

Proyecto final de Carrera de Arquitectura-Ciclo(Plan 2002)

Autor: Adrián Pobo Tamarit

Tutores: Salvador Sanchís Gisbert
Clara Elena Mejía Vallejo
Iván Cabrera y Fausto

Colaboración: Matilde Alonso Salvador (urbanismo)
Agustín Pérez García (estructuras)
Jose María Fran Bretones (construcción)

Fechas: Febrero 2015-Septiembre 2016

Escuela: ETSA Valencia (UPV) - Taller 5

ÍNDICE

1/PLANTEAMIENTO
2//PROYECTO
3///SISTEMA
4////PAQUETES DE ELEMENTOS
5/////ENSAYO 1
6/////ENSAYO 2
7/////ENSAYO 3
8/////CONCLUSIONES

1/PLANTEAMIENTO

El Proyecto Final de Carrera supone la última oportunidad de aprendizaje dentro de la Escuela de Arquitectura, y en este caso sirve de excusa para profundizar en el conocimiento de la construcción en seco o prefabricada, la cual, aunque en nuestro país no es la más empleada, supone el futuro de nuestra profesión en muchos casos, siendo muchas veces la opción más económica, rápida y precisa, según su carácter tecnológico y técnico, y su desarrollo.

Dados los tiempos que corremos, se plantea un ejercicio realista, intentando dar respuesta a uno de los mayores problemas que se están divulgando ahora, y es la falta de atención a los niños en situaciones de riesgo social o ambiental: zonas con problemas o falta de recursos, como son las áreas en conflictos bélicos, las ciudades informales o pobres, o zonas afectadas por desastres naturales. Los niños son uno de los colectivos más indefensos en estos casos y necesitan una atención especial y urgente, ya que representan el futuro de esas sociedades, y no sólo es necesaria su protección sino también su desarrollo en condiciones favorables. Es por ello que se plantea un sistema de elementos combinables los cuales crean espacios para los niños, tanto apropiados a su escala como de gran capacidad de acogida, según el carácter de urgencia etc

El sistema se plantea como un conjunto de elementos procedentes de países desarrollados, que se transportan para su montaje en lugares con escasos recursos o en situaciones de emergencia. Empleando unos mismos elementos combinables entre sí, se permiten soluciones diversas, las cuales se pensarán según el lugar de destino, cosa que permite adaptarse al contexto y necesidades del lugar mejor que si adoptáramos una arquitectura de módulos espaciales, la cual sería igual independientemente del lugar en el que se situara, como si de un electrodoméstico o vehículo se tratara.

El enunciado planteado por los tutores propone *hacer ciudad*, creando una serie de equipamientos públicos en zonas que lo necesitan, los cuales formen un conjunto a modo de nuevo centro cívico, que sea el germen de una renovación o regeneración urbana necesaria socialmente. Sería una manera de actuar bastante diferente a la *acupuntura urbana* planteada por Jaime Lerner en Curitiba, sobre todo por su dimensión y por lo que a la inversión de recursos públicos se refiere, aunque busca resultados similares a largo plazo. En el caso que nos ocupa, la arquitectura hace ciudad.

Se plantea elegir uno de entre los tres lugares propuestos en Benimaclet, Nazaret o Cuzco, en Perú, proyectando un nuevo centro cívico del cual se desarrollará uno de los equipamientos sugeridos. Se trata de tres lugares con falta de equipamientos públicos, abandonados por las administraciones, desestructurados, por lo que la articulación de tres o cuatro equipamientos públicos de carácter cultural, deportivo o religioso, puede revitalizar la zona y hacer mejorar la vida de sus habitantes, no sólo ofreciéndoles nuevos servicios sino incluso recuperando sus raíces, como ocurre con la barrera hacia el mar sufrida por el barrio de Nazaret, en Valencia.

Como un primer ensayo del sistema planteado, se decide desarrollar el programa de *casa del niño* en Cuzco, tratando de hacer ciudad en un lugar con pocos recursos que lo necesita, con un equipamiento que trata de atender al problema infantil citado.

El programa de *casa del niño* se toma del propuesto en el Concurso de Ideas para estudiantes en la IX BIAU (Bienal Iberoamericana de Arquitectura y Urbanismo) celebrada en Rosario (Argentina) en 2014, el cual es concebido a modo de un Hogar Escuela, es decir, un edificio al cual infantes y adolescentes puedan asistir todo el día, para desarrollar prácticas socioeducativas que estimulen el desarrollo formativo en un sentido integral. Un edificio que se compone tanto de algunas piezas de habitación, como de aulas y talleres, susceptibles de ser agrupadas según estrategias diversas.

Aunque las bases del programa también detallan las superficies para cada uso y los espacios a proyectar, la funcionalidad del edificio y tamaños se van a reconsiderar de acuerdo a las posibilidades del sistema planteado y también siguiendo como ejemplo la *Aldea Yanapay*, una asociación civil no lucrativa que cuenta con dos escuelas en el centro histórico de Cuzco, en las que realiza proyectos sociales similares a lo propuesto, ya que proporciona educación adicional y otros servicios a los niños y adolescentes en horario no escolar, siendo de gran ayuda para los niños desfavorecidos del entorno, y haciendo una gran labor social y altruista, a pesar de carecer de los medios suficientes.

Los niños de la zona del nuevo centro cívico de Cuzco planteado podrían mejorar su desarrollo mediante la *casa del niño*, y es que la zona elegida para crear esta nueva centralidad urbana es un área degradada de ciudad informal que además ha crecido en torno al aeropuerto, estando aislada y sin los equipamientos necesarios para que sus habitantes puedan vivir y formarse en condiciones. Se plantea convertir el aeropuerto en una zona verde hacia la que la ciudad pueda crecer, pero sobre todo que sirva de vertebración entre los dos lados que habían quedado divididos por esta barrera y proveerlos de las infraestructuras y equipamientos necesarios, acercando la cultura a sus habitantes para que esta sea el motor de cambio de su modo de vida precaria. Y qué mejor colectivo que el infantil, para mejorar sus condiciones de formación y crecimiento personal, pues representan el futuro de su sociedad, y la *casa del niño* puede ser de gran ayuda para contribuir a esta causa.

La arquitectura puede hacer ciudad, pero si algo importante de lo aprendido en la escuela cabe destacar, sin duda es el papel social que la arquitectura puede llegar a tener.



Relación arquitectura-industria en la posguerra (Craig Ellwood)



Escuela aldea Yanapay

2//PROYECTO

En este apartado se van a explicar las bases del sistema planteado, así como las referencias y evolución del mismo. El capítulo se divide en los siguientes subapartados:

- 1.EL PROBLEMA
- 2.SOLUCIONES ACTUALES
- 3.OTRAS OPCIONES
- 4.REFERENCIAS TOMADAS
- 5.EVOLUCIÓN
- 6.PROUESTA

EL PROBLEMA

Los niños son los más afectados e indefensos en situaciones desfavorables derivadas de problemas sociales, políticos o medioambientales, siendo además la infancia la etapa de la vida más importante en cuanto a desarrollo personal. Los niños son el futuro de nuestra sociedad, y su educación y buenas condiciones de vida se ha de garantizar a pesar de la inestabilidad que genera la guerra, los desastres naturales o la falta de infraestructuras en ciudades informales. Es por ello que se considera esencial actuar con rapidez, para generar un entorno favorable en el que puedan crecer y desarrollarse en las mejores condiciones posibles.

Mediante el sistema planteado, se pretende atender a este problema suponiendo que los recursos en el lugar de destino son escasos o incluso nulos, buscando un montaje rápido, según el carácter de urgencia de cada caso. A mayor grado de urgencia, mayor grado de prefabricación se necesita.



Problemas sociales (ciudades informales)



Problemas políticos (guerras)



Problemas medioambientales (desastres naturales)



Contenedores cerrados modulares



Tiendas para refugiados

SOLUCIONES ACTUALES

Las soluciones más empleadas para dar respuesta a situaciones de emergencia como la crisis actual de refugiados, son de mala calidad, ofreciendo una solución temporal a un problema que tiende a alargarse. No se busca el confort de sus habitantes sino que se limitan a acoger hacinadas al mayor número de personas posibles, sin tener en cuenta que van a tener que vivir en estos lugares durante largos periodos.

Tanto por su rapidez de colocación y economía, como por su facilidad de transporte en grandes cantidades, se montan tiendas y se apilan contenedores modulares sin buscar la generación de unos espacios en los que hacer una vida digna y confortable, empleando materiales de baja calidad que son poco duraderos y resistentes, y creando espacios inflexibles, únicos, sin espacios exteriores asociados ni transiciones.

Por supuesto, esta "arquitectura" modular no responde a los lugares en los que se sitúa, no se adapta al contexto, sino que es la misma, sea donde sea que se coloque. Cabe recordar que cualquier espacio o vivienda creado, por mínimo que sea, es arquitectura, y por tanto no solo ha de ofrecer un techo, sino que ha de buscar el confort de sus ocupantes y muchas otras cualidades, las cuales se pueden ofrecer manteniendo el carácter urgente y económico en su construcción.

Una de las últimas opciones de vivienda que se han desarrollado para alojar refugiados es la ideada por IKEA, pero como vemos en la imagen, aunque se ha intentado mejorar el confort interior del espacio mediante sistemas de ventilación y nuevos materiales, se continúa ofreciendo un espacio único sin vinculación con el exterior y de muy baja resistencia y durabilidad. Aunque la solución no convence, como aspecto positivo cabe destacar el diseño estructural y la construcción por elementos, que facilita el transporte al reducir el tamaño del paquete de montaje.



Solución de IKEA para los refugiados



Viviendas de urgencia desarrolladas por Shigeru Ban

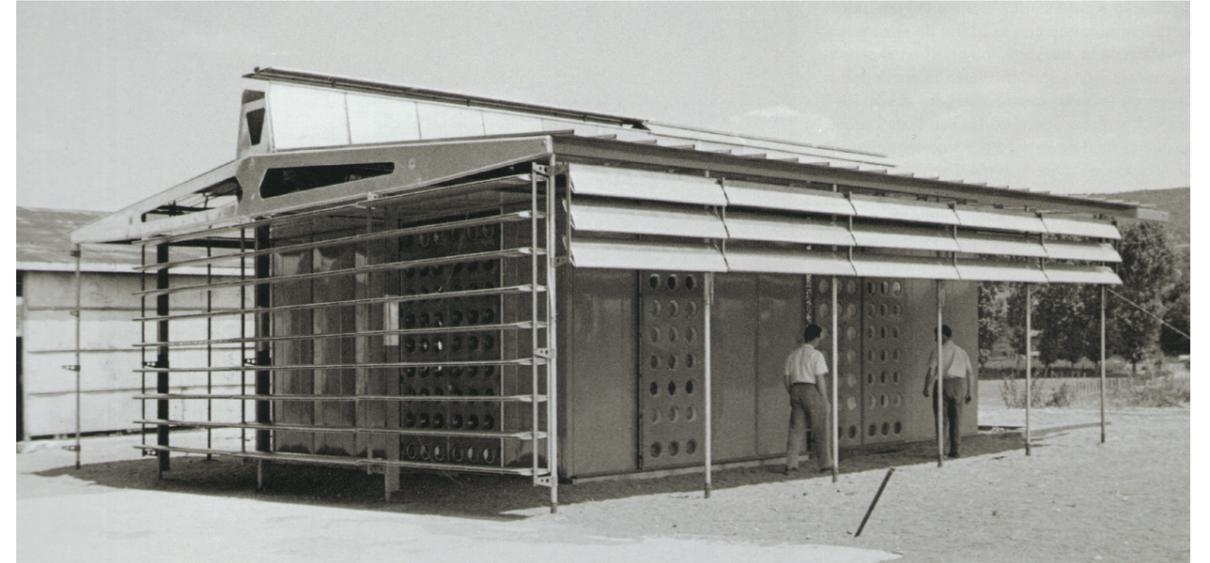
OTRAS OPCIONES

Existen diversas soluciones que convencen más que las anteriores, pero se alejan de la opción tomada de emplear elementos prefabricados.

Por un lado, muchos son los ejemplos de arquitectura creada con materiales y recursos del lugar afectado, sobretodo en lugares pobres en los que la urgencia no es inmediata y por tanto se puede emplear un mayor tiempo en la fase constructiva, como ocurre en las viviendas de muro de tierra construidas en Haití tras el terremoto.

Más cercana a la prefabricación encontramos la solución desarrollada por Shigeru Ban a raíz del terremoto en Kobe, la cual consiste en una construcción en seco a base de tubos de cartón desechados por la industria, pero que requieren de más elaboración in situ, a pesar de que su montaje es rápido. Siendo más duraderas de lo que puede parecer, al ser erigidas por sus propios habitantes, se crea un vínculo afectivo que las hace más duraderas, pues sus dueños les dedican un mantenimiento cuidadoso.

El sistema que se plantea, propone un montaje más especializado, siendo necesaria la participación en este de operarios técnicos formados.



Maison Tropicale (Jean Prouvé)

REFERENCIAS TOMADAS

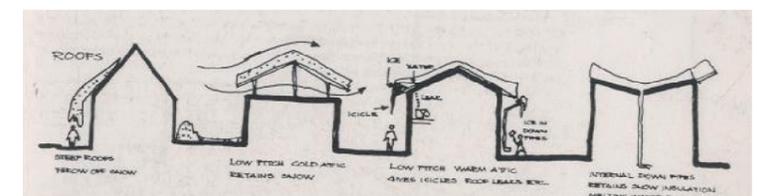
Estudiando algunas de las soluciones que se han dado al problema de la arquitectura de urgencia en otros momentos, vemos que son muchos los grandes arquitectos que han diseñado viviendas y escuelas con este propósito, ya que la finalidad social de la arquitectura ha sido objeto de trabajo para muchos de ellos.

Como primera referencia tomada por diversos motivos, encontramos la obra de Jean Prouvé. La conexión de arquitectura e industria, haciendo posible cualquier cosa en taller, hace que su obra marque un antes y un después en la historia de la arquitectura. Aunque no solo nos fijaremos en el carácter prefabricado de su obra, sino también en su concepción de la arquitectura como un todo, en el cual no se diferencia por ejemplo estructura y construcción, sino que todo forma parte de un mismo conjunto y una misma finalidad, con la consecuente economía y genialidad que ello genera. Esto ocurre claramente en la Maison 8X8.

Por otro lado, también es de gran interés la respuesta de Prouvé en climas cálidos, en los que la arquitectura se convierte en una especie de máquina climática que crea espacios de confort en lugares extremos. Este es el caso de la Maison Tropicale cuyas dobles cubiertas y protecciones solares nos darán una idea a seguir en el sistema planteado.

Buscando soluciones para adaptar el sistema a otros climas, nos fijamos en Erskine y sus estudios para climas de frío extremo. Aunque el sistema no servirá para estas latitudes, los sistemas de doble cubierta empleados por este arquitecto para evitar el hielo en las bajantes o otras soluciones (de huecos...) diseñadas para climas más fríos, se intentarán ofrecer cuando el sistema se sitúe en lugares con temperaturas bajas.

Estudios de cubiertas en climas de frío extremo (Erskine)

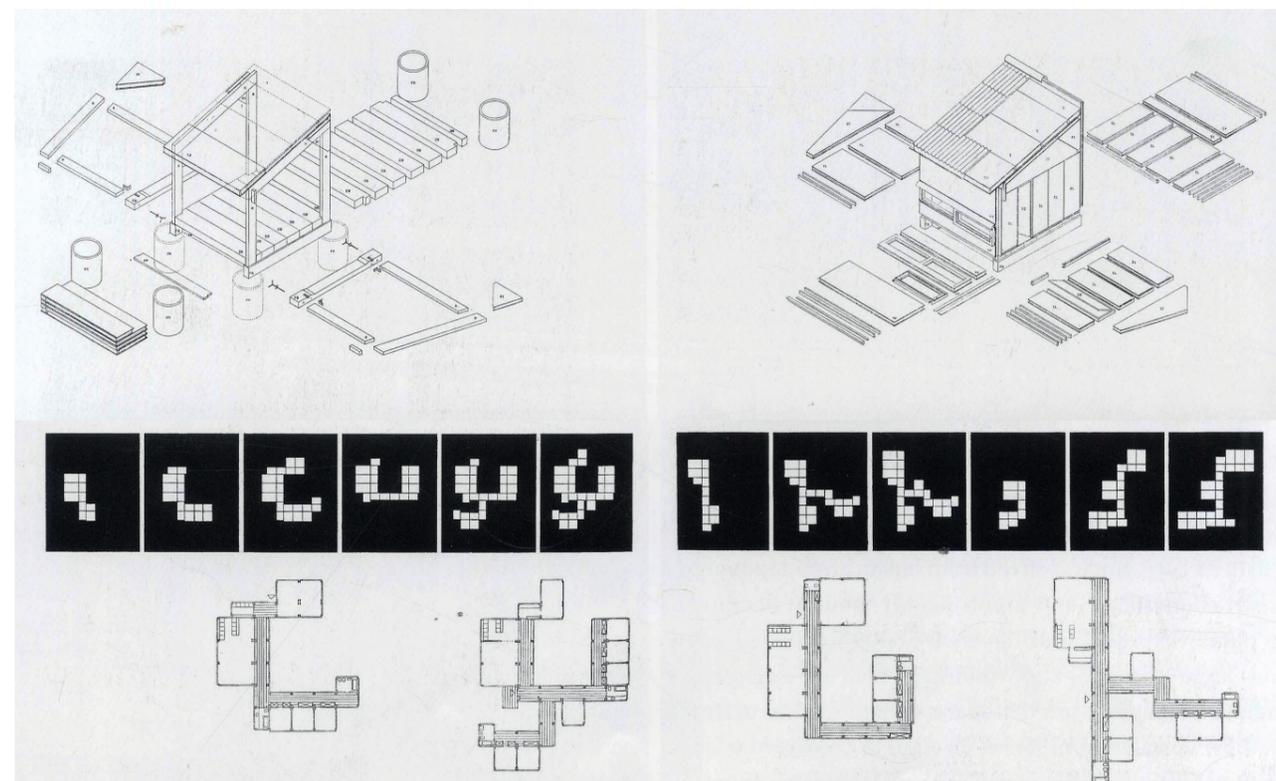


También han sido objeto de estudio por su similitud a la solución buscada, las escuelas móviles de *Building Trust* para lugares con pocos recursos, que cuentan con un manual de montaje muy útil. Se trata de unos módulos estructurales que se adicionan para crear una base sólida sobre la que situar diversos elementos de cerramiento etc. Esto permite espacios vinculados al exterior, con filtros y transiciones, y de gran ligereza, amplitud y flexibilidad. Se construyen de manera rápida empleando como cerramiento elementos del lugar, como son las cañas, que permiten la ventilación a modo de filtro, aunque no aíslan.

Respecto al tema de la escala del niño, la lectura del artículo *Naturaleza y arquitectura escolar en Tapiola*, de Mónica García, en la revista *DPA 22*, desvela diversos recursos para integrar la arquitectura en la naturaleza, acercarla más a esta, siempre desde la visión infantil. Estos recursos se tienen en cuenta a la hora de ensayar el sistema en un lugar, pero también en su concepción, por ejemplo diferenciando la escala construida y el espacio habitado por los niños, mediante cambios de materialidad, como hace Viljo Revell en la *Casa de los niños* en Tapiola, o en el caso del sistema proyectado, mediante una subestructura que sirve para situar las luminarias, la cual acota el espacio limitando su percepción a una escala menor, la escala infantil.

Por último, destacar el arquitecto que ha servido de guía en este proceso, Jorn Utzon. Este plantea en sus inicios diversas construcciones de urgencia, pero es después de construir la Ópera de Sidney cuando se centra en la arquitectura aditiva que nos interesa. Tras diversas investigaciones y proyectos de arquitectura aditiva, Utzon plantea el Sistema Espansiva, basado en la adición de 3 módulos espaciales que crean diversas posibilidades de vivienda. Estos se construyen mediante elementos prefabricados modulados y cada módulo cuenta con su propia estructura, facilitando así la adición y haciendo la estructura más eficiente, pues siempre tiene el mismo ámbito de carga. Por otro lado hay aspectos a mejorar, como los diversos encuentros entre cubiertas, que obligan a crear una gran variedad de piezas especiales. Esto se intentará mejorar en nuestra propuesta.

Sistema Espansiva (Jorn Utzon)



cerchas propuesto en un principio, para buscar un sistema aditivo en el que además de tener módulos estructurales con estructura independiente, se intente evitar los encuentros entre cubiertas de diferente pendiente que presenta el Sistema Expansiva de Utzon, problema al que responde creando un catálogo de piezas de encuentro que intentamos evitar mediante la combinación de módulos con cubierta plana y módulos con cubierta inclinada. Uno de los módulos con cubierta plana se buscará que sea cuadrado para que sirva de eje conector de los diversos espacios en dos direcciones ortogonales, evitando encuentros extraños como ocurre con el Sistema Expansiva, en el que el elemento conector es de base rectangular.

Después de probar varios módulos, de 80 y 90cm por ejemplo, elegidos por diversas razones, tras comprobar la métrica de los espacios que crean y sus posibilidades de combinación se opta por el módulo de 1m, ya que la industria permite variedad de métricas para paneles, y aunque este no es el más habitual, sirve de estándar cuando se combinan materiales diversos que se acercan al metro y permite el módulo estructural cuadrado que sirve para crear combinaciones espaciales en dos direcciones ortogonales sin los encuentros extraños que se generan en el Sistema de Utzon. En un principio se optó por luces de 8m, teniendo un módulo cuadrado de 4x4m, pero tras varios ensayos, tanto espaciales como de cálculo estructural, se opta finalmente por el módulo cuadrado de 3x3m, que ofrece luces de 6m y de 12m con los mínimos elementos posibles. Se ofrece también la posibilidad de utilizar un pórtico de 3m con vuelo de 1m, creando espacios de 3x4m que servirán para colocar espacios sirvientes y de paso mediante un mismo tipo estructural.

La independencia estructural de cada módulo sirve para crear separaciones entre módulos estructurales contiguos por las que pasar las instalaciones, además de facilitar la expansión mediante adición, pero la economía y la facilidad de montaje nos lleva a optar por una estructura compartida, sin doblar pilares, dejando de pensar en módulos espaciales sino en elementos que ofrecen unas luces determinadas según sus combinaciones.

Las vigas se calculan para cubrir los 6m sin necesidad de celosías, únicamente con inclinación para dar la pendiente deseada, pero en un intento de simplificar tipologías, se recurre a emplear los mismos elementos empleados al cubrir los 12m, para dar pendiente a la cubierta que cubre 6m, aunque estructuralmente no necesite de triangulación. De este modo, los elementos empleados para la luz de 6m son los mismos que cubren los 12m, al doblar la celosía.

Y aunque las vigas continuaban siendo dobles a ambos lados de pilar para permitir el paso de instalaciones entre ellas, tras dimensionar los tubos se ve que el espacio de paso no es suficiente, por lo que se opta por emplear una sola viga por pórtico, que además facilita la combinación en dos direcciones.

Por otro lado, aunque en un principio se opta por emplear paneles sandwich con capa exterior metálica, finalmente se opta por emplear la madera como capa exterior del panel sandwich, unificando cerramientos y particiones con un mismo material que se diferencia claramente de la estructura metálica y además facilita los cambios en obra, ya que aunque se plantea la total prefabricación de los elementos, estos se podrían ajustar más fácilmente a cambios que se den in situ.

Tendremos por tanto una estructura y subestructura metálica base sobre la que se situarán los diversos elementos, tanto de envolvente como otros, que en su mayor parte serán de madera.

EVOLUCIÓN

A pesar de que el sistema ha ido evolucionando al mismo tiempo que el ensayo en Cuzco, en un proceso de ida y vuelta para probar las posibilidades y límites que se iban detectando, en este subapartado se explica la evolución del sistema en sí para entender mejor o que se busca con este desde el principio.

El proyecto empezó con el intento de crear espacios diversos para niños empleando un mismo sistema estructural, consistente en una cercha que conformara diferentes espacios según su disposición o combinación. De este modo se conseguía, mediante una misma tipología estructural, un abanico de espacios de cualidades variadas con usos potenciales distintos, incluyendo también espacios de luces más grandes en los que alojar a un gran número de personas, pero recurriendo siempre a una prefabricación ligera de fácil montaje.

Desde el principio se ha buscado una modulación de elementos que fuera apta para el transporte, se adecuara a la escala infantil de los espacios, y proviniera de las posibilidades que la industria ofrece.

Adentrándonos más en el aspecto constructivo, se opta por estudiar en esta fase la obra de Prouvé para intentar conseguir crear una arquitectura en la que no se diferencie entre estructura y construcción, en la que la arquitectura fuera concebida desde el principio como un todo. Pero tras diversos intentos, las dificultades para conseguir espacios de grandes luces y de luces pequeñas empleando los mismos elementos, nos lleva a diferenciar de una manera clara al esqueleto resistente del edificio del resto de elementos constructivos, buscando la especialización de los elementos estructurales para conseguir su máxima ligereza sin perder sus posibilidades combinatorias, que permiten luces variadas con las mínimas tipologías posibles. Para el cerramiento se opta por el uso de paneles sandwich prefabricados.

El descubrimiento de la obra de Utzon lleva a replantearse el sistema de

**Ver pdf *Evolución*

PROPUESTA

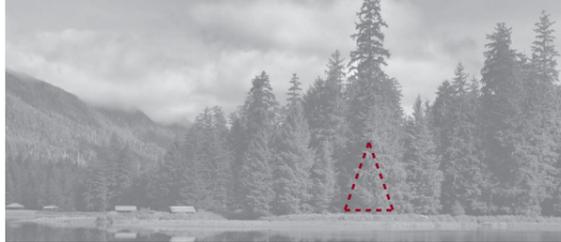
El sistema se ha planteado en base a unas premisas resumidas en seis, como veremos en el siguiente panel, tratando de dar solución a estas de diversas maneras.

BASES

FALTA DE RECURSOS IN SITU



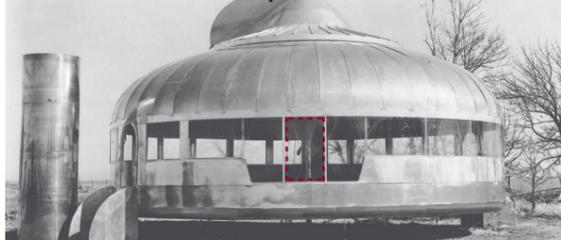
POTENCIAR RESPETO Y RELACION CON NATURALEZA



RESPONDER AL LUGAR (CLIMA, TERRENO Y CONTEXTO)



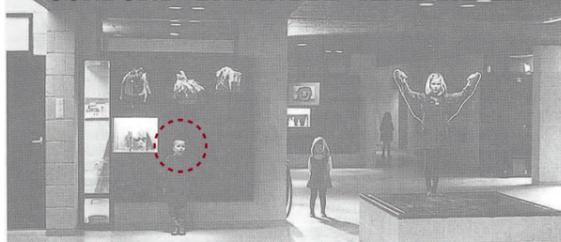
FACILIDAD DE MONTAJE (PREFABRICACIÓN LIGERA)



PROTECCIÓN DURADERA DE GRAN CAPACIDAD



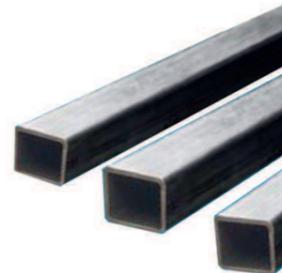
CONFORT INFANTIL ADAPTABLE



SOLUCIONES PROPUESTAS

SISTEMA

METAL



Pequeños elementos ligeros atornillados crean grandes luces



Suelo elevado regulable



Cimentación prefabricada recuperable



Diversas configuraciones estructurales



MADERA



Construcción en seco con elementos prefabricados ligeros de madera



Diferentes posiciones sobre metal



Características varias de acabados...



LUGAR

PIEDRA



Composiciones espaciales diversas



Elementos del lugar



3///SISTEMA

Para explicar el sistema en sí, se van a presentar en este capítulo las posibilidades y límites que los diversos elementos del sistema ofrecen, haciendo luego una breve descripción de cada uno de ellos y sus posibilidades de combinación. Al final del capítulo se muestra un ejemplo del montaje de una de las variantes que se pueden plantear, para que queden más claros los elementos de los que se disponen, aunque será en el siguiente capítulo donde se describan y justifiquen los diversos paquetes de elementos. Subapartados:

- 1.POSIBILIDADES SISTEMA
- 2.ELEMENTOS DEL SISTEMA
- 3.PRIMERAS COMBINACIONES
- 4.MONTAJE EJEMPLO

POSIBILIDADES SISTEMA

Para explicar las diversas posibilidades y límites que el sistema ofrece, se va a partir de los 6 pórticos estructurales que los elementos permiten conformar, explicando después las diversas variantes que ofrece cada paquete de elementos y que se situarán sobre estos módulos estructurales base.

Los elementos que ofrece el sistema se han agrupado según sus características y funciones en seis paquetes diferenciados:

1. Estructura
2. Apoyos
3. Envolvente exterior
4. Cubiertas
5. Compartimentación interior
6. Accesorios

Estos paquetes, a su vez, se presentan agrupados conceptualmente en METAL o MADERA, debido a su papel en el sistema como base estructural "fija", en el primer caso, o como elemento fijado a esta y que puede adoptar diversas posiciones.

Posteriormente se explicará la combinación de módulos estructurales entre sí y los límites del sistema, mostrando también usos potenciales que la métrica (y disposición constructiva) planteada ofrece.

METAL

Los elementos del primer paquete y del segundo conforman la base sobre la que se fijarán el resto de elementos.

El paquete *Estructura* proporciona los pórticos, correas, zunchos y otras subestructuras, mientras que el paquete *Apoyos* conforma la cimentación o apoyo sobre el que se fija la estructura.

Son 6 pórticos los que el sistema ofrece, los cuales crecen en crujeas de 3m pero no crecen en altura, la cual se mantiene en 3m. El módulo estructural de 3x3m de base será el que permita las agrupaciones de espacios en dos direcciones ortogonales. Este vuela 1m en la segunda opción para permitir espacios sirvientes.

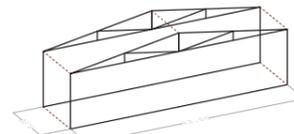
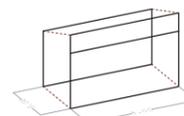
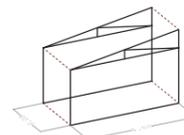
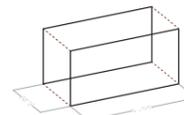
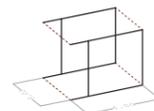
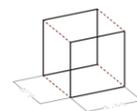
La mayoría de elementos que forman los pórticos se crean con el elemento viga de 2,9m de largo, empleado también como zuncho, el cual es el que forma las vigas que cubren los 6m de los 3 siguientes pórticos. La celosía empleada para dar inclinación a la cubierta del cuarto pórtico emplea los mismos elementos que cubrirán los 12m de luz del último, gracias a una simetría de la misma tipología estructural.

Las correas y zunchos se pueden colocar en diversas posiciones, según cómo se vaya a situar la envolvente etc En la mayoría de los casos, los elementos que las forman miden 2,9m de largo.

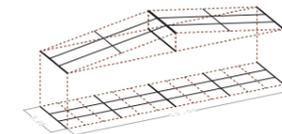
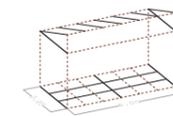
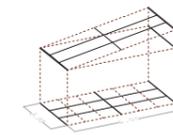
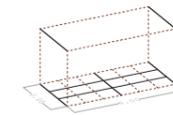
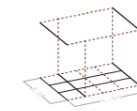
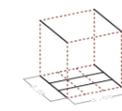
Pórticos, correas y zunchos están formados por perfiles metálicos huecos, mientras que la subestructura está formada por perfiles diversos, los cuales se colocan a 2,2m de altura para acotar la altura de uso del espacio y situar en ellos luminarias o envolventes. En el caso del último pórtico, la subestructura se sitúa a 3m del suelo para evitar flechas excesivas.

En una retícula de 3x3m se sitúan los elementos de cimentación y apoyo, que también elevan la estructura del suelo y permiten regular la altura. Se trata de tornillos de tierra recuperables, usados según el tipo de terreno, y columnas telescópicas regulables, que separan del terreno y permiten salvar ligeros desniveles.

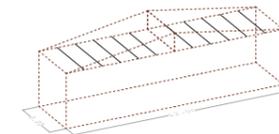
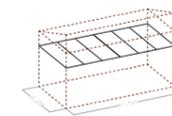
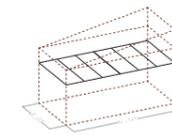
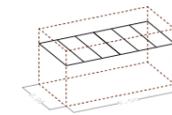
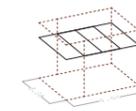
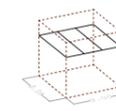
Pórticos



Correas y zunchos



Subestructura



MADERA

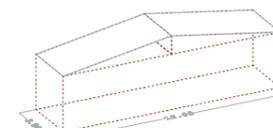
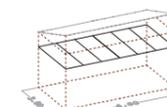
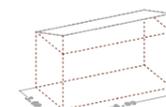
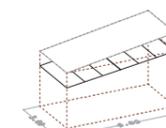
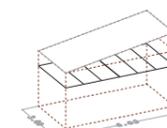
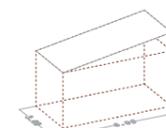
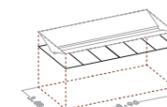
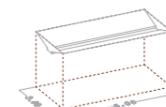
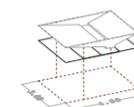
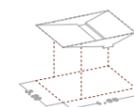
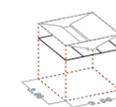
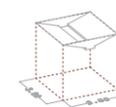
Los elementos que se fijarán a la estructura base están constituidos la mayoría por paneles de madera, pero no todos ellos. En este grupo se engloban los elementos de los paquetes *Envoltente exterior*, *Cubiertas*, *Compartimentación interior* y *Accesorios*.

Las cubiertas se dividen en *planas* e *inclinadas*, según si recogen el agua o la expulsan, siendo los tres primeros módulos *planos* y los otros tres *inclinados*. Las cubiertas *inclinadas* forman su pendiente gracias a la estructura, mientras que las cubiertas *planas* también han de presentar una inclinación mínima por normativa, la cual se va a formar mediante los propios elementos de cubrición metálica.

La combinación de cubiertas planas e inclinadas entre sí no presenta problemas de encuentros, evitando los catálogos de piezas especiales que tuvo que crear Utzon para *Espansiva*, sin embargo, **las cubiertas inclinadas sólo se pueden situar unas al lado de las otras con los pórticos en paralelo y de la misma inclinación, desaguando siempre al mismo lado, ya sea a una cubierta plana contigua o al exterior (canalón), pero nunca a otra cubierta inclinada.**

Las diferentes capas de la cubierta se dividen en *capa aislante* y *capa impermeable*, estando la primera formada por paneles sandwich de madera que aíslan térmicamente y son estancos también, y la segunda por diferentes elementos estancos de chapa de acero prelacado. Estas capas se diferencian claramente para permitir diversas configuraciones de cubierta (doble cubierta, cubierta exterior sin aislar...), al poder situarse juntas o en diversos niveles, e incluso solas, ya que podemos tener espacios exteriores cubiertos únicamente por la capa impermeable, sin aislar térmicamente, o espacios cubiertos únicamente por la capa aislante, gracias a que los paneles sandwich están preparados para poder usarse como elementos únicos de cubierta, aunque según el clima será recomendable su recubrición extra.

Cubierta



De las diversas configuraciones que se permiten, las de la primera columna muestran cubiertas exteriores con una única capa *impermeable*, pudiendo ser también interiores en los tres últimos casos, en los que se pueden combinar ambas capas en un mismo nivel o también emplear sólo la capa *aislante* como cubierta.

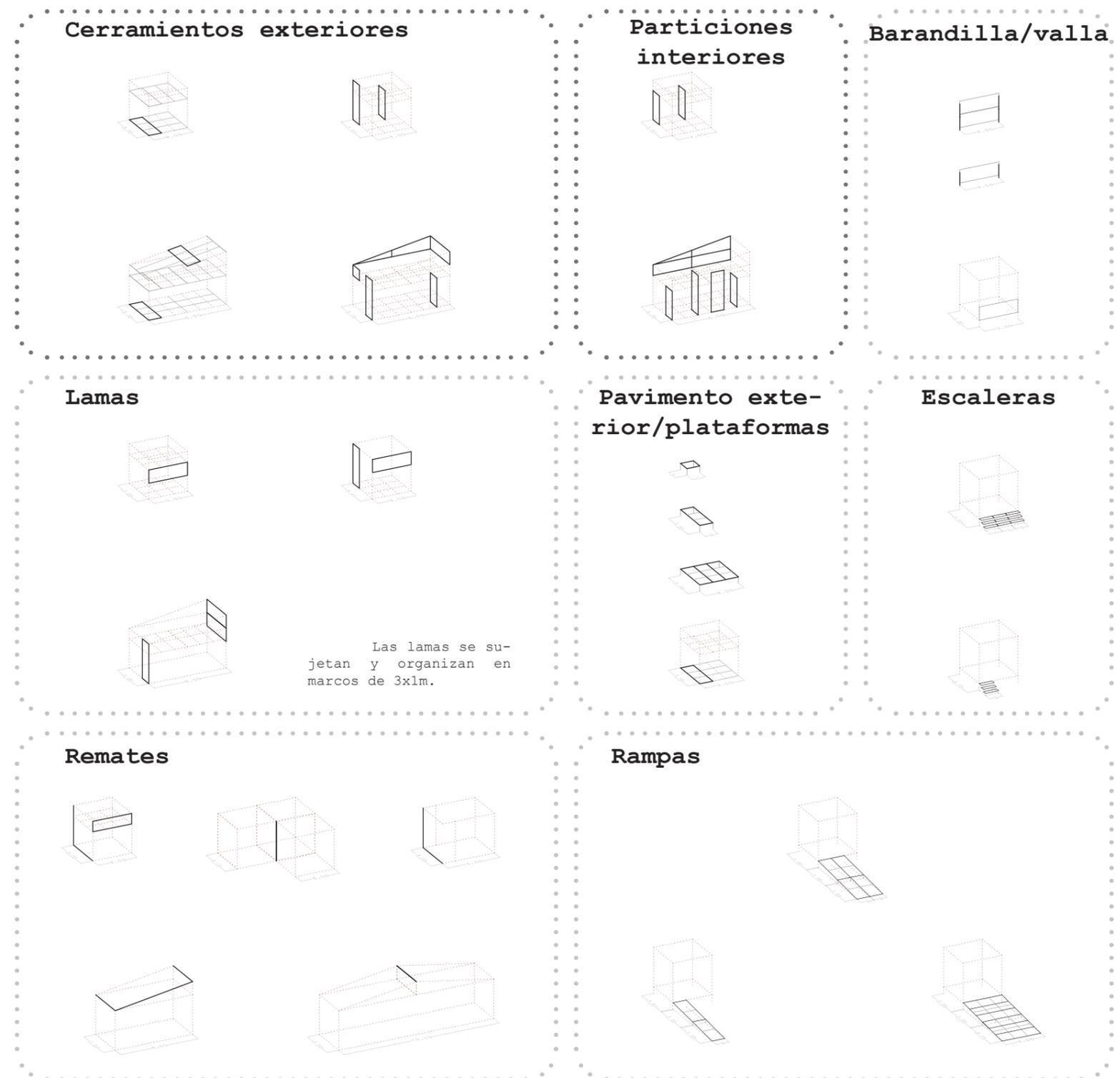
En la segunda columna se muestra la posibilidad de situar la capa *aislante* en la subestructura a 2.2m de altura, separándose de la capa *impermeable* para permitir ventilación entre ellas, paso de instalaciones... Lo mismo ocurre en la tercera columna, pero inclinando el plano de la capa aislante para posibilitar otro tipo de ventilación, iluminación etc

La envolvente exterior está formada por los mismos paneles sandwich aislantes que forman la capa *aislante* de cubierta, y se fijan a la estructura y subestructuras metálicas mediante atornillado. Al presentar un corte fácil, se pueden situar en diversas posiciones. Además, se pueden colocar retranqueados de fachada.

En cuanto a la compartimentación interior, se constituye de paneles de madera sobre montantes y travesaños de madera, los cuales, fijados a la estructura, crean espacios registrables que servirán tanto para añadir aislante como para pasar instalaciones eléctricas etc. En los casos de cubiertas inclinadas, la partición solo puede llegar hasta los 3m de altura, a no ser que nos situemos en el plano del pórtico.

El paquete *Accesorios* incluye el pavimento exterior, escaleras, rampas, lamas de protección solar, barandillas y remates.

Mediante la combinación con elementos del paquete 1 y 2, el pavimento exterior puede formar plataformas y las barandillas se pueden usar como cercado.



LÍMITES

Clima

El sistema se ha pensado para climas templados, sin embargo también se ofrecen posibilidades de adaptación para climas cálidos y también fríos, en lugares en los que no se prevea superar los $0,4\text{KN/m}^2$ de nieve máxima para los que se ha calculado el sistema.

Terreno

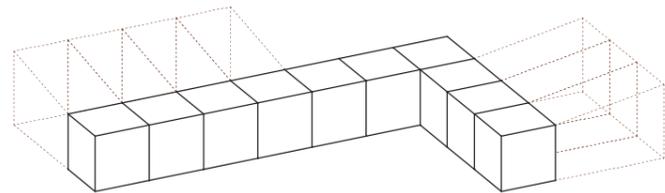
El edificio no puede situarse en cualquier tipo de terreno, sino que su montaje dependerá de las cualidades del suelo y de su pendiente. A pesar de la extensa variedad de tornillos de tierra y columnas telescópicas que existen en el mercado, no todos los terrenos permiten una cimentación mediante tornillos de tierra, por largos que sean estos. Además, para que las columnas telescópicas sean suficientemente resistentes a las cargas a las que se les somete, estas no pueden tener una gran esbeltez que reduzca su capacidad de carga, por tanto su altura se limita según la resistencia que marca la casa comercial.

Aunque no sería difícil cambiar de nivel el pavimento dentro de un mismo edificio del sistema, este no se ha preparado para ello, por tanto solo son asumibles diferencias de cota del terreno, gracias a las columnas telescópicas regulables. Las elegidas y calculadas permiten salvar una diferencia de cota de terreno de $0,5\text{m}$ máximo aproximadamente, para espacios que comparten el pavimento en el mismo nivel, pero existen gran variedad de columnas telescópicas en el mercado que nos servirían para el sistema y que permiten salvar otras cotas, siempre teniendo en cuenta la carga prevista.



ORGANIZACIÓN

La combinación de módulos estructurales entre sí presenta límites en cuanto a combinación de cubiertas diferentes contiguas, según lo explicado anteriormente. Por ello se propone la organización de los diferentes espacios mediante ejes sirvientes formados por módulos estructurales de cubierta plana. Estos ejes pueden cambiar de dirección gracias al empleo del módulo de $3\times 3\text{m}$ de base, al ser este cuadrado y el doble del de $6\times 3\text{m}$. Estos ejes permiten organizar las instalaciones y recorridos beneficiándose de las cualidades de las cubiertas planas (espacios con falso techo compartimentables).



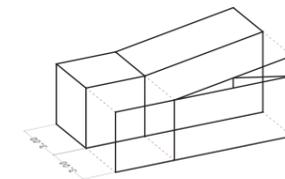
Recursos in situ

En situaciones de urgencia, todos los elementos del sistema se preparan en origen para ser colocados en su posición final sin alteraciones, de la manera más rápida. En cambio, la opción más fácil es contar con un taller de madera provisional en destino para ajustar los paneles a cambios en su posición prevista inicialmente, transportándolos enteros ($3\times 1\text{m}$ o $3,05\times 1,05\text{m}$) y cortándolos in situ (ajustes de esquinas, cortes de machiembrados etc).

Crecimiento

El sistema está pensado para crecer fácilmente en planta, siempre siguiendo la métrica que fijan los módulos estructurales, con pórticos que crecen en crujeas de 3m , pero en cambio, el crecimiento en altura no es posible.

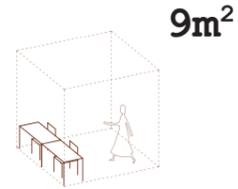
El límite de carga de uso está sobredimensionado a 5KN/m^2 , correspondiente al uso más solicitado de los que se podrían dar: el gimnasio.



USOS POTENCIALES

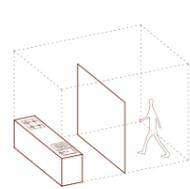
Los usos que posibilita el sistema son diversos, a pesar de que se ha pensado para crear espacios infantiles. Estos usos están limitados por la métrica, combinabilidad y forma de los módulos estructurales, los cuales se han calculado para soportar una carga máxima de uso de 5 KN/m², correspondiente a uso de gimnasio y que es más que suficiente para muchas otras funciones.

En las imágenes se muestran algunos ejemplos de los usos potenciales que cada módulo estructural o combinación de este puede presentar.



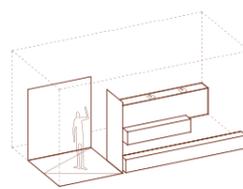
9m²

- Circulación
- Área de estudio o juegos
- Almacenaje
- Zona exterior



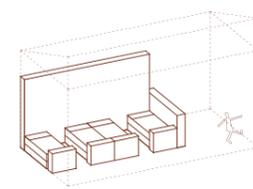
12m²

- Circulación + WC(doble o de discapacitados)
- Circulación + minicocina
- Circulación + almacenaje/cuarto limpieza/cuarto instalaciones
- Sala estar/estudio...
- Zona exterior



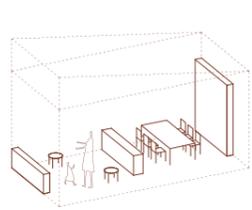
18m²

- Vestuario o aula compartimentales
- Cocina
- Dormitorio
- ...



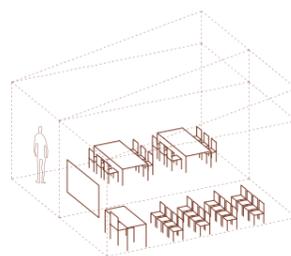
18m²

- Dormitorio(3-4 niños o 2 adultos)
- Aula o cocina no compartimentales
- ...



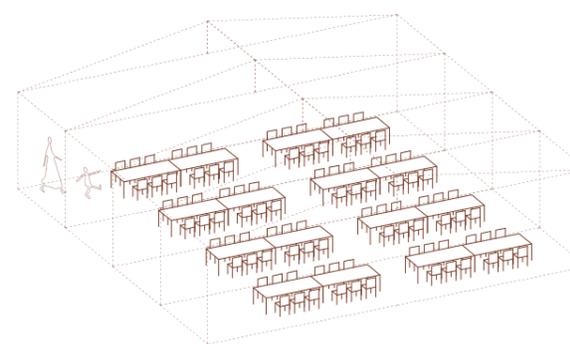
18m²

- Dormitorio(3-4 niños o 2 adultos)
- Aula o cocina no compartimentales
- ...



36m²

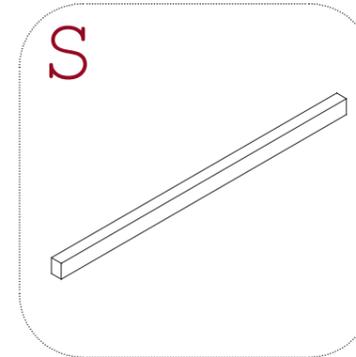
- Aula
- Espacio administración
- Cocina amplia
- Salón
- ...



144m²

- Comedor
- Gimnasio/usos múltiples
- ...

PAQUETE 1 ESTRUCTURA



Elementos de acero galvanizado laminados en caliente. Tubos huecos para estructura y perfiles abiertos para subestructuras.

ELEMENTOS DEL SISTEMA

En este subapartado se enumeran y describen, a modo de catálogo técnico, todos los componentes del sistema, agrupados por paquetes y presentando su clasificación, peso y dimensiones que ofrecen.

S1  PHC 100x100x6
Long: 4.19, 3.21, 3.07 y 2.9m
(17,6kg/m)

S2  PHR 140x100x6
Long: 3.95, 2.9 y 0.95m
(21,3kg/m)

S3  PHC 70x70x5
Long: 2.9 y 0.88m
(10,4kg/m)

S4  PHC 60x60x5
Long: 2.2 m
(8,63kg/m)

S5  PHC 50x50x4
Long: 3.05 y 2.9m
(5,52kg/m)

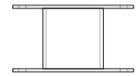
S6  Perfil LD 100x50x5
Long: 3, 2.9 y 0.85m
(5,5kp/m)

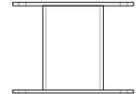
S7  Perfil U 100x50x3
Long: 3, 2.95 y 2.9m
(4,48kp/m)

S8  Perfil HEA 100
Long: 2.95m
(16,7kg/m)

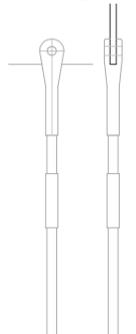
S9  Perfil T 100
Long: 3.05, 3, 2.9 y 0,85m
(16,4kg/m)

S10 Casquillos para unir elementos

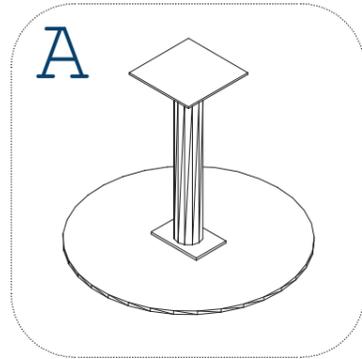
 PHC 100x100x6
Long. 0,1m-Chapas sup.
e inf. 0,1x0,2m
(17,6kg/m)

 PHR 140x100x6
Long. 0,1m-Chapas sup.
e inf. 0,1x0,2m ó
0,2x0,2m
(21,3kg/m)

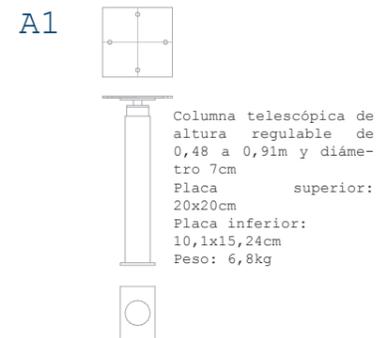
S11 Tirantes de acero (cruces S. Andrés)

 Diámetro: 16mm (sobredimensionado)
Longitudes: 6,7 y 4,24m (variables)
Peso: 1,58kg/m

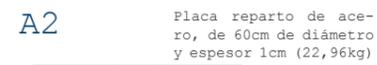
PAQUETE 2 APOYOS



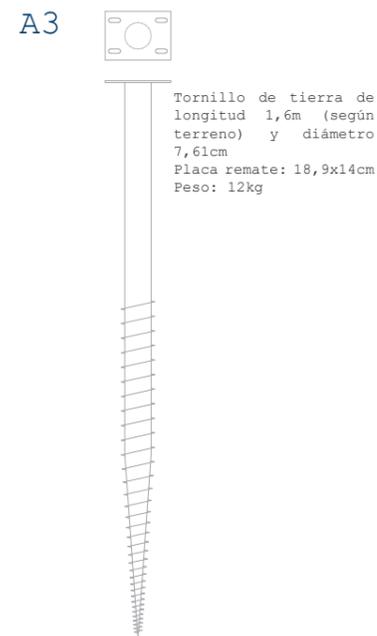
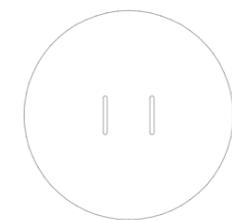
Columnas telescópicas de acero regulables, sobre tornillos de tierra (según terreno) recuperables, colocados por roscado.



Columna telescópica de altura regulable de 0,48 a 0,91m y diámetro 7cm
Placa superior: 20x20cm
Placa inferior: 10,1x15,24cm
Peso: 6,8kg



Placa reparto de acero, de 60cm de diámetro y espesor 1cm (22,96kg)

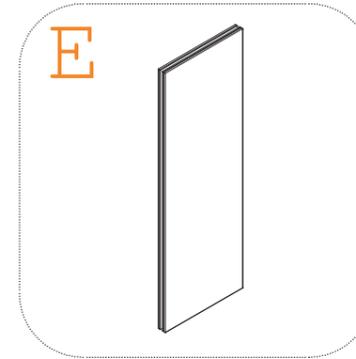


Tornillo de tierra de longitud 1,6m (según terreno) y diámetro 7,61cm
Placa remate: 18,9x14cm
Peso: 12kg

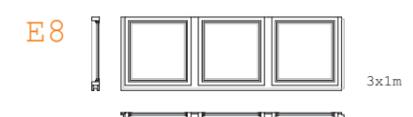
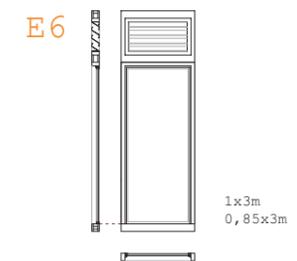
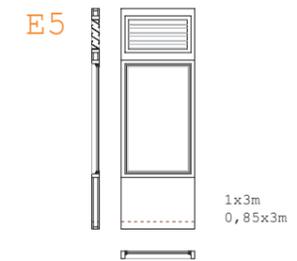
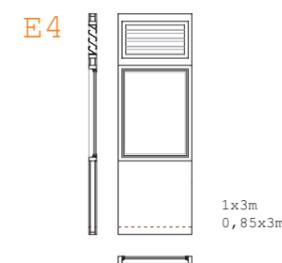
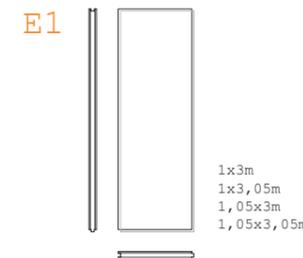


Tirantes acero entre columnas
Diámetro: 16mm (sobredimensionado)
Longitudes variables
Peso: 1,58kg/m

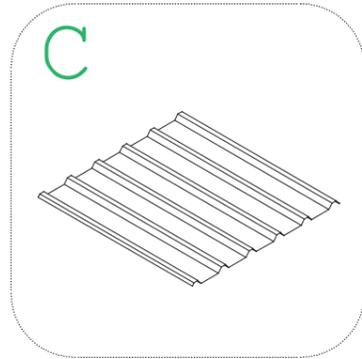
PAQUETE 3 ENVOLVENTE EXTERIOR



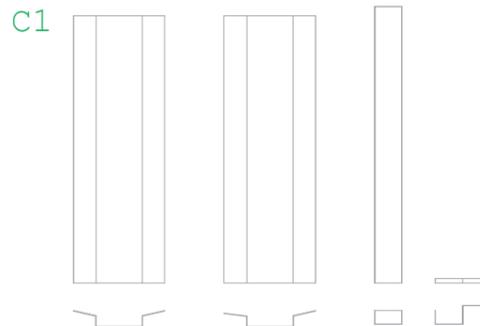
Paneles sandwich machiembrosos tipo ThermoChip de 10cm de espesor, con dos capas al exterior, de 19mm (de madera, aglomerado...), y una capa interior aislante de espuma rígida de poliestireno extruido. Peso: 21kg/m²



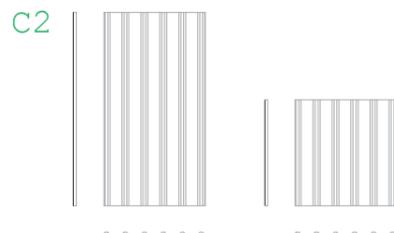
PAQUETE 4 CUBIERTAS



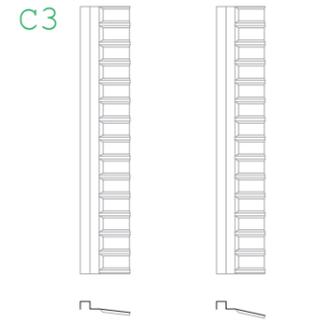
Elementos que forman las cubiertas de chapa grecada, de 3cm de altura de cresta, de acero prelacado y espesor de chapa 0,5mm.



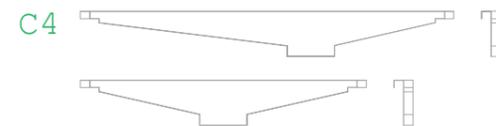
Canalón 1: 0,51x0,11x2,9m (espesor 3mm) (87,5kg)
 Canalón 2: 0,51x0,11x2,9m (espesor 3mm) (87,5kg)
 Canalón 3: 0,3x0,15x3m (espesor 3mm) (44,2kg)
 Sujeción canalón 3: ancho 5cm, espesor 5mm (2,05kg)



Chapa 1: 1,1x2,1m (1,38kg)
 Chapa 2: 1,1x1,15m (0,75kg)



Remate 1: 0,53x2,9m (0,91kg)
 Remate 2: 0,52x2,9m (0,9kg)

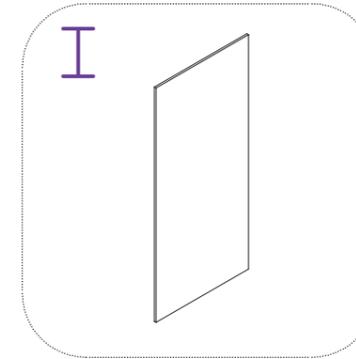


Lateral 1: 4,05x0,49m (1,18kg)
 Lateral 2: 3,1x0,49m (0,9kg)



Pieza empalme: 0,6m ancho (1,26kg)

PAQUETE 5 COMPARTIMENTA- CIÓN INTERIOR



Tableros de madera de 19mm de espesor, con diferentes acabados, sobre montantes y travesaños de madera maciza, formando tabiques registrables.



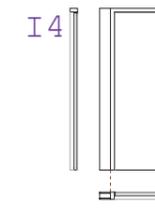
Sección 1 0,03x0,081x2,2m (2,67kg)
 Sección 2 0,04x0,081x2,2m (3,56kg)
 Sección 3 0,04x0,062x2,2m (2,72kg)



1x3x0,019m
 (39,6kg)

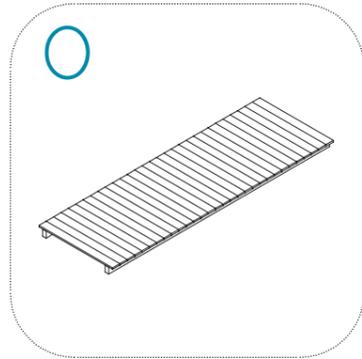


Panel puerta
 (ancho paso 0,85m)
 0,95x2,2x0,1m
 (43,89kg)

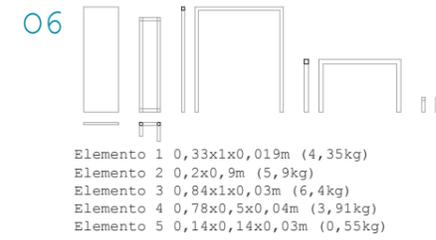
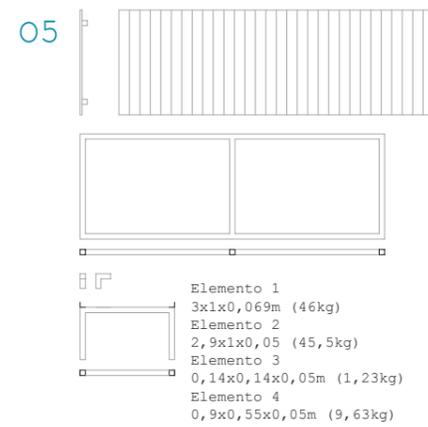
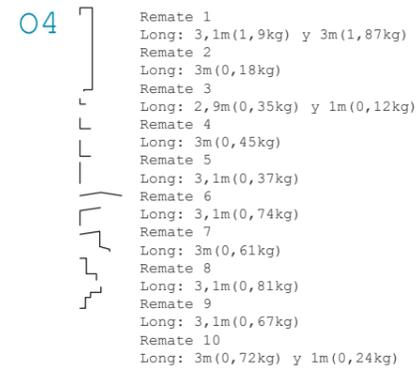
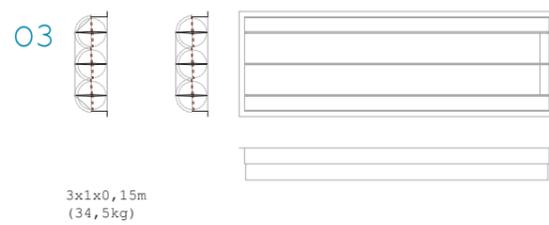
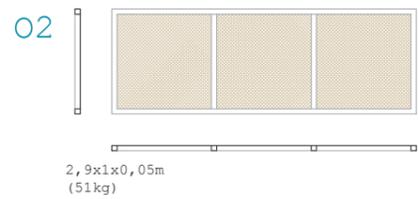


Panel puerta
 (ancho paso 0,75m)
 1x2,2x0,1m
 (46,2kg)

PAQUETE 6 ACCESORIOS



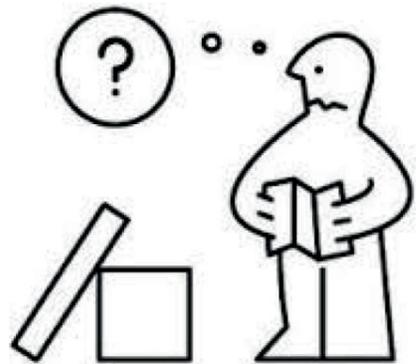
- 1.Pavimento exterior, de tablas de madera
- 2.Barandilla/Valla
- 3.Lamas de protección, fijas o practicables
- 4.Remates metálicos
- 5.Elementos de rampas
- 6.Elementos de escaleras



PRIMERAS COMBINACIONES

En este apartado se resumen las reglas del juego del sistema, como si de un manual de instrucciones se tratara. Se exponen combinaciones, pero también variantes y derivados de cada elemento, detallando los elementos básicos y sus uniones.

**Ver paneles 2 y 3



MONTAJE EJEMPLO

En este apartado se muestran las fases de montaje de un ejemplo de aplicación del sistema.

**Ver panel 4

4////PAQUETES DE ELEMENTOS

En este capítulo pasaremos a describir cada uno de los paquetes de elementos que forman el sistema, detallando y justificando cada uno de sus componentes, en el siguiente orden:

1. ESTRUCTURA
2. APOYOS
3. ENVOLVENTE EXTERIOR
4. CUBIERTAS
5. COMPARTIMENTACIÓN INTERIOR
6. ACCESORIOS

ESTRUCTURA

Justificación de la solución adoptada

A pesar de las ventajas que supone pensar la arquitectura como un todo en el que no se diferencia estructura y cerramientos, como hizo Prouvé en muchos casos, formando parte la construcción de la concepción unitaria de todas las variables del edificio, en el sistema planteado se ha optado por diferenciar estructura y cerramientos, con las ventajas y desventajas que ello supone.

Esta decisión se toma para conseguir unas luces mayores a las que se podrían obtener si los propios cerramientos fueran estructurales, y una mayor libertad, ya que la estructura se entiende como una base sobre la que apoyarán los diversos elementos que conforman los espacios, de manera bastante flexible pero siguiendo un orden que no obliga a llevar los cerramientos al límite marcado por esta. En esta estructura se busca la simpleza, la ligereza y la versatilidad, así como la economía del número de elementos que la forman.

La estructura del edificio es la base sobre la que se atornillarán los diversos elementos que conformarán los espacios planteados, por tanto, desde el principio, su dimensionado ha sido fundamental no solo a la hora de determinar las diferentes luces del edificio buscando al mismo tiempo la ligereza del conjunto, sino también a la hora de definir los espesores y características de los diversos componentes que forman el sistema.

Se recurre a una estructura porticada de acero en caliente galvanizado de perfiles huecos, para buscar ligereza y una mayor durabilidad que la madera ante agentes externos. Los perfiles se eligen huecos, cuadrados para pilares y rectangulares para vigas, para que los cerramientos lleguen de una manera limpia a estos y además respondan de la misma manera en dos direcciones ortogonales según la composición del edificio, permitiendo uniones sencillas.

En un principio se optó por unas luces máximas de 8m para los pórticos (con celosía hasta 16m), para albergar a un número mayor de gente, pero tras diversas

comprobaciones estructurales, se vió que los elementos estructurales habían dejado de ser ligeros y su montaje y transporte se hacía difícil, así que, como solución final, se optó por emplear pórticos de 6m de luz formados por pilares huecos cuadrados de acero en caliente, los cuales, además de facilitar la sujeción de los diversos paneles en sus cuatro caras de igual manera, permiten crecer al edificio en las dos direcciones ortogonales, ya que su inercia es la misma en ambos ejes, al ser perfiles de doble simetría en sección.

Estos pórticos crecen en crujiás de 3m, y permiten diversas configuraciones con otras luces o inclinaciones de cubierta.

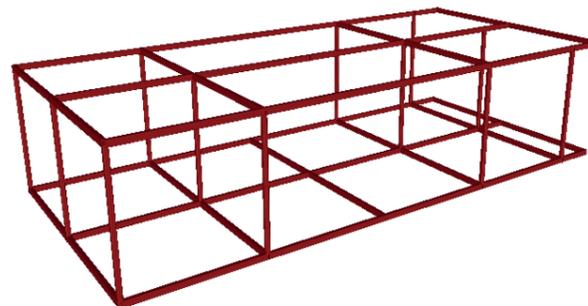
Para el cálculo se han elegido diversos pórticos representativos de todo el sistema, cogiendo el máximo ámbito que podrían soportar los pilares en cada variante posible, así como luces máximas en vigas. Para ello se han empleado cuatro módulos representativos, de dos crujiás cada uno, predimensionados con perfiles PHC 100.100.6 para los pilares, PHR 120.100.6 para las vigas y PHC 50.4 para los perfiles que conforman las celosías.

Aunque en un principio se pensaron las cubiertas inclinadas de seis metros sin cerchas, simplemente con unos cordones verticales intermedios para dar pendiente, finalmente se ha empleado el mismo sistema de triangulación de la celosía de 12 metros para la de 6m, de modo que las tipologías sean las mismas y por tanto se emplean los mismos elementos tanto para cubrir 6m como para 12m, aunque para los 6m no sería necesario triangular.

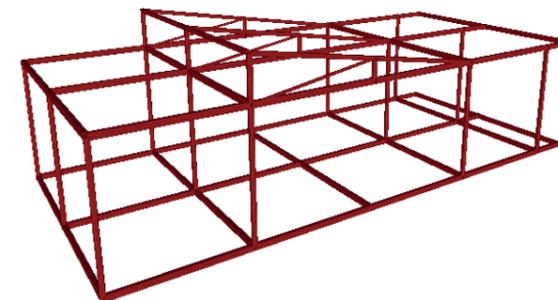
Módulos empleados en el cálculo

Estas cuatro variantes de combinaciones estructurales se han elegido por representar las situaciones más desfavorables que se pueden dar de cada tipología estructural que el sistema permite, siendo el pórtico central de cada una de ellas el que recibe el mayor ámbito de carga posible. Se realizará el cálculo de cada uno de estos módulos estructurales, tratando de unificar las secciones resultantes de este proceso, pero siempre evitando un sobredimensionado excesivo, para obtener una estructura ligera y eficaz.

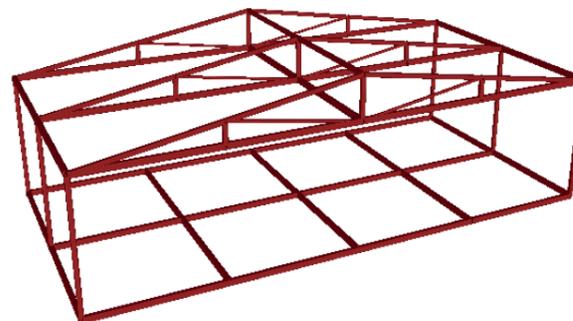
MÓDULO 1



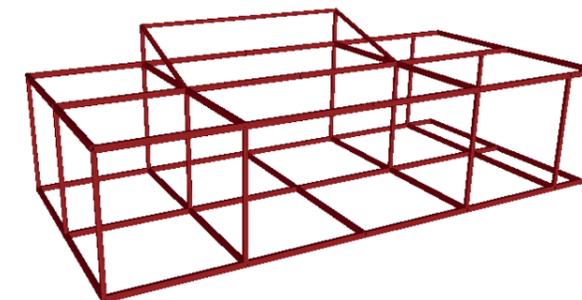
MÓDULO 2



MÓDULO 3



MÓDULO 4



Normativa empleada

Se han tenido en cuenta las siguientes normativas vigentes:

CTE DB SE Seguridad estructural
 CTE DB SE-AE Seguridad estructural-Acciones en la edificación
 CTE DB SE-A Seguridad estructural-Acero
 CTE DB SI Seguridad en caso de incendios
 EAE Instrucción de acero estructural

Acciones permanentes

La concepción del proyecto por medio de componentes homogéneos y modulados permite establecer un orden claro en el cálculo de las acciones permanentes.

Peso propio

Se han dividido los elementos por paquetes según su posición o función en el sistema. En la siguiente tabla se expone el peso propio de cada uno de ellos, pero para el cálculo se tomarán los siguientes valores para cargas permanentes, como aproximación más sincera que la de la normativa y teniendo en cuenta el carácter temporal de la propuesta, aunque se trata de un edificio pensado para ser durable, no efímero:

-Peso propio forjados ligeros (paneles sandwich sobre correas): 1KN/m²
 -Peso tabiquería (no aplicable a cubierta): Aunque la normativa recoge que se ha de considerar como peso propio, no lo vamos a tener en cuenta, ya que en las zonas susceptibles de ser compartimentadas se ha tomado la carga de uso más desfavorable, la cual corresponde a zonas diáfanas, y además la carga de uso está más mayorada que la de peso propio. Los valores que justifican esta decisión se detallan en el siguiente apartado.

Código	Descripción	Peso propio
S1	Perfil PHC 100x100x6 mm	0,176 KN/m
S2	Perfil PHR 140x100x6 mm	0,213 KN/m
S3	Perfil PHC 70x70x5 mm	0,104 KN/m
S4	Perfil PHC 60x60x5 mm	0,0863 KN/m
S5	Perfil PHC 50x50x4 mm	0,0552 KN/m
S6	Perfil LD 100x50x5 mm	0,055 KN/m
S7	Perfil U 100x50x3 mm	0,0448 KN/m
S8	Perfil HEA 100	0,167 KN/m
S9	Perfil T 100	0,164 KN/m
S10.1	Casquillo de unión PHC 100x100x6 mm	0,176 KN/m
S10.2-3	Casquillo de unión PHR 140x100x6 mm	0,213 KN/m
S11	Tirantes de diámetro 16mm	0,0158 KN/m
A1	Columna telescópica elegida (altura de 0,48 a 0,91m)	0,068 KN
A2	Placa reparto de diámetro 60cm (espesor 1 cm)	0,229 KN
A3	Tornillo de tierra de longitud 1,6m (diámetro 7,61cm)	0,12 KN
A4	Tirantes de diámetro 16mm	0,0158 KN/m
E	Paneles sandwich madera (espesor 10 cm)	0,21 KN/m ²
C1.1-2	Canalones tipo 1 y 2 (espesor chapa 3mm)	0,875 KN
C1.3	Canalón tipo 3 (espesor chapa 3mm)	0,442 KN
C1.4	Sujeción canalón 3 (espesor chapa 5mm)	0,0205 KN
C2.1	Chapa grecada 0,5mm espesor (1,1x2,1m)	0,0138 KN
C2.2	Chapa grecada 0,5mm espesor (1,1x1,15m)	0,0075 KN

Código	Descripción	Peso propio
C3.1	Remate 1: 0,53x2,9m	0,0091 KN
C3.2	Remate 2: 0,52x2,9m	0,009 KN
C4.1	Lateral 1: 4,05x0,49m	0,0118 KN
C4.2	Lateral 2: 3,1x0,49m	0,009 KN
C5	Pieza empalme: 0,6m ancho	0,0126 KN
I1.1	Bastidor madera maciza 0,04x0,062x2,2m	0,0272 KN
I1.2	Bastidor madera maciza 0,04x0,081x2,2m	0,0356 KN
I1.3	Bastidor madera maciza 0,03x0,081x2,2m	0,0267 KN
I2	Tablero madera 1x3x0,019m	0,396 KN
I3	Panel puerta 0,95x2,2x0,1m	0,438 KN
I4	Panel puerta 1x2,2x0,1m	0,462 KN
O1	Pavimento exterior 3x1x0,1m	0,49 KN
O2	Barandilla 2,9x1x0,05m	0,51 KN
O3	Lamas protección 3x1x0,15m	0,345 KN
O4.1A	Remate 1 longitud 3,1m	0,019 KN
O4.1B	Remate 1 longitud 3m	0,0187 KN
O4.2	Remate 2 longitud 3m	0,0018 KN
O4.3A	Remate 3 longitud 2,9m	0,0035 KN
O4.3B	Remate 3 longitud 1m	0,0012 KN
O4.4	Remate 4 longitud 3m	0,0045 KN
O4.5	Remate 5 longitud 3,1m	0,0037 KN
O4.6	Remate 6 longitud 3,1m	0,0074 KN
O4.7	Remate 7 longitud 3m	0,0061 KN
O4.8	Remate 8 longitud 3,1m	0,0081 KN
O4.9	Remate 9 longitud 3,1m	0,0067 KN
O4.10A	Remate 10 longitud 3m	0,0072 KN
O4.10B	Remate 10 longitud 1m	0,0024 KN
O5.1	Elemento rampa 1	0,46 KN
O5.2	Elemento rampa 2	0,455 KN
O5.3	Elemento rampa 3	0,0123 KN
O5.4	Elemento rampa 4	0,0963 KN
O6.1	Elemento escalera 1	0,0435 KN
O6.2	Elemento escalera 2	0,059 KN
O6.3	Elemento escalera 3	0,064 KN
O6.4	Elemento escalera 4	0,0391 KN
O6.5	Elemento escalera 5	0,0055 KN

Acciones variables

Como acciones variables, vamos a calcular tanto las de uso, como las de nieve y viento, según la normativa española, pero al calcular los Estados Límite en el programa de cálculo Architrave, el cual sigue el CTE, consideraremos que en cubierta nunca se van a dar simultáneamente las cargas de nieve y de uso (no concomitante con el resto de acciones variables), por tanto tendremos en cuenta únicamente la más desfavorable de las dos.

Sobrecarga de uso

Tipo	KN/m ²
G1. Cubierta accesible únicamente para conservación: Cubierta ligera sobre correas (sin forjado)	0,4

Tipo	KN/m ²
C4. Zonas de acceso al público, opción más desfavorable: Zonas destinadas a gimnasio u actividades físicas*	5

*Como hemos tomado la sobrecarga de uso más desfavorable para todo el sistema, correspondiente a zonas diáfanas, en las zonas compartimentables no tendremos en cuenta la tabiquería, ya que en esas zonas, siguiendo la normativa, tendríamos 3 KN/m² de uso (subcategoría C1) y 1 KN/m² de peso propio de tabiquería como máximo, por tanto, estamos del lado de la seguridad (además los coeficientes de mayoración de las sobrecargas de uso son mayores que los de permanentes).

Sobrecarga de nieve

Como valor de carga de nieve por unidad de superficie en proyección horizontal, q_n, puede tomarse:

$$q_n = \mu \cdot s_k$$

Siendo:

μ coeficiente de forma de la cubierta según 3.5.3

s_k el valor característico de la carga de nieve sobre un terreno horizontal según 3.5.2

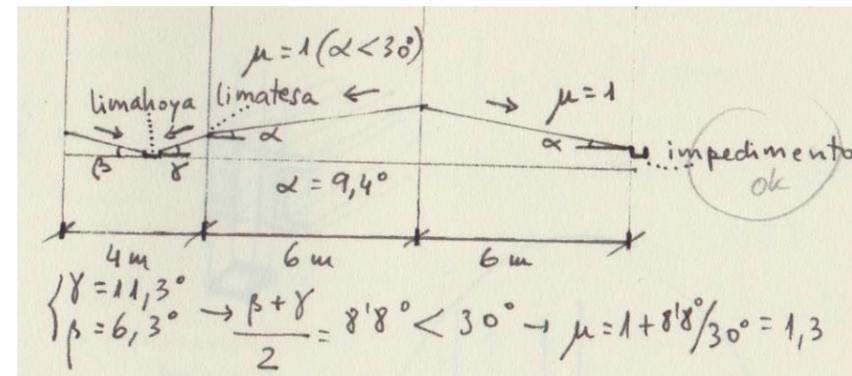
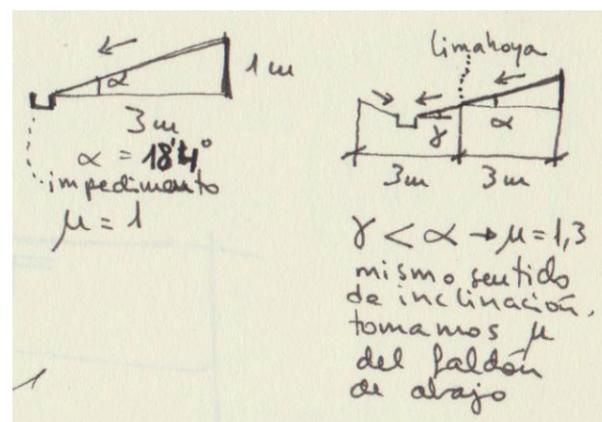
Si la construcción se encuentra en un emplazamiento fuertemente expuesto a la acción del viento, el valor de carga de nieve deberá aumentarse en un 20%.

Dado que el sistema permite emplazarse en muchos lugares, hemos incluido el aumento de carga del 20%.

A pesar de que el primero de los ensayos que hemos hecho del sistema se encuentra a más de 1000m de altura, no vamos a considerar la carga lineal en el borde de los elementos volados de la cubierta que marca la normativa, debida a la formación de hielo, ya que en Cuzco raramente se llega a los 0°C.

El valor de la sobrecarga de nieve sobre un terreno horizontal, s_k , se va a tomar como 0,4 KN/m², ya que, a pesar de que en los lugares ensayados no es habitual que nieve, nos situamos del lado de la seguridad.

En cuanto al coeficiente de forma de la cubierta, se toma $\mu=1.3$, que es el más desfavorable de las diversas variantes que plantea el sistema, según el capítulo 3.5.3 del DBSE-AE:



Tipo	KN/m ²
Carga de nieve ($q_n = \mu \cdot s_k \cdot 1,2 = 1,3 \cdot 0,4 \cdot 1,2$)	0,63

Sobrecarga de viento

Aunque las disposiciones del DB SE-AE no son aplicables a edificios situados en altitudes superiores a 2000m, lo tomaremos como referencia de cálculo, ya que no disponemos de datos empíricos de los lugares ensayados a partir de los cuales establecer las presiones del viento.

Acción del viento (presión estática):

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

PRESIÓN DINÁMICA DEL VIENTO q_b

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

COEFICIENTE DE EXPOSICIÓN c_e

(Tabla 3.4 DB SE-AE)

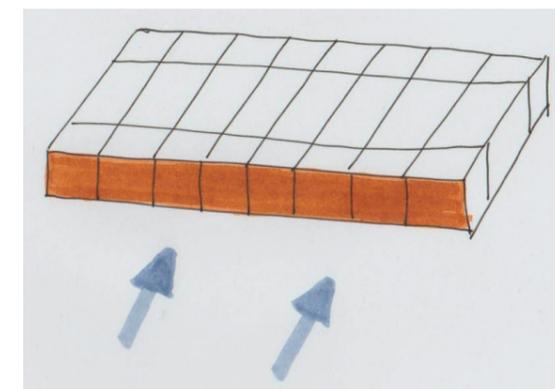
Grado de aspereza del entorno: I (Borde del mar o un lago).

Se escoge este grado de aspereza por ser el más desfavorable.

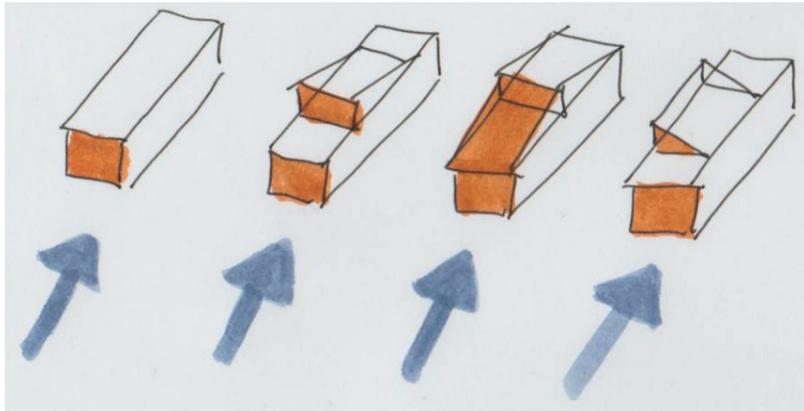
$$c_e = 2,4 \text{ (h = 3m)}$$

COEFICIENTE EÓLICO O DE PRESIÓN EXTERIOR c_p

En las diversas variantes que posibilita el sistema, la dirección de viento más desfavorable será casi siempre la paralela al plano de los pórticos, ya que afecta a una mayor área de paramento vertical, por lo que, como vemos en el dibujo, vamos a considerar esta dirección para el cálculo del viento en los diferentes módulos:



La casa del niño



Dado que 3 de los módulos estructurales representativos son simétricos en esta dirección, sólo calcularemos el viento en un sentido. En el módulo 2, sólo se tomará el sentido más desfavorable de los 2, es decir, el que afecta a una mayor superficie de paramento vertical y que vemos grafiado.

-Paramentos verticales (tabla D.3 DBSE-AE):

Para $A > 10\text{m}^2$ y $h/d=1\text{m}$ (opciones más desfavorables posibles)

-Barlovento $c_p=0,8$ $q_e=0,5.2.4.0,8=0,88 \text{ KN/m}^2$

-Sotavento $c_p=-0,5$ $q_e=0,5.2.4.(-0,5)=-0,55 \text{ KN/m}^2$

-Cubiertas:

Para cubiertas planas, $c_p=-0,7$ (Tabla D.4, para $A > 10\text{m}^2$, bordes con aristas y zona H)

Para sacar el valor c_p de las áreas inclinadas, se considerará estructura en forma de nave, ya sea a un agua o dos, según el caso:

-Módulo 2 (Tabla D.5b, un agua)

Interpolamos para $9,4^\circ$, $A > 10\text{m}^2$ y zona H: $c_p = -0,85$

-Módulo 3 (Tabla D.6a, dos aguas)

Interpolamos para $9,4^\circ$, $A > 10\text{m}^2$ y zona H: $c_p = -0,468$ y $c_p = 0,0088$

-Módulo 4 (Tabla D.5c, un agua)

Interpolamos para $18,4^\circ$, $A > 10\text{m}^2$ y zona I: $c_p = -0,71$

En todas las cubiertas aplicaremos, del lado de la seguridad y para simplificar cálculos, los c_p más desfavorables: $c_p = -0,85$ y $c_p = 0,0088$

Por tanto:

$q_e=0,5.2.4.(-0,85)=-1,02 \text{ KN/m}^2$ (Viento succión, del lado de la seguridad)

$q_e=0,5.2.4.0,0088=0,01 \text{ KN/m}^2$ (Viento presión, despreciable)

Acción térmica

Los edificios y sus elementos están sometidos a deformaciones y cambios geométricos debidos a las variaciones de la temperatura ambiente exterior. La magnitud de las mismas depende de las condiciones climáticas del lugar, la orientación y de la exposición del edificio, las características de los materiales constructivos y de los acabados y revestimientos, y del régimen de calefacción y ventilación interior, así como del aislamiento térmico.

Las variaciones de la temperatura en el edificio conducen a deformaciones de todos los elementos constructivos, en particular, los estructurales, que, en los casos en los que estén impedidas, producen tensiones en los elementos afectados.

La disposición de juntas de dilatación puede contribuir a disminuir los efectos de las variaciones de la temperatura.

En el sistema planteado, no hace falta considerar las acciones térmicas, ya

que además de no haber elementos continuos de más de 40m de longitud (máximo dictado por la norma para disponer juntas de dilatación en edificios habituales con elementos estructurales de acero), el proyecto se construye por medio de componentes de pequeñas dimensiones, con sellados en las juntas, que absorberán los cambios dimensionales derivados de las acciones térmicas. Estos motivos llevan a considerar como despreciables las acciones térmicas en el cálculo.

Estados límite

La estructura se ha analizado y dimensionado frente a los estados límite, que son aquellas situaciones en que, en caso de verse superadas, puede considerarse que el edificio no cumple alguno de los requisitos estructurales por los cuales ha sido concebido.

Estados Límite Últimos

La estructura se ha calculado frente a los Estados Límite Últimos, que son los que, en caso de ser superados, constituyen un riesgo para las personas por producirse un colapso total o parcial del edificio. En general se ha considerado:

- A. Pérdida de equilibrio del edificio o de una parte de éste, considerándolo como cuerpo rígido.
- B. Fallo por deformación excesiva, convirtiendo la estructura en un mecanismo.
- C. Rotura de los elementos estructurales o de sus uniones.
- D. Desgaste por efectos de la fatiga o la corrosión.

Se ha comprobado que hay suficiente resistencia de la estructura portante, de todos los elementos estructurales, secciones, puntos y uniones entre elementos, porque para todas las situaciones de dimensionado pertinentes se cumple la condición: $Ed \leq Rd$, siendo Ed el valor de cálculo del efecto de acciones y Rd el valor de cálculo de la resistencia correspondiente.

Se ha comprobado que hay suficiente estabilidad del conjunto del edificio y todas las partes independientes del mismo, porque las situaciones de dimensionado pertinentes se cumple la condición: $Ed, dst \leq Ed, Stb$, siendo Ed, dst el valor de cálculo del efecto de las acciones desestabilizadoras y Ed, Stb el valor de cálculo de las acciones estabilizadoras.

Estados Límite de Servicio

La estructura se ha calculado frente a los Estados Límite de servicio, que son los que en caso de ser superados afectan al confort y al bienestar de los usuarios o terceras personas, el correcto funcionamiento del edificio o la apariencia de la construcción.

Los E.L.S. pueden ser reversibles o irreversibles. La reversibilidad se refiere a las consecuencias que exceden los límites especificados como admisibles, una vez desaparecidas las acciones que las han producido. En general se han considerado las siguientes:

- A. Las deformaciones (flechas, asientos o desplomes) que afecte a la semejanza de una obra, al confort de los usuarios o al funcionamiento de los equipos e instalaciones.
- B. Las vibraciones que causan la falta de confort de las personas, o que afectan a la funcionalidad de la obra.
- C. Los daños o el deterioro que pueden afectar desfavorablemente a la semejanza, la durabilidad o la funcionalidad de la obra.

Las verificaciones de E.L.S., que aseguran la aptitud al servicio de la estructura, han comprobado su comportamiento adecuado en relación con las deformaciones, las vibraciones y el deterioro, porque se cumple, por las situaciones de dimensionado pertinentes, que el efecto de las acciones no alcanza el valor límite establecido por dicho efecto en el DB-SE.

Combinación de acciones

Hipótesis de cálculo

Para el cálculo de los elementos estructurales se han considerado los siguientes supuestos:

Peso propio (permanente, Gk)	PP
Sobrecarga de Uso (variable, Qk)	SU
Nieve (variable, Qk)	N
Viento (variable, Qk) SUCCIÓN	V(s)
Viento (variable, Qk) PRESIÓN	V(p)

Valor característico de las acciones permanentes G_k
 Valor característico de la acción variable determinante Q_{k1}
 Valor característico de la acción variable secundaria Q_{ki}
 Coeficiente de combinación de una acción variable Ψ_{0i}
 Coeficiente parcial de seguridad para acciones permanentes γ_G
 Coeficiente parcial de seguridad para acciones variables γ_Q
 Coeficiente para el valor frecuente de una acción variable Ψ_{1i}
 Coefic. para el valor casi-permanente de una acc. variable Ψ_{2i}

Estados Límite Últimos

Situación persistente $\Sigma \gamma_G \cdot G_k + \gamma_Q \cdot Q_{k1} + \Sigma \gamma_Q \cdot \Psi_{0i} \cdot Q_{ki}$

ELU	$\gamma_G \cdot G_k$	$\gamma_Q \cdot Q_{k1}$	$(\gamma_Q \cdot \Psi_{02} \cdot Q_{k2}) + (\gamma_Q \cdot \Psi_{03} \cdot Q_{k3})$	
A1	1,35 PP	1,5 SU	1,5.0,5 N	1,5.0,6 Vs
A2	1,35 PP	1,5 N	1,5.0,7 SU	1,5.0,6 Vs
A3	1,35 PP	1,5 Vs	1,5.0,7 SU	1,5.0,5 N
B1	1,35 PP	1,5 SU	1,5.0,5 N	1,5.0,6 Vp
B2	1,35 PP	1,5 N	1,5.0,7 SU	1,5.0,6 Vp
B3	1,35 PP	1,5 Vp	1,5.0,7 SU	1,5.0,5 N

Estados Límite de Servicio

Situación de corta duración irreversible $\Sigma G_k + Q_{k1} + \Sigma \Psi_{0i} \cdot Q_{ki}$

ELS	GX	Qk1	$(\Psi_{02} \cdot Q_{k2}) + (\Psi_{03} \cdot Q_{k3})$	
A1	PP	SU	0,5 N	0,0 Vs
A2	PP	Vs	0,7 SU	0,6 N
A3	PP	N	0,7 SU	0,6 Vs
B1	PP	SU	0,5 N	0,6 Vp
B2	PP	Vp	0,7 SU	0,5 N
B3	PP	N	0,7 SU	0,6 Vp

Situación de corta duración reversible $\Sigma G_k + \Psi_{1i} \cdot Q_{k1} + \Sigma \Psi_{2i} \cdot Q_{ki}$

ELS	GX	$\Psi_{11} \cdot Q_{k1}$	$(\Psi_{22} \cdot Q_{k2}) + (\Psi_{23} \cdot Q_{k3})$	
-----	----	--------------------------	---	--

A1	PP	0,5 SU	0,0 N	0,0 Vs
A2	PP	0,5 Vs	0,3 SU	0,0 N
A3	PP	0,2 N	0,3 SU	0,0 Vs
B1	PP	0,5 SU	0,0 N	0,0 Vp
B2	PP	0,5 Vp	0,3 SU	0,0 N
B3	PP	0,2 N	0,3 SU	0,0 Vp

Situación de larga duración reversible $\Sigma G_k + \Sigma \Psi_{2i} \cdot Q_{ki}$

ELS GX $(\Psi_{21} \cdot Q_{k1}) + (\Psi_{22} \cdot Q_{k2}) + (\Psi_{23} \cdot Q_{k3})$

A1	PP	0,3 SU	0,0 N	0,0 Vs
A2	PP	0,3 SU	0,0 N	0,0 Vp

Materiales

Los elementos estructurales del edificio son de acero laminado en caliente, el cual presenta las siguientes características:

- Designación S275
- Límite elástico 275 N/mm²
- Módulo de Elasticidad: E 210.000 N/mm²
- Módulo de Rigidez: G 81.000 N/mm²
- Coeficiente de Poisson: ν 0,3
- coeficiente de dilatación térmica: α $1,2 \cdot 10^{-5}$ (°C)⁻¹
- densidad: ρ 7.850 kg/m³

El coeficiente de minoración será 1,05 (γ_s)

Ensayos a realizar

Se realizarán los ensayos pertinentes en función del grado de control de la obra, de acuerdo con:
 CTE DB SE-A acero

Durabilidad

Anteriormente a la ejecución del proceso de protección del acero, se procederá a realizar las perforaciones necesarias para permitir las uniones atornilladas en obra. El siguiente paso consiste en proteger el elemento mediante **galvanización en caliente por procedimiento discontinuo**.

Los recubrimientos de zinc ejercen una activa protección catódica sobre las piezas y elementos de hierro y acero sobre los que se aplican, pudiéndose asegurar que mientras exista zinc remanente sobre la superficie de dichas piezas el acero base de las mismas permanecerá inalterado.

La duración de la protección que proporcionan los recubrimientos de zinc a los elementos de acero es directamente proporcional a la masa de zinc (o al espesor) de dicho recubrimiento, siendo esta la característica más importante a tener en cuenta al seleccionar el sistema, con el fin de asegurar que se alcanzará la vida útil requerida.

La norma UNE EN ISO 1461 especifica los espesores mínimos de los recubrimientos galvanizados en función del espesor del acero base de las piezas (tabla 2):

Espesor de la pieza	Valor local (mínimo)	Valor medio (mínimo)
	μm (micrometros)	μm (micrometros)
Acero > 3 mm hasta < 6 mm	55	70

Para garantizar una vida útil del recubrimiento de zinc y por lo tanto la vida útil sin corrosión del elemento de acero, será necesario manejar dos parámetros; la velocidad de corrosión del zinc según el ambiente en el que se implanta el edificio y el espesor de la capa de zinc.

Suponemos el ambiente más desfavorable en el que se puede encontrar el edificio, quedando del lado de la seguridad, y según la tabla 4 de la norma UNE EN ISO 1461 obtenemos la velocidad de corrosión:

Categoría de corrosividad (ambientes)	Velocidad de corrosión del Zinc ($\mu\text{m}/\text{año}$)
C3 Rural en el interior del país	0,7 a 2
C4 Industrial en el interior del país o urbano costero	2 a 4
C5 Industrial muy húmedo o costero de elevada salinidad	4 a 8

Con un **espesor de 120 μm** se puede asegurar una vida útil del elemento de 15 a 30 años en los ambientes mas desfavorables, más que suficiente para un edificio con un carácter efímero. Para entornos con salinidad baja (C4) se obtiene una vida útil de 30 a 60 años, y para ambientes favorables como pueden ser zonas rurales en el interior del país (C3) se obtiene una vida útil de 60 a 170 años.

Es importante señalar que, a final de este periodo de protección, el elemento de acero estará libre de corrosión y podrá volverse a regalvanizar o proteger por cualquier otro procedimiento.

Modelización de la estructura

La aproximación al cálculo estructural empieza por entender la concepción modular del proyecto por medio de componentes. Como ya hemos visto, dada la flexibilidad a la hora de componer los módulos del proyecto, se simplifica el cálculo reduciendo el modelo estructural a 4 módulos básicos que representan las agrupaciones más desfavorables posibles que ofrece el sistema. Cada módulo consta de dos crujeías, siendo el pórtico central el que recibe el mayor ámbito de carga posible, por lo que será el pórtico más desfavorable de cada tipología estructural.

A través de un predimensionado inicial de la estructura, se calcula en base a las cargas permanentes y variables una solución que cumpla todas las exigencias establecidas por el CTE. En los diversos predimensionados precedentes, con el objetivo de limitar el número de elementos diferentes del sistema, se ha buscado generalizar el uso de una misma sección de perfil resistente PHC 100X100 para los distintos elementos estructurales del modelizado, siempre buscando eficacia estructural y ligereza, aunque finalmente se emplearán tres tipos, que por la función estructural que tienen, se distancian del intento de generalización:

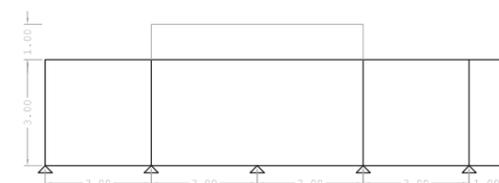
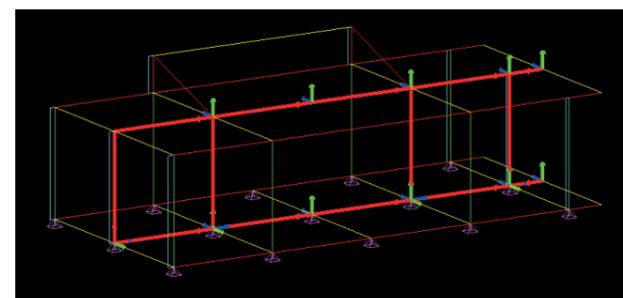
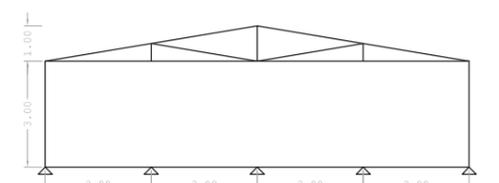
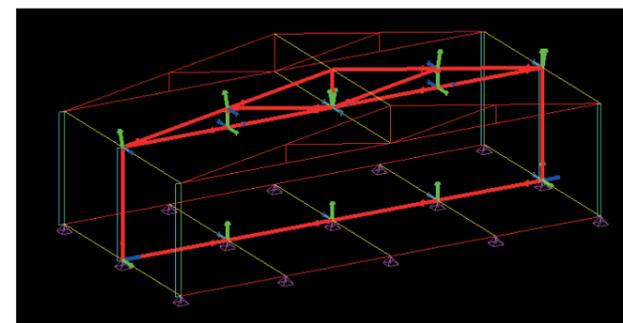
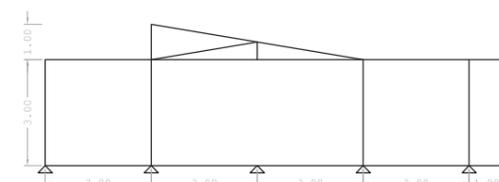
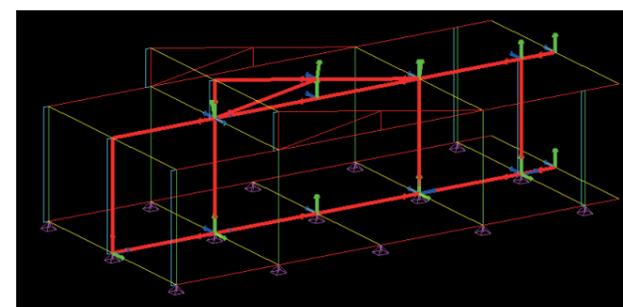
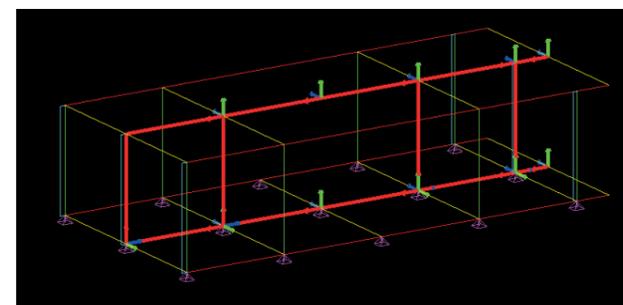
- Elementos verticales y cordón superior celosías: PHC 100x100x6
- Elementos horizontales: PHR 140x100x6
- (excepto cubreras, que serán de PHC 100x100x6)
- Diagonales de las celosías: PHC 60x60x5

A pesar de que los perfiles empleados en los pórticos són muy esbeltos para buscar su ligereza, la unión pilar-viga se considera rígida, ya que tienen una inercia o sección similar, en cambio, la unión del pórtico a los apoyos se modeliza (y materializa) como una rótula, porque la ligereza de los apoyos no hace posible la transmisión de Momentos al terreno.

Mediante el programa de cálculo ARCHITRAVE, se lleva a cabo el cálculo de las solicitaciones que están actuando y con ello, la totalidad de las posibilidades a

la hora de componer una estructura con el sistema propuesto, teniendo en cuenta la modelización y la suposición inicial (simplificación de la estructura en módulos básicos). Se pretende cubrir 6m máximo sin celosía y 12m máximo con ella.

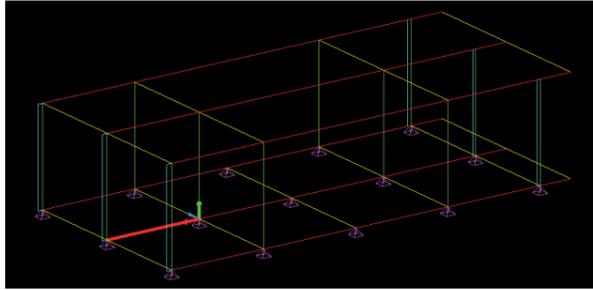
Modelización:



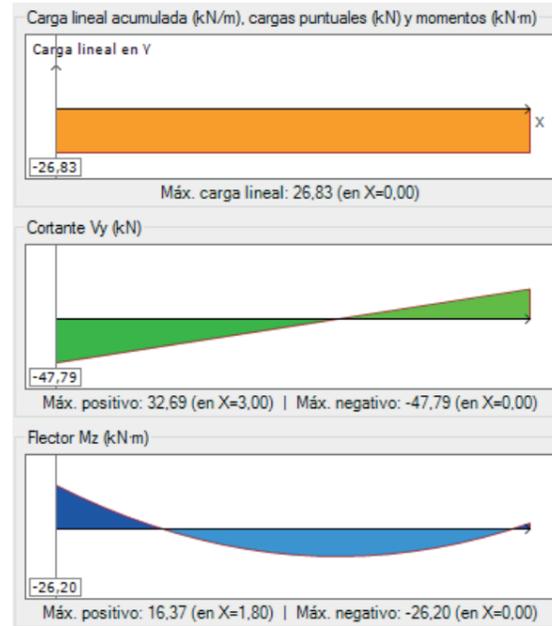
Cálculo de las solicitaciones y dimensionado (ELU)

A continuación procederemos a analizar los elementos más desfavorables de cada módulo, mostrando las solicitaciones obtenidas del programa Architrave, el cual sigue el CTE, y analizando el dimensionado ELU de los diversos elementos.

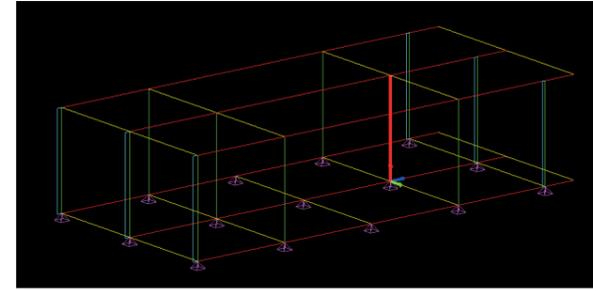
MÓDULO 1
Viga más desfavorable, combinación ELU B1



Esta viga no cumple a resistencia, pero dado que es la única del Módulo 1 que falla, y además lo hace por muy poco, en combinación ELU B1, teniendo en cuenta que en el cálculo se han aplicado coeficientes del lado de la seguridad se mantendrá la sección propuesta. Además la posición respecto a la carga de viento no es la mejor, pues el vuelo en esta posición sería más favorable.



Pilar más desfavorable, combinación ELU B3



El pilar más desfavorable, y todo el resto, cumplen para la combinación más desfavorable ELU B3. La sección del pilar óptimo sería 80x80x6.

Sección
Tipo de sección: PHR 140x100x6
Propiedades: Base: 10,00 cm, Altura: 14,00 cm, Área: 25,99 cm², Ix: 894,65 cm⁴, Iy: 407,05 cm⁴, Iz: 683,93 cm⁴

Pórtico de vigas
Nombre del pórtico: 3.0, Nº de vigas: 5, Viga actual: 3.0.5, Longitud viga (m): 3,00

Comprobaciones
Falla

Resistencia
ELU desfavorable: 3, Ten. Von Misses (N/mm²): 274,58, Coeficiente Resistencia: 1,02, Comprobaciones: **Falla**

Pandeo
ELU desfavorable: 3, β Pandeo plano XY local: 0,68, β Pandeo plano XZ local: 0,60, Coeficiente Pandeo: 0,64, Comprobaciones: **Cumple**

Pandeo lateral
ELU desfavorable: 0,00, β Pandeo lateral: 0,00, Coeficiente Pandeo lateral: 0,00, Comprobaciones: **Cumple**

Flecha
ELS desfavorable: 3, Flecha relativa (elástica) (cm): -0,558, Tipo de vano: Interior, Flecha activa (cm): 0,446, Coeficiente Flecha activa: 0,45, Flecha instant. (cm): 0,419, Coeficiente Flecha instantánea: 0,49, Flecha casi-perm (cm): 0,251, Coeficiente Flecha casi-permanente: 0,25, Comprobaciones: **Cumple**

Sección
Tipo de sección: PHC 100x100x6
Propiedades: Base: 10,00 cm, Altura: 10,00 cm, Área: 21,19 cm², Ix: 530,11 cm⁴, Iy: 300,95 cm⁴, Iz: 300,95 cm⁴

Columna de pilares
Nombre de la columna: 5, Nº de pilares: 1, Pilar Actual: 5.1, Longitud pilar (m): 3,00

Comprobaciones
Cumple normativa

Resistencia
ELU desfavorable: 5, Ten. Von Misses (N/mm²): 140,68, Coeficiente Resistencia: 0,54, Comprobaciones: **Cumple**

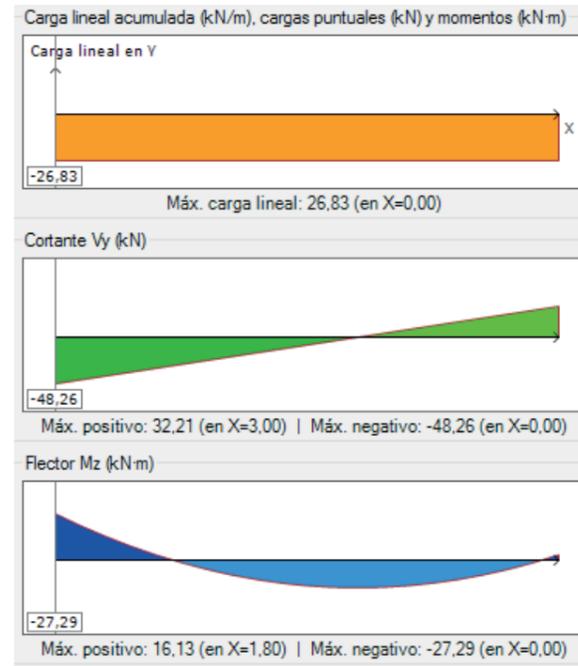
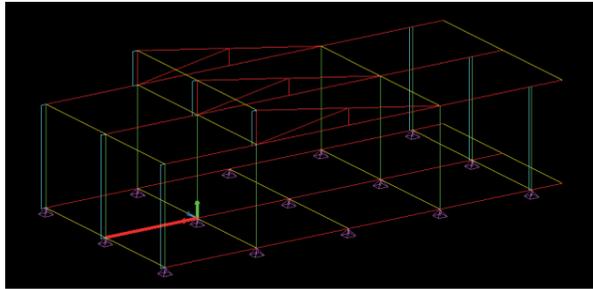
Pandeo
ELU desfavorable: 4, β Pandeo plano XY local: 0,56, β Pandeo plano XZ local: 0,56, Coeficiente Pandeo: 0,30, Comprobaciones: **Cumple**

Pandeo lateral
ELU desfavorable: 0,00, β Pandeo lateral: 0,00, Coeficiente Pandeo lateral: 0,00, Comprobaciones: **Cumple**

Flecha (no aplicable en pilar)
ELS desfavorable: 0, Flecha relativa (elástica) (cm): 0, Flecha activa (cm): 0, Coeficiente Flecha activa: 0, Flecha instant. (cm): 0, Coeficiente Flecha instantánea: 0, Flecha casi-perm (cm): 0, Coeficiente Flecha casi-permanente: 0, Comprobaciones: **Cumple**

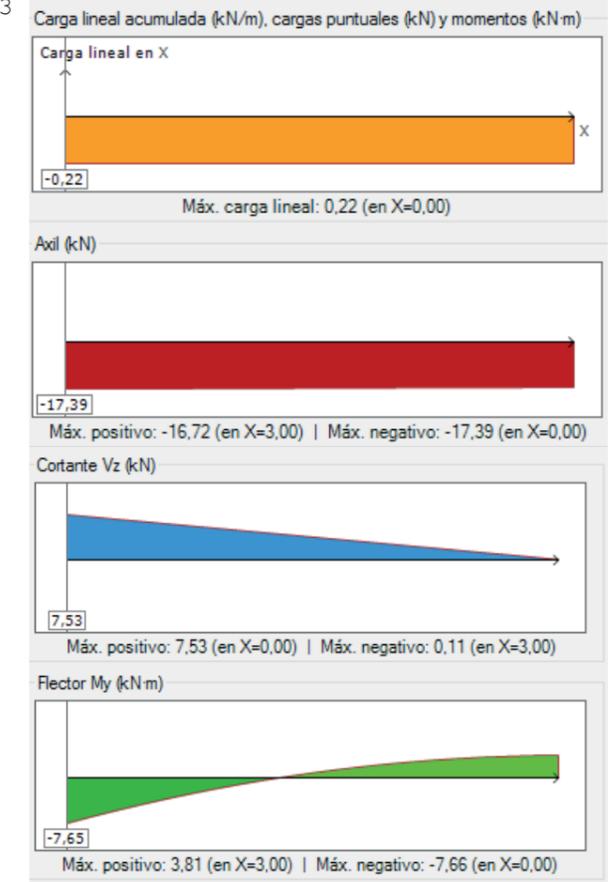
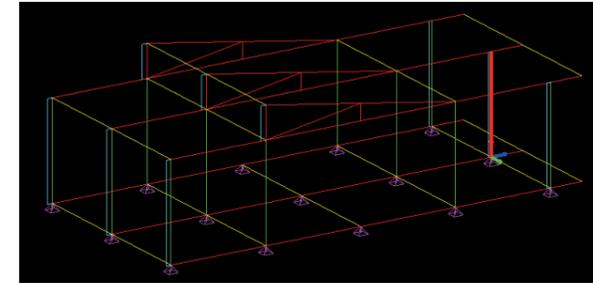
MÓDULO 2

Viga más desfavorable, combinación ELU B1



Para la combinación ELU más desfavorable B1, la viga no cumple a resistencia, pero dado que es la única del Módulo 2 que falla, y además lo hace por muy poco, por el mismo razonamiento anterior mantendremos la sección propuesta.

Pilar más desfavorable, combinación ELU B3



El pilar más desfavorable, y todo el resto, cumplen para la combinación más desfavorable ELU B3. La sección del pilar óptimo sería 80x80x5.

Todos los elementos que forman la celosía también cumplen con los perfiles propuestos.

Sección

Tipo de sección: PHR 140x100x6

Propiedades

Base: 10,00 cm

Altura: 14,00 cm

Área: 25,99 cm²

Ix: 894,65 cm⁴

Iy: 407,05 cm⁴

Iz: 683,93 cm⁴

Material

Nombre: ACERO_S275

Tipo Acero: S275

Fyk: 275.000 Fu: 410.000

Pórtico de vigas

Nombre del pórtico: 3.0

Nº de vigas: 5

Viga actual: 3.0.5

Longitud viga (m): 3,00

Comprobaciones

Falla

Resistencia

ELU desfavorable: 3

Ten. Von Mises (N/mm²): 285,62

Coefficiente Resistencia: 1,07

Comprobaciones: **Falla**

Pandeo

ELU desfavorable: 5

β Pandeo plano XY local: 0,68

β Pandeo plano XZ local: 0,60

Coefficiente Pandeo: 0,52

Comprobaciones: **Cumple**

Pandeo lateral

ELU desfavorable:

β Pandeo lateral: 0,00

Coefficiente Pandeo lateral: 0,00

Comprobaciones: **Cumple**

Flecha

ELS desfavorable: 3

Flecha relativa (elástica) (cm): -0,538

Tipo de vano: Interior

Flecha activa (cm): 0,430

Coefficiente Flecha activa: 0,43

Flecha instant. (cm): 0,404

Coefficiente Flecha instantánea: 0,47

Flecha casi-perm (cm): 0,242

Coefficiente Flecha casi-permanente: 0,24

Comprobaciones: **Cumple**

Sección

Tipo de sección: PHC 100x100x6

Propiedades

Base: 10,00 cm

Altura: 10,00 cm

Área: 21,19 cm²

Ix: 530,11 cm⁴

Iy: 300,95 cm⁴

Iz: 300,95 cm⁴

Material

Nombre: ACERO_S275

Tipo Acero: S275

Fyk: 275.000 Fu: 410.000

Columna de pilares

Nombre de la columna: 2

Nº de pilares: 1

Pilar Actual: 2.1

Longitud pilar (m): 3,00

Comprobaciones

Cumple normativa

Resistencia

ELU desfavorable: 5

Ten. Von Mises (N/mm²): 136,09

Coefficiente Resistencia: 0,52

Comprobaciones: **Cumple**

Pandeo

ELU desfavorable: 5

β Pandeo plano XY local: 0,61

β Pandeo plano XZ local: 0,53

Coefficiente Pandeo: 0,21

Comprobaciones: **Cumple**

Pandeo lateral

ELU desfavorable:

β Pandeo lateral: 0,00

Coefficiente Pandeo lateral: 0,00

Comprobaciones: **Cumple**

Flecha (no aplicable en pilar)

ELS desfavorable:

Flecha relativa (elástica) (cm):

Tipo de vano:

Flecha activa (cm):

Coefficiente Flecha activa:

Flecha instant. (cm):

Coefficiente Flecha instantánea:

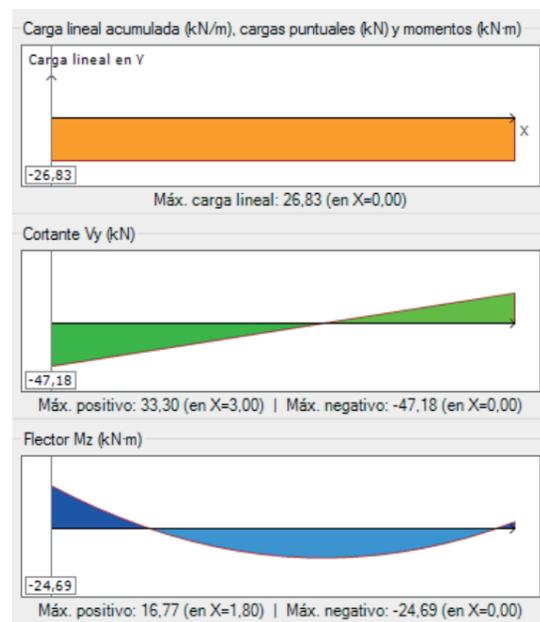
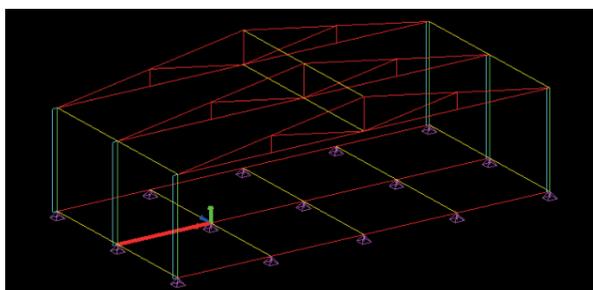
Flecha casi-perm (cm):

Coefficiente Flecha casi-permanente:

Comprobaciones: **Cumple**

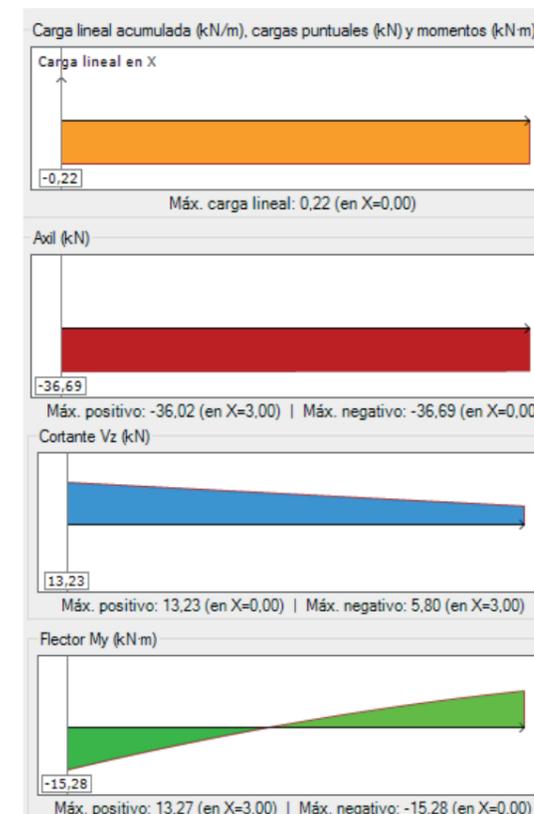
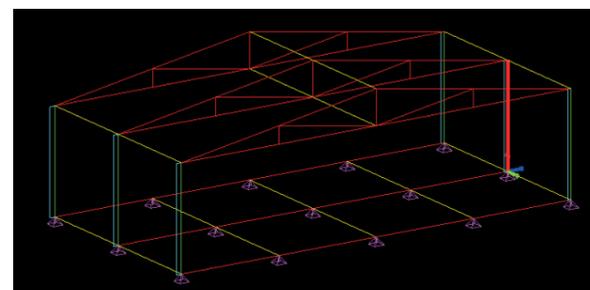
MÓDULO 3

Viga más desfavorable, combinación ELU B1



Para la combinación ELU más desfavorable B1, y para el resto, la viga más solicitada cumple, así como el resto de elementos que tienen asignado este perfil, como los zunchos, que por tema constructivo para homogeneizar el sistema en las dos direcciones ortogonales, también presentan esta sección.

Pilar más desfavorable, combinación ELU B3



El pilar señalado no cumple para la combinación más desfavorable ELU B3, sin embargo, a parte de ser el único pilar que no cumple, lo hace por muy poco, ya que la tensión de Von Mises se queda en 272,24 N/mm², es decir, no supera la del material, acero S-275. Además cabe destacar que, siendo simétrico el módulo, el otro pilar del pórtico central es optimizable a 90.90.5, por lo que podemos pensar que no cumple debido a su posición respecto a la carga de viento succión.

Por otro lado, todos los elementos que forman la celosía cumplen con los perfiles propuestos.

Sección: PHR 140x100x6

Propiedades: Base: 10,00 cm; Altura: 14,00 cm; Área: 25,99 cm²; Ix: 894,65 cm⁴; Iy: 407,05 cm⁴; Iz: 683,93 cm⁴

Material: ACERO_S275; Fyk: 275.000; Fu: 410.000

Pórtico de vigas: Nombre del pórtico: 3.0; Nº de vigas: 4; Viga actual: 3.0.4; Longitud viga (m): 3.00

Comprobaciones: Cumple normativa

Resistencia: ELU desfavorable: 3; Ten. Von Mises (N/mm²): 259,36; Coeficiente Resistencia: 0,96; Comprobaciones: Cumple

Pandeo: ELU desfavorable: 3; β Pandeo plano XY local: 0,69; Chi Z: 0,86; β Pandeo plano XZ local: 0,60; Chi Y: 0,83; Coeficiente Pandeo: 0,66; Comprobaciones: Cumple

Pandeo lateral: ELU desfavorable: 0,00; β Pandeo lateral: 0,00; Chi lateral: 1,00; Coeficiente Pandeo lateral: 0,00; Comprobaciones: Cumple

Flecha: ELS desfavorable: 3; Flecha relativa (elástica) (cm): -0,583; Tipo de vano: Interior; Flecha activa (cm): 0,466; Coeficiente Flecha activa: 0,47; Flecha instant. (cm): 0,437; Coeficiente Flecha instantánea: 0,51; Flecha casi-perm (cm): 0,262; Coeficiente Flecha casi-permanente: 0,26

Sección: PHC 100x100x6

Propiedades: Base: 10,00 cm; Altura: 10,00 cm; Área: 21,19 cm²; Ix: 530,11 cm⁴; Iy: 300,95 cm⁴; Iz: 300,95 cm⁴

Material: ACERO_S275; Fyk: 275.000; Fu: 410.000

Columna de pilares: Nombre de la columna: 2; Nº de pilares: 1; Pilar Actual: 2.1; Longitud pilar (m): 3.00

Comprobaciones: Falla

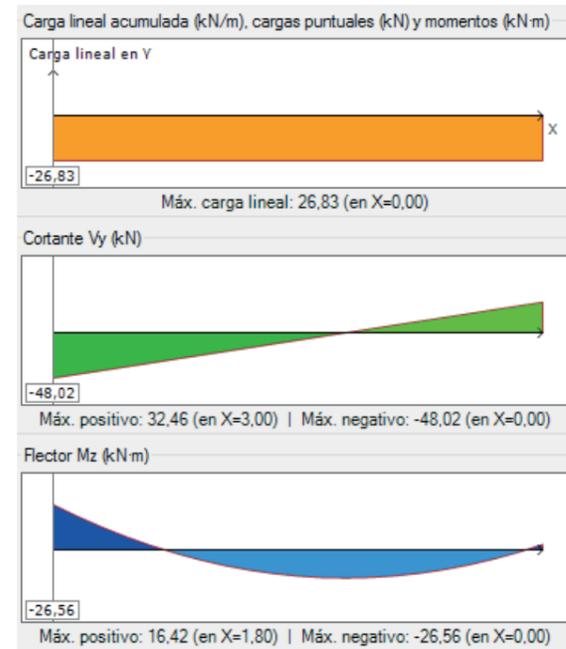
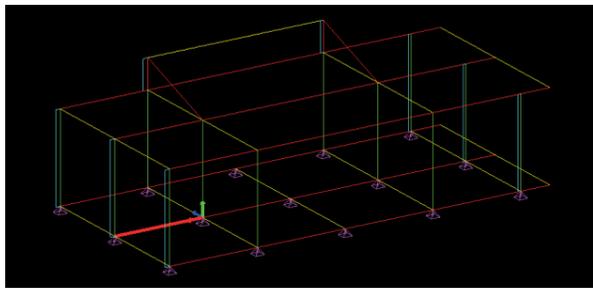
Resistencia: ELU desfavorable: 5; Ten. Von Mises (N/mm²): 272,24; Coeficiente Resistencia: 1,04; Comprobaciones: Falla

Pandeo: ELU desfavorable: 5; β Pandeo plano XY local: 0,56; Chi Z: 0,84; β Pandeo plano XZ local: 0,58; Chi Y: 0,83; Coeficiente Pandeo: 0,53; Comprobaciones: Cumple

Pandeo lateral: ELU desfavorable: 0,00; β Pandeo lateral: 0,00; Chi lateral: 1,00; Coeficiente Pandeo lateral: 0,00; Comprobaciones: Cumple

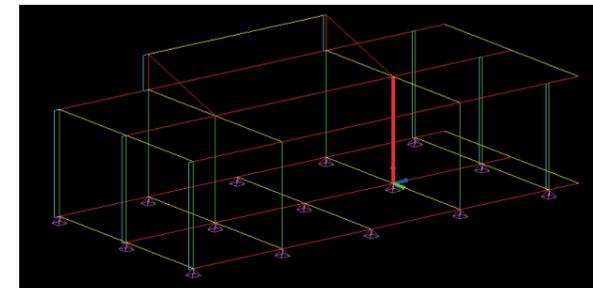
Flecha (no aplicable en pilar): ELS desfavorable: 0,00; Flecha relativa (elástica) (cm): 0,00; Tipo de vano: 0,00; Flecha activa (cm): 0,00; Coeficiente Flecha activa: 0,00; Flecha instant. (cm): 0,00; Coeficiente Flecha instantánea: 0,00; Flecha casi-perm (cm): 0,00; Coeficiente Flecha casi-permanente: 0,00

MÓDULO 4
Viga más desfavorable, combinación ELU B1



Para la combinación ELU más desfavorable B1, la viga no cumple, pero siendo la única barra de todo el módulo que no lo hace y debido a que es por poco margen, se mantendrá su sección, empleando el mismo razonamiento que en otros casos similares.

Pilar más desfavorable, combinación ELU B3



El pilar más desfavorable de todo el módulo cumple para ELU B3, así como todo el resto de elementos verticales e inclinados. La sección óptima para este pilar sería 80.80.6.

Sección

Tipo de sección: PHR 140x100x6

Propiedades

Base: 10,00 cm
 Altura: 14,00 cm
 Área: 25,99 cm²
 Ix: 894,65 cm⁴
 Iy: 407,05 cm⁴
 Iz: 683,93 cm⁴

Material: ACERO_S275
 Tipo Acero: S275
 Fyk: 275.000 Fu: 410.000

Pórtico de vigas

Nombre del pórtico: 3.0
 Nº de vigas: 5
 Viga actual: 3.0.5

Longitud viga (m): 3.00

Comprobaciones: **Falla**

Resistencia

ELU desfavorable: 3
 Coeficiente Resistencia: 1.04
 Ten. Von Misses (N/mm²): 278,31
 Comprobaciones: **Falla**

Pandeo

ELU desfavorable: 3
 β Pandeo plano XY local: 0.68
 β Pandeo plano XZ local: 0.60
 Coeficiente Pandeo: 0.64
 Chi Z: 0.87
 Chi Y: 0.83
 Comprobaciones: **Cumple**

Pandeo lateral

ELU desfavorable:
 β Pandeo lateral: 0.00
 Coeficiente Pandeo lateral: 0.00
 Chi lateral: 1.00
 Comprobaciones: **Cumple**

Flecha

ELS desfavorable: 3
 Flecha relativa (elástica) (cm): -0.558
 Tipo de vano: Interior

Flecha activa (cm): 0.446
 Coeficiente Flecha activa: 0.45
 Flecha instant. (cm): 0.419
 Coeficiente Flecha instantánea: 0.49
 Flecha casi-perm (cm): 0.251
 Coeficiente Flecha casi-permanente: 0.25

Flecha activa/L: 1/ 672
 Límite Flecha activa: 1/ 300

Flecha instant./L: 1/ 717
 Límite Flecha instantánea: 1/ 350

Flecha casi-perm/L: 1/ 1.195
 Límite Flecha casi-permanente: 1/ 300

Comprobaciones: **Cumple**

Sección

Tipo de sección: PHC 100x100x6

Propiedades

Base: 10,00 cm
 Altura: 10,00 cm
 Área: 21,19 cm²
 Ix: 530,11 cm⁴
 Iy: 300,95 cm⁴
 Iz: 300,95 cm⁴

Material: ACERO_S275
 Tipo Acero: S275
 Fyk: 275.000 Fu: 410.000

Columna de pilares

Nombre de la columna: 5
 Nº de pilares: 1
 Pilar Actual: 5.1

Longitud pilar (m): 3.00

Comprobaciones: **Cumple normativa**

Resistencia

ELU desfavorable: 5
 Coeficiente Resistencia: 0.57
 Ten. Von Misses (N/mm²): 150,59
 Comprobaciones: **Cumple**

Pandeo

ELU desfavorable: 5
 β Pandeo plano XY local: 0.55
 β Pandeo plano XZ local: 0.55
 Coeficiente Pandeo: 0.31
 Chi Z: 0.84
 Chi Y: 0.84
 Comprobaciones: **Cumple**

Pandeo lateral

ELU desfavorable:
 β Pandeo lateral: 0.00
 Coeficiente Pandeo lateral: 0.00
 Chi lateral: 1.00
 Comprobaciones: **Cumple**

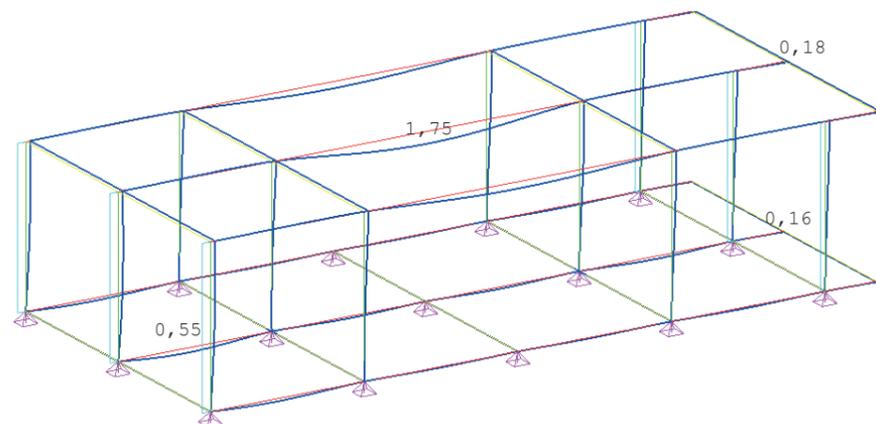
Flecha (no aplicable en pilar)

ELS desfavorable:
 Flecha relativa (elástica) (cm):
 Tipo de vano:
 Flecha activa (cm):
 Coeficiente Flecha activa:
 Flecha instant. (cm):
 Coeficiente Flecha instantánea:
 Flecha casi-perm (cm):
 Coeficiente Flecha casi-permanente:
 Comprobaciones: **Cumple**

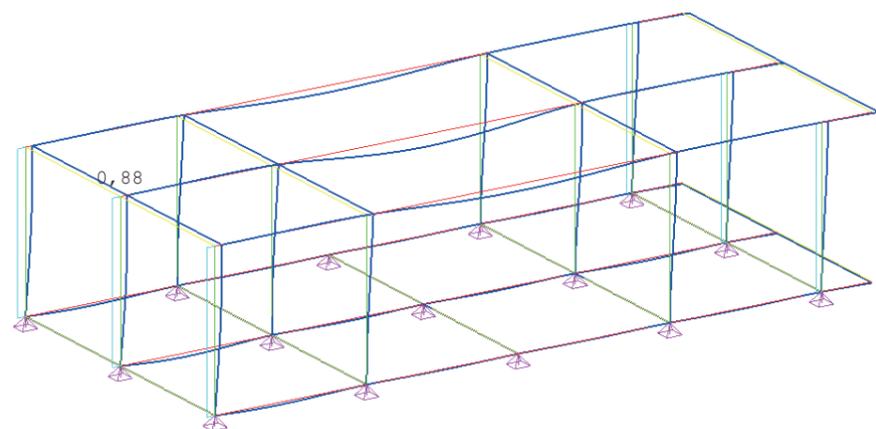
Comprobaciones ELS

MÓDULO 1

Deformada vertical más desfavorable (combinación ELS B1, Característica-Uso)
Valores de las flechas relativas a cada barra en cm



Deformada horizontal más desfavorable (combinación ELS B2, Característica-Viento)
Valores de las flechas relativas a cada barra en cm



Deformaciones verticales de la estructura horizontal. FLECHAS

Vuelo superior central, ELS B3(característica-nieve)		
Daño	Limitación	Flecha
Integridad de los elementos constructivos	2L/300 =0,66 cm	0,15 cm
Confort de los usuarios	2L/350 =0,57 cm	0,14 cm
Apariencia de la obra	2L/300 =0,66 cm	0,08 cm
Vuelo inferior central, ELS B2(característica-viento)		
Daño	Limitación	Flecha
Integridad de los elementos constructivos	2L/300 =0,66 cm	0,12 cm
Confort de los usuarios	2L/350 =0,57 cm	0,12 cm
Apariencia de la obra	2L/300 =0,66 cm	0,07 cm
Viga superior central, ELS B3(característica-nieve)		
Daño	Limitación	Flecha
Integridad de los elementos constructivos	L/300 =2 cm	1,4 cm
Confort de los usuarios	L/350 =1,71 cm	1,31 cm
Apariencia de la obra	L/300 =2 cm	0,79 cm
Viga inferior corta, ELS B1(característica-uso)		
Daño	Limitación	Flecha
Integridad de los elementos constructivos	L/300 =1 cm	0,44 cm
Confort de los usuarios	L/350 =0,85 cm	0,41 cm
Apariencia de la obra	L/300 =1 cm	0,25 cm

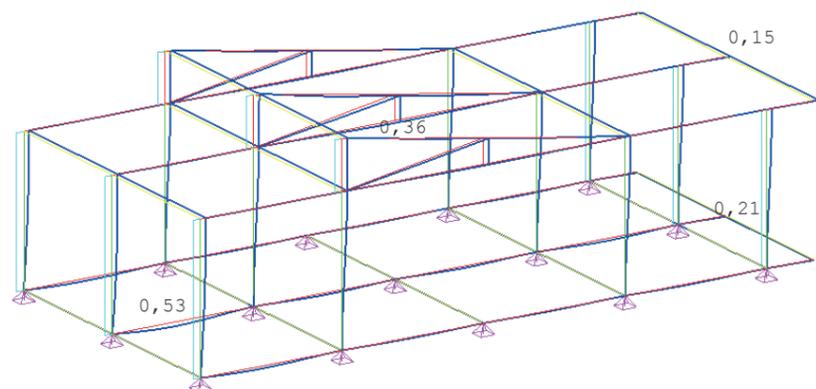
Deformaciones horizontales de la estructura. DESPLOME

Soporte barlovento pórtico central		
Daño	Limitación	Flecha
Integridad de los elementos constructivos	L/500 (H)=0,6 cm	0,88 cm
	L/250 (h)=1,2 cm	
Apariencia de la obra	L/250 =1,2 cm	0,00 cm

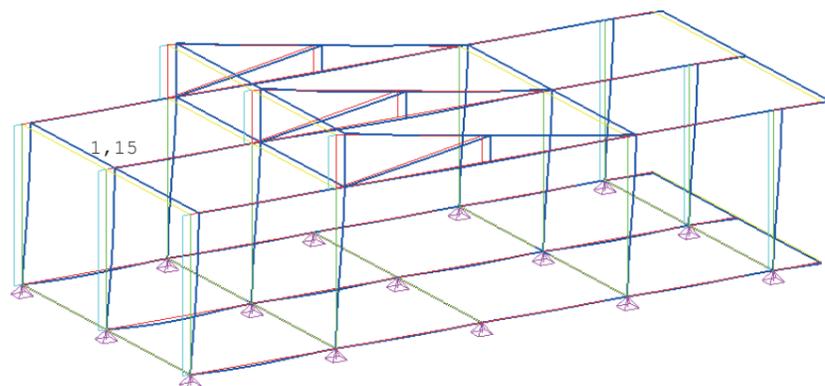
Según el pilar más desfavorable, el desplome total del módulo 1 no cumple en ELS B2, combinación característica con variable principal de Viento-presión.

MÓDULO 2

Deformada vertical más desfavorable (combinación ELS B1, Característica-Uso)
Valores de las flechas relativas a cada barra en cm



Deformada horizontal más desfavorable (combinación ELS B2, Característica-Viento)
Valores de las flechas relativas a cada barra en cm



Deformaciones verticales de la estructura horizontal. FLECHAS

Vuelo superior central, ELS B2(característica-viento)		
Daño	Limitación	Flecha
Integridad de los elementos constructivos	2L/300 =0,66 cm	0,12 cm
Confort de los usuarios	2L/350 =0,57 cm	0,11 cm
Apariencia de la obra	2L/300 =0,66 cm	0,06 cm
Vuelo inferior central, ELS B2(característica-viento)		
Daño	Limitación	Flecha
Integridad de los elementos constructivos	2L/300 =0,66 cm	0,16 cm
Confort de los usuarios	2L/350 =0,57 cm	0,15 cm
Apariencia de la obra	2L/300 =0,66 cm	0,09 cm
Cordón inferior celosía central, ELS B3(característica-nieve)		
Daño	Limitación	Flecha
Integridad de los elementos constructivos	L/300 =2 cm	0,28 cm
Confort de los usuarios	L/350 =1,71 cm	0,26 cm
Apariencia de la obra	L/300 =2 cm	0,16 cm
Viga inferior en extremo pórtico central, ELS B1(característica-uso)		
Daño	Limitación	Flecha
Integridad de los elementos constructivos	L/300 =1 cm	0,43 cm
Confort de los usuarios	L/350 =0,85 cm	0,40 cm
Apariencia de la obra	L/300 =1 cm	0,24 cm

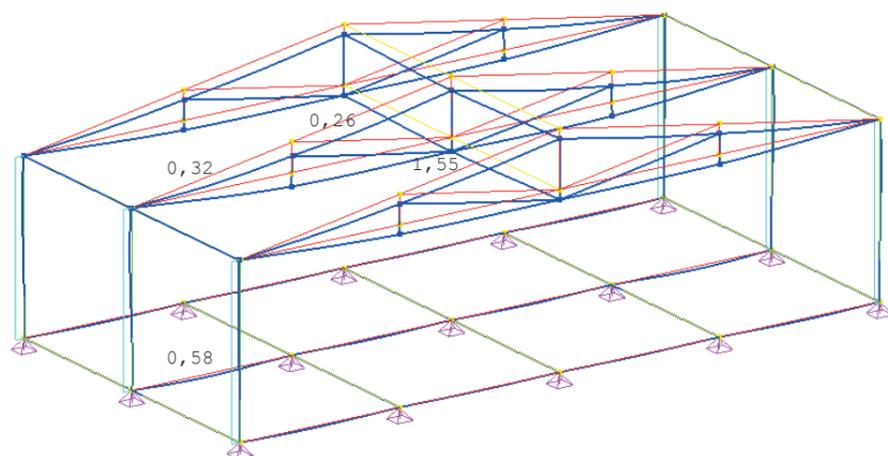
Deformaciones horizontales de la estructura. DESPLOME

Soporte barlovento pórtico central		
Daño	Limitación	Flecha
Integridad de los elementos constructivos	L/500 (H)=0,8 cm	1,15 cm
	L/250 (h)=1,2 cm	
Apariencia de la obra	L/250 =1,2 cm	0,04 cm

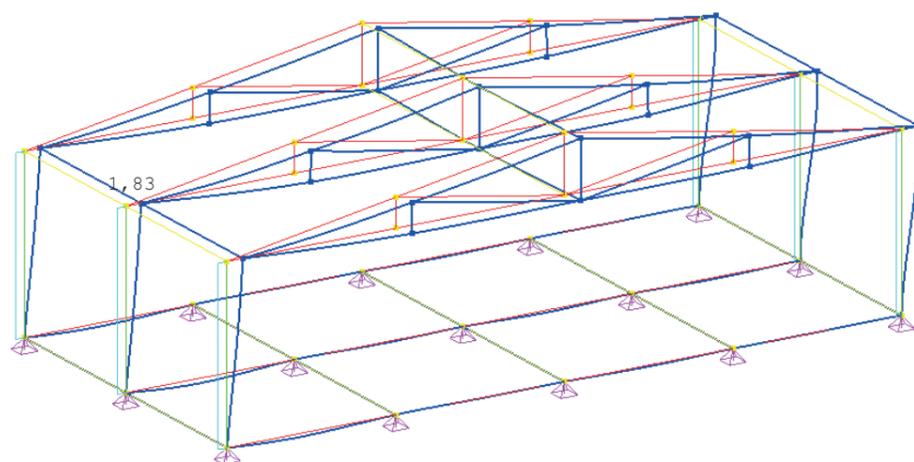
Según el pilar más desfavorable, el desplome total del módulo 2 no cumple en ELS B2, combinación característica con variable principal de Viento-presión.

MÓDULO 3

Deformada vertical más desfavorable (combinación ELS B3, Característica-Nieve)
Valores de las flechas relativas a cada barra en cm



Deformada horizontal más desfavorable (combinación ELS B2, Característica-Viento)
Valores de las flechas relativas a cada barra en cm



Deformaciones verticales de la estructura horizontal. FLECHAS

Primer tramo de viga inferior central, ELS B1(característica-uso)		
Daño	Limitación	Flecha
Integridad de los elementos constructivos	L/300 =1 cm	0,46 cm
Confort de los usuarios	L/350 =0,85 cm	0,43 cm
Apariencia de la obra	L/300 =1 cm	0,26 cm
Primer tramo cordón superior celosía central, ELS B3(característica-nieve)		
Daño	Limitación	Flecha
Integridad de los elementos constructivos	L/300 =1 cm	0,26 cm
Confort de los usuarios	L/350 =0,85 cm	0,24 cm
Apariencia de la obra	L/300 =1 cm	0,14 cm
Segundo tramo cordón superior celosía central, ELS B3(característica-nieve)		
Daño	Limitación	Flecha
Integridad de los elementos constructivos	L/300 =1 cm	0,21 cm
Confort de los usuarios	L/350 =0,85 cm	0,19 cm
Apariencia de la obra	L/300 =1 cm	0,11 cm
Cordón inferior celosía central, ELS B3(característica-nieve)		
Daño	Limitación	Flecha
Integridad de los elementos constructivos	L/300 =4 cm	1,23 cm
Confort de los usuarios	L/350 =3,42 cm	1,15 cm
Apariencia de la obra	L/300 =4 cm	0,69 cm

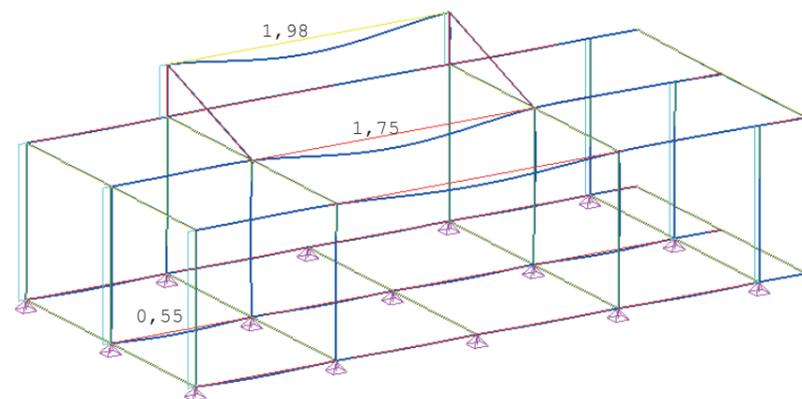
Deformaciones horizontales de la estructura. DESPLOME

Soporte barlovento pórtico central		
Daño	Limitación	Flecha
Integridad de los elementos constructivos	L/500 (H)=0,8 cm	1,83 cm
	L/250 (h)=1,2 cm	
Apariencia de la obra	L/250 =1,2 cm	0,07 cm

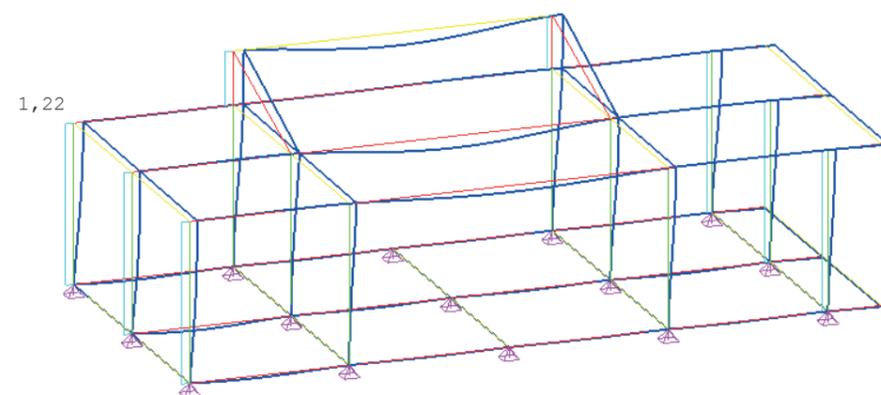
Según el pilar más desfavorable, la integridad de los elementos constructivos del módulo 3 se vería afectada, ya que no cumple las limitaciones del CTE para ELS B2, combinación característica con variable principal de Viento-presión.

MÓDULO 4

Deformada vertical más desfavorable (combinación ELS B3, Característica-Nieve)
 Valores de las flechas relativas a cada barra en cm



Deformada horizontal más desfavorable (combinación ELS B2, Característica-Viento)
 Valores de las flechas relativas a cada barra en cm



Deformaciones verticales de la estructura horizontal. FLECHAS

Viga superior 6m pórtico central, ELS B3(característica-nieve)		
Daño	Limitación	Flecha
Integridad de los elementos constructivos	L/300 =2 cm	1,4 cm
Confort de los usuarios	L/350 =1,71 cm	1,31 cm
Apariencia de la obra	L/300 = 2 cm	0,79 cm
Primer tramo viga inferior central, ELS B1(característica-uso)		
Daño	Limitación	Flecha
Integridad de los elementos constructivos	L/300 =1 cm	0,44 cm
Confort de los usuarios	L/350 =0,85 cm	0,41 cm
Apariencia de la obra	L/300 =1 cm	0,25 cm
Cumbrera, ELS B3(característica-nieve)		
Daño	Limitación	Flecha
Integridad de los elementos constructivos	L/300 =2 cm	1,58 cm
Confort de los usuarios	L/350 =1,71 cm	1,48 cm
Apariencia de la obra	L/300 =2 cm	0,89 cm

Deformaciones horizontales de la estructura. DESPLOME

Soporte esquina barlovento		
Daño	Limitación	Flecha
Integridad de los elementos constructivos	L/500 (H)=0,8 cm	1,22 cm
	L/250 (h)=1,2 cm	
Apariencia de la obra	L/250 =1,2 cm	0,05 cm

Según el pilar más desfavorable, la integridad de los elementos constructivos del módulo 4 se vería afectada, ya que no cumple las limitaciones del CTE para ELS B2, combinación característica con variable principal de Viento-presión.

Resumen de los elementos estructurales

-Elementos verticales y cordón superior celosías: PHC 100x100x6
-Elementos horizontales: PHR 140x100x6
(excepto cumbreras, que serán de PHC 100x100x6)
-Diagonales de las celosías: PHC 60x60x5

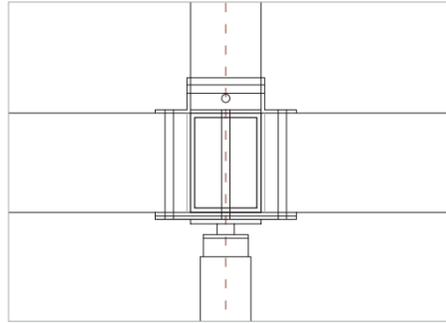
Conclusiones

Dado que buscamos que la optimización de la estructura y hemos planteado las situaciones más desfavorables, hemos pasado por alto algunos incumplimientos en ELU, justificándolos. Sin embargo, hemos de hacer algo para solucionar el desplome que se producirá en la estructura.

Se opta por situar cruces de San Andrés entre el cerramiento exterior y el revestimiento interior mediante tirantes de acero sujetos con placas a la estructura. Las colocaremos en las dos direcciones, siendo necesario valorar para cada aplicación del sistema, la distancia a la que se colocarán. No se han modelizado, ya que el uso del edificio sería inviable si tuviéramos cruces en todos los módulos, pero se ha elegido un diámetro de manera sobredimensionada, ya que soporta 70KN, más que suficiente.

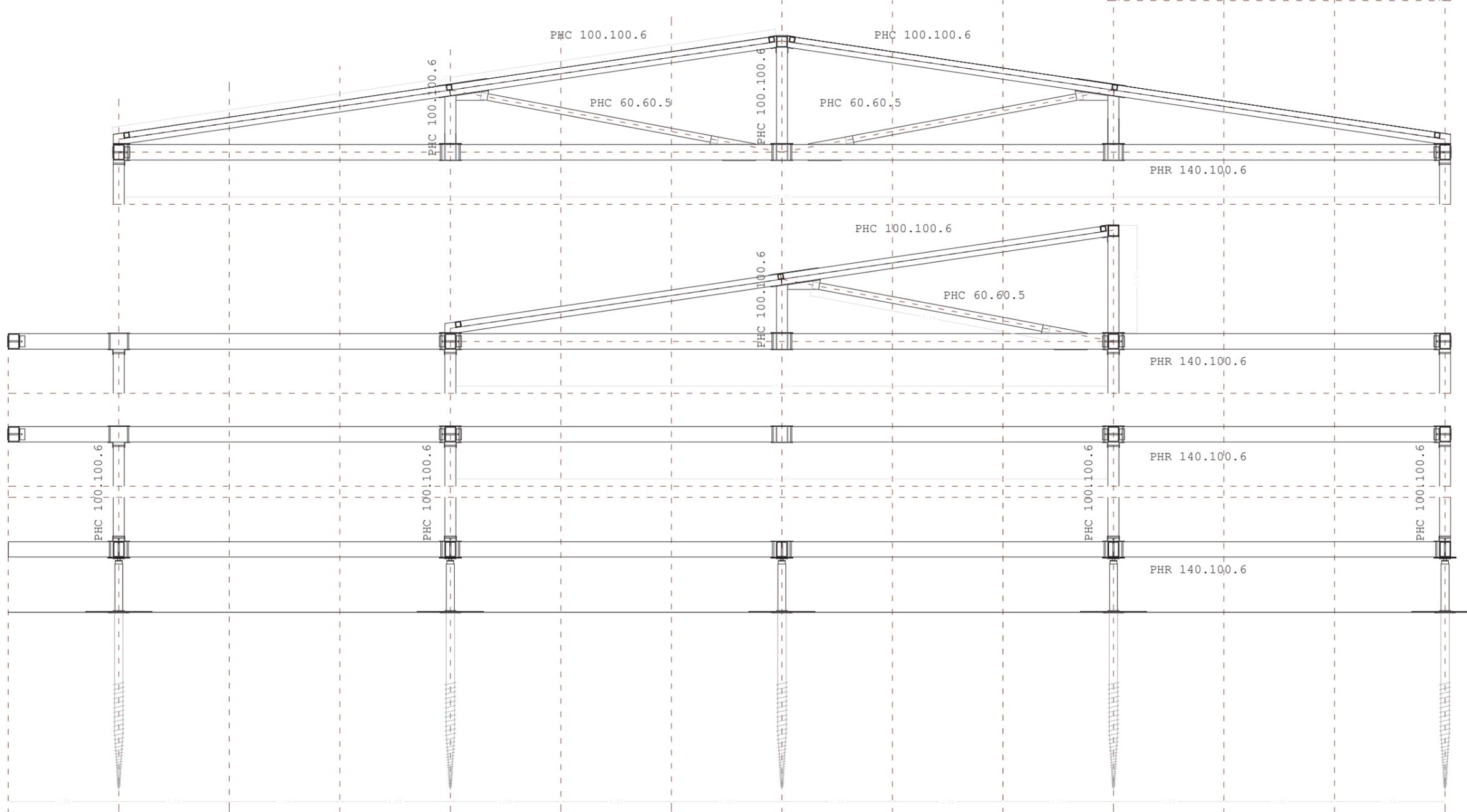
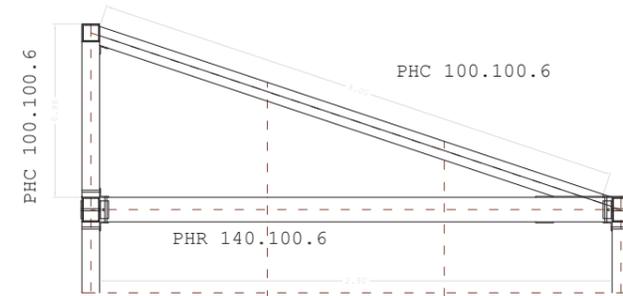
A pesar de habernos ajustado mucho, contamos con unas luces de 6m y hasta 12m con celosía, usando perfiles ligeros huecos, cuyas secciones cuadrangulares nos permiten adaptarnos a las dos direcciones del espacio. Además todos los elementos caben en un contenedor de 20 pies marítimo.

Planos



Unión tipo, esc. 1/10

Mediante un cálculo aproximado, se han tenido en cuenta las distancias a borde etc para atornillar las uniones.

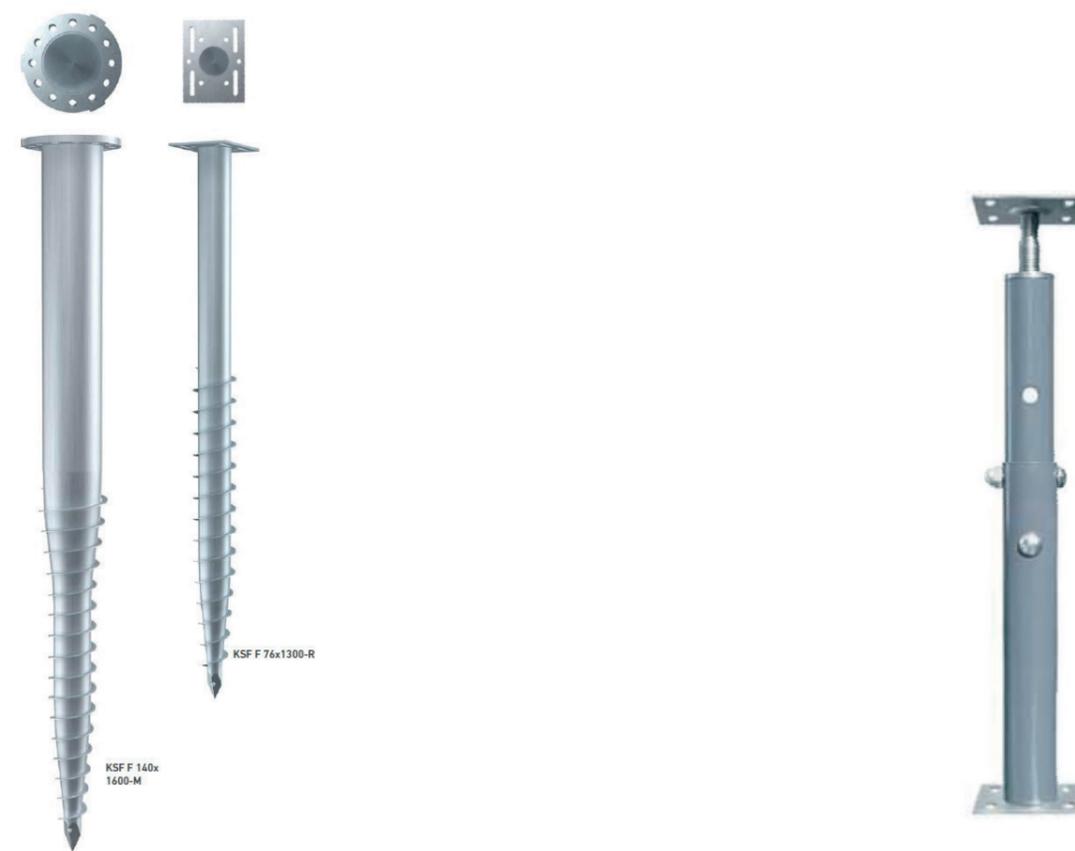


mento A4.2, en los puntos en los que en la estructura haya cruces de San Andrés.

Los tornillos de tierra elegidos son los KSF F de la casa Krinner, y para su colocación emplearemos la máquina de roscado KR D 55 Ground Screw Driver-L30-F3, la cual puede ser manejada por un solo operario y mide 1,2m de ancho y 1,7m de alto, por tanto se puede transportar en los contenedores. Ésta perfora hasta 2,5m.



El tornillo de cimentación o Ground Screw Foundations, está fabricado en acero galvanizado y consta de una rosca en espiral similar a los tornillos típicos usados en las construcciones de madera. Admiten cargas de hasta 7 toneladas por tornillo de cimentación, siempre que la capacidad portante del terreno lo permita. Las cargas se transmiten por rozamiento del fuste en el terreno. Se emplearán los modelos más grandes para la cimentación, y otros más pequeños para base de elementos accesorios como son las vallas.



APOYOS

La cimentación del edificio trata de ser lo más respetuosa posible con el medio ambiente, además de ser prefabricada y de fácil colocación. Es por ello que se ha elegido una cimentación recuperable en caso de que se planee la retirada del edificio en un futuro.

A no ser que nos encontremos con un terreno de gran capacidad de carga, rocoso por ejemplo, se emplearán tornillos de tierra colocados por roscado; en otros casos puede ser suficiente con emplear columnas telescópicas como apoyo de la estructura. Estos variarán sus dimensiones según si el terreno es más o menos resistente.

Sobre estos tornillos se fija, a cota del terreno, una placa de acero circular de 1cm de espesor que servirá para repartir más las cargas. Sobre la placa se fija la columna telescópica que servirá para regular la altura a la que se situará el pavimento, elevando este y salvando ligeras pendientes. A su placa superior se fija el pilar o casquillo correspondiente, siendo esta unión de un solo tornillo a cada lado de la placa, ya que funciona como rótula al no poder absorber grandes Momentos por su esbeltez.

Tras el cálculo de la estructura, vemos que las reacciones más altas sobre el terreno no superarán en ningún caso la resistencia de la columna telescópica que habíamos elegido desde un principio por su altura. Y es que su resistencia, de 65,6 KN, nos ha marcado el camino de dimensionado de la estructura. En un principio no nos cumplía, siendo que se trata de un elemento pensado para construcciones similares e incluso de más altura, cosa que nos hizo reflexionar y pasar de las luces y cargas propuestas a otras más reducidas y cercanas a lo propuesto, por lo que pasamos de luces de 8 m y crujías de 4, a las luces de 6m actuales y apoyos más cercanos entre sí. Los tornillos de tierra, mucho más resistentes, no presentan problema.

Al ser las columnas telescópicas unos elementos muy esbeltos, a parte de colocarse cada 3x3m, se unirán entre sí mediante tirantes en cruz, empleando el ele-

En cuanto a las columnas telescópicas, se han elegido las de la casa Akron, que ofrecen también una amplia gama de tamaños y cabezales. Por su altura y resistencia, así como su cabezal, en el sistema emplearemos el modelo Akron CA-3, que resiste hasta 65,6 KN, con altura regulable de 0,48 a 0,91m.

Las medidas de los huecos propuestos cuentan con esta variación posible de los paneles para adaptarse a encuentros con vigas etc por lo que sus marcos se colocan retranqueados del borde del panel.

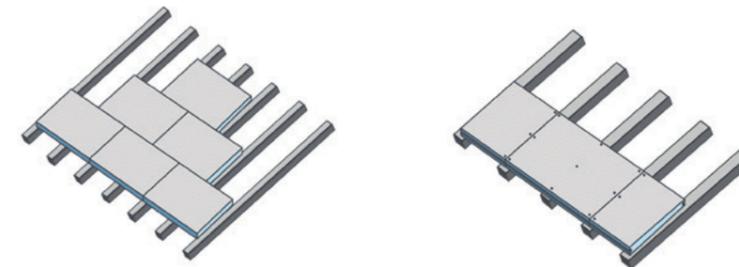
El panel se coloca a exterior de pilar y a eje del módulo de 1x1 que rige el sistema, por tanto en las esquinas se verá el pilar. Aunque esta visión nos recuerda a las Case Study Houses (dibujos de los encuentros entre cerramiento y pilar cuadrado) y parece atractiva, se emplearán elementos de remate para estos encuentros, protegiendo los bordes del panel, ya que estos pueden ser recolocados y sus bordes quedarán dañados.

La casa ThermoChip ofrece diversos machiembrados entre paneles, siendo importante siempre sellar la unión mediante silicona in situ antes de proceder al atornillado. También es posible el acabado de panel sin machiembrado, con un cable de protección, que sirve para esquinas o remates. Este es el machiembrado elegido, aunque para aumentar la facilidad de registro del pavimento se puede emplear otro tipo:



Para su colocación, en cerramientos lo fijaremos en su parte superior e inferior a la subestructura de madera que proporciona el revestimiento interior si lo hay, sino, lo colocaremos fijado a la estructura de metal, fijándolo también al panel contiguo mediante tornillos. En su posición horizontal, tanto en cubierta como en pavimento, se fijará a las correas, dejando siempre el macho en la parte superior.

Los paneles se colocarán de forma que sus lados mayores queden perpendiculares a los apoyos, descansando sobre éstos los lados menores del panel. Los paneles deberán descansar sobre 3 apoyos como mínimo. Se colocarán 3 tornillos en los apoyos laterales y 2 en los centrales.



La facilidad de colocación, versatilidad de su uso y la seguridad y duración de la vida útil de los paneles ThermoChip representa un conjunto de ventajas de tiempo y económicas.

A título orientativo se facilitan las cargas admitidas por distintos tipos de panel según el número de apoyos ya para los valores de flecha habituales. Para nuestro caso, 1716 daN/m² nos cumple como pavimento.

El anclaje de los paneles se realizará mediante tornillos auto taladrantes inoxidables. Se deberán distribuir 3 puntos de fijación por apoyo, distantes al me-

ENVOLVENTE EXTERIOR

La envolvente, junto con estructura y apoyos, ha sido otro de los elementos que ha guiado toda la evolución del proyecto. Tanto por su tamaño, como por su material y su relación con la estructura.

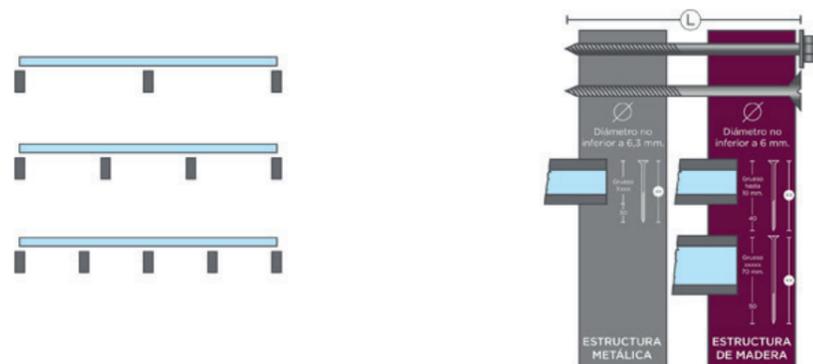
Se opta por el panel sandwich por resolver el cerramiento en un único elemento, siendo prefabricado ligero de fácil colocación. En un principio se optó por soluciones de paneles sandwich con capas exteriores de chapa de metal, que soportan mejor los ambientes exteriores que la madera y por su fino espesor de chapa, dedican casi toda su sección a aislamiento.

Tras investigar las cualidades del panel sandwich de madera para exteriores tipo ThermoChip y viendo que se emplea para cubiertas en una fácil solución que resuelve todas las capas, se opta por emplear este sistema. De este modo se opta por resolver tanto las particiones interiores y su subestructura, como los cerramientos exteriores mediante madera, un material agradable para los niños, unificando materiales y diferenciándose claramente de la estructura.

También nos decidimos por el panel sandwich de madera por su facilidad de fijación y de corte in situ, comparado con el de metal, y porque sus medidas son más flexibles, pudiéndose emplear tamaños a medida.

Se opta por un panel sandwich base de 3X1m y 10 cm de espesor que resuelva tanto cubierta como pavimento y cerramiento, empleando la misma medida, salvo para testero, en las que se aumenta el tamaño en 5cm para resolver los encuentros entre pavimento y cerramiento. Al ser de fácil corte, lo adaptaremos a las cubiertas inclinadas de manera fácil. Las dimensiones de la estructura proceden del tamaño de este, ya que se sitúa desde la parte inferior del pavimento (cara superior de la viga inferior) hasta el eje de la viga superior, quedando en la misma posición que en los encuentros con el pilar en planta. Esto no ocurre en los cuelos, donde el cerramiento apoyará sobre el pavimento y quedará a eje de la viga superior, por lo que tendrá que ser cortado arriba y abajo en taller, antes de envío.

nos 20mm del borde del panel. Así, cuando la fijación se realice sobre estructura metálica, la longitud del tornillo será 20mm superior al grosor del panel. Sobre madera, la longitud del tornillo sobrepasará en 50mm:



Colocado el panel, será necesario asegurar la estanqueidad. Se puede impermeabilizar mediante el sellado de las juntas: con masilla de poliuretano, bandas autoadhesivas, caucho líquido... Pero para casos de lluvias muy fuertes emplearemos la chapa grecada como cubrición. En el ensayo en Cusco no se ha empleado la chapa, ya que con un buen sellado sería suficiente, aunque habría que valorar el régimen de lluvias.

Los paneles se suministran paletizados y protegidos con una funda de plástico, la cual conviene no quitar hasta el momento de colocación in situ.

En cuanto al tipo de madera elegido, como hemos visto la casa comercial ofrece muchas variedades. Se opta por el aglomerado hidrófugo como acabado exterior, ya que es apto para exteriores y está disponible en muchos tamaños. Aunque su acabado nos hizo barajar otras opciones para cerramiento, se opta por resolver todo el edificio con un mismo material, aglomerado hidrófugo de 19mm de espesor, con una capa intermedia aislante de espuma rígida de poliestireno extruido, siendo el grosor del panel de 10cm. También se ofrece la posibilidad de emplear un contrachapado marino como capa exterior, aunque es más caro y solo se había planteado como pavimento interior en zonas húmedas. En cuanto a los acabados interiores, se ofrecen diversas posibilidades, aunque muchas veces irá revestido por el interior mediante los elementos del paquete 5, es decir OSB3, creando un espacio registrable entre ellos.

Al revestir los espacios se ha tomado como referencia el edificio de Juzgados en Zaragoza, de Alejandro de la Sota, en el cual emplea también paneles prefabricados ligeros como cerramiento. Estos paneles se revisten interiormente en espacios donde se busca un confort diferente, más cálido, mientras que se dejan vistos en espacios de circulación por ejemplo, dejando también vista la subestructura que los sujeta. En los ensayos propuestos hemos tenido esto en consideración, tratando de abrazar los espacios mediante los paneles del paquete 5, creando ambientes cálidos para los niños, y dejando el panel visto en los recorridos interiores.

Los materiales elegidos como acabado interior del panel dependerán del uso que se haga de este. Cuando se vaya a cortar para testeros de cubiertas inclinadas por ejemplo, o revestir, el panel será de aglom. hidrófugo en ambas caras, pudiendo aprovechar las partes sobrantes para el testero simétrico. Para el resto de casos podemos optar por:

- Madera de pino, para cubierta...
- Panel acústico para falso techo...
- Aglom. hidrófugo con moqueta para pavimentos.
- Contrachapado marino-fenólico para zonas húmedas
- Contrachapado encerado(madera de Okume) para pavimento

Se proponen huecos cuya disposición y composición puede variar, como vemos en el panel de *combinaciones básicas*. Podemos tener vidrio transparente, translúcido, lamas fijas o filtro, los cuales dejan pasar el aire y tamizan la luz. El hueco E.5 se plantea más bajo, respondiendo a la altura de los niños(a 60cm del suelo).

Los paneles con huecos se unen entre sí a través del marco, por lo que se sitúa en este un ligero retranqueo en el que se aloja un bastidor de policloruro de vinilo para solucionar la junta, aunque es recomendable un sellado extra con silicona al colocar el panel en su sitio.



Aglomerado hidrófugo



Madera de pino



Contrachapado fenólico

Para cumplir con esta pendiente optamos por recoger el agua en el interior de la cubierta mediante un canalón, para evitar sobresalir, con los problemas de encuentros que se producirían con las cubiertas inclinadas en las diversas variantes del sistema.

Como ya hemos dicho, se separa la capa de función impermeabilizante de la cubierta, de la capa de aislamiento térmico, para posibilitar diversas configuraciones y espacios entre ellas. Como aislante térmico empleamos el panel del paquete 3, y como capa estanca, se había barajado la posibilidad de emplear una cubierta de cobre por sus prestaciones. Finalmente se descartó esa posibilidad, no sólo por su precio e incompatibilidad con otros materiales, sino por su difícil colocación mediante engatillado. Se opta pues por una cubierta de chapa grecada de acero prelacado, cuyas grecas le darán la inercia suficiente para ser autoportantes cogidas sólo en sus bordes(a canalón portante etc) y además soportar la carga de nieve calculada de 0,4 KN, ya que la dimensión que salvan es muy poca.

Tipos de chapa para cada pendiente, según Tectónica 8:

material de cobertura	soporte	fijación	solape longitudinal	solape transversal	pendientes mínimas altura cresta en mm
					ondulada >42 $\geq 10\%$ <math>\leq 30 $\geq 15\%$
chapas (**) perfiladas	discontinuo sobre correas	atornillado en la cresta	solape (*) simple	solape (*) simple	grecada >42 $\geq 5\%$ 30-42 $\geq 8\%$
(**) si no existe junta transversal -piezas enterizas- la estanqueidad mejora obviamente, ya que éste es el punto más vulnerable a las infiltraciones			(*) aumentando la longitud del solape y sellando las juntas pueden disminuirse estas pendientes mínimas		nervada >42 $\geq 5\%$ 30-42 $\geq 8\%$ <math>\leq 30 $\geq 10\%$
		oculta		engatillado o clipado	piezas enterizas
chapas lisas (zinc, cobre, aluminio, acero...)	continuo	oculta: patillas de anclaje	engatillado: junta azada o sobre listón	engatillado	5%
paneles (**)	discontinuo sobre correas	oculta	junta especializada con o sin tapajuntas	solape simple y soluciones particulares	4%
teja cerámica y hormigón	continuo o sobre rastreles	apoyo simple clavo o con clips	solape simple o encaje	solape simple o encaje	15%
teja pizarra	continuo o sobre rastreles	clavo o gancho	solape simple	solape simple	30%

CUBIERTAS

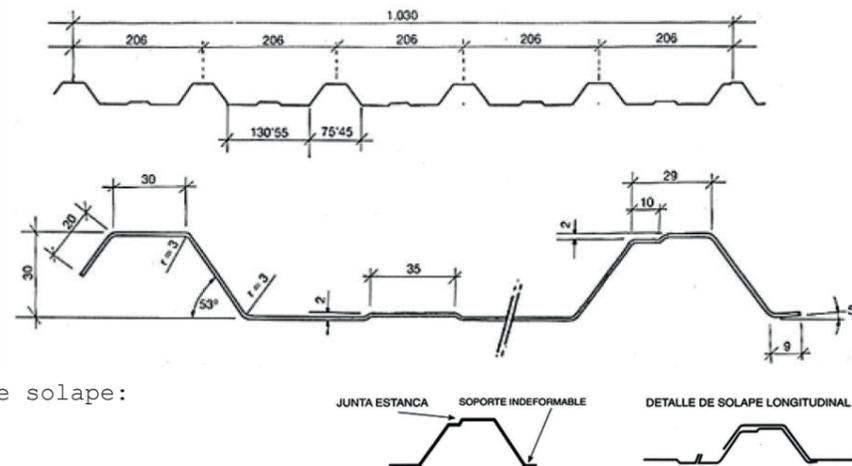
Partiendo de la base de diferenciar cubiertas planas e inclinadas en el sistema, en un intento de mejorar el sistema Expansiva de Utzon, nos vemos con el problema de plantear cubiertas planas mediante sistemas prefabricados. La normativa exige para estos una pendiente mínima según la siguiente Tabla 2.10 del CTE DB-HS1.

Tabla 2.10 Pendientes de cubiertas inclinadas

		Pendiente mínima en %	
Teja (1)	Teja curva	32	
	Teja mixta y plana monocanal	30	
	Teja plana marsellesa o alicantina	40	
	Teja plana con encaje	50	
Pizarra		60	
Tejado (1) m	Cinc	10	
	Fibrocemento	Placas simétricas de onda grande	10
		Placas asimétricas de nervadura grande	10
		Placas asimétricas de nervadura media	25
	Sintéticos	Perfiles de ondulado grande	10
		Perfiles de ondulado pequeño	15
	Placas y perfiles	Perfiles de grecado grande	5
		Perfiles de grecado medio	8
		Perfiles nervados	10
		Galvanizados	Perfiles de ondulado pequeño
Perfiles de grecado o nervado grande			5
Perfiles de grecado o nervado medio	8		
Aleaciones ligeras	Perfiles de nervado pequeño	10	
	Paneles	5	
	Perfiles de ondulado pequeño	15	
	Perfiles de nervado medio	5	

- (1) En caso de cubiertas con varios sistemas de protección superpuestos se establece como pendiente mínima la menor de las pendientes para cada uno de los sistemas de protección.
- (2) Para los sistemas y piezas de formato especial las pendientes deben establecerse de acuerdo con las correspondientes especificaciones de aplicación.
- (3) Estas pendientes son para faldones menores a 6,5 m, una situación de exposición normal y una situación climática desfavorable; para condiciones diferentes a éstas, se debe tomar el valor de la pendiente mínima establecida en norma UNE 127.100 ("Tejas de hormigón. Código de práctica para la concepción y el montaje de cubiertas con tejas de hormigón") ó en norma UNE 136.020 ("Tejas cerámicas. Código de práctica para la concepción y el montaje de cubiertas con tejas cerámicas").

Se elige la chapa grecada Trapezoidal, de la casa Coprosider, cumpliendo con la pendiente mínima del 8% de la Tabla 2.10 citada, para perfiles galvanizados de grecado medio. La calidad del acero es DX51D, la altura del perfil 30mm y espesor 0,5mm. Pesa 0,6kg/m², y tiene un ancho estándar de 1100mm, con 6 grecas y las siguientes dimensiones (longitud a medida):



Detalle solape:



COMPARTIMENTACIÓN INTERIOR

Para la compartimentación interior se ha optado por paneles de madera OSB de calidad 3, ya que son aptos también para zonas húmedas. Aunque normalmente se suministran en tamaños de 1,22x2,44m, este tamaño se puede variar, ya que se fabrican mediante virutas orientadas. Normalmente nos será suficiente, ya que los paneles llegarán hasta la altura de la subestructura planteada a 2,2m, sin embargo, también se plantean de 3x1m para alguna situación. El espesor será de 18mm.

La fortaleza y la rigidez del tablero OSB se las proporciona su estructura de capas entrecruzadas, con todas las astillas orientadas en la misma dirección. Lo hacen muy adecuado a las soluciones de construcción. Además de su gran resistencia mecánica (es muy poco sensible a la deformación) conserva las propiedades de aislamiento térmico, tanto al calor como al frío, típicas de la madera y de los aglomerados de madera. También es un excelente aislante acústico.



ACCESORIOS

De los accesorios propuestos cabe destacar el dimensionado de las rampas para que sean accesibles. Según el CTE DB-SUA1, para 6m han de tener una pendiente máxima del 8%. También han de cumplir un ancho mínimo de 1,2m, por lo que tenemos que situar 2 módulos de rampa, quedando esta de 2m de ancho y 6 de largo.

Dado que se sitúan en exteriores, las escaleras no presentan problema.

5/////ENSAYO 1

De los tres ensayos que vamos a realizar del sistema, este es el más desarrollado, pues ha servido para probar y crear el sistema durante todo el proceso de proyecto, y además se trata del lugar propuesto en el enunciado, Cusco.

- 1.MOTIVOS ENSAYO
- 2.EL LUGAR
- 3.PROPUESTA URBANA
- 4.EVOLUCIÓN PROYECTO
- 5.CASA DEL NIÑO EN CUSCO
- 6.INSTALACIONES



MOTIVOS ENSAYO

El primer ensayo realizado del sistema se plantea en la ciudad de Cusco, en una zona de ciudad informal que ha crecido en torno a un aeropuerto, careciendo de equipamientos e infraestructuras necesarias.

Además se plantea crear un nuevo centro cívico en el que se implantará la casa del niño propuesta, creando una serie de equipamientos en ejes culturales y un nuevo parque en sustitución del aeropuerto, hacia el que la ciudad crecerá y mediante el cual se tejerán las dos áreas de ciudad que estaban divididas por esta barrera.

En el espacio en el que se sitúa la casa del niño, se reduce el tráfico mediante una vía enterrada como propuesta urbana a largo plazo, ya que no es de urgencia.

Se trata de hacer ciudad mediante el edificio, en un clima templado, para el cual se ha pensado el sistema.





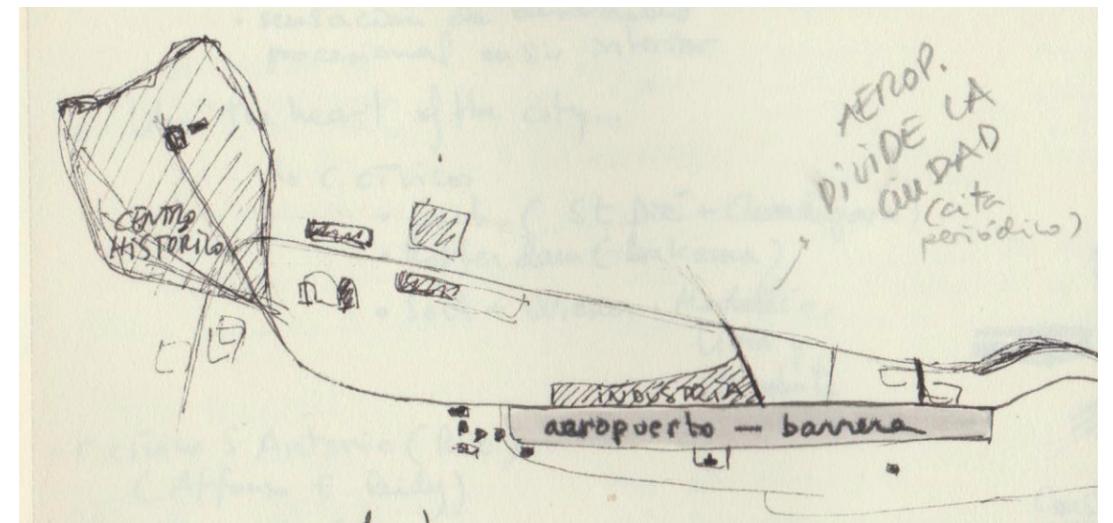
EL LUGAR

Nos situamos en un valle que, a pesar de su altitud de unos 3000m, cuenta con un clima cálido, templado en invierno, donde es raro que nieve.

El centro histórico se encuentra lejos de la zona en la que vamos a intervenir, la cual está desestructurada y carece de equipamientos, siendo el aeropuerto una barrera que divide la ciudad.

La riqueza cultural histórica de la zona, atrae muchos turistas, y sin embargo los propios habitantes no pueden disfrutar de ella, ya que sus condiciones de vida no son las más apropiadas.

En el área de ciudad informal en la que vamos a intervenir, se encuentra la terminal del aeropuerto, la cual genera mucho tráfico, cosa que nos preocupa a la hora de situar una casa del niño. Se intentará dar solución tanto a este problema como a la falta de equipamientos, que provoca que los niños, que son el futuro de la sociedad en la que crecen, no tengan posibilidad de formarse correctamente.



La casa del niño
ENSAYO 1

PROPUESTA URBANA

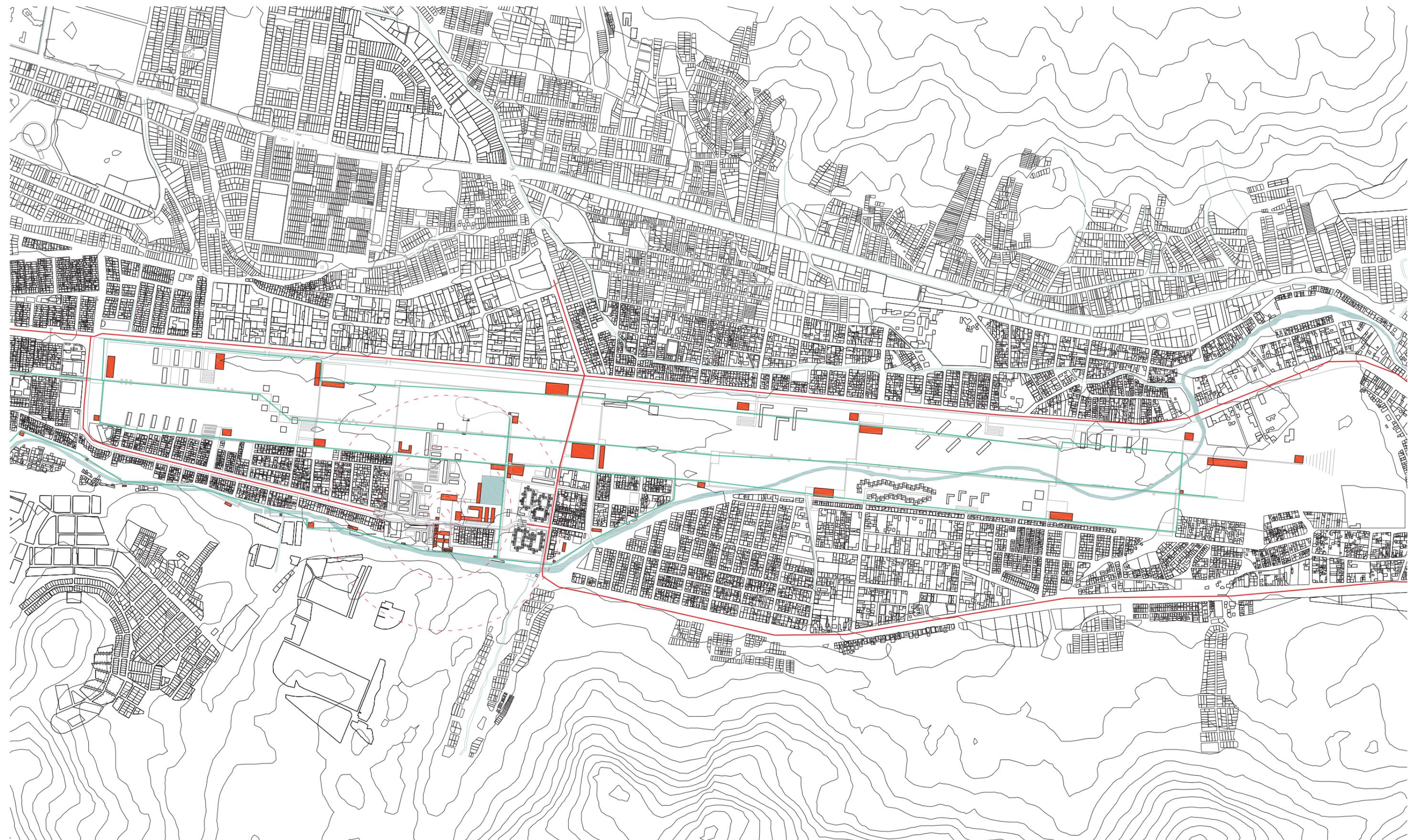
Se propone la eliminación del aeropuerto, ya que es una barrera en muchos sentidos para la ciudad, creando un enorme espacio de oportunidad al que se plantea que la ciudad crezca, y que sirva como eje vertebrador de ambos lados.

Se plantea la creación de diversos equipamientos, formando un centro cívico nuevo que a la par que monumental, también responda a la escala humana, conectando los diversos sistemas verdes, peatonales y viarios, y dotando de un lugar atractivo a la zona.

Se crean ejes culturales con equipamientos nuevos conectando con el centro histórico y redeando el parque y el río, unidos a paseos peatonales y un paseo de esculturas central en el parque, a modo de símbolo de la cultura cercana a la gente.

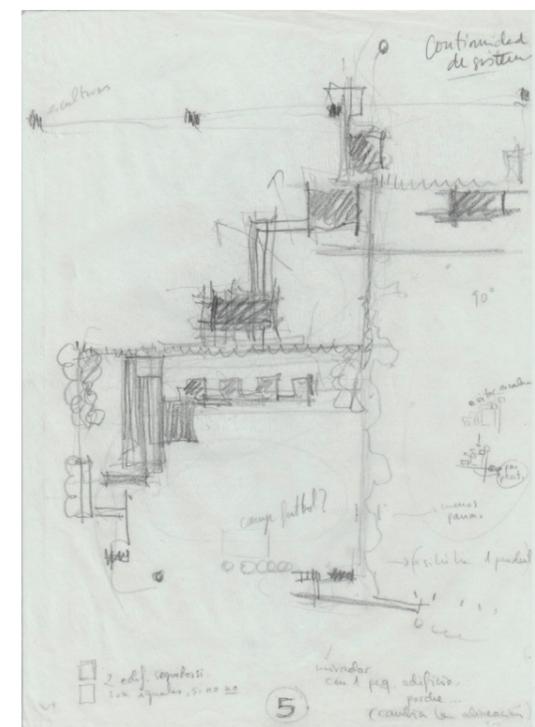








El centro cívico propuesto busca un carácter monumental a la par que el recogimiento a escala humana, basándose en proyectos como el de Tapiola de Ervi. Además, se encadenan una serie de espacios públicos que gracias a la disposición de la arquitectura, dirigen al viandante, invitándole a recorrerlos, como pasa en el conjunto de edificios de The Economist, de Allison y Peter Smithson, del cual se han tomado diversos recursos compositivos.



La casa del niño
ENSAYO 1

////

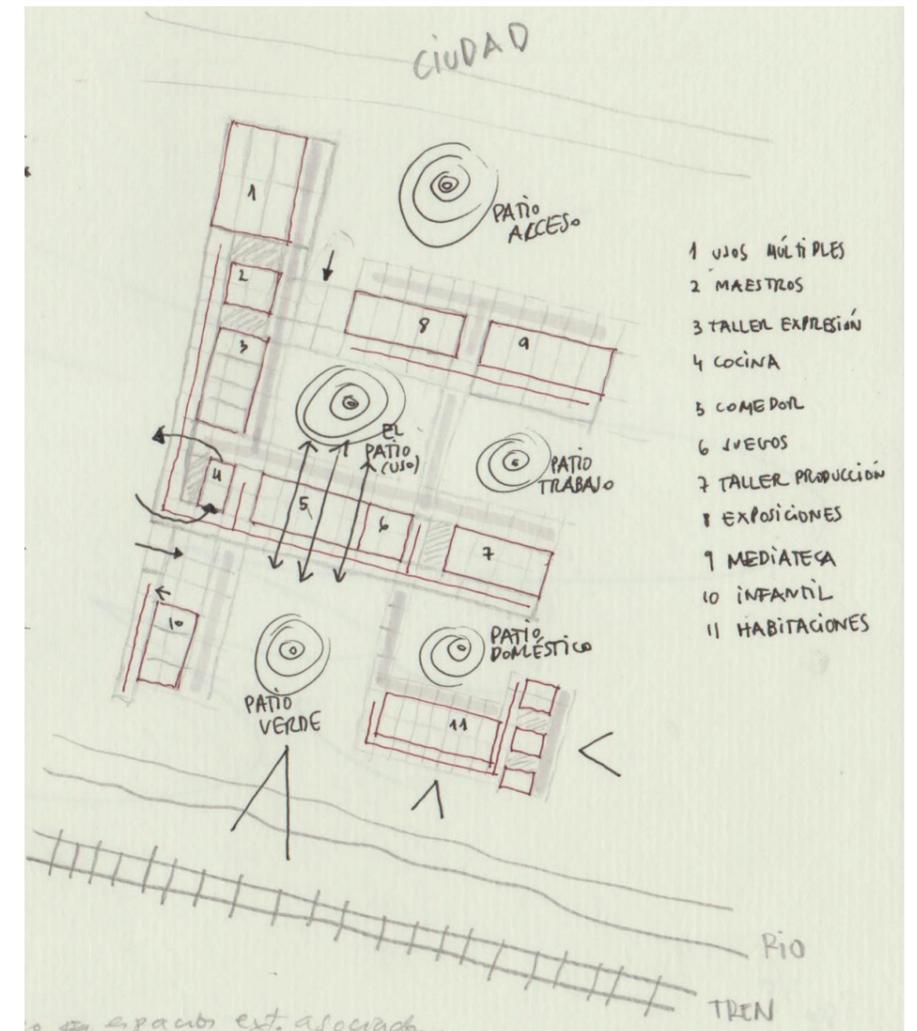
///056

EVOLUCIÓN PROYECTO

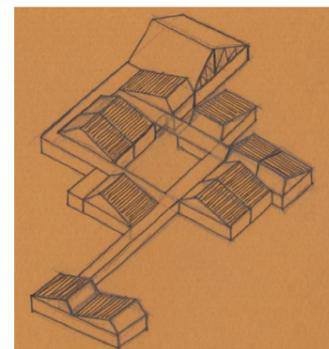
Desde el principio del proyecto se ha planteado este como una conexión o transición desde el espacio más público, la plaza, al espacio privado de la naturaleza, donde se sitúan las habitaciones.

El proyecto plantea un programa más público, formado por biblioteca, sala de exposiciones, y un gimnasio que se puede usar independientemente, en la parte norte, mientras que los talleres se sitúan volcando a patios de diversos usos. La parte más privada está formada por una escuela infantil y una zona habitacional. Este programa, como ya hemos explicado, se basa en parte en la asociación Yanapay: se trata de escuelas para tiempo libre de los niños.

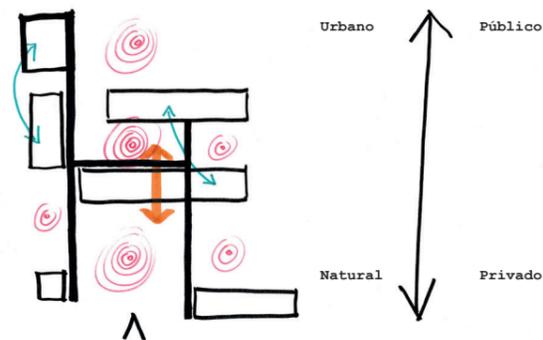
Gracias al clima templado se plantean recorridos exteriores conectando los diversos espacios, siendo el patio de llegada, o patio del colegio, el espacio más importante, de distribución y uso común. Este nos recuerda a los típicos patios cusqueños, y además en el pavimento exterior se emplea la piedra del lugar, como otro guiño a Cusco, ya que no nos encontramos en una situación de construcción urgente.



Boceto inicial



Boceto inicial

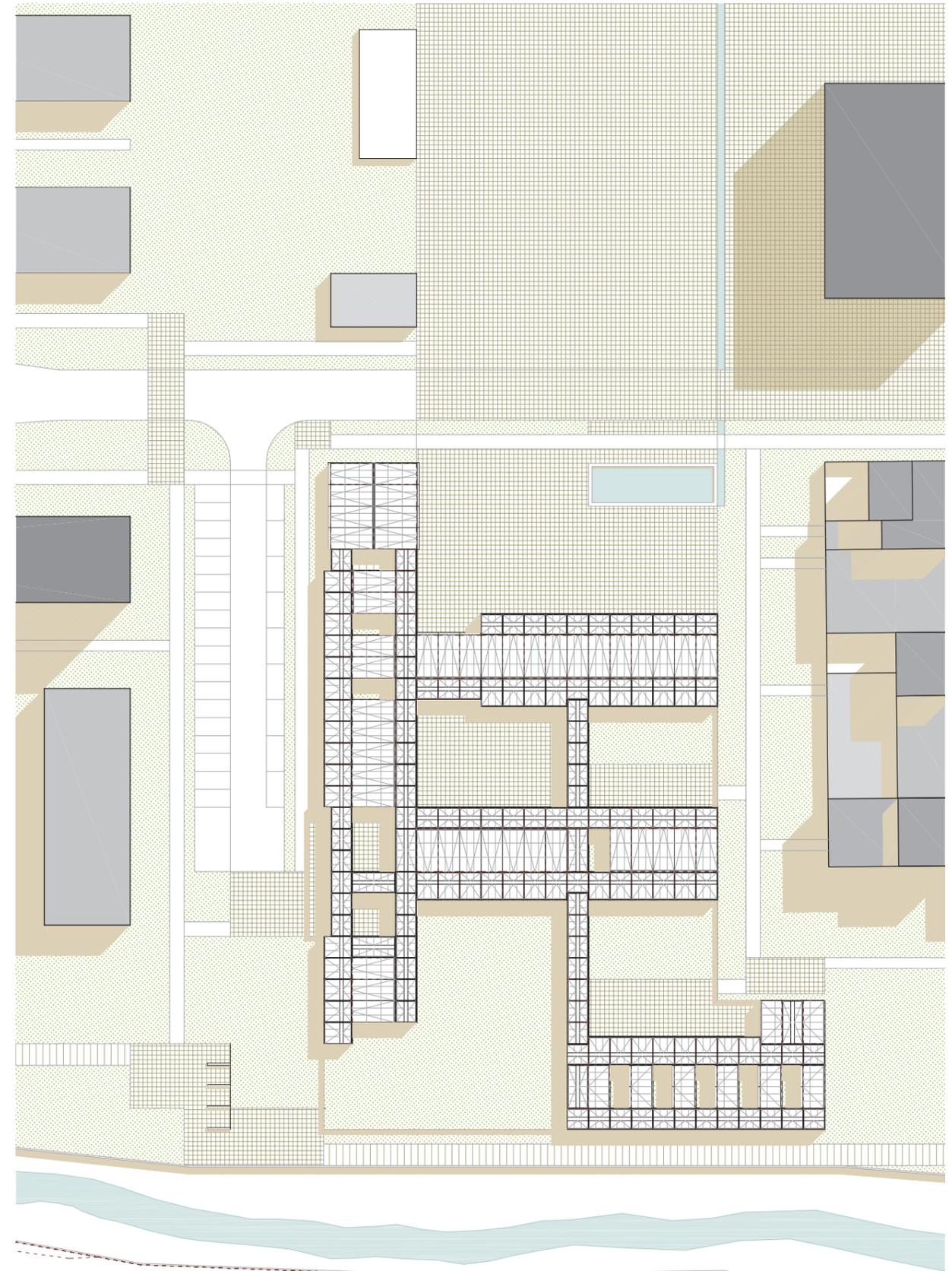


La casa del niño
ENSAYO 1

////

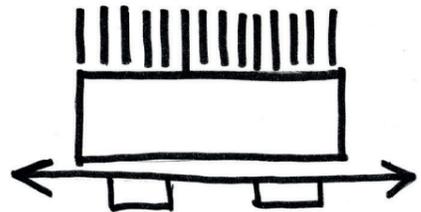
///057

Patio cusqueño



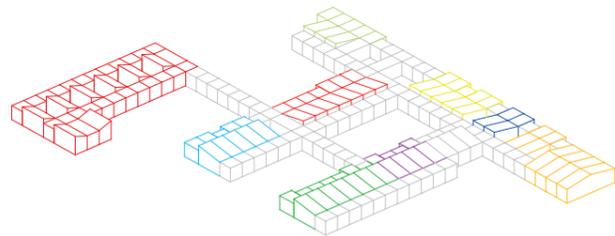
CASA DEL NIÑO EN CUSCO

El proyecto se organiza mediante ejes sirvientes y filtros, fomentando la relación con el exterior.



En esta axonometría podemos apreciar la orientación de las cubiertas propuesta, así como los recorridos exteriores en gris, que unen todo el edificio mediante plataformas cubiertas.

Para los espacios de estudio, como taller o biblioteca, se ha buscado una luz difusa de sud(hemisferio sud), mientras que para espacios como el comedor, se abren a norte, buscando luz directa natural.



*Ver panel 6 y 7

INSTALACIONES

Dado que el sistema permite la organización de las instalaciones en ejes sirvientes, la distribución de estas en la planta va a ser similar en las diferentes áreas del proyecto, por lo que pasaremos a analizar una de ellas, la que contiene el comedor y el taller de producción.

Suministro de Agua Fría y Agua Caliente Sanitaria (CTE DB-HS4)

DESCRIPCIÓN GENERAL DE LA INSTALACIÓN DE AGUA FRÍA

-Acometida:

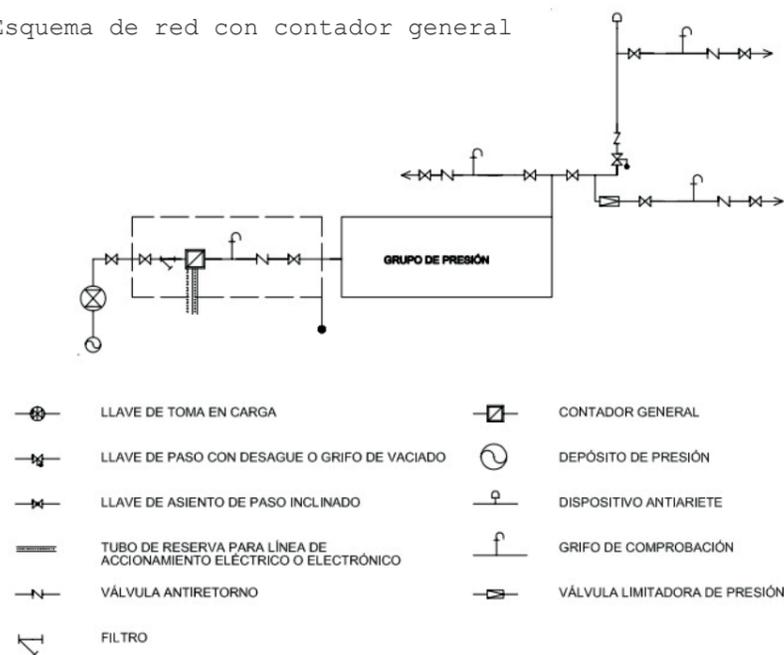
Con acceso a la red: Se conectará una derivación desde la red más cercana.

Aunque en el *Ensayo 1* disponemos de acceso a la red, en los casos en los que no lo tengamos se dispondrá del agua potable en aljibes que cumplan con los requisitos para la calidad del agua según el apartado 2.1.1 del CTE DB-HS4. Se impulsará el agua con un equipo de bombeo.

-Instalación general:

A pesar de que los diversos programas del edificio son complementarios y podríamos disponer de un único contador general, dado el gran tamaño del edificio y la proximidad de todas sus áreas a puntos diferentes de la red general de suministro, dispondremos de una acometida en cada una de las alas del proyecto. Por tanto, para el ala de *comedor-taller de producción* dispondremos de un contador general propio:

Esquema de red con contador general



-Derivaciones interiores:

El conjunto de conductos verticales (montantes) y horizontales que abastecen las tomas de agua se dispondrán en el eje sirviente del proyecto, bajo el pavimento y correas inferiores en el caso de los horizontales, siendo registrables y situándose por encima de la red de evacuación.

Los espacios que requieren suministro de AF se estimarán para cada propuesta concreta, siendo en un lugar para infancia al menos la cocina y los aseos, tanto para consumo como para higiene.

DESCRIPCIÓN DE LOS ELEMENTOS QUE COMPONEN LA INSTALACIÓN DE AGUA FRÍA

-Acometida o derivación:

Con acceso a la red: Enlaza la instalación general del edificio con la Red General de distribución. La acometida tendrá que disponer como mínimo de los siguientes elementos:

- 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;
- Un tubo de acometida que enlace la llave de toma con la llave de corte general;
- Una llave de corte en el exterior de la propiedad.

Si no tuviéramos acceso a la red: Además del aljibe (depósito de agua potable Tecnofiber o similar, con capacidades de 100 a 2700 litros) con las dimensiones necesarias para abastecer a los usuarios de cada propuesta concreta, se deberán instalar los siguientes equipos: válvula de pié, bomba para el trasiego del agua y válvulas de registro y general de corte.



Depósito horizontal con soportes para enterrar.

Referencia	Capacidad (L)	Ancho (m)	Largo (m)	Alto (m)
ALHE100	100	0.55	0.75	0.55
ALHE200	200	0.65	1.00	0.60
ALHE300	300	0.65	1.20	0.80
ALHE400	400	0.60	1.20	1.00
ALHE500	500	0.70	1.50	0.95
ALHE800	800	0.68	1.50	1.15
ALHE1000	1000	1.05	2.20	1.05
ALHE1200	1200	0.70	1.85	1.30
ALHE1500	1500	1.20	2.20	1.20
ALHE2000	2000	1.20	2.30	1.15
ALHE2700	2700	1.50	2.60	1.40

Modelos de depósito de agua potable Tecnofiber

-Instalación general

El contador se alojará en un cuarto de instalaciones accesible para mantenimiento desde el exterior. Estará dotado de iluminación eléctrica y desagüe. En este módulo también se dispondrá:

- Llave de corte general
- Válvula de retención que impida que el agua pueda retornar desde el edificio a la red general
- Llave de comprobación
- Llave de salida, que da paso al tubo de alimentación.

Los condicionantes del lugar determinarán si es o no necesario un grupo de presión para conseguir la presión suficiente para abastecer todas las tomas de agua según la tabla 2.1 del CTE DB-HS4.

-Derivaciones

Se deberán trazar los conductos reduciendo al máximo las distancias. Se darán dos casos según el trazado se realice por el exterior (pabellones disgregados en el paisaje) o interior (disposiciones compactas o espacios unidos con pasarelas):

-Por el exterior: Se dispondrán los conductos (con entubaciones de protección) en zanjas enterradas en los caminos de conexión entre los pabellones. Teniendo en cuenta que se deberán colocar por debajo de la instalación eléctrica y con una separación mínima de 5 cm, siendo recomendable separarse al menos 30 cm.

-Por el interior: Discurrirán horizontalmente bajo el pavimento, colgados de las correas mediante dispositivos regulables de sujeción Shurjoint o similar. Este es el caso que nos ocupa.



Dispositivo regulable de sujeción

La casa del niño

ENSAYO 1

////

///060

DESCRIPCIÓN GENERAL DE LA INSTALACIÓN DE AGUA CALIENTE SANITARIA

El código técnico de la edificación indica que todos los edificios de nueva construcción están obligados a cubrir parte de la demanda de agua caliente sanitaria (hasta un 60% en Valencia) a través de captadores solares y otros sistemas que garanticen el uso de energías renovables. En nuestro caso utilizaremos colectores solares cuando sea posible, junto a un sistema de apoyo.

Antes de describir la instalación, habría que señalar que hay dos opciones que dependen de la configuración de la propuesta concreta:

-Caso 1, pabellones dispersos: Se optará por un sistema descentralizado, en cada uno de los pabellones y sobre el módulo que requiera de ACS, se colocarán placas solares térmicas sobre los paneles sandwich de las *cubiertas inclinadas*, y se colocará el acumulador con serpentín en el cuarto de instalaciones más cercano a las placas de cubierta.

Debido a la descentralización del sistema, se utilizará un acumulador con serpentín y sistemas de bombeo de las menores dimensiones posibles, pues el volumen a almacenar y el consumo serán menores que en un sistema centralizado.

Solo a partir de 3.000 litros de acumulación se hace más práctico y económico el uso del intercambiador de placas, ya que los interiores (sean estos de serpentín o de doble envolvente) tienen un tamaño directamente proporcional a la superficie captadora, mientras que los intercambiadores de placas ofrecen un mejor rendimiento por actuar doblemente forzado con un menor tamaño. En este caso concreto, con organizaciones con pabellones dispersos, no se colocará intercambiador de placas.

-Caso 2, organizaciones compactas: Se optará por un sistema centralizado, además del acumulador con serpentín se deberá colocar un intercambiador de placas.

Las organizaciones compactas serán las menos comunes a la hora de aplicar el sistema, pero por su mayor complejidad respecto al modelo de pabellones dispersos, se detallará a continuación este tipo de instalación. Siendo la diferencia entre los dos sistemas el tamaño de los aparatos y la existencia o no del intercambiador de placas. Debido al mayor tamaño de los aparatos en este segundo caso, se colocarán en cuartos de instalaciones de al menos 2x2m.

Esta instalación de producción de ACS contiene:

-Circuito primario:

Es el circuito que se encarga de la producción de ACS a través de los colectores solares. Consiste en la recirculación de agua a través de los captadores, y en la transmisión de esta energía al circuito secundario.

-Circuito secundario o de intercambio:

Es el circuito que transmite la energía captada en los colectores desde el circuito primario al sistema de acumulación, y en última instancia, a las derivaciones interiores. Consiste en la recirculación de agua a través de intercambiadores (acumulador con serpentín o intercambiador de placas).

-Sistema de acumulación y apoyo:

Se encarga por una parte de acumular la energía producida en los captadores, y en caso de que esta energía no fuera suficiente para alcanzar las temperaturas deseadas, se encarga de aportar (por medio de una caldera de apoyo) el calor restante.

-Derivaciones interiores:

Conjunto de conductos verticales (montantes) y horizontales que abastecen las tomas de agua, siempre disponiéndose colgados de las correas sobre las que apoya el

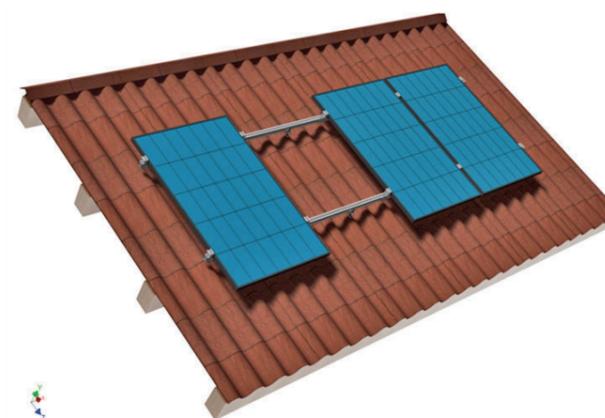
pavimento.

En espacios para la infancia los espacios que requieren suministro de ACS son la cocina y los aseos, y otros usos complementarios que puedan surgir con la aplicación del sistema a casos concretos.

DESCRIPCIÓN DE LOS ELEMENTOS QUE COMPONEN LA INSTALACIÓN DE AGUA CALIENTE SANITARIA (CASO 2, ORGANIZACIONES COMPACTAS)

-Circuito primario

Los colectores solares se colocan sobre las *cubiertas inclinadas* de panel sandwich mediante unos perfiles portantes como los que ofrece el sistema OR-ROW de la casa Solarstem. Estos perfiles se fijan al panel sandwich y las correas, permitiendo adaptar la inclinación del panel al de la cubierta. En las *cubiertas planas* no podremos situar este sistema, ya que la chapa grecada es autoportante, pero no está preparada para recibir pesos excesivos.



Sistema OR-ROW

La bomba de recirculación de agua se coloca en un cuarto de instalaciones y se dispondrá el aislamiento acústico necesario. Tendrá llaves de corte a ambos lados y una válvula de retención para evitar que el agua pase por la bomba en sentido contrario, así como un grifo de vaciado.

El intercambiador de placas, encargado de transmitir el calor al circuito secundario, se coloca en el mismo cuarto.

-Circuito secundario o de intercambio:

El sistema secundario ayuda a reducir la temperatura del agua que llevan las tuberías, disminuyendo las pérdidas de calor en el trayecto, y además nos permite que el circuito primario sea completamente independiente, facilitando enormemente su mantenimiento. Elementos:

Intercambiador de placas con sistema primario, como se ha explicado en el punto anterior.

Conductos entre el circuito primario y secundario, en los cuartos de instalaciones.

Bomba de recirculación, que se enciende únicamente cuando la temperatura en el acumulador no es suficiente. La bomba estará conectada y sincronizada con la del circuito primario, para que se pongan a trabajar al mismo tiempo.

Acumulador con serpentín. El acumulador, colocado en el cuarto del circuito secundario, permite que el calor producido en las placas solares no se utilice de manera instantánea, sino únicamente cuando sea necesario.

-Sistema de acumulación y apoyo:

Acumulador con serpentín por el que pasa el AF y se precalienta antes de dirigirse a la caldera de apoyo. Utilizando un acumulador de serpentín se evita acumular gran cantidad de agua a presión en un acumulador con membrana, de forma que no se pierden las propiedades sanitarias del fluido.

El acumulador con serpentín se encarga de almacenar el agua caliente proveniente de la cubierta por medio del serpentín, que intercambia el calor del circuito primario con el agua almacenada para el consumo.

Caldera de apoyo, que además también se encarga de calentar el agua para la instalación de calefacción. La caldera tiene entrada de agua fría y válvulas de tres vías, para asegurar siempre una temperatura adecuada de salida del agua. La caldera de apoyo puede ser de gas o eléctrica. Para disposiciones dispersas se recurrirá a una caldera eléctrica, para evitar sobrecostos elevados debido a la existencia de varios depósitos de gas. Para disposiciones compactas un solo depósito y caldera de gas será la solución más lógica.

-Derivaciones interiores:

Discurren desde el cuarto de instalaciones hasta la parte inferior del pavimento, por donde se disponen, cogidos a las correas, los conductos horizontales que abastecen a los puntos de consumo como los aseos, cocina o radiadores de agua. También pueden ir directamente desde el cuarto de instalaciones hasta el punto de consumo a través de las compartimentaciones registrables de madera, o incluso vistos, cogidos a la subestructura.

En cada local húmedo se dispone una llave de corte que reúna todos los aparatos.

Calefacción

Aunque en Cusco raramente se llega a temperaturas bajas, se plantea un sistema de calefacción mediante radiadores de agua que se sujetan a los paneles de revestimiento interior y su subestructura, pudiendo ir los tubos vistos, cogidos a las subestructuras, o a través de estos espacios registrables que crea la subestructura entre paneles.

En el caso que nos ocupa emplearemos una caldera para el comedor y otra para el taller, situadas cada una en un cuarto de instalaciones diferente.

Saneamiento, evacuación de aguas pluviales y residuales (CTE DB-HS5)

DESCRIPCIÓN GENERAL DEL SISTEMA

Se proyecta un sistema constituido por una red para la evacuación de aguas residuales. Por otra parte las aguas pluviales se colectarán y se evacuarán al propio entorno de la forma mas respetuosa posible con el entorno natural y asegurando una separación mínima de los espacios interiores. Esta división permite una mejor adecuación a un proceso posterior de depuración del agua residual y da la posibilidad de un dimensionamiento estricto de cada conducción.

Existirán instalaciones de saneamiento bajo los núcleos húmedos y en los extremos de la cubierta para la evacuación de las aguas pluviales. Los colectores discurrirán colgados bajo el pavimento, de la misma manera que ocurre con las instalaciones de suministro de agua. Para la conexión entre pabellones dispersos los conductos discurrirán enterrados a lo largo del camino de conexión, en el que se colocarán las arquetas de registro necesarias.

AGUAS RESIDUALES

La red de saneamiento estará formada por los siguientes elementos:

-Cierres hidráulicos, sifones individuales propios de cada aparato.

-Red de pequeña evacuación. Derivaciones de los aparatos sanitarios de los locales húmedos: el trazado tendrá una pendiente superior al 2%.

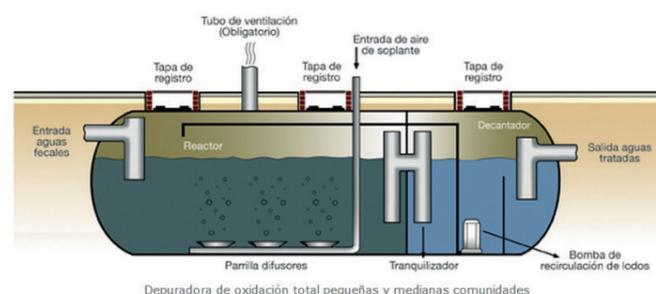
-Colectores colgados de las correas inferiores a los que acometen las anteriores derivaciones. Pendiente superior al 1%.

Colectores enterrados en zanjas de las dimensiones adecuadas, situadas por debajo de la red de distribución de agua potable, tendrán una pendiente mínima del 2% y registros cada 15 metros.

-Conexión con la red de saneamiento existente. Como en el resto de instalaciones, se distinguen entre dos casos que nos podemos encontrar en un entorno natural:

Con acceso a la red: Se conectarán las derivaciones de pluviales y residuales a la red más cercana. Es el caso que nos ocupa.

Sin acceso a la red: Se recurrirá a colocar sistemas de depuración de agua en el mismo lugar de intervención. Se propone una depuradora de oxidación total, que permite depurar las aguas de comunidades de entre 10 y 250 usuarios, rango que puede resultar común para casas del niño y demás lugares para la infancia. Requiere de energía eléctrica para su funcionamiento, ya que dispone de inyectores de aire que actúan con motor eléctrico.



La FIBERDEP es una depuradora compacta de oxidación total o de aireación prolongada. La diferencia con otros sistemas de depuración consiste en que en ésta el oxígeno es introducido a través de la aportación forzada de aire, realizada de forma automática a través de una bomba compresor externa, con lo que logramos unos mayores rendimientos.

Es el sistema de depuración más completo y requiere energía eléctrica para su funcionamiento, ya que dispone de inyectores de aire que actúan con motor eléctrico, siendo su vertido el de mejores resultados.

Pequeñas y medianas comunidades

Referencia	Modelo	Nº Personas (hasta)	DIMENSIONES		TUBERIA
			Diámetro(m)	Longitud(m)	Ø E/S
FIB03000F	3000F	10	1,30	2,70	125
FIB05000F	5000F	15	1,60	2,95	125
FIB06000F	6000F	20	1,60	3,45	125
FIB08000F	8000F	30	1,60	4,45	125
FIB10000F	10000F	40	1,90	4,10	160
FIB12000F	12000F	50	1,90	4,75	160
FIB14000F	14000F	60	2,20	4,15	160
FIB18000F	18000F	75	2,20	5,20	160
FIB24000F	24000F	100	2,50	5,50	200
FIB30000F	30000F	125	2,50	6,70	200
FIB36000F	36000F	150	3,00	5,40	200
FIB48000F	48000F	200	3,00	7,00	200
FIB60000F	60000F	250	3,00	8,80	200

Modelos de depuradora de oxidación total Tecnofiber según el número de usuarios

AGUAS PLUVIALES

Las *cubiertas planas* planteadas en el sistema son las que recogen el agua, junto con los canalones exentos en el caso de que las *cubiertas inclinadas* no desagüen en las *planas*.

El tamaño del canalón tipo 1 y 2 del sistema, usado en *cubiertas planas*, se ha dimensionado según apdo 4.2.2 del DB HS-5, para un régimen pluviométrico de 100 mm/h (según donde instalemos el sistema podría variar), ya que podemos obtener los m² de cubierta máximos que pueden desaguar en este para las diferentes configuraciones posibles del sistema: 9x6= 54m². El canalón tipo 3 dependerá de la configuración que se realice de cubiertas, aunque se le ha dado una sección similar al de los otros. Para el canalón 1 y 2:

Según tabla 4.7, con una pendiente de canalón de 0.5% y un área de proyección máxima de 60 m², el diámetro del canalón ha de ser de 125mm. Al tratarse de un canalón de sección rectangular, hemos de aumentar este valor un 10%: 140mm de diámetro (área equivalente de 154 cm²). Nuestro canalón se ha sobredimensionado a 550 cm², pues hemos de suponer situaciones desfavorables como son las lluvias torrenciales en Cusco, por lo que mide 50x11cm.

En cuanto a las bajantes y colectores, no podemos dimensionarlos para el sistema en general, ya que dependen de cada caso. En este ensayo podemos obtener los valores de la tabla 4.8 y 4.9, pero para régimen pluviométrico de 100mm/h.

La bajante se colocará en los extremos o los puntos más favorables, desviándose a través de las lamas fijas de fachada cuando provengan del espacio de falso techo bajo *cubiertas planas*. También puede atravesar de manera vertical el interior, quedando vista, siempre buscando agarrarse a los paneles o subestructuras interiores.

La bajante conectará con un colector horizontal que se encargará de evacuar las aguas para expulsarlas en el entorno natural. Existe la posibilidad de conectar con la red general de evacuación en algunos casos concretos, pero en entornos naturales por lo general no debería ser necesario.

Para lugares donde no exista conexión con la red de acometida de agua sanitaria, se propone almacenar el agua de lluvia para reutilizarla en los inodoros.

Estos depósitos para aguas pluviales se disponen bajo las bajantes, y disponen de un conducto de salida en su parte superior para evacuar el agua cuando estén llenos.

Climatización y ventilación (CTE DB-HE, CTE DB-HS3 y RITE)

A pesar de que la normativa obliga a utilizar sistemas de ventilación mecánica en edificios públicos, en el sistema propuesto no tiene sentido emplearlos, ya que disponemos de abundante ventilación natural en todos los espacios, con recorridos exteriores en muchos casos. En el caso de Cusco, debido al clima templado se intenta favorecer la ventilación natural con una alta relación con los espacios exteriores.

En cuanto a la climatización, conducciones potentes de aire no serían lógicas, ya que tenemos poca inercia, al tratarse de una construcción industrializada, y serían costosas. Habría que valorar la climatización según el lugar donde nos encontremos, buscando la temperatura de confort exigida por el RITE para espacios infantiles, 21°C.

En el caso de Cusco emplearemos , como hemos dicho en otro capítulo, radiadores de agua, ya que la época de frío es corta y se usarán anecdóticamente. Se intentarán colocar en la parte más cercana a los ejes sirvientes, para evitar pasar canalizaciones a través de las subestructuras intermedias.

El confort se busca en el ensayo 2, clima cálido, mediante dobles cubiertas y otras protecciones contra el calor.

Dado que el sistema se ha concebido para climas templados, no se ha puesto empeño en aislar toda la envolvente de manera exhaustiva. Sin embargo, en el ensayo 3, dado que se trata de un clima más frío y que la envolvente presenta un mejor aislamiento, ya que se dispone de recursos y tiempo in situ, es más sensato utilizar sistemas de aire descentralizados, como por ejemplo usando las Unidades de Tratamiento de Aire de la marca comercial TROX, que tienen una variante de aparatos dedicados especialmente a la aplicación en centros educativos.

La unidad toma aire directamente del exterior, lo trata para conseguir las necesidades de confort, y lo impulsa al interior, mientras que por otro lado toma el aire viciado y lo expulsa al exterior o lo vuelve a tratar, para reutilizar parte de este en la impulsión recuperando su energía.

Este sistema evita la construcción de conductos de aire y su mantenimiento, así como la disposición de una gran unidad de tratamiento de aire centralizada, disponiendo unidades de diseño modular y fácil montaje. Además permite regular la temperatura independientemente en todos los lugares del edificio.

Este sistema resuelve la ventilación, la calefacción y la refrigeración de los espacios en un mismo aparato, y resulta coherente con el resto de instalaciones planteadas en el edificio, pues estos aparatos se pueden colocar también en los cuartos de instalaciones del eje sirviente, con conexión al exterior, evitando los tubos de los radiadores.

Suministro de gas

Dado que cada ala del edificio cuenta con una caldera, estas no serán de gran tamaño, por lo que pueden ser eléctricas. Sin embargo, en la cocina será necesaria una caldera de gas, ya que está equipada para preparar alimentos para un gran número de personas.

El sistema de instalación de gas natural, en el caso de Cusco, se ha diseñado teniendo en cuenta las exigencias establecidas en el Reglamento Técnico de distribución y utilización de combustibles gaseosos.

La acometida se realiza directamente de la calle al este, al espacio de contadores, en el que se sitúa el contador, grupo electrógeno y llave del conjunto. La derivación sale al exterior y entra directamente a la sala de la caldera, correctamente ventilada. Es importante la ventilación abundante en la cocina, así como llaves de los distintos aparatos abastecidos.

Electrotécnia y telecomunicaciones

DESCRIPCIÓN DE LOS ELEMENTOS QUE COMPONEN LA INSTALACIÓN

-Acometida

Con acceso a la red: Se conectará a la red ya sea aérea o enterrada.

Sin acceso a la red: Se deberá generar la energía necesaria para satisfacer la demanda, ya sea mediante energías renovables o combustibles fósiles, siendo preferibles las energías renovables por su menor impacto en el medio ambiente. Dependiendo de las características climatológicas del lugar se optará por un sistema de generación de energía solar, eólica o mixta, siendo este último el más común. La casa ThermoChip ofrece paneles fotovoltaicos en sus soluciones de cubierta, los cuales serían compatibles con nuestro sistema.

-CGP+contador:

Un solo usuario: Será el caso más común en un lugar para la infancia. En vez de disponer una Caja General de Protección se colocará una Caja de Protección y Medida, que lleva incorporado directamente el contador, ahorrando el tramo de LGA (línea general de alimentación). Se sitúa en un cuarto de instalaciones o limpieza. Dependiendo de la potencia total de la instalación se escogerá un modelo u otro. Para potencias de hasta 43,7kW se dispondrá una Caja de Protección y medida (CPM) y para potencias de 43,7kW a 100kW se dispondrá una Caja de Medida indirecta mediante Transformadores de intensidad (CMT). A partir de 100kW se requerirá un Centro de Transformación, que podrá situarse en el exterior del edificio. Este último caso será el menos común pues es no se suele requerir tanta potencia en la instalación de un uso docente infantil.

Varios usuarios: Normalmente no será de aplicación, pero si se da el caso de la existencia de varios usuarios dentro de una mismo recinto, se dispondrá una Caja General de Protección (CGP) para potencias de hasta 100kW. A partir de 100kW es posible que se requiera un Centro de Transformación. (lo dictaminará la empresa suministradora)

-Cuadro general de baja tensión (CGBT), se trata de un cuadro general de distribución que reúne todos circuitos del espacio infantil. Tendrá interruptores generales y de protección. Se situará junto al CGP/CPM en un cuarto de instalaciones accesible desde el exterior pero sin ser accesible para el público en general.

Para disposiciones de escuela con pabellones dispersos existirán también cuadros secundarios.

-Grupo electrógeno gas que garantiza el suministro eléctrico en caso de emergencia o avería.

-Derivaciones individuales a cada uno de los cuadros de distribución de las distintas zonas. En caso de que los espacios se encuentren disgregados en su entorno como pabellones independientes se dispondrá una zanja a lo largo del camino de conexión entre los espacios, al igual que sucede en el caso de la red de saneamiento y las acometidas de agua. Con objeto de facilitar la instalación, cada 15 m se podrán colocar cajas de registro precintables.

-Cuadros de distribución de cada sección: normalmente habrá un cuadro para cada una de las siguientes secciones:

- Zona de acceso y administración.
- Zona de aulas en caso de disposiciones compactas, para aulas disgregadas se dispondrá un cuadro por aula o por grupos de aulas.
- Zona del comedor.
- Cocina, por tratarse de una zona con mucha potencia eléctrica instalada debido al gran número de aparatos (hornos, lavavajillas, lavadoras, microondas etc).
- Habitaciones u otros espacios alternativos que se proponen como aplicación

del sistema.

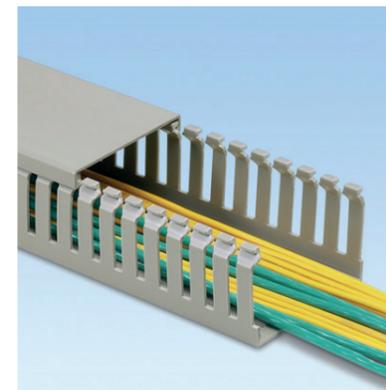
Además, cada pabellón exento dispondrá de su propio cuadro de distribución.

Los grupos de hidropresión para la recirculación del sistema primario de ACS y otras instalaciones que requieran de potencia eléctrica, se incluirán en los apartados anteriores según las necesidades de la propuesta concreta.

Desde cada uno de estos cuadros saldrán varios circuitos, incluyendo siempre el de iluminación, alumbrado de emergencia, y tomas de corriente (además de las líneas de voz y datos).

-Circuitos y conductos hasta cada aparato:

Discurren a través de la subestructura en una canaleta de PVC ranurado, que permite conectar con cada uno de los aparatos.



ESTIMACIÓN DE LA POTENCIA TOTAL INSTALADA

Aunque se podría calcular exactamente la potencia instalada para cada caso, se hace una estimación que según el reglamento de baja tensión para edificios comerciales o públicos es de 100W/m². Se calculará para cada propuesta concreta los metros cuadrados construidos, pudiendo obtener así una estimación de la potencia total a instalar.

Una vez calculada la potencia, se elegirá, según lo anteriormente comentado, entre la caja general de protección y la caja de protección y medida.

Se calculará posteriormente la derivación principal, con el dato obtenido de potencia trifásica instalada, según la fórmula:

$$I = P / [\sqrt{3} * V * \cos \phi]$$

Con los datos obtenidos, se elige la intensidad de los fusibles y se calcula la sección de la derivación principal según las tablas del reglamento de BT.

MATERIALES Y CONSIDERACIONES CONSTRUCTIVAS

Las líneas de distribución estarán constituidas por conductos unipolares en el interior de tubos de PVC. Discurrirán horizontalmente bien sea por el interior del edificio en canaletas de PVC sobre el techo o bien por zanjas con la debida protección (entubados según lo establecido en la norma UNE-EN 50.086 2-4) a lo largo de caminos exteriores en caso de tratarse de distribuciones mediante pabellones dispersos.

Cualquier parte de la instalación eléctrica mantendrá una separación mínima de 5cm respecto de las canalizaciones de agua y saneamiento, y siempre se colocará a una cota algo mayor, por si hubiera fugas de agua.

TELECOMUNICACIONES

-Arqueta de entrada de 400x400x600mm, se trata del recinto que permite establecer la unión entre las redes de alimentación de los servicios de telecomunicación de los distintos operadores y la infraestructura común de telecomunicación del edificio. Se encuentra en la zona exterior y a ella confluyen, por un lado, las canalizaciones de los distintos operadores y, por otro, la canalización externa de la ICT.

-Canalización externa de 3 conductos (1 TB+RDSI, 1 TLCA, 1 reserva) constituida por los conductos que discurren por la zona exterior del edificio desde la arqueta de entrada hasta el punto de entrada general del edificio. Es la encargada de introducir las redes de alimentación de los servicios de telecomunicación de los diferentes operadores.

-La canalización de enlace está constituida por los conductos de entrada y los elementos de registro intermedios que sean precisos. Los elementos de registro son las cajas o arquetas intercaladas en esta canalización de enlace para poder facilitar el tendido de los cables de alimentación.

-El recinto único RITU sustituye a los recintos RITI y RITS (inferior y superior) dado que se trata en todos los casos de edificios de menos de 3 plantas y menos de 10 usuarios (normalmente tendremos un solo usuario, la escuela). Dado que las dimensiones requeridas para el recinto RITU son de 1000 x 500 x 2000 (altura) será posible situarlo en un cuarto de instalaciones. Pero deberá cumplir con los siguientes requerimientos:

Dispondrá de un pavimento rígido que disipe las cargas electrostáticas.

Se evitará, en la medida de lo posible, que los recintos se encuentren en la proyección vertical de canalizaciones o desagües y, en todo caso, se garantizará su protección frente a la humedad.

El recinto dispondrá de ventilación natural directa, ventilación natural forzada por medio de conducto vertical y aspirador estático, o de ventilación mecánica que permita una renovación total del aire del local al menos dos veces por hora.

Se habilitarán los medios para que en el RITU exista un nivel medio de iluminación de 300 lux, así como un aparato de iluminación autónomo de emergencia.

Identificación de la instalación: en todos los recintos de instalaciones de telecomunicación existirá una placa de dimensiones mínimas de 200 x 200 mm (ancho x alto), resistente al fuego y situada en lugar visible entre 1200 y 1800 mm de altura, donde aparezca el número de registro.

-Canalizaciones. El cableado para uso telefónico, conexión a Internet, sistema audiovisual de voz y datos discurrirá junto al resto de conductores eléctricos, y se distribuirá o bien en tubos debidamente protegidos a lo largo de zanjas en los caminos de conexión entre pabellones o por las canaletas de PVC sobre las subestructuras una vez dentro del pabellón.

SISTEMAS DE PROTECCIÓN

Los fusibles de seguridad y los dispositivos generales de mando y protección se situarán lo más cerca posible del punto de entrada de la derivación individual, junto a la CGP/CPM.

Para disposiciones de escuela con pabellones dispersos, del cuadro general saldrán las derivaciones de los circuitos a cada uno de los pabellones, y se colocarán también cuadros secundarios de mando y protección en cada uno de estos espacios, para en caso de emergencia no tener que dirigirse al cuadro general de protección situado en el acceso del edificio.

En estos casos en los que existen cuadros secundarios de mando y protección, se deberá tener en cuenta el efecto de la selectividad entre los diferenciales, pues al estar colocados en serie, la sensibilidad del diferencial del cuadro secundario

deberá ser menor a la del cuadro general. Esto es debido a que en caso de que salte un interruptor en uno de los pabellones, no salte también el del cuadro general, con lo cual nos evitamos dirigirnos al acceso de la escuela para su rearmado.

Se han tomado las precauciones para que los dispositivos de mando y protección no sean accesibles al público en general. Se colocan en el interior de los cuartos de instalaciones a una altura superior a 1,5m, fuera del alcance de los niños.

No se ha realizado el cálculo pormenorizado de los interruptores de control de potencia, ni el del sistema de protección de tierra, que también existirá.

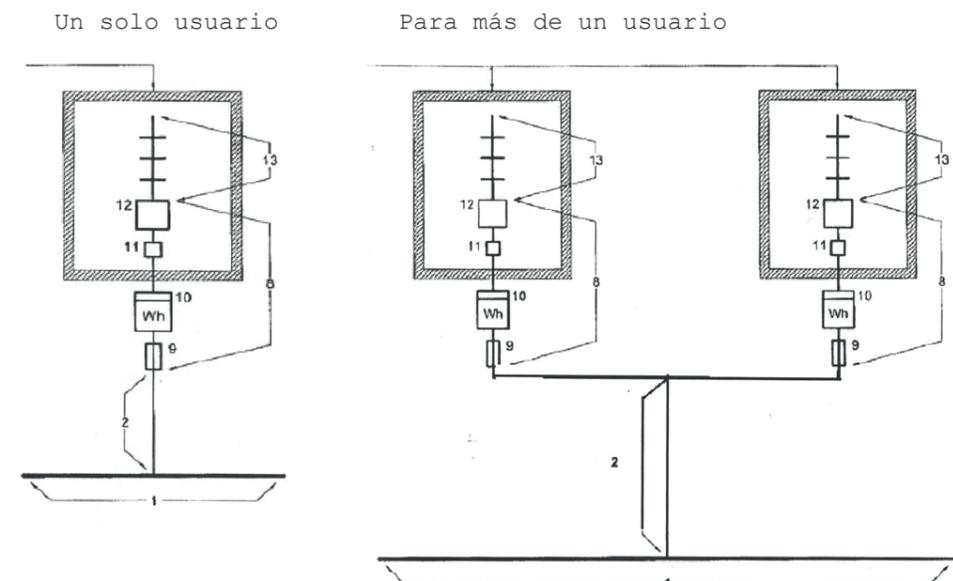
MÍNIMO DE ELEMENTOS A INSTALAR EN LOS TALLERES Y COMEDOR

Espacio	Tomas corriente	Toma datos	Tomas teléfono	Tomas tv
Talleres	4	1	-	-
Comedor	4	1	1	-
Cocina	según equipamiento	-	1	-

Todos los mecanismos se situarán fuera del alcance de los niños, por encima de 150cm del suelo. No existirán en ningún caso alargadores ni se sobrecargarán las tomas de corriente. La altura de las tomas de corriente determina la situación de los cables de los dispositivos eléctricos, por lo que habrá que mantener los cables recogidos para evitar que un niño pueda estirar de ellos.

ESQUEMA DE LA INSTALACIÓN DE ENLACE

Con la aplicación del sistema normalmente se podrán dar dos casos:



Leyenda

- 1 Red de distribución
- 2 Acometida
- 8 Derivación individual
- 9 Fusible de seguridad
- 10 Contador
- 11 Caja para interruptor de control de potencia
- 12 Dispositivos generales de mando y protección
- 13 Instalación interior

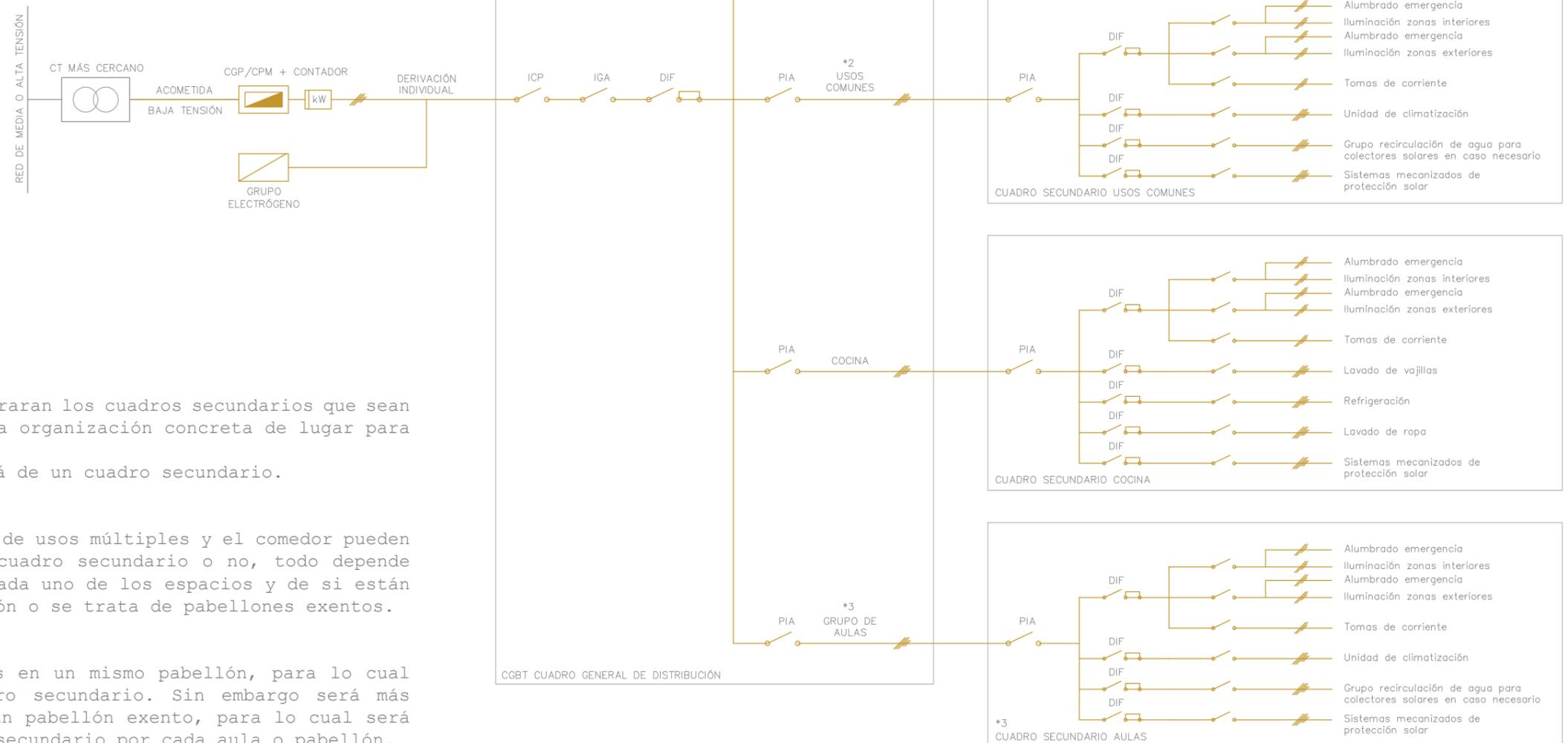
Se cumplirán los requisitos del Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión y Guía Técnica de Aplicación del Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión, como en toda la instalación general.

ESQUEMA GENERAL DE LA INSTALACIÓN

Se expone un esquema ABIERTO del mismo modo que el sistema de componentes propuesto es abierto, pues es posible generar distintas configuraciones de espacios para la infancia. Se proponen cuadros secundarios para los espacios más usuales en una escuela infantil, sin embargo algunos de ellos podrían no estar. Se trata por lo tanto de un "esquema tipo", ampliable, modificable.

Se tratará de colocar los menos cuadros secundarios que sea posible, agrupando usos siempre que se encuentren dentro de un mismo pabellón.

Sería conveniente colocar un maxímetro y eliminar el ICP, para evitar que salte el interruptor en caso de superar la potencia máxima contratada, y paralizar el paso de corriente. El maxímetro es un aparato que mide la potencia que se está utilizando cada cierto periodo de tiempo, y en caso de superar la potencia contratada, la empresa suministradora podrá aplicar la sanción oportuna.



*1
El esquema es abierto, se generaran los cuadros secundarios que sean necesarios para cumplir con la organización concreta de lugar para la infancia. Cada pabellón exento dispondrá de un cuadro secundario.

*2
Los usos comunes como la sala de usos múltiples y el comedor pueden estar incluidos en un mismo cuadro secundario o no, todo depende de la potencia instalada en cada uno de los espacios y de si están dispuestos en un mismo pabellón o se trata de pabellones exentos.

*3
Las aulas pueden estar juntas en un mismo pabellón, para lo cual será necesario solo un cuadro secundario. Sin embargo será más común disponer cada aula en un pabellón exento, para lo cual será necesario disponer un cuadro secundario por cada aula o pabellón.

Luminotecnia

DESCRIPCIÓN GENERAL

Se han elegido modelos de luminarias diferentes para interior y para exterior, los cuales se dispondrán sujetos longitudinalmente a las subestructuras metálicas que proporciona el sistema.

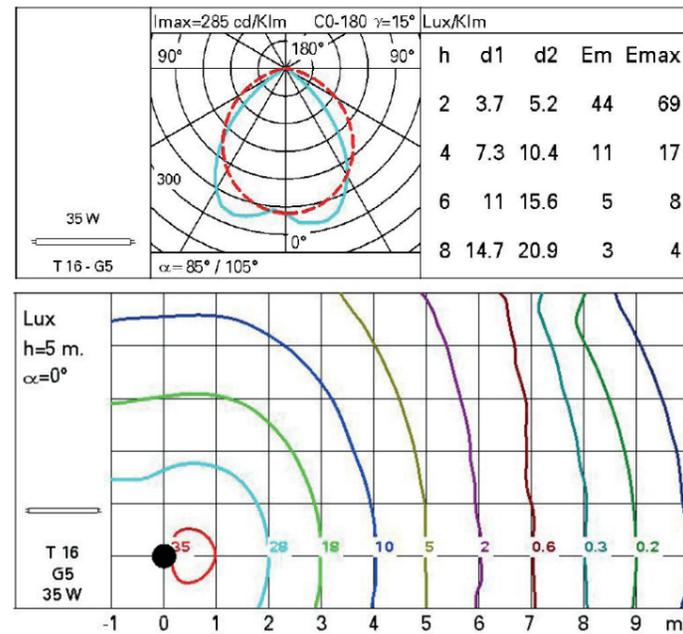
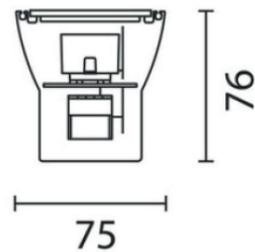
Para aulas y talleres se busca un nivel de iluminación de 400 lux, además de cumplir los requisitos para los siguientes espacios, según UNE-EN 12464-1:

Comedor: 200 lux
 Cocina: 500 lux
 Despachos: 500 lux
 Corredores e instalaciones: 150 lux

MODELOS DE LUMINARIAS PROPUESTAS

-iGuzzini Linealuze FL

Para exteriores, colocada en la subestructura superior de acero, se escoge una luminaria fluorescente por no ser tan direccional, consiguiendo una iluminación más difusa y general.

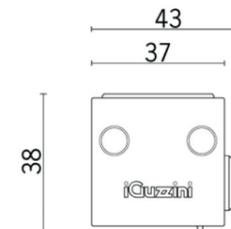
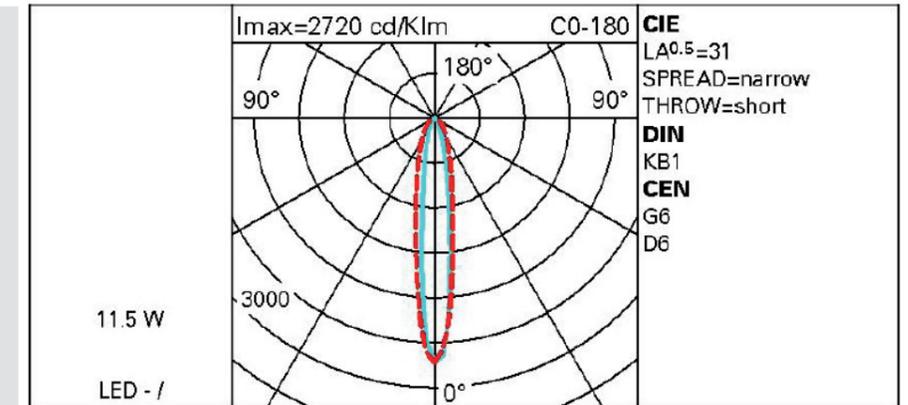


Luminaria lineal fluorescente. 4000k temperatura de color.

Dimensiones: 75 x 76mm L=1538mm
 Peso: 4,80kg
 1989Lm
 39W
 50,79Lm/W

-iGuzzini Linealuze Mini LED

Para interiores, sujeta a la subestructura superior de acero, con sistema anti deslumbramiento.



Luminaria lineal de iluminación directa, LED monocromo blanco neutro, 4000K temperatura de color.

Dimensiones: 37 x 37mm L=1585mm
 Peso: 2,22kg
 632Lm
 11,5W
 55,03Lm/W

Seguridad contra incendios (CTE DB SI)

PROPAGACIÓN INTERIOR

Los edificios se deben compartimentar en sectores de incendio según las condiciones que se establecen en la tabla 1.1.

Compartimentación en sectores de incendio:

Para uso docente y con una única planta, no es preciso que esté compartimentada en sectores de incendio.

Por lo general, en los espacios generados por la aplicación del sistema no será necesario distinguir entre varios sectores de incendio, a no ser que el uso sea diferente y se generen espacios compactos.

La resistencia al fuego de las paredes, techos y puertas que delimitan sectores de incendio, para una altura de evacuación de menos de 15 metros, será EI-60.

De todos modos, es común que al aplicar el sistema se generen pabellones independientes disgregados en el entorno natural, con lo cual no se producirá la propagación del fuego entre los distintos pabellones.

PROPAGACIÓN EXTERIOR

El proyecto propuesto no contempla la existencia de medianeras o anexiones a edificios existentes, se trata de edificios exentos, por lo tanto no será de aplicación este apartado del documento de seguridad contra incendio.

EVACUACIÓN DE LOS OCUPANTES

-Cálculo de la ocupación

Para calcular la ocupación deben tomarse los valores de densidad de ocupación que se indican en la tabla 2.1 del CTE DB SI en función de la superficie útil de cada zona. En aquellos recintos o zonas no incluidos en la tabla se deben aplicar los valores correspondientes a los que sean más asimilables.

A efectos de determinar la ocupación, se debe tener en cuenta el carácter simultáneo o alternativo de los espacios generados por el sistema, considerando el régimen de actividad y de uso previsto para el mismo.

Uso previsto	Zona, tipo de actividad	Ocupación (m ² /persona)
Cualquiera	Zonas de ocupación ocasional y accesibles únicamente a efectos de mantenimiento: salas de máquinas, locales para material de limpieza, etc.	Ocupación nula
	Aseos de planta	3
Docente	Conjunto de la planta o del edificio	10
	Locales diferentes de aulas, como laboratorios, talleres, gimnasios, salas de dibujo, etc.	5
	Aulas (excepto de escuelas infantiles)	1,5
	Aulas de escuelas infantiles y salas de lectura de bibliotecas	2

Para el espacio de taller y comedor, podemos considerar 5m²/persona, sumando 3m²/persona en aseos. Tendríamos:

24m² aseos /3= 8 personas
216m² taller+comedor+cocina /5= 43,2 personas

Total 52 personas

-Número de salidas y longitud de los recorridos de evacuación

Como norma que rige al sistema respecto a la normativa de seguridad contra incendios, se propone que todos los espacios generados por el sistema han de tener

al menos dos salidas al exterior. Esto es posible debido a que se trata de espacios pensados para tener una relación muy directa con el espacio exterior, aprendiendo de la naturaleza.

Tomando esta regla como premisa y entrando en la tabla 3.1 del CTE DB SI se obtiene que para zonas en las que se prevea la presencia de ocupantes que duermen, o en plantas de hospitalización o de tratamiento intensivo en uso Hospitalario y en plantas de escuela infantil o de enseñanza primaria, la longitud de evacuación no excederá de 35 metros. Es decir, la segunda norma a la hora de diseñar espacios generados por el sistema es que el tamaño de estos espacios debe cumplir con el siguiente requerimiento:

Para espacios que por su disposición o uso no tengan dos salidas al exterior, si no que solo dispongan de una, deberán cumplir los siguientes requisitos:

La ocupación no excederá de 50 alumnos en escuelas infantiles, o 100 personas en caso de tratarse de otro uso.

La longitud de evacuación será menor a 25 metros.

Sin embargo, dadas las características del sistema propuesto, que se basa en espacios con una gran relación con el exterior, resulta sencillo disminuir la distancia máxima de evacuación a 15 metros, facilitando así la evacuación de los espacios en caso de emergencia. Al fijar esta distancia de evacuación como máxima, el tiempo de resistencia al fuego que ha de cumplir la estructura será menos restrictiva. Se decide por lo tanto fijar la distancia máxima de evacuación en 15 metros para todos los espacios generados por el sistema.

La distancia entre el punto interior mas lejano a una de las puertas de salida, y la puerta propiamente dicha, será de 15 metros.

-Dimensionado de los medios de evacuación

A la hora de calcular las dimensiones de los elementos de evacuación se debe tener en cuenta que se trata de un sistema que permite que se generen espacios de diferentes dimensiones. En todo caso, el diseño del sistema propuesto facilita la evacuación de sus ocupantes al exterior, independientemente de los requisitos concretos de cada espacio. Es por ello que no se dimensionan los elementos como las puertas y las zonas de paso según lo requerido estrictamente por la tabla 4.1 del CTE DB SI, si no que se establecen unas dimensiones lógicas que permitan evacuar a los ocupantes en caso de emergencia.

Las principales medidas que se toman son la existencia de puertas dobles que conectan con el exterior en todos los espacios propuestos, con un ancho libre de 1800mm. Además, el sistema genera recorridos exteriores, o espacios de filtro entre el interior y el exterior, que facilitan enormemente la evacuación de los usuarios en caso de emergencia.

Se comprueba que estos elementos cumplen con los requerimientos del CTE:

Puertas y pasos:

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

Las puertas dobles propuestas cumplen con este requerimiento.

La anchura de toda hoja de puerta no debe ser menor que 0,60 m, ni exceder de 1,23 m. Las puertas propuestas cumplen también con este requerimiento.

Pasillos y rampas

$A \geq P / 200 \geq 1,00 \text{ m}$, se cumple para el ensayo propuesto

Pasos, pasillos y rampas al aire libre:

$A \geq P / 600$, el sistema cumple hasta ocupaciones de 600 personas

La casa del niño

ENSAYO 1

////

///069

Escaleras al aire libre (como todas las escaleras del sistema)
A \geq P / 480, el sistema cumple hasta ocupaciones de 480 personas.

-Protección de las escaleras

Las escaleras que pueden generarse mediante la aplicación del sistema cumplen con los requisitos del CTE DB SI, pues no superan el máximo exigido para escaleras no protegidas, que según la tabla 5.1 es de 14 metros de altura de evacuación descendente.

-Puertas situadas en recorridos de evacuación

Abrirán en el sentido de la evacuación aquellas puertas por las que evacuen más de 100 ocupantes o estén previstas para más de 50 ocupantes en el recinto en el que se sitúan.

-Señalización de los medios de evacuación

Se cumplirán los aspectos relacionados con la señalización de las salidas de planta y de emergencia, indicativas de dirección, etc.

-Control del humo de incendio

No se aplica

INSTALACIONES DE PROTECCIÓN CONTRA INCENDIOS

El diseño, la ejecución, la puesta en funcionamiento y el mantenimiento de dichas instalaciones, así como sus materiales, componentes y equipos, deben cumplir lo establecido en el "Reglamento de Instalaciones de Protección contra Incendios".

Cuando el sistema integre varios usos independientes (por ejemplo una cafetería pública con una escuela), para cada uso individual se aplicará su propia instalación contra incendios, que dependerá de su uso y de la superficie total de cada edificio.

-Dotación de instalaciones de protección contra incendios

El sistema posibilita la creación de configuraciones de casas del niño diferentes. No será de aplicación en todos los casos lo expuesto a continuación, sino que se dan unas pautas que ayudarán a entender las características de la instalación para cada caso concreto.

Según la tabla 1.1 del CTE DB SI se aplicarán las siguientes instalaciones:

Extintores portátiles Uno de eficacia 21A -113B:

A 15 m de recorrido en cada planta, como máximo, desde todo origen de evacuación.

Instalación automática de extinción

En cocinas en las que la potencia instalada exceda de 50 kW.

Bocas de incendio equipadas

Si la superficie construida excede de 2.000 m².

Sistema de alarma

Si la superficie construida excede de 1.000 m². El sistema de alarma transmitirá señales visuales además de acústicas.

Sistema de detección de incendio

Si la superficie construida excede de 2.000 m², detectores en zonas de riesgo alto conforme al capítulo 2 del DB SI. Si excede de 5.000 m², en todo el edificio.

Hidrantes exteriores

Uno si la superficie total construida está comprendida entre 5.000 y 10.000 m².
Uno más por cada 10.000 m² adicionales o fracción.

No será de aplicación la colocación de aljibes que almacenen agua para la protección contra incendios en caso de la existencia de grandes masas de agua naturales en la cercanía al emplazamiento propuesto.

-Señalización de las instalaciones manuales de protección contra incendios

"Los medios de protección contra incendios de utilización manual (extintores, bocas de incendio, hidrantes exteriores, pulsadores manuales de alarma y dispositivos de disparo de sistemas de extinción) se deben señalar mediante señales definidas en la norma UNE 23033-1 cuyo tamaño sea:

a) 210 x 210 mm cuando la distancia de observación de la señal no exceda de 10 m;

b) 420 x 420 mm cuando la distancia de observación esté comprendida entre 10 y 20 m;

c) 594 x 594 mm cuando la distancia de observación esté comprendida entre 20 y 30 m.

Las señales deben ser visibles incluso en caso de fallo en el suministro al alumbrado normal. Cuando sean fotoluminiscentes, deben 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."

RESISTENCIA AL FUEGO DE LA ESTRUCTURA

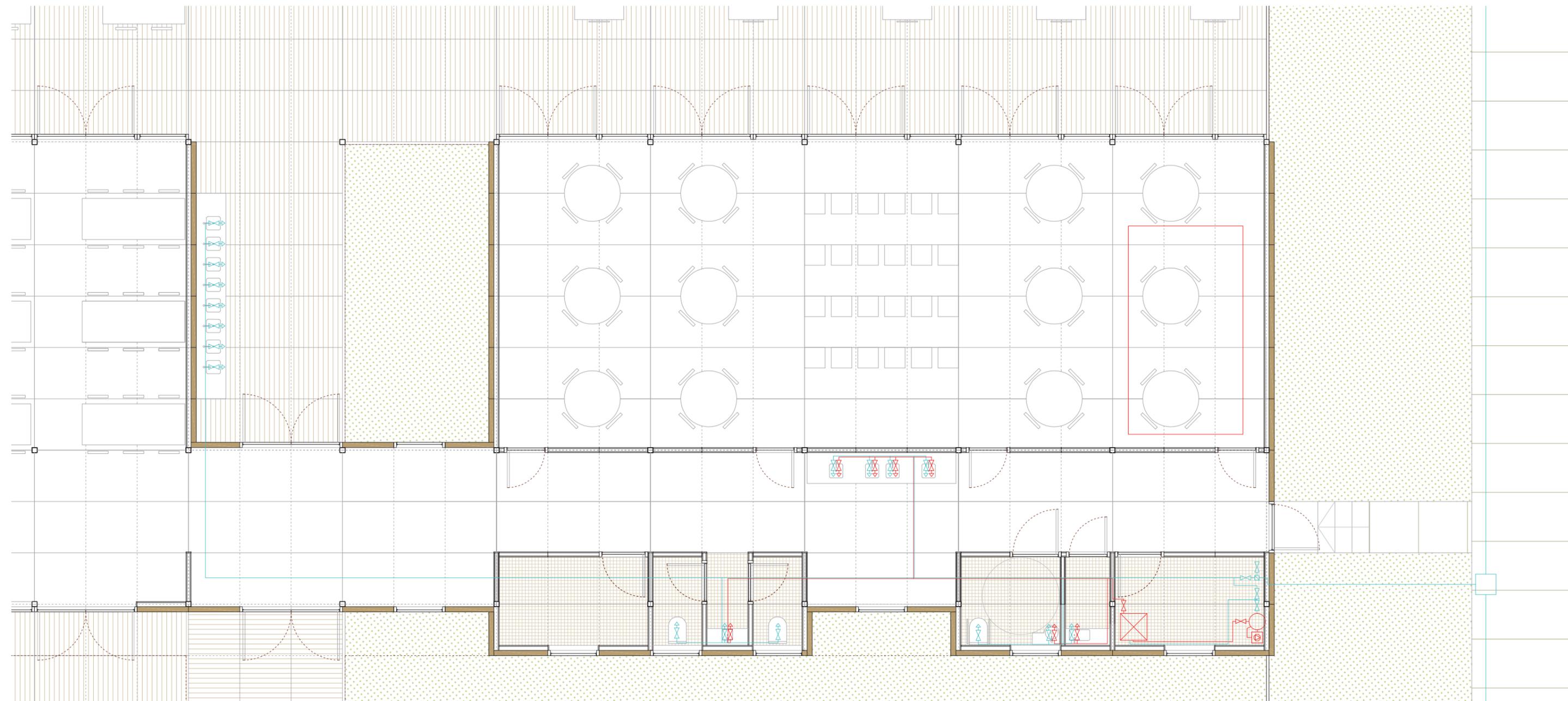
Al tratarse de un edificio de uso docente y una distancia de evacuación inferior a 15 metros, según el CTE DB SI (Tabla 3.1), la resistencia al fuego de la estructura debe ser superior o igual a R60.

Sin embargo, dadas las características de los espacios que surgen de la aplicación del sistema, en el que se generan espacios abiertos al exterior en pabellones exentos, resulta excesiva la limitación marcada por el CTE DB SI, estimando que será necesaria una resistencia al fuego igual o superior a R30.

Siendo el acero un material de construcción considerado "no combustible" presenta, sin embargo, algunas características que hacen necesaria su protección frente a la acción del fuego.

Para la protección de los perfiles de acero, se recurre a un tratamiento de pintura intumescente que asegure una resistencia al fuego de un mínimo de 30 minutos según Norma UNE-ENV 13381-4:2005.

Instalación de Agua Fría y Agua Caliente Sanitaria

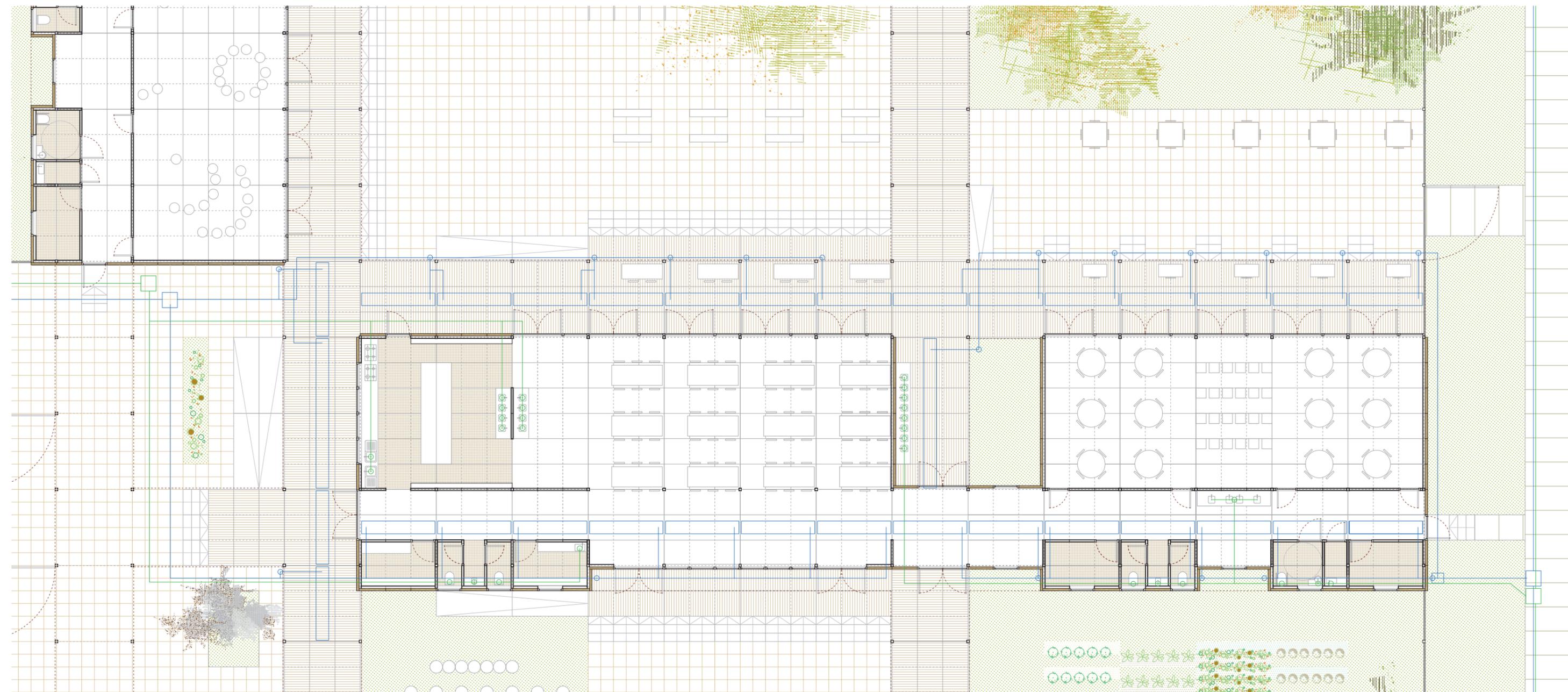


	Acometida/arqueta de registro
	Contador
	Situación colectores solares
	Caldera eléctrica de apoyo
	Acumulador térmico
	Bomba de recirculación
	Conductos de agua caliente y agua fría
	Llaves de paso
	Tomas de agua

Esc. 1/75

Como hemos dicho en el apartado correspondiente a suministro de AF y ACS, cada ala del edificio contará con contador propio. Esto no es habitual, pero dada la disposición del edificio, nos hace evitar largos tendidos. Se coloca otra caldera para la zona de comedor del mismo modo que vemos en esta planta, la de talleres. También se ha marcado el lugar donde situaríamos los colectores solares.

Instalaciones de saneamiento



	Canalón para recoger aguas pluviales
	Arqueta pluviales
	Conducto de aguas pluviales
	Bajante de aguas pluviales
	Arqueta residuales
	Conducto de aguas residuales
	Bajante de aguas residuales

Esc. 1/150

Esta parte del edificio se ha dividido en dos áreas en cuanto a saneamiento, conectándose a la red general en dos puntos diferentes, para evitar largos tendidos de la instalación.

Cabe recordar que los conductos de aguas residuales discurren a una cota inferior a los de aguas pluviales.

Instalaciones de luminotecnia



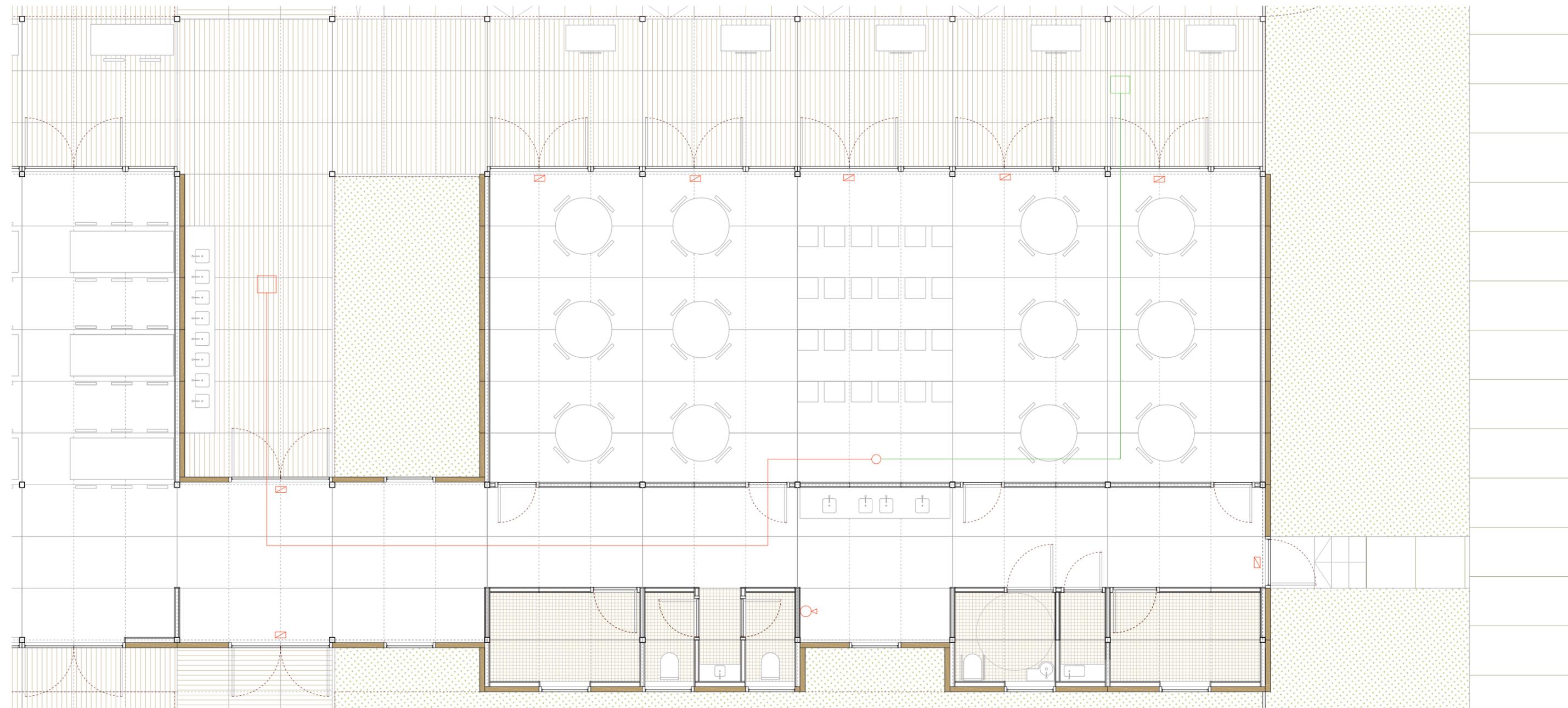
	Arqueta de registro
	Contador y resto de elementos eléctricos
	Circuitos de alumbrado
	Luminarias interiores
	Luminarias exteriores
	Luminaria puntual interior

Esc. 1/75

Los conductos de alumbrado discurren por canaletas de PVC sujetas a la subestructura metálica que se sitúa a 2,2m, creando un plano de luces que acota el espacio de uso infantil. Las luminarias siguen los ejes de esta subestructura.

También se utilizan las compartimentaciones interiores como espacios registrables por los que pasar los cables.

Instalaciones de cumplimiento del DB SI-Seguridad contra incendios



-  Alumbrado de emergencia
-  Extintor portatil 21A 113A
-  Salida del edificio
-  Origen de evacuación
-  Recorrido de evacuación
-  Recorrido de evacuación alternativo

Esc. 1/75

Como vemos, dado que tenemos muchas aberturas al exterior que cumplen la normativa como paso de evacuación, los recorridos de evacuación más largos no superan los 15m.

6/////ENSAYO 2

*Ver panel 8

7////////ENSAYO 3

*Ver panel 8

8////////CONCLUSIONES

Al comenzar este proyecto tenía miedo de no haber aprendido lo suficiente para afrontar la profesión de arquitecto, pero el proyecto aquí no acaba, continúa evolucionando en un proceso de aprendizaje fuera de la escuela. Los elementos se pueden continuar simplificando y encontrando soluciones diferentes que convencen más, pero al menos se ha intentado dar solución a un problema de hoy en día. Como dijo Shigeru Ban, creí entender, la arquitectura no se plantea desde el principio como temporal o duradera, sino que se plantea según los recursos de los que disponemos en cada momento y situación determinada.