

# **Escuela infantil en Oliva**

*Tomás Solana Lacasa*

*Memoria Descriptiva. Trabajo Final de Máster*

Tutor:

Enrique Fernández-Vivancos

Cotutores:

Guillermo González Pérez

Javier Poyatos Sebastian

Universidad Politécnica de Valencia

Escuela Técnica Superior de Arquitectura

Máster en Arquitectura. Curso 2020/2021



UNIVERSITAT  
POLITÈCNICA  
DE VALÈNCIA



ESCUELA TÉCNICA  
SUPERIOR DE  
ARQUITECTURA

## *Índice*

<i>Els Rajolars de Oliva</i>	<i>1</i>
<i>Por qué la infancia</i>	<i>3</i>
<i>Emplazamiento y conexiones</i>	<i>5</i>
<i>El Umbral como lugar de aprendizaje</i>	<i>6</i>
<i>La infancia</i>	<i>8</i>
<i>La escuela</i>	<i>10</i>
<i>El espacio público</i>	<i>15</i>
<i>Materia y forma</i>	<i>17</i>
<i>Sostenibilidad</i>	<i>19</i>
<i>Conclusión</i>	<i>20</i>
<i>Maqueta virtual</i>	<i>21</i>
<i>Visualización</i>	<i>30</i>
<i>Referencias arquitectónicas</i>	<i>40</i>
<i>Bibliografía</i>	<i>41</i>

## Els Rajolars de Oliva

El emplazamiento que se propone para el proyecto es la zona de Els Rajolars, ubicada al sur de la ciudad y caracterizada por su uso industrial y agrario. Esta zona hace de límite con la huerta, la cual crece entre las fábricas hacia el sur del territorio.

Toda la zona estaba formada por parcelas agrícolas que, debido al auge de la industria cerámica se fueron colonizando de forma progresiva por fábricas de producción cerámica a partir de mediados del siglo XX. Esto dio como resultado un paisaje compuesto por fábricas cerámicas con sus hornos y chimeneas y pequeñas edificaciones aisladas vinculadas con la agricultura.

Esta evolución conformó una zona de relevancia a nivel patrimonial para la ciudad de Oliva, destacando los hornos con sus chimeneas y las celosías cerámicas que acompañan el Paseo de los Ladrillares, el cual articula y conecta todo el sector.

Sin embargo, la actividad de esta zona ha ido descendiendo drásticamente desde finales del siglo XX y principios del siglo XXI, quedando actualmente pocas fábricas en funcionamiento y estando muchas de ellas en estado de ruina.

Esto ha conducido a que, a pesar de haber sido una zona de gran relevancia a nivel económico, cultural y social para Oliva se produzca una pérdida en la identidad y la memoria.

Partiendo de este punto se propone un Masterplan con el objetivo de reactivar esta zona de gran potencial por sus cualidades climáticas, paisajísticas y por su patrimonio. Este Masterplan cubre todo el ámbito de Els Rajolars y alrededores y trata de aprovechar las oportunidades que ofrece como territorio resiliente.

En el Masterplan se agrupan las intervenciones en cuatro grandes focos descritos a continuación:

- El foco 1 supone un punto de transición entre la ciudad y el conjunto de Els Rajolars siendo un espacio de gran potencial social debido a su proximidad con la ciudad ya consolidada. Otro de los puntos que lo hace interesante para establecerse como foco social es su proximidad a la residencia de la tercera edad que se ubica junto a varias parcelas agrícolas.
- El foco 2 es una agrupación de fábricas situado junto a la calle Senda dels Lladres, la cual atraviesa transversalmente Els Rajolars, por lo que este foco permite generar una conexión entre la montaña de Santa Ana y la huerta.
- El foco 3 conecta Ciutat Jardí y la montaña de L'Alagar, por lo que tiene un gran potencial paisajístico y cobra especial interés en el ámbito turístico. En este foco también está situada la fábrica de Antic Fang y Marmoliva, que son de las pocas fábricas de la zona que siguen en funcionamiento por lo que también es un foco relevante en lo que respecta a la producción cerámica.
- El foco 4 sirve como punto de conexión de Els Rajolars con la sierra, en la cual se ubican las antiguas minas de las que se extraía material para la producción cerámica, por lo que también es un foco de relevancia a nivel paisajístico. En este foco también se ubican las últimas naves de Els Rajolars y el cementerio.



*Els Rajolars de Oliva. Focos*



## Por qué la infancia

Para dar respuesta a la situación actual de Els Rajolars se proponen dos objetivos, por un lado, la revitalización de la zona atrayendo a población joven y de mediana edad, por otro lado, dar servicio a la población envejecida que supone un alto porcentaje de la población y que tiende a aumentar cada vez más, tal y como se ha visto en los últimos años.

En vistas a las oportunidades sociales que presenta el foco 1 se propone el uso de escuela infantil, tratando de satisfacer la demanda de la población y atraer a población joven para revitalizar la zona con vistas a futuro.

La presencia de los nuevos usos sociales y residencial en la fábrica de la Salvaora y la proximidad de la residencia de ancianos favorece la oportunidad de crear una escuela que, además de servir al niño, sirva a la ciudad favoreciendo la participación de la sociedad en la escuela y viceversa.

Surge, por lo tanto, la oportunidad de generar espacios de actividades que pongan en contacto a las nuevas generaciones con el sector más envejecido de la población. Lo que se pretende es poner en relación dos rangos opuestos de edad produciendo una “actividad circular” que favorezca el intercambio y el enriquecimiento mutuo.



Ilustración de Francesco Tonucci

Según el psicopedagogo y dibujante Francesco Tonucci “un anciano tiene sentido en medio de otras generaciones” ya que “tiene el patrimonio más importante en su historia, en su pasado, en su memoria, tiene, por tanto, un gran deseo de contar”. Rara vez los adultos pueden dedicarles el tiempo que necesitan debido a las prisas y el estrés del día a día. Sin embargo, los niños no tienen prisa, están dispuestos a escuchar y aprender de sus mayores.

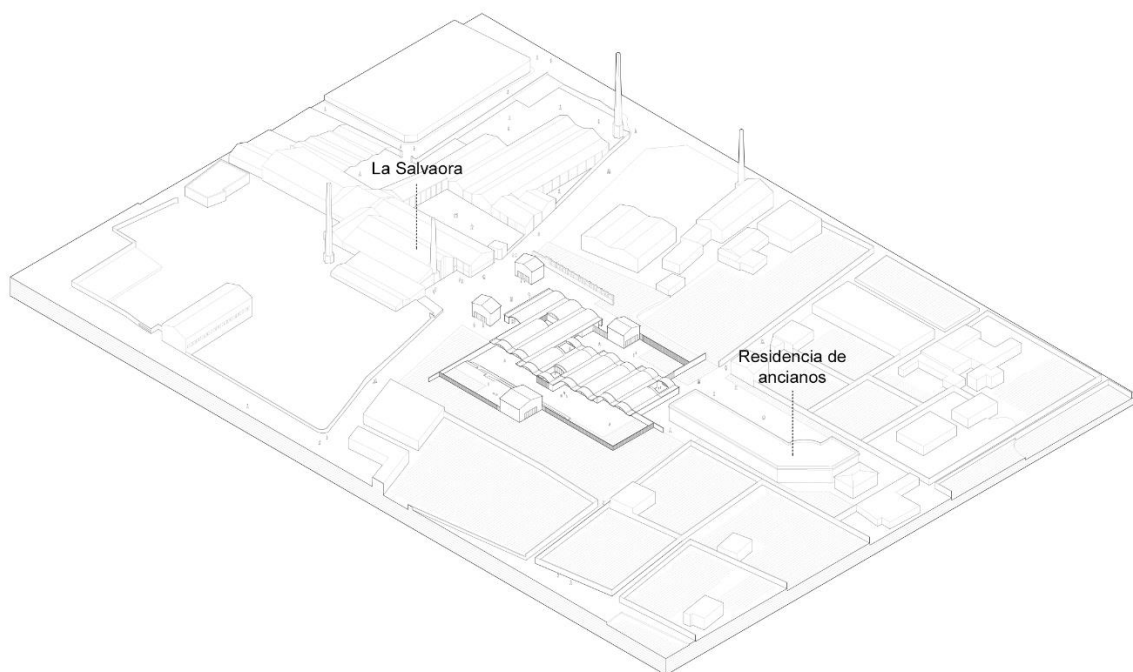
Además, Els Rajolars produce una gran cantidad de estímulos y sensaciones, al tratarse de una zona de la ciudad totalmente diferente al resto se percibe con gran contraste. La huerta, la cerámica, la naturaleza, las fábricas... es un lugar que ofrece algo diferente, que sugiere e invita a la exploración. Vivir la experiencia de crecer y desarrollarse en este entorno puede ser muy estimulante, sobre todo en edades tempranas en las que los sentidos cobran especial importancia.

A su vez, este lugar forma parte de la memoria y la identidad de Oliva y da la oportunidad de fortalecer esa memoria acercando el lugar a la población desde la infancia.

## Emplazamiento y conexiones

El objetivo de esta escuela es favorecer el desarrollo de los niños y a la vez favorecer la relación de los niños con sus mayores y con la ciudad a través del concepto desarrollado por el arquitecto Herman Hertzberger de “escuela extendida” en el que la escuela se entiende no como un elemento independiente dentro de la ciudad sino como una extensión de esta.

En consecuencia, para la ubicación del proyecto se escoge la parcela situada entre la fábrica de la Salvaora y la parcela de la residencia de la tercera edad, generando un eje social de relevancia. De esta forma surge la oportunidad de crear una escuela que, además de servir al niño, sirva a la ciudad favoreciendo la participación de la sociedad en la escuela y viceversa.



*Axonometría. Entorno*

Se genera por tanto una plaza al oeste de la parcela por la que pasa el Paseo de los Ladrillares y que busca generar un espacio exterior para el ciudadano que conecte la escuela con la Salvaora.

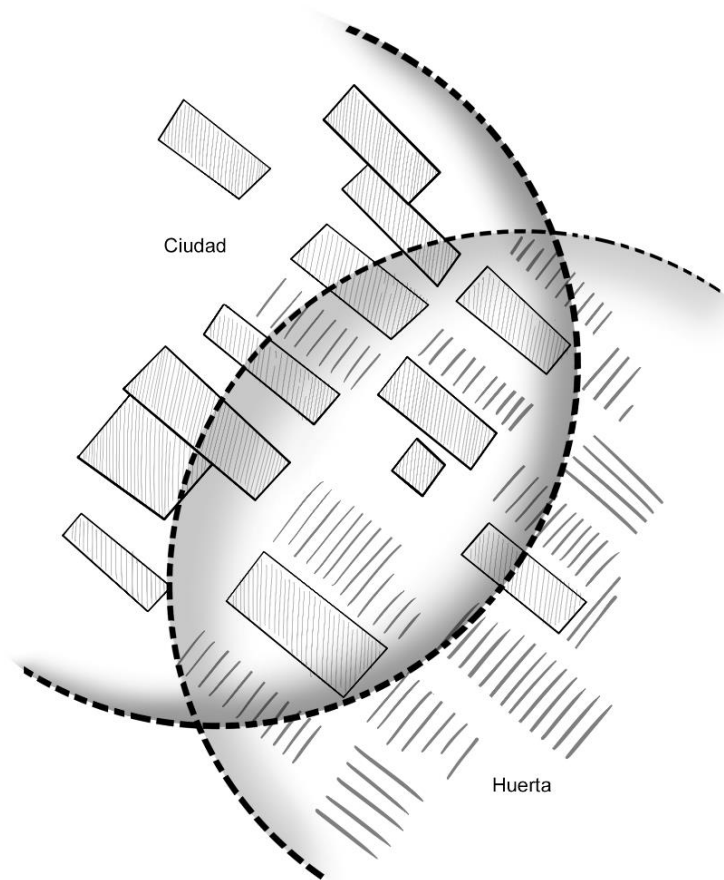
Además, el propio patio de la escuela se propone como espacio de relación, ofreciendo la posibilidad de abrir sus puertas hacia el espacio público de la residencia de ancianos y hacia la nueva plaza de conexión con la Salvaora.

La parcela escogida fue en su origen una parcela agrícola en la que se edificaron pequeñas construcciones vinculadas con tal uso. Sin embargo, la huerta acabó desapareciendo parcialmente mientras que la mayoría de estas edificaciones se abandonaron. La intención del proyecto es la de mantener y rehabilitar las piezas principales de estas edificaciones por lo que la forma del proyecto se adapta a la ubicación actual de dichos volúmenes.

## El Umbral como lugar de aprendizaje

En los planteamientos propuestos por Aldo van Eyck y el Team 10 se desarrolla el concepto de umbral como el lugar donde se encuentran dos mundos opuestos, el individual y el colectivo. En continuidad con dichas propuestas se plantea la escuela como un umbral, un lugar de encuentro entre el niño y la ciudad, planteando la disolución de los límites entre la escuela y su entorno.

La parcela escogida supone, además, un espacio de transición entre la ciudad y la huerta. La escuela se convierte en el umbral entre el espacio urbano y el entorno natural formado mayoritariamente por huertos de naranjos. Este umbral es el punto de unión entre la ciudad y la naturaleza, un espacio intermedio que a su vez funciona como punto de encuentro social.



Esquema. Ciudad y huerta. Umbral

El concepto de umbral guía el proyecto en todo su recorrido llevándolo hasta el interior de la escuela, en la que las aulas se relacionan a través de espacios intermedios dando forma a lo que Herman Hertzberger denomina la “calle del aprendizaje”. Un ejemplo de esto lo encontramos en su Escuela Montessori en la que las aulas están articuladas mediante un espacio intermedio que actúa de espacio de paso y, a su vez, de espacio de relación y de encuentro entre las distintas aulas.

De una forma similar, en el proyecto se busca la relación de las aulas con el espacio interior que las conecta. El espacio de aula se dilata hacia el interior de la escuela dando pie a un lugar de encuentro, un lugar de todos los niños. Esto es posible gracias al uso de carpinterías plegables que permiten que la totalidad del aula se abra haciéndose uno con el espacio de relación. De esta forma se generan lugares versátiles y dinámicos que permiten el uso y el desarrollo tanto individual como colectivo.

El mismo tipo de carpinterías plegables que separan las aulas de la calle interior, es el que se utiliza para abrir las aulas al patio de juegos, lo que se pretende es generar una relación directa entre interior exterior. Se toma como referencia las "open air schools", en las que los espacios naturales cobran gran importancia, generando grandes aperturas en las aulas que permiten el uso de los espacios naturales como espacios didácticos. De esta forma se aprovecha el entorno natural que caracteriza la zona utilizándolo como espacio didáctico.

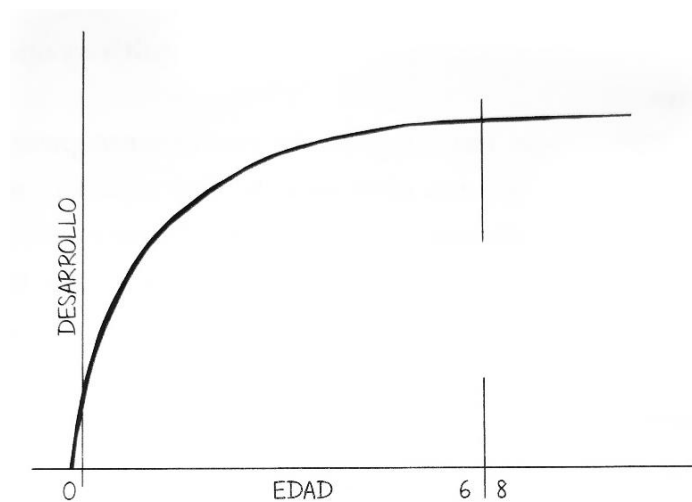
## La infancia

Cuando Francesco Tonucci habla del desarrollo en la infancia lo describe como el “desarrollo a través de la libertad de movimiento y la exploración libre del medio ambiente”. Es en esta primera etapa en la que se consiguen “los mayores logros del ser humano: la postura erguida, la comunicación y su percepción como individuo”.

Según sus textos, tradicionalmente se ha entendido la infancia como un periodo de espera y de preparación para los años posteriores, entendiendo que es cuando ya han pasado varios años cuando el niño podrá empezar a desarrollarse. Sin embargo, defiende que esta forma de concebir la infancia es errónea y justifica que la infancia es la etapa más decisiva en la vida de una persona y en la que se da su máximo desarrollo.

De esta forma, mientras que la primera forma de concebir al niño lo define como un individuo en espera, la segunda entiende al niño como un ser con grandes capacidades que se deben potenciar durante la infancia para aprovechar la etapa de máximo desarrollo.

Tonucci utiliza la siguiente curva para representar como se da realmente el desarrollo de un individuo durante su infancia.



*Curva del desarrollo infantil*

Como se puede observar en la curva, la fase de máximo desarrollo del niño es desde que nace hasta los 6 años, a partir de este momento la curva de desarrollo va reduciendo progresivamente su crecimiento, manteniéndose más horizontal. Es a partir de este momento cuando empieza la etapa escolar, con el inicio de la educación primaria.

Puesto que aproximadamente a los 6 años es cuando se produce un cambio significativo en el desarrollo del niño, es importante detectar que las necesidades del individuo son diferentes antes y después de esta edad. En la primera etapa, la infancia, debe aparecer una educación enfocada a potenciar y explotar al máximo el proceso de desarrollo que el niño experimenta hasta esa edad. Es por esto por lo que el rango de edades que se establece para la escuela es de toda la etapa infantil, es decir, de 0 hasta los 6 años.

Teniendo en cuenta la importancia del desarrollo del niño durante la infancia es necesario entender una escuela infantil no como un lugar en el que el adulto deja al niño mientras está ocupado, sino como un lugar de desarrollo y crecimiento con espacios educativos preparados adecuadamente.

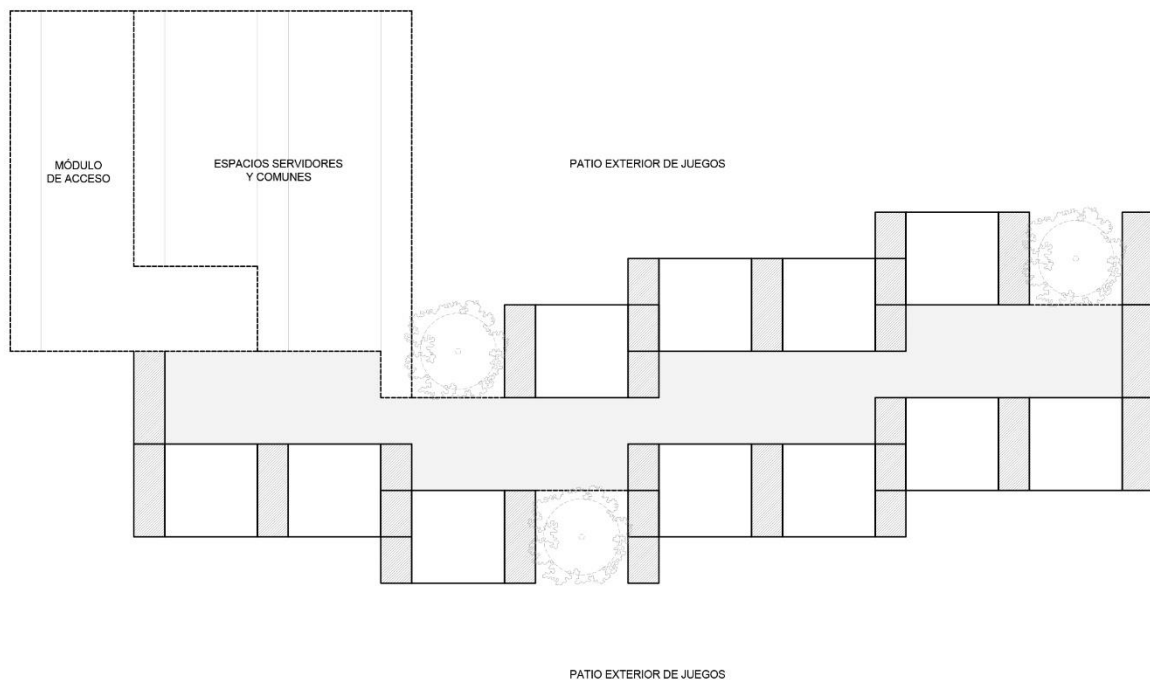
## La escuela

El **acceso** a la escuela se realiza desde la plaza exterior que conecta con la Salvaora y que permite su uso como lugar de encuentro, con espacio suficiente para la realización de actividades y el juego.

En el encuentro de la plaza con la escuela aparece un módulo de acceso que recoge a los niños y sus familiares en un espacio cubierto pero exterior. Desde este módulo se accede a un espacio de recepción, el cual da acceso a la calle interior que articula toda la escuela.

En la calle del aprendizaje se identifican cuatro núcleos alrededor de los cuales se agrupan las aulas. Las agrupaciones son de 2, 3 y 4 aulas. Las aulas están separadas de la calle interior por carpinterías plegables, por lo que pueden funcionar como elementos independientes y, al mismo tiempo, pueden abrirse y funcionar todas como un gran espacio.

Para organizar el edificio se establecen módulos de 6 x 6 m para las aulas y 2 x 6 m para los espacios servidores que se ubican entre las mismas, proporcionando los espacios para aulas destinadas a grupos de aproximadamente 12 niños.

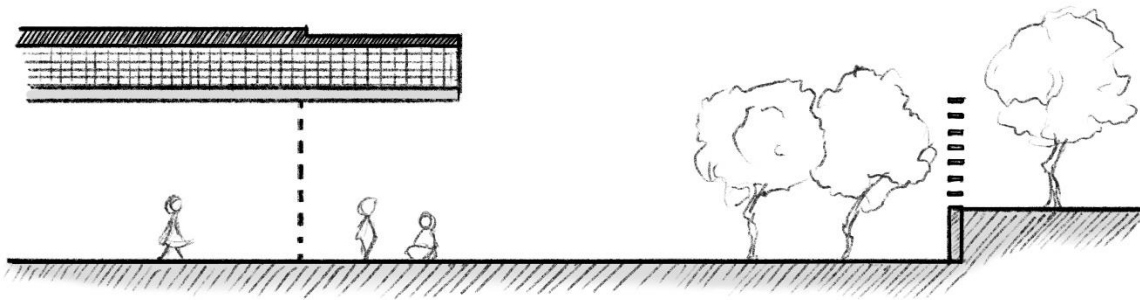


Esquema de la escuela

A cada lado del eje longitudinal de la escuela aparecen dos grandes patios de juego que funcionan como espacio de transición entre la escuela y la huerta. Gracias al uso de las celosías se logra una gran permeabilidad visual hacia los huertos de naranjos diluyendo el límite entre el interior y el exterior de la escuela. Además, los naranjos entran dentro del propio patio favoreciendo esa disolución de los límites.

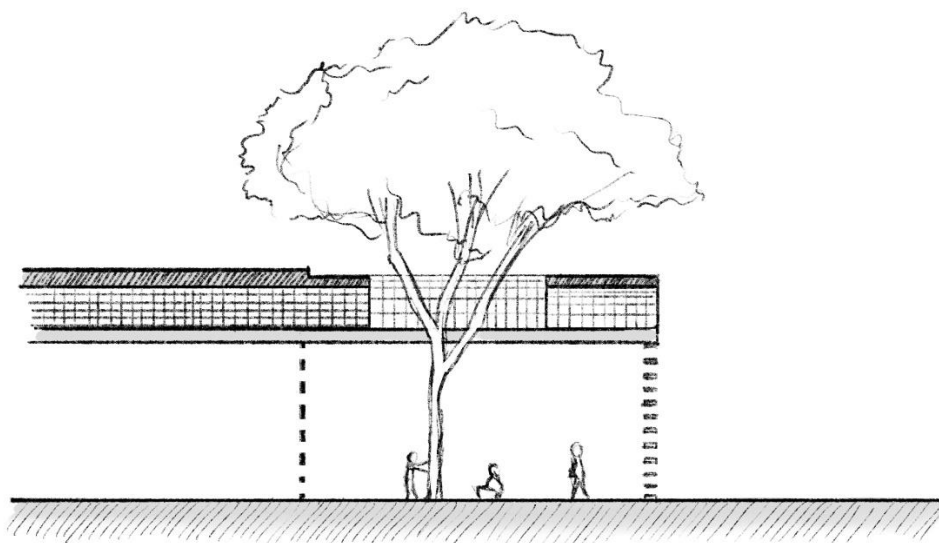


Todas las aulas tienen acceso directo al patio a través de el mismo tipo de carpinterías plegables que las separa de la calle interior. Esto permite una relación directa con el espacio natural que rodea la escuela. La cubierta sobresale más allá de del final del aula generando un umbral que permite la dilatación del aula hacia el espacio exterior y diluye sus límites.



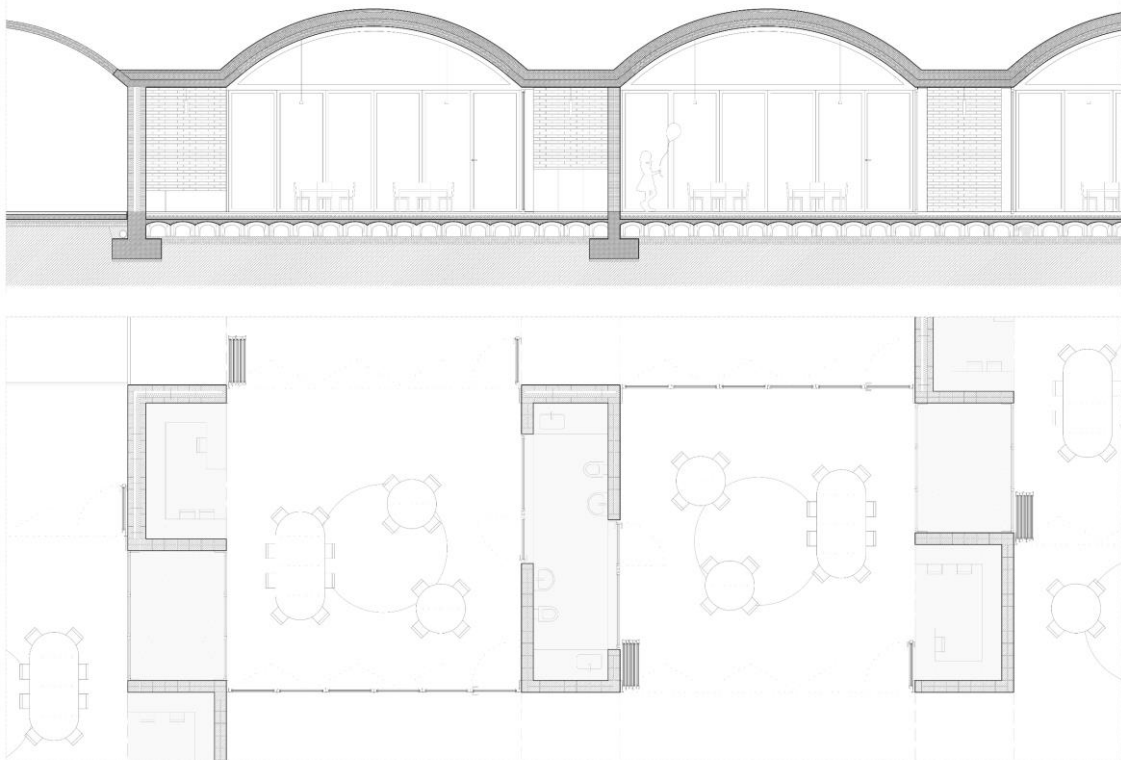
*Boceto. Sección por el patio de juegos*

En la modulación de la planta algunas aulas se sustituyen por pequeños patios en los que se produce la discontinuidad de la cubierta generando un “aula exterior” que se cierra parcialmente por una celosía, siendo un espacio intermedio entre el patio y la calle interior. En cada patio se introduce como arbolado un “pinus pinea” o pino piñonero, árbol característico de la zona y que, gracias a su altura y a su dimensión de copa, permite proteger el patio frente al soleamiento.



*Boceto. Sección por patio interior*

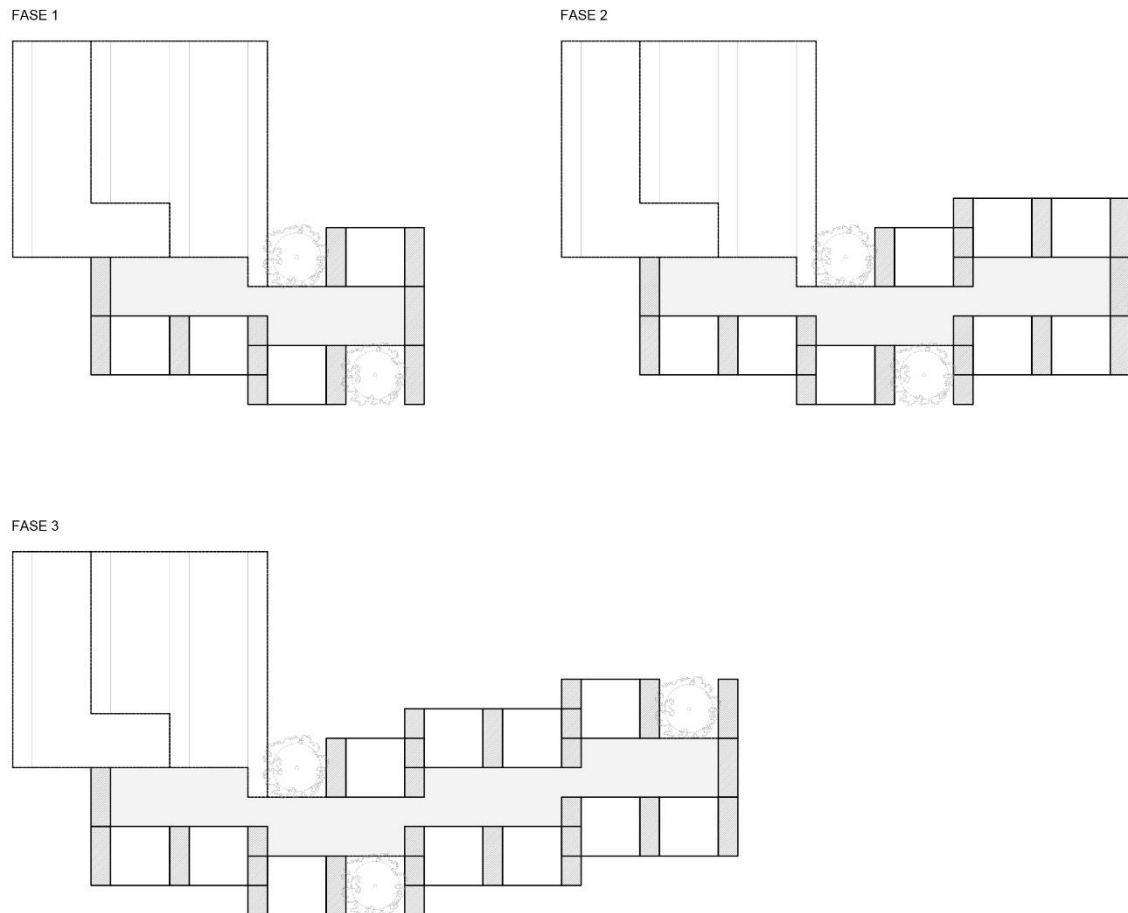
Las aulas están separadas entre si por espacios servidores de aseo y almacenamiento compartidos entre dos aulas. Desde estos espacios las aulas están conectadas, permitiendo la supervisión de dos aulas desde los mismos. Dentro de cada aula aparecen espacios laterales de menor altura y dimensión con la función de albergar actividades individuales o de pequeños grupos.



*Aulas tipo. Planta y sección*

Gracias a la variedad y la versatilidad de los espacios el niño puede desarrollarse tanto a nivel individual como colectivo.

Además, La modulación del proyecto permite su construcción en fases. Debido a las características del lugar en el que se ubica el proyecto y la previsión de un desarrollo con vistas a futuro de toda la zona dels Rajolars, es posible plantear la construcción del proyecto de forma paralela al desarrollo del Masterplan. De esta forma, la escuela podría crecer en función de la demanda y de la cantidad de los niños previstos para su uso que, probablemente, vaya en aumento conforme avance el Masterplan.



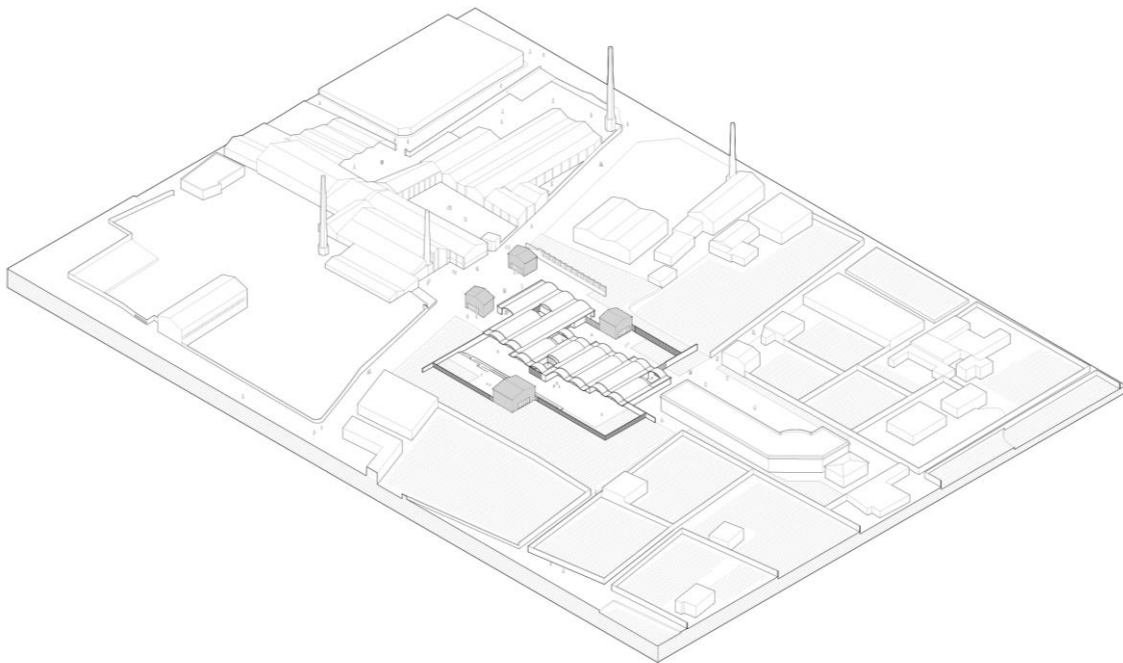
*Fases de crecimiento de la escuela*

Tal y como se observa en los esquemas, el crecimiento de la escuela se realiza de forma longitudinal con la intención de generar un eje que conecte la Salvaora con la residencia de ancianos.

Además, en la parcela escogida para el emplazamiento de la escuela se encuentran cuatro pequeñas edificaciones preexistentes a las cuales, a lo largo del tiempo, se les han ido adosando nuevos volúmenes. En el proyecto se plantea la rehabilitación de dichas edificaciones, eliminando los volúmenes adosados y las particiones interiores del volumen principal para aprovecharlas como aulas y espacios multifuncionales. Se mantiene el aspecto exterior actual, pero modificando la distribución y proporción de los huecos, generando grandes huecos que permiten la continuidad del espacio entre interior y exterior por medio del uso de carpinterías plegables del mismo tipo que el de las aulas de la escuela.

Por lo tanto, el proyecto crece teniendo en cuenta la presencia de estas cuatro preexistencias, utilizando dos de ellas como aulas multifuncionales a las cuales se accede desde los patios de juego de la escuela y las cuales se vinculan a actividades relacionadas con la huerta.

Por otro lado, las otras dos preexistencias se vinculan con el espacio de plaza que conecta con la Salvaora y se proponen como espacios multifuncionales, siendo posible su uso como espacio administrativo y a la vez como espacios de talleres de participación ciudadana, promoviendo la implicación de la sociedad en la escuela.



*Axonometría. Ubicación de preexistencias*

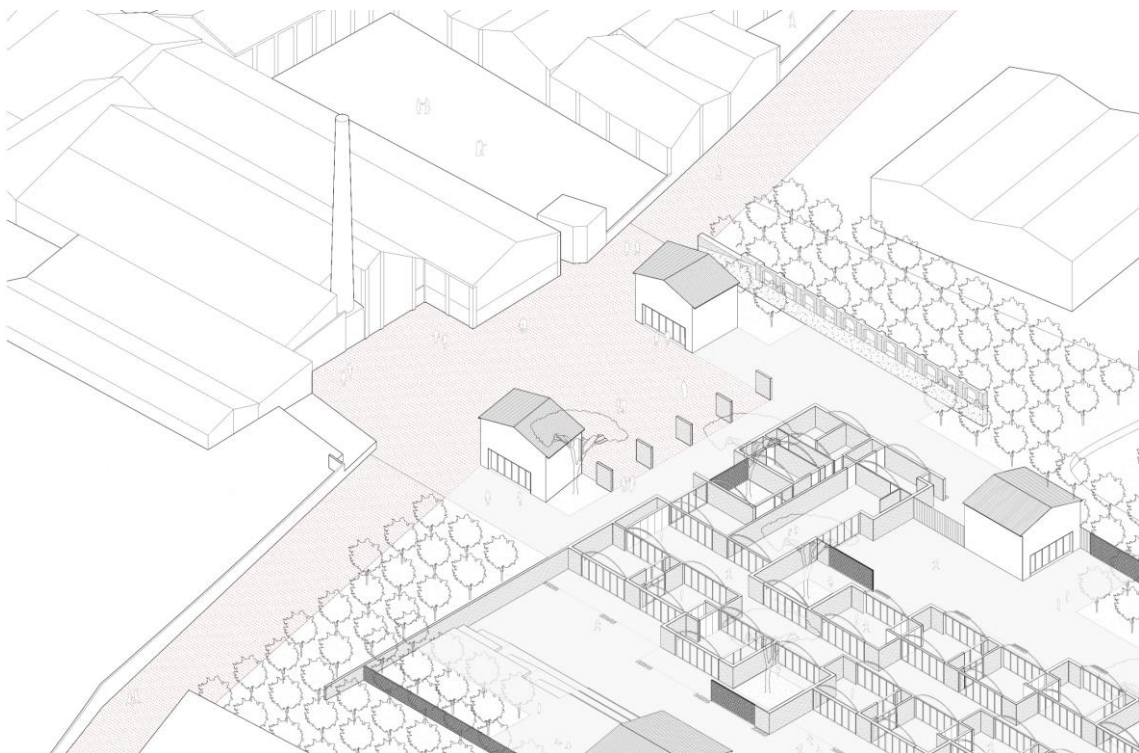
## El espacio público

El espacio público cobra gran importancia debido a su función de conectar la escuela, por un lado, con la Salvaora, y, por otro lado, con la residencia de ancianos buscando la idea de “escuela extendida” tal y como se menciona anteriormente.

El espacio que queda entre la Salvaora y la escuela infantil se utiliza como espacio de plaza a la que vuelcan ambos edificios, ya que ambos disponen de su acceso principal desde dicho espacio. El pavimento se vuelve un elemento de conexión que une ambos edificios, extendiéndose desde la Salvaora hasta el pórtico de acceso a la escuela infantil. Se utiliza pavimento cerámico de ladrillo, las piezas se disponen de forma que la tabla queda vista. Por otro lado, Se utiliza el mismo pavimento para peatonalizar la calle del Paseo de los Ladrillares, sin embargo, en la plaza las piezas se disponen de forma perpendicular al camino para generar una sutil interrupción dando a entender que se trata de un espacio diferente. Mientras que en el camino las piezas se disponen de forma paralela al mismo.

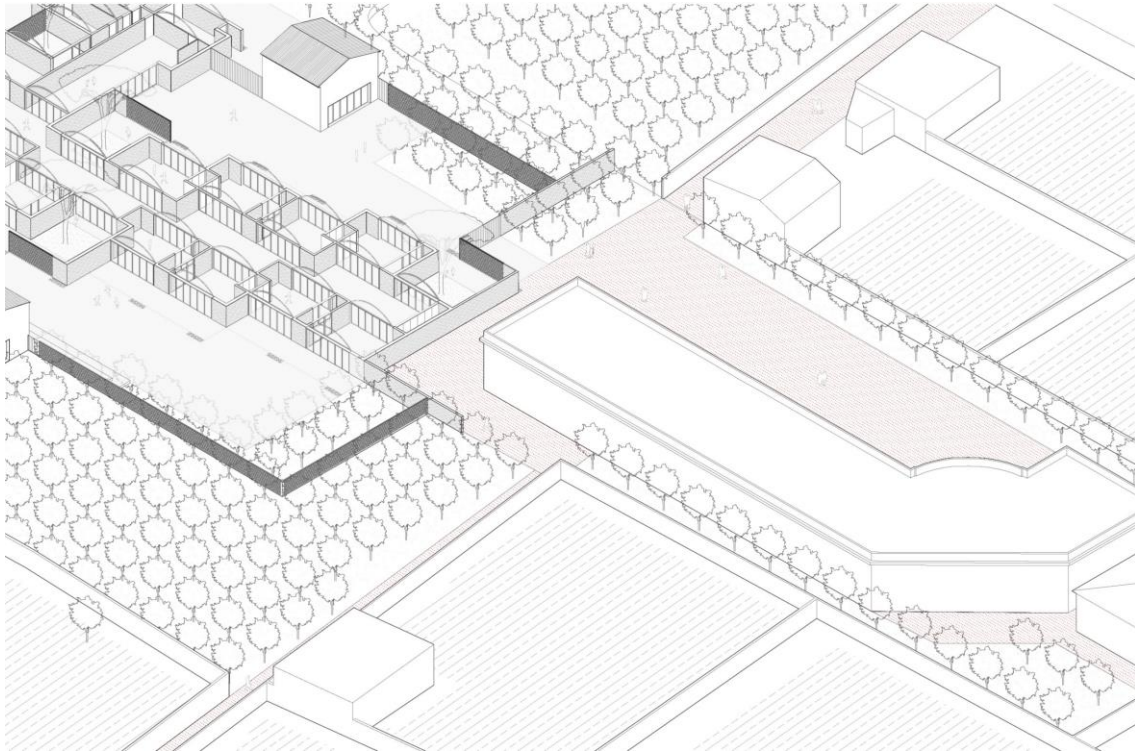
El espacio que queda cubierto por el pórtico de acceso a la escuela se pavimenta con microcemento, al igual que el interior de la escuela, tratando de generar una sensación de continuidad entre interior y exterior, el pavimento sale del edificio como una alfombra que recoge a los que aguardan fuera.

En cambio, el espacio de juegos exterior se plantea con un pavimento de caucho gris siguiendo la tonalidad del pavimento de microcemento y generando una continuidad con el pavimento de los patios de juego de la escuela, de forma que se entienda como una extensión de los mismos.



*Axonometría de plaza de espacio de conexión con la Salvaora*

Por otro lado, el espacio urbano de la residencia de ancianos también se pavimenta con piezas cerámicas de ladrillo de la misma forma que la plaza de la Salvaora y conectando el edificio con la escuela infantil. Además, se propone la opción de generar un camino transversal que conecte el espacio público de la residencia con la calle Senda dels Lladres, una vía de gran relevancia a nivel de conexiones urbanas.



*Axonometría de espacio de conexión con la residencia de ancianos*

En cuanto al arbolado a utilizar, en el espacio público se utiliza principalmente el pino piñonero (*pinus pinea*), tanto como arbolado para el espacio público como en los patios de la escuela. se escoge esta especie debido a su presencia actual en los espacios naturales de la zona. Por otra parte, se aprovechan los huertos de naranjos que rodean la zona para extenderlos tanto hacia el espacio público como hacia los patios de la escuela.



*Naranjo*



*Pino piñonero*

## Materia y forma

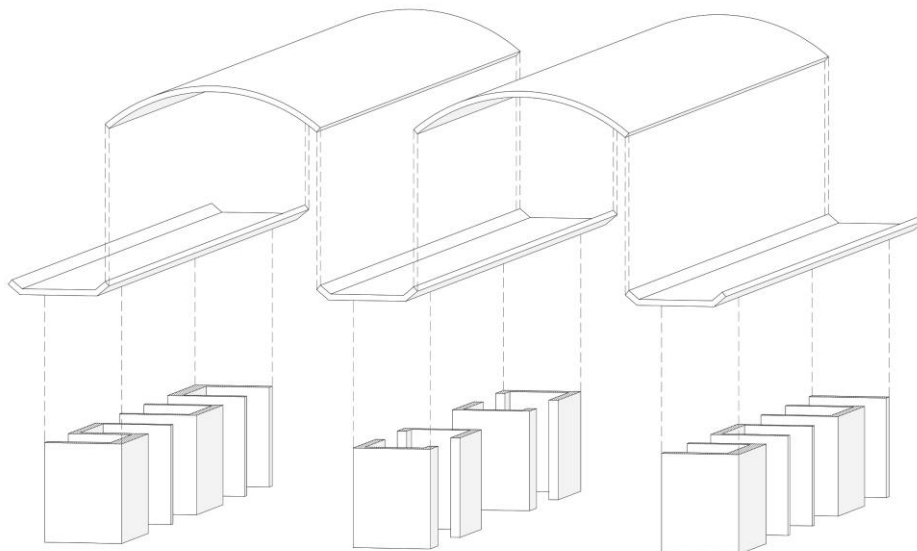
La cerámica cobra especial importancia en la intervención realizada. Todas las fábricas de la zona están construidas con piezas cerámicas vistas por lo que este material armoniza con el entorno.

Además, el uso de la materialidad cerámica se convierte en un medio de tratar de recuperar la memoria e identidad dels Rajolars, convirtiéndose en el material de construcción principal del proyecto, tanto de la estructura vertical como de la estructura horizontal, utilizando muros de carga de ladrillo y bóvedas rebajadas cerámicas.

Este material no se utiliza solo para los muros de carga que componen el cerramiento y particiones del proyecto, sino también para la estructura horizontal, por medio de la construcción de bóvedas cerámicas que dan dinamismo a los espacios y los abren hacia el paisaje, favoreciendo la idea de entender la escuela como un elemento de umbral entre la ciudad y la huerta.

Sin embargo, para permitir la apertura de los muros y la fluidez de los espacios interiores aparece un elemento intermedio entre el muro y la bóveda, la viga de hormigón armado. Al apoyar la bóveda sobre la viga es posible abrir los espacios bajo la misma generando la discontinuidad de los muros que da pie a la continuidad entre los espacios interiores.

La viga de hormigón armado se pliega adquiriendo una forma en “u” que permite recoger las bóvedas cerámicas y absorber los esfuerzos de empuje lateral producidos por las mismas y se apoya sobre los muros de ladrillo. El edificio encuentra un ritmo mediante la sucesión de bóvedas y vigas, generando espacios de aula bajo las primeras y espacios servidores bajo las segundas. De esta forma la viga se convierte en un elemento intermedio tanto a nivel constructivo como funcional.



Esquema. Funcionamiento de bóveda – viga – muro

Por otro lado, mientras que el espacio de relación está compuesto por múltiples bóvedas, las aulas individuales están cubiertas por una única bóveda. Sin embargo, el espacio es permeable pudiendo ser abierto y cerrado según las necesidades. Cuando las aulas están abiertas el aula se dilata hacia el espacio interior acompañado por la bóveda.

Con respecto a los muros se realizan con dos hojas de fábrica de ladrillo de medio pie a soga con una cámara interior (muro capuchino). Se toma esta decisión ya que se busca la continuidad entre interior y exterior por lo que se pretende que el acabado sea el mismo. Las particiones interiores, que también son elementos portantes, se realizarán con muros doblados para mantener el aparejo a soga tanto en el interior como en el exterior.

En cuanto a las edificaciones preexistentes, son pequeñas construcciones realizadas a base de muros de ladrillo revestido y cubiertas a dos aguas de teja cerámica sustentada por pares y vigas de madera.

En la actuación se pretende conservar los acabados actuales de dichas edificaciones para mantener su condición de construcción vinculada con la huerta. Sin embargo, se realiza una modificación de los huecos y se elimina el forjado de planta primera, dejándolas como volúmenes diáfanos y colonizando estos espacios mediante el uso del mobiliario y carpintería de madera.

De la misma forma que en las aulas de la escuela la bóveda cubre la totalidad del aula y en la parte inferior de la bóveda aparecen los elementos servidores del aula, en las preexistencias se integran elementos servidores en los laterales del aula, coincidiendo con la parte más baja de la cubierta.

El suelo se realiza en microcemento, un material gris sobre el que “apoyan” los cajones de ladrillo. De esta forma se percibe todo como un elemento continuo diferenciando el plano vertical del horizontal. Además, se repite la misma secuencia que se genera en la cubierta: la bóveda cerámica apoya sobre la viga de hormigón armado.

Las carpinterías se realizan en madera ya que otorga calidez al espacio y armoniza tanto con los muros y bóvedas de ladrillo como con el hormigón visto. Además, se colocan a haces exteriores hasta la altura que corresponde al muro, de esta forma, desde el exterior, se entiende el conjunto como una unidad, mientras que a la altura de la bóveda las carpinterías se desplazan a haces exteriores permitiendo percibir la continuidad de la bóveda hacia el interior. Se realiza de este modo ya que es la bóveda la que produce la continuidad de los espacios y favorece la idea de transición.

Al no utilizar revestimientos, a excepción de en la cubierta, el edificio queda desnudo al igual que las fábricas preexistentes, optando por la sinceridad constructiva en un proyecto en el que la estructura acompaña a la forma y, a su vez, a la función de los distintos espacios.



## Sostenibilidad

Desde los primeros planteamientos del proyecto está presente la idea de aprovechar de la mejor forma posible los recursos que ofrece la zona de els Rajolars, tanto a nivel de materiales de construcción, como a nivel de espacios verdes y especies vegetales.

Se utiliza, por tanto, un material de construcción local sostenible y económico, permitiendo integrar el edificio en su entorno. Además, se fomenta el uso de la ventilación e iluminación natural reduciendo la demanda energética para cubrir estas necesidades.

- Educación de calidad (ODS 4): se proponen espacios educativos adecuados al uso que van a recibir y adaptados al usuario, promoviendo la educación de calidad.
- Reducción de las desigualdades (ODS 10): el sistema educativo promueve y defiende la igualdad, estableciendo las bases para conseguir una sociedad justa.
- Ciudades y comunidades sostenibles (ODS 11): el proyecto surge desde el lugar, promoviendo el uso adecuado de la agricultura y de los espacios verdes.
- Acción por el clima (ODS 13): se utilizan materiales sostenibles aprovechando los recursos locales y la vegetación preexistente. Además de promover el desplazamiento sostenible proporcionando espacios para el peatón.

## Conclusión

En conclusión, se busca aprovechar las oportunidades que ofrece el lugar gracias a la presencia de la residencia de ancianos y de la Salvaora como foco social para generar una escuela de la que también participe la sociedad. La escuela se convierte en un umbral entre la ciudad y la huerta, un lugar de encuentro y de desarrollo tanto individual como colectivo.

Además, proyecto trata de dar a los niños un trocito de ciudad, un lugar seguro en el que se pueda dar su desarrollo a través de juego y del aprendizaje. Actualmente no solo los niños, sino los mayores y las personas con problemas de movilidad, están viendo reducidas su libertad de movimiento debido al aumento de la presencia del coche en la ciudad, aumentando el riesgo para los más vulnerables y ocupando el lugar que antes era del viandante. Por lo tanto, se busca adaptar los espacios de la ciudad para que sean seguros y accesibles para los niños y, de esta forma, conseguir una ciudad más justa para todos.

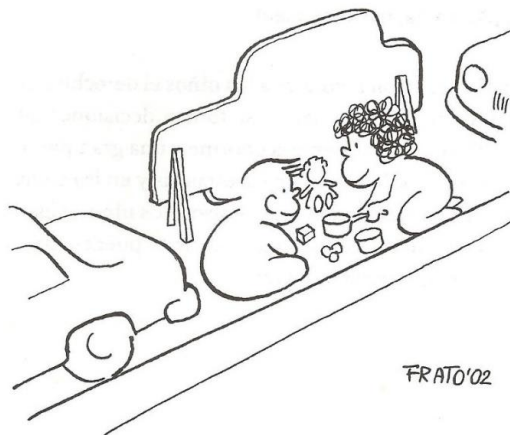
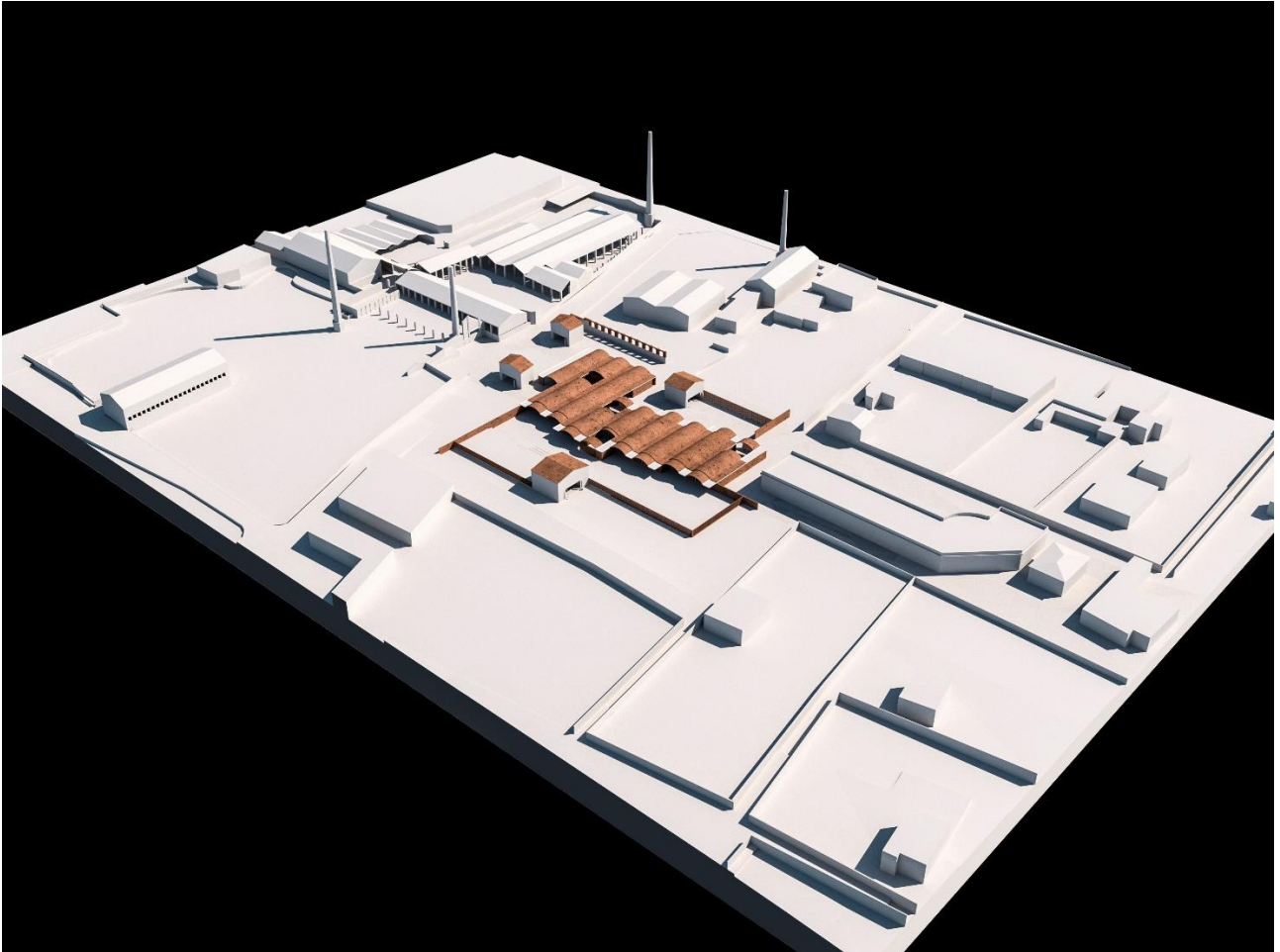
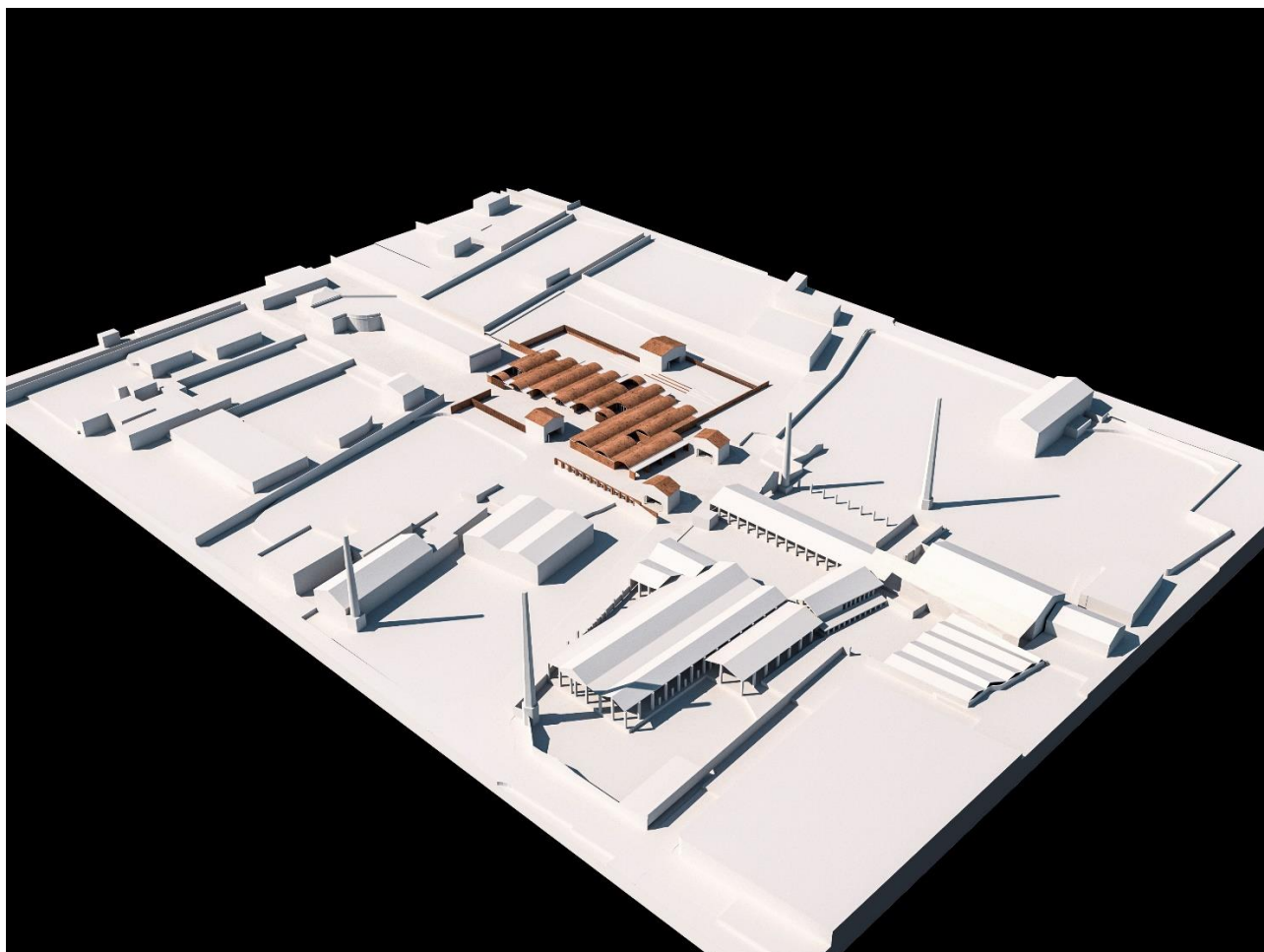


Ilustración de Francesco Tonucci

Maqueta virtual



Vista sur



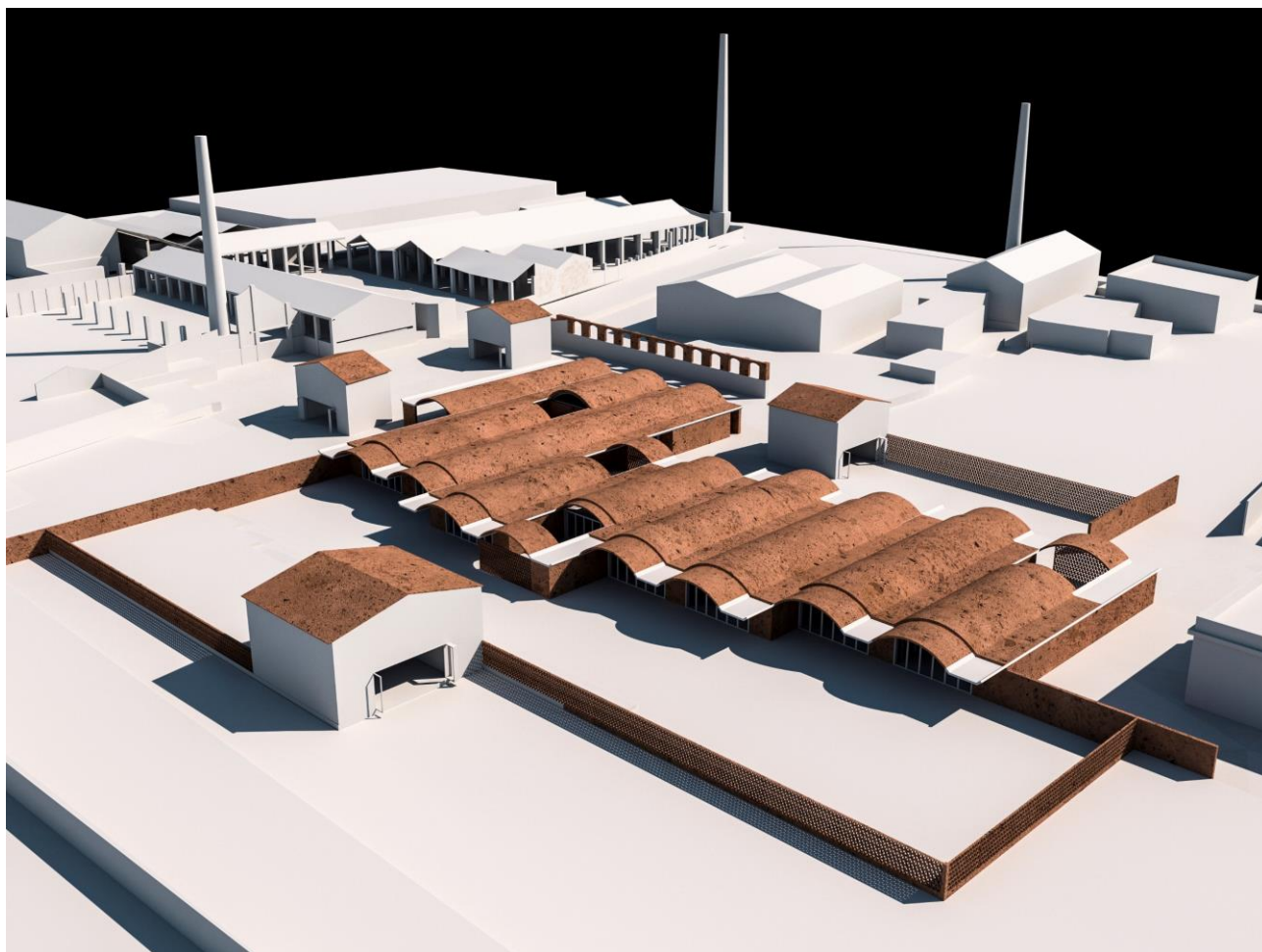
Vista norte



*Vista cenital*

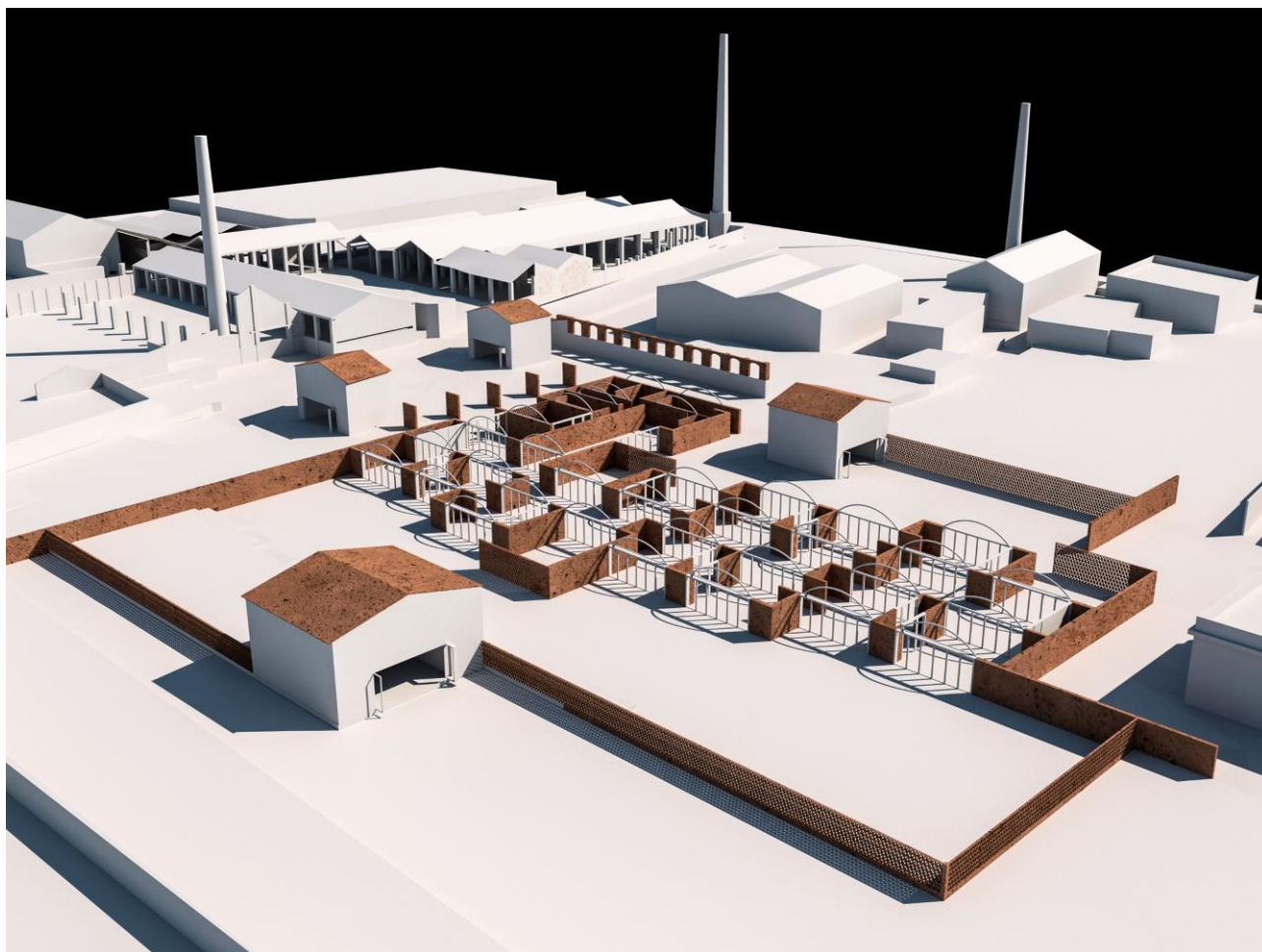


*Vista cenital sin cubierta*



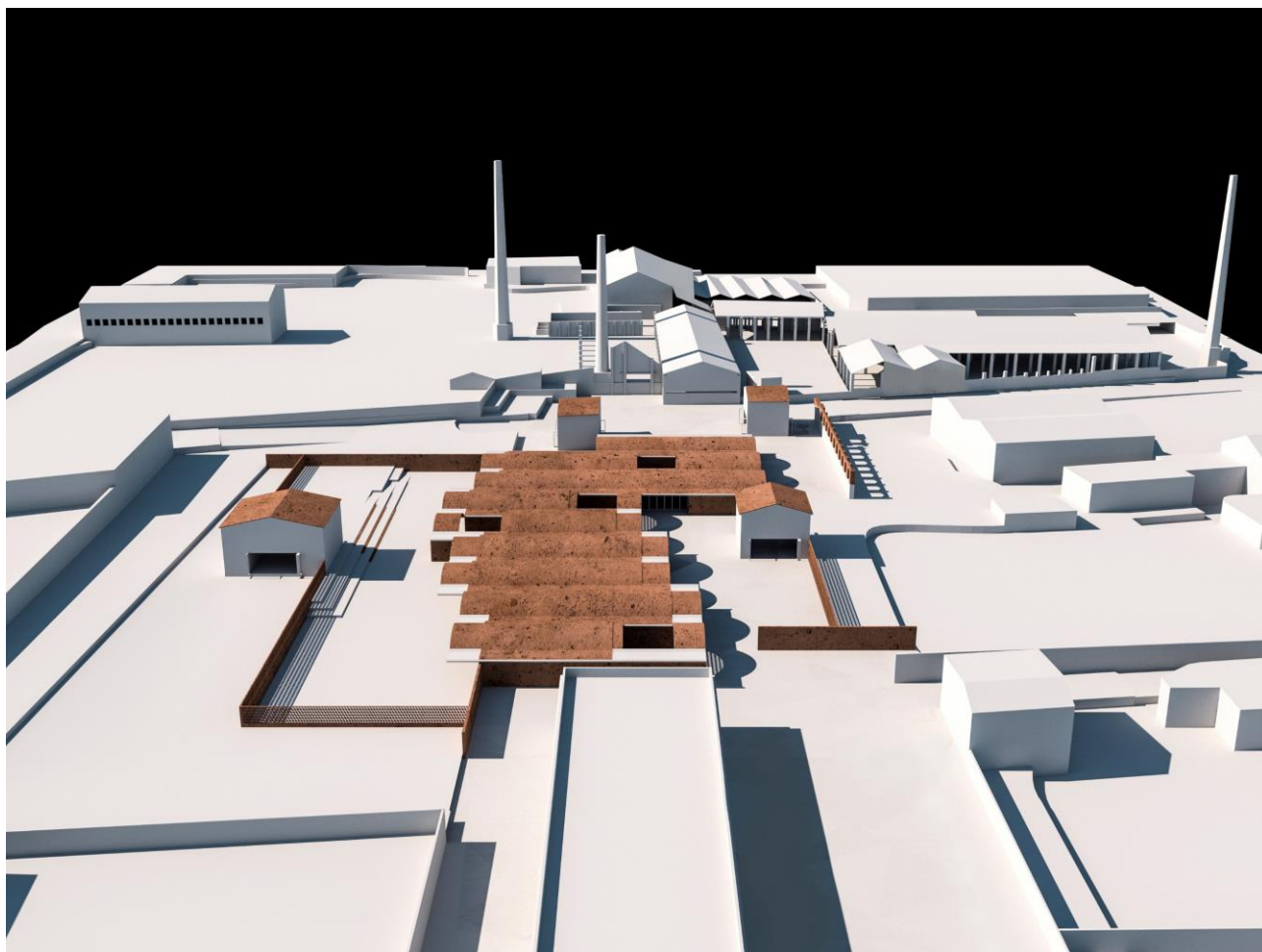
*Vista sur*



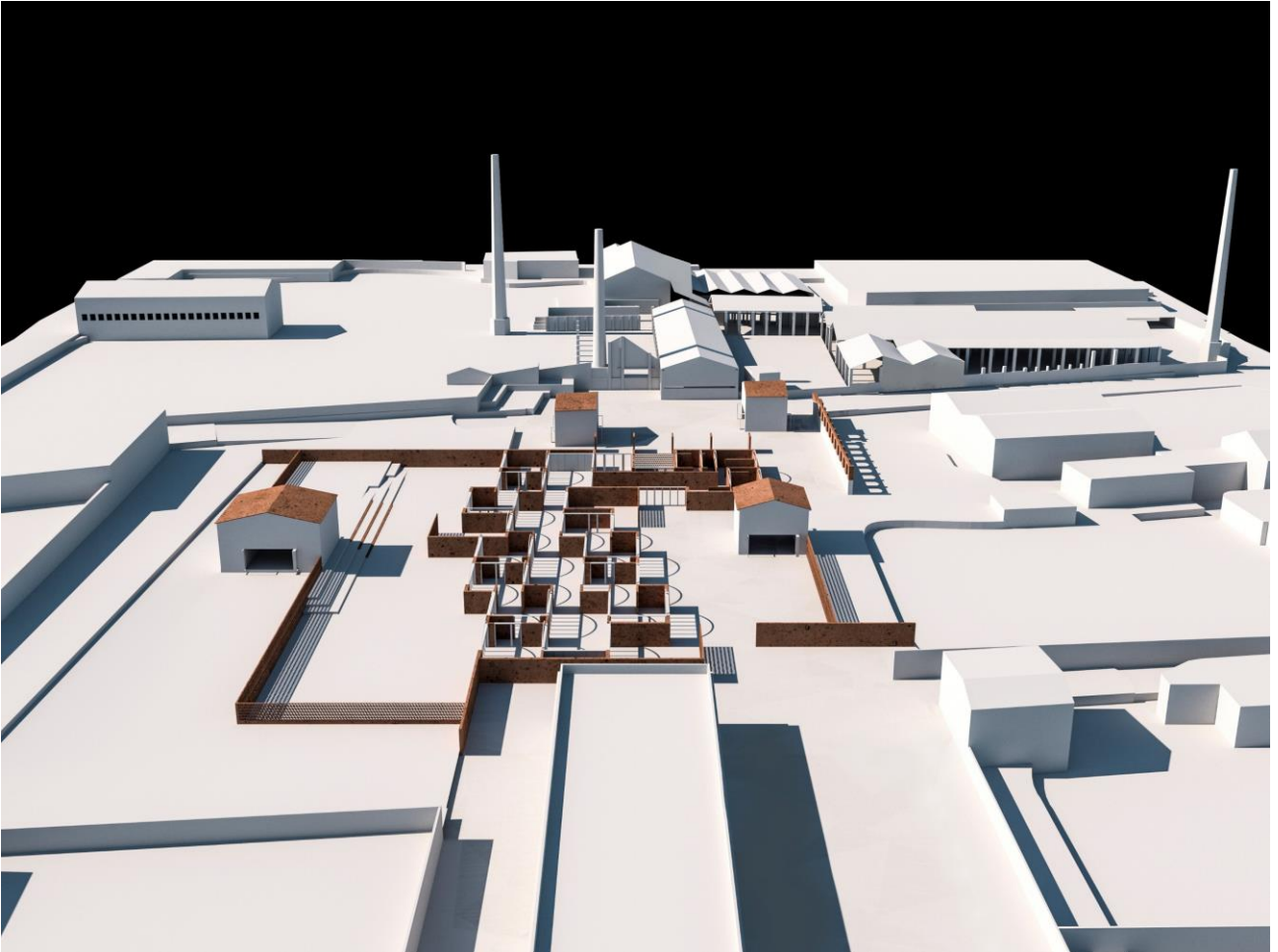


*Vista sur sin cubierta*





Vista sureste



*Vista sureste sin cubierta*



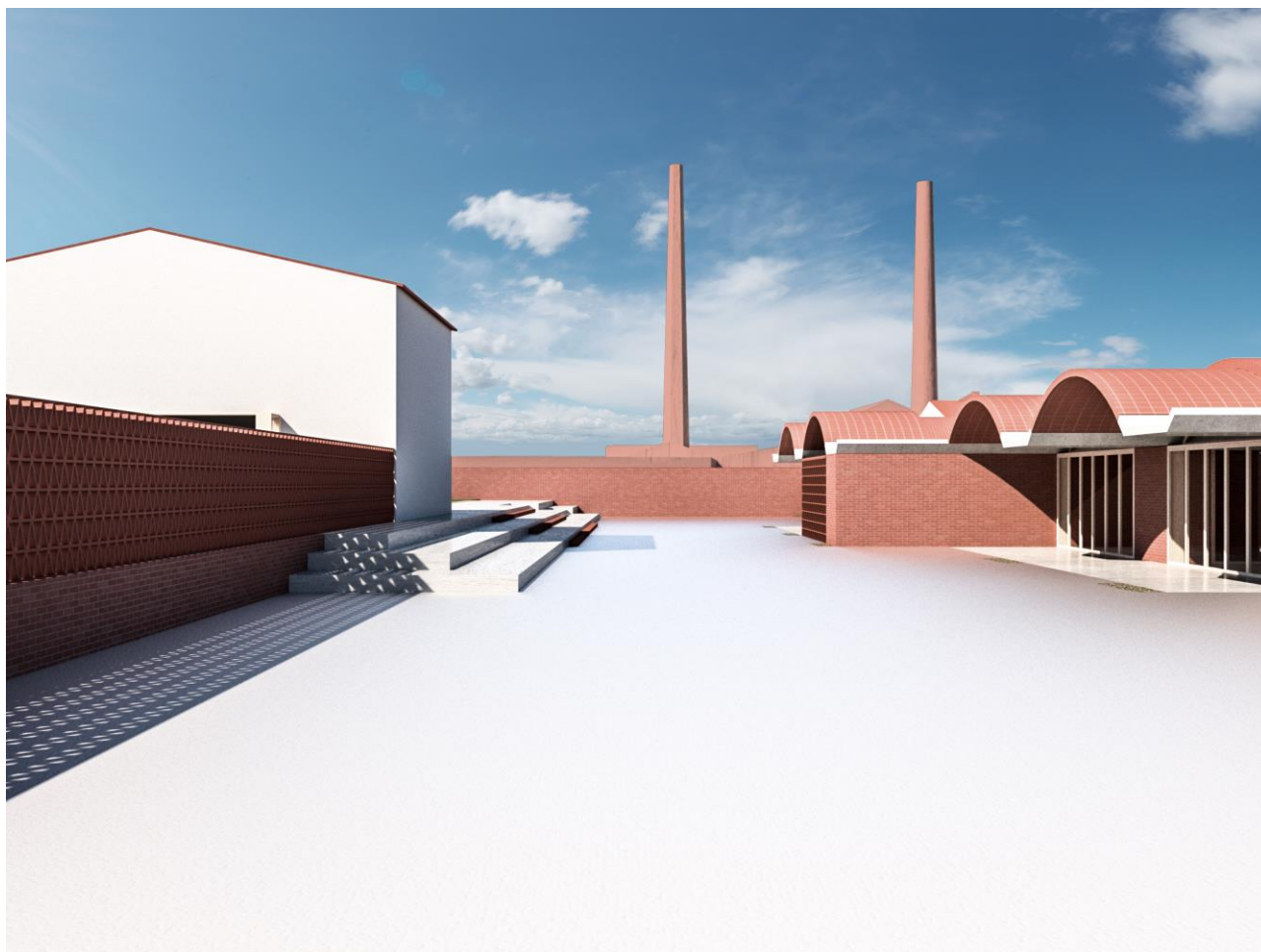
Vista noroeste

## Visualización



*Plaza de la Salvaora*

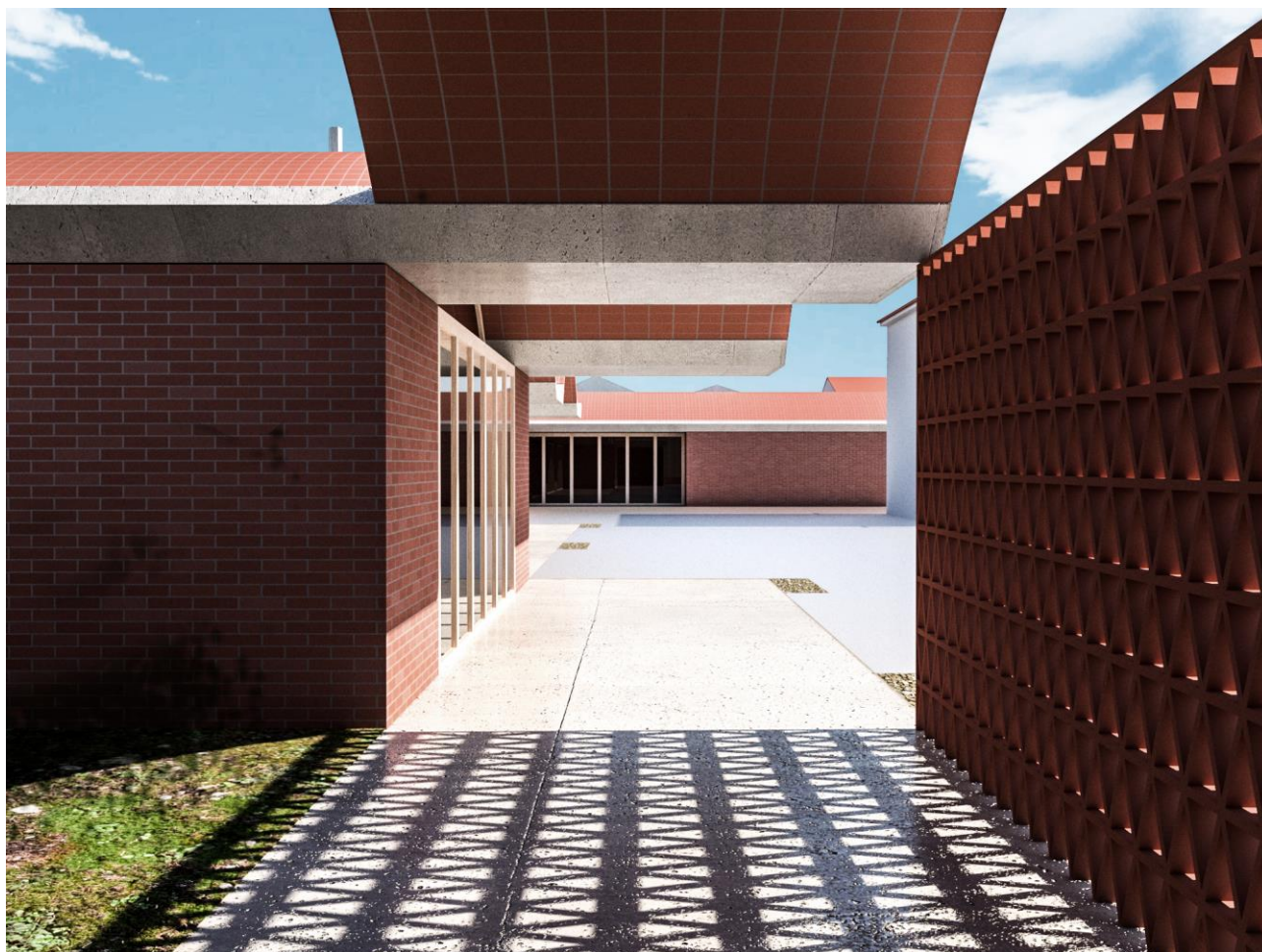




*Patio de juegos suroeste*

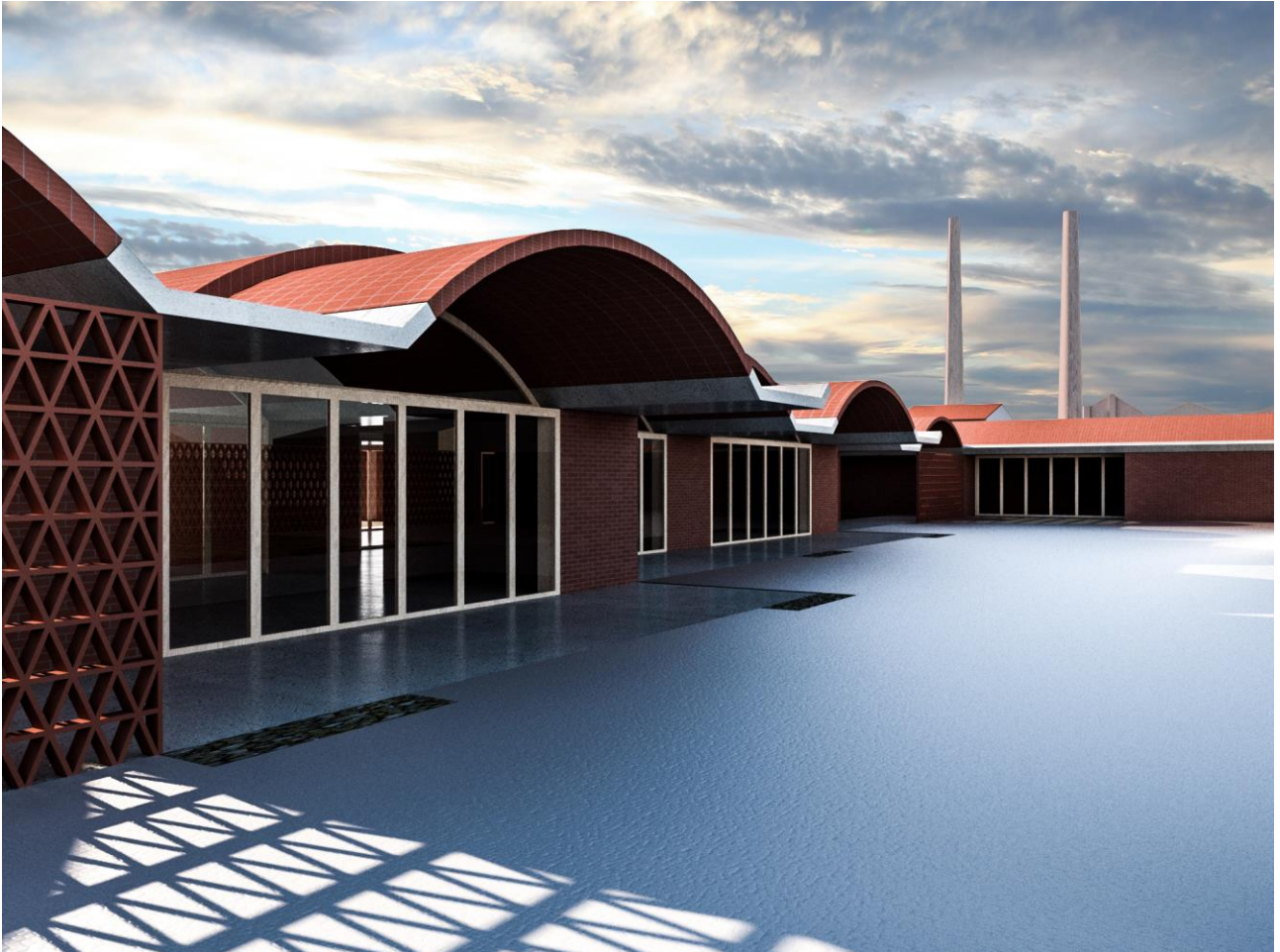


*Patio de juegos suroeste. Patio interior*



*Patio de juegos noreste*



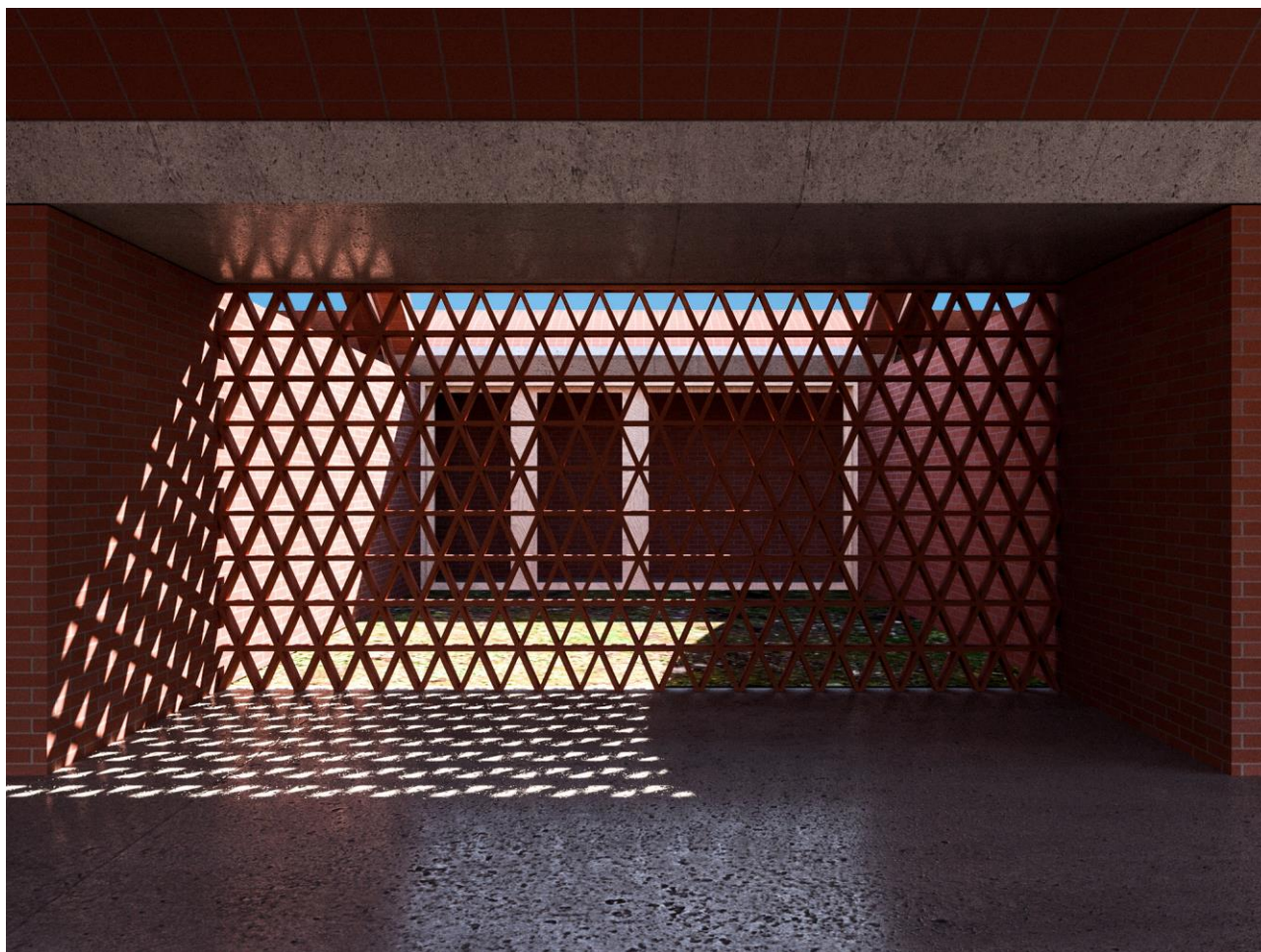


*Patio de juegos noreste*

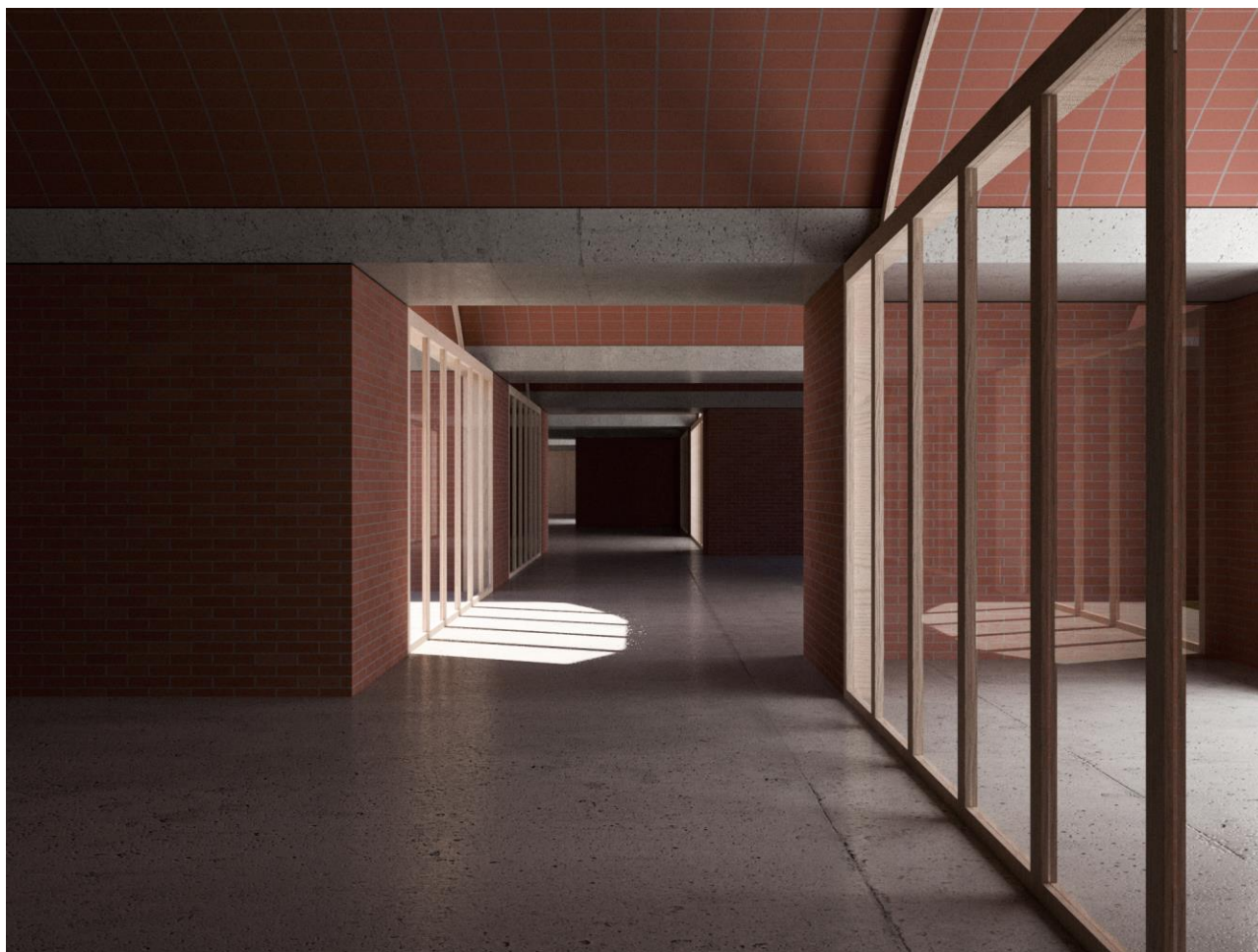




*Patio de juegos noreste. Aula multifuncional*

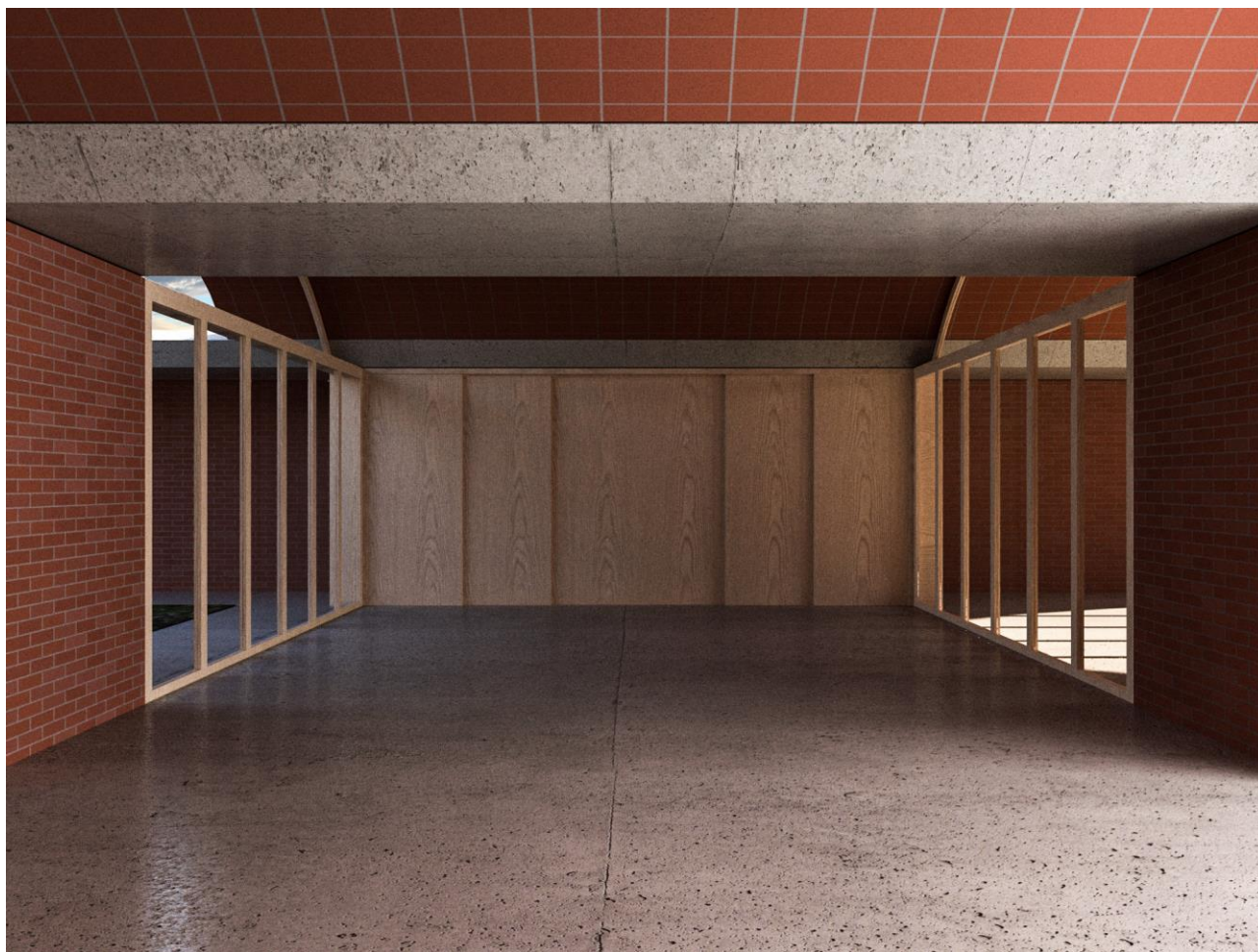


*Espacio de acceso a la escuela. Patio interior*

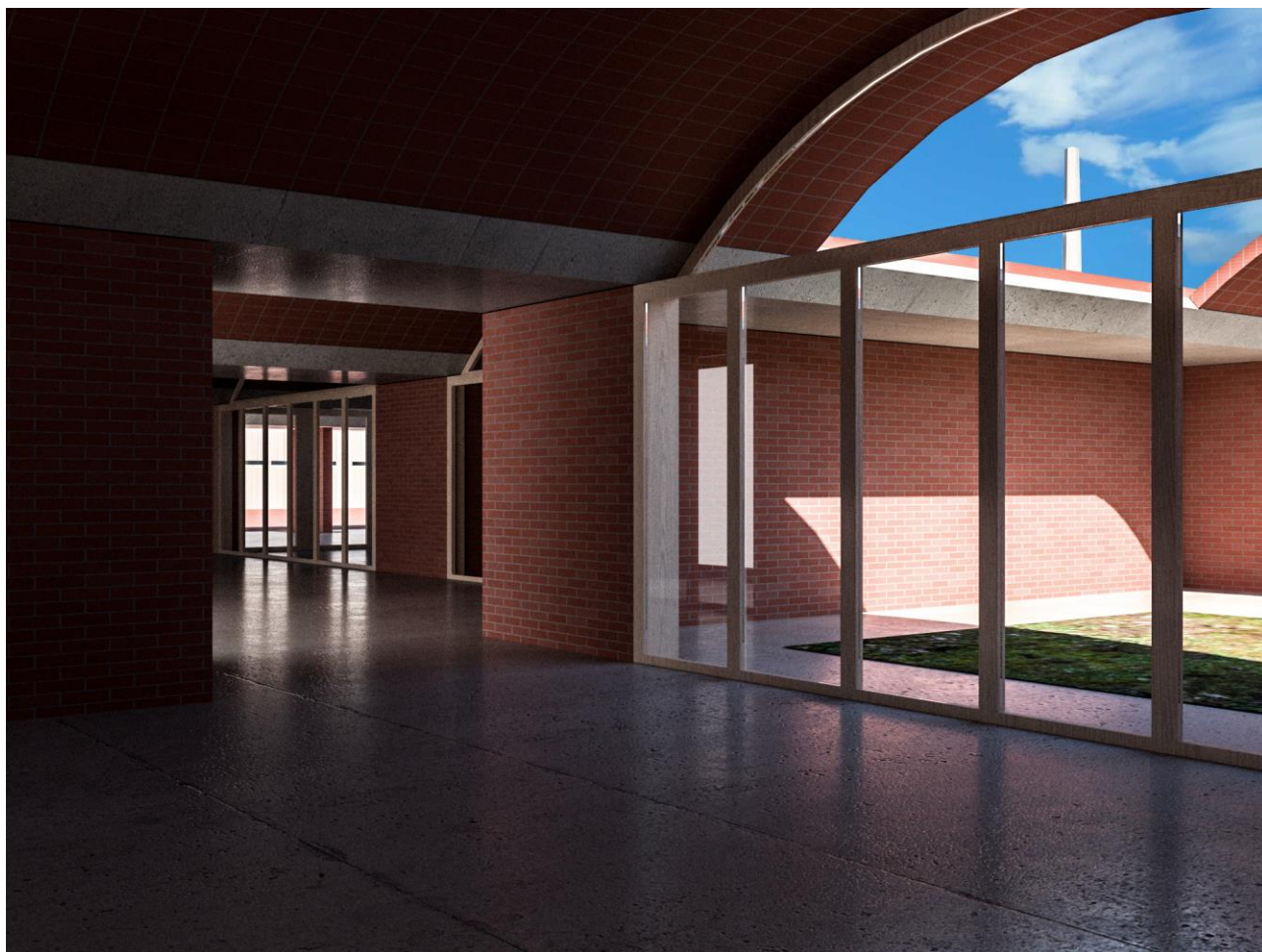


*"Calle del aprendizaje"*





*"Calle del aprendizaje"*



*"Calle del aprendizaje"*

## Referencias arquitectónicas

Aldo van Eyck	Orfanato Municipal de Ámsterdam Escuela de primaria en Nagele
Antonio Bonet Castellana	La Ricarda
Carmel Gradolí y Arturo Sanz	Colegio Imagine Montessori School
Estudio Sol89	Centro de educación infantil en Llubí
Estudio Fernández- Vivancos + abalosllòpis	Escuela Infantil Can Feliç
Herman Hertzberger	Escuela Montessori Escuela extendida de Vogels en Oegstgeest Extended Schools, Arnhem
José Cubilla	Vivienda Tukuru
Le Corbusier	Villa Sarabhai
Louis Kahn	Museo de arte Kimbell

## Bibliografía

Fernández Alba, A. (1959) Bóvedas tabicadas de simple y doble curvatura. Edificación. [pdf]  
Disponible en: <[http://oa.upm.es/34257/1/Edificaci%C3%B3n\\_B%C3%B3vedas.pdf](http://oa.upm.es/34257/1/Edificaci%C3%B3n_B%C3%B3vedas.pdf)>

Flores, R. (2015) *Casa La Ricarda de Antonio Bonet Castellana: Un territorio formalizado*. Tesis Doctoral. Universidad Politécnica de Catalunya

Gil Guinea, L. (2016) *Lugares intermedios: La filosofía del umbral en la arquitectura del Team 10*. Tesis Doctoral. E.T.S.A.M

Mayoral-Campa, E. y Pozo-Bernal, M. (2017) Del aula a la ciudad: arquetipos urbanos en las escuelas primarias de Herman Hertzberger. *Arquitectura escolar y educación nº 17*, 100-115

Tonucci, F. (1997) *La Ciudad de los niños*. Madrid: Fundación Germán Sánchez Ruipérez

Tonucci, F. (2019) *Por qué la infancia*. Barcelona: Editorial Planeta, S.A.

# **Escuela infantil en Oliva**

*Tomás Solana Lacasa*

*Memoria Constructiva y Cumplimiento del CTE. Trabajo Final de Máster*

Tutor:

Enrique Fernández-Vivancos

Cotutores:

Guillermo González Pérez

Javier Poyatos Sebastian

Universidad Politécnica de Valencia

Escuela Técnica Superior de Arquitectura

Máster en Arquitectura. Curso 2020/2021



UNIVERSITAT  
POLITÈCNICA  
DE VALÈNCIA



ESCUELA TÉCNICA  
SUPERIOR DE  
ARQUITECTURA



## Contenidos de la memoria

Memoria Constructiva

Cumplimiento del CTE

Anejo: Memoria de cálculo estructural

# Memoria Constructiva

## Memoria constructiva

1.	Justificación de la materialidad	1
2.	Sistema estructural	1
3.	Sistema envolvente	2
4.	Sistema de compartimentación	4
5.	Sistema de acabados	5
6.	Sistemas de acondicionamiento e instalaciones	5

## 1. Justificación de la materialidad

Para escoger el material de construcción del proyecto se busca un material que armonice con el conjunto de edificaciones y espacios naturales que envuelven el lugar de implantación del edificio. Al tratarse de una zona industrial vinculada con la cerámica todas las fábricas y chimeneas están construidas en ladrillo cerámico, por lo que es el material escogido también para la nueva edificación.

Además, el ladrillo es un material de construcción económico y de producción local, lo que contribuye a la rapidez de la ejecución de la obra y reduce la contaminación que se genera en el transporte y la producción.

La materialidad cobra especial importancia en el proyecto, hasta el punto de que no solo se utiliza el ladrillo para cerramientos y particiones, sino que también se emplea para la cubierta del edificio ejecutada en forma de bóvedas rebajadas de ladrillo cerámico.

Las bóvedas de ladrillo no apoyan directamente sobre los muros de carga, sino que lo hacen por medio de elementos intermedios, las vigas de hormigón armado. Esto permite eliminar los muros en los espacios de uso colectivo generando espacios amplios.

Además, estas cubiertas permiten generar espacio dinámicos y estimulantes, adecuados para el desarrollo y uso de los niños de la escuela.

Para el Paseo de los Ladrillares se ha escogido un pavimento de ladrillo cerámico de 24 x 11,5 x 3 cm recibido con una capa de mortero de cemento de 3 cm de espesor. El pavimento cambia de dirección para generar juntas y realizar una diferenciación de espacios.

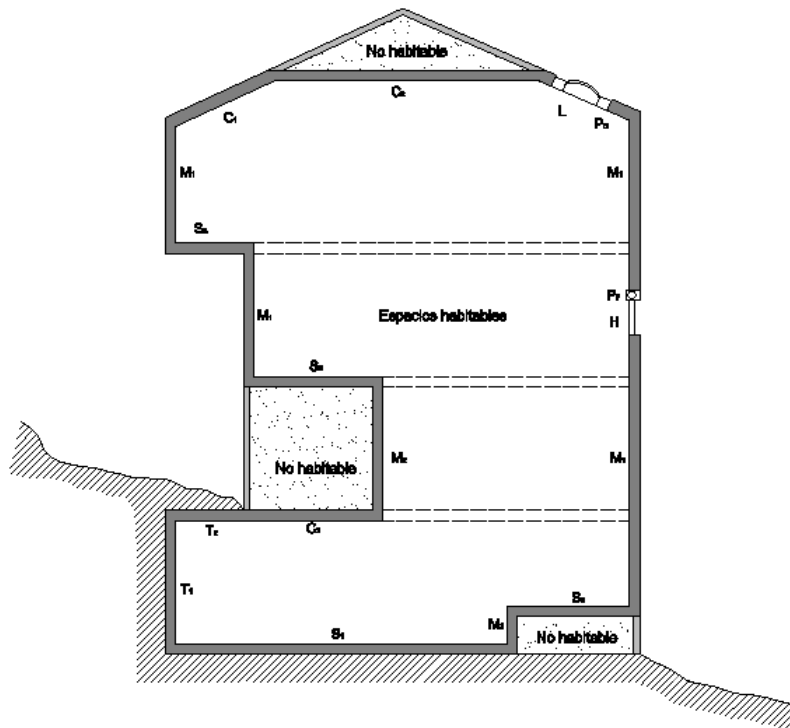
Por otro lado, para el espacio de acceso a la escuela y los espacios exteriores de juego vinculados a la misma se utiliza un pavimento de caucho continuo por su buena amortiguación y absorción de impactos que proporcionará una mejor protección en caso de caída de los niños.

## 2. Sistema estructural

Queda descrito en el Anejo: Memoria de cálculo estructural.

### 3. Sistema envolvente

En el “Anejo A. Terminología” del CTE DB-HE se establece lo siguiente: la envolvente térmica está compuesta por todos los cerramientos y particiones interiores, incluyendo sus puentes térmicos, que delimitan todos los espacios habitables del edificio o parte del edificio.



De los elementos que aparecen en el esquema los que se encuentran en el proyecto son los siguientes:

Fachadas:

- Muros en contacto con el aire (M1)
- Huecos (H)

Cubiertas:

- Cubiertas en contacto con el aire (C1)

Suelos:

- Suelos apoyados sobre el terreno (S1)

Cerramientos en contacto con el terreno:

- Muros en contacto con el terreno (T1)

## Fachadas

- Muros en contacto con el aire (M1):

El cerramiento de la escuela está formado por muros capuchinos compuesto, de exterior a interior, por una hoja exterior de medio pie de ladrillo caravista de 24 x 11,5 x 5 cm dispuesto a soga y revestida en su cara interior con un enfoscado de mortero de 1 cm de espesor, cámara de aire de 5,5 cm, aislamiento térmico a base de poliestireno extruido XPS de 8 cm de espesor y hoja de medio pie interior de ladrillo caravista de 24 x 11,5 x 5 cm dispuesto a soga. Al tratarse de un muro capuchino ambas hojas de ladrillo se encuentran enlazadas por llaves o armaduras de tendel. El espesor total es de 36,5 cm.

- Huecos (H):

Todas las carpinterías son de madera maciza con acabado natural y van colocadas sobre un marco de madera maciza que abarca el grueso del muro. Todas las aulas se abren al patio por medio de un sistema de carpinterías plegables que permite abrir la totalidad del hueco (a excepción de la parte fija correspondiente a la bóveda). El acristalamiento es de seguridad de doble hoja de vidrio laminado de tipo 4 + 4 + 14 (cámara) + 4 + 4. Se garantiza la estanqueidad de las carpinterías y la rigidez necesaria para soportar las sobrecargas de viento previstas. El sellado del encuentro de los marcos con los muros y cubierta se realiza mediante silicona neutra de elasticidad permanente, asegurando la impermeabilidad.

## Cubiertas

- Cubiertas en contacto con el aire (C1):

La cubierta se resuelve, de interior a exterior, con bóvedas cerámicas de 15 cm de espesor formadas por piezas de 24 x 11,5 x 3 cm, las cuales van apoyadas sobre vigas de hormigón armado del mismo espesor. Sobre estos elementos se dispone de una barrera corta vapor, aislamiento térmico de corcho natural de 12 cm de espesor y lámina impermeabilizante. Sobre estas capas se dispone de mortero de cemento y pavimento cerámico formado por piezas de 11,5 x 11,5 x 1,5 cm alcanzando la cubierta un espesor total de 35 cm.

En las partes de la cubierta que no corresponden a la envolvente térmica (voladizos en patio y cubierta en acceso) la cubierta únicamente consta de la bóveda cerámica de 15 cm de espesor y de las vigas de hormigón armado del mismo espesor. Para la impermeabilización del hormigón en esos puntos se utiliza pintura impermeabilizante sobre las vigas o tramos de viga que queden expuestas.

## Suelos

- Suelos apoyados sobre el terreno (S1):

Sobre el terreno se coloca un lecho de gravas sobre el cual se vierte una capa de 5 cm de hormigón de limpieza. Por encima de dicha capa se realiza un forjado sanitario tipo sistema Caviti de 35 cm de espesor, el cual consta de elementos prefabricados de polipropileno reciclado que se ensamblan entre si de forma rápida y sencilla formando un encofrado continuo. Posteriormente se coloca una capa de aislamiento térmico de poliestireno extruido de 5 cm de espesor sobre la cual se coloca el sistema de calefacción de suelo radiante. Por último, se coloca el pavimento

interior continuo a base de microcemento de 4 cm de espesor. Dicho pavimento se extiende hasta el final del voladizo que cubre el espacio exterior del aula.

En cuanto a los dos patios de juego exteriores el suelo se resuelve mediante un lecho de grava de 10 cm de espesor, una capa de hormigón de limpieza de 5 cm y una losa de hormigón de 10 cm de espesor que sirve como soporte para un pavimento de caucho continuo de 5 cm de espesor, idóneo para amortiguar las posibles caídas que se puedan originar durante su uso.

#### Cerramientos en contacto con el terreno

- Muros en contacto con el terreno (T1):

Los muros que forman parte del cerramiento de la escuela están apoyados sobre muretes enterrados de hormigón armado que salen de la cimentación y son del mismo espesor que los muros a los que sirven de apoyo. Del terreno al interior del edificio el muro está compuesto por una lámina drenante y una lámina bituminosa impermeabilizante adherida al muro.

Los muros que componen el cerramiento del patio se encuentran parcialmente enterrados en su base, se trata de muros doblados de un pie de espesor compuestos por dos hojas paralelas enlazadas entre si por medio de llaves o armaduras de tendel para que trabajen de forma solidaria.

#### **4. Sistema de compartimentación**

En el “Anejo A. Terminología” del CTE DB-HE se establece la siguiente definición de partición interior: elemento constructivo del edificio que divide su interior en recintos independientes. Pueden ser verticales u horizontales.

#### Compartimentación interior

la compartimentación interior del edificio se realiza mediante muros doblados de un pie de espesor compuestos por dos hojas paralelas de ladrillo de 24 x 11,5 x 5 cm, dispuestas a soga y enlazadas entre si por medio de llaves o armaduras de tendel para que trabajen de forma solidaria. Alcanzando la partición un espesor total de 24 cm.

#### Puertas

El sistema de carpinterías que separa las aulas del espacio de circulación interior es el mismo que se utiliza para abrir las aulas al patio exterior, formado por un sistema de carpinterías plegables descrito en el apartado de “Huecos (H)” dentro del apartado “4. Sistema envolvente”.

Los espacios de aseo que dan servicio a las aulas se abren a las mismas por medio de carpinterías de madera con una parte fija y otra practicable en forma de puerta. Los vidrios son dobles laminados 4 + 4 + 14 + 4 + 4 y, para permitir la privacidad durante el uso del aseo, incluyen una película de poliéster serigrafiada que cubre la parte inferior del vidrio hasta una altura de 1,2 m permitiendo a los profesores poder observar el aula desde el interior del baño.

Los espacios de almacenamiento situados entre las aulas se cierran por medio del mismo sistema de carpinterías plegables, solo que en lugar de utilizar hojas de vidrio se emplean hojas de tablero de madera maciza.

## 5. Sistema de acabados

### Revestimientos interiores horizontales

Los Pavimentos quedan definidos en el apartado de “Suelos” dentro del apartado “3. Sistema envolvente”.

## 6. Sistemas de acondicionamiento e instalaciones

### Electricidad

El edificio dispone de este servicio.

La instalación se ha diseñado para electrificación elevada compuesta por cuadro general de distribución con distintos dispositivos de mando, maniobra y protección general, interruptores diferenciales para circuitos de alumbrado, tomas generales y tomas para los distintos electrodomésticos. En los planos de la memoria gráfica se señala el emplazamiento de los distintos equipos de protección, acometida y centralización, cuadros de distribución, mecanismos, puntos de luz y tomas de corriente. Se dispone de las correspondientes cajas de derivación en empalmes y cambios de dirección. La instalación de la toma de tierra cumple la normativa actual.

### Fontanería

El edificio dispone de abastecimiento directo con suministro público y presión suficiente.

Se realizará bajo tubo de tuberías de polietileno reticulado de secciones adecuadas al suministro de cada aparato servido de manera que garantice la ausencia de ruidos y se permita la libre dilatación de las tuberías con anillos elásticos y manguitos pasa-muros. Se dispondrán las oportunas llaves de paso a la entrada de cada núcleo húmedo, entrada a cada aparato y una llave general de acceso al edificio. El agua caliente tendrá las mismas características, pero aislada térmicamente cuando no esté empotrada. La caldera se dispone en cuarto de instalaciones.

### Saneamiento

El edificio dispone de este servicio. Se establece un sistema separativo para la recogida de aguas fecales y pluviales. El trazado horizontal se proyecta mediante colector enterrado de tubo de PVC, disponiendo el oportuno anillado de juntas y demás piezas especiales y accesorios. Para el dimensionado y ejecución de la red vertical se estará a lo especificado en planos y documentos anejos. Se dispondrá de los correspondientes puntos de registro necesarios en forma de arquetas.



La cubierta de la escuela facilita la evacuación de las aguas por medio de las “vigas canal” ubicadas entre las bóvedas, que permite el vertido del agua en pozos de gravas que disponen de tubo de drenaje que conecta con la red de recogida de aguas pluviales.

La acometida de la red de saneamiento de aguas fecales y pluviales a la red general irá precedida de una arqueta sifónica que impida el paso de malos olores de la red al interior del edificio. Además, se dispondrá de una válvula antirretorno y de un sistema de bombeo para evacuación tanto de las aguas fecales como pluviales que discurren por debajo del nivel de conexión a la red general de saneamiento. A lo largo de la base de los muros de carga se dispondrá de un tubo de drenaje con su correspondiente válvula antirretorno en el final de su recorrido.

### Climatización

Tanto para calefacción como para refrigeración se utiliza un sistema de suelo radiante que hace circular agua caliente o agua fría por las tuberías embutidas. El sistema permite utilizar la misma red de tuberías dentro del pavimento para calefacción y refrigeración radiante. Cuando se utiliza como sistema de refrigeración va equipado con una sonda de humedad que asegura que la superficie del suelo siempre se encuentra por encima de la temperatura de rocío evitando la condensación que se pudiera producir.

La forma de calentar es beneficiosa, ya que el calor se irradia de forma ascendente y sin generar corrientes de aire que puedan resultar molestas. Además, al ser un sistema que trabaja a baja temperatura es necesario un aporte energético menor que para otros sistemas que trabajan a temperaturas más elevadas, siendo, por lo tanto, una buena opción a nivel económico y energético.

### Telecomunicación

El edificio dispone de este servicio. Se establece la canalización para la red de telecomunicaciones desde una acometida exterior de la compañía suministradora hasta el espacio previsto dentro del edificio para albergar las instalaciones.

### Instalaciones de protección contra incendios

El edificio dispone de este servicio, contando con extintores portátiles, tal y como se indica en el apartado correspondiente al “DB-SI: Seguridad contra incendios” dentro de la Memoria Justificativa del CTE.

### Pararrayos

El edificio no dispone de este servicio al no ser necesaria su instalación tal y como se indica en la memoria justificativa del CTE en el apartado correspondiente al DB-SUA.

### Recogida de basuras

Existe recogida centralizada con contenedores de calle de superficie próximos al edificio.

Cumplimiento del CTE

## Cumplimiento del CTE

1.	Memoria justificativa del cumplimiento del DB-SE	1
1.1.	DB-SE	1
1.2.	DB-SE-AE	6
1.2.1.	Acciones permanentes	6
1.2.2.	Acciones variables	6
1.2.3.	Acciones accidentales	8
1.2.4.	Aplicación de acciones sobre forjados	8
1.3.	NCSE-02	9
1.4.	DB-SE-C	9
1.5.	EHE-08	10
1.6.	DB-SE-F	10
2.	Memoria justificativa del cumplimiento del DB-SI	11
2.1.	Exigencia básica SI 1: Propagación interior	12
2.2.	Exigencia básica SI 2: Propagación exterior	13
2.3.	Exigencia básica SI 3: Evacuación de ocupantes	13
2.4.	Exigencia básica SI 4: Instalación de protección contra incendios	16
2.5.	Exigencia básica SI 5: Intervención de los bomberos	17
2.6.	Exigencia básica SI 6: Resistencia al fuego de la estructura	17
3.	Memoria justificativa del cumplimiento del DB-SUA	19
3.1.	Exigencia básica SUA 1: Seguridad frente al riesgo de caídas	19
3.2.	Exigencia básica SUA 2: Seguridad frente al riesgo de impacto o de atrapamiento	21
3.3.	Exigencia básica SUA 3: Seguridad frente al riesgo de aprisionamiento en recintos	21
3.4.	Exigencia básica SUA 4: Seguridad frente al riesgo causado por iluminación inadecuada	22
3.5.	Exigencia básica SUA 5: Seguridad frente al riesgo causado por situaciones de alta ocupación	22
3.6.	Exigencia básica SUA 6: Seguridad frente al riesgo de ahogamiento	22
3.7.	Exigencia básica SUA 7: Seguridad frente al riesgo causado por vehículos en movimiento	22
3.8.	Exigencia básica SUA 8: Seguridad frente al riesgo causado por la acción del rayo	22
3.9.	Exigencia básica SUA 9: Accesibilidad	23
4.	Memoria justificativa del cumplimiento del DB-HS	24
4.1.	Exigencia básica HS 1: Protección frente a la humedad	24
4.2.	Exigencia básica HS 2: Recogida y evacuación de residuos	26
4.3.	Exigencia básica HS 3: Calidad del aire interior	26

4.4.	Exigencia básica HS 4: Suministro de agua	26
4.5.	Exigencia básica HS 5: Evacuación de Aguas	31
5.	Memoria justificativa del cumplimiento del DB-HR	36
6.	Memoria justificativa del cumplimiento del DB-HE	38
6.1.	Exigencia básica HE 0: Limitación del consumo energético	38
6.3.	Exigencia básica HE 2: Condiciones de las instalaciones térmicas	41
6.4.	Exigencia básica HE 3: Condiciones de las instalaciones de iluminación	41
6.5.	Exigencia básica HE 4: Contribución mínima de energía renovable para cubrir la demanda de agua caliente sanitaria	42
6.6.	Exigencia básica HE 5: Generación mínima de energía eléctrica	42

## 1. Memoria justificativa del cumplimiento del DB-SE

El DB-SE constituye la base para los Documentos Básicos siguientes y se utilizará juntamente con ellos:

		Sí procede	NO procede
DB-SE-AE	Acciones en la edificación	X	
DB-SE-C	Cimentaciones	X	
DB-SE-A	Acero		X
DB-SE-F	Fábrica	X	
DB-SE-M	Madera		X

Además, deberán tenerse en cuenta las especificaciones de las siguientes normativas:

		Sí procede	NO procede
NCSE	Norma construcción sismorresistente	X	
DB-SE-C	Instrucción de hormigón estructural	X	

El objeto de la obra queda reflejado en la Memoria Descriptiva. La descripción global de la estructura y la justificación de las soluciones estructurales adoptadas se desarrolla en el anejo: Memoria de cálculo estructural.

### 1.1. DB-SE

Las cuatro fases que componen el análisis y dimensionado estructural son las siguientes:

1. Determinación de la situación de dimensionado
2. Establecimiento de las acciones y los modelos de cálculo
3. Análisis estructural
4. Dimensionado o verificación

A continuación, se describen las cuatro fases:

1. Determinación de la situación de dimensionado

Para determinar las situaciones de dimensionado se ha tomado la clasificación que establece el CTE-DB-SE en el apartado "3.1. Generalidades"

El CTE-DB-SE establece en el apartado "3.1. Generalidades" la clasificación de las situaciones de dimensionado:

- a) Persistentes, que se refieren a las condiciones normales de uso
- b) Transitorias, que se refieren a unas condiciones aplicables durante un tiempo limitado (no se incluye las acciones accidentales)
- c) Extraordinarias, que se refieren a unas condiciones excepcionales en las que se puede encontrar, o a las que puede estar expuesto el edificio (acciones accidentales)

De acuerdo con el CTE DB-SE 4.3.2.1 para "cada situación de dimensionado y criterio considerado, los efectos de las acciones" se han determinado "a partir de la correspondiente combinación de acciones e influencias simultáneas", de acuerdo con los criterios que se establecen en los

apartados 4.2.2 y 4.3.2, para la verificación de la resistencia, y la aptitud al servicio, respectivamente.

Para el caso de los elementos de hormigón armado, las combinaciones asociadas a las distintas situaciones de dimensionado se rigen por el artículo 13 de la instrucción EHE-08, en concreto por lo especificado en 13.2 para los estados límite últimos, y en 13.3 para los estados límite de servicio.

En lo que respecta a esta estructura, se han aplicado las expresiones simplificadas para los casos de estructuras de edificación.

El periodo de servicio para el que se comprueba la seguridad de esta estructura es de 50 años.

## 2. Acciones y modelos de cálculo

Las acciones se definen siguiendo los criterios establecidos en el DB-SE-AE con las puntualizaciones propias del NCSE y el DB-SE-C que hacen referencia a las acciones sísmicas y a las acciones del terreno respectivamente.

En el apartado “3.3.1 Generalidades” del DB-SE se indica que “El análisis estructural se realiza mediante modelos en los que interviene las denominadas variables básicas, que representan cantidades físicas que caracterizan las acciones, influencias ambientales, propiedades de materiales y del terreno, datos geométricos, etc.”.

A partir de los planos acotados y a escala de la memoria gráfica se deducen los datos geométricos.

Para el establecimiento de los modelos de cálculo se siguen las hipótesis clásicas de la teoría de resistencia de materiales.

Los valores característicos de las propiedades de los materiales se detallan en la justificación del DB correspondiente o bien en la justificación de la EHE-08.

En general se adopta un comportamiento del material elástico y lineal a los efectos del análisis estructural, produciéndose la verificación de la aptitud al servicio en dicho régimen, y la comprobación de la resistencia en estado de rotura o de plastificación para los elementos de hormigón armado y de acero, y para la fábrica lo especificado en el DB-SE-F.

El análisis estructural se basa en modelos adecuados del edificio que proporcionan una previsión suficientemente precisa de dicho comportamiento, permitiendo tener en cuenta todas las variables significativas y reflejando adecuadamente los estados límites a considerar.

## 3. Análisis estructural

Para la realización del análisis estructural se han adoptado las consideraciones generales indicadas a continuación, junto con las especificaciones correspondientes indicadas en los restantes capítulos de la memoria:

- Consideración de la interacción terreno-estructura
- Consideración del efecto diafragma del forjado en su planta
- Consideración de la estructura como traslacional
- Verificación mediante estados límite últimos (coeficientes parciales)

- Modelización de nudos de celosía como nudos rígidos.

Para todo ello se ha empleado un programa informático SAP 2000 v21

#### 4. Dimensionado o verificación

Este apartado se basa en los métodos de verificación basados en coeficientes parciales y, en concreto, en el método de los estados límite.

En el apartado “3.2 Estados límite” dentro de DB-SE se indica que “Se denominan estados límite aquellas situaciones para las que, de ser superadas, puede considerarse que el edificio no cumple alguno de los requisitos estructurales para los que ha sido concebido”. En el mismo apartado del DB-SE Se distinguen dos tipos de Estados límite:

- 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.
- 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 del edificio o a la apariencia de la construcción.

En relación con la verificación de la resistencia y de la estabilidad (estados límite últimos), se han aplicado las siguientes consideraciones.

Para la verificación de la estabilidad se comprueba que para toda la estructura y para cualquier parte de ella el valor de cálculo del efecto de las acciones desestabilizadoras es siempre menor que el de las acciones estabilizadoras.

Para la verificación de la resistencia se cumple en todos los elementos de la estructura y en todas sus secciones y puntos que el valor de cálculo del efecto de las acciones es siempre menor que el valor de cálculo de la resistencia correspondiente.

Los coeficientes parciales de seguridad para las acciones que se establecen en el DB-SE son los siguientes:

**CTE-DB-SE Tabla 4.1 Coeficientes parciales de seguridad ( $\gamma$ ) para las acciones**

Tipo de verificación	Tipo de acción	Situación persistente o transitoria	
		Desfavorable	Favorable
RESISTENCIA	Permanente		
	Peso propio	1.35	0.80
	Peso del terreno	1.35	0.80
	Empuje del terreno	1.35	0.70
	Presión del agua	1.20	0.90
	Variable	1.50	0.00
ESTABILIDAD		Desestabilizadora	Estabilizadora
	Permanente	1.10	0.90
	Peso propio	1.10	0.90
	Peso del terreno	1.35	0.80
	Empuje del terreno	1.05	0.95
	Presión del agua	1.50	0.00
	Variable		

En el caso del hormigón armado o pretensado los valores de los coeficientes parciales de seguridad son los de la tabla siguiente:

**EHE-08 Tabla 12.1.a Coeficientes parciales de seguridad ( $\gamma$ ) para las acciones, en elementos de hormigón**

Tipo de verificación	Tipo de acción	Situación persistente o transitoria	
		Desfavorable	Favorable
RESISTENCIA	Permanente		
	De valor constante	1.35	1.00
	De pretensado	1.00	1.00
	De valor no constante	1.50	1.00
	Variable	1.50	0.00
ESTABILIDAD		Desestabilizadora	Estabilizadora
	Permanente	1.10	0.90
	Variable	1.50	0.00

En el caso del ladrillo, los valores de los coeficientes parciales de seguridad son los de la siguiente tabla:

**CTE DB-SE-F Tabla 4.8 Coeficientes parciales de seguridad ( $\gamma_M$ )**

Situaciones persistentes y transitorias	Categoría del control de fabricación	I	II	Categoría de la ejecución		
				A	B	C
Resistencia de la fábrica				1.7	2.2	2.7
				2.0	2.5	3.0
Resistencia de las llaves y amarres				2.5	2.5	2.5
Anclaje de acero de armar				1.7	2.2	
Acero (armadura activa y armadura pasiva)				1.15	1.15	

Se adoptan los coeficientes de simultaneidad reflejados en la siguiente tabla, incluso para el caso de elementos de hormigón armado o pretensado, al entenderse que son de rango superior a los reflejados en el Anexo A, de la instrucción EHE-08, como propuesta de aplicación de la norma experimental UNE ENV 1992-1-1.

**CTE DB-SE Tabla 4.2 Coeficientes de simultaneidad ( $\Psi$ )**

	$\Psi_0$	$\Psi_1$	$\Psi_2$
Sobrecarga superficial de uso (Categorías según DB-SE-AE)			
Zonas residenciales (A)	0.7	0.5	0.3
Zonas administrativas (B)	0.7	0.5	0.3
Zonas destinadas al público (C)	0.7	0.7	0.6
Zonas comerciales (D)	0.7	0.7	0.6
Zonas de tráfico y de aparcamiento de vehículos ligeros (<30 kN) (E)	0.7	0.7	0.6
Cubiertas transitables (F)	(*)	(*)	(*)
Cubiertas accesibles únicamente para mantenimiento (G)	0.0	0.0	0.0
Nieve			
para altitudes > 1000 m	0.7	0.5	0.2
para altitudes ≤ 1000 m	0.5	0.2	0.0
Viento	0.6	0.5	0.0
Temperatura	0.6	0.5	0.0
Acciones variables del terreno	0.7	0.7	0.7

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



A partir de los anteriores coeficientes de seguridad y simultaneidad se pueden obtener las tres combinaciones de acciones según el apartado 4.2.2 del DB-SE:

Situación persistente o transitoria

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

Situación extraordinaria

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

Situación acción sísmica

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

Para la verificación de la aptitud al servicio (estado límite de servicio), se comprueba que el efecto de las acciones de cálculo en servicio es siempre menor que el valor límite para el efecto correspondiente a las acciones de servicio. Ese es el modo en el que se considera que la estructura tiene un comportamiento adecuado en relación con las deformaciones, las vibraciones y el deterioro.

Por tanto, las tres combinaciones para estados límites de servicio son las siguientes:

Combinación característica

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

Combinación frecuente

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

Combinación casi permanente

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

Los valores límite para los efectos de las acciones sobre la aptitud al servicio son, en general, las siguientes:

**Limitaciones adoptadas con relación a la verificación de la aptitud al servicio**

Tipo de verificación	Objetivo	Limitaciones
Flecha relativa	Integridad de los elementos constructivos Pisos con tabiques ordinarios o pavimentos rígidos con juntas	≤L/400
Flecha relativa	Confort de los usuarios, solo acciones de corta duración	≤L/350
Flecha relativa	Apariencia de la obra	≤L/300
Desplome total	Integridad de los elementos constructivos	≤H/500
Desplome local	Integridad de los elementos constructivos	≤h/250
Desplome relativo	Apariencia de la obra	≤h/250

## 1.2. DB-SE-AE

Según el CTE, las acciones se clasifican en permanentes (DB-SE-AE 2), variables (DB-SE-AE 3) y accidentales (DB-SE-AE 4), según su variación en el tiempo. Según 4.1, las acciones sísmicas quedan reguladas por la norma de construcción sismorresistente vigente NCSE-02 (se definen más adelante, en el apartado correspondientes).

La EHE-08 (artículo 9.2) diferencia dentro de las primeras, las de valor constante G respecto de las de valor no constante G\* (por ejemplo, las acciones reológicas y de pretensado), por lo que para este tipo de acciones en los elementos de esta estructura que sean de hormigón armado o pretensado se considera la distinción, mientras que para el resto de elementos (otros materiales, o elementos exentos de las comprobaciones reológicas o y de pretensado) se adopta la clasificación del CTE.

### 1.2.1. Acciones permanentes

Para la evaluación de las acciones permanentes se adoptan los valores característicos para las cargas permanentes indicadas en el Anejo C del CTE DB-SE-AE. Las cargas permanentes que actúan sobre el edificio se especifican en el anejo: Memoria de cálculo estructural.

### 1.2.2. Acciones variables

Las acciones variables que se han considerado son:

#### Sobrecargas de uso

Las sobrecargas de uso se obtienen de la “tabla 3.1. Valores característicos de las sobrecargas de uso” en el apartado “3.1.1 Valores de sobrecarga” del DB-SE-AE. Los valores utilizados en el cálculo se especifican en el anejo: Memoria de cálculo estructural.

#### Viento

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

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

siendo:

$q_b$  la presión dinámica del viento.

$C_e$  el coeficiente de exposición, variable con la altura del punto considerado, en función del grado de aspereza del entorno donde se encuentra ubicada la construcción.

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

La presión dinámica del viento ( $q_b$ ) se obtiene a partir de la siguiente expresión:

$$q_b = 0,5 \cdot \delta \cdot v_b^2$$

siendo  $\delta$  la densidad del aire y  $v_b$  el valor básico de la velocidad del viento

En el Anejo D del DB-SE-AE se obtiene el valor de la densidad del aire, que por lo general se puede adoptar como  $1,25 \text{ Kg/m}^3$ , y el valor básico de la velocidad del viento que es de  $26 \text{ m/s}$  para la zona en la que se ubica el edificio.

$$q_b = 0,5 \cdot 1,25 \cdot 26^2$$

$$q_b = 422,5 \text{ N/m}^2 = 0,42 \text{ KN/m}^2$$

El valor del coeficiente de exposición se obtiene de la "Tabla 3.4. Valores del coeficiente de exposición  $c_e$ " del DB-SE-AE. A partir de un grado IV de aspereza del entorno y una altura del punto considerado de  $3 \text{ m}$  se obtiene un coeficiente:

$$c_e = 1,3$$

El coeficiente eólico o de presión se obtiene de la "Tabla 3.5. Coeficiente eólico en edificios de pisos" del DB-SE-AE, según la esbeltez del edificio. En ambas direcciones la esbeltez es menor a  $0,25$  por lo que se obtienen los siguientes coeficientes de presión y succión:

$$c_p = 0,7$$

$$c_s = -0,3$$

A continuación, con los resultados obtenidos, se calcula la acción del viento

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

$$q_{ep} = 0,42 \cdot 1,3 \cdot 0,7 = \mathbf{0,3822 \text{ KN/m}^2}$$

$$q_{es} = 0,42 \cdot 1,3 \cdot (-0,3) = \mathbf{0,1638 \text{ KN/m}^2}$$

### Acciones térmicas

Al no existir ningún elemento de más de  $40 \text{ m}$  de longitud se desprecian las acciones térmicas.

### Nieve

Según el apartado "3.5.1 Determinación de la carga de nieve" del DB-SE-AE se puede tomar como valor de carga de nieve por unidad de superficie en proyección horizontal ( $q_n$ ):

$$q_n = \mu \cdot s_k$$

siendo  $\mu$  el coeficiente de forma de la cubierta y  $s_k$  el valor característico de la carga de nieve sobre un terreno horizontal

Siguiendo las indicaciones del apartado “3.5.3 Coeficiente de forma” se toma el valor de  $\mu = 1$  como coeficiente de forma de la cubierta.

El valor de la sobrecarga de nieve sobre un terreno horizontal,  $s_k$ , se obtiene de la “Tabla 3.8 Sobrecarga de nieve en capitales de provincia y ciudades autónomas” siendo en Valencia de  $0,2 \text{KN/m}^2$

Por lo tanto, el valor de la carga de nieve es de:

$$q_n = 1 \cdot 0,2 = 0,2 \text{ KN/m}^2$$

### 1.2.3. Acciones accidentales

#### Sismo

Las acciones de sismo quedan reguladas por la normativa NCSE-02, se concretan en el apartado correspondiente al cumplimiento de dicha normativa en la presente memoria.

#### Incendio

Según 4.2.1, las acciones debidas a la agresión térmica en caso de incendio están definidas en DB-SI, en especial la sección 6, en lo que se refiere a la resistencia de los elementos estructurales.

### 1.2.4. Aplicación de acciones sobre forjados

La aplicación de las acciones sobre los forjados queda descrita en el Anejo: Memoria de cálculo estructural.

### 1.3. NCSE-02

Según la tabla del Anejo 1 del NCSE02 en la que se indican los Valores de aceleración básica,  $a_b$ , y del coeficiente de contribución,  $k$ , de los térmicos municipales con  $a_b \geq 0,04$  g, organizado por comunidades autónomas, en el municipio de Oliva se obtienen los siguientes datos:

$$a_b/g = 0,07 \quad k = 1$$

Para la aplicación de la Norma de Construcción Sismorresistente se ha realizado la siguiente tabla con los valores concretos de la edificación que se plantea:

Aceleración sísmica básica $a_b$	0.07
Coeficiente de contribución $k$	1
Coeficiente de suelo $C$	1.6
Coeficiente de amplificación del terreno $S$	1.28
Coeficiente de riesgo $\rho$	1
Aceleración sísmica de cálculo $a_c/g$	0.09

Según el apartado 1.2.3 de la NCSE-02, la Norma no es de aplicación para el presente edificio, ya que se trata de una construcción de importancia normal con pórticos bien arriostrados entre sí en todas las direcciones y con una aceleración sísmica básica ( $a_b$ ) inferior a 0,08g.

### 1.4. DB-SE-C

Al no haber presencia de agentes asociados a ataques químicos al hormigón el tipo de ambiente de la cimentación y resto de elementos en contacto con el terreno es de IIa.

A continuación, se especifica el tipo de acero y tipo de hormigón utilizados en la cimentación. Además, Según la tabla 37.2.4 de la EHE-08, se especifican los siguientes recubrimientos mínimos netos:

Elementos	Fck (N/mm <sup>2</sup> )	Tipo de hormigón	Tipo de acero	Recubrimiento	
				Mínimo	Nominal
Zapata	25	HA-25/B/20/IIa	B500S	25	50
Vigas riostras	25	HA-25/B/20/IIa	B500S	25	50
Muretes	25	HA-25/B/20/IIa	B500S	25	50

Al tratarse de hormigón armado, se adoptan los coeficientes parciales de seguridad de los materiales fijados en la EHE-08, en concreto en el artículo 15 (tabla15.3), que son los siguientes:

Situación del proyecto	Hormigón	Acero
Persistente o transitoria	1,50	1,15
Accidental	1,30	1,00

### 1.5. EHE-08

Según la tabla 37.2.4.e de la EHE-08, el recubrimiento mínimo y nominal de la estructura es de 25 y 35 mm respectivamente. El hormigón empleado es HA-25/B/20/IIa y el acero de las armaduras B500S.

Al tratarse de hormigón armado, se adoptan los coeficientes parciales de seguridad de los materiales fijados en la EHE-08, en concreto en el artículo 15 (tabla 15.3), que son los siguientes:

Situación del proyecto	Hormigón	Acero
Persistente o transitoria	1,50	1,15
Accidental	1,30	1,00

### 1.6. DB-SE-F

La estructura del edificio está formada por muros carga de ladrillo macizo. En el apartado "2 Bases de cálculo" del DB-SE-F se establecen las bases de cálculo necesarias teniendo en cuenta sus capacidades portantes y su aptitud al servicio.

Según el apartado "5.2 Muros sometidos predominantemente a carga vertical" se establece que la determinación de esfuerzos se realizará de acuerdo con los métodos generales de análisis estructural, utilizando modelos planos o espaciales.

## 2. Memoria justificativa del cumplimiento del DB-SI

Este Documento Básico (DB) tiene por objeto establecer reglas y procedimientos que permiten cumplir las exigencias básicas de seguridad en caso de incendio. Las secciones de este DB se corresponden con las exigencias básicas SI 1 a SI 6. La correcta aplicación de cada Sección supone el cumplimiento de la exigencia básica correspondiente. La correcta aplicación del conjunto del DB supone que se satisface el requisito básico "Seguridad en caso de incendio".

Tanto el objetivo del requisito básico como las exigencias básicas se establecen en el artículo 11 de la Parte 1 de este CTE y son los siguientes:

- Exigencia básica SI 1: Propagación interior
- Exigencia básica SI 2: Propagación exterior
- Exigencia básica SI 3: Evacuación de ocupantes
- Exigencia básica SI 4: Detección contra extinción, control y extinción de incendio
- Exigencia básica SI 5: Intervención de los bomberos
- Exigencia básica SI 6: Resistencia al fuego de la estructura

## 2.1. Exigencia básica SI 1: Propagación interior

### Compartimentación en sectores de incendio

Según la “Tabla 1.1 Condiciones de compartimentación en *sectores de incendio*” en edificios de uso docente con una única planta no es preciso compartimentarla en sectores de incendio.

Puesto que el edificio no está compartimentado en sectores de incendio no se considera el riesgo de propagación entre sectores de incendio, no siendo de aplicación la “Tabla 1.2 Resistencia al fuego de las paredes, techos y puertas que delimitan sectores de incendio”.

### Locales y zonas de riesgo especial

El edificio dispone de cocina con una potencia instalada de entre 20 y 30 kW por lo que, según la “Tabla 2.1 Clasificación de los locales y zonas de riesgo especial integrados en edificios”, constituye una zona de riesgo bajo, por lo que debe cumplir las condiciones establecidas en la “Tabla 2.2 Condición de las zonas de riesgo especial integradas en edificios” que se describen a continuación:

	<b>Exigencia</b>	<b>Proyecto</b>
Resistencia al fuego de la estructura portante	R 90	REI 120
Resistencia al fuego de las paredes y techos que separan la zona del resto del edificio	EI 90	REI 120
Vestíbulo de independencia en cada comunicación de la zona con el resto del edificio	-	-
Puertas de comunicación con el resto del edificio	EI <sub>2</sub> 45-C5	EI <sub>2</sub> 45-C5
Máximo recorrido hasta alguna salida del local	≤ 25 m	Salida directa al exterior

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

El edificio no dispone de espacios ocultos por lo que se cumplen las exigencias descritas en la normativa.

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

El edificio cumple con las condiciones establecidas en la “Tabla 4.1 Clases de reacción al fuego de los elementos constructivos”, por lo que, en zonas ocupables el revestimiento del suelo será E<sub>FL</sub>.



## 2.2. Exigencia básica SI 2: Propagación exterior

### Medianeras y fachadas

Al tratarse de un edificio sin medianeras y ubicado a una distancia suficiente del resto de edificaciones del entorno, no hay riesgo de propagación exterior horizontal del incendio a través de la fachada, existiendo siempre una distancia mayor a 3 m con el resto de las edificaciones.

### Cubiertas

Al no haber cercanía de la cubierta del edificio con otras cubiertas o fachadas no existe riesgo de propagación exterior del incendio por la cubierta.

## 2.3. Exigencia básica SI 3: Evacuación de ocupantes

### Compatibilidad de elementos de evacuación

Al tratarse de un edificio de uso docente pero que no está integrado en un edificio cuyo uso previsto sea distinto del suyo no son de aplicación las condiciones de compatibilidad de los elementos de evacuación.

### Cálculo de la ocupación

Para el cálculo de la ocupación se deben considerar los valores de densidad de ocupación que se indican en la “tabla 2.1. Densidades de ocupación” para uso docente:

Recinto	Zona, tipo de actividad	Superficie (m <sup>2</sup> )	Ocupación (m <sup>2</sup> /persona)	Ocupación
Recepción	Conjunto de la planta o el edificio	32,24	10	3
“Calle interior”	Conjunto de la planta o del edificio	346,87	10	35
Aula tipo 1 (x2)	Aulas de escuelas infantiles	43,02 (x2)	2	43
Aula tipo 2 (x9)	Aulas de escuelas infantiles	38,32 (x9)	2	172
Comedor	Locales diferentes de aulas	105,81	5	21
Cocina	Locales diferentes de aulas	27,00	5	5
Administración / Sala de profesores	Locales diferentes de aulas	19,68	5	4
Vestuarios	Locales diferentes de aulas	39,23	5	8
Lavandería	Locales diferentes de aulas	10,80	5	2
<b>Ocupación total:</b>				<b>293</b>

### Número de salidas y longitud de los recorridos de evacuación

El edificio dispone de más de una salida de planta y el recorrido de evacuación hasta las distintas salidas de planta es menor a 35 m, tal y como se exige para escuelas infantiles en la “Tabla 3.1. Número de salidas de planta y longitud de los recorridos de evacuación”.

### Dimensionado de los medios de evacuación

Tal y como se indica en la normativa, cuando en una zona, en un recinto, en una planta o en el edificio deba existir más de una salida, considerando también como tales los puntos de paso obligatorio, la distribución de los ocupantes entre ellas a efectos de cálculo debe hacerse suponiendo inutilizada una de ellas, bajo la hipótesis más desfavorable.

A partir de la siguiente expresión se obtiene la relación entre la anchura del elemento (A) y el número total de personas cuyo paso está previsto por el punto cuya anchura se dimensiona (P):

$$A \geq P / 200 \geq 0,80 \text{ m}$$

$$A \geq 293/200 = 1,46 \text{ m}$$

Sin embargo, en la “Tabla 4.1” se indica que la anchura de toda hoja de puerta no debe ser menor que 0,60 m, ni exceder de 1,23 m cumpliendo esta condición las puertas de salida del edificio.

### Protección de las escaleras

El edificio no consta de escaleras por lo que no se aplica la normativa.

### Puertas situadas en recorridos de evacuación

Las puertas previstas como salida de planta o de edificio y las previstas para la evacuación de más de 50 personas serán abatibles con eje de giro vertical y su sistema de cierre, o bien no actuará mientras haya actividad en las zonas a evacuar, o bien consistirá en un dispositivo de fácil y rápida apertura desde el lado del cual provenga dicha evacuación, sin tener que utilizar una llave y sin tener que actuar sobre más de un mecanismo. Las puertas utilizadas en el proyecto cumplen estas condiciones.

### Señalización de los medios de evacuación

Para la señalización de los elementos de evacuación se utilizan las señales definidas en la normativa UNE 23034:1988, conforme a los siguientes criterios:

- Las salidas de planta o edificio tienen una señal con el rótulo “SALIDA”.
- Se disponen señales indicativas de dirección de los recorridos, visibles desde todo origen de evacuación desde el que no se perciban directamente las salidas o sus señales indicativas.
- En los puntos de los recorridos de evacuación en los que existan alternativas que puedan inducir a error, también se disponen las señales antes citadas, de forma que queda claramente indicada la alternativa correcta.

- En los recorridos mencionados anteriormente, junto a las puertas que no sean salida y que puedan inducir a error en la evacuación se dispone la señal con el rótulo "Sin salida" en un lugar fácilmente visible, pero no sobre las hojas de las puertas.
- Las señales se disponen de forma coherente con la asignación de ocupantes que se pretenda hacer a cada salida, conforme lo establecido en el dimensionado de los medios de evacuación.

La señalización es visible incluso en el caso de fallo en el suministro al alumbrado normal. Cuando sean fotoluminiscentes debe cumplir lo establecido en las normas UNE 23035-1:2003, UNE 23035-2:2003 y UNE 23035-4:2003 y su mantenimiento se realizará conforme a lo establecido en la norma UNE 23035-3:2003.

#### Control de humo de incendio

Según se indica en la normativa, debido al uso del edificio no es necesaria la instalación de un sistema de control del humo de incendio.

#### Evacuación de personas con discapacidad en caso de incendio

No es de aplicación al tratarse de un edificio de uso docente con altura de evacuación no superior a 14 metros.

## 2.4. Exigencia básica SI 4: Instalación de protección contra incendios

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

**Dotación de instalaciones de protección contra incendios según la Tabla 1.1**

Uso previsto del edificio o establecimiento		Sí procede	NO procede	
En general	Extintores portátiles de eficiencia 21A-113B	Uno cada 15 m de recorrido, desde todo origen de evacuación y uno en las zonas de riesgo especial (en cocina)	X	
	Bocas de incendio equipadas	En zonas de riesgo especial alto		X
	Ascensor de emergencia	En las plantas cuya altura de evacuación exceda de 28 m		X
	Hidrantas exteriores	Si la altura de evacuación excede de 28 m		X
	Instalación automática de extinción	En todo edificio cuya altura de evacuación exceda de 80 m		X
Docente	Bocas de incendio equipadas	Si la superficie construida excede de 2000 m <sup>2</sup>		X
	Columna seca	Si la altura de evacuación excede de 24 m		X
	Sistema de alarma	Si la superficie construida excede de 1000 m <sup>2</sup>	X	
	Sistema de detección de incendio	Si la superficie construida excede de 2000 m <sup>2</sup>		X
	Hidrantas exteriores	Si la superficie construida excede de 2000 m <sup>2</sup>		X

Tal y como se indica en la tabla anterior, el edificio consta de extintores de incendios y de sistema de alarma. La instalación queda grafiada en los planos de cumplimiento del DB-SI en la memoria gráfica.

## Señalización de las instalaciones manuales de protección contra incendios

La señalización de las instalaciones manuales de protección contra incendios cumple lo establecido en el vigente Reglamento de instalaciones de protección contra incendios, aprobado por el Real Decreto 513/2017, de 22 de mayo.

### **2.5. Exigencia básica SI 5: Intervención de los bomberos**

#### Condiciones de aproximación y entorno

Los viales de aproximación de los vehículos de los bomberos al edificio cumplen con las siguientes condiciones:

- Anchura mínima libre de 3,5 metros
- Altura mínima libre o gálibo de 4,5 metros
- Capacidad portante del vial de 20 KN/m<sup>2</sup>

En la normativa se determina que en edificios con altura de evacuación descendente mayor que 9 m se debe disponer de un espacio de maniobra para los bomberos que cumpla unas condiciones específicas. Sin embargo, al tratarse de un edificio resuelto en planta baja con altura de evacuación de 0 m no se consideran dichas condiciones.

#### Accesibilidad por fachadas

Al tratarse de un edificio resuelto únicamente en planta baja y con una altura de evacuación menor a 9 m no son de aplicación las condiciones que se establecen de accesibilidad por fachada.

### **2.6. Exigencia básica SI 6: Resistencia al fuego de la estructura**

#### Resistencia al fuego de la estructura

Se admite que un elemento tiene suficiente resistencia al fuego si, durante la duración del incendio, el valor de cálculo del efecto de las acciones, en todo instante  $t$ , no supera el valor de la resistencia de dicho elemento.

#### Elementos estructurales principales

Se considera que la resistencia al fuego de un elemento estructura principal del edificio es suficiente si cumple las siguientes condiciones:

Al tratarse de un edificio de uso docente con una altura de evacuación del edificio menor a 15 m es de exigencia una resistencia R 60 para toda la estructura, mientras que para las zonas de riesgo especial bajo (zona de cocina) se exige una resistencia R 90.

Como las vigas de hormigón armado se asemejan a losas macizas puesto que son planas y de una anchura de 2 m su resistencia al fuego se obtiene de la Tabla C.4 del Anejo C del DB-SI. Mientras

que la resistencia al fuego de la bóveda y de los muros de carga de ladrillo se obtienen de la Tabla F.1 del Anejo F del DB-SI.

A continuación, se define una tabla con la resistencia de los elementos estructurales utilizados en el proyecto:

<b>Resistencia al fuego de los elementos estructurales</b>			
Elemento estructural	Exigencia	Proyecto	
Viga de hormigón armado	R 90	REI-180	CUMPLE
Muros de fábrica de ladrillo	R 90	REI-240	CUMPLE
Bóveda de ladrillo	R 90	REI-120	CUMPLE

### 3. Memoria justificativa del cumplimiento del DB-SUA

Este Documento Básico (DB) tiene por objeto establecer reglas y procedimientos que permiten cumplir las exigencias básicas de seguridad de utilización y accesibilidad. Las secciones de este DB se corresponden con las exigencias básicas SUA 1 a SUA 9. La correcta aplicación de cada Sección supone el cumplimiento de la exigencia básica correspondiente. La correcta aplicación del conjunto del DB supone que se satisface el requisito básico "Seguridad de utilización y accesibilidad".

Tanto el objetivo del requisito básico "Seguridad de utilización y accesibilidad", como las exigencias básicas se establecen en el artículo 12 de la Parte I de este CTE y son los siguientes:

- Exigencia básica SUA 1: Seguridad frente al riesgo de caídas
- Exigencia básica SUA 2: Seguridad frente al riesgo de impacto o de atrapamiento
- Exigencia básica SUA 3: Seguridad frente al riesgo de aprisionamiento
- Exigencia básica SUA 4: Seguridad frente al riesgo causado por iluminación inadecuada
- Exigencia básica SUA 5: Seguridad frente al riesgo causado por situaciones con alta ocupación
- Exigencia básica SUA 6: Seguridad frente al riesgo de ahogamiento
- Exigencia básica SUA 7: Seguridad frente al riesgo causado por vehículos en movimiento
- Exigencia básica SUA 8: Seguridad frente al riesgo causado por la acción del rayo
- Exigencia básica SUA 9: Accesibilidad

#### 3.1. Exigencia básica SUA 1: Seguridad frente al riesgo de caídas

##### Resbaladidad de suelos

Con el fin de limitar el riesgo de resbalamiento, los suelos en edificios de uso Docente cumplirán con lo establecido en la tabla 1.2 del CTE DB-SUA. En dicha tabla se indica la clase que deben tener los suelos, como mínimo, en función de su localización. Dicha clase se mantendrá durante la vida útil del pavimento.

En zonas interiores secas se dispone un pavimento de microcemento cuyas condiciones técnicas cumplen las condiciones exigidas para pavimentos de clase 1.

En las zonas interiores húmedas se dispone de un pavimento de microcemento cuyas condiciones técnicas cumplen con las condiciones exigidas para pavimentos de clase 2.

En el acceso al edificio desde el exterior se dispone de un pavimento de microcemento que cumple con las condiciones técnicas exigidas para pavimentos de clase 2.

##### Discontinuidad en el pavimento

Con el fin de limitar el riesgo de caídas como consecuencia de traspies o de tropiezos, el suelo cumple con las condiciones descritas a continuación:

- No dispone de juntas que presente un resalto de más de 4 milímetros. Los elementos salientes del nivel del pavimento, puntuales y de pequeña dimensión no sobresalen del pavimento más de 12 mm y el saliente que.

- No aparecen desniveles de menos de 5 cm de altura.
- En las zonas para circulación de personas el suelo no presenta perforaciones o huecos por los que pueda introducirse una esfera de 1,5 cm de diámetro.

En uno de los patios de juego de la escuela se dispone de un pequeño graderío en el que se dispone de dos escalones consecutivos para salvar los distintos escalonamientos de la grada, esto cumple con la normativa ya que se considera este espacio como de uso de estrado o escenario. Por otro lado, se dispone de un recorrido secundario por medio de rampas que cumple con las condiciones de circulación exigidas.

### Desniveles

El edificio no dispone de desniveles mayores a 0,55 cm por lo que no se disponen barreras de protección.

### Escaleras y rampas

Los escalones que conforman el graderío del patio de juegos cumplen con las condiciones exigidas, ya que se trata de tramos rectos con huella de 29 cm y contrahuella de 14 cm.

La huella H y la contrahuella C cumplen la relación siguiente:

$$54 \text{ cm} \leq 2C \times H \leq 70 \text{ cm}$$

$$54 \text{ mm} \leq 57 \text{ cm} \leq 70 \text{ cm}$$

Además, como recorrido alternativo, siendo un itinerario accesible, se dispone de una rampa que permite salvar la totalidad de la altura del graderío.

Cada tramo de rampa salva una altura de 0,28 m y recorre una distancia de 4 m en su proyección horizontal, obteniéndose una pendiente del 7% por lo que se cumplen las condiciones de itinerario accesible para longitudes menores a 6 m.

Con respecto a la longitud de los tramos de la rampa, la longitud de cada tramo es de 4 m por lo que, al ser inferior a 9 m, se considera un itinerario accesible.

Con respecto a la anchura de los tramos, cada tramo tiene una anchura de 1,25 m, por lo que cumplen las condiciones establecidas para itinerarios accesibles. Además, las mesetas tienen una longitud mayor a 1,5 m.

### Limpieza de los acristalamientos exteriores

No es de aplicación al no tratarse de uso Residencial de Vivienda.



### 3.2. Exigencia básica SUA 2: Seguridad frente al riesgo de impacto o de atrapamiento

#### Impacto

Para limitar el riesgo por impacto con elementos fijos en el edificio se satisfacen las siguientes condiciones:

- La altura libre de paso en zonas de circulación debe ser, como mínimo de 2,10 m en zonas de uso restringido y de 2,20 m en el resto de las zonas. En los umbrales de las puertas la altura libre debe ser de 2 m como mínimo. La altura libre mínima del edificio es de 2,5 m en todo el edificio por lo que se cumplen las exigencias de la normativa.
- No existen elementos fijos que sobresalgan de la fachada a una altura inferior a 2,20 m.
- En las zonas de circulación, las paredes carecen de elementos salientes que no arranquen del suelo, que vuelen más de 15 cm en la zona de altura comprendida entre 15 cm y 2,20 m medida a partir del suelo y que presenten riesgo de impacto.
- No aparecen elementos volados cuya altura sea inferior a 2m.

Con respecto al impacto con elementos practicables se satisfacen las siguientes condiciones:

- El barrido de las hojas no invade los espacios de paso, tal y como aparece grafiado en la memoria gráfica.
- No se utilizan puertas de vaivén
- Las puertas utilizadas para cerrar el patio de juegos cumplen con las condiciones de seguridad de utilización que se establecen en su reglamento específico y tendrán marcado CE de conformidad con los correspondientes Reglamentos y Directivas Europeas.
- En el edificio no se dispone de puertas peatonales automáticas.

En cuanto al impacto con elementos frágiles, todos los elementos acristalados del proyecto están constituidos por hojas de vidrio laminado que resisten sin rotura un impacto de nivel 3, conforme al procedimiento descrito en la norma UNE EN 12600:2003

En relación con los paños de vidrio, todos los elementos resultan fácilmente reconocibles, no habiendo elementos insuficientemente perceptibles que haga falta señalar.

#### Atrapamiento

Con el fin de limitar el riesgo de atrapamiento producido por las puertas correderas de accionamiento manual, incluidos sus mecanismos de apertura y cierre, la distancia hasta el objeto fijo más próximo debe ser mayor a 20 cm. Las únicas puertas correderas que se utilizan en el edificio son las que abren el patio de juegos con el espacio exterior, dichas puertas cumplen las condiciones de seguridad frente al atrapamiento.

### 3.3. Exigencia básica SUA 3: Seguridad frente al riesgo de aprisionamiento en recintos

La fuerza de apertura de las puertas de salida es como máximo de 25 N y de 65 N en caso de que sean resistentes al fuego.

### **3.4. Exigencia básica SUA 4: Seguridad frente al riesgo causado por iluminación inadecuada**

#### Alumbrado normal en zonas de circulación

En cada zona se dispone de una instalación de alumbrado capaz de proporcionar una iluminación mínima de 20 lux en zonas exteriores y de 100 lux en zonas interiores. El factor de uniformidad media será como mínimo del 40%.

#### Alumbrado de emergencia

El edificio dispone de un alumbrado de emergencia que, en caso de fallo del alumbrado normal, suministra la iluminación necesaria para facilitar la visibilidad a los usuarios de manera que puedan abandonar el edificio, evitando las situaciones de pánico y permitiendo la visión de las señales indicativas y la situación de los espacios y medios de protección existentes.

La altura de colocación de las luminarias será al menos de 2 m por encima del nivel del suelo y se colocarán en las puertas existentes en los recorridos de evacuación, en los cambios de dirección e intersecciones de pasillos.

### **3.5. Exigencia básica SUA 5: Seguridad frente al riesgo causado por situaciones de alta ocupación**

Puesto que el uso previsto para el edificio es Docente no se prevé una situación de alta ocupación no siendo de aplicación este apartado de la normativa.

### **3.6. Exigencia básica SUA 6: Seguridad frente al riesgo de ahogamiento**

El edificio no dispone de piscinas de ningún uso, por lo que no es de aplicación la normativa.

### **3.7. Exigencia básica SUA 7: Seguridad frente al riesgo causado por vehículos en movimiento**

No es de aplicación, ya que el edificio no dispone de zonas de aparcamiento.

### **3.8. Exigencia básica SUA 8: Seguridad frente al riesgo causado por la acción del rayo**

No es necesaria la instalación de un sistema de protección contra el rayo al no tratarse de un edificio en el que se vayan a manipular sustancias tóxicas, radioactivas, altamente inflamables o explosivas, ni ser un edificio cuya altura sea superior a 43 m.

### 3.9. Exigencia básica SUA 9: Accesibilidad

#### Condiciones de accesibilidad

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

- El edificio dispone de al menos un itinerario accesible que comunica la entrada principal al edificio con la vía pública y con las zonas comunes exteriores.
- El edificio dispone de un itinerario accesible que comunica toda la planta.
- En los vestuarios del edificio destinados al uso de los trabajadores se dispone de un aseo accesible por cada 10 unidades o fracción de inodoros instalados.

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

Con el fin de facilitar el acceso y la utilización independiente, no discriminatoria y segura de los edificios, se señalizan los elementos que se indican en la “Tabla 2.1 Señalización de elementos accesibles en función de su localización” del CTE DB-SUA 9.

Puesto que el edificio dispone de una entrada principal diferenciada que corresponde a un itinerario accesible no es necesaria su señalización. Se señala el aseo accesible ubicado en la zona de vestuarios.

#### 4. Memoria justificativa del cumplimiento del DB-HS

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

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

- Exigencia básica HS 1: Protección frente a la humedad
- Exigencia básica HS 2: Recogida y evacuación de residuos
- Exigencia básica HS 3: Calidad del aire interior
- Exigencia básica HS 4: Suministro de agua
- Exigencia básica HS 5: Evacuación de aguas
- Exigencia básica HS 6: Protección frente a la exposición al radón

##### 4.1. Exigencia básica HS 1: Protección frente a la humedad

Esta sección se aplica a los muros y los suelos que están en contacto con el terreno y a los cerramientos que están en contacto con el aire exterior (fachadas y cubiertas) de todos los edificios incluidos en el ámbito de aplicación general del CTE. Los suelos elevados se consideran suelos que están en contacto con el terreno.

##### Diseño

- Fachadas:

El grado de impermeabilidad mínimo exigido a las fachadas frente a la penetración se obtiene de la tabla 2.5 en función de la zona pluviométrica de promedios y del grado de exposición al viento (Tabla 2.6) correspondientes al lugar de ubicación del edificio.

- Terreno tipo IV: Zona urbana, industrial o forestal
- Clase del entorno E1
- Zona pluviométrica de promedios III
- Zona eólica A
- Grado de exposición al viento V3
- Grado de impermeabilidad mínimo exigido a las fachadas 3

Las condiciones exigidas a cada solución constructiva en función de la exigencia o no de revestimiento exterior y del grado de impermeabilidad se obtiene de la tabla 2.7. Las condiciones que debe cumplir la solución de fachada son las siguientes:

B2 + C1 + J1 + N1

B2	Debe disponerse al menos una barrera de resistencia alta a la filtración. Se consideran como tal los siguientes elementos: <ul style="list-style-type: none"><li>- cámara de aire sin ventilar y aislante no hidrófilo dispuestos por el interior de la hoja principal, estando la cámara por el lado exterior del aislante.</li><li>- aislante no hidrófilo dispuesto por el exterior de la hoja principal.</li></ul>
C1	Debe utilizarse al menos una hoja principal de espesor medio. Se considera como tal una fábrica cogida con mortero de: <ul style="list-style-type: none"><li>- ½ pie de ladrillo cerámico, que debe ser perforado o macizo cuando no exista revestimiento exterior o cuando exista un revestimiento exterior discontinuo o un aislante exterior fijados mecánicamente.</li><li>- 12 cm de bloque cerámico, bloque de hormigón o piedra natural</li></ul>
J1	Las juntas deben ser al menos de resistencia media a la filtración. Se consideran como tales las juntas de mortero sin interrupción excepto, en el caso de las juntas de los bloques de hormigón, que se interrumpen en la parte intermedia de la hoja.
N1	Debe utilizarse al menos un revestimiento de resistencia media a la filtración. Se considera como tal un enfoscado de mortero con un espesor mínimo de 10 mm.

Como se define en la Memoria constructiva el cerramiento de la escuela está formado por muros capuchinos compuesto, de exterior a interior, por una hoja exterior de medio pie de ladrillo caravista de 24 x 11,5 x 5 cm dispuesto a soga y revestida en su cara interior con un enfoscado de mortero de 1 cm de espesor, cámara de aire de 5,5 cm, aislamiento térmico a base de poliestireno extruido XPS de 8 cm de espesor y hoja de medio pie interior de ladrillo caravista de 24 x 11,5 x 5 cm dispuesto a soga. Al tratarse de un muro capuchino ambas hojas de ladrillo se encuentran enlazadas por llaves o armaduras de tendel. El espesor total es de 36,5 cm.

- Cubiertas

El grado de impermeabilidad exigido es único e independiente de factores climáticos. Cualquier solución constructiva alcanza este grado de impermeabilidad siempre que se cumplan las condiciones indicadas a continuación:

- Una barrera contra el vapor inmediatamente por debajo del aislante térmico cuando, según el cálculo descrito en la sección HE1 del DB "Ahorro de energía", se prevea que vayan a producirse condensaciones en dicho elemento.
- Un aislante térmico, según se determine en la sección HE1 del DB "Ahorro de energía".
- Una capa de impermeabilización cuando la cubierta sea plana o cuando sea inclinada y el sistema de formación de pendientes no tenga la pendiente exigida en la tabla 2.10 o el solapo de las piezas de la protección sea insuficiente.
- Una capa separadora entre la capa de protección y la capa de impermeabilización
- Una capa de protección, cuando la cubierta sea plana, salvo que la capa de impermeabilización sea autoprottegida.
- Un sistema de evacuación de aguas, que puede constar de canalones, sumideros y rebosadores, dimensionando según el cálculo descrito en la sección HS 5 del DB-HS.

Tal y como se describe en la Memoria constructiva del presente proyecto la cubierta consta de las siguientes capas (de interior a exterior): lámina corta vapor, aislamiento térmico de corcho natural, lámina impermeabilizante, capa separadora geotextil, mortero de cemento para recibir pavimento de baldosa cerámica como capa de protección.

#### 4.2. Exigencia básica HS 2: Recogida y evacuación de residuos

El edificio dispone de espacio y medios para extraer los residuos ordinarios generados de forma acorde con el sistema público de recogida.

#### 4.3. Exigencia básica HS 3: Calidad del aire interior

Al tratarse de un edificio de uso Docente, y no un edificio de viviendas, se considera que se cumplen las exigencias básicas si se observan las condiciones establecidas en el RITE.

#### 4.4. Exigencia básica HS 4: Suministro de agua

Los edificios dispondrán 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.

Los equipos de producción de agua caliente constarán de sistemas de acumulación y los puntos terminales de utilización tendrán unas características tales que eviten el desarrollo de gérmenes patógenos.

La instalación de fontanería y saneamiento se deberá realizar de forma que cumpla en todo momento con el Código Técnico de la Edificación, DB Salubridad, y sus Exigencias Básicas HS 4 “Suministro de Agua”, y HS 5 “Evacuación de Aguas”.

#### Características y cuantificación de las exigencias

El edificio cumple con los requisitos mínimos de calidad del agua y de protección contra retornos que se establecen en el DB-HS 4

Con respecto a las condiciones mínimas de suministro, la instalación debe suministrar a los aparatos y equipos del equipamiento higiénico los caudales que figuran en “Tabla 2.1 Caudal instantáneo mínimo para cada tipo de aparato”, que en caso de los aparatos que se prevé instalar en el edificio, son los siguientes:

Tipo de aparato	Caudal instantáneo mínimo de agua	
	fría (dm <sup>3</sup> /s)	Caudal instantáneo mínimo de ACS (dm <sup>3</sup> /s)
Lavabo	0,10	0,065
Ducha	0,20	0,10
Inodoro con cisterna	0,10	-
Fregadero no doméstico	0,30	0,20
Lavavajillas industrial (20 servicios)	0,25	0,20
Lavadora industrial (8 kg)	0,60	0,40
Grifo aislado	0,15	0,10

En los puntos de consumo la presión mínima debe ser:

- 100 kPa para grifos comunes
- 150 kPa para fluxores y calentadores

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

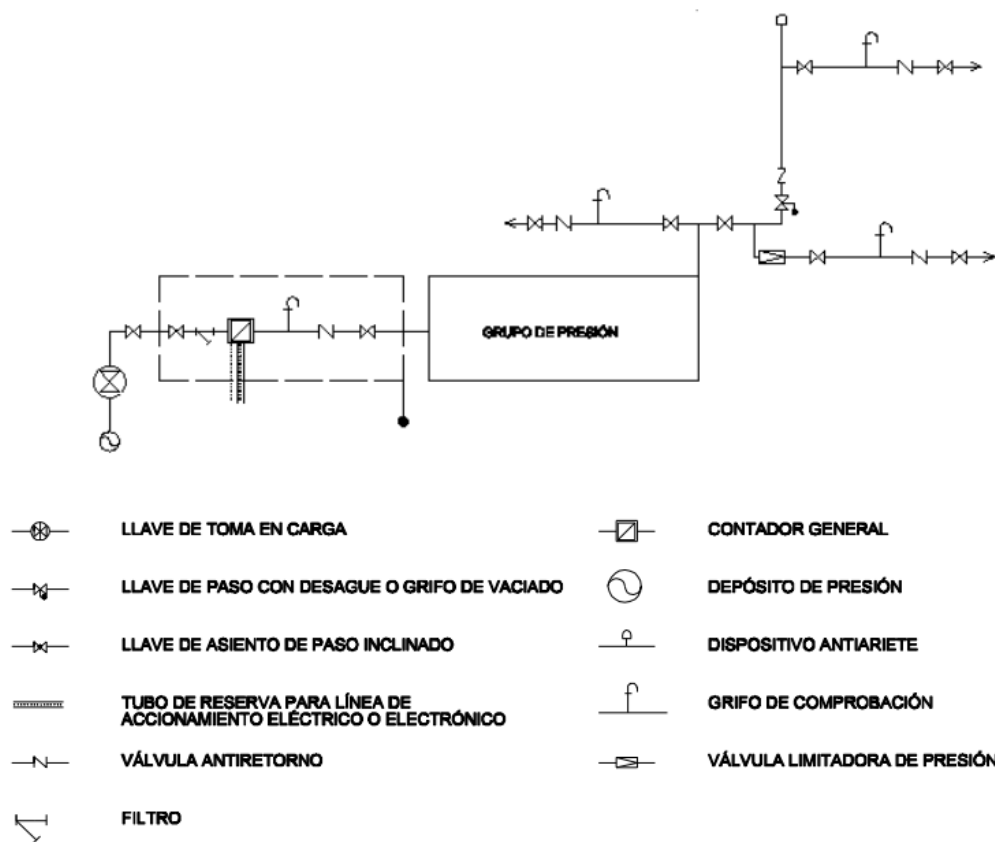
La temperatura de ACS en los puntos de consumo debe estar comprendida entre 50°C y 65°C.

Con respecto al mantenimiento de las instalaciones, los elementos y equipos de la instalación que lo requieran, tales como el grupo de presión, los sistemas de tratamiento de agua o los contadores, deben instalarse en locales cuyas dimensiones sean suficientes para que pueda llevarse a cabo su mantenimiento adecuadamente.

En cuanto al ahorro de agua, se dispone de un sistema de contabilización tanto de agua fría como de agua caliente para toda la escuela. En las redes de ACS se dispone de una red de retorno, ya que la tubería de ida al punto de consumo más alejado es mayor a 15 m.

### Diseño

El esquema general de la instalación es el que se describe en el DB-HS 4 en la figura 3.1, y está compuesto por la acometida, la instalación general que contiene un armario de control general, un tubo de alimentación y un distribuidor principal; y las derivaciones colectivas. A continuación se muestra dicho esquema:



**Figura 3.1 Esquema de red con contador general**

Los elementos que componen la instalación son los siguientes:

- Acometida: dispone de una llave de toma o un collarín de toma en carga, sobre la tubería de distribución de la red exterior de suministro que abra el paso a la acometida, de un tubo de acometida que enlace la llave de toma con la llave de corte general y de una llave de corte en el exterior de la propiedad.
- Instalación general: la instalación contiene una llave de corte general y un filtro de la instalación general.
- Tubo de alimentación: La tubería de alimentación de agua es de Polietileno PE100 de 32mm de diámetro nominal, y va enterrada en zanja. A su vez, se disponen registros para su inspección y control de fugas, al menos en sus extremos y en los cambios de dirección.
- Distribuidor principal: Las redes interiores serán todas de polipropileno. Dentro del edificio la tubería irá por el forjado sanitario (sistema Caviti).
- Ascendentes o montantes: los montantes existentes que alimentan los aparatos de las diferentes plantas están fabricados en polipropileno (PP-R) de 32 mm de diámetro nominal.

### Dimensionado

El edificio prevé un espacio para un armario de contador general en la sala de instalaciones.

El cálculo para el dimensionado de la red de distribución se realiza con un primer dimensionado seleccionando el tramo más desfavorable de la misma y obteniendo unos diámetros previos que posteriormente se comprueban en función de la pérdida de carga que se obtiene con los mismos. Este dimensionado se hace siempre teniendo en cuenta las peculiaridades de cada instalación y los diámetros obtenidos son los mínimos que hacen compatibles el buen funcionamiento y la economía de la misma.

El dimensionado de la red se hace a partir del dimensionado de cada tramo, y para ello se parte del circuito considerado como más desfavorable que es aquel que cuenta con la mayor pérdida de presión debida tanto al rozamiento como a su altura geométrica.

El dimensionado de los tramos se hace mediante el siguiente procedimiento:

- El caudal máximo de cada tramo es igual a la suma de los caudales de los puntos de consumo alimentados por el mismo.
- Establecimiento de los coeficientes de simultaneidad de cada tramo de acuerdo con un criterio adecuado
- Determinación del caudal de cálculo en cada tramo como producto del caudal máximo por el coeficiente de simultaneidad correspondiente
- Elección de una velocidad de cálculo comprendida dentro de los intervalos siguientes: para tuberías metálicas: entre 0,50 y 2,00 m/s y para tuberías termoplásticas y multicapas: entre 0,50 y 3,50 m/s.
- Obtención del diámetro correspondiente a cada tramo en función del caudal y de la velocidad.

En cuanto a la comprobación de la presión, se comprobará que la disponible en el punto de consumo más desfavorable supera con los valores mínimos indicados en el apartado 2.1.3 y que



en todos los puntos de consumo no se supera el valor máximo indicado en el mismo apartado, de acuerdo con lo siguiente:

- Determinar la pérdida de presión del circuito sumando las pérdidas de presión total de cada tramo. Las pérdidas de carga localizadas podrán estimarse en un 20% al 30% de la producida sobre la longitud real del tramo o evaluarse a partir de los elementos de la instalación.
- Comprobar la suficiencia de la presión disponible: una vez obtenidos los valores de las pérdidas de presión del circuito, se comprueba si son sensiblemente iguales a la presión disponible que queda después de descontar a la presión total, la altura geométrica y la residual del punto de consumo más desfavorable. En el caso de que la presión disponible en el punto de consumo fuera inferior a la presión mínima exigida sería necesaria la instalación de un grupo de presión.

Los ramales de enlace a los aparatos domésticos se dimensionarán conforme a lo que se establece en la tabla 4.2. En el resto, se tomarán en cuenta los criterios de suministro dados por las características de cada aparato y se dimensionará en consecuencia.

De esta manera, en la siguiente tabla se establecen los diámetros y materiales obtenidos y la comparación con el diámetro mínimo exigido por el DB-HS.

Aparato o punto de consumo	Diámetro nominal del ramal de enlace		Diámetro de proyecto	Material de proyecto
	Tubo de acero	Tubo de cobre o plástico (mm)		
Lavabo	1/2	12	16 mm	PEX S5
Ducha	1/2	12	16 mm	PEX S5
Inodoro con cisterna	1/2	12	16 mm	PEX S5
Fregadero industrial	3/4	20	20 mm	PEX S5
Lavavajillas industrial	3/4	20	20 mm	PEX S5
Lavadora industrial	1	25	20 mm	PEX S5

Los diámetros de los diferentes tramos de la red de suministro se dimensionan conforme al procedimiento establecido en el apartado 4.2, adoptándose en el proyecto los valores mínimos de la tabla 4.3. de este modo se obtienen los siguientes diámetros:

Tramo considerado	Diámetro nominal del tubo de alimentación	
	Acero	Cobre o plástico (mm)
Alimentación a cuarto húmedo	3/4	20 mm
Columna (montante o descendente)	3/4	20 mm
Distribuidor principal	1	25 mm

Para el dimensionado de las redes de ACS se sigue el mismo método de cálculo que para redes de agua fría.

Con respecto al dimensionado de las redes de retorno de ACS, para determinar el caudal que circulará por el circuito de retorno se estima que, en el grifo más alejado, la pérdida de temperatura es como máximo de 3°C desde la salida del acumulador o interacumulador en su caso. En cualquier caso no se recircularán menos de 250 l/h en cada columna para poder efectuar un adecuado equilibrio hidráulico.

El caudal de retorno se puede estimar a partir de reglas empíricas de la siguiente forma:

- Se considera que se recircula el 10% del agua de alimentación, como mínimo. De cualquier forma, se considera que el diámetro mínimo de la tubería de retorno es de 16 milímetros.
- Los diámetros en función del caudal recirculado se indican en la tabla 4.4.

**Tabla 4.4 Relación entre diámetro de tubería y caudal recirculado de ACS**

Diámetro nominal de la tubería	Caudal recirculado (l/h)
½	140
¾	300
1	600
1 ¼	1.100
1 ½	1.800
2	3.300

El espesor del aislamiento de las conducciones, tanto en la ida como en el retorno, se dimensionará de acuerdo con lo indicado en el Reglamento de Instalaciones Térmicas en los Edificios (RITE) y sus Instrucciones Técnicas complementarias (ITE).

Para el cálculo de los dilatadores, en los materiales metálicos se podrá aplicar lo especificado en la norma UNE 100156:2014 IN y para los materiales termoplásticos lo indicado en la norma UNE ENV 12 108:2015 IN.

En todo tramo recto sin conexiones intermedias con una longitud superior a 25 m se adoptan las medidas oportunas para evitar posibles tensiones excesivas de la tubería, motivadas por las contracciones y dilataciones producidas por las variaciones de temperatura. El mejor punto para colocarlos se encuentra equidistante de las derivaciones más próximas en los montantes.

Para la ejecución de la instalación, esta se ejecutará con sujeción al proyecto, a la legislación aplicable, a las normas de la buena construcción y a las instrucciones del director de obra y del director de la ejecución de la obra. Durante la ejecución e instalación de los materiales, accesorios y productos de construcción en la instalación interior, se utilizarán técnicas apropiadas para no empeorar el agua suministrada y en ningún caso incumplir los valores paramétricos establecidos en el anexo I del Real Decreto 140/2003.

En la puesta en servicio, se realizarán pruebas y ensayos de las instalaciones interiores. La empresa instaladora estará obligada a efectuar una prueba de resistencia mecánica y estanquidad de todas las tuberías, elementos y accesorios que integran la instalación, estando todos sus componentes vistos y accesibles para su control. Los pasos a seguir en esta prueba se realizarán de acuerdo a lo establecido en el apartado correspondiente del DB-HS.

Se prestará especial atención a la incompatibilidad entre materiales y al tratamiento de las juntas.

#### 4.5. Exigencia básica HS 5: Evacuación de Aguas

Esta Sección se aplica a la instalación de evacuación de aguas residuales y pluviales en los edificios incluidos en el ámbito de aplicación general del CTE.

##### Características y cuantificación de las exigencias

Deben disponerse cierres hidráulicos en la instalación que impidan el paso del aire contenido en ella a los locales ocupados sin afectar al flujo de residuos.

Las tuberías de la red de evacuación deben tener el trazado más sencillo posible, con unas distancias y pendientes que faciliten la evacuación de los residuos y ser autolimpiables. Debe evitarse la retención de aguas en su interior.

Los diámetros de las tuberías deben ser los apropiados para transportar los caudales previsibles en condiciones seguras.

Las redes de tuberías deben diseñarse de tal forma que sean accesibles para su mantenimiento y reparación, para lo cual deben disponerse a la vista o alojadas en huecos o patinillos registrables. En caso contrario deben contar con arquetas o registros.

Se dispondrán sistemas de ventilación adecuados que permitan el funcionamiento de los cierres hidráulicos y la evacuación de gases mefíticos.

La instalación no debe utilizarse para la evacuación de otro tipo de residuos que no sean aguas residuales o pluviales.

##### Diseño

La instalación de evacuación de aguas cumplirá las siguientes condiciones generales:

- Los colectores del edificio deben desaguar, preferentemente por gravedad, en el pozo o arqueta general que constituye el punto de conexión entre la instalación de evacuación y la red de alcantarillado público, a través de la correspondiente acometida.
- Cuando no exista red de alcantarillado público, deben utilizarse sistemas individualizados separados, uno de evacuación de aguas residuales dotado de una estación depuradora particular y otro de evacuación de aguas pluviales al terreno.
- Los residuos agresivos industriales requieren un tratamiento previo al vertido a la red de alcantarillado o sistema de depuración.
- Los residuos procedentes de cualquier actividad profesional ejercida en el interior de las viviendas distintos de los domésticos requieren un tratamiento previo mediante dispositivos tales como depósitos de decantación, separadores o depósitos de neutralización.

El sistema de evacuación de aguas utilizado es un sistema separativo en el que las aguas pluviales y residuales se evacúan de forma independiente. La cota de alcantarillado es inferior a la cota de evacuación, por lo que no es necesario un sistema de elevación.

En el edificio se plantea una red enterrada de tubos, desagües y derivaciones de PVC, con un sifón individual en cada aparato. Las bajantes serán de PVC y los colectores irán enterrados y también serán de PVC.

La instalación está formada por los siguientes elementos:

- Los cierres hidráulicos son sifones individuales, propios de cada aparato. Son autolimpiables, de tal forma que el agua que los atraviesa arrastra los sólidos en suspensión. Sus superficies interiores no retienen materias sólidas. No tienen partes móviles que impiden su correcto funcionamiento; tienen un registro de limpieza fácilmente accesible y manipulable. La altura mínima de cierre hidráulico es 50 mm para usos continuos y 70 mm para usos discontinuos. La altura máxima es 100 mm. La corona está a una distancia igual o menor que 60 cm por debajo de la válvula de desagüe del aparato. El diámetro del sifón es igual o mayor que el diámetro de la válvula de desagüe e igual o menor que el del ramal de desagüe. En caso de que exista una diferencia de diámetros, el tamaño aumenta en el sentido del flujo. Se instalan lo más cerca posible de la válvula de desagüe del aparato, para limitar la longitud de tubo sucio sin protección hacia el ambiente.
- Las redes de pequeña evacuación cumplen con los requisitos de trazado, distancias máximas e inclinaciones.
- Los colectores son enterrados y circulan por el forjado sanitario (sistema Caviti) con una pendiente del 2%. Los registros se disponen de tal forma que los tramos entre los contiguos no superen 15 m.
- En las redes enterradas la unión entre las redes verticales y horizontales, entre sus encuentros y derivaciones, debe realizarse con arquetas dispuestas sobre cimiento de hormigón, con tapa practicable. Solo puede acometer un colector por cada cara de la arqueta, de tal forma que el ángulo formado por el colector y la salida sea mayor que 90º.

El trazado de la instalación queda reflejado en los planos de la memoria gráfica.

### Dimensionado

La adjudicación de UD a cada tipo de aparato y los diámetros mínimos de los sifones y las derivaciones individuales correspondientes se establecen en la tabla 4.1 en función del uso. Para los desagües de tipo continuo o semicontinuo, tales como los de los equipos de climatización, bajantes de condensación, etc., se tomará 1 UD para 0,03 dm<sup>3</sup>/s de caudal estimado.

**Tabla 4.1. UDs correspondientes a los distintos aparatos sanitarios**

Tipo de aparato sanitario	Unidades de desagüe		Diámetro mínimo sifón y derivación individual (mm)	
	Uso privado	Uso público	Uso privado	Uso público
Lavabo	1	2	32	40
Bidé	2	3	32	40
Ducha	2	3	40	50
Bañera (con o sin ducha)	3	4	40	50
Inodoro	Con cisterna	4	5	100
	Con fluxómetro	8	10	100
Urinario	Pedestal	-	4	-
	Suspendido	-	2	-
	En batería	-	35	-
Fregadero	De cocina	3	6	40
	De lab., restaurante	-	2	-
Lavadero	3	-	40	-
Vertedero	-	8	-	100
Fuente para beber	-	5	-	25
Sumidero sifónico	1	3	40	50
Lavavajillas	3	6	40	50
Lavadora	3	6	40	50
Cuarto de baño (lavabo, inodoro, bañera y bidé)	Con cisterna	7	-	100
	Con fluxómetro	8	-	100
Cuarto de aseo (lavabo, inodoro y ducha)	Con cisterna	6	-	100
	Con fluxómetro	8	-	100

Cumpliendo con lo establecido en la tabla anterior se designan las UDs en el proyecto:

Tipo de aparato sanitario	Número de aparatos	Uso	Unidades de desagüe	Diámetro mínimo sifón y derivación
Lavabo	15	Privado	15 x 1 = 15	32
Ducha	4	Privado	4 x 2 = 8	40
Inodoro con cisterna	18	Privado	18 x 4 = 72	100
Fregadero no doméstico	3	Privado	3 x 3 = 9	40
Lavavajillas industrial	2	Privado	2 x 3 = 6	40
Lavadora industrial	3	privado	3 x 3 = 9	40
<b>Total de Unidades de desagüe (UD)</b>			<b>119</b>	

Los diámetros indicados en la tabla 4.1 se consideran válidos para ramales individuales cuya longitud sea igual a 1,5 m. Para ramales mayores debe efectuarse un cálculo pormenorizado, en función de la longitud, la pendiente y el caudal a evacuar. El diámetro de las conducciones no debe ser menor que el de los tramos situados aguas arriba.

En cuanto a los sifones individuales, tendrán el mismo diámetro que la válvula de desagüe conectada. Los botes sifónicos deben tener el número y tamaño de entradas adecuado y una altura suficiente para evitar que la descarga de un aparato sanitario alto salga por otro de menor altura.

Se utilizará la tabla 4.3 del DB-HS5 para el dimensionado de ramales, colectores entre aparatos sanitarios y la bajante según el número máximo de unidades de desagüe y la pendiente del ramal colector.

El **colector horizontal de aguas residuales** constará de una pendiente del 2%, por lo que, al contar un número máximo de 119 UDs, y según la “Tabla 4.5 Diámetro de los colectores horizontales en función del número máximo de UD y la pendiente adoptada”, se obtiene un diámetro del colector horizontal de 90 mm, sin embargo, se escoge un **diámetro de 110 mm**, ya que en inodoros el diámetro mínimo de la derivación es de 100 mm.

Con respecto al dimensionamiento de la red de evacuación de aguas pluviales, su disposición y dimensionado se define en la memoria gráfica, teniendo en cuenta las consideraciones del apartado 4.2 del DB-HS 5. El diámetro nominal del colector se obtiene de la tabla 4.9: con una superficie de la cubierta es de 1945 m<sup>2</sup> el diámetro nominal del **colector de aguas pluviales** debe ser de **250 mm** de diámetro.

### Construcción

En cuanto a la construcción, la instalación de evacuación de aguas residuales se ejecutará con sujeción al proyecto, a la legislación aplicable, a las normas de la buena construcción y a las instrucciones del director de obra y del director de ejecución de la obra.

En la puesta en servicio, se realizarán pruebas y ensayos de las instalaciones de evacuación. La empresa instaladora estará obligada a efectuar una prueba de resistencia mecánica y estanqueidad de todas las tuberías, elementos y accesorios que integran la instalación, estando todos sus componentes vistos y accesibles para su control. Los pasos a seguir en esta prueba se realizarán de acuerdo a lo establecido en el apartado correspondiente del DB-HS. Se prestará especial atención a la incompatibilidad entre materiales y al tratamiento de las juntas.

### Mantenimiento y conservación

para un correcto funcionamiento de la instalación de saneamiento, se debe comprobar periódicamente la estanquidad general de la red con sus posibles fugas, la existencia de olores y el mantenimiento del resto de elementos. Para ello, se revisarán y desatascarán los sifones y válvulas, cada vez que se produzca una disminución apreciable del caudal de evacuación, o haya obstrucciones. Cada 6 meses se limpiarán los sumideros de locales húmedos. Una vez al año se limpiarán las arquetas, sumidero y el resto de posibles elementos de la instalación tales como pozos de registro. Cada 10 años se procederá a la limpieza de arquetas de pie de bajante, de paso y sifónicas o antes si se apreciaran olores. Cada 6 meses se limpiará el separador de grasas y

fangos si este existiera. Se mantendrá el agua permanentemente en los sumideros, botes sifónicos y sifones individuales para evitar malos olores, así como se limpiarán los de terrazas y cubiertas.

## 5. Memoria justificativa del cumplimiento del DB-HR

Para satisfacer las exigencias del CTE en lo referente a la protección frente al ruido deben:

- alcanzar los valores límite de aislamiento acústico a ruido aéreo y no superarse los valores límite de nivel de presión de ruido de impactos (aislamiento acústico a ruido de impactos) que se establecen en el apartado 2.1.
- No superar los valores límite de tiempo de reverberación que se establecen en el apartado 2.2.
- Cumplirse las especificaciones del apartado 2. 3 referente al ruido y a las vibraciones de las instalaciones.

### Caracterización y cuantificación de las consecuencias

Para satisfacer las exigencias básicas contempladas en el artículo 14 de este Código deben cumplirse las condiciones que se indican a continuación, teniendo en cuenta que estas condiciones se aplicarán a los elementos constructivos totalmente acabados, es decir, albergando las instalaciones del edificio o incluyendo cualquier actuación que pueda modificar las características acústicas de dichos elementos.

Con el cumplimiento de las exigencias anteriores se entenderá que el edificio es conforme con las exigencias acústicas derivadas de la aplicación de los objetivos de calidad acústica al espacio interior de las edificaciones incluidas en la Ley 37/2003, de 17 de noviembre, del Ruido y sus desarrollos reglamentarios.

En concreto, los valores de aislamiento acústico a ruido aéreo  $D_{2m,nT,Atr}$  los establece la tabla 2.1, en función del índice de ruido día  $L_d$ . Se estima un índice de ruido día  $L_d < 60$ , según las características del entorno en el que se implanta el proyecto. Con estos datos se establecen los siguientes valores de aislamiento acústico a ruido aéreo:

Índice de ruido día $L_d$ (dBA)	Valores del aislamiento acústico a ruido aéreo (dBA)	
	Estancias	Aulas
60	30	30

Por otro lado, no se tienen en cuenta las consideraciones establecidas para el aislamiento acústico a ruido de impacto, ya que el edificio dispone de una única planta, por lo que no hay elementos de separación horizontales.

En cuanto a los valores límite de tiempo de reverberación, los elementos constructivos que delimitan un aula tendrán la absorción acústica suficiente de tal manera que el tiempo de reverberación en aulas y salas de conferencias vacías (sin ocupantes y sin mobiliario), cuyo volumen sea menor que  $350 \text{ m}^3$ , no será mayor que 0,7 segundos.



### Diseño y dimensionado. Opción simplificada

Dado el bajo índice de ruido y las características del cerramiento, que contiene un muro capuchino de ladrillo formado por dos hojas de medio pie con una cámara interior en la que se ubica el aislamiento térmico a base de poliestireno extruido XPS de 8 cm de espesor, con un espesor total de cerramiento de 36,5 cm, se da por superado el valor de 30 dBA exigidos por la norma.

Del mismo modo, en cuanto a los vidrios empelados, el acristalamiento es de seguridad de doble hoja de vidrio laminado de tipo 4 + 4 + 14 (cámara) + 4 + 4, por lo que se considera que supera los 30 dBA.

Con respecto a la cubierta, se considera que por el espesor y por el grosor del aislamiento térmico, se superan los 30 dBA exigidos.

## 6. Memoria justificativa del cumplimiento del DB-HE

Este Documento Básico (DB) tiene por objeto establecer reglas y procedimientos que permiten cumplir el requisito básico de ahorro de energía. Las secciones de este DB se corresponden con las exigencias básicas HE 0 a HE 5. La correcta aplicación de cada sección supone el cumplimiento de la exigencia básica correspondiente.

La correcta aplicación del conjunto del DB supone que se satisface el requisito básico "Ahorro de energía".

Tanto el objetivo del requisito básico "Ahorro de energía", como las exigencias básicas se establecen en el artículo 15 de la Parte I del CTE y son los siguientes:

- Exigencia básica HE 0: Limitación del consumo energético
- Exigencia básica HE 1: Condiciones para el control de la demanda energética
- Exigencia básica HE 3: Condiciones de las instalaciones de iluminación
- Exigencia básica HE 4: Contribución mínima de energía renovable para cubrir la demanda de agua caliente sanitaria
- Exigencia básica HE 5: Generación mínima de energía eléctrica

### 6.1. Exigencia básica HE 0: Limitación del consumo energético

#### Caracterización de la exigencia

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

Según la "Tabla a-Anejo B. Zonas climáticas", al estar ubicados a una altura inferior a 50 m sobre el nivel del mar y en la provincia de Valencia, el edificio se ubica en zona climática B3.

#### Cuantificación de la exigencia

El **consumo de energía primaria no renovable** ( $C_{ep,nren}$ ) de los espacios contenidos en el interior de la envolvente térmica del edificio no superará el valor límite obtenido de la tabla 3.1.b-HE0, según la cual, al estar ubicados en zona climática B y tratarse de un edificio de uso docente, este valor se obtiene de la expresión:  $50 + 8 \cdot C_{FI}$ .

El valor de  $C_{FI}$  (carga interna media en  $W/m^2$ ) se calcula como el valor promedio de la carga interna durante una semana tipo. Al tratarse de un edificio de uso docente se considera un valor medio de  $8 W/m^2$ .

Por lo tanto  $C_{ep,nren,lim} = 50 + 8 \cdot 8 = 114 \text{ kW}\cdot\text{h}/\text{m}^2\cdot\text{año}$

Con respecto al **consumo de energía primaria total** ( $C_{ep,tot}$ ) de los espacios contenidos en el interior de la envolvente térmica del edificio, no superará el valor límite obtenido de la tabla 3.2.b-HE0. Este valor se obtiene de la expresión:  $150 + 9 C_{FI}$ .

Por lo tanto  $C_{ep,tot,lim} = 150 + 9 \cdot 8 = 222 \text{ kW}\cdot\text{h}/\text{m}^2\cdot\text{año}$

## 6.2. Exigencia básica HE 01: Condiciones para el control de la demanda energética

### Caracterización de la exigencia

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

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

Las particiones interiores limitarán la transferencia de calor entre las distintas unidades de uso del edificio, entre las unidades de uso y las zonas comunes del edificio.

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

### Cuantificación de la exigencia

Con respecto a la **envolvente térmica**, la transmitancia térmica (U) de cada elemento perteneciente a la envolvente térmica no superará el valor límite ( $U_{lim}$ ) de la tabla 31.1.a-HE1. Los valores límite de los distintos elementos que componen la envolvente térmica, al estar en zona climática B, son los siguientes:

Elemento	Valor límite de transmitancia térmica $U_{lim}$ (W/m <sup>2</sup> K)
Muros en contacto con el aire exterior	0,56
Cubiertas en contacto con el aire exterior	0,44
Suelos en contacto con el terreno	0,75
Huecos	2,30
Puertas con superficie semitransparente ≤ 50%	5,70

La transmitancia de los distintos elementos constructivos utilizados en el proyecto es la siguiente:

- Fachadas:

El cerramiento de la escuela está formado por muros capuchinos compuesto, de exterior a interior, por una hoja exterior de medio pie de ladrillo caravista de 24 x 11,5 x 5 cm dispuesto a soga y revestida en su cara interior con un enfoscado de mortero de 1 cm de espesor, cámara de aire de 5,5 cm, aislamiento térmico a base de poliestireno extruido XPS de 8 cm de espesor y hoja de medio pie interior de ladrillo caravista de 24 x 11,5 x 5 cm dispuesto a soga. Al tratarse de un muro capuchino ambas hojas de ladrillo se encuentran enlazadas por llaves o armaduras de tendel. El espesor total es de 36,5 cm.

Elemento	Espesor	$\lambda$ (W/m·K)	R (m <sup>2</sup> ·K/W)	U (W/ m <sup>2</sup> ·K)
Hoja exterior de ladrillo macizo	0,115	0,85	0,14	
Mortero hidrófugo	0,01	0,55	0,02	
Aislamiento térmico XPS	0,08	0,035	2,28	
Hoja interior de ladrillo macizo	0,115	0,85	0,14	
			<b>2,58</b>	<b>0,39 &lt; 0,56</b>

- Huecos

Las aulas se abren al patio por medio de un sistema de carpinterías plegables que permite abrir la totalidad del hueco (a excepción de la parte fija correspondiente a la bóveda). El acristalamiento es de seguridad de doble hoja de vidrio laminado de tipo 4 + 4 + 14 (cámara) + 4 + 4. Se garantiza la estanqueidad de las carpinterías y la rigidez necesaria para soportar las sobrecargas de viento previstas. El sellado del encuentro de los marcos con los muros y cubierta se realiza mediante silicona neutra de elasticidad permanente, asegurando la impermeabilidad.

Superficie del hueco: 20,26 m<sup>2</sup>

Superficie de vidrio: 16,28 m<sup>2</sup> (80%)

Superficie de carpintería: 3,98 m<sup>2</sup> (20%)

Elemento	Espesor	$\lambda$ (W/m·K)	R (m <sup>2</sup> ·K/W)	U (W/ m <sup>2</sup> ·K)
Vidrio laminado 4 + 4 + 14 (cámara) + 4 + 4	-	-	-	2,30
Marco de madera	0,07	0,15	0,47	2,10
			$2,30 \cdot 0,80 + 2,1 \cdot 0,20 =$	<b>2,26 &lt; 2,30</b>

- Cubiertas:

La cubierta se resuelve, de interior a exterior, con bóvedas cerámicas de 15 cm de espesor formadas por piezas de 24 x 11,5 x 3 cm, las cuales van apoyadas sobre vigas de hormigón armado del mismo espesor. Sobre estos elementos se dispone de una barrera corta vapor, aislamiento térmico de corcho natural de 12 cm de espesor y lámina impermeabilizante. Sobre estas capas se dispone de mortero de cemento y pavimento cerámico formado por piezas de 11,5 x 11,5 x 1,5 cm alcanzando la cubierta un espesor total de 35 cm.

Elemento	Espesor	$\lambda$ (W/m·K)	R (m <sup>2</sup> ·K/W)	U (W/ m <sup>2</sup> ·K)
Bóveda de ladrillo macizo	0,15	0,85	0,18	
Aislamiento térmico de corcho natural	0,12	0,037	3,24	
Mortero de agarre	0,035	1	0,035	
Baldosa cerámica	0,015	1	0,015	
			<b>3,47</b>	<b>0,29 &lt; 0,44</b>

- Suelos

Sobre el terreno se coloca un lecho de gravas sobre el cual se vierte una capa de 5 cm de hormigón de limpieza. Por encima de dicha capa se realiza un forjado sanitario tipo sistema Caviti de 35 cm de espesor, el cual consta de elementos prefabricados de polipropileno reciclado que se ensamblan entre si de forma rápida y sencilla formando un encofrado continuo. Posteriormente se coloca una capa de aislamiento térmico de poliestireno extruido de 5 cm de espesor sobre la cual se coloca el sistema de calefacción de suelo radiante. Por último, se coloca el pavimento interior continuo a base de microcemento de 4 cm de espesor.

Elemento	Espesor	$\lambda$ (W/m·K)	R (m <sup>2</sup> ·K/W)	U (W/ m <sup>2</sup> ·K)
Lecho de grava	0,10	2	0,05	
Hormigón de limpieza	0,05	1,65	0,03	
Forjado sanitario Caviti	0,05 (0,35)	2,3	0,02	
Aislamiento térmico XPS	0,05	0,037	1,35	
Pavimento de microcemento	0,04	0,41	0,10	
			<b>1,55</b>	<b>0,64 &lt; 0,75</b>

### 6.3. Exigencia básica 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).

Las instalaciones de producción de ACS de la escuela quedan definidas en los planos de la memoria gráfica.

### 6.4. Exigencia básica HE 3: Condiciones de las instalaciones de iluminación

#### Caracterización de la exigencia

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

#### Cuantificación de la exigencia

El valor de eficiencia energética de la instalación (VEEI) de iluminación no superará el valor límite (VEEI<sub>lim</sub>) establecido en la tabla 3.1-HE3. Los valores límite según el uso que se le da al edificio son los siguientes:

- Aulas y laboratorios: 3,5
- Almacenes, archivos, salas técnicas y cocinas: 4,0
- Zonas comunes en edificio no residenciales: 6,0

Las instalaciones de iluminación de cada zona dispondrán de un sistema de control y regulación que incluya un sistema de encendido y apagado manual externo al cuadro eléctrico y un sistema de encendidos por horario centralizado en cada cuadro eléctrico.

En zonas de uso esporádico (aseos, pasillos, escaleras, zonas de tránsito, aparcamientos, etc.) el sistema del apartado b) se podrá sustituir por una de las dos siguientes opciones: un control de encendido y apagado por sistema de detección de presencia temporizado, o un sistema de pulsador temporizado.

La iluminación del proyecto aparece definida en la planimetría de la memoria gráfica.

#### **6.5. Exigencia básica HE 4: Contribución mínima de energía renovable para cubrir la demanda de agua caliente sanitaria**

No es de aplicación

#### **6.6. Exigencia básica HE 5: Generación mínima de energía eléctrica**

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

- Edificios de nueva construcción y ampliaciones de edificios existentes, cuando superen o incrementen la superficie construida en más de 3.000 m<sup>2</sup>.
- Edificios existentes que se reformen íntegramente, o en los que se produzca un cambio de uso característico del mismo, cuando se superen los 3.000 m<sup>2</sup> de superficie construida.

Por lo tanto, al tratarse de un edificio de menos de 3000 m<sup>2</sup> no es de aplicación la presente sección del DB-HE.

Anejo:

Memoria de cálculo estructural

## Memoria de cálculo estructural

1.	Descripción de la estructura	1
1.1.	Justificación del concepto estructural	1
1.2.	Estimación de cargas	2
1.3.	Materiales y secciones	2
1.4.	Modalidad de control y coeficientes de seguridad	6
2.	Predimensionado	7
3.	Dimensionado	9
3.1.	Geometría del modelo en Autocad	9
3.2.	Condiciones de enlace	10
3.3.	Cargas	10
3.4.	Resultados del modelo a deformación	13
3.5.	Resultados del modelo a resistencia	17



## 1. Descripción de la estructura

### 1.1. Justificación del concepto estructural

Tal y como se indica en la memoria descriptiva, el edificio se ubica en el ámbito dels Rajolars de Oliva, una zona caracterizada por su fuerte tradición cerámico durante el siglo pasado y que actualmente está parcialmente abandonada, quedando los restos de las antiguas fábricas construidas principalmente con piezas cerámicas. Por lo tanto, en este contexto urbano el ladrillo cobra especial protagonismo.

El proyecto busca recuperar la identidad del lugar y demostrar la capacidad de este de renacer de su estado actual, de esta forma el ladrillo se convierte en el principal elemento constructivo generador del proyecto.

Este material no se utiliza solo para los muros de carga que componen el cerramiento y particiones del proyecto, sino también para la estructura horizontal, por medio de la construcción de bóvedas cerámicas que dan dinamismo a los espacios y los abren hacia el paisaje, favoreciendo la idea de entender la escuela como un elemento de umbral entre la ciudad y la huerta.

De esta forma la identidad del proyecto se basa en un elemento característico del lugar que ahora da pie a algo nuevo, recuperando la memoria de la zona.

Sin embargo, para permitir la apertura de los muros y la fluidez de los espacios interiores aparece un elemento intermedio entre el muro y la bóveda, la viga de hormigón armado. Al apoyar la bóveda sobre la viga es posible abrir los espacios bajo la misma generando la discontinuidad de los muros que da pie a la continuidad entre los espacios interiores.

La viga de hormigón armado se pliega adquiriendo una forma en “u” que permite recoger las bóvedas cerámicas y absorber los esfuerzos de empuje lateral producidos por las mismas y se apoya sobre los muros de ladrillo. El edificio encuentra un ritmo mediante la sucesión de bóvedas y vigas, generando espacios de aula bajo las primeras y espacios servidores bajo las segundas. De esta forma la viga se convierte en un elemento intermedio tanto a nivel constructivo como funcional.

Al no utilizar revestimientos, a excepción de en cubierta, el edificio queda desnudo al igual que las fábricas preexistentes. La estructura, por lo tanto, define la identidad de los espacios en un proyecto en el que se busca que estructura, forma y función vayan de la mano.

## 1.2. Estimación de cargas

A partir del “Anejo C. Prontuario de pesos y coeficientes de rozamiento interno” del DB-SE-AE se definen las cargas que actúan sobre el edificio. Al tratarse de un edificio que cuenta únicamente con planta baja y no contar con usos en planta de cubierta, excepto mantenimiento, no presenta grandes cargas.

A continuación, se define una tabla con las cargas. A las cargas permanentes no se les ha añadido el peso propio de los elementos estructurales, ya que en el programa informático utilizado para el cálculo (SAP 2000 v21) ya se tiene en cuenta dicho peso propio, por lo que no es necesario añadirlo.

### Cargas permanentes

Peso propio	Cubierta	Baldosa cerámica incluyendo material de agarre (5 cm de espesor)	<b>0,80 KN/m<sup>2</sup></b>
		Láminas y aislamiento térmico	-

### Cargas variables

Sobrecarga de uso	Cubierta	Cubiertas accesibles únicamente para conservación G1	<b>1,00 KN/m<sup>2</sup></b>
Sobrecarga de nieve	Oliva (Valencia) Coeficiente de forma	0,20 KN/m <sup>2</sup> $\mu = 1$	<b>0,20 KN/m<sup>2</sup></b>
Sobrecarga de viento	En ambas fachadas	Presión	<b>0,38 KN/m<sup>2</sup></b>
		Succión	<b>0,16 KN/m<sup>2</sup></b>

### Cargas accidentales

Según el apartado 1.2.3 de la NCSE-02, la Norma no es de aplicación para el presente edificio, ya que se trata de una construcción de importancia normal con pórticos bien arriostrados entre sí en todas las direcciones y con una aceleración sísmica básica (ab) inferior a 0,08g.

## 1.3. Materiales y secciones

Los materiales utilizados para la definición de las secciones aplicadas a los elementos finitos del modelo de cálculo son dos, hormigón armado HA-25 con barras de acero corrugado B500S y muro de ladrillo macizo de 24 x 11,5 x 5 cm. A continuación, se muestra la definición de los dos materiales en el programa de cálculo.

- Hormigón armado HA-25.

The dialog box 'Material Property Data' is shown for material 'HA-25'. It contains the following fields and values:

Section	Property	Value
General Data	Material Name and Display Color	HA-25
	Material Type	Concrete
	Material Grade	
	Material Notes	Modify/Show Notes...
Weight and Mass	Weight per Unit Volume	24.5
	Mass per Unit Volume	2,4983
Isotropic Property Data	Modulus Of Elasticity, E	27264042,
	Poisson, U	0,2
	Coefficient Of Thermal Expansion, A	1,000E-05
	Shear Modulus, G	11360018,
Other Properties For Concrete Materials	Specified Concrete Compressive Strength, f <sub>c</sub>	25000,
	Expected Concrete Compressive Strength	25000,
	Lightweight Concrete	<input type="checkbox"/>
	Shear Strength Reduction Factor	

Buttons: OK, Cancel. A checkbox 'Switch To Advanced Property Display' is present at the bottom.

- Ladrillo macizo

The dialog box 'Material Property Data' is shown for material 'LADm'. It contains the following fields and values:

Section	Property	Value
General Data	Material Name and Display Color	LADm
	Material Type	Other
	Material Grade	
	Material Notes	Modify/Show Notes...
Weight and Mass	Weight per Unit Volume	18
	Mass per Unit Volume	1,8355
Isotropic Property Data	Modulus Of Elasticity, E	3600000,
	Poisson, U	0,25
	Coefficient Of Thermal Expansion, A	5,000E-06
	Shear Modulus, G	1440000,

Buttons: OK, Cancel. A checkbox 'Switch To Advanced Property Display' is present at the bottom.

Tras definir los materiales se definen las secciones asignadas modelo de cálculo. Cabe destacar que para poder transmitir las cargas de viento a la fachada se define un material como "None" que se le asignará al vidrio. Las secciones que se definen son las siguientes:

- Los muros de carga de ladrillo macizo. Para esta sección se utiliza el material de ladrillo macizo definido anteriormente.

The screenshot shows the 'Shell Section Data' dialog box. The 'Section Name' is 'MuroLadrillo24' and the 'Display Color' is orange. The 'Type' is 'Shell - Thin'. The 'Thickness' for 'Membrane' and 'Bending' is 0,24. The 'Material' is 'LADm' with a 'Material Angle' of 0. There are buttons for 'Modify/Show Layer Definition...', 'Concrete Shell Section Design Parameters', 'Set Time Dependent Properties...', 'Set Modifiers...', and 'Thermal Properties...'. The 'OK' button is highlighted.

- Las vigas de hormigón armado que descansan sobre los muros y reciben las bóvedas. Para esta sección se utiliza el material de hormigón armado HA-25 definido anteriormente.

The screenshot shows the 'Shell Section Data' dialog box. The 'Section Name' is 'Viga15' and the 'Display Color' is blue. The 'Type' is 'Shell - Thin'. The 'Thickness' for 'Membrane' and 'Bending' is 0,15. The 'Material' is 'HA-25' with a 'Material Angle' of 0. There are buttons for 'Modify/Show Layer Definition...', 'Concrete Shell Section Design Parameters', 'Set Time Dependent Properties...', 'Set Modifiers...', and 'Thermal Properties...'. The 'OK' button is highlighted.

- Las bóvedas de ladrillo macizo de. Para esta sección se utiliza el material de ladrillo macizo definido anteriormente.

Shell Section Data

Section Name: BóvedaLadrillo15      Display Color: ■

Section Notes:

Type:

- Shell - Thin
- Shell - Thick
- Plate - Thin
- Plate Thick
- Membrane
- Shell - Layered/Nonlinear

Concrete Shell Section Design Parameters:

Thickness:

Membrane: 0,15

Bending: 0,15

Material:

Material Name: + LADm

Material Angle: 0,

Time Dependent Properties:

Stiffness Modifiers:

Temp Dependent Properties:

- Los muretes de hormigón armado que salen de la cimentación hasta la cota 0 para recibir los muros de carga de ladrillo macizo. Para esta sección se utiliza el material de hormigón armado HA-25 definido anteriormente.

Shell Section Data

Section Name: MureteHormigón24      Display Color: ■

Section Notes:

Type:

- Shell - Thin
- Shell - Thick
- Plate - Thin
- Plate Thick
- Membrane
- Shell - Layered/Nonlinear

Concrete Shell Section Design Parameters:

Thickness:

Membrane: 0,24

Bending: 0,24

Material:

Material Name: + HA-25

Material Angle: 0,

Time Dependent Properties:

Stiffness Modifiers:

Temp Dependent Properties:

#### 1.4. Modalidad de control y coeficientes de seguridad

A continuación, se definen los distintos coeficientes de seguridad y la modalidad de control de cada material:

	Modalidad de control	Coefficiente de seguridad
Hormigón armado HA-25	Estadístico	1,5
Acero B500S	Estadístico	1,15
Muro de fábrica de ladrillo	Control de fabricación I Modalidad de ejecución A	1,7

## 2. Predimensionado

Para todo el edificio se utiliza el mismo sistema estructural basado en “cajones” de muros portantes sobre los que se apoyan vigas de hormigón armado conformadas en “u”. Estas vigas sirven como apoyo y dan continuidad estructural a bóvedas de ladrillo que cubren los espacios principales de la escuela, destinando los espacios cubiertos por las vigas a usos secundarios.

El predimensionado de los distintos elementos que componen la estructura no se ha realizado con cálculos de forma estricta, sino que se ha basado en condiciones proyectuales.

### Bóveda de ladrillo\*

Para que la bóveda sea barata y de fácil construcción la flecha debe de estar entre  $1/5$  y  $1/12$  de la luz. La luz de las bóvedas empleadas en el proyecto es de 6 m por lo que la flecha debería de estar entre 1,2 m y 0,5 m. Como se busca la mejor iluminación de los espacios interiores interesan flechas grandes por lo que se escoge 1,2 m de flecha para todos los espacios del edificio.

En el caso de cargas uniformemente repartidas, la forma más conveniente de la bóveda es la parábola de segundo grado para flechas situadas entre  $1/8$  y  $1/12$  de la luz. Sin embargo, esta sección se puede sustituir por un arco de circunferencia en el caso de luces menores a los 9 metros. Al utilizar bóvedas rebajadas se facilita esta sustitución, además de hacer predominar el comportamiento a compresión con respecto al resto.

Con respecto al espesor de la bóveda, este ha venido condicionado por las vigas en forma de “u” que las reciben, ya que se busca la continuidad entre estos dos elementos. Como se describe a continuación, las vigas constan de un espesor de 15 cm, por lo que las bóvedas se construyen con el mismo espesor, conformándose mediante tres hiladas de ladrillo macizo de  $24 \times 11,5 \times 3$  cm de forma que queda un espacio entre hiladas de 3 cm que se rellena con mortero de cemento.

El espesor de la bóveda que se suele utilizar para luces de hasta 6 metros es de dos rasillas. Dado que el espesor utilizado es de 3 ladrillos con un espesor total de 15 cm se obtiene un espesor mayor, estando del lado de la seguridad.

### Vigas de hormigón armado

Como se menciona anteriormente, las vigas son en sección en “u” realizadas en hormigón in situ y se utilizan como elemento intermedio entre la bóveda y el muro de carga. Al salvar luces de 6 m se les asigna un espesor de 15 cm que se considera suficiente dado que al estar conformadas en forma de “u” constan de gran rigidez.

### Muros de ladrillo macizo

Estos muros conforman la estructura vertical del edificio y se organizan formando “cajones” que dan rigidez en las dos direcciones y soportan las vigas de hormigón armado.

\* Para el predimensionado de las bóvedas se ha tomado como referencia el documento “Bóvedas tabicadas de simple y doble curvatura” cuyo autor es Antonio Fernández Alba.

El objetivo a la hora de seleccionar el tipo de muro es percibir el mismo acabado desde el interior y desde el exterior, ya que uno de los objetivos a nivel de proyecto es la fluidez de los espacios interiores y exteriores. Por otro lado, también se busca un espesor reducido de muro para permitir el máximo aprovechamiento de los espacios que quedan ubicados entre los muros de carga (bajo las vigas de hormigón armado).

Por lo tanto, para los muros que conforman el cerramiento se utiliza el muro capuchino de un pie y medio, formado por dos hojas de ladrillo dispuestas a soga y con cámara de aire en la que se ubica el aislamiento térmico. Ambas hojas se conectan por medio de llaves o armaduras de tendel para que trabajen solidariamente frente a los esfuerzos.

Por otro lado, para los muros de carga que conforman las particiones interiores se utiliza un muro doblado de un pie de espesor conformado por dos hojas de ladrillo paralelas dispuestas a soga con sutura continua y enlazadas con llaves o armaduras de tendel para permitir el comportamiento solidario del muro.

Con los muros descritos se consigue percibir el mismo tipo de aparejo en los muros tanto exteriores como interiores. Las piezas que se han utilizado son de ladrillo macizo de 24 x 11,5 x 5 cm para ambos tipos de muros.

#### Muretes de hormigón armado

Los muretes de hormigón armado que salen desde las zapatas y llegan hasta la base de los muros de ladrillo adoptan el espesor de estos últimos.

#### Cimentación

Por las propiedades del tipo de terreno se ha utilizado una cimentación directa a base de zapatas corridas de 1 m de ancho y 0,4 m de canto.



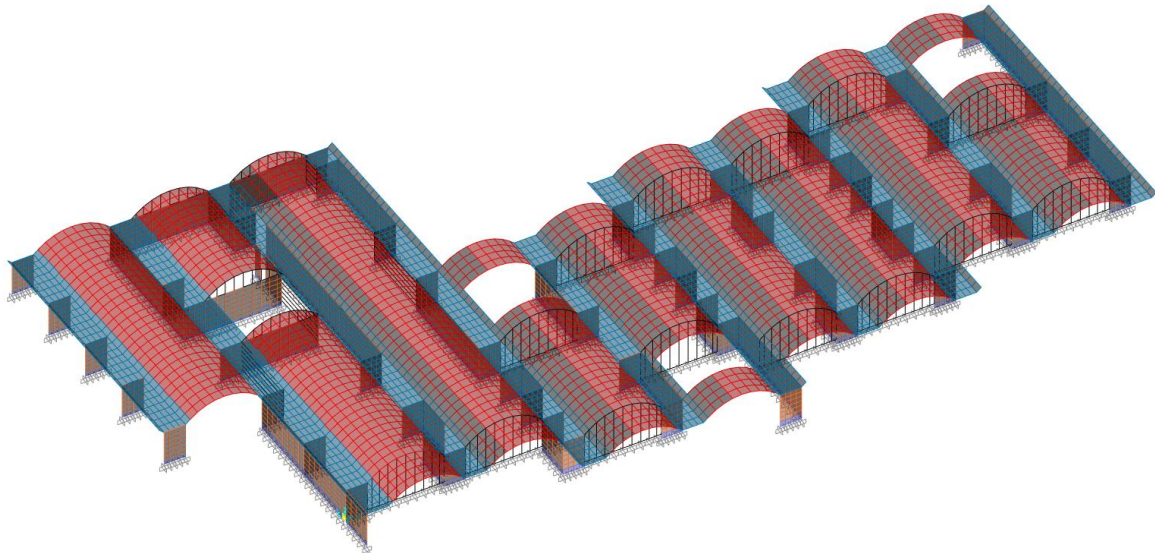
### 3. Dimensionado

Se hace una simplificación de los muros del cerramiento. Se simplifica tomándolo como un muro macizo de ladrillo de 24 cm de espesor, al igual que los muros interiores., ya que al estar conectadas las dos hojas por llaves se entiende que trabajen solidariamente.

En el modelo se realiza la desconexión de los bordes de las 3dcaras de la parte superior e inferior del muro, ya que van apoyadas y no transmiten esfuerzo cortante.

#### 3.1. Geometría del modelo en Autocad

La estructura se ha modelizado mediante el software Autocad de Autodesk. Tras la modelización se ha ejecutado una aplicación dentro del mismo programa para orientar de forma adecuada para el cálculo los ejes de los elementos finitos y el modelo sea compatible con el programa de cálculo SAP 2000.



El modelo de la estructura generado está formado a base de 3Dcara, dichos elementos finitos se agrupan de la siguiente forma:

3DBOVEDAS	Bóveda cerámica de ladrillo de 24 x 11,5 x 3 cm que transmite las cargas de la cubierta a las vigas.
3DMURETE_HORMIGÓN	Murete de hormigón armado que sirven como apoyo a los muros de carga de ladrillo y transmiten las cargas a la cimentación.
3DMURETE_LADRILLO	Muros portantes de ladrillo de 24 x 11,5 x 5 cm que conforman el cerramiento y particiones interiores y sirven de soporte de las vigas.
3DVIDRIO	Modelado de vidrio al que no se le asigna peso propio y cuya función es la de transmitir las cargas de viento al resto de la estructura.
3DVIGAS	Vigas de hormigón armado que reciben las bóvedas y transmiten los esfuerzos a los muros de carga.

GRCUBIERTA	Este grupo se ha creado para facilitar la asignación de cargas en cubierta, incluyendo en el mismo la parte de cubierta que se encuentra revestida, ya que parte de la cubierta se encuentra sin revestir y, por lo tanto, no recibe cargas de este elemento.
GRFACHADAS	Para facilitar la selección del cerramiento para la posterior aplicación de las cargas de viento se ha creado un grupo en el que se incluyen únicamente los elementos de la envolvente de fachadas.

### 3.2. Condiciones de enlace

En los nudos de apoyo del edificio contra el terreno, es decir, donde se debería situar la cimentación, se han modificado las condiciones de enlace de dichos nudos asignándoles restricciones de translación y rotación en todas las direcciones, es decir, se han realizado empotramientos.

### 3.3. Cargas

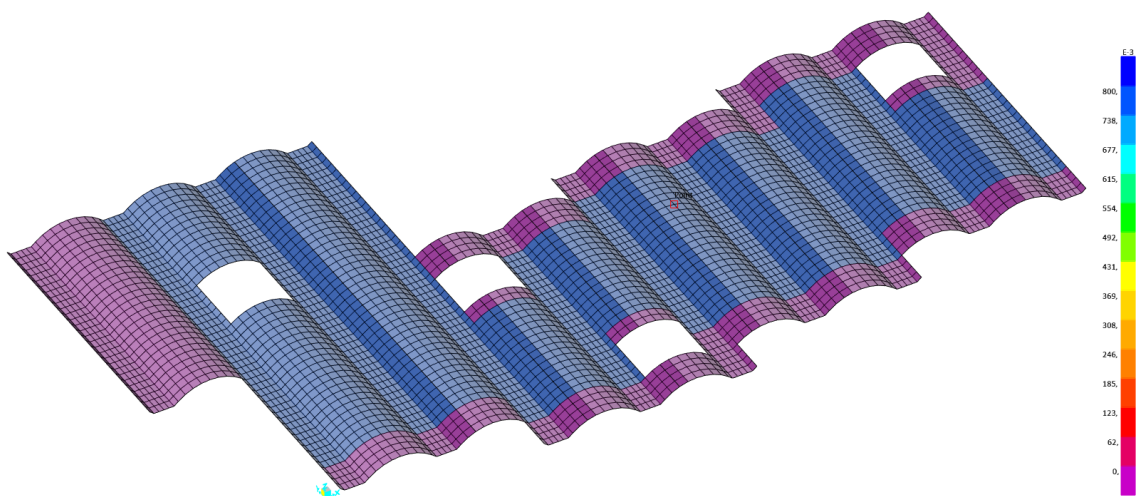
Las cargas que se asignan al modelo son las definidas en el apartado 1.2 del presente anejo.

Las cargas están organizadas en diferentes hipótesis de carga que vienen definidas en la plantilla de SAP utilizada.

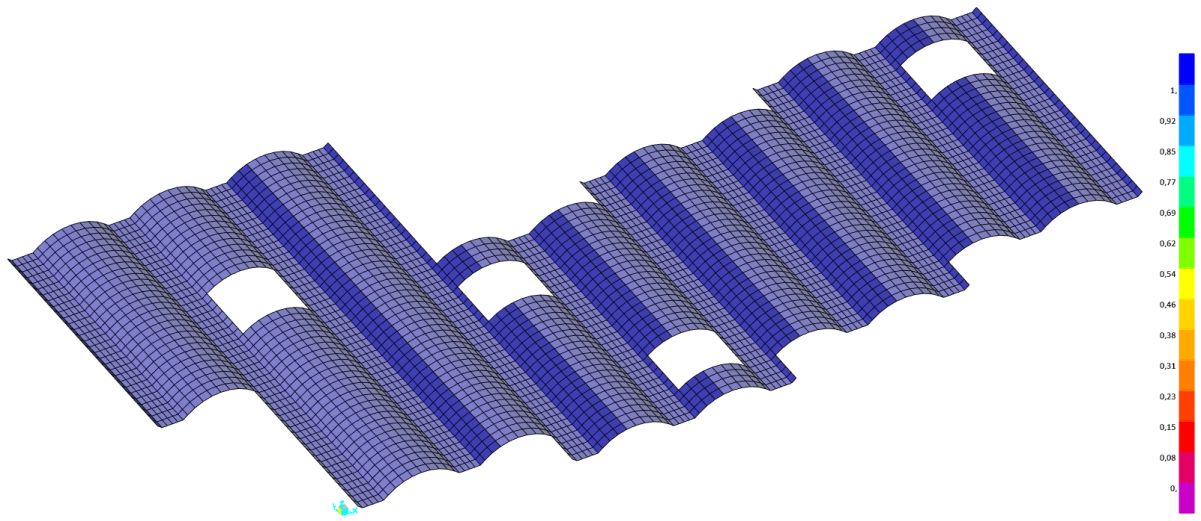
Para la aplicación de las cargas se han asignado las cargas permanentes en CMP, la sobrecarga de uso en SCU, la sobrecarga de nieve en SCN y la sobrecarga de viento en SCVx y SCVy, según las dos direcciones del viento.

- CMP

Tal y como se observa en el modelo las cargas permanentes solo se aplica de forma parcial, ya que parte de la cubierta se encuentra sin revestir.

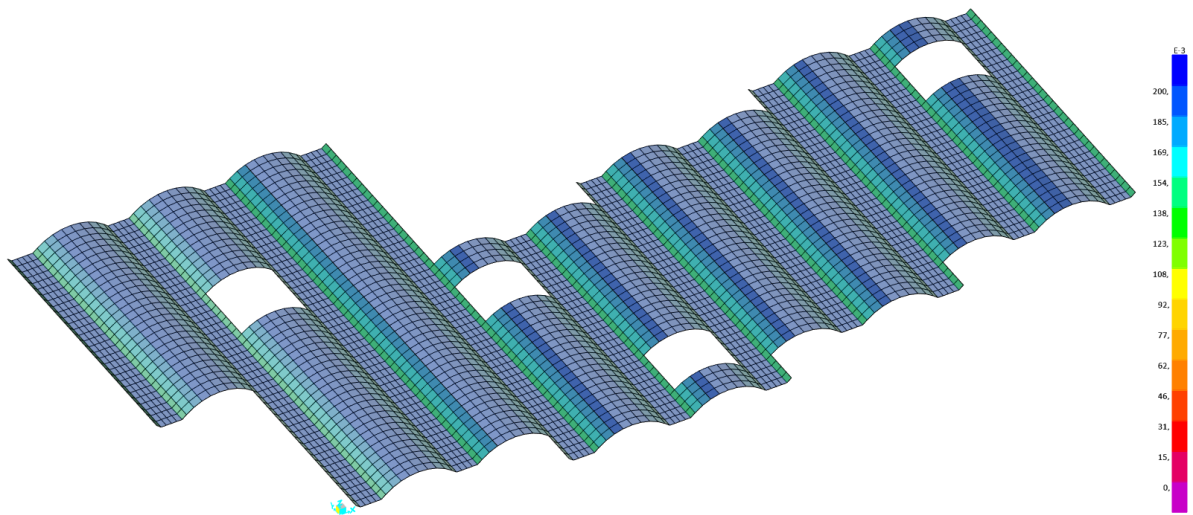


- SCU

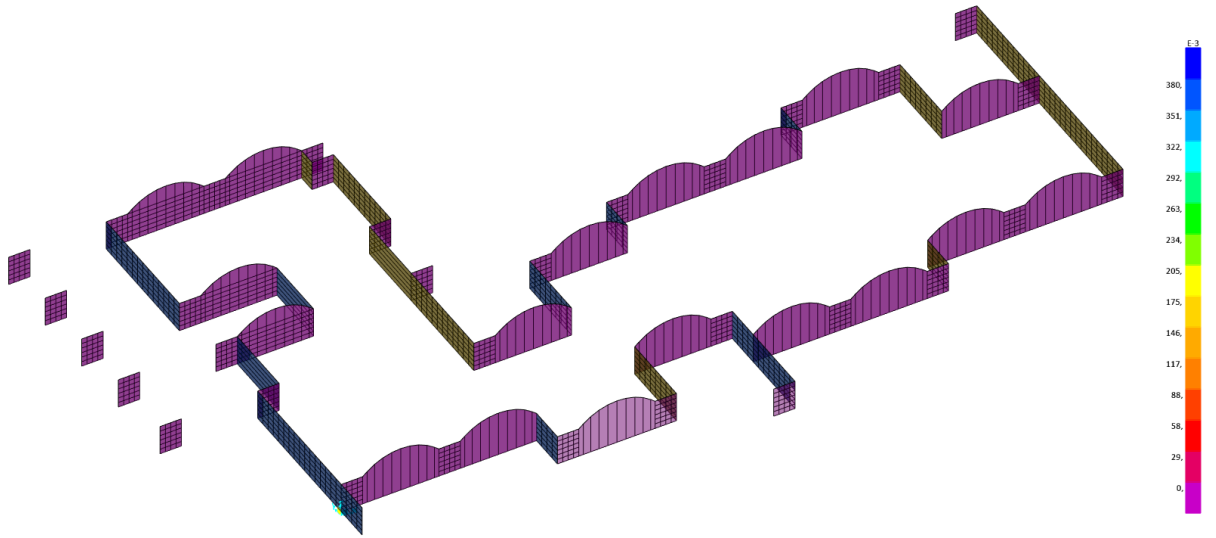


- SCN

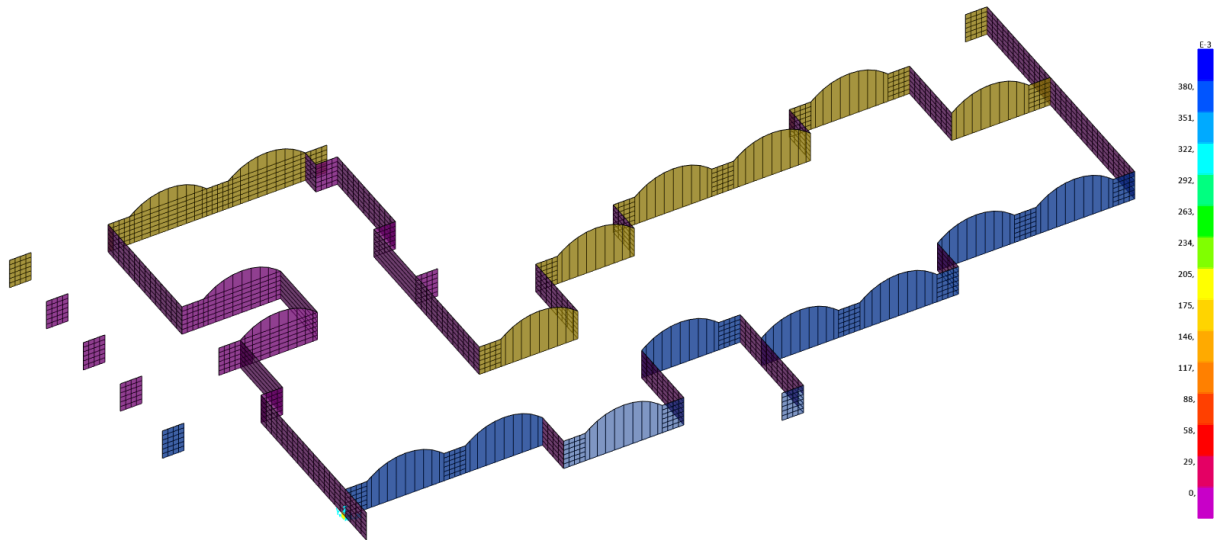
La carga de nieve se asigna en la dirección "gravity projected" ya que se trata de una carga proyectada y la cubierta no es un plano horizontal.



- SCVx



- SCVy



### 3.4. Resultados del modelo a deformación

En el presente edificio, de manera general, son de aplicación las tres limitaciones de flecha vertical que se establecen en el Código Técnico de la Edificación, en el apartado “4.3.3.1. Flechas” del DB-SE. La comprobación de desplomes horizontales no es necesaria, ya que se trata de un edificio de poca esbeltez y con muros de carga en ambas direcciones que lo confieren suficiente rigidez.

Tipo de verificación	Objetivo	Limitación
Flecha relativa	Integridad de los elementos constructivos en pisos con pavimentos rígidos con juntas	$\leq L/400$
Flecha relativa	Confort de los usuarios, solo acciones de corta duración	$\leq L/350$
Flecha relativa	Apariencia de la obra	$\leq L/300$

Como se observa a continuación, al tratarse de una cubierta con luces de pequeña dimensión y que apenas recibe carga los resultados de flecha obtenidos son irrisorios, cumpliendo las tres condiciones:

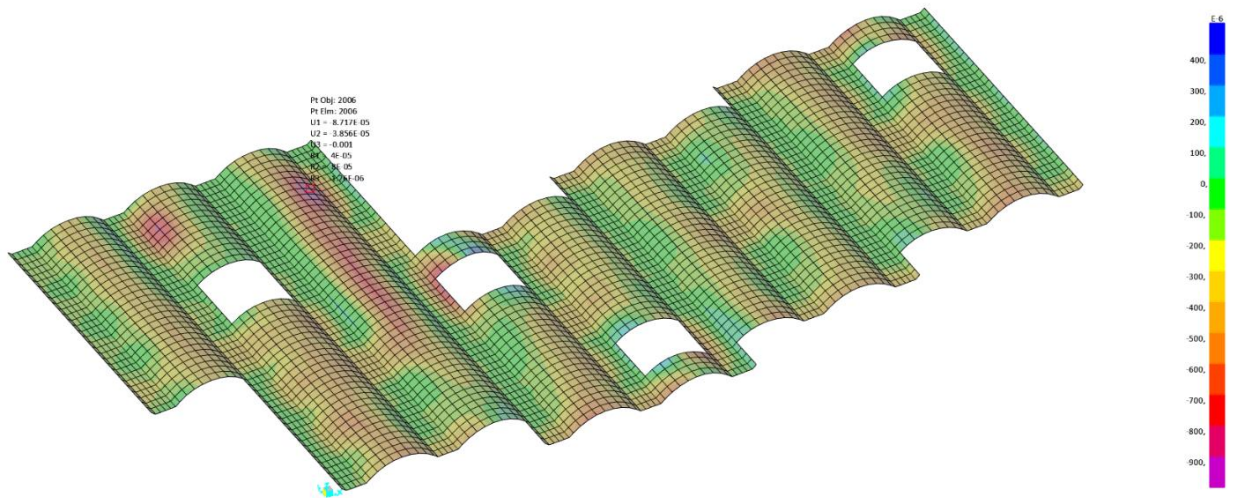
		INT. CONST. ELSintcon	CONF. USU. SCU	APAR. OBRA ELSqupu
		<b>400</b>	<b>350</b>	<b>300</b>
dz1	[mm]	-0,1	-0,2	-0,8
dz2	[mm]	1,0	0,7	2,5
Delta_dz	[mm]	1,1	0,9	3,3
Distancia	[m]	5,25	3,00	3,00
Flecha	[L/]	<b>9813</b>	<b>6667</b>	<b>1818</b>

Para considerar la verificación de la integridad de los elementos constructivos no se considera el peso propio de la estructura (DEAD), ya que para dicha comprobación solo se consideran las deformaciones que se producen después de la puesta en obra del elemento constructivo.

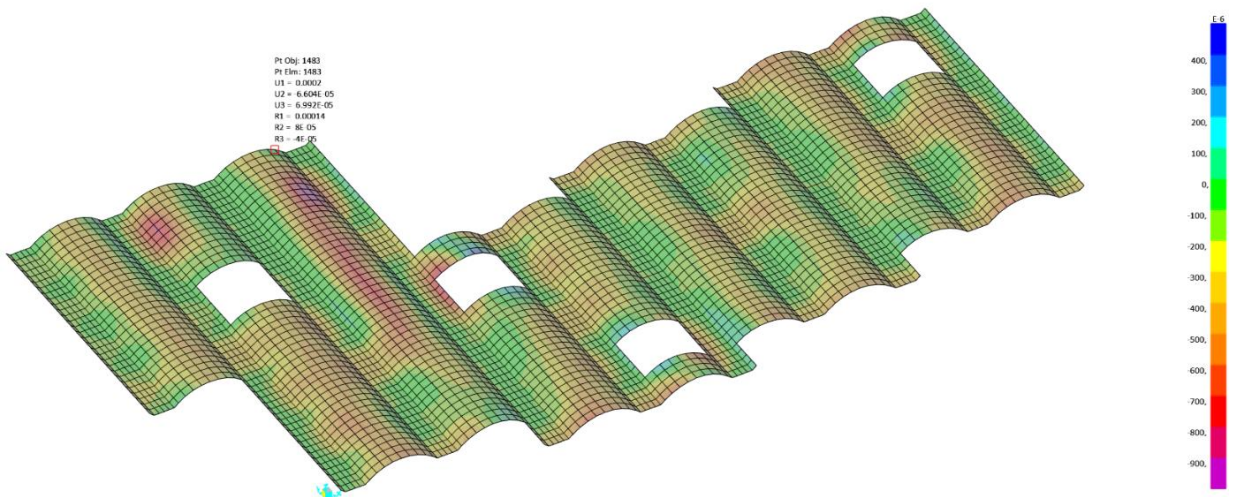
Por lo tanto, se crea una combinación de cargas (ELSintcon) en la que únicamente se considerará la carga muerta permanente (CMP), que corresponde en su totalidad al pavimento de cubierta, y la sobrecarga de uso (SCU). Debido a que los voladizos no se encuentran revestidos, no reciben carga muerta permanente, por lo que es de esperar que la flecha máxima se detecte en la parte interior de la bóveda. Puesto que se trata de un forjado curvo se escogen dos puntos que se encuentren alineados con respecto a la dirección de la bóveda.



- Integridad de los elementos constructivos (ELSintcon)

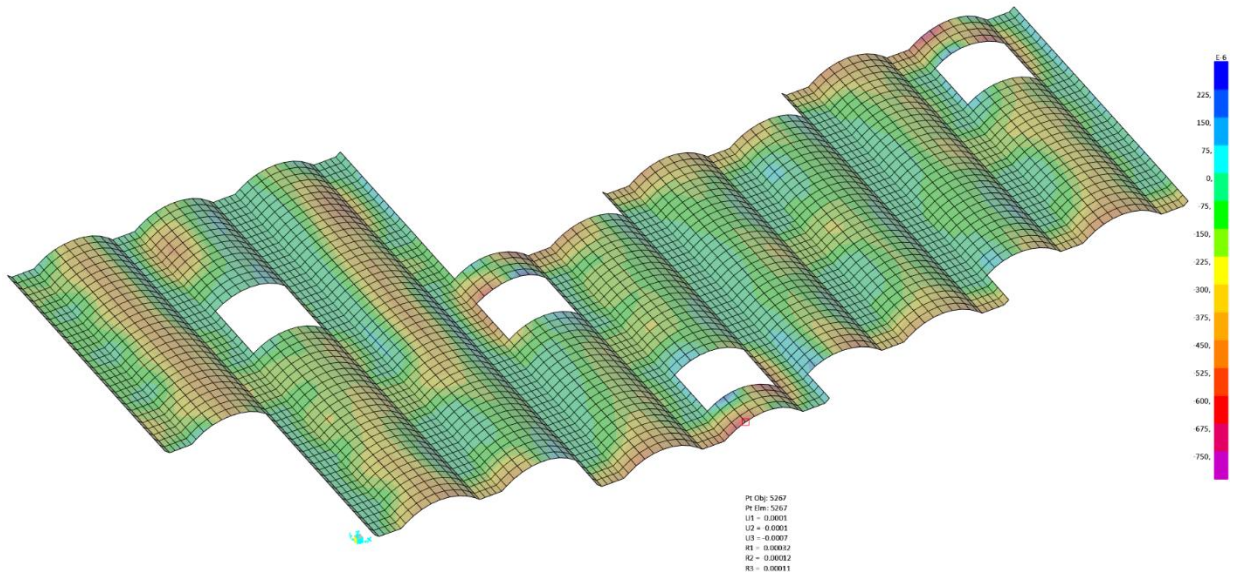


Flecha en punto 1

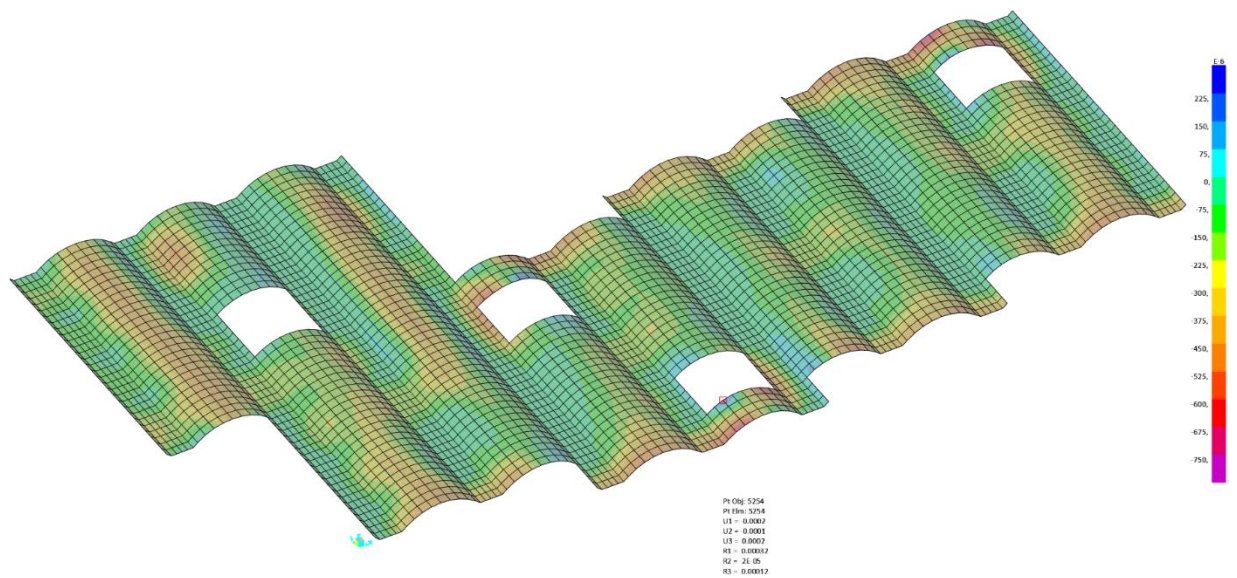


Flecha en punto 2

- Confort de los usuarios (SCU)



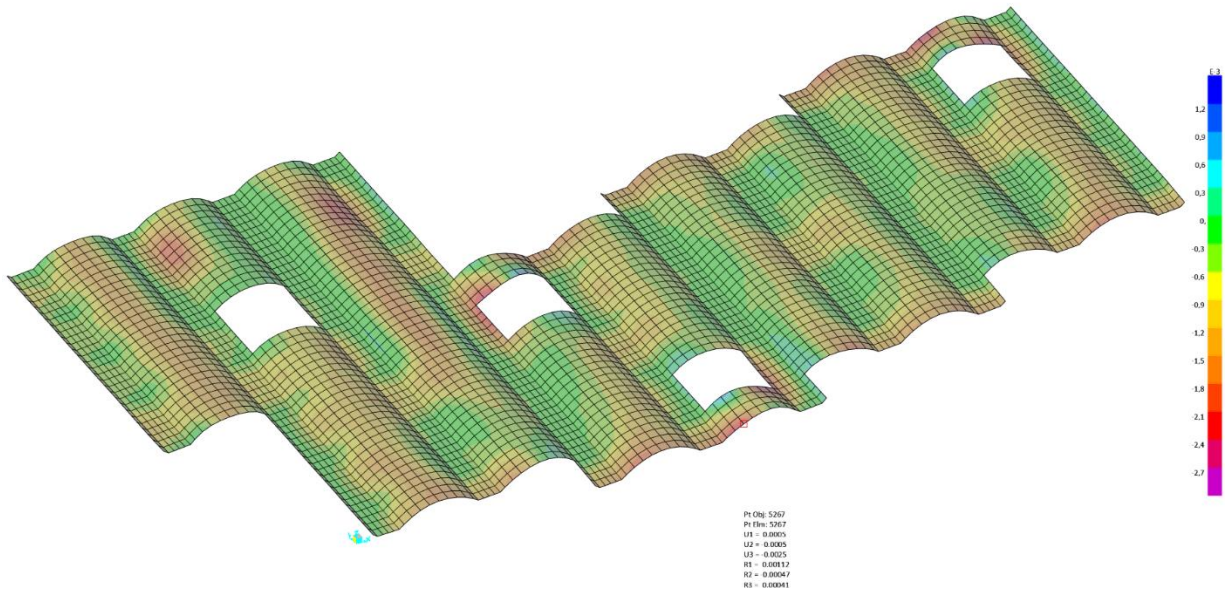
Flecha en punto 1



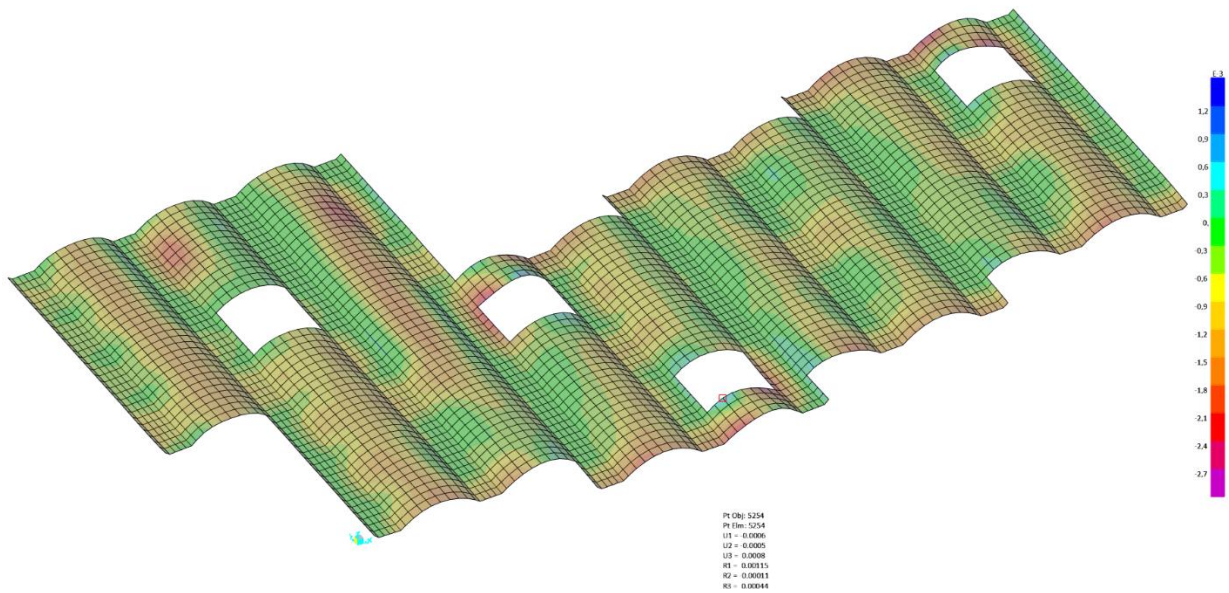
Flecha en punto 2



- Apariencia de la obra (ELSqpu)



Flecha en punto 1



Flecha en punto 2



### 3.5. Resultados del modelo a resistencia

- Vigas de hormigón armado

Las vigas de hormigón armado, al ser principalmente planas y asemejarse una losa horizontal, se han armado como si se tratase de losas de hormigón armado, ya que se espera un comportamiento similar.

A continuación, se muestran las tablas utilizadas para comprobar el armado necesario para las vigas. Se utiliza un armado base de  $\varnothing 10$  mm cada 20 cm obteniendo un momento último de 17,65 kNm/m.a.

DATOS DE PARTIDA		
Materiales y geometría		
Fck	25	N/mm <sup>2</sup>
Gc	1,50	
Fcd	16,67	N/mm <sup>2</sup>
Fyk	500	N/mm <sup>2</sup>
Gy	1,15	
Fyd	434,78	N/mm <sup>2</sup>
Tipo de elemento	FORJADO	
Canto Losa Maciza	15	cm
Recubrimiento Neto	3,5	cm
Cuantía mínima geométrica	58,70	kN
Cuantía mínima mecánica	100,00	kN

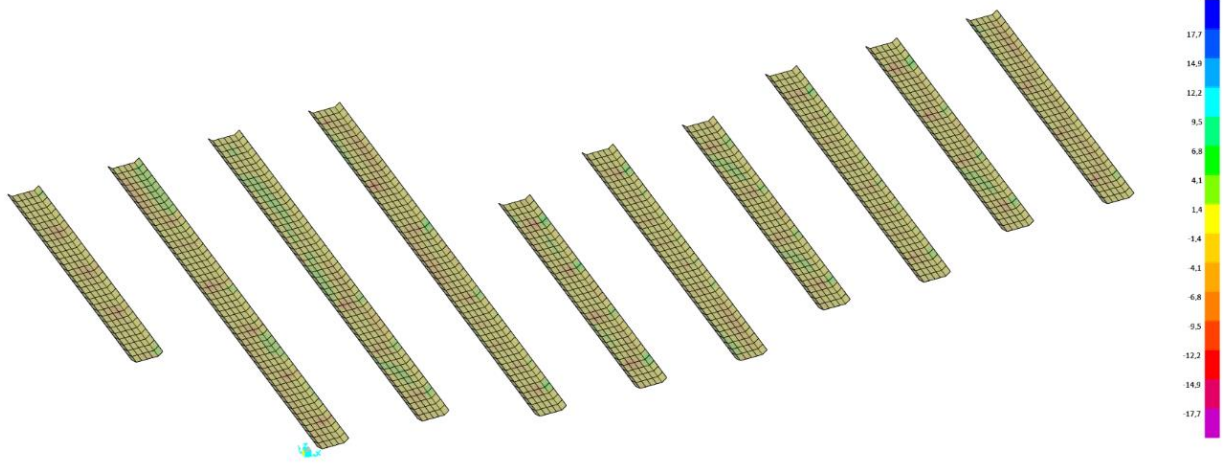
RESISTENCIA ELU		
FLEXIÓN POSITIVA/NEGATIVA Y CORTANTE		
Armadura de Base		
Diámetro de base	10	mm
Distancia entre barras de base	20	cm
Usd base	170,74	kN / m.a.
Canto útil	110,00	mm
<b>M ult base</b>	<b>17,65</b>	<b>kNm/m.a.</b>
Cortante resistido sin armadura específica (solo base)		
Epsilon	2,000000	
Cuantía geométrica	0,003570	
<b>Vu2 (base)</b>	<b>54,76</b>	<b>kN/m.a.</b>

DOMINIO
2
PROF. FN. [mm]
18,20

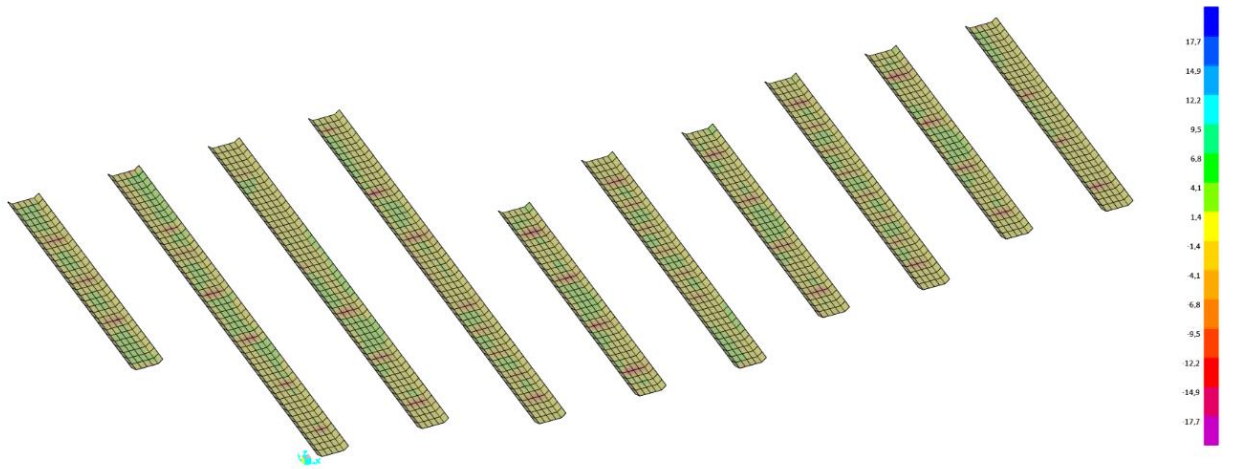
Tal como se observa en los resultados obtenidos en el SAP que se muestran a continuación no es necesario una armadura de refuerzo, ya que la armadura base cubre los momentos máximos obtenidos, no superando nunca el momento último de la armadura.

Se observa que las partes de las vigas con mayores momentos negativos coinciden con los puntos en los que apoyan sobre los muros de ladrillo, siendo este el resultado esperado.

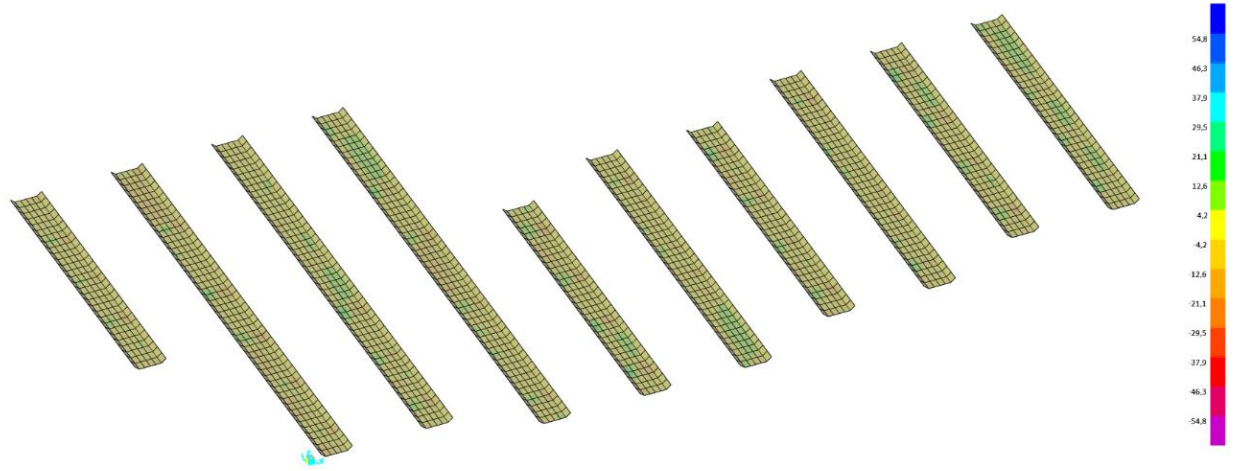
El armado base de  $\varnothing 10$  mm cada 20 cm y se comprueba según los momentos en M11 y M22, así como a cortante V13 y V23.



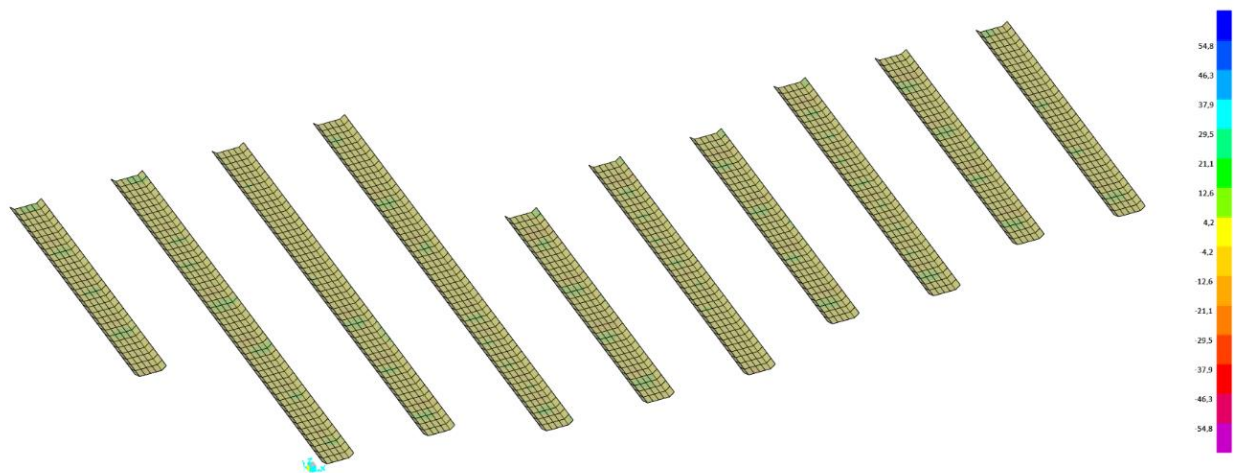
Momentos en M11 para una armadura base de  $\varnothing 10$  mm cada 20 cm



Momentos en M22 para una armadura base de  $\varnothing 10$  mm cada 20 cm



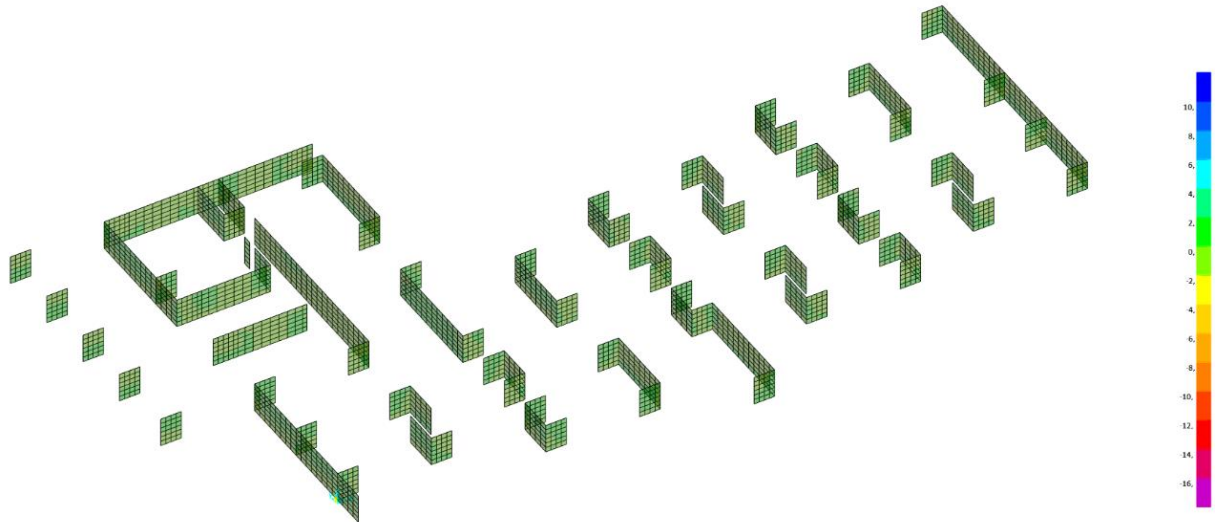
Cortantes en V13 para una armadura base de  $\varnothing 10$  mm cada 20 cm



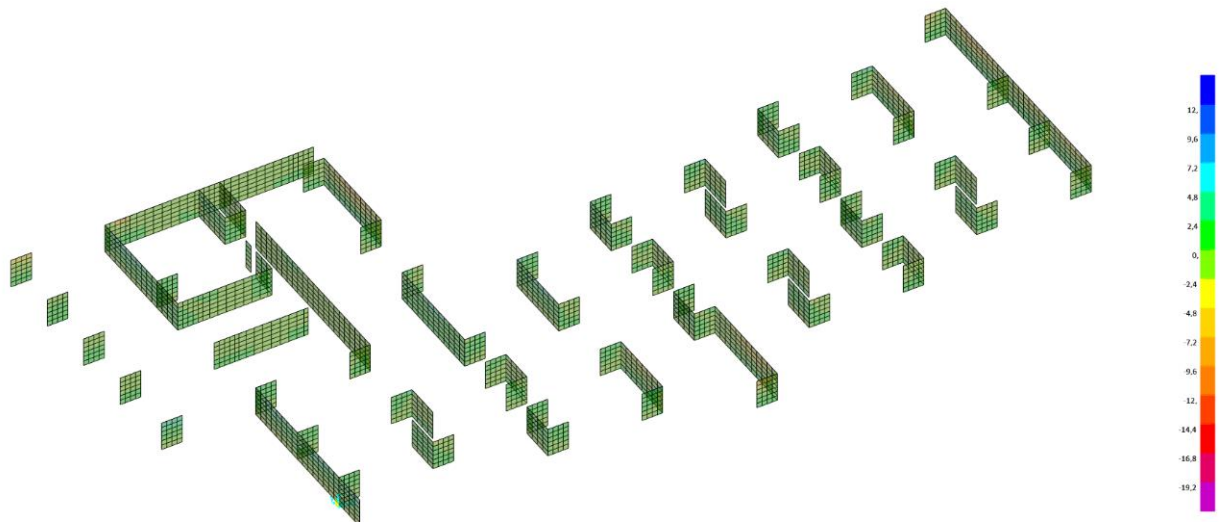
Cortantes en V23 para una armadura base de  $\varnothing 10$  mm cada 20 cm

- Muros de ladrillo macizo

Como se puede observar en los resultados obtenidos en ELU los momentos en los muros de carga de ladrillo son casi nulos, ya que su comportamiento es principalmente a axil.



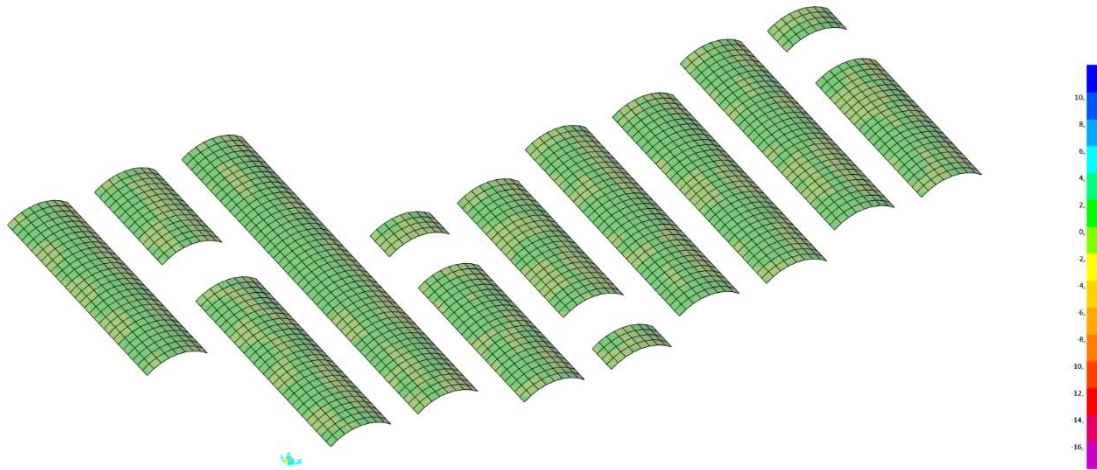
Momentos en M1



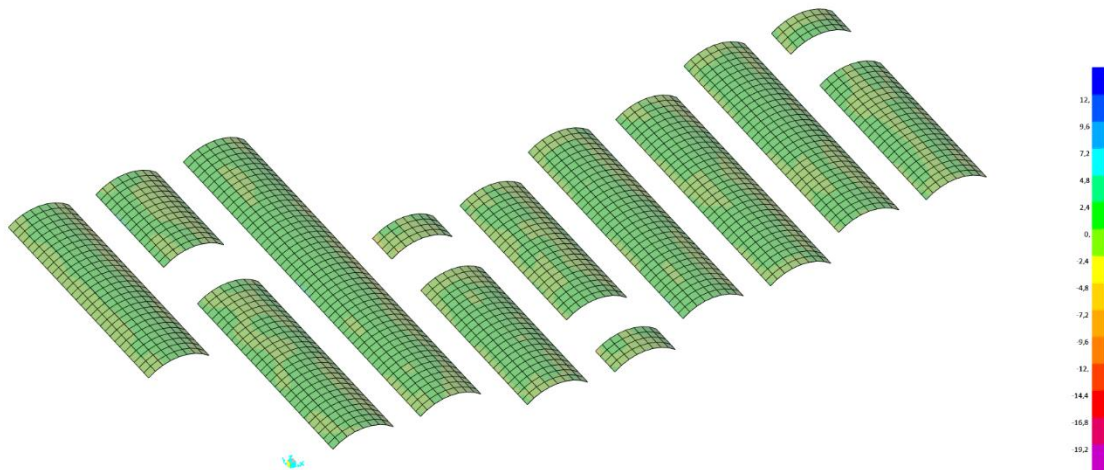
Momentos en M2

- Bóvedas de ladrillo cerámico

Como se puede observar en los resultados obtenidos en ELU los momentos en las bóvedas de ladrillo son casi nulos, ya que, de la misma forma que los muros, su comportamiento es principalmente a axil.



Momentos en  $M_{11}$



Momentos en  $M_{22}$