo	1,003.00 €	742.68 m2	744,908.04 €
OF02	Formando parte de una o más plantas de un edificio destinado a otros usos	690.00 €	46.80 m2	32,292.00 €
HO13	Colegio mayor y residencia de estudiantes	878.00 €	1,632.05 m2	1,432,939.90 €
HO17	Cafetería 3 tazas	1,191.00 €	83.12 m2	98,995.92 €
DO06	Centro de investigación	1,003.00 €	163.88 m2	164,371.64 €
UR03	Urbanización completa de un terreno o polígono. Superficie 3<S≤15. Edificabilidad 5	69.00 €	27,787.00 m2	1,917,303.00 €
UR04	Urbanización completa de un terreno o polígono. Superficie 3<S≤15. Edificabilidad 6	70.00 €	39,909.00 m2	2,753,721.00 €
TOTAL PRESUPUESTO EJECUCIÓN MATERIAL				7,144,531.50 €

P.E.M. 7.144.531'50 €

G.G. 928.789'10 €

B.I. 428.671'89 €

P.E.C. 8.501.992'49 €

IVA 1.785.418'42 €

Honorarios

Proy. 400.093'76 €

DO 171.468'76 €

DEO 171.468'76 €

CSS 85.734'38 €

IVA Hon. 174.040'79 €

Total Presupuesto 11.290.217'35 €



Trabajo Fin de Máster
Máster Habilitante en Arquitectura
Grupo 03, curso 2021-2022
Manuel Guerrero Valiente