

**LUGARES PARA LA INFANCIA**  
**UN SISTEMA ABIERTO DE COMPONENTES**

Proyecto final de carrera

Guillermo Gómez Nieto

Tutores:

Jorge Torres Cueco  
Clara E. Mejía Vallejo  
Salvador Sanchis Gisbert

A 06 de Mayo del 2014,  
Universidad Politécnica de Valencia, E.T.S.A.V. Taller 5

## Índice

0_Prólogo	02
1_El programa en un lugar para la infancia	03
2_Aprendiendo de la naturaleza	05
3_Hacia la industrialización en la arquitectura	09
4_El sistema	14
4.1_Sistema abierto de componentes	15
4.2_Componentes	20
4.3_Comportamiento estructural de los componentes	26
4.4_Montaje	51
4.5_Variaciones	62
4.6_Instalaciones	78
5_Aplicaciones; tres lugares para la infancia en El Saler	100
6.1_Propuesta 1; escuela de las dunas, Casal d'Esplai	104
6.2_Propuesta 2; escuela de la mallada, la Venta	109
6.3_Propuesta 3; aulario y cafetería, el Embarcadero	113
6.4_Al detalle, propuesta 1	118
6_Conclusión	143

## Prólogo. El porqué del proyecto y su trayectoria

*"Lo primero que se les ha de explicar (a los alumnos) es que no se encontrarán con ningún maestro que plantee preguntas ante las cuales él sepa de antemano la respuesta. Hacer arquitectura significa plantearse uno mismo preguntas. Significa hallar, con el apoyo de los profesores, una respuesta propia mediante una serie de aproximaciones y movimientos circulares. Una y otra vez.*

*La fuerza de un buen proyecto reside en nosotros mismos y en nuestra capacidad de percibir el mundo con sentimiento y razón. Un buen proyecto arquitectónico es sensorial. Un buen proyecto arquitectónico es racional."*

Peter Zumthor, Enseñar arquitectura, aprender arquitectura, 1996

Comienzo la memoria del proyecto final de carrera con esta cita porque durante estos años en la escuela de arquitectura y gracias al apoyo de los profesores, inevitablemente me he dado cuenta de que para afrontar el reto de proyectar es necesario adoptar una actitud reflexiva, propositiva y crítica con respecto a la arquitectura. Es fundamental hacerse preguntas continuamente, incluyendo multitud de variables que ayudan a encontrar una solución cada vez más adecuada para el proyecto. Proyectar es, por lo tanto, observar cuidadosamente, analizar cada uno de los parámetros, para poder llegar a plantear las preguntas adecuadas y posteriormente darles una respuesta coherente. Una respuesta que será diferente según la visión personal, las experiencias vividas y los intereses de cada individuo.

Con el enunciado del proyecto se ofrecía la posibilidad de elegir entre cinco lugares donde abordar el proyecto de una escuela infantil. Una vez visitados, analicé las características que los definían y entendí las cinco localizaciones, más que como lugares, como maneras de hacer, de actuar... ofreciendo cada uno de ellos la opción de desarrollar unos u otros aspectos de la arquitectura.

Me llamó la atención especialmente, los dos emplazamientos ubicados en el Saler, el Casal d'Esplai y la Venta. En los comienzos del proyecto me preguntaba como influiría tanto a la enseñanza como a la propia arquitectura el estar rodeados de naturaleza. Sin duda alguna había que actuar de una manera diferente a la que lo haríamos en la ciudad. De este modo fui sacando las conclusiones que me marcarían las primeras pautas del trabajo en los inicios del proyecto.

Comencé estudiando las distintas metodologías educativas que surgieron a lo largo del siglo XX, lo que estas ofrecían y requerían, como la escuela nueva o las escuelas al aire libre, las cuales consideraban que una relación directa con la naturaleza y con el mundo es fundamental para el aprendizaje.

Y una vez obtenidos unos motivos que me posicionaban en El Saler, me preguntaba que respuesta debía dar la arquitectura a estos lugares, en los cuales, en mi opinión, hay que procurar ser lo mas respetuoso posible con el entorno, casi posándose sobre el, interfiriendo lo menos posible y dejando que los ciclos naturales sigan su curso. Y esto no se consigue obligatoriamente mediante la mimetización de la arquitectura con su entorno, se consigue desde el respeto y el entendimiento del lugar, observándolo, y por último, utilizando la construcción como herramienta clave para definir estas ideas.

Debía entender también las necesidades de la sociedad actual para abordar el proyecto, una sociedad que cada vez se mueve con mas rapidez, que le pide a la arquitectura flexibilidad, posibilidad de cambio, donde un edificio no debería entenderse como un producto acabado con una composición rígida, perdurando sobre la vida y las necesidades humanas.

Todo esto me llevó a encauzar el proyecto atendiendo, ante todo, al respeto al entorno y a la flexibilidad. Y poco a poco, con el paso de los meses, el proyecto fue transformándose, hasta entenderlo, más que como un edificio concreto, como un sistema capaz de soportar el cambio, adaptándose a las necesidades que en cada momento sean requeridas. No insertándose en un solo lugar sino dando la posibilidad de que se pueda emplazar en los muchos lugares que El Saler y un entorno natural puede ofrecer, capaz de mutar su forma, la disposición de sus espacios, para dar lugar a otros nuevos, pues las necesidades de hoy pueden no ser las de mañana.

Un proyecto entendido como sistema, un sistema abierto de componentes industrializados, que permite una construcción rápida y precisa de espacios para la infancia en contacto con la naturaleza. Se utilizaran componentes industrializados y ligeros para evitar el elevado impacto de la construcción tradicional con la maquinaria que ésta conlleva. Es posible desmontar desde los apoyos hasta la cubierta de forma sencilla; este carácter ligero y temporal es precisamente el que permite no caer en los errores que se cometieron en el pasado en las urbanizaciones que colonizaban la Devesa, que llegaron casi a destruir sus ecosistemas.

El resultado final, más que una propuesta concreta, prefiero entenderlo como una investigación sobre una forma de entender y construir la arquitectura distinta a la común, una investigación sobre los sistemas arquitectónicos, fabricados en taller y de fácil montaje, que me ha llevado a redescubrir y entender la arquitectura de Jean Prouvé o los sistemas aditivos de Jørn Utzon, entre otros.

El proyecto se acaba acercando inevitablemente al entendimiento del mismo como "no lugar", entendido este como la posibilidad de adaptarse a varios lugares gracias a la flexibilidad compositiva. Sin embargo, a la hora de la verdad, no existe proyecto sin lugar, y por los motivos anteriormente citados, se escogen entornos naturales como localizaciones idóneas para el desarrollo de la propuesta.

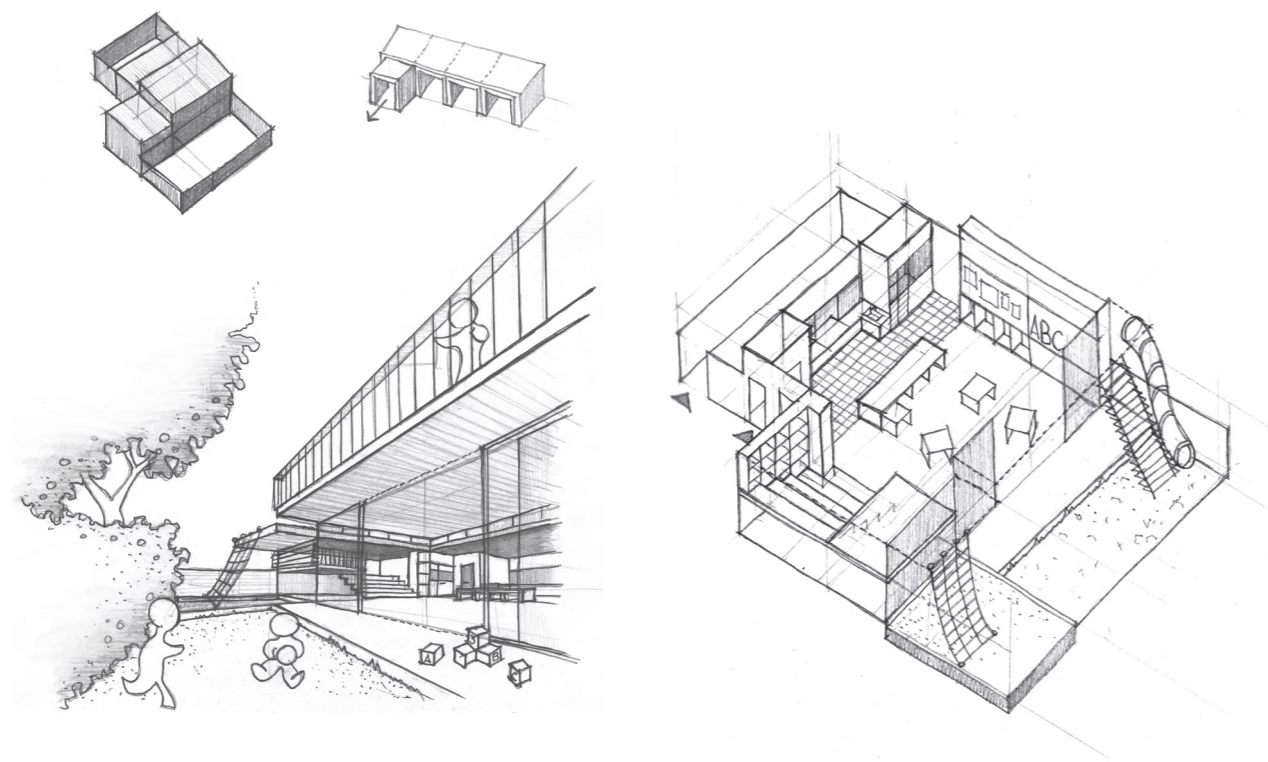
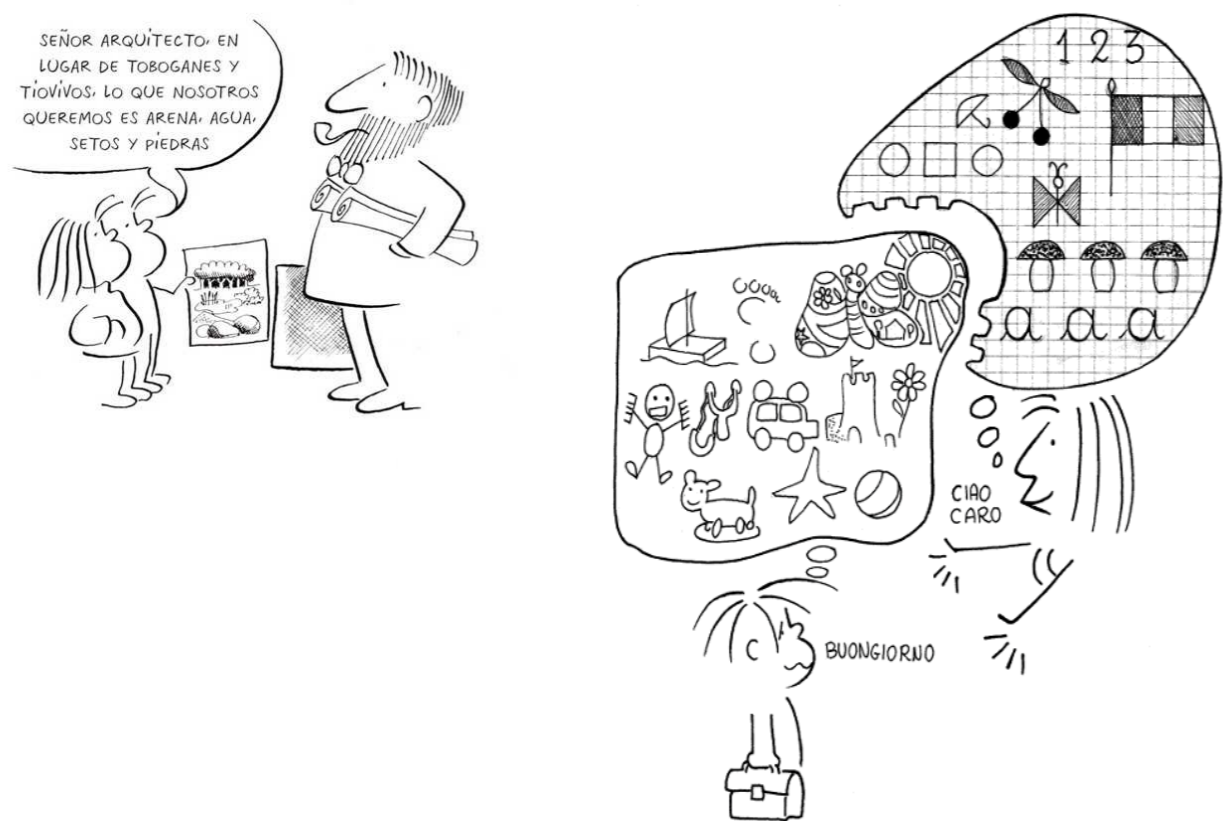
Los siguientes apartados previos a la propuesta concreta de proyecto final de carrera, muestran las reflexiones y referencias mas importantes que me han ido abriendo el camino y acompañado a lo largo del proceso. Entendiéndolo como un proceso de aprendizaje e investigación arquitectónica, del que poder sacar lecciones y conclusiones para poder ejercer de forma honesta en mis próximos ejercicios como arquitecto.

# 1

## EL PROGRAMA EN UN LUGAR PARA LA INFANCIA

Dadas las características del proyecto propuesto, no se detallarán a continuación los espacios concretos que forman parte del programa, si no más bien unas pautas o ideas que se pueden aplicar según las necesidades concretas de cada una de las infinitas propuestas que pueden surgir al aplicar el sistema de proyecto. Cada lugar y necesidad ofrecerá así sus particularidades al programa, que deberá ser flexible y necesitar de una mayor y más profunda reflexión que la mera colocación de los espacios básicos necesarios en una escuela infantil.

Los textos y dibujos de F. Tonucci "Frato" sirven de base para una reflexión sobre la pedagogía y el programa de una escuela infantil



Bocetos del ejercicio previo. El programa del aula

Habrá que preguntarse entonces qué clase de espacios deberá tener un lugar para la infancia, y qué características tendrán estos espacios desde un punto de vista esencial y no convencional, evitando reproducir modelos que no invitan a una mayor reflexión sobre esos primeros espacios de formación del individuo.

El segundo ejercicio planteado en el curso, permitía resolver estas preguntas de una forma genérica, sin plantear aún un lugar sobre el que asentarse. Como conclusión del ejercicio, se obtuvieron las siguientes premisas que ayudarán a proyectar una escuela infantil:

Aulas que permitan abordar, de forma simultánea, actividades de la vida práctica, habilidades sensoriales y áreas académicas y artísticas, pues la escuela debe permitir tanto el desarrollo del cuerpo como de la mente y el sentimiento, dotando de los espacios necesarios para conseguirlo. El proyecto lo resolverá mediante la dualidad espacio estático - dinámico de la unidad básica o aula.

Espacio estático:

- Contacto con la lectura (para escuchar, imaginar, soñar, inventar, ejercitar la memoria y la imaginación, para desarrollar el oído).
- La necesidad del descanso (para reponer fuerzas, respetar, aprender a valorar el silencio).
- Contacto con la materia (para modelar, recortar, pegar, crear, colorear, pintar, ejercitar el tacto y la vista).

Espacio dinámico:

- El desarrollo de la motricidad (para correr, hacer ejercicios, trepar, rodar, bailar, hacer volteretas, trabajar con el tacto y el oído)
- El aprendizaje de las rutinas domésticas cotidianas (para convivir, relacionarse, conocer los alimentos, cocinar, comer, disfrutar, ordenar, limpiar, ejercitando el gusto, el olfato, el tacto, la vista y el oído)
- Espacios de asamblea, la socialización y contacto entre individuos, y al mismo tiempo espacios para sentirse seguros, protegidos.

Surgirán también otros espacios dentro de la propia unidad básica o en relación de ésta con el exterior:

- El hábito de las rutinas del aseo personal (para adquirir autonomía, conciencia del cuerpo, costumbres, rutinas).
- El contacto con la naturaleza (para plantar, descubrir, cuidar, recolectar, sensibilizarse al discurrir del tiempo, implementando el tacto, el olfato, la vista y el oído).
- La interacción con el entorno (para situarse, desarrollar el sentido de pertenencia y arraigo).

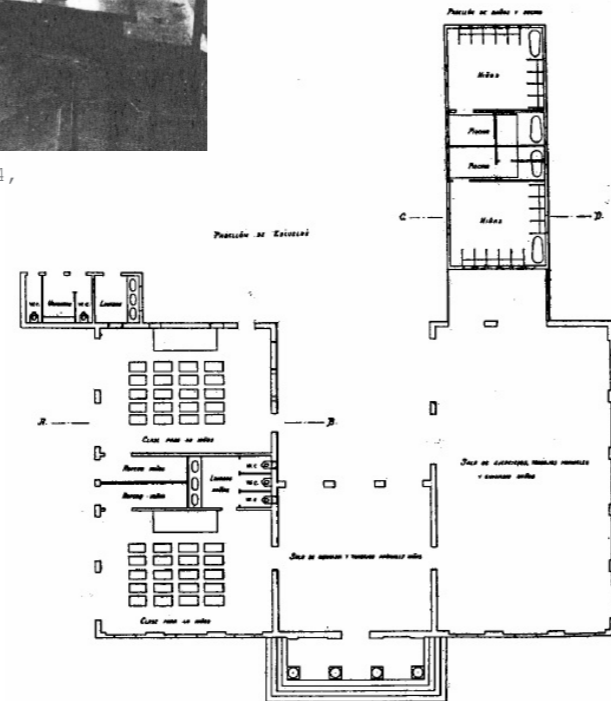
Los espacios tendrán que promover el desarrollo del primer contacto entre los niños, a la vez que despertar y potenciar el sentido de la responsabilidad y las sensibilidades particulares de cada uno. Espacios para descubrir, para observar, que propicien multitud de situaciones, evitando límites y restricciones.

El mobiliario y métrica del proyecto debe responder a la talla del niño y el maestro debe ser un observador, mas que impartir una clase es un guía, por lo tanto debe tener control visual sobre los niños. No serán espacios en los que se reciban o impartan lecciones, será un lugar en el que aprender, por primera vez, a convivir en sociedad y a relacionarse.

Todas las experiencias citadas a continuación sobre las escuelas al aire libre ofrecen un marco de ideas sobre el que poder trabajar a la hora de proyectar una escuela infantil en la naturaleza, estableciendo así unas bases que me han guiado a lo largo del proceso de proyecto.



Escuela del bosque, Francesc Folguera, 1910-1914, Montjuich, Barcelona



Escuela al aire libre Waldschule en Charlottenburg



Referencia:  
 Rodríguez Méndez, F.J. (2003). Renouveau architectural et pédagogie de plein air en Espagne (1910-1936). En Châtelet, A.-M. (dir.), "L'école de plein air. Une expérience pédagogique et architecturale dans l'Europe du XXe siècle" (pp. 148-160). Paris: Editions Recherche.

## Las escuelas al aire libre

En una de las primeras fases del curso, se estudió este movimiento pedagógico y arquitectónico que nació en Alemania con las primeras escuelas del bosque. Planteaba un modo de educación totalmente diferente al convencional con el objetivo de solventar los problemas de salud e higiene derivados de la tuberculosis, una de las principales causas de mortalidad en la adolescencia de la época. Al mismo tiempo ofreciendo una educación de mayor calidad en contacto con la naturaleza, dotando de gran importancia a la relación del aula con el exterior por medio de grandes ventanales correderos o abatibles, garantizando la correcta ventilación de los espacios.

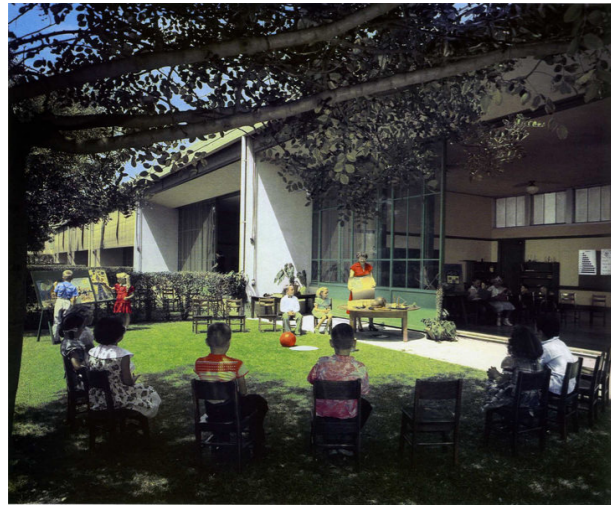
Paralelamente a lo que ocurría en Europa, en España la corriente de las escuelas al aire libre llegó impulsada por la aparición de la Institución Libre de Enseñanza, encabezada por Francisco Giner de los Ríos. La institución se fundó a finales del siglo XIX por un grupo de profesores liberales cuyo objetivo era renovar los métodos pedagógicos del momento. Pretendían conseguir una transformación social mediante un cambio en las estructuras educativas. Para conseguir este objetivo se impulsó el modelo de escuela al aire libre, como solución a una enseñanza que consideraban inadecuada.

*"Se sueña con monumentos escolares; y yo creo, por el contrario, que el ideal es acercarse cuanto sea posible a lo que Rousseau decía: La mejor escuela es la sombra de un árbol."* (Cossio, 1906)

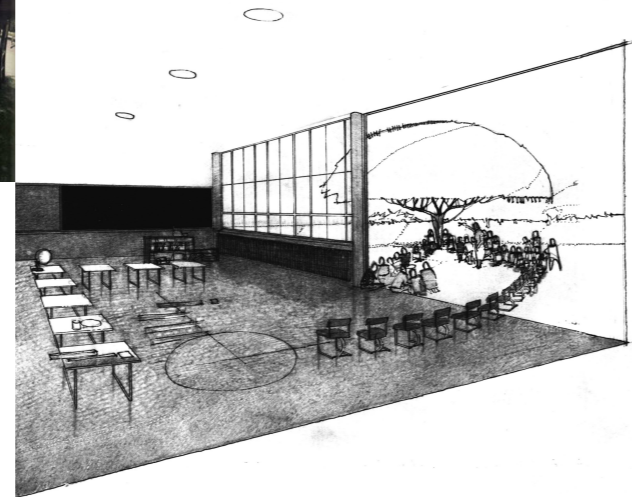
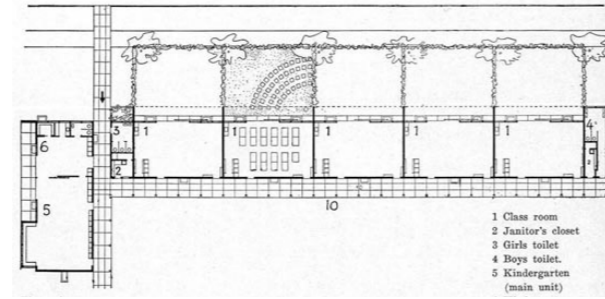
Un modelo a seguir de escuela al aire libre fue la Waldschule de Charlottenburg, formado por una serie de pabellones desmontables que se adaptan con facilidad a los entornos naturales, pudiendo llegar a emplearse tanto en el bosque como en otro tipo de localizaciones en diferentes climas. Ricarco Rubio, posterior director de la Institución Libre de Enseñanza, la definió como "la última concepción del edificio escolar"

La Escuela del bosque (1914) se sitúa en la montaña de Montjuich, enclave elevado y frente al mar desde el que domina un paisaje grandioso. El pabellón sur contiene dos aulas de 70 m<sup>2</sup> orientadas igualmente al sur; reciben aire y luz a raudales por los amplios ventanales que, en caso de estar abiertos en su totalidad, otorgan al aula la sensación de estar al aire libre. Las elegantes marquesinas, dispuestas en voladizo, protegen el interior del aula en caso de lluvia, sin tener por ello que cerrar las puertas. La otra ala del edificio, totalmente diáfana, se destina a patio cubierto y, eventualmente, a gimnasio o sala de trabajos manuales. En el exterior, patios grandes y espaciosos llenos de flores, amplios lugares de juego cubiertos de árboles, bosques de pinos, esbeltos eucaliptos, surtidores de agua y horizonte dilatado con la vista esplendorosa de la ciudad, la sierra y el mar.

El concepto de la Escuela del Mar (1922) contrasta de manera absoluta con el imperante en ese momento en España en materia de construcción escolar. La escuela debía ser un lugar silencioso y tranquilo, donde el niño careciera de distracciones. Sujeto a su mesa, el niño estudiaba y aprendía de memoria los conocimientos impartidos por el maestro. En el polo opuesto se sitúan las escuelas al aire libre, y la Escuela del Mar no es otra cosa que una Escuela al aire libre emplazada en la playa. El máximo de horas de trabajo diarias era de dos y media a tres, divididas en sesiones cortas con intervalos de juegos y reposo. El resto del día se dedicaba a juegos, descanso, cantos, ejercicios rítmicos y, de una manera muy especial, a la toma de baños de aire, de sol y de mar. Muchas de las clases, habiendo buen tiempo, tenían lugar en la playa y sin llevar los niños otra ropa que el bañador.



Corona school, Richard Neutra

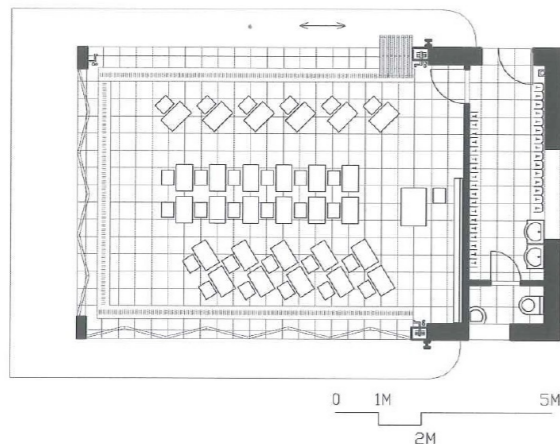


También fueron determinantes otras propuestas europeas y americanas para forjar un modelo de escuela diferente al convencional, se exponen aquí dos de ellas que han servido como referente a la hora de afrontar el proyecto.

**Corona school por Richard Neutra, Los Angeles, California. (1935)**

Según Neutra, "La escuela es el lugar donde oímos hablar de hechos nuevos para nosotros, donde nos divertimos, forjamos nuestra mentalidad, nuestros puntos de vista y nuestras actitudes sociales... Podemos disfrutar de agradables aperturas a espacios exteriores verdes o sufrir con las esquinas raras e incontroladas detrás de un mobiliario apretado... y miles de otros elementos de carácter psicológico. Aún no se ha hecho ningún cálculo con base empírica sobre la magnitud y las cualidades precisas de todo este conjunto de influencias ambientales, pero a veces, en nuestros sueños, nos persiguen y torturan recurrentes impresiones infantiles creadas por ellas hace mucho tiempo, cuando descubrimos los primeros miedos y tuvimos las primeras alegrías".

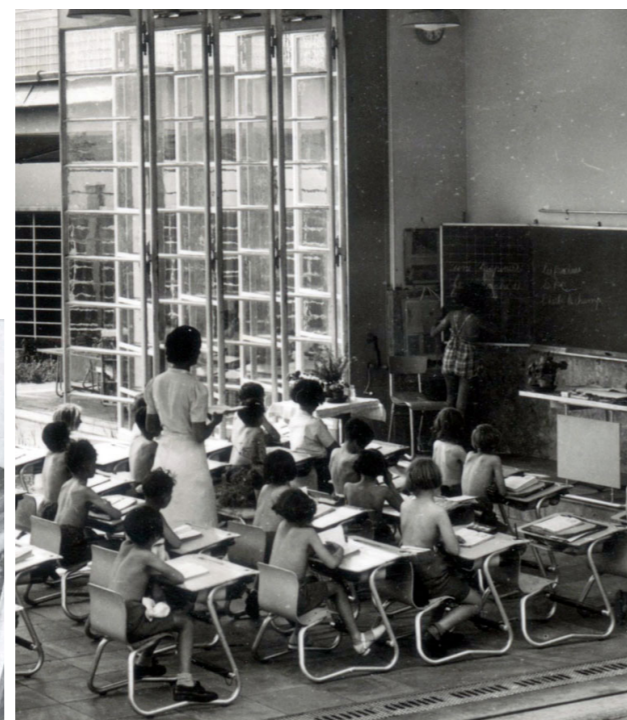
El edificio, de una sola altura, contenía una secuencia de aulas que tenían luz cenital a un lado y en el otro un tabique de acero y vidrio con una puerta corrediza de 5 m abierta a patios ajardinados individuales. Su dibujo y las fotos de la escuela muestran la buscada relación del aula con el exterior, en las cuales aparecen niños sentados formando un semicírculo que nace dentro del aula y acaba fuera bajo los arboles, difuminando así los límites y realizando la conexión con la naturaleza.



Ecole de Plein Air, Eugène Beaudoin y Marcel Lods

**Ecole de Plein Air, Eugène Beaudoin y Marcel Lods, Suresnes, Francia. (1935)**

Uno de los proyectos que mejor ilustra lo que fue el programa de las escuelas al aire libre es la escuela diseñada en 1935 por Eugène Beaudoin y Marcel Lods. La Ecole de Plein Air, ubicada en Suresnes, es fruto de un encargo de la administración socialista de dicha población en ese momento, y se descompone en un edificio central, donde se alojan laboratorios y servicios, y además, una escuela maternal y por otro lado las aulas en sí, completamente exentas y conectadas por una larga circulación. Las aulas mantienen una relación visual permanente con la naturaleza, pues están cerradas en tres de sus costados por grandes ventanales plegables, los que se pueden abrir totalmente, permitiendo la extensión de la actividad escolar al entorno natural.





## **Conclusión**

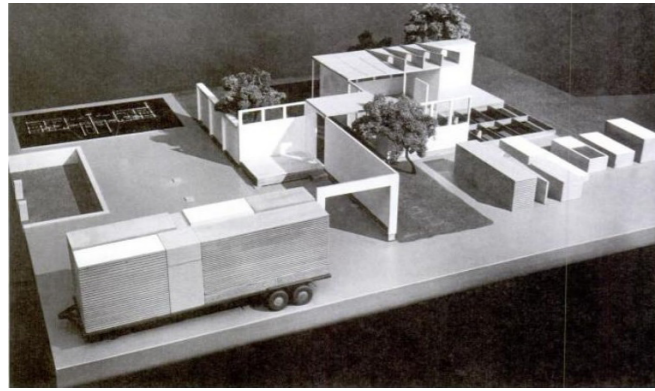
Se pretende establecer un diálogo entre arquitectura y naturaleza, por lo tanto los espacios para el aprendizaje deberán ser salones abiertos que permitan una integración gradual con el entorno, por medio de espacios de transición entre lo natural y lo artificial. Dotando de gran importancia al concepto arquitectónico denominado por los Smithson como "umbral" en sus discursos en el CIAM, mediante el cual permitían explicar las relaciones entre los hombres, entre los hombres y las cosas y entre el hombre y la naturaleza, en resumen, relaciones explicadas como transiciones o articulaciones entre dualidades o polaridades. El umbral simboliza el terreno donde estos extremos se reúnen, el mundo dentro del que el hombre encuentra alivio a la disyuntiva entre los lugares, actividades o condiciones distintas.

No son para mí en este proyecto referencias a las que acudir a la hora de resolver aspectos técnicos o formales del proyecto, pues tampoco el planteamiento actual de escuela en la naturaleza responde a los mismos condicionantes de ese momento, dado que existía una dualidad entre la medicina y la pedagogía. Pero sí servirán sin embargo para comprender que tipo de espacios son los adecuados para la enseñanza en un entorno natural, para estudiar el concepto de límite o umbral, o la relación de los espacios interiores y exteriores.

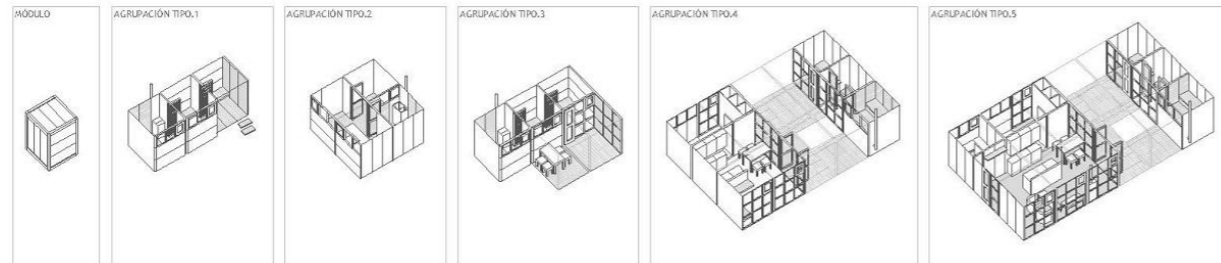
**HACIA LA INDUSTRIALIZACIÓN EN LA ARQUITECTURA**

*"Si eliminamos de nuestros corazones y mentes todo concepto muerto con respecto a las casas y examinamos la cuestión desde un punto de vista crítico y objetivo, llegaremos a la "Casa Máquina", la casa producida en serie, saludable (incluso en el aspecto moral) y hermosa tal como son los instrumentos y herramientas de trabajo que acompañan nuestra existencia"*

Le Corbusier, Vers une architecture, 1923



Arriba izquierda:  
Packaged House, Wachsmann y Gropius  
Arriba derecha:  
Wichita House, Buckminster Fuller  
Izquierda:  
Maison tropicale, Jean Prouvé  
Abajo:  
Sistema Moduli, Gullichsen/Pallasmaa



Es latente la necesidad de industrialización en la arquitectura, la construcción de nuestro tiempo necesita de una profunda revisión que pasa por adecuar la técnica a la demanda de una sociedad en constante cambio, donde cada vez tiene menos sentido construir edificios que perduren sobre las necesidades humanas.

Es precisamente la industria la que es capaz de ofrecernos las ventajas de la exactitud, la eficacia y la flexibilidad tan presentes en campos como el del transporte automovilístico o aeronáutico, que miran desde la lejanía como la arquitectura queda estancada en las herencias del pasado. También cuestiones como la reutilización, el reciclaje o la reducción del consumo solo pueden tener respuestas eficientes en el entorno de la producción industrializada.

Ya durante la madurez del movimiento moderno, la industria ofreció a la arquitectura la solución a la necesidad de resolver edificios de una forma barata, eficaz y repetible. Fueron personajes como Jean Prouvé o Buckminster Fuller los que introdujeron radicalmente las ventajas de la industria a la arquitectura, aplicando también el componente social al proponer edificios de bajo coste o que respondían a las necesidades de construir de forma rápida.

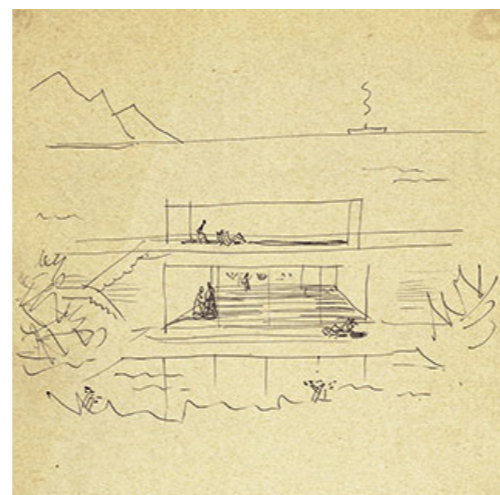
Me encuentro ante la obligación de mencionar algunos proyectos de la época que me han servido de inspiración e influencia a lo largo del recorrido de proyecto como pueden ser la Packaged House de Wachsmann y Gropius (1941), la Wichita House de Fuller (1944), la Maison Tropicale de Prouvé (1949) o el sistema Moduli 225 de Gullichsen /Pallasmaa (1969).

Fueron Alejandro de la Sota y Miguel Fisac dos de los mayores exponentes de la arquitectura industrializada en España, si bien de forma radicalmente distinta, pues el primero recurre a la ligereza constructiva mientras que el segundo investigó con elementos prefabricados de hormigón armado.

Miguel Fisac junto a sus "huesos"

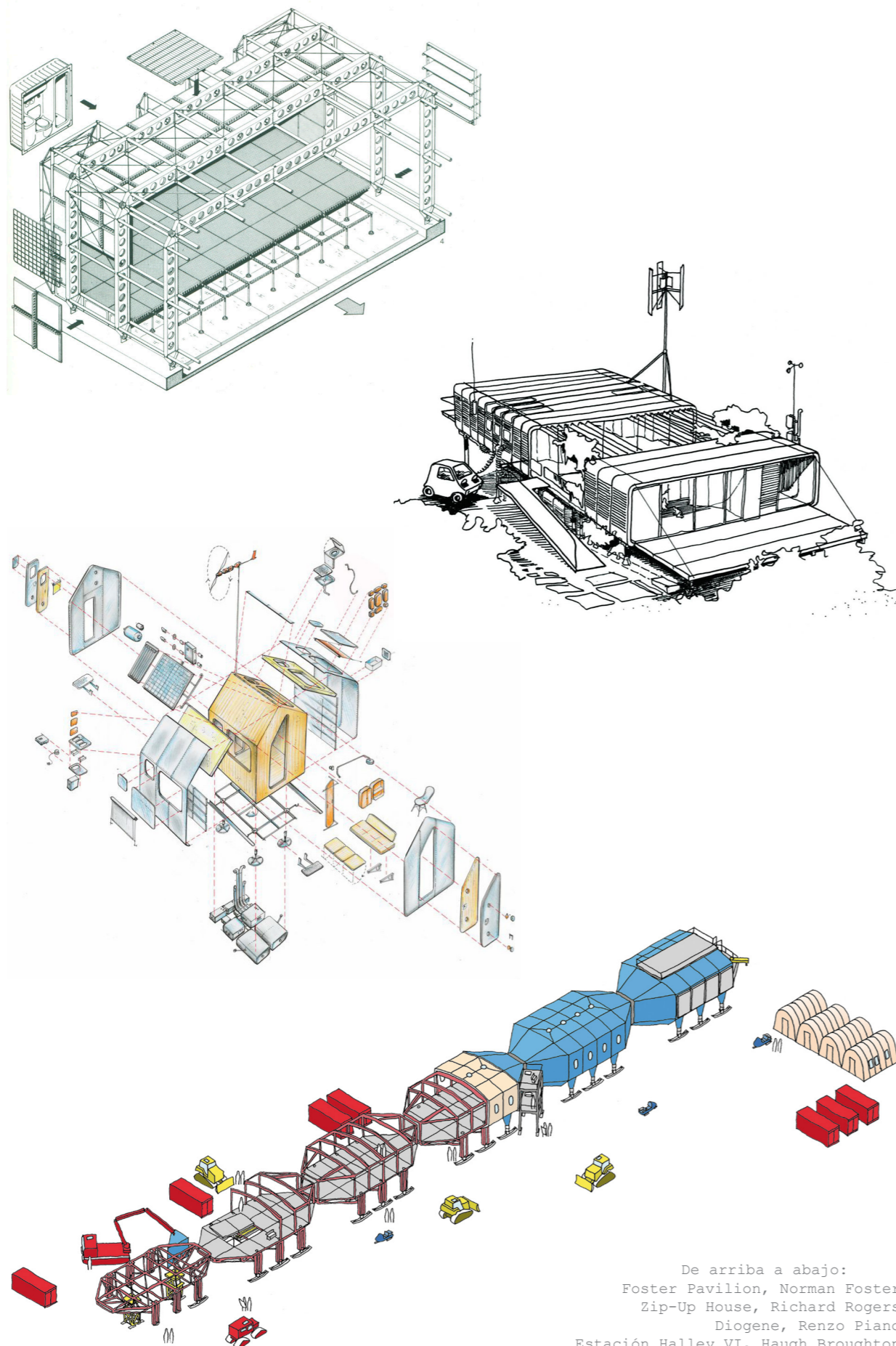


Casas en la Alcudia, de la Sota



"Viviremos todos emparrados ¿Quién no recuerda las viviendas de peones caminero, de guardaguijas de los ferrocarriles?  
Hacemos a la vivienda un periscopio; terraza con sombra para ver el mar desde el monte, se añade una piscina propia y agua de mar.  
Se prefabrica toda la construcción, y se lleva hecha desde fabrica o donde sea, en este caso a Mallorca. Paneles de chapa, instalaciones hechas en taller, pavimentos prefabricados de grandes dimensiones, todo de facil montaje. Se ahorra tiempo, se consigue calidad y obliga a formas tal vez lejos de la arquitectura.  
Ver el mar desde todas las casas. tener vida intima en todas ellas.  
Se pensó en una casa abierta, convirtiendo la parcela, el jardín, en autentica casa, debajo de buganvillas y enredaderas ...sobre ellas el mirador solarium"

Alejandro de la Sota, casas en la Alcudia, 1984



De arriba a abajo:  
 Foster Pavilion, Norman Foster  
 Zip-Up House, Richard Rogers  
 Diogene, Renzo Piano  
 Estación Halley VI, Haugh Broughton

También arquitectos contemporáneos como Norman Foster, Richard Rogers o Renzo Piano son fundamentales a la hora de entender este cambio en el pensamiento arquitectónico, que opta por soluciones cada vez más industrializadas, si bien resulta arriesgado entender su arquitectura desde un punto de vista social, dado que apuestan por una industrialización de lujo y a medida. Sin embargo son notables algunas de sus propuestas como las pequeñas propuestas (en cuanto a escala) de casas modulares Foster Pavilion de Norman Foster, la Zip-Up house de Richard Rogers y la cabina Diogene de Renzo Piano o el ya tan reconocido centro Pompidou erigido por ambos entre los años 1971 y 1977 en París.

Además, la necesidad de arraigo de la sociedad a la naturaleza, tan ausente en nuestro tiempo, encontró en la industria un paradójico aliado, ya que en emplazamientos naturales o con difícil acceso es donde la arquitectura industrializada y seriada es más capaz, pudiéndose adaptar con pequeños cambios al clima de cada lugar.

Resulta evidente la relación entre arquitectura, industria y entorno en proyectos contemporáneos como la estación de investigación antártica Halley VI, influida por las ideas del grupo Archigram, en la que ha resultado completamente necesaria su concepción modular y altamente tecnológica para poder ser instalada y ofrecer espacios habitables en un clima tan extremo, surgiendo así una hibridación entre industria y naturaleza.

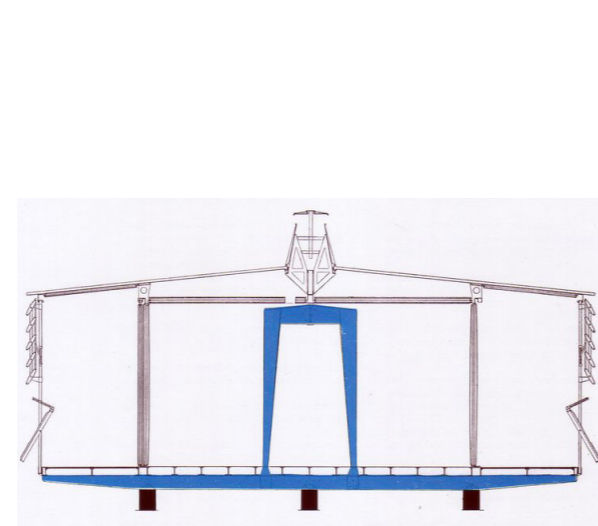
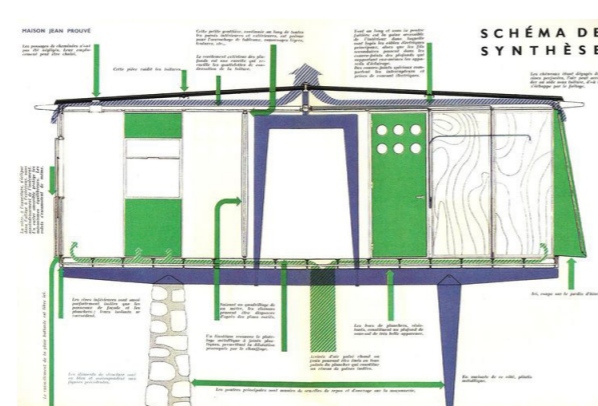
*"Todas las arquitecturas son efímeras, pero algunas obras son más efímeras que otras. La pugna de las construcciones contra el tiempo es una batalla perdida de antemano contra la erosión de los elementos, las devastaciones del clima y las destrucciones del hombre... Hay arquitecturas y obras que asumen desde su inicio una vida tasada, y en la aceptación de su existencia breve de falena reside el atractivo de su proyecto, que se presta tanto a la celebración festiva como a la innovación experimental. Festivas porque se asocian a la visualización de un evento colectivo, o experimentales porque se emplean para ensayar un material o proceso..."*

*La capacidad de transformar mucho con poco que manifiestan esas arquitecturas fue quizá lo que inspiró a Buckminster Fuller para proponer la ephemerization como el término que describe la tendencia a hacer 'más con menos', en una evolución constante hacia el empleo de menos materia, energía y tiempo para lograr las mismas prestaciones."*

Luis Fernández-Galiano, Espacios efímeros, AV 141, 2011.

Derecha:  
Paneles de fachada

De arriba a abajo:  
Barracón desmontable  
Casas industrializadas en Meudon  
Casa Tropical



### Jean Prouvé, de las Maisons à portiques a la Maison tropicale.

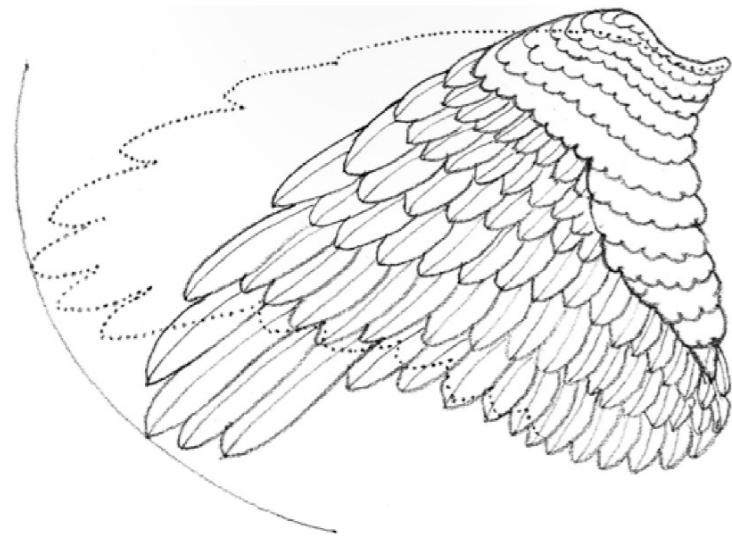
Hace escasos años tuve la oportunidad de visitar la exposición dedicada a Jean Prouvé en el museo Pompidou de París, por aquel entonces apenas conocía al maestro constructor francés. La Maison Tropicale allí expuesta y sus dibujos y proyectos de edificios y mobiliario despertaron en mi un interés creciente en el tiempo, el cual me ha conducido a estudiar su obra, sirviendo este proyecto final de carrera como plataforma para el análisis de sus ideas.

El ideal de Prouvé pasaba por racionalizar la arquitectura desde la industria, con el objetivo final de construir viviendas y edificios en serie con la misma precisión con la que se construían casas y aviones. Su máxima consistió en hacer lo que el llamaba "arquitectura del derecho" una arquitectura en la cual el resultado final era el equilibrio de un proceso en el que parámetros como el precio, el peso, el lugar, la estructura, los materiales y todo lo demás se va afectando y definiendo poco a poco, apareciendo como parte final y no primera del proceso la forma y la geometría.

Desde su fábrica en Maxéville puso empeño diseñando y perfeccionando a lo largo de los años sus prototipos de pabellones, generando así una línea de desarrollo e investigación que apuntaba a la estandarización y la prefabricación, como consecuencia de una idea de hacer arquitectura. Es por ello que casi todas de sus viviendas comparten características comunes, ya sea en dimensiones, construcción, forma o estructura. Se puede observar esta relación tan clara en las Maisons à Portique, que surgieron como respuesta a la necesidad de alojamiento provisional para los afectados de la postguerra. Tenían por objetivo la rapidez y facilidad en su montaje, el bajo presupuesto, la flexibilidad en su configuración y debían posibilitar el transporte desde la fábrica al emplazamiento. Representaron el perfeccionamiento de sus barracones desmontables. Este prototipo se fue perfeccionando, se construirían las Casas Meudon y posteriormente se propusieron variaciones para adaptarlas al clima africano de Níger y el Congo con las Maison Tropicales.

*"A mi entender, hay que proponer siempre un conjunto y no un fragmento."*

Con esta frase Prouvé recalca aquí su idea de que un edificio se ha de entender como un objeto completo, como sucede en la fabricación de automóviles o de neveras, entendiendo el objeto arquitectónico como una máquina de habitar, del mismo modo que lo expresaría su coetáneo Le Corbusier.



Izquierda:  
Formas "aditivas" de la naturaleza

Centro:  
Sistema Expansiva

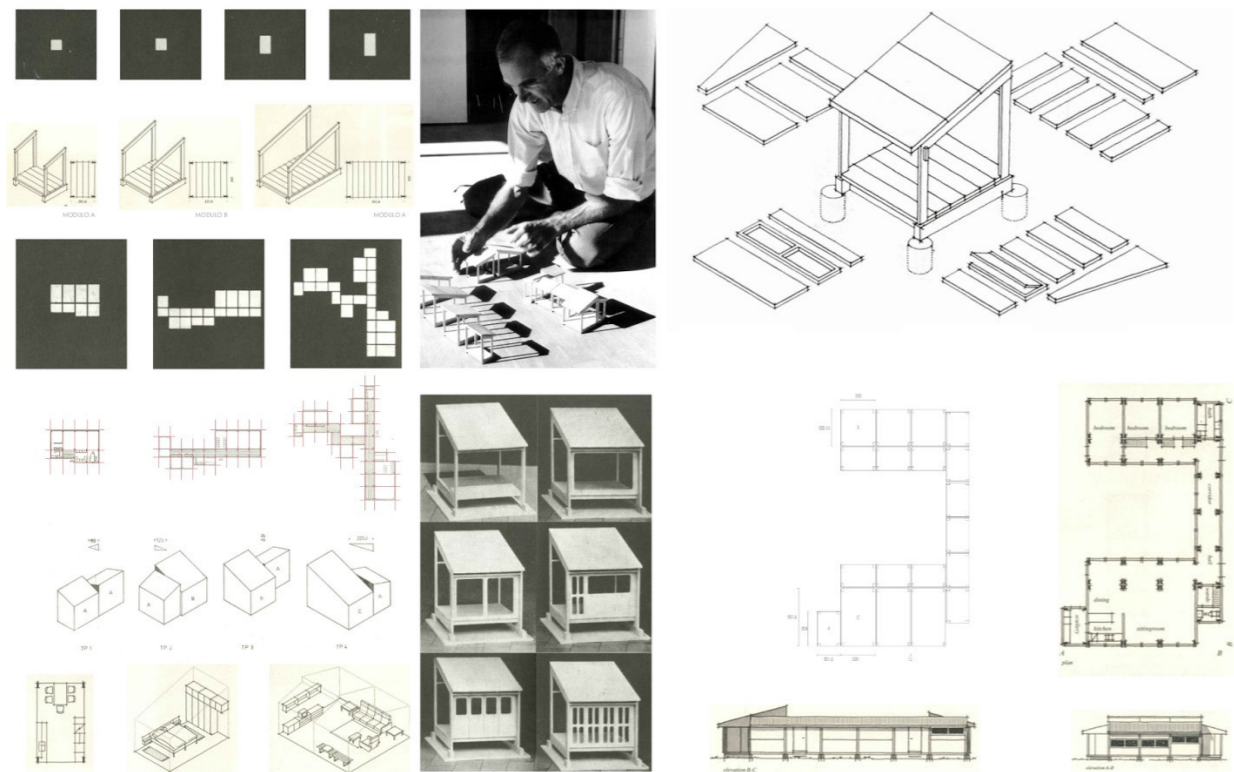
Abajo:  
Arquitecturas "aditivas" que  
inspiraron a Utzon

### La arquitectura aditiva de Jørn Utzon

La arquitectura de Utzon surge de un profundo estudio de las formas naturales. Son recurrentes en sus obras las metáforas biológicas, en las que utiliza como principio fundamental el crecimiento. Desarrolló el concepto de "Arquitectura aditiva", inspirado por los patrones y las formas modulares tan frecuentes en los organismos vivos y los paisajes. Para llevarlo a cabo utilizó elementos prefabricados, combinándolos según unas reglas establecidas para generar sistemas de crecimiento, generando una arquitectura flexible y económica.

"Solo puede conseguirse una utilización sistemática de los elementos constructivos producidos industrialmente si estos pueden incorporarse a los edificios sin tener que cortarlos a medida o adaptarlos de algún modo. Tal principio de adición pura produce como resultado una nueva forma arquitectónica, una nueva expresión arquitectónica con los mismos atributos y efectos que se obtienen, por ejemplo, al añadir más árboles a un bosque, más ciervos a una manada, más piedras a una playa, más vagones a un convoy ferroviario o más ingredientes a una comida típica danesa; todo depende de cuantos elementos diferentes se añadan a este juego. Del mismo modo que un guante encaja en la mano, este juego se ajusta a las exigencias de nuestra época"

Jørn Utzon, conversaciones y otros escritos, Arquitectura aditiva, 1970.



*"La arquitectura es siempre una materia concreta; no es abstracta, sino concreta.*

*La construcción es la lengua materna del arquitecto. El arquitecto es un poeta que piensa y habla en términos constructivos."*

August Perret, Contribution a une théorie de l'architecture, 1952

Creo firmemente que a la hora de plantear un proyecto de arquitectura, los detalles han de resolverse al mismo tiempo que los espacios, pensar al mismo tiempo estructura, construcción, instalaciones, espacio y luz, con el objetivo de concebir un todo coherente que le de sentido a los condicionantes que el proyecto plantea. Esto requiere un cambio constante en la escala, es decir, pensar al mismo tiempo en el detalle y en el conjunto, pues ambos se ven influidos entre sí. Se trata por lo tanto de un proceso hermenéutico de aproximación, estableciendo un diálogo entre construcción y espacio.

## 4.1

### **SISTEMA ABIERTO DE COMPONENTES**

Un sistema es un conjunto de partes o elementos organizados y relacionados que interactúan entre sí para lograr un objetivo.

Este sistema está formado por un conjunto de componentes modulares, coherentes entre sí, fabricados en taller y listos para ser transportados y fácilmente ensamblados en el lugar de destino. Se trata de un sistema abierto y flexible, desmontable y reconfigurable tanto cada una de sus piezas como globalmente, siendo posible generar infinitas organizaciones de escuela al aire libre.



Como consecuencia a los estudios expuestos en los apartados anteriores, y como método de investigación, he propuesto un sistema abierto de componentes industrializados. Abierto porque no tiene una disposición única, sino que existe cierta libertad en la configuración de sus componentes, que son coherentes entre sí, aceptando alteraciones en su montaje para adaptarse a cada situación concreta.

El objetivo es hacer más con menos, buscando una economía de materiales y de medios para la construcción. Otras ventajas son los precios cerrados y los plazos concretos.

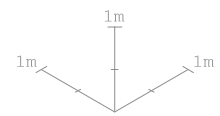
Los componentes no tienen una posición única, se pueden desmontar y reconfigurar, condición que permite que se pueda usar no solo como escuela. Su carácter efímero permite responder a programas temporales como campamentos infantiles, talleres, aulas en alquiler... espacios para la infancia en general.

Se propone una plataforma elevada sobre el terreno en el que se implanta, favoreciendo así el aislamiento del espacio habitable y evitando la filtración de agua. Esta plataforma se apoya sobre soportes telescópicos que permiten adaptarse a los cambios de nivel del terreno, tan frecuentes en entornos naturales.

El conjunto de componentes del sistema genera un módulo básico de 2 metros de ancho y un largo variable de 6, 7 u 8 metros. En este módulo básico, cada uno de los componentes posee, además de su función principal constructiva, la capacidad portante, formando parte de un conjunto estructural. Por ejemplo, los paneles de cerramiento y los módulos de almacenamiento y servicio formarán parte de la estructura soportando la cubierta, que proporciona sombra y protección al espacio. No hay distinción por lo tanto entre construcción y estructura, como defendía Prouvé, cada elemento participa del resto para formar un conjunto estructural estable.

El sistema queda definido por dos materiales estructurales y constructivos, la madera y el metal. La idea es la de generar una cáscara de madera en contacto con los usuarios, dadas sus características térmicas aislantes y su agradable textura, conformando el espacio habitable. En las partes superior e inferior de este núcleo de madera se sitúan los componentes metálicos, cuyo objetivo es generar plataformas estructurales y servir de elemento de protección frente al sol y la lluvia por medio de la cubierta ventilada de cobre, la cual, inevitablemente, revelará el efecto del paso del tiempo al adquirir distintas tonalidades. Las lamas abatibles del perímetro responden a la necesidad de filtrar la radiación solar, relacionada a su vez con la orientación que la vivienda puede tomar en cada situación y las zonas de la misma a las que queremos otorgar mayor grado de privacidad.

El carácter ligero y transformable del sistema permite la redistribución de los espacios, el crecimiento del proyecto o un cambio en su localización. Todo esto es posible por medio de procesos de fabricación industrializados, los cuales permiten conseguir una mayor precisión en la construcción y facilitan las condiciones de trabajo de los operarios, pues solo tendrán que montar o desmontar, proceso que se puede completar en periodos muy breves de tiempo.



CU5

CU1

CU4

F4

T1

T3

M2

PC3

B1

S1

P1

P3

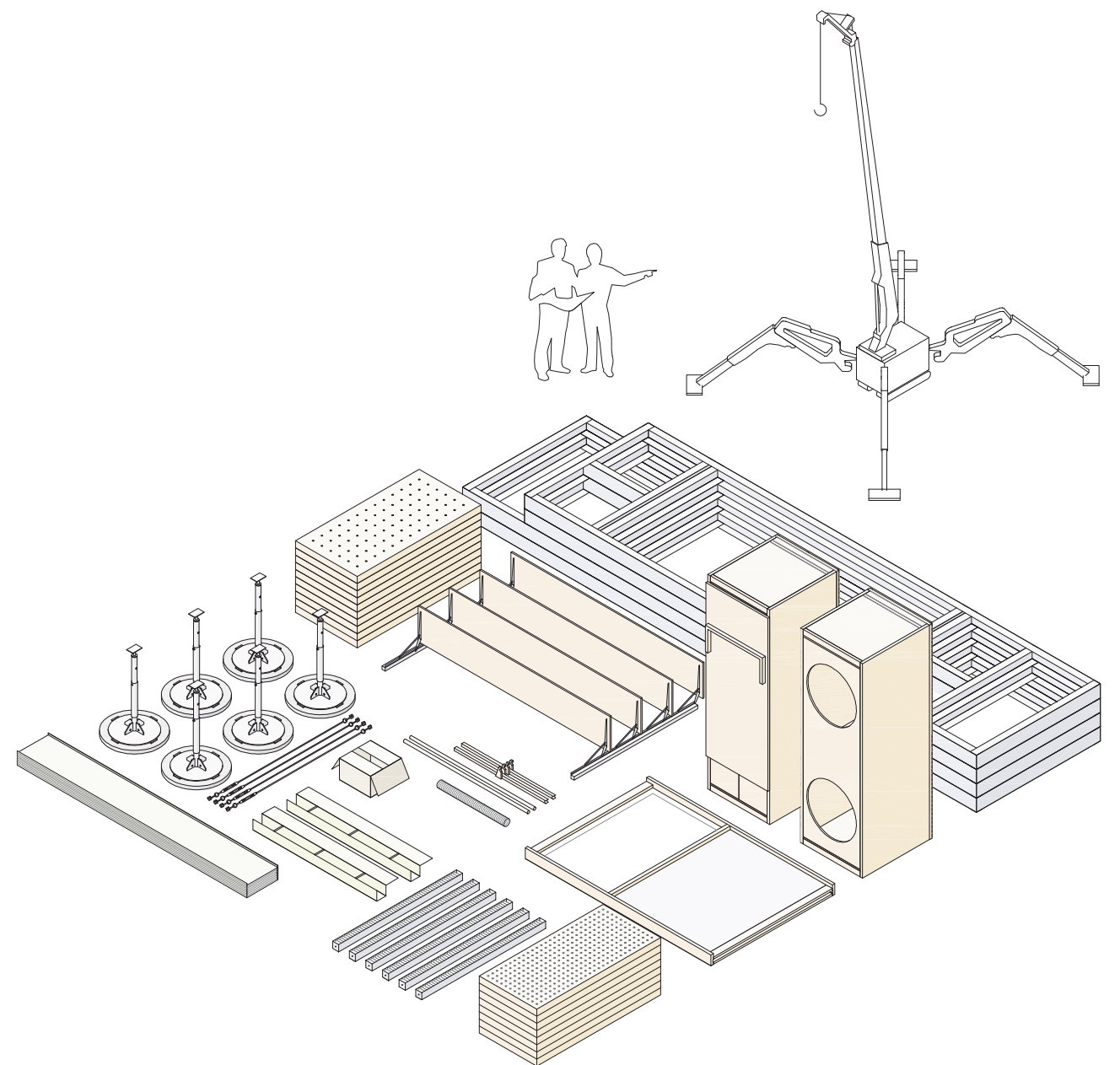
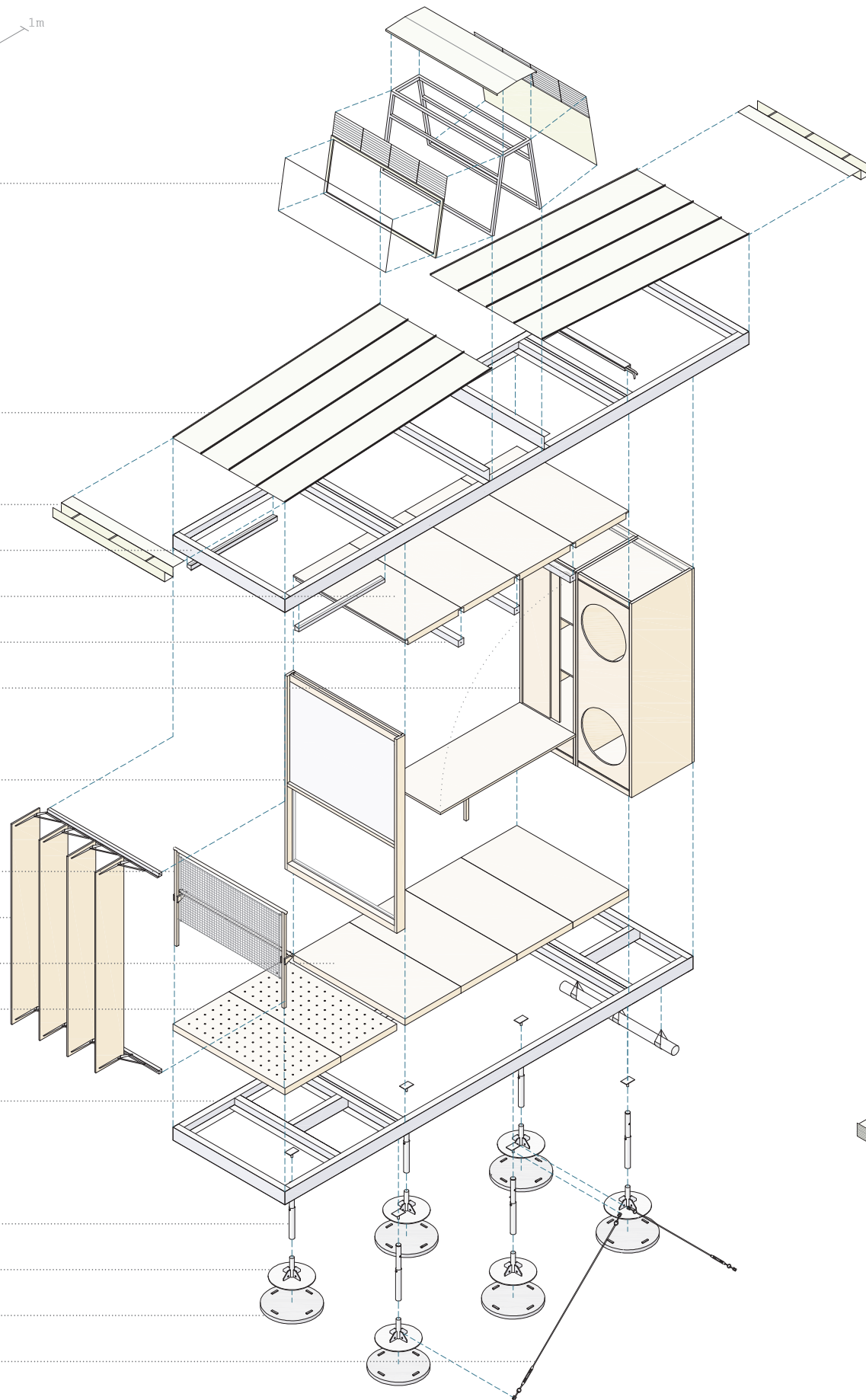
F2

A1

A2

A3

A4

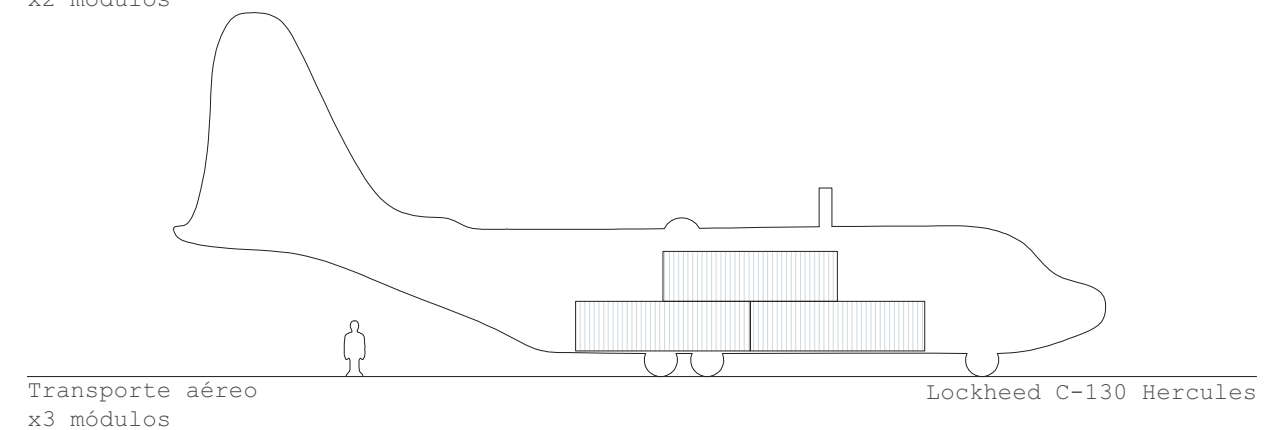
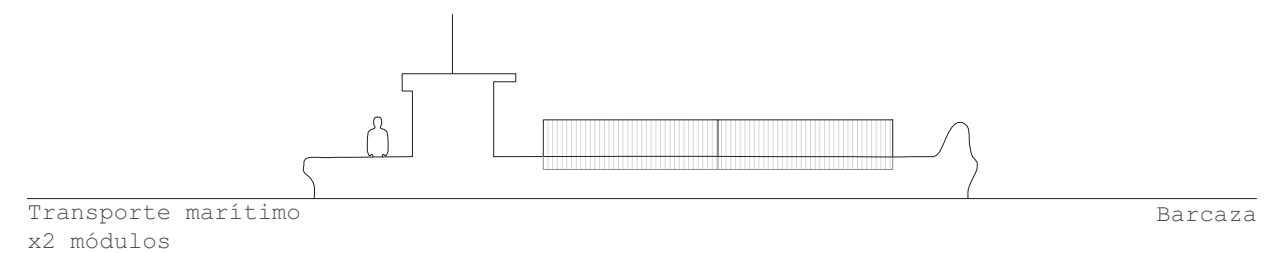
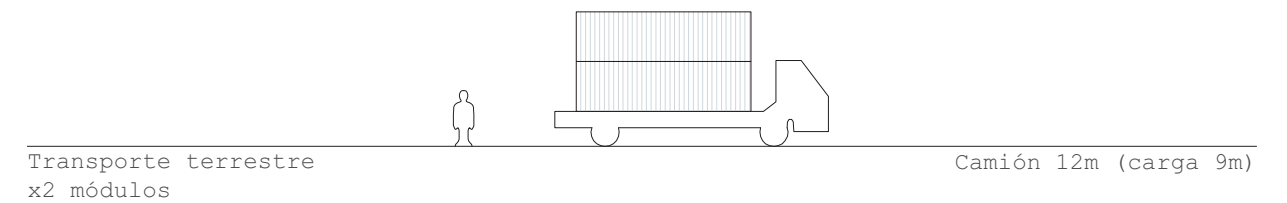


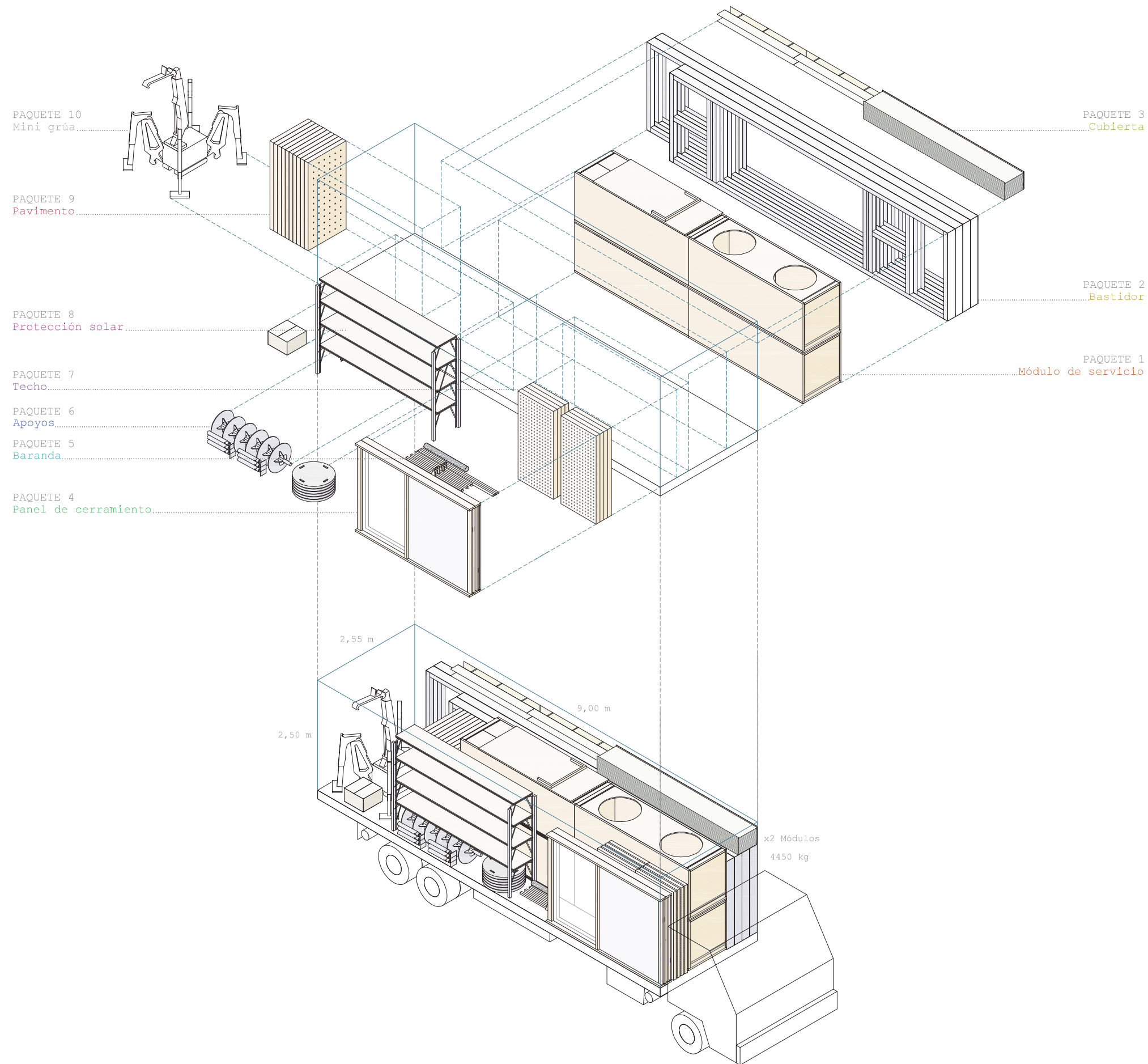
## Transporte

Las dimensiones y el peso de los componentes están limitados tanto por la facilidad a la hora de ensamblarse como por las dimensiones y la capacidad de carga del vehículo que se encargará de transportarlo, ya sea desde el taller a la localización de montaje en caso de tratarse del primer uso, o desde una localización a otra definida como nueva.

Los componentes se agruparán por paquetes en contenedores. Se han elegido las dimensiones de 2,55 x 9 x 2,5 metros por su flexibilidad y adaptabilidad a varios métodos de transporte, siendo el más común el transporte por tierra por medio de camiones de carga, evitando medios especiales de transporte como pueden ser el camión trailer.

Cada uno de estos contenedores permite almacenar los componentes necesarios para construir un mínimo de dos módulos, sobrando el espacio suficiente para transportar en su interior una mini grúa sobre orugas modelo URW-094 de Unic, con capacidad portante de 1 tonelada, más que suficiente para cargar con los componentes más pesados del sistema.





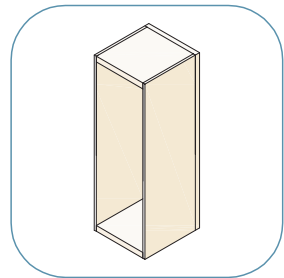
## 4.2

### COMPONENTES

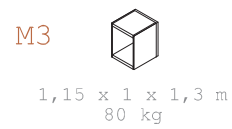
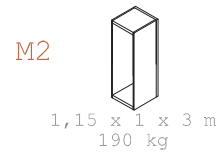
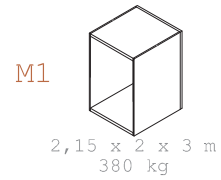
Se ha apostado por una industrialización abierta: a partir de un número limitado de piezas arquitectónicas y elementos constructivos, se puede obtener un número casi ilimitado de posibilidades combinatorias.

Cada componente del sistema está pensado para adecuarse al resto, no son por lo tanto piezas independientes y ajenas, que intentan amoldarse sin éxito unas a otras. El objetivo fundamental es el de ofrecer un conjunto coherente, una unidad capaz de ofrecer espacios con orden y una simplificación y eficacia en su montaje.

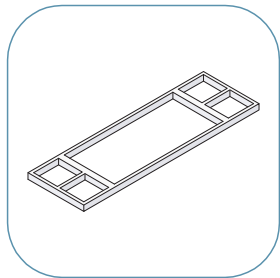
PAQUETE 1  
Módulo de servicio



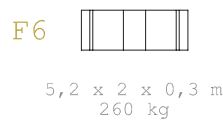
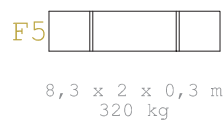
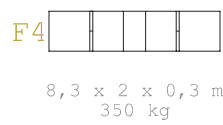
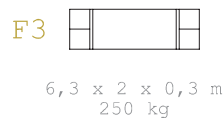
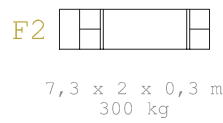
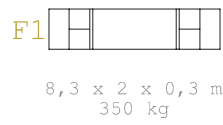
Módulo formado por paneles de madera microlaminada (LVL) y paneles sandwich cabios



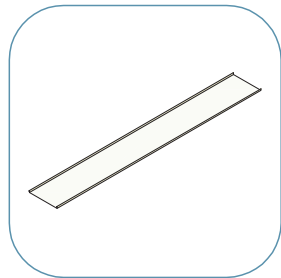
PAQUETE 2  
Bastidor



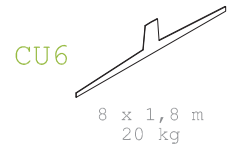
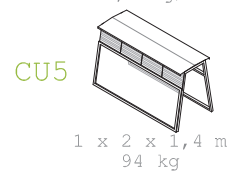
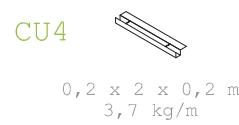
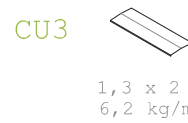
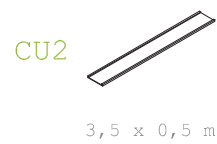
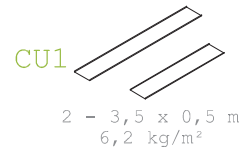
Entramado formado por perfiles de acero abiertos conformados en frío CF G.I.C.



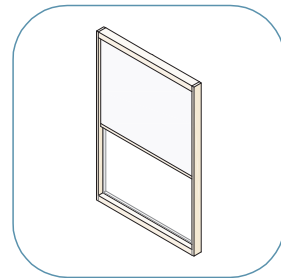
PAQUETE 3  
Cubierta



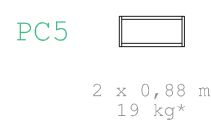
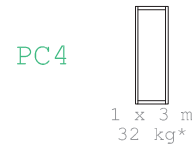
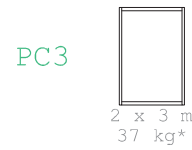
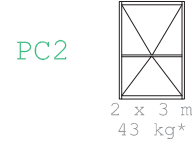
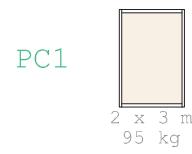
Paneles de cobre para cubierta con junta alzada, canalones y remates de cumbrera de cobre



PAQUETE 4  
Panel de cerramiento

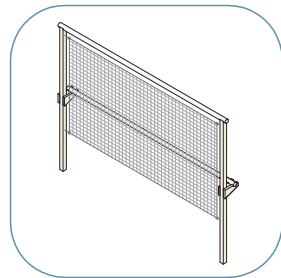


Paneles formados por soportes de madera microlaminada (LVL). Interior variable



\*Solo incluye el peso del marco, al ser el interior del panel de material variable.

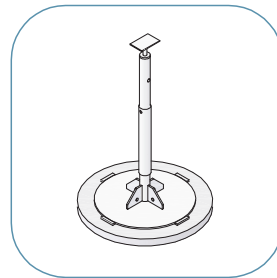
PAQUETE 5  
Barandilla



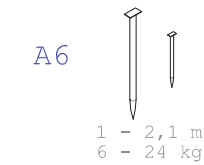
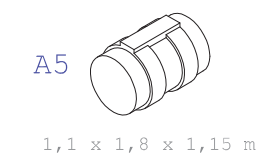
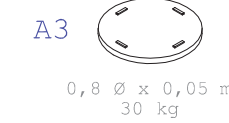
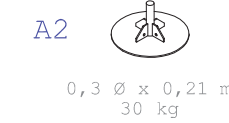
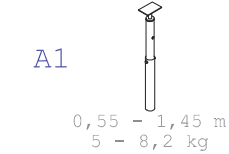
Red de protección anti-caída, red con montantes y pasamanos de madera



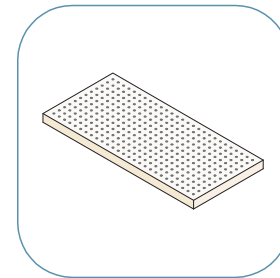
PAQUETE 6  
Apoyos



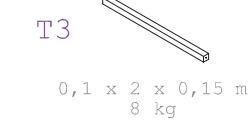
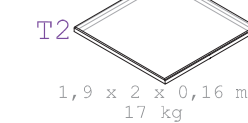
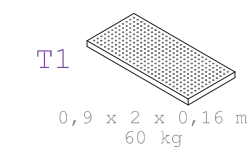
Elementos de fijación al terreno variables según las características del terreno



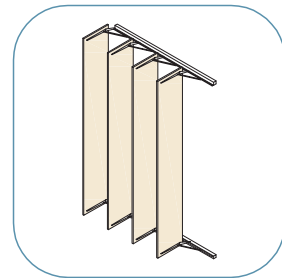
PAQUETE 7  
Techo



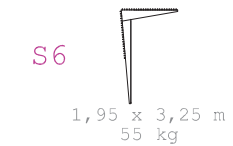
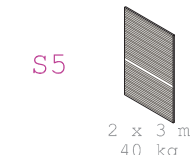
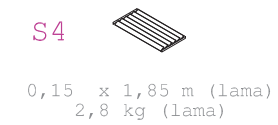
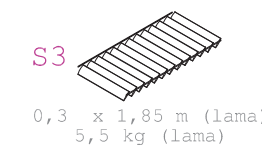
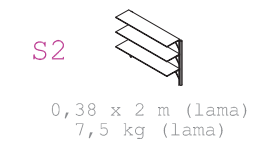
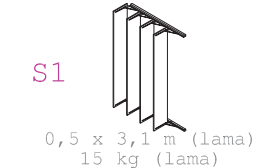
Techo de panel sandwich con cabios o policarbonato. Luminarias



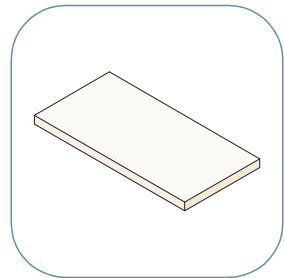
PAQUETE 8  
Protección solar



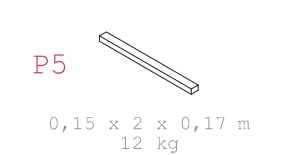
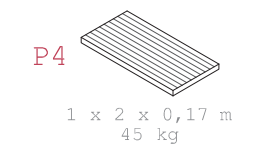
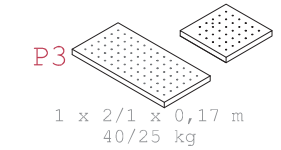
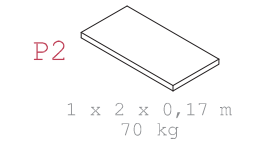
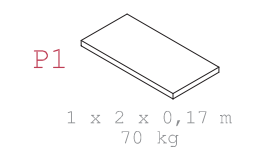
Diferentes tipos de protecciones solares según usos y orientaciones



PAQUETE 9  
Pavimento



Baldosas de panel sandwich con cabios para interior, exterior y zonas húmedas



<b>M1</b>	Módulo de servicio formado por paneles de madera microlaminada
<b>M2</b>	Kerto-Q (21mm) y paneles sandwich rigidizados con cabios de madera
<b>M3</b>	microlaminada. Capas del panel sandwich: Exterior: Tablero aglomerado hidrófugo Intermedia: Aislante de lana de roca Rockwool o similar Cabios de madera microlaminada (150x33mm) Interior: Tablero de madera maciza para suelo (20mm) Tablero contrachapado fenólico (10mm)
<b>F1</b>	Bastidor formado por perfiles CF de acero conformado en frío galvanizados
<b>F2</b>	en caliente (120µm).
<b>F3</b>	Perfiles: CF 300x4
<b>F4</b>	CF 275x2,5
<b>F5</b>	CF 200x2
<b>F6</b>	CF 160x3
<b>CU1</b>	Panel de cobre (0,7mm) para cubierta con junta alzada, formados por
	bovinas de 600mm que mediante la formación de la junta alzada generan
	un módulo de 500mm. Tablero hidrófugo de 19 mm como soporte.
<b>CU2</b>	Panel de cobre con colectores de ACS integrados TECU solar system.
<b>CU3</b>	Pieza de cumbrera de chapa de cobre (0,7mm).
<b>CU4</b>	Canalón de chapa de cobre (0,7mm).
<b>CU5</b>	Chimenea solar, subestructura de acero conformado en frío, cumbrera
	de chapa de cobre (0,7mm) y rejillas de ventilación de cobre.
<b>CU6</b>	Remate lateral de chapa de cobre (0,7mm).
<b>PC1</b>	Panel de cerramiento opaco formado por un marco de madera microlaminada
	Kerto-S (75x150mm), rigidizado con panel central Kerto-Q (21mm),
	revestido con aislante de lana de roca y panel de madera maciza (20mm)
<b>PC2</b>	Panel de cerramiento formado por un marco de madera microlaminada
	Kerto-S (75x150mm), rigidizado con tensores de acero galvanizado y
	travesaño central de madera microlaminada.
<b>PC3</b>	Panel de cerramiento formado por un marco de madera microlaminada
<b>PC4</b>	Kerto-S (75x150mm).
<b>PC5</b>	
<b>B1</b>	Red anti caídas con pasamanos y soportes de madera.
<b>A1</b>	Soporte telescópico de acero galvanizado Akron o similar.
<b>A2</b>	Base de acero S275 galvanizado en caliente 120µm.
<b>A3</b>	Placa de reparto de plástico reciclado ø800mm.
<b>A4</b>	Tirantes de acero.
<b>A5</b>	Depósito de aire de plástico.
<b>A6</b>	Tornillo de tierra de acero S355 galvanizado en caliente Krinner.

<b>T1</b>	Panel de techo acústico. Capas del panel: Exterior: Tablero aglomerado hidrófugo Intermedia: Aislante de lana de roca Rockwool o similar Cabios de madera microlaminada (150x33mm) Interior: Tablero contrachapado fenólico perforado (10mm)
<b>T2</b>	Panel de techo de policarbonato, marco de madera microlaminada.
<b>T3</b>	Cajeado para luminaria con aislamiento de lana de roca Rockwool o
	similar, lamas anti deslumbramiento.
<b>S1</b>	Lamas móviles motorizadas horizontales o verticales de vidrio
<b>S2</b>	(transparentes u opacas). Sistema Colt shadoglass LS 4 o similar.
<b>S3</b>	Lamas horizontales de aluminio para techo o cubierta.
<b>S4</b>	Colt Solarfin o similar.
<b>S5</b>	Panel corredero de lamas de madera
<b>S6</b>	Marquesina formada por soporte y viga de madera microlaminada y lamas
	de madera
<b>P1</b>	Panel de pavimento para interior.
<b>P2</b>	Capas del panel: Exterior: Tablero aglomerado hidrófugo Intermedia: Aislante de lana de roca Rockwool o similar Cabios de madera microlaminada (150x33mm) Interior: Tablero de madera maciza SWP2 S o SD (ambiente húmedo). Tratamiento de barniz al agua para P1. Tratamiento en autoclave para P2.
<b>P3</b>	Panel de pavimento para exterior.
<b>P4</b>	Capas del panel: Cabios de madera microlaminada (150x33mm) P3: Tablero perforado de madera maciza SWP3 S o SD (ambiente exterior). Tratamiento en autoclave sales hidrosolubles P4: Entablado de madera maciza con junta abierta. Tratamiento en autoclave sales hidrosolubles
<b>P5</b>	Pieza de pavimento para exterior, utilizado donde no se coloca panel
	de cerramiento o módulo de servicio. Cabios de madera microlaminada
	y acabado de madera maciza con tratamiento en autoclave.

Algunos de los componentes se detallarán en los planos que se muestran en el siguiente apartado de la memoria:

#### 4.3 Comportamiento estructural de los componentes del sistema.

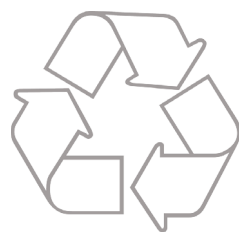
La **materialidad** del proyecto queda definida por los propios elementos constructivos del sistema.

Se elimina el concepto de "revestimiento" o "piel" para dar paso a una sinceridad constructiva.

Cada material se elige según el papel que ha de cumplir dentro del conjunto.

Todos los materiales y elementos industrializados, económicos y accesibles, utilizados en este sistema, son reciclables. Una vez acabada la vida útil de los componentes se desmontarán y se reciclarán.

El objetivo es afectar lo menos posible al medio ambiente, desde dos vertientes; la primera es la poca afección de los espacios construidos en un entorno natural, debido a la ligereza del sistema, la separación del suelo y la ausencia de cimentación, y la segunda es la ya mencionada posibilidad de reciclar de los materiales utilizados.



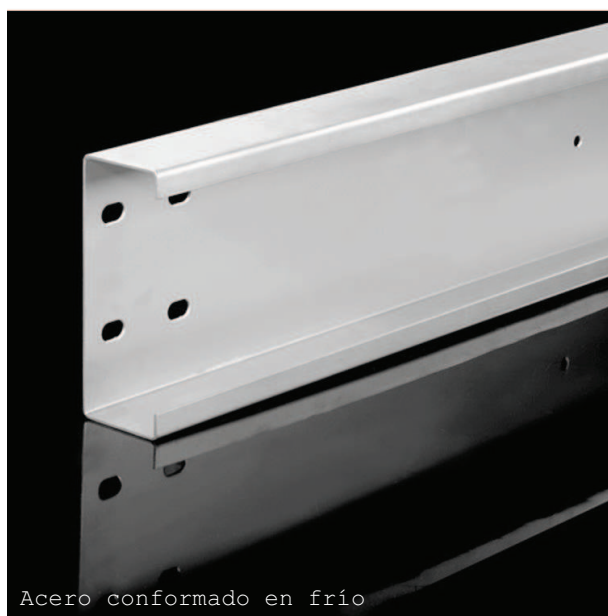
Madera microlaminada (LVL)



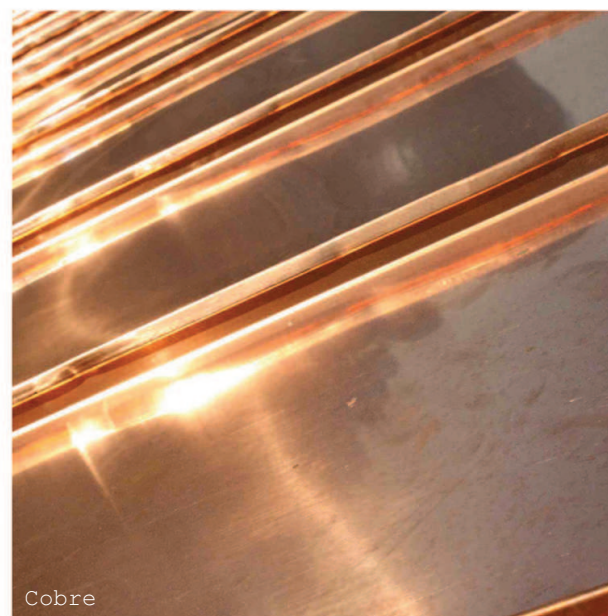
Panel de madera maciza



Panel aglomerado hidrófugo



Acero conformado en frío



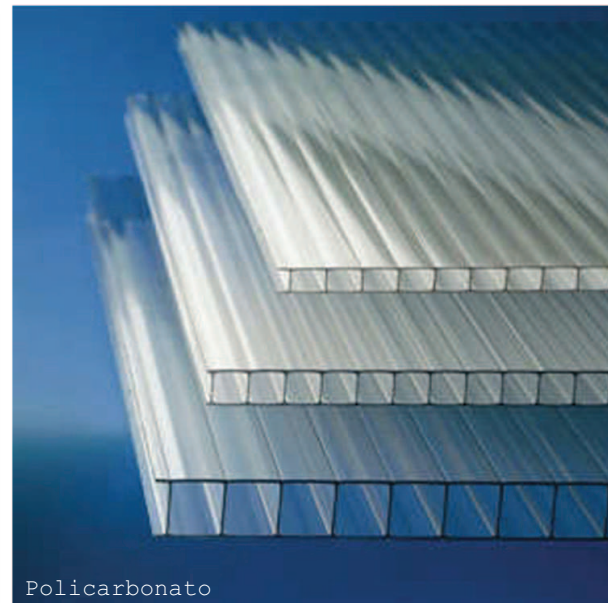
Cobre



Neopreno



Vidrio



Policarbonato



Lana de roca





Tablero aglomerado hidrófugo



Tablero de madera maciza



Madera microlaminada (LVL)

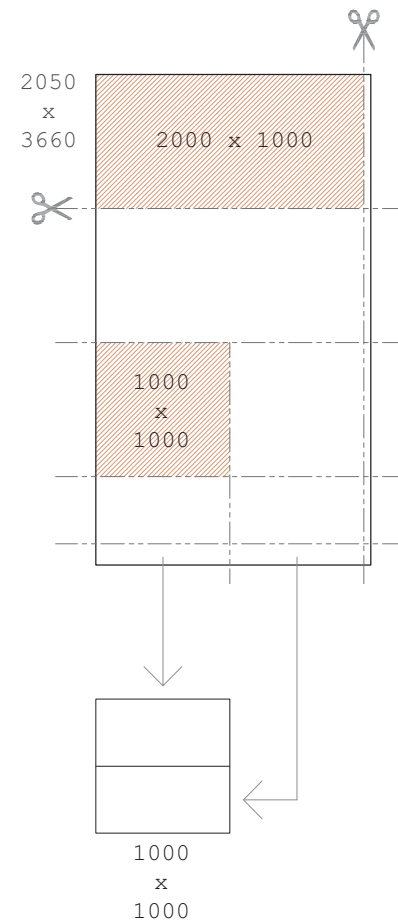
Los componentes se fabrican completamente en taller, se transportan al lugar de destino y se montan según unas reglas sin tener que ser cortados o manipulados de alguna forma. Son, por lo tanto, elementos acabados, componentes intercambiables que generan las variantes necesarias para construir espacios para la infancia.

Se han tenido en cuenta las dimensiones estándar de los materiales con los que se fabrican, de modo que se consiga un máximo aprovechamiento.

Otro aspecto a tener en cuenta a la hora de fijar las dimensiones de los componentes es el peso, tratando de que la mayoría de ellos permitan un fácil transporte y manejo por parte de los operarios durante el proceso de montaje.

### Aprovechamiento de la madera en la fabricación de los componentes

Tablero aglomerado hidrófugo

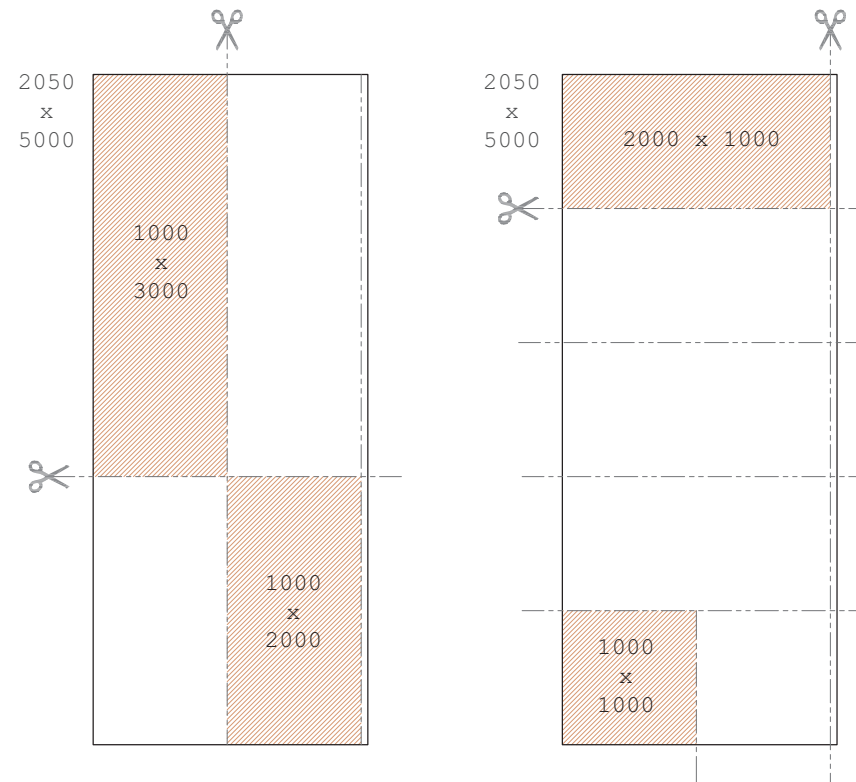


Medidas estándar de fabricación:  
1220 x 2440  
2050 x 3660 (se escoge este tablero)

93% de aprovechamiento

Se utiliza en la cara exterior de los paneles de pavimento (P1, P2), techo (T1) y en los módulos de servicio (M1, M2, M3).

Tablero de madera maciza

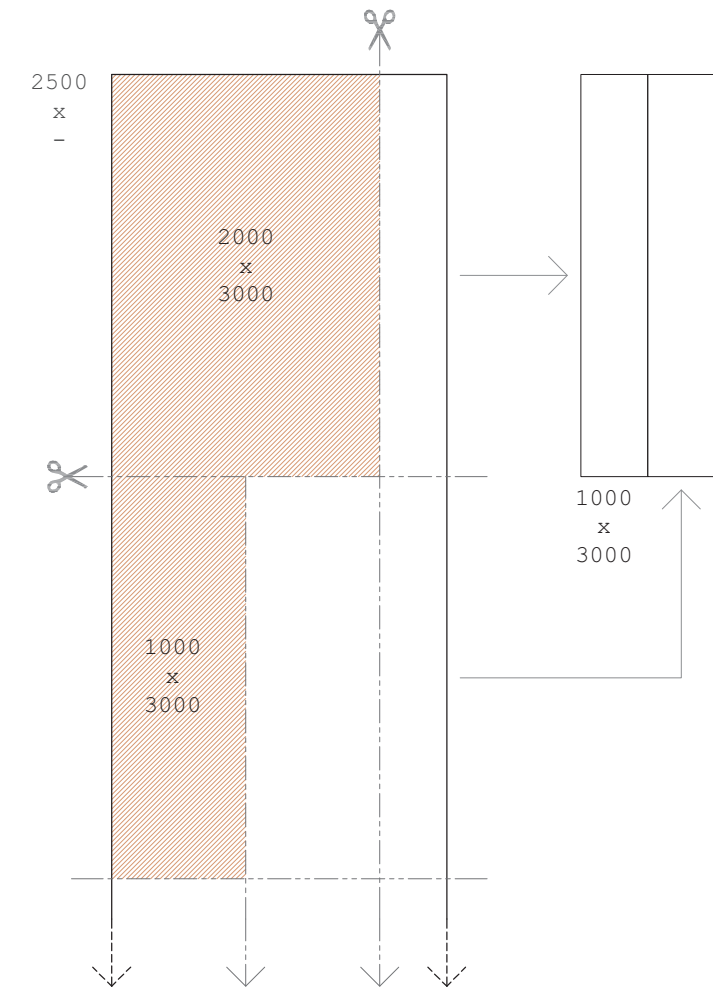


Medidas estándar de fabricación:  
2025 x 4000  
1025 x 5000  
2050 x 5000 (se escoge este tablero)

98% de aprovechamiento

Se utiliza como acabado de los paneles de pavimento (P1, P2, P3), y en los módulos de servicio (M1, M2, M3).

Madera microlaminada (LVL) Kerto-Q



Medidas estándar de fabricación:  
Kerto-Q anchos de panel: 1800 y 2500, largo hasta 23000  
100% de aprovechamiento

Kerto-Q se utiliza en los módulos de servicio (M1, M2, M3) y en el panel rígido de cerramiento (PC1).

Kerto-S se utiliza en elementos lineales, soportes en paneles de cerramiento y cabios en paneles de pavimento y techo, se utilizan medidas estándar de fabricación (150x75 y 150x33)

## La cubierta de cobre

Trabajando con el cobre:

Todo el trabajo posible debe hacerse previamente en las condiciones controladas en taller. En éste dispondremos de una serie de máquinas de corte, curvado, plegado y perfilado. Se utilizan máquinas de engatillar ajustables en obra, accionadas eléctricamente, para engatillar los largos tramos repetitivos de junta alzada.

Se utilizará un sistema de montaje de bandas largas, y debido a la posibilidad de estar expuesto a fuertes vientos se escoge un espesor de 0,7 mm.

La anchura de la banda no debe superar los 670 mm, es por ello que se escogen bovinas de medida estándar de 600 mm para su fabricación, que mediante la formación de la junta alzada de doble engatillado (altura 25 mm), se genera el módulo de 500 mm, que es múltiplo de las módulo básico del proyecto.

Sera necesario que las juntas longitudinales dispongan tanto de "patillas móviles" como de "patillas fijas". Se utilizarán tornillos de acero inoxidable, y la arandela tendrá una pieza de PVC que absorberá los movimientos y sellará la unión frente a la entrada de agua.

La pendiente mínima para cubiertas con junta alzada sellada es de 3°, sin embargo, para mejorar la facilidad de montaje y dar la posibilidad de desmontar la cubierta, será necesaria una pendiente mínima de 6°. En proyecto, dadas las características de los perfiles de acero sobre los que se atornilla la cubierta de cobre, se obtiene una pendiente de 6,5°.

El sustrato o soporte será un tablero hidrófugo de 19 mm de espesor y se colocará una membrana de respiración impermeable como elemento separador entre el tablero y el cobre.

En lo que respecta a los canalones, para un espesor de 0,7 mm y una anchura del fondo del canalón de 200 mm, la distancia máxima entre juntas de movimiento será de 4,5 metros. En las salidas a bajantes existirá un espacio de 5 mm para el movimiento entre el conector del canalón y el agujero practicado en el soporte del canalón.

Recomendaciones para cubiertas de cobre:

Para cubiertas ventiladas, como regla general, se debe proporcionar una lámina de aire de 50 mm de altura entre la cara interior de la cubierta cobre y la cara superior del aislante térmico. Esta cámara debe tener una toma de aire en el borde inferior de la cubierta y una salida en el borde superior, ambas continuas a lo largo de la cubierta.

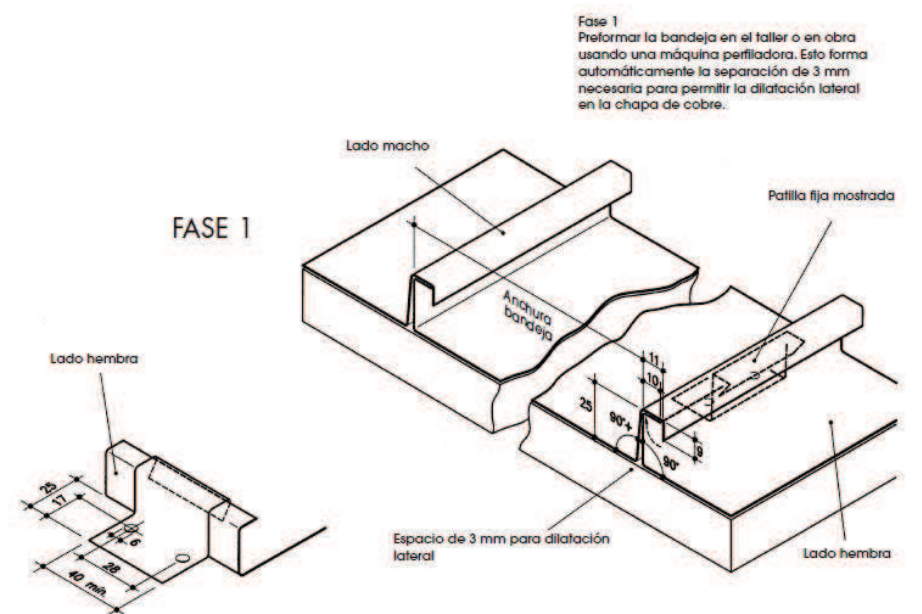
Aspecto:

El desarrollo natural de una pátina con colores que cambian de dorado a marrón chocolate y, finalmente, al típico verde claro.

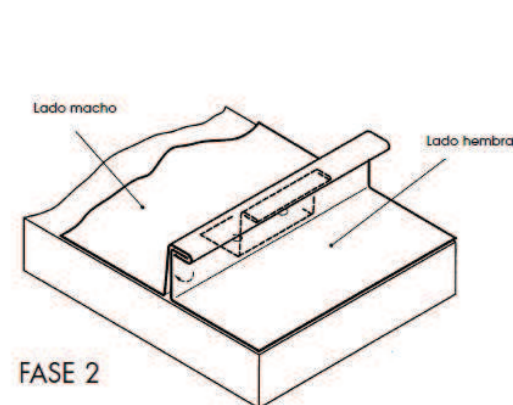
Cuando se expone a la atmósfera se forman películas de conversión de óxido de cobre, cambiando el color superficial del cobre del rosa salmón al marrón rojizo en pocos días.

Fuente de información y dibujos:

Stephen Chapman (2006). CEDIC, *Cubiertas de cobre en detalle*. Madrid.



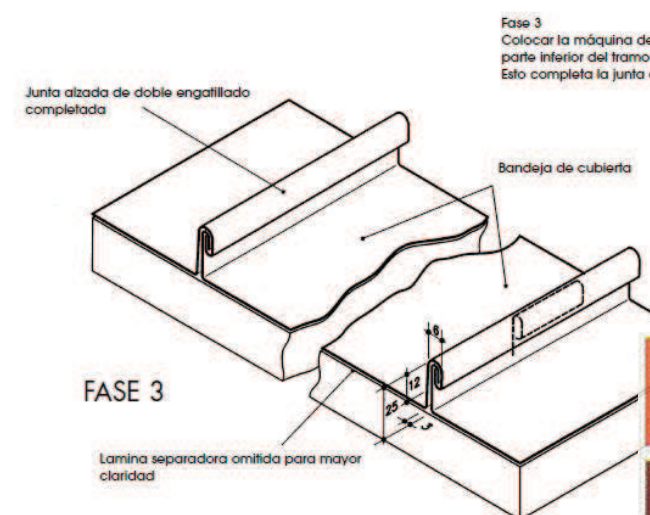
\* Se muestran las dimensiones mínimas. Las patillas normalmente tienen una anchura de 50 mm.  
\* En general las patillas se colocan cada 300 mm, pero véase también la Tabla L (p. 11).



Fase 2  
Para cubiertas tradicionales no es posible usar una máquina de engatillar, ya que no puede desplazarse sobre las juntas solapadas. En su lugar se usa una engatilladora en ángulo manual, seguido por una engatilladora doble para completar la fase 3.

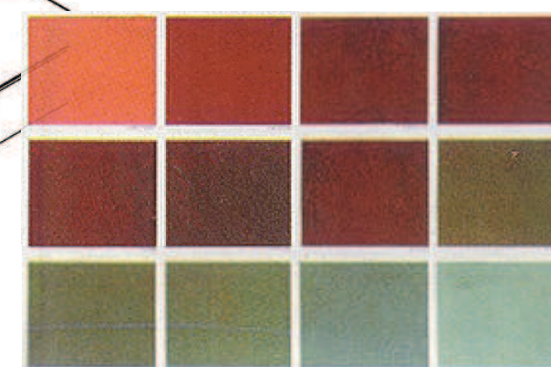
Con cubiertas de Bandas Largas el tramo inferior (300 mm) de la junta se pliega usando engatilladoras manuales. Esto proporciona una guía para la máquina de engatillar.

Ésta es la fase final para la junta alzada en ángulo.



Fase 3  
Colocar la máquina de engatillar en la parte inferior del tramo y subir el tramo. Esto completa la junta alzada.

La evolución en el color del cobre debido a la exposición atmosférica



## 4.3

### COMPORTAMIENTO ESTRUCTURAL DE LOS COMPONENTES DEL SISTEMA

En este apartado se definirán constructivamente algunos de los componentes del sistema, su diseño dependerá en gran medida de su comportamiento estructural, en el sistema propuesto no existe una distinción entre construcción y estructura. Ya en el enunciado del proyecto se planteaba la necesidad de entender la construcción no sólo como la resolución de un problema técnico, sino como una disciplina que permite pensar la arquitectura, como un aspecto fundamental de la misma.

## Índice

1_Justificación de la solución adoptada	28
2_Normativa empleada	29
3_Acciones permanentes	29
3.1_Peso propio	
4_Acciones variables	29
4.1_Sobrecarga de uso	
4.2_Sobrecarga de nieve	
4.3_Sobrecarga de viento	
4.4_Acción térmica	
5_Estados Límite	31
5.1_Estados Límite Últimos	
5.2_Estados Límite de Servicio	
6_Combinación de acciones	32
6.1_Hipótesis de cálculo	
6.2_E.L.U.	
6.3_E.L.S.	
7_Materiales	33
7.1_Apoyos	
7.2_Plataformas metálicas (bastidor)	
7.3_Soportes de los paneles de cerramiento de madera	
Vigas de los paneles de pavimento y techo	
7.4_Diafragmas de los módulos de servicio de madera	
7.5_Coeficientes de minoración	
7.6_Ensayos a realizar	
8_Durabilidad	35
8.1_Protección del acero	
8.2_Protección de la madera	
9_Modelización de la estructura	37
10_Cálculo de las solicitaciones (E.L.U.)	38
11_Cálculo de las plataformas de acero	40
12_Cálculo de los elementos de madera	41
12.1_Soportes de los paneles de cerramiento	
Vigas de los paneles de pavimento y techo	
12.2_Diafragmas de los módulos de servicio	
13_Resistencia al fuego en estructuras de madera y acero	43
14_Comprobaciones E.L.S	44
15_Resumen de los elementos estructurales	45
16_Conclusión	45
17_Planos	45

## 1\_Justificación de la solución adoptada

Se establece un compromiso con el diseño de la estructura y la utilización de un determinado sistema constructivo desde el inicio del proyecto, entendiendo que existe una relación directa entre la materialidad y los espacios generados.

La estructura genera orden, y en este caso, determina el uso y las relaciones visuales de los espacios. La concepción estructural de la propuesta se basa en la dualidad de un núcleo de madera situado entre dos plataformas metálicas. Estas, generan los planos de suelo y de cubierta, y están soportadas por elementos constructivos fundamentales en el proyecto, los paneles de cerramiento y los espacios de servicio (zonas húmedas, almacenamiento, instalaciones...). Estos elementos, además de su uso funcional y constructivo, tienen capacidad portante, y serán los encargados de transmitir las cargas a los apoyos. De esta forma, la construcción, el espacio y el uso son generados por un mismo elemento. Cada componente del sistema tiene una doble tarea, por un lado la función constructiva, y por otro su comportamiento estructural.

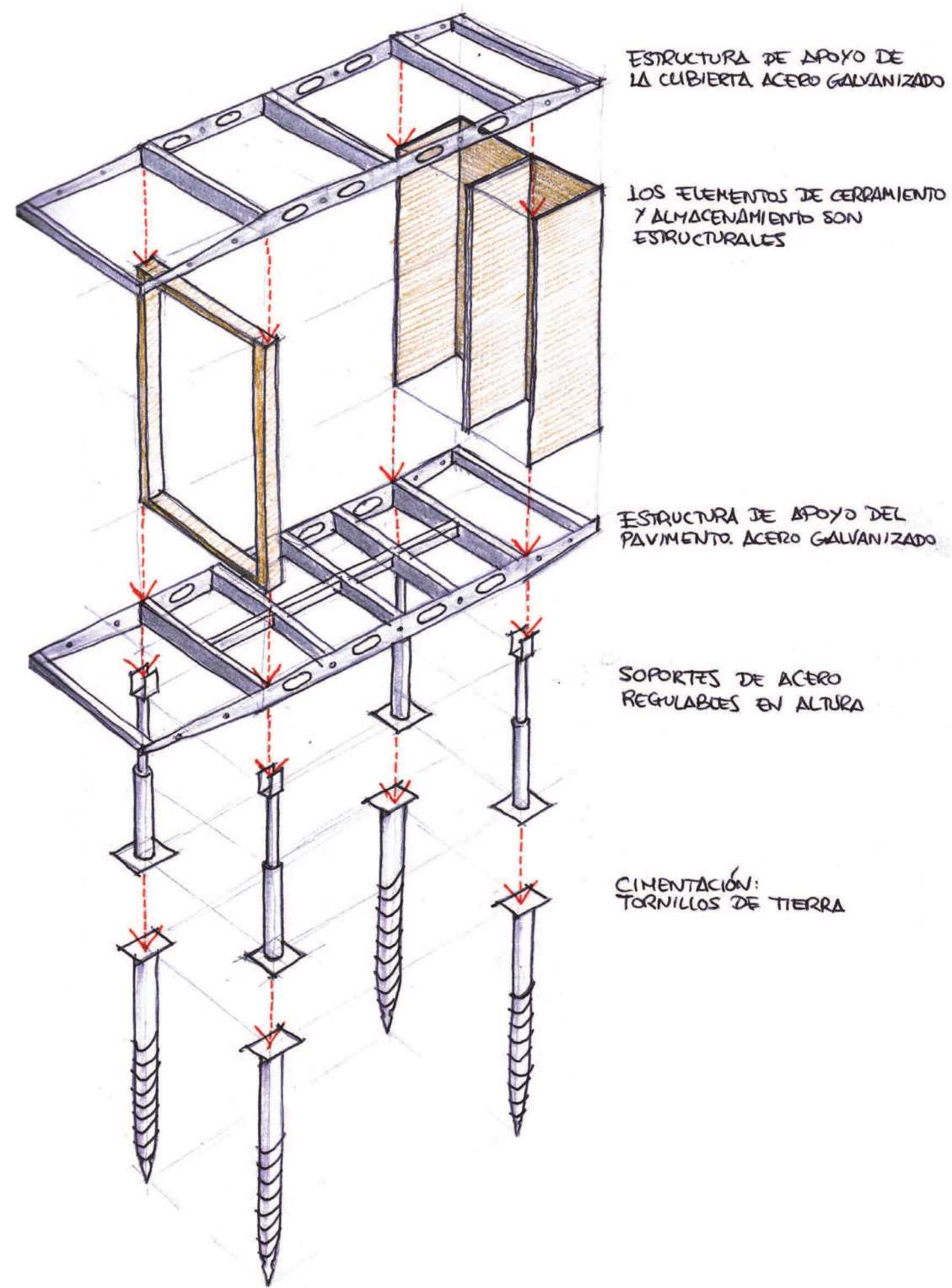
El núcleo de madera estará en contacto directo con los usuarios del edificio, otorgará calidez y los acabados deseados a los espacios, mientras que las plataformas metálicas se encargarán de generar los planos de suelo y cubierta.

Se opta por resolver el núcleo central con madera microlaminada, por su elevada capacidad portante, la ausencia de puentes térmicos y las posibilidades que ofrece su fabricación, pudiendo generar elementos lineales o paneles que actuarán como diafragmas contra los esfuerzos horizontales de viento.

Las plataformas metálicas, que generan el módulo básico de 2 metros de ancho, se resuelven con acero conformado en frío mediante plegado, debido a su ligereza, economía y las facilidades que ofrece en su fabricación y montaje.

Se adoptarán las medidas necesarias para garantizar la durabilidad frente a los agentes externos (apartado de durabilidad). Teniendo en cuenta en todo momento que se trata de un edificio de carácter temporal y ofreciendo una garantía mínima en su vida útil de 15 a 30 años. Al acabar este periodo de tiempo, los componentes que lo necesiten podrán ser sustituidos o reparados (aplicando de nuevo las protecciones necesarias para garantizar su durabilidad). La facilidad a la hora de desmontar el sistema y separar los materiales permitirá también el reciclado de los mismos una vez acabada la vida útil del edificio.

Se plantea que el edificio sea en su totalidad desmontable y reconfigurable, por lo que las uniones entre componentes serán atornilladas, colocándose neopreno entre todos los componentes a excepción de los bastidores metálicos, en los que se requieren uniones empotradas. Se entiende que esta idea ha de trasladarse a todas las partes del edificio, incluida la cimentación, que también deberá tener un carácter efímero y un leve impacto en el terreno. La ligereza de la construcción y los usos generados en el proyecto posibilitan la existencia de apoyos superficiales en el terreno, sin embargo, para permitir que el sistema se emplace también en terrenos con poca capacidad de carga, se ofrece la opción de colocar pilotes de pequeñas dimensiones que trabajan por rozamiento, para lo que se utilizarán tornillos de tierra, posibilitando su extracción de los mismos al acabar la vida útil del edificio. Los apoyos en contacto con el terreno serán regulables en altura para absorber los cambios de cota de la topografía del lugar. Estos apoyos son los encargados de generar un plano horizontal separado del suelo, permitiendo la circulación de aire y evitando las humedades que dañarían los componentes de madera y acelerarían los procesos de oxidación en el acero.



## 2\_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-M Seguridad estructural-Madera  
 CTE DB SE-A Seguridad estructural-Acero  
 CTE DB SI Seguridad en caso de incendios  
 UNE-ENV 1995 Eurocódigo 5: Estructuras de madera  
 EAE Instrucción de acero estructural

## 3\_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.

### 3.1 Peso propio

Se han dividido los componentes por paquetes según su posición en el sistema, en la siguiente tabla se expone el peso propio de cada uno de ellos.

Código	Descripción	Peso propio
<b>M1</b>	Módulo de servicio 2,15 x 2 x 3 m	3,80 kN
<b>M2</b>	Módulo de servicio 1,15 x 1 x 3 m	1,90 kN
<b>M3</b>	Módulo de servicio 1,15 x 1 x 1,3 m	0,80 kN
<b>F1</b>	Bastidor inferior de acero galvan. tipo 1	3,50 kN
<b>F2</b>	Bastidor inferior de acero galvan. tipo 2	3,00 kN
<b>F3</b>	Bastidor inferior de acero galvan. tipo 3	2,50 kN
<b>F4</b>	Bastidor superior de acero galvan. tipo 4	3,50 kN
<b>F5</b>	Bastidor superior de acero galvan. tipo 5	3,20 kN
<b>F6</b>	Bastidor superior de acero galvan. tipo 6	2,60 kN
<b>CU1</b>	Chapa de cobre para cubierta	0,06 kN/m <sup>2</sup>
<b>CU2</b>	Chapa de cobre con colectores ACS	0,14 kN/m <sup>2</sup>
<b>CU3</b>	Remate de cumbrera de cobre	0,06 kN/m <sup>2</sup>
<b>CU4</b>	Canalón de cobre	0,04 kN/m
<b>CU5</b>	Chimenea solar	0,94 kN
<b>CU6</b>	Remate frente de forjado	0,20 kN
<b>PC1</b>	Panel de cerramiento diafragma rígido	0,95 kN*
<b>PC2</b>	Panel de cerramiento arriostrado	0,43 kN*
<b>PC3</b>	Panel de cerramiento 2 m	0,37 kN*
<b>PC4</b>	Panel de cerramiento 1 m	0,32 kN*

Código	Descripción	Peso propio
<b>PC4</b>	Panel de cerramiento para altura extra	0,19 kN
<b>B1</b>	Barandilla con red anti-caída	0,03 kN/m
<b>A1</b>	Soporte telescópico	0,08 kN
<b>A2</b>	Base del apoyo de acero galvanizado	0,30 kN
<b>A3</b>	Apoyo de plástico reciclado	0,30 kN
<b>A4</b>	Tirante	-
<b>A5</b>	Depósito de aire para apoyo en agua	-
<b>A6</b>	Tornillo de tierra	0,24 kN
<b>T1</b>	Panel sándwich techo acústico	2,30 kN
<b>T2</b>	Panel de policarbonato para techo	0,60 kN
<b>T3</b>	Luminaria incluyendo cajeado	0,17 kN
<b>S1</b>	Lamas verticales	0,15 kN/lama
<b>S2</b>	Lamas horizontales para fachada	0,08 kN/lama
<b>S3</b>	Lamas horizontales para cubierta	0,06 kN/lama
<b>S4</b>	Lamas horizontales para lucernario	0,03 kN/lama
<b>S5</b>	Panel corredero de madera	0,40 kN
<b>S6</b>	Protección solar para caminos exteriores	0,55 kN
<b>P1</b>	Panel sándwich pavimento interior	0,70 kN
<b>P2</b>	Panel sándwich pavimento zonas húmedas	0,70 kN
<b>P3</b>	Panel perforado pavimento exterior	0,40 kN
<b>P4</b>	Panel entablado pavimento exterior	0,45 kN
<b>P5</b>	Pieza pavimento 0,15 m	0,12 kN

\*Los paneles de cerramiento solo incluyen el peso de la estructura del marco, al ser el interior del panel de material variable.

## 4\_Acciones variables

### 4.1 sobrecarga de uso

Tipo	kN/m <sup>2</sup>
G1. Cubierta accesible únicamente para conservación: Cubierta ligera sobre correas (sin forjado)	0,4
C1. Zonas de acceso al público: Zona con mesas y sillas	3

#### 4.2 sobrecarga de nieve

Tipo	kN/m <sup>2</sup>
Carga de nieve ( $q_n = \mu \cdot s_k \cdot 1,2$ )	0,48

\*Datos:

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

$$q_n = \mu \cdot s_k$$

Siendo:

$\mu$  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

$$s_k = 0,4 \text{ kN/m}^2 \text{ (Valencia, Tabla 3.8 SE-AE)}$$

Si se encuentra en un emplazamiento fuertemente expuesto, el valor deberá aumentarse en un 20%.

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

#### 4.3 Sobrecarga de viento

\*Datos:

- Presión dinámica del viento (Anejo D figura D.1 DB SE-AE)

$$q_p = 0,42 \text{ KN/m}^2 \text{ (Zona A, Valencia)}$$



- Coeficiente de exposición (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.

$$C_e = 2,7 \text{ (} h = 6\text{m)}$$

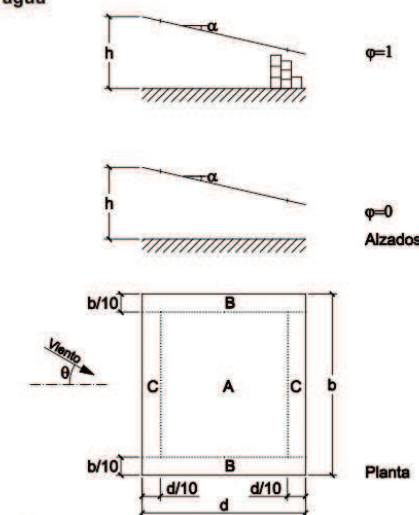
- Coeficiente de presión exterior o eólico  $C_p$

Se asemeja la estructura a la de una marquesina, siendo el caso más desfavorable, por la posibilidad que ofrecen los cerramientos de abrirse por completo, quedando la cubierta expuesta al efecto de succión del viento.

Forjado inferior			Coeficientes de presión exterior $C_{p, 10}$		
Pendiente de la cubierta	Efecto del viento hacia	Factor de obstrucción $\phi$	Zona (según figura)		
			A	B	C
0°	Abajo	$0 \leq \phi \leq 1$	0,5	1,8	1,1
	Arriba	1	-1,5	-1,8	-2,2
			Acción del viento $q_e$		
kN/m <sup>2</sup>			0,57	2,05	1,24
			-1,7	-2,05	-2,5

Cubierta			Coeficientes de presión exterior $C_{p, 10}$		
Pendiente de la cubierta	Efecto del viento hacia	Factor de obstrucción $\phi$	Zona (según figura)		
			A	B	C
6,5° (interpolación)	Abajo	$0 \leq \phi \leq 1$	0,92	2,19	1,39
	Arriba	1	-1,75	-2,32	-2,56
			Acción del viento $q_e$		
kN/m <sup>2</sup>			1,04	2,48	1,58
			-1,98	-2,63	-2,9

Tabla D.10 Marquesinas a un agua



Acción del viento en paramentos verticales:

Sotavento 0,9 kN/m<sup>2</sup>

Barlovento 0,8 kN/m<sup>2</sup>

#### 4.4\_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.

El proyecto se construye por medio de componentes de pequeñas dimensiones, estando todos ellos ligeramente separados entre si, y sellados mediante bandas elastoméricas de neopreno, que absorberán los cambios dimensionales derivados de las acciones térmicas. Estos motivos llevan a considerar como despreciables las acciones térmicas en el calculo.

#### 5\_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.

##### 5.1\_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:  $E_d \leq R_d$ , siendo  $E_d$  el valor de cálculo del efecto de acciones y  $R_d$  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:  $E_d, d_{st} \leq E_d, St_b$ , siendo  $E_d, d_{st}$  el valor de cálculo del efecto de las acciones desestabilizadoras y  $E_d, St_b$  el valor de cálculo de las acciones estabilizadoras.

##### 5.2\_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 semejanza 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.



## 6\_Combinación de acciones

### 6.1\_Hipótesis de cálculo

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

Hipótesis de cálculo	
Descripción	Abreviatura
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)

Hipótesis de cálculo	
Descripción	Abreviatura
Valor característico de las acciones permanentes	$G_k$
Valor característico de la acción variable determinante	$Q_{k1}$
Valor característico de la acción variable secundaria	$Q_{ki}$
Coefficiente de combinación de una acción variable	$\Psi_{0i}$
Coefficiente parcial de seguridad para acciones permanentes	$\gamma_G$
Coefficiente parcial de seguridad para acciones variables	$\gamma_Q$
Coefficiente para el valor frecuente de una acción variable	$\Psi_{1i}$
Coeffic. para el valor casi-permanente de una acc. variable	$\Psi_{2i}$

### 6.2\_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	$\gamma_G \cdot G_x$		$\gamma_Q \cdot Q_{k1}$		$(\gamma_Q \cdot \Psi_{02} \cdot Q_{k2}) + (\gamma_Q \cdot \Psi_{03} \cdot Q_{k3})$					
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

### 6.2\_Estados Límite de Servicio

Situación de corta duración irreversible $\Sigma G_k + Q_{k1} + \Sigma \Psi_{0i} \cdot Q_{ki}$						
ELS	$G_x$	$Q_{ki}$	$(\Psi_{02} \cdot Q_{k2}) + (\Psi_{03} \cdot Q_{k3})$			
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	$G_x$	$Q_{ki}$	$(\Psi_{22} \cdot Q_{k2}) + (\Psi_{23} \cdot Q_{k3})$				
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	Vs	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	$G_x$	$(\Psi_{21} \cdot Q_{k1}) + (\Psi_{22} \cdot Q_{k2}) + (\Psi_{23} \cdot Q_{k3})$					
A1	PP	0,3	SU	0,0	N	0,0	Vs
A2	PP	0,3	SU	0,0	N	0,0	Vp

## 7\_Materiales

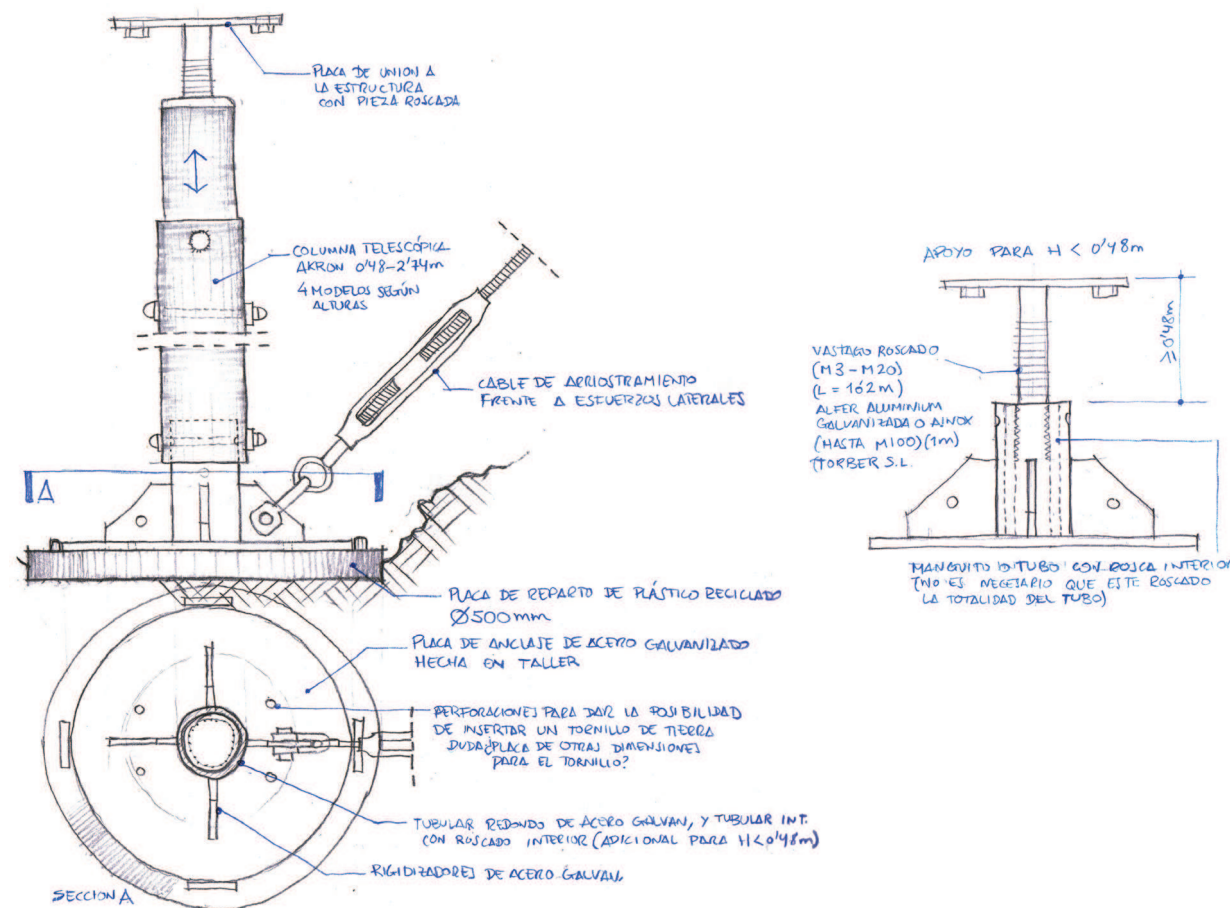
### 7.1\_Apoyos

Los objetivos a la hora de concebir el contacto con el suelo del edificio deben responder a los mismos condicionantes que el resto de los componentes, en primer lugar, ha de ser desmontable, y en segundo lugar debe ser respetuoso con el entorno, alterando lo menos posible el terreno.

Se han planteado dos soluciones que transmiten las cargas de forma diferente, para ofrecer un amplio grado de flexibilidad a la hora de situar el edificio en cualquier entorno natural.

La primera solución, a la que se recurrirá si la capacidad de carga del terreno es óptima, consiste en lo que se podría denominar como "cimentación superficial dinámica", se trata de transmitir las cargas mediante apoyos de gran superficie, dejando que el terreno asiente para posteriormente corregir los asientos diferenciales gracias a los pies telescópicos. Este sistema permite corregir las irregularidades tanto topográficas como de capacidad de carga del terreno, que a menudo resulta imprevisible en entornos naturales debido a su heterogeneidad. Asumimos los movimientos, y actuamos en consecuencia.

Materiales
Placa de reparto de plástico reciclado $\varnothing 800$ mm, 50 mm espesor
Base metálica de acero S275 galvanizado en caliente



concepto estructural

La segunda solución, será objeto de aplicación en los casos en los que el terreno no disponga de una capacidad de carga suficiente, o en los que este se pueda ver gravemente alterado debido a los efectos del agua de lluvia. Consiste en la hincada de pilotes de acero de pequeñas dimensiones, también llamados tornillos de tierra. Su impacto en el entorno es mínimo gracias a la facilidad de colocación. En este caso se transmitirán las cargas mediante el rozamiento del fuste en el terreno.

La casa comercial Krinner ofrece diferentes tamaños de tornillo de tierra según su aplicación. Se escogen los modelos KSF F 140x2100-M y KSF F 76x1000-R, con una longitud de 2100 y 1000 mm respectivamente. El tornillo de mayor dimensión se utilizará como cimentación del edificio, mientras que el tornillo de menor longitud se utilizará para resolver el encuentro con el terreno de elementos auxiliares (escaleras, plataformas, zonas de juego...).

Los modelos utilizados cuentan con los dispositivos y piezas necesarias para la unión con el resto de la estructura.

Material
Acero S355 galvanizado en caliente conforme a la norma DIN EN ISO 1461

Tornillo de tierra KSF F 140x2100-M	
Descripción	Datos
Longitud nominal	2100 mm
Diámetro del tubo	139,7 mm
Peso	24,00 kg

Tornillo de tierra KSF F 76x1000-R	
Descripción	Datos
Longitud nominal	1000 mm
Diámetro del tubo	76,1 mm
Peso	6,00 kg



### Apoyos telescópicos de acero galvanizado:

Se escogen cuatro modelos de la casa comercial Akron según su altura de regulación, para abarcar los cambios de cota que puedan presentar los terrenos.

Características de los apoyos telescópicos Akron						
Modelo	Tubo exterior		Tubo interior		Altura regulable (mm)	Carga máxima admisible (kN)
	∅ exterior (mm)	espesor (mm)	∅ exterior (mm)	espesor (mm)		
CA-3	71,5	3	63,5	3	480/910	65,6
CA-2	71,5	3	63,5	3	860/1400	57,8
CA-84	71,5	3	63,5	3	1420/1540	36,7
CA-108	71,5	3	63,5	3	1880/2740	38,5



### 7.2\_Plataformas metálicas (bastidor)

Acero conformado en frío	
Descripción	Datos
Designación	S275
Límite elástico	275 N/mm <sup>2</sup>
Módulo de Poisson	0,3
Módulo de elasticidad	210.000 N/mm <sup>2</sup>
Módulo de rigidez	81.000 N/mm <sup>2</sup>
Densidad	7.850 kg/m <sup>3</sup>

### 7.3\_Soportes de los paneles de cerramiento Vigas de los paneles de pavimento y techo

**Madera microlaminada:** Producto derivado de la madera para uso estructural fabricado con chapas de madera de pequeño espesor (del orden de 3 a 5 mm) encoladas con las misma dirección de la fibra. Con frecuencia es conocida con las siglas de su nombre en inglés, LVL.

Madera microlaminada	
Descripción	Datos
Designación	Kerto-S
Denominación	Abeto (Picea abies)
Calidad (SE-M Tabla C.1)	T3
Resistencia característica a flexión	44 N/mm <sup>2</sup>
Resistencia característica a compresión paralela	35 N/mm <sup>2</sup>
Resistencia característica a tracción paralela	35 N/mm <sup>2</sup>
Resistencia característica a cortante vertical	4,1 N/mm <sup>2</sup>
Módulo de elasticidad paralelo a la fibra	11.600 kg/m <sup>3</sup>
Densidad	480 kg/m <sup>3</sup>

#### 7.4\_Diafragmas de los módulos de servicio

Madera microlaminada	
Descripción	Datos
Designación	Kerto-Q
Denominación	Abeto (Picea abies)
Calidad (SE-M Tabla C.1)	T3
Resistencia característica a flexión	32 N/mm <sup>2</sup>
Resistencia característica a compresión paralela	26 N/mm <sup>2</sup>
Resistencia característica a tracción paralela	26 N/mm <sup>2</sup>
Resistencia característica a cortante vertical	4,5 N/mm <sup>2</sup>
Módulo de elasticidad paralelo a la fibra	8.800 kg/m <sup>3</sup>
Densidad	480 kg/m <sup>3</sup>

#### 7.5\_Coeficientes de minoración

Acero conformado en frío	<b>1,05 (γs)</b>
Madera microlaminada	<b>1,2 (γm)</b>

#### 7.6\_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

\_CTE DB SE-M madera

## 8\_Durabilidad

### 8.1\_Protección del acero

Anteriormente a la ejecución del proceso de protección se procederá a realizar las perforaciones necesarias para permitir las uniones atornilladas en obra y aligerar el elemento. Posteriormente se fabricará el bastidor en taller, con uniones empotradas mediante soldadura. El último 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 recubrimientos galvanizados a estos recubrimientos en función del espesor del acero base de las piezas (tabla 2)

Espesor de la pieza	Valor local (mínimo) µm (micrometros)	Valor medio (mínimo) 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 mas 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 que la velocidad de corrosión.

Categoría de corrosividad (ambientes)		Velocidad de corrosión del Zinc (µm/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.

## 8.2\_Protección de la madera

(DB SE-M)

La durabilidad de los elementos estructurales de madera, viene condicionada por la acción derivada de agentes externos, bióticos y abióticos, durante su periodo de vida útil, además de sus características de durabilidad natural debido a los componentes situados en la albura y el duramen.

Los fenómenos de degradación, al igual que en el resto de materiales, originan en general modificaciones de las características y propiedades mecánicas de la madera, que se deben tener en cuenta.

Habitualmente se emplea la protección preventiva de la madera para evitar ataques relacionados con agentes bióticos, mientras que un correcto diseño constructivo, suele ser la mejor solución para evitar exposiciones de la madera frente a agentes agresivos, como por ejemplo, los meteorológicos.

El concepto de clase de uso está relacionado con la probabilidad de que un elemento estructural sufra ataques por agentes bióticos, y principalmente es función del grado de humedad que llegue a alcanzar durante su vida de servicio.

En la propuesta nos encontramos con elementos con diferentes grados de exposición a la humedad:

- Vigas de los paneles de pavimento y techo para interiores.

**Clase de uso 2 (DB-SE-M):** El elemento estructural está a cubierto y protegido de la intemperie pero, debido a las condiciones ambientales, se puede dar ocasionalmente un contenido de humedad de la madera mayor que el 20 % en parte o en la totalidad del elemento estructural. Ejemplos: estructura de una piscina cubierta en la que se mantiene una humedad ambiental elevada con condensaciones ocasionales y elementos estructurales próximos a conductos de agua.

- Soportes de los paneles de cerramiento y tableros de los módulos de servicio.

**Clase de uso 3 (DB-SE-M):** El elemento estructural se encuentra al descubierto, no en contacto con el suelo. El contenido de humedad de la madera puede superar el 20% Se divide en dos clases;

**Clase de uso 3.1.** El elemento estructural se encuentra al exterior, por encima del suelo y protegido, es decir sujeto a medidas de diseño y constructivas destinadas a impedir una exposición excesiva a los efectos directos de la intemperie, inclemencias atmosféricas o fuentes de humedad. En estas condiciones la humedad de la madera puede superar ocasionalmente el contenido de humedad del 20%. Ejemplos: viga que vuela al exterior pero que en su zona superior y testas están protegidas por una albardilla o piezas de sacrificio.

- Vigas de paneles de pavimento para exteriores.

**Clase de uso 3.2.** El elemento estructural se encuentra al exterior, por encima del suelo y no protegido. En estas condiciones la humedad de la madera supera frecuentemente el contenido de humedad del 20%. Ejemplos: cualquier elemento cuya cara superior o testa se encuentre sometida a la acción directa del agua de la lluvia, pilar que sin estar empotrado en el suelo guarda con éste una distancia reducida y está sometido a salpicaduras de lluvia o acumulaciones de nieve, etc.

## 1. Elección del tipo de protección frente a agentes bióticos (Tabla 3.1 DB-SE-M)

Clase de uso		Nivel de penetración NP (UNE EN 351-1)
2	NP1	Sin exigencias específicas. Todas las caras tratadas.
3.1	NP2	Al menos 3 mm en la albura de todas las caras de la pieza.
3.2	NP3	Al menos 6 mm en la albura de todas las caras de la pieza. Todas las caras tratadas.

Para una **clase de riesgo 2** se recomienda aplicar una **imprimación** de al menos 250 ml/m<sup>2</sup> mediante pincelado.

Para una **clase de Riesgo 3** es imprescindible una penetración y retención de al menos 6 mm por cada una de las caras en unos casos y hasta el 100% de la albura en otros. Ésto sólo es posible mediante un tratamiento en autoclave y no en todas las especies de madera, como el abeto. Dicho esto, los protectores superficiales, como los lasures, aceites y barnices, aunque contengan insecticidas y fungicidas, no son efectivos para cubrir todos los ataques a una madera en esta situación. Sólo protegen principal y efectivamente contra el sol y precisan de mantenimiento periódico. Se recomienda por lo tanto aplicar un tratamiento en **autoclave con sales hidrosolubles** de al menos 3 kg/m<sup>3</sup> mediante inmersión. Para unificar el tratamiento y debido a la exposición de los paneles de suelo y techo durante el transporte todas las piezas de madera microlaminada se tratarán en autoclave, mejorando a su vez su resistencia al fuego.

## 2. Protección preventiva frente a agentes meteorológicos

El mejor protector frente a los agentes meteorológicos es el diseño constructivo, y especialmente las medidas que evitan o minimizan la retención de agua. En elementos de madera situados en el exterior, la durabilidad queda asegurada mediante el tratamiento en autoclave, sin embargo, puede sufrir variaciones en el color debido al efecto de la radiación solar, adquiriendo un tono grisáceo. No resultará necesario ningún tratamiento contra este efecto al no afectar a la durabilidad de la misma, pero en caso de querer evitar cambios estéticos se propone la aplicación de lasures. El mantenimiento es sencillo, basta con limpiar la superficie de la madera de polvo y grasa para aplicar la mano de repintado, sin rascados ni decapados, necesarios en cambio con pinturas y barnices.

## 3. Protección contra la corrosión de las uniones metálicas

Elemento de fijación	Clase de uso 2	Clase de uso 3
Pernos, pasadores y clavos con d > 4 mm	Ninguna	Fe/Zn 25c
Placas dentadas y chapas de acero con espesor de hasta 3 mm	Fe/Zn 12c	Acero inoxidable

Consideraciones relativas a las uniones:

- Las uniones exteriores expuestas al agua deben diseñarse de forma que se evite la retención del agua.
- En las estructuras que no estén en Clase de Servicio 1 ó 2, además de la consideración del tratamiento de la madera y la protección de otros materiales, las uniones deben quedar ventiladas y con capacidad de evacuar el agua rápidamente y sin retenciones.

## 9 Modelización de la estructura

La aproximación al cálculo estructural empieza por entender la concepción modular del proyecto por medio de componentes. Dada la flexibilidad a la hora de componer los módulos del proyecto, se simplifica el cálculo reduciendo el modelo estructural al módulo básico y las posibilidades de agrupación que ofrece el sistema.

A través de un pre-dimensionado 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.

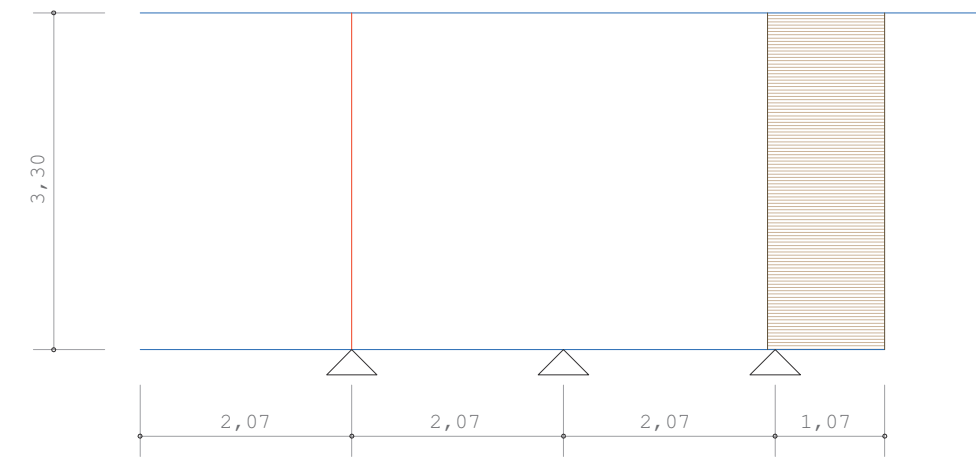
Se analizará por un lado un módulo estructural único, y por otro lado, un modelo que incluye varios módulos dispuestos longitudinalmente, que ayudará a establecer unas reglas básicas a la hora de diseñar los espacios por medio de los paneles de cerramiento y los módulos de servicio, suponiendo las disposiciones mas desfavorables.

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 a su módulo básico).

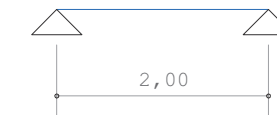
Elementos estructurales del modelizado:

- Bastidor de acero con vigas CF 300x4 y viguetas CF 160x3
- Soportes en paneles de cerramiento con soportes de LVL 150x75 mm  
En el modelo 2 se rigidizan con una cruz de san andrés.
- Diafragmas en módulos de servicio de LVL 21 mm de espesor
- Vigas en paneles de suelo y techo de LVL 150x33 mm

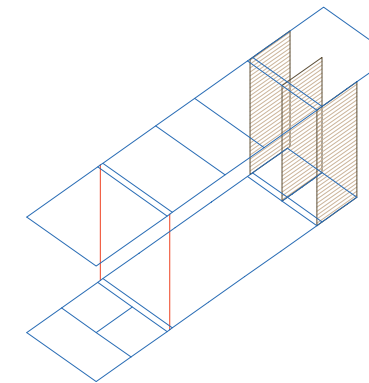
Se modeliza la estructura de la siguiente forma:



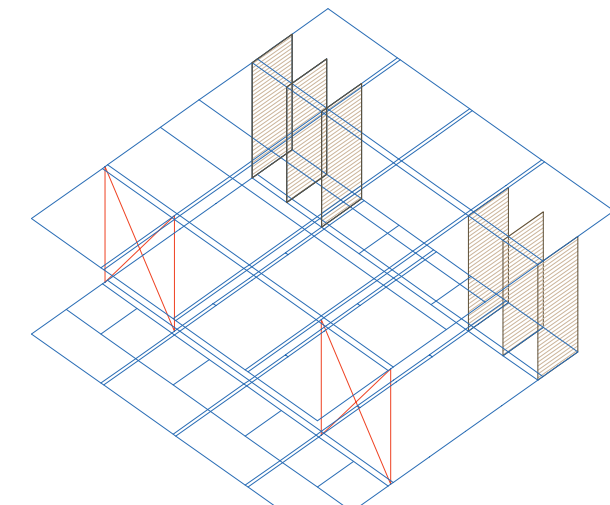
Viga de paneles de suelo y techo



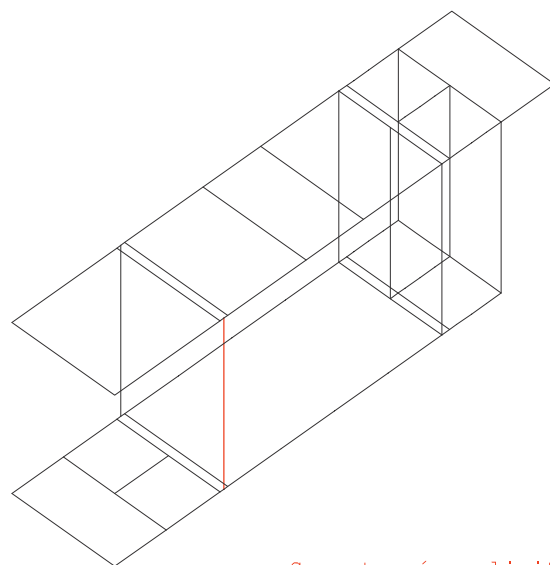
Modelo 1:  
El módulo básico



Modelo 2:  
Cuatro módulos, los dos intermedios sin soportes.



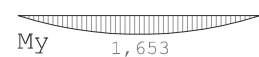
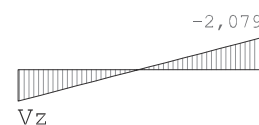
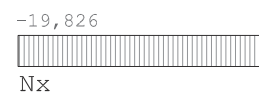
10\_Cálculo de las solicitaciones (E.L.U.)



Soporte más solicitado

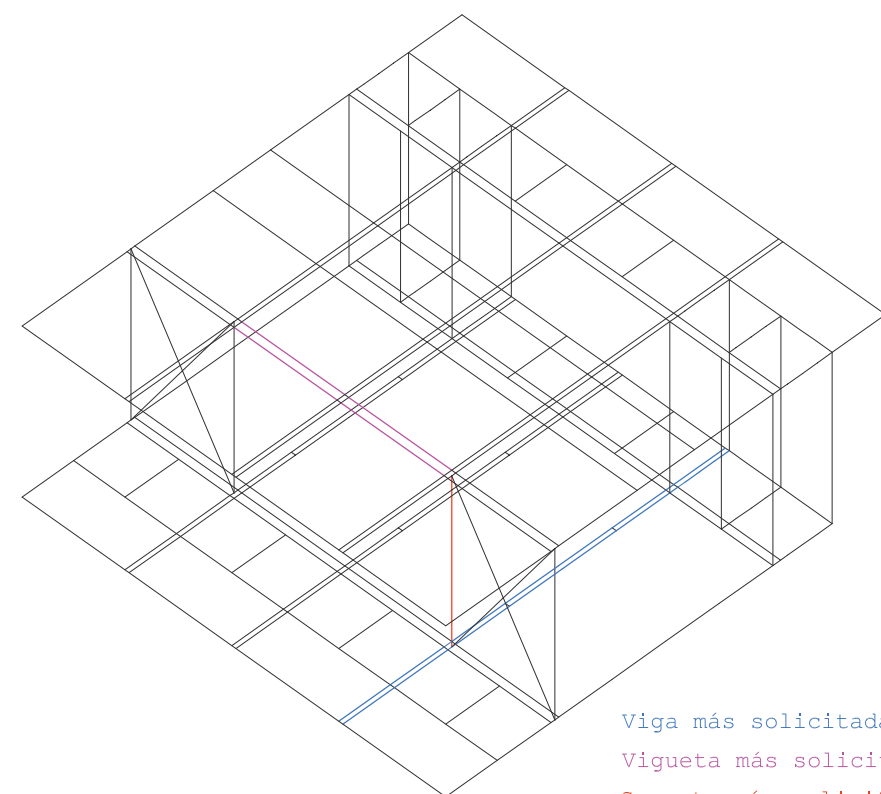
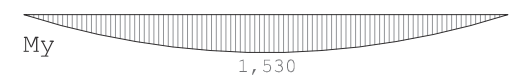
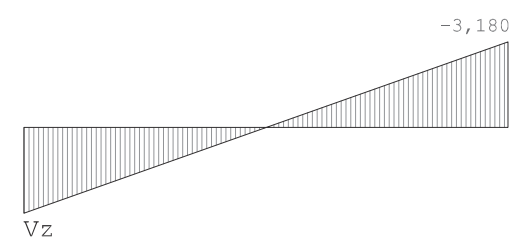
Soporte de panel de cerramiento normal  
LVL 150 x 75

Combinación E.L.U. B3



Vigas de los paneles de suelo y techo  
LVL 150 x 66

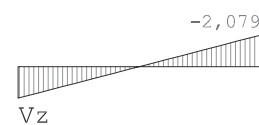
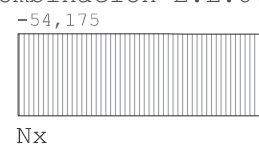
Combinación E.L.U. A1



Viga más solicitada  
Vigueta más solicitada  
Soporte más solicitado

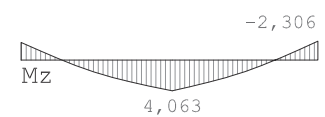
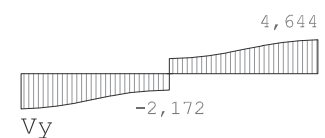
Soporte de panel de cerramiento rigidizado  
LVL 150 x 75

Combinación E.L.U. B3



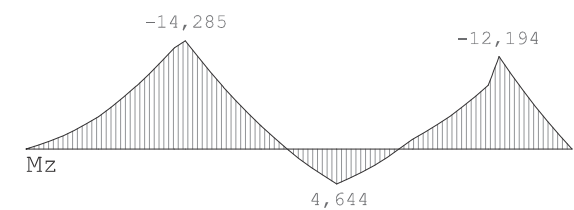
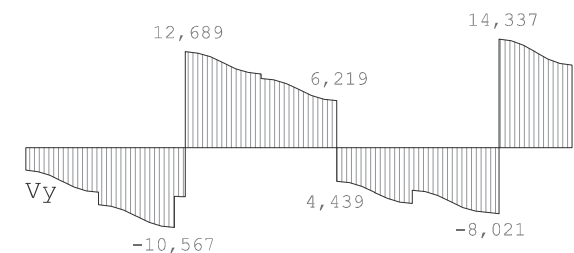
Vigueta de acero S275 laminado en frío CF 160 x 3

Combinación E.L.U. B3



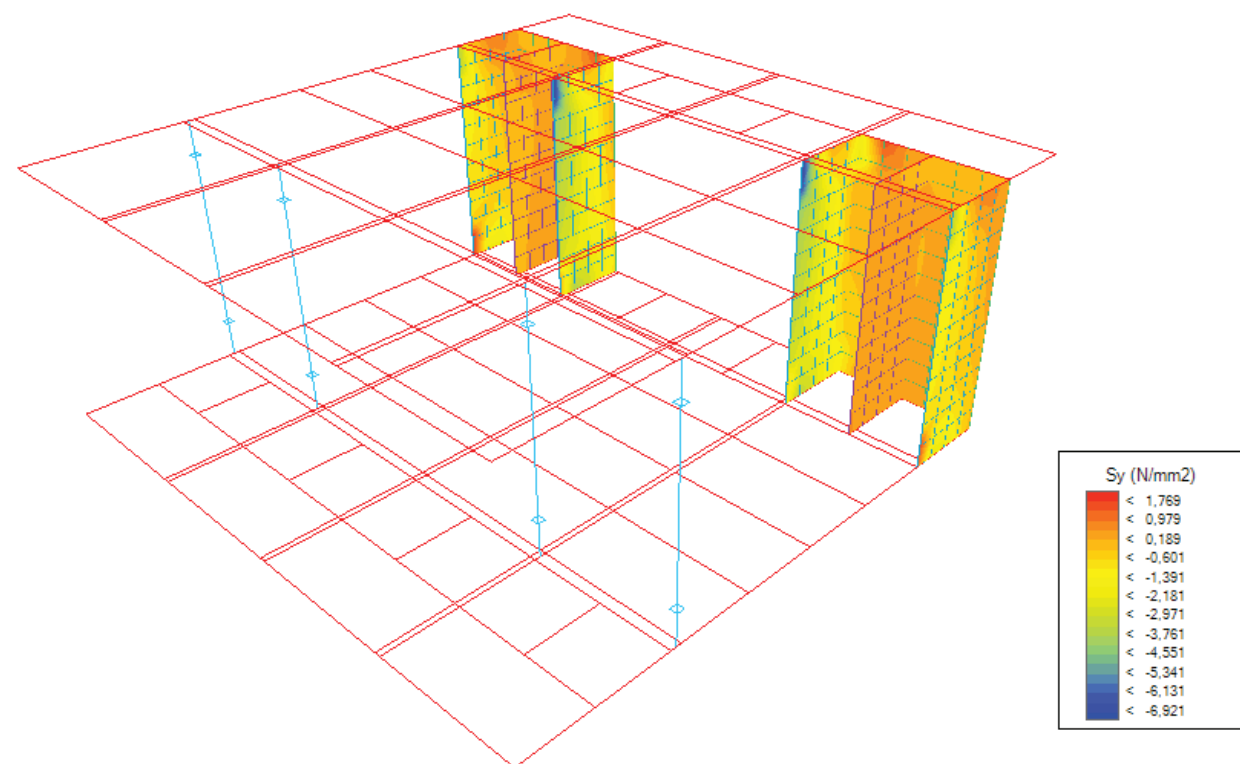
Viga de acero S275 laminado en frío CF 300 x 4

Combinación E.L.U. A1

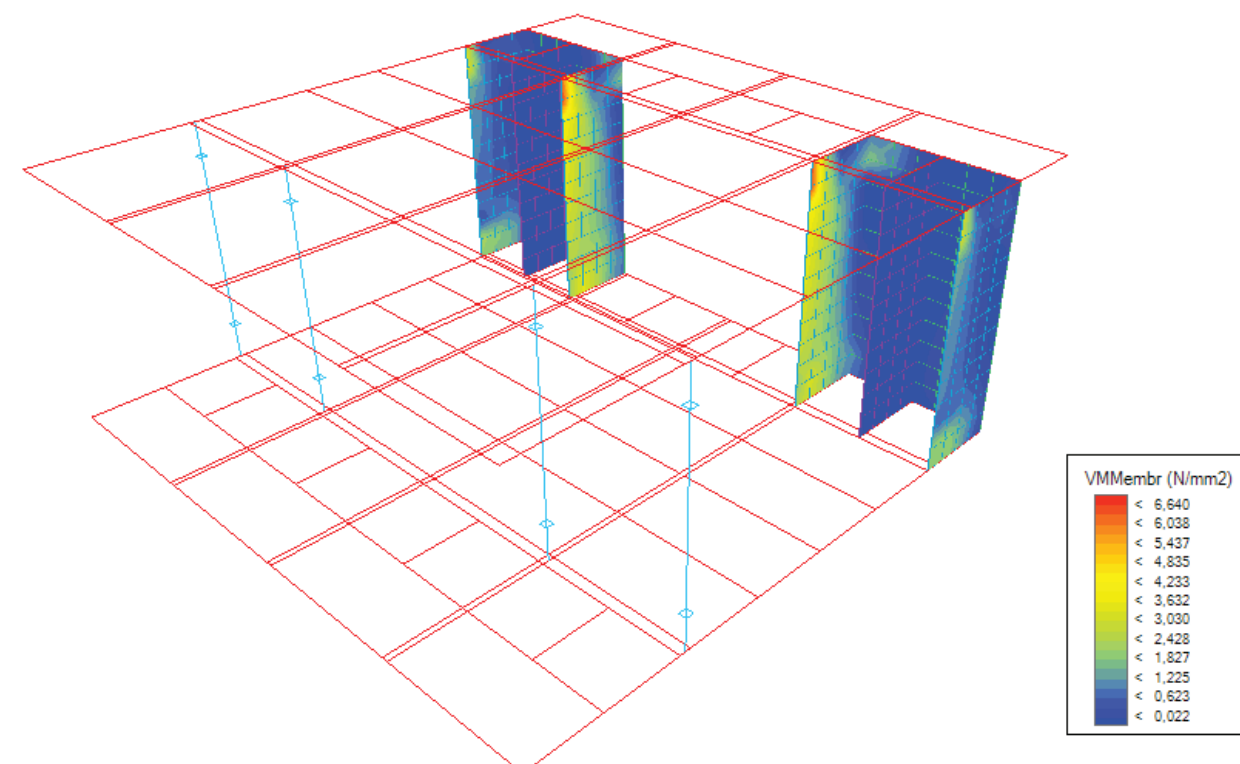


Solicitaciones de los diafragmas en módulos de servicio E.L.U. Combinación B3  
(paneles de madera microlaminada Kerto-Q 21 mm espesor)

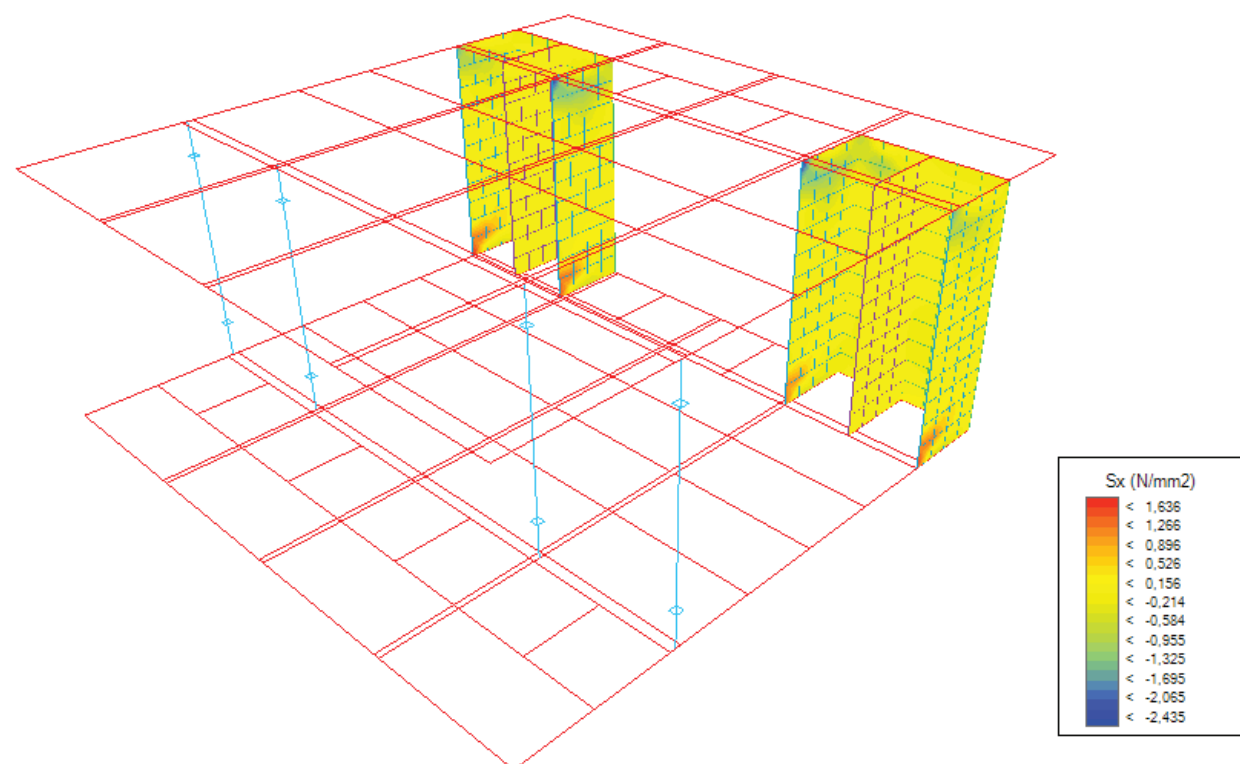
Tensiones en el plano paralelo a la fibra



Tensiones de Von Mises



Tensiones en el plano perpendicular a la fibra





## 11\_Cálculo de las plataformas de acero

Para el cálculo de los bastidores se han seguido los siguientes pasos:

1. Se ha modelizado el bastidor con perfiles de acero conformado en frío CF para calcular las deformaciones y comprobar que cumplen con los requerimientos del CTE.

2. Dado que el programa Architrave no calcula este tipo de perfiles a resistencia, se ha asimilado la estructura a una con perfiles de acero conformado en caliente con características similares. Quedando del lado de la seguridad se ha elegido el perfil con una inercia menor el eje principal:

Perfil	Inercia del eje principal (cm <sup>4</sup> )
CF 300x4	2410
IPE 200	1940
CF 160x3	346
IPE 120	318

Se ha procedido a realizar las comprobaciones a resistencia con el nuevo modelizado de perfiles IPE, comprobando que se cumple con los requerimientos del CTE-SE.

Modelo 2 (cuatro módulos) Combinación E.L.U. A1

Viga mas desfavorable, centro de vano en el bastidor inferior

**Prontuario**  
 Perfil: IPE  
 Dimensión: 200  
 Material: S275  
 Tipo Acero: S275  
 Fyk: 275.000 Fu: 410.000

**Propiedades de la sección**  
 Área (cm<sup>2</sup>): 28,50  
 Ix (cm<sup>4</sup>): 6,67  
 Iy (cm<sup>4</sup>): 142,00  
 Iz (cm<sup>4</sup>): 1.940,00  
 Longitud Total Viga: 5,19 m

**Pórtico de vigas**  
 Nombre del pórtico: 5.0  
 Nº de vigas: 2  
 Viga actual: 5.0.1

**Resistencia**  
 ELU desfavorable: 1  
 Ten. Von Misses (N/mm<sup>2</sup>): 107,94  
**Resistencia CTE: 0,33**

**Pandeo**  
 ELUs desfavorables: 1  
 Beta Pandeo Y: 0,51  
 Beta Pandeo Z: 0,51  
**Pandeo CTE: 0,00**

**Flecha Voladizo (inicio viga)**  
 Flecha activa (cm): 0,061  
**Flecha activa CTE: 0,050**  
 Flecha instantánea (cm): 0,054  
**Flecha instant. CTE: Infinito**  
 Flecha total (cm): 0,115  
**Flecha total CTE: 0,070**

**Flecha Vano**  
 Flecha activa (cm): 0,270  
**Flecha activa CTE: 0,140**  
 Flecha instantánea (cm): 0,240  
**Flecha instant. CTE: Infinito**  
 Flecha total (cm): 0,510  
**Flecha total CTE: 0,190**

**Comprobaciones**  
 Cumple Normativa

Modifique el perfil o el tipo de material hasta que los factores de resistencia, pandeo y flechas sean menores que 1,00. En todo caso, se recomienda recalcular y redimensionar el modelo con los cambios realizados.

Modelo 1 (cuatro módulos) Combinación E.L.U. A1

Viga mas desfavorable, voladizo en el bastidor inferior

**Prontuario**  
 Perfil: IPE  
 Dimensión: 200  
 Material: S275  
 Tipo Acero: S275  
 Fyk: 275.000 Fu: 410.000

**Propiedades de la sección**  
 Área (cm<sup>2</sup>): 28,50  
 Ix (cm<sup>4</sup>): 6,67  
 Iy (cm<sup>4</sup>): 142,00  
 Iz (cm<sup>4</sup>): 1.940,00  
 Longitud Total Viga: 2,04 m

**Pórtico de vigas**  
 Nombre del pórtico: 5.0  
 Nº de vigas: 2  
 Viga actual: 5.0.2

**Resistencia**  
 ELU desfavorable: 1  
 Ten. Von Misses (N/mm<sup>2</sup>): 99,20  
**Resistencia CTE: 0,35**

**Pandeo**  
 ELUs desfavorables: 1  
 Beta Pandeo Y: 0,59  
 Beta Pandeo Z: 0,53  
**Pandeo CTE: 0,32**

**Flecha Voladizo (final viga)**  
 Flecha activa (cm): 0,265  
**Flecha activa CTE: 0,520**  
 Flecha instantánea (cm): 0,235  
**Flecha instant. CTE: Infinito**  
 Flecha total (cm): 0,500  
**Flecha total CTE: 0,740**

**Comprobaciones**  
 Cumple Normativa

Modifique el perfil o el tipo de material hasta que los factores de resistencia, pandeo y flechas sean menores que 1,00. En todo caso, se recomienda recalcular y redimensionar el modelo con los cambios realizados.

Modelo 2 (cuatro módulos) Combinación E.L.U. B3

Vigueta mas desfavorable, bastidor superior

**Prontuario**  
 Perfil: IPE  
 Dimensión: 120  
 Material: S275  
 Tipo Acero: S275  
 Fyk: 275.000 Fu: 410.000

**Propiedades de la sección**  
 Área (cm<sup>2</sup>): 13,20  
 Ix (cm<sup>4</sup>): 1,77  
 Iy (cm<sup>4</sup>): 27,70  
 Iz (cm<sup>4</sup>): 318,00  
 Longitud Total Viga: 7,92 m

**Pórtico de vigas**  
 Nombre del pórtico: 23.1  
 Nº de vigas: 1  
 Viga actual: 23.1.1

**Resistencia**  
 ELU desfavorable: 2  
 Ten. Von Misses (N/mm<sup>2</sup>): 118,16  
**Resistencia CTE: 0,37**

**Pandeo**  
 ELUs desfavorables: 2  
 Beta Pandeo Y: 0,58  
 Beta Pandeo Z: 0,50  
**Pandeo CTE: 0,32**

**Flecha Vano**  
 Flecha activa (cm): 0,270  
**Flecha activa CTE: 0,140**  
 Flecha instantánea (cm): 0,240  
**Flecha instant. CTE: Infinito**  
 Flecha total (cm): 0,510  
**Flecha total CTE: 0,190**

**Comprobaciones**  
 Cumple Normativa

Modifique el perfil o el tipo de material hasta que los factores de resistencia, pandeo y flechas sean menores que 1,00. En todo caso, se recomienda recalcular y redimensionar el modelo con los cambios realizados.

## 12\_Cálculo de los elementos de madera

### 12.1\_Paneles de cerramiento de madera (soportes) Paneles de suelo y techo (vigas)

Obtenidas las solicitaciones, hemos de considerar los factores que afectan al comportamiento estructural de la madera. Estos vienen recogidos en la tabla 2.2.2 del DB SE-M.

Se elige una **Clase de Servicio 3**, debido a la ubicación del edificio en Valencia y además en una zona muy cercana al mar y L'Albufera, donde la humedad supera el 65% durante largos periodos de tiempo, llegando al 85% puntualmente.

Tomando como coeficiente de seguridad el siguiente: (Tabla 2.3 DB SE-M)

Madera microlaminada:  $\gamma_m = 1,20$

Con esta serie de datos y los referentes a las características mecánicas de la madera microlaminada (Kerto-S), se puede entrar en las tablas de cálculo proporcionadas por:

Maria Castaño Cerezo  
Escuela Técnica Superior de Arquitectura de Valencia  
Estructuras de madera - CTE DB SE-M

Modelo 1 (módulo básico) Combinación E.L.U. B3  
Soporte más desfavorable del panel de cerramiento normal (PC3)  
Resistencia

Madera	b (mm)	h (mm)	A (mm <sup>2</sup> )	Wy (mm <sup>4</sup> )	Wz (mm <sup>4</sup> )
Kerto S	75	150	11250	281250	140625

duración carga	clase de servicio	Kmod	γm
permanente	3	0,5	1,2

Nxd (+) (N)	Nxd (-) (N)	Myd (Nmm)	Mzd (Nmm)	Tzd (N)	Tyd (N)	Nxd (-) (N) OBLICUA	α°
19.578		1.653.000		2.079	0	0	0
σ <sub>0,d</sub> N/mm <sup>2</sup>	σ <sub>c,0,d</sub> N/mm <sup>2</sup>	σ <sub>m,y,d</sub> N/mm <sup>2</sup>	σ <sub>m,z,d</sub> N/mm <sup>2</sup>	T <sub>z,d</sub> N/mm <sup>2</sup>	T <sub>y,d</sub> N/mm <sup>2</sup>	σ <sub>c,α,d</sub> N/mm <sup>2</sup>	
1,74	0,00	5,88	0,00	0,28	0,00	0,00	
f <sub>t,0,k</sub> (N/mm <sup>2</sup> )	f <sub>c,0,k</sub> (N/mm <sup>2</sup> )	f <sub>m,y,k</sub> (N/mm <sup>2</sup> )	f <sub>m,z,k</sub> (N/mm <sup>2</sup> )	f <sub>v,z,k</sub> (N/mm <sup>2</sup> )	f <sub>v,y,k</sub> (N/mm <sup>2</sup> )	f <sub>c,90,k</sub> (N/mm <sup>2</sup> )	
35	35	44	60	4,1	4,1	9,7	
f <sub>t,0,d</sub> (N/mm <sup>2</sup> )	f <sub>c,0,d</sub> (N/mm <sup>2</sup> )	f <sub>m,y,d</sub> (N/mm <sup>2</sup> )	f <sub>m,z,d</sub> (N/mm <sup>2</sup> )	f <sub>v,z,d</sub> (N/mm <sup>2</sup> )	f <sub>v,y,d</sub> (N/mm <sup>2</sup> )	f <sub>c,α,d</sub> (N/mm <sup>2</sup> )	
14,58	14,58	18,30	20,83	1,70	1,70	4,04	
-	-	-	-	cumple	-	-	-
12 %	0 %	32 %	0 %	16 %	0 %	0 %	

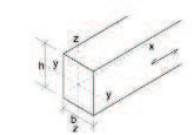
Myd, Mzd	Myd, Mzd, Nx(+)	Myd, Mzd, Nx(-)
-	cumple	-

$\frac{\sigma_{y,d}}{f_{m,y,d}} + k_{m,z,d} \frac{\sigma_{z,d}}{f_{m,z,d}} \leq 1$   
 $\frac{\sigma_{y,d}}{f_{m,y,d}} \leq 0\%$   
 $\frac{\sigma_{z,d}}{f_{m,z,d}} \leq 0\%$

$\frac{\sigma_{y,d}}{f_{m,y,d}} + k_{m,z,d} \frac{\sigma_{z,d}}{f_{m,z,d}} \leq 1$   
 $\frac{\sigma_{y,d}}{f_{m,y,d}} \leq 44\%$   
 $\frac{\sigma_{z,d}}{f_{m,z,d}} \leq 34\%$

$\left(\frac{\sigma_{y,d}}{f_{m,y,d}}\right)^2 + \frac{\sigma_{z,d}}{f_{m,z,d}} \leq 1$   
 $\frac{\sigma_{y,d}}{f_{m,y,d}} \leq 0\%$   
 $\frac{\sigma_{z,d}}{f_{m,z,d}} \leq 0\%$



Modelo 1 (módulo básico) Combinación E.L.U. B3  
Soporte más desfavorable del panel de cerramiento normal (PC3)  
Estabilidad

Madera	b (mm)	h (mm)	L barra (mm)	A (mm <sup>2</sup> )	iy (mm <sup>4</sup> )
Kerto S	75	150	3.000	11.250	43
	Wy (mm <sup>3</sup> )	Wz (mm <sup>3</sup> )	Iz (mm <sup>4</sup> )	I <sub>tor</sub> (mm <sup>4</sup> )	iz (mm <sup>4</sup> )
	281.250	140.625	5.273.438	14.449.219	22

duración carga	clase servicio	Kmod	γm
permanente	3	0,5	1,2

Nxd (-) (N)	Myd (Nmm)	Mzd (Nmm)
19.578	1.653.000	
σ <sub>c,0,d</sub> (N/mm <sup>2</sup> )	σ <sub>m,y,d</sub> (N/mm <sup>2</sup> )	σ <sub>m,z,d</sub> (N/mm <sup>2</sup> )
1,74	5,88	0,00
f <sub>c,0,k</sub> (N/mm <sup>2</sup> )	f <sub>m,y,k</sub> (N/mm <sup>2</sup> )	f <sub>m,z,k</sub> (N/mm <sup>2</sup> )
35	44	36
f <sub>c,0,d</sub> (N/mm <sup>2</sup> )	f <sub>m,y,d</sub> (N/mm <sup>2</sup> )	f <sub>m,z,d</sub> (N/mm <sup>2</sup> )
14,60	18,30	15,00

flexión en Y (eje fuerte)	flexión en Z (eje débil)
nº apoyos intermedios	nº apoyos intermedios
0	0
β <sub>y</sub>	β <sub>z</sub>
1,0	1,0
λ <sub>y</sub>	λ <sub>z</sub>
69,28	138,56
σ <sub>c,crit,y</sub> (N/mm <sup>2</sup> )	σ <sub>c,crit,z</sub> (N/mm <sup>2</sup> )
24,47	6,12
λ <sub>rel,y</sub>	λ <sub>rel,z</sub>
1,20	2,39
K <sub>y</sub>	K <sub>z</sub>
1,30	3,57
X <sub>y</sub>	X <sub>z</sub>
0,55	0,16

PANDEO TORSIONAL	
BETA <sub>v</sub>	0,95
σ <sub>m,crit</sub> (N/mm <sup>2</sup> )	112,58
λ <sub>rel,m</sub>	0,57
K <sub>crit</sub>	1,00

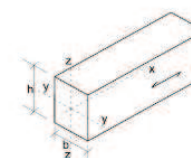
  

$\frac{\sigma_{c,0,d}}{\lambda_{c,y} f_{c,0,d}} \leq 1$   
 $\frac{\sigma_{c,0,d}}{\lambda_{c,z} f_{c,0,d}} \leq 1$   
 $\sigma_{m,d} \leq K_{crit} \cdot f_{m,d}$

**PANDEO FLEXIONAL causa Nxd(-)**  

Nxd (-)	Nxd (-), Myd y/o Mzd
0 %	cumple
0 %	54 %
0 %	97 %

$\frac{\sigma_{c,0,d}}{\lambda_{c,y} f_{c,0,d}} + k_{m,z,d} \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,z,d}} \leq 1$   
 $\frac{\sigma_{c,0,d}}{\lambda_{c,z} f_{c,0,d}} + k_{m,y,d} \frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,y,d}} \leq 1$   
 $\left(\frac{\sigma_{m,d}}{K_{crit} f_{m,d}}\right)^2 + \frac{\sigma_{c,0,d}}{\lambda_{c,z} f_{c,0,d}} \leq 1$



Modelo 2 (cuatro módulos) Combinación E.L.U. B3  
 Soporte más desfavorable del panel de cerramiento rigidizado (PC2)  
 Resistencia

Madera	b (mm)	h (mm)	A (mm <sup>2</sup> )	Wy (mm <sup>4</sup> )	Wz (mm <sup>4</sup> )
Kerto S	75	150	11250	281250	140625

duración carga	clase de servicio	Kmod	γm
permanente	3	0.5	1.2

Nxd (+) (N)	Nxd (-) (N)	Myd (Nmm)	Mzd (Nmm)	Tzd (N)	Tyd (N)	Nxd (-) (N) OBLICUA	α°
54.172		1.653.000		2.079	0	0	0
σt,0,d (N/mm <sup>2</sup> )	σc,0,d (N/mm <sup>2</sup> )	σm,y,d (N/mm <sup>2</sup> )	σm,z,d (N/mm <sup>2</sup> )	Tzd (N/mm <sup>2</sup> )	Tyd (N/mm <sup>2</sup> )	σc,α,d (N/mm <sup>2</sup> )	
4.82	0.00	5.88	0.00	0.28	0.00	0.00	
ft,0,k (N/mm <sup>2</sup> )	fc,0,k (N/mm <sup>2</sup> )	fm,y,k (N/mm <sup>2</sup> )	fm,z,k (N/mm <sup>2</sup> )	fv,z,k (N/mm <sup>2</sup> )	fv,y,k (N/mm <sup>2</sup> )	fc,90,k (N/mm <sup>2</sup> )	
35	35	44	50	4.1	4.1	9.7	
ft,0,d (N/mm <sup>2</sup> )	fc,0,d (N/mm <sup>2</sup> )	fm,y,d (N/mm <sup>2</sup> )	fm,z,d (N/mm <sup>2</sup> )	fv,z,d (N/mm <sup>2</sup> )	fv,y,d (N/mm <sup>2</sup> )	fc,α,d (N/mm <sup>2</sup> )	
14.58	14.58	18.30	20.83	1.70	1.70	4.04	
-	-	-	-	cumple	-	-	-
33 %	0 %	32 %	0 %	16 %	0 %	0 %	

Myd, Mzd	Myd, Mzd, Nx(+)	Myd, Mzd, Nx(-)
-	cumple	-

$$\frac{\sigma_{m,y,d} + k_{\sigma} \sigma_{m,z,d}}{f_{m,y,d}} \leq 1$$

$$\frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,y,d}} \leq 1$$

$$\frac{\sigma_{c,0,d} + \sigma_{m,y,d} + k_{\sigma} \sigma_{m,z,d}}{f_{c,0,d} + f_{m,y,d} + k_{\sigma} f_{m,z,d}} \leq 1$$

$$\frac{\sigma_{c,0,d} + k_{\sigma} \sigma_{m,z,d}}{f_{c,0,d} + f_{m,z,d}} \leq 1$$

$$\left(\frac{\sigma_{c,0,d}}{f_{c,0,d}}\right)^2 + \frac{\sigma_{m,y,d} + \sigma_{m,z,d}}{f_{m,y,d} + f_{m,z,d}} \leq 1$$

$$\left(\frac{\sigma_{c,0,d}}{f_{c,0,d}}\right)^2 + k_{\sigma} \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,z,d}} \leq 1$$

Viga de los paneles de suelo y techo. Combinación E.L.U. A1  
 Viga doble en la parte central del panel  
 Resistencia

Madera	b (mm)	h (mm)	A (mm <sup>2</sup> )	Wy (mm <sup>4</sup> )	Wz (mm <sup>4</sup> )
Kerto S	66	150	9900	247500	108900

duración carga	clase de servicio	Kmod	γm
permanente	3	0.5	1.2

Nxd (+) (N)	Nxd (-) (N)	Myd (Nmm)	Mzd (Nmm)	Tzd (N)	Tyd (N)	Nxd (-) (N) OBLICUA	α°
0		1.530.000		3.180	0	0	0
σt,0,d (N/mm <sup>2</sup> )	σc,0,d (N/mm <sup>2</sup> )	σm,y,d (N/mm <sup>2</sup> )	σm,z,d (N/mm <sup>2</sup> )	Tzd (N/mm <sup>2</sup> )	Tyd (N/mm <sup>2</sup> )	σc,α,d (N/mm <sup>2</sup> )	
0.00	0.00	6.18	0.00	0.48	0.00	0.00	
ft,0,k (N/mm <sup>2</sup> )	fc,0,k (N/mm <sup>2</sup> )	fm,y,k (N/mm <sup>2</sup> )	fm,z,k (N/mm <sup>2</sup> )	fv,z,k (N/mm <sup>2</sup> )	fv,y,k (N/mm <sup>2</sup> )	fc,90,k (N/mm <sup>2</sup> )	
35	35	44	50	4.1	4.1	9.7	
ft,0,d (N/mm <sup>2</sup> )	fc,0,d (N/mm <sup>2</sup> )	fm,y,d (N/mm <sup>2</sup> )	fm,z,d (N/mm <sup>2</sup> )	fv,z,d (N/mm <sup>2</sup> )	fv,y,d (N/mm <sup>2</sup> )	fc,α,d (N/mm <sup>2</sup> )	
14.58	14.58	18.30	20.83	1.70	1.70	4.04	
-	-	-	-	cumple	-	-	-
0 %	0 %	34 %	0 %	28 %	0 %	0 %	

Myd, Mzd	Myd, Mzd, Nx(+)	Myd, Mzd, Nx(-)
-	-	-

$$\frac{\sigma_{m,y,d} + k_{\sigma} \sigma_{m,z,d}}{f_{m,y,d}} \leq 1$$

$$\frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,y,d}} \leq 1$$

$$\frac{\sigma_{c,0,d} + \sigma_{m,y,d} + k_{\sigma} \sigma_{m,z,d}}{f_{c,0,d} + f_{m,y,d} + k_{\sigma} f_{m,z,d}} \leq 1$$

$$\frac{\sigma_{c,0,d} + k_{\sigma} \sigma_{m,z,d}}{f_{c,0,d} + f_{m,z,d}} \leq 1$$

$$\left(\frac{\sigma_{c,0,d}}{f_{c,0,d}}\right)^2 + \frac{\sigma_{m,y,d} + \sigma_{m,z,d}}{f_{m,y,d} + f_{m,z,d}} \leq 1$$

$$\left(\frac{\sigma_{c,0,d}}{f_{c,0,d}}\right)^2 + k_{\sigma} \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,z,d}} \leq 1$$

Modelo 2 (cuatro módulos) Combinación E.L.U. B3  
 Soporte más desfavorable del panel de cerramiento rigidizado (PC2)  
 Estabilidad

Madera	b (mm)	h (mm)	L barra (mm)	A (mm <sup>2</sup> )	iy (mm <sup>4</sup> )
Kerto S	75	150	3.000	11.250	43

Wy (mm <sup>3</sup> )	Wz (mm <sup>3</sup> )	Iz (mm <sup>4</sup> )	I <sub>tor</sub> (mm <sup>4</sup> )	Iz (mm <sup>4</sup> )
281.250	140.625	5.273.438	14.449.219	22

duración carga	clase servicio	Kmod	γm
permanente	3	0.5	1.2

Nxd (-) (N)	Myd (Nmm)	Mzd (Nmm)
54.172	1.653.000	
σc,0,d (N/mm <sup>2</sup> )	σm,y,d (N/mm <sup>2</sup> )	σm,z,d (N/mm <sup>2</sup> )
4.82	5.88	0.00
fc,0,k (N/mm <sup>2</sup> )	fm,y,k (N/mm <sup>2</sup> )	fm,z,k (N/mm <sup>2</sup> )
35	44	50
fc,0,d (N/mm <sup>2</sup> )	fm,y,d (N/mm <sup>2</sup> )	fm,z,d (N/mm <sup>2</sup> )
14.60	18.30	20.83

flexión en Y (eje fuerte)	flexión en Z (eje débil)
n° apoyos intermedios: 0	n° apoyos intermedios: 1
βy: 1,0	βz: 1,0
λy: 69.28	λz: 69.28
σc,crit,y (N/mm <sup>2</sup> ): 24.47	σc,crit,z (N/mm <sup>2</sup> ): 24.47
λrel,y: 1.20	λrel,z: 1.20
Ky: 1.30	Kz: 1.30
Xy: 0.55	Xz: 0.55

PADEO TORSIONAL
BETAy: 0.95
σm,crit (N/mm <sup>2</sup> ): 225.17
λrel,m: 0.40
Kcrit: 1.00

$$\frac{\sigma_{c,0,d}}{\chi_{0,y} f_{c,0,d}} \leq 1$$

$$\frac{\sigma_{c,0,d} + \sigma_{m,y,d} + k_{\sigma} \sigma_{m,z,d}}{\chi_{c,y} f_{c,0,d} + f_{m,y,d} + k_{\sigma} f_{m,z,d}} \leq 1$$

$$\frac{\sigma_{c,0,d}}{\chi_{c,z} f_{c,0,d}} + k_{\sigma} \frac{\sigma_{m,y,d} + \sigma_{m,z,d}}{f_{m,y,d} + f_{m,z,d}} \leq 1$$

$$\frac{\sigma_{m,d}}{k_{crit} f_{m,d}} + \frac{\sigma_{c,0,d}}{\chi_{c,z} f_{c,0,d}} \leq 1$$

$$\left(\frac{\sigma_{m,d}}{k_{crit} f_{m,d}}\right)^2 + \frac{\sigma_{c,0,d}}{\chi_{c,z} f_{c,0,d}} \leq 1$$

Viga de los paneles de suelo y techo. Combinación E.L.U. A1  
 Viga doble en la parte central del panel  
 Estabilidad

Madera	b (mm)	h (mm)	L barra (mm)	A (mm <sup>2</sup> )	iy (mm <sup>4</sup> )
Kerto S	66	150	2.000	9.900	43

Wy (mm <sup>3</sup> )	Wz (mm <sup>3</sup> )	Iz (mm <sup>4</sup> )	I <sub>tor</sub> (mm <sup>4</sup> )	Iz (mm <sup>4</sup> )
247.500	108.900	3.593.700	10.390.105	19

duración carga	clase servicio	Kmod	γm
permanente	3	0.5	1.2

Nxd (-) (N)	Myd (Nmm)	Mzd (Nmm)
0	1.530.000	
σc,0,d (N/mm <sup>2</sup> )	σm,y,d (N/mm <sup>2</sup> )	σm,z,d (N/mm <sup>2</sup> )
0.00	6.18	0.00
fc,0,k (N/mm <sup>2</sup> )	fm,y,k (N/mm <sup>2</sup> )	fm,z,k (N/mm <sup>2</sup> )
35	44	36
fc,0,d (N/mm <sup>2</sup> )	fm,y,d (N/mm <sup>2</sup> )	fm,z,d (N/mm <sup>2</sup> )
14.60	18.30	15.00

flexión en Y (eje fuerte)	flexión en Z (eje débil)
n° apoyos intermedios: 0	n° apoyos intermedios: 0
βy: 1,0	βz: 1,0
λy: 46.19	λz: 104.97
σc,crit,y (N/mm <sup>2</sup> ): 55.05	σc,crit,z (N/mm <sup>2</sup> ): 10.66
λrel,y: 0.80	λrel,z: 1.81
Ky: 0.97	Kz: 2.29
Xy: 0.83	Xz: 0.27

PADEO TORSIONAL
BETAy: 0.95
σm,crit (N/mm <sup>2</sup> ): 134.34
λrel,m: 0.52
Kcrit: 1.00

$$\frac{\sigma_{c,0,d}}{\chi_{0,y} f_{c,0,d}} \leq 1$$

$$\frac{\sigma_{c,0,d} + \sigma_{m,y,d} + k_{\sigma} \sigma_{m,z,d}}{\chi_{c,y} f_{c,0,d} + f_{m,y,d} + k_{\sigma} f_{m,z,d}} \leq 1$$

$$\frac{\sigma_{c,0,d}}{\chi_{c,z} f_{c,0,d}} + k_{\sigma} \frac{\sigma_{m,y,d} + \sigma_{m,z,d}}{f_{m,y,d} + f_{m,z,d}} \leq 1$$

$$\frac{\sigma_{m,d}}{k_{crit} f_{m,d}} + \frac{\sigma_{c,0,d}}{\chi_{c,z} f_{c,0,d}} \leq 1$$

$$\left(\frac{\sigma_{m,d}}{k_{crit} f_{m,d}}\right)^2 + \frac{\sigma_{c,0,d}}{\chi_{c,z} f_{c,0,d}} \leq 1$$

## 12.2\_Diafragmas de los módulos de servicio

Se elige una **Clase de Servicio 3**, debido a la ubicación del edificio en Valencia y además en una zona muy cercana al mar y L'Albufera, donde la humedad supera el 65% durante largos periodos de tiempo, llegando al 85% puntualmente.

Coficiente  $K_{mod}$  según la casa comercial de madera microlaminada Kerto:

Clase de servicio 3:  $K_{mod} = 0,60$

Tomando como coeficiente de seguridad el siguiente: (Tabla 2.3 DB SE-M)

Madera microlaminada:  $\gamma_m = 1,20$

Con esta serie de datos y los referentes a las características mecánicas de la madera microlaminada (Kerto-Q) se calcula si los paneles cumplen con las condiciones de resistencia.

	<b>Valores característicos (5%)</b>	<b>Resistencia minorada (:1,2 x 0,6)</b>
Resistencia a compresión paralela a la fibra	19 N/mm <sup>2</sup>	9,5 N/mm <sup>2</sup>
Resistencia a compresión perpendicular a la fibra	9 N/mm <sup>2</sup>	4,5 N/mm <sup>2</sup>
Resistencia a tracción paralela a la fibra	-19 N/mm <sup>2</sup>	-9,5 N/mm <sup>2</sup>
Resistencia a tracción perpendicular a la fibra	-6 N/mm <sup>2</sup>	-3 N/mm <sup>2</sup>

Se comprueba que los valores máximos obtenidos en las sollicitaciones no superan a los de la resistencia minorada:

	<b>Tensiones (5%)</b>	<b>Resistencia minorada (:1,2 x 0,6)</b>
Plano paralelo a la fibra	-6,92 N/mm <sup>2</sup>	-9,5 N/mm <sup>2</sup>
Plano perpendicular a la fibra	-2,43 N/mm <sup>2</sup>	-3 N/mm <sup>2</sup>
Von Mises	6,64 N/mm <sup>2</sup>	9,5 N/mm <sup>2</sup>

Los paneles de madera microlaminada Kerto-Q de 21 mm de espesor cumplen con todos los requerimientos de resistencia.

## 13\_Resistencia al fuego en estructuras de madera

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.

Componentes de madera:

Los elementos lineales y paneles de madera microlaminada propuestos para la fabricación del sistema son de pequeñas dimensiones, limitadas por los espesores estándar de los perfiles de madera microlaminada. Esta característica impide asegurar la resistencia al fuego por medio del método de la sección reducida (CTE DB SI Anejo E).

Para evitar un inapropiado sobredimensionamiento de estos elementos se recurre a la aplicación de un **barniz intumescente para estructuras de madera** "Barniz Protec W15" que proporciona un aislamiento térmico por acción intumescente y una resistencia al fuego de hasta 31 minutos Norma NE 1363-1:2000.

Componentes de acero conformado en frío:

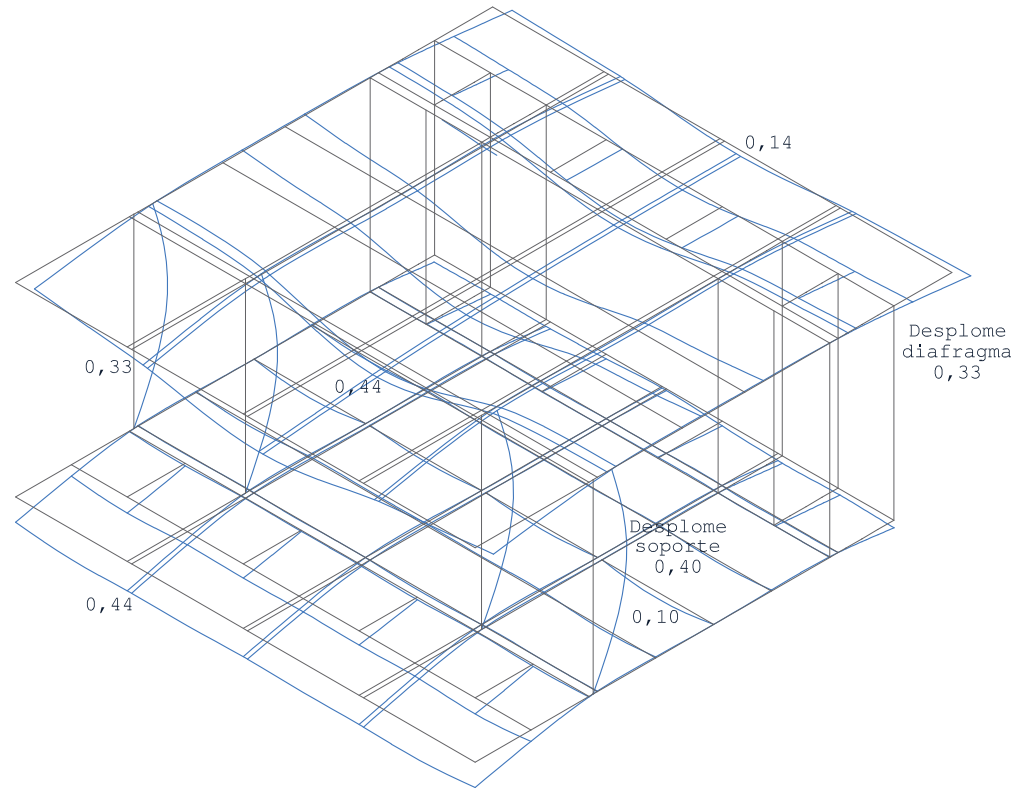
Siendo el acero un material de construcción considerado "no combustible" presenta, sin embargo algunas características que hacen necesaria su protección frente a la acción del fuego.

Los bastidores de acero quedan protegidos frente a un fuego proveniente del interior del edificio por los componentes de madera y su respectivo tratamiento contra el fuego, sin embargo, se puede dar el caso en el que el fuego provenga desde el exterior, probabilidad que aumenta al tratarse de un sistema diseñado para emplazarse en entornos naturales propensos de propagar un incendio.

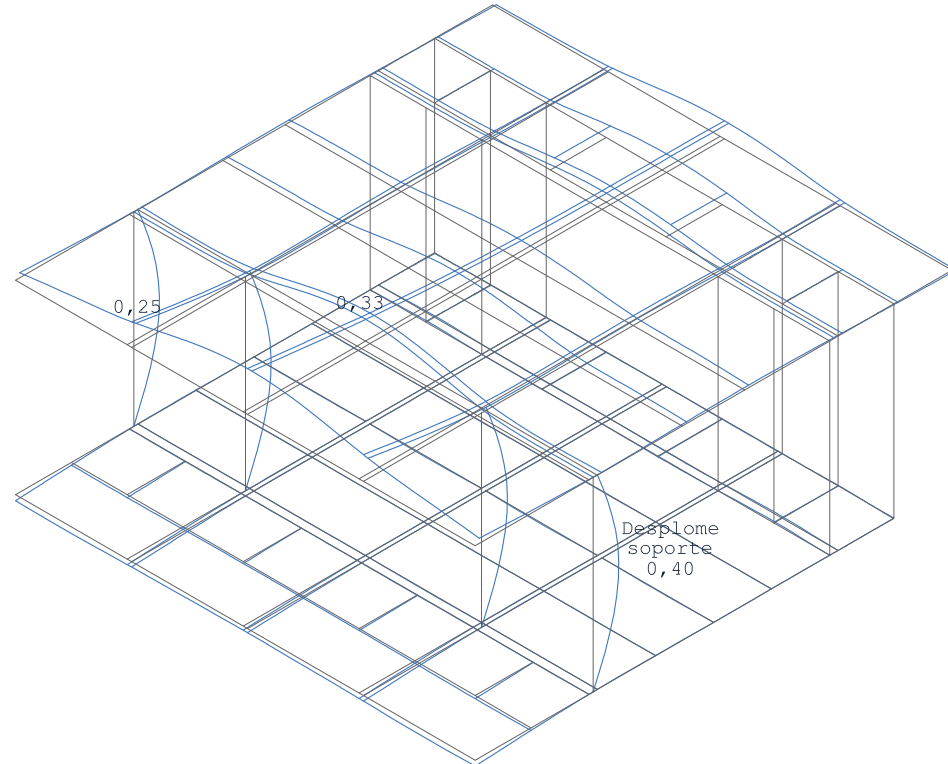
Para la protección de los perfiles CF de acero conformado en frío, se recurre a un tratamiento de **pintura intumescente** que asegure una resistencia al fuego de un mínimo de 30 minutos según Norma UNE-ENV 13381-4:2005.

**14\_Comprobaciones E.L.S**

Deformada más desfavorable.  
 Combinación E.L.S. B2 (variable principal: viento presión)  
 Valores de las flechas relativas a cada barra en centímetros



Combinación E.L.S. A2 (variable principal: viento succión)  
 Valores de las flechas relativas a cada barra en centímetros



Deformaciones verticales de la estructura horizontal. FLECHAS

<b>Voladizo, viga bastidor inferior. Acero S275</b>			
<b>Daño</b>		<b>Limitación</b>	<b>Flecha</b>
Integridad de los elementos constructivos		L/300 = 0,69 cm	0,44 cm
Confort de los usuarios		L/350 = 0,59 cm	0,32 cm
Apariencia de la obra		L/300 = 0,69 cm	0,19 cm
<b>Voladizo, viga bastidor superior. Acero S275</b>			
<b>Daño</b>		<b>Limitación</b>	<b>Flecha</b>
Integridad de los elementos constructivos		L/300 = 0,69 cm	0,33 cm
Confort de los usuarios		L/350 = 0,59 cm	0,32 cm
Apariencia de la obra		L/300 = 0,69 cm	0,03 cm
<b>Centro de vano, viga bastidor superior sin apoyos. Acero S275</b>			
<b>Daño</b>		<b>Limitación</b>	<b>Flecha</b>
Integridad de los elementos constructivos		L/300 = 1,33 cm	0,44 cm
Confort de los usuarios		L/350 = 1,14 cm	0,37 cm
Apariencia de la obra		L/300 = 1,33 cm	0,10 cm
<b>Centro de vano, viga en paneles de suelo y techo. LVL Kerto-S</b>			
<b>Daño</b>		<b>Limitación</b>	<b>Flecha</b>
Integridad de los elementos constructivos	Flecha activa	L/500 = 0,40 cm	0,26 cm
Confort de los usuarios	-	L/350 = 0,57 cm	0,11 cm
Apariencia de la obra	Flecha total	L/300 = 0,66 cm	0,23 cm

Deformaciones horizontales de la estructura. DESPLOME

<b>Soportes en paneles de cerramiento LVL</b>		
<b>Daño</b>	<b>Limitación</b>	<b>Flecha</b>
Integridad de los elementos constructivos	L/500 (H) = 0,80 cm	0,40 cm
	L/250 (h) = 1,20 cm	
Apariencia de la obra	L/250 = 1,20 cm	0,00 cm
<b>Diafragmas en módulos de servicio LVL</b>		
<b>Daño</b>	<b>Limitación</b>	<b>Flecha</b>
Integridad de los elementos constructivos	L/500 (H) = 0,80 cm	0,33 cm
	L/250 (h) = 1,20 cm	
Apariencia de la obra	L/250 = 1,20 cm	0,00 cm

## 15\_Resumen de los elementos estructurales

Soportes en paneles de cerramiento LVL		
Elemento	Material	Sección o dimensiones
Soportes telescópicos	Acero	∅71,5x3
Bastidor	Acero conformado en frío S275	CF 300x4
		CF 275x2,5
		CF 200x2
		CF 160x3
Soportes en paneles de cerramiento	LVL Kerto-S	150x75 mm
Diafragmas en módulos de servicio	LVL Kerto-Q	Panel 21 mm
Vigas en paneles de pavimento y techo	LVL Kerto-S	150x33 mm

## 16\_Conclusión

El cálculo del comportamiento estructural de los componentes es fundamental a la hora de concebir el sistema, pues es precisamente este cálculo el que define unas reglas y marca los límites, como pueden ser las distancias máximas entre elementos verticales.

En el cálculo de la estructura general, se ha obtenido la solución más coherente en cuanto al conjunto global del proyecto, teniendo en cuenta tanto los cálculos a resistencia, estabilidad y deformaciones, o respecto a la elección de los detalles constructivos, siendo esta solución la más apropiada y óptima para el objeto de proyecto planteado.

Durante el proceso de diseño y cálculo, se planteó la posibilidad de utilizar aluminio en los componentes de bastidor, por las ventajas en cuanto a durabilidad que implica este material, pero tras realizar un predimensionado con perfiles de aluminio extruido (imagen inferior) se descartó la posibilidad por su elevado peso y precio, siendo el acero galvanizado un material óptimo para el ejercicio que se plantea; un sistema de carácter temporal.

Perfil 12 120x60 H							
A [cm <sup>2</sup> ]	m [kg/m]	I <sub>x</sub> [cm <sup>4</sup> ]	I <sub>y</sub> [cm <sup>4</sup> ]	I <sub>z</sub> [cm <sup>4</sup> ]	W <sub>x</sub> [cm <sup>3</sup> ]	W <sub>y</sub> [cm <sup>3</sup> ]	
37,58	10,15	135,40	509,70	98,17	45,10	85,10	
natural, corte máx. 6000 mm							0.0.001.12
natural, 1 pza. long. 6000 mm							0.0.001.02

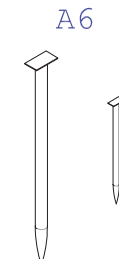
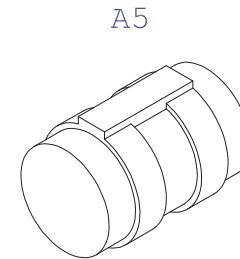
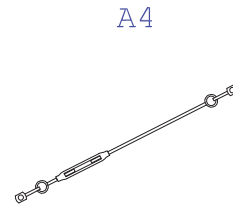
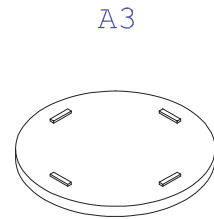
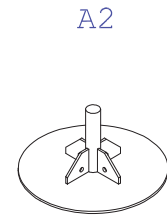
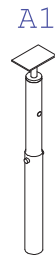
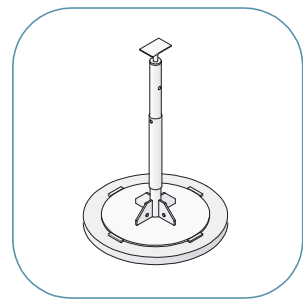
Perfil 12 240x60 H							
A [cm <sup>2</sup> ]	m [kg/m]	I <sub>x</sub> [cm <sup>4</sup> ]	I <sub>y</sub> [cm <sup>4</sup> ]	I <sub>z</sub> [cm <sup>4</sup> ]	W <sub>x</sub> [cm <sup>3</sup> ]	W <sub>y</sub> [cm <sup>3</sup> ]	
72,60	19,60	269,38	3 777,20	286,77	89,60	314,80	
natural, corte máx. 6000 mm							0.0.001.15
natural, 1 pza. long. 6000 mm							0.0.001.25

Perfil 12 240x120 H							
A [cm <sup>2</sup> ]	m [kg/m]	I <sub>x</sub> [cm <sup>4</sup> ]	I <sub>y</sub> [cm <sup>4</sup> ]	I <sub>z</sub> [cm <sup>4</sup> ]	W <sub>x</sub> [cm <sup>3</sup> ]	W <sub>y</sub> [cm <sup>3</sup> ]	
112,00	30,24	1 815,20	6 168,90	2 067,75	302,00	514,10	
natural, corte máx. 6000 mm							0.0.001.14
natural, 1 pza. long. 6000 mm							0.0.001.24

## 17\_Planos

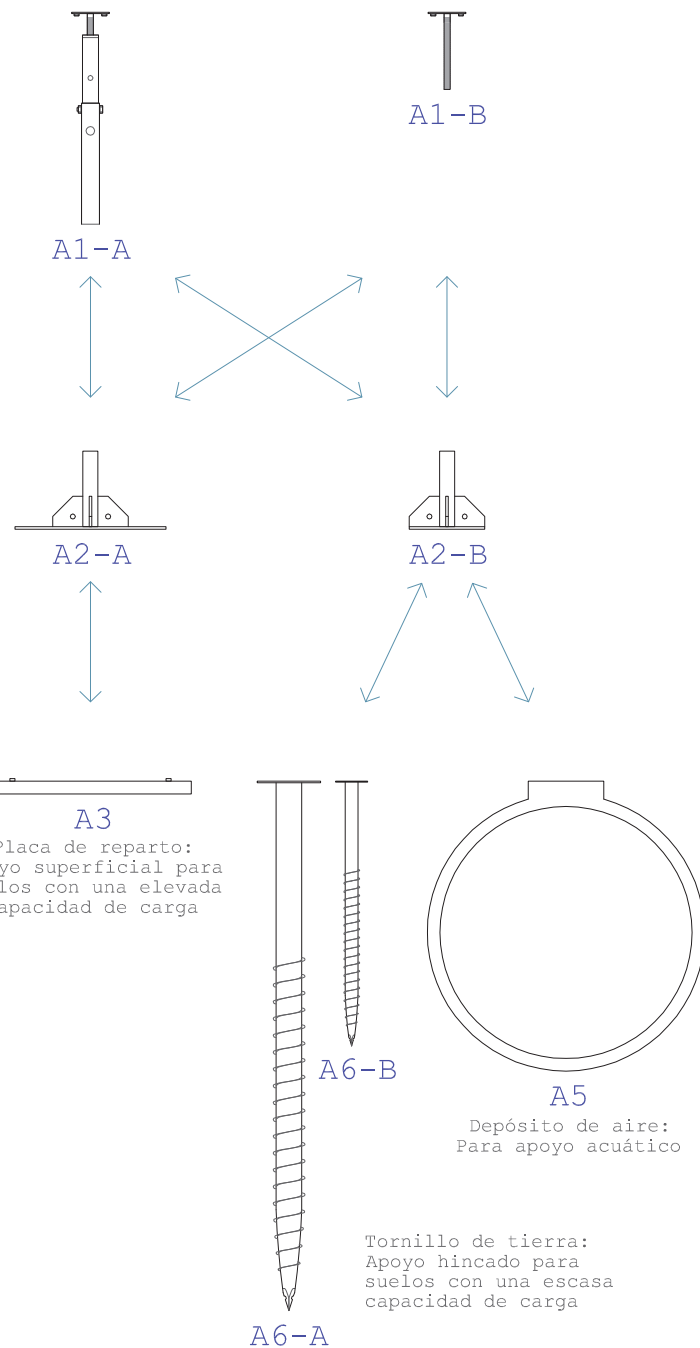
En las siguientes paginas se exponen los detalles de los componentes en el siguiente orden:

- 17.1\_Apoyos
- 17.2\_Bastidores de acero conformado en frío
- 17.3\_Paneles de cerramiento LVL
- 17.4\_Módulos de servicio LVL
- 17.5\_Paneles de pavimento y techo LVL



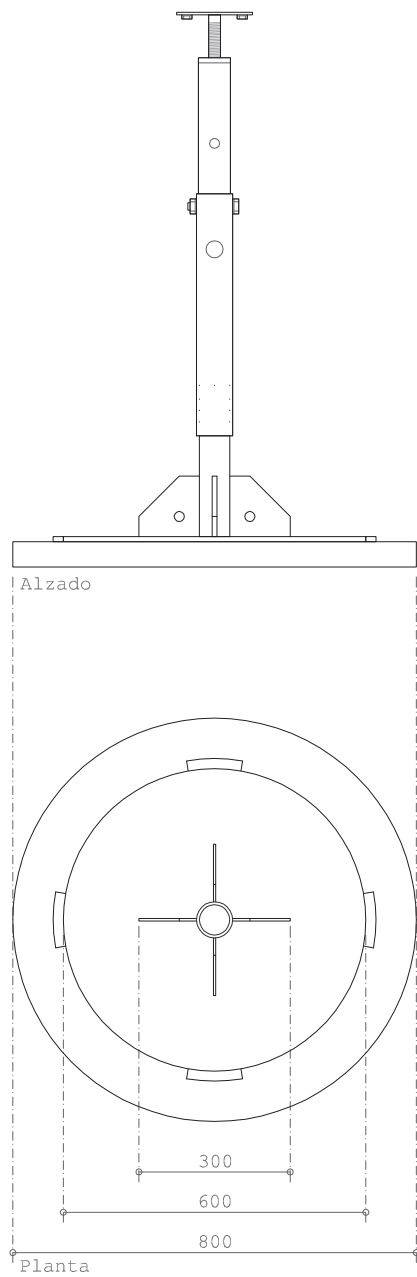
Detalle de apoyo genérico

Reglas de combinación de los apoyos según el tipo de suelo:



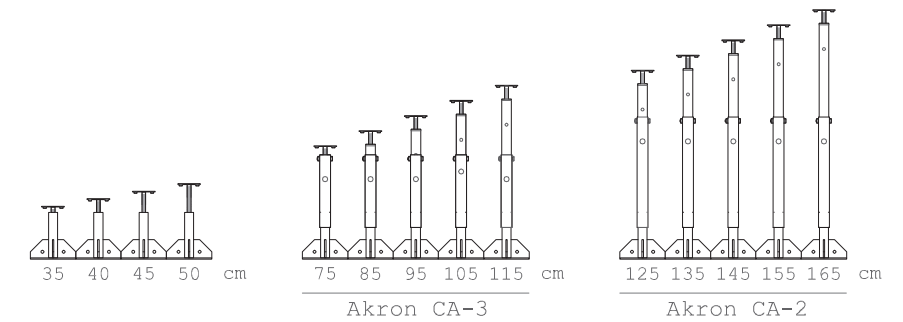
Apoyos, componentes:

- A1 Soporte telescópico de acero galvanizado Akron o similar
  - A1-A Soporte telescópico completo, cuatro modelos
  - A1-B Vástago roscado (pieza superior del soporte telescópico)
- A2 Base de acero S275 galvanizado en caliente 120 µm
  - A1-A Base para apoyo superficial Ø600mm
  - A1-B Base para apoyo hincado Ø300mm (con perforaciones)
- \*La única diferencia entre los dos modelos es la placa inferior
- A3 Placa de reparto de plástico reciclado Ø800mm
- A4 Tirantes de acero
- A5 Depósito de aire de plástico
- A6 Tornillo de tierra de acero S355 galvanizado en caliente
  - A1-A Modelo Krinner KSF F 140x2100-M (2100mm)
  - A1-B Modelo Krinner KSF F 76x1000-R (1000mm)



E 1/15

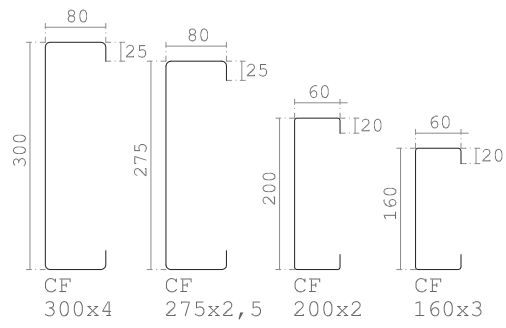
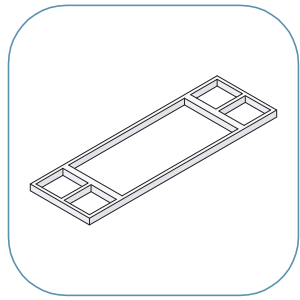
Regulación de la altura del apoyo



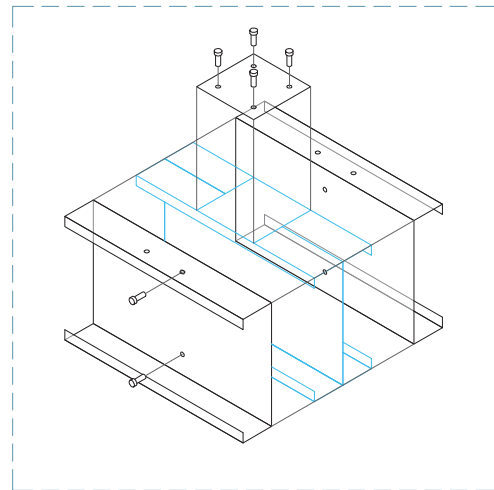
Modelos Akron CA-84 y CA-108 para mayores alturas. Hasta 290 cm

E 1/30

E 1/50

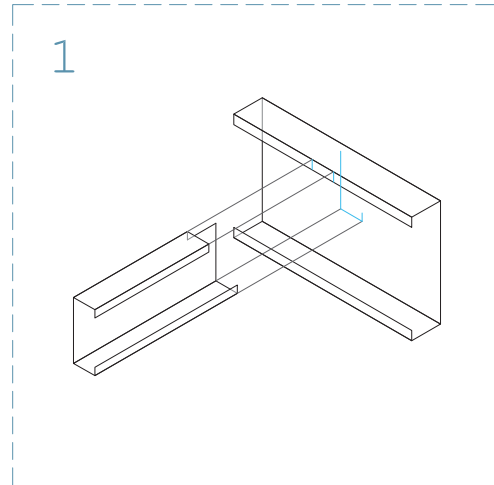


Detalle de unión entre módulos adyacentes



Nota:  
La chapa superior solo se colocará en los forjados de cubierta para asegurar el empotramiento de la unión.

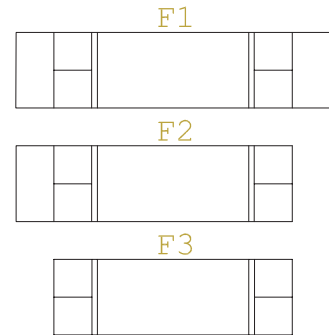
Detalle de unión viga-vigueta



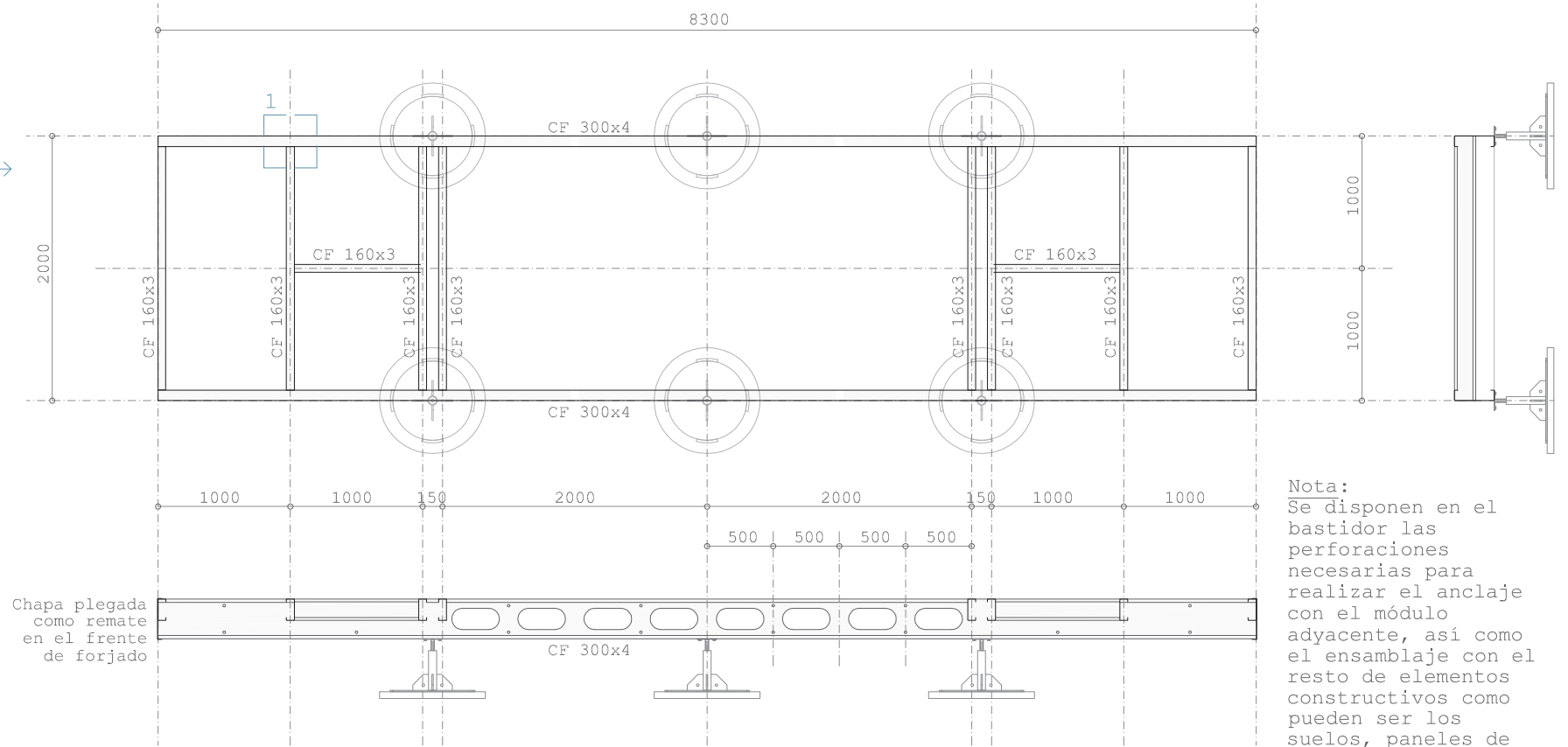
Nota:  
Los entramados se fabricarán en taller mediante uniones por soldadura, y tras realizar las perforaciones necesarias en los perfiles se procederá a galvanizar el bastidor (120 µm), para evitar la corrosión en los puntos de unión.

Las uniones durante el montaje serán atornilladas en el lugar de destino.

Bastidores inferiores



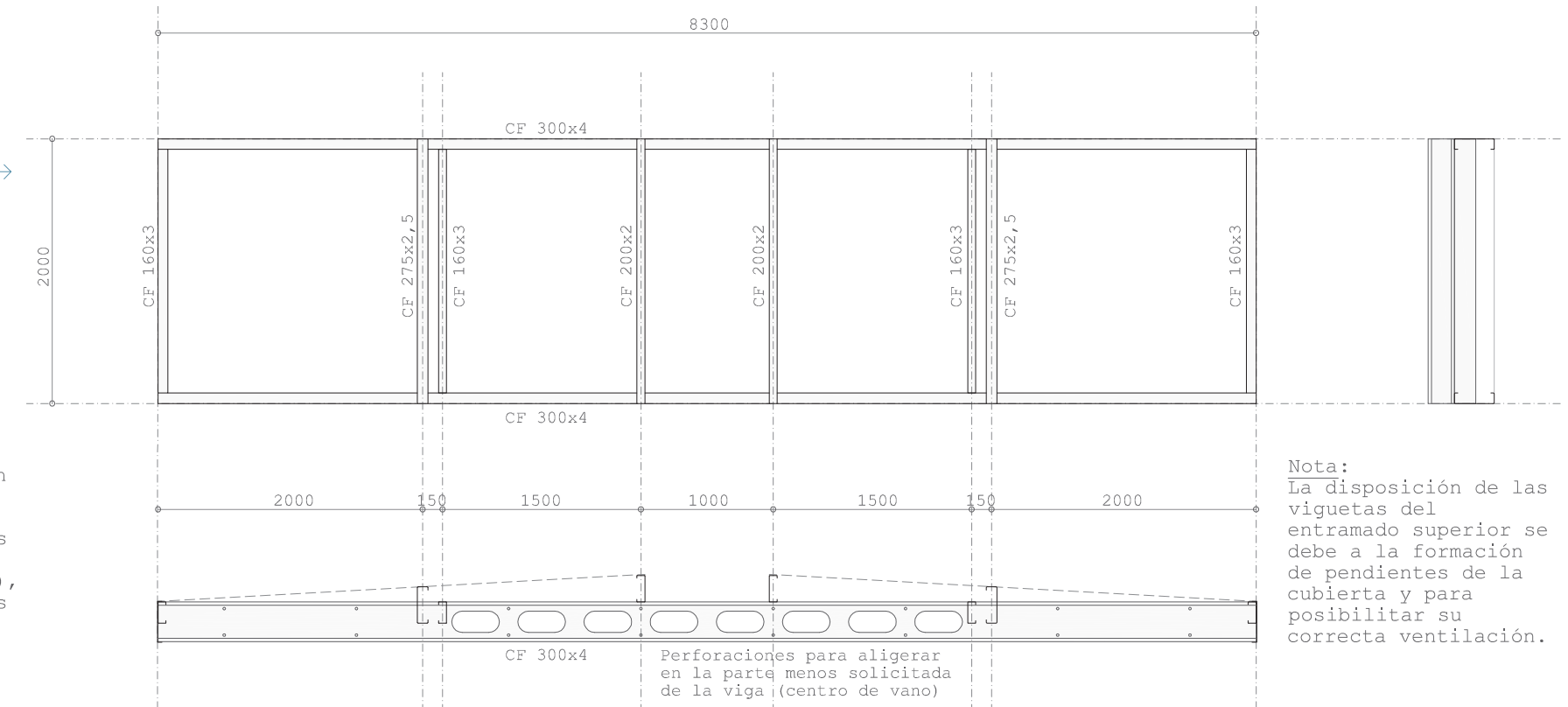
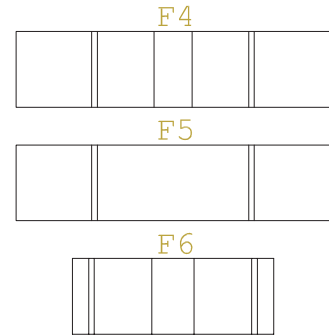
Bastidor inferior tipo F1  
E 1/50



Nota:  
Se disponen en el bastidor las perforaciones necesarias para realizar el anclaje con el módulo adyacente, así como el ensamblaje con el resto de elementos constructivos como pueden ser los suelos, paneles de cerramiento, barandillas...

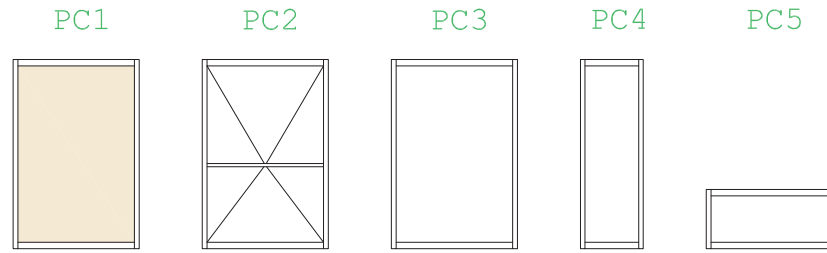
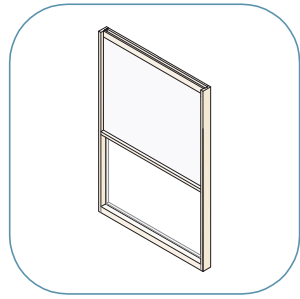
Bastidor superior tipo F4  
E 1/50

Bastidores superiores

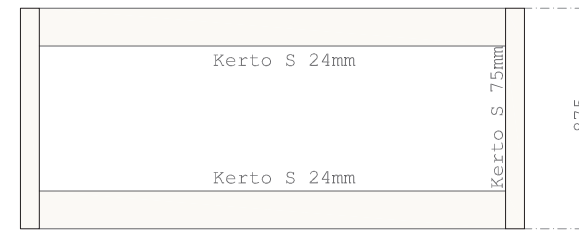


Nota:  
La disposición de las viguetas del entramado superior se debe a la formación de pendientes de la cubierta y para posibilitar su correcta ventilación.





PC5 Panel de cerramiento para altura extra



**Madera microlaminada (LVL)**

**KERTO-S** (o similar)

Este tipo de tablero se caracteriza por tener todas las láminas orientadas en la misma dirección (longitudinalmente).

Las dimensiones de los soportes (75x150) son estándar (fabricante Kerto)

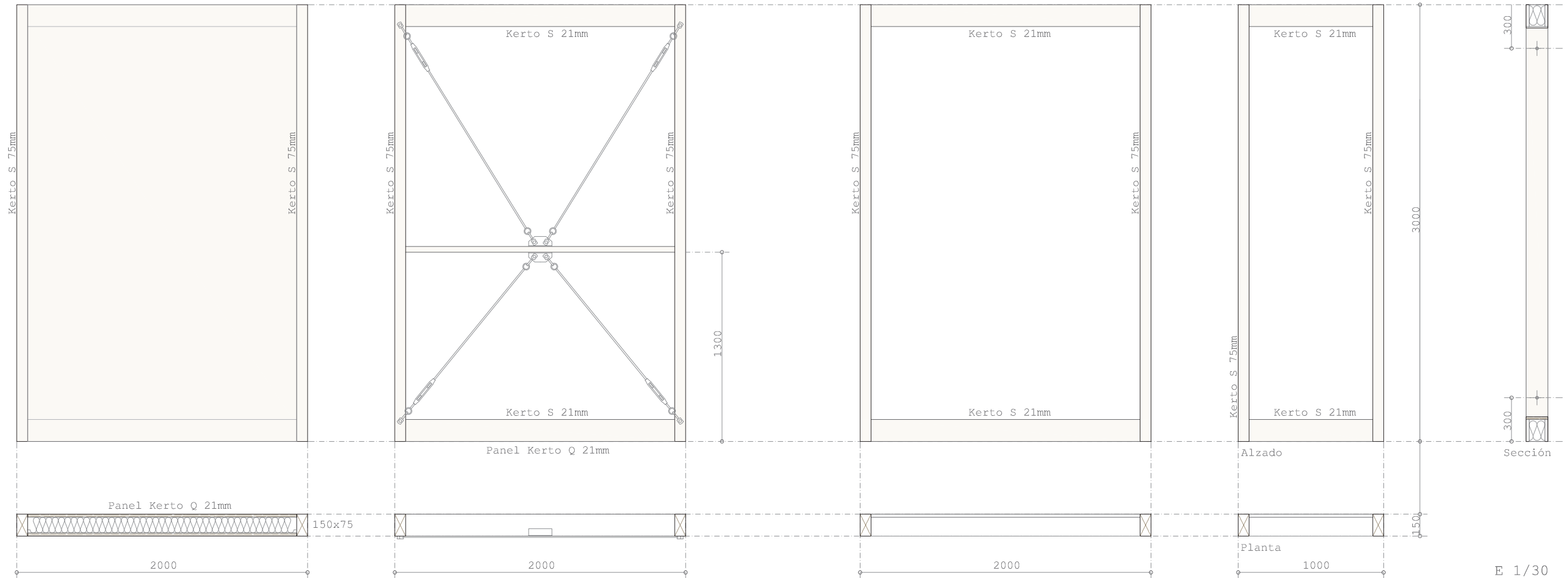
Se tratará la madera en autoclave con sales hidrosolubles 4kg/m<sup>3</sup>

PC1 Panel de cerramiento rígido tipo 1: panel como diafragma

PC2 Panel de cerramiento rígido tipo 2: tensores y apoyo intermedio

PC3 Panel de cerramiento 2m

PC4 Panel de cerramiento 1m



E 1/30

**Regla de disposición de los paneles de cerramiento:**

En los extremos, donde en el módulo adyacente no existan apoyos verticales, se dispondrán paneles rigidizados (PC1 y PC2) en cualquiera de sus dos versiones, sin embargo, en módulos intermedios se colocarán paneles normales (PC3 y PC4). Debido a:

-Necesidad de rigidizar la estructura frente a los esfuerzos de viento perpendiculares al panel.

-Los paneles rígidos podrán aguantar mayores esfuerzos gracias a su apoyo intermedio, aumentando su resistencia frente al pandeo de los soportes.



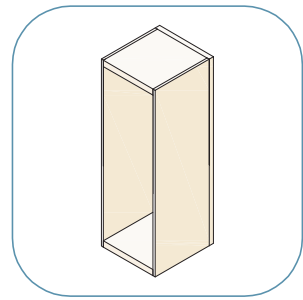
**Nota:**

Las uniones entre paneles serán atornilladas con tornillo TO-M10 y tuercas T-M10, con arandelas NL-10SP, por lo que los soportes se perforarán en taller con anterioridad. Se dispondrán bandas de neopreno para absorber las dilataciones y sellar térmicamente la unión.

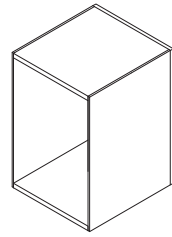
**Regla de disposición de los paneles de cerramiento:**

La distancia máxima entre paneles rigidizados (PC1 y PC2) será de 4 metros

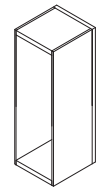




M1



M2

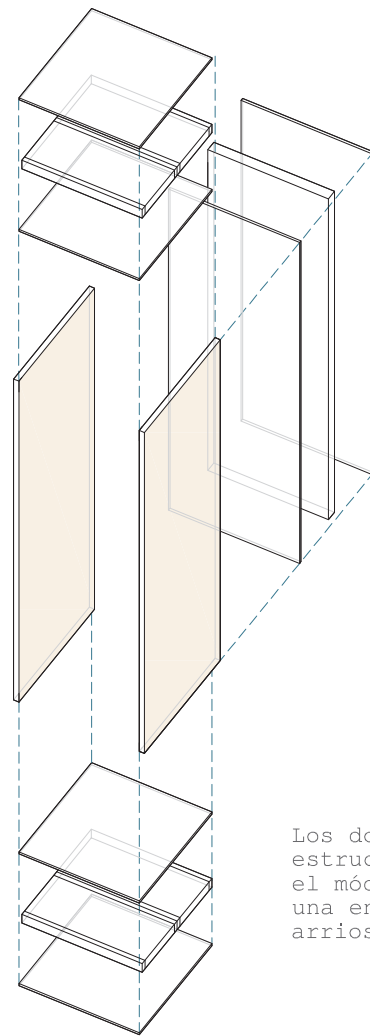


**Madera microlaminada (LVL)**

**KERTO-Q** (o similar)

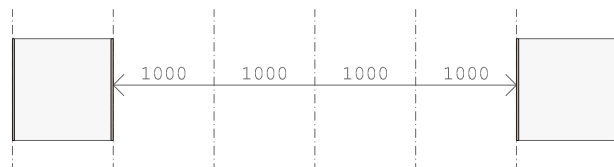
Este tipo de tablero se caracteriza por tener un porcentaje de láminas orientadas perpendicularmente. Aproximadamente un 20% de las mismas, aunque el número exacto de láminas cruzadas varía en función del espesor. El objeto de cruzar estas láminas es aumentar la estabilidad dimensional frente a los cambios de humedad. Se utiliza principalmente como panel y en ciertos elementos de estructura (pilares de pórticos etc...).

Se tratará la madera en autoclave con sales hidrosolubles 4kg/m<sup>3</sup>

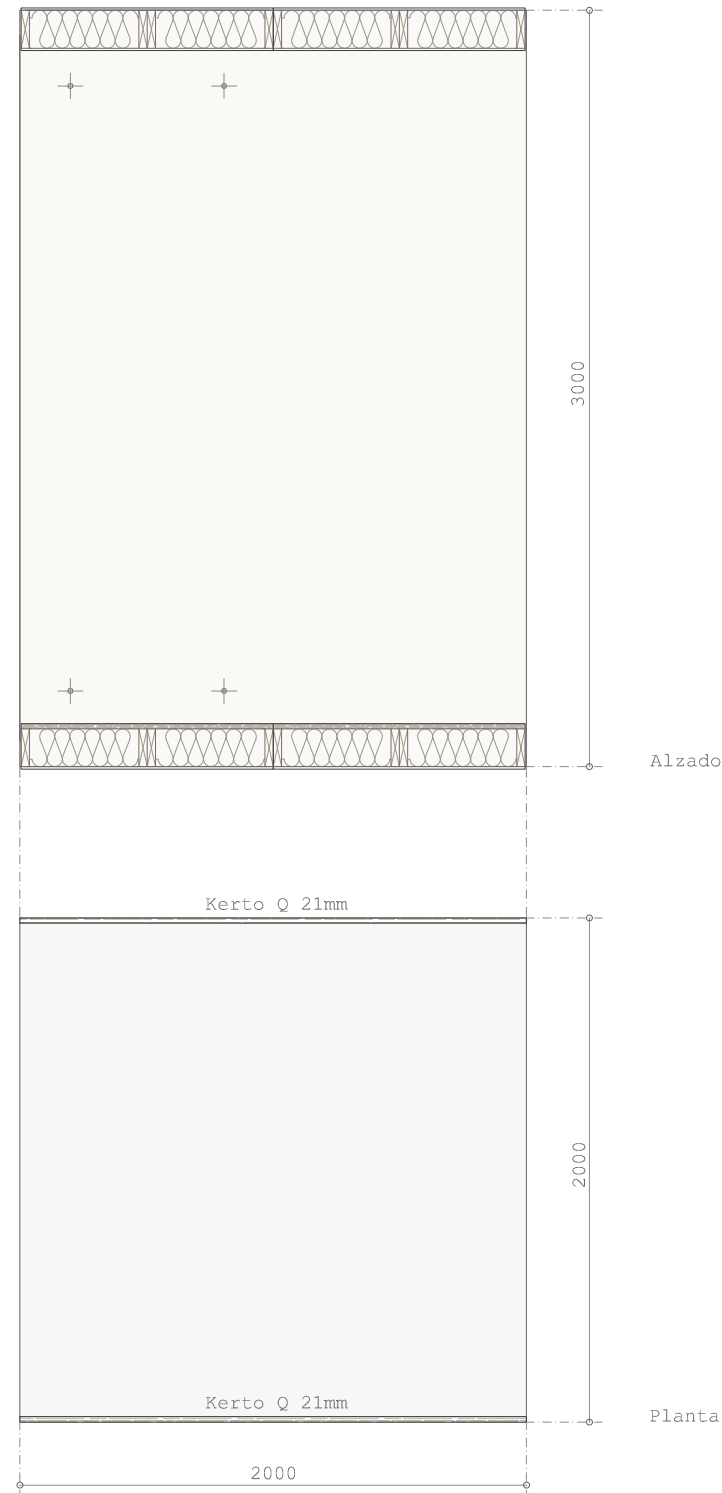


Los dos tableros estructurales que forman el módulo se cierran con una envolvente de paneles arriostrados con cables

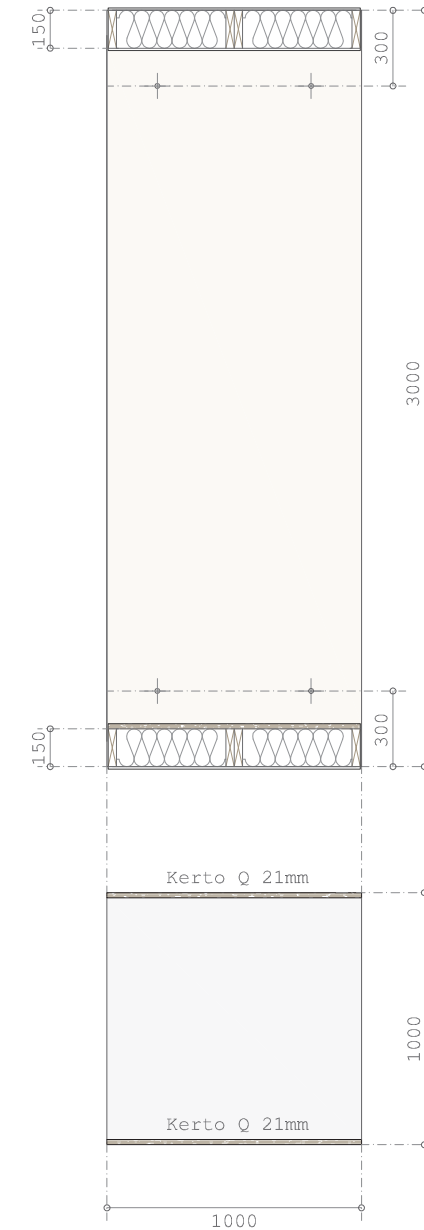
Regla de disposición de los módulos de servicio:  
La distancia máxima entre módulos de servicio (M1 y M2) será de 4 metros



M1 Módulo de servicio 2000 x 2000 mm

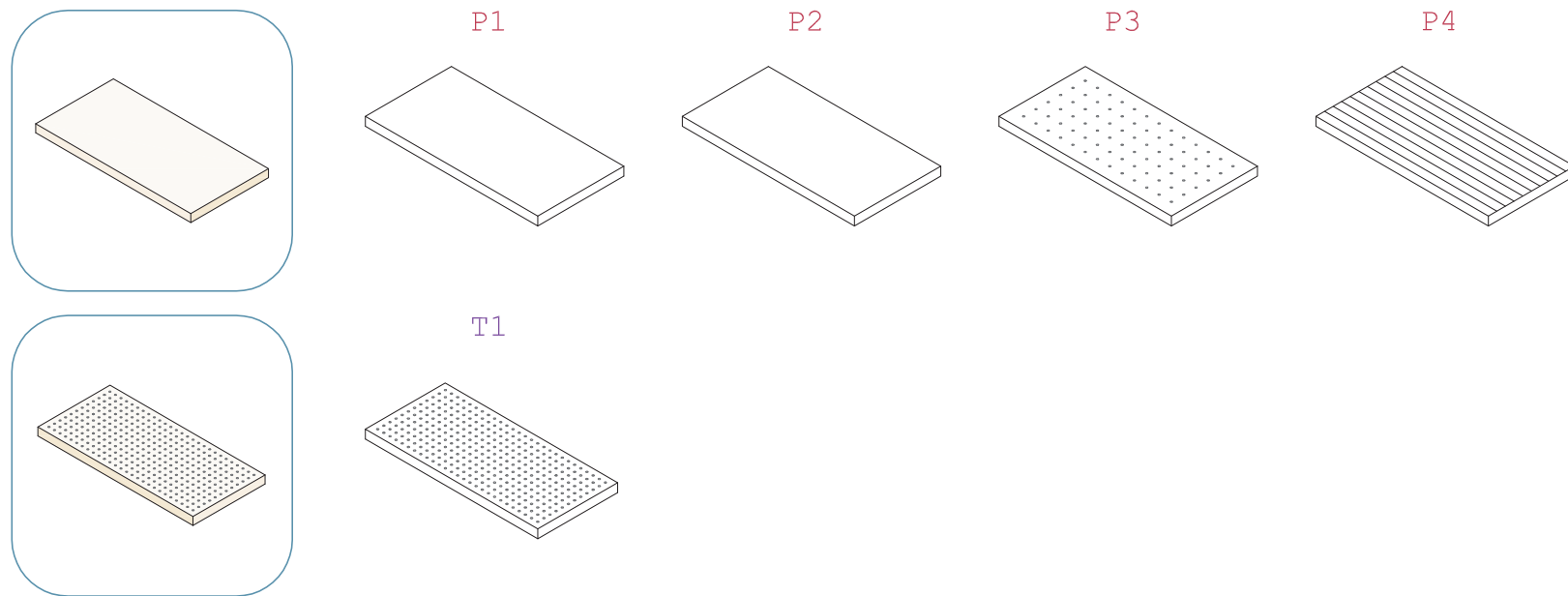


M2 Módulo de servicio 1000 x 1000 mm



E 1/30

Nota:  
Las uniones entre módulos serán atornilladas con tornillo TO-M10 y tuercas T-M10, con arandelas NL-10SP, por lo que los tableros se perforarán en taller con anterioridad.  
Se dispondrán bandas de neopreno para absorber las dilataciones y sellar térmicamente la unión.



**Paneles rigidizados con cabios**

Paneles para pavimento y techo de madera rigidizados con cabios de madera microlaminada, las capas varían según el uso o posición en el sistema.

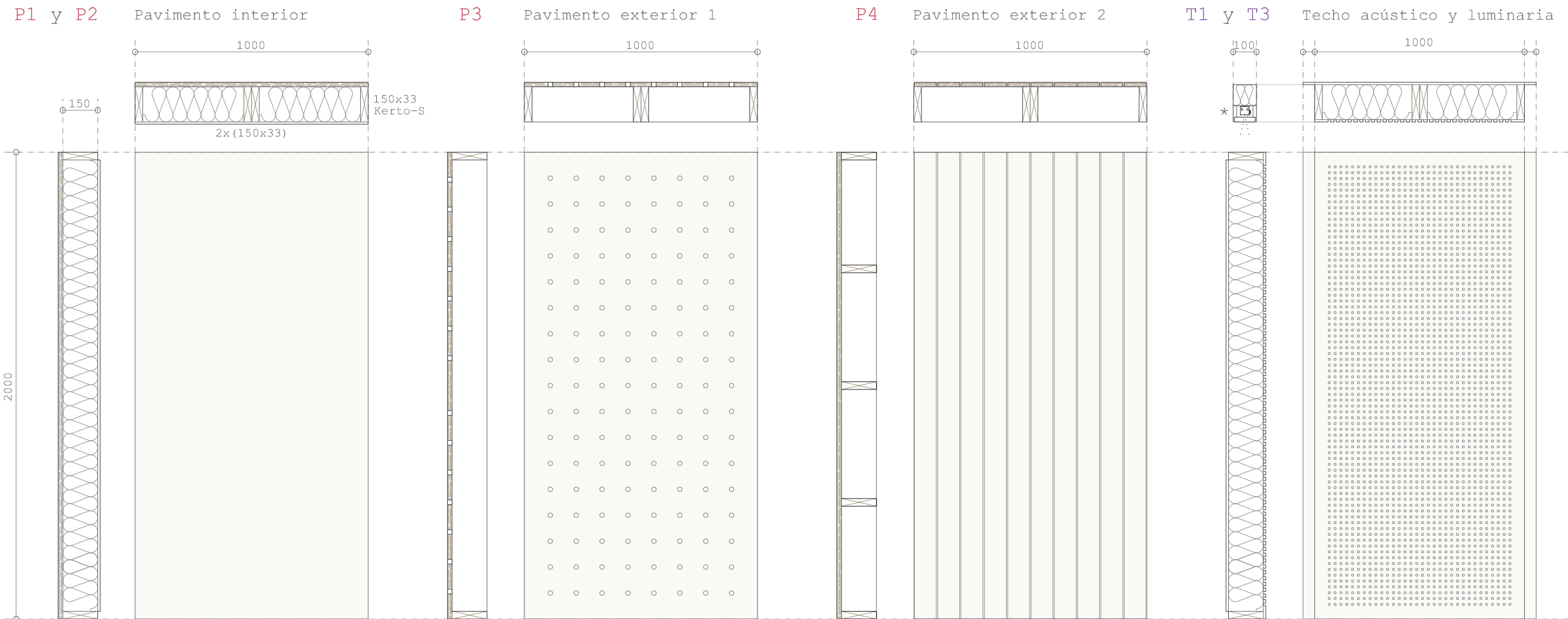
Se utilizarán paneles de madera de fábrica estándar con las dimensiones que permitan el máximo aprovechamiento del material.

Los cabios de madera microlaminada Kerto-S tienen dimensiones estándar (150x33mm).

**Nota:**

Las uniones a la estructura de acero conformado en frío serán atornilladas con tornillo TO-M10 en tacos metálicos incluidos en la pieza de madera. Por lo que los tacos se introducirán en los cabios de madera en taller.

Se dispondrán bandas de neopreno para absorber las dilataciones y sellar termicamente la unión.



- Capas de interior a exterior:
1. Tablero de madera maciza 2000x1000mm SWP2 S o SD (ambiente húmedo)  
P1 Acabado barniz al agua  
P2 Tratamiento de autoclave con sales hidrosolubles
  2. Cabios LVL sección 150x33mm
  3. Aslamiento lana de roca Rockwool
  4. Tablero aglomerado hidrófugo

- Capas de interior a exterior:
1. Tablero de madera maciza 2000x1000mm perforado SWP3 S o SD (ambiente exterior) con tratamiento de autoclave con sales hidrosolubles 4kg/m<sup>3</sup>
  2. Cabios LVL sección 150x33mm

- Capas de interior a exterior:
1. Entablado de madera maciza 2000x100x20mm con junta abierta con tratamiento de autoclave con sales hidrosolubles 4kg/m<sup>3</sup>
  2. Cabios LVL sección 150x33mm

- Capas de interior a exterior:
1. Tablero contrachapado fenólico 10 mm espesor perforado acústico
  2. Cabios LVL sección 150x33mm
  3. Aslamiento lana de roca Rockwool
  4. Tablero aglomerado hidrófugo

\*Luminaria Linealuce Mini

## 4.4

### **MONTAJE**

El montaje del sistema debe ser sencillo, como si se tratase de un mueble.  
Debe ser rápido, llegando a construirse en uno o varios días.  
Debe ser ligero, para facilitar la colocación de los componentes por parte de los operarios.  
Debe ser flexible, para adaptarse a las necesidades del programa y del lugar.

## Instrucciones de montaje

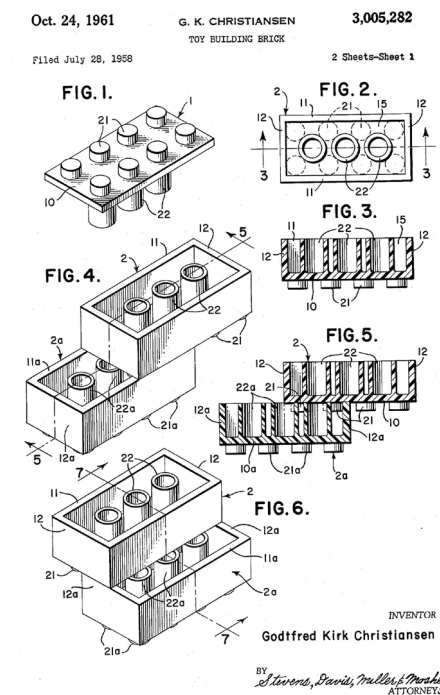
En las siguientes páginas se exponen los pasos necesarios para el montaje del sistema, se seguirán los siguientes pasos:

- 1\_Replanteo y apoyos
- 2\_Bastidor inferior
- 3\_Pavimento
- 4\_Estructura vertical
- 5\_Bastidor superior
- 6\_Techo
- 7\_La cubierta de cobre
- 8\_Elementos auxiliares

Si bien se puede alterar el orden de la colocación de los paneles de pavimento en caso de querer colocar primero la cubierta.

Debido a la sencillez en su montaje solo se requieren dos operarios no especializados. También es posible que los propios usuarios se encarguen del montaje.

Se evita la maquinaria pesada y las excavaciones, que alterarían las condiciones originales de los emplazamientos en la naturaleza. Se trata de un sistema con un leve impacto en su entorno. Únicamente será necesario el apoyo de una mini grúa sobre orugas modelo URW-094 de Unic para el izado y colocación de los componentes más pesados (bastidores y módulos de servicio)



Arriba izquierda:  
Patente de Lego

Derecha:  
House of cards, Charles y Ray Eames



# 1

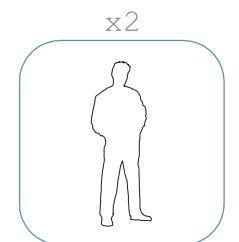
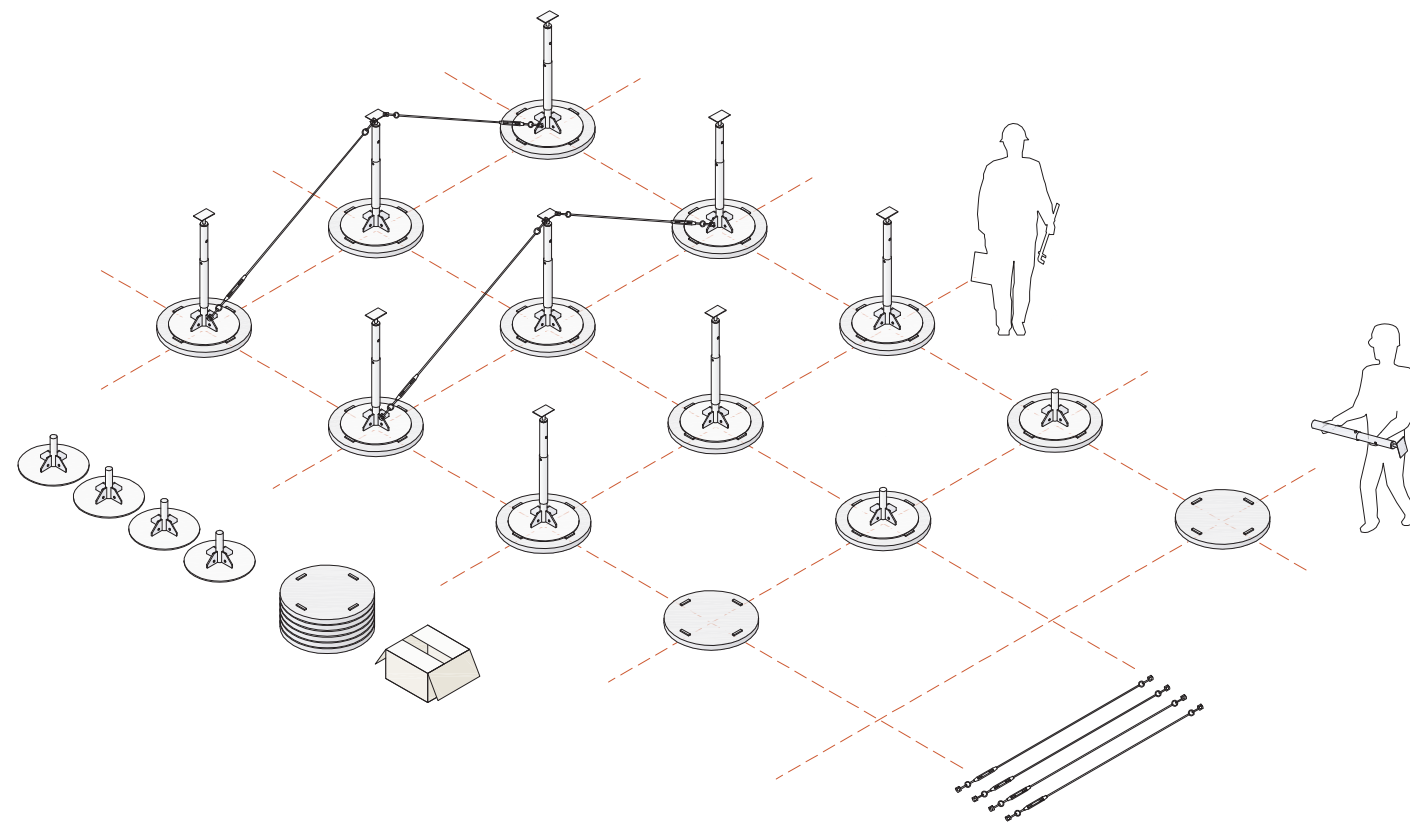
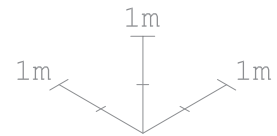
## REPLANTEO Y APOYOS

Componentes que intervienen:  
PAQUETE 6\_Apoyos

Se comenzará el montaje con un replanteo de los apoyos, generando una retícula de 2x2 metros. Debido a la ligereza y al carácter efímero del sistema, no será necesario realizar excavaciones o movimientos de tierra, evitando el impacto en el entorno.

Si la capacidad de carga del terreno lo permite, se utilizarán apoyos superficiales de plástico reciclado(A3). Para terrenos mas desfavorables, se procederá a hincar en el terreno tornillos de tierra(A6), para lo que no será necesario maquinaria pesada.

Peso por módulo 243kg  
Peso total 975kg



# 2

## BASTIDOR INFERIOR

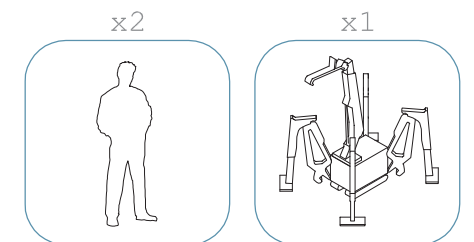
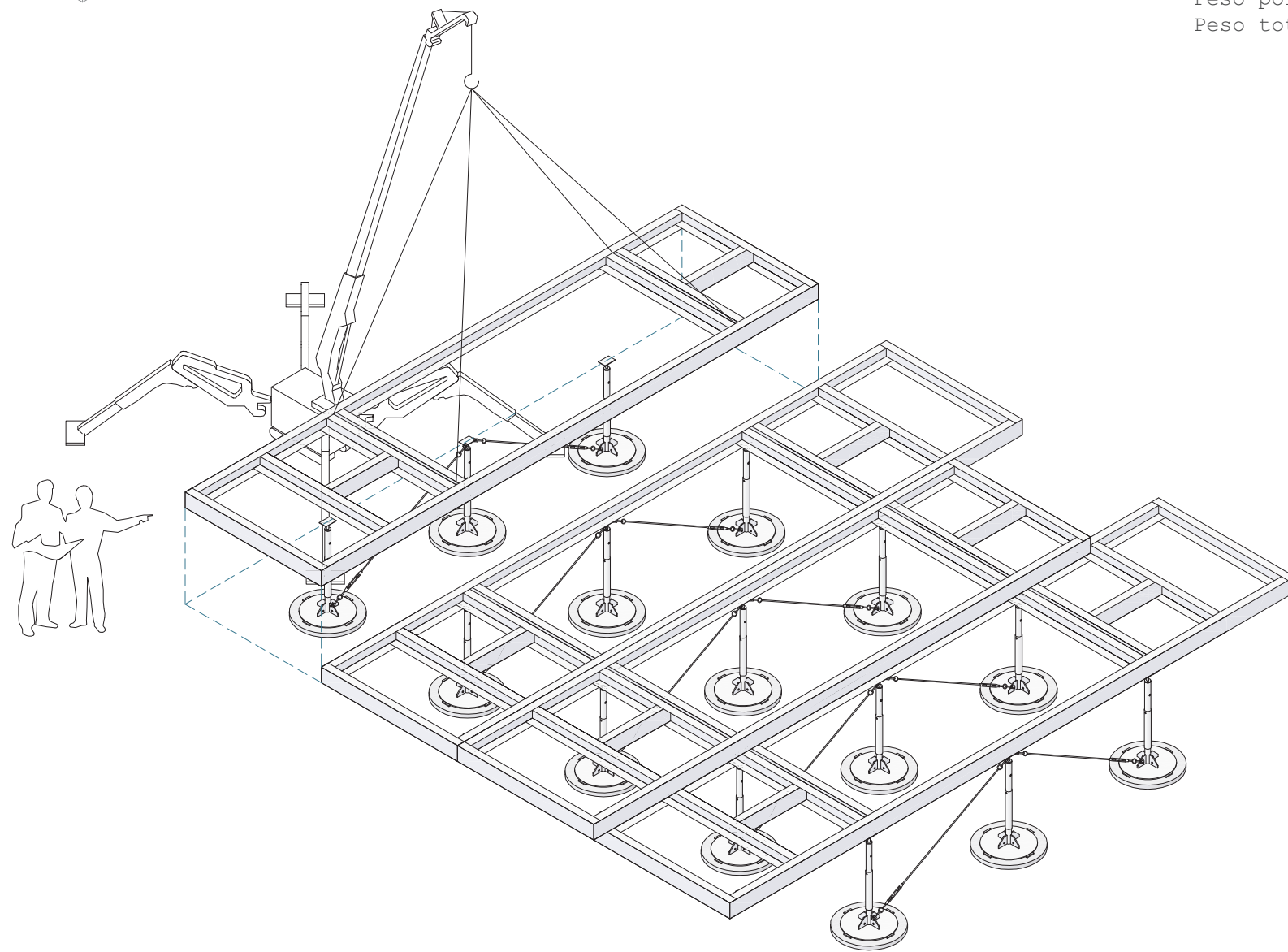
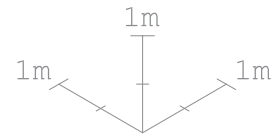
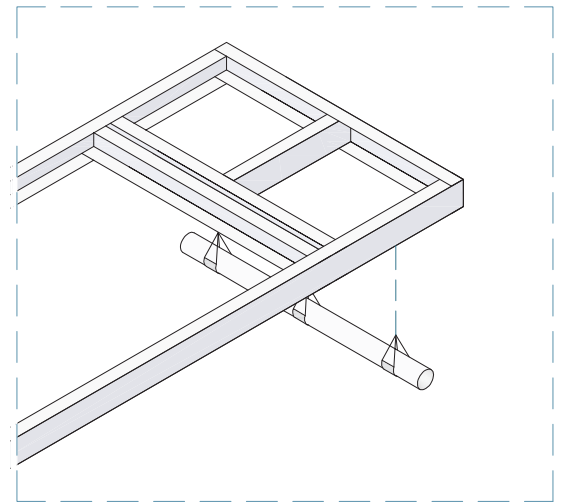
Componentes que intervienen:  
PAQUETE 2\_Bastidor

El segundo paso consiste en la colocación de los bastidores sobre los apoyos telescópicos, que se encargarán de absorber las diferencias de cota del terreno para generar un plano horizontal.

Debido al peso del componente, se necesitará el apoyo de una mini grúa para su izado y colocación, las uniones serán atornilladas sin necesidad de realizar perforaciones en obra.

Peso por módulo 581kg  
Peso total 2325kg

Instalaciones de agua sanitaria y saneamiento colgadas del bastidor



# 3

## PAVIMENTO

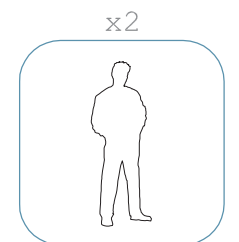
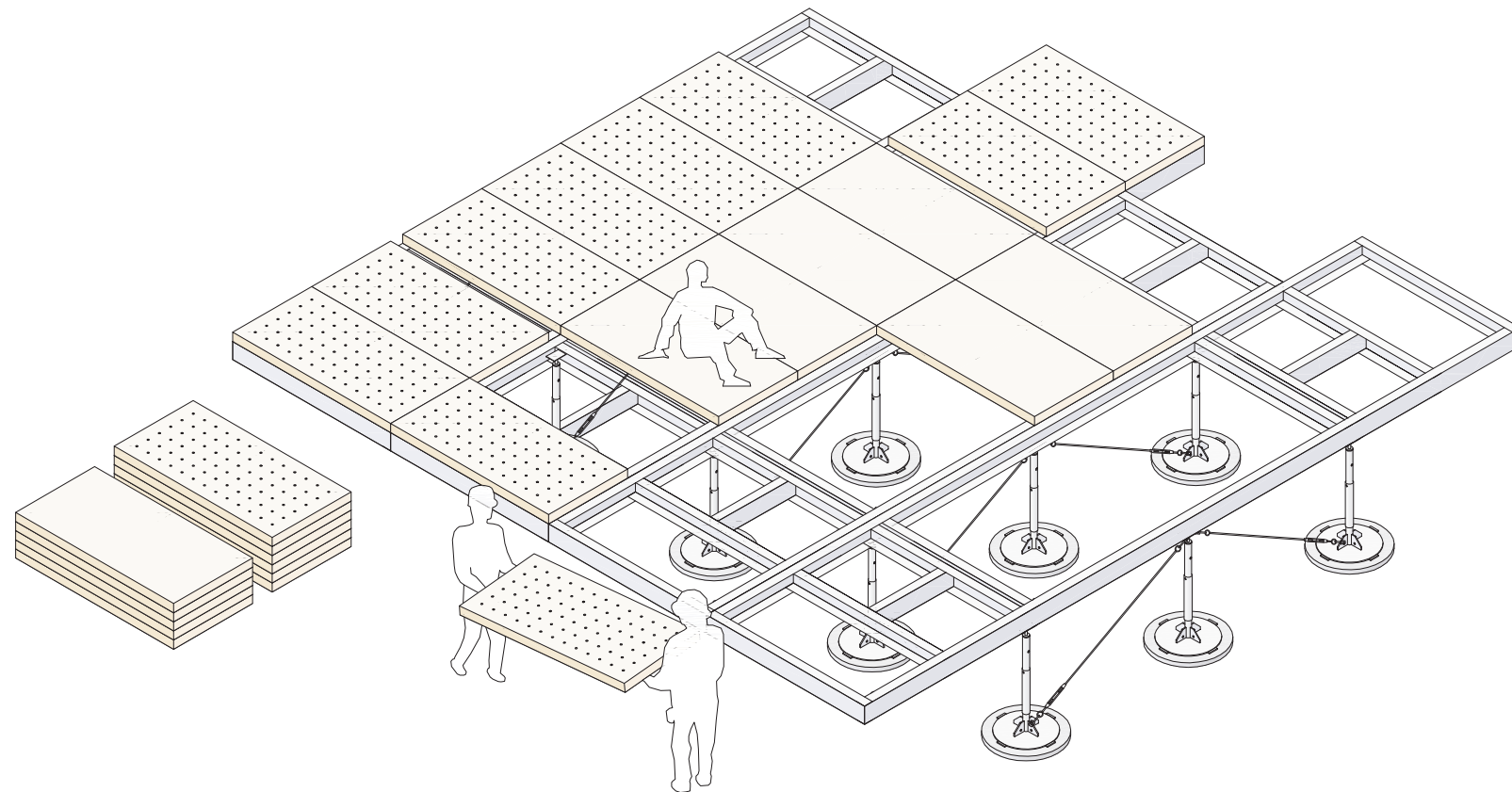
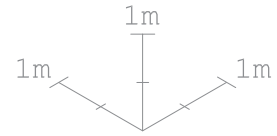
Componentes que intervienen:  
PAQUETE 9\_Pavimento

Colocación de los paneles de pavimento sobre los bastidores de acero.

Las dimensiones de estos paneles y su peso permiten su colocación por parte de dos operarios.

El sistema ofrece diferentes piezas de pavimento según nos encontremos en el interior o en el exterior, pero se unirán a los bastidores de la misma forma, mediante uniones atornilladas en los tacos que incluyen los paneles de pavimento.

Peso por módulo 907kg  
Peso total 3630kg





# 4

## ESTRUCTURA VERTICAL

Componentes que intervienen:

PAQUETE 1\_Módulo de servicio

PAQUETE 4\_Panel de cerramiento

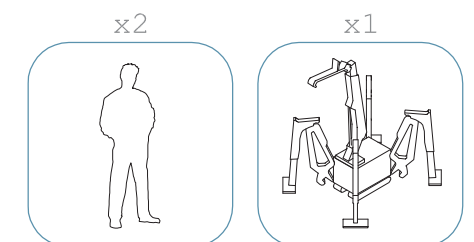
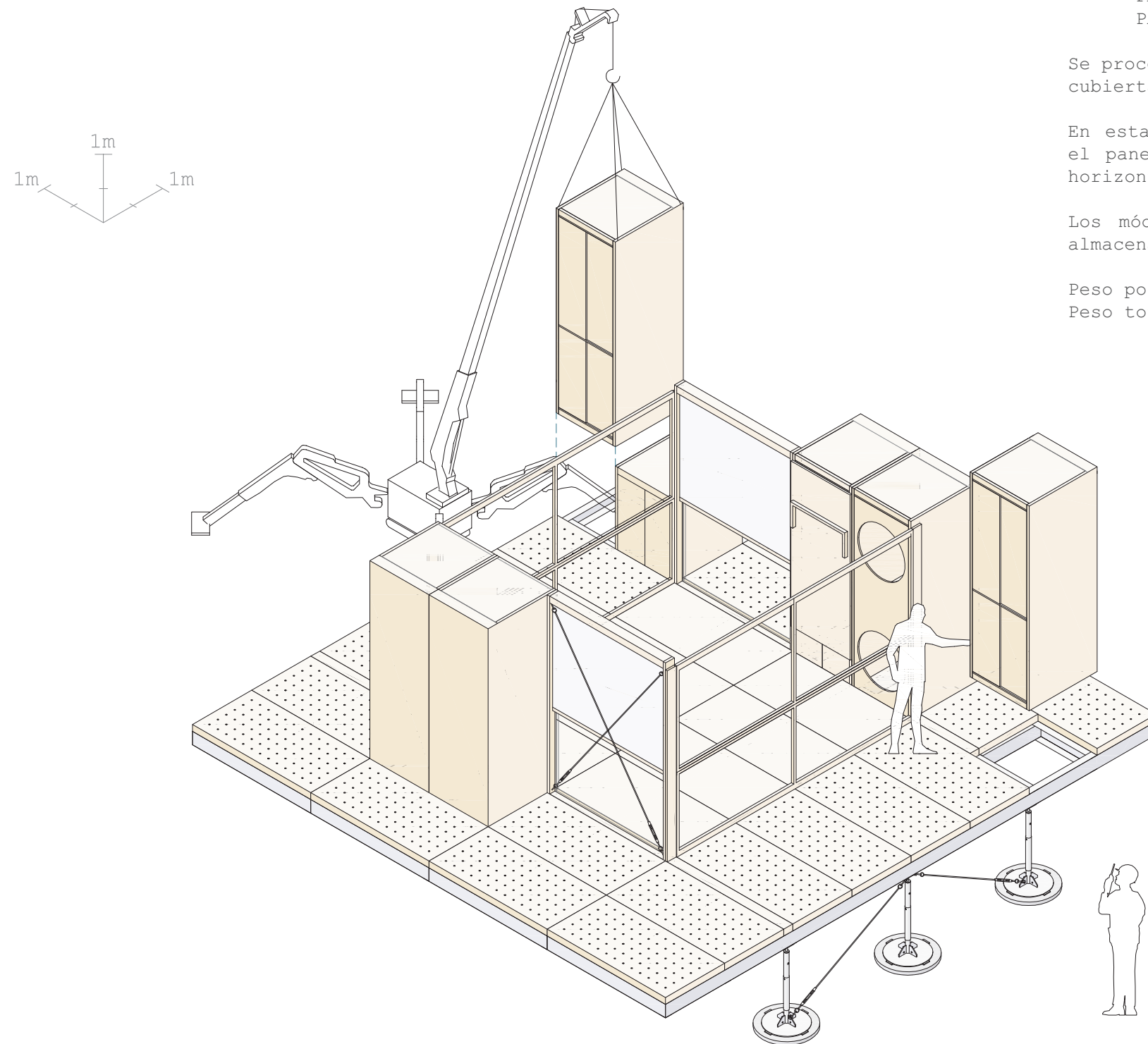
Se procederá al izado y colocación de los elementos encargados de soportar la cubierta, además de conformar el cerramiento del espacio interior.

En esta fase se realizarán dos tipos de uniones, en primer lugar se unirá el panel o módulo al bastidor, y posteriormente se realizarán las uniones horizontales entre los paneles o módulos de servicio.

Los módulos de servicio incluirán las instalaciones necesarias además de almacenamiento, mesas, zonas de juego y zonas húmedas.

Peso por módulo 1332kg

Peso total 5330kg



# 5

## BASTIDOR SUPERIOR

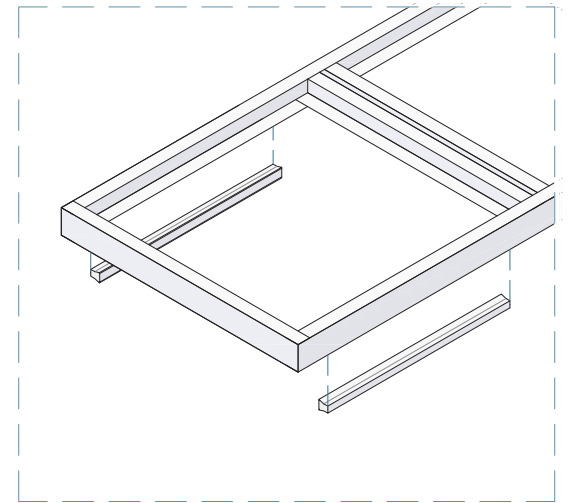
Componentes que intervienen:  
PAQUETE 2\_Bastidor

Se izarán y apoyarán los bastidores superiores sobre los paneles de cerramiento y los módulos de servicio. Posteriormente a su colocación el operario realizará las uniones atornilladas.

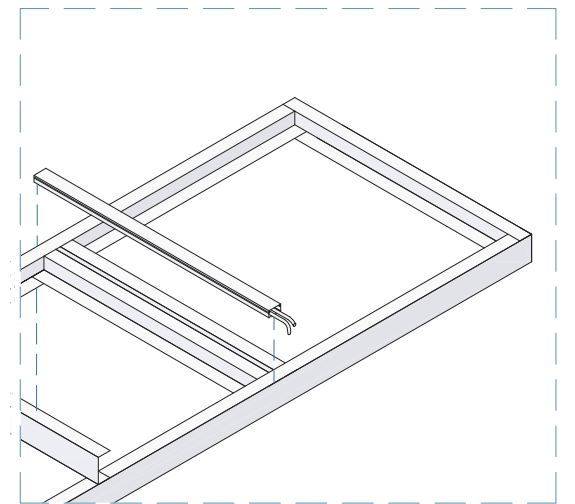
Debido al peso del componente, se necesitará el apoyo de una mini grúa para su izado y colocación.

Peso por módulo 1682kg  
Peso total 6730kg

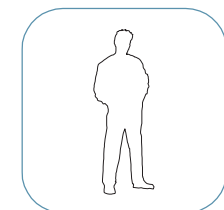
Luminarias para el exterior incluidas en el bastidor superior



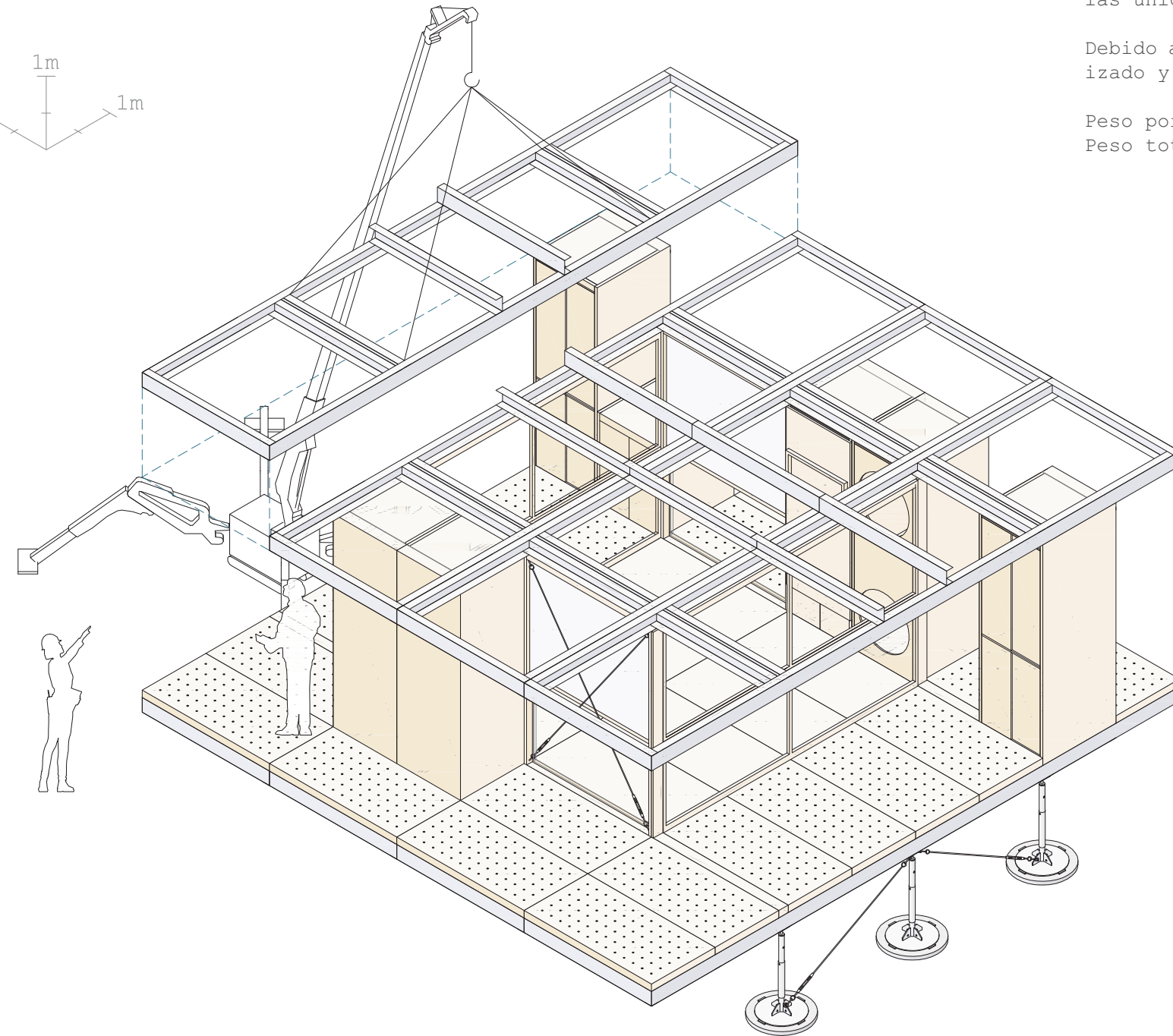
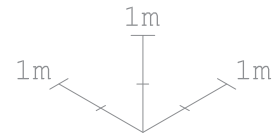
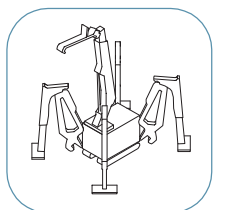
Instalación eléctrica sobre el bastidor canaleta de PVC



x2



x1



# 6

## TECHO

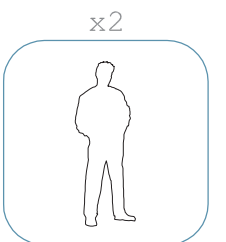
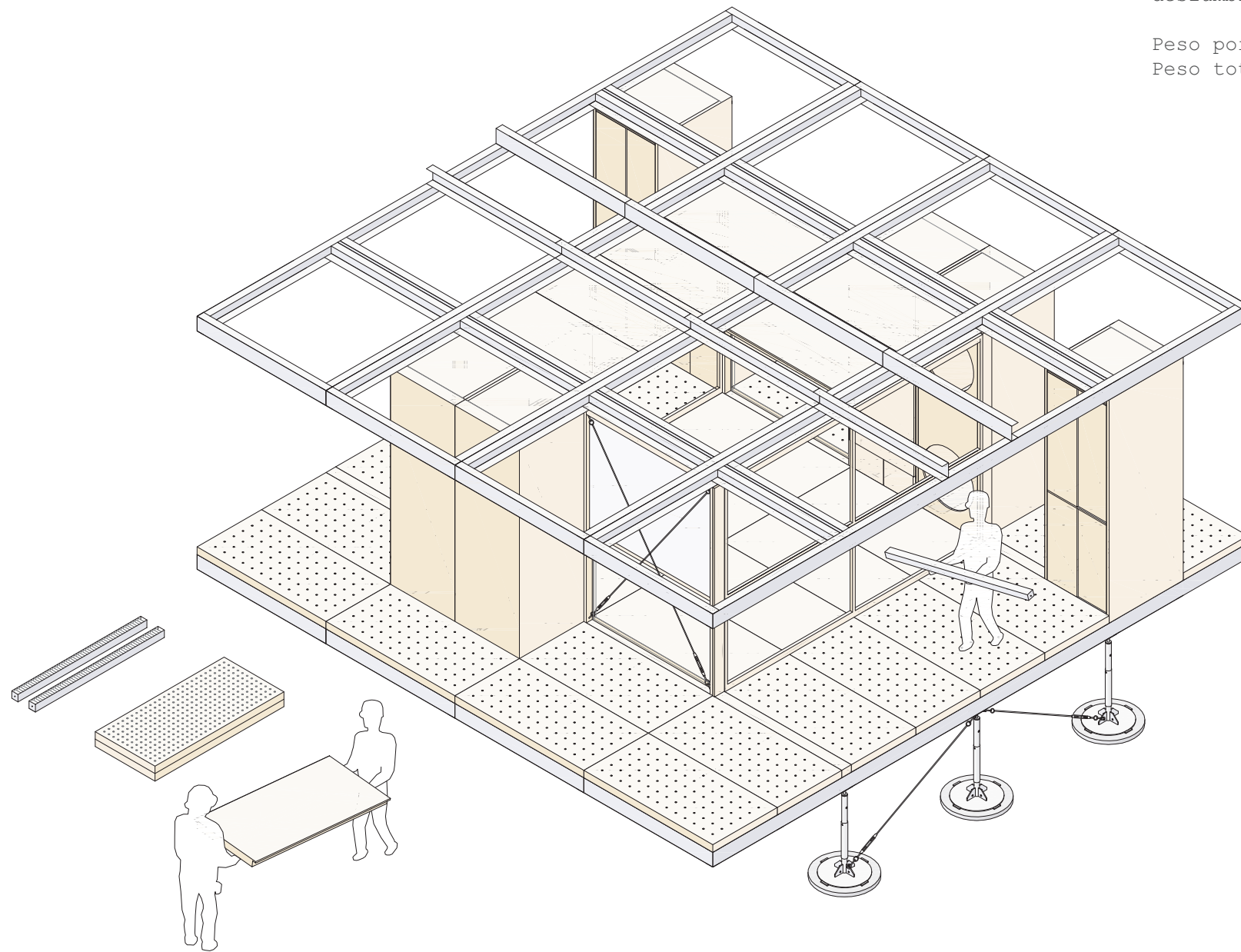
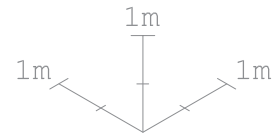
Componentes que intervienen:  
PAQUETE 7\_Techo

De la misma forma que se montaron los paneles de pavimento se colocará el techo, formado también por paneles que incluyen el aislamiento necesario.

Se incluyen piezas translucidas para lucernarios protegidos de la radiación solar directa mediante lamas horizontales.

Entre dos componentes de techo adyacentes existe el espacio necesario para la colocación de un cajeadó registrable con una luminaria y sistema anti-deslumbramiento.

Peso por módulo 1802kg  
Peso total 7210kg



# 7

## LA CUBIERTA DE COBRE

Componentes que intervienen:

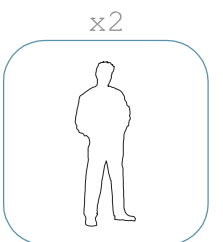
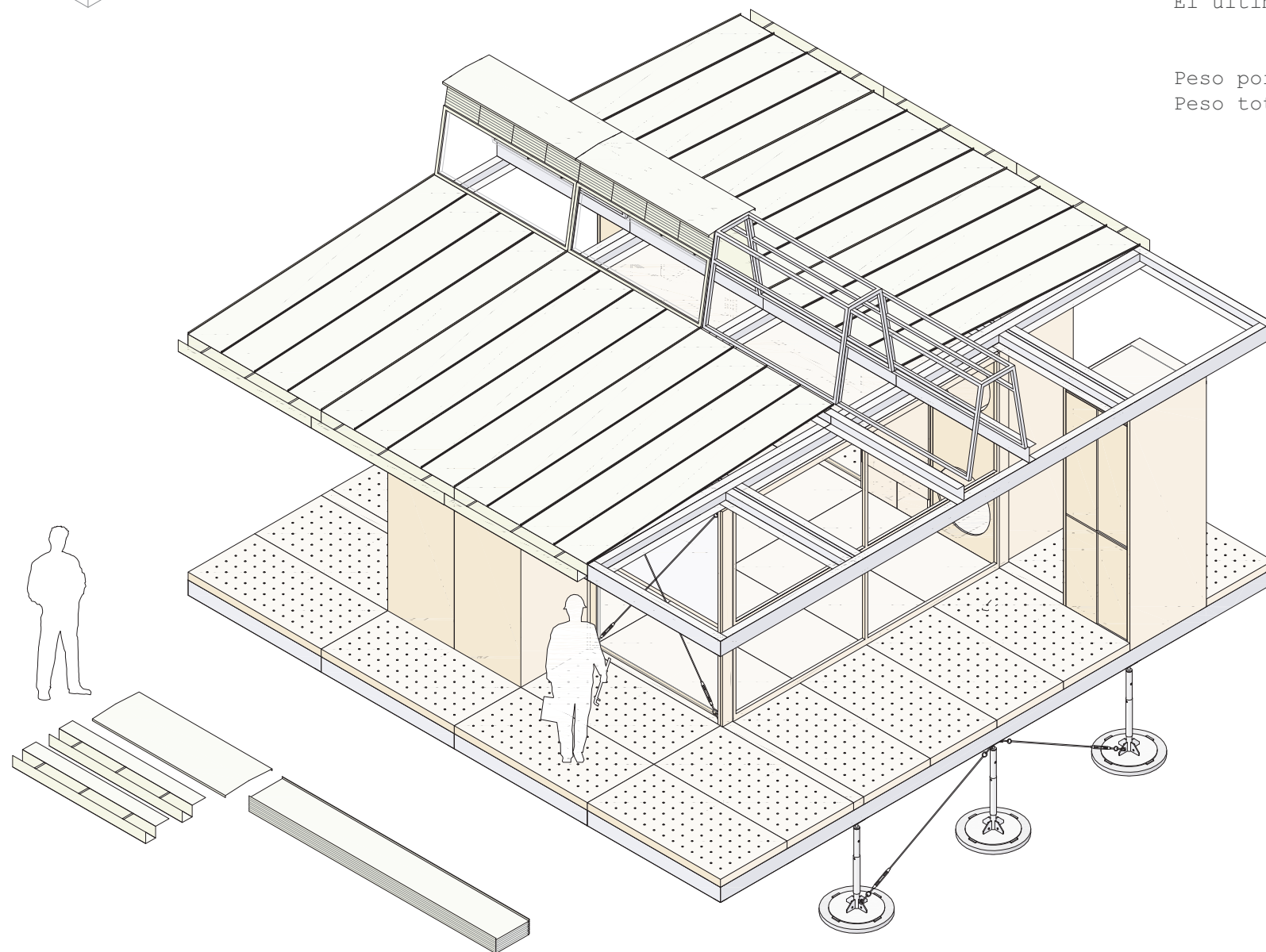
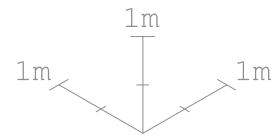
PAQUETE 3\_Cubierta

El primer paso a la hora de montar la cubierta será colocar los canalones de evacuación de agua y la pieza de cumbrera, que variará según la existencia o no de chimenea solar y permitirá la ventilación.

El desnivel generado por el bastidor superior (8%) permitirá la colocación de las chapas de cobre de la cubierta. La unión entre las chapas se realizará mediante junta alzada.

El último paso consistirá en la colocación de los remates laterales.

Peso por módulo 2000kg  
Peso total 8003kg



# 8

## ELEMENTOS AUXILIARES

Componentes que intervienen:

PAQUETE 5\_Barandilla

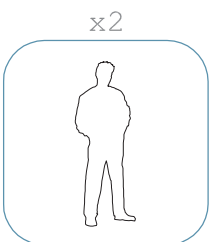
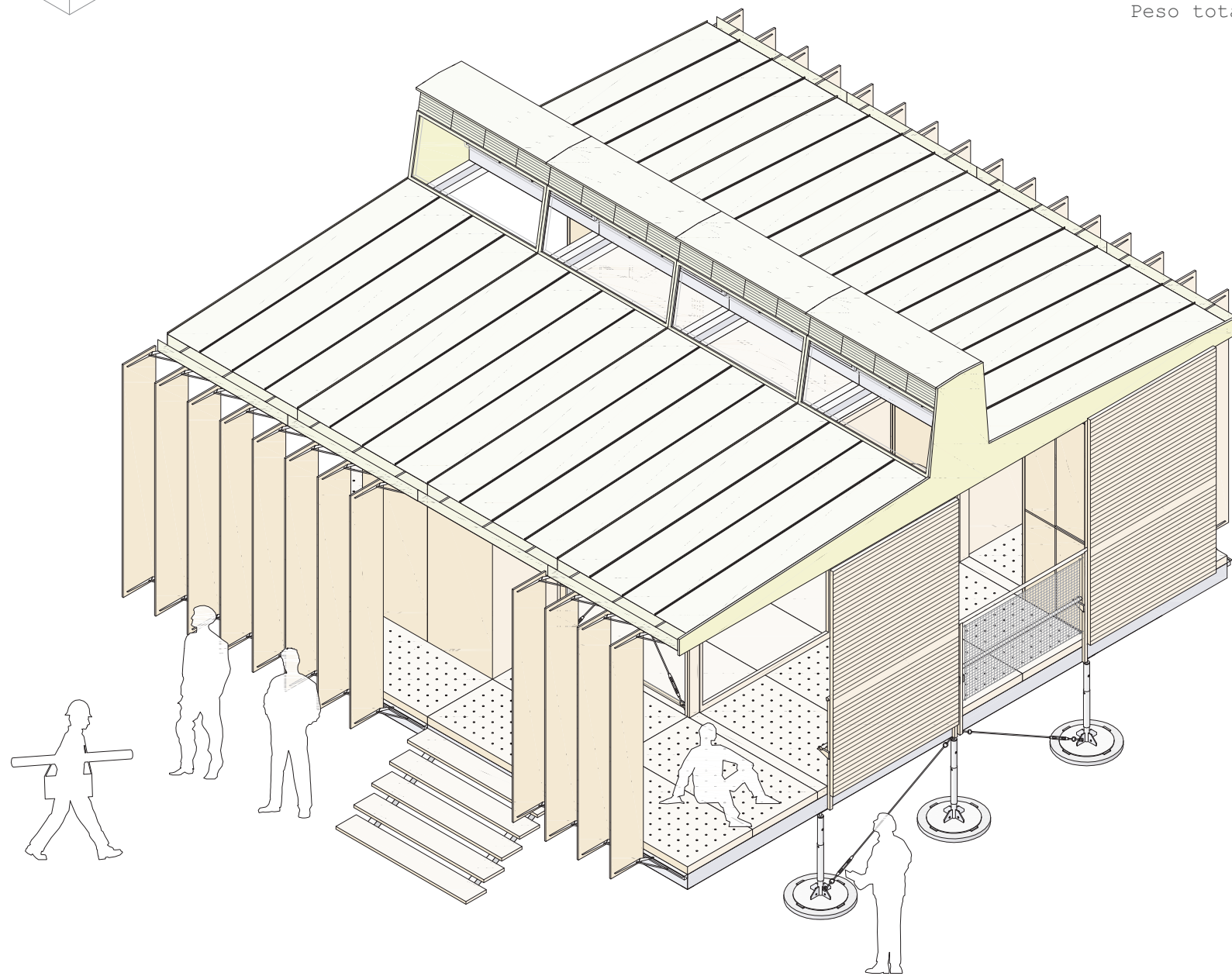
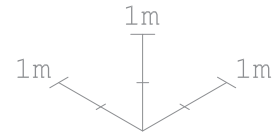
PAQUETE 8\_Protección solar

El último paso consistirá en el montaje de los elementos auxiliares; protecciones solares, barandillas, escaleras o rampas de acceso y otros elementos necesarios según el uso o lugar en el que nos encontremos.

Todos estos elementos se atornillarán a los bastidores de acero.

Peso por módulo 2128kg

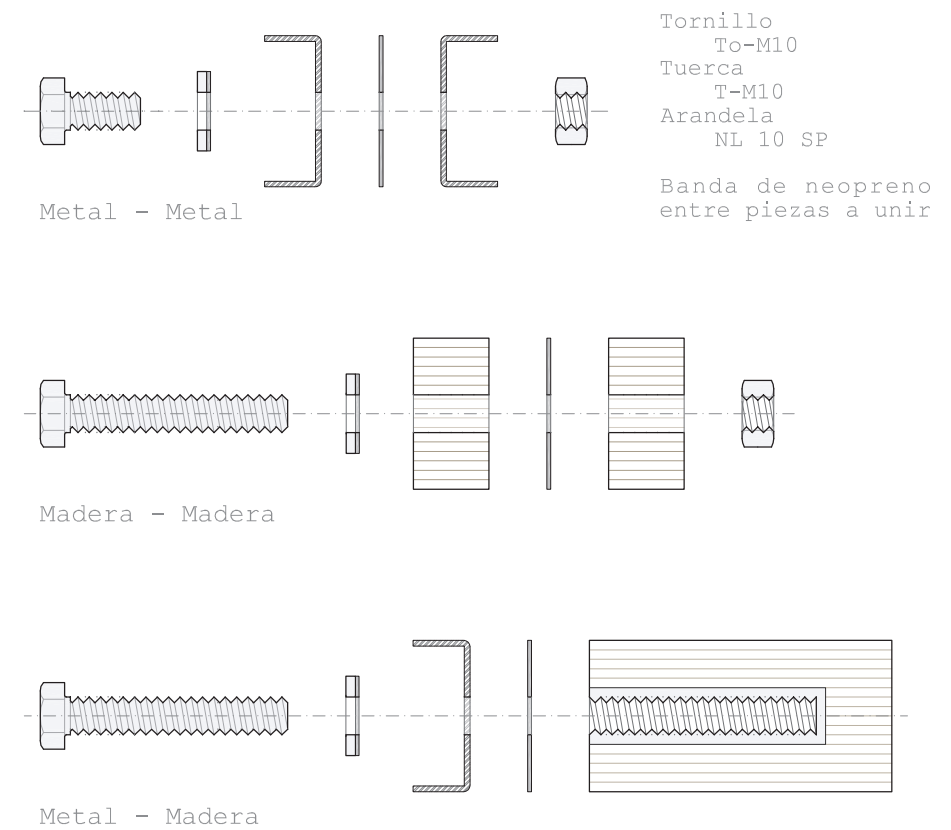
Peso total 8515kg



## Uniones

Para la fabricación de componentes en taller se proponen uniones permanentes, realizadas por medio de soldadura en caso del metal y uniones encoladas o atornilladas para la madera. Cada componente forma una pieza indivisible del "kit" y por lo tanto nunca necesitará desmontarse, son los elementos básicos para la construcción del sistema. No sucede lo mismo a la hora de unir dos componentes entre sí. Las uniones para ensamblar los componentes se realizarán en el lugar de destino y deberán ser rápidas y efectivas. Estas uniones se resolverán mecánicamente, permitiendo el fácil montaje por parte de los operarios y disminuyendo al máximo los tiempos de ejecución. De la misma forma, el sistema ha de poder desmontarse con facilidad para su posterior transporte a una nueva localización o para permitir el reciclaje de los materiales una vez ha acabado su vida útil.

En el sistema se darán tres tipos de situaciones a la hora de ensamblar los componentes, según los materiales a unir. La primera se trata de la unión entre dos componentes metálicos, la segunda entre dos de madera, y por último, la unión de una pieza metálica con una de madera.



ESC. 1:2

## 4.5

### VARIACIONES

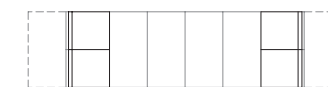
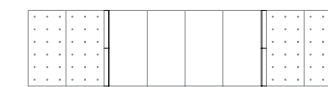
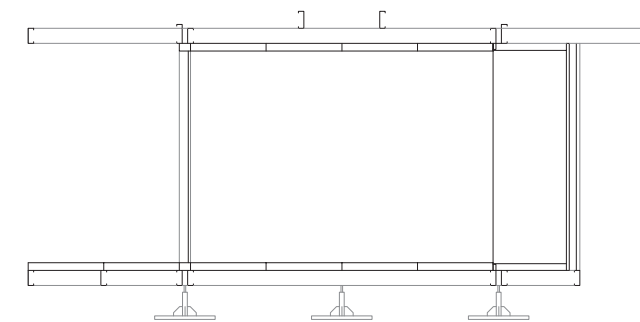
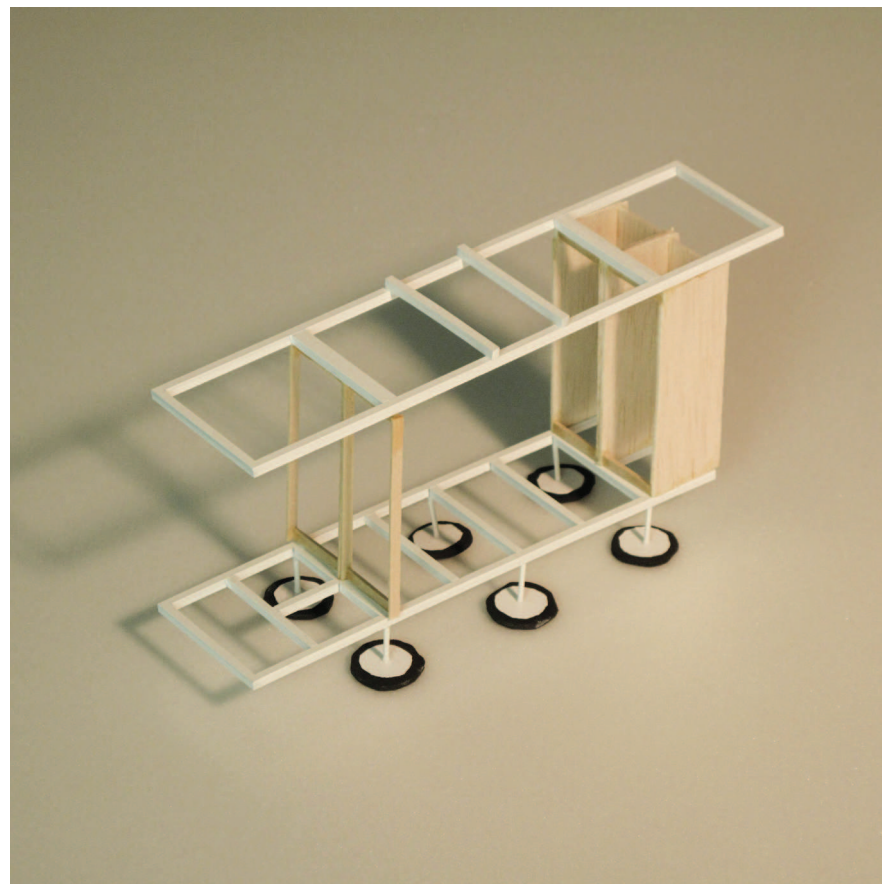
Todo mencionado anteriormente sobre el sistema no tendría sentido si no existiesen unas leyes que fijasen qué se puede hacer y qué no se puede hacer con este "kit" de piezas. Se deben establecer, por tanto, unas reglas del juego. Se proponen unas variantes que permiten entender el módulo base del proyecto y sus formas de agrupación, si bien será en última instancia la elección de los componentes la que personalizará cada espacio. Todo un abanico de posibilidades para adaptarse de forma óptima a cada espacio, lugar y orientación.

### El módulo básico

Se compone por un espacio central habitable de 4 x 2 metros y dos bandas limítrofes de 1 o 2 metros que complementan al espacio diáfano. Estas bandas pueden albergar módulos de servicio o simplemente paneles de cerramiento de diferentes tipos. La disposición de estos elementos verticales es libre, dotando de las características adecuadas a cada espacio. A su vez, estos componentes tienen capacidad portante siendo los elementos estructurales que soportan la cubierta.

Los bastidores forman las plataformas horizontales y permiten transmitir las cargas a los apoyos. El ancho del bastidor es de 2 metros y la longitud puede variar entre 6, 7 u 8 metros.

El módulo base y sus variantes se completan con componentes auxiliares como diferentes tipos de pavimentos, techos, cubiertas, barandillas, protecciones solares, escaleras e instalaciones, formando así el módulo adecuado a cada lugar y función.

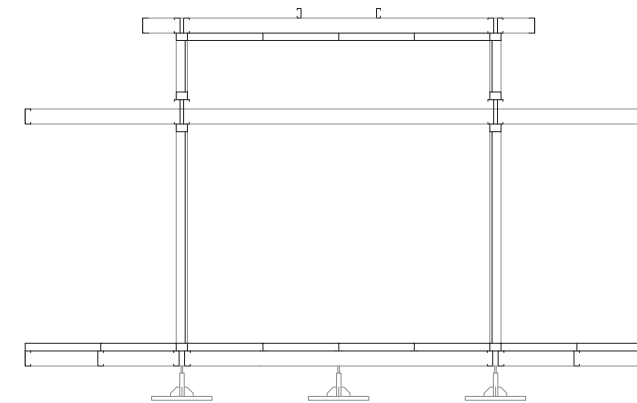
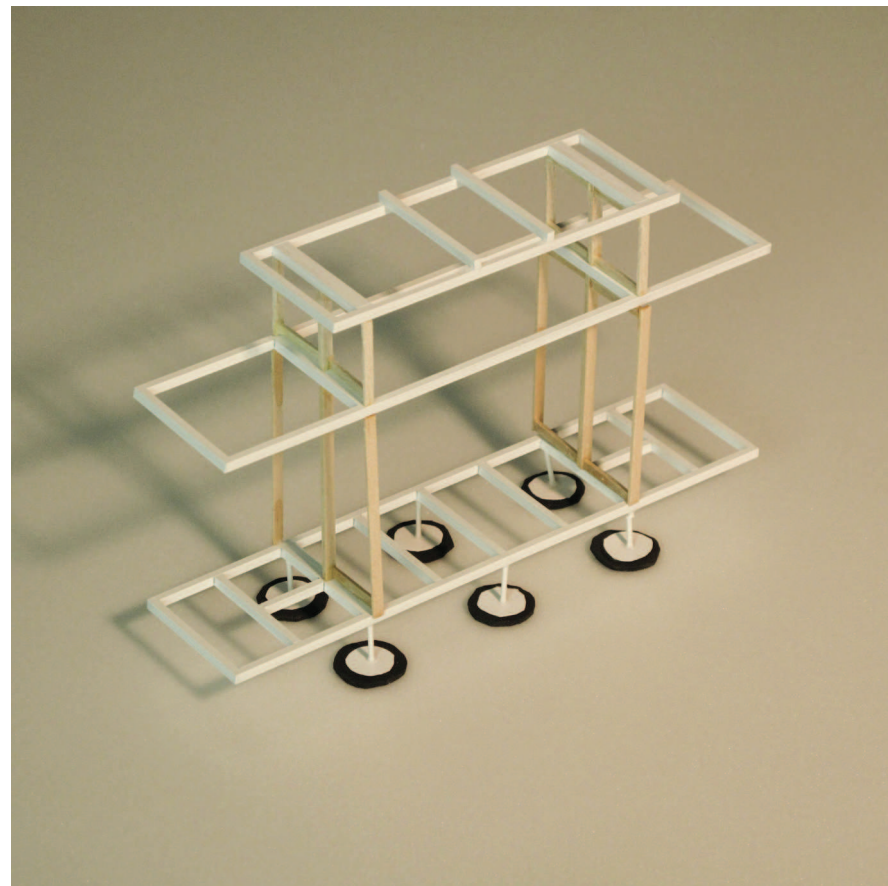




### Una mayor altura libre

Asimismo se genera una variante con un extra de altura para espacios que así lo requieran, por su importancia, por su carácter mas público o por su mayor longitud.

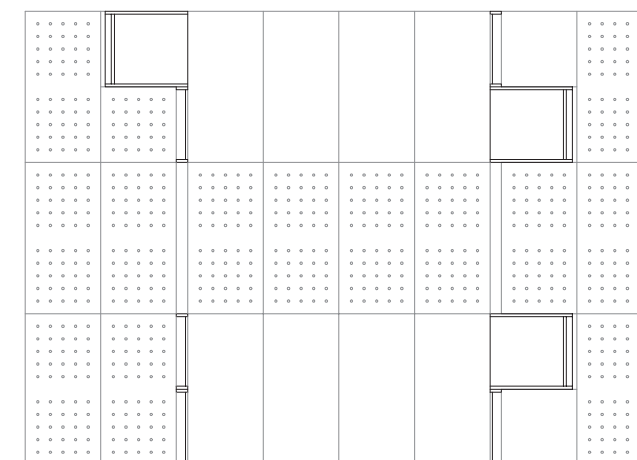
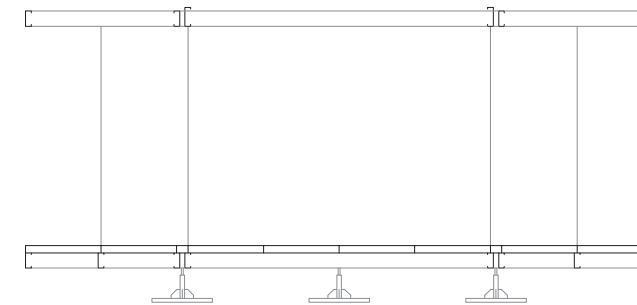
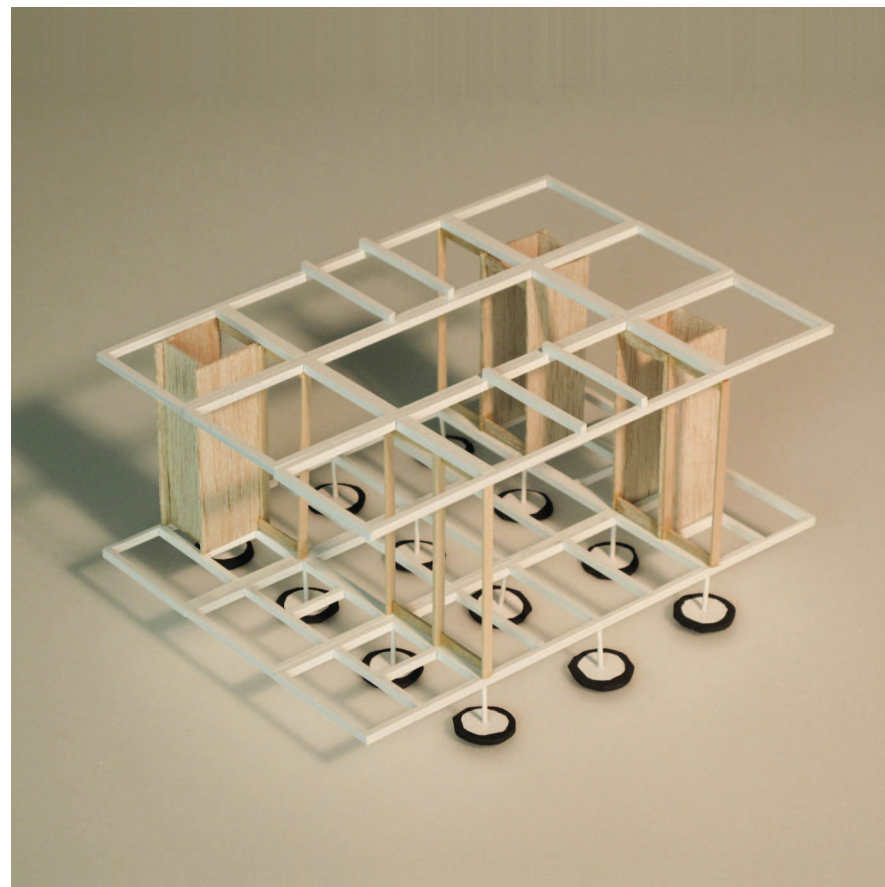
La altura libre se ve incrementada de 2,8 a 4 metros.



### El módulo exterior

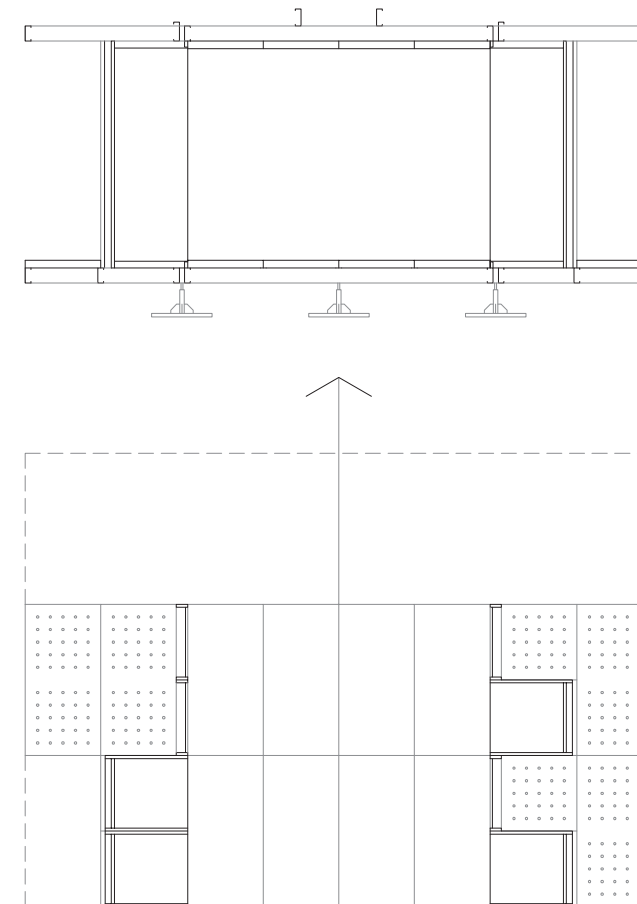
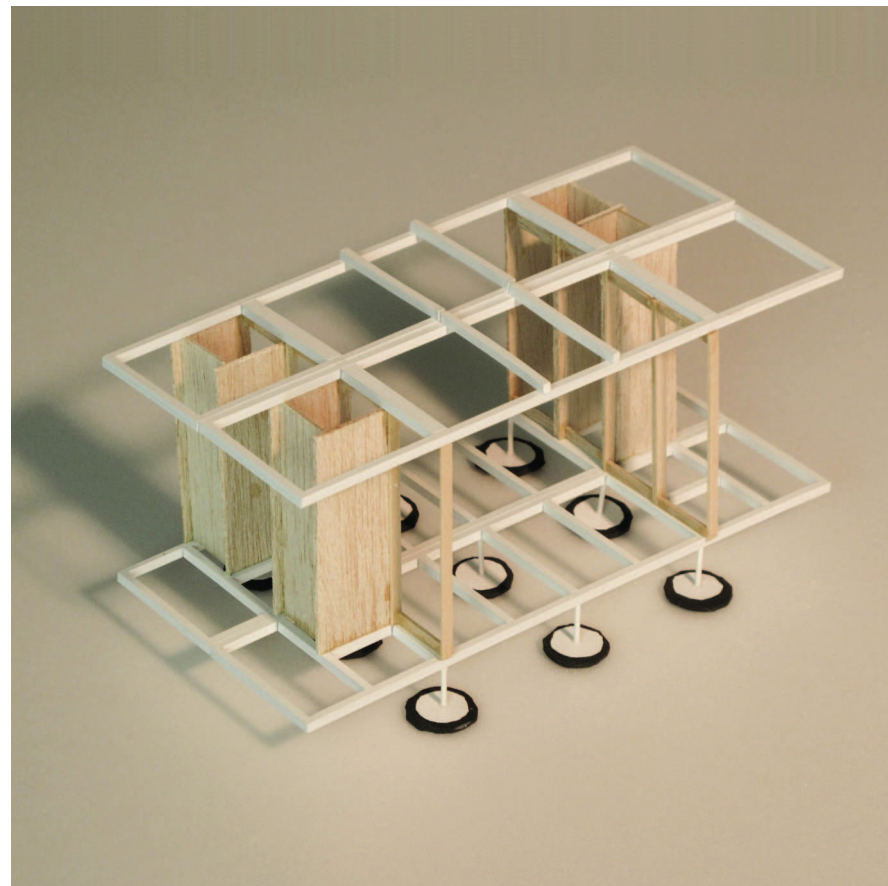
Existe la posibilidad de generar un módulo libre de elementos verticales. Esto se consigue soportando la cubierta de este espacio mediante la colaboración de los módulos adyacentes, y se trataría por lo tanto de un espacio exterior. Se pueden generar espacios exteriores de mayor tamaño añadiendo al menos cada 4 metros un módulo de servicio encargado de soportar y transmitir las cargas generadas por la cubierta.

Se podrán soportar un máximo de dos módulos sin apoyos (4m).



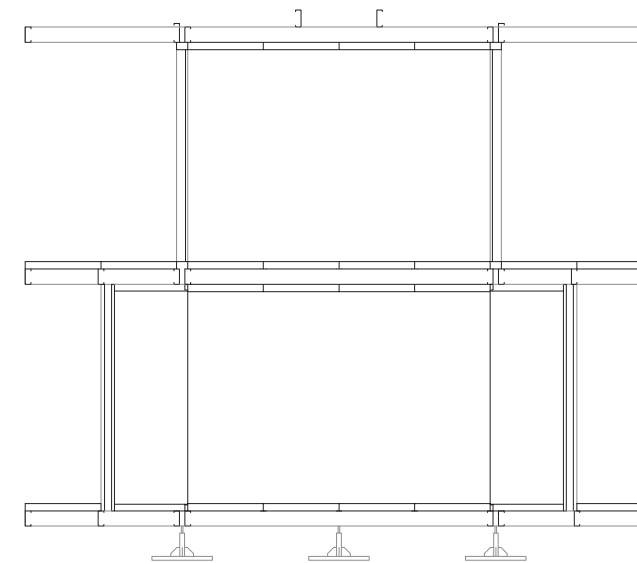
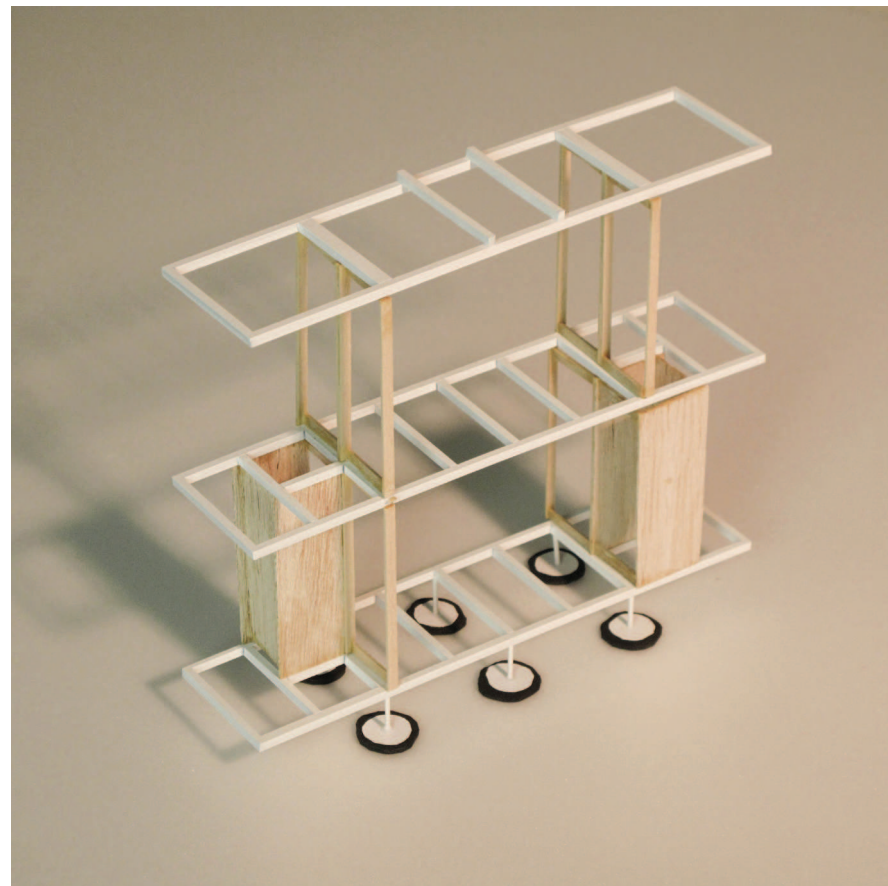
### Crecimiento horizontal

El sistema es extensible horizontalmente en ambos sentidos, pueden agruparse módulos en línea para conseguir un espacio con las dimensiones necesarias o agruparse lateralmente, formando dos espacios contiguos separados por una franja intermedia.



### Crecimiento vertical

El sistema permite, en caso necesario, el crecimiento a una segunda altura. En este caso no existe tanta libertad a la hora de componer la planta inferior debido a las cargas transmitidas por la planta superior, siendo necesario en planta baja al menos dos módulos de servicio cada dos metros de ancho, es decir, dos módulos de servicio en cada bastidor.



Se plantean una serie de preguntas para comprobar las posibilidades que ofrece el sistema frente a casos concretos. La adaptabilidad del sistema a cada caso dependerá de la elección o disposición de los componentes.

¿Como se adapta el sistema a...

...la jerarquía de los espacios?

El sistema permite la colocación de varios tipos de cubierta, dando la posibilidad de aumentar la altura libre del espacio central.

...la orientación norte-sur?

En el caso de situarnos en una orientación norte-sur, trataremos de captar el máximo soleamiento en invierno y protegernos de la radiación directa en verano.

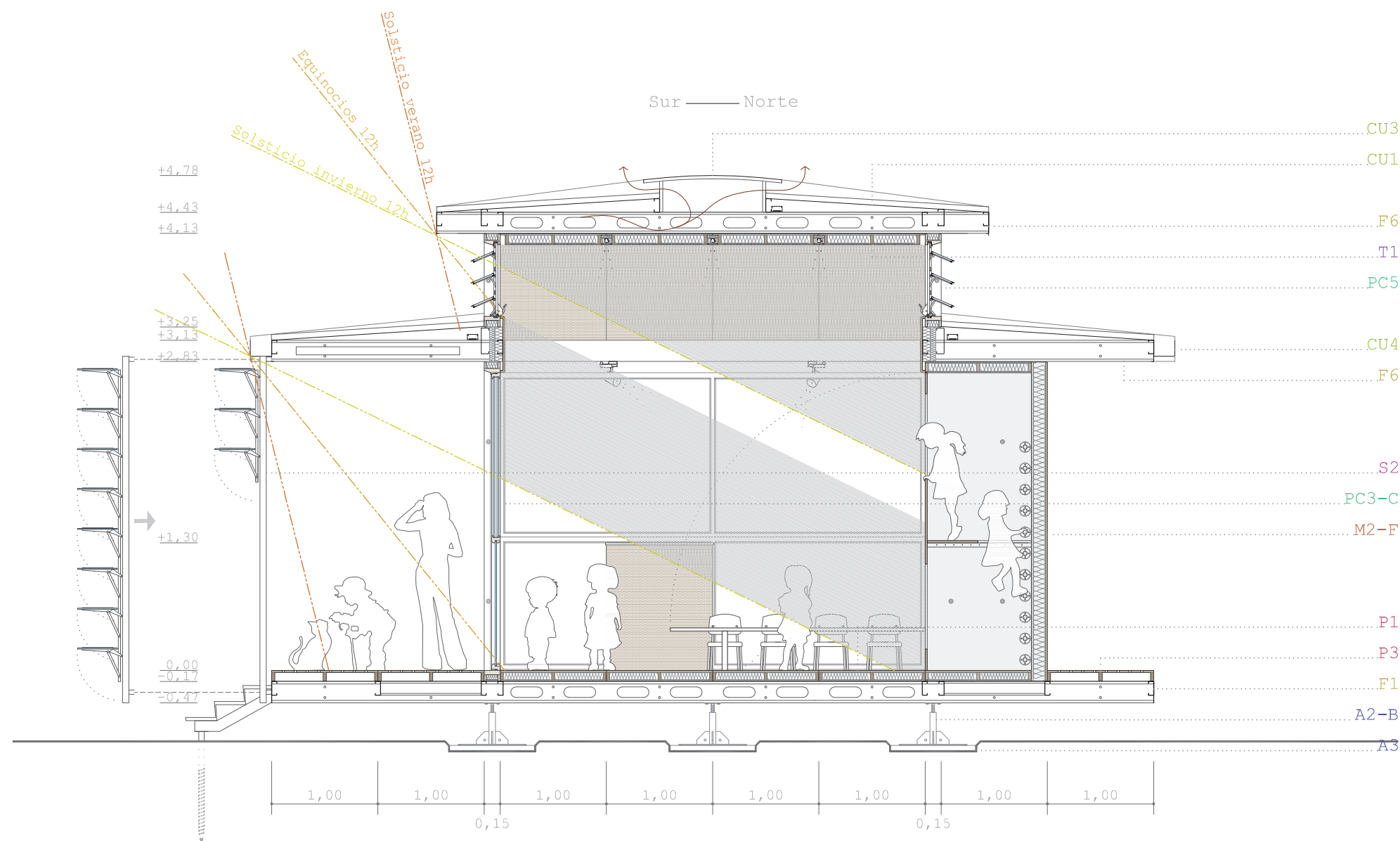
Para una mayor protección solar, se puede generar sombra mediante lamas horizontales.

Como recomendación se propone colocar todos o la mayoría de los módulos de servicio a orientación norte, actuando estos como barrera térmica para reducir las pérdidas en invierno.

...un suelo con alta capacidad de carga?

La ligereza del sistema constructivo propuesto permite transmitir las cargas directamente al terreno de forma superficial, por medio de apoyos regulables en altura con una placa de reparto de plástico reciclado.

Su diseño facilita el montaje y disminuye el impacto en el entorno.



¿Como se adapta el sistema a...

...la ventilación?

Se da la opción de colocar una cubierta con chimenea solar, se trata de un sistema pasivo para generar una ventilación constante de los espacios interiores utilizando el efecto de la convección del aire.

Este sistema no será necesarios en lugares fuertemente expuestos al viento o a la brisa marina.

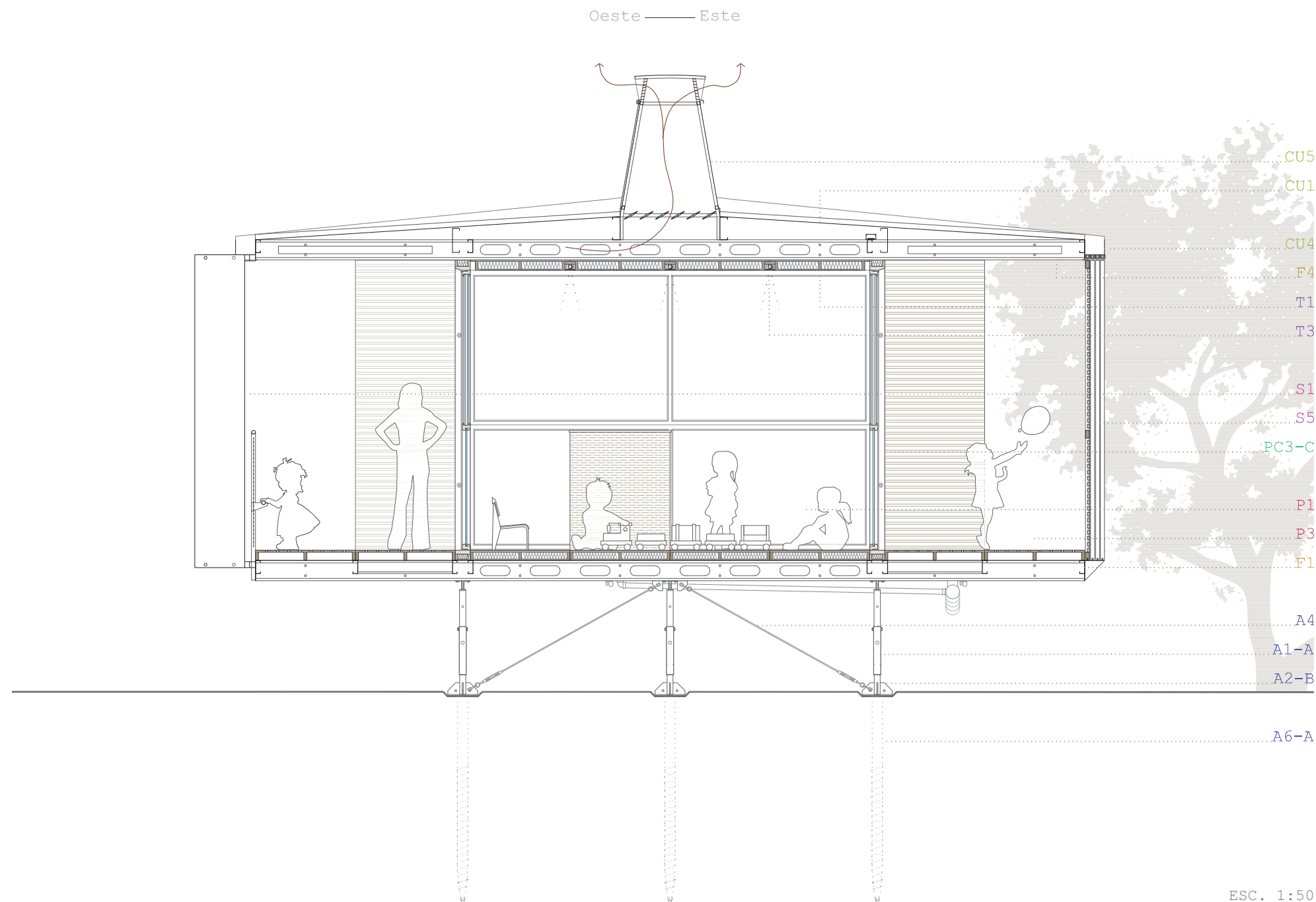
...la orientación este-oeste?

Se deberá colocar una segunda capa o piel al espacio exterior, que consiste en lamas verticales o paneles correderos. Se elegirá un sistema u otro según las visuales y las relaciones con el exterior requeridas en cada espacio.

Si bien estas protecciones no serán siempre necesarias, pues se recomienda utilizar el propio entorno como sistema de protección, emplazando el edificio junto a masas vegetales siempre que sea posible.

...un suelo con baja capacidad portante?

Cuando el lugar no permita la ejecución de una cimentación superficial, se recurrirá a la hincada de tornillos de tierra, estos tornillos no necesitan de una gran maquinaria y pueden ser reutilizados.



¿Como se adapta el sistema a...

...las instalaciones?

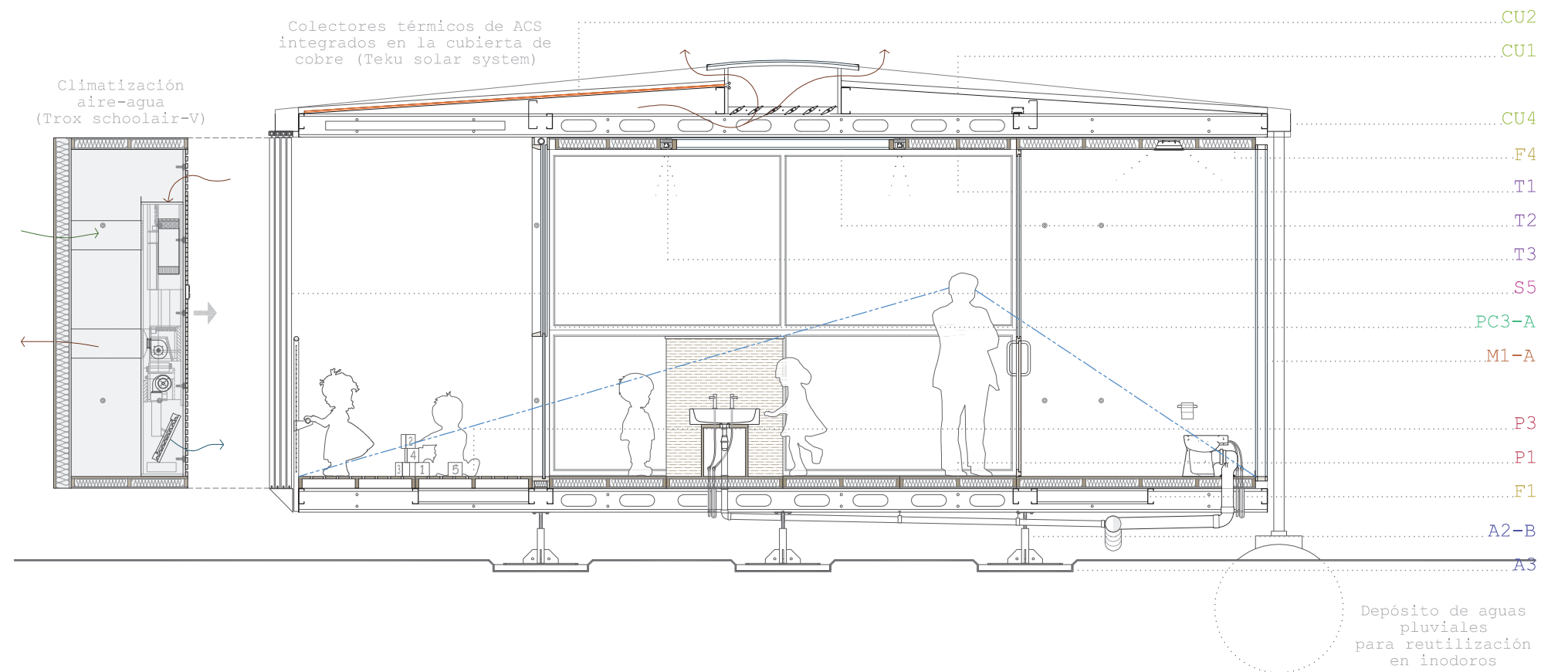
Como sucede con el resto de la construcción, se propone una sistematización de las instalaciones, integrandose de forma coherente en el proyecto.

Se opta por sistemas descentralizados para permitir que las piezas se monten y se modifiquen con facilidad, colocando conductos solo donde es estrictamente necesario y procurando fácil acceso para mantenimiento.

...las visuales?

Los componentes verticales manifiestan la existencia de dos escalas en el proyecto.

Se proponen tres grados de relación entre espacios por medio del material empleado; la transparencia del vidrio, la translucidez del policarbonato o la opacidad de la madera. Se colocan de modo que permitan un mayor control por parte del adulto y una mayor relación visual con el exterior por parte del niño.



ESC. 1:50

## Variaciones en los componentes

Los propios componentes del sistema ofrecen diferentes variantes que personalizan el espacio o las relaciones con el exterior. En las siguientes paginas se proponen diferentes configuraciones para algunos de los componentes:

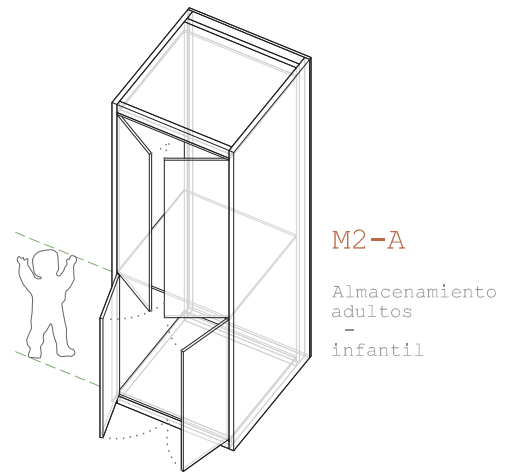
- Módulos de servicio
- Paneles de cerramiento
- Combinación de Cubierta y Bastidor

## Módulos de servicio

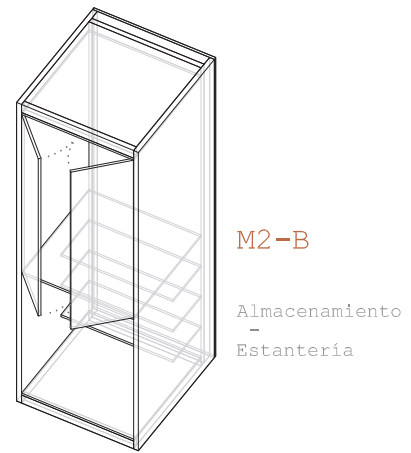
Se distinguen dos escalas, dos maneras de mirar y utilizar el aula; la del niño (hasta +1,2 m) y la nuestra, dos usos y por lo tanto, dos visuales.



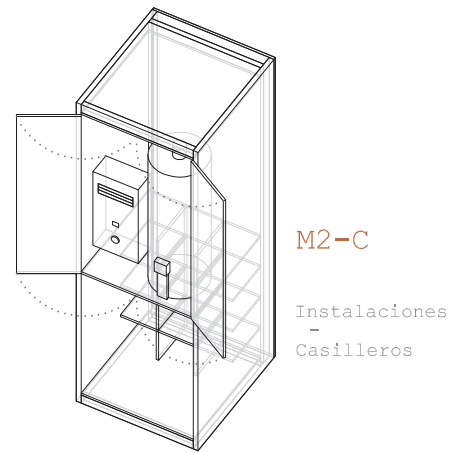




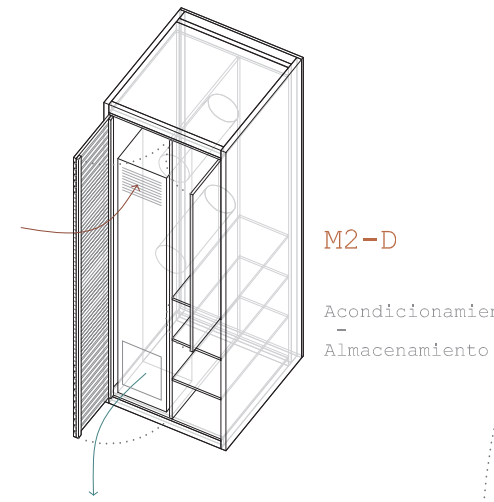
M2-A  
Almacenamiento  
-  
infantil



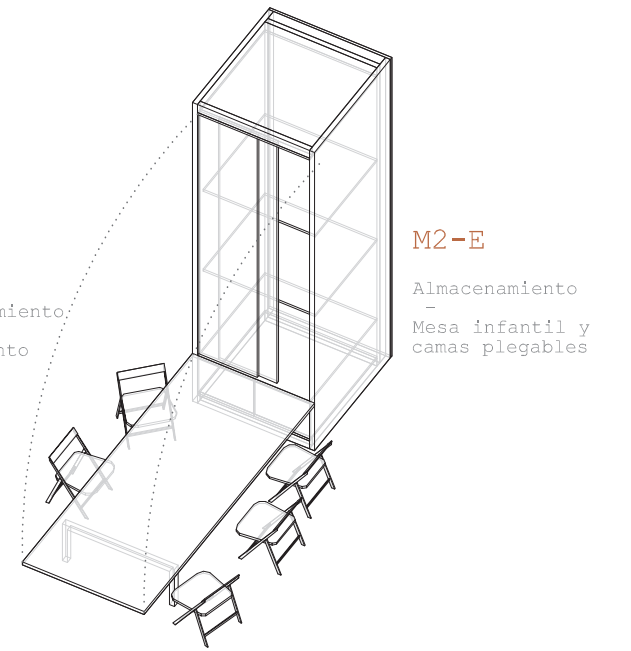
M2-B  
Almacenamiento  
-  
Estanteria



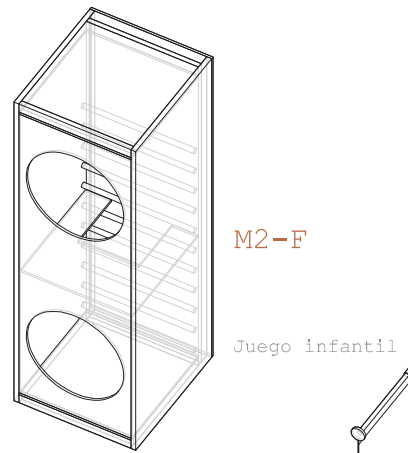
M2-C  
Instalaciones  
-  
Casilleros



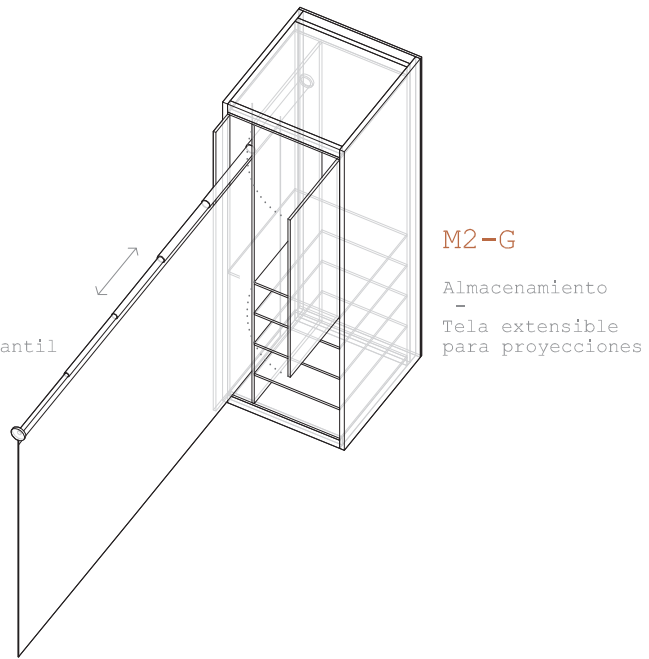
M2-D  
Acondicionamiento  
-  
Almacenamiento



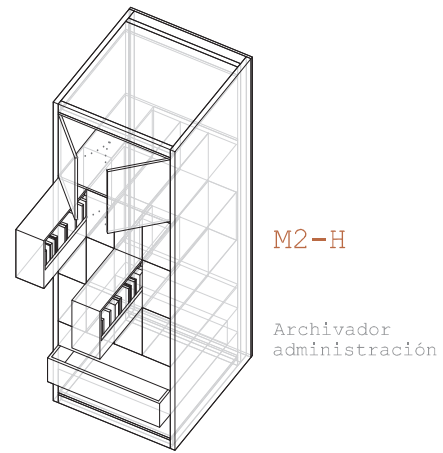
M2-E  
Almacenamiento  
-  
Mesa infantil y  
camas plegables



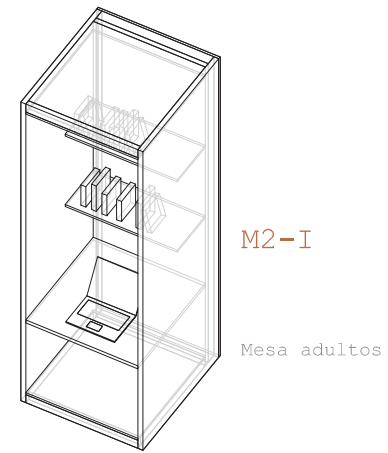
M2-F  
Juego infantil



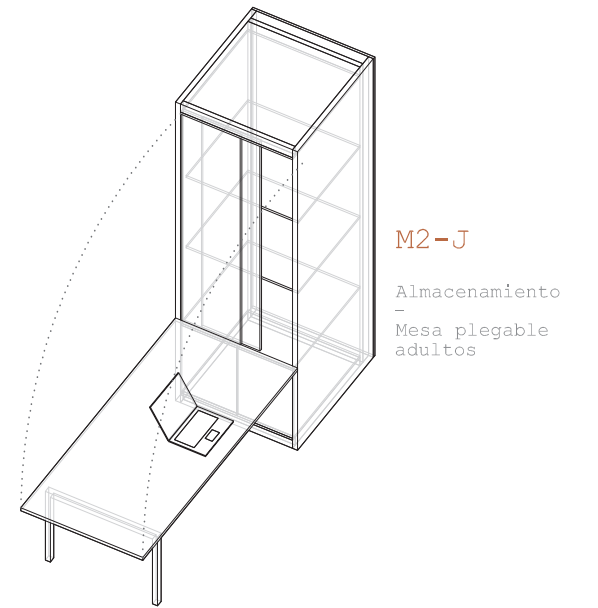
M2-G  
Almacenamiento  
-  
Tela extensible  
para proyecciones



M2-H  
Archivador  
administración



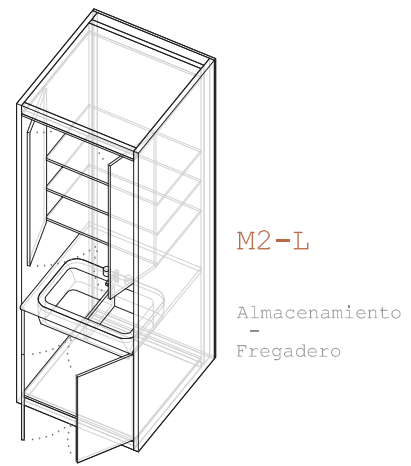
M2-I  
Mesa adultos



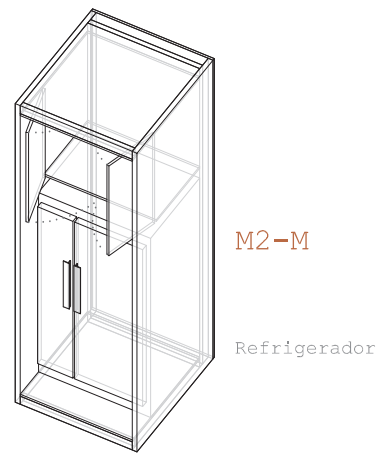
M2-J  
Almacenamiento  
-  
Mesa plegable  
adultos



M2-K  
Almacenamiento  
-  
Cocina y Horno



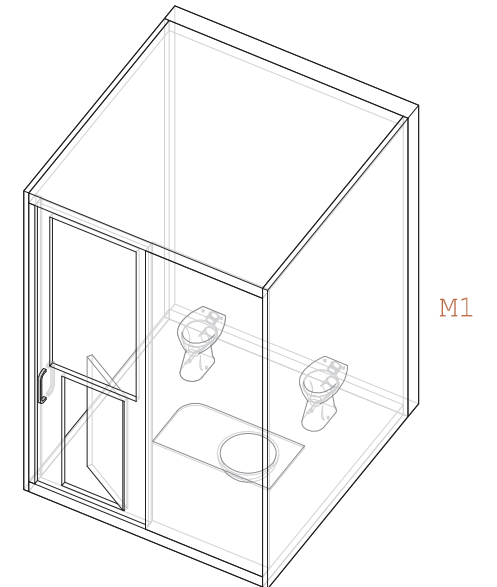
M2-L  
Almacenamiento  
-  
Fregadero



M2-M  
Refrigerador



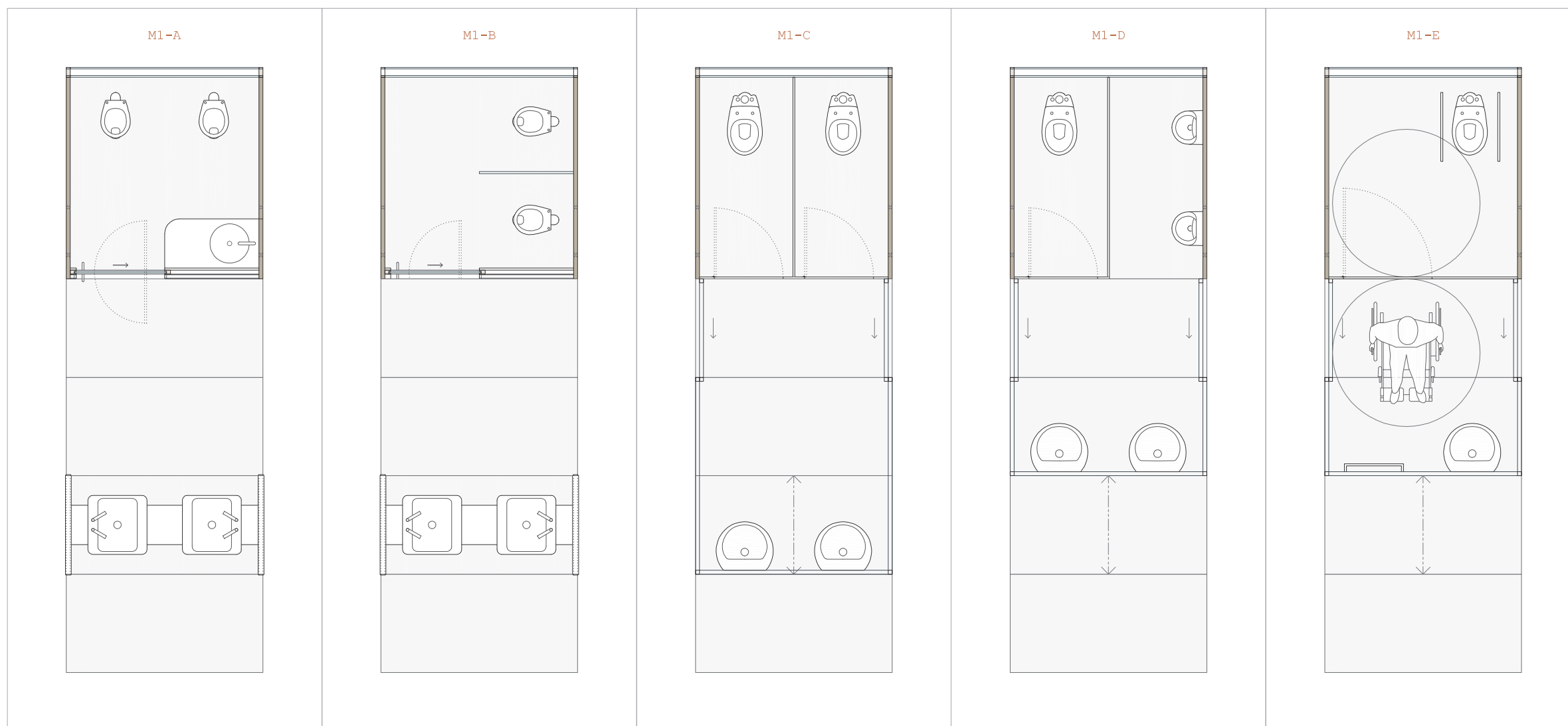
M2-N  
Bancada cocina



M1

## Espacios higienicos según su uso y grado de privacidad

El sistema permite elegir el espacio higiénico más conveniente según el tipo de espacio a servir o los usuarios que van a utilizarlo. La cabina de inodoros (M1) se construye de la misma forma que el resto de módulos de servicio, con paneles de madera microlaminada estructurales, y cerramientos opacos de panel sandwich y traslucidos de doble capa de policarbonato.



Niños 3-4 años.

-Relación directa con el aula.

-Permite un mayor control por parte del adulto, pero evita la visión del resto de niños pues el vidrio se encuentra en la parte superior de la puerta.

-Puerta infantil integrada en la puerta corredera.

-El lavabo, o en este caso, la pila, es parte fundamental del aula, pues las actividades en muchos casos requieren de agua o limpieza. Permitiendo un mayor control por parte del adulto y fomentando la educación de la higiene personal.

Niños 4-5 años.

-Relación parcial con el aula. (acceso lateral).

-Permite cierto control por parte del adulto, pero evita la visión del resto de niños pues el vidrio se encuentra en la parte superior de la puerta. El grado de privacidad es mayor respecto al modelo anterior.

-Puerta infantil integrada en la puerta corredera.

-La pila sigue siendo una pieza fundamental del aula, permitiendo un mayor control por parte del adulto y fomentando la educación de la higiene.

Adultos. Mujeres.

-Alto grado de privacidad de las cabinas (inodoros).

-El espacio queda compartimentado mediante mamparas traslucidas de policarbonato, siendo las cabinas de los inodoros el único elemento opaco para conseguir una mayor privacidad.

-Flexibilidad en los accesos (doble o único).

-Flexibilidad en el tamaño, la zona de paso puede ser de uno o dos metros.

Adultos. Hombres.

-Alto grado de privacidad de la cabina (inodoro).

-Urinarios semi-privados

-El espacio queda compartimentado mediante mamparas traslucidas de policarbonato, siendo la cabina del inodoro el único elemento opaco para conseguir una mayor privacidad.

-Flexibilidad en los accesos (doble o único).

-Flexibilidad en el tamaño, la zona de paso puede ser de uno o dos metros.

Adaptado.

-Los espacios tendrán un mayor tamaño, para facilitar el uso a todo tipo de personas se deberá circunscribir un círculo de  $\varnothing 1,5$  metros, tanto en la cabina como en el espacio de lavabo.

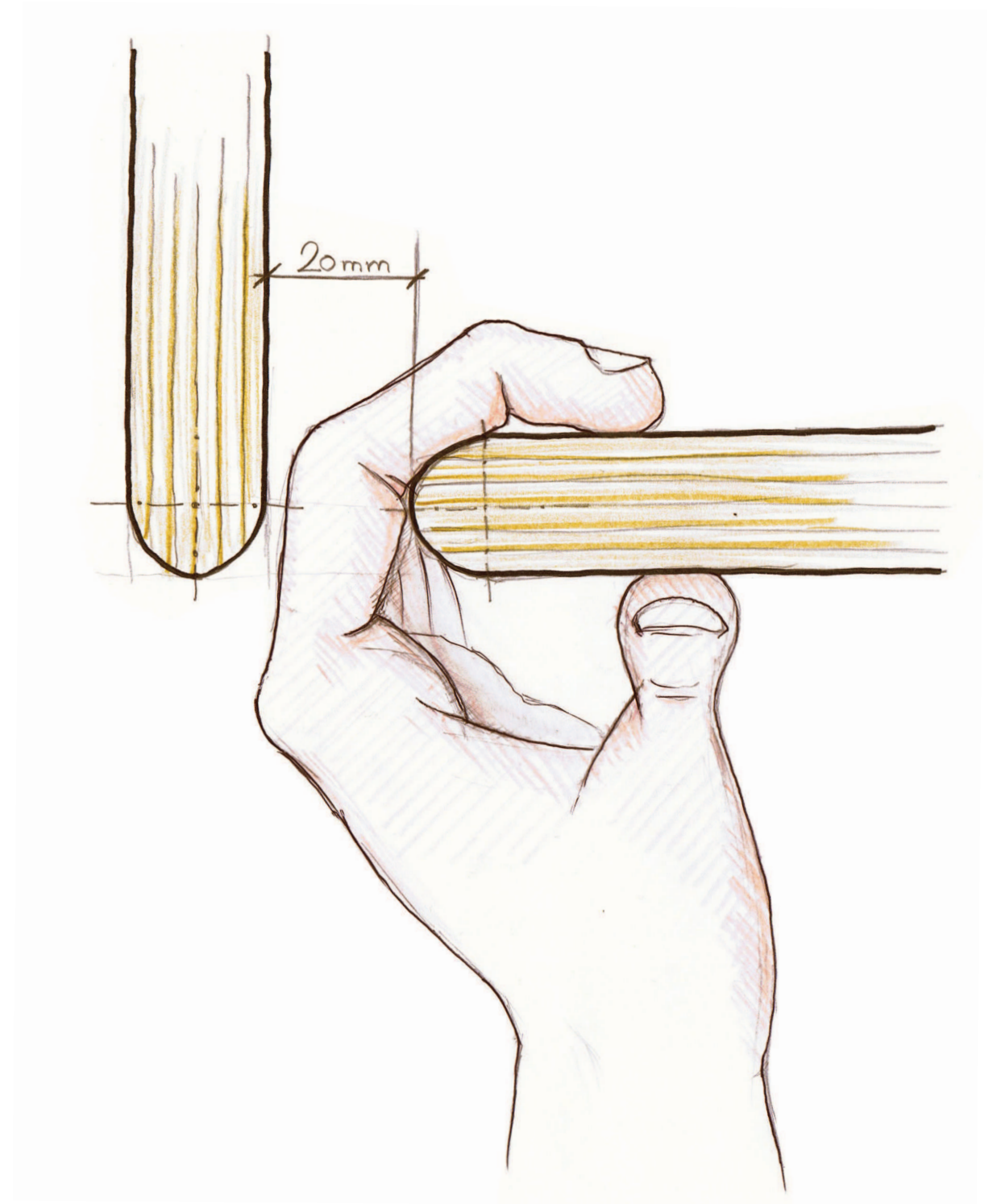
-La puerta de la cabina tendrá una mayor anchura para permitir el paso adaptado.

-Flexibilidad en los accesos (doble o único).

-Flexibilidad en el tamaño, la zona de paso puede ser de uno o dos metros.

Se debe dejar al niño aprender de sus propios errores, pero en este caso se le facilita la tarea:

Detalle de apertura de las puertas de los armarios. Evitar pillarse los dedos.

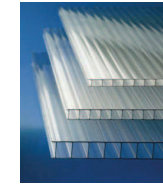


Paneles de cerramiento

Se propone una serie de variantes en el interior del panel que generan diferentes grados de relación entre el espacio interior y el exterior por medio de tres materiales, la madera, el policarbonato y el vidrio.



Opaco  
Madera

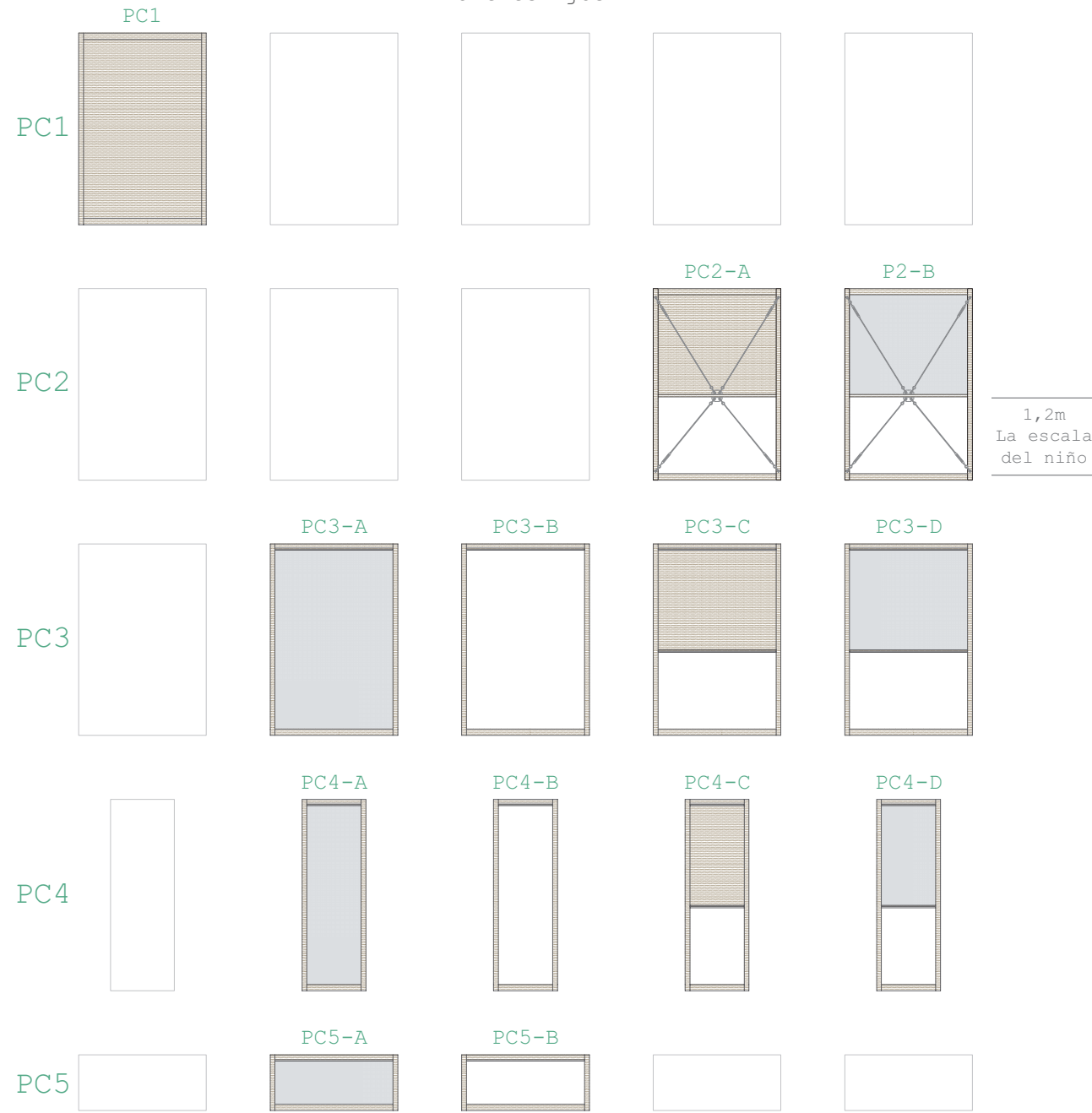


Traslucido  
Policarb.



Transparente  
Vidrio

Paneles fijos



ESC. 1:100

Paneles practicables



PC3-F

PC3-E

PC3-I

PC3-H

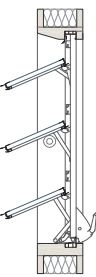
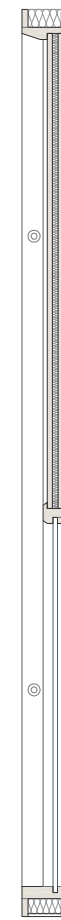
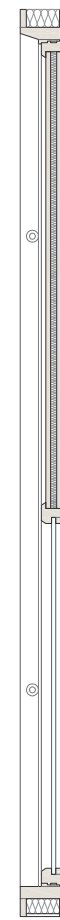
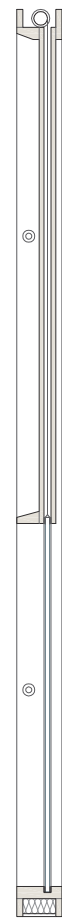
PC3-D

PC3-C

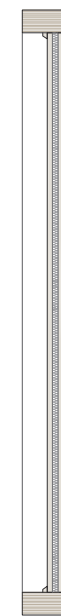
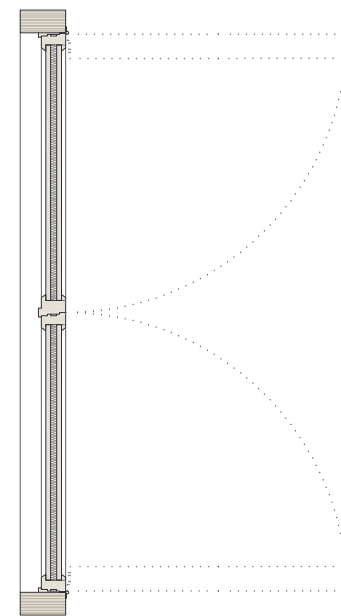
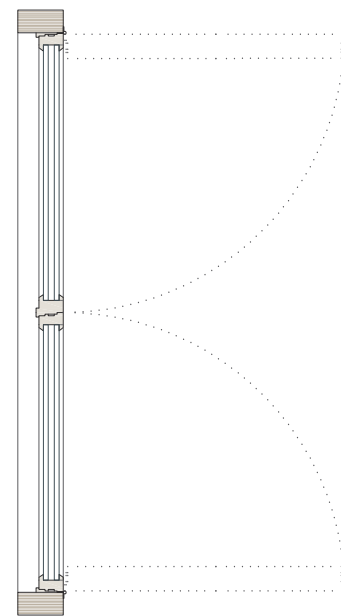
PC5-B

PC5-C

Sección



Planta



ESC. 1:25

Combinación de Cubierta y Bastidor

1\_Cubierta ventilada de cobre estándar.

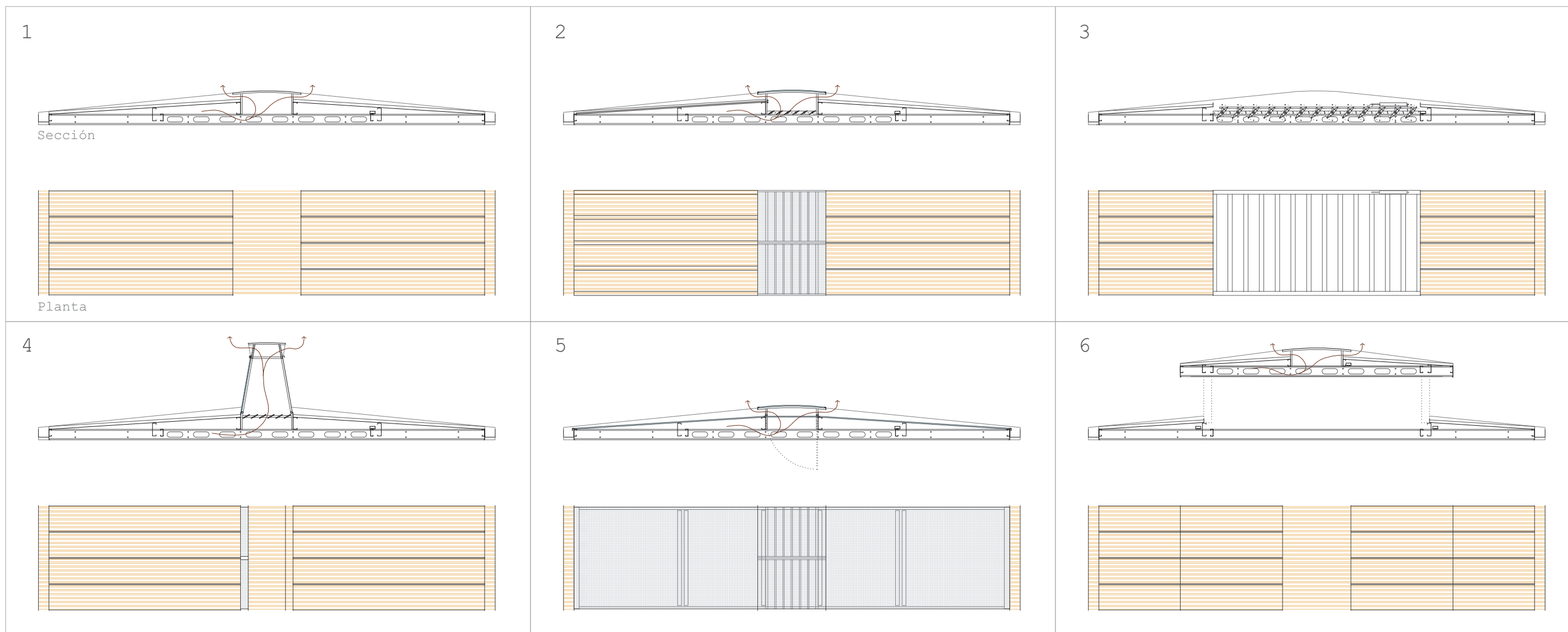
2\_Cubierta ventilada de cobre con cumbrera de policarbonato y lamas horizontales fijas como protección de la radiación solar directa.

3\_Cubierta de cobre con vacío central, protección mediante lamas móviles mecanizadas.

4\_Cubierta de cobre con chimenea solar. Se genera una ventilación constante gracias al efecto de la convección del aire por la diferencia de temperatura entre la chimenea solar y el espacio interior.

5\_Cubierta de policarbonato para invernaderos o similar. Sistema de apertura opcional.

6\_Cubierta de cobre con dos niveles para una altura extra en el espacio central.



## 4.6

### **INSTALACIONES**

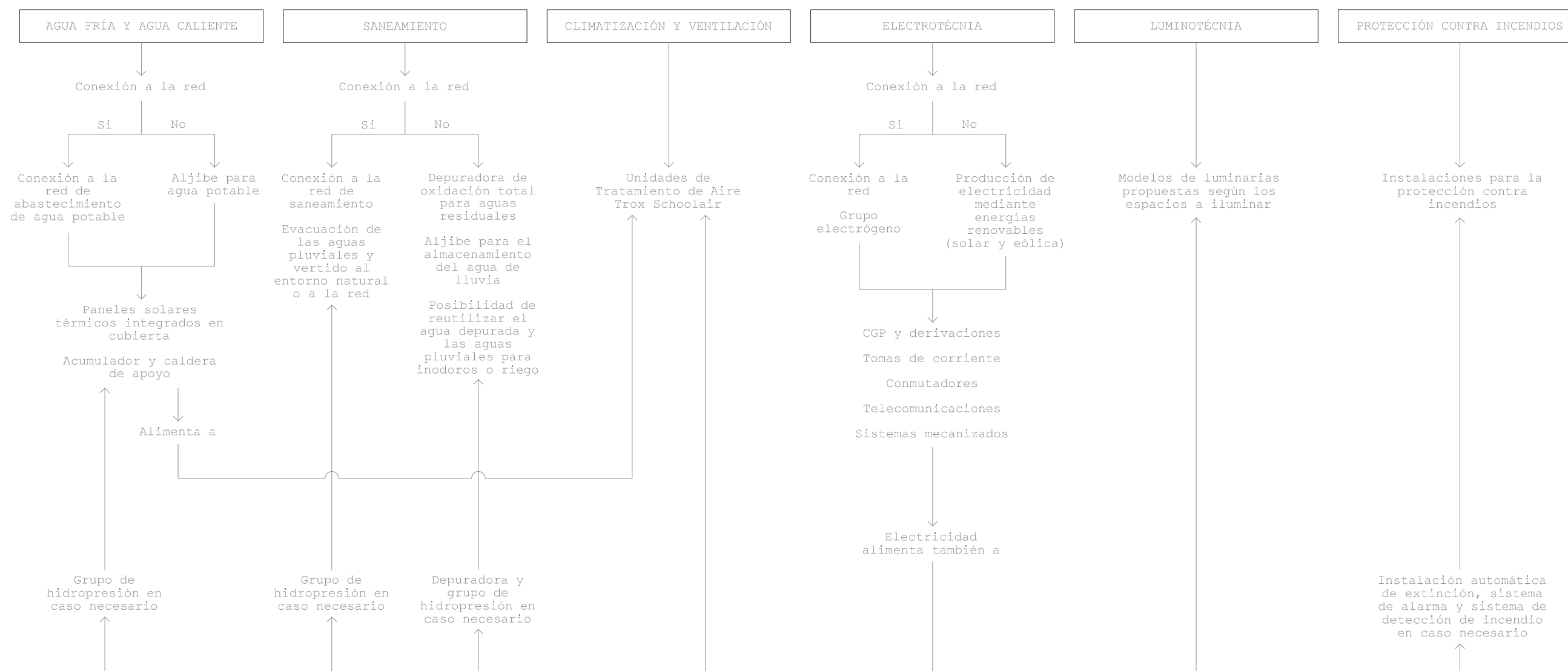
El sistema deberá ser flexible no solo en su configuración. También el funcionamiento de las instalaciones permitirá adaptarse a cada situación. Es por ello que en este apartado no se mostrarán planos que muestren la resolución de las instalaciones en espacios concretos, si no que se expondrán una serie de casos que permitirán actuar de la manera más adecuada según el lugar y el programa requeridos para cada situación concreta. Otro objetivo será el de mostrar la afección de las instalaciones al sistema y su montaje, motivo por el que se optará por aparatos descentralizados siempre que sea posible.

## Índice

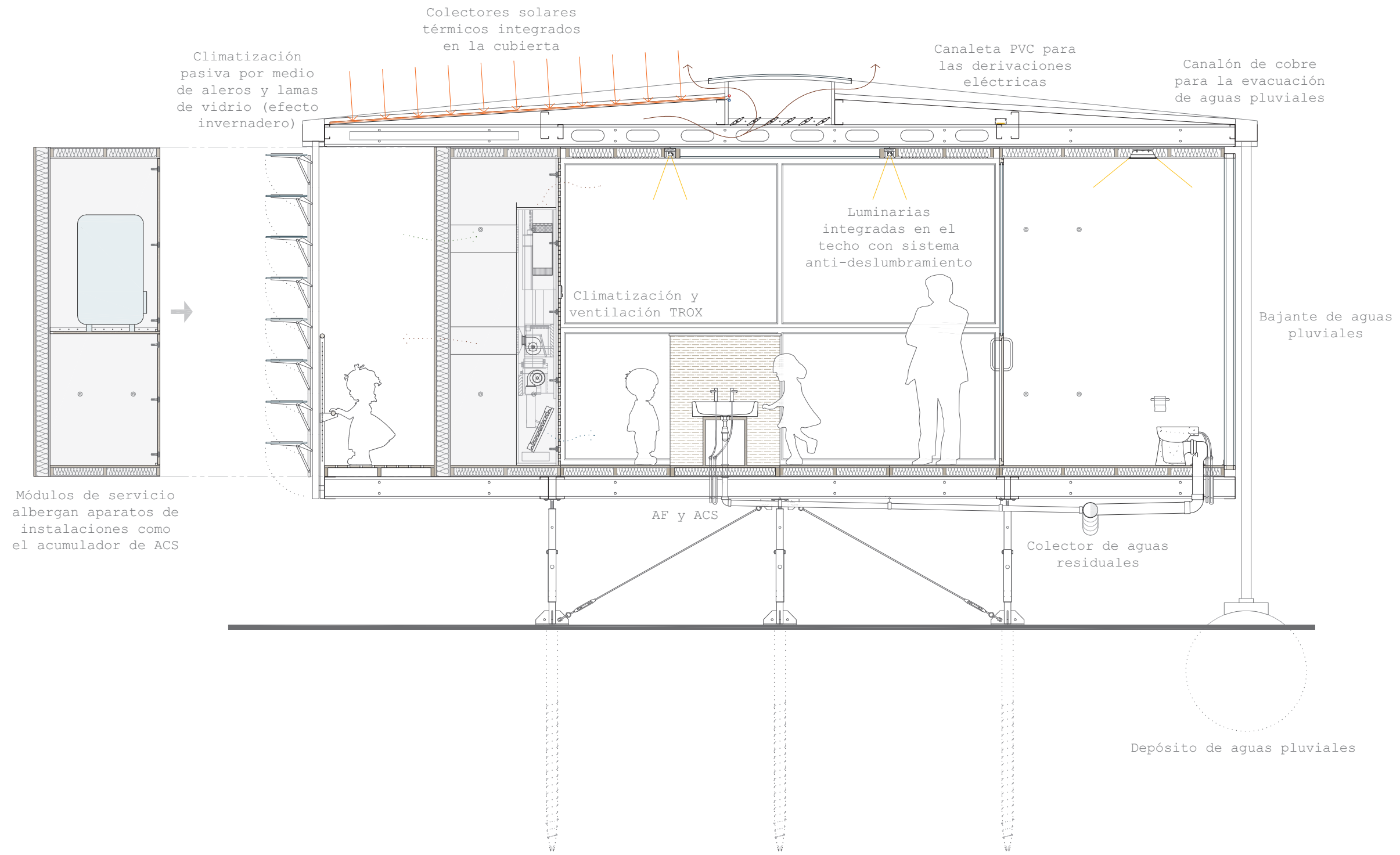
1_Esquema general de funcionamiento de las instalaciones	80
2_Suministro de Agua Fría y Agua Caliente Sanitaria	82
2.1_Descripción general de la instalación de agua fría	
2.2_Descripción de los elementos que componen la instalación de Agua Fría	
2.3_Descripción general de la instalación de A.C.S.	
2.4_Descripción de los elementos que componen la instalación de A.C.S	
2.5_Planos y esquema de la instalación	
3_Saneamiento, evacuación de aguas pluviales y residuales	86
3.1_Descripción general del sistema	
3.2_Aguas residuales	
3.3_Aparatos sanitarios propuestos	
3.4_Aguas pluviales	
4_Climatización y ventilación	89
4.1_Reflexiones previas	
4.2_Descripción de la instalación de climatización y ventilación	
5_Electrotecnia y Telecomunicaciones	91
5.1_Descripción de los elementos que componen la instalación.	
5.2_Estimación de la potencia total instalada	
5.3_Materiales y consideraciones constructivas	
5.4_Telecomunicaciones	
5.5_Sistemas de protección	
5.6_Mínimo de elementos a instalar	
5.7_Esquema de la instalación de enlace	
5.8_Esquema general de la instalación	
6_Luminotecnia	95
6.1_Descripción general	
6.2_Modelos de luminarias propuestas	
7_Seguridad contra incendios	98
7.1_propagación interior	
7.2_Propagación exterior	
7.3_Evacuación de los ocupantes	
7.4_Instalaciones de protección contra incendios	



1\_Esquema general del funcionamiento de las instalaciones



Esta sección genérica no la encontraremos en ningún punto concreto del proyecto, sirve para entender de una forma general la afección de las instalaciones al sistema, entendiendo que deben existir unas relaciones entre ellas y los espacios a los que sirven.



ESC. 1:40

## 2\_Suministro de Agua Fría y Agua Caliente Sanitaria

CTE DB-HS4

### 2.1\_Descripción general de la instalación de agua fría

#### 2.1.1\_Acometida:

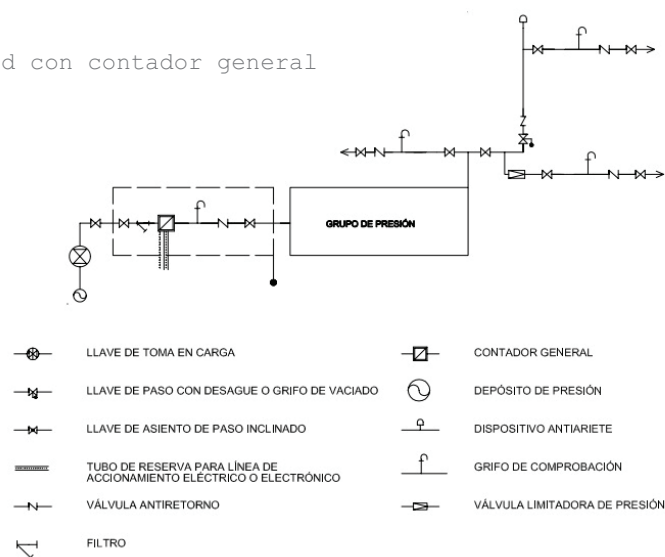
-Con acceso a la red: Se conectará una derivación desde la red más cercana.

-Sin acceso a la red: Se dispondrá del agua potable en aljibes con 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.

#### 2.1.2\_Instalación general:

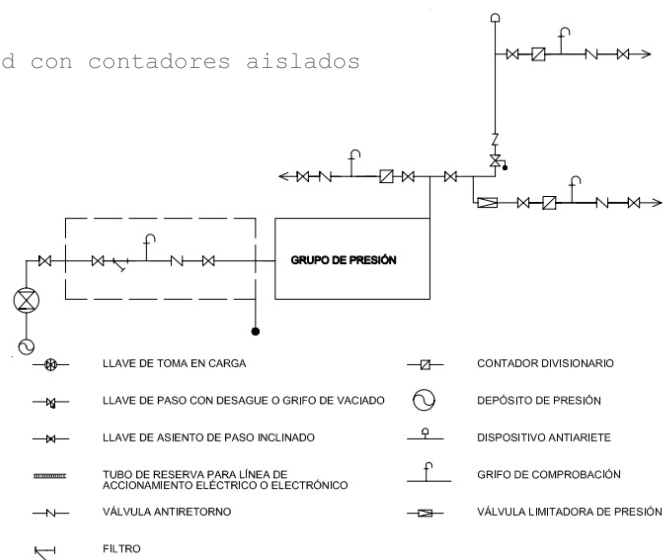
-Un único contador general: Para disposiciones del sistema que solo contemplen la existencia de un programa (ej: una escuela infantil) o de programas complementarios (ej: escuela, talleres educativos...).

Esquema de red con contador general



-Contadores divisionarios: En caso de coexistir varios usos no complementarios (ej: aularios y cafetería exenta)

Esquema de red con contadores aislados



#### 2.1.3\_Derivaciones interiores:

Conjunto de conductos verticales (montantes) y horizontales que abastecen las tomas de agua, siempre disponiéndose bajo el bastidor inferior.

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

### 2.2\_Descripción de los elementos que componen la instalación de Agua Fría

#### 2.2.1\_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.

-Sin 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.



Nº Registro sanitario: 3902667/V

Referencia	Capacidad (L)	Ancho (m)	Largo (m)	Alto (m)
ALHE0100	100	0.55	0.75	0.55
ALHE0200	200	0.65	1.00	0.60
ALHE0300	300	0.65	1.20	0.80
ALHE0400	400	0.60	1.20	1.00
ALHE0500	500	0.70	1.50	0.95
ALHE0800	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

#### 2.2.2\_Instalación general

El contador o contadores divisionarios se alojarán en un módulo de servicio accesible para mantenimiento desde el exterior (M1 o M2 según las dimensiones del equipo necesario). 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.

### 2.2.3\_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):

-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 los bastidores inferiores, colgados mediante dispositivos regulables de sujeción Shurjoint o similar.



Dispositivo regulable de sujeción

### 2.3\_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, 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, y se colocará el acumulador con serpentín en el módulo de servicio (M2) de 1x1 metro, inmediatamente inferior 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 módulos de servicio de mayor tamaño (M1), de 2x2 metros.

Esta instalación de producción de ACS contiene:

#### 2.3.1\_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.

#### 2.3.2\_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).

#### 2.3.3\_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.

#### 2.3.4\_Derivaciones interiores:

Conjunto de conductos verticales (montantes) y horizontales que abastecen las tomas de agua, siempre disponiéndose colgados de los bastidores inferiores de acero.

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

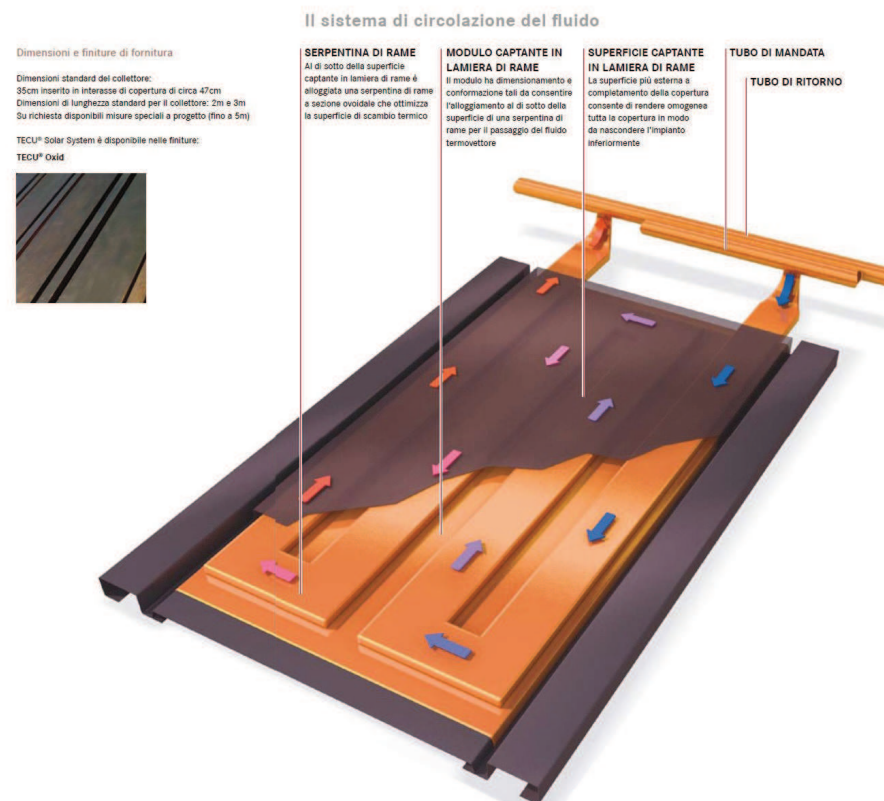
#### 2.4\_Descripción de los elementos que componen la instalación de Agua Caliente Sanitaria (caso 2, organizaciones compactas)

##### 2.4.1\_Circuito primario:

Los colectores solares se colocan sobre los bastidores superiores, en el punto inmediatamente superior al módulo de servicio que albergará los aparatos de la instalación. Se trata de un sistema que une acabado y colectores, transformando una cubierta aparentemente de chapa en una piel que recoge la energía solar para calentar el agua. Entrando en sintonía con el resto de la cubierta del edificio, también de chapa de cobre. Se recurre al sistema comercial Solar System, de TECU. El agua circula por un tubo en la cumbrera de la cubierta, desciende por conductos bajo las planchas metálicas de cobre, y vuelve a ascender (por densidad) hasta los tubos.

La bomba de recirculación de agua se coloca en un módulo de servicio (M1) 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 módulo de servicio.



##### 2.4.2\_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 ente el circuito primario y secundario, discurren entre los módulos de servicio dispuestos uno junto al otro, se destina un módulo de servicio para cada uno de los dos circuitos primario y secundario. Ambos módulos de servicio deberán estar especialmente aislados para evitar el ruido.

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 módulo de servicio del circuito secundario, permite que el calor producido en las placas solares no se utilice de manera instantánea, sino únicamente cuando sea necesario.

##### 2.4.3\_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 sobrecostes 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.

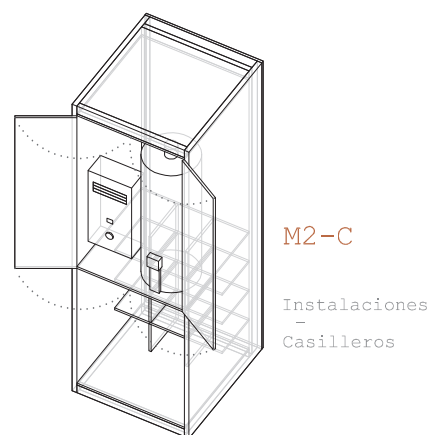
##### 2.4.4\_Derivaciones interiores:

Discurren desde el módulo de servicio hasta la parte inferior del bastidor, por donde se disponen los conductos horizontales que abastecen a los puntos de consumo como los aseos, cocina, y también a los aparatos de climatización aire-agua TROX.

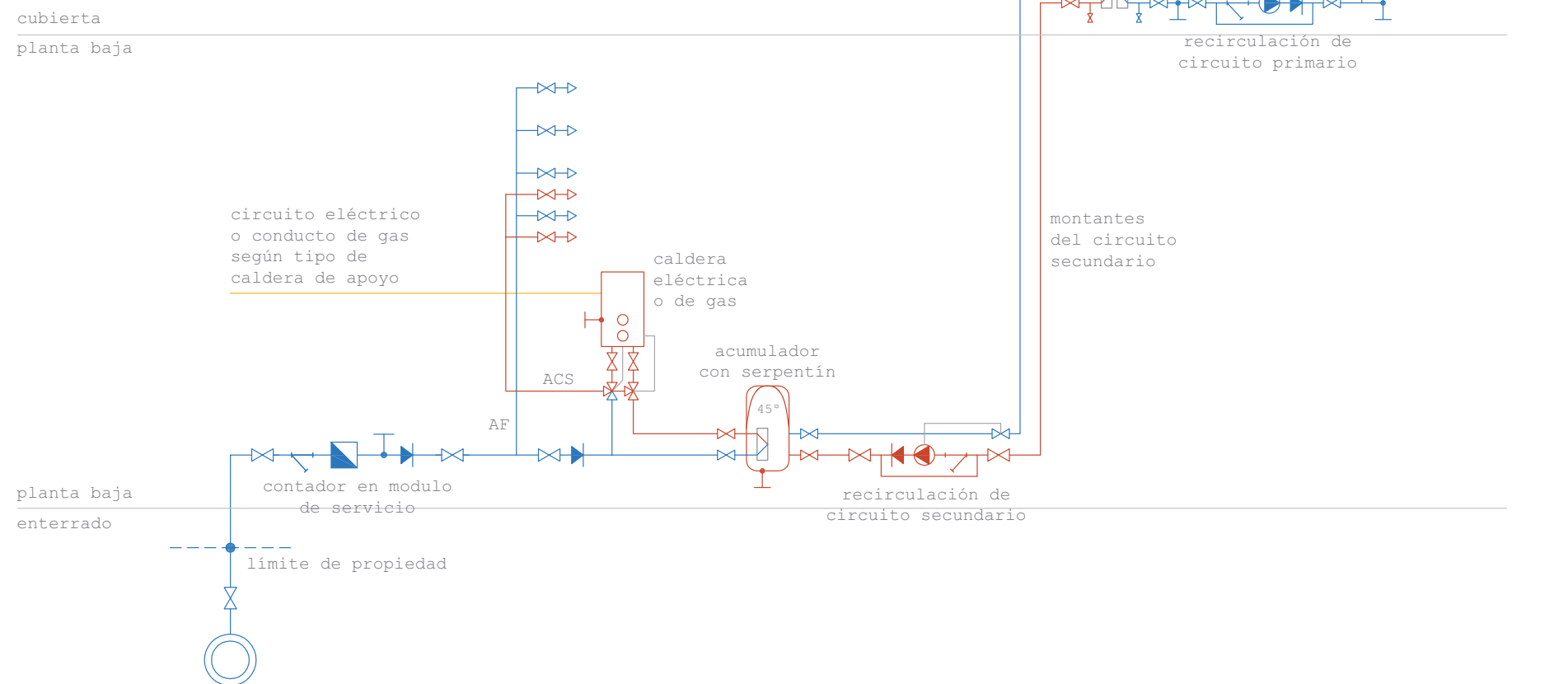
En cada local húmedo se dispone una llave de corte que reúna todos los aparatos.

## 2.5\_Planos y esquema de la instalación

-  válvula de expansión
-  acometida
-  llave de paso
-  contador
-  válvula de retención
-  bomba de recirculación
-  filtro
-  conducto de agua caliente
-  conducto de agua fría
-  toma de agua fría
-  toma de agua caliente
-  toma de comprobación

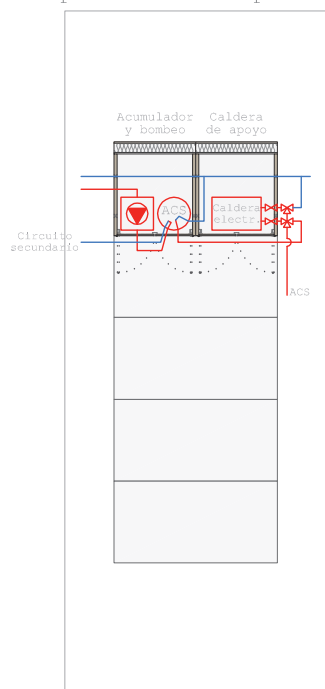


Nota: Para menos de 3.000 litros de acumulación no se colocará el intercambiador de placas ni existirá el circuito secundario, sino que el circuito primario trasladará el agua caliente generada en las placas solares directamente al acumulador.

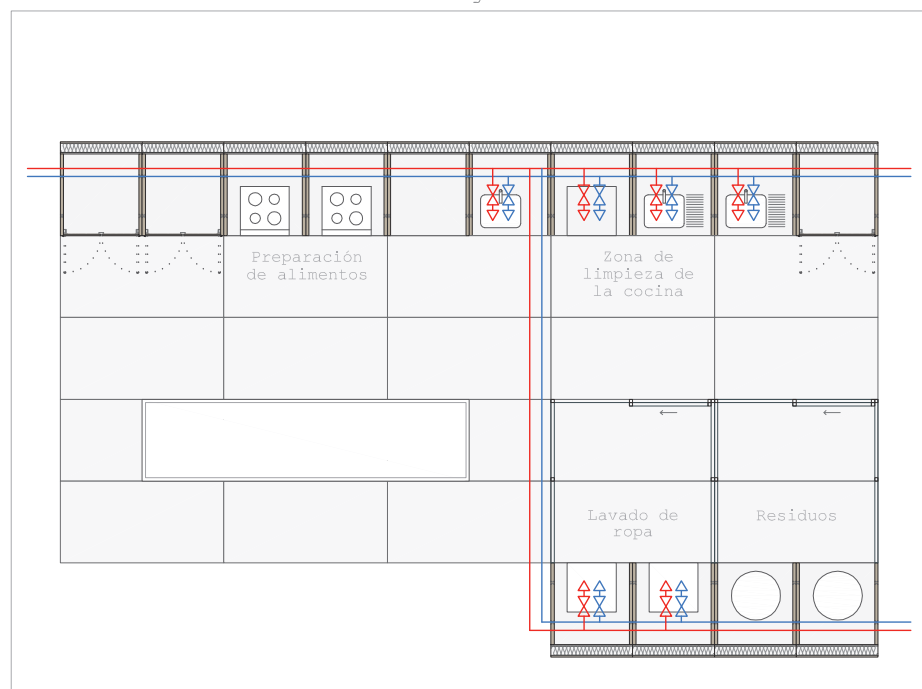


ESC. 1:100

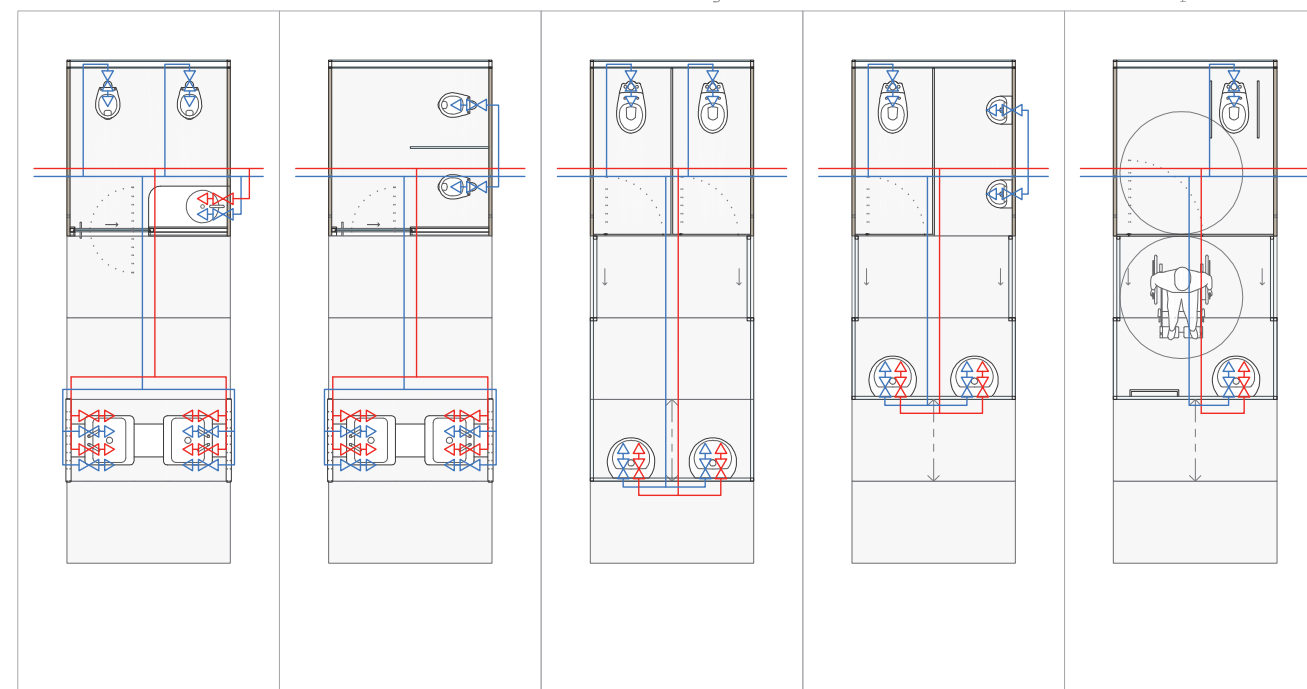
Generación ACS, pabellones dispersos



Cocina genérica



M1-A Niños 3-4 años    M1-B Niños 4-5 años    M1-C Adultos. Mujeres    M1-D Adultos. Hombres    M1-E Adaptado



### 3\_Saneamiento, evacuación de aguas pluviales y residuales

CTE DB-HS5

#### 3.1\_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 bastidor inferior 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.

#### 3.2\_Aguas Residuales

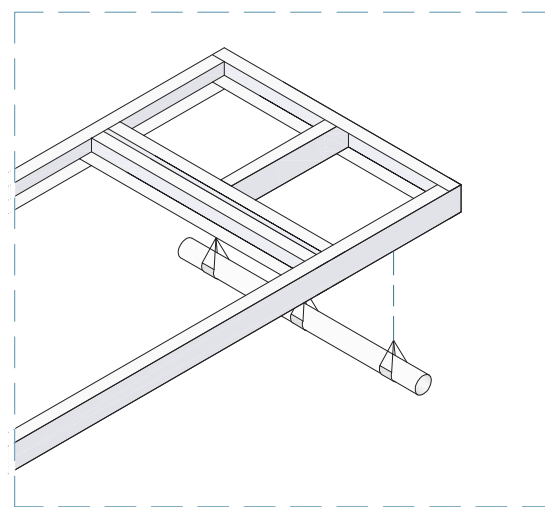
La red de saneamiento estará formada por los siguientes elementos:

3.2.1\_Cierres hidráulicos, sifones individuales propios de cada aparato.

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

3.2.3\_Coletores colgados de los bastidores inferiores a los que acometen las anteriores derivaciones. Pendiente superior al 1%.

Coletores enterrados en zanjias 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.



Conducto colgado del bastidor inferior

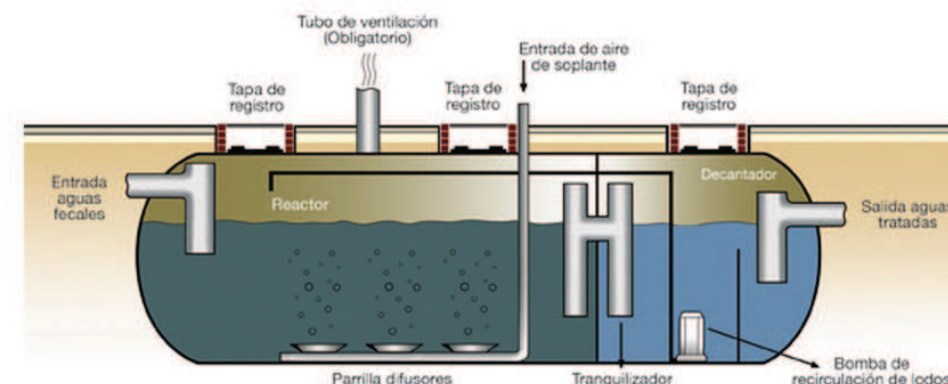


Dispositivo regulable de sujeción

3.2.5\_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.

-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 escuelas infantiles 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.



Depuradora de oxidación total pequeñas y medianas comunidades

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

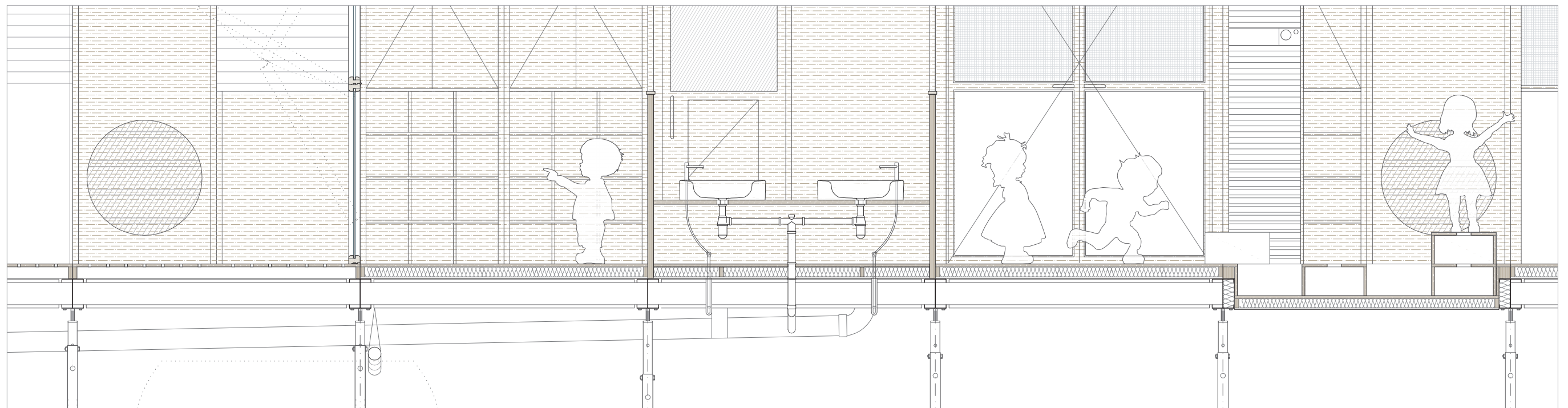
Referencia	Modelo	Nº Personas (hasta)	DIMENSIONES		TUBERIA
			Diámetro(m)	Longitud(m)	Ø E/S
FIB03000F	3000F	10	1,30	2,70	125
FIB05000F	5000F	15	1,60	2,95	125
FIB06000F	6000F	20	1,60	3,45	125
FIB08000F	8000F	30	1,60	4,45	125
FIB10000F	10000F	40	1,90	4,10	160
FIB12000F	12000F	50	1,90	4,75	160
FIB14000F	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

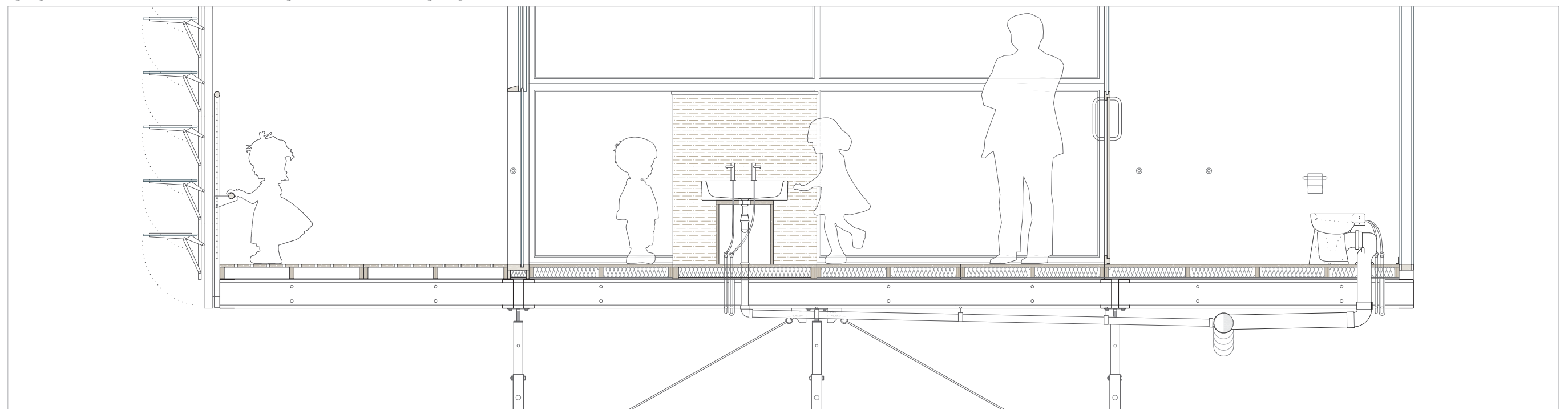
En la zona de baño debería haber un grifo termostático para control de presión y temperatura del agua en cada baño de niños, con llave de paso empotrable. Irá situado a 1,50m de altura, para que sea manipulable sólo por los adultos.

Se contemplan los lavabos colectivos como otro espacio esencial para el desarrollo de las funciones educativas. Además, los lavabos colectivos consumen menos espacio.

Ejemplo de detalle de saneamiento y suministro de agua potable. Sección longitudinal



Ejemplo de detalle de saneamiento y suministro de agua potable. Sección transversal

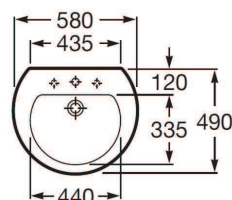




### 3.3\_Aparatos sanitarios propuestos

- Lavabo adultos

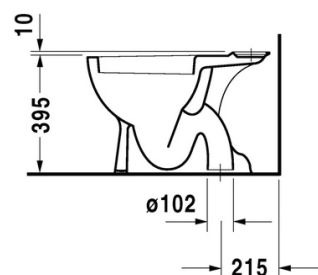
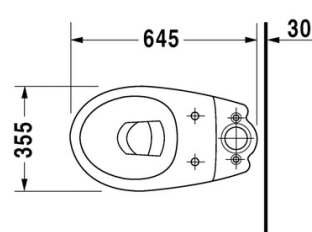
Duravit Duraplus lavabo 550 x 440 mm



- Inodoro adultos

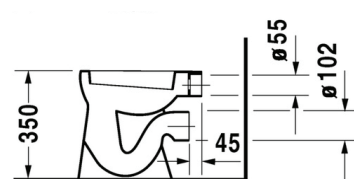
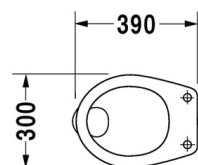
Duravit Duraplus inodoro de pie para tanque bajo 355 x 645 mm

Para espacios adaptados se escogera el modelo con una mayor altura (390+80mm)



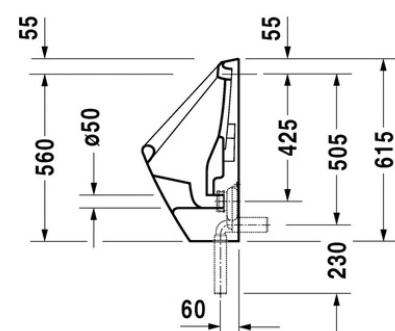
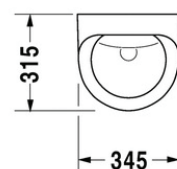
- Inodoro infantil

Duravit Duraplus bambi inodoro de pie 300 x 390 mm



- Urinario

Duravit Duraplus urinario 345 x 315 mm



### 3.4\_Aguas pluviales

Se ha diseñado la cubierta del sistema de modo que la evacuación de las aguas sea lo mas sencilla posible, para evitar problemas de filtración. Se propone una cubierta de cobre a dos aguas. Con una pendiente del 6,5%, y un canalón lineal de 200x200mm a cada lado.

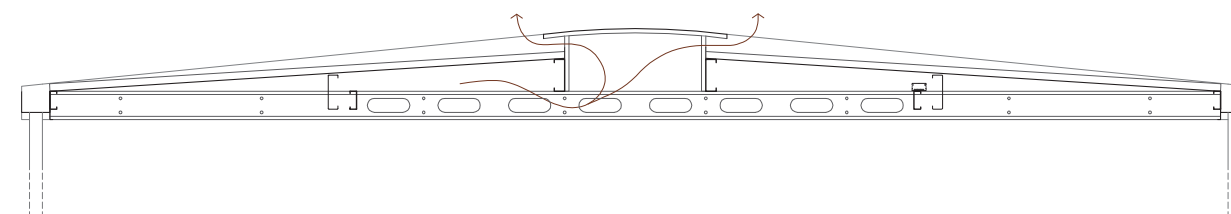
En los extremos o los puntos más favorables se colocará la bajante, cuyo diámetro dependerá de la superficie de la cubierta (tabla 4.8 CTE DB-HS5).

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.

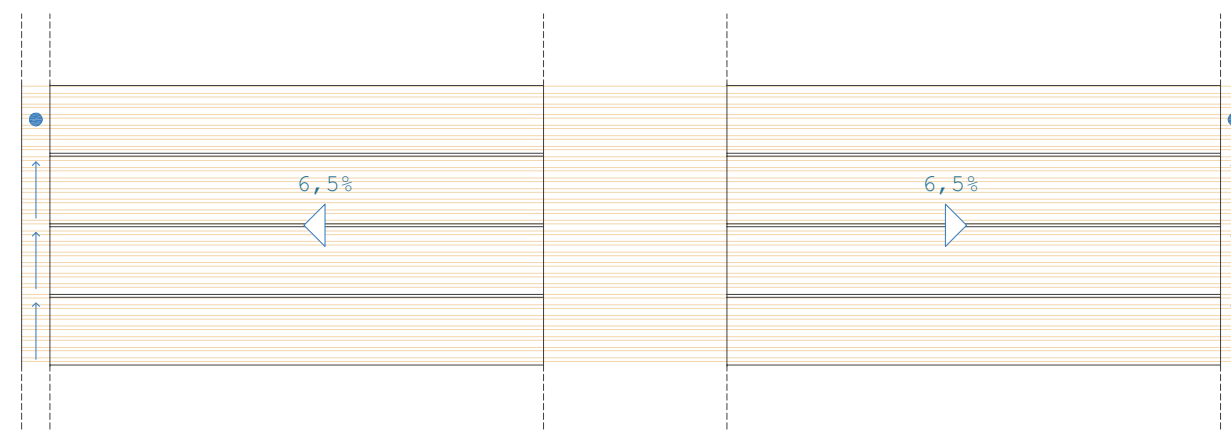
Para lugares donde no exista conexión con la red de acometida de agua sanitaria, se propone almacenar el agua de lluvia para reutilizarla en los inodoros.

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.

- ▷ Máxima pendiente, evacuación
- Bajante pluviales
- ↑ Canalón de cobre



Sección



Planta

#### 4\_Climatización y ventilación

CTE DB-HE y CTE DB-HS3

##### 4.1\_Reflexiones previas

Existe la necesidad de conseguir una temperatura de confort en los espacios interiores, y existe también la necesidad de conseguir una adecuada ventilación de los espacios. Además, para edificios no residenciales, la normativa exige unas características concretas de ventilación, que no sería posible cumplirlas mediante la ventilación natural. Las condiciones a cumplir son las siguientes:

- Hay que asegurar las condiciones de temperatura y humedad
- Hay que respetar la velocidad de diseño en toda la zona ocupada
- Hay que filtrar el aire exterior introducido
- Hay que diseñar el sistema dentro de los niveles de presión exigidos
- Hay que recuperar la energía del aire saliente

Sin embargo, la mera aplicación de aparatos de climatización no resuelve un problema pendiente en la arquitectura; el gasto desproporcionado de energía, debido a diseños que no tienen en cuenta el clima en el que se encuentran o por la existencia de puentes térmicos en la construcción.

Es por ello que desde un primer momento en el desarrollo del proyecto se han tenido en cuenta la existencia de sistemas pasivos y de protecciones climáticas que aseguran un buen comportamiento y confort en los espacios interiores, disminuyendo al máximo la necesidad de climatización y ventilación mecánica.

Entiendo por lo tanto la instalación de climatización como un complemento a estos sistemas pasivos, algunos de ellos mencionados en los apartados anteriores como la chimenea solar, la existencia de aleros que protegen de la radiación directa en la mitad más cálida del año, o el efecto invernadero generado por la posibilidad de colocar lamas móviles de vidrio en los espacios de filtro entre interior y exterior.

##### 4.2\_Descripción de la instalación de climatización y ventilación

Debido a la obligación por parte de la normativa actual de emplear sistemas mecánicos para resolver la ventilación, y por otra parte, debido a la poca inercia térmica de los espacios propuestos dado su carácter industrializado con madera y acero, se ha optado por una instalación única que aúna las necesidades de climatización con las de ventilación, utilizando el tratamiento de aire como medio para cumplir con las necesidades que exige la normativa.

Dada la poca inercia térmica de los espacios propuestos, y el carácter desmontable del sistema, no tendría ningún sentido emplear instalaciones de calefacción por suelo radiante o radiadores, con la cantidad de conductos que estos tipos de instalación conllevan, complicando el montaje de los espacios.

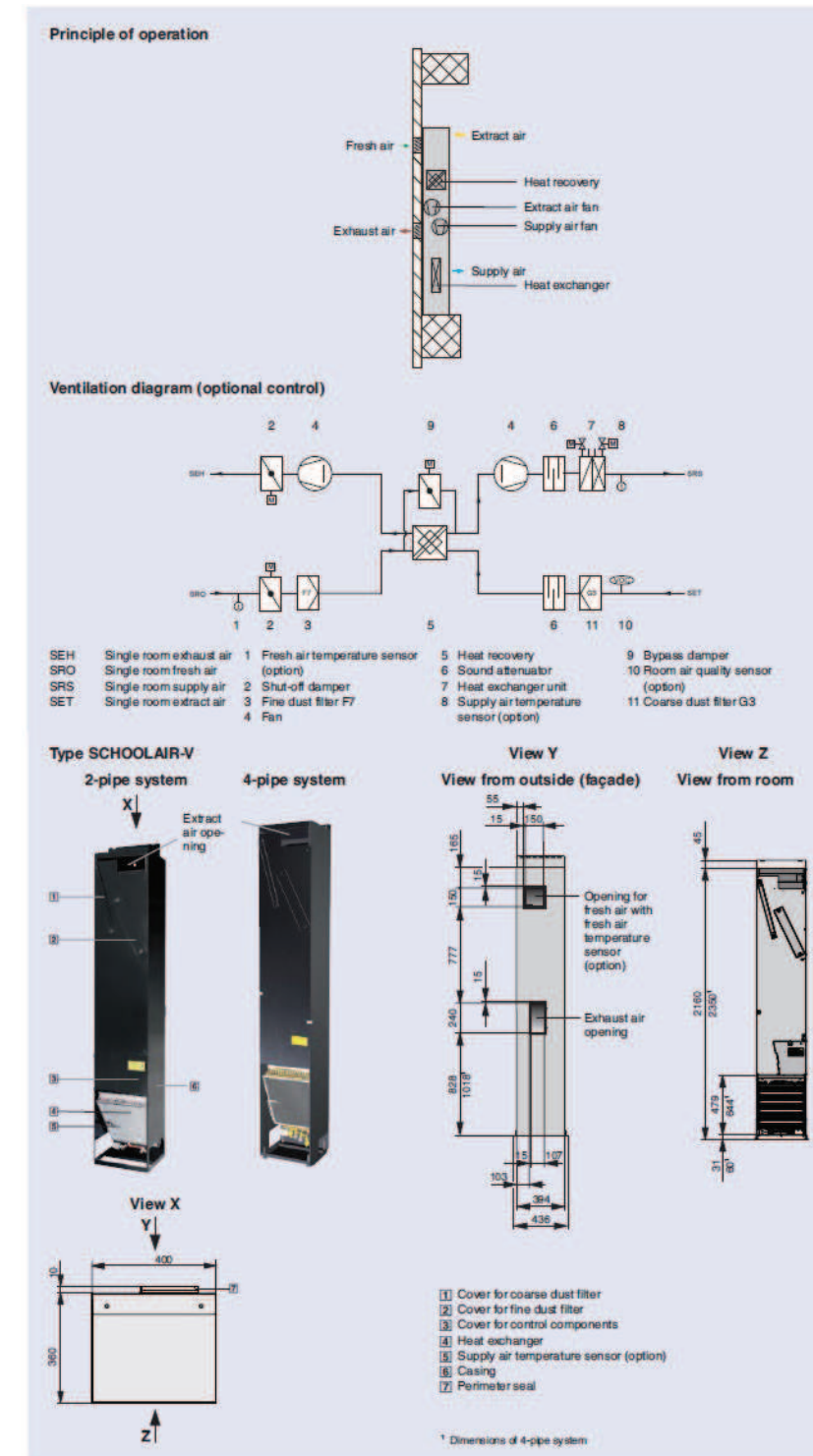
La instalación se resuelve por medio de aparatos descentralizados, se recurre a un sistema de Unidades de Tratamiento de Aire de la marca comercial TROX, que tienen una variante de aparatos dedicados especialmente a la aplicación en centros educativos.

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.

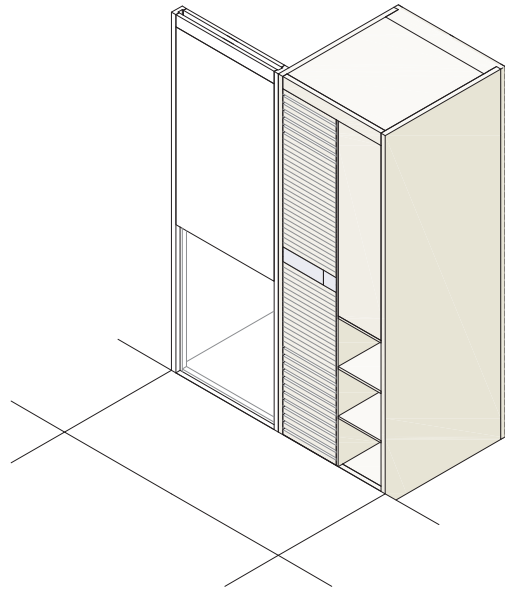
Este sistema evita la construcción de conductos de aire y su mantenimiento, así como la disposición de una gran unidad de tratamiento de aire centralizada, disponiendo unidades de diseño modular y fácil montaje. Además permite regular la temperatura independientemente en todos los lugares de la escuela.

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 módulos de servicio (M2).

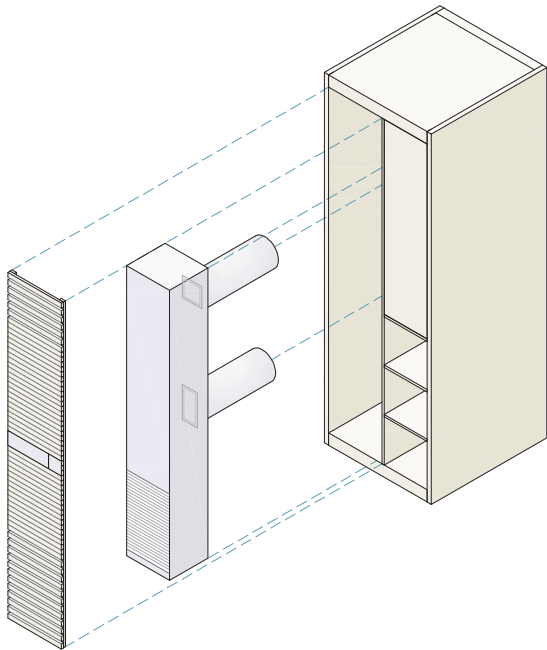
Se utilizará el modelo TROX-Schoolair-V (360x400x2350mm)



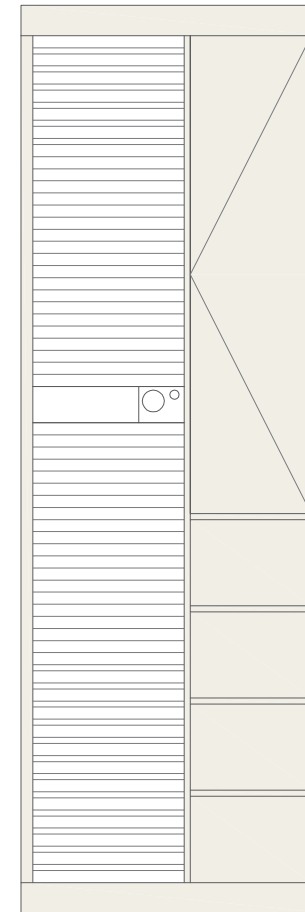
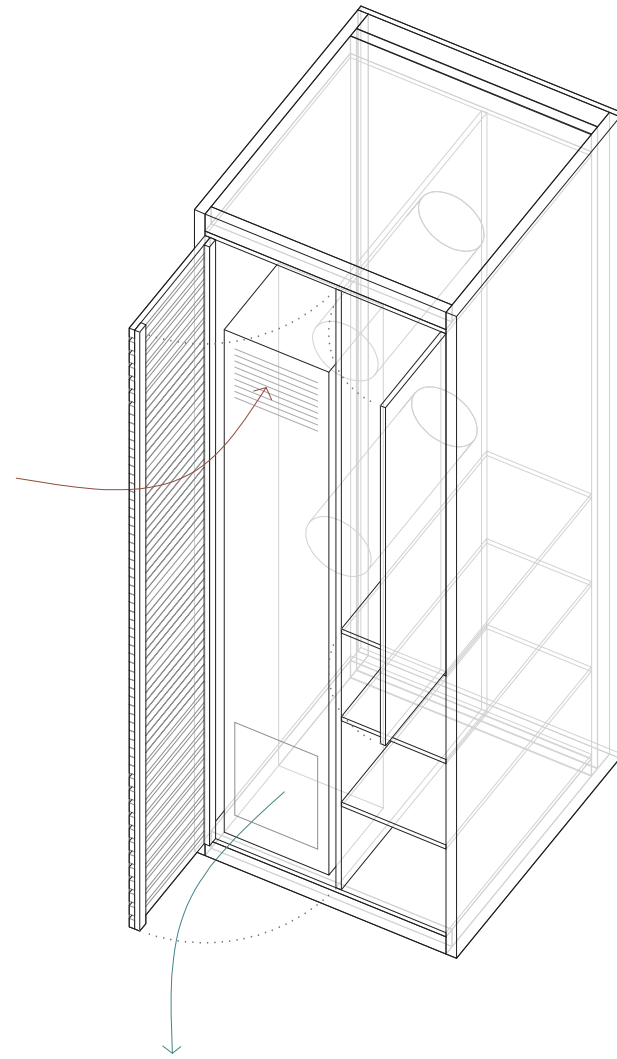
M2-D  
 Unidad de climatización  
 Trox Schoolair-V



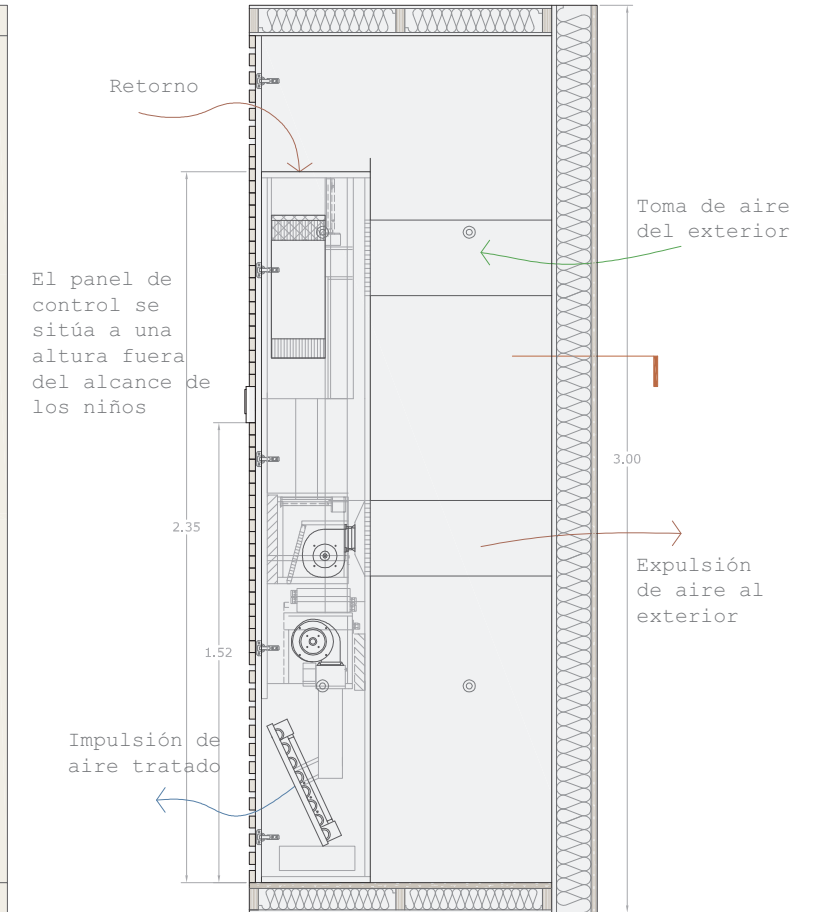
La unidad de climatización se deberá situar junto a un panel de cerramiento



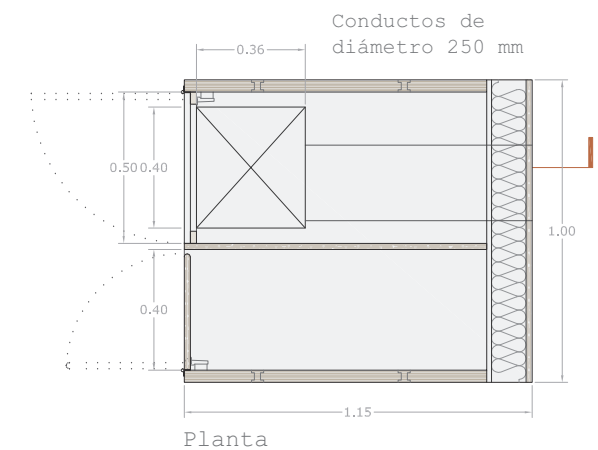
La puerta de lamas de madera evita la presencia en el interior de rejillas de ventilación metálicas o de PVC



Alzado



Sección



Planta

## 5\_Electrotecnia + Telecomunicaciones

### 5.1\_Descripción de los elementos que componen la instalación.

#### 5.1.1\_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.

#### 5.1.2\_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 módulo de servicio (M2). 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)

5.1.3\_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 módulo de servicio (M2) accesible desde el exterior pero sin ser accesible para el público en general.

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

5.1.4\_Grupo electrógeno diésel o gas que garantiza el suministro eléctrico en caso de emergencia o avería. Necesitará de un depósito de combustible.

5.1.5\_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 dispondrán 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.

5.1.6\_Cuadros de distribución de cada sección: normalmente habrá un cuadro para cada una de las siguientes secciones:

a. Zona de acceso y administración.

b. Zona de aulas en caso de disposiciones compactas, para aulas disgregadas se dispondrá un cuadro por aula o por grupos de aulas.

c. Zona del comedor.

d. Cocina, por tratarse de una zona con mucha potencia eléctrica instalada debido al gran número de aparatos (hornos, lavavajillas, lavadoras, microondas, etc).

e. Espacios alternativos que se proponen como aplicación del sistema.

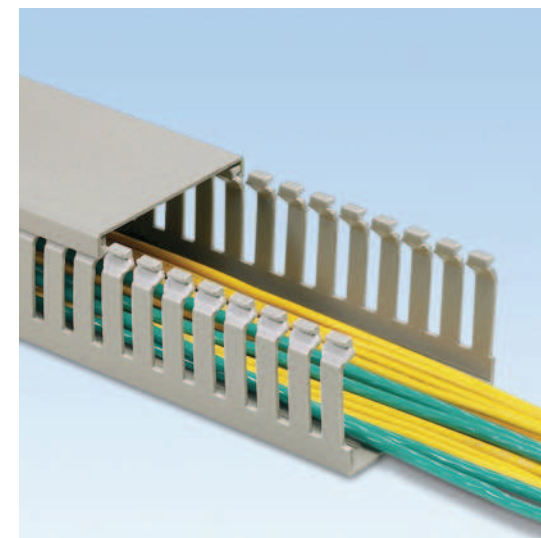
Además, cada pabellón exento dispondrá de su propio cuadro de distribución.

Los sistemas de climatización, 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.

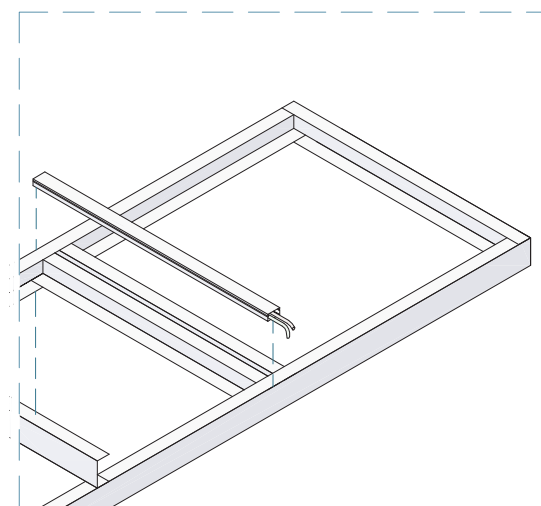
Desde cada uno de estos cuadros saldrán varios circuitos, incluyendo siempre el de iluminación, alumbrado de emergencia, y tomas de corriente (además de las líneas de voz y datos).

#### 5.1.7\_Circuitos y conductos hasta cada aparato:

Discurren sobre el techo en una canaleta de PVC ranurado, que permite conectar con cada uno de los aparatos.



Canaleta de PVC



Canaleta de PVC sobre los bastidores superiores de acero

## 5.2\_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/m<sup>2</sup>. Se calculara 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 en el apartado 4.1.2 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 formula:

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

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.

## 5.3\_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.

## 5.4\_Telecomunicaciones

5.4.1\_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.

5.4.2\_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.

5.4.3\_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.

5.4.4\_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 módulo de servicio (M2). Pero este modulo 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.

5.4.5\_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 los bastidores una vez dentro del pabellón.

## 5.5\_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 dos plantas o 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 módulos de servicio (M2) 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.

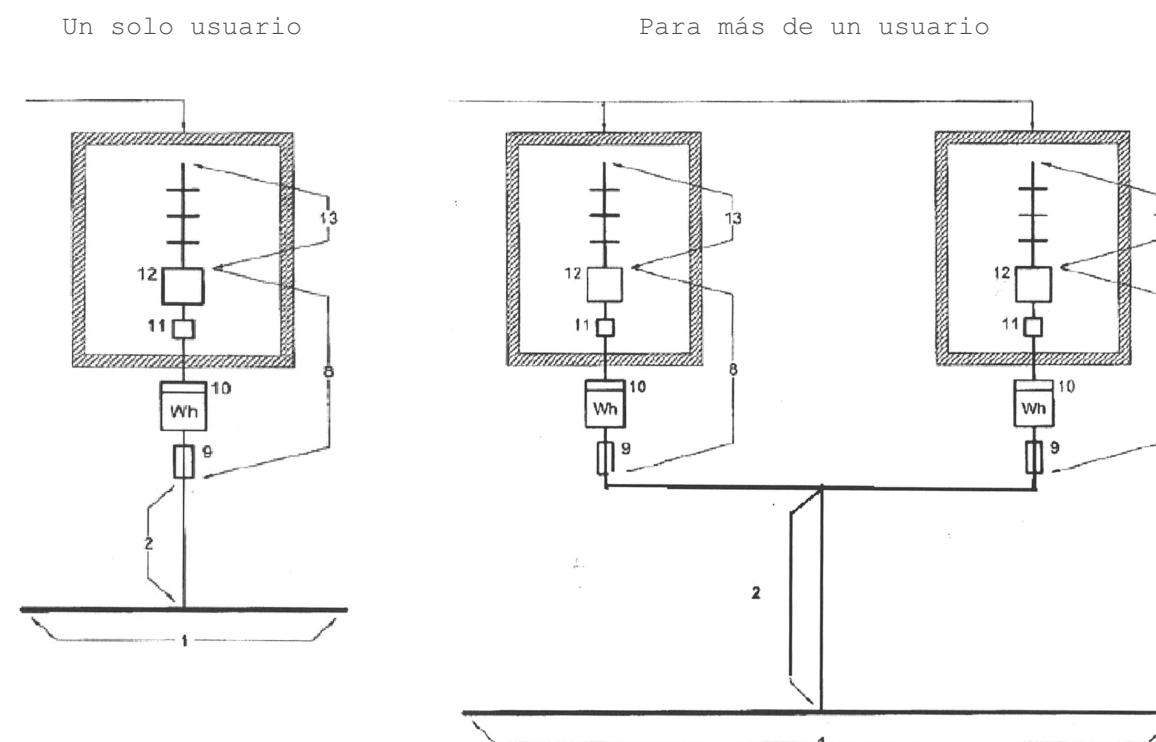
5.6\_Mínimo de elementos a instalar en las aulas y espacios principales

Espacio	Tomas corriente	Toma datos	Tomas teléfono	Tomas tv
Aulas	4	1	-	-
Aula multiusos	4	1	-	1
Comedor	4	1	1	-
Cocina	Según equipamiento	-	1	-
Despacho	1	1	1	-
Sala profesores	2	1	1	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.

5.7\_Esquema de la instalación de enlace

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



Leyenda

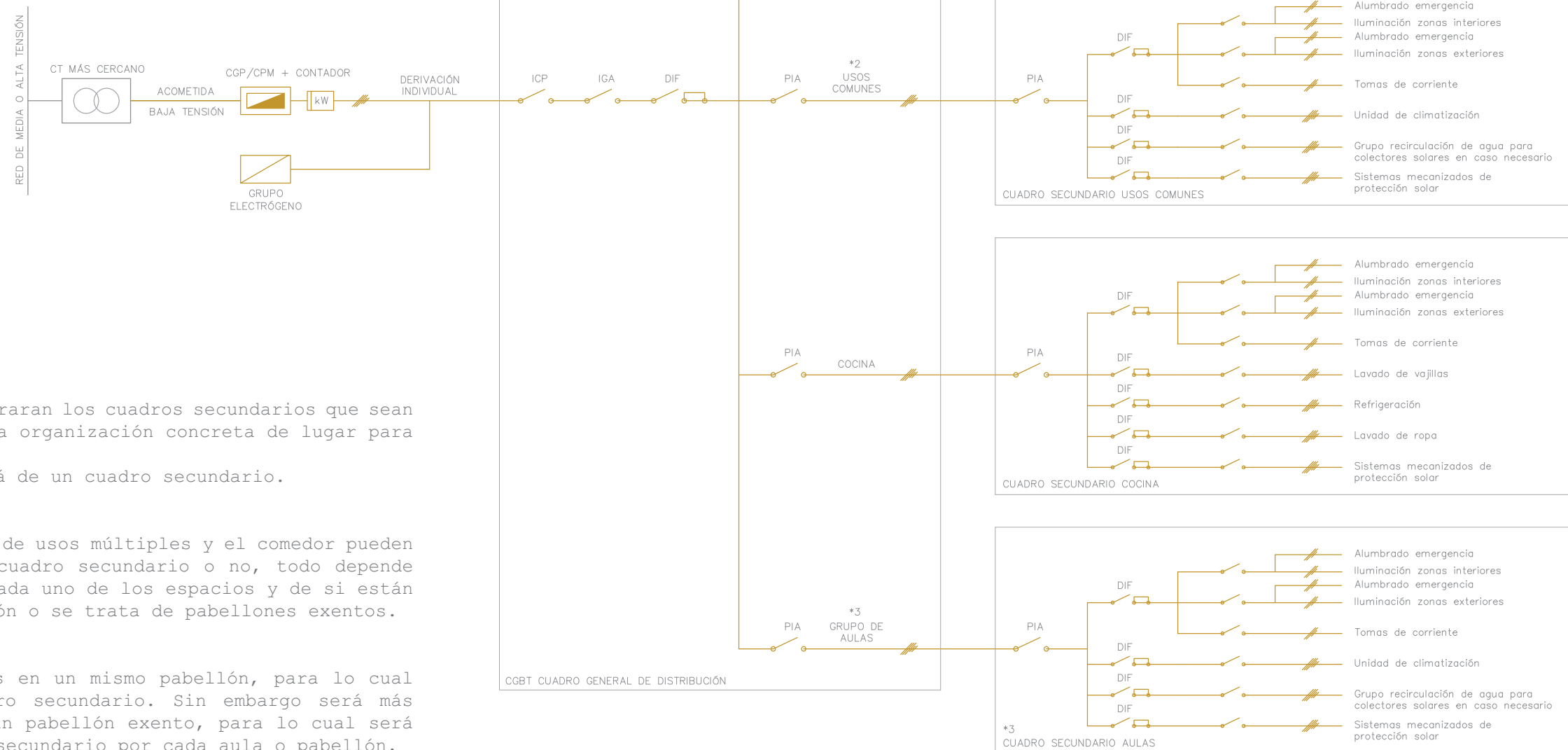
- 1 Red de distribución
- 2 Acometida
- 8 Derivación individual
- 9 Fusible de seguridad
- 10 Contador
- 11 Caja para interruptor de control de potencia
- 12 Dispositivos generales de mando y protección
- 13 Instalación interior

## 5.8\_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.

## 6\_Luminotécnica

### 6.1\_Descripción general

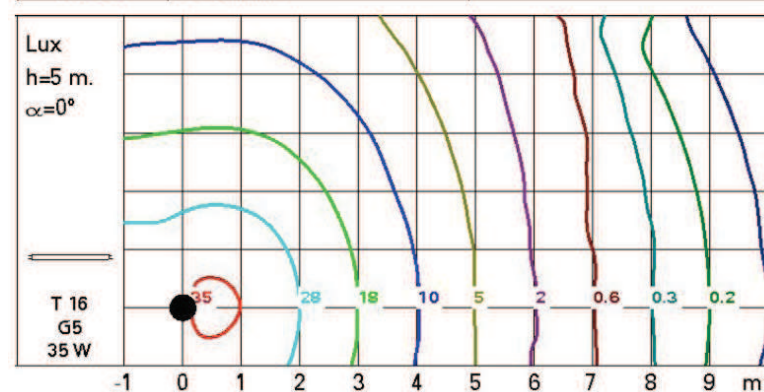
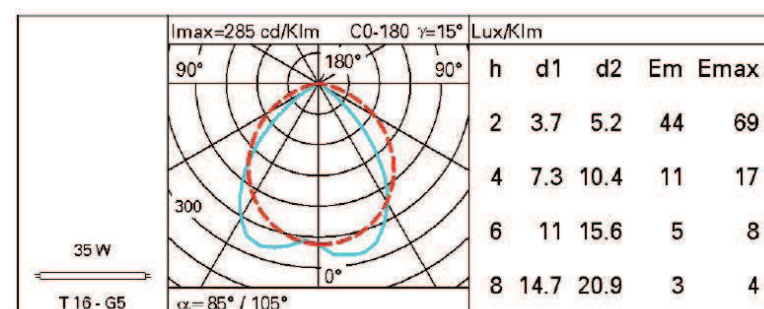
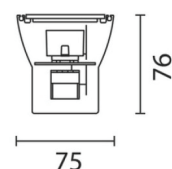
Se han elegido modelos de luminarias adecuados para cada lugar del sistema. El objetivo es adecuarse a cada variante que el sistema ofrece. Se debe iluminar de forma diferente un espacio interior y uno exterior, un camino de acceso, una marquesina o un módulo de servicio. Como en el resto del proyecto, se trata de ofrecer las variantes necesarias.

### 6.2\_Modelos de luminarias propuestas

iGuzzini Linealuce FL

Para exteriores, colocada en el bastidor superior de acero.

Para interiores se escoge una luminaria fluorescente por no ser tan direccional, consiguiendo una iluminación más difusa y general.



Luminaria lineal fluorescente. 4000k temperatura de color.

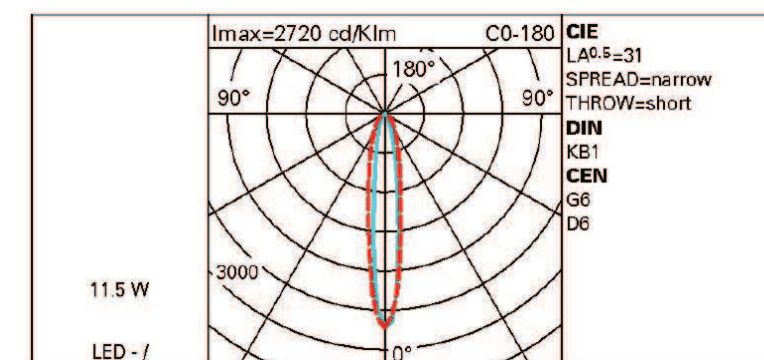
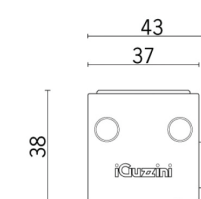
Dimensiones: 75 x 76mm L=1538mm

Peso: 4,80kg

1989Lm  
39W  
50,79Lm/W

iGuzzini Linealuce Mini LED

Para interiores, incluida en el cajeadado del techo (T3), con sistema anti deslumbramiento.



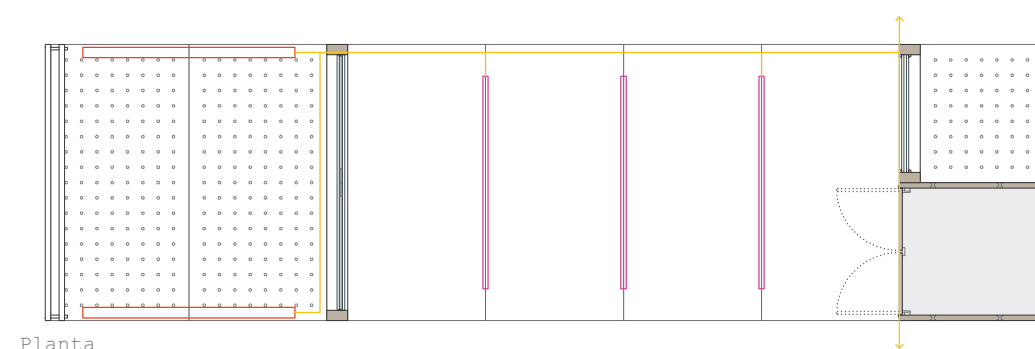
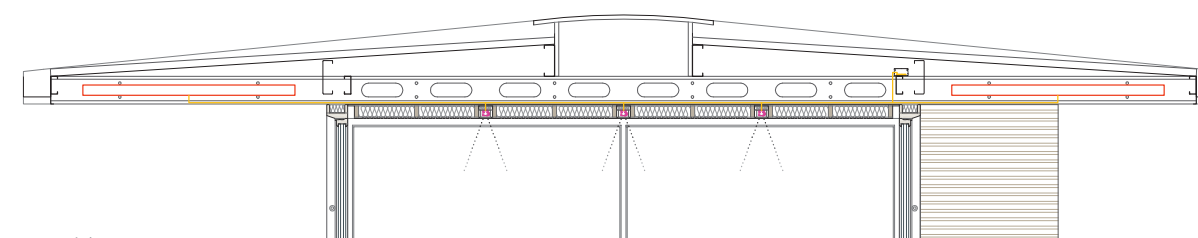
Luminaria lineal de iluminación directa, LED monocromo blanco neutro, 4000K temperatura de color.

Dimensiones: 37 x 37mm L=1585mm

Peso: 2,22kg

632Lm  
11,5W  
55,03Lm/W

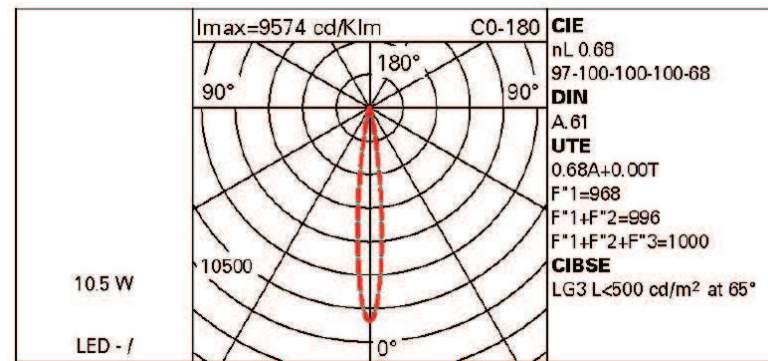
- Luminaria iGuzzini Linealuce Mini LED
- Luminaria iGuzzini Linealuce FL
- Circuito de alumbrado





iGuzzini Tecnica Dali LED

Para interiores, colocada en el bastidor superior en espacios con altura libre extra. El objetivo es conseguir una iluminación mas localizada para espacios como las mesas del comedor o para actos en salas comunes.

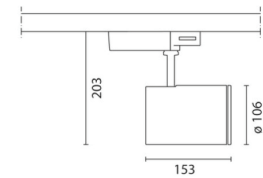


Luminaria puntual de iluminación directa, LED monocromo blanco, 3100K temperatura de color.

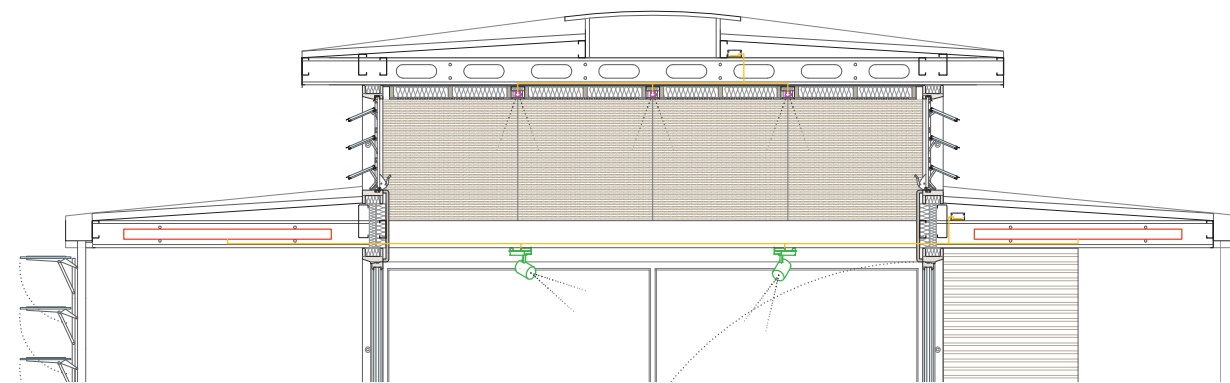
Dimensiones: L=153mm - D=106mm - H=203mm

Peso: 1,17kg

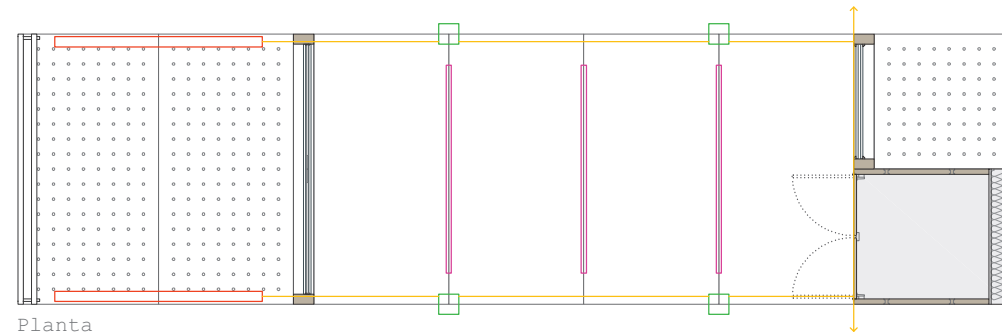
376Lm  
10,5W  
39,91Lm/W



- Luminaria iGuzzini Tecnica Dali LED
- Luminaria iGuzzini Linealuce Mini LED
- Luminaria iGuzzini Linealuce FL
- Circuito de alumbrado



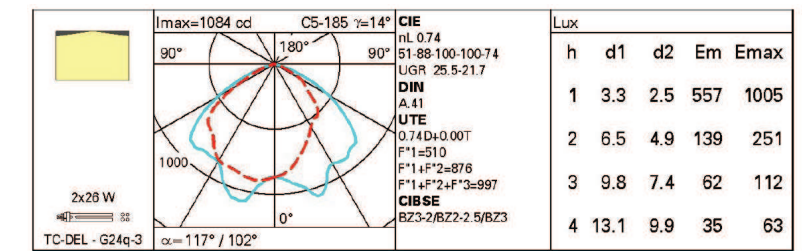
Sección



Planta

iGuzzini Sistema Easy FL

Para interiores, más concretamente en los espacios higiénicos en los módulos de servicio (M1), colocada en el techo del módulo de servicio.

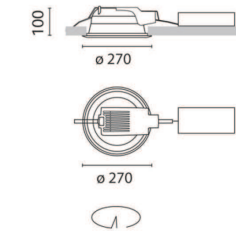


Luminaria puntual fluorescente. 2700k temperatura de color.

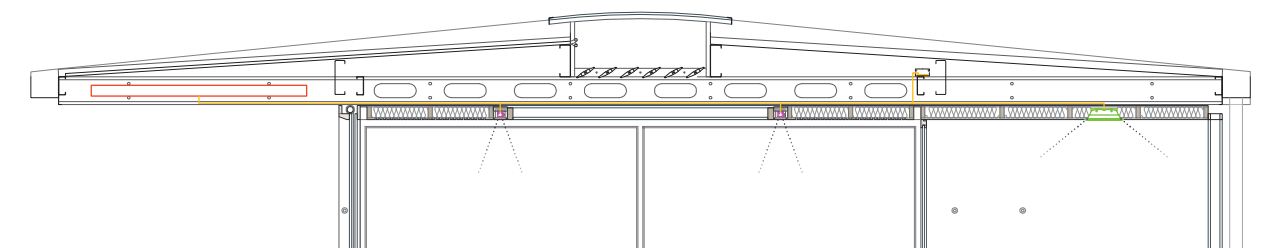
Dimensiones: D=270mm - H=100mm

Peso: 1,20kg

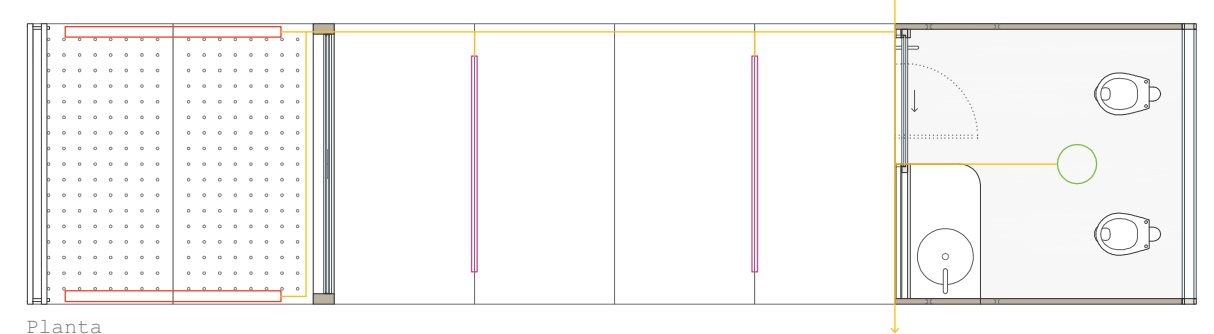
2662Lm  
56W  
47,55Lm/W



- Luminaria iGuzzini Sistema Easy FL
- Luminaria iGuzzini Linealuce Mini LED
- Luminaria iGuzzini Linealuce FL
- Circuito de alumbrado



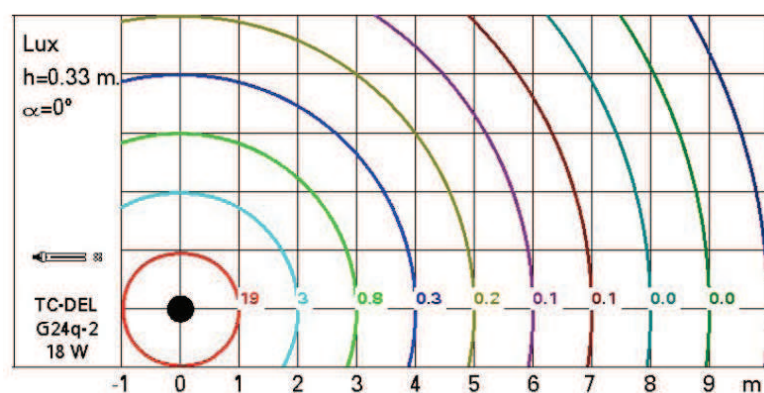
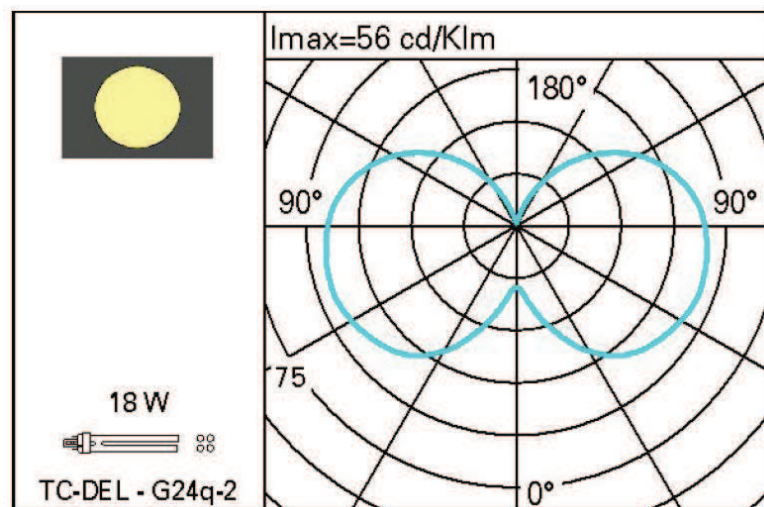
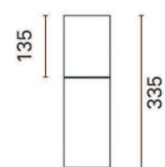
Sección



Planta

iGuzzini iPoint

Para exteriores, colocada en los caminos que conectan los pabellones entre sí.



Luminaria puntual fluorescente, 2700K temperatura de color.

Dimensiones: D=150mm - H=400mm

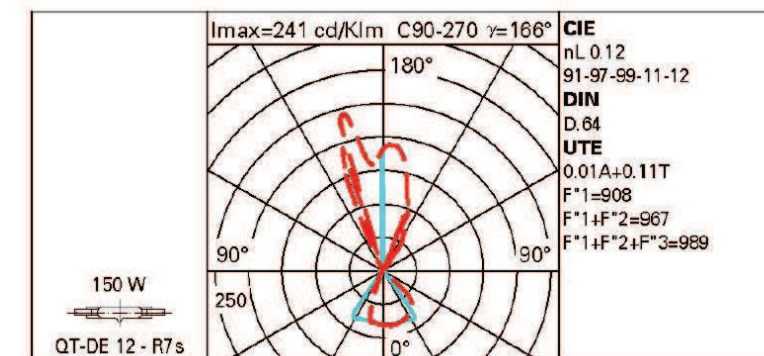
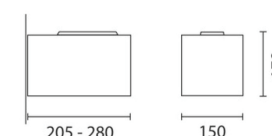
Peso: 2,67kg

647Lm  
20W  
32,37Lm/W



iGuzzini Kriss

Para exteriores, colocada en las marquesinas de protección solar. La parte superior de la luminaria, con un foco direccional, ilumina el soporte y la viga de la marquesina, sin embargo, la parte inferior, con una luz general, ilumina el camino.



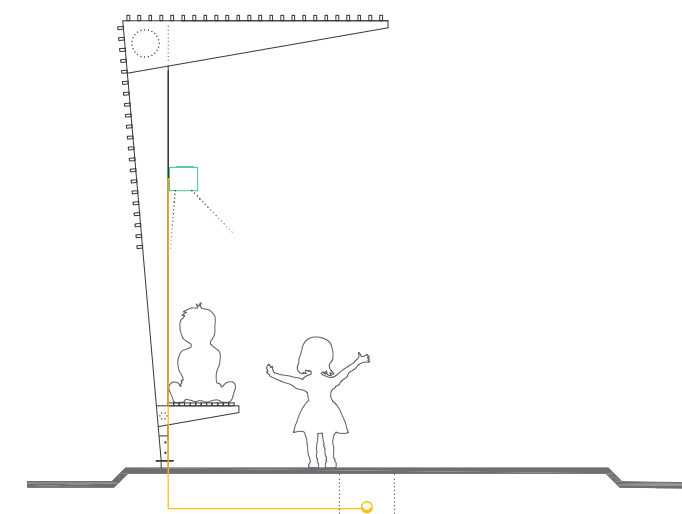
Luminaria halógena, 3000K temperatura de color.

Dimensiones: 205x150mm H=170mm

Peso: 2,52kg

296Lm  
150W  
1,98Lm/W

- Luminaria iGuzzini Kriss
- Circuito de alumbrado



## 7 Seguridad contra incendios

CTE DB SI

### 7.1 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, si el edificio tiene más de una planta, la superficie construida de cada sector de incendio no debe exceder de 4.000 m<sup>2</sup>. Cuando tenga 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. Únicamente será necesario para composiciones de dos plantas y más de 4.000m<sup>2</sup> construidos.

La resistencia al fuego de las paredes, techos y puertas que delimitan sectores de incendio, para una altura de evacuación de 3.5 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.

### 7.2 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.

### 7.3 Evacuación de los ocupantes

#### 7.3.1 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 <sup>2</sup> /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

#### 7.3.2 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 para la infancia en entornos naturales, donde la conexión con el exterior ha de ser muy directa.

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 de 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 más lejano a una de las puertas de salida, y la puerta propiamente dicha, será de 15 metros.

#### 7.3.3 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.

- Pasos, pasillos y rampas al aire libre

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

- Escaleras al aire libre (como todas las escaleras del sistema)

$A \geq P / 480$ , el sistema cumple hasta ocupaciones de 430 personas.

#### 6.3.4\_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.

#### 7.3.5\_Puertas situadas en recorridos de evacuación

Abrirán en el sentido de la evacuación aquellas puertas por las que evacuen más de 100 ocupantes.

#### 7.3.6\_Puertas situadas en recorridos de evacuación

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

#### 7.3.7\_Control del humo de incendio

No se aplica

#### 7.4\_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.

##### 7.4.1\_Dotación de instalaciones de protección contra incendios

El sistema posibilita la creación de configuraciones de escuela diferentes, no serán de aplicación en todos los casos lo expuesto a continuación, si no 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 m<sup>2</sup>.

- Sistema de alarma

Si la superficie construida excede de 1.000 m<sup>2</sup>. El sistema de alarma transmitirá señales visuales además de acústicas.

- Sistema de detección de incendio

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

- Hidrantes exteriores

Uno si la superficie total construida está comprendida entre 5.000 y 10.000 m<sup>2</sup>. Uno más por cada 10.000 m<sup>2</sup> adicionales o fracción.

Se darán casos en los que el entorno natural ya disponga de hidrantes para la protección contra incendio de estos entornos. En estos casos no se requerirá la colocación de nuevos hidrantes. Por ejemplo el Saler cuenta con sistemas contra incendios, 83 hidrantes en red mallada que cubren el parque y un aljibe con 40.000L, además de los recursos naturales que ofrecen el mar y la albufera.

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.

##### 7.4.2\_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."*

##### 7.5\_Resistencia al fuego de la estructura

Lo que respecta a la resistencia a fuego de la estructura, tanto metálica como de madera, se ha detallado en el apartado 4.3 de la memoria; comportamiento estructural de los componentes del sistema.

**APLICACIONES: TRES LUGARES PARA LA INFANCIA EN EL SALER**

Llega la hora de aplicar el sistema a casos concretos. En este apartado se incorpora otro factor al proyecto; el lugar de destino. El único paso que separa lo ya explicado de una propuesta concreta es el transporte de los componentes, pues ya estaban fabricados en taller y pensada su respuesta al lugar.

Se propone como emplazamiento de experimentación el entorno de El Saler, si bien el sistema es capaz de adaptarse a otros entornos naturales gracias a la flexibilidad en su configuración.





El Saler desde el norte, a la izquierda el Mar Mediterraneo, a la derecha, la Albufera

La Devesa de la Albufera (El Saler) está situada en la franja de tierra delimitada entre dos masas de agua, el Mar Mediterraneo y la Albufera. Surge como consecuencia de un largo proceso de transformación. En 1965, en pleno "boom" turístico, se inició un proceso de urbanización que alteró gravemente su ecosistema, llegando prácticamente a destruirlo. A finales de la década de 1970 se consiguió paralizar la urbanización. A partir de este momento se iniciaron una serie de medidas encaminadas a conservar las zonas menos degradadas y a acelerar la regeneración natural.

Las fotos de esta página muestran algunos de los despropósitos urbanísticos que se llevaron a cabo en El Saler. El estudio histórico nos enseña el camino recorrido, incluyendo los errores cometidos. Uno de los objetivos del proyecto consiste en construir de una manera respetuosa con el entorno. Evitando caer de nuevo en los mismos errores.





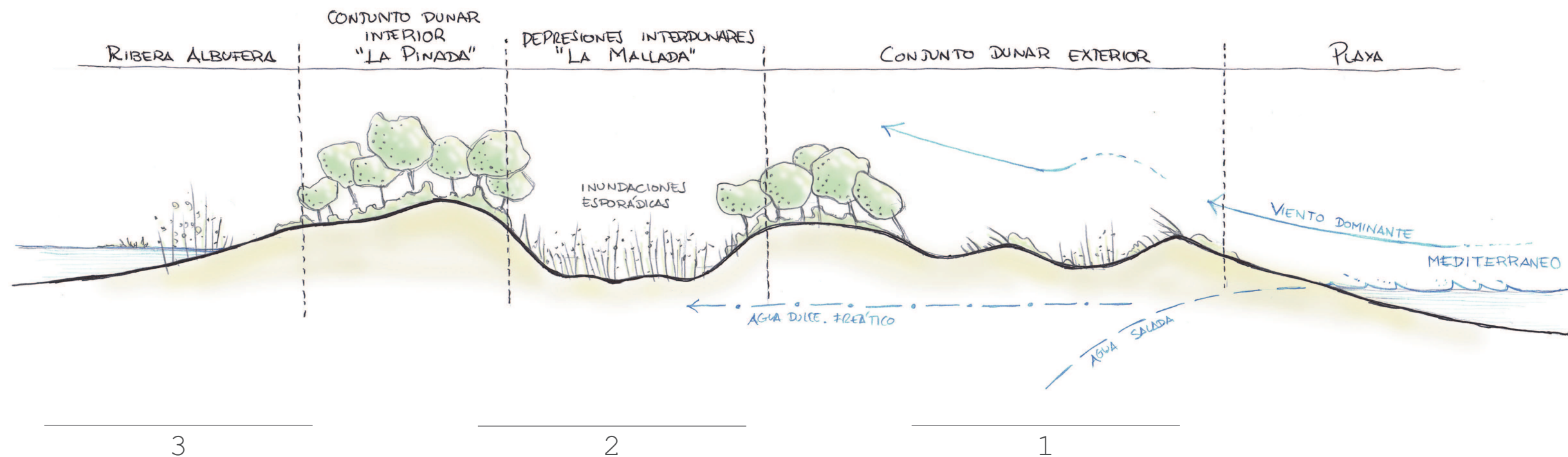
La franja de tierra que forma El Saler esta dividida en cinco ambientes claramente diferenciados por sus características orográficas y vegetales; La playa, el conjunto dunar exterior, las depresiones interdunares, el conjunto dunar interior y la ribera de la Albufera.

Se definen a continuación tres propuestas que se asocian cada una de ellas a una de las franjas en las que se divide el paisaje.

Será importante tener en cuenta un condicionante común a las tres propuestas. Se trata de un paisaje altamente protegido, motivo principal por el que se propone una arquitectura ligera y de montaje (de mínimo impacto ambiental), evitando así reproducir los errores cometidos en el pasado.

Tres lugares para la infancia:

- 1\_Escuela de las dunas. Casal d'Esplai.
- 2\_Escuela de la mallada. La Venta.
- 3\_Aulario y cafetería. El embarcadero.



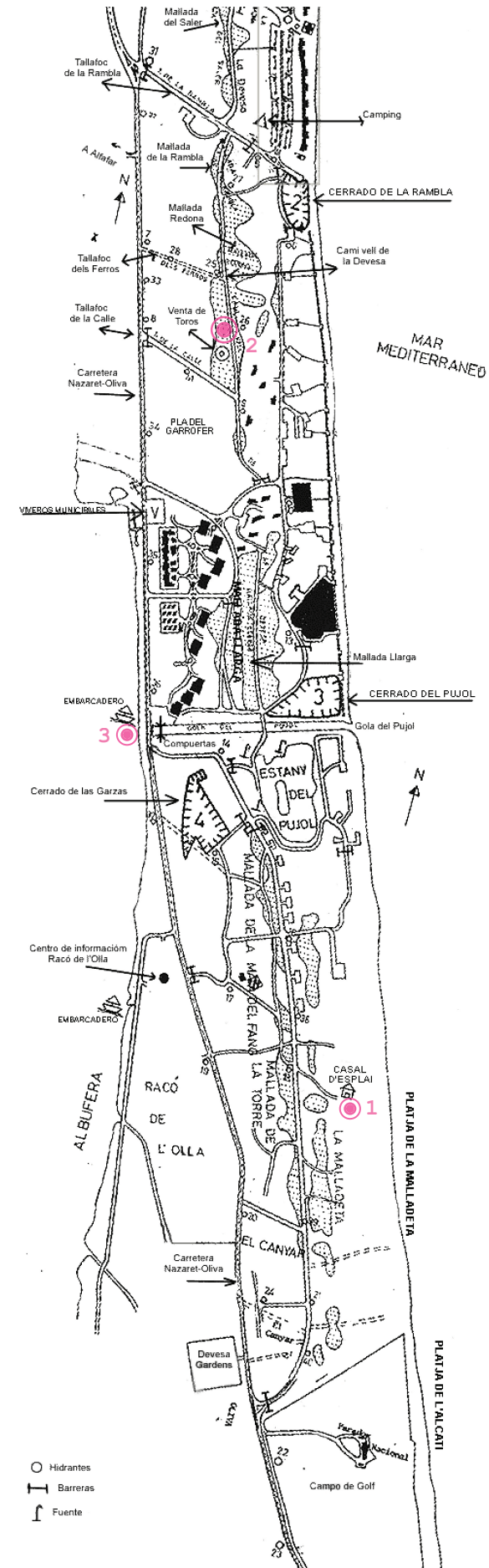
1\_Escuela de las dunas, Casal d'Esplai



2\_Escuela de la mallada, La Venta



3\_Aulario y cafetería, el embarcadero



# 5.1

ESCUELA DE LAS DUNAS, CASAL D'ESPLAI





Toma de contacto con el entorno, topografía y vegetación

Tan solo hay que observar.

La naturaleza se encargará de darnos las pistas necesarias para adaptarnos al lugar, sobretodo en emplazamientos tan sobrecogedores como este, donde uno queda expuesto ante los elementos; el viento, el sol, la lluvia... puede que nos sean útiles al final si observamos como crecen las plantas, cual es la dirección de las dunas, donde comienza la pinada.

La primera propuesta está situada en el lugar que ocupa el Casal d'Esplai, en el conjunto dunar exterior, formado por las dunas más cercanas a la playa. En ellas el viento forma unas pequeñas hondonadas llamadas calderas de abrasión. Las duras condiciones ambientales que caracterizan este ecosistema (fuerte insolación, constante azote del viento marino y movilidad de la arena) determinan que las plantas y animales que viven en él, adopten unas estrategias especiales para poder vivir en este medio. Su adaptación nos dará las pistas necesarias para emplazarnos en el lugar. La primera pista nos la ofrece la vegetación, las plantas presentan tallos rastreros o flexibles para evitar que el viento los rompa, raíces extensas para poder anclarse en la arena y hojas pequeñas o cubiertas de pelos para evitar la deshidratación.

Se debe prestar mucha atención a la disposición de los espacios frente al viento del mar. Una barrera perpendicular a la dirección del viento protegerá los espacios de los pabellones o aulas, pudiendo abrirse mediante grandes puertas correderas en los días de buen tiempo. La terraza del espacio común queda parcialmente protegida por un eucalipto de gran porte, cuya forma inclinada revela al azote sufrido por el viento tras muchos años de vida. Se utilizan también otros medios auxiliares como lamas verticales que una vez cerradas protegerán de los vientos y el sol de levante.

Los espacios interiores orientan su fachada longitudinal al sur para disponer de radiación solar en invierno, protegiéndose en verano mediante la prolongación de la cubierta. A norte los condicionantes son diferentes, y la solución por lo tanto también ha de serlo. Se utiliza este lateral para albergar el almacenamiento y los servicios necesarios, sirviendo estos como barrera térmica, mitigando las pérdidas de calor en invierno.

El acercamiento hacia el oeste con el arbolado de la pinada proporcionara la necesaria protección del sol de poniente en verano y de los fríos vientos del interior en invierno.

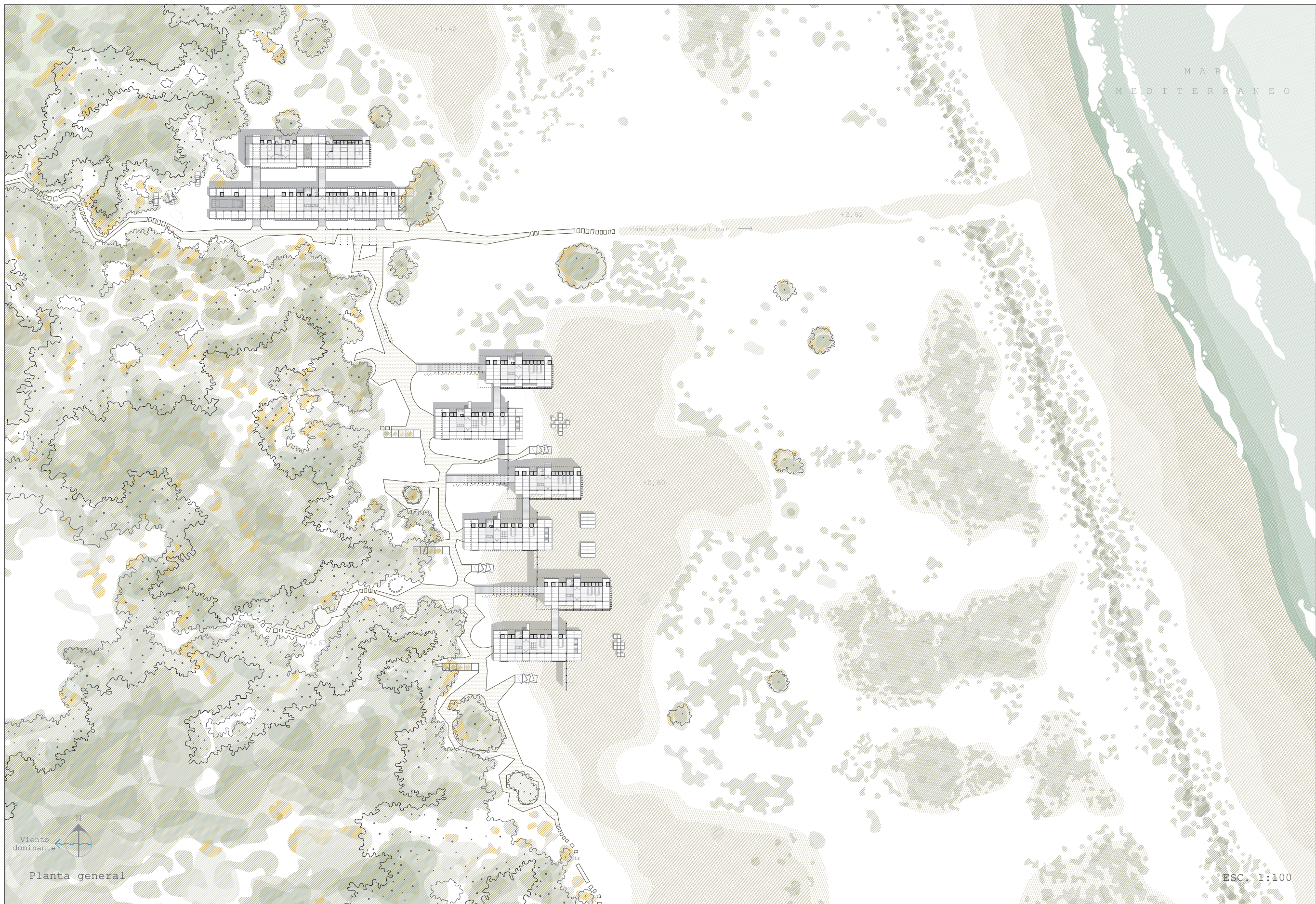
Capacidad:

120 niños

Programa:

- 3 Aulas dinámicas 48 m<sup>2</sup> (x3)
- 3 Aulas estáticas 48 m<sup>2</sup> (x3)
- Comedor común/usos múltiples 80 m<sup>2</sup>
- Cocina 40 m<sup>2</sup>:
  - Servicio 16 m<sup>2</sup>
  - Preparación 16 m<sup>2</sup>
  - Almacenamiento 4 m<sup>2</sup>
  - Gestión de residuos 4 m<sup>2</sup>
- Administración 40 m<sup>2</sup>

No se numeran los espacios exteriores pero están, ¿como si no iba a tratarse de una escuela al aire libre?



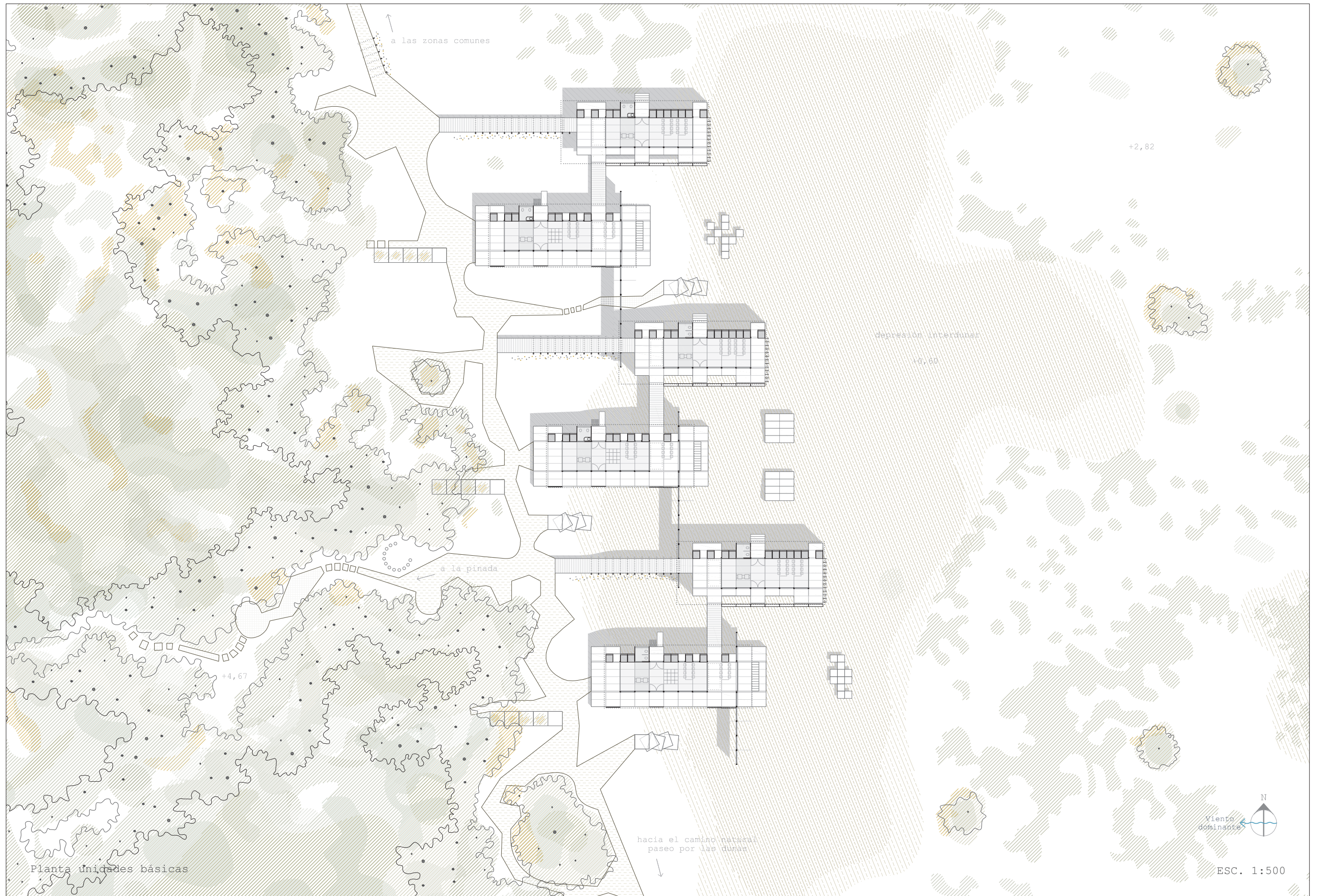
MAR  
MEDITERRANEO

camino y vistas al mar



Planta general

ESC. 1:100

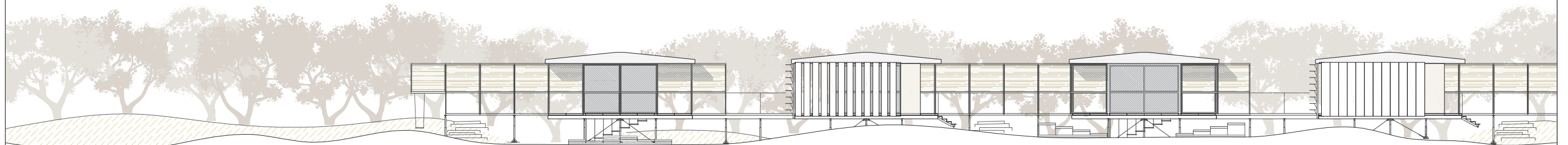


Planta unidades básicas

ESC. 1:500

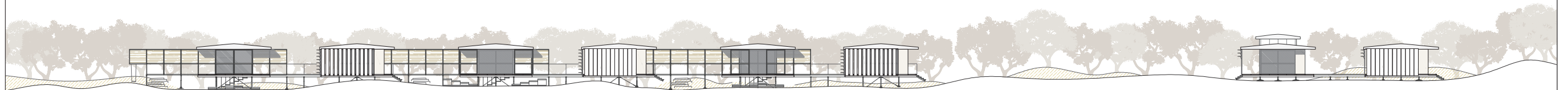
Componentes necesarios para el montaje de esta propuesta

x102	x258	x1412	x99	x140	x1279	x459	x596	x838
M1 x010 M2 x080 M3 x012	F1 x072 F2 x038 F3 x016 F4 x099 F5 x022 F6 x011	CU1 x968 CU2 x040 CU3 x116 CU4 x252 CU5 x000 CU6 x036	PC1 x009 PC2 x009 PC3 x047 PC4 x012 PC5 x022	B1 x140	A1 x387 A2 x387 A3 x135 A4 x084 A5 x000 A6 x286	T1 x260 T2 x191 T3 x008	S1 x052 S2 x290 S3 x130 S4 x048 S5 x012 S6 x064	P1 x162 P2 x056 P3 x442 P4 x077 P5 x091



Alzado este parcial, cuatro unidades básicas

ESC. 1:250



Alzado este

ESC. 1:500

## 5.2

ESCUELA DE LA MALLADA, LA VENTA





La segunda propuesta se sitúa junto a la antigua Venta, Emplazada en el espacio central del gran cordón de tierra que acotan las aguas del mar y la albufera (la Devesa), formado por el conjunto dunar interior y las depresiones interdunares:

El conjunto dunar interior, protegido del viento marino, se caracteriza por que su cobertura vegetal es mucho mas densa, es popularmente conocido como "la pinada".

Entre las alineaciones dunares, la exterior y la interior, aparecen una serie de depresiones que se conocen localmente con el nombre de "malladas". Estas depresiones están formadas por suelos impermeables que se encharcan en los periodos de lluvia. Al evaporarse el agua con las altas temperaturas, se forma en la superficie unas costras de sal. La vegetación se instala en este ecosistema, a modo de anillos concéntricos en función del grado de salinidad.

Con el objetivo de experimentar con la condición flexible del sistema, se propone en este lugar una organización de escuela más compacta que la que se ha mostrado anteriormente en el Casal d'Esplai. Esta más cerca de ser una gran casa para los niños que un conjunto de pabellones dispersos. Deberá tener una menor escala, con el objetivo de no competir con el paisaje circundante.

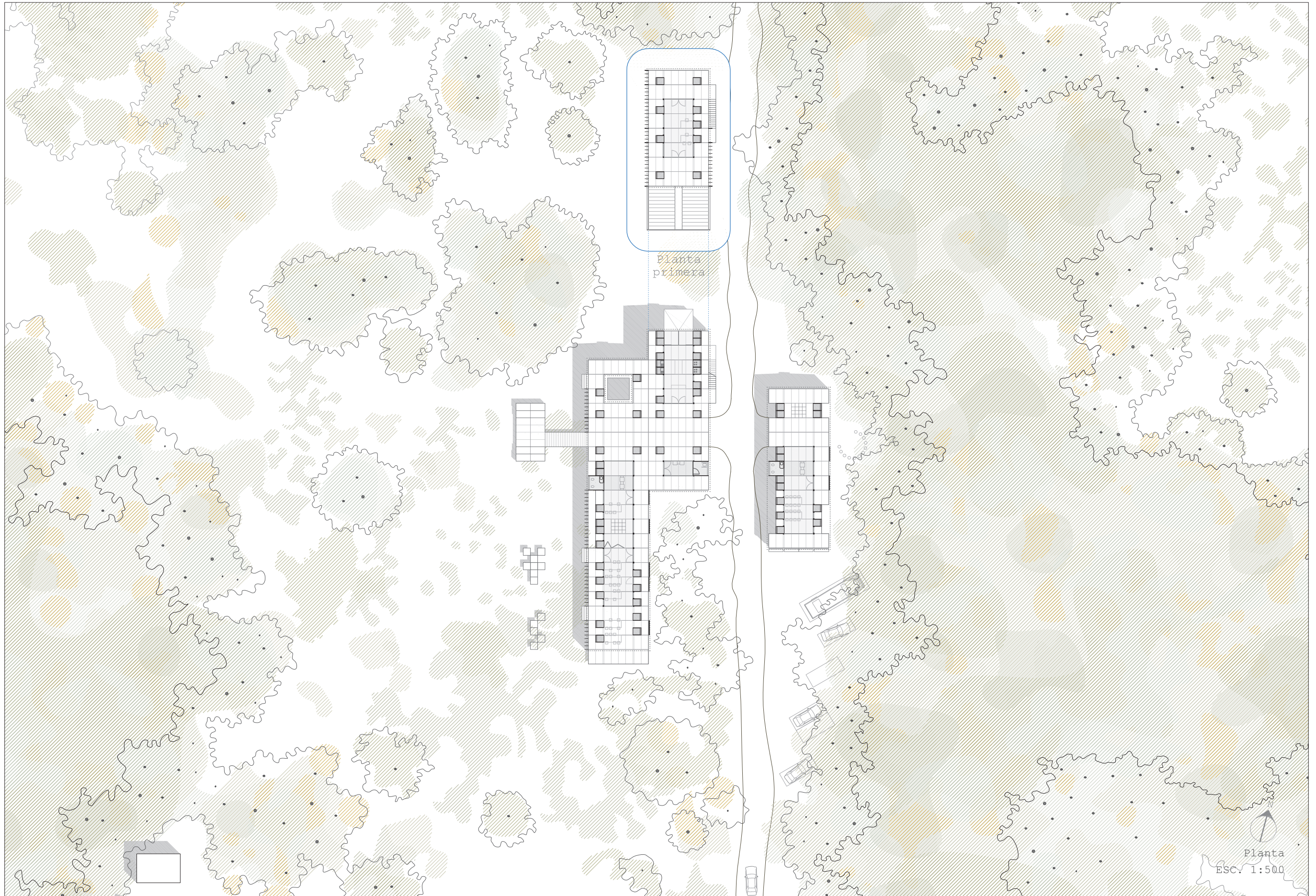
Se alinean los espacios al camino que conecta con las urbanizaciones cercanas, pues ya no existe la necesidad de protegerse del viento del mar. Un gran espacio divisible sirve al mismo tiempo como aulas independientes o como comedor común, situado junto a la mallada. Al otro extremo, un pabellón de pequeñas dimensiones sirve como espacio de reposo junto a la sombra de los pinos, un lugar para descansar y entrar en contacto con la tranquilidad que la naturaleza nos ofrece.

Capacidad:

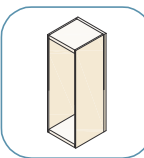
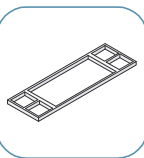
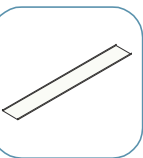
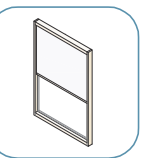
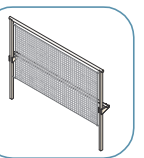
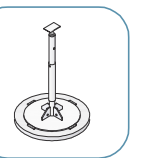
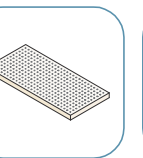
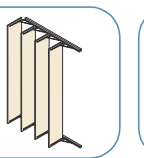
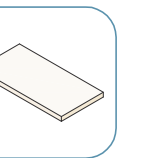
60 niños

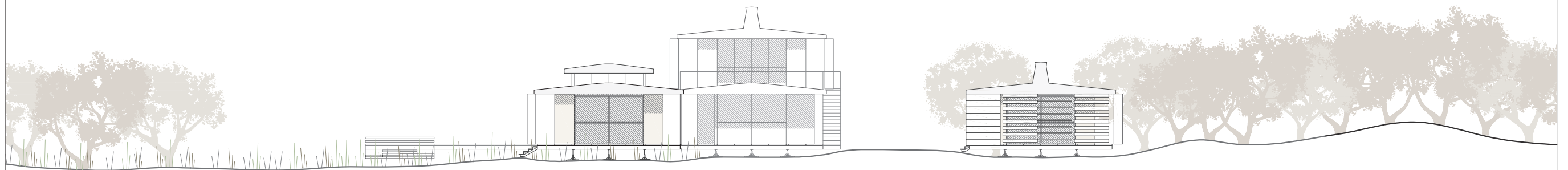
Programa:

- Aula estática 48 m<sup>2</sup>
- Espacio común divisible 80 m<sup>2</sup>:
  - 2 Aulas independientes
  - Comedor/usos múltiples
- Cocina 32 m<sup>2</sup>
  - Servicio 16 m<sup>2</sup>
  - Preparación 16 m<sup>2</sup>
  - Almacenamiento 4 m<sup>2</sup>
  - Gestión de residuos 4 m<sup>2</sup>
- Administración (planta primera) 32 m<sup>2</sup>
- Espacio de llegada, recibidor cubierto



Componentes necesarios para el montaje de esta propuesta

x064	x101	x580	x058	x048	x482	x176	x182	x436
								
M1 x003 M2 x061 M3 x000	F1 x039 F2 x008 F3 x002 F4 x030 F5 x012 F6 x010	CU1 x412 CU2 x012 CU3 x021 CU4 x106 CU5 x019 CU6 x010	PC1 x000 PC2 x004 PC3 x013 PC4 x021 PC5 x020	B1 x048	A1 x148 A2 x148 A3 x036 A4 x042 A5 x000 A6 x108	T1 x098 T2 x003 T3 x075	S1 x096 S2 x032 S3 x026 S4 x018 S5 x010 S6 x000	P1 x076 P2 x029 P3 x277 P4 x006 P5 x048



Alzado sur

ESC. 1:250

## 5.3

AULARIO Y CAFETERÍA, EL EMBARCADERO



Se trata de la propuesta más "utópica" de las tres por dos motivos, el primero es la forma de emplazarse en el lugar, mucho más extrema que las anteriores, el segundo su uso, que dista del concepto tradicional de escuela.

Se sitúa en el embarcadero de la Ribera de la Albufera junto a la carretera CV-500 que conecta los Pobles del Sud con Valencia. Sobre los suelos limo-arenosos, en contacto con el agua, se desarrolla una vegetación higrófila conocida vulgarmente como "carrizal".

Actualmente existe una disposición de 4 embarcaderos en paralelo, El proyecto surge como prolongación del paisaje, se propone una quinta banda que alberga dos aulas que flotan sobre el agua de la Ribera. La ligereza del sistema y la ausencia de oleaje posibilita la posición de los espacios sobre el agua (por medio de tanques llenos de aire).

Se trata de un lugar altamente transitado debido a sus cualidades paisajísticas, por lo que además de las dos "aulas" se dispone una cafetería en la orilla de la Ribera.

Los pabellones sobre el agua pueden ser utilizados como campamento infantil o escuela de pesca y navegación, es decir, se trata de lugares que utilizan el entorno natural como medio de aprendizaje.

Capacidad aulas:

40 niños

Aforo máximo cafetería:

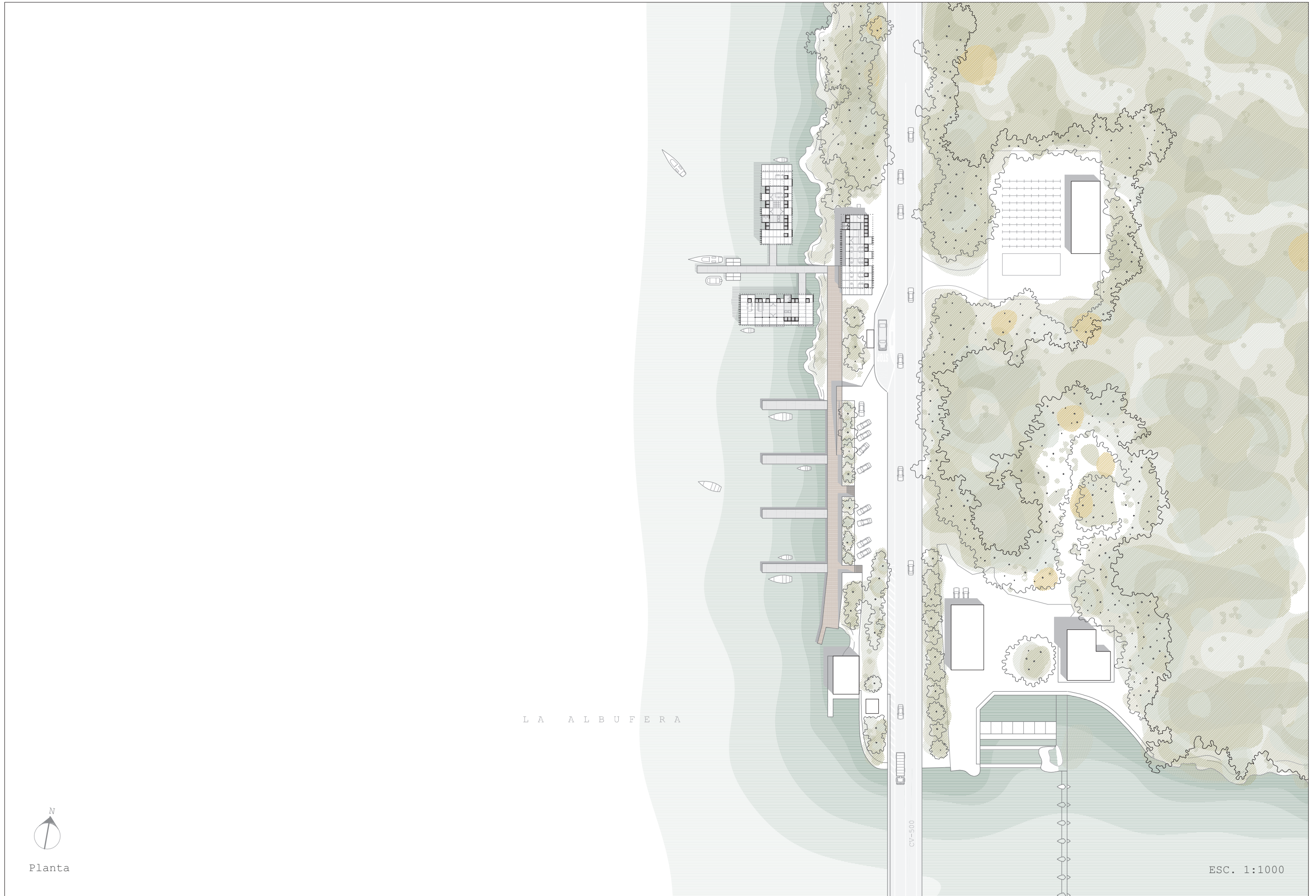
$24 \text{ m}^2 \times 1,5 \text{ personas/m}^2 = 36$

Programa:

-2 aulas  $48 \text{ m}^2$  (x2)

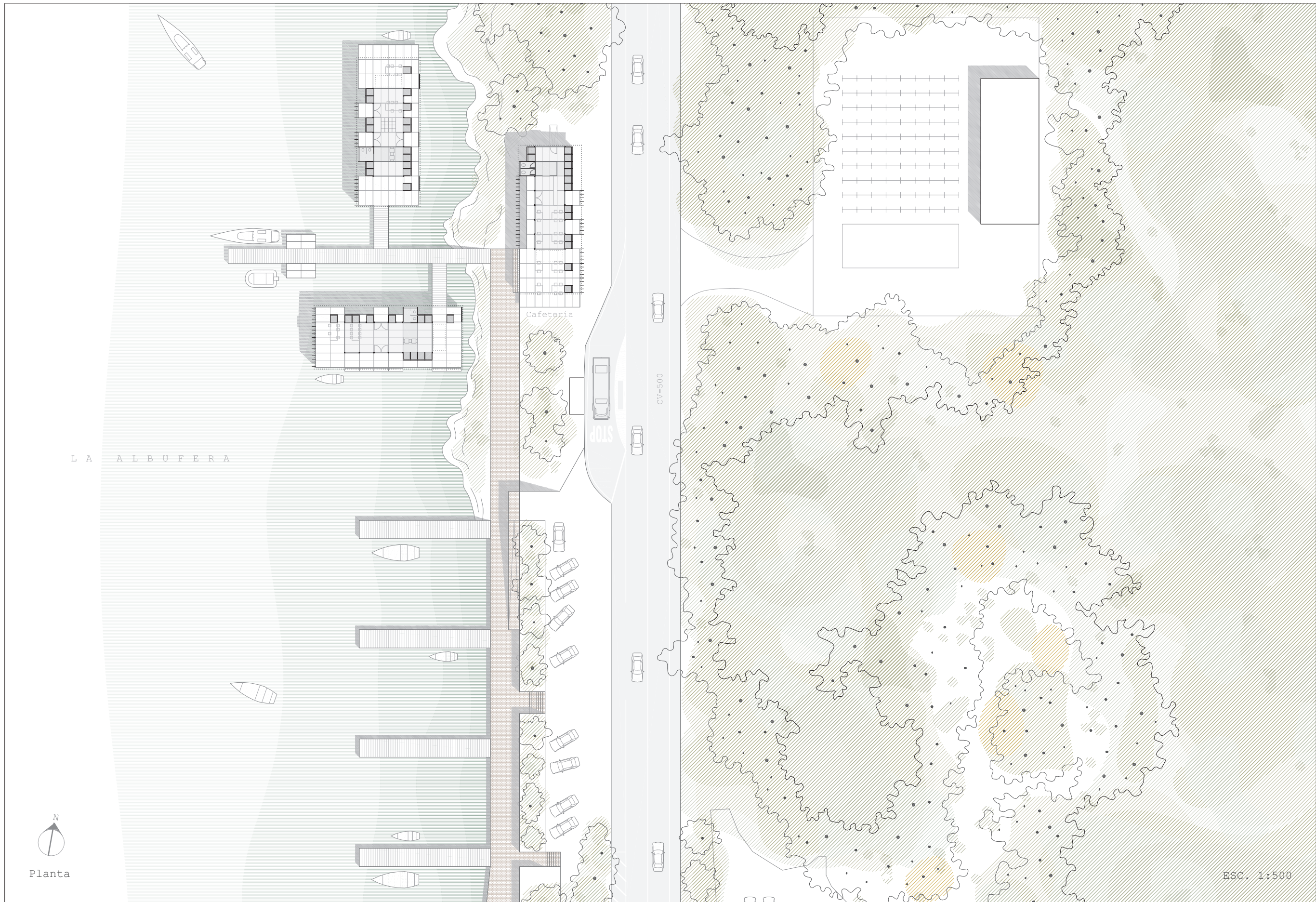
-Cafetería/comedor  $56 \text{ m}^2$

-Prolongación del embarcadero



Planta

ESC. 1:1000



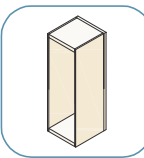
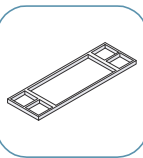
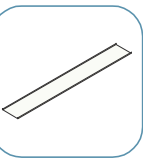
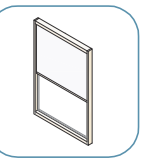
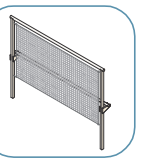
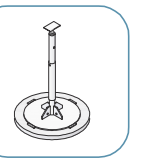
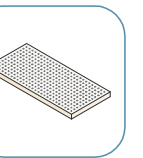
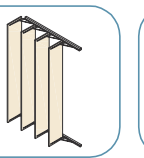
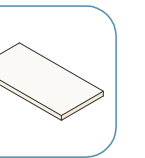
L A A L B U F E R A

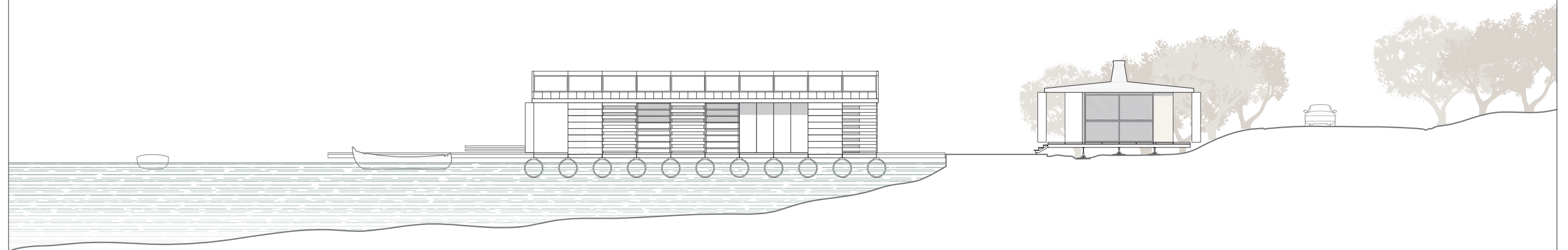


Planta

ESC. 1:500

Componentes necesarios para el montaje de esta propuesta

x045	x058	x339	x018	x060	x378	x123	x161	x290
								
M1 x003 M2 x042 M3 x000	F1 x017 F2 x010 F3 x001 F4 x027 F5 x003 F6 x000	CU1 x228 CU2 x012 CU3 x000 CU4 x060 CU5 x027 CU6 x012	PC1 x000 PC2 x002 PC3 x012 PC4 x004 PC5 x000	B1 x060	A1 x126 A2 x126 A3 x000 A4 x000 A5 x090 A6 x036	T1 x066 T2 x003 T3 x054	S1 x080 S2 x018 S3 x039 S4 x018 S5 x006 S6 x000	P1 x060 P2 x016 P3 x140 P4 x048 P5 x026



Alzado sur

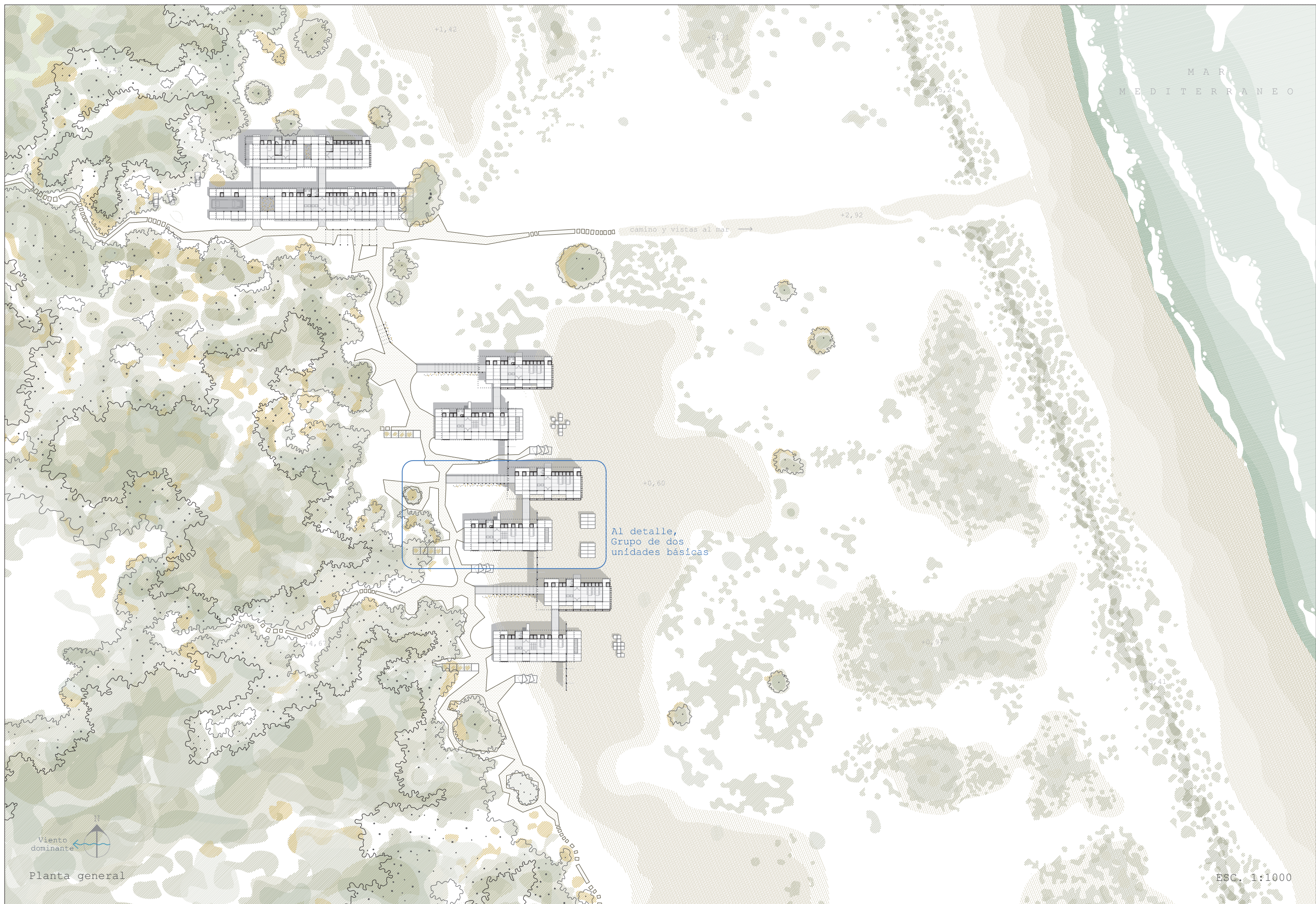
ESC. 1:250



## 5.4

### PROPUESTA 1 AL DETALLE; ESCUELA DE LAS DUNAS, CASAL D'ESPLAI

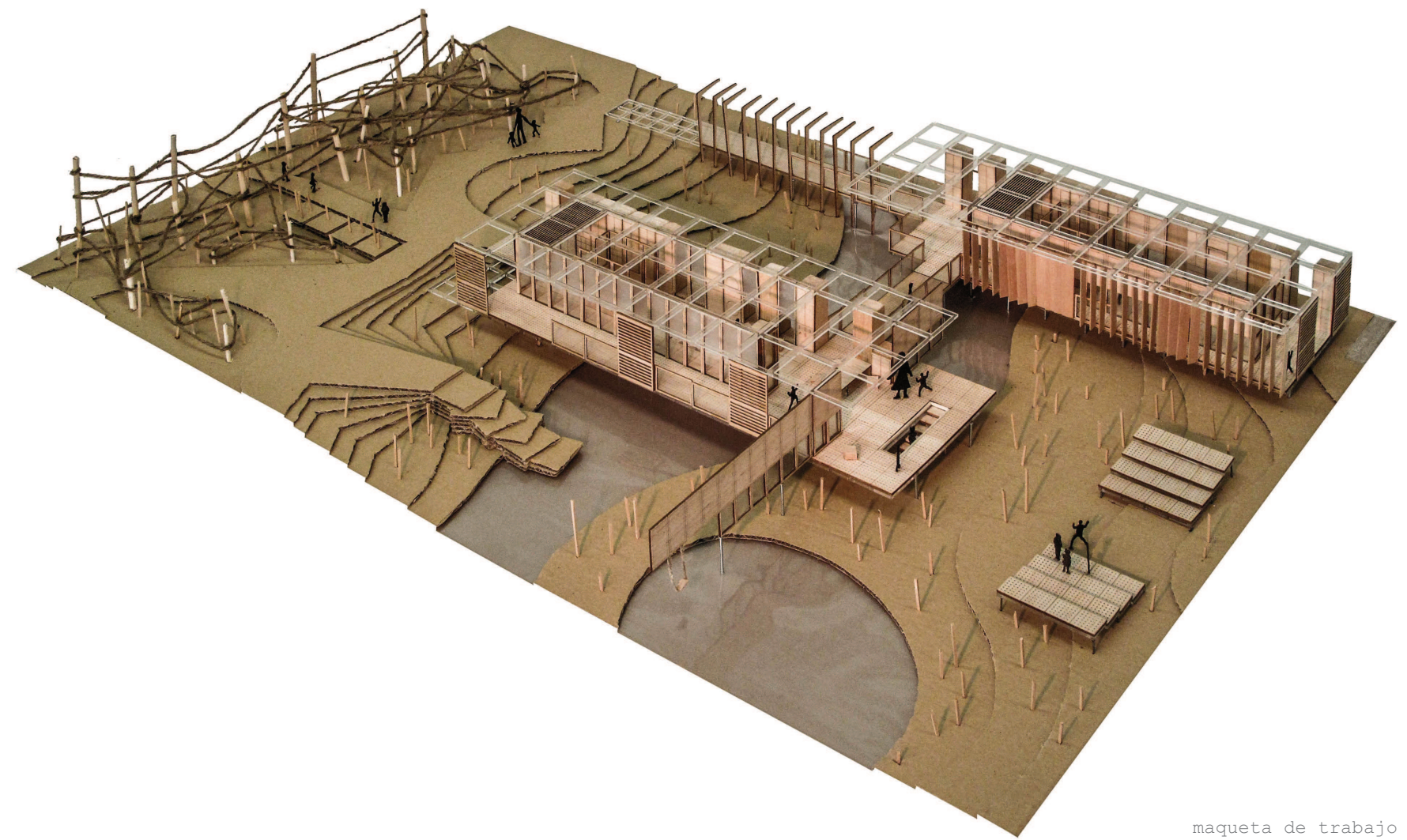
La configuración de la propuesta consiste en la agrupación en paralelo de los seis pabellones o aulas, que reciben su iluminación principalmente desde el sur, protegiéndose del duro sol de verano por medio de un voladizo. En los laterales, dos grandes puertas de 4 metros, plegables en su totalidad, harán que el exterior sea una prolongación de la clase y permitirán que la brisa marina recorra el espacio interior, el cual, una vez abierto en los días de buen tiempo, no será más que la disposición de un pavimento sobre el que asentarse, la sombra de una cubierta como resguardo del sol y la lluvia, y una banda de módulos de servicio que dotan al espacio del necesario almacenamiento, de mesas, espacios de juego e instalaciones.



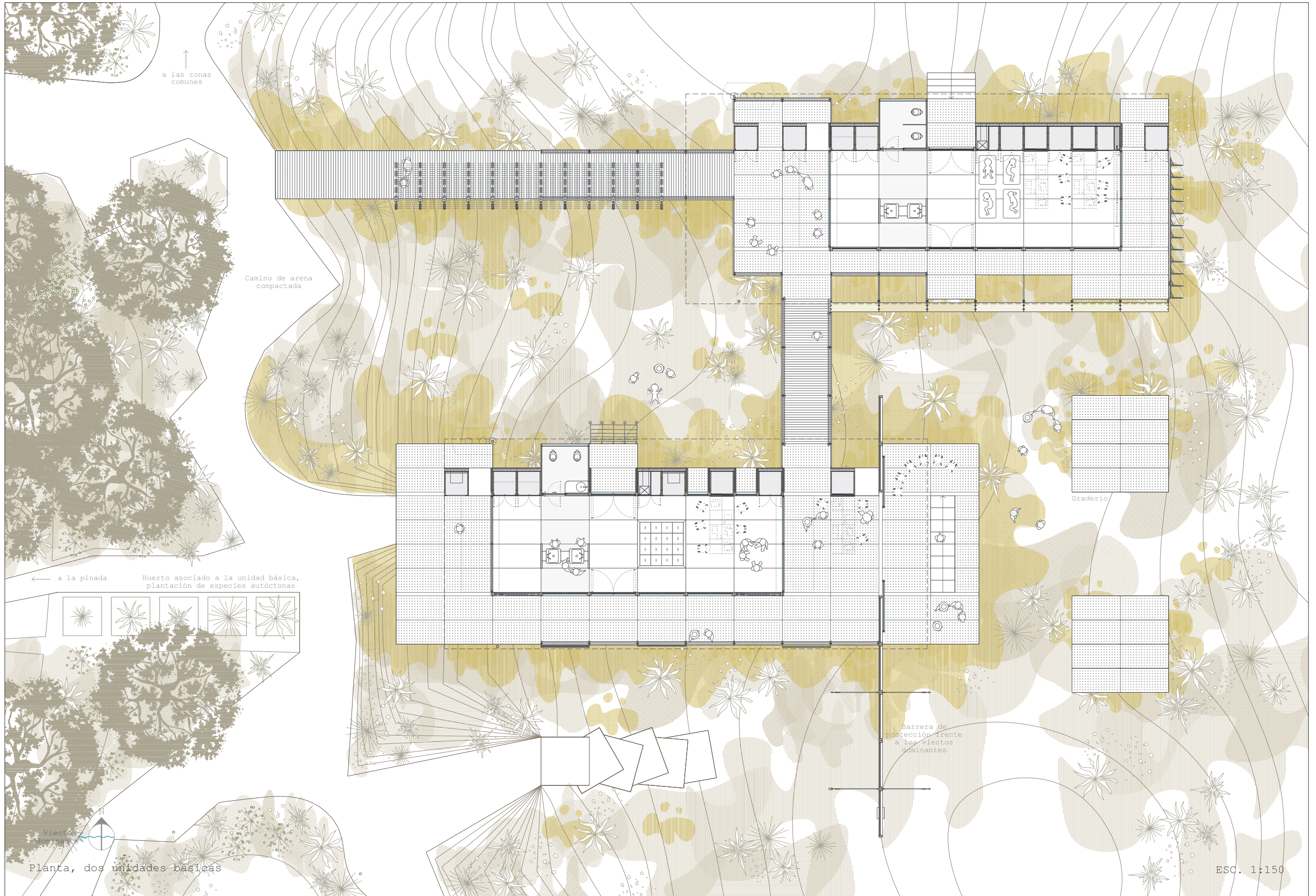
Planta general

Al detalle,  
Grupo de dos  
unidades básicas

ESC. 1:1000



maqueta de trabajo



a las zonas comunes

Camino de arena compactada

← a la pinada

Huerto asociado a la unidad básica, plantación de especies autóctonas

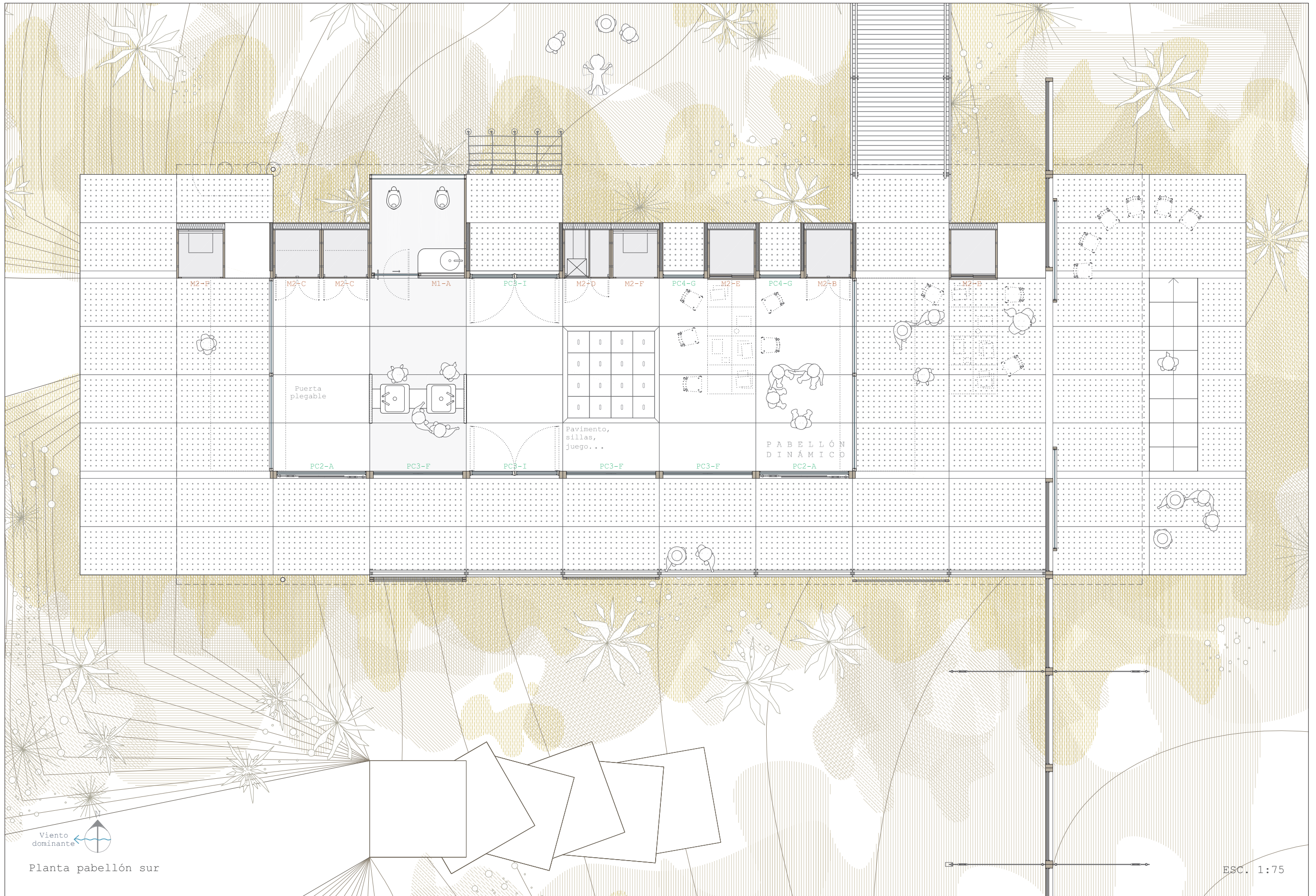
Graderio

Barrera de protección frente a los vientos dominantes

Viento dominante

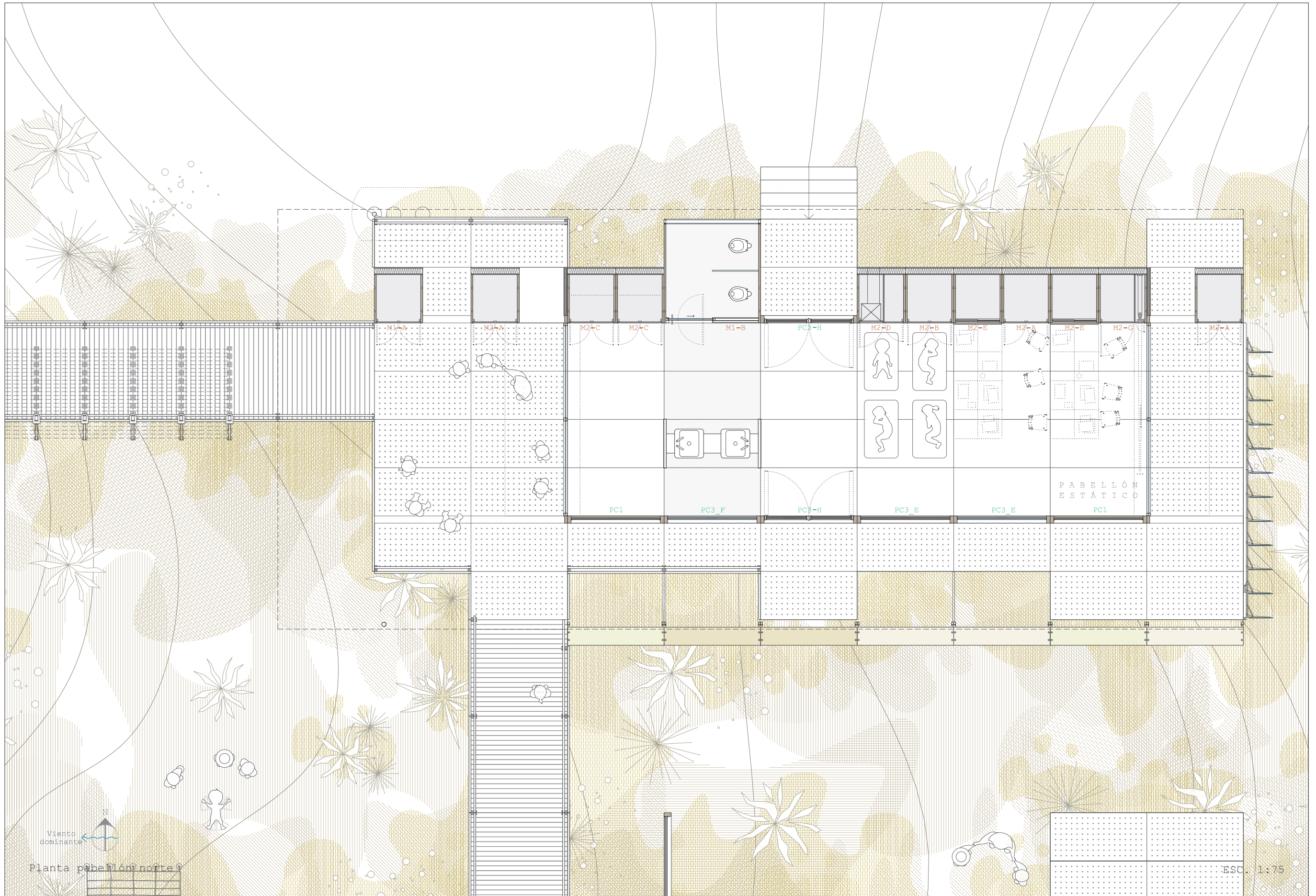
Planta, dos unidades básicas

ESC. 1:150



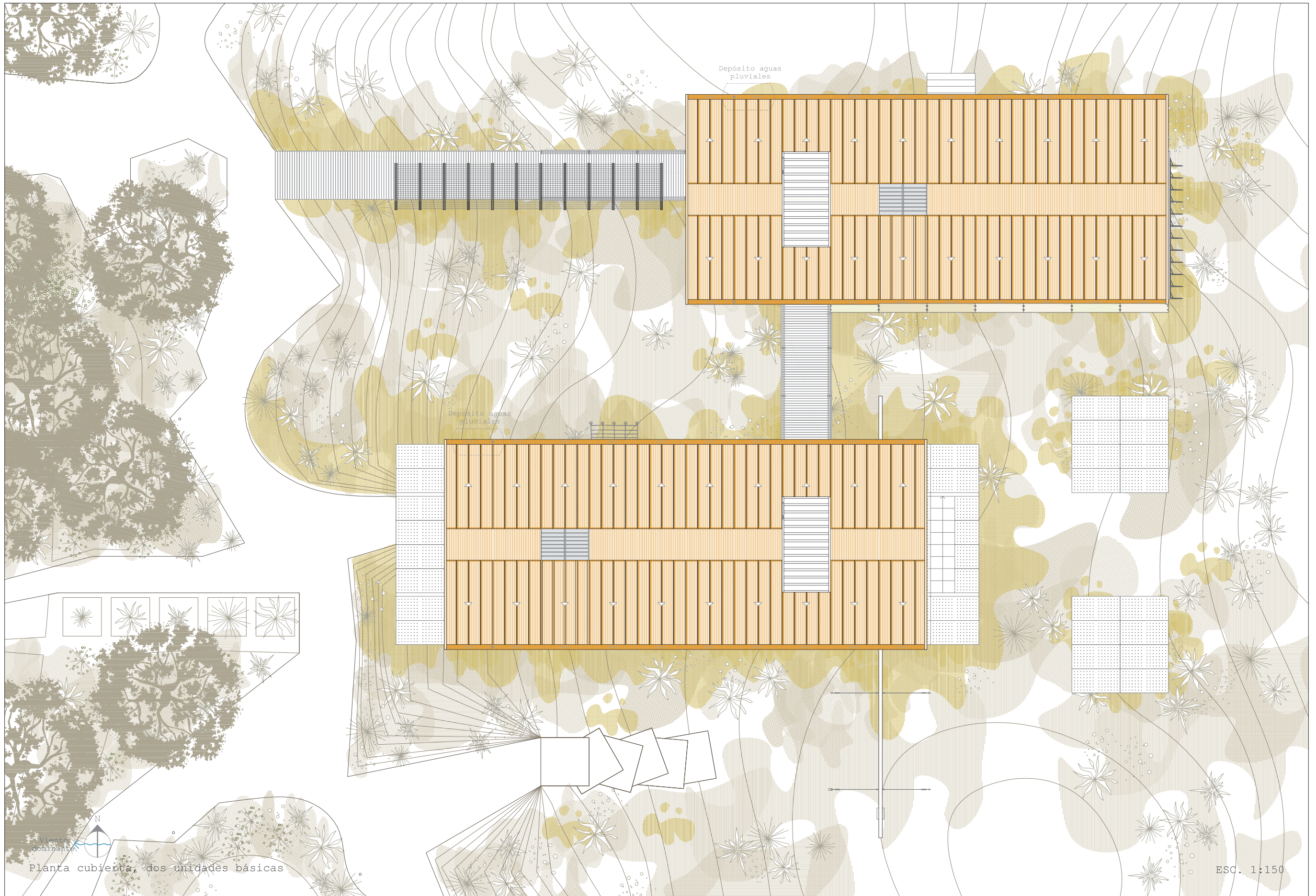
Planta pabellón sur

ESC. 1:75



Planta pabellón nocte 3

ESC. 1:75



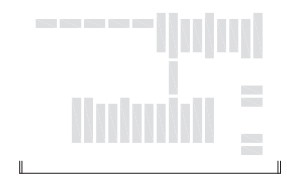
Viento dominante  
Planta cubierta, dos unidades básicas

ESC. 1:150



maqueta de trabajo

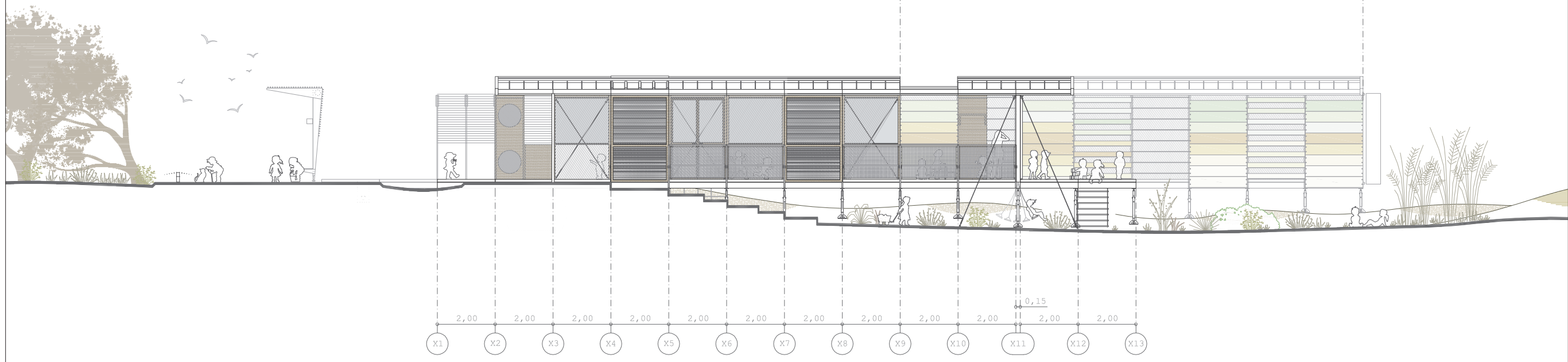
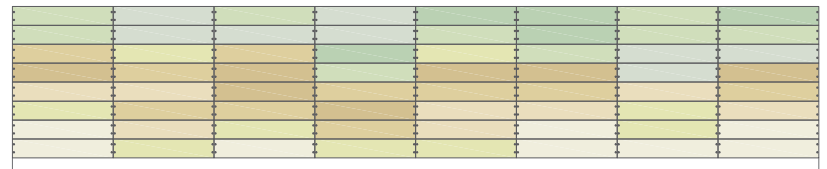




Los colores del lugar

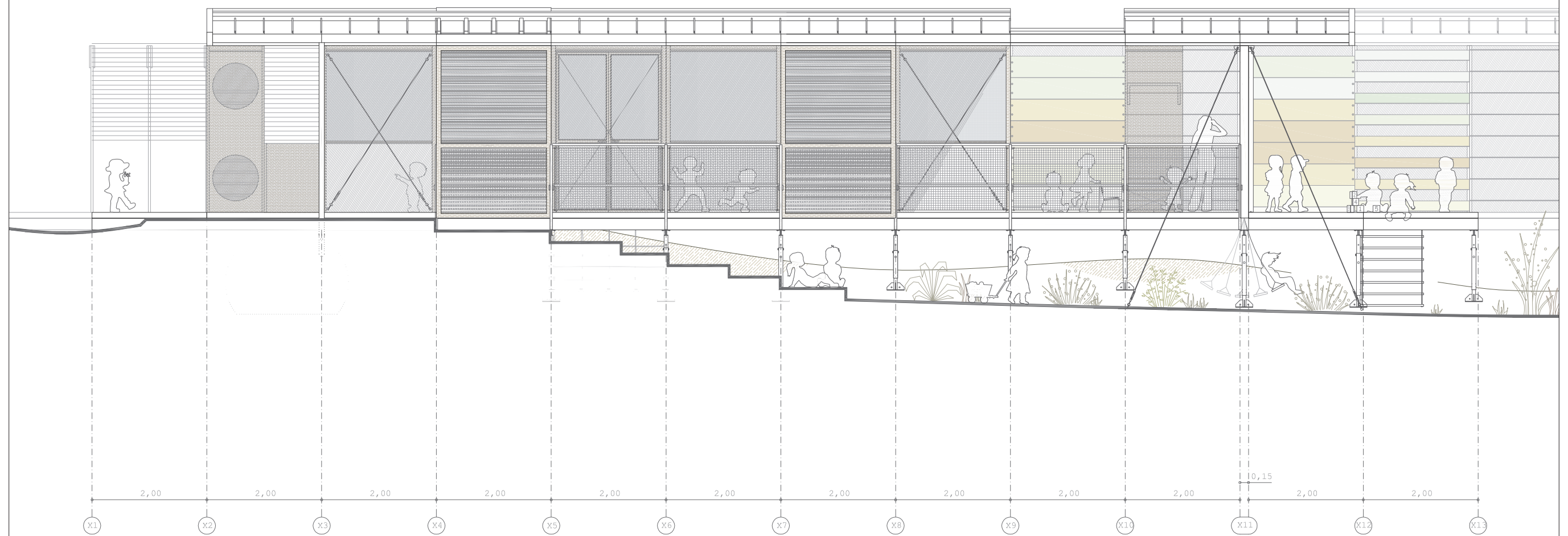
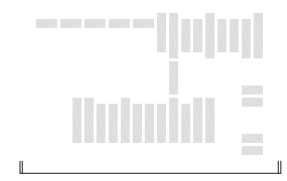
- RAL 120 90 20
- RAL 120 80 20
- RAL 095 90 20
- RAL 9002
- RAL 1001
- RAL 1014
- RAL 1015
- RAL 1013

Lamas móviles motorizadas horizontales de vidrio con lámina traslúcida PVB de color. Aporta seguridad y mejora las prestaciones de control solar. Sistema Colt shadoglass LS 4 o similar.



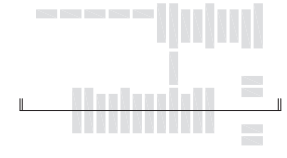
Alzado sur y detalle de las lamas del pabellón norte

ESC. 1:150

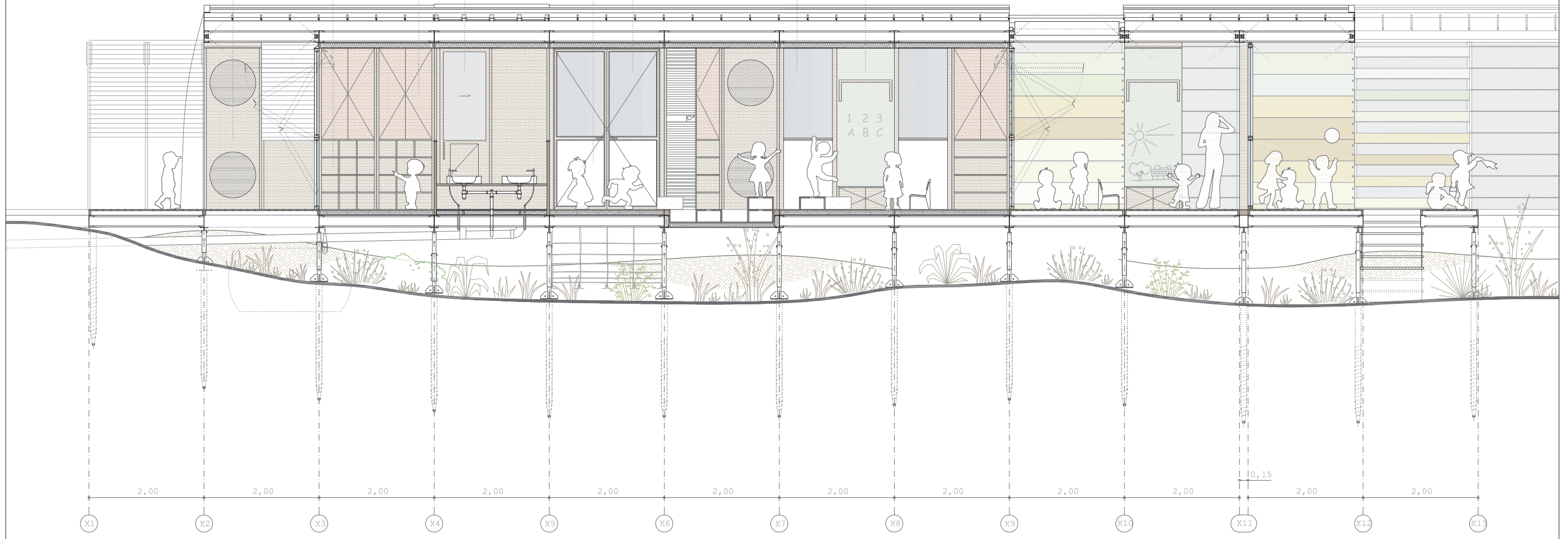
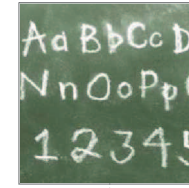
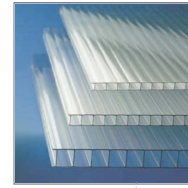
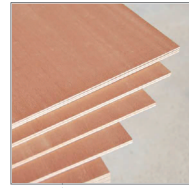


Alzado sur

ESC. 1:75

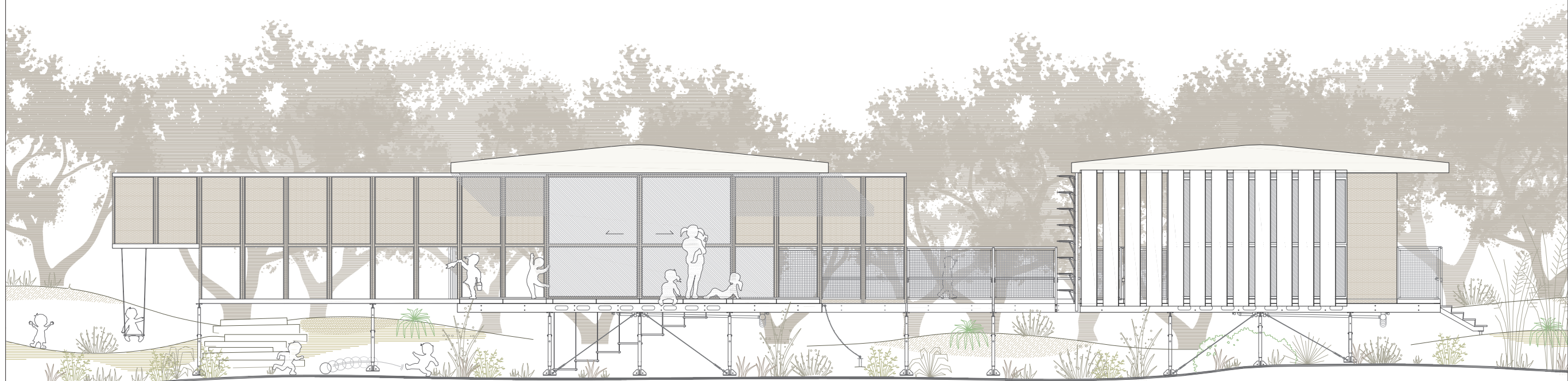


La materialidad del alzado interior



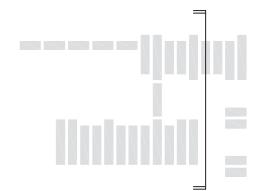
Sección longitudinal

ESC. 1:75



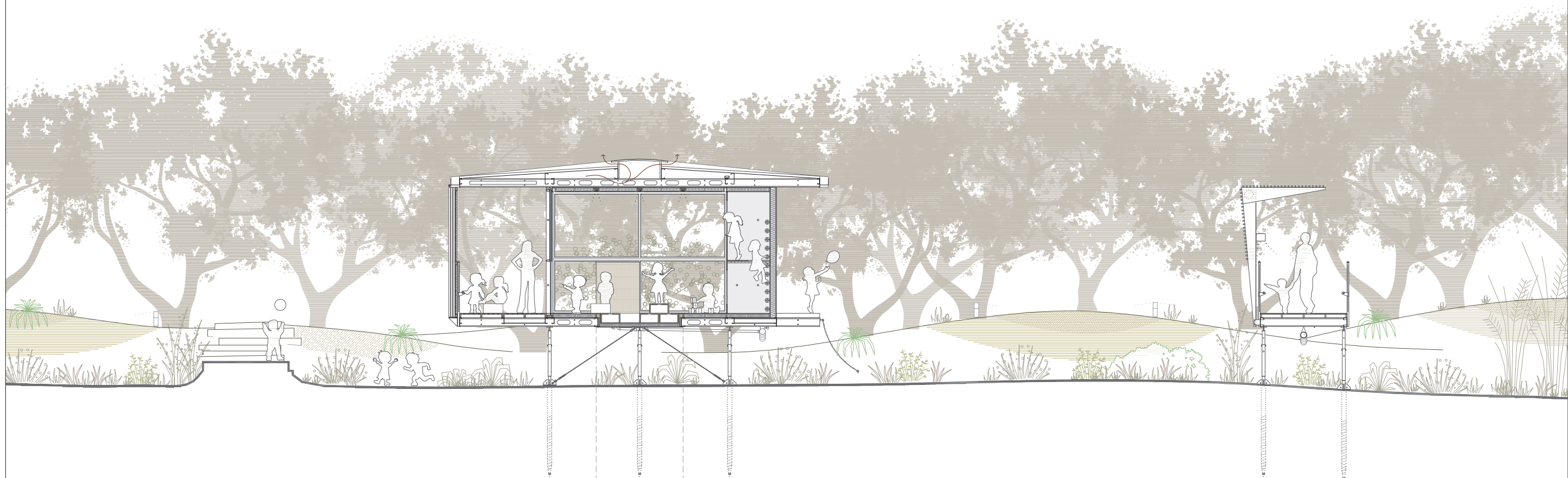
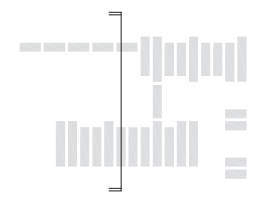
Alzado este

ESC. 1:100

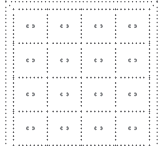


Sección transversal A

ESC. 1:100

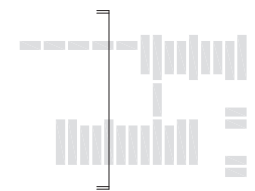


Sección transversal B



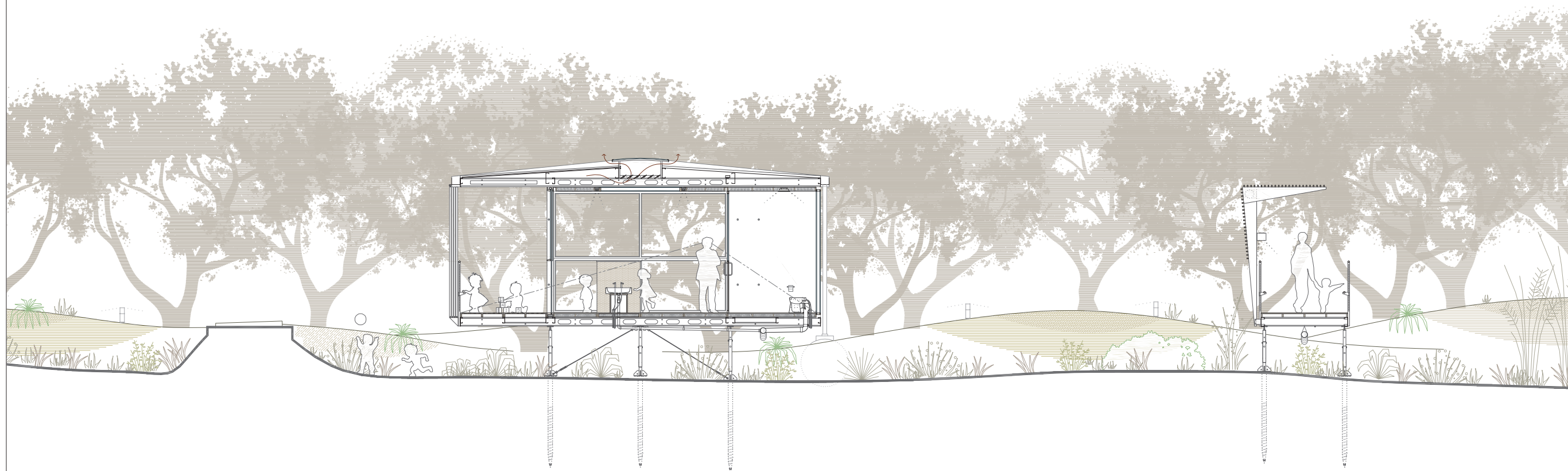
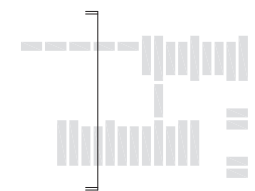
Pavimento,  
sillas,  
juego...

ESC. 1:100



Sección transversal C

ESC. 1:100



Sección transversal D

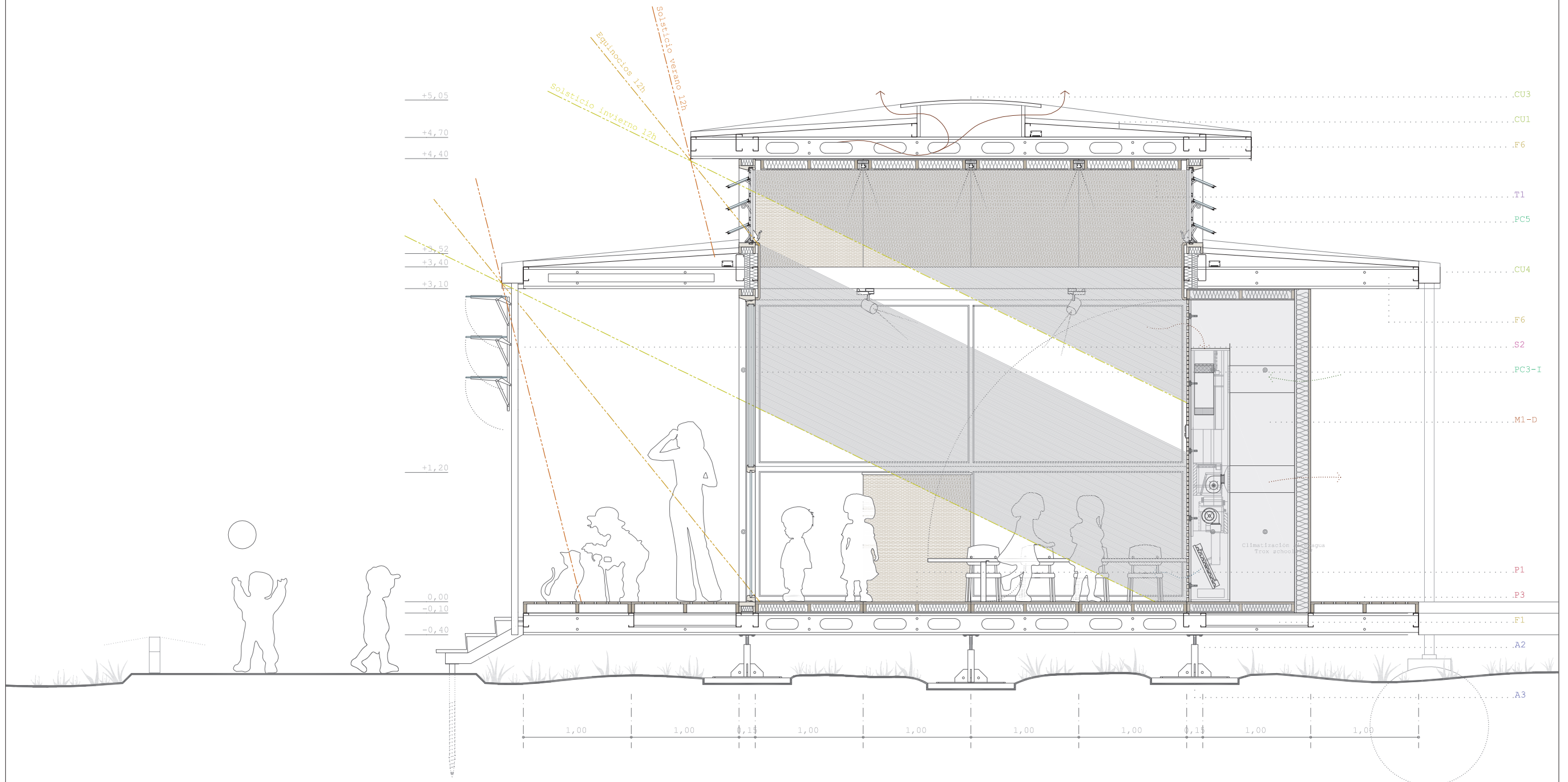
ESC. 1:100



Como aproximación a las zonas comunes de la propuesta se muestra esta sección, en la que se observa como el espacio del comedor / usos múltiples tiene una mayor altura libre que las aulas.

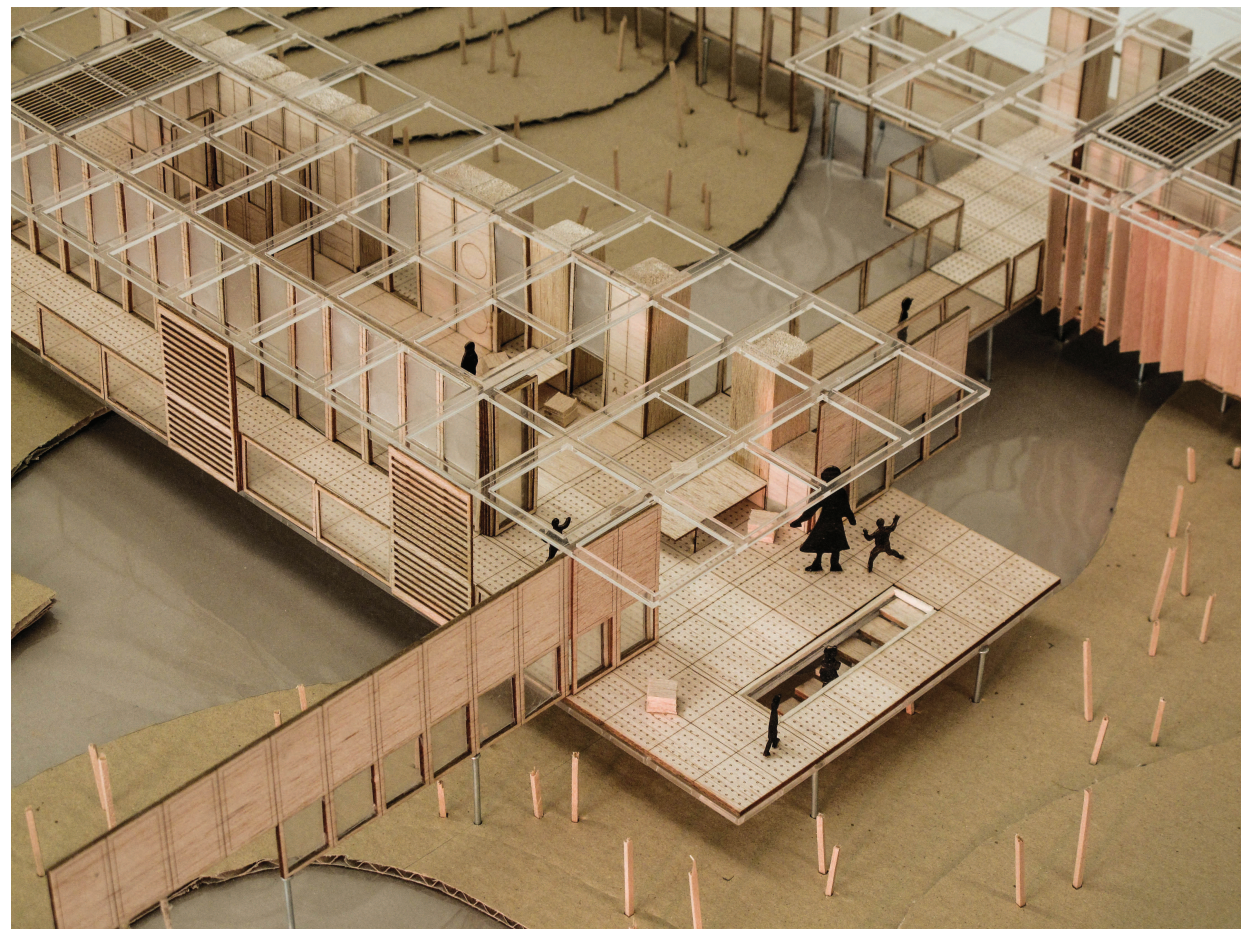
El comedor y la sala de usos múltiples son un mismo espacio, esto es posible gracias a que las mesas están integradas en los módulos de servicio y se pueden plegar, consiguiendo un espacio totalmente diáfano.

Las zonas comunes se sitúan sobre un terreno homogéneo, horizontal y en una zona más alta que las aulas. Esta posición permite variar el sistema de apoyo del pabellón. Se recurre a apoyos superficiales, que transmiten las cargas al terreno mediante placas de reparto de plástico reciclado.

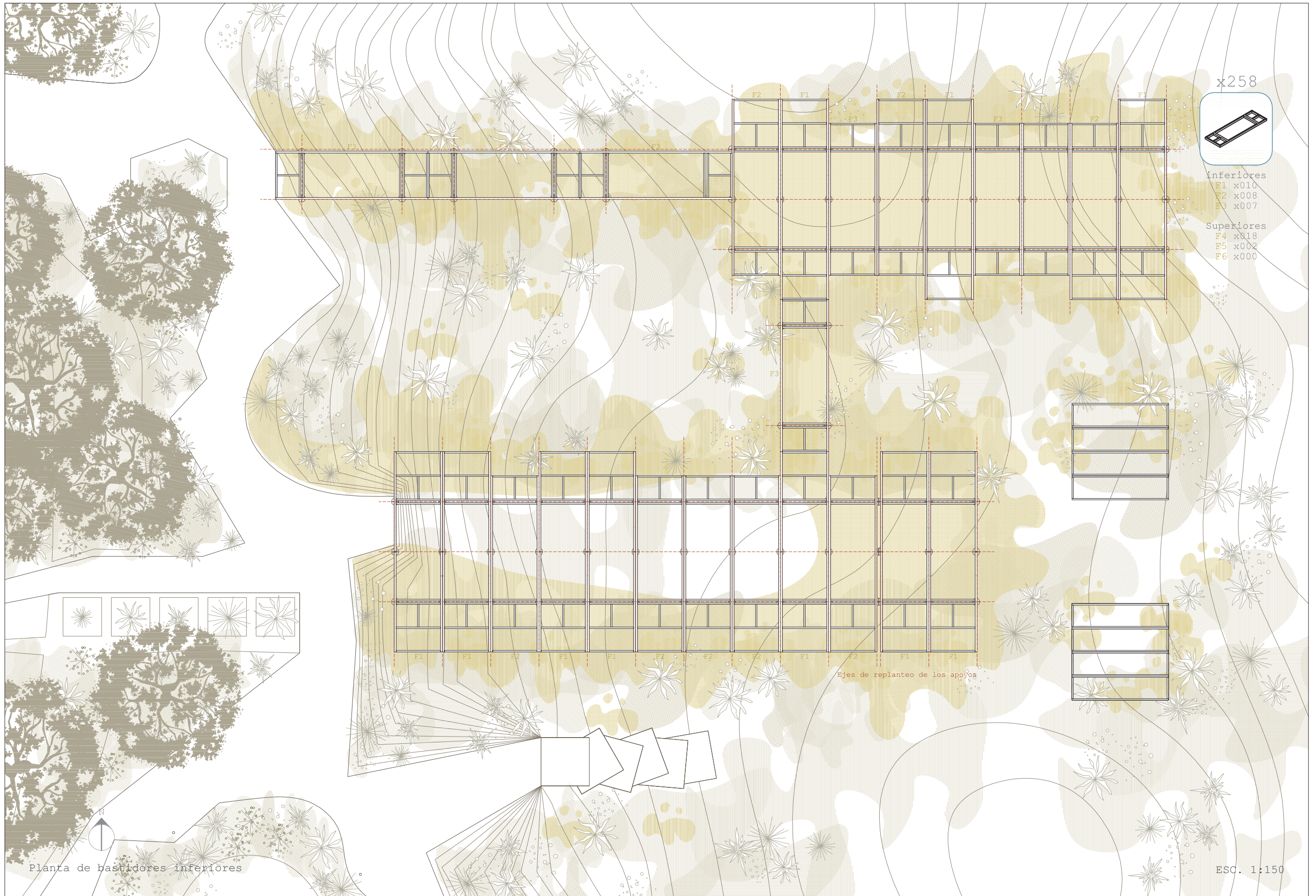


Sección transversal comedor / usos múltiples

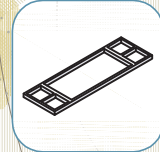
ESC. 1:40



maqueta de trabajo



x258

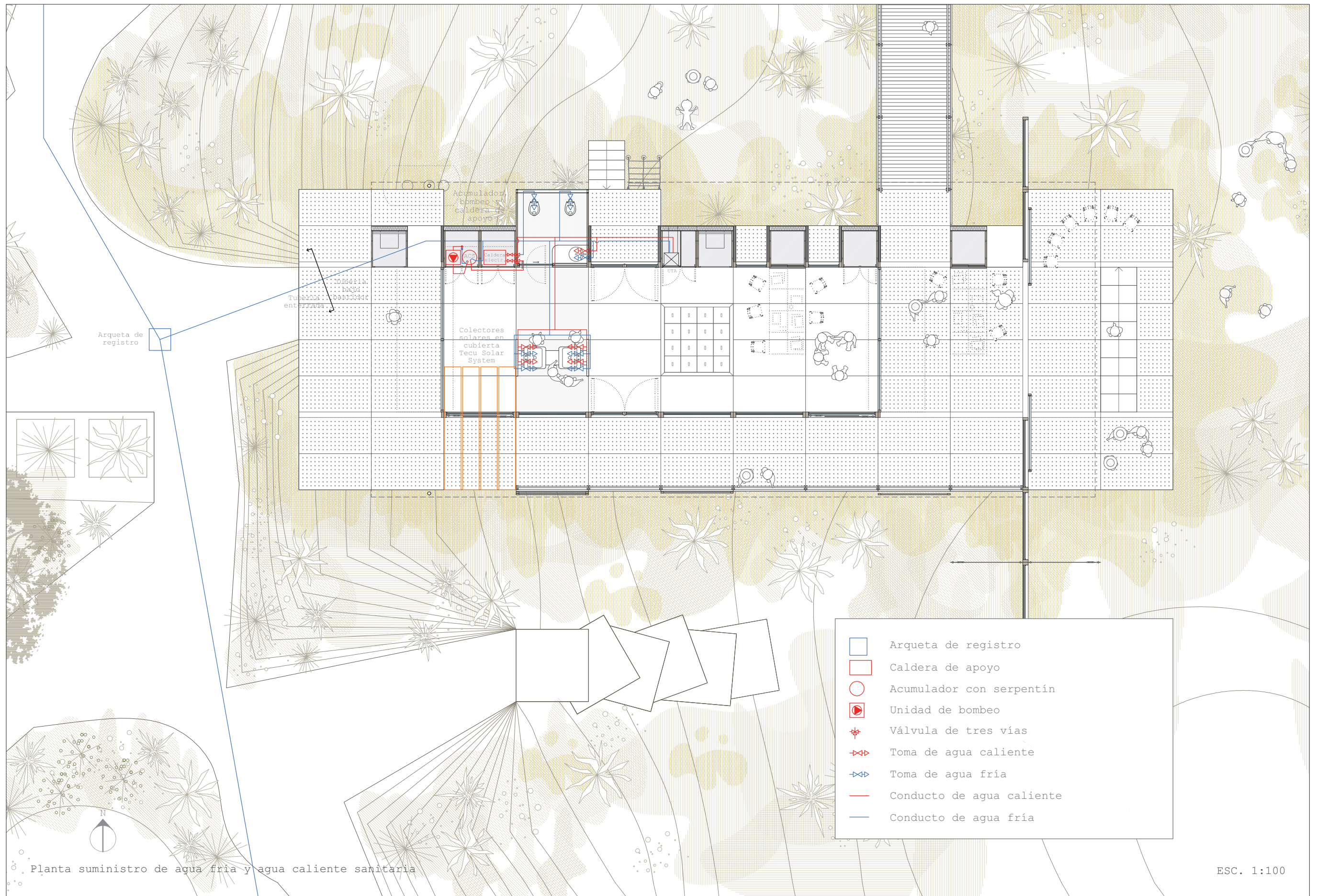


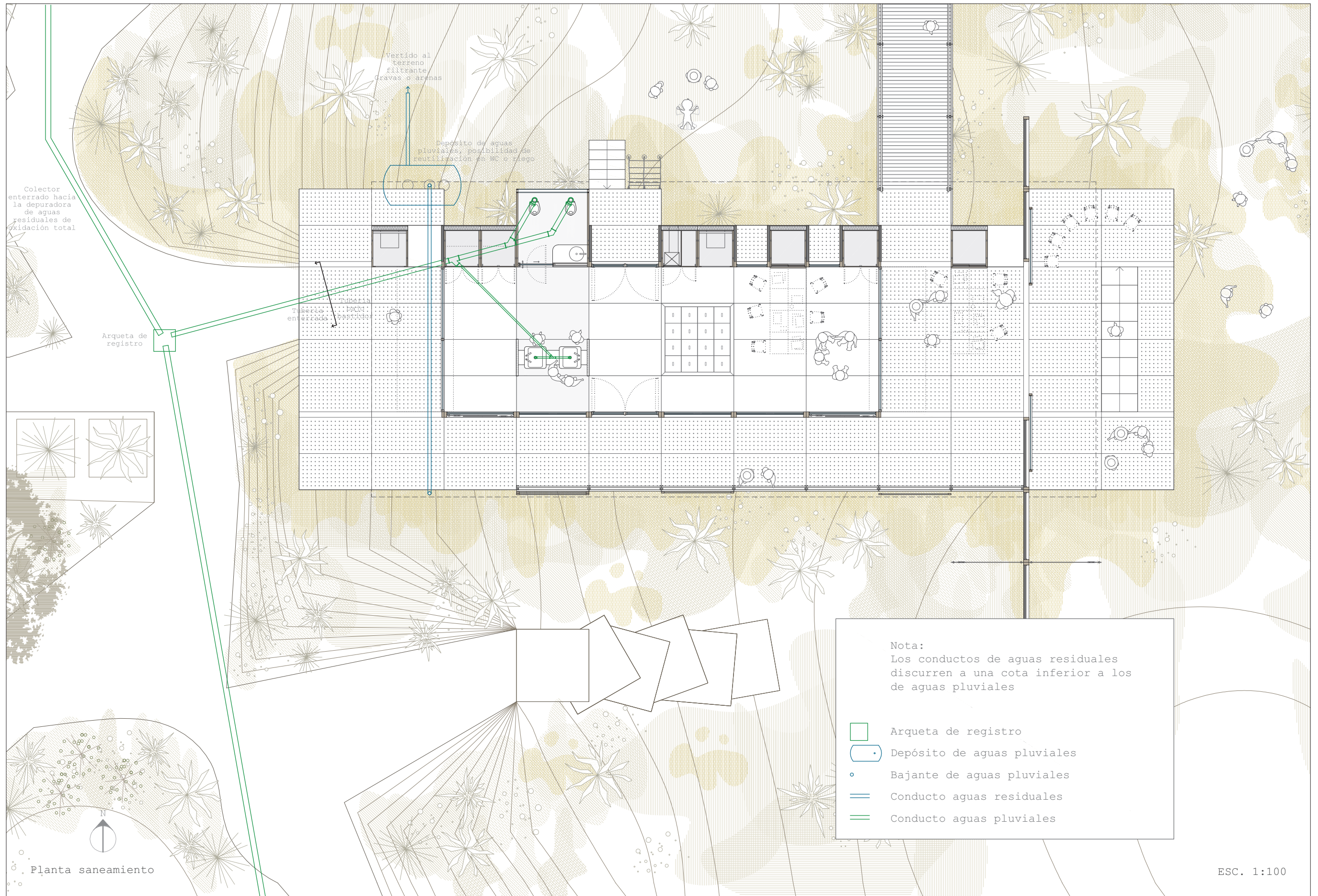
- Inferiores
- F1 x010
- F2 x008
- F3 x007
- Superiores
- E4 x018
- E5 x002
- E6 x000

Ejes de replanteo de los apoyos

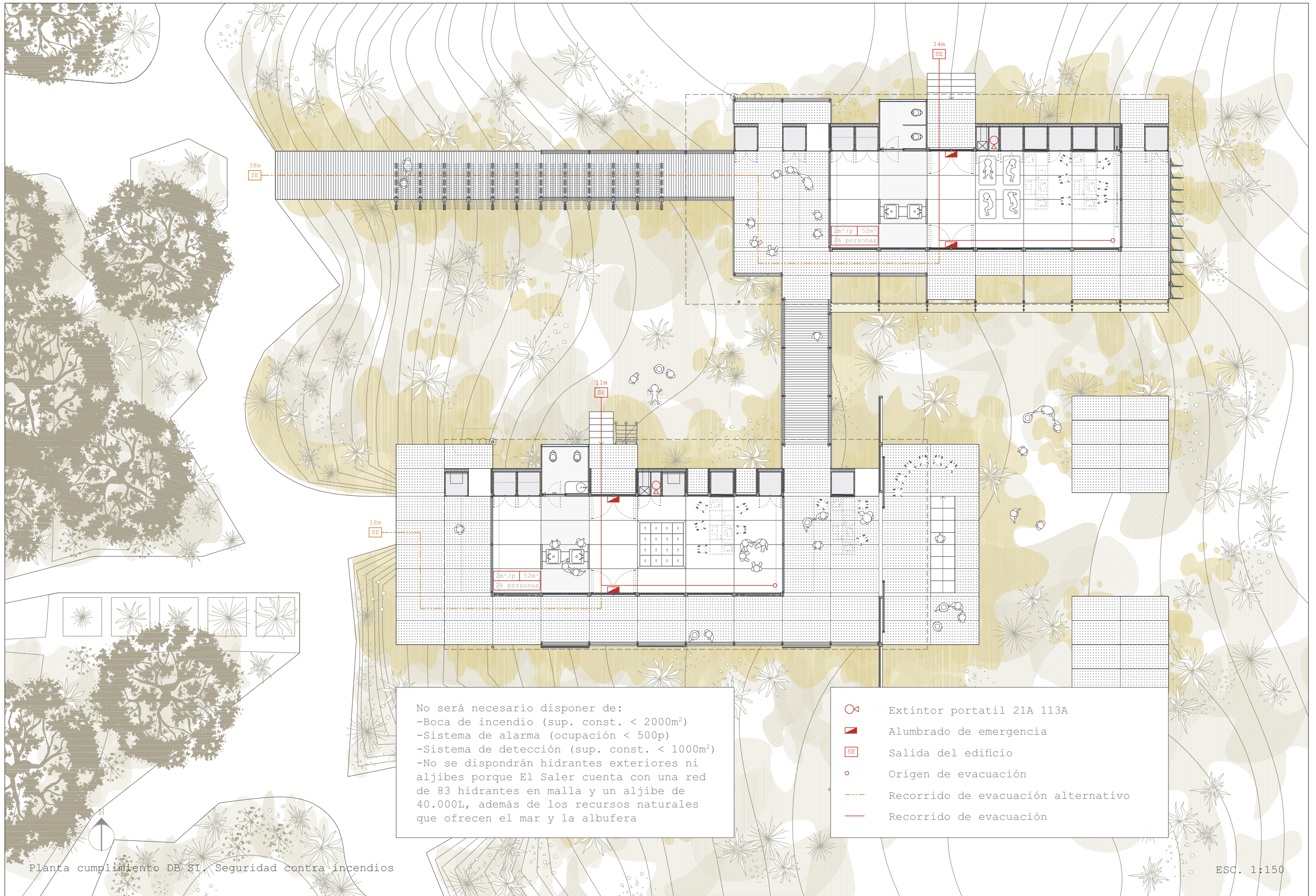
Planta de bastidores inferiores

ESC. 1:150









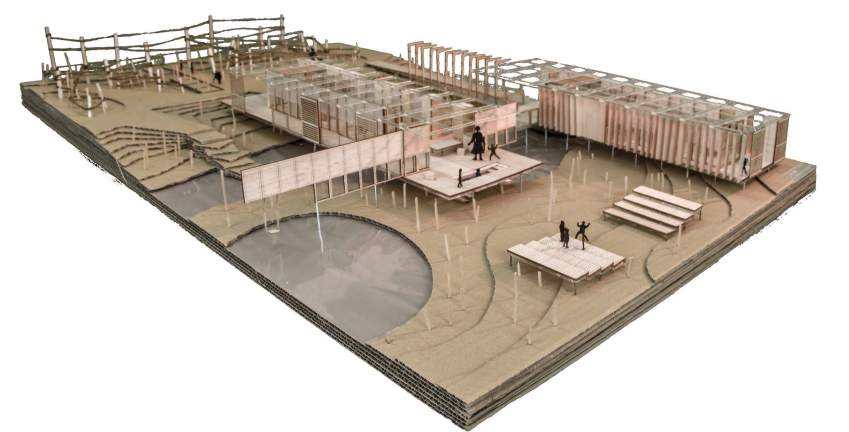
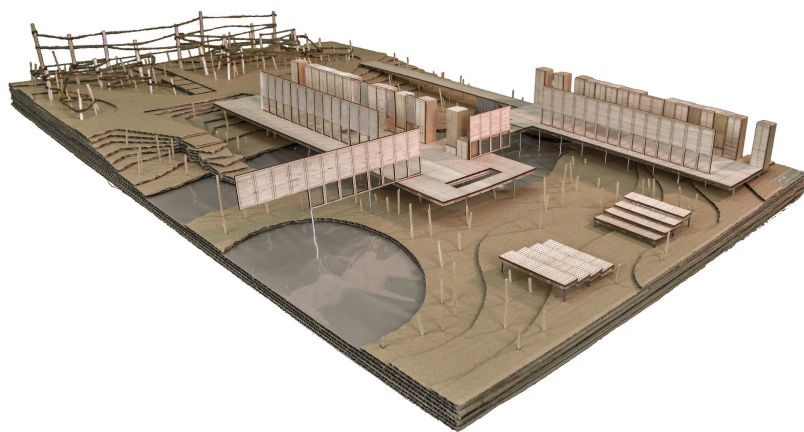
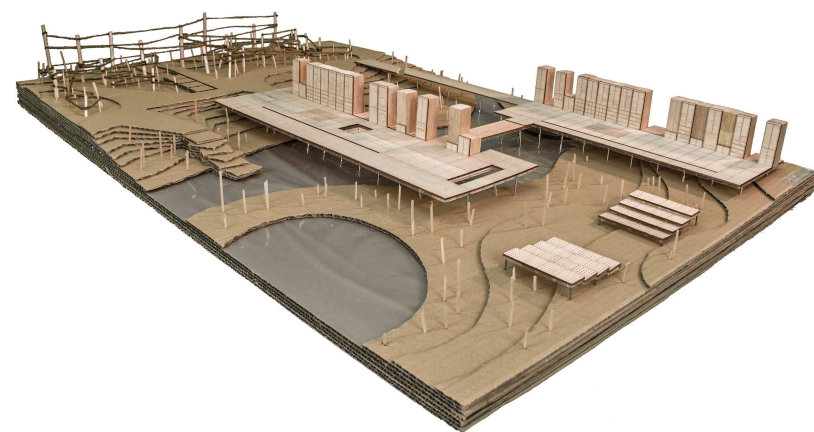
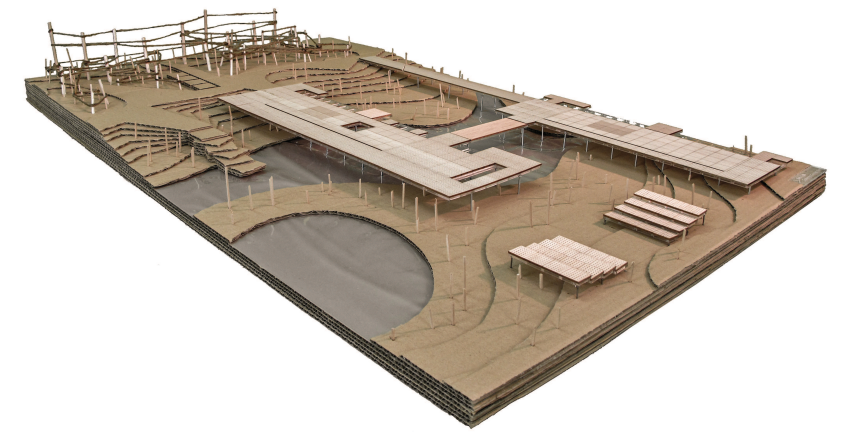
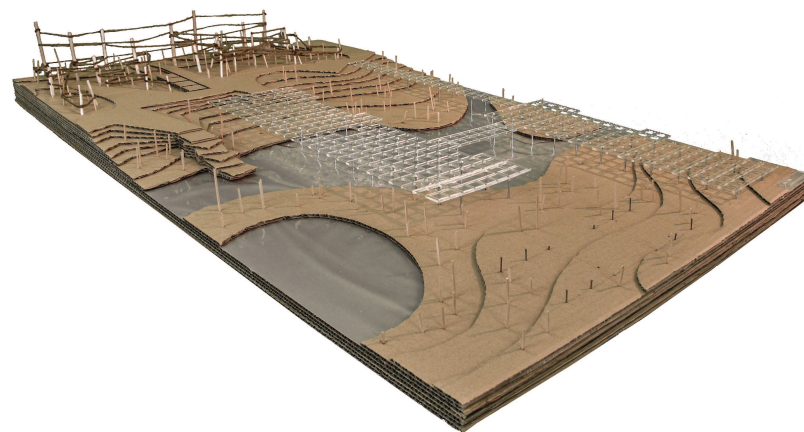
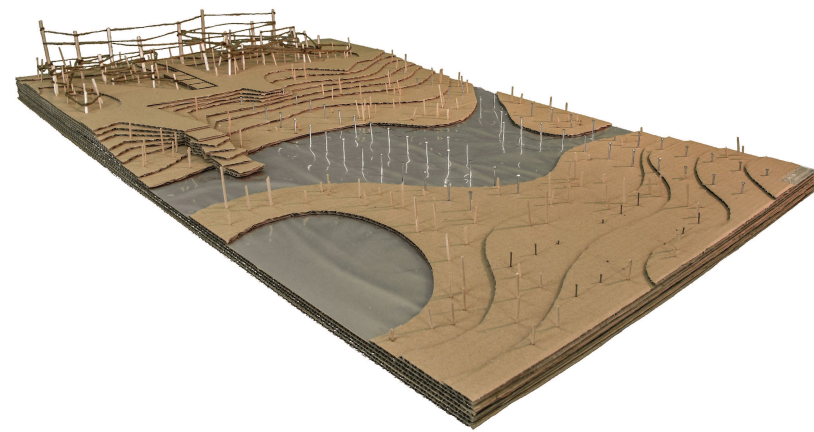
No será necesario disponer de:

- Boca de incendio (sup. const. < 2000m<sup>2</sup>)
- Sistema de alarma (ocupación < 500p)
- Sistema de detección (sup. const. < 1000m<sup>2</sup>)
- No se dispondrán hidrantes exteriores ni aljibes porque El Saler cuenta con una red de 83 hidrantes en malla y un aljibe de 40.000L, además de los recursos naturales que ofrecen el mar y la albufera

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

Planta cumplimiento DB S1. Seguridad contra incendios

ESC. 1:150



el proceso de montaje



#### Y PARA TERMINAR...

...que mejor que mostrar el primer dibujo realizado en el proyecto, ese primer paso o acercamiento a lo que ha sido la propuesta, que ya mostraba en su día, aunque muy tímidamente, las ideas que han sido una constante a lo largo del proceso de proyecto. Todo surgió pensando en como se debería construir en un entorno natural, en el poco impacto en el entorno, en la construcción ligera. A mi parecer, conceptos relacionados.

Entiendo la propuesta mostrada como el inicio de una investigación. La entrega del proyecto final de carrera es una corrección más que ofrece unas bases sobre las que mejorar, un punto de partida.

Me quedo con las ganas de continuar estudiando e investigando sobre el sistema propuesto, en el que aun se podrían afinar las ideas adquiridas de la mano de Prouvé, ideas como la facilidad de montaje, el ahorro de material, el doble uso de los elementos que componen el proyecto (como el armario estructural) o la concepción del sistema como un todo en el cada pieza encaja a la perfección y necesita del resto para formar una unidad coherente.

El proyecto no acaba, pero si debe cerrar una etapa. Este es por lo tanto el estado de mi proyecto a 06/05/2014.

