



Fábrica-Museo de Sake y Vinagre

Handa, Japón



行く川のながれは絶えずして、しかも本の水にあらず。

“Fluye incesante el río, sin embargo, su agua nunca es la misma”

鴨長明

Kamo no Chōmei (1155 – 1216)

MEMORIA DESCRIPTIVA: PARTE 1pg. 1

MEMORIA DESCRIPTIVA: PARTE 2pg. 14

MEMORIA CONSTRUCTIVApg. 33

MEMORIA ESTRUCTURALpg. 53

MEMORIA DE INSTALACIONESpg. 88

MEMORIA CUMPLIMIENTO DEL CTEpg. 104

MEMORIA GRÁFICA.....pg. 122



MEMORIA DESCRIPTIVA: PARTE 1

Acerca de Japón...

Entender Japón a través de su Arquitectura

- LA CULTURA DE LA MADERA
- HORIZONTALIDAD
- ARQUITECTURA Y MOBILIARIO

El concepto wabi-sabi

- CUALIDADES MATERIALES DE *WABI SABI*

Sake: La Seda Líquida

- HISTORIA
- EL SAKE, PARTE DE LA CULTURA
- EL ALCOHOL MÁS POTENTE DEL MUNDO
- EL CAMINO DEL PULIDO AL EMBOTELLADO

Acerca de Japón...

El archipiélago japonés está situado frente a la costa oriental del continente asiático, entre el océano Pacífico y el mar del Japón, al este de China, Rusia y la península de Corea.

Japón está formado por cuatro islas principales: Honshū, la cual representa, más o menos, el 60% de la superficie total, Hokkaidō, Kyūshū y Shikoku, que forman el 97% de la superficie total del país, y por otras 6.848 islas menores adyacentes.



Geografía y ubicación física de Japón

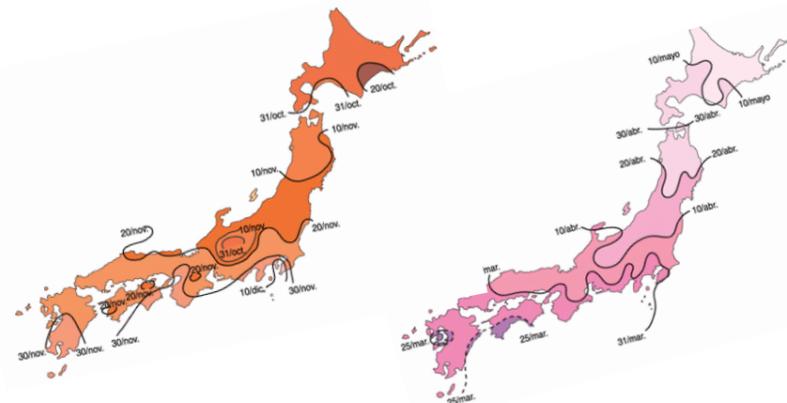
Las islas japonesas forman parte de la gran cadena de montañas que se extienden desde el Sudeste asiático hasta Alaska. Por un lado, esto ha dotado a Japón de una costa alargada y rocosa con muchos puertos pequeños pero excelentes. Por otro lado, se han formado gran cantidad de zonas montañosas con numerosos valles, ríos y lagos de aguas cristalinas.

Las montañas constituyen el 71% de la superficie total de Japón. Más de 532 de estas montañas tienen una altitud superior a los 2.000 metros. La más alta es el Monte Fuji, que se eleva a unos 3.776 metros. Aunque no se han producido erupciones en él desde 1707, el monte Fuji está clasificado como uno de los 77 volcanes activos del Japón. Junto a esta actividad volcánica, Japón se ve sometido a movimientos sísmicos y a algunos terremotos ocasionales.



Monte Fuji, el pico más alto de la isla de Honshu

El país tiene cuatro estaciones bien definidas: primavera (con los famosos cerezos en flor), verano, otoño (con sus hermosos tonos cálidos) e invierno. Los japoneses disfrutan de estas manifestaciones del cambio de estación y siguen su evolución a través de los pronósticos del tiempo, donde aparecen mapas que indican los mejores lugares para poder contemplar las floraciones de la primavera y las hojas otoñales en su mejor momento.



Los mapas nos muestran las fechas de florecimiento del cerezo (Sakura) en primavera y de enrojecimiento de las hojas del arce (Kaede) en otoño, eventos que causan gran expectación en Japón.

Entender Japón a través de su Arquitectura

Si bien se cree que el archipiélago de Japón ha estado habitado desde los tiempos del Paleolítico, solo quedan restos de lugares habitados pertenecientes al Neolítico. La sociedad de este período histórico puede datarse en fechas anteriores al año 10.000 antes de Cristo; esa cultura fue la primera en el mundo que produjo objetos de alfarería. Los asentamientos humanos de principios del neolítico aparecen en las llanuras. A mediados del neolítico aparecen aldeas formadas por viviendas excavadas en el suelo con postes que sostienen un techo de ramaje; la sociedad de aquellos tiempos se dedicaba a la caza y a la recogida de frutos salvajes. El desarrollo de la agricultura en Japón ocurre unos 4.000 años más tarde que en el continente europeo; esto se explica porque hasta entonces no había llanuras fluviales donde cultivar el arroz.

El archipiélago japonés cuenta con cordilleras de mucha pendiente, que se formaron, y se siguen formando, por una intensa actividad geológica. Las llanuras no son más que la acumulación de las tierras arrancadas de las montañas por las lluvias y arrastradas hasta el fondo de los valles por ríos muy torrentosos. La temperatura ambiental que reinaba hacia el año 5.000 antes de Cristo era unos 4 o 5 grados más elevada que la actual. El nivel del mar era también varios metros más elevado que en nuestros días, con lo que el mar penetraba mucho más adentro que en la actualidad. Pero luego la temperatura bajó muy rápidamente, la línea costera se alejó de las montañas, empezó a acumularse el limo, y así se formaron las llanuras aluviales.

El cultivo del arroz comenzó hacia el siglo tercero antes de Cristo, y fue entonces cuando aparecieron los primeros edificios de suelo elevado y cubierta a dos aguas.

En aquellos momentos en que aparecía la agricultura, todo el país se vio convulsionado por la guerra. Las comunidades agrarias tenían que excavar fosos y alzar empalizadas alrededor de las aldeas; pronto se desplazaron a lugares más elevados en busca de una mejor protección. En Grecia y en otras regiones de Europa esos asentamientos en lugares elevados llegaron a transformarse con el tiempo en ciudades, pero en Japón fueron abandonadas pronto y en su lugar se edificaron inmensas tumbas para los reyes. Se cree que entre el siglo cuarto y el sexto se construyeron en el país más de 20.000 tumbas de este tipo, conocidas con el nombre de *kofun*.

Durante este período hubo inundaciones constantes, que produjeron la extensión de las llanuras aluviales. Eso quiere decir que el cultivo del arroz eran una lucha constante contra las inundaciones, cosa que quedaba fuera de las posibilidades de las comunidades aisladas. Además, y a diferencia de lo que ocurrió en el Cercano y Medio Oriente, donde el desarrollo de la civilización se produjo en torno a una vasta llanura en torno a un gran río, las muerosas y pequeñas llanuras de Japón se encuentran a lo largo de ríos pequeños, y separadas entre sí por las montañas y el mar. Los habitantes de cada una de estas regiones se agruparon en unidades sociales, y dependían del mar y los ríos como líneas naturales de defensa.

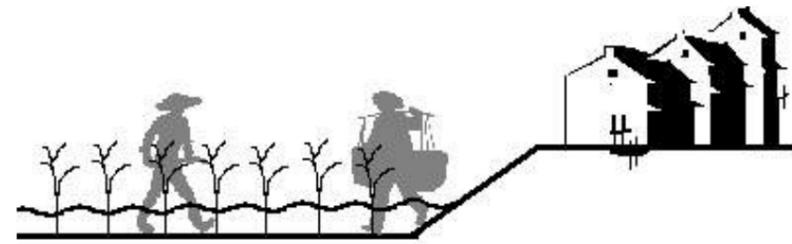


Campo de arroz en Takayama, Japón

Se fomentó el desarrollo de la agricultura y se llevaron a cabo en forma sistemática proyectos de control de inundaciones, todo ello bajo la dirección del gobernante de cada localidad. La abundancia de *kofun* en todos los rincones de Japón, atestiguan la existencia de esas comunidades en aquel papel histórico. Por otra parte, en el Cercano y Medio oriente la necesidad de implantar sistemáticamente grandes proyectos de control de inundaciones dio origen a estados autocráticos, cosa que atestiguan monumentos como las Pirámides de Egipto y los Ziggurats de Mesopotamia. Si bien es cierto que las tumbas de *Nintoku* y *Ojin* se sabe que estuvieron asociadas con planes de control de inundaciones, Japón nunca llegó a ser un estado autocrático, sino una amalgama de estados en miniatura; la historia de Japón empieza con las alianzas entre ellos.



Daisen-Kofun, la tumba más grande de Japón, en Sakai, Osaka.



Zonas Inundables
(Arroz)

Zonas Altas
(Viviendas y
otros cultivos)

Estos reinos estaban separados unos de otros por montañas empinadas y cubiertas de frondosa vegetación; las únicas vías de comunicación eran los ríos y el mar. Para el control y la unidad de esos estados la corte de Yamato necesitaba de una flota de barcos de guerra, que construía un grupo de artesanos llamados *inabe*. Pero estos *inabe* pronto comenzaron a aplicar su arte a las construcciones en tierra. Fueron ellos los que, en el siglo VIII, construyeron los palacios de los reyes de *Yamato* y las ciudades que iban apareciendo en este período de formación del antiguo estado. Igualmente construyeron el templo de *Todaiji*, en Nara, que es la mayor construcción en madera que existe hoy en el mundo.



Templo Todaiji, en Nara, la construcción en madera más grande del mundo.

Se podría decir que la arquitectura japonesa fue la construcción naval en tierra, gracias a los *inabe*, artesanos de barcos de guerra.

Para representar el sistema imperial se edificó en el siglo VII el templo de Ise ; ese era el momento en el que Japón montaba la estructura de su estado y adoptaba el sistema político de la dinastía Tang de China , que es el equivalente en Oriente del Imperio Romano.

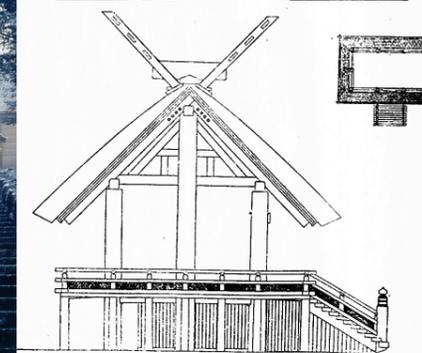
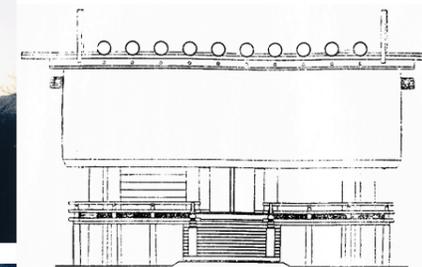
El templo de Ise se levanta en dos lugares. En uno de ellos se alza un templo funcional y operativo, mientras que en el otro lugar se está construyendo otra estructura idéntica. Cada 20 años se celebra una ceremonia para trasladar la deidad a la estructura recién construida. Luego se destruye la vieja y vuelve a alzarse igual que antes en el mismo lugar. De esta forma se ha transmitido hasta nuestros días una forma arquitectónica sencilla y de corta vida, que consta de techos de paja y pilares sencillamente hincados en el suelo.

Los suelos elevados del templo de Ise nos indican la separación de la tierra; se subraya aquí la vida, pues el templo no cesa de reconstruirse, o sea, de renacer.

En la antigua Grecia y en otras partes de Europa, donde se levantaron masivos castillos en torno a los cuales surgieron las ciudades, el concepto de arquitectura no se limita a la edificación , sino que cubre también las obras públicas y la tecnología militar; una caso típico y temprano lo tenemos en las pirámides de Egipto. Pero en Japón la construcción de castillos y túmulos gigantes no se consideraba como arquitectura. La palabra japonesa que designa esta técnica se suele traducir como obras públicas, pero sería mejor decir que era ingeniería agrícola.



Subida al santuario de Ise



Plano de Ise



Las dos parcelas del santuario de Ise. Una de ellas en uso mientras la otra se construye.



Vista de la cubierta

La característica principal de la arquitectura japonesa es su conexión intrínseca con las construcciones navales y la tecnología de la madera.

- LA CULTURA DE LA MADERA

Si se observa la estructura interna de los *kofun*, donde se apilan grandes megalitos unos sobre otros, se verá con claridad que los japoneses de antaño conocían bien el arte de trabajar a piedra y la albañilería. Sin embargo, los orígenes de la arquitectura de Japón se hallan en las construcciones navales, y desde sus comienzos hasta la introducción de la cultura occidental en la era de Meiji (segunda mitad del siglo XIX) los edificios se hacían exclusivamente de madera. Probablemente no existe civilización en el mundo con estas características.

Aún hoy un setenta por ciento del territorio de Japón es montañoso y está cubierto de bosques. En proporción debe ser uno de los países más boscosos del mundo, y mientras más se retrocede en el tiempo, más densa debió ser la cobertura vegetal. Parece que los árboles deciduos eran entonces más abundantes, pero desde los comienzos se desarrolló una preferencia por las coníferas, especialmente por el cedro y el ciprés, como materiales de construcción.

Ya en la antigüedad se practicaba la repoblación forestal, cosa que ayudó a conservar los recursos madereros y a fomentar la cultura de la madera en Japón.



Bosque de Osaka

La arquitectura a base de adobe o piedra no exige de herramientas de hierro, sin embargo, y con la única excepción de las estructuras más sencillas, esas herramientas son esenciales para la arquitectura a base de madera. Algunas de estas herramientas de hierro, como la sierra, se conocen en Japón desde el comienzo de la agricultura. Pero tuvo más importancia la forma de conseguir planchas y tablones a base de meter una cuña en un tronco muy recto y de vetas muy derechas; así se partía el tronco y luego los maderos se aplanaban con una garlopa. En Europa se tenía preferencia por la madera de árboles tales como el roble, pero en Japón se apreciaba mucho más la madera de coníferas, como el ciprés, a causa de su la finura y rectitud de su veteado. La arquitectura japonesa era casi siempre rectilínea, con la única excepción de los techos curvados. La razón de esta ausencia casi total de curvas se encuentra en la forma como se trabajaba la madera. En la arquitectura japonesa las superficies planas son casi siempre una combinación de rectángulos. El trazado circular solo se da en la estructura superior de las pagodas de dos pisos llamadas *tahoto*. La estructura de las construcciones se basa en la combinación de postes y vigas en forma axial. Las estructuras cuadrangulares pueden deformarse si se les aplica presión, cosa que no ocurre con las triangulares. A pesar de ello, las construcciones de Japón casi siempre se hacen a base de componentes horizontales y verticales, y la única excepción es la sección triangular de los techos. Se compensaba con el tipo de madera que se utilizaba; a diferencia del roble, que es una madera dura, la madera del ciprés es blanda. Se prefería este tipo de madera porque la dureza en la estructura la haría más susceptible a la destrucción por las fuerzas laterales causadas por los terremotos y los fuertes vientos. Una estructura flexible puede absorber mejor estas fuerzas. De forma semejante, la mayor parte de los edificios de Japón tienen paredes con los pilares descubiertos. Esto se debe,

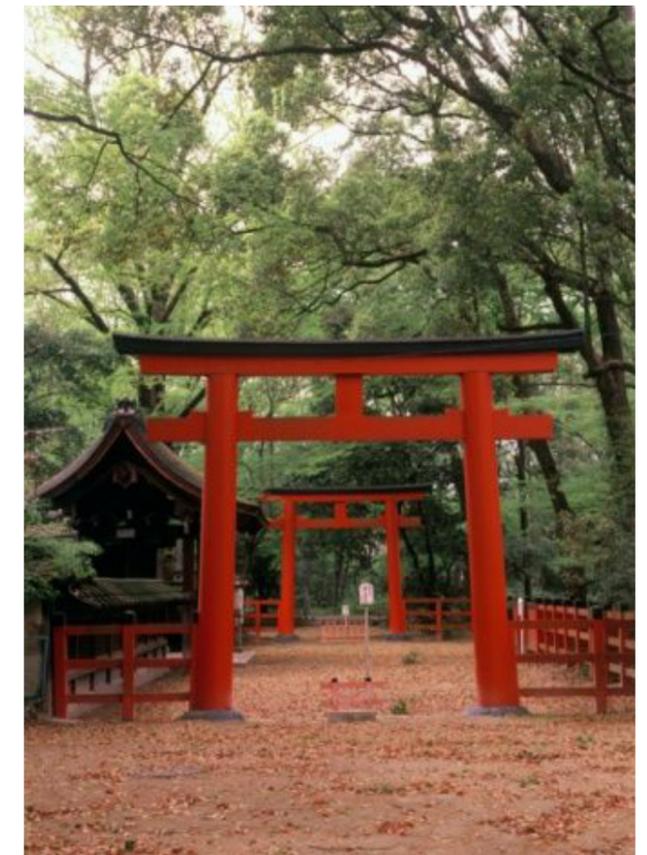
La estructura de las construcciones japonesas se basan en la combinación de postes y vigas en forma axial.

por una parte a que el clima húmedo de Japón favorece la putrefacción de pilares cubiertos, y también porque el pilar cubierto hace que la pared quede muy dura y sin flexibilidad. Estas propiedades hacen que los edificios de Japón no tengan fuerza de masa. Se podría trazar un paralelo entre la arquitectura japonesa y el deporte del *judo*, pues ambos requieren al mismo tiempo fortaleza y flexibilidad.

En el siglo tercero apareció una nueva técnica de construcción llamada *nuki*. Se trata de un ensamblaje entre vigas y postes de forma que la viga penetra en el poste. La utilización de esta nueva técnica permitió que se pudieran soportar las fuerzas laterales que producían terremotos y las tormentas con pilares muy delgados. La sustitución de los gruesos pilares pre-medievales por otros mucho más delgados facilitó también el desarrollo de una arquitectura sutil y muy esbelta, característica de los edificios de Japón desde la época medieval. Los *torii*, esas especies de pórticos que hay a la entrada de los templos sintoístas, es un buen ejemplo de este aspecto de la arquitectura de Japón. Si se consideraba que la piedra es un material de mucho aguante, al haber sido formada por las grandes presiones de la actividad geológica, se podría decir que la madera es un material de gran flexibilidad, pues es un material de fibras vivas que parece desafiar la gravedad en su ascensión hacia los cielos.

Bajo la influencia de la arquitectura china, hasta el siglo noveno, los edificios de Japón se pintaban en azul, rojo y otros colores vivos. Pero cuando mejoró la técnica de producción de herramientas de acero, se empezó a dar más importancia al acabado en la misma textura de la madera. En cuanto a durabilidad, las coníferas, y especialmente el ciprés, son maderas con mucha resina, y por eso duran mucho aún sin pintar. Todo esto está también de acuerdo con la atracción que lo natural ejerce sobre los japoneses.

Se preferían las maderas blandas porque la dureza en la estructura la haría más susceptible a la destrucción por las fuerzas laterales causadas por los terremotos y los fuertes vientos. Una estructura flexible puede absorber mejor estas fuerzas.



Torii a la entrada de un templo sintoísta

- HORIZONTALIDAD

Desde el tiempo de *Ise* hasta nuestros días, la arquitectura japonesa ha sido siempre horizontal en su expresión, y el elemento estructural que le da énfasis a esto es el techo. Los templos budistas tenían techos a cuatro aguas o a cuatro aguas con frontón triangular. En contraste, los palacios y los templos sintoístas de la corte de *Yamato* tenían techos a dos aguas con techumbre de paja o de corteza de ciprés, y presentaban un aspecto angular. Sin embargo, con el paso del tiempo se popularizaron los techos a cuatro aguas con frontón triangular y un techo suplementario a un agua por debajo del frontón; se adoptó entonces una curva menos pronunciada, y se dio más énfasis a la forma horizontal. Se empezaron a techar los templos budistas también con corteza de ciprés y se alargaron los aleros. Los suelos elevados contribuyen también a dar la sensación de horizontalidad. Los techos interiores son bajos, pues la gente que entra en el edificio enseguida se sienta, y no en sillas sino sobre el mismo suelo. En conjunto, la forma de los edificios de hizo plana y horizontal.

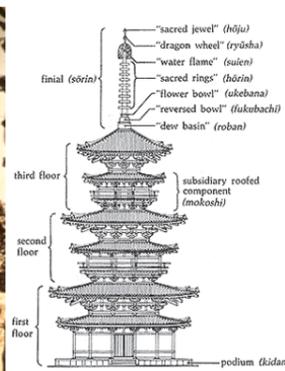
La arquitectura japonesa es de expresión horizontal, y también los mismos edificios se fueron haciendo cada vez más horizontales en términos puramente físicos. Solo mucho más tarde se construyeron edificios de varios pisos. Además, con el paso del tiempo se fue perdiendo simetría en la ubicación del edificio. En vez de ofrecer una vista global e ininterrumpida desde el camino de acceso, el edificio se colocó del tal forma que ofrecía una perspectiva diferente cada pocos pasos. Esto satisfacía el deseo de unirse a la naturaleza y daba énfasis a la armonía con los árboles circundantes. Probablemente esta es también la razón por la que no se construían edificios de muchos pisos que podían ser vistos desde cualquier lugar.

Por todo lo expuesto anteriormente probablemente los rascacielos que hoy se pueden ver en Tokio y Osaka pueden parecer muy poco japoneses. Pero muchos especialistas en estructuras han indicado que a pesar de los muchos y fuertes terremotos de Japón, nunca se ha visto que se haya derrumbado una pagoda o una puerta de entrada a un templo. Estos especialistas han demostrado que la flexibilidad inherente a la arquitectura tradicional de Japón puede aplicarse con eficacia a la construcción de rascacielos. Esto llevó a levantar la prohibición de construir edificios superiores a una altura determinada y a la construcción de numerosos rascacielos. Por lo tanto la tradición, lejos de ser algo uniforme e inflexible, es capaz de concebir muchas posibilidades que pueden aplicarse en cualquier lugar del mundo.

Se ha demostrado que la flexibilidad inherente a la arquitectura tradicional de Japón puede aplicarse con eficacia a la construcción de rascacielos.



Monasterio del siglo XII en Kyoto



Esquema de la pagoda



Distrito de Shinjuku en Tokio

- ARQUITECTURA Y MOBILIARIO

Mueble:

(Del ant. moeble, y este del lat. mobilis).

2. m. Cada uno de los enseres movibles que sirven para los usos necesarios o para decorar casas, oficinas y todo género de locales.

Las ciudades medievales de Europa presentaban el aspecto de una gigantesca construcción arquitectónica. Pero en Japón la arquitectura y las obras públicas eran dos cosas diferentes, y por eso la ciudad y sus partes constitutivas eran entidades independientes. Sin embargo existía una gran relación entre los edificios y su mobiliario. En este país siempre hay una separación física entre la construcción y el suelo sobre el que se asienta; por eso siempre es posible desmontar la estructura de las casas y aún de grandes templos y santuarios, para trasladarlos y construirlos en otro lugar. El edificio se consideraba como un objeto de uso, o como un utensilio de gran tamaño, lo mismo que un barco; esto llevó gradualmente a la integración del edificio con su mobiliario.

El archipiélago de Japón tiene una gran extensión de noreste a sudeste y es de una gran variedad ecológica. Pero esta variedad no se extiende a su arquitectura; tal vez lo único que se pueda observar es la variedad regional en los techos de las casas campesinas. Básicamente hay una gran consistencia a nivel nacional en el trazado de las casas del campo a partir de un cierto nivel social. La casa se compone siempre de una habitación con piso de tierra, otra con piso de madera y otra más con piso de *tatami*. La habitación de tierra es una reminiscencia de las viviendas prehistóricas excavadas en el suelo, la de piso de madera tiene sus orígenes en el estilo clásico de *shinden*; y la del piso de *tatami* refleja el estilo postmedieval de *shoin*. Estos elementos de construcción se filtraron de la ciudad al campo por todo el país durante los dos grandes períodos de construcción de ciudades. Con el paso del tiempo las capitales regionales y los templos de patrocinio del estado llegaron a desaparecer, pero las ciudades castellanas y las ciudades portuarias absorbieron el exceso de población que se produjo con la extensión del terreno agrícola, y así se convirtieron en núcleos regionales.

La casa se compone siempre de una habitación con piso de tierra, otra con piso de madera y otra más con piso de tatami.

En el entretanto, las inundaciones y otras calamidades naturales eran cosas frecuentes y de gran magnitud, debido a la práctica de allanar colinas para dedicar más tiempo a la agricultura. Sin embargo, en el siglo XVII se produjo un cambio de actitud y se dio más énfasis a la conservación de la naturaleza y a la renovación de los bosques. Esto puso freno al crecimiento de la agricultura tradicional e impulsó un cambio hacia la producción comercial de algodón y seda. Durante el periodo histórico llamado "cierre del país" se creó un sistema nacional de distribución de artículos, a la industria de la construcción, gracias a sus sistemas estandarizados de *kiwari* y *tatami-wari*, llegó a incorporarse al nuevo molde económico. Los carpinteros, con solo un plano horizontal de puntos y líneas, podían cortar todos los componentes estructurales de antemano y luego levantar la estructura en el lugar; incluso si era necesario, se podía desmontar la construcción y trasladarla a otro lugar. Este método de construcción hoy ha venido a llamarse de "prefabricados". Lo mismo pasa con los otros elementos de construcción: al menos hasta la segunda guerra mundial el sistema *tatami-wari* permitía que cuando uno se mudaba, pudiera llevarse consigo los

tatami y todos los elementos de separación de habitaciones, como los *fusuma* y los *shoji*. Se llevaban todo eso junto con los muebles a su nueva residencia, y estaban seguros de que encajarían perfectamente en cualquier habitación de la casa. Este sistema de medidas estandarizadas, que se aplicaba también a los muebles y enseres del hogar, fomentó mucho la especialización. Por ejemplo, para producir un *fusuma*, se necesitan más de diez especialistas. Probablemente no existe ningún otro país preindustrial donde se haya llegado tan lejos en la división del trabajo. Fue precisamente esta división del trabajo la que dio a luz a la arquitectura residencial, una arquitectura que con frecuencia se compara con la ingeniería de precisión. Fue también una preparación para la industrialización moderna.



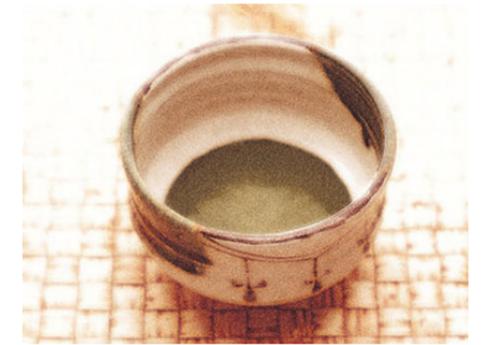
Puertas correderas shoji

El concepto wabi-sabi

“Wabi-sabi es la belleza de las cosas imperfectas, mudables e incompletas.

Es la belleza de las cosas modestas y humildes.

Es la belleza de las cosas no convencionales.”



Wabi Sabi para artistas, diseñadores, poetas y filósofos - Leonard Koren

Cuando se les pregunta qué es el *wabi-sabi*, la mayoría de los japoneses sacuden la cabeza, dudan y ofrecen algunas palabras de excusa acerca de cuán difícil es explicarlo. Aunque casi todos los japoneses, dirán que entienden la “emoción” del *wabi-sabi*, muy pocos pueden expresar esta emoción.

Casi desde sus comienzos como un tipo de estética concreta, el *wabi-sabi* se ha asociado superficialmente con el Budismo Zen. En muchos aspectos, el *wabi-sabi* se podría denominar incluso el “Zen de las cosas”, puesto que ilustra muchos de los principios espiritual-filosóficos esenciales del Zen. El budismo Zen se originó en la India y posteriormente llegó a China en el siglo VI donde siguió desarrollándose. Se introdujo en Japón alrededor del siglo XII. En la esencia tanto del *wabi-sabi* como del Zen está presente la importancia de trascender los modos convencionales de mirar y de pensar en las cosas/la existencia. La nada ocupa la posición central en la metafísica *wabi-sabi*, de la misma manera que lo hace en el Zen.

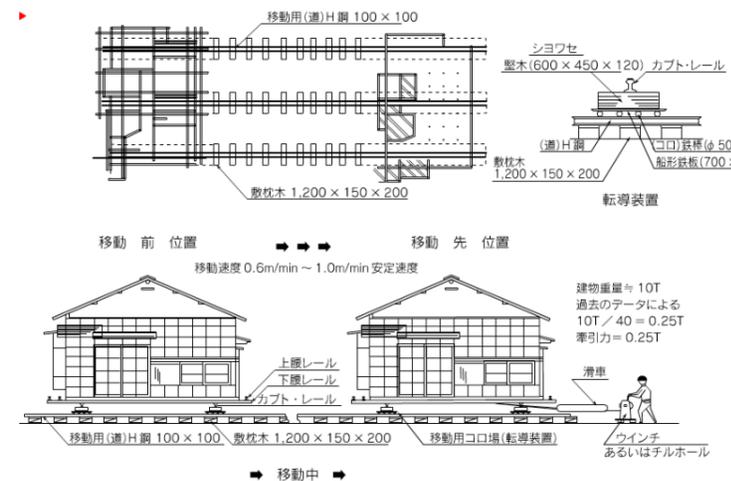
En el contexto *wabi sabi*, “naturaleza” se refiere a la dimensión de la realidad física no tocada por los humanos: cosas en estado original, puro. En este sentido, naturaleza quiere decir cosas de la tierra como plantas, animales, montañas, ríos, y sus manifestaciones de fuerza.

La Verdad Proviene de la Observación de la Naturaleza.

Pero en el contexto *wabi-sabi* la naturaleza también abarca la mente humana y todas sus reacciones y pensamientos artificiales o “no naturales”. En este sentido, naturaleza implica todo “lo que existe” incluyendo los principios básicos de la existencia. Esta definición de naturaleza se relaciona muy de cerca con la idea occidental monoteísta de Dios. Tres de las lecciones más obvias se destilaron después de milenios de contacto con la naturaleza (y estimuladas por el pensamiento taoísta) y fueron incorporadas a la sabiduría del *wabi-sabi*:

- Todas las Cosas son Mudables. La tendencia hacia la nada es implacable y universal. Incluso cosas que tienen todas las características de la sustancia (duras, inertes, sólidas) no ofrecen más que una “ilusión” de permanencia. Todo se gasta. Los planetas y las estrellas, e incluso las cosas intangibles como la reputación, la herencia familiar, la memoria histórica, los teoremas científicos, las pruebas matemáticas, las bellas artes y la literatura (incluso en su forma digital): a la larga, todos se desvanecen en el olvido y la no existencia.

- Todas las Cosas son Imperfectas. Nada de lo que existe está libre de imperfecciones. Cada artesano conoce los límites de la perfección: las imperfecciones saltan a la vista. Y cuando las cosas empiezan a estropearse y se acercan a su estado primordial, se vuelven incluso menos perfectas, más irregulares.



Para entender hasta que punto llega la relación arquitectura/mobiliario, se pueden estudiar los casos en los que los edificios son trasladados mediante un sistema de railes.

Kiwari y Tatami-wari

El *tatami* tiene una medida de 6 *shaku* y tres *sun* (aproximadamente 190 cm.) de largo y 3 *shaku* (aproximadamente 95 cm.) de ancho. Una persona parada ocupa medio *tatami*, una persona acostada ocupa 1 *tatami* entero. El módulo era primero la medida entre centros de pilares y el grueso de los pilares (*kiwari*), con el tiempo se desarrolló el *Tatami-wari* que es la medida entre el borde exterior de un pilar y el siguiente. El traspaso del sistema *kiwari* al *tatami-wari* marca el paso del estilo *Shoin* al *Sukiya*. El sistema tradicional de medición fue prohibido para contratos y certificaciones. Igualmente, en la actualidad la superficie de una habitación es generalmente expresada en cantidad de *tatamis*. Las medidas tradicionales también se conservan en tamaño de papeles, libros y billetes.

- Todas las cosas son incompletas. Todas las cosas, incluso el universo mismo, están en un estado constante de transformación o de disolución. La noción de conclusión no tiene cabida en el *wabi-sabi*.

- CUALIDADES MATERIALES DE *WABI SABI*

- Sugieren el Proceso Natural. Están hechas de materiales que son visiblemente vulnerables a los efectos del tiempo y del trato humano. Registran el sol, el viento, la lluvia, el calor y el frío en un lenguaje de decoloración, óxido, deslustre, manchas, torsión, contracción, marchitamiento y grietas. Sus mellas, muescas, rozaduras, arañazos, abolladuras, desconchados y otras formas de desgaste son testimonio de su uso y abuso. Aunque las cosas *wabi-sabi* puedan estar a punto de desmaterializarse (o materializarse), son extremadamente sutiles, frágiles o desecadas, todavía conservan un carácter fuerte y un equilibrio sin merma.

- Íntimas. Las cosas *wabi-sabi* son generalmente pequeñas y compactas, discretas y orientadas hacia dentro. Inspiran una reducción de la distancia física entre una cosa y otra, entre las cosas y la gente. Los lugares *wabi-sabi* son pequeños y reclusos, entornos privados que intensifican la propia capacidad de reflexión metafísica. Son relajantes, tranquilas, envolventes y uterinas. En todos los lugares *wabi-sabi*, cada uno de los objetos parece aumentar su importancia en proporción inversa a su tamaño real.

- Sin Pretensiones. Las cosas *wabi-sabi* son modestas y sin pretensiones, pero no carecen de presencia o discreta autoridad. Coexisten fácilmente con el resto de su entorno. Algunos preceptos afirman que ningún elemento u objeto en ningún lugar ha de destacar por encima de ningún otro, o que no hay que venerar lo antiguo por ser antiguo, si es nuevo y va bien, hay que utilizarlo. Las cosas *wabi-sabi* no necesitan documentación de procedencia, ni del creador, ni de su personalidad.



- Toscas. Las cosas *wabi-sabi* pueden parecer toscas y sin refinar haciéndose de materiales que poco antes se encontraban en estado original. Son ricas en texturas rugosas y sensaciones táctiles ásperas.

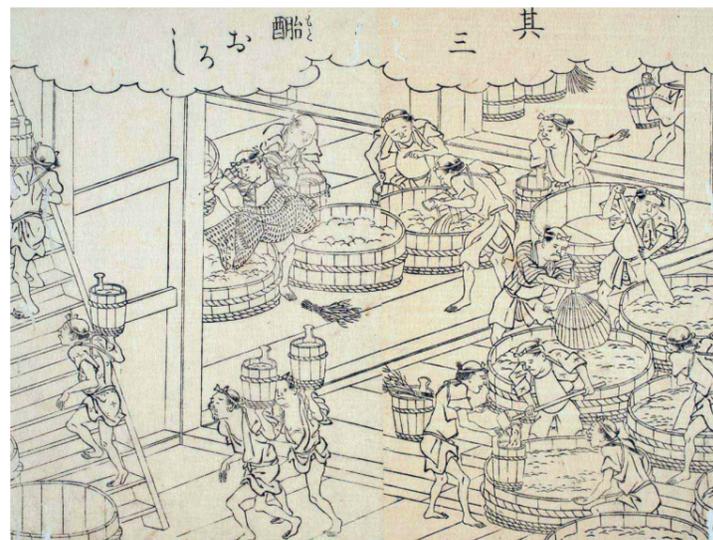
- Turbias. Las cosas *wabi-sabi* tienen una cualidad vaga, desdibujada o atenuada, tal como les pasa a las cosas cuando se acercan a la nada (o provienen de ella). Lo que había sido de colores intensos y brillantes se diluyen ahora en tonos terrosos o de difuminados de alba y crepúsculo.

- Simples. La simplicidad está en la esencia de las cosas *wabi-sabi*. La nada, obviamente, es la simplicidad máxima. La simplicidad *wabi-sabi* queda mejor definida como el estado de gracia al que llega una inteligencia sobria, modesta y sinceramente sensible. La estrategia principal de esta inteligencia es la economía de medios. Mantener las cosas limpias y sin estorbos, pero sin esterilizar.

Sake: La Seda Líquida

Desde tiempos inmemoriales la gente ha fabricado bebidas alcohólicas como parte de su cultura. Estas han ocupado un puesto de honor en muchos lugares del mundo e incluso se las ha idealizado con tintes románticos. Los japoneses no son una excepción. Hace muchos siglos que comenzaron a mezclar arroz, su alimento básico, con agua pura y microorganismos koji para obtener sake japonés. Aprovechando las condiciones locales del medio ambiente crearon una variedad propia.

El archipiélago japonés está separado del continente asiático por el mar, circunstancia que favoreció la fabricación del sake, ya que la gente del “País del Sol Naciente”, al este de casi toda la masa continental de Asia oriental, desarrolló una variedad propia. Además de la separación geográfica, existió durante muchos siglos un aislamiento casi total tanto de tipo político como económico y cultural hasta la época de modernización, iniciada a mediados del siglo XIX. Por eso, el sake es una bebida alcohólica diseñada para el paladar japonés por fabricantes libres de la influencia de otras culturas.



Dainihon-meisan-zue - Realización del moto



Cortesana Masanobu, bebedores de sake - British Museum

El sake es una bebida transparente e incolora, con un contenido de alcohol de entre 14 y 20%. Su proceso de elaboración es similar al de la cerveza, ya que ambas parten de cereales capaces de producir azúcar que se convertirá en alcohol a través de un proceso de fermentación. Sin embargo, el sake no es carbonatado, por lo que mantiene un amplio espectro de aromas y gustos, que lo asemejan a los mejores vinos tranquilos.

El sake es la bebida alcohólica japonesa tradicional, tan tradicional y tan generalizada que en japonés “alcohol” se dice “sake”.

Historia

La historia del sake aún no está documentada y existen múltiples teorías de como se creó. Una teoría sugiere que la preparación del arroz comenzó en China, a lo largo del río Yangzi alrededor del 4800 a.d.C. y posteriormente el método fue exportado a Japón. Otra teoría explica que la preparación del sake comenzó en el siglo III en Japón con el advenimiento del cultivo húmedo del arroz. La combinación del agua con el arroz resultó en la fermentación y aparición de moho en el arroz.

En un principio, el sake era el llamado *kuchikame no sake*, lo que, traducido literalmente, quiere decir sake masticado. Esto es debido a que todo el pueblo masticaba arroz, bellotas, castañas o maíz, que luego se escupía en una tinaja. La mezcla se dulcificaba porque las enzimas presentes en la saliva transformaban el almidón del arroz en azúcares; luego se dejaba fermentar, unida a una infusión de arroz hervido, lo que transformaba la mezcla en un sake dulzón, de baja gradación, con apariencia de papilla y que se consumía en el mismo lugar de su elaboración. Este método fue usado también por los aborígenes americanos, por ejemplo en la realización de *caium* y *pulque*. El vino de maíz chino, hecho de la misma manera, es mencionado en inscripciones desde el siglo XIV a.d.C. y era ofrecido a los dioses en los rituales religiosos. Después, aproximadamente en el siglo VIII a.d.C., el vino de arroz, con una fórmula casi exacta al sake japonés, se volvió popular en China.

Siglos después, se descubrió, posiblemente por accidente, la acción de un moho natural llamado en japonés *koji-kin* (*Aspergillus oryzae*), cuyas esporas se encuentran flotando en el aire y que contiene unas enzimas que tienen la propiedad de transformar el almidón del arroz en azúcar, y que también fue utilizado para hacer *amazake*, *miso*, *natto* y salsa de soja. El arroz con *koji-kin* es llamado *kome-koji*, o arroz malteado. Una masa de levadura, o *shubo*, se añade para convertir el azúcar en etanol. Este proceso puede aumentar considerablemente el contenido de alcohol del sake (18% a 25% por vol.); el almidón es convertido en azúcar por el *koji* y el azúcar es convertido a alcohol por la levadura en un proceso instantáneo. Las esporas de *koji-kin* y la levadura pueden flotar en el aire y establecerse en los arrozales húmedos creando un proceso de fermentación. La fermentación resultante pudo haber creado un sake pastoso, no como el *kuchikami no sake* pero sin la necesidad de que un pueblo entero mascara el arroz. Esta pasta probablemente no tenía un sabor de calidad, sin embargo la toxicidad no era tan alta, para las personas interesadas en este producto.



Dainihon-meisan-zue - Elaboración del sake

En un principio, el sake era el llamado “*kuchikame no sake*”, lo que, traducido literalmente, quiere decir sake masticado. Esto es debido a que todo el pueblo masticaba arroz, bellotas, castañas o mijo, que luego se escupía en una tinaja.

El desarrollo de técnicas y métodos desde China en el siglo VII pudieron ofrecer un sake de mejor calidad. El sake se volvió muy popular y se estableció una organización para la preparación de esta bebida en el Palacio Imperial de Kioto, capital de Japón en esa época; el resultado de este apoyo condujo en un desarrollo rápido de las técnicas. En la *Era Heian*, se desarrolla el tercer paso en el proceso de elaboración del sake (una técnica que aumentaba la cantidad de alcohol y reducía la acidez).

Durante los próximos 500 años, las técnicas de elaboración del sake fueron mejoradas constantemente. El uso de un puré de entrada o “*moto*” donde el objetivo era cultivar la mayor cantidad de células de levadura antes de la preparación. Los preparadores también eran capaces de aislar el *koji* por primera vez y así fueron capaces de controlar con mayor consistencia el proceso de conversión del almidón a azúcar en el arroz.

A través de observaciones y ensayos, se pudo desarrollar una forma de pasteurización. Lotes de sake que comenzaban a volverse amargos, eran producidos debido a las bacterias que durante los meses de verano se acumulaban en los barriles y eran trasladados a otros tanques y los calentaban. Sin embargo, la pasteurización era posible si regresaban dicho sake a los barriles infectados por la bacteria. Por lo tanto el sake podría tener mayor acidez y mayor dificultad de ingerir. Las razones de cómo se realizaba este proceso pasteurización no fueron entendidos hasta que Louis Pasteur lo descubriera 500 años después.

Durante la Restauración Meiji, se permitió legalmente que cualquier persona que tuviera recursos económicos y tuviera conocimientos en fabricar y operar su propia compañía pudiese realizar sake. Alrededor de 30 mil fábricas de sake se establecieron en todo el país en un año. Esto originó que el gobierno aumentara los impuestos en la industria del sake y se redujera la cantidad de fábricas a 8 mil.

La mayoría de las fábricas que crecieron y sobrevivieron a esta época provenían de ricos dueños de tierras. Los dueños de tierras que tenían cultivos de arroz podían obtener arroz al final de la temporada de cosecha y mantener reservas de arroz durante el resto del año. La mayoría de estas compañías exitosas aún operan en la actualidad.

Durante el siglo XX, la tecnología de preparación de sake dió un gran paso. El gobierno estableció el Instituto de Investigación de Fabricación de Sake en 1904 y en 1907 se realizó la primera prueba gubernamental de catadura de sake.

Cuentan algunas leyendas que los antiguos dioses elaboraban sake del primer arroz de Año Nuevo. Otras historias le atribuyen la cualidad de ahuyentar a los espíritus. Leyendas aparte, parece cierto que el sake apareció alrededor del siglo II a.d.C., cuando se introdujo el arroz y sus nuevas técnicas de plantación. Durante siglos se elaboró únicamente para consumir en la corte imperial o durante los ritos y festividades, de ahí que fuera considerado una bebida sagrada. La situación cambió en el siglo XVII, cuando se empezó a elaborar se los métodos actuales y llegó al conjunto de la población.

El sake, parte de la cultura

Las tiendas japonesas de licores venden bebidas provenientes de todo el mundo, pero para las ocasiones especiales el sake es lo primero. Hoy en día sigue vigente la idea de que tras él hay algo sagrado. Está hecho de arroz, el alimento básico del país, y cuando los más remotos antepasados oraban por una buena cosecha de arroz, lo hacían al dios del sake. Ese dios *kami* está en los santuarios sintoístas de todo el país, incluidas las ciudades históricas de Kioto (santuario *Matsuo Taisha*) y Nara (*santuario Omiwa*).

Durante las ceremonias y rituales religiosos se bebe sake, también se utiliza como ofrenda y se rocía el suelo con él. El objetivo es celebrar, orar, purificar o aplacar al dios. Hoy en día se abren barriles de sake durante festivales y ceremonias sintoístas o luego de victorias deportivas: este sake (llamado *iwai-zake*, literalmente “sake de celebración”) es servido libremente a todos para repartir la buena fortuna. El sake es también servido junto a las comidas livianas que acompañan algunas ceremonias del té.



En Japón el sake va unido a los festivales. En medio del bullicio se pueden ver gente echándose sake unos a otros para divertirse.



Tradicionalmente, los comercios de sake cuelgan una bola de hojas de cedro prensadas llamada sugidama en la entrada de la tienda. Una bola fresca indica una nueva remesa de sake. Según una vieja creencia, el dios del sake desciende desde arriba a la bola.



En Año Nuevo los japoneses beben un sake especial llamado toso. Es preparado remojando tosoan, un polvo medicinal chino, en el sake. Hasta los niños prueban un poco. En algunas regiones los primeros sorbos de toso son tomados en orden de edad, desde los más jóvenes a los más ancianos.

En Año Nuevo, en el festival de las muñecas y en otras celebraciones *sekku* que marcan ciertas fechas del año, se ofrece sake para dar la bienvenida a los dioses, y entonces se toma con comida. Cuando se firma un contrato importante de negocios, o cuando se hacen promesas, se bebe en copas especiales: un bonito ejemplo es el intercambio *san-san kudo* "3 sorbos, 3 copas" entre el novio y la novia en la boda.

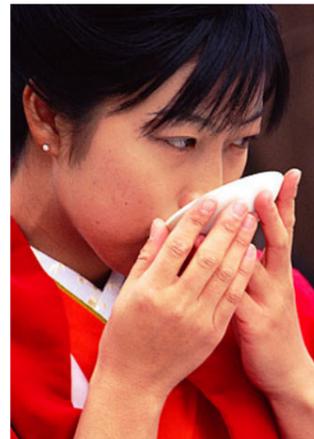
Con el cambio de estaciones también cambia la naturaleza, lo que se celebra con sake. En primavera el florecimiento de los cerezos invita a la gente a festejarlo bajo sus ramas; sus flores son la atracción estrella para los japoneses de hoy en día. Algunas personas celebran fiestas para ver la luna en otoño y la nieve en invierno.



Una sacerdotisa miko del santuario (dcha.) escancia sake consagrado en una copa sostenida por la novia (izqda.). La novia y el novio beberán de la misma copa, simbolizando su voluntad de compartir los problemas que puedan surgir en el futuro.



Amazake dulce servido durante el festival de las muñecas. Esta variedad se elabora a partir de gachas de arroz y moho kome koji, y es baja en alcohol.



En Japón la edad adulta se alcanza a los 20 años, edad legal para beber alcohol. Cada enero se celebran ceremonias de mayoría de edad por todo el país.

El sake debe mantenerse en lugar fresco y sin luz, o en el frigorífico. Esto es importante especialmente para el "Nama-zake" y el "Ginzyoo-syu".

El mundo del sake es rico también en otros sentidos, por ejemplo, en la amplia variedad de copas y botellas. Las botellas blancas contienen sake consagrado para los dioses, simbolizando la naturaleza pura y sagrada del alcohol. Poseen una serena belleza propia. Igualmente hermosos pero diferentes son los contenedores de laca rojos y negros, decorados con mucho gusto con oro o plata.

Hay una variedad de envases. La mayoría son de vidrio: El vaso común tiene 180 cc; Las botellas pueden ser de 300, 720, 900 y 1800 cc. Las grandes fábricas también usan envases de papel de 180, 900, y 1800 cc y envases de aluminio de 180, 200, y 300 cc.

Las rígidas leyes japonesas establecen una nueva clasificación, en función de la calidad del sake (superior, de primera o de segunda). La variedad de mas calidad es el *Ginjoshu*, aunque resulta difícil de conseguir porque sólo se elabora de forma artesanal. El sake más popular y el que concentra la mayoría de las exportaciones destaca por un aroma dulce y un gusto suave. Existen muchos tipos de sake y, por tanto muchas formas de tomarlo.



Botella (*tokkuri*) y tazas (*sakakuzi*) de cerámica para servir el sake.

Como puede verse, para los japoneses el sake es mucho más que una bebida alcohólica: forma parte integral de su cultura y sus costumbres.

En Japón el sake se sirve frío, tibio o caliente, dependiendo de la preferencia del bebedor, la calidad del sake y la estación del año. Generalmente el sake caliente es bebido en invierno y el sake frío en verano.

TEMP \ SAKE	Daiginjo/ Ginjo	Futsu- shu	Gen- shu	Honjozo	Junmai	Junmai-Daiginjo/ Junmai-Ginjo	Ko- shu	Nama/ Namachozo	Taruzake
On the Rocks/ Crushed Ice			⊙		○			○	
5°C (41°F)		○	○	○	○	○	○	⊙	
10°C (50°F)	⊙	⊙	○	⊙	⊙	⊙	○	⊙	⊙
15°C (59°F)	⊙	○	⊙	⊙	○	⊙	⊙	○	⊙
20°C (68°F)	○	○	○	○	○	○	○	○	⊙
35°C (95°F)	○	○		○	○	○	⊙		○
45°C (113°F)		⊙		⊙	⊙				○
50°C (122°F)		⊙		○	○				

⊙ = Highly Recommended ○ = Recommended

Temperatura a la que se recomienda beber el sake según la variedad. El sake es una de las pocas bebidas alcohólicas que es regularmente consumida caliente.

Tokai: En esta región el centro de producción más conocido está en la prefectura de Shizuoka. Gran parte de este sake es el tipo ginjo-shu, elaborado de forma tradicional, que utiliza la levadura de Shizuoka para darle un sabor afrutado. Las otras tres prefecturas de la región lo producen con un aroma marcado, algo dulce. El de la prefectura de Aichi es de carácter suave, y probablemente está concebido así para que combine bien con la cocina fuertemente condimentada de esa parte del país.

El alcohol más potente del mundo

El sake se distingue de otras bebidas alcohólicas del mundo por varias razones:

- Primera, el sake tiene el contenido de alcohol más alto. Se podría discutir que el whisky, el coñac, el *shochu* japonés y el *maotai* chino tienen un contenido muy superior, pero técnicamente sería un error. Es cierto que el grado de alcohol de esos licores es dos o tres veces más alto, pero la razón es que su contenido de alcohol está concentrado artificialmente por la destilación. Antes de ese proceso la masa de whisky tiene un contenido de alcohol del 6%; la masa de fruta para el coñac, 10%; y la base del *maotai*, 5%. La masa del sake llega a tener un contenido de alcohol del 22%, sin duda el más alto de todas las bebidas fermentadas de manera natural.

Sin embargo, ¿por qué es el sake la única con un grado tan alto de alcohol? Por una parte, por el uso de las esporas *koji-kin*, el rasgo más característico de su fermentación. Las esporas colocadas en el arroz cocido se multiplican al reaccionar con él y lo convierten en moho de arroz. En el proceso también producen una pequeña cantidad de proteína combinada (una lipoproteína, que es un conjunto bioquímico de grasas y proteínas). Esta proteína actúa intensamente sobre la levadura, que es el elemento principal de la fermentación del alcohol, contribuyendo a mantener la fermentación durante más tiempo.

Por otra parte, está lo que se conoce como la “fermentación paralela múltiple”, que son dos procesos: la sacarificación (las esporas rompen el almidón del arroz en glucosa), y la fermentación del alcohol por la levadura. En el sake ambos procesos tienen lugar en la masa de modo paralelo y simultáneo. Por ello su contenido alcohólico aumenta día a día hasta llegar hacia el 20%.

- La segunda razón estriba en su hábil empleo de tres principales tipos de microorganismos de la naturaleza: los hongos, las bacterias y la levadura. Todas las demás bebidas alcohólicas —cerveza, whisky, coñac, vodka, ginebra, tequila, ron...— sólo aplican un tipo de microorganismo, la levadura, en el proceso de fabricación del alcohol. Los elaboradores de sake emplean: esporas *koji* para hacer el moho *koji*, bacterias lácticas ácidas para estabilizar la masa, y levadura para fermentarla en alcohol. Este uso triple muestra el gran nivel de sofisticación de los primeros fabricantes de antaño.
- La tercera razón por la que el sake es diferente de otros alcoholes del mundo, es el gran número de elementos que lo componen. Si los sumamos, incluidos los que le dan el aroma, el sabor, el dulzor y el color, la cifra supera los 600 elementos. La media del whisky o del coñac ronda los 400, y es algo mejor la del vino y la cerveza, unos 500. El sake está muy por encima de todas estas bebidas, y eso explica en parte su efecto delicado y sutil en el paladar.

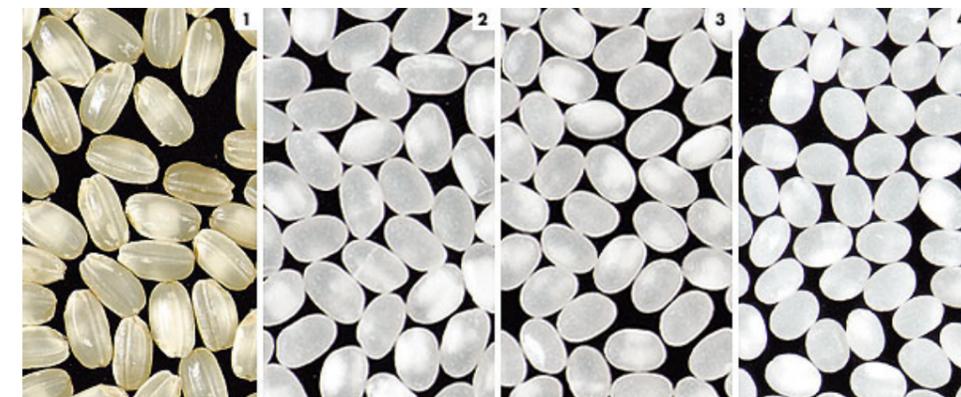
El camino del pulido al embotellado

Para la elaboración del sake se precisan dos elementos básicos: arroz y agua. El arroz, de tipo *sakamai*, no es el mismo que el utilizado para cocinar, se trata de un cereal más blanco y opaco, y con almidón menos denso en el centro del grano. El agua también es un ingrediente muy importante. Se debe filtrar muy bien para quitar todos los elementos que pudieran alterar el resultado final.

El buen sake se hace con buen arroz y con buena agua. En la antigüedad se utilizaba agua de los ríos o lagos, pero en la actualidad se ha optado por agua subterránea bien filtrada. Por ello, las regiones japonesas con mejor arroz y mejor agua, situadas al norte del país, son también las que producen mejor sake.

Proceso de elaboración del sake:

- Para separar el centro del grano (en donde se concentra el almidón) del resto, el arroz es pulido. En la antigüedad, el arroz era manipulado en grandes morteros con unos palos o bastones especiales con los que se presionaban los granos contra las paredes del mortero, desprendiendo parte de su capa externa, operación que requería una gran pericia del artesano que la realizaba. Para los sakes de bajo precio, conocidos como *futsuushu*, se pule alrededor del 20% del peso del grano; en los mejores *daiginjo* sakes, se llega a eliminar un 75% del total.
- Una vez obtenidos los núcleos del arroz, se lavan con agua para acabar de quitarles cualquier



1: Arroz moreno
2: Arroz al que le han eliminado una capa del 40%, lo que proporciona un seimai buai (grano pulido) del 60%
3: Arroz con seimai buai del 50%, empleado para hacer sake ginjo-shu
4: Arroz con seimai buai del 40%, para hacer sake daiginjo-shu

Para producir sake se necesitan temperaturas frías, por lo que se elabora en invierno y en las zonas del norte.

resto de *nuka* (capa externa) que hubiera quedado adherida a ellos. A continuación, se empapan en agua, operación conocida en Japón con el nombre de *shinseki*. En los sakes de alta calidad, esta operación se hace en pequeñas porciones y de forma muy controlada, ya que el siguiente paso, que es la cocción al vapor de los núcleos, conocida como *jomai* o *mushimai*, dependerá en gran medida del estado en el que se encuentren los núcleos remojados.

- A continuación se procede al enfriado, que se realiza temprano, por la mañana, con las

3. Los núcleos de arroz debidamente empapados se colocan en grandes recipientes, llamados *koshiki*, tradicionalmente de madera pero que hoy son de acero inoxidable. Seguidamente, se inyecta vapor por unos agujeros situados en el fondo del *koshiki*, cuidando de que entre en contacto con todos los núcleos de de la manera más uniforme posible.



Lavado, remojado y cocido del arroz mediante las técnicas actuales.

El pulido del arroz dura entre 2 y 3 días, mientras que el lavado, el remojo y hervido puede llevar un día.

temperaturas más bajas del día, removiéndolo con cuidado con unas palas de madera mientras, si es necesario, se airea con unos abanicos creados para ello.

5. La siguiente operación es la más característica del sake, la que lo hace distinto de casi todas las bebidas alcohólicas existentes: la producción del *koji*. El *koji* es el arroz cocido al vapor, según el método arriba mencionado, sobre el que se cultiva un moho llamado *koji-kin*, que tiene la propiedad de desprender unas enzimas que transforman el almidón del núcleo en azúcar fermentable. El proceso toma 50 horas y en él se desprende bastante calor, por lo que hay que controlar constantemente la temperatura del recinto en que se realiza, una sala especial llamada *muro*, ya que el aumento de la misma, podría estropear el producto, del que dependerán en gran medida las características de aroma y sabor del sake resultante.



Herramientas y recipientes tradicionales en la elaboración del sake.

La mezcla del arroz y el *koji* se extiende en mesas, en proporciones de unos 200 kg y se cubre con una tela durante un día entero para mantener el calor y contribuir a la reproducción de los hongos. Después el arroz y el moho *koji* se remueven y se pasan a unas bandejas de madera llamadas *koji-buta*. Estas bandejas son controladas cada dos horas con mucha atención, y se airean y cambian de posición según el criterio de los expertos operarios de la bodega.

El hongo va desprendiendo calor conforme se reproduce, así que se zarandean las bandejas y se agita la mezcla para refrescar la temperatura y que la acción del *koji* se mantenga uniforme. Afuera es invierno, pero adentro el

trabajo es duro con una temperatura de 30°C y una humedad del 60%.

6. La masa de inicio se prepara en una cuba, en una habitación bastante fresca, a unos 5°C, mucho más fría que donde se hace el *koji*: sólo sobreviven los microorganismos de levadura

Para hacer el moho *koji*, se necesitan dos días de trabajo intensivo.

El *koji* se realiza en un recinto especial llamado *muro*, con una tª de 30°C y un contenido de humedad del 60%.



Elaboración del *koji-kin*, por operarios especializados.

La tª de las bandejas debe controlarse cada dos horas

más fuertes y efectivos. Se mezcla todo: el agua, ácido láctico (para destruir las bacterias perjudiciales), levadura *kobo*, un poco de arroz cocido y el moho *koji* en una proporción aproximada del 30%. Esta proporción es suficiente para romper todas las cadenas de almidón del arroz en otras más cortas, llamadas azúcares. Esta mezcla se aparta durante unos 16 días para dejar que la levadura actúe y la mezcla fermente

7. Lleva dos o tres semanas preparar el *moto* o *shubo*, que es un iniciador de levadura elaborado en una pequeña tina en la que se pone arroz cocido al vapor, *koji*, levadura, agua y, desde tiempos no muy lejanos, ácido láctico, que tiene la propiedad de proteger la levadura de otras bacterias o levaduras no deseadas presentes en el aire. Durante este tiempo, el *koji* rompe el almidón del arroz y con este nutriente la levadura, en este medio idóneo, se multiplica en gran proporción.

8. El *moto* se traslada a una tina de fermentación de mayores dimensiones, donde se agregan más arroz cocido, mas *koji* y agua, obteniéndose una papilla conocida como *moromi*. La operación se repite durante cuatro días, en el curso de los cuales se agregan tres ingredientes en los días primero,

Se toma entre 2 y 4 semanas realizar el *moto*, en donde se mezclan el *kojo*, la levadura, el arroz cocido y el agua. El azúcar se convertirá en alcohol gracias a la levadura y a la posterior fermentación.

tercero y cuarto. Este proceso se llama *shikomi sandan* y, en el segundo día, en el cual no se efectúa ninguna adición se deja "danzar" el *moromi*, para que la levadura se propague convenientemente.

9. Pasados estos cuatro días, se deja reposar y fermentar la mezcla durante un período que oscila entre los 18 y los 32 días, en los cuales el azúcar del arroz enmohecido se irá transformando en alcohol y dióxido de carbono, en una reacción singular llamada fermentación múltiple en paralelo o *heiko fukukakoshiki*. Esta fermentación se equilibra cuando se alcanza un nivel



Moromi en proceso de fermentación



Kurabito realizando la mezcla

Para realizar el moromi se añade mas koji, arroz cocido y agua a la mezcla en tres etapas sucesivas a lo largo de 4 días.

Las personas:

Kuramoto, Toji y Kurabito

El sake es producido por el Kuramoto (dueño de la bodega), el Toji (maestro del sake), y el kurabito (trabajador de la bodega).

En términos económicos, la elaboración del producto requiere de la tierra, las finanzas y las materias primas. El Kuramoto es responsable de su adquisición, mientras que el Toji se encarga de la elaboración del sake y la contratación y gestión del kurabito. Además, dado que el sake se fabrica sólo en invierno, el Toji y el kurabito se emplean mediante contratos temporales.

de alcohol del 20%, siendo el sake la bebida fermentada con mayor graduación alcohólica del mundo. El momento en que se detenga el proceso es muy importante, ya que largas maceraciones podrían dar al sake gustos extraños o aromas no deseados.

10. Una vez fermentado el *moromi*, llega el momento del prensado o *joso*, que permitirá separar la parte líquida o sake, de los sólidos restantes o *kosu*. Para ello, se pone el *moromi* en unos sacos de algodón de un metro de longitud, que a su vez se colocan en unas cajas de madera con tapa y con un agujero en la parte inferior, que reciben el nombre de *fune*. El primer sake que sale por el agujero del *fune*, sin que se haya aplicado presión alguna se conoce con el nombre de *arabashiri*. Luego se empieza a ejercer una presión suave y se obtiene el sake máspreciado, llamado *nakadare* o *nakagumi*. Por último, se aplica una presión mucho mayor, y se modifica varias veces la posición de los sacos dentro del *fune*: el sake que se desprende de ello es conocido como *seme*.

En la época moderna se incorporó el uso de una prensa de acordeón llamada *assakuki* o *yabuta*, la cual permite un rendimiento mucho mayor, pero los sakes más apreciados se siguen obteniendo con el *fune* tradicional.

Algunos de los sakes mas apreciados y caros se obtienen suspendiendo en el aire, con una

cuerda, los sacos de algodón llenos de *moromi*, y dejando gotear el sake lentamente.

11. Al cabo de 10 días de reposo, llega el momento del filtrado o *roka*. El sake es, en este punto, un líquido opalescente, que aún contiene elementos que en algunos casos podrían resultar indeseables. Por eso se le añade carbón pulverizado, que absorbe las impurezas. Finalmente, se pasa todo por un filtro: tanto el carbón como las impurezas quedan retenidos en el mismo, dejando un sake transparente y puro.

Aunque la operación de filtrado se efectúe actualmente con filtros metálicos o de cerámica, con los que se puede decidir exactamente el diámetro de las partículas que se quiere separar, el método del carbón es el más apreciado, ya que los artesanos del sake, según el tamaño de las partículas de carbón, la cantidad empleada o el tiempo que se las deje en contacto con el sake, consiguen adaptar y domesticar el sake al gusto de cada *kura* o de cada marca. Un filtrado muy agresivo nos daría un sake neutro y sin personalidad, que solo serviría para sakes de bajo precio.

12. Finalmente, el sake pasa por un proceso de pasteurización a 65 °C, lo que se consigue haciéndolo pasar por un serpentín de cobre sumergido en agua a esta temperatura, o calentando las botellas una vez envasado. Esta operación es de uso reciente y permite conservar el sake; antiguamente no se hacía nada parecido, por lo que el sake debía consumirse fresco, poco después de su fabricación ya que en breve periodo de tiempo adquiriría sabores y olores extraños

El tiempo de reposo entre la fabricación y el embotellamiento suele ser de unos seis meses; con ello se consigue realzar las propiedades organolépticas de cada sake aunque, naturalmente, hay marcas y *kura* que embotellan inmediatamente después de la fabricación.



Para la fermentación los barriles se colocan lo más alto posible, ya que el aire caliente facilita este proceso.



Filtrado del sake por medio del fune al que se le cuelgan piedras a modo de contrapeso.

Por último el sake se reposa durante 6 meses antes del embotellado

MEMORIA DESCRIPTIVA: PARTE 2

El emplazamiento del proyecto

- LA PREFECTURA DE AICHI
- EL CLIMA

Handa, ciudad industrial

Las preexistencias: El complejo Mizkan

- LA TIPOLOGÍA: *KURA*
- DOCUMENTACIÓN RECOGIDA

Una fábrica/museo de sake y vinagre...

Programa

- PROGRAMA Y METROS CUADRADOS CONSTRUIDOS DE LA PARCELA

Recorridos

- LOS MUROS DE HORMIGÓN:
SU IMPORTANCIA EN EL RECORRIDO Y LA VIVENCIA DEL ESPACIO.
- TRANSICIONES

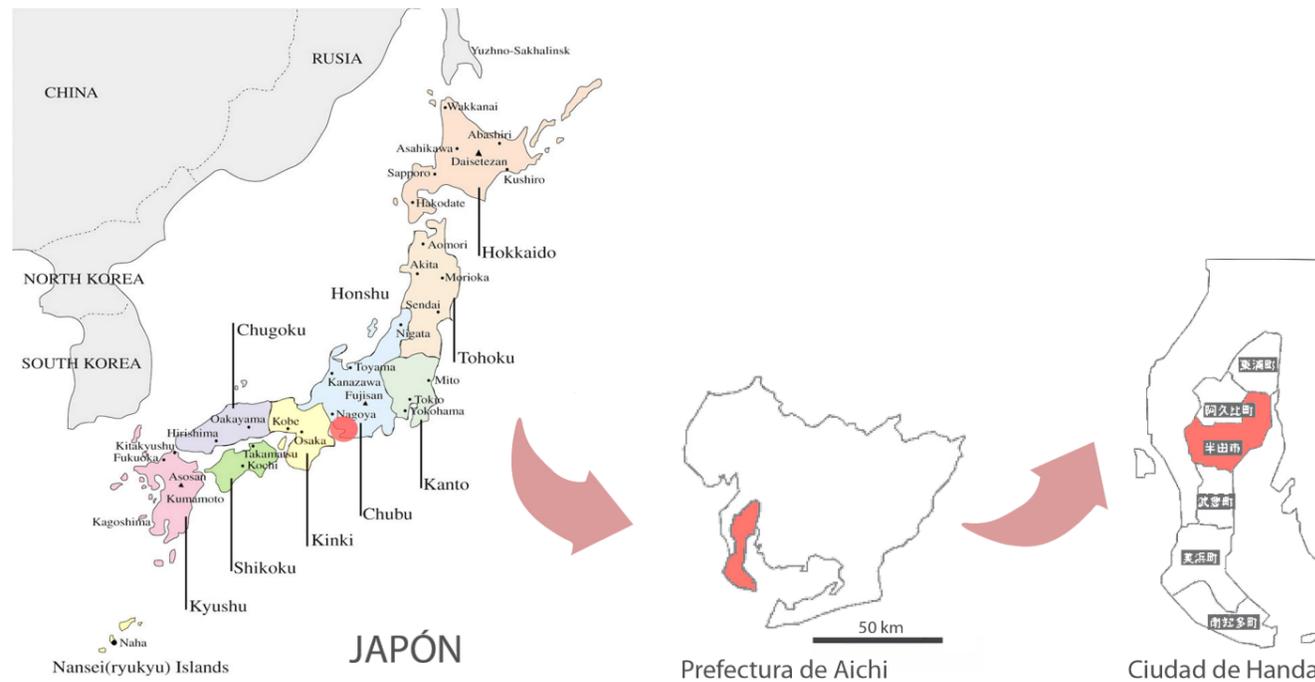
Espacios exteriores

- TRATAMIENTO DE SUPERFICIES EXTERIORES

Arbolado

- PLANO CON LA DISPOSICIÓN DEL ARBOLADO

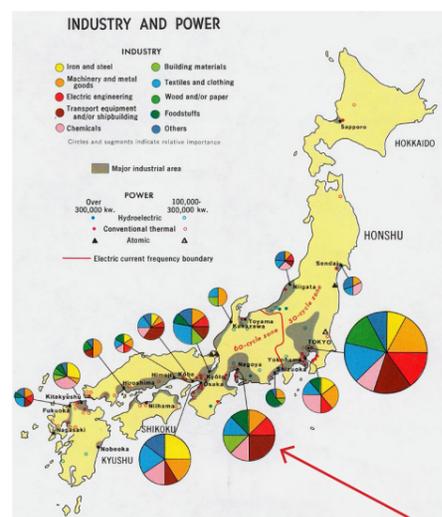
El emplazamiento del proyecto



- LA PREFECTURA DE AICHI

La parte occidental de la provincia está dominada por Nagoya, la cuarta ciudad más grande de Japón, y sus suburbios; mientras que la parte oriental es relativamente menos poblada, pero aún contiene varios de los principales centros industriales. Debido a su sólida economía, para el octubre 2005-octubre 2006, la Prefectura de Aichi logró el más rápido crecimiento en términos de población, superando a Tokio, en el 7,4%.

Los fabricantes de artesanía y productos tradicionales como los alfareros, los fabricantes de fuegos artificiales, flechas, piedra de sillería, papel washi al estilo *Obara*, fabricantes de velas, altares budistas, etc. siguen disfrutando de un enorme respeto (y cuota de mercado). Todo esto en el corazón de una región que con sólo el 13% de la población japonesa, produce más del 20% de su PIB.



Industria y Energía en Japón. Producción de la Prefectura de Aichi

Aichi cuenta con una imagen conservadora, como un lugar donde las tradiciones siguen siendo fuertes, y donde artistas, diseñadores y artesanos siguen siendo respetados en la actualidad.

La prefectura de Aichi es conocida por tener muchas fábricas de automóviles. La empresa Toyota fue fundada en el año 1937, pero el pleno desarrollo de la industria automovilística se dio después del crecimiento económico posterior a la segunda guerra mundial, es decir, es un sector industrial que ha logrado su desarrollo en tiempos recientes.



Vista panorámica de la ciudad de Nagoya

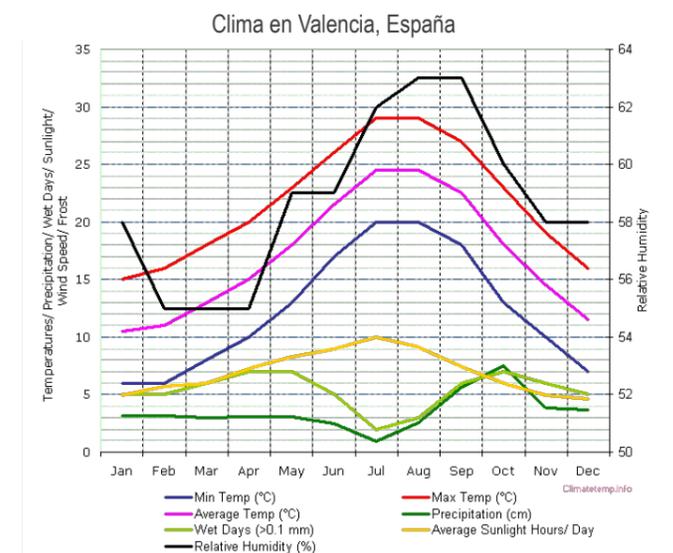
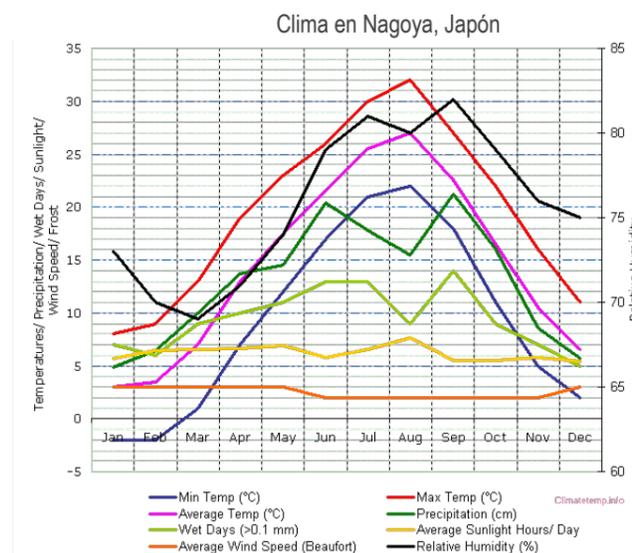
- EL CLIMA

La prefectura de Aichi y Japón en general, tiene veranos calurosos y húmedos e inviernos fríos pero cortos. Las precipitaciones son abundantes, y en invierno, normalmente, en forma de nieve. El clima está dominado por las masas de aire tropical marítimo, procedentes del oeste del anticiclón hawaiano, y las masas de aire polar continental y ártico.

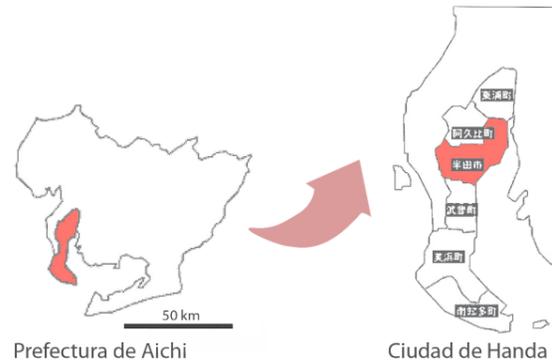
Las precipitaciones en son elevadas, siempre por encima de los 1.000 mm anuales. La influencia de los monzones actúa en sentido contrario. El monzón de invierno procede del norte-noroeste, lo que provoca unas temperaturas más bajas y unas lluvias más abundantes en la parte occidental del Japón. El monzón de verano procede del suroeste, lo que implica una subida de las temperaturas y la máxima intensidad de lluvias en las costas orientales. Esta alternancia de los monzones provoca en las estaciones intermedias una inestabilidad general durante ellas. Es la época de los fuertes tifones, especialmente en el sur.

Análisis de clima en Nagoya/Japón en comparativa con Valencia/España:

- temperaturas más extremas tanto en invierno como en verano
- muchas más precipitaciones y días húmedos
- poca diferencia entre la luz del sol de invierno y de verano
- veranos largos e inviernos cortos



Handa, ciudad industrial



Handa se conoce por la producción de sake, vinagre y pasta de soja, industrias que se asentaron en la ciudad durante el período Edo y que se mantienen vigentes hoy en día, en las naves de madera que se preservan a lo largo del canal.

La ciudad de Handa en la Prefectura de Aichi, a unos 35 km al sur-este de Nagoya en la parte central de Japón. Se sitúa en medio de la península de Chita, enfrentando la bahía de Kinugaura.

La ciudad fue fundada el 1ero de Octubre de 1937. En el 2008 su población estimada era de 120.000 personas, con una densidad de 2.421,35 personas por km². Su área total es de 47, 22 km².

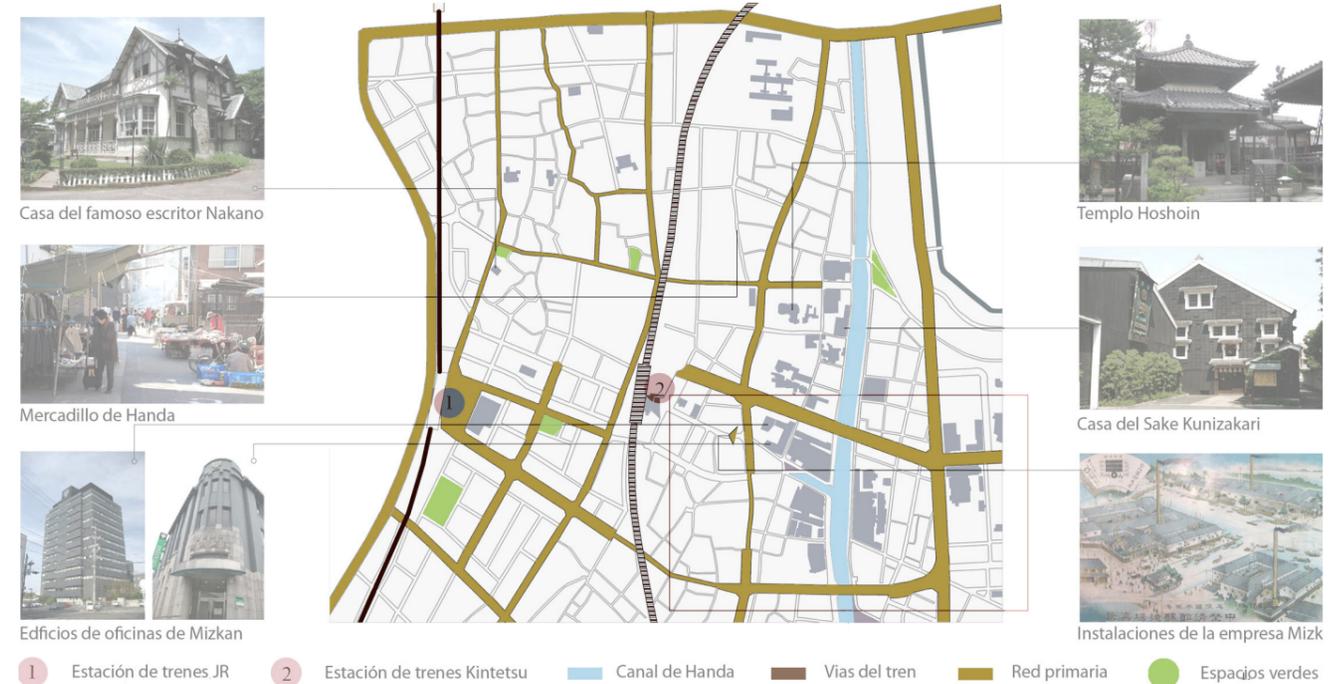
Handa se conoce por la producción de sake, vinagre y pasta de soja, industrias que se asentaron en la ciudad durante el período Edo y que se mantienen vigentes hoy en día, en las naves de madera que se preservan a lo largo de 500 metros del canal. El puerto de Kinugaura en Handa ha atraído muchas industrias metalúrgicas y de cerámica y la fabricación de textiles y de sal también es importante. Su agricultura se centra en su mayoría en el cultivo de flores, de vegetales y arroz.

Con la finalidad de evaluar las necesidades del lugar, se analizaron una serie de encuestas realizadas por el Ayuntamiento de Handa en el año 2010 en relación a la calidad de vida y las prioridades de los ciudadanos.

Temas como la seguridad y la contaminación resultan prioritarios a su vez que los programas para personas mayores y discapacitados.

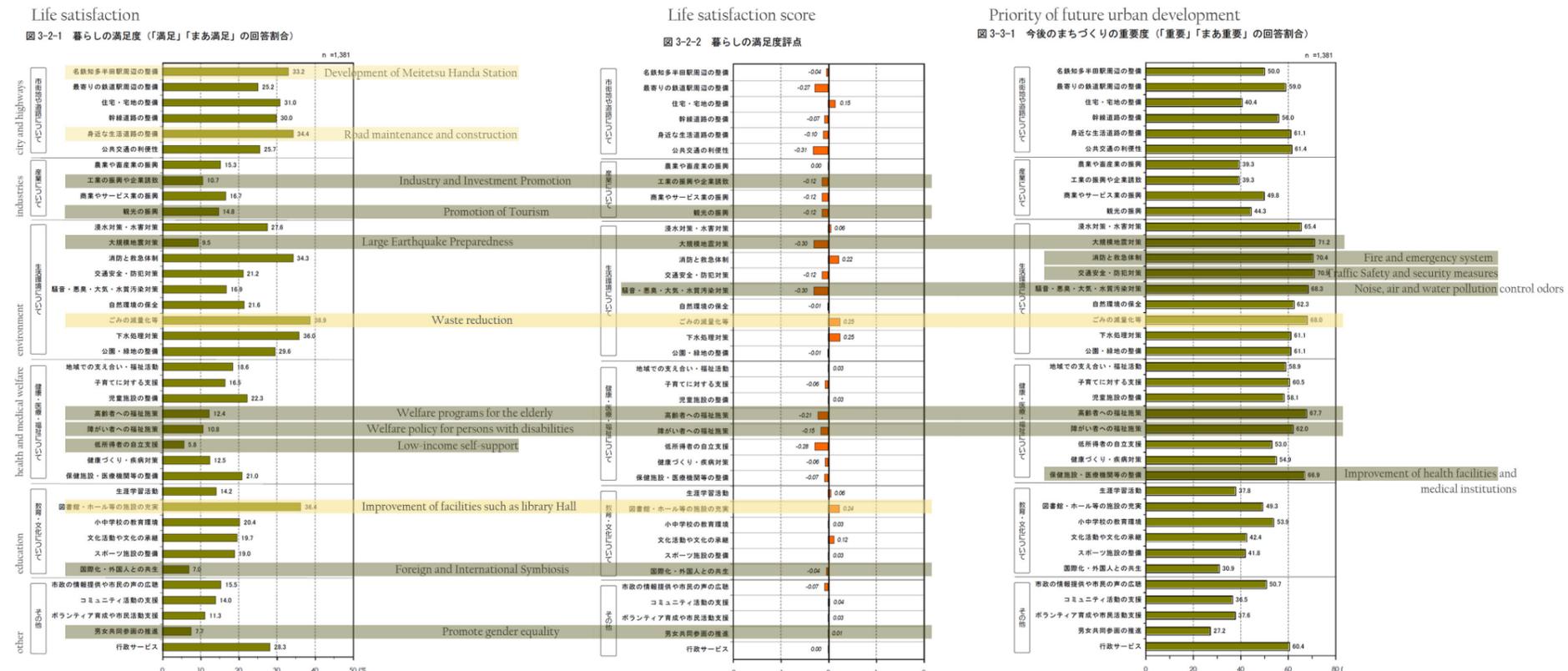
Se observa también que el nivel de satisfacción referente a la promoción de la industria y la investigación no es muy alto. A la vez que la promoción del turismo, con la cual tampoco se está muy satisfecho.

Esta tabla servirá más adelante de apoyo, para definir el enunciado y programa del proyecto.



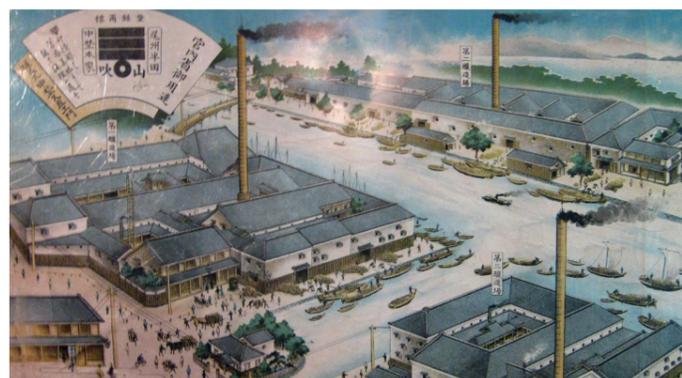
La ciudad de Handa, redes y lugares de interés.

Encuesta Municipal de Handa - Informe



Las preexistencias: El complejo Mizkan

Las naves en las que se desarrolla el proyecto forman parte del complejo de Mizkan, una fábrica de vinagre que se estableció en Handa en el año 1804. Fue entonces cuando *Matazaemon Nakano*, un productor de sake japonés, tuvo la idea de hacer vinagre de los restos de *sake*. El líquido resultante, llamado *Mizkan Yamabuki*, era tan delicioso que un chef de *sushi* de renombre, *Yohei Hanaya*, lo empleó para aderezar el arroz de un nuevo tipo de *sushi*, ahora conocido en todo el mundo como *Nigiri-Sushi*. El *Nigiri-Sushi* se convirtió rápidamente en una de las más populares comidas de Japón, mientras que el vinagre de arroz fue ganando una gran reputación en todo el país. La empresa sigue siendo familiar y actualmente está dirigida por *Kazuhide Matazaemon Nakano VIII*.



La ubicación de las naves es muy pintoresca, al lado del canal y junto al resto de almacenes antiguos que aún se conservan. No es de extrañar que esta localización se haya utilizado para telones de fondo de películas históricas. Aparte de transmitir la atmósfera de aquellos días hasta ahora, ha sido declarado por el Ministerio de Medio ambiente como uno de los “100 escenarios fragantes” debido al ligero olor a vinagre del lugar.

Las naves, muchas de ellas construidas en la era Edo (1603-1868), están construidas con la técnica *shou-sugi-ban*, mediante la cual los tabloncillos son quemados para mantener alejados a los insectos, prevenir el fuego e impedir la putrefacción. Las naves tienen muchas ventanas debido a que el vinagre de arroz, principal producto de Mizkan, se hace aquí, y permiten la regulación de temperatura durante el verano.

- LA TIPOLOGÍA: KURA

La tipología edificatoria de las naves se llama *kura* y es utilizada en Japón como almacenes de las viviendas o fábricas de productos fermentados de la soja o el arroz, como es el caso del *sake*.

Cuando funcionan como almacenes de las casas, se guarda en ellos todo el mobiliario fuera de temporada, ya que los japoneses cuentan con el mobiliario de verano, el cual se usa desde abril hasta septiembre, y el de invierno que se emplea el resto de año.

La arquitectura japonesa se caracteriza desde hace siglos por la flexibilidad de su espacio interior y son estos almacenes los que posibilitan esta cualidad y acompañan el estilo de vida japonés.

Este tipo de construcciones son fáciles de encontrar por todo el país al lado de canales adjuntos a puertos de comercio de arroz, como es el caso de la ciudad de *Otaru* o *Kurakishi*, la ciudad de los canales al sur de Japón.

La estructura suelen ser celosías de madera que se contraen con el calor permitiendo la ventilación y se hinchan en la época de lluvia, previniendo la entrada de humedad, por lo que mantienen una temperatura y humedad relativamente estable. Es recomendable que estos espacios sean aireados solo durante el día y cuando hace buen tiempo para que la humedad no se quede dentro.

Se asocian en la cultura Japonesa a espacios oscuros y cerrados, con una atmósfera misteriosa.



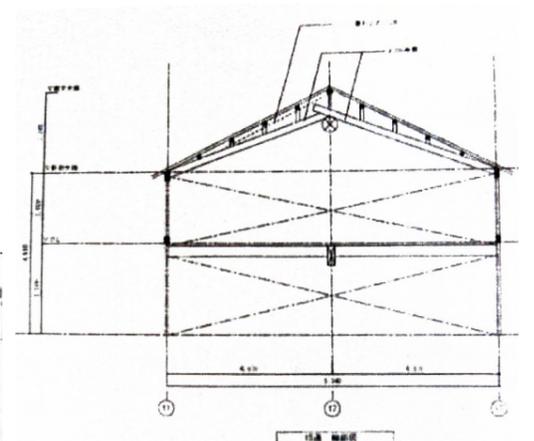
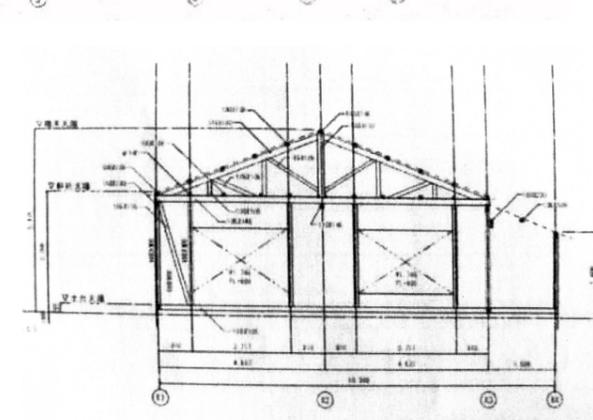
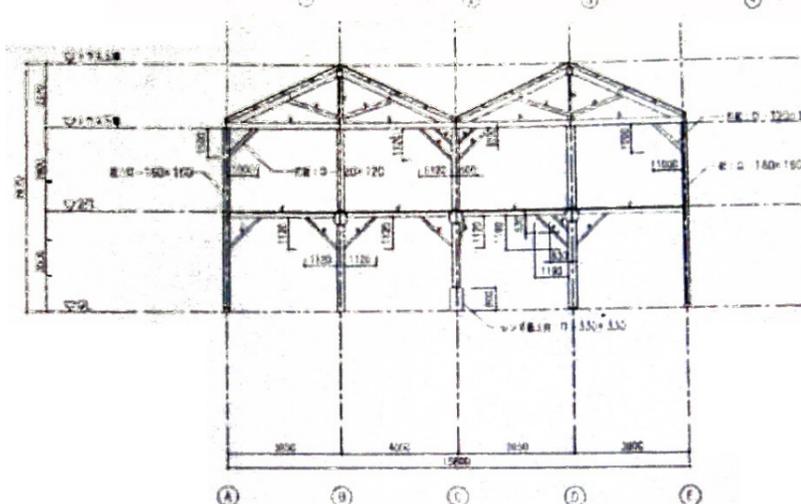
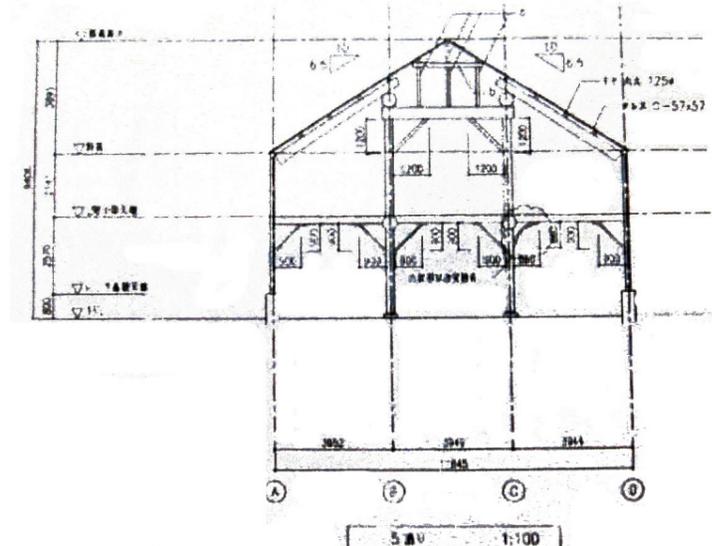
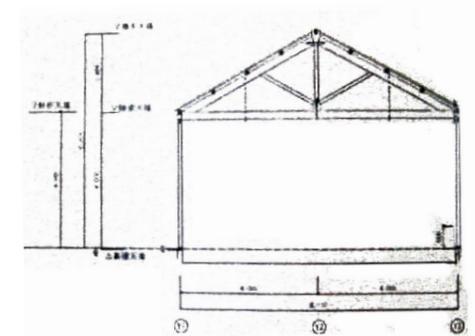
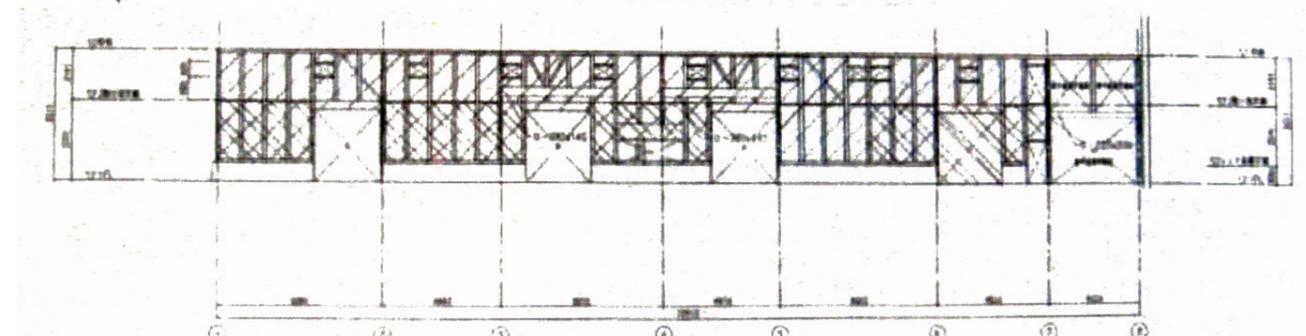
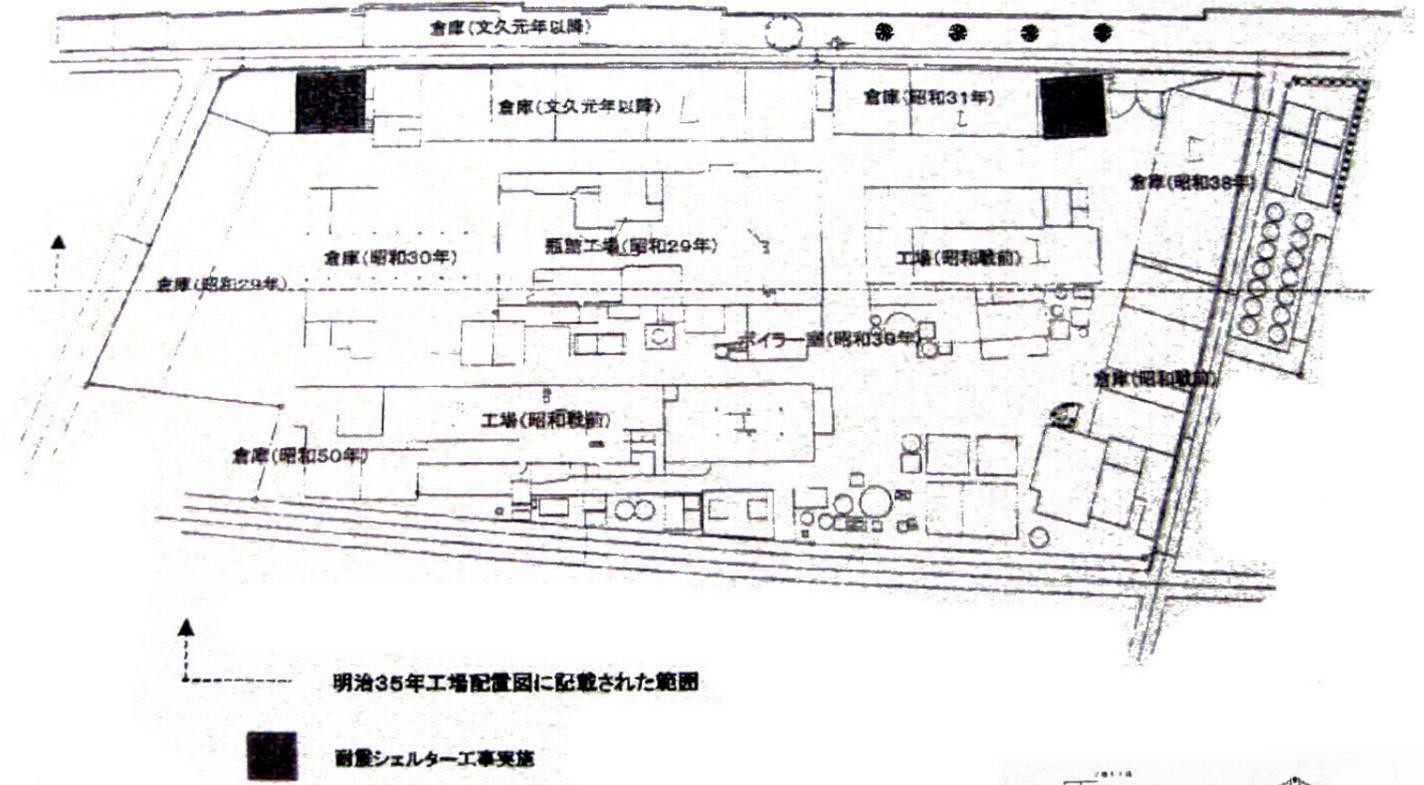
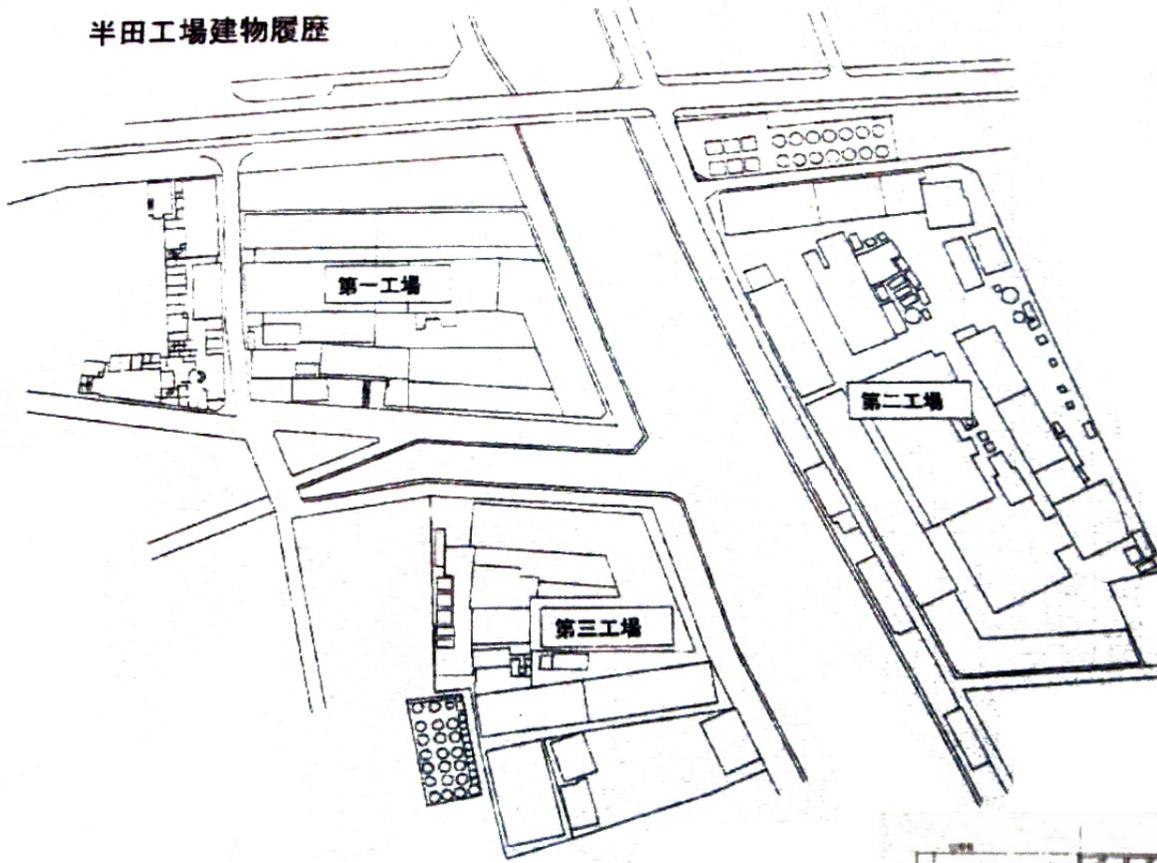
Kuras en Kurakishi, Prefectura de Okayama, al sur de Japón



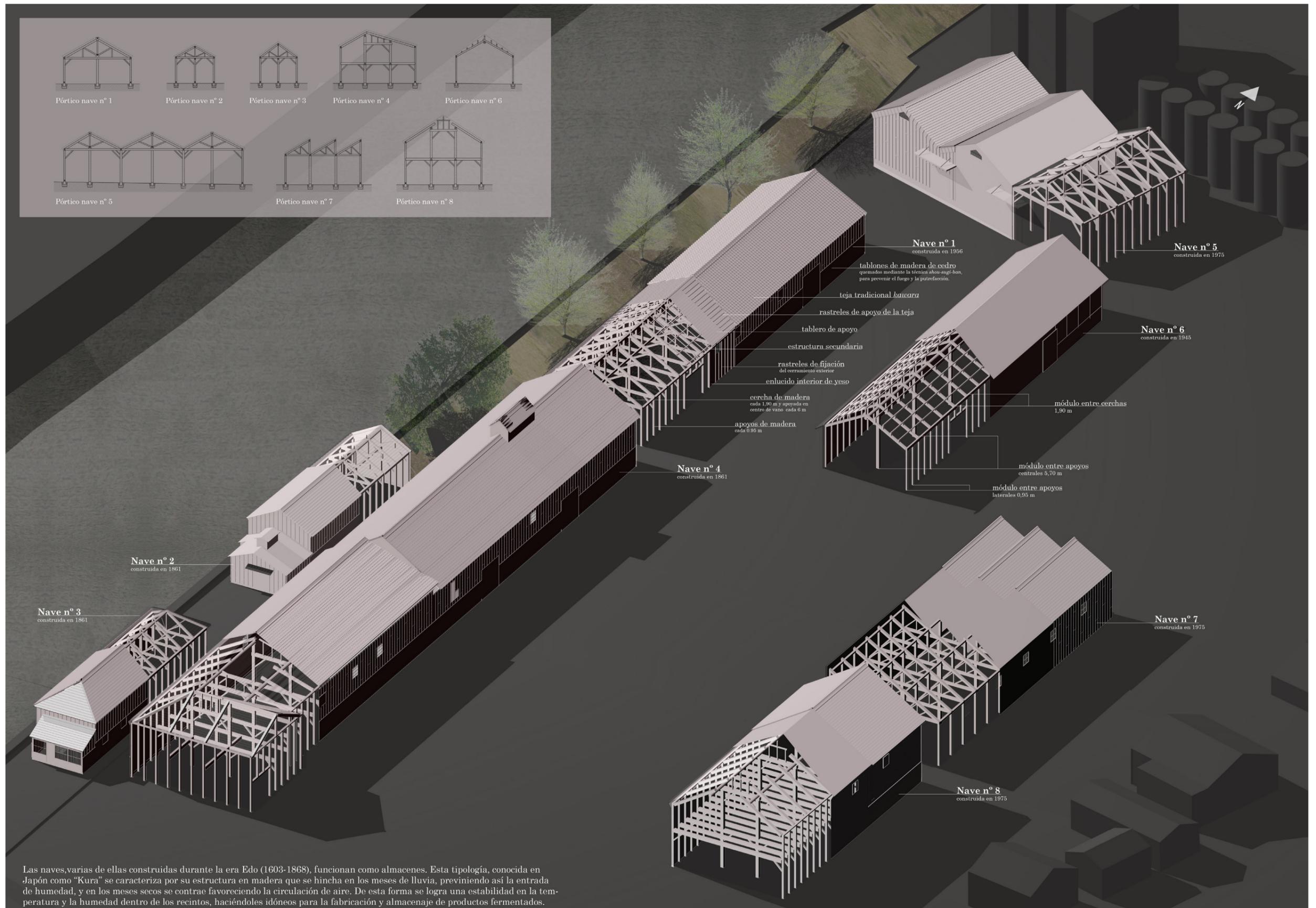
Kuras en el canal de Otaru-Hokkaido, al norte de Japón



半田工場建物履歴

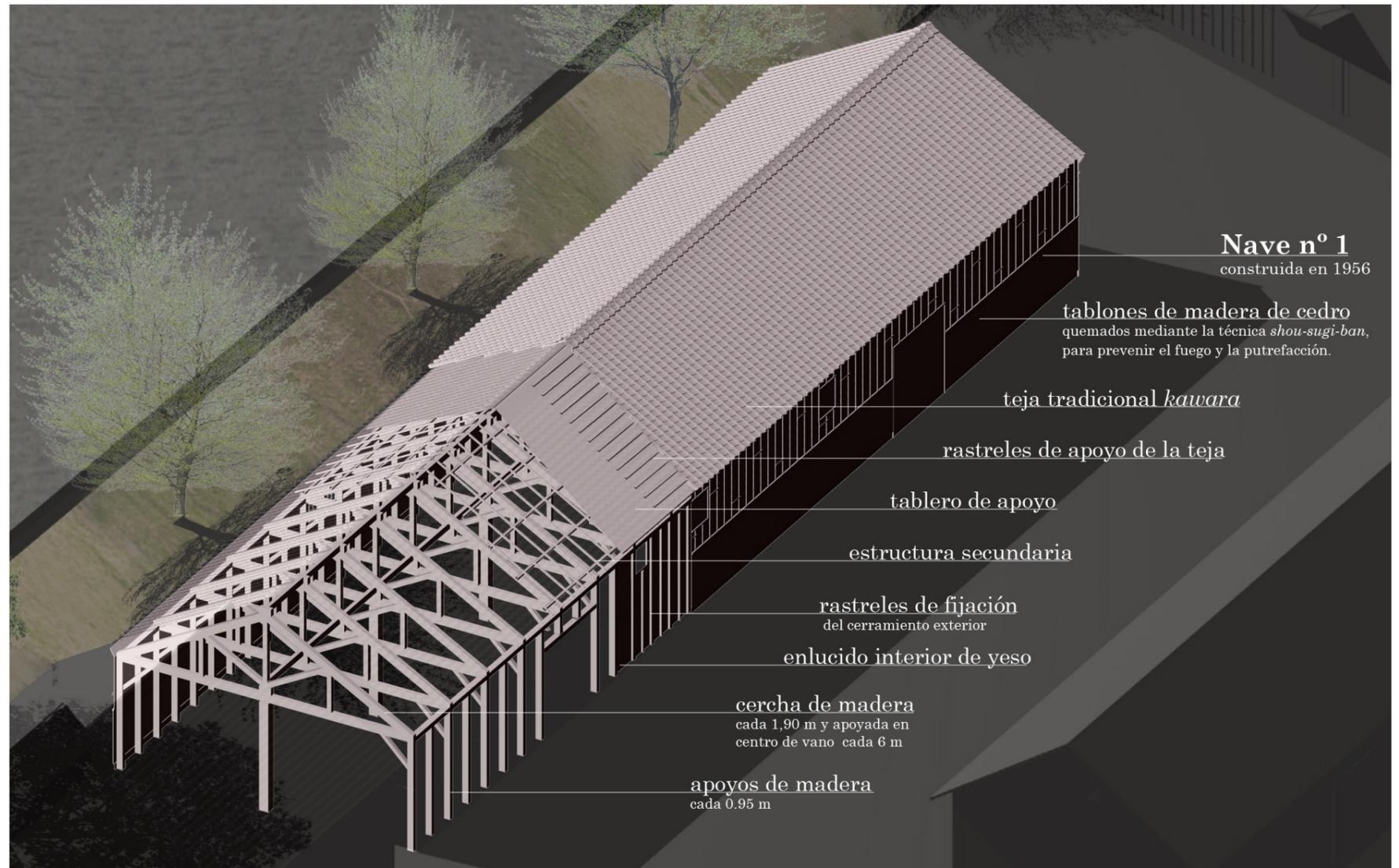


- DOCUMENTACIÓN GENERADA



Las naves, varias de ellas construidas durante la era Edo (1603-1868), funcionan como almacenes. Esta tipología, conocida en Japón como "Kura" se caracteriza por su estructura en madera que se hincha en los meses de lluvia, previniendo así la entrada de humedad, y en los meses secos se contrae favoreciendo la circulación de aire. De esta forma se logra una estabilidad en la temperatura y la humedad dentro de los recintos, haciéndoles idóneos para la fabricación y almacenaje de productos fermentados.

- DOCUMENTACIÓN GENERADA



	<p>1975</p> <p>①a</p>	<p>1945</p> <p>④</p>
	<p>1975</p> <p>①b</p>	<p>1861</p> <p>⑤</p>
	<p>1975</p> <p>②</p>	<p>1861</p> <p>⑥</p>
	<p>1956</p> <p>③</p>	<p>1861</p> <p>⑦</p>

Una fábrica/museo de sake y vinagre...

Este proyecto surge de la experiencia al visitar el lugar y percibir la atmósfera que allí se respira, al estudiar las preexistencias y su valor, tanto histórico en la fundación de la ciudad de Handa, como tipológico, y sobre todo, surge al haber contactado en cierta manera con la cultura japonesa; cultura de contrastes, en la que la tradición es algo que se renueva; de lo impermanente, en donde se aprecia la huella que deja el tiempo a su paso, de sutilezas, en la que el hombre, en un acto de humildad, no hace más que enaltecer la naturaleza. Por tanto es, desde mi visión, un proyecto que se genera a sí mismo.



La antigua fábrica de vinagre y todo lo que de ella se percibe, su color negro desgastado, su forma alargada o el olor que desprende en el ambiente, todo aquello que de ella hoy se valora, está libre de cualquier pretensión y tiene su razón de ser en la funcionalidad, en donde se apoya la tradición. Es por esto que se decide conservar el uso que tuvieron las naves en un principio, rescatando la forma tradicional de hacer sake y vinagre, no por ello estancándonos en el pasado, sino respondiendo a las necesidades y valores actuales, posibilitando la visita a las instalaciones como una forma de aprender, disfrutar y difundir el patrimonio cultural inmaterial.



El proyecto se estructura entonces separando el uso de fábrica en las naves preexistentes (la tradición, lo viejo) del de museo en la edificación de nueva planta (la renovación, lo nuevo). La intención no es más que la de habilitar un espacio que propicie el contacto con el proceso de fabricación intentado ser consecuentes con algunos valores de la cultura japonesa.

Valores de la cultura japonesa que intentan ser reflejados en el proyecto:

- armonía entre el hombre y la naturaleza: el edificio como un medio para propiciar esta relación.
- asumir el paso del tiempo: el edificio pensado como un ser vivo, que nace, cambia, se mueve, envejece y muere.



la naturaleza entra en los espacios interiores

utilización de tamices que regulan la entrada de luz

espacios flexibles gracias al uso de paneles correderos

Para manifestar estos valores no se ha querido partir de cero, sino que se ha mirado e intentado aprender de la arquitectura tradicional japonesa: como se utiliza la sencillez y las transiciones entre espacios para evidenciar la naturaleza, permitiendo que entre en la arquitectura, como se manifiesta el paso del tiempo en estructuras ligeras, flexibles, en los tamices que registran los cambios de luz, el mobiliario que cambia dependiendo de las estaciones del año y como se asume que la fuerza de los fenómenos naturales debe afrontarse con el espíritu humano más que con la estructura de los edificios, consiguiendo estructuras que en vez de ser rígidas, asumen su condición y se balancean frente a un terremoto.



cambios que sufren las naves a través del paso del tiempo

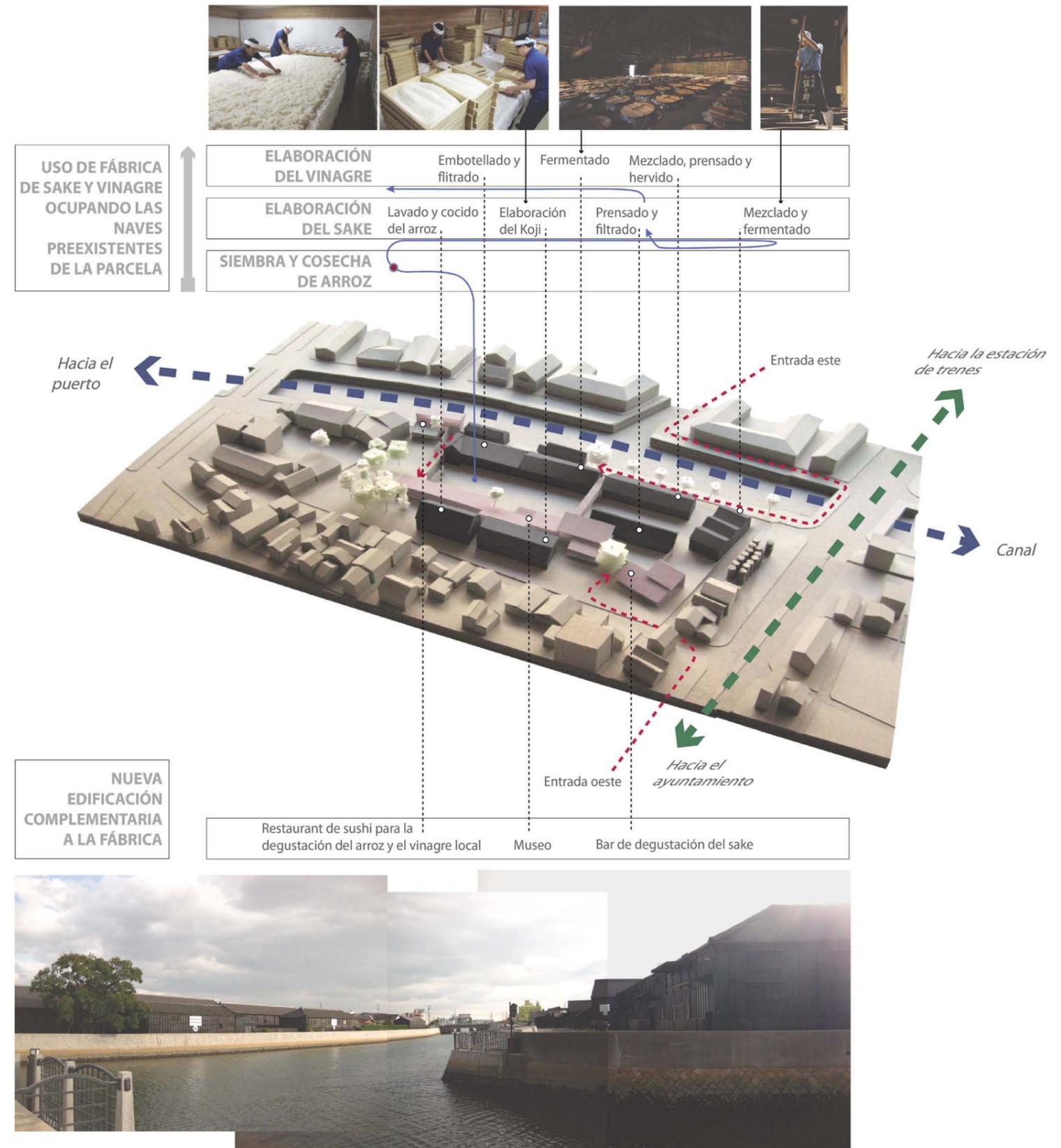
Programa

Para entender el funcionamiento de la fábrica deben conocerse en primer lugar los procesos y las condiciones necesarias para la elaboración del sake y el vinagre, a continuación resaltaremos algunos datos que se consideran imprescindibles para su comprensión a grandes rasgos:

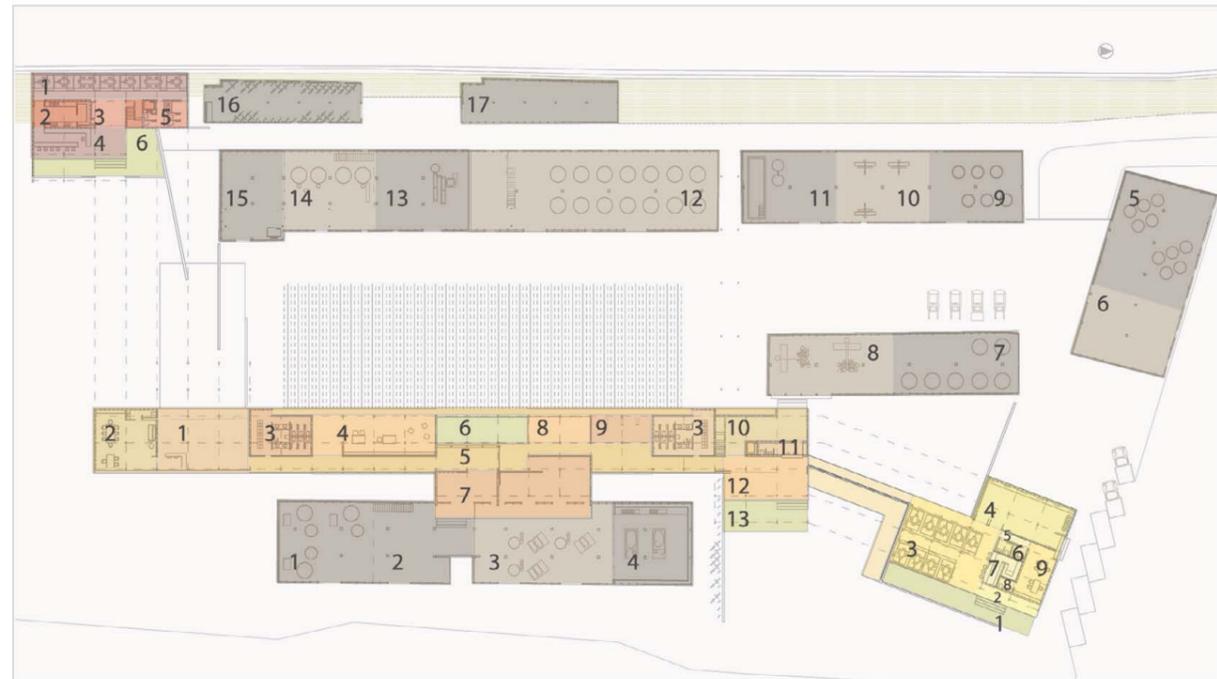
- El sake es un licor de arroz que se produce tras un proceso de fermentación.
- El arroz no tiene azúcares, así que para que la fermentación pueda darse es necesario emplear un moho llamado *koji kin* el cual desprende unas enzimas que transforman el almidón del núcleo en azúcar fermentable.
- El *koji* se realiza en un recinto especial llamado *muro*, con una t° de 30°C y un contenido de humedad del 60%.
- Los barriles de fermentado se colocan en los altillos para aprovechar el calor que se queda acumulado en la parte superior de las naves.
- El vinagre de arroz puede realizarse a partir del arroz directamente o, como en este caso, a partir de los restos sólidos del filtrado del sake.
- El arroz se produce en verano, el sake en invierno y el vinagre puede realizarse todo el año a excepción de julio y agosto, los meses más calurosos de año.

	1月	2月	3月	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月
rice 米												
sake 酒												
vinegar 酢												

calendario de producción de arroz, sake y vinagre



- PROGRAMA Y METROS CUADRADOS CONSTRUIDOS DE LA PARCELA



Planta baja: 808 m²

- Restaurant_PB: 211 m²
 1_Tatami con mesas: 84 m²
 2_Cocina: 31 m²
 3_Hall entrada: 18 m²
 4_Zona de barra: 52 m²
 5_Aseos: 25 m²
 6_Jardín: 62 m²

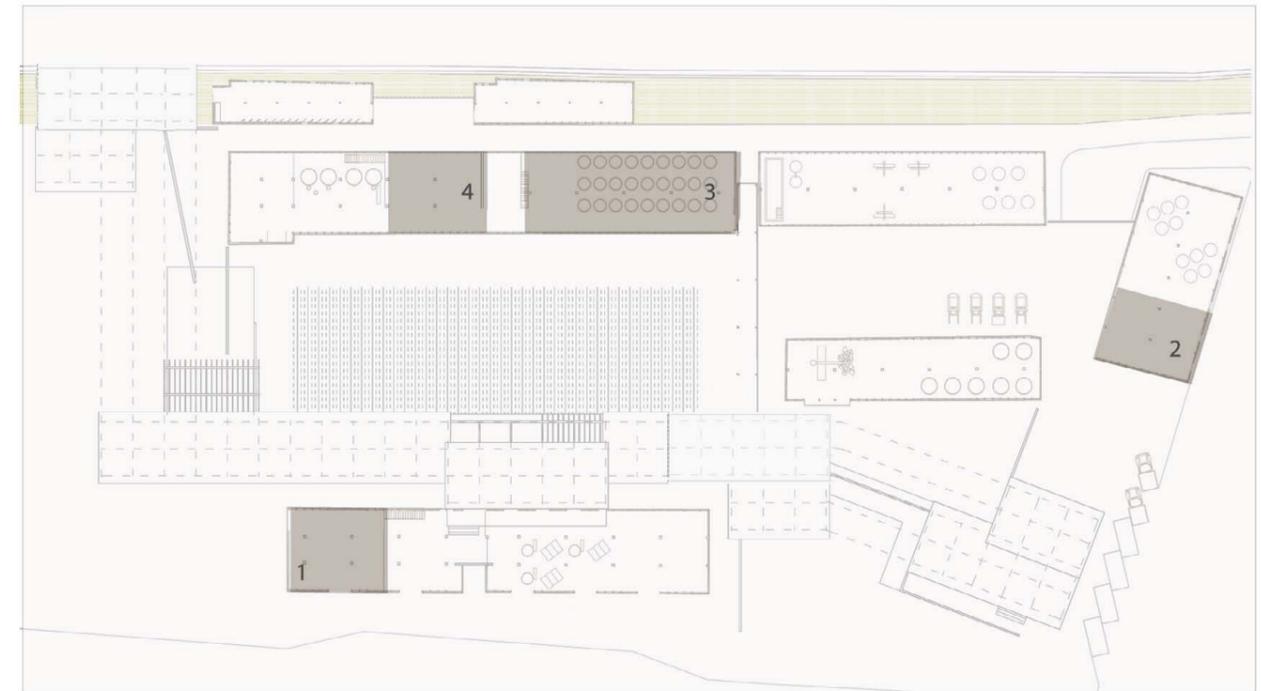
- Museo_PB: 1.072 m²
 1_Hall entrada este: 109 m²
 2_Administración: 76 m²
 3_Guardarropa y aseos : 102 m²
 4_Centro de documentación: 94 m²
 5_Corredor: 175 m²
 6_Jardín interno: 48 m²
 7_Plataforma producción sake: 154 m²
 8_Emparrado: 34 m²
 9_Sala informativa: 32 m²
 10_Sala informativa (filtrado): 61 m²
 11_Punto informativo: 14 m²
 12_Hall entrada oeste: 68 m²
 13_Zona cubierta: 50 m²

- Bar_PB: 282 m²
 1_Entrada Jardín: 61 m²
 2_Entrada: 15 m²
 3_Tatamis con mesas: 121 m²
 4_Bodega: 81 m²
 5_Pasillo: 4 m²
 6_Aseos: 9 m²
 7_Bar y almacén: 16 m²
 8_Aseo de oficina: 4 m²
 9_Oficina gestión fábrica: 32 m²

- Naves_PB: m²
 Naves de elaboración de sake: 1.108 m²
 1_Lavado y pulido del arroz: 274 m²
 3_Cocido al vapor y enfriado: 175 m²
 4_Elaboración del Koji : 122 m²
 5_Zona de mezclado: 125 m²
 6_Barricas y embotellado: 125 m²
 7_Filtrado del sake: 144 m²
 8_Zona de prensado: 143 m²
 Naves de elaboración de vinagre: 1.134 m²
 9_Zona de mezclado: 125 m²
 10_Prensado: 125 m²
 11_Zona de Hervido: 129 m²
 12_Fermentación: 370 m²
 13_Filtrado del vinagre: 139 m²
 14_Embotellado: 138 m²
 15_Zona habilitada para visitas: 108 m²

- Nave habilitada como aparcabici: 120 m²
 Nave habilitada como centro de gestión de la fábrica: 126 m²
 Total área naves: 3.091 m²

La parcela tiene una superficie de 12.850 m².
 La superficie construida es de 4.656 m² de los cuales 1.565 m² son edificación de nueva planta.



Planta primera: 603 m²

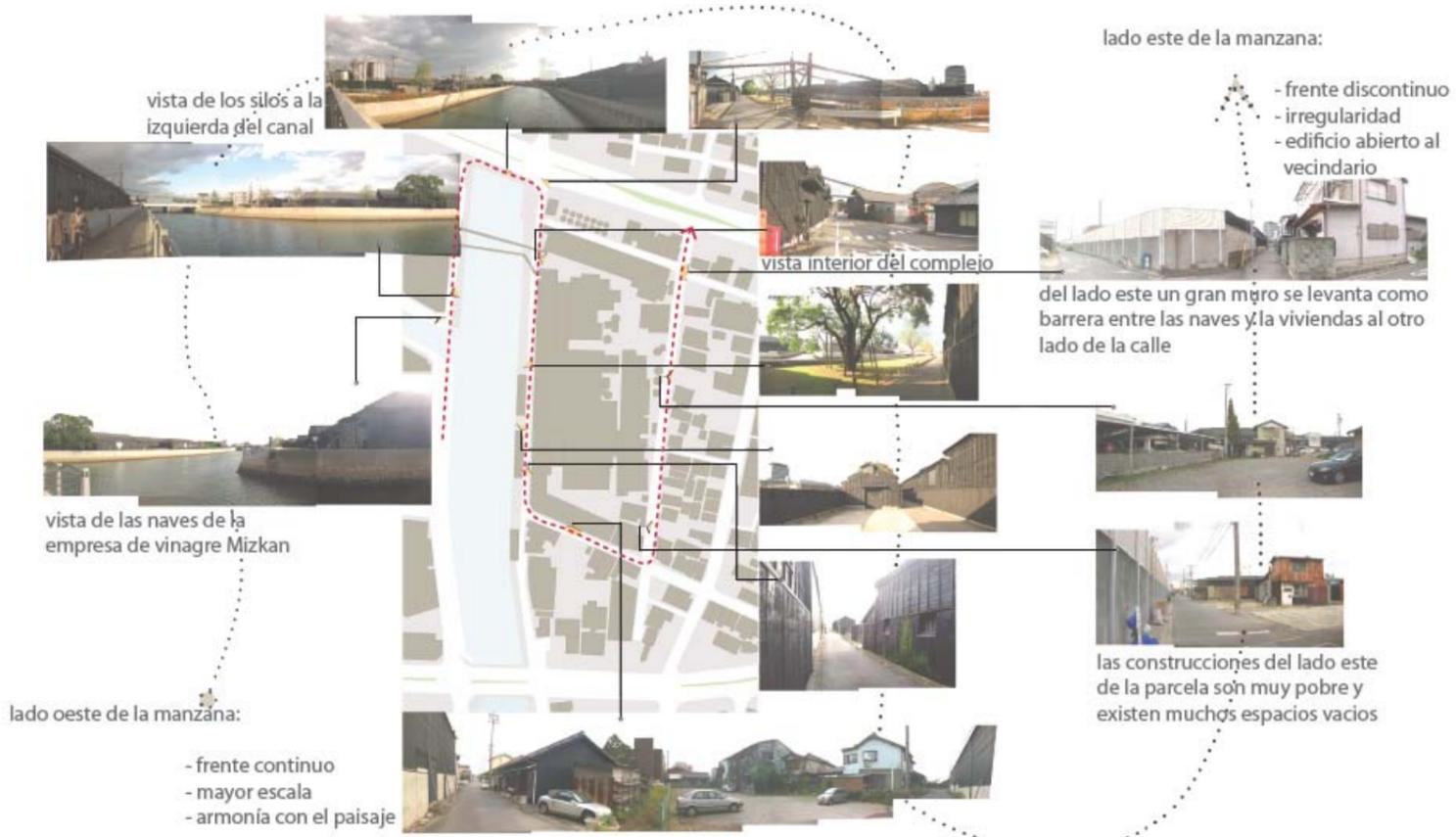
- Naves_P1: 603 m²
 1_Almacenaje de arroz: 132 m²
 2_Fermentación del sake: 144 m²
 3_Fermentación del vinagre fase I: 225 m²
 4_Fermentación del vinagre fase II: 102 m²

El programa del museo resulta bastante sencillo: El cuerpo principal, se sitúa entre las viejas naves y los usos que allí se albergan son: dos vestíbulos, el este y el oeste, ambos con puntos informativos y acceso directo a los núcleos de aseos y guardarropas para posibilitar dejar allí las pertenencias de los visitantes mientras se realiza el recorrido. Se ubica un centro de documentación en el que pueda haber material de lectura e investigación acerca del arroz, el sake y el vinagre, su historia, procesos de producción así como también historia de la ciudad. Hay dos salas en las que se puede tener contacto con el proceso de fabricación del sake y una zona de descanso central en donde poder desviarse del itinerario para desconectar. En el ala sur está la zona administrativa del museo.

Al lado del canal se ubica el restaurant, con posibilidad de comer en la barra (práctica muy usual en Japón) o en la zona de tatamis. Se considera el punto final al recorrido del vinagre.

Al norte de la parcela se ubica el bar de degustación del sake en donde se ubica la bodega y una oficina relacionada al funcionamiento de la fábrica.

Recorridos



Una de las formas de entender mejor el proyecto es abordándolo desde el recorrido. Gran parte de las decisiones se han tomado pensando en cómo se vive el espacio, tanto para quien lo visita como para quien trabaja en él: el arbolado, los muros de hormigón en el exterior, los cerramientos, las alturas de los espacios.

Se establece una zonificación para diferenciar el área de trabajo del área de visita. La separación entre ambas viene dada principalmente por el campo de arroz.

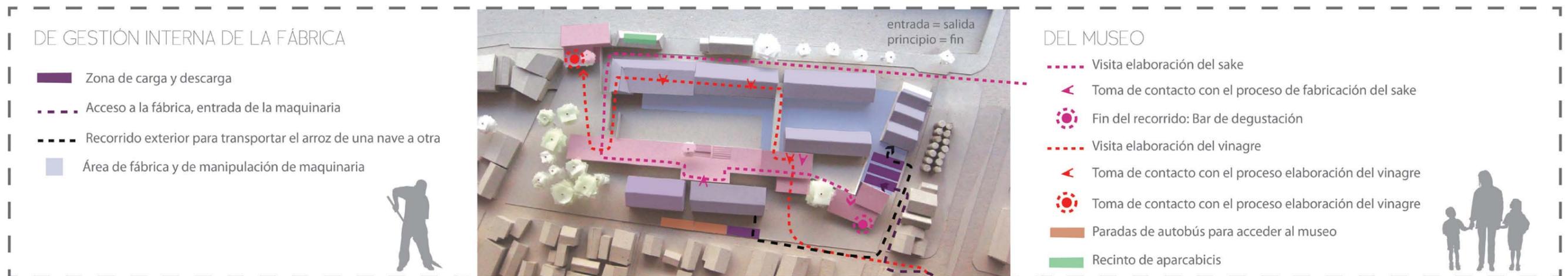
El acceso a la zona de fábrica se encuentra al norte de la parcela, con acceso directo a los vestuarios para los operarios, en la nave 4 y a la oficina principal de gestión, localizada en el edificio nuevo del bar. Es allí también donde se produce la entrada de cualquier suministro y maquinaria, y la salida de los residuos, con una zona de aparcamiento prevista para los vehículos de la fábrica. El arroz procesado con el moho koji se transportará desde la nave 7, hasta la nave 4 en donde se realiza el mezclado, por ello se dispone de una zona de carga y descarga delante de la nave.

La zona de visita al público tiene dos accesos: el acceso este, por el cual debe recorrerse el camino peatonal paralelo al canal y en donde se empieza a tener contacto con las naves y su entorno, y el acceso oeste, que recoge el flujo que viene de la avenida principal, procedente del ayuntamiento y que recibe al visitante con jardín de cedros. La razón de la disposición de ambos accesos viene dada por dos factores, uno de carácter funcional, y el otro de carácter conceptual:

-El acceso este da inicio al recorrido relacionado con el sake, mientras que el acceso oeste da inicio al recorrido relacionado con el vinagre. De esta manera pueden funcionar simultáneamente, de forma que sea el visitante el que experimente y recorra el edificio a su gusto brindando la posibilidad de recorrido: Puede hacerse el recorrido del sake y acabar en el bar, puede hacerse el recorrido del vinagre y acabar en el restaurant, o pueden hacerse ambos, también dependiendo de la época de elaboración de ambos productos.

- Con estas dos entradas o salidas, según se vea, se quiere reforzar la idea del ciclo, en donde el principio es el fin y viceversa. Se pretende reforzar la idea de que más que entrar a un edificio, te incorporas a un proceso.

Al museo puede accederse peatonalmente, en bicicleta y en autobús, por lo que cuenta con dos aparcabicis, uno en cada uno de los accesos y dos paradas de autobús en el acceso oeste. No quiere fomentarse el uso del coche privado, y teniendo en cuenta como se gestiona el transporte en Japón y la calidad del transporte público, se considera razonable prescindir de él.



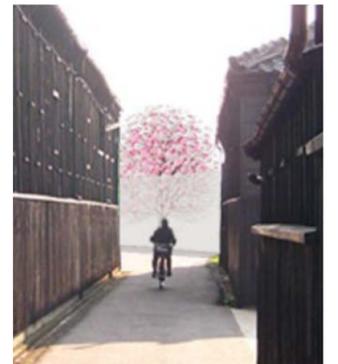
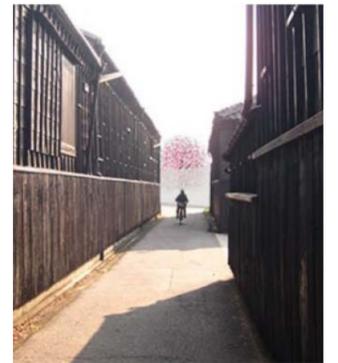
“Bruma lluviosa
Fuji oculto, pero
marcho contento”

La belleza del fuji, resalta por el hecho de su ausencia:

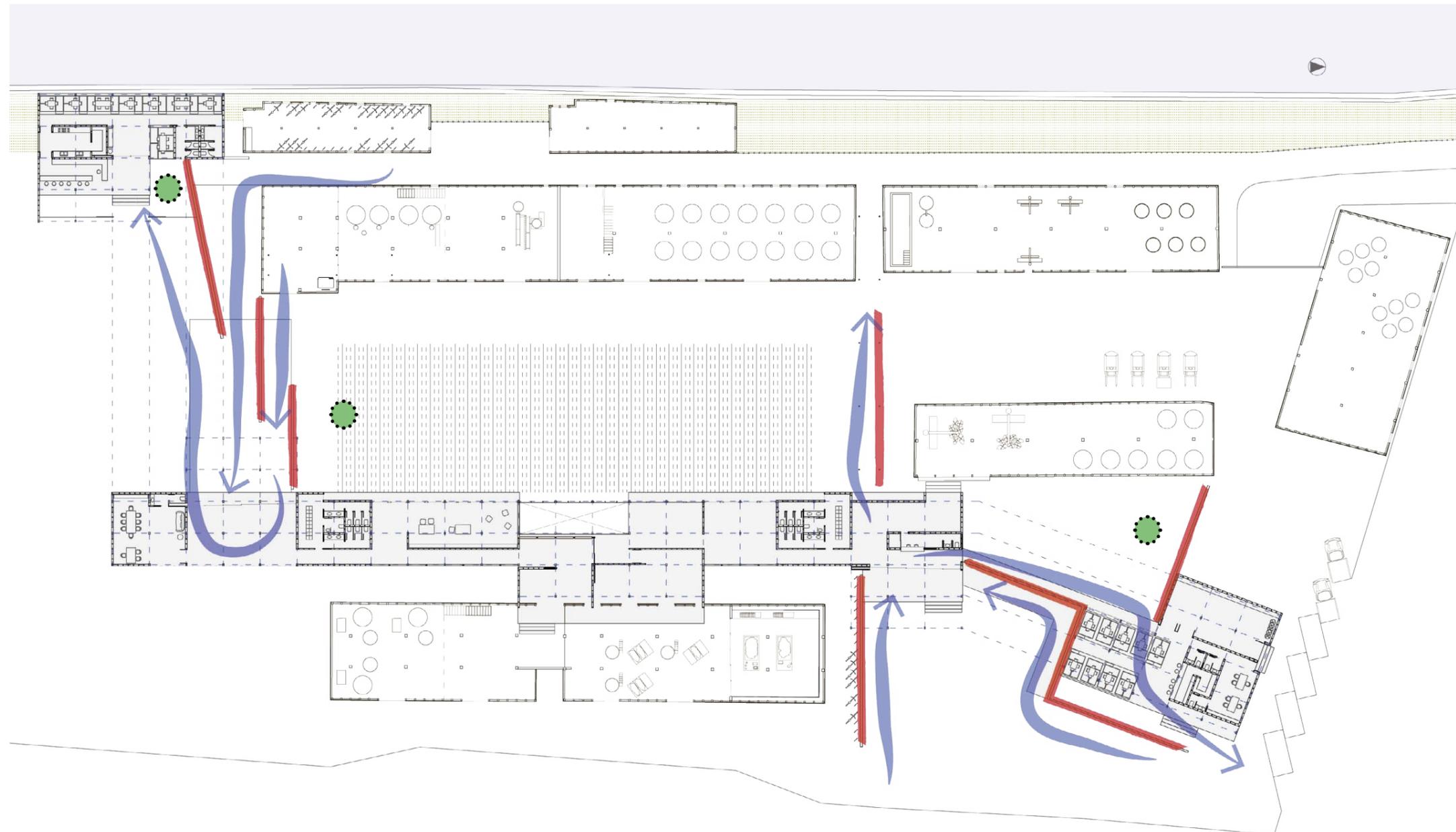
En Europa la verdad reside en aquello que existe.
En Japón lo más importante es lo que está escondido.

- LOS MUROS DE HORMIGÓN: SU IMPORTANCIA EN EL RECORRIDO Y LA VIVENCIA DEL ESPACIO.

En ambos accesos y en el interior de la parcela, los muros de hormigón, con un carácter mucho más potente y pesado que hasta el mismo edificio, **sirven de guía a los flujos de recorridos, ocultando y sugiriendo espacios que más tarde serán desvelados.**



acercamiento al cerezo

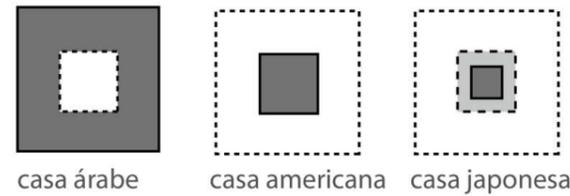


● puntos ocultos

■ muros de hormigón

- TRANSICIONES

Tomando como punto de partida el tratamiento de la luz y en la arquitectura tradicional japonesa y la fusión entre lo construido y la naturaleza, se quiso trabajar la transición del exterior al interior.



En la casa tradicional japonesa la diferencia entre interior y exterior no está claramente definida

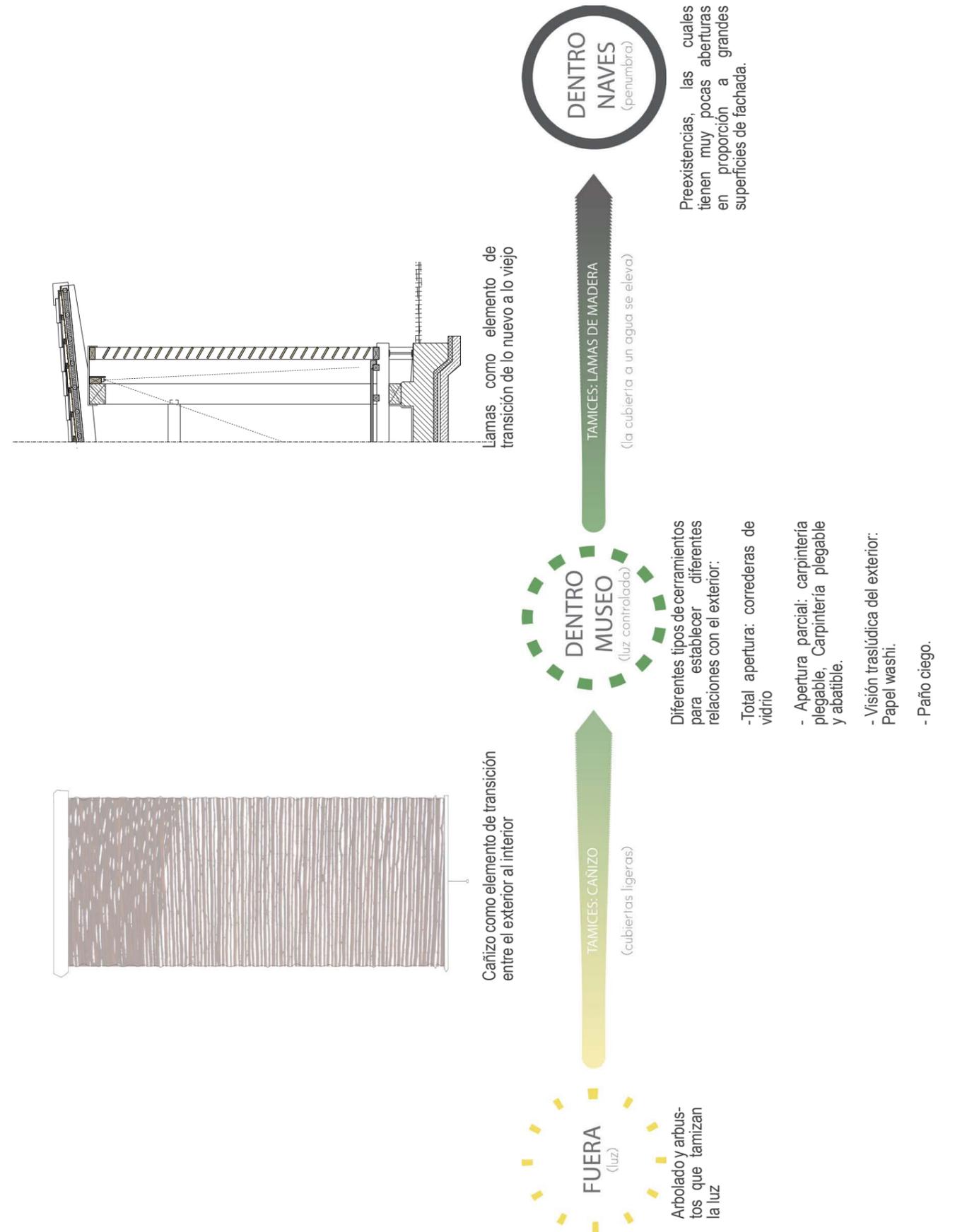
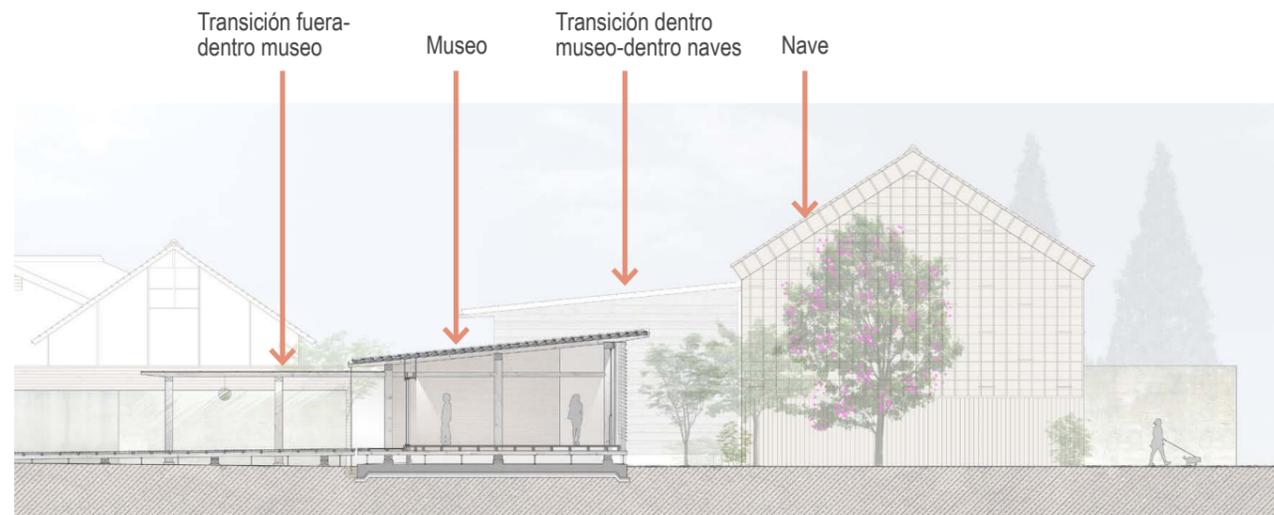
Aparte, la tipología de las naves (*kura*), tiene una connotación misteriosa, donde apenas entra la luz. Dadas estas condiciones, se plantean dos tratamientos diferentes para pasar del exterior al interior del museo, en donde se emplea el cañizo, y otro tratamiento para señalar el paso desde el interior del museo al interior de las naves (que implica una oscuridad aún mayor) en donde se emplearán lamas de madera, un elemento constructivo más trabajado y menos rústico que el anterior.



Contraste entre luz y oscuridad

Se plantean dos tratamientos diferentes: cañizo para pasar del exterior al interior del museo, y lamas de madera (un elemento constructivo más trabajado y menos rústico) para señalar el paso desde el interior del museo al interior de las naves.

Además de tratar estos cambios a través de las texturas y entradas de luz también la altura libre existente tiene relación con el punto en el que se encuentra el visitante. Los espacios previos a las entradas este y oeste del museo, así como también la entrada al restaurant, son cubiertas planas, y muy ligeras, de cañizo o de tablonces de madera, para aquellos casos en los que no conviene que se cuele el agua. Una vez en el interior del museo, la cubierta pasa a ser una cubierta inclinada a un agua y en la transición hacia la fábrica, la altura libre incrementa, como pasa en la plataforma que entra a las naves de producción de vinagre, y en la bodega (que es un espacio relacionado a la producción).



Espacios exteriores

“Cuando en el siglo XVII, el conocido maestro de té japonés Rikyu construyó su nueva casa, invitó a sus amigos a la ceremonia de inauguración del nuevo jardín y sala del té. La casa se encontraba sobre una colina frente al mar y todos esperaban que el maestro hubiese ordenado aquel entorno de modo que la preciosa vista del mar destacase de manera prioritaria. Quedaron muy perplejos al comprobar que una fila de árboles de hoja perenne tapaba la mejor vista y se resignaron sin comprender en absoluto el proceder de tan insigne maestro. Después de contemplar el jardín se encaminaron hacia la casa subiendo unos estrechos peldaños hasta el lavabo de piedra donde es obligado lavarse las manos antes de entrar en la casa de té. Debían inclinarse para recoger el agua y así agachados con el agua en sus manos, al elevar la vista se descubría el inmenso mar entre los árboles. De este modo era posible experimentar la unión del ser humano, el agua, el océano y la inmensidad.”

Como ya se ha mencionado anteriormente, la importancia de la naturaleza es crucial en Japón y eso se refleja en conceptos empleados en la arquitectura como el *Shakkei*, o vistas prestadas. Se establecen relaciones visuales desde el interior, enfocando la atención en ciertos elementos naturales exteriores para incluirlos en la percepción del espacio (por ejemplo, las copas de los árboles que sobresalen tras la tapia del jardín). Las aberturas pasan de ser ventanas a ser marcos, y la arquitectura y la naturaleza establecen un vínculo en el que uno no puede entenderse sin el otro.

De esta forma, las visuales del campo de arroz y de los árboles en el exterior, así como también de las naves, han querido seguir esta pauta. El cerezo detrás del muro de hormigón, las vistas a ras del suelo del arrozal y del jardín de grava, las lamas que permiten una visión sesgada del exterior, a veces del cielo, a veces de las naves, a veces el arrozal, el papel traslúcido que deja intuir el follaje que los acer palmatum, vista que ofrecerá su máximo esplendor en otoño, cuando su follaje se torne rojo intenso... Todos estos guiños a la arquitectura japonesa, no son más que una forma de armonizar lo construido con su entorno.

- TRATAMIENTO DE SUPERFICIES EXTERIORES

El tratamiento de las superficies exteriores tiene tanta importancia como los materiales utilizados en los edificios construidos. Equilibran y definen los espacios y sirven de guía al visitante en su recorrido por el museo.



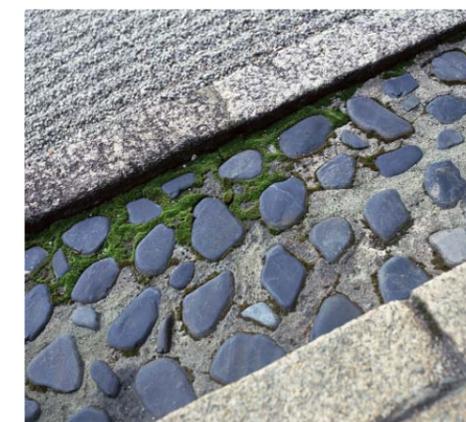
Las tejas que resulten de reparar las cubiertas de las naves serán utilizadas para marcar bordes y cambios de pavimento.



El jardín del bar es de grava blanca que se emplea para reflejar la luz hacia el interior.



Se marcan los recorridos con piedras sueltas, dejando siempre que el terreno natural respire.



Las bajantes recaen en sendas de grava que filtran el agua a la tierra.



Las bajantes pluviales son cadenas en las que se muestra la caída y el sonido del agua al caer.

Arbolado

- ESPECIES PREEXISTENTES



-ejemplar aislado de gran porte



-ejemplar de menor porte formando una hilera de repetición.

El arbolado preexistente se limita al que se alza en la entrada peatonal desde el canal, sin embargo, a pesar de ello tiene una gran importancia en la percepción del espacio en este frente. Ambas especies son de hoja caduca y confieren al lugar una atmósfera única.

- ESPECIES PARTICULARES

La intención es crear hitos dentro de la arquitectura, enfocando la atención sobre masas vegetales o sobre un ejemplar aislado. La naturaleza cobra protagonismo, y para ello se ha tomado en cuenta la relación que el árbol establece con el edificio (materialidad) y su uso (dependiendo del transcurso del tiempo)

- SHIDARE SAKURA (1)



Origen Japón, China, Corea.

Exigencias Prefiere los climas sin temperaturas extremas y los suelos ricos, más bien húmedos. Acepta la poda.

Crecimiento Rápido.

Características Tronco corto, forma esférica irregular, de follaje distribuido. Es el conocido «cerezo de flor» de los países japoneses.

Corteza Lisa, marrón oscura.

Hojas C, alternas, ovaladas, agudas, aserradas o doblemente aserradas, de 6 a 12 cm de largo, verde brillante por encima, opaco por debajo.

Flores Blancas o rosadas, de 3 a 4 cm de ancho, en grupos de 3 ó 5.

Frutos Pequeñas cerezas negras; sin interés.

Varietades En Japón se cultivan más de 100 variedades; entre ellas:
Prunus serrulata James Veitch, de flor rosada doble.
Prunus serrulata kanzan, de flor rosa-carmin doble y ramas rectas.
Prunus serrulata flore albo-rosea, de ramas horizontales, flores rosadas, dobles.
Prunus serrulata sirotea, de flores grandes dobles o semidobles, color blanco puro.



El cerezo se emplea para marcar un final de perspectiva en la calle peatonal de entrada, estableciendo un juego en el que, al final del recorrido, se «descubre» y se entiende el árbol en su contexto, como parte del jardín del restaurant.



h: 4-8 m
d: 4-8 m



- ACER PALMATUM (2)



Origen Corea y Japón.

Exigencias Delicado a las heladas y al sol intenso, que quemara la punta de las hojas. Requiere suelos muy bien drenados.

Crecimiento Medio.

Características Árbol pequeño, de forma ovoidal cuando adulto; a menudo con varias ramas desde la base. Apetecido por la fina textura de su follaje.

Corteza Lisa, color marrón grisáceo.

Hojas C, palmadas, de 5 a 8 cm de largo; parecidas a las del *Acer sacharinum* pero más pequeñas. De color verde claro, se tornan de un rojo brillante en el otoño, algún tiempo antes de caer.

Flores Pequeñas, púrpuras, en corimbo. Sin interés.

Frutos Sámara doblemente alada.

Varietades *Acer palmatum atropurpurea*.



Se intenta crear una masa vegetal que pueda percibirse detrás del cerramiento traslúcido del hall de entrada oeste. El arce logra su máximo esplendor en otoño, con un follaje rojo, que será más intenso mientras mayor sea el nivel de acidez del suelo.



h: 3-4 m
d: 2.5-3 m



- KORNUS KOUZA (3)



Origen Europa, N. y Oeste de Asia.

Exigencias Vive en una gran variedad de suelos diferentes, prefiriendo los parajes de vegetación espesa y los sotobosques claros. Requiere temperaturas templadas.

Crecimiento Medio.

Características Forma esférica de follaje semitransparente, tallos rojos muy aparentes en invierno. Se cultiva por esta característica y el colorido rojo-sanguineo de sus hojas en otoño.

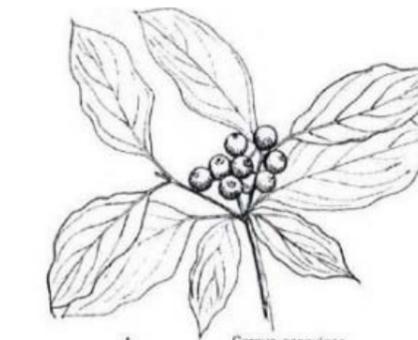
Hojas C, opuestas, simples, enteras, anchas, elípticas a ovaladas, de 4 a 8 cm de largo, acuminadas, redondeadas en la base, vellosas en ambas caras, color verde medio por encima, más pálido por debajo.

Flores Blancas o blanco-rosadas, pequeñas, en grupos (umbelias) de 4 a 5 cm de ancho.

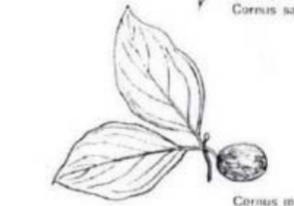
Frutos Bayas color negro-púrpuro de unos 6 mm de diámetro.

Varietades *Cornus sanguinea variegata*, de hojas manchadas de amarillo.
Cornus sanguinea atrosanguinea, de brotes color rojo intenso.

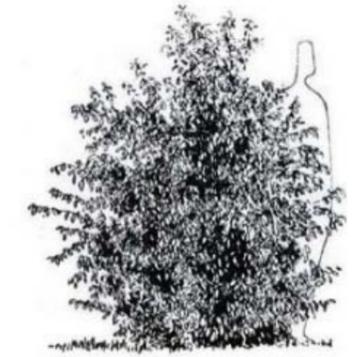
Especies *Cornus florida*, de hasta 5 m de alto, de flores rodeadas por brácteas de hasta 10 cm que semejan grandes flores.
Cornus mas, de hasta 8 m (arbóreo), corteza oscura; flores amarillas antes de las hojas; frutos ovoides-pendientes, color rojo.



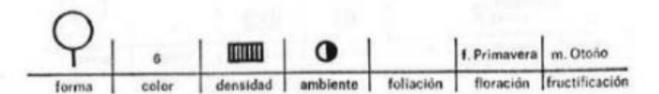
Cornus sanguinea



Cornus mas



h: 2-3 m
d: 2-3 m



Se ubica en el patio central del museo, y se ha elegido debido a los numerosos cambios que sufre durante todo el año, reflejando perfectamente el paso del tiempo. Además su flor blanca es bastante serena, no sobrecarga el espacio.

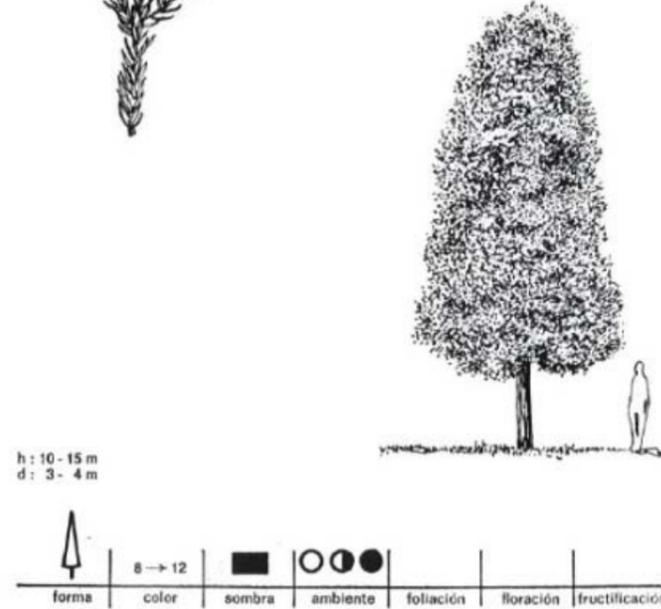
- CRYPTOMERIA JAPÓNICA (4)



- Origen** Japón.
- Exigencias** Requiere suelos profundos y fértiles; delicado a los fríos, a los calores extremos y al viento; prefiere ambientes húmedos. Puede vivir a la sombra.
- Crecimiento** Lento.
- Características** Forma columnar; tronco derecho, ramas cortas con numerosas ramillas pendientes y débiles. Copa de textura fina.
- Corteza** Marrón rojiza oscura, fisurada.
- Hojas** P, cortas, en forma de garras de 1 a 2 cm, cubriendo totalmente las ramillas; de color verde claro en la primera edad, luego se vuelven más oscuras y moradas en invierno.
- Flores** Sin interés.
- Frutos** Cono esférico de 2 a 3 cm de diámetro, escamoso.
- Variedades** (Hortícolas).
Cryptomeria japonica compacta, de forma cónica compacta y follaje verde azulado.
Cryptomeria japonica elegans, de forma arbustiva, muy ramificada, de vida corta.
Cryptomeria japonica lobbii, muy semejante al tipo, pero más resistente.



Se ha querido utilizar la misma especie de la estructura del proyecto, el cedro, para crear una trama que precede al hall de entrada este. Con esto se quiere enfatizar la importancia que tiene la naturaleza en el proyecto, que se convierte en arquitectura.



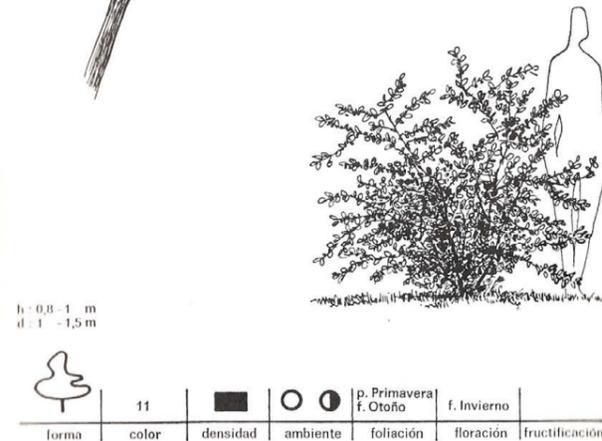
- CYDONIA JAPÓNICA (5)



- Exigencias** Es rústico a todo tipo de suelos, habitando incluso en ambientes húmedos. Requiere situación asoleada para florecer en abundancia.
- Crecimiento** Rápido.
- Características** Forma irregular de follaje compacto y brillante, de ramas extendidas y espinosas. Apto a la poda, puede utilizarse en setos.
- Hojas** C, alternas, de pecíolo corto, agudamente aserradas, ovaladas u oblongas, lisas, de 3 a 5 cm de largo; color verde oscuro, brillante por encima.
- Flores** Rojo ladrillo, de 2,5 a 3,5 cm de ancho.
- Frutos** Subglobosos, de unos 3 cm de diámetro, amarillos.
- Variedades** **Cydonia japonica tricolor**, de hojas variegadas de blanco y amarillo.
- Especies** **Cydonia lagenaria** (para muchos *Cydonia japonica*), de hasta 2 m de altura; flores de 3 a 5 cm de ancho, color rojo en el tipo, variando a rosado y blanco; fruto ovoide-globoso de 3 a 7 cm de ancho, color verde amarillento, aromático. Es de floración muy temprana, a fines del invierno.
Cydonia sinensis, de 3 a 5 m de alto (forma arbórea), hojas ovalacuminadas, finamente dentadas, vellosas por debajo, se tornan rojas en otoño; flores de 2,5 a 3 centímetros de ancho, color rosa pálido, frutos oblongos en forma de membrillo, muy grandes (de 12 a 15 cm), color amarillo oscuro.



Debido a su floración temprana, aun en invierno cuando se produce el sake, este arbusto ha sido elegido para el jardín de grava blanca (con la que pueda establecer un contraste interesante) ubicado en el bar.



- ESPECIES GENERALES

En forma de masas vegetales que equilibran lo edificado y su interés reside en el conjunto que conforman.

- CULANTRILLO DEL POZO [1]

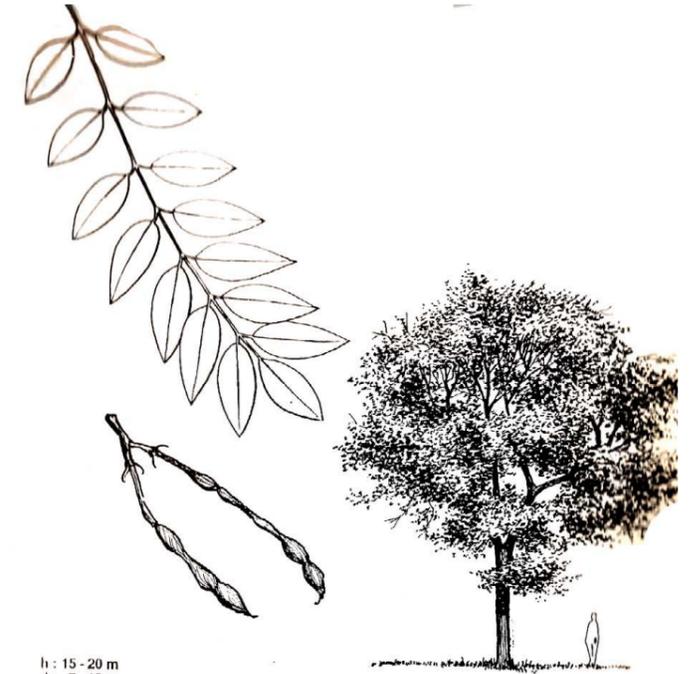


- El Culantrillo es un helecho bastante delicado en su cultivo.
- Ambiente suficientemente luminoso, pero no directamente al sol.
- Temperatura cálida y que sea lo más uniforme posible, sin cambios bruscos.
- Un nivel de humedad elevado. Esto es lo más problemático de conseguir por la sequedad de las viviendas. Colocar sobre guijarros puestos en un plato u otro recipiente con agua. Pulverizar a menudo el follaje.
- Riegos y rociados frecuentes, a días alternos de manera que el substrato tenga siempre un buen grado de humedad.
- Abonar con fertilizante líquido débil al regar mientras esté dando nuevas hojas. Se deben mantener húmedas todo el año, limpiándola en el centro, para la época de otoño.
- Multiplicación por división de las macollas.

- SOPHORA JAPÓNICA [8]



- Origen** China, Japón.
- Exigencias** Rústico en cuanto a la composición química del suelo, vive mejor en suelos frescos y profundos. Resistente al frío y al calor excesivo.
- Crecimiento** Rápido.
- Características** Forma irregular de follaje distribuido, tronco recto. Es fácil confundirlo con el Robinia pseudoacacia.
- Corteza** Marrón grisácea, débilmente fisurada (diferencia con el Robinia).
- Hojas** C, alternas, de 15 a 25 cm de largo, compuestas de 7 a 17 folíolos entre ovales y oval-acuminados, de 2,5 a 5 cm de largo, de color verde oscuro brillante por encima y glauco por la cara inferior.
- Flores** Blanco amarillentas, de 1 a 1,5 cm de ancho, fragantes, en racimos terminales de 15 a 30 cm de largo.
- Frutos** Vaina cilíndrica con estrangulaciones, de 5 a 8 cm de largo; semillas redondas, negras.
- Variedades** **Sophora japonica columnaris**, de forma cónica.
Sophora japonica pendula, de ramas pendientes.
Sophora japonica pubescens, de hojas velludas por debajo.
Sophora japonica violacea, de China.
Sophora japonica secundiflora, de México.



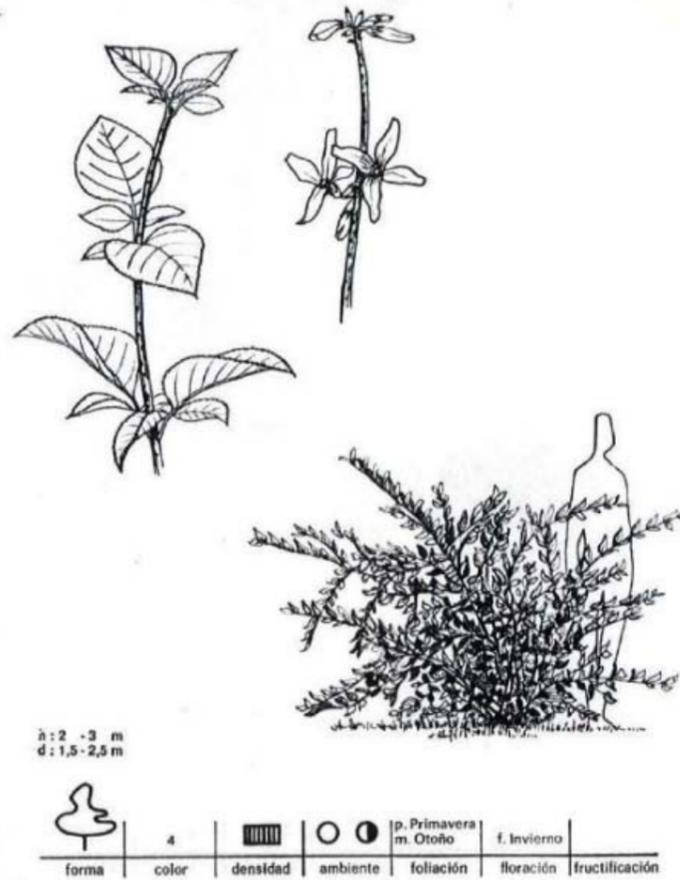
h: 15 - 20 m
d: 7 - 10 m



- FORSYTHIA SUSPENS A [2]



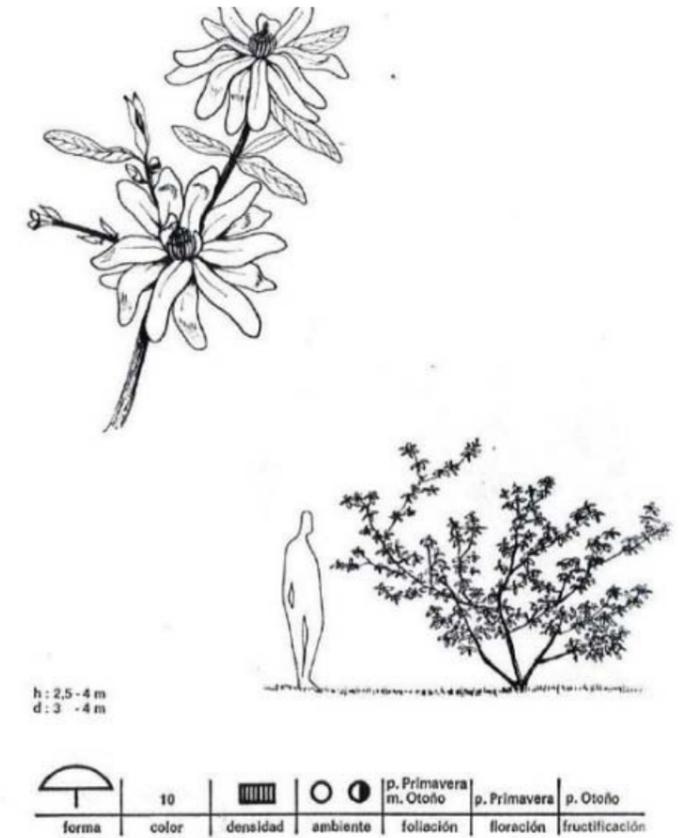
Origen	China, Japón.
Exigencias	Vive en cualquier tipo de suelo, aun en los muy secos y calcáreos. Se da mejor en climas más bien frescos. Requiere poda para controlar su desarrollo.
Crecimiento	Rápido.
Características	Forma irregular muy desordenada de follaje distribuido, ramas erectas y ramillas extendidas o pendientes. Cultivada especialmente por su floración temprana, antes de las hojas.
Hojas	C, opuestas, simples o compuestas de 3 folíolos, pecioladas, ovadas a oblongo-ovadas, aserradas, agudas en la punta, de 6 a 10 cm de largo, color verde de helecho.
Flores	Color amarillo oro, de 2,5 cm de largo, solitarias o en grupos de 3 ó 6.
Frutos	Ovoidales, estrechos, algo aplastados, 1,5 cm de largo; sin interés.
Variedades	<i>Forsythia suspensa fortunei</i> , de forma más erecta y floración más tardía. <i>Forsythia suspensa variegata</i> , de hojas manchadas de amarillo y flores de color amarillo intenso.
Especies	<i>Forsythia europaea</i> , de forma erecta, flores generalmente solitarias. <i>Forsythia intermedia</i> (híbrida de <i>Forsythia suspensa</i>), de ramas erectas y flores color amarillo intenso.



- MAGNOLIA STELLATA [4]



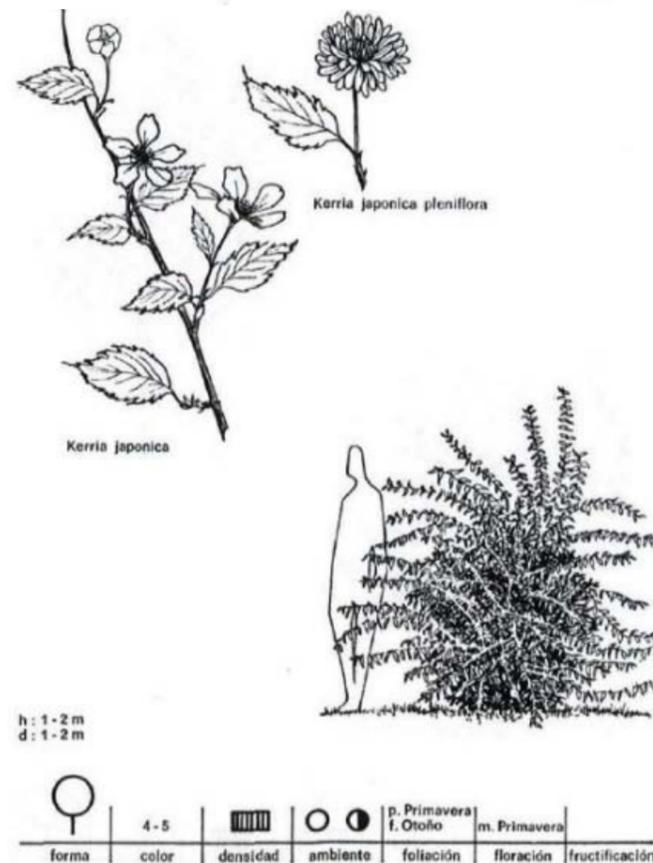
Origen	Japón.
Exigencias	Viven en cualquier tipo de tierra no demasiado alcalina o arcillosa, prefiriendo la tierra de turba. Ha de ubicarse en situaciones asoleadas pero protegidas de la helada, que destruye sus flores. No requiere poda.
Crecimiento	Medio.
Características	Forma extendida bien ramificada de follaje semidenso; ramas jóvenes algo pubescentes. Puede alcanzar forma de árbol de un solo tronco.
Hojas	C, alternas, enteras, ovaladas o elípticas, de 6 a 12 centímetros de largo, punta obtusa; color verde oscuro liso por encima, verde claro reticulada y con los nervios pubescentes por debajo.
Flores	Blancas, de peciolo corto, 8 cm de ancho, de pétalos más angostos que en las otras magnolias; fragantes.
Frutos	Oblongos, retorcidos, de unos 5 cm de largo.
Variedades	<i>Magnolia stellata rosea</i> , de flores color rosado pálido.



- KERRIA JAPÓNICA [3]



Origen	Japón.
Exigencias	Es rústico en cuanto a la naturaleza del terreno, siempre que esté bien drenado. Delicado a las heladas invernales; prefiere las situaciones asoleadas, pudiendo vivir también en la semisombra.
Crecimiento	Rápido.
Características	Forma esférica irregular de tallos verdes (de interés en el invierno) y ramas cortas. Follaje distribuido; se le cultiva por sus flores y su hermoso follaje.
Hojas	C, alternas, oblongo-ovadas, agudas, de 2 a 5 cm de largo, doblemente aserradas, de color verde brillante, más pálido por debajo.
Flores	Amarillas, solitarias, de 3 a 4,5 cm de ancho, en pedúnculos de 5 a 15 cm sobre las ramillas.
Frutos	Sin interés.
Variedades	<i>Kerria japonica pleniflora</i> , de forma más erecta, puede llegar hasta los 3 m contra una pared; flores dobles. Es la más cultivada. <i>Kerria japonica aureo variegata</i> , de hojas con bordes amarillos. <i>Kerria japonica aureo-vitata</i> , de ramas con franjas verdes y amarillas.



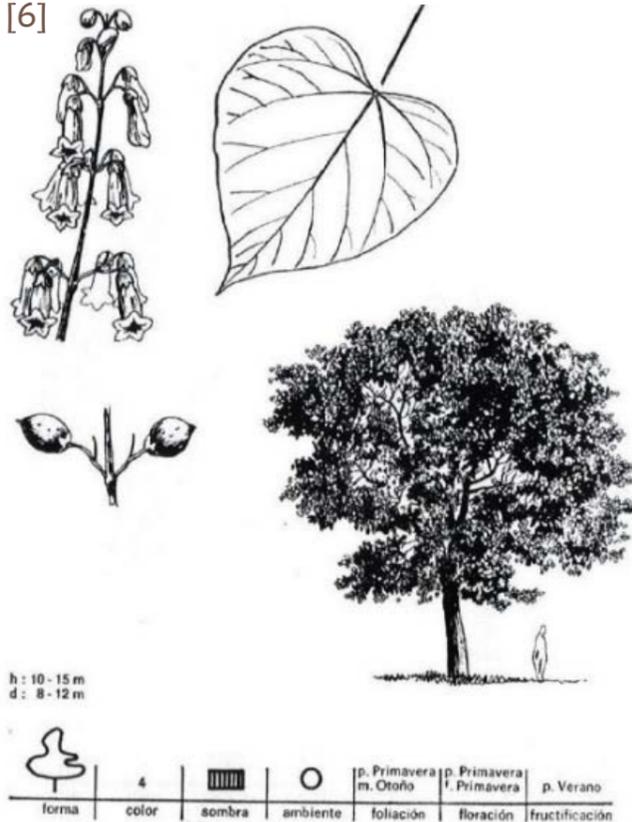
- DEUTZIA GRACILIS [5]



Origen	Japón.
Exigencias	Vive en cualquier tipo de suelo bien drenado, siendo resistente al frío; para florecer en abundancia prefiere situaciones asoleadas.
Crecimiento	Rápido.
Características	Forma esférica irregular, de follaje más o menos compacto, ramas huecas con corteza amarillósica, que se desprende. Cultivado por su hermosa floración.
Hojas	C, opuestas, de peciolo corto, irregularmente aserradas, oblongo-lanceoladas, de 3 a 6 cm de largo, con algunos pelos por encima, color verde brillante.
Flores	Blancas, de 1,5 a 2 cm de largo en espigas erectas de 4 a 10 cm de largo.
Frutos	Sin interés.
Variedades	<i>Deutzia gracilis rosea</i> , de flores rosadas.
Especies	<i>Deutzia scabra</i> [o <i>Deutzia crenata</i>], hasta de 2,5 m de alto, de ramas leñosas con corteza marrón grisácea, hojas color verde opaco, muy pubescentes por ambos lados, ovaladas a lanceoladas, de 3 a 8 cm de largo; flores blancas o rosadas. <i>Deutzia lemoinei</i> (híbrido del <i>D. gracilis</i>), de 2,5 m de alto, flores de color blanco o rosado pálido.



- PAULOWNIA TORMENTOSA [6]



Origen Japón.

Exigencias Para vivir bien requiere suelos ricos y frescos, prefiriendo los arcillosos. Resistente al frío, pero se desarrolla mejor en situaciones protegidas.

Crecimiento Rápido.

Características Forma irregular de follaje distribuido. Es uno de los árboles que mejor resisten la poda, por lo que se le puede modificar su forma o criar incluso como arbusto.

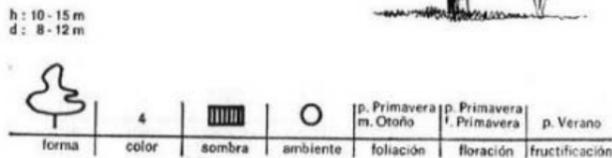
Corteza Lisa, fisurada levemente; color marrón grisáceo.

Hojas C, opuestas, acorazonadas (parecidas a las de la Catalpa), de 12 a 25 cm de largo (y hasta 60 cm en los ejemplares muy podados), color verde claro.

Flores Color lila, tubulares, de unos 5 cm de largo, fragantes, en racimos terminales erguidos de 25 a 30 cm de largo. Aparecen antes de las hojas.

Frutos Cápsula ovoide color marrón, de 3 a 4 cm de largo, con numerosas semillas aladas muy pequeñas.

Varietades *Paulownia tomentosa pallida*, de flores blanco-liláceas.



- GINKGO BILOBA [7]



Origen China, Japón.

Exigencias Es rústico; requiere suelos sueltos y profundos, soportando los calcáreos.

Crecimiento Lento.

Características Forma irregular: erecta en los ejemplares masculinos y extendida en los femeninos; de follaje distribuido. Es tal vez la especie más antigua del reino vegetal, anterior a la aparición del hombre en la Tierra.

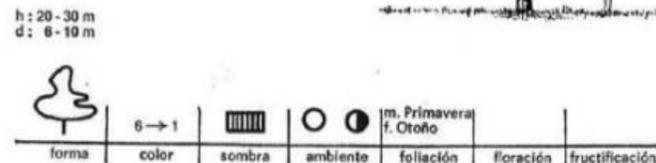
Corteza Lisa, grisácea, ligeramente fisurada.

Hojas C, alternas, en forma de abanico, a veces con un corte en el borde más largo, de 6 a 8 cm de ancho; color verde claro que se torna amarillo oro, en otoño antes de caer.

Flores Sexos en árboles separados, sin interés.

Frutos Drupa ovalada de unos 2 cm de largo, amarillenta, de olor desagradable (por lo que se acostumbra plantar sólo ejemplares masculinos).

Varietades *Ginkgo biloba aurea*, de follaje amarillo, al menos los primeros años.
Ginkgo biloba festigiata, de ramas rectas, útil para alineaciones.
Ginkgo biloba pendula, de ramas colgantes.
Ginkgo biloba variegata, de hojas manchadas de amarillo.



- EL ARROZ



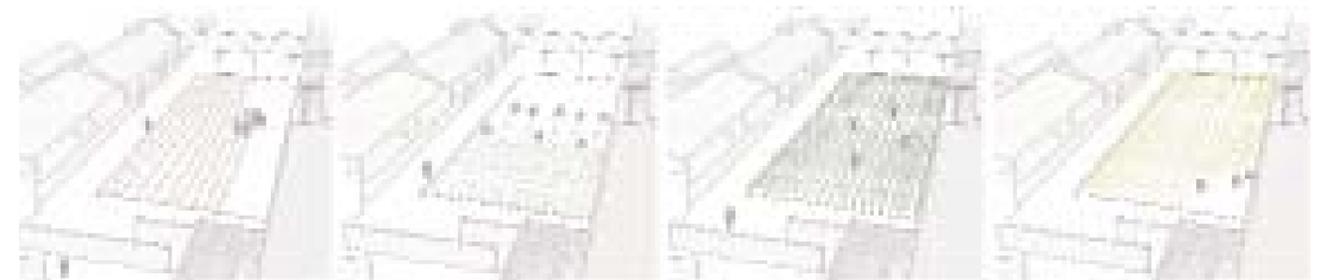
En el centro de la parcela se ubica un campo de arroz de dimensiones: 55x 17 m. El arroz es la materia prima tanto del sake como del vinagre, y más aún en invierno, cuando no se cultiva arroz, el campo estará inundado, con lo cual podría entenderse este espacio como un punto generador, o un punto de inflexión dentro de un ciclo, en donde el agua da vida al resto.

La principal cosecha de arroz en el centro de Japón es de abril-mayo a agosto-octubre. El arroz necesita para germinar un mínimo de 10 a 13 °C, considerándose su óptimo entre 30 y 35 °C, y por encima de los 40°C no se produce la germinación.

En caso que de sea necesario emplear maquinaria para arar el campo y realizar los trabajos de recolección, entrará a la parcela por la entrada norte, correspondiente a los operarios y este tipo de vehículos. A su vez, la germinación de las plantas se realizará en un invernadero, como suele hacerse, y se trasladarán los brotes después de haber arado el campo.

La cosecha del arroz será almacenada en la nave número 8, en donde comienza el proceso de limpiar, lavar y pulir el arroz para hacer sake.

Proceso para el cultivo de arroz:



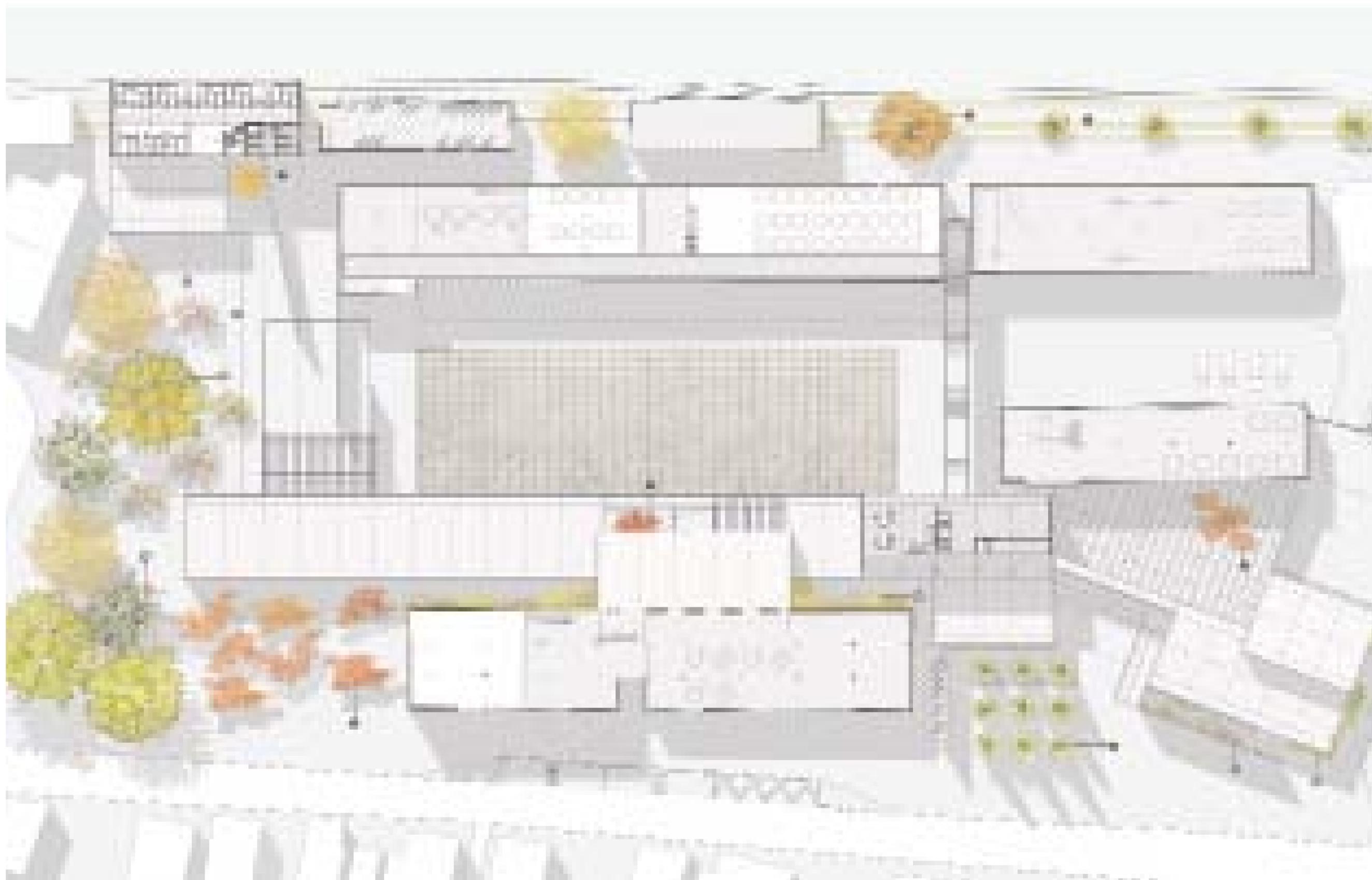
1° Se ara el campo

2° Se inunda el campo y se trasladan las plantas germinadas

3° Se limpia periódicamente de hierbas y cuando el arroz ha madurado de desagua el campo

4° La cosecha se recoge cuando ha alcanzado un color dorado intenso.

- PLANO CON LA DISPOSICIÓN DEL ARBOLADO



MEMORIA CONSTRUCTIVA

Actuaciones Previas

FASE I: ADECUACIÓN DE LAS NAVES PREEXISTENTES

FASE II: CONSTRUCCION DEL MUSEO, BAR Y RESTAURANT

MOVIMIENTO DE TIERRAS

CIMENTACIÓN

MODULACIÓN Y ESTRUCTURA

UNIONES ESTRUCTURALES

ENTARIMADO

CERRAMIENTOS, COBERTIZOS Y FALSOS TECHOS

PARTICIONES INTERIORES

CUBIERTA

MOBILIARIO

FONTANERÍA Y APARATOS SANITARIOS

ILUMINACIÓN ARTIFICIAL

Actuaciones Previas

Debido al carácter del proyecto, **las actuaciones previas se dividen en dos fases:**

- a) Preparación y adecuación de las preexistencias de acuerdo con el uso previsto.
- b) Adecuación del resto de la parcela para proceder a montar la nueva edificación.

Mientras se realiza la primera fase de adecuación de las preexistencias, se prepararán las piezas en taller, necesarias para la construcción de la fase dos y se procurará que la madera a utilizar haya pasado por un tiempo de secado adecuado.

Correrán a cargo del constructor los trabajos previos de preparación de terreno, replanteos, las acometidas auxiliares de luz, agua o saneamiento, el vallado de la parcela, casetas, grúas, contenedores, etc. El constructor correrá con el coste económico, así como con la tramitación y gestión de las autorizaciones, boletines, certificados o seguros, ante diferentes administraciones o empresas. Corresponde a la promoción, salvo pacto en contrario, los costes (y no las gestiones previas o definitivas) de los derechos para obtener las acometidas definitivas de luz, agua y teléfono.

Se iniciará el proceso con el replanteo por parte del constructor y la supervisión del aparejador de la obra. Las actuaciones previas, comunes a ambas fases y según proceda serán las siguientes:

- Limpieza del terreno de la parcela completa.
- Delimitación de alineaciones y rasantes de las calles (tira de cueras) por medio de lienzas y estacas.

Los resultados de esta fase previa de replanteo se grafiarán en plano y obtendrán la autorización municipal. Copia de este documento autorizado se aportará a la Dirección técnica previamente al inicio de la obra. Deberá incluir necesariamente el trazado de la urbanización en los viales y sus pendientes. Igualmente se determinarán los enlaces con las infraestructuras urbanas, ya sean municipales o no: agua, luz, alcantarillado, teléfono.

- Replanteo del perímetro del edificio en proyecto, por medio de líneas de yeso en el terreno.
- Se determinarán las cotas de las rampas, los niveles del primer forjado, el cálculo de pendientes y los escalones a planta baja.
- El replanteo de pilares (a ejes o a caras) deberá quedar permanente fuera del área afectada por obra por medio de camillas de madera o sobre las paredes delimitadoras.
- Se determinará la posición de la maquinaria, del vallado, de los accesos peatonal y rodado, de los contenedores, la zona de acopio de material, de los talleres, aseos, de los auxiliares de agua y luz y de las casetas de obra, previa aprobación del aparejador de la obra.
- El proceso de replanteo se finalizará con la redacción del acta de replanteo y delineación de un plano de obra indicando cotas y rasantes definitivas, con referencia al estado actual del solar, y será firmado por el constructor y el aparejador. Copia de este documento se aportará a la promoción y al arquitecto director. La firma del acta de replanteo se considera fecha de inicio de la obra a los efectos de considerar plazos contractuales salvo disposición en contrario de la promoción.

Debido a que se mantiene el uso de antigua fábrica de vinagre, ampliándola también a fábrica de sake, deben realizarse una serie de actuaciones para garantizar la estabilidad estructural de las naves y a su vez adecuar los espacios para el uso al que serán sometidos y al confort de los operarios.

En Japón, la restauración se inicia siempre encerrando completamente el edificio, en este caso, el usando andamios de acero. Así se podrá trabajar al margen de las condiciones climáticas, se provee a los operarios de una plataforma de trabajo y se permite el almacenamiento temporal de las piezas desmanteladas durante el proceso de reparación. Como regla general, los edificios sometidos a una restauración se desmantelan parcial o incluso completamente. Esta práctica es a menudo muy criticada en occidente, pero debe tenerse en cuenta el hecho de que la estructura de las construcciones japonesas en madera está compuesta por un gran número de piezas simplemente encajadas y aseguradas con cuñas, y por tanto, puede ser desmantelada y reconstruida casi sin daños.

Los carpinteros comenzarán desmantelando el interior, incluyendo las puertas, y el entramado del suelo. La cubierta, incluyendo vigas y viguetas también puede ser desmontada, dependiendo de una evaluación previa. Las partes se desmantelan cuidadosamente envolviendo las piezas en algunos casos y almacenándolas en el recinto o en cobertizos construidos especialmente.

Las piezas deben ser cuidadosamente marcadas, identificándolas para posteriormente volver a montar todo de nuevo.

Pequeños trozos de madera se fijan a todas las piezas que se han removido, anotando en ellos las coordenadas de la siguiente columna, el nombre de la pieza y su orientación. Este cuidadoso trabajo no se limita solo a la identificación de los elementos interiores de gran formato, sino también a la identificación de clavos y cuñas.



Sistema *banzuke*, literalmente, "adjudicar un numero", por el cual se identifican todas las piezas antes de ser desmanteladas.

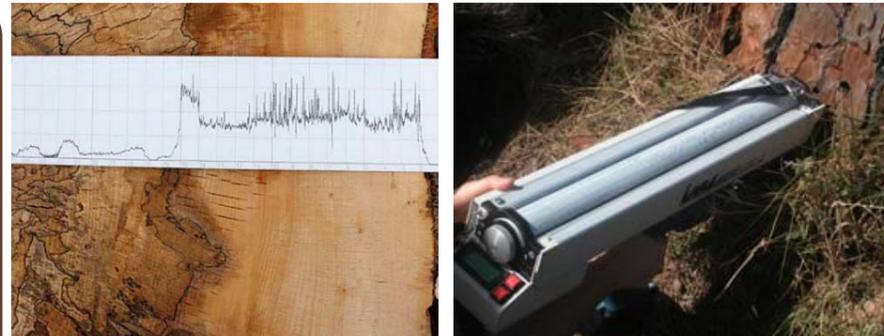
Encuentro tradicional del pilar con el suelo

Carpintero montando de nuevo las piezas desmanteladas.

Las consideraciones de costes, en contraste con Europa, juegan un papel menor, ya que son relativamente pocos los edificios protegidos por el Estado en Japón, y dependiendo de la envergadura del proyecto y el estado en el que se encuentre, puede decidirse no hacer un desmantelamiento total, para ahorrar costes.

Debido a que en el proyecto no se procederá en principio a desmantelar las naves por completo, todos los componentes del techo deben tener su capacidad de carga cuidadosamente comprobada. Tradicionalmente esta comprobación se realiza golpeando las vigas con un martillo: el sonido que emite indica la magnitud de los daños en la pieza. Pero en ese caso, para realizar dicha comprobación se utilizará un resistógrafo. El resistógrafo consiste en un taladro mecánico que realiza una perforación en la dirección radial de la sección de la pieza y que evalúa la resistencia que ofrece a la perforación.

El empleo del resistógrafo como técnica de análisis no destructiva se aplica en la inspección de madera para localizar secciones degradadas.



El resistógrafo y como analiza la sección de la madera, aportando datos sobre su resistencia.

El resistógrafo puede ofrecer indicadores de:

- Decaimiento fungino (depresiones a lo largo del perfil, formalmente diferenciadas en función del grado de decaimiento).
- Daños causados por insectos (profundas depresiones locales sobre todo en la parte más exterior del perfil).
- Grietas, deslizamiento de fibras, cebolladuras anulares, zonas huecas (profundas depresiones locales sobre todo en las partes más interiores del perfil).

En las naves preexistentes se observan humedades en distintas zonas, como en el enlucido de las paredes, las vigas o los tableros de cubierta, creyendo necesario realizar un mantenimiento o reemplazamiento de algunas de las piezas en mal estado.



Humedades en elementos de entramado estructural y en paramentos verticales, necesidad de realizar un mantenimiento de la cubierta

Debido a los fuertes vientos de la zona, debe realizarse el mantenimiento de la cubierta, asegurando la buena fijación de las tejas y sustituyendo aquellas rotas o en mal estado, las cuales procederán a almacenarse para posteriormente ser empleadas como pavimento de exteriores.



Al realizar el mantenimiento y sustitución de las tejas de la cubierta, aquellas que sean retiradas serán utilizadas en la pavimentación de exteriores.

En general, las naves necesitan acondicionarse para el uso al que serán destinadas (ubicación de atillos, hornos, nuevas tomas de agua y de luz, alumbrado, etc)

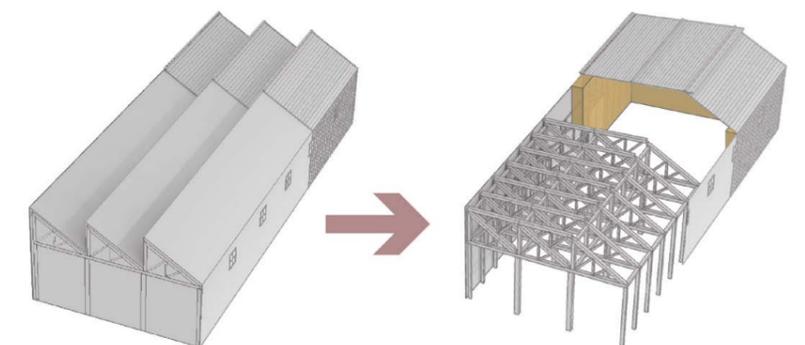
Actuaciones específicas de adecuación de las naves:

Para hacer posible que el proceso de fabricación sea visitable, es necesario realizar una serie de intervenciones más allá de las puramente enfocadas a habilitar las naves para el uso de fábrica. Estas actuaciones se verán limitadas a las naves 5 y 7, siendo la actuación en la nave 5 mucho más intensiva, ya que la nave 7 forma parte de las naves construidas en la era Edo, con muchos años de antigüedad, por lo que se intenta intervenir lo menos posible.

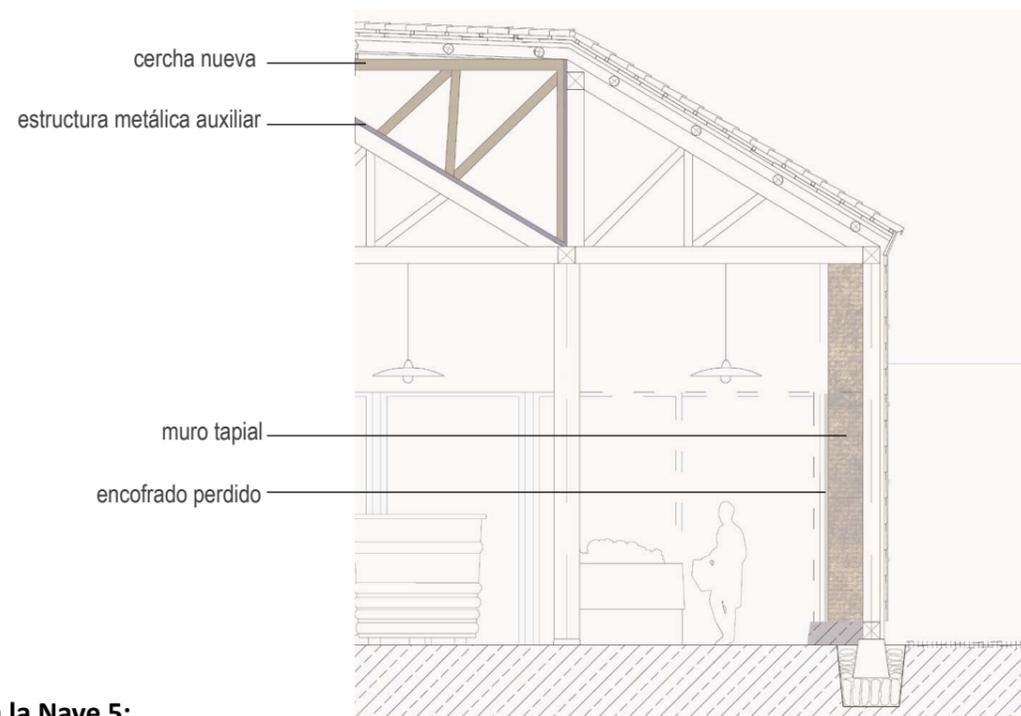
Intervención en la Nave 7:

Para lograr un encuentro más limpio entre la nave preexistente y la estructura nueva, se ha optado por sustituir la cubierta, en un principio dentrada, por una nueva, eliminando dos de los dentados. Se procura retirar de forma limpia la estructura secundaria y las tejas para su reutilización en la nueva cubierta. La cercha que completa la existente, también de madera, se une a ella a través de una estructura metálica auxiliar que facilita el encuentro entre lo nuevo y lo viejo, intentando siempre realizar las uniones en los puntos menos deteriorados.

Por otra parte, debido a que es en esta nave en donde se produce el moho *kaji*, necesario para convertir el almidón del arroz en azúcar fermentable, debe adecuarse el espacio para construir el *muro* (recinto especial en el que se hace el *kaji*) que debe mantener una t° de 30°C y un contenido de humedad del 60%. Ya que el sake se produce en invierno, el calor acumulado en el recinto no puede perderse, por tanto se reviste una parte de la nave con muros de adobe de 50 cm de espesor, sujetos con listones de madera que habrán sido parte del encofrado inicial. Desde el suelo hasta una altura de 2,5 m, el encofrado de madera se deja como paramento visto del recinto, por razones de higiene y comodidad.

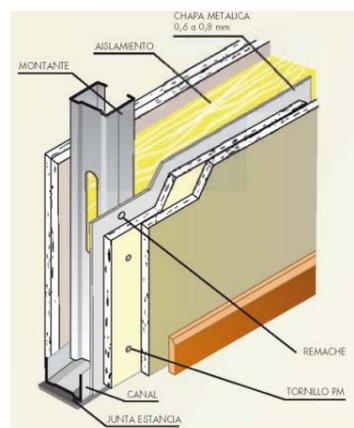


Intervenciones en la Nave 7



Intervención en la Nave 5:

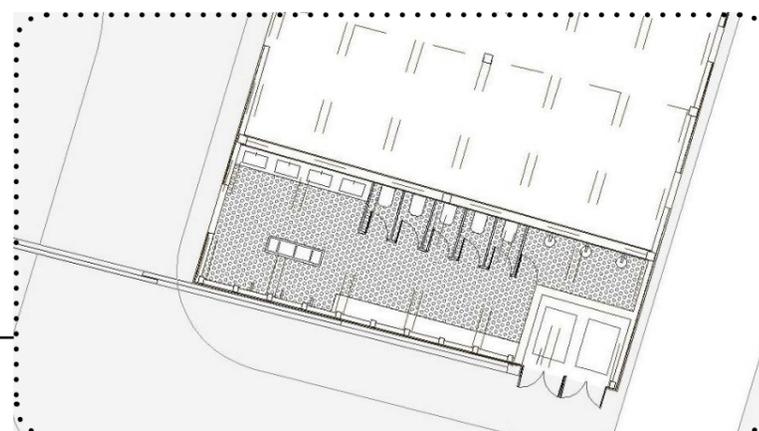
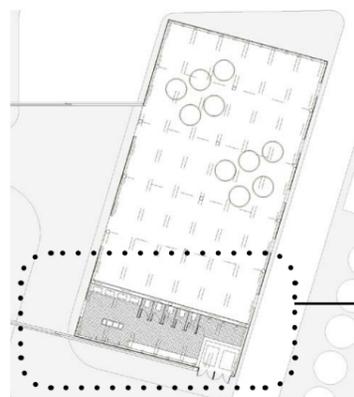
Es en esta nave en donde se ubicarán los vestuarios y aseos del personal que trabaja en la fábrica. En este caso se independizará un trozo de la nave para poder ubicar este núcleo húmedo, mediante particiones que se realizarán mediante tabiquería seca de paneles hidrófugos de yeso laminado. Estos tienen la ventaja de que se pueden empotrar en ellos los propios aparatos sanitarios mediante una estructura auxiliar. De esta manera el montaje resulta mucho más rápido y el resultado es más limpio.



En los pasos de instalaciones en aseos se doblan, dejando un espacio intermedio donde albergar los conductos. En la cara que da al interior de la fábrica se colocará un revestimiento de madera contrachapada, la misma que se utilizará luego en el museo.

Las tomas de agua y de electricidad se explicarán en el apartado correspondiente de instalaciones.

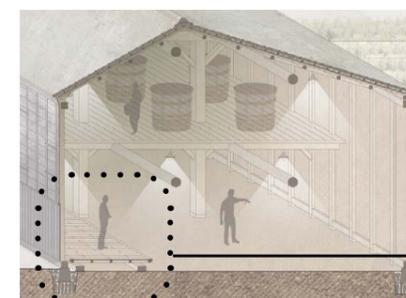
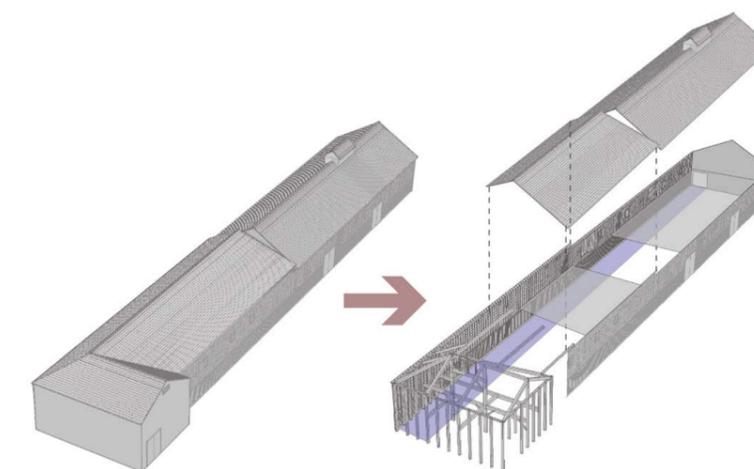
Hasta este punto se han realizado las intervenciones en las naves necesarias para su funcionamiento como fábrica, es decir, lo perteneciente a la fase I.



Intervención en la Nave 4:

Se montará una tarima a lo largo de la planta baja, paralela a la fachada este de la misma, lo más alejada de la zona de trabajo, para diferenciar el recorrido interior de los visitantes y alterar lo mínimo el proceso de producción.

La ejecución de dicha tarima se realizará de igual manera y de forma simultánea a la tarima de la edificación de nueva planta, perteneciente a la segunda fase. La única diferencia radica en que esta tarima, al igual que las pasarelas de acceso, no se apoyan en la cimentación.



SANEAMIENTO

Por tratarse de un proyecto que incluye la rehabilitación de las preexistencias, una vez localizada la arqueta de registro de la parcela se evaluará el estado de la misma y se procederá a realizar una nueva en paralelo, con una derivación común a la red general. Dicha arqueta se realizará con fábrica de ladrillo macizo tosco de 1/2 pie de espesor, recibido con mortero de cemento, colocado sobre solera de hormigón en masa HA-20, enfoscada y bruñida por el interior con mortero de cemento y con tapa registrable.

FASE II: CONSTRUCCION DEL MUSEO, BAR Y RESTAURANT

MOVIMIENTO DE TIERRAS

Se realizarán trabajos para la limpieza y explanación del solar, dejándolo apto para el replanteo y la construcción. En la parcela no hay grandes desniveles, por lo que no son necesarios desmontes ni terraplenes importantes, solo se llevará a cabo una homogeneización de la superficie.

Los condicionantes previos son los siguientes:

- Antes de iniciar el trabajo se verificarán los controles y niveles de vehículos y máquinas y antes de abandonarlos el bloqueo de seguridad.
- Se evitará la formación de polvo, en todo caso el operario estará protegido contra ambientes pulvígenos y emanaciones de gases.
- Siempre que por circunstancias imprevistas se presente un problema de urgencia, el constructor tomará provisionalmente las medidas oportunas, a juicio del mismo y se lo comunicará a la Dirección Técnica.
- La maquinaria a emplear mantendrá la distancia de seguridad a las líneas de conducción eléctrica.

CIMENTACIÓN

Se prevé un suelo de grava y limos arcillosos con una tensión admisible de 1,5 kP/cm, por lo que, debido a la envergadura del edificio a construir, se opta por una losa de cimentación. La losa se realizará con hormigón armado de canto 25 cm apoyada sobre el terreno. Se tratará de una capa de grava y cascotes de 10 cm sobre la cual se colocan losas de piedra, la lámina de polietileno, poliestireno extruido y la losa. En la zona del museo, es necesario que la losa entre a la preexistencia, con lo cual se dispondrán juntas de poliestireno extruido entre la cimentación vieja y la nueva. Las características particulares de estos materiales deberán ceñirse a la normativa de aplicación. Para la modelización de estas cimentaciones se ha tenido en cuenta la Instrucción EHE.

Las especificaciones de los materiales son:

- Hormigón estructural HA-30/ B / 20 / III a.
- Malla especial electrosoldada B-500SD
- Cemento CEM I 42.5R
- Tamaño máximo árido 20

Durante su ejecución no se pisará sobre la losa hasta pasadas veinticuatro horas desde el hormigonado. El vertido del hormigón se realizará desde una altura no superior a 100 cm. Se verterá y compactará por tongadas de no más de 100 cm de espesor ni mayor que la longitud de la barra o vibrador de compactación, de manera que no se produzca su disgregación y que las armaduras no experimenten movimientos ni queden envueltas por coqueas, garantizando el recubrimiento especificado.

Se suspenderá el hormigonado siempre que la temperatura ambiente sea superior a 40°C o cuando se prevea que dentro de las 48 h siguientes pueda descender por debajo de 0°C, salvo autorización de la Dirección Técnica.

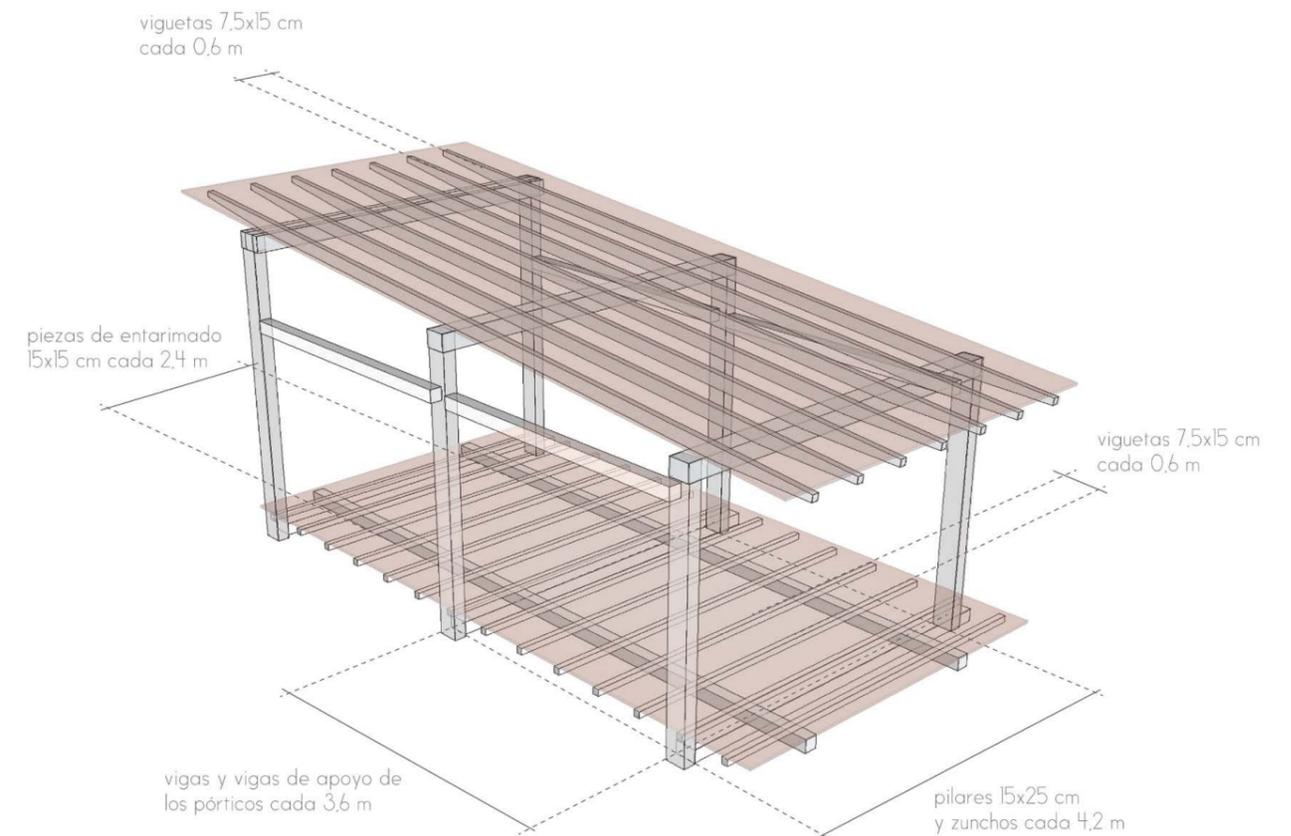
MODULACIÓN Y ESTRUCTURA

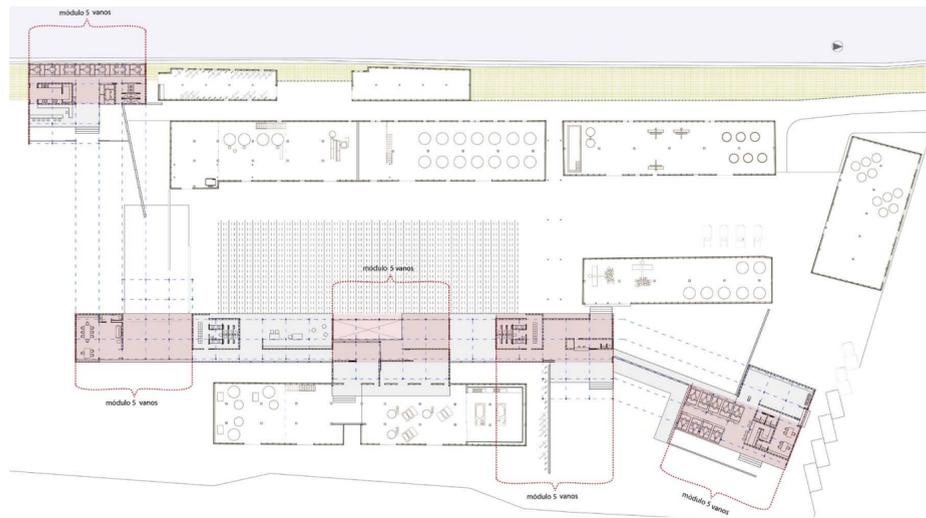
Siguiendo con el concepto inicial de proyecto de concebir el edificio y la arquitectura en general como algo impermanente, sujeto por completo a las acciones de la naturaleza y del paso del tiempo, se piensa su estructura en un material que refleje bien estas condiciones como lo es la madera. Por tanto el sistema estructural se ciñe a ella y a su forma de trabajar y someterse a los esfuerzos.

La estructura viene a conformarse pues por vigas de 25x20 cm dispuestas de forma paralela a la dirección de los edificios, que apoyan sobre pilares rectangulares de sección 15x25 cm,

Se crea una malla de 4,2 x 3,6 m. Esta modulación ha resultado de la evaluación de los siguientes parámetros:

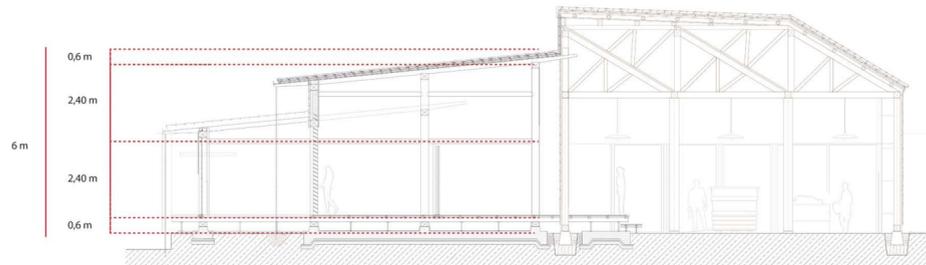
- Adecuación a las dimensiones ideales de carga de la madera aserrada
- Adecuación a la modulación de la estructura preexistente para facilitar encuentros y distancia entre edificaciones.
- Utilización de medidas que permitan una posterior modulación de la subestructura (0,6 m)
- Reinterpretación del sistema tradicional Tatami-wari (ver “Entender Japón a través de su Arquitectura” en la memoria descriptiva), tanto por su peso dentro la arquitectura tradicional japonesa como para lograr una buena disposición de los tatamis en las zonas de bar y restaurant.





Para darle cierta rigidez a la estructura se disponen zunchos de 15x15 cm que atan y dan mayor estabilidad en la dirección transversal, a la vez que se disponen tabiques, cuyos montantes y travesaños atan zunchos y pilares entre sí, mínimo cada 5 crujiás (módulo que ha servido para dimensionar el bar, el restaurant, ambos halls de entrada y la pieza que entra a la fábrica de sake) modulación cada 5 crujiás.

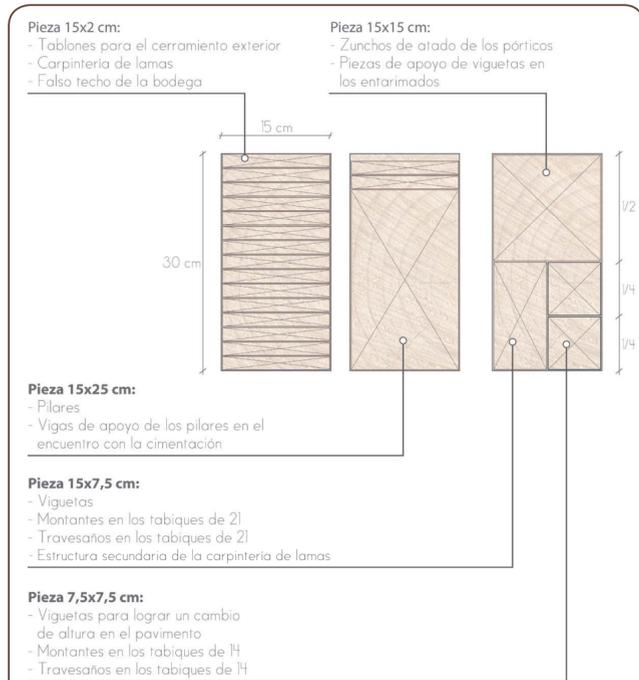
La modulación en altura se ajusta de la misma forma al módulo de 0,6 m, siendo esta la altura de la tarima con respecto a la rasante. Teniendo en cuenta que, debido a diversos motivos la altura libre en Japón es mucho menor (uso del plano del suelo para sentarse y menor estatura promedio del japonés) esta se fija en 2,4 m, hasta los zunchos de atado. La inclinación de la cubierta es el 10%. Para marcar las transiciones de lo nuevo a lo viejo, se utilizan cambios de altura, sumándole otros 2,4 m, siendo 6m la altura de la viga más alta.



La estructura se realizará con madera de cedro, debido a que esta especie está muy arraigada dentro de la arquitectura tradicional japonesa, entre otras cosas porque es una madera blanda (la dureza en la estructura la haría más susceptible a la destrucción por las fuerzas laterales causadas por los terremotos y los fuertes vientos. Una estructura flexible puede absorber mejor estas fuerzas.)

Con la finalidad de lograr una estandarización y una economía en la construcción, las distintas piezas que conforman la estructura (A excepción de las vigas que tienen una sección de 25x20 cm), tanto principal como secundaria parten de una escuadría de 15 x 30 cm de la cual deriva el resto, procurando que las piezas tengan relación proporcional entre ellas para lograr la mayor optimización posible del material. Estas secciones de las escuadrías cumplen con las dimensiones establecidas según la Confederación Española de Empresarios de la Madera y el Ministerio de Agricultura, Pesca y alimentación.

El largo de las piezas dependerá del largo de los troncos a los que se tenga acceso y de las dimensiones de la caja del camión en el que se transportarán los paquetes de madera, con la finalidad de minimizar los gastos de transporte.



Estandarización de madera aserrada de coníferas *

ESCUADRÍA	GROSOR (mm)	ANCHO (mm)
LISTÓN	10 - 20 - 30 - 40	10 - 20 - 30 - 40
TABLILLA	10 - 15 - 20 - 25 - 30	50 - 70 - 90
TABLA	20 - 30 - 40	100 - 120 - 150 - 180 - 200
TABLÓN	50 - 75 - 100	100 - 120 - 150 - 200 - 250 - 300
VIGA (para construcción)	150 - 200 - 250 - 300 - 350 - 400	150 - 200 - 250 - 300 - 350 - 400

* según la Confederación Española de Empresarios de la Madera y el Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación

Para garantizar la integridad estructural de la madera se han cumplido los siguientes requisitos:

- Evitar que los elementos estructurales queden expuestos a la humedad colocándolos a una distancia suficiente del suelo o sobre capas impermeables.

- Evitar uniones en las que se pueda acumular el agua;

- Proteger la cara superior de los elementos de madera que estén expuestos directamente a la intemperie y en los que pueda acumularse el agua.

- Evitar que las testas de los elementos estructurales de madera queden expuestas al agua de lluvia ocultándolas, cuando sea necesario, con una pieza de remate protector.

- Facilitar, en general, al conjunto de la cubierta la rápida evacuación de las aguas de lluvia y disponer sistemas de desagüe de las condensaciones en los lugares pertinentes.

UNIONES ESTRUCTURALES

UNIONES CARPINTERAS

Son las realizadas mediante cajas y ensambles siguiendo las técnicas tradicionales. Por lo general son encoladas pero también se las combina con elementos metálicos de posicionado. Los esfuerzos se transmiten a través de compresiones localizadas y tensiones tangenciales de corte.

En principio puede parecer que las soluciones de uniones carpinteras conducen a un dimensionado mayor que los tipos de conexión mecánica, pero no siempre es así. Las uniones mecánicas de tipo clavija o de superficie tienen capacidades de carga mayores cuanto mayor es el diámetro del elemento. Un clavo puede transmitir cargas del orden de los 50 a 150 daN y un perno entre 500 y 1500daN, pero si se consideran las separaciones mínimas para cada elemento de unión (ver capítulo Proyecto de estructuras de madera aserrada), la densidad de carga transmitida por unidad de superficie queda bastante parecida, en torno a 8 y 12 daN/cm².

Las uniones carpinteras cayeron en desuso debido a la dificultad de encontrar artesanos que las hicieran y en todo caso al elevado costo de la mano de obra. Sin embargo, en la actualidad gracias a la fabricación asistida por ordenador, se han recuperado al reducirse enormemente los costos y aumentar la precisión de la ejecución. La limpieza que se obtiene en las uniones carpinteras es muy superior a la que se suele encontrar en las uniones con elementos metálicos.

La madera trabaja en dirección de la fibra, por tanto las uniones se diseñarán concentrando las tensiones y transmitiéndolas con bruscos cambios de dirección.

Ventajas uniones tradicionales:

- Facilidad de montaje
- Resistencia a fuego
- Estética
- Recuperación estructuras antiguas
- Sistema de fabricación por control numérico
- Diseño con programas de CAD paramétrico
- Ejecución mediante centros de mecanizado

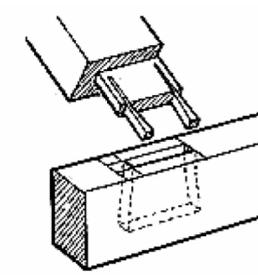
Diseño de caja y espiga: compresión

Es importante dejar una holgura entre el fondo de la caja y la espiga para evitar que la espiga apoye y reciba todo el esfuerzo de compresión.

Esta unión se empleará en el encuentro del pilar con la viga que apoya en la cimentación (la viga se sujeta a la misma mediante perfiles en L que impedirán su movimiento)



Apoyo de viga sobre pilar



Ejemplo unión base del pilar

Diseño de rayo de Júpiter: tracción

Esta unión se empleará para empalmar las vigas entre sí.



Unión de rayo Júpiter con clavijas

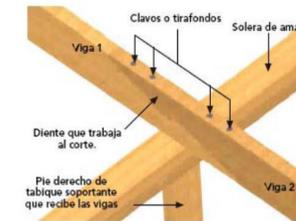
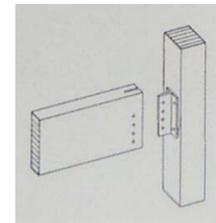


Fig. 76. Empalme de dos vigas llamado Rayo de Júpiter sobre tabique estructural, en el cual las vigas se cruzan como en la solución de tipo entablada, pero incorporando un diente que trabajará al corte. Se puede utilizar en su fijación pernos o clavos.

Para cumplir el CTE, apartado Seguridad estructural en madera, se deberá colocar al menos un perno por unión para tratar de evitar los desajustes por movimientos higrométricos y prever el efecto de una inversión de esfuerzos.

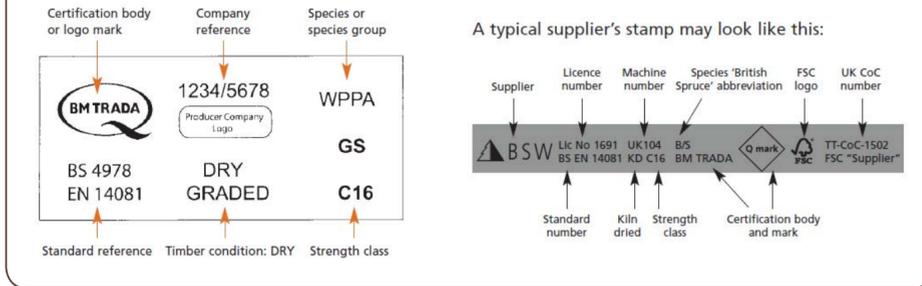
UNIONES METÁLICAS

Empleadas solo en elementos estructurales secundarios, por ejemplo en el encuentro zuncho-pilar. Para resolverlo se ha optado por una unión en la que el perfil queda oculto dentro de las piezas, por razones estéticas así como también por razones estructurales, ya que quedaría protegido frente al fuego.



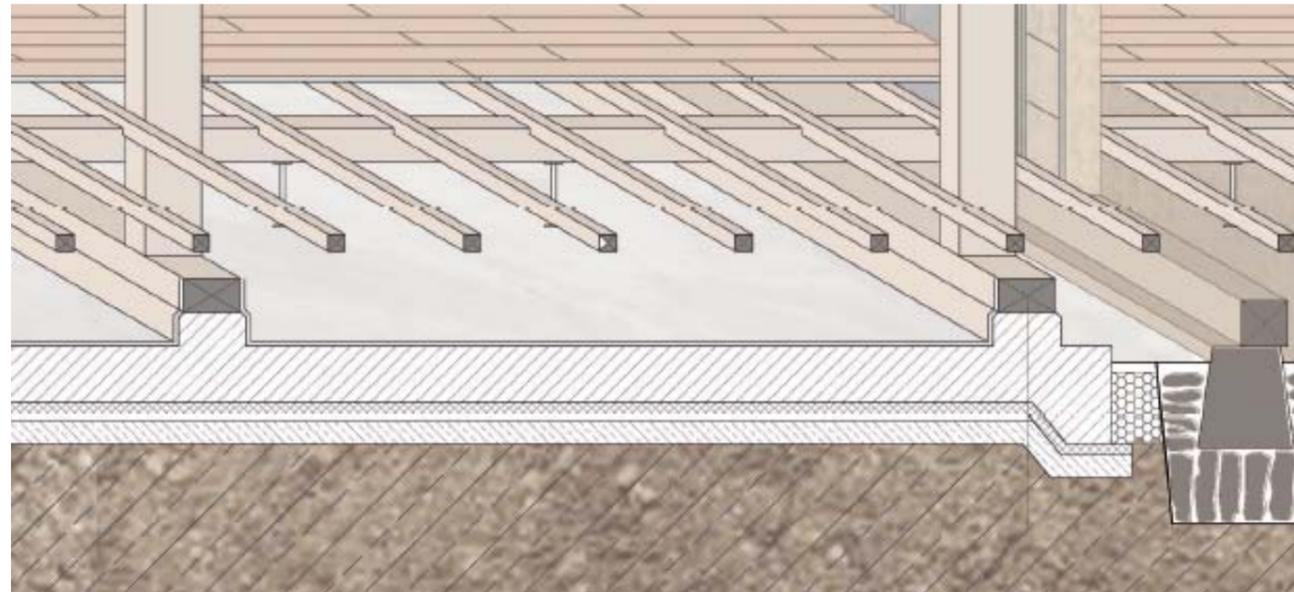
Unión zuncho-pilar

Certificación e identificación de la madera aserrada

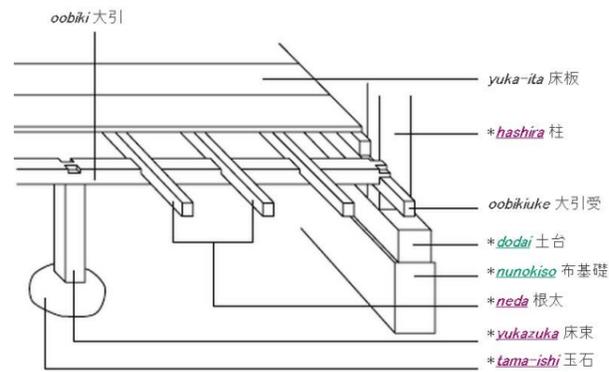


ENTARIMADO

En Japón los edificios se despegan del suelo debido a la gran humedad que hay , permitiendo de esta forma una buena ventilación. En el proyecto de opta por mantener el sistema tradicional empleado para construir las tarimas.

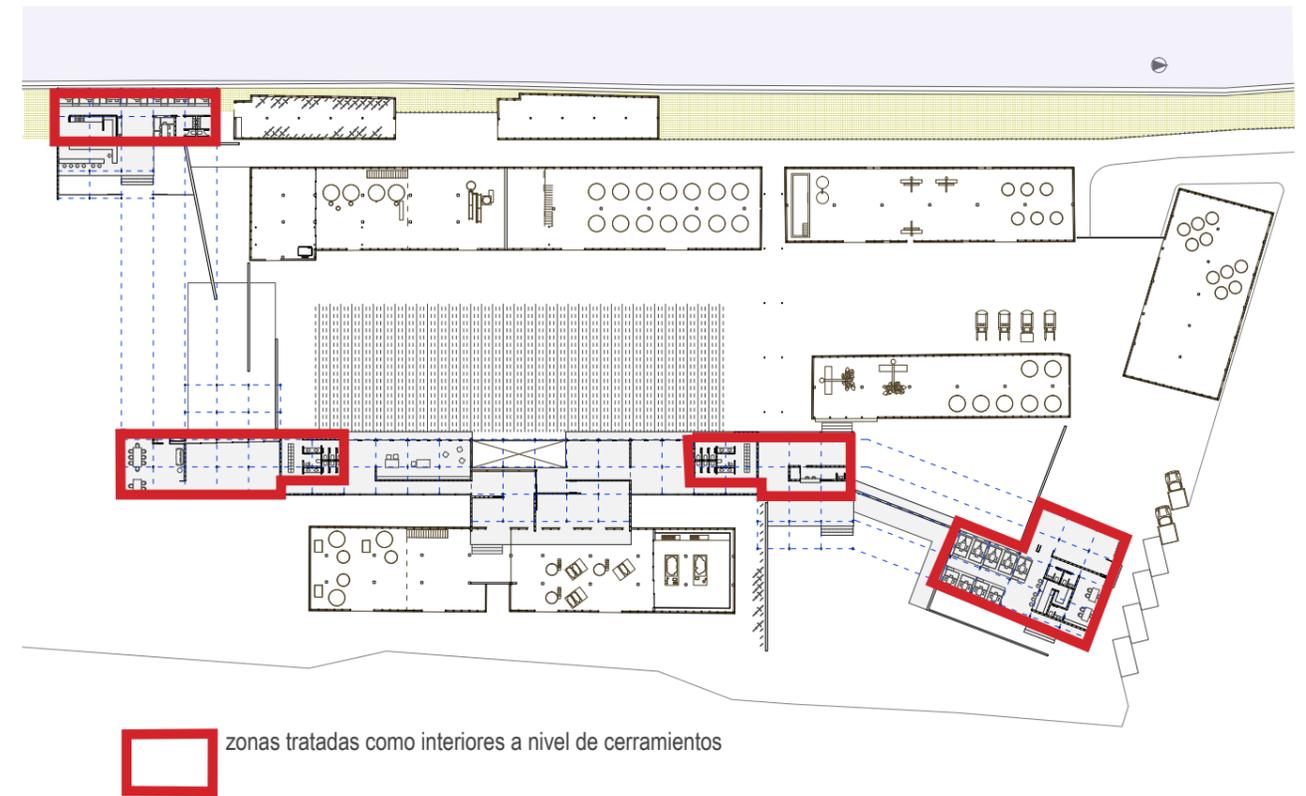


solución de proyecto

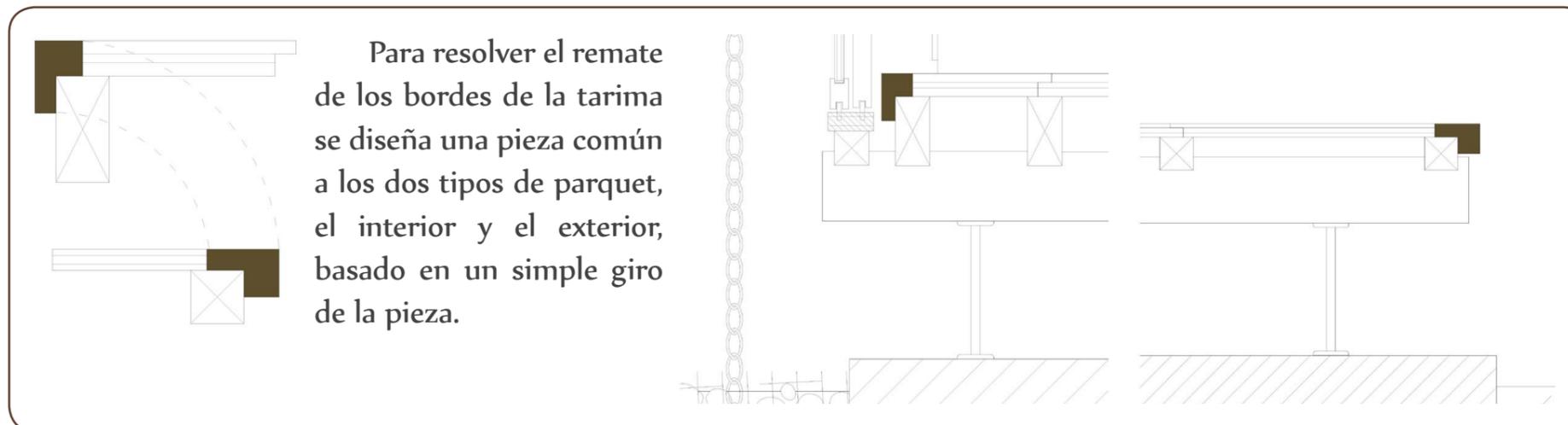


forma tradicional de resolver el entarimado

Las piezas de parquet serán de madera de alerce ya que tiene buen comportamiento en el exterior. Las dimensiones a utilizar serán de 200x50x1200 mm y 20x30x1200 mm, siempre cerrando las juntas en la estructura de apoyo. Las pasarelas de acceso y que conectan con las preexistencias se han diseñado con una pendiente siempre menor al 4% y los durmientes en vez de reposar sobre la cimentación como ocurre en lo edificado, reponan sobre piedra, para evitar que la madera se humedezca.



En el plano superior se explican las zonas que en proyecto se consideran "interiores" , dichas zonas tienen una ligera diferencia de nivel en cuanto al plano del suelo con respecto al resto y el cerramiento no permite la entrada de agua o viento. Esta diferencia de nivel en el plano del suelo se logra utilizando diferente sección en los rastreles sobre los que se monta el parquet y el remate en los bordes se soluciona con una pieza en L, que según se coloque sirve tanto en interior como en exterior.



Para resolver el remate de los bordes de la tarima se diseña una pieza común a los dos tipos de parquet, el interior y el exterior, basado en un simple giro de la pieza.

CERRAMIENTOS, COBERTIZOS Y FALSOS TECHOS



- Transición exterior-interior: cañizo
- ⊗ Cubierta de cañizo
- Interior: correderas de vidrio
- Interior: Carpintería plegable
- Interior: Papel washi, vistas traslúcidas
- Interior: Cerramiento opaco
- ⋯ Transición interior-naves: Lamas de madera
- ⊗ Cubierta/falso techo lamas
- Muros de hormigón

En este apartado se concentrará todo lo relativo a cerramientos, carpinterías y falsos techos, debido a que han sido proyectados como un conjunto siguiendo una serie de pautas que conviene reunir.

Dependiendo de el espacio al que sirvan y las visuales que quieran potenciarse se utilizará un tipo de cerramiento u otro. Como ya se ha mencionado en el apartado de “Transiciones” dentro de la Memoria Descriptiva, se ha realizado una clasificación extensiva en función de el nivel de relación que quiera conseguirse con los espacios anexos.

El concepto de tamiz o filtro de luz se ha utilizado para las transiciones entre lugares con diferente intensidad de iluminación, el exterior, el interior del museo y el interior de las naves.

1) Transición entre el exterior y el interior del museo:

El cañizo es el material empleado en este caso, tal y como ocurre en el umbral previo al hall de la entrada este y en la zona de descanso al lado del patio central del museo. El cañizo montado sobre una estructura secundaria que irá clavada a las viguetas, sirve de elemento de cubrición. De la misma manera servirá también de falso techo a la zona de tatamis del restaurant, siendo esta vez la estructura fijada a los zunchos. En el patio central, el cerramiento que separa este espacio del arrozal, también es de cañizo montado sobre una carpintería.

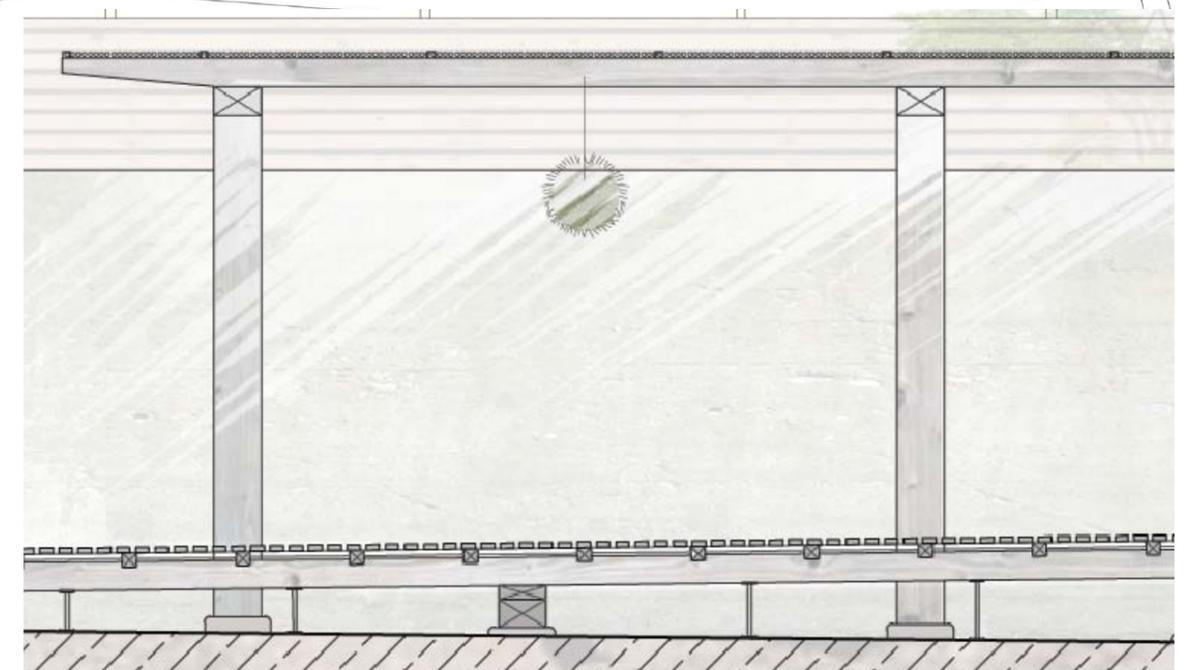
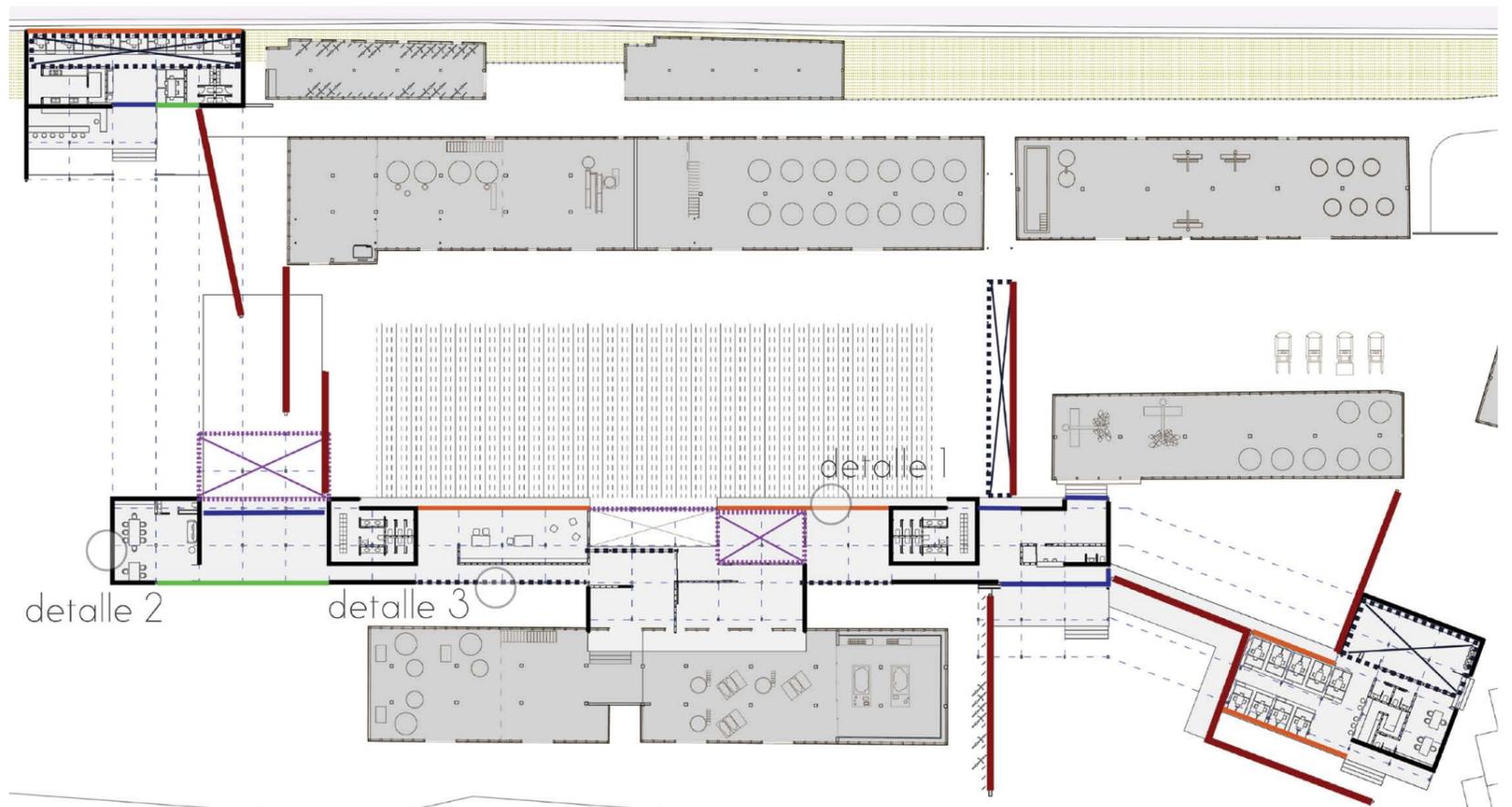
En los casos de la entrada oeste y la entrada al restaurant en donde se encuentra la zona de bar no conviene que entre el agua de lluvia, por se ha optado por colocar una cubierta ligera, fijando tableros de madera sin el aislamiento, pero manteniendo el tablero exterior a prueba de agua, colocando una lámina impermeabilizante y posteriormente fijar tablonces de madera a unos rastreles previamente colocados en la dirección de la escorrentía del agua para evitar que esta sea retenida.

2) Cerramientos en el interior del museo:

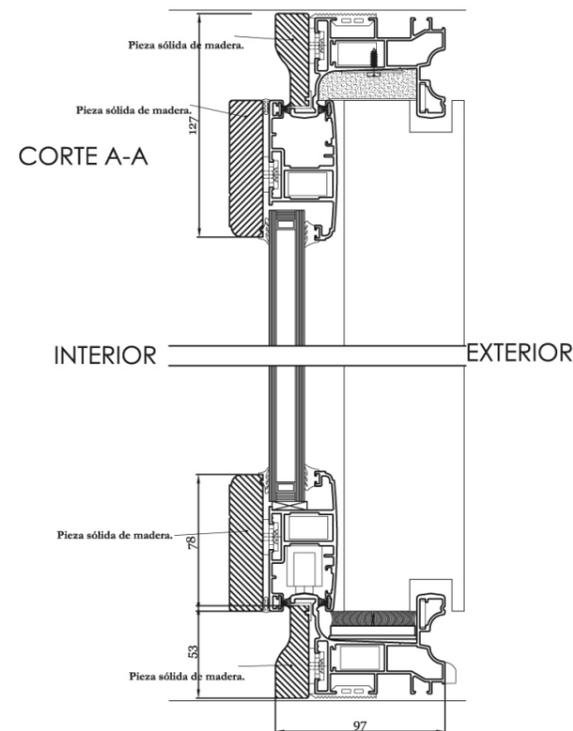
Se proponen diferentes tipos en función de las visuales y la entrada de luz que se quiera conseguir, yendo desde los más permeables y que permiten mayor entrada de luz hasta el paño ciego:

a) Total permeabilidad: Carpintería corredera de vidrio.

Con esta solución se logra tanto una continuidad visual como espacial al lograr ocultar el cerramiento dentro de los tabiques. Se da tanto en el vestíbulo de entrada este como en el oeste y en la entrada de restaurant. La carpintería será de madera y metálica para garantizar la junta estanca, sobre todo por ser parte del cerramiento de las zonas consideradas como “interiores”.



Cubierta de cañizo en la entrada al museo



Ejemplo de una carpintería corredera de metal, revestida de madera. En el proyecto el revestimiento es interior y exterior.

o el jardín de grava blanca, se opta por abrir ventanas que hacen la vez de “marcos” a ras del suelo hasta 1,10 m de altura, de forma que estando de pie estos espacios se intuyen y estando sentados (como es el caso del restaurante y el bar en donde las personas se sientan en los tatamis a ras del suelo) permiten una percepción distinta del exterior. Esta carpintería se plantea plegable, de forma que pueda recogerse y embeberse en la superior, mediante unos carriles laterales.

En la zona de descanso y la sala informativa este tipo de carpintería adquiere un grado más de complejidad, ya que se posibilita el paso. Esto se logra permitiendo el giro por medio de un pivote anclado a los montantes laterales, logrando una posición vertical de la hoja, pudiendo sujetarse a través de un gancho colgando de las viguetas. Este tipo de carpintería surge al observar las formas tradicionales e intentar reinterpretar y darle una mayor funcionalidad al espacio, sin embargo tendría que ser definida con más detalle y calcular su resistencia en función de su peso.



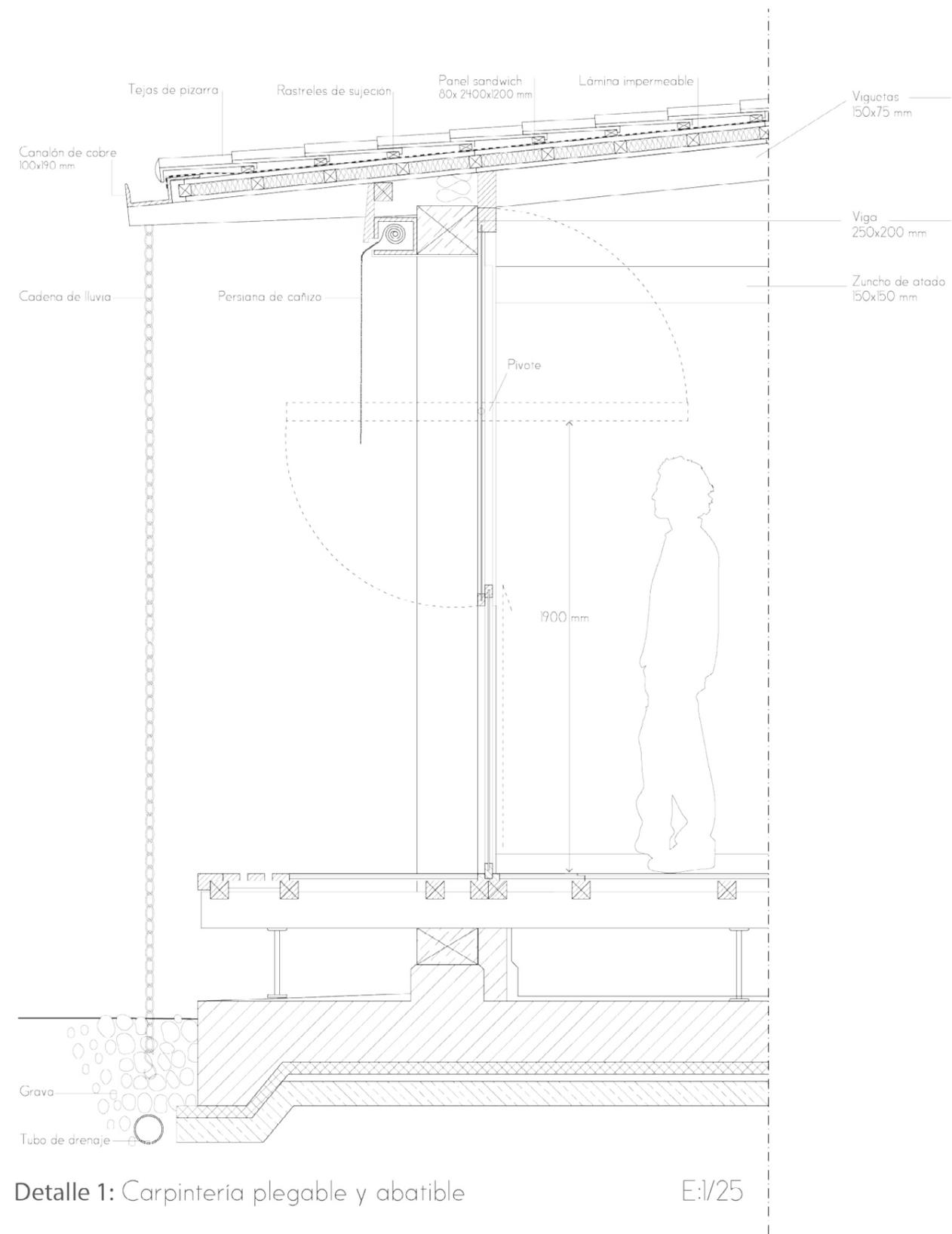
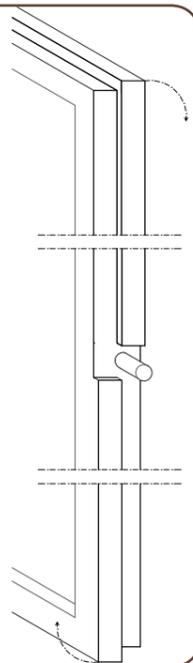
carpintería de madera-aluminio

La carpintería deberá cumplir unos mínimos de calidad, aislamiento térmico y acústico, durabilidad, sin ser contaminante para el medio ambiente y en caso de incendio al quemarse no produzcan gases tóxicos. Debe cumplir los requisitos de estanqueidad al agua, resistente a la infiltración de agua hacia el interior del recinto, producto de la acción conjunta del viento y la lluvia.

b) Flexibilidad en el grado de permeabilidad: Carpintería plegable y abatible

En determinados puntos, cuando se quiere dirigir la vista a planos de suelo continuos como el arrozal, el canal o el jardín de grava blanca, se opta por abrir ventanas que hacen la vez de “marcos” a ras del suelo hasta 1,10 m de altura, de forma que estando de pie estos espacios se intuyen y estando sentados (como es el caso del restaurante y el bar en donde las personas se sientan en los tatamis a ras del suelo) permiten una percepción distinta del exterior. Esta carpintería se plantea plegable, de forma que pueda recogerse y embeberse en la superior, mediante unos carriles laterales.

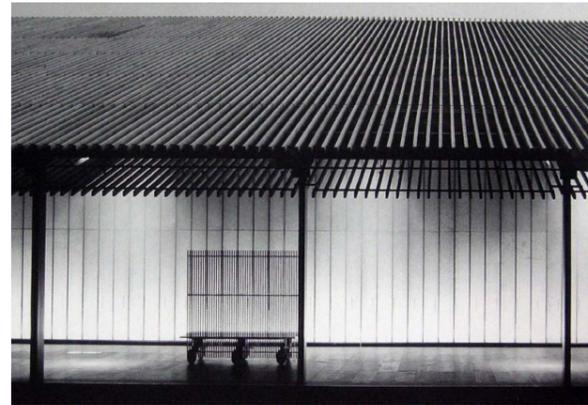
Para que la carpintería pueda oscilar la parte superior y la inferior deben tener diferentes secciones y el punto medio del pivote, permitir el giro. Este punto es un punto debil en cuanto es estanqueidad, sin embargo este tipo de carpintería solo se emplea en zonas que en proyecto se consideran “exteriores” cubiertas.



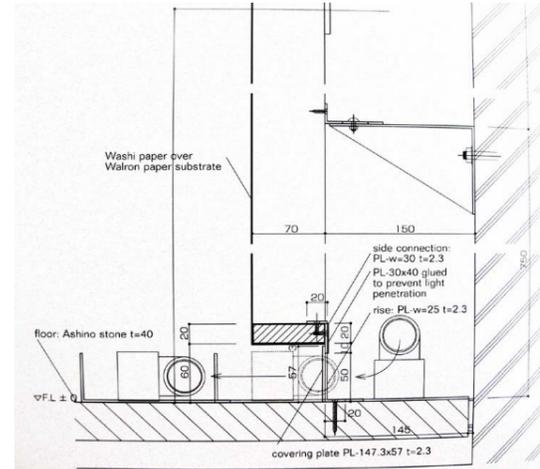
c) Entrada de luz tenue: Empleo del papel Washi

Como bien es sabido, en Japón el empleo del papel de arroz está muy difundido. En la casa japonesa, siempre ha sido el material predilecto para construir ventanas *shoji*, puertas correderas *fusuma*, lámparas, etc.

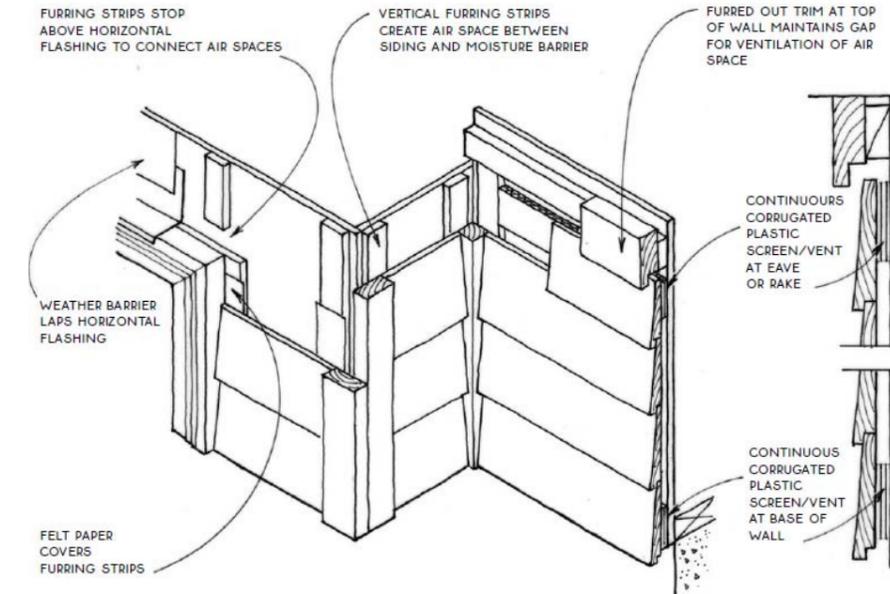
Su uso permite una entrada de luz muy tenue, permitiendo intuir volúmenes y colores y creando juegos de sombras muy particulares. Su desventaja, al ser planteado en este proyecto como material de cerramiento puntualmente ha sido su resistencia y durabilidad, sin embargo hoy en día el papel washi que se emplea en la construcción está reforzado por acrílicos o cloruros de vinilo que le confieren mayor durabilidad, como es el caso del cerramiento empleado por Kengo Kuma en el Museo de Hiroshige Ando en la prefectura de Tochigi en Japón.



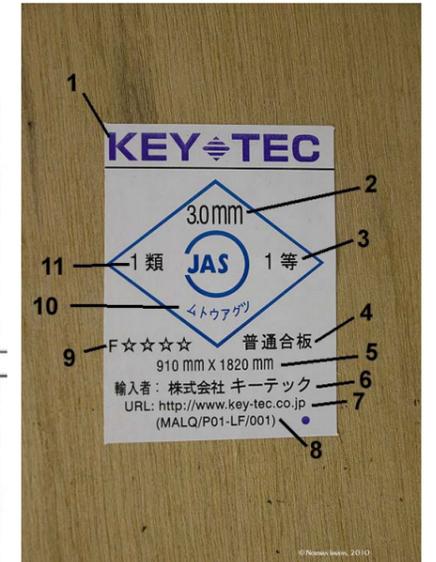
Museo de Hiroshige Ando en Tochigi



* Sobre el aislante de papel reciclado: Se trata de un aislamiento que se adapta a las circunstancias técnicas de proyecto. Se presenta como un granulado de celulosa. Su aplicación es muy amplia, pudiéndose utilizar en obras de rehabilitación, en azoteas, paramentos verticales, incluso en construcciones ligeras donde el peso específico sea un dato importante. Como excepción, cabe destacar que no es posible utilizarlo en aquellos lugares en donde se tenga contacto directo con el terreno, no siendo este el caso. El aislante proporciona un gran confort higrotérmico puesto que regula las fluctuaciones de la humedad ambiental en las distintas estaciones.



Esquema de resolución de esquinas y remates superior e inferior de los tableros.

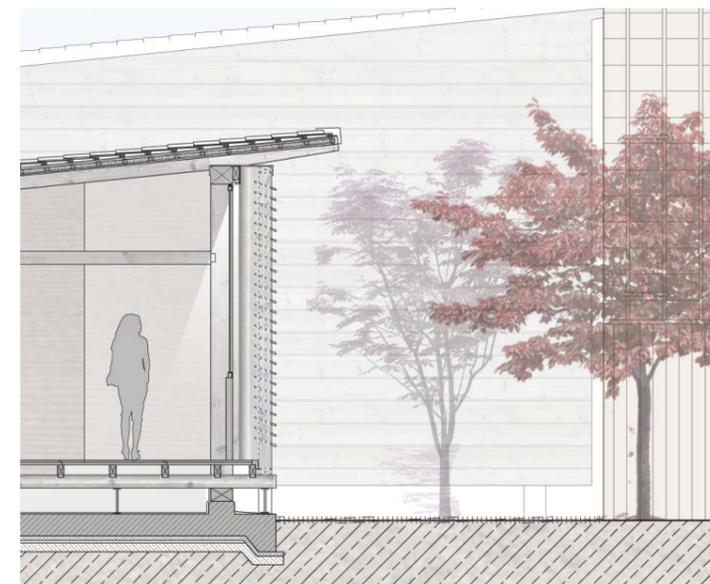


Se ha tomado como ejemplo un tablero contrachapado de la empresa Japonesa KEY TEC para observar como se certifica este tipo de material.

d) Sin entrada de luz: Paños ciegos

En casos en los que por motivos de funcionalidad no se quieran abrir vistas hacia el exterior, como siempre ocurre con los paños transversales a la dirección del edificio, se emplean cerramientos opacos.

En estos casos el cerramiento se compone de montantes y diagonales que rigidizan y atan los pilares entre sí, y forman la base para montar los tableros en ambas caras. En su interior el cerramiento contará con un aislamiento de papel reciclado* de 150 mm y posterior ubicación por la cara externa de la cámara de ventilación que permitirá que los tableros clavados a los montantes y expuestos al sol y a cambios de humedad, puedan mantenerse aireados.



Sección de la carpintería de washi, a través de los cuales puede observarse el rojo intenso de los Acer Palmatum en otoño.

Dichos tableros tendrán un formato de 200x25 mm y serán biselados. En la cara interior se dispondrá de un tablero de madera laminada de pino de 30 mm de ancho. Los rodapiés serán de cedro, de la misma sección que se utiliza para formar las lambras del cerramiento (ver apartado "Modulación de la estructura" de la Memoria Constructiva). En todo caso se dispondrán goterones cuando se produzcan cambios de plano en las superficies. Esquema de resolución de esquinas y remates superior e inferior de los tableros.

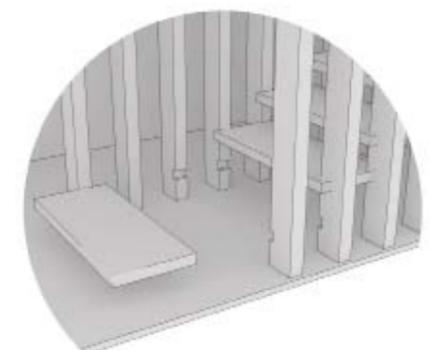
3) Transición del interior del museo al interior de las naves: Cerramiento de lambras de madera

Cuando se quiera señalar el paso a las naves preexistentes en donde se realiza el sake y el vinagre, se establece un lenguaje de proyecto en el que se emplea un cerramiento totalmente permeable al aire de lambras de madera de cedro. Dichas lambras entran dentro de la modulación de elementos de cedro (ver apartado "Modulación de la estructura" de la Memoria Constructiva).

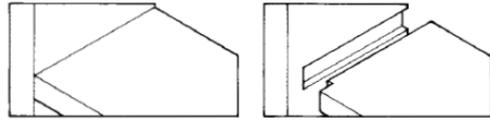
Este cerramiento se encuentra específicamente en la cara oeste del museo, en el trozo enfrentado a las naves de sake, en el paso cubierto a las naves de vinagre, y se utilizan también las lambras como falso techo en la bodega, permitiendo una entrada de luz cenital que variará a lo largo del día.

La dirección de las lambras dependerá del soleamiento o de las vistas que se quieran insinuar, dependiendo del caso. Serán montadas en una estructura secundaria de madera de cedro, también modulada (serían las piezas que tienen la misma sección que las viguetas) y encajadas en las hendiduras que se realicen en ella.

- 1) Logotipo del fabricante
- 2) Grosor: 30 mm
- 3) 1 I: Calidad de la superficie de Grado 1
- 4) "Madera contrachapada ordinaria"
- 5) Dimensiones de la placa: 910 x 1820 (mm)
- 6) "Importador: Key-Tec K.K."
- 7) URL del fabricante
- 8) Mutuagung Lestari Aseguramiento de la Calidad del código; MALQA es una subdivisión de MUTU CERTIFICACIÓN, una organización de certificación independiente en Indonesia, que es aprobado por JAS para realizar certificaciones.
- 9) Calificación de emisión de formaldehído F****



Ejemplo de detalle de escalera, para entender la forma en la que encajan las lambras en la estructura secundaria

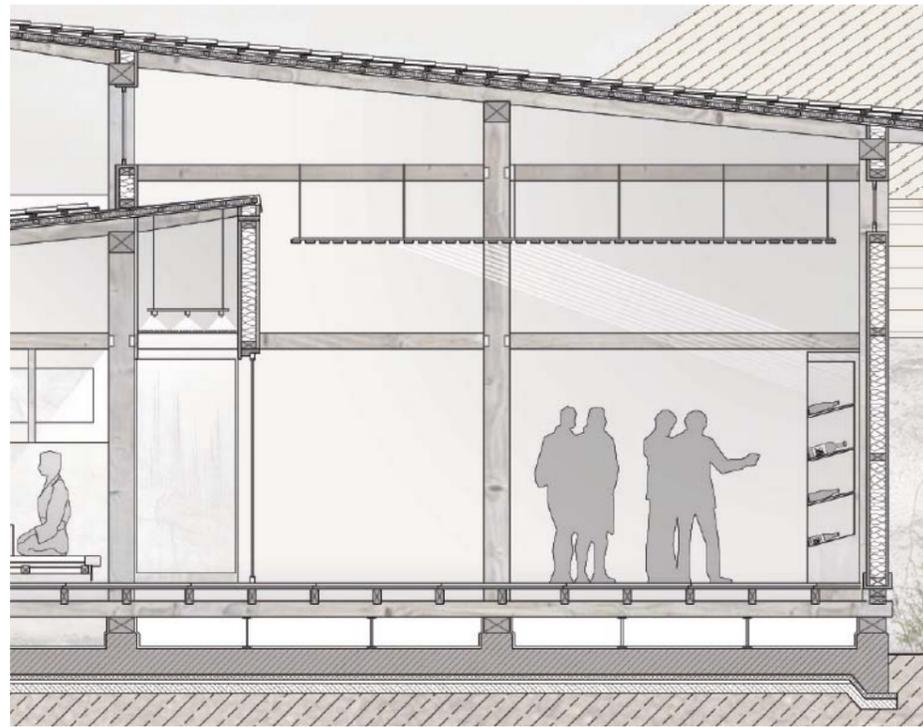


ENSAMBLE POR CAJEADO RECORTADO

La ranura de una junta ciega o recortada no atraviesa el panel de parte a parte sino que se detiene a unos 9 a 12 mm del extremo. (La testa del anaquel lleva una muesca del mismo tamaño). El canto frontal del anaquel puede terminar al mismo nivel del canto del panel lateral o quedar más retirado.

Las lamas que componen el falso techo de la bodega van clavadas a una estructura secundaria en su cara interior con lo que queda oculta. Dicha estructura cuelga de los zunchos de atado.

Como regla general a todos los casos anteriores, cabe destacar que todos los cerramientos y tabiques apoyan sobre pequeños muretes, durmientes u otros elementos que no sobrecarguen la estructura secundaria de la tarima y se puedan llevar las cargas directamente al suelo sin someter elementos a una flexión que no se tuviese prevista.

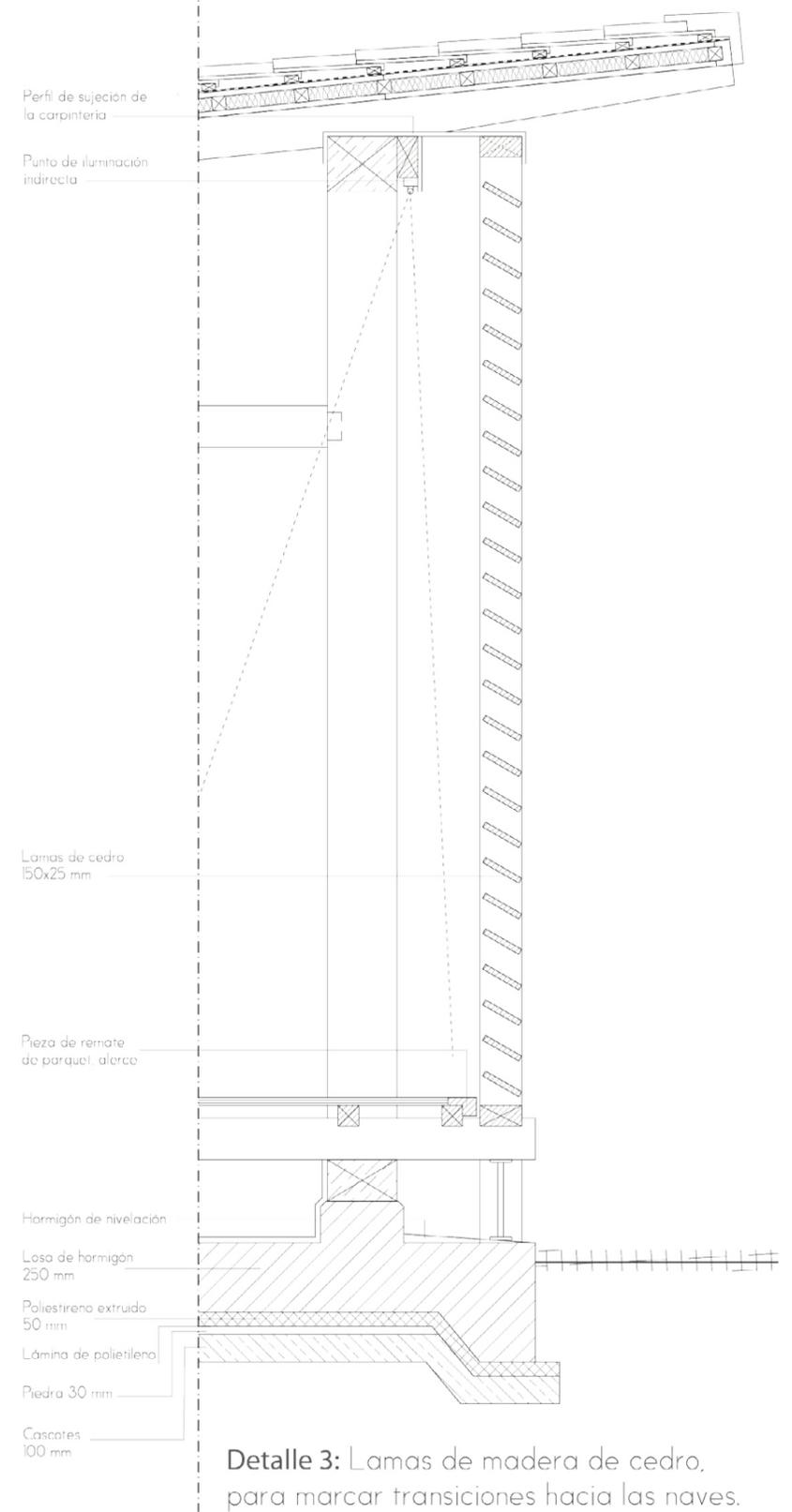


Detalle del falso techo de la bodega



Detalle 2: Cerramiento ciego

E:1/25



Detalle 3: Lamas de madera de cedro, para marcar transiciones hacia las naves.

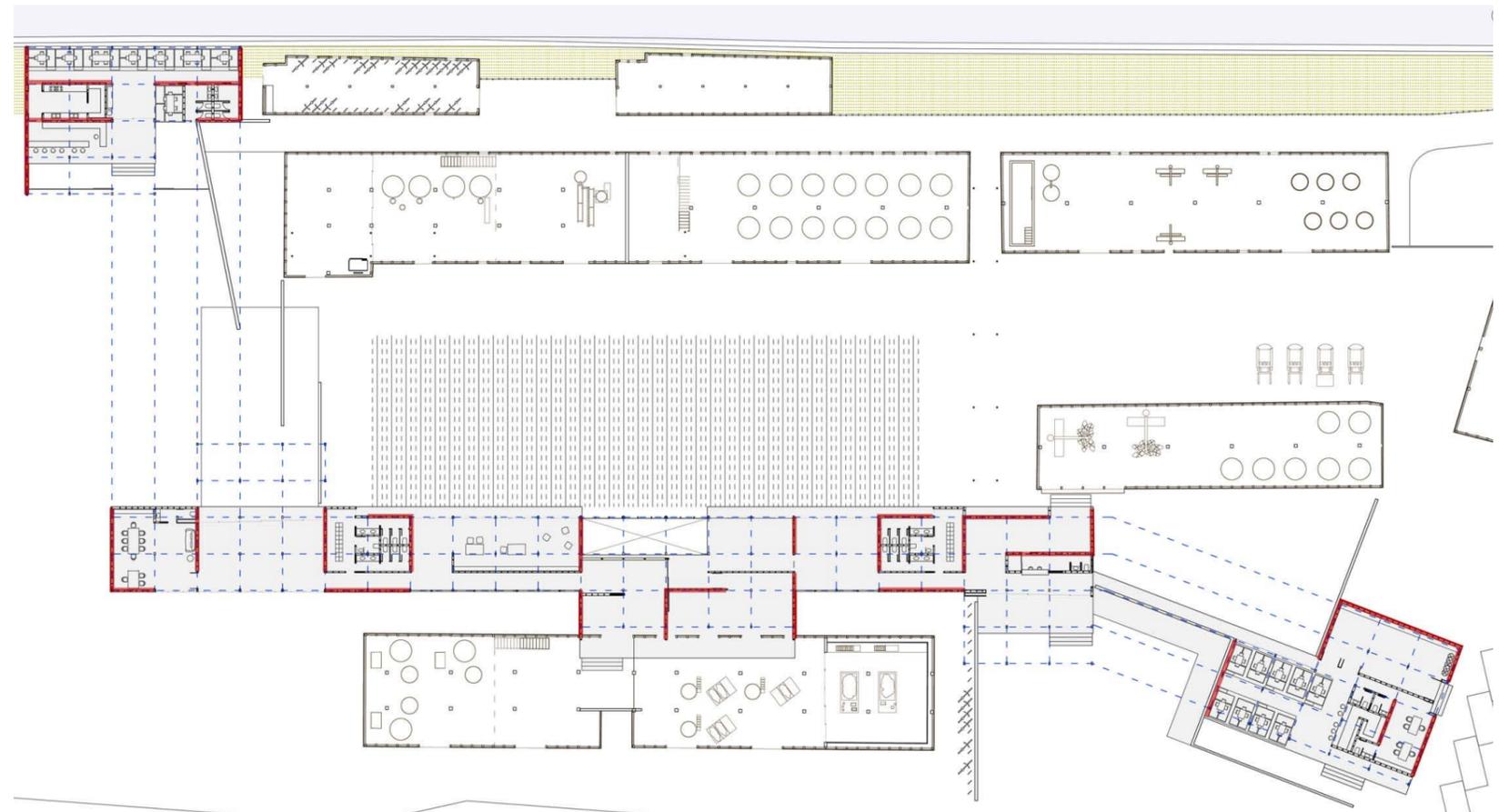
PARTICIONES INTERIORES

Al igual que los cerramientos ciegos, las particiones interiores juegan un papel muy importante como elementos colaborantes que aportan rigidez a la estructura. Esto se logra gracias a la existencia de montantes y diagonales que atan los pilares en la dirección transversal al pórtico. Estas uniones se realizarán con elementos de fijación metálica, tales como clavos o clavijas.

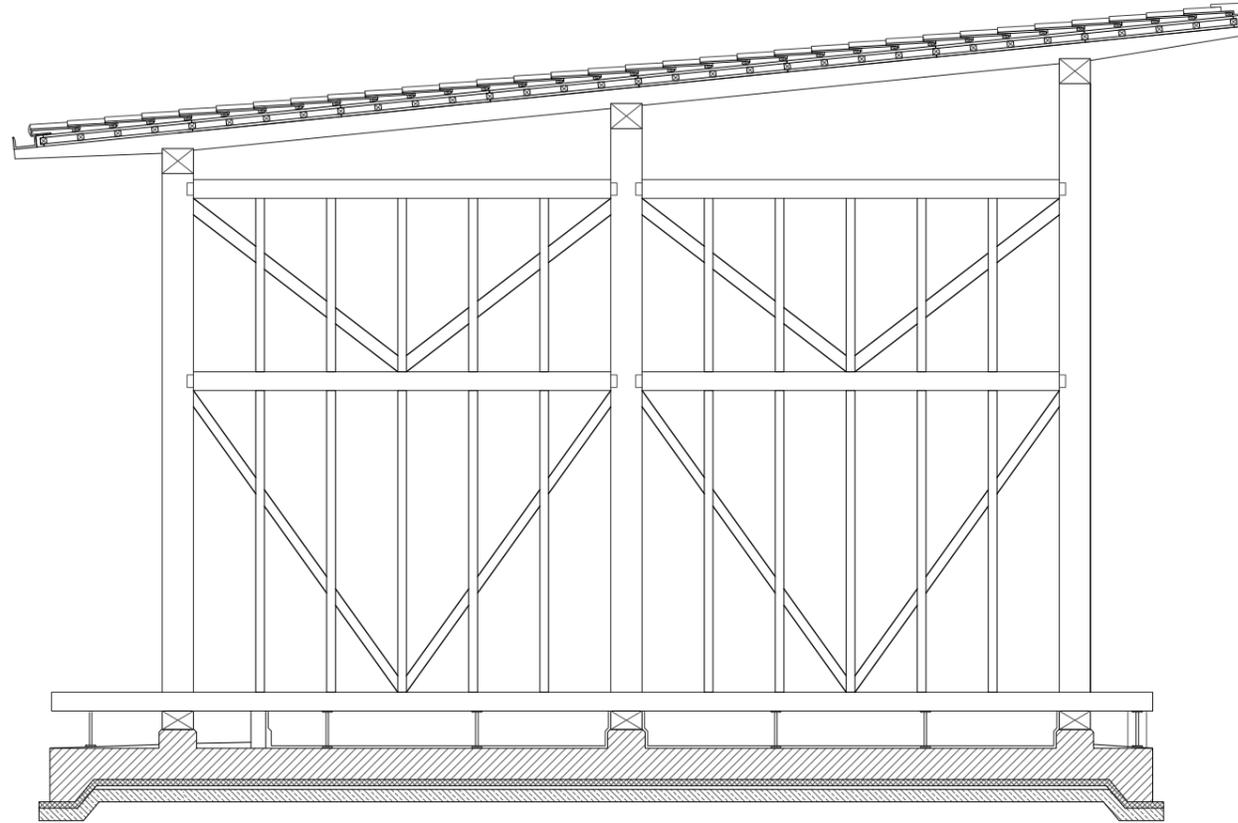
En el espacio restante, dependiendo de si delimitan espacios interiores o no, pueden estar huecos o tener aislante de papel reciclado (ver apartado anterior). En ambas caras se cierran con tableros de madera laminada de pino de 30 mm de espesor mediante fijaciones ocultas. Los rodapiés serán de cedro, de la misma sección que se utiliza para formar las lamas del cerramiento (ver apartado "Modulación de la estructura" de la Memoria Constructiva).



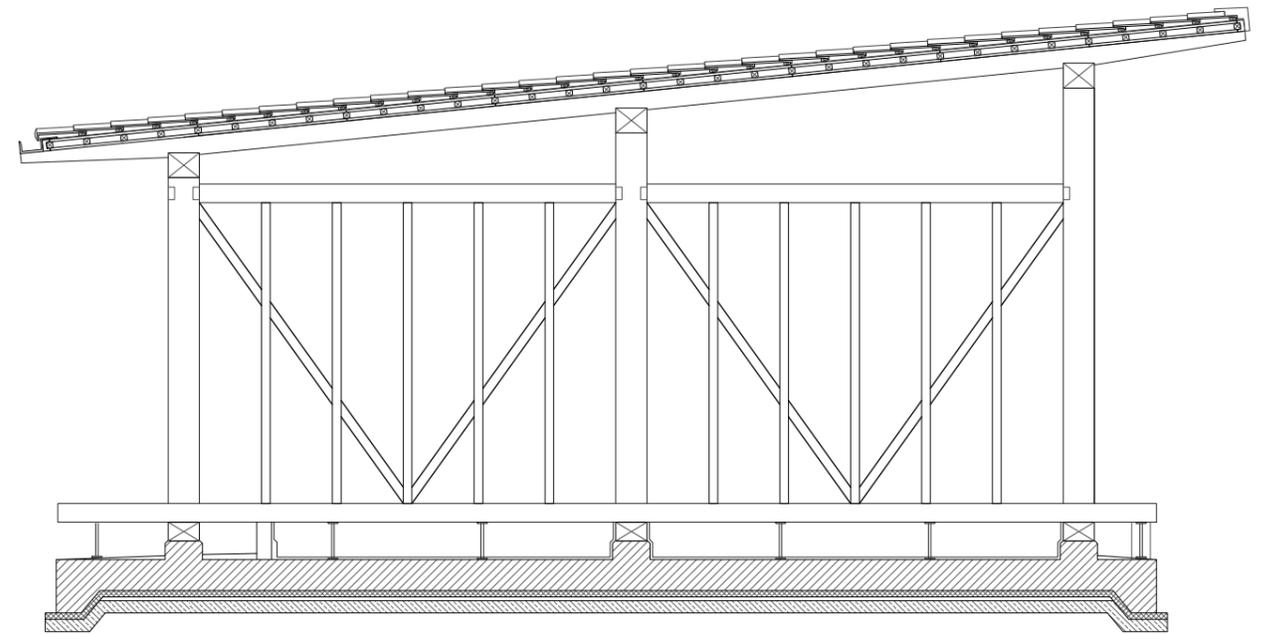
Aislante de papel reciclado (celulosa)



Los tabiques y cerramientos en rojo son aquellos que cuentan con un refuerzo y ayudan a rigidizar la estructura. Se ha intentado en la medida de lo posible y compatibilizando criterios compositivos y funcionales, que las esquinas sean en "L" para aportar mayor estabilidad.



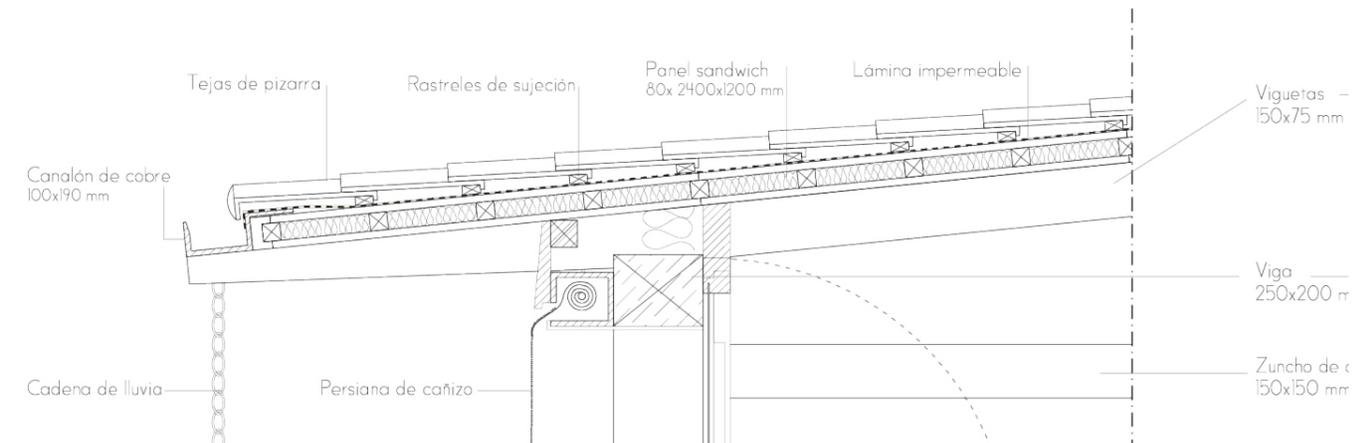
Rigidización de la estructura principal reforzando los tabiques. Caso en el que la estructura aumenta su altura a altura y media.



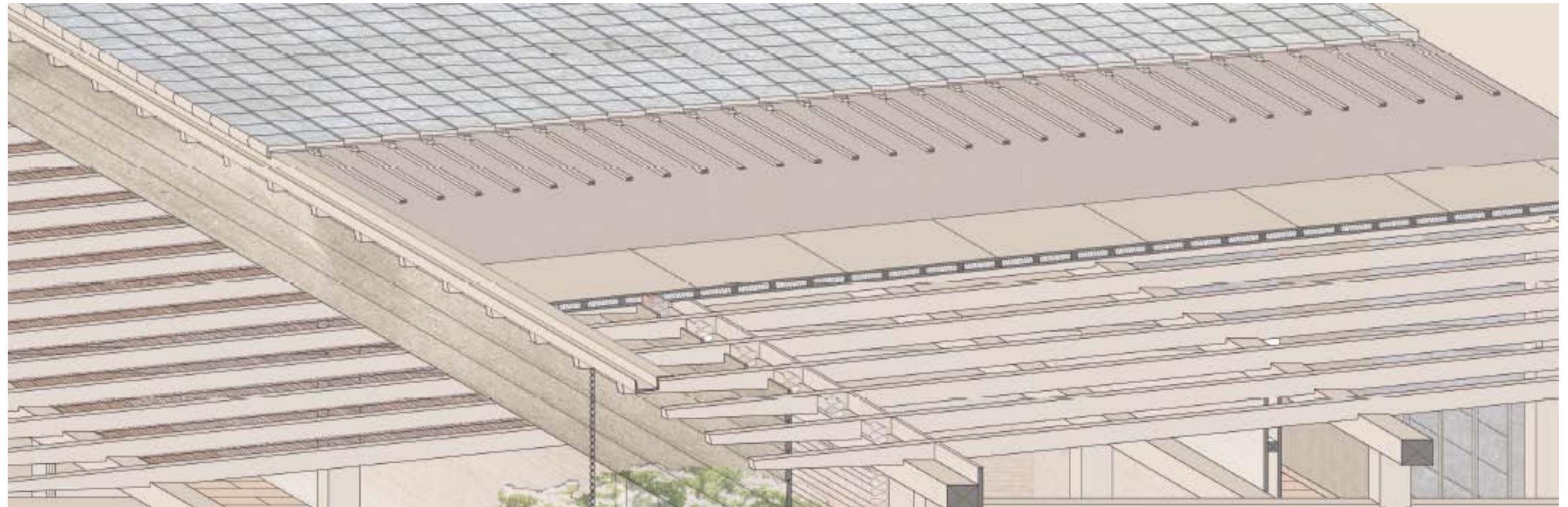
CUBIERTA

Se propone una cubierta ligera dada las condiciones del proyecto, la cual será resuelta fijando en primer lugar los tableros a las viguetas. Esta fijación es muy importante, ya que los tableros, aparte de funcionar como cubrición, aportan estabilidad a la estructura y crean un diafragma rígido. Se clavarán entonces cada 60 cm los tableros a las viguetas.

Posteriormente se colocará la lámina de impermeabilización cumpliendo las exigencias debidas en los solapes y encuentros. Seguidamente se fijarán los rastreles, paralelos a la pendiente de la cubierta, pero dejando espacios entre sí de 2 cm cada metro, de forma que en caso de que se colase el agua tuviese vías de escape hasta llegar al canalón. Por último será colocada la cubierta de pizarra.



Cubierta de pizarra



Despiece de la cubierta

RAIN CHAIN

Assembly Instructions

FOR ITEMS: SINGLE LINK RAIN CHAIN #465P (3 FEET LONG, CONSISTS OF 12 RINGS)
 SQUARE LINK RAIN CHAIN #466P (3 FEET LONG, CONSISTS OF 18 RINGS)

IF CONNECTING 3 FOOT RAIN CHAINS TOGETHER, SIMPLY:

1. BEND THE LINK APART EITHER BY HAND OR WITH PLIERS
2. ATTACH NEXT RAIN CHAIN SECTION
3. BEND BACK WITH HAND OR PLIERS
4. ADD 3-FOOT LENGTHS AS NEEDED TO REACH YOUR DESIRED LENGTH



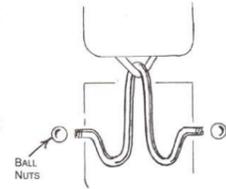
RAIN CUPS

Assembly Instructions

FOR ITEMS: CROCUS RAIN CUP #460P (3 FEET LONG, CONSISTS OF 9 CUPS)
 BLUEBELL RAIN CUP #461P (3 FEET LONG, CONSISTS OF 9 CUPS)
 BUTTERCUP RAIN CUP #462P (3 FEET LONG, CONSISTS OF 9 CUPS)
 TULIP RAIN CUP #463P (3 FEET LONG, CONSISTS OF 9 CUPS)

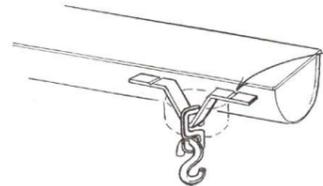
IF CONNECTING 3 FOOT RAIN CUP SECTIONS TOGETHER, SIMPLY:

1. UNSCREW THE BRASS BALL NUTS
2. REMOVE CONNECTOR
3. THREAD THROUGH BOTTOM OF ADDED RAIN CUP SECTION
4. THEN RE-ATTACH WITH BALL NUTS
5. ADD 3-FOOT LENGTHS AS NEEDED TO REACH YOUR DESIRED LENGTH



WHEN INSTALLING TO A GUTTERING SYSTEM, USE A "GUTTER HOOK" TO HANG YOUR CUPS/CHAINS, SIMPLY:

1. REMOVE DOWNSPOUT
2. INSERT GUTTER HOOK INTO DRAIN HOLE IN GUTTER
3. FOLLOW DIRECTIONS ABOVE TO CONNECT RAIN CHAINS/CUPS

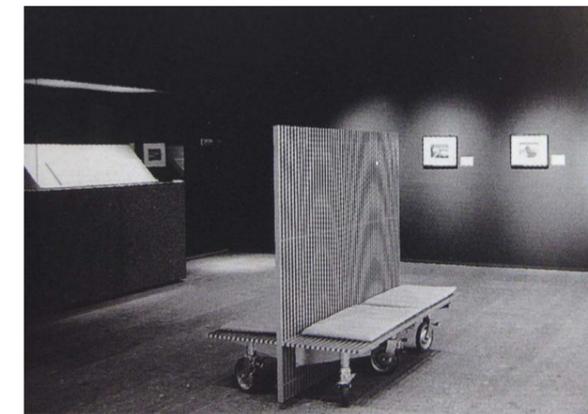
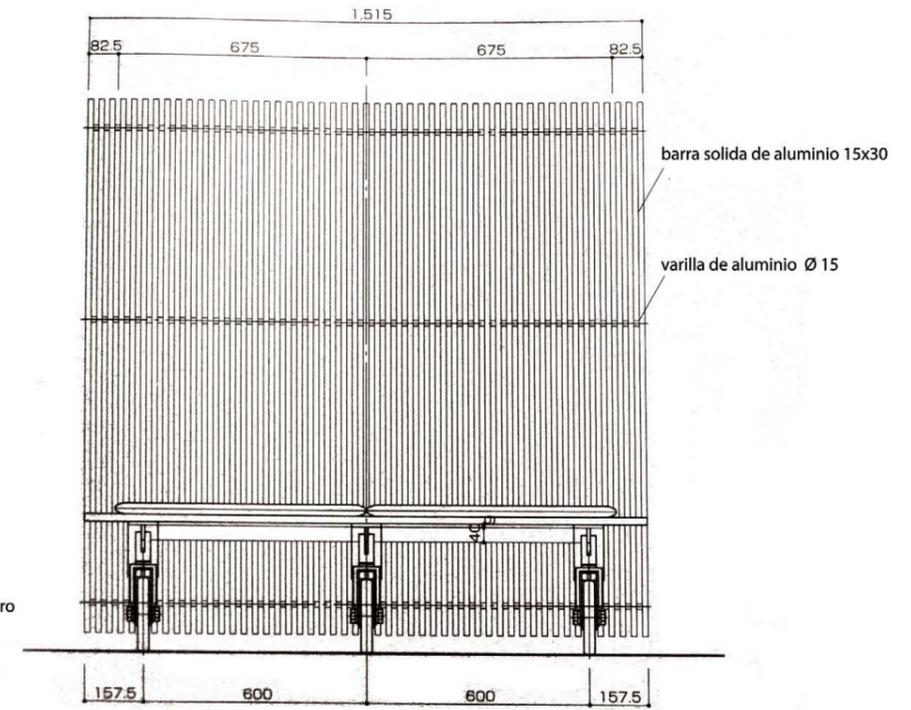
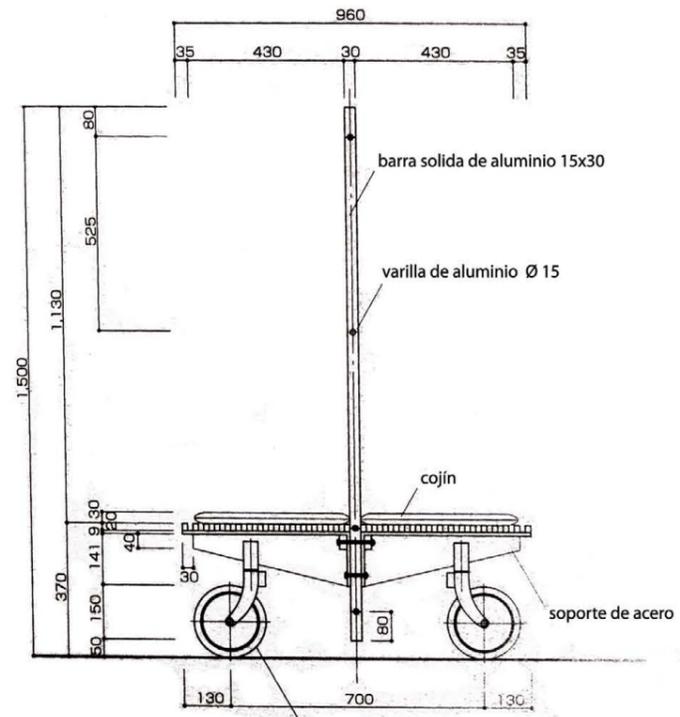


THIS PORTION OF HOOK IS NOTCHED FOR BREAKING OFF IF SHORTENING IS REQUIRED

Como instalar la cadena de la lluvia y detalle de unión con el canalón

MOBILIARIO

Se propone el diseño que Kengo Kuma creó para el Museo de Hiroshigue Ando para el edificio central de museo. Este elemento sugiere una gran flexibilidad ya que podría emplearse tanto como asiento, como compartimentador de espacios o como soporte de información.



Museo de Hiroshigue Ando

FONTANERÍA Y APARATOS SANITARIOS

Se realizará la acometida desde la red general con tubo de polietileno.

La instalación de fontanería se realizará con tuberías de cobre para las redes de agua y tuberías de PVC para las redes de desagüe. Las tuberías de agua caliente irán calorfundadas mediante coquillas de espuma elastomérica.

Los inodoros serán de porcelana. Las dimensiones de los servicios serán aptas para minusválidos y en los aseos destinados a dicho uso se colocarán barras asideras cromadas. La grifería será de acero inoxidable tipo monomando en los aseos, mientras que en la cocina del restaurant y en el bar se colocaran grifos accionados por pedal.



スリット排水洗面カウンター 間口3000mm

セット希望小売価格 ¥2,337,350 (税込 ¥2,454,218)

※スリット排水洗面カウンター、フック(ブラケット一体タイプ)、手すり(ブラケット一体タイプ)、フロントパネル、アルミ化粧棚、スリット排水洗面用機能部付鏡セット、付属品一式を含みます。

シャープなデザイン

スリット形状の排水口やスクエアな洗面ボウルなど、シャープで直線的なデザインのボウル一体カウンターです。



Lavabos según catálogo de la empresa TOTO

交通施設・公園など



握り径 φ34



YH702 棚付二連紙巻器

希望小売価格 ¥9,500 (税込 ¥9,975)

320×110×101
棚板:ステンレス製 本体:樹脂製 本体カラー:ホワイト
使用可能なペーパー幅(外径:φ 120mm以下):
105~114mm
芯ありペーパー対応品



CS595BM #NW1 腰掛式タンク密結形防露便器

希望小売価格 ¥ 51,000 (税込 ¥ 53,550)

SS595BAKL #NW1 防露式手洗付密結形ロータンク(内部金具同梱)

希望小売価格 ¥ 48,700 (税込 ¥ 51,135)

TCF5502EAP #NW1 ウォッシュレットPSA*

希望小売価格 ¥ 98,000 (税込 ¥ 102,900)

*ウォッシュレットの詳細は32ページをご参照ください。

TS791F1U 取り替え用止水栓

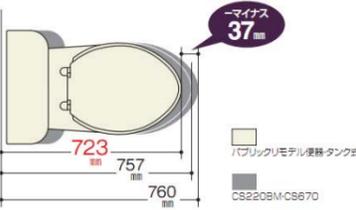
希望小売価格 ¥ 14,600 (税込 ¥ 15,330)

【設置】 便器標準洗浄水量:4.8L

セット希望小売価格 ¥212,300 (税込 ¥222,915)

コンパクトで、スッキリひろびろ

現行品のピュアレストQRより37mm、CS670より34mm前出がコンパクト! 限られた空間をひろびろ使え、手洗器や手すりも設置しやすくなります。

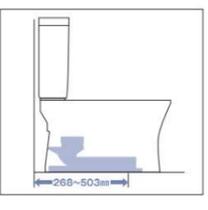


マイクス 37mm

パブリックリモデル便器タンク式
CS220BM-CS670

リモデル対応

排水アダプスターで、設備排水管の移設を行わずに器具交換が可能です。



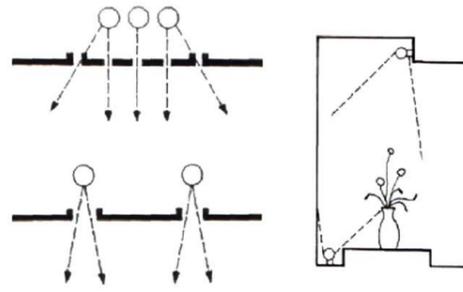
タンクふた固定仕様

タンク内へのいたずらやふたの落下を防止するために、タンクふた固定仕様を品揃えしています。

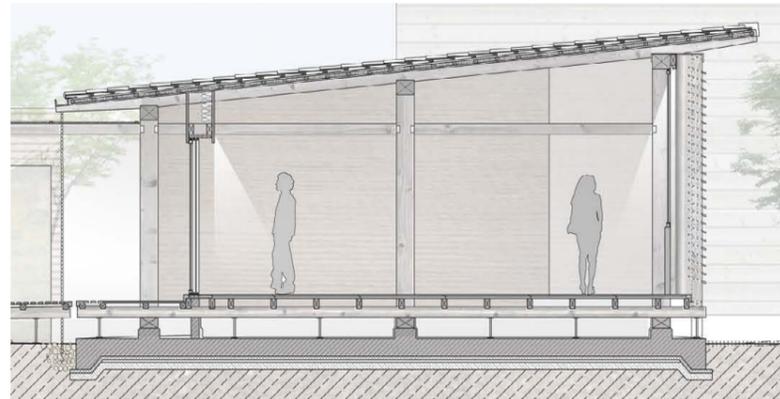


Sanitarios según catálogo de la empresa TOTO

ILUMINACIÓN ARTIFICIAL



En la arquitectura japonesa se utiliza la iluminación artificial como recurso compositivo.



Iluminación de proyecto

LUMINARIAS FLUORESCENTES

Se trata de portalámparas sencillos, sin carcasa de protección. Se ha pensado en su empleo como iluminación indirecta, creando un hilo de luz en todo el pasillo del museo o siendo ubicados tras el falso techo del restaurant y otras zonas.

Las denominaremos Fh.



- Descripción técnica:

Sistema para instalación en cualquier tipo de luminaria o a solas, destinada al uso de lámparas fluorescentes, con emisión luminosa simétrica de tipo luz general. el recuperador de flujo está realizado en acero laminado galvanizado y pintado y la pantalla difusora es de policarbonato opalino sometido a tratamiento anti-UV. Las bridas para la instalación son de acero laminado galvanizado. Luminaria tratada con pintura líquida RAL 9016. Los módulos pueden agregarse para realizar hileras continuas.

- Instalación:

Instalación mediante bridas especiales o apoyado en falsos techos modulares. Las bridas están provistas de sistema de fijación sin la utilización de utensilios, adecuadas para aplicación en falsos techos con espesor desde 1 hasta 35 mm. El orificio para la instalación empotrada del producto tiene dimensiones de 100x1187 mm.

- Equipo:

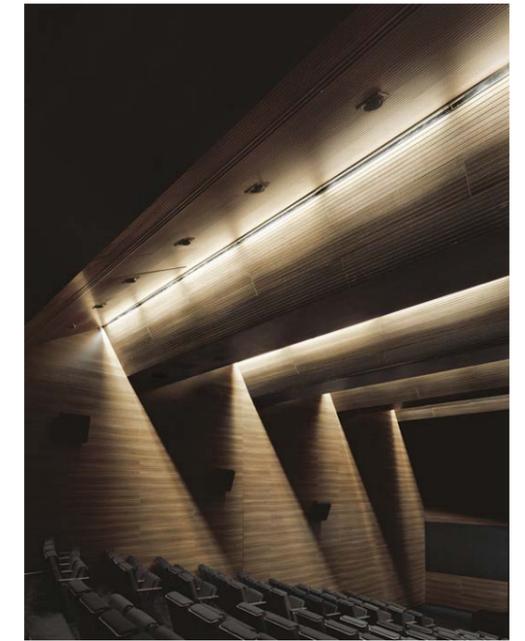
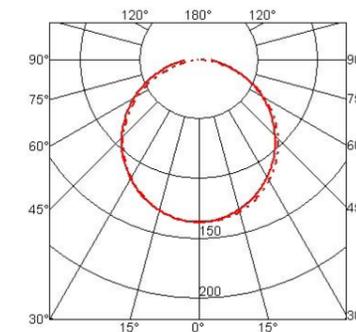
Luminaria provista de cableado electrónico. Las clemas para la conexión eléctrica de enchufe rápido pueden accederse tanto por la parte posterior como en el interior del producto. El producto está predispuesto para el cableado pasante.

- Ambiente de utilización: Para interior

- Montaje: Empotrable en cualquier paramento

- Dimensiones: 110 x 1198
- Color: Blanco
- Materiales de fabricación: Aluminio y tecnopolímeros
- Peso (kg): 2
- Orientación: Fija
- Simetría de la luz directa: Simétrica
- Descripción de las lámparas: 1 x T16 (T5) 54W G5
- Disponibilidad de equipos: Incluido
- Montaje del equipo: Incorporado
- Clase de aislamiento: sin aislamiento

- Curva ortogonal:



Ejemplo de iluminación

PROYECTOR "LE PERROQUET"

Este modelo es el que se utilizarán en las zonas más privadas como la administración, la cocina del restaurant, los aseos o la barra del restaurant.

- Descripción técnica:

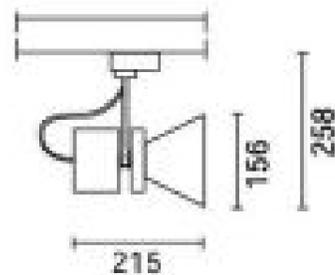
Proyector con adaptador realizado en aluminio fundición a presión y material termoplástico. El aparato puede girar 340° sobre el eje vertical y +/- 100° respecto al plano horizontal. Los movimientos de rotación e inclinación pueden bloquearse mecánicamente para garantizar el enfoque de la emisión luminosa (incluso durante las operaciones de mantenimiento).

- Instalación:

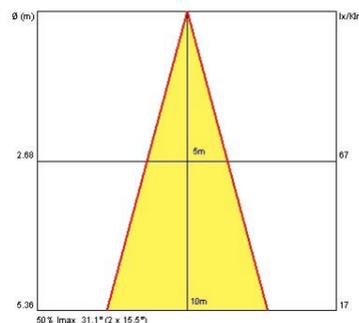
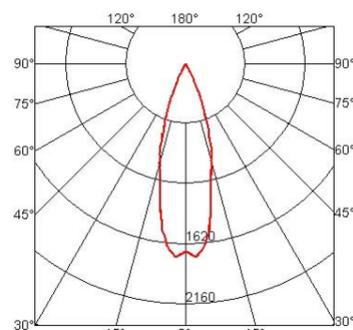
Instalación en raíl electrificado o en el techo/pared con una base especial suministrada a parte.

- Equipo:

Con transformador electromagnético para lámparas halógenas 75W 12V en el interior de la luminaria.



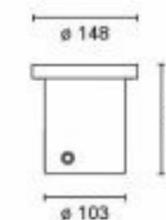
- Notas: Con cristal de protección y pantalla circular antideslumbrante.
- Ambiente de utilización: Para interior
- Montaje: Rail trifásico
- Dimensiones: D=156 mm H=258 mm L=215 mm
- Color: Gris
- Materiales de fabricación: Aluminio fundición a presión y Termoplástico
- Peso (kg): 2
- Orientación: Rotación e inclinación del eje vertical
- Descripción de las lámparas: 1 x QT12 75w GY6.35
- Difusión del haz: Flood F (30°)
- Disponibilidad transformador: Incluido
- Montaje del transformador: Incorporado
- Tensión (V): 230
- Clase de aislamiento: Clase II
- Emergencia: Sin
- Curva ortogonal:



LUMINARIAS EMPOTRADAS EN EL PAVIMENTO "LIGHT UP WALK"

Para las plazas duras exteriores se utilizará este modelo, que no suponga obstáculos para los paseantes.

- Descripción técnica: Luminaria empotrable en el suelo con cuerpo y tornillería en acero inoxidable, A.I.S.I. 304-18-8 pulido; anillo de cierre aluminio fundición a presión, junta de EPDM para protección contra polvo y agua. Cuerpo contenedor de empotramiento: anillo aluminio fundición a presión y cilíndrico material termoplástico. Cristal de seguridad templado con resistencia a carga estática de 3500 Kg. Placa porta componentes: acero electrocincado. Reflector: aluminio superpuro. Prensacables PG13,5 de latón niquelado con cable de alimentación de 1m de longitud.



- Instalación: En suelo, empotrado, a través de cuerpo de empotramiento, situándolo en coincidencia con el nivel del suelo y disponiendo entorno a él una colada de cemento, para garantizar un fondo de grava que permita el drenaje y una estanqueidad correctos. Dimensiones cuerpo empotramiento: diámetro 225 mm. h 275 mm.

- Equipo: Cableado situado en el cuerpo de la luminaria para lámpara halógena de 35W y compuesto por un transformador electromagnético.

- Ambiente de utilización: Para exterior
- Montaje: Empotrable en el pavimento
- Dimensiones: D 148mm. H 176
- Colores: Negro

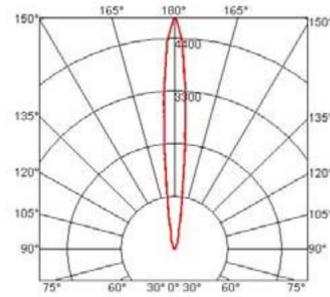
- Lámpara:
 Tipo: QT12 Portalámparas GY6.35
 Potencia: 35 Watt Tensión: 12 Volt
 Flujo luminoso 600 Lm Eficiencia lumínica: 19 Lm/W
 Temperatura del color: 3000 K IRC: 100 Ra
 Duración: 2000 hr



Ejemplo de iluminación

- Características técnicas: Grado de protección: IP 67
- Orientación: Fija
- Simetría de la luz directa: Simétrica
- Disponibilidad de equipos: Incluido

- Montaje del equipo: Incorporado
- Clase de aislamiento: Clase I
- Curva ortogonal:



LÁMPARA PERFORMALUX HPK380 DE PHILIPS

Se emplea en la iluminación interior de las naves.

- Tipo HPK380 (versión equipo grande)
- Lámpara HID:
 - MASTER HPI Plus / E40 / 400 W
 - HPL-N / E40 / 400 W
 - SON / E40 / 400 W
 - MASTER SON / E40 / 250, 400 W (con controlador DynaVision)
- Fluorescente compacta:
 - Sistema MASTER QL / 165 W
- Equipo Electromagnético (bajas pérdidas), 230 ó 240 V / 50 Hz:
 - Paralelo compensado (IC)
 - Arrancador semiparalelo temporizado(ST) Electrónico, 220 - 240 V / 50 - 60 Hz:
 - High Frequency Performer (HFP)
- Óptica Reflector de aluminio (GPK380 R D465)
 Reflector de aluminio (exterior negro, interior blanco, fácil de limpiar)
 (GPK380 WR D465 BK)
 Reflector traslúcido (GPK380 AR D546, GPK380 PC D546)



- Material Equipo: fundición de aluminio
- Reflector: aluminio
- Reflector traslúcido: acrílico o policarbonato
- Cierre: vidrio templado (GC)

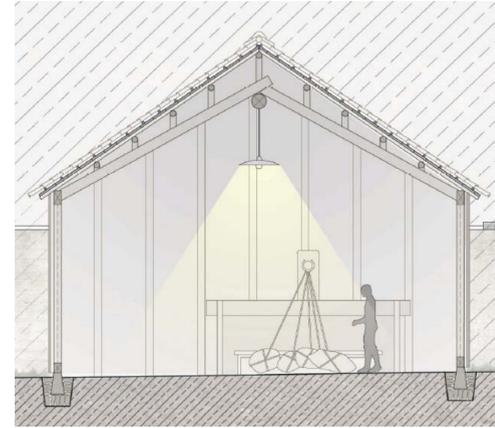
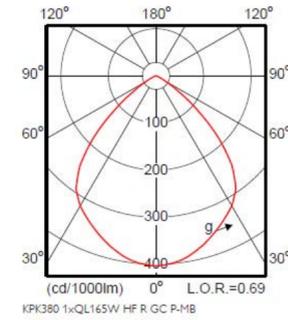
- Instalación Individual; suspendida o adosada directamente al techo

- Accesorios Soporte de montaje individual, soporte de montaje doble, cables de acero, soporte de montaje en catenaria

- Observaciones Versiones listas para instalar (KOMBI), con lámpara(s) incluidas
- Conformidad con normas EN55015 y EN61547

- Aplicaciones principales Industria, tiendas, almacenes de bricolaje, espacios públicos, supermercados/hipermercados

Datos fotométricos



Iluminación interior de las naves

MEMORIA ESTRUCTURAL

Breve reseña

Justificación estructural

Información relativa al material estructural

Cumplimiento del CTE DBSE-M

Cálculo de la estructura

NORMATIVA DE APLICACIÓN

CRITERIOS Y DESCRIPCIÓN GENERAL

DESCRIPCIÓN DEL SISTEMA ESTRUCTURAL

DOCUMENTO BÁSICO DE SEGURIDAD ESTRUCTURAL:
ACCIONES EN LA EDIFICACIÓN

EVALUACIÓN DE CARGAS

CÁLCULO EN CYPECAD METAL 3D

Memoria Estructural

Breve reseña

Una de las características fundamentales de la arquitectura japonesa es la estructura de vigas y pilares en madera. Este tipo de estructura utiliza un sistema de juntas en la que los elementos estructurales se encuentran en ángulo recto y se unen por medio de conexiones de mortaja y espiga con cuñas de madera y clavijas para asegurar las articulaciones. Donde se necesitan piezas largas, se emplean juntas que emplaman piezas cortas de madera.

Piezas metálicas como clavos y los clavijas son a veces utilizadas, pero sólo para unir elementos relativamente pequeños que no tienen función estructural primaria.

Una de las principales características de la construcción en Japón es que es "reversible", en el sentido que puede ser desmontado y vuelto a montar sin que las piezas se dañen. Debido a esta característica, es posible adoptar la técnica de "reparación con desmantelamiento", que es común en la conservación de los edificios en Japón.

El sistema básico de la estructura compuesta de pilares y vigas se conoce como "estructura rígida reticular", y se construye para resistir el momento de flexión de cada articulación, siendo el efecto general del sistema una estructura flexible que permite un cierto grado de flexión y que se balancea en respuesta a las fuerzas laterales externas, sistema muy práctico en un país propenso a los terremotos.

En Japón, con muy pocas excepciones, los edificios han sido tradicionalmente construidos con este tipo de sistema estructural. Entre dichas excepciones se encuentran los almacenes que utilizan una armazón de madera que trabaja como un muro portante. Además, en raros casos, también se han utilizado las estructuras de celosía con diagonales, similares al sistema estructural europeo.

Otra característica fundamental de la arquitectura japonesa es que la estructura en sí es el elemento principal del diseño arquitectónico, donde la estructura no está oculta dentro de las paredes, sino expuesta para expresar la forma y los patrones de la estética del diseño tradicional, una estética basada en el carácter único de la composición geométrica y espacial que da a la arquitectura japonesa un especial sentido de la belleza.

Justificación estructural

Tras el análisis de la tradición constructiva del lugar y de edificios de las similares características al proyectado se observan la variedad de materiales que permiten llegar a ejecutar edificios de estas características. Por ello para proceder al cálculo de la estructura es necesario conocer las prestaciones que nos aporta cada uno de estos elementos constructivos, sus posibilidades de utilización, propiedades y posibilidades de los materiales, así como sus principios fundamentales. Además de todas estas consideraciones, algo importante en la arquitectura es la intuición y el sentido común, para poder llegar a la parte esencial de un buen juicio estructural, y conseguir así buenos conceptos y excelentes diseños. Los utensilios secundarios como ordenadores y los reglamentos sólo están para confirmar lo ya intuido.

La estructura ha sido diseñada modulando todo el edificio para mejorar así el funcionamiento y facilitar la ejecución. Mediante elementos estandarizados y repetitivos se consigue una seriación, que permitirá una construcción en seco y una mayor facilidad de cálculo.

Las estructuras proyectadas quedan descritas en los planos adjuntos a esta memoria y, deberá ser construida y controlada siguiendo lo que en ellos se indica y las normas expuestas según el Código Técnico, el Eurocódigo 5 relativo a estructuras en Madera y en las demás normas de aplicación vigentes. Los planos de estructura exigen necesariamente planos de replanteo estrictamente arquitectónicos y son estos últimos los que fijan la geometría precisa de la obra.

La elección del sistema estructural se entiende como el óptimo para la clase de edificio que se aborda, concordando las luces con las que se trabajan, con el material y la intención de proyecto.

La tipología estructural del edificio es un sistema lineal de vigas y pilares, reforzados con tableros en la cubierta y montantes y diagonales en los tabiques que aportan rigidez a la estructura. Todo ello soportado por una cimentación a base de losa maciza de hormigón armado.

El tipo de cubierta elegida a base de viguetas apoyadas en las vigas y arriostradas mediante unos tableros que a su vez sirven de cubrición, va acorde el con tipo de construcción ligera que se plantea.

Se utilizará para la estructura la madera de cedro (*sugi* en japonés) o cryptomeria Japónica, debido a su buen comportamiento estructural y su arraigo en la construcción tradicional del país.

Se prescindirán de juntas de dilatación en la estructura de madera, ya que, pese a que el cuerpo central de museo es bastante alargado, las deformaciones que pudiesen tener lugar se consideran despreciables.

La construcción con madera es más eficaz cuanto menor sea su peso propio con respecto a las acciones variables, ya que su capacidad de resistir tensiones es mayor si la duración de las mismas es corta (como es el caso del sismo, donde se dan esfuerzos máximos pero con una duración muy breve)

Información relativa al material estructural

Nombre científico:
Cryptomeria japonica

Nombre comercial:
Sugi

Familia:
Taxodiaceae

Nombre común:
Cryptomeria, Cedro japonés, Sugi, Suji

Regiones de distribución:
África, Oceanía y S.E. Asia

Países de la distribución:
China, India, Japón, Sudáfrica, Sri Lanka

Usos Comunes: Construcción de barcos: tablonés, cajas y cajones, construcción de edificios, materiales de construcción, ebanistería, Barriles, sillas, cofres, Construcción, chapas decorativas, mesas, suelos domésticos, pisos, muebles, construcción pesada, construcción de Interior, adornos interiores, Carpintería de madera, armarios de cocina, construcción ligera, tresillos, carpintería, molduras, instrumentos musicales, revestimiento de madera, suelos de parquet, chapa normal, madera contrachapada.

Distribución general: Japón y Taiwán. En Japón se produce de forma natural en bosques puros y mixtos de Kyushu a Honshu a una altura de 400 m.

Duración Natural: Moderadamente durable, la madera tiene algo de resistencia al ataque de insectos. Tiene una resistencia a la intemperie excelente. Contiene resina. La madera es ligera de peso. La densidad es media

Resistencia a la flexión: 35,27MPa
Resistencia a cortante: 6,08 MPa
Resistencia a compresión: 15,9 MPa

Densidad: 384 kg/m³
Dureza: 144 kg
Resistencia al impacto: 38 cm
Fuerza máxima de aplastamiento: 159 kg/cm²
Cizallamiento: 62 kg/cm²
Tenacidad: 109 cm-kg
Trabajo para la carga máxima: 0,49 cm-kg/cm³
Gravedad específica: 0.36
Peso: 384 kg/m³
Contracción Radial: 2%

Los siguientes datos serán valorados del 1 al 10

Color del duramen:
- marrón.....10
- amarillo.....10
- naranja.....10
- verde / gris.....10
- rojo.....9
- negro.....3
- púrpura.....3

Grano:
- cerrado.....4
- uniforme3
- percepción de anillos de crecimiento.....3
- rectitud.....2
- formas onduladas.....2
- moteado.....2

Rayas marrones oscuras y amarillas forman un patrón ondulado en la superficie de la madera y las células de resina del parénquima, en dirección vertical, aportan brillo y un color negro a la madera.

Textura:
- gruesa.....10
- media.....10
- resinosa.....3
- fina.....3
- media.....2

- de fina a media.....2
- de fina a gruesa.....2
- gruesa.....2

Lustre:
- medio.....10
- alto.....4
- ligera lustrosidad.....2

Durabilidad Natural:
- muy durable.....10
- susceptible al ataque de insectos.....10
- resistente a las termitas.....10
- resistente a las polillas.....9
- duradero.....5
- resistente a los escarabajos.....2
- peredecero.....2

Moderadamente durable
La madera es resistente al ataque de insectos

Olor:
- tiene olor.....4

Contenido de resina:
- contiene resina2

Toxicidad:
- tiene algunos efectos tóxicos.....4
- alto.....4
- ligera lustrosidad.....2

Defectos de secado:
- desconchamiento.....7
- resquebrajado.....7
- distorsión.....4

Hay una marcada tendencia de la madera a desconcharse y resquebrajarse, sobre todo en los tamaños más gruesos.

Facilidad de secado:
- lento.....4
- moderadamente difícil a difícil.....4
- rápido.....3

Un secado parcial natural es recomendable antes de proceder al secado en horno.

Velocidad de secado en horno

- normalmente se seca lentamente.....8
- muy lento.....3
- se seca rápidamente.....2
- se seca a una velocidad moderada.....2

Tamaño del árbol

- la longitud del tronco es de 20-30 m.....9
- diámetro del tronco es 300-350 cm.....9
- la altura del árbol es de 50-60 m.....10
- la altura del árbol es de 60-70 m.....8
- diámetro del tronco es 250-300 cm.....7
- la longitud del tronco es 30-40 m.....6
- diámetro del tronco es de 200-250 cm.....5
- diámetro del tronco es de 150-200 cm.....5
- la altura del árbol es de 40-50 m.....4
- diámetro del tronco es de 100-150 cm.....4
- la altura del árbol es 30-40 m.....3
- la altura del árbol es de 20-30 m.....2
- la longitud del tronco es de 10-20 m.....2
- ancho de la albura es de 10-15 cm.....2

Procedencia certificada: moulding

- procedencia certificada.....3

Perforación:

- medianamente fácil a muy fácil.....6
- obtención de buenos resultados5
- medianamente difícil a muy difícil.....3

Resistencia al corte:

- medianamente difícil a muy difícil de aserrar.....10
- fácil de aserrar.....7

Encolado:

- medianamente difícil a muy difícil.....6
- medianamente fácil a muy fácil.....6
- obtención de buenos resultados3
- obtención de muy buenos resultados2

Responde bastante bien al lijado, torneado, taladrado y pulido. Las piezas nudosas pueden requerir algún tipo de atención.

Resistencia a la impregnación:

- duramen resistente.....9
- albura resistente.....9
- el duramen es extremadamente resistente.....3

Respuesta al trabajo manual:

- medianamente fácil a muy fácil de trabajar.....8
- medianamente difícil a muy difícil de trabajar.....8
- fácil de trabajar en máquinas4
- el duramen es extremadamente resistente.....3

Cumplimiento del CTE DBSE-M

Seguridad estructural Madera

Propiedades de los materiales:

Factores de corrección de la resistencia:

Madera maciza:

factor de altura k_h : En piezas de madera aserrada de sección rectangular, si el canto en flexión o la mayor dimensión de la sección en tracción paralela es menor que 150 mm, los valores característicos $f_{m,k}$ y $f_{t,0,k}$ pueden multiplicarse por el factor k_h .

$$k = (150 / h) \leq 1,3$$

siendo:

h canto en flexión o mayor dimensión de la sección en tracción, [mm].

En el caso del proyecto en cuestión la sección de la madera siempre sobrepasa los 150 mm por tanto no se aplica dicho factor de corrección.

Clases de duración de la acciones

Las acciones que solicitan al elemento considerado deben asignarse a una de las clases de duración de la carga establecidas en la tabla:

Tabla 2.2 Clases de duración de las acciones

Clase de duración	Duración aproximada acumulada de la acción en valor característico	Acción
Permanente	más de 10 años	Permanente, peso propio
Larga	de 6 meses a 10 años	Apeos o estructuras provisionales no itinerantes
Media	de una semana a 6 meses	sobrecarga de uso; nieve en localidades de >1000 m
Corta	menos de una semana	viento; nieve en localidades de < 1000 m
Instantánea	algunos segundos	sismo

Clases de servicio

Cada elemento estructural considerado debe asignarse a una de las clases de servicio en función de las condiciones ambientales previstas:

En la ciudad de Handa la media anual de humedad relativa es de un 75.75%, oscilando entre los valores más bajos del 69% en marzo y del 82% de humedad relativa, valores que se alcanzan en septiembre. Tomando en cuenta esto asignaremos una clase de servicio 2: la cual se caracteriza por un contenido de humedad en la madera correspondiente a una temperatura de $20 \pm 2^\circ\text{C}$ y una humedad relativa del aire que sólo exceda el 85% unas pocas semanas al año. En la clase de servicio 2 la humedad de equilibrio higroscópico media en la mayoría de las coníferas no excede el 20%. En esta clase se encuentran, en general, las estructuras de madera a cubierto, pero abiertas y expuestas al ambiente exterior, como es el caso de cobertizos y viseras. Las piscinas cubiertas, debido a su ambiente húmedo, encajan también en esta clase de servicio.

Valor de cálculo de las propiedades del material y de las uniones

El valor de cálculo, X_d , de una propiedad del material (resistencia) se define como:

$$X_d = k_{mod} \cdot \left(\frac{X_k}{\gamma_M} \right)$$

siendo:

X_k valor característico de la propiedad del material;

γ_M coeficiente parcial de seguridad para la propiedad del material en situaciones persistentes y transitorias:

- Madera maciza 1,30

k_{mod} factor de modificación, cuyos valores serían los siguientes, teniendo en cuenta previamente, la clase de duración de la combinación de carga y la clase de servicio.

Material	Norma	Clase de servicio	Clase de duración de la carga				
			Permanente	Larga	Media	Corta	Instantánea
Madera maciza	UNE-EN 14081-1	1	0,60	0,70	0,80	0,90	1,10
		2	0,60	0,70	0,80	0,90	1,10
		3	0,50	0,55	0,65	0,70	0,90

Si una combinación de acciones incluye acciones pertenecientes a diferentes clases de duración, el factor k_{mod} debe elegirse como el correspondiente a la acción de más corta duración.

DURABILIDAD:

- La madera puede sufrir daños causados por agentes bióticos y abióticos. El objetivo de la protección preventiva de la madera es mantener la probabilidad de sufrir daños por este origen en un nivel aceptable.
- El fabricante de un producto indicará, en el envase y documentación técnica del dicho producto, las instrucciones de uso y mantenimiento.

Clases de uso

- 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. De acuerdo a las condiciones proyectuales, se establece procedente la clase de uso 3.2.

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.

Se definirá entonces el tipo de protección frente a agentes bióticos según lo establecido en la tabla a continuación:

Tabla 3.1 Elección del tipo de protección

Clase de uso	Nivel de penetración NP (UNE-EN 351-1)	
1	NP1 ⁽¹⁾	Sin exigencias específicas. Todas las caras tratadas
2	NP1 ⁽²⁾	Sin exigencias específicas. Todas las caras tratadas
3.1	NP2 ⁽³⁾	Al menos 3 mm en la albura de todas las caras de la pieza.
3.2	NP3 ⁽⁴⁾	Al menos 6 mm en la albura de todas las caras de la pieza. Todas las caras tratadas.
4	NP4 ⁽⁵⁾	Al menos 25 mm en todas las caras
	NP5	Penetración total en la albura. Todas las caras tratadas
5	NP6 ⁽⁴⁾	Penetración total en la albura y al menos en 6 mm en la madera de duramen expuesta.

⁽¹⁾ Se recomienda un tratamiento superficial con un producto insecticida
⁽²⁾ El elemento de madera deberá recibir un tratamiento superficial con un producto insecticida y fungicida.
⁽³⁾ Los elementos situados en cubiertas ventiladas se asignarán a la clase 2. En cubiertas no ventiladas, se asignarán a la clase 3.1, salvo que se incorpore una lámina de impermeabilización, en cuyo caso se asignarán a la clase 2. Asimismo, se considerarán de clase 3.1 aquellos casos en los que en el interior de edificaciones exista riesgo de generación de puntos de condensación no evitables mediante medidas de diseño y evacuación de vapor de agua
⁽⁴⁾ Las maderas no durables naturalmente empleadas en estas clases de uso deberán ser maderas impregnables (clase 1 de la norma UNE-EN 350-2).
⁽⁵⁾ Sólo para el caso de madera de sección circular (rollizo).

En el caso de tener que rehabilitar las naves estructuralmente debido al ataque por agentes xilófagos, se deberán incrementar los niveles de protección correspondientes a las clases de uso normales en una categoría. En estos casos se aplicará como mínimo:

a) A los elementos nuevos que se integren en la obra y que no posean una durabilidad natural suficiente para resistir los ataques detectados: tratamiento superficial (NP 2) de carácter insecticida y fungicida en función de las patologías observadas. En los casos en los que se hayan detectado ataques previos por termitas el tratamiento deberá ser en profundidad (NP5), garantizándose que las cabezas de las vigas queden totalmente tratadas en una longitud axial de 50 cm. Además, si durante el proceso de colocación de la madera se realizase un retestado de la madera ya tratada, deberá aplicarse in situ un tratamiento superficial en las testas (NP 2), con un producto protector al menos con carácter insecticida. En el caso de ataque por termitas debe valorarse la conveniencia del empleo adicional de tratamientos de barrera, destinados a proteger el conjunto del edificio, o de tratamientos mediante sistemas de cebos destinados a erradicar la colonia.

b) En el caso de los elementos estructurales existentes, los tratamientos curativos de ataques activos de hongos de pudrición y termitas se realizarán mediante la inyección en profundidad (al menos NP 5) de producto protector para poder impregnar adecuadamente la zona de duramen.

Una vez establecido el nivel de protección, la madera estructural deberá ser impregnada hasta 6 mm en el interior y en todas sus caras. La cryptomeria Japónica, especie utilizada en proyecto, posee el duramen poco impregnable, mientras que su albura es impregnable.

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.

- Si la clase de uso es igual o superior a 3, que es el caso, los elementos estructurales deben estar protegidos frente a los agentes meteorológicos.

-En elementos estructurales situados al exterior deben usarse productos que permitan el intercambio de humedad entre el ambiente y la madera. Se recomienda el empleo de protectores superficiales que no formen una capa rígida permitiendo el intercambio de vapor de agua entre la madera y el ambiente. En el caso de emplear productos que formen una película como las pinturas y los barnices, deberá establecerse y seguirse un programa de mantenimiento posterior.

Revisando las características de la madera a emplear, la cryptomeria japónica, una de sus características es el buen comportamiento que se obtiene frente a la intemperie y los insectos, por lo que a priori no se consideraría necesario ningún tratamiento. Sin embargo, dado que hay situaciones de cobertizos en los que la madera está más a la intemperie, se considera el tratamiento de autoclave. Este tratamiento consiste en introducir la madera en un recinto cerrado herméticamente, donde primero se hace el vacío para eliminar el aire, el agua y las resinas de las células que forman la albura. La madera debe estar seca, a una humedad inferior al 25%. Seguidamente se introduce en el poro abierto los vapores a alta presión de los diferentes productos químicos que protegerán la madera.

Éstos productos penetrarán en más o menos profundidad dependiendo del grosor de la madera. Por lo tanto, es posible que en vigas o tablones gruesos el tratamiento no llegue al centro, y al cortar transversalmente el núcleo quede expuesto a la intemperie sin protección. Por lo que es recomendable darle una mano del mismo producto químico, o bien, tratar en autoclave después de cortar las piezas.

Durabilidad natural e impregnabilidad

- La necesaria definición de la clase resistente en proyecto no implica la especificación de una especie. Cada especie, y en concreto su partes de duramen y albura (a las que llamaremos zonas), tiene asociada lo que se llama durabilidad natural.

- La albura o el duramen de una especie no tiene por qué requerir protección para una determinada clase de uso a pesar de que así lo indicase la tabla 3.1.

- Cada especie y zona tiene también asociada una impregnabilidad, es decir, una cierta capacidad de ser impregnada con mayor o menor profundidad. En caso de que se especifique la especie y zona, debe comprobarse que el tratamiento prescrito al elemento es compatible con su impregnabilidad.

- En el caso de que el tratamiento altere el contenido de humedad la madera, en obra debe constatarse que se entrega el producto conforme a los requisitos del proyecto.

- La durabilidad natural de cada especie se define en la norma UNE-EN 350.

Según los datos obtenidos de la especie a emplear en proyecto, se considera nuestra madera muy durable.

MATERIALES

Madera maciza

- Los materiales empleados en las estructuras de madera, así como los adhesivos y uniones, se les asignan una clase resistente y su adecuación a la clase de servicio que realizan.

- La madera aserrada, para su uso en estructuras, estará clasificada quedando asignada a una clase resistente

- Las clases resistentes son:

a) para coníferas y chopo: C14, C16, C18, C20, C22, C24, C27, C30, C35, C40, C45 y C50;

b) para frondosas: D30, D35, D40, D50, D60 y D70.

en las cuales los números indican el valor de la resistencia característica a flexión, $f_{m,k}$, expresada en N/mm².

La clase resistente será aportada por el suministrador, sin embargo, revisando las propiedades mecánicas de la especie de proyecto **la clase resistente a emplear será la C16.**

Uniones

Uniones tradicionales

Las uniones tradicionales, también denominadas carpinteras o uniones por contacto, transmiten las fuerzas mediante tensiones de compresión localizada y de cortante entre las mismas piezas de madera mediante el corte y mecanización adecuados. El material aportado (generalmente herrajes en forma de pletinas y otros elementos de fijación) es muy reducido y su función es la de mantener en posición las uniones. En algunos casos pueden servir para refuerzo de la unión o para resistir una inversión de la sollicitación.

Se deberá colocar al menos un perno por unión para tratar de evitar los desajustes por movimientos higrométricos y preveer el efecto de una inversión de esfuerzos. En el caso de uniones de empalme a tope y en prolongación entre piezas sometidas a compresión (superficie de contacto perpendicular a la fibra) el valor de la resistencia de cálculo $f_{c,0,d}$ se limitará multiplicándolo por el factor 0,8.

Encuentro oblicuo: tensión en compresión oblicua deducida con valores de $f_{c,d,0}$ reducidos por 0,8.

Cálculo de la estructura

NORMATIVA DE APLICACIÓN

- Seguridad Estructural CTE DB-SE
- Acciones en la Edificación CTE DB-SE-AE
- Seguridad Estructural: Madera CTE DB SE-M
- Eurocódigo EN 1995 – 1: 2004 (E)
- Sismo : NCSE- 02

CRITERIOS Y DESCRIPCIÓN GENERAL

La estructura se ha calculado con el programa Cypecad Metal 3D.

Estructuralmente el edificio se distingue en dos tipos: el del bar y el restaurant, los cuales constan de pórticos de 5 vanos, y el del museo, el cual se compone de pórticos muy alargados, de 23 vanos. A su vez, en cada una de las piezas exentas, hay un elemento que tiene una altura aprox. 0,5 veces mayor a la altura estandar de proyecto.

En el caso del museo, al ser una pieza tan alargada se planteó el colocar juntas de dilatación, sin embargo teniendo en cuenta el material con el que se realiza, la madera y su comportamiento a estos efectos, se decide por considerar la posible deformación despreciable y no colocar juntas.

Se ha diseñado la estructura de tal forma que no se produzcan en el edificio, o partes del mismo, daños que tengan su origen o afecten a la cimentación, los soportes, las vigas y otros elementos estructurales, y que comprometan directamente la resistencia mecánica y la estabilidad del edificio.

DESCRIPCIÓN DEL SISTEMA ESTRUCTURAL

Cimentación

Se ha considerado las acciones que actúan sobre el edificio soportado según el documento DB-SE-AE y las acciones geotécnicas que transmiten o generan a través del terreno en que se apoya según el documento DB-SE-

- Tensión admisible en situaciones persistentes: 1,50 kp/cm²
- Tensión admisible en situaciones accidentales: 2,90 kp/cm²

Datos geotécnicos

El análisis y dimensionamiento de la cimentación exige el conocimiento previo de las características del terreno de apoyo, la tipología del edificio previsto y el entorno dónde se ubica la construcción. Se ha tomado como referencia:

Cota de cimentación: estrato resistente a la cota -3.00

Estrato previsto para cimentar: suelo arcilloso semiduro (gravas).

Nivel freático: a -2.00 m

El conjunto estructural está apoyando en la cimentación garantizando un comportamiento adecuado a las solicitaciones existentes. La cimentación se realizará con una losa de hormigón armado de 25 cm. HA-25 N/mm² de resistencia característica, con un nivel de control normal, según lo especificado en la Instrucción

de Hormigón Estructural EHE-08. La armadura de cimentación se proyecta con acero B-500 SD.

Estructura portante del edificio

La estructura está formada por pilares y vigas de madera aserrada (especie cryptomeria japónica), atados entre sí por zunchos y tabiques colaborantes. La cubierta se conforma principalmente por un panel sándwich.

DOCUMENTO BÁSICO DE SEGURIDAD ESTRUCTURAL: ACCIONES EN LA EDIFICACIÓN

ÁMBITO DE APLICACIÓN

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

Están fuera del alcance de este Documento Básico las acciones y las fuerzas que actúan sobre elementos tales como aparatos elevadores o puentes grúa, o construcciones como los silos o los tanques.

En general, las fuerzas de rozamiento no se definen en este Documento Básico, ya que se consideran como efectos de las acciones.

Salvo que se indique lo contrario, todos los valores tienen el sentido de característicos.

Los tipos de acciones y su tratamiento se establecen en el DB-SE

PRESCRIPCIONES APLICABLES CONJUNTAMENTE CON DB-SE

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

apartado		Procede	No procede
DB-SE	3.1.1 Seguridad estructural:	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
DB-SE-AE	3.1.2. Acciones en la edificación	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
DB-SE-C	3.1.3. Cimentaciones	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
DB-SE-A	3.1.7. Estructuras de acero	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
DB-SE-F	3.1.8. Estructuras de fábrica	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
DB-SE-M	3.1.9. Estructuras de madera	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Deberán tenerse en cuenta, además, las especificaciones de la normativa siguiente:

apartado		Procede	No procede
NCSE	3.1.4. Norma de construcción sismorresistente	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
EHE	3.1.5. Instrucción de hormigón estructural	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

EVALUACIÓN DE CARGAS

Mayoración de acciones:

Peso propio y acciones permanentes: $\gamma_G = 1,35$

Acciones variables: $\gamma_Q = 1,5$

ACCIONES PERMANENTES

El peso propio que se ha tenido en cuenta es el de los elementos estructurales y la cubierta. El valor característico del peso propio de los elementos constructivos, se ha determinado, en general, como su valor medio obtenido a partir de las dimensiones nominales y de los pesos específicos medios.

ACCIONES VARIABLES

SOBRECARGA DE USO: La sobrecarga de uso es el peso de todo lo que puede gravitar sobre el edificio por razón de su uso. Se considerará la cubierta accesible únicamente para conservación

Peso específico de la cryptomeria japónica: cedro 3,84 kN/m³

El ámbito de carga son 3,6 m

Siguiendo con el CTE DB SE-AE, se han tenido en cuenta las siguientes cargas:

ACCIONES PERMANENTES	
Peso propio viga*	0,055 kN/m
Peso viguetas **	0,07 kN/m ²
Peso Tablero	0,55 kN/m ²
Peso Rastreles	0,05 kN/m ²
Peso Tejas de pizarra solape doble	0,30 kN/m ²
Total Peso propio:	1,03 kN/m²
ACCIONES VARIABLES	
Sobrecarga de uso: Cubiertas accesibles únicamente para conservación	1 kN/m ²
Nieve ***	0,6 kN/m ²
Total Acciones variables:	1,6 kN/m²
Total:	2,63 kN/m²

* Para calcular el peso de la viga, primero se pasó el peso de la madera a una carga lineal de acuerdo a las dimensiones de la viga y luego se multiplicó por el ámbito para hacerla una carga repartida, al igual que los demás valores.

**Para calcular el peso de las viguetas se ha tomado 1/8 (proporción que ocupan en planta las viguetas de 0,075 m de ancho repartidas cada 0,6 m) del peso de una plancha de madera sobre las vigas de canto 0,15m (canto de las viguetas)

***Para hallar el valor característico de la carga de nieve, se han tomado los valores de Madrid, ya que se considera que en Nagoya puedan darse condiciones similares.

VIENTO

La distribución y el valor de las presiones que ejerce el viento sobre un edificio y las fuerzas resultantes dependen de la forma y de las dimensiones de la construcción, de las características y de la permeabilidad de su superficie, así como de la dirección, de la intensidad y del racheo del viento.

Las disposiciones de este Documento Básico no son aplicables a los edificios situados en altitudes superiores a 2.000 m. En estos casos, las presiones del viento se deben establecer a partir de datos empíricos disponibles

En general, los edificios ordinarios no son sensibles a los efectos dinámicos del viento. Este Documento Básico no cubre las construcciones de esbeltez superior a 6, en las que sí deben tenerse en cuenta dichos efectos.

Acción del viento:

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

$$q_e = q_b \cdot c_e \cdot c_p \quad (3.1)$$

Siendo:

q_b : la presión dinámica del viento. El viento en Handa tiene una velocidad que ronda los 9 m/s, sin embargo, en determinadas épocas del año hay riesgo de tifones por lo que adoptaremos el valores más alto y nos situaremos en la zona C del plano del DB SE-AE en donde se considera que la velocidad ronda los 29 m/s (presión dinámica de 0,52 kN/m²).

c_e : el coeficiente de exposición, variable con la altura del punto considerado, en función del grado de aspereza del entorno donde se encuentra ubicada la construcción. Se determina de acuerdo con lo establecido en 3.3.3. En zonas urbanas o industriales puede considerarse a una altura de 3 m (la media de la altura máxima de la nueva edificación) un valor de 1,3.

c_p el coeficiente eólico o de presión, dependiente de la forma y orientación de la superficie respecto al viento, y en su caso, de la situación del punto respecto a los bordes de esa superficie; un valor negativo indica succión. Su valor se establece en los apartados de cálculo de coeficiente eólico de edificios de pisos y coeficiente de construcciones diáfanos.

Los efectos dinámicos del viento no son considerados, ya que la altura de las edificaciones es pequeña en función a su ocupación en planta. Para el cálculo del c_p se ha simplificado la estructura al modelo que ofrece el CT de Cubierta a un Agua en el que la dirección del viento actúa con una inclinación de 135° a 225°. Considerando las situaciones más desfavorables para el pórtico se adoptan coeficientes de valor -2,4 para las esquinas del pórtico y -1,3 para la zona central.

ACCIONES ACCIDENTALES

SISMO

Debido a la ubicación del edificio en un país como Japón, es imprescindible calcular, aunque sea de forma estimada, utilizando la normativa española, la resistencia frente a sismo de la construcción.

Se ha adoptado como valor de la aceleración 5,0 m/s², un valor mayor al que se da en España y del orden de magnitud de los registrados en Japón.

Según la NORMA DE CONSTRUCCIÓN SISMORRESISTENTE:

Se considera en el proyecto en cuestión se enmarca dentro de las características de las construcciones de importancia normal (Aquellas cuya destrucción por el terremoto pueda ocasionar víctimas, interrumpir un servicio para la colectividad, o producir importantes pérdidas económicas, sin que en ningún caso se trate de un servicio imprescindible ni pueda dar lugar a efectos catastróficos.)

Aceleración sísmica de cálculo:

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

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

donde:

a_b : Aceleración sísmica básica 0,5 g

ρ : Coeficiente adimensional de riesgo, función de la probabilidad aceptable de que se exceda a en el período de vida para el que se proyecta la construcción. Para construcciones de importancia normal $\rho = 1,0$

S : Coeficiente de amplificación del terreno

Para $0,1g < \rho \cdot a_b < 0,4g$

$$S = C / (1,25 + 3,33 (\rho \cdot (a_b/g) - 0,1) (1 - (C / 1,25)))$$

Nos encontramos en el caso del terreno tipo II:

Roca muy fracturada, suelos granulares densos o cohesivos duros. Velocidad de propagación de las ondas elásticas transversales o de cizalla, $750 \text{ m/s} \geq v_s > 400 \text{ m/s}$.

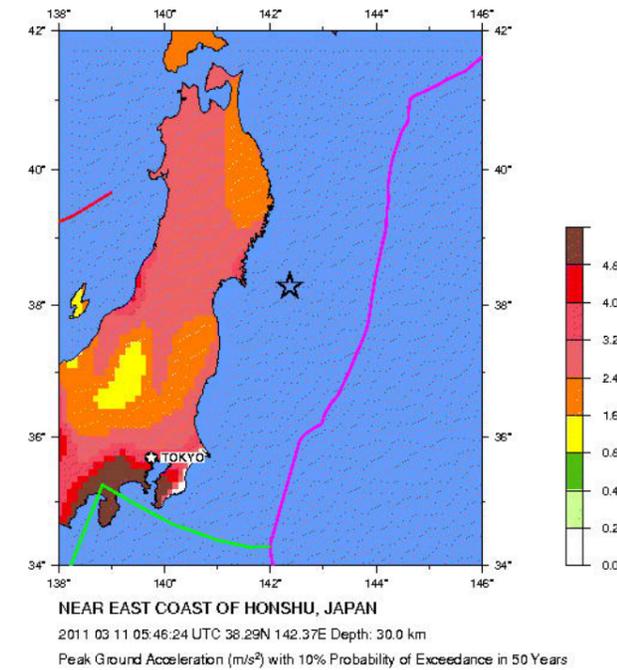
$$S = 1,3 / (1,25 + 3,33 (1 \cdot (0,5) - 0,1) (1 - (1,3 / 1,25)))$$

$$S = 1,09$$

$$a_c = 1,09 \cdot 1 \cdot 0,5g = 0,545g$$

Ductilidad del suelo: baja $\mu=2$

Tipo de cálculo: Modal espectral, utilización del programa de cálculo Cypecad Metal 3D.



TIPO DE TERRENO	COEFICIENTE C
I	1,0
II	1,3
III	1,6
IV	2,0

CÁLCULO EN CYPECAD METAL 3D

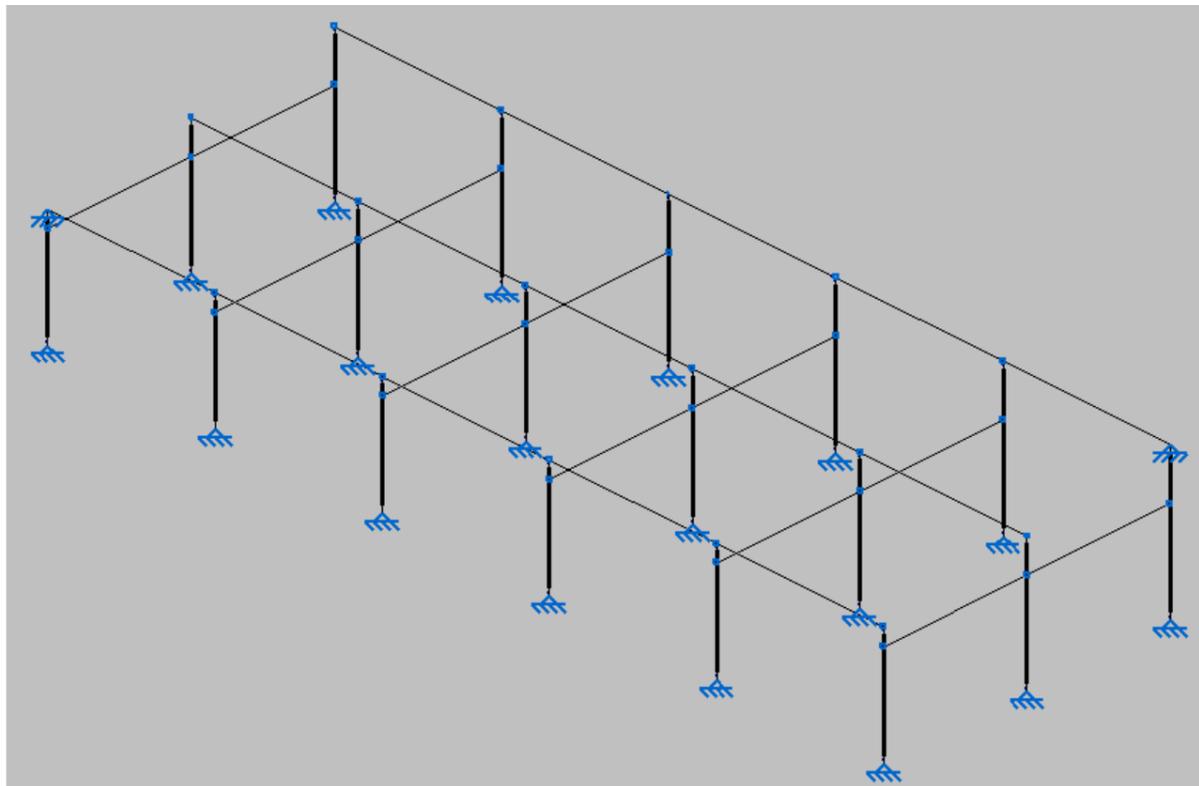
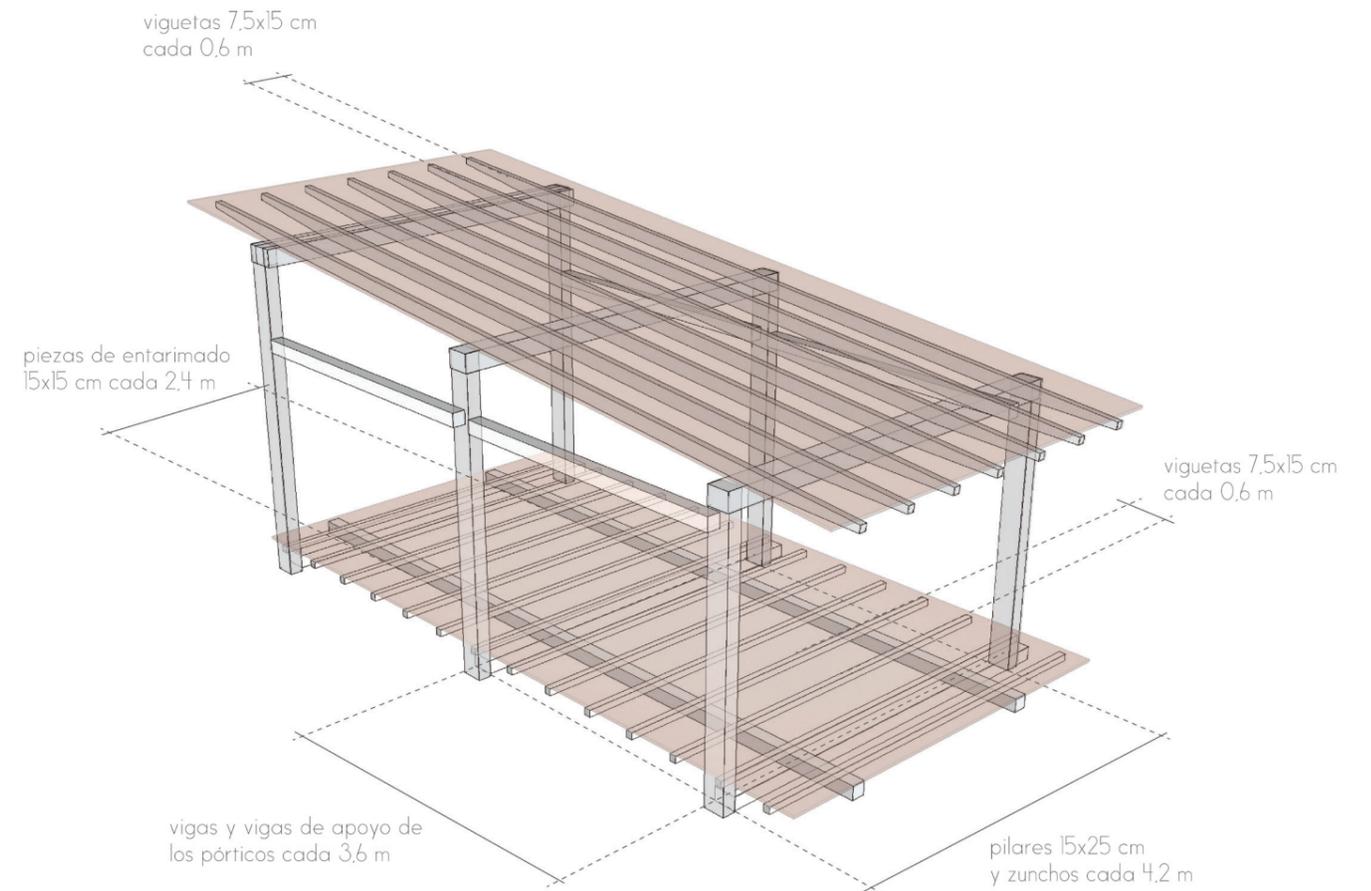
Para calcular la estructura se ha utilizado el programa Cypecad Metal 3D, con las siguientes consideraciones:

-Se ha simplificado el cálculo tomando como referencia una estructura de 5 vanos y 3 crujías (módulo de proyecto que aparece en el restaurant, bar y ciertas partes del museo (ver Memoria Constructiva).

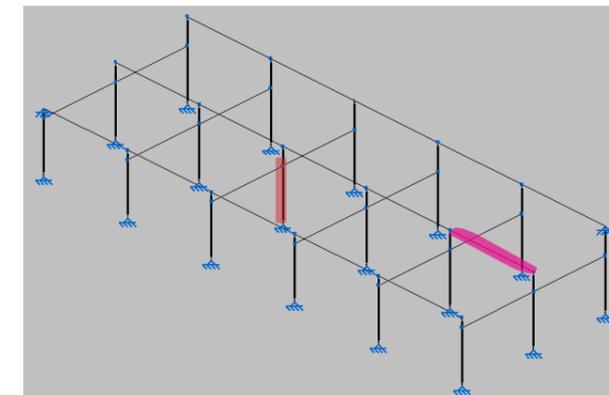
- Para el cálculo del sismo se ha empleado la normativa internacional, con un análisis modal.

- La modelización de la estructura se ha realizado de la siguiente manera: Siendo consecuentes con la idea de proyecto y la tradición japonesa, se proponen juntas carpinteras para facilitar el montaje de la estructura y su desmantelamiento si es necesario, por tanto, para reflejar estas condiciones en el cálculo, todas las uniones viga-pilar se consideran articulaciones al igual que las del pilar con la cimentación (en donde el detalle se resuelve con un encuentro de los pilares con una viga de madera que apoya en la cimentación, para más información consultar la Memoria Constructiva). Se considera que son los zunchos de atado, los tabiques de arriostamiento y el tablero de cubierta los que atan la estructura y aportan rigidez a la misma, por tanto las uniones zuncho-pilar son modelizadas como empotramientos, y se abstraen los tabiques y la cubierta por dos apoyos en los extremos del modelo a calcular (tener en cuenta que la distancia mínima entre tabiques es la de 5 vanos).

- Se ha dividido cada viga en dos tramos: uno de 12,6 m y el otro de 8,4 m considerando las limitaciones de los largos que puedan ser suministrados. se refleja mediante una articulación que recoge el nudo entero.



Modelización de la estructura en el programa Cypecad Metal 3D



Pilar, zuncho y tramo de viga más desfavorables.

Producido por una versión no profesional de CYPE

Barra N21/N23

Perfil: R 250x250							
Material: Madera (C16)							
	Nudos		Longitud (m)	Características mecánicas			
	Inicial	Final		Área (cm ²)	I _y ⁽¹⁾ (cm ⁴)	I _z ⁽¹⁾ (cm ⁴)	I _t ⁽²⁾ (cm ⁴)
	N21	N23	4.200	625.00	32552.08	32552.08	54687.50
Notas: ⁽¹⁾ Inercia respecto al eje indicado ⁽²⁾ Momento de inercia a torsión uniforme							
		Pandeo		Pandeo lateral			
		Plano XY	Plano XZ	Ala sup.	Ala inf.		
β	1.00		1.00	0.00	0.00		
L _K	4.200		4.200	0.000	0.000		
C _m	1.000		1.000	1.000	1.000		
Notación: β: Coeficiente de pandeo L _K : Longitud de pandeo (m) C _m : Coeficiente de momentos							
Situación de incendio							
Resistencia requerida: R30							

Barra	COMPROBACIONES (EUROCÓDIGO 5 EN 1995-1-1: 2004 + A1:2008) - TEMPERATURA AMBIENTE											Estado
	N _{t,0,d}	N _{c,0,d}	M _{y,d}	M _{z,d}	V _{y,d}	V _{z,d}	M _{K,d}	M _{y,d} M _{z,d}	N _{t,0,d} M _{y,d} M _{z,d}	N _{c,0,d} M _{y,d} M _{z,d}	M _{K,d} V _{y,d} V _{z,d}	
N21/N23	η < 0.1	η = 0.3	x: 0 m η = 99.2	x: 1.84 m η = 4.1	x: 4.2 m η = 2.1	x: 0 m η = 56.1	N.P. ⁽¹⁾	x: 0 m η = 99.2	x: 2.62 m η = 13.8	x: 0 m η = 99.5	N.P. ⁽²⁾	CUMPLE η = 99.5
Comprobaciones que no proceden (N.P.): ⁽¹⁾ La comprobación no procede, ya que no hay momento torsor. ⁽²⁾ La comprobación no procede, ya que la barra no está sometida a momento torsor ni a esfuerzo cortante.												
Barra	COMPROBACIONES (EUROCÓDIGO 5 EN 1995-1-1: 2004 + A1:2008) - SITUACIÓN DE INCENDIO											Estado
	N _{t,0,d}	N _{c,0,d}	M _{y,d}	M _{z,d}	V _{y,d}	V _{z,d}	M _{K,d}	M _{y,d} M _{z,d}	N _{t,0,d} M _{y,d} M _{z,d}	N _{c,0,d} M _{y,d} M _{z,d}	M _{K,d} V _{y,d} V _{z,d}	
N21/N23	N.P. ⁽¹⁾	η = 0.1	x: 0 m η = 36.7	x: 4.2 m η = 0.1	η < 0.1	x: 0 m η = 15.6	N.P. ⁽²⁾	x: 0 m η = 36.7	N.P. ⁽³⁾	x: 0 m η = 36.8	N.P. ⁽⁴⁾	CUMPLE η = 36.8
Comprobaciones que no proceden (N.P.): ⁽¹⁾ La comprobación no procede, ya que no hay axil de tracción. ⁽²⁾ La comprobación no procede, ya que no hay momento torsor. ⁽³⁾ La comprobación no procede, ya que no hay interacción entre axil de tracción y momento flector para ninguna combinación. ⁽⁴⁾ La comprobación no procede, ya que la barra no está sometida a momento torsor ni a esfuerzo cortante.												
Notación: N _{t,0,d} : Resistencia a tracción uniforme paralela a la fibra N _{c,0,d} : Resistencia a compresión uniforme paralela a la fibra M _{y,d} : Resistencia a flexión en el eje y M _{z,d} : Resistencia a flexión en el eje z V _{y,d} : Resistencia a cortante en el eje y V _{z,d} : Resistencia a cortante en el eje z M _{K,d} : Resistencia a torsión M _{y,d} M _{z,d} : Resistencia a flexión esviada N _{t,0,d} M _{y,d} M _{z,d} : Resistencia a flexión y tracción axial combinadas N _{c,0,d} M _{y,d} M _{z,d} : Resistencia a flexión y compresión axial combinadas M _{K,d} V _{y,d} V _{z,d} : Resistencia a cortante y torsor combinados x: Distancia al origen de la barra η: Coeficiente de aprovechamiento (%) N.P.: No procede												

Producido por una versión no profesional de CYPE
Resistencia a tracción uniforme paralela a la fibra - Temperatura ambiente (Eurocódigo 5 EN 1995-1-1: 2004 + A1:2008: 6.1.2)

Se debe satisfacer:

$$\eta = \frac{\sigma_{t,0,d}}{f_{t,0,d}} \leq 1 \quad \eta < \underline{0.001} \quad \checkmark$$

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce para la combinación de acciones G+1.5·viento.

Donde:

σ_{t,0,d}: Tensión de cálculo a tracción paralela a la fibra, dada por:

σ_{t,0,d} : 0.02 kp/cm²

$$\sigma_{t,0,d} = N_{t,0,d} / A$$

Donde:

N_{t,0,d}: Tracción axial de cálculo paralela a la fibra

N_{t,0,d} : 0.010 t

A: Área de la sección transversal

A : 625.00 cm²

f_{t,0,d}: Resistencia de cálculo a tracción paralela a la fibra, dada por:

f_{t,0,d} : 70.57 kp/cm²

$$f_{t,0,d} = k_{mod} \cdot k_h \cdot f_{t,0,k} / \gamma_M$$

Donde:

k_{mod}: Factor de modificación por la duración de la carga (Corta duración) y el contenido de humedad (Clase de servicio 2)

k_{mod} : 0.90

k_h: Factor de altura, dado por:

k_h : 1.00

Para cantos (flexión) o anchos (tracción) de piezas rectangulares de madera maciza superiores o iguales a 150 mm:

$$k_h = 1.0$$

f_{t,0,k}: Resistencia característica a tracción paralela a la fibra

f_{t,0,k} : 101.94 kp/cm²

γ_M: Coeficiente parcial para las propiedades del material

γ_M : 1.30

Resistencia a compresión uniforme paralela a la fibra - Temperatura ambiente (Eurocódigo 5 EN 1995-1-1: 2004 + A1:2008: 6.1.4 - 6.3.2)

Se debe satisfacer:

Resistencia de la sección transversal a compresión

$$\eta = \frac{\sigma_{c,0,d}}{f_{c,0,d}} \leq 1 \quad \eta : \underline{0.002} \quad \checkmark$$

Resistencia a pandeo por flexión en el eje y

$$\eta = \frac{\sigma_{c,0,d}}{\chi_{c,y} \cdot f_{c,0,d}} \leq 1 \quad \eta : \underline{0.003} \quad \checkmark$$

Resistencia a pandeo por flexión en el eje z

$$\eta = \frac{\sigma_{c,0,d}}{\chi_{c,z} \cdot f_{c,0,d}} \leq 1 \quad \eta : \underline{0.003} \quad \checkmark$$

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce para la combinación de acciones 1.35·G+1.5·uso+0.75·nieve.

Donde:

σ_{c,0,d}: Tensión de cálculo a compresión paralela a la fibra, dada por:

σ_{c,0,d} : 0.18 kp/cm²

$$\sigma_{c,0,d} = |N_{c,0,d}| / A$$

Producido por una versión no profesional de CYPE

Producido por una versión no profesional de CYPE

Producido por una versión no profesional de CYPE

Donde:

$N_{c,0,d}$: Compresión axial de cálculo paralela a la fibra
A: Área de la sección transversal

$f_{c,0,d}$: Resistencia de cálculo a compresión paralela a la fibra, dada por:

$$f_{c,0,d} = k_{mod} \cdot f_{c,0,k} / \gamma_M$$

Donde:

k_{mod} : Factor de modificación por la duración de la carga (Duración media) y el contenido de humedad (Clase de servicio 2)
 $f_{c,0,k}$: Resistencia característica a compresión paralela a la fibra
 γ_M : Coeficiente parcial para las propiedades del material

Resistencia a pandeo: (Eurocódigo 5 EN 1995-1-1: 2004 + A1:2008: 6.3.2)

k_c : Factor de inestabilidad, dado por:

$$\chi_c = \frac{1}{k + \sqrt{k^2 - \lambda_{rel}^2}}$$

Donde:

$$k = 0.5 \cdot (1 + \beta_c \cdot (\lambda_{rel} - 0.3) + \lambda_{rel}^2)$$

Donde:

β_c : Factor asociado a la rectitud de las piezas
 λ_{rel} : Esbeltez relativa, dada por:

$$\lambda_{rel} = \frac{\lambda}{\pi} \cdot \sqrt{\frac{f_{c,0,k}}{E_{0,05}}}$$

Donde:

$E_{0,05}$: Valor del quinto percentil del módulo de elasticidad paralelo a la fibra
 $f_{c,0,k}$: Resistencia característica a compresión paralela a la fibra
 λ : Esbeltez mecánica, dada por:

$$\lambda = \frac{L_k}{i}$$

Donde:

L_k : Longitud de pandeo de la barra

i : Radio de giro

$$N_{c,0,d} : \frac{0.115}{t}$$

$$A : \frac{625.00}{cm^2}$$

$$f_{c,0,d} : \frac{106.64}{kp/cm^2}$$

$$k_{mod} : \frac{0.80}{}$$

$$f_{c,0,k} : \frac{173.29}{kp/cm^2}$$

$$\gamma_M : \frac{1.30}{}$$

$$k_{c,y} : \frac{0.66}{}$$

$$k_{c,z} : \frac{0.66}{}$$

$$k_y : \frac{1.11}{}$$

$$k_z : \frac{1.11}{}$$

$$\beta_c : \frac{0.20}{}$$

$$\lambda_{rel,y} : \frac{1.04}{}$$

$$\lambda_{rel,z} : \frac{1.04}{}$$

$$E_{0,05} : \frac{55045.87}{kp/cm^2}$$

$$f_{c,0,k} : \frac{173.29}{kp/cm^2}$$

$$\lambda_y : \frac{58.20}{}$$

$$\lambda_z : \frac{58.20}{}$$

$$L_{k,y} : \frac{4200.00}{mm}$$

$$L_{k,z} : \frac{4200.00}{mm}$$

$$i_y : \frac{72.17}{mm}$$

$$i_z : \frac{72.17}{mm}$$

Producido por una versión no profesional de CYPE

Resistencia a flexión en el eje y - Temperatura ambiente (Eurocódigo 5 EN 1995-1-1: 2004 + A1:2008: 6.1.6 - 6.3.3)

Se debe satisfacer:

Resistencia de la sección transversal a flexión:

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

$$\eta : \frac{0.992}{}$$



El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N21, para la combinación de acciones 1.35·G+1.5·uso+0.75·nieve.

No se comprueba la resistencia a vuelco lateral, ya que el módulo resistente elástico de la sección respecto al eje y es inferior o igual al módulo resistente elástico respecto al eje z.

Resistencia de la sección transversal a flexión:

$\sigma_{m,d}$: Tensión de cálculo a flexión, dada por:

$$\sigma_{m,y,d}^+ : \frac{7.34}{kp/cm^2}$$

$$\sigma_{m,y,d}^- : \frac{99.60}{kp/cm^2}$$

$$\sigma_{m,d} = |M_d| / W_{el}$$

Donde:

M_d : Momento flector de cálculo

W_{el} : Módulo resistente elástico de la sección transversal

$f_{m,d}$: Resistencia de cálculo a flexión, dada por:

$$M_{y,d}^+ : \frac{0.191}{t \cdot m}$$

$$M_{y,d}^- : \frac{2.594}{t \cdot m}$$

$$W_{el,y} : \frac{2604.17}{cm^3}$$

$$f_{m,y,d}^+ : \frac{112.91}{kp/cm^2}$$

$$f_{m,y,d}^- : \frac{100.37}{kp/cm^2}$$

$$f_{m,d} = k_{mod} \cdot k_h \cdot f_{m,k} / \gamma_M$$

Donde:

k_{mod} : Factor de modificación para la duración de la carga y el contenido de humedad

$$k_{mod}^+ : \frac{0.90}{}$$

$$k_{mod}^- : \frac{0.80}{}$$

Donde:

Clase de duración de la carga

Clase⁺: Corta duración

Clase⁻: Duración media

Clase de servicio

Clase: 2

$f_{m,k}$: Resistencia característica a flexión

$$f_{m,k} : \frac{163.10}{kp/cm^2}$$

k_h : Factor de altura, dado por:

$$k_h : \frac{1.00}{}$$

Para cantos (flexión) o anchos (tracción) de piezas rectangulares de madera maciza superiores o iguales a 150 mm:

$$k_h = 1.0$$

γ_M : Coeficiente parcial para las propiedades del material

$$\gamma_M : \frac{1.30}{}$$

Producido por una versión no profesional de CYPE

Producido por una versión no profesional de CYPE

Producido por una versión no profesional de CYPE

Producido por una versión no profesional de CYPE
Resistencia a flexión en el eje z - Temperatura ambiente (Eurocódigo 5 EN 1995-1-1: 2004 + A1:2008: 6.1.6 - 6.3.3)

Se debe satisfacer:

Resistencia de la sección transversal a flexión:

$$\eta = \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,z,d}} \leq 1 \quad \eta : \underline{0.041} \quad \checkmark$$

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en un punto situado a una distancia de 1.838 m del nudo N21, para la combinación de acciones G+1.5·viento.

No se comprueba la resistencia a vuelco lateral, ya que el módulo resistente elástico de la sección respecto al eje z es inferior o igual al módulo resistente elástico respecto al eje y.

Resistencia de la sección transversal a flexión:

$\sigma_{m,d}$: Tensión de cálculo a flexión, dada por:

$$\sigma_{m,d} = |M_d| / W_{el}$$

Donde:

M_d : Momento flector de cálculo

W_{el} : Módulo resistente elástico de la sección transversal

$f_{m,d}$: Resistencia de cálculo a flexión, dada por:

$$f_{m,d} = k_{mod} \cdot k_h \cdot f_{m,k} / \gamma_M$$

Donde:

k_{mod} : Factor de modificación para la duración de la carga y el contenido de humedad

Donde:

Clase de duración de la carga

Clase de servicio

$f_{m,k}$: Resistencia característica a flexión

k_h : Factor de altura, dado por:

Para cantos (flexión) o anchos (tracción) de piezas rectangulares de madera maciza superiores o iguales a 150 mm:

$$k_h = 1.0$$

γ_M : Coeficiente parcial para las propiedades del material

$$\sigma_{m,z,d}^+ : \underline{4.62} \text{ kp/cm}^2$$

$$\sigma_{m,z,d}^- : \underline{0.61} \text{ kp/cm}^2$$

$$M_{z,d}^+ : \underline{0.120} \text{ t}\cdot\text{m}$$

$$M_{z,d}^- : \underline{0.016} \text{ t}\cdot\text{m}$$

$$W_{el,z} : \underline{2604.17} \text{ cm}^3$$

$$f_{m,z,d}^+ : \underline{112.91} \text{ kp/cm}^2$$

$$f_{m,z,d}^- : \underline{138.01} \text{ kp/cm}^2$$

$$k_{mod}^+ : \underline{0.90}$$

$$k_{mod}^- : \underline{1.10}$$

$$\text{Clase}^+ : \underline{Corta\ duraci3n}$$

$$\text{Clase}^- : \underline{Instant3nea}$$

$$\text{Clase} : \underline{2}$$

$$f_{m,k} : \underline{163.10} \text{ kp/cm}^2$$

$$k_h : \underline{1.00}$$

$$\gamma_M : \underline{1.30}$$

Resistencia a cortante en el eje y - Temperatura ambiente (Eurocódigo 5 EN 1995-1-1: 2004 + A1:2008: 6.1.7)

Se debe satisfacer:

$$\eta = \frac{\tau_{y,d}}{f_{v,d}} \leq 1 \quad \eta : \underline{0.021} \quad \checkmark$$

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N23, para la combinación de acciones 1.35·G+1.5·viento+0.75·nieve.

Donde:

τ_d : Tensión de cálculo a cortante, dada por:

$$\tau_{y,d} : \underline{0.48} \text{ kp/cm}^2$$

$$\tau_d = \frac{3}{2} \cdot \frac{|V_d|}{A \cdot k_{cr}}$$

Donde:

V_d : Cortante de cálculo

$$V_{y,d} : \underline{0.134} \text{ t}$$

A : Área de la sección transversal

$$A : \underline{625.00} \text{ cm}^2$$

k_{cr} : Factor que tiene en cuenta la influencia de las fendas

$$k_{cr} : \underline{0.67}$$

$f_{v,d}$: Resistencia de cálculo a cortante, dada por:

$$f_{v,d} : \underline{22.58} \text{ kp/cm}^2$$

$$f_{v,d} = k_{mod} \cdot f_{v,k} / \gamma_M$$

Donde:

k_{mod} : Factor de modificación por la duración de la carga (Corta duración) y el contenido de humedad (Clase de servicio 2)

$$k_{mod} : \underline{0.90}$$

$f_{v,k}$: Resistencia característica a cortante

$$f_{v,k} : \underline{32.62} \text{ kp/cm}^2$$

γ_M : Coeficiente parcial para las propiedades del material

$$\gamma_M : \underline{1.30}$$

Resistencia a cortante en el eje z - Temperatura ambiente (Eurocódigo 5 EN 1995-1-1: 2004 + A1:2008: 6.1.7)

Se debe satisfacer:

$$\eta = \frac{\tau_{z,d}}{f_{v,d}} \leq 1 \quad \eta : \underline{0.561} \quad \checkmark$$

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N21, para la combinación de acciones 1.35·G+1.5·uso+0.75·nieve.

Donde:

τ_d : Tensión de cálculo a cortante, dada por:

$$\tau_{z,d} : \underline{11.25} \text{ kp/cm}^2$$

$$\tau_d = \frac{3}{2} \cdot \frac{|V_d|}{A \cdot k_{cr}}$$

Donde:

V_d : Cortante de cálculo

$$V_{z,d} : \underline{3.142} \text{ t}$$

A : Área de la sección transversal

$$A : \underline{625.00} \text{ cm}^2$$

k_{cr} : Factor que tiene en cuenta la influencia de las fendas

$$k_{cr} : \underline{0.67}$$

$f_{v,d}$: Resistencia de cálculo a cortante, dada por:

$$f_{v,d} : \underline{20.07} \text{ kp/cm}^2$$

$$f_{v,d} = k_{mod} \cdot f_{v,k} / \gamma_M$$

Donde:

k_{mod} : Factor de modificación por la duración de la carga (Duración media) y el contenido de humedad (Clase de servicio 2)

$$k_{mod} : \underline{0.80}$$

$f_{v,k}$: Resistencia característica a cortante

$$f_{v,k} : \underline{32.62} \text{ kp/cm}^2$$

γ_M : Coeficiente parcial para las propiedades del material

$$\gamma_M : \underline{1.30}$$

Producido por una versión no profesional de CYPE

Producido por una versión no profesional de CYPE

Producido por una versión no profesional de CYPE

Resistencia a torsión - Temperatura ambiente (Eurocódigo 5 EN 1995-1-1: 2004 + A1:2008: 6.1.8)

La comprobación no procede, ya que no hay momento torsor.

Resistencia a flexión esviada - Temperatura ambiente (Eurocódigo 5 EN 1995-1-1: 2004 + A1:2008: 6.1.6)

Se debe satisfacer:

Resistencia a flexión esviada

$$\eta = \frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,y,d}} + k_m \cdot \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,z,d}} \leq 1 \quad \eta : \underline{0.992} \quad \checkmark$$

$$\eta = k_m \cdot \frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,y,d}} + \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,z,d}} \leq 1 \quad \eta : \underline{0.695} \quad \checkmark$$

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N21, para la combinación de acciones 1.35·G+1.5·uso+0.75·nieve.

Donde:

$\sigma_{m,d}$: Tensión de cálculo a flexión, dada por:

$$\sigma_{m,d} = |M_d| / W_{el}$$

Donde:

M_d : Momento flector de cálculo

W_{el} : Módulo resistente elástico de la sección transversal

$f_{m,d}$: Resistencia de cálculo a flexión, dada por:

$$f_{m,d} = k_{mod} \cdot k_h \cdot f_{m,k} / \gamma_M$$

Donde:

k_{mod} : Factor de modificación por la duración de la carga (Duración media) y el contenido de humedad (Clase de servicio 2)

$f_{m,k}$: Resistencia característica a flexión

k_h : Factor de altura, dado por:

γ_M : Coeficiente parcial para las propiedades del material

k_m : Factor que tiene en cuenta el efecto de redistribución de tensiones bajo flexión esviada y la falta de homogeneidad del material en la sección transversal

$\sigma_{m,y,d} : \underline{99.60} \text{ kp/cm}^2$

$\sigma_{m,z,d} : \underline{0.01} \text{ kp/cm}^2$

$M_{y,d} : \underline{2.594} \text{ t}\cdot\text{m}$

$M_{z,d} : \underline{0.000} \text{ t}\cdot\text{m}$

$W_{el,y} : \underline{2604.17} \text{ cm}^3$

$W_{el,z} : \underline{2604.17} \text{ cm}^3$

$f_{m,y,d} : \underline{100.37} \text{ kp/cm}^2$

$f_{m,z,d} : \underline{100.37} \text{ kp/cm}^2$

$k_{mod} : \underline{0.80}$

$f_{m,k} : \underline{163.10} \text{ kp/cm}^2$

$k_{h,y} : \underline{1.00}$

$k_{h,z} : \underline{1.00}$

$\gamma_M : \underline{1.30}$

$k_m : \underline{0.70}$

Producido por una versión no profesional de CYPE

Resistencia a flexión y tracción axial combinadas - Temperatura ambiente (Eurocódigo 5 EN 1995-1-1: 2004 + A1:2008: 6.2.3)

Se debe satisfacer:

Resistencia a flexión y tracción axial combinadas

$$\eta = \frac{\sigma_{t,0,d}}{f_{t,0,d}} + \frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,y,d}} + k_m \cdot \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,z,d}} \leq 1 \quad \eta : \underline{0.138} \quad \checkmark$$

$$\eta = \frac{\sigma_{t,0,d}}{f_{t,0,d}} + k_m \cdot \frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,y,d}} + \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,z,d}} \leq 1 \quad \eta : \underline{0.097} \quad \checkmark$$

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en un punto situado a una distancia de 2.625 m del nudo N21, para la combinación de acciones G-SX.

Donde:

$\sigma_{t,0,d}$: Tensión de cálculo a tracción paralela a la fibra, dada por:

$$\sigma_{t,0,d} = N_{t,0,d} / A$$

Donde:

$N_{t,0,d}$: Tracción axial de cálculo paralela a la fibra

A : Área de la sección transversal

$\sigma_{m,d}$: Tensión de cálculo a flexión, dada por:

$$\sigma_{m,d} = |M_d| / W_{el}$$

Donde:

M_d : Momento flector de cálculo

W_{el} : Módulo resistente elástico de la sección transversal

$f_{t,0,d}$: Resistencia de cálculo a tracción paralela a la fibra, dada por:

$$f_{t,0,d} = k_{mod} \cdot k_h \cdot f_{t,0,k} / \gamma_M$$

Donde:

k_{mod} : Factor de modificación por la duración de la carga (Instantánea) y el contenido de humedad (Clase de servicio 2)

k_h : Factor de altura, dado por:

Para cantos (flexión) o anchos (tracción) de piezas rectangulares de madera maciza superiores o iguales a 150 mm:

$$k_h = 1.0$$

$f_{t,0,k}$: Resistencia característica a tracción paralela a la fibra

γ_M : Coeficiente parcial para las propiedades del material

$f_{m,d}$: Resistencia de cálculo a flexión, dada por:

$$f_{m,d} = k_{mod} \cdot k_h \cdot f_{m,k} / \gamma_M$$

Donde:

k_{mod} : Factor de modificación por la duración de la carga (Instantánea) y el contenido de humedad (Clase de servicio 2)

$f_{m,k}$: Resistencia característica a flexión

k_h : Factor de altura, dado por:

Eje y:

Para cantos (flexión) o anchos (tracción) de piezas rectangulares de madera maciza superiores o iguales a 150 mm:

$$k_h = 1.0$$

Eje z:

Para cantos (flexión) o anchos (tracción) de piezas rectangulares de madera maciza superiores o iguales a 150 mm:

$$k_h = 1.0$$

γ_M : Coeficiente parcial para las propiedades del material

k_m : Factor que tiene en cuenta el efecto de redistribución de tensiones bajo flexión esviada y la falta de homogeneidad del material en la sección transversal

$\sigma_{t,0,d} : \underline{0.00} \text{ kp/cm}^2$

$N_{t,0,d} : \underline{0.000} \text{ t}$

$A : \underline{625.00} \text{ cm}^2$

$\sigma_{m,y,d} : \underline{18.97} \text{ kp/cm}^2$

$\sigma_{m,z,d} : \underline{0.08} \text{ kp/cm}^2$

$M_{y,d} : \underline{0.494} \text{ t}\cdot\text{m}$

$M_{z,d} : \underline{-0.002} \text{ t}\cdot\text{m}$

$W_{el,y} : \underline{2604.17} \text{ cm}^3$

$W_{el,z} : \underline{2604.17} \text{ cm}^3$

$f_{t,0,d} : \underline{86.25} \text{ kp/cm}^2$

$k_{mod} : \underline{1.10}$

$k_h : \underline{1.00}$

$f_{t,0,k} : \underline{101.94} \text{ kp/cm}^2$

$\gamma_M : \underline{1.30}$

$f_{m,y,d} : \underline{138.01} \text{ kp/cm}^2$

$f_{m,z,d} : \underline{138.01} \text{ kp/cm}^2$

$k_{mod} : \underline{1.10}$

$f_{m,k} : \underline{163.10} \text{ kp/cm}^2$

$k_{h,y} : \underline{1.00}$

$k_{h,z} : \underline{1.00}$

$\gamma_M : \underline{1.30}$

$k_m : \underline{0.70}$

Producido por una versión no profesional de CYPE

Producido por una versión no profesional de CYPE

Resistencia a flexión y compresión axial combinadas - Temperatura ambiente (Eurocódigo 5 EN 1995-1-1: 2004 + A1:2008: 6.2.4)

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N21, para la combinación de acciones 1.35·G+1.5·uso+0.75·nieve.

Se debe satisfacer:

Resistencia de la sección transversal a flexión y compresión combinados

$$\eta = \left(\frac{\sigma_{c,0,d}}{f_{c,0,d}} \right)^2 + \frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,y,d}} + k_m \cdot \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,z,d}} \leq 1 \quad \eta : \underline{0.992} \quad \checkmark$$

$$\eta = \left(\frac{\sigma_{c,0,d}}{f_{c,0,d}} \right)^2 + k_m \cdot \frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,y,d}} + \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,z,d}} \leq 1 \quad \eta : \underline{0.695} \quad \checkmark$$

Resistencia a pandeo para flexión y compresión combinados

$$\eta = \frac{\sigma_{c,0,d}}{\chi_{c,y} \cdot f_{c,0,d}} + \frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,y,d}} + k_m \cdot \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,z,d}} \leq 1 \quad \eta : \underline{0.995} \quad \checkmark$$

$$\eta = \frac{\sigma_{c,0,d}}{\chi_{c,z} \cdot f_{c,0,d}} + k_m \cdot \frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,y,d}} + \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,z,d}} \leq 1 \quad \eta : \underline{0.697} \quad \checkmark$$

Resistencia a vuelco lateral para flexión y compresión combinados

No es necesaria la comprobación de resistencia a vuelco lateral ya que la longitud de vuelco lateral es nula.

Donde:

$\sigma_{c,0,d}$: Tensión de cálculo a compresión paralela a la fibra, dada por:

$$\sigma_{c,0,d} = |N_{c,0,d}| / A$$

Donde:

$N_{c,0,d}$: Compresión axial de cálculo paralela a la fibra

A : Área de la sección transversal

$\sigma_{m,d}$: Tensión de cálculo a flexión, dada por:

$$\sigma_{m,d} = |M_d| / W_{el}$$

Donde:

M_d : Momento flector de cálculo

W_{el} : Módulo resistente elástico de la sección transversal

$f_{c,0,d}$: Resistencia de cálculo a compresión paralela a la fibra, dada por:

$$f_{c,0,d} = k_{mod} \cdot f_{c,0,k} / \gamma_M$$

Donde:

k_{mod} : Factor de modificación por la duración de la carga (Duración media) y el contenido de humedad (Clase de servicio 2)

$f_{c,0,k}$: Resistencia característica a compresión paralela a la fibra

γ_M : Coeficiente parcial para las propiedades del material

$f_{m,d}$: Resistencia de cálculo a flexión, dada por:

$$f_{m,d} = k_{mod} \cdot k_h \cdot f_{m,k} / \gamma_M$$

Donde:

$$\sigma_{c,0,d} : \underline{0.18} \text{ kp/cm}^2$$

$$N_{c,0,d} : \underline{0.115} \text{ t}$$

$$A : \underline{625.00} \text{ cm}^2$$

$$\sigma_{m,y,d} : \underline{99.60} \text{ kp/cm}^2$$

$$\sigma_{m,z,d} : \underline{0.01} \text{ kp/cm}^2$$

$$M_{y,d} : \underline{-2.594} \text{ t}\cdot\text{m}$$

$$M_{z,d} : \underline{0.000} \text{ t}\cdot\text{m}$$

$$W_{el,y} : \underline{2604.17} \text{ cm}^3$$

$$W_{el,z} : \underline{2604.17} \text{ cm}^3$$

$$f_{c,0,d} : \underline{106.64} \text{ kp/cm}^2$$

$$k_{mod} : \underline{0.80}$$

$$f_{c,0,k} : \underline{173.29} \text{ kp/cm}^2$$

$$\gamma_M : \underline{1.30}$$

$$f_{m,y,d} : \underline{100.37} \text{ kp/cm}^2$$

$$f_{m,z,d} : \underline{100.37} \text{ kp/cm}^2$$

k_{mod} : Factor de modificación por la duración de la carga (Duración media) y el contenido de humedad (Clase de servicio 2)

$f_{m,k}$: Resistencia característica a flexión

k_h : Factor de altura, dado por:

$$k_{mod} : \underline{0.80}$$

$$f_{m,k} : \underline{163.10} \text{ kp/cm}^2$$

$$k_{h,y} : \underline{1.00}$$

$$k_{h,z} : \underline{1.00}$$

Eje y:

Para cantos (flexión) o anchos (tracción) de piezas rectangulares de madera maciza superiores o iguales a 150 mm:

$$k_h = 1.0$$

Eje z:

Para cantos (flexión) o anchos (tracción) de piezas rectangulares de madera maciza superiores o iguales a 150 mm:

$$k_h = 1.0$$

γ_M : Coeficiente parcial para las propiedades del material

$$\gamma_M : \underline{1.30}$$

k_m : Factor que tiene en cuenta el efecto de redistribución de tensiones bajo flexión esviada y la falta de homogeneidad del material en la sección transversal

$$k_m : \underline{0.70}$$

k_c : Factor de inestabilidad

$$k_{c,y} : \underline{0.66}$$

$$k_{c,z} : \underline{0.66}$$

Resistencia a cortante y torsor combinados - Temperatura ambiente (Eurocódigo 5 EN 1995-1-1: 2004 + A1:2008: 6.1.7 - 6.1.8, Criterio de CYPE Ingenieros)

La comprobación no procede, ya que la barra no está sometida a momento torsor ni a esfuerzo cortante.

Resistencia a tracción uniforme paralela a la fibra - Situación de incendio (Eurocódigo 5 EN 1995-1-1: 2004 + A1:2008: 6.1.2)

La comprobación no procede, ya que no hay axil de tracción.

Resistencia a compresión uniforme paralela a la fibra - Situación de incendio (Eurocódigo 5 EN 1995-1-1: 2004 + A1:2008: 6.1.4 - 6.3.2)

Se debe satisfacer:

Resistencia de la sección transversal a compresión

$$\eta = \frac{\sigma_{c,0,d,fi}}{f_{c,0,d,fi}} \leq 1 \quad \eta < \underline{0.001} \quad \checkmark$$

Resistencia a pandeo por flexión en el eje y

$$\eta = \frac{\sigma_{c,0,d,fi}}{\chi_{c,y,fi} \cdot f_{c,0,d,fi}} \leq 1 \quad \eta : \underline{0.001} \quad \checkmark$$

Resistencia a pandeo por flexión en el eje z

$$\eta = \frac{\sigma_{c,0,d,fi}}{\chi_{c,z,fi} \cdot f_{c,0,d,fi}} \leq 1 \quad \eta : \underline{0.001} \quad \checkmark$$

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce para la combinación de acciones G.

Donde:

$\sigma_{c,0,d,fi}$: Tensión de cálculo a compresión paralela a la fibra, dada por:

$$\sigma_{c,0,d,fi} : \underline{0.10} \text{ kp/cm}^2$$

$$\sigma_{c,0,d,fi} = |N_{c,0,d,fi}| / A_{fi}$$

Producido por una versión no profesional de CYPE

Donde:

$N_{c,0,d,fi}$: Compresión axial de cálculo paralela a la fibra
 A_{fi} : Área de la sección transversal

$f_{c,0,d,fi}$: Resistencia de cálculo a compresión paralela a la fibra, dada por:

$$f_{c,0,d,fi} = k_{mod,fi} \cdot f_{c,0,k} / \gamma_{M,fi}$$

Donde:

$k_{mod,fi}$: Factor de modificación para la duración de la carga y el contenido de humedad
 $f_{c,0,k}$: Resistencia característica a compresión paralela a la fibra
 $\gamma_{M,fi}$: Coeficiente parcial para las propiedades del material
 k_{fi} : Coeficiente de corrección para las propiedades de la madera en situación de incendio

Resistencia a pandeo: (Eurocódigo 5 EN 1995-1-1: 2004 + A1:2008: 6.3.2)

$k_{c,fi}$: Factor de inestabilidad, dado por:

$$\chi_{c,fi} = \frac{1}{k_{fi} + \sqrt{k_{fi}^2 - \lambda_{rel,fi}^2}}$$

Donde:

$$k_{fi} = 0.5 \cdot (1 + \beta_c \cdot (\lambda_{rel,fi} - 0.3) + \lambda_{rel,fi}^2)$$

Donde:

β_c : Factor asociado a la rectitud de las piezas
 $\lambda_{rel,fi}$: Esbeltez relativa, dada por:

$$\lambda_{rel,fi} = \frac{\lambda_{fi}}{\pi} \cdot \sqrt{\frac{f_{c,0,k}}{k_{fi} \cdot E_{0,05}}}$$

Donde:

$E_{0,05}$: Valor del quinto percentil del módulo de elasticidad paralelo a la fibra
 $f_{c,0,k}$: Resistencia característica a compresión paralela a la fibra
 k_{fi} : Coeficiente de corrección para las propiedades de la madera en situación de incendio
 λ_{fi} : Esbeltez mecánica, dada por:

$$\lambda_{fi} = \frac{L_k}{i_{fi}}$$

Donde:

L_k : Longitud de pandeo de la barra

i_{fi} : Radio de giro

$$N_{c,0,d,fi} : \underline{0.037} \text{ t}$$

$$A_{fi} : \underline{353.44} \text{ cm}^2$$

$$f_{c,0,d,fi} : \underline{216.62} \text{ kp/cm}^2$$

$$k_{mod,fi} : \underline{1.00}$$

$$f_{c,0,k} : \underline{173.29} \text{ kp/cm}^2$$

$$\gamma_{M,fi} : \underline{1.00}$$

$$k_{fi} : \underline{1.25}$$

$$k_{c,y,fi} : \underline{0.44}$$

$$k_{c,z,fi} : \underline{0.44}$$

$$k_{y,fi} : \underline{1.56}$$

$$k_{z,fi} : \underline{1.56}$$

$$\beta_c : \underline{0.20}$$

$$\lambda_{rel,y,fi} : \underline{1.38}$$

$$\lambda_{rel,z,fi} : \underline{1.38}$$

$$E_{0,05} : \underline{55045.87} \text{ kp/cm}^2$$

$$f_{c,0,k} : \underline{173.29} \text{ kp/cm}^2$$

$$k_{fi} : \underline{1.25}$$

$$\lambda_{y,fi} : \underline{77.39}$$

$$\lambda_{z,fi} : \underline{77.39}$$

$$L_{k,y} : \underline{4200.00} \text{ mm}$$

$$L_{k,z} : \underline{4200.00} \text{ mm}$$

$$i_{y,fi} : \underline{54.27} \text{ mm}$$

$$i_{z,fi} : \underline{54.27} \text{ mm}$$

Resistencia a flexión en el eje y - Situación de incendio (Eurocódigo 5 EN 1995-1-1: 2004 + A1:2008: 6.1.6 - 6.3.3)

Se debe satisfacer:

Resistencia de la sección transversal a flexión:

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

$$\eta : \underline{0.367}$$



El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N21, para la combinación de acciones G.

No se comprueba la resistencia a vuelco lateral, ya que el módulo resistente elástico de la sección respecto al eje y es inferior o igual al módulo resistente elástico respecto al eje z.

Resistencia de la sección transversal a flexión:

$\sigma_{m,d,fi}$: Tensión de cálculo a flexión, dada por:

$$\sigma_{m,y,d,fi}^+ : \underline{0.00} \text{ kp/cm}^2$$

$$\sigma_{m,y,d,fi}^- : \underline{74.76} \text{ kp/cm}^2$$

$$\sigma_{m,d,fi} = |M_d| / W_{el,fi}$$

Donde:

M_d : Momento flector de cálculo

$$M_{y,d}^+ : \underline{0.000} \text{ t}\cdot\text{m}$$

$$M_{y,d}^- : \underline{0.828} \text{ t}\cdot\text{m}$$

$W_{el,fi}$: Módulo resistente elástico de la sección transversal

$$W_{el,y,fi} : \underline{1107.45} \text{ cm}^3$$

$f_{m,d,fi}$: Resistencia de cálculo a flexión, dada por:

$$f_{m,y,d,fi} : \underline{203.87} \text{ kp/cm}^2$$

$$f_{m,d,fi} = k_{mod,fi} \cdot k_{fi} \cdot k_{h,fi} \cdot f_{m,k} / \gamma_{M,fi}$$

Donde:

$k_{mod,fi}$: Factor de modificación para la duración de la carga y el contenido de humedad

$$k_{mod,fi} : \underline{1.00}$$

Clase de duración de la carga

$$\text{Clase} : \underline{\text{Permanente}}$$

Clase de servicio

$$\text{Clase} : \underline{2}$$

$f_{m,k}$: Resistencia característica a flexión

$$f_{m,k} : \underline{163.10} \text{ kp/cm}^2$$

$k_{h,fi}$: Factor de altura, dado por:

$$k_{h,fi} : \underline{1.00}$$

Para cantos (flexión) o anchos (tracción) de piezas rectangulares de madera maciza superiores o iguales a 150 mm:

$$k_{h,fi} = 1.0$$

$\gamma_{M,fi}$: Coeficiente parcial para las propiedades del material

$$\gamma_{M,fi} : \underline{1.00}$$

k_{fi} : Coeficiente de corrección para las propiedades de la madera en situación de incendio

$$k_{fi} : \underline{1.25}$$

Resistencia a flexión en el eje z - Situación de incendio (Eurocódigo 5 EN 1995-1-1: 2004 + A1:2008: 6.1.6 - 6.3.3)

Se debe satisfacer:

Resistencia de la sección transversal a flexión:

$$\eta = \frac{\sigma_{m,z,d,fi}}{f_{m,z,d,fi}} \leq 1$$

η : 0.001 ✓

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N23, para la combinación de acciones G.

No se comprueba la resistencia a vuelco lateral, ya que el módulo resistente elástico de la sección respecto al eje z es inferior o igual al módulo resistente elástico respecto al eje y.

Resistencia de la sección transversal a flexión:

$\sigma_{m,d,fi}$: Tensión de cálculo a flexión, dada por:

$$\sigma_{m,d,fi} = |M_d| / W_{el,fi}$$

Donde:

M_d : Momento flector de cálculo

$W_{el,fi}$: Módulo resistente elástico de la sección transversal

$f_{m,d,fi}$: Resistencia de cálculo a flexión, dada por:

$$f_{m,d,fi} = k_{mod,fi} \cdot k_{fi} \cdot k_{h,fi} \cdot f_{m,k} / \gamma_{M,fi}$$

Donde:

$k_{mod,fi}$: Factor de modificación para la duración de la carga y el contenido de humedad

Donde:

Clase de duración de la carga

Clase de servicio

$f_{m,k}$: Resistencia característica a flexión

$k_{h,fi}$: Factor de altura, dado por:

Para cantos (flexión) o anchos (tracción) de piezas rectangulares de madera maciza superiores o iguales a 150 mm:

$$k_{h,fi} = 1.0$$

$\gamma_{M,fi}$: Coeficiente parcial para las propiedades del material

k_{fi} : Coeficiente de corrección para las propiedades de la madera en situación de incendio

$\sigma_{m,z,d,fi}^+$: 0.00 kp/cm²
 $\sigma_{m,z,d,fi}^-$: 0.12 kp/cm²

$M_{z,d}^+$: 0.000 t·m
 $M_{z,d}^-$: 0.001 t·m
 $W_{el,z,fi}$: 1107.45 cm³
 $f_{m,z,d,fi}$: 203.87 kp/cm²

$k_{mod,fi}$: 1.00

Clase : Permanente

Clase : 2

$f_{m,k}$: 163.10 kp/cm²

$k_{h,fi}$: 1.00

$\gamma_{M,fi}$: 1.00

k_{fi} : 1.25

Producido por una versión no profesional de CYPE

Resistencia a cortante en el eje y - Situación de incendio (Eurocódigo 5 EN 1995-1-1: 2004 + A1:2008: 6.1.7)

Se debe satisfacer:

$$\eta = \frac{\tau_{v,d,fi}}{f_{v,d,fi}} \leq 1$$

η < 0.001 ✓

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce para la combinación de acciones G.

Donde:

$\tau_{d,fi}$: Tensión de cálculo a cortante, dada por:

$\tau_{v,d,fi}$: 0.00 kp/cm²

$$\tau_{d,fi} = \frac{3}{2} \cdot \frac{|V_d|}{A_{fi} \cdot k_{cr}}$$

Donde:

V_d : Cortante de cálculo

A_{fi} : Área de la sección transversal

k_{cr} : Factor que tiene en cuenta la influencia de las fendas

$f_{v,d,fi}$: Resistencia de cálculo a cortante, dada por:

$V_{y,d}$: 0.000 t

A_{fi} : 353.44 cm²

k_{cr} : 0.67

$f_{v,d,fi}$: 40.77 kp/cm²

$$f_{v,d,fi} = k_{mod,fi} \cdot k_{fi} \cdot f_{v,k} / \gamma_{M,fi}$$

Donde:

$k_{mod,fi}$: Factor de modificación para la duración de la carga y el contenido de humedad

$f_{v,k}$: Resistencia característica a cortante

$\gamma_{M,fi}$: Coeficiente parcial para las propiedades del material

k_{fi} : Coeficiente de corrección para las propiedades de la madera en situación de incendio

$k_{mod,fi}$: 1.00

$f_{v,k}$: 32.62 kp/cm²

$\gamma_{M,fi}$: 1.00

k_{fi} : 1.25

Producido por una versión no profesional de CYPE

Producido por una versión no profesional de CYPE

Producido por una versión no profesional de CYPE

Resistencia a cortante en el eje z - Situación de incendio (Eurocódigo 5 EN 1995-1-1: 2004 + A1:2008: 6.1.7)

Se debe satisfacer:

$$\eta = \frac{\tau_{z,d,fi}}{f_{v,d,fi}} \leq 1 \quad \eta : \underline{0.156} \quad \checkmark$$

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N21, para la combinación de acciones G.

Donde:

$\tau_{d,fi}$: Tensión de cálculo a cortante, dada por:

$\tau_{z,d,fi} : \underline{6.35} \text{ kp/cm}^2$

$$\tau_{d,fi} = \frac{3}{2} \cdot \frac{|V_d|}{A_{fi} \cdot k_{cr}}$$

Donde:

V_d : Cortante de cálculo

$V_{z,d} : \underline{1.003} \text{ t}$

A_{fi} : Área de la sección transversal

$A_{fi} : \underline{353.44} \text{ cm}^2$

k_{cr} : Factor que tiene en cuenta la influencia de las fendas

$k_{cr} : \underline{0.67}$

$f_{v,d,fi}$: Resistencia de cálculo a cortante, dada por:

$f_{v,d,fi} : \underline{40.77} \text{ kp/cm}^2$

$$f_{v,d,fi} = k_{mod,fi} \cdot k_{fi} \cdot f_{v,k} / \gamma_{M,fi}$$

Donde:

$k_{mod,fi}$: Factor de modificación para la duración de la carga y el contenido de humedad

$k_{mod,fi} : \underline{1.00}$

$f_{v,k}$: Resistencia característica a cortante

$f_{v,k} : \underline{32.62} \text{ kp/cm}^2$

$\gamma_{M,fi}$: Coeficiente parcial para las propiedades del material

$\gamma_{M,fi} : \underline{1.00}$

k_{fi} : Coeficiente de corrección para las propiedades de la madera en situación de incendio

$k_{fi} : \underline{1.25}$

Resistencia a torsión - Situación de incendio (Eurocódigo 5 EN 1995-1-1: 2004 + A1:2008: 6.1.8)

La comprobación no procede, ya que no hay momento torsor.

Producción por una versión no profesional de CYPE

Producción por una versión no profesional de CYPE

Resistencia a flexión esviada - Situación de incendio (Eurocódigo 5 EN 1995-1-1: 2004 + A1:2008: 6.1.6)

Se debe satisfacer:

Resistencia a flexión esviada

$$\eta = \frac{\sigma_{m,y,d,fi}}{f_{m,y,d,fi}} + k_m \cdot \frac{\sigma_{m,z,d,fi}}{f_{m,z,d,fi}} \leq 1 \quad \eta : \underline{0.367} \quad \checkmark$$

$$\eta = k_m \cdot \frac{\sigma_{m,y,d,fi}}{f_{m,y,d,fi}} + \frac{\sigma_{m,z,d,fi}}{f_{m,z,d,fi}} \leq 1 \quad \eta : \underline{0.257} \quad \checkmark$$

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N21, para la combinación de acciones G.

Donde:

$\sigma_{m,d,fi}$: Tensión de cálculo a flexión, dada por:

$\sigma_{m,y,d,fi} : \underline{74.76} \text{ kp/cm}^2$

$\sigma_{m,z,d,fi} : \underline{0.02} \text{ kp/cm}^2$

$$\sigma_{m,d,fi} = |M_d| / W_{el,fi}$$

Donde:

M_d : Momento flector de cálculo

$M_{y,d} : \underline{0.828} \text{ t}\cdot\text{m}$

$M_{z,d} : \underline{0.000} \text{ t}\cdot\text{m}$

$W_{el,fi}$: Módulo resistente elástico de la sección transversal

$W_{el,y,fi} : \underline{1107.45} \text{ cm}^3$

$W_{el,z,fi} : \underline{1107.45} \text{ cm}^3$

$f_{m,d,fi}$: Resistencia de cálculo a flexión, dada por:

$f_{m,y,d,fi} : \underline{203.87} \text{ kp/cm}^2$

$f_{m,z,d,fi} : \underline{203.87} \text{ kp/cm}^2$

$$f_{m,d,fi} = k_{mod,fi} \cdot k_{fi} \cdot k_{h,fi} \cdot f_{m,k} / \gamma_{M,fi}$$

Donde:

$k_{mod,fi}$: Factor de modificación para la duración de la carga y el contenido de humedad

$k_{mod,fi} : \underline{1.00}$

$f_{m,k}$: Resistencia característica a flexión

$f_{m,k} : \underline{163.10} \text{ kp/cm}^2$

$k_{h,fi}$: Factor de altura, dado por:

$k_{h,y,fi} : \underline{1.00}$

$k_{h,z,fi} : \underline{1.00}$

$\gamma_{M,fi}$: Coeficiente parcial para las propiedades del material

$\gamma_{M,fi} : \underline{1.00}$

k_{fi} : Coeficiente de corrección para las propiedades de la madera en situación de incendio

$k_{fi} : \underline{1.25}$

k_m : Factor que tiene en cuenta el efecto de redistribución de tensiones bajo flexión esviada y la falta de homogeneidad del material en la sección transversal

$k_m : \underline{0.70}$

Resistencia a flexión y tracción axial combinadas - Situación de incendio (Eurocódigo 5 EN 1995-1-1: 2004 + A1:2008: 6.2.3)

La comprobación no procede, ya que no hay interacción entre axil de tracción y momento flector para ninguna combinación.

Resistencia a flexión y compresión axial combinadas - Situación de incendio (Eurocódigo 5 EN 1995-1-1: 2004 + A1:2008: 6.2.4)

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N21, para la combinación de acciones G.

Se debe satisfacer:

Resistencia de la sección transversal a flexión y compresión combinados

Producción por una versión no profesional de CYPE

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

$$\eta : \underline{0.367} \quad \checkmark$$

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

$$\eta : \underline{0.257} \quad \checkmark$$

Resistencia a pandeo para flexión y compresión combinados

$$\eta = \frac{\sigma_{c,0,d,fi}}{\chi_{c,y,fi} \cdot f_{c,0,d,fi}} + \frac{\sigma_{m,y,d,fi}}{f_{m,y,d,fi}} + k_m \cdot \frac{\sigma_{m,z,d,fi}}{f_{m,z,d,fi}} \leq 1$$

$$\eta : \underline{0.368} \quad \checkmark$$

$$\eta = \frac{\sigma_{c,0,d,fi}}{\chi_{c,z,fi} \cdot f_{c,0,d,fi}} + k_m \cdot \frac{\sigma_{m,y,d,fi}}{f_{m,y,d,fi}} + \frac{\sigma_{m,z,d,fi}}{f_{m,z,d,fi}} \leq 1$$

$$\eta : \underline{0.258} \quad \checkmark$$

Resistencia a vuelco lateral para flexión y compresión combinados

No es necesaria la comprobación de resistencia a vuelco lateral ya que la longitud de vuelco lateral es nula.

Donde:

$\sigma_{c,0,d,fi}$: Tensión de cálculo a compresión paralela a la fibra, dada por:

$$\sigma_{c,0,d,fi} = |N_{c,0,d,fi}| / A_{fi}$$

Donde:

$N_{c,0,d,fi}$: Compresión axial de cálculo paralela a la fibra

A_{fi} : Área de la sección transversal

$\sigma_{m,d,fi}$: Tensión de cálculo a flexión, dada por:

$$\sigma_{m,d,fi} = |M_d| / W_{el,fi}$$

Donde:

M_d : Momento flector de cálculo

$W_{el,fi}$: Módulo resistente elástico de la sección transversal

$f_{c,0,d,fi}$: Resistencia de cálculo a compresión paralela a la fibra, dada por:

$$f_{c,0,d,fi} = k_{mod,fi} \cdot f_{c,0,k} / \gamma_{M,fi}$$

Donde:

$k_{mod,fi}$: Factor de modificación para la duración de la carga y el contenido de humedad

$f_{c,0,k}$: Resistencia característica a compresión paralela a la fibra

$\gamma_{M,fi}$: Coeficiente parcial para las propiedades del material

k_{fi} : Coeficiente de corrección para las propiedades de la madera en situación de incendio

$f_{m,d,fi}$: Resistencia de cálculo a flexión, dada por:

$$f_{m,d,fi} = k_{mod,fi} \cdot k_{fi} \cdot k_{h,fi} \cdot f_{m,k} / \gamma_{M,fi}$$

Donde:

$k_{mod,fi}$: Factor de modificación para la duración de la carga y el contenido de humedad

$f_{m,k}$: Resistencia característica a flexión

$k_{h,fi}$: Factor de altura, dado por:

$$\sigma_{c,0,d,fi} : \underline{0.10} \text{ kp/cm}^2$$

$$N_{c,0,d,fi} : \underline{0.037} \text{ t}$$

$$A_{fi} : \underline{353.44} \text{ cm}^2$$

$$\sigma_{m,y,d,fi} : \underline{74.76} \text{ kp/cm}^2$$

$$\sigma_{m,z,d,fi} : \underline{0.02} \text{ kp/cm}^2$$

$$M_{y,d} : \underline{-0.828} \text{ t}\cdot\text{m}$$

$$M_{z,d} : \underline{0.000} \text{ t}\cdot\text{m}$$

$$W_{el,y,fi} : \underline{1107.45} \text{ cm}^3$$

$$W_{el,z,fi} : \underline{1107.45} \text{ cm}^3$$

$$f_{c,0,d,fi} : \underline{216.62} \text{ kp/cm}^2$$

$$k_{mod,fi} : \underline{1.00}$$

$$f_{c,0,k} : \underline{173.29} \text{ kp/cm}^2$$

$$\gamma_{M,fi} : \underline{1.00}$$

$$k_{fi} : \underline{1.25}$$

$$f_{m,y,d,fi} : \underline{203.87} \text{ kp/cm}^2$$

$$f_{m,z,d,fi} : \underline{203.87} \text{ kp/cm}^2$$

$$k_{mod,fi} : \underline{1.00}$$

$$f_{m,k} : \underline{163.10} \text{ kp/cm}^2$$

$$k_{h,y,fi} : \underline{1.00}$$

$$k_{h,z,fi} : \underline{1.00}$$

Producido por una versión no profesional de CYPE

Eje y:

Para cantos (flexión) o anchos (tracción) de piezas rectangulares de madera maciza superiores o iguales a 150 mm:

$$k_{h,fi} = 1.0$$

Eje z:

Para cantos (flexión) o anchos (tracción) de piezas rectangulares de madera maciza superiores o iguales a 150 mm:

$$k_{h,fi} = 1.0$$

$\gamma_{M,fi}$: Coeficiente parcial para las propiedades del material

$$\gamma_{M,fi} : \underline{1.00}$$

k_{fi} : Coeficiente de corrección para las propiedades de la madera en situación de incendio

$$k_{fi} : \underline{1.25}$$

k_m : Factor que tiene en cuenta el efecto de redistribución de tensiones bajo flexión esviada y la falta de homogeneidad del material en la sección transversal

$$k_m : \underline{0.70}$$

$k_{c,fi}$: Factor de inestabilidad

$$k_{c,y,fi} : \underline{0.44}$$

$$k_{c,z,fi} : \underline{0.44}$$

Anal de CYPE

Resistencia a cortante y torsor combinados - Situación de incendio (Eurocódigo 5 EN 1995-1-1: 2004 + A1:2008: 6.1.7 - 6.1.8, Criterio de CYPE Ingenieros)

La comprobación no procede, ya que la barra no está sometida a momento torsor ni a esfuerzo cortante.

Producido por una versión no profesional de CYPE

Resistencia a tracción uniforme paralela a la fibra - Temperatura ambiente (Eurocódigo 5 EN 1995-1-1: 2004 + A1:2008: 6.1.2)

Se debe satisfacer:

$$\eta = \frac{\sigma_{t,0,d}}{f_{t,0,d}} \leq 1$$

η : **0.014** ✓

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N46, para la combinación de acciones G+1.5·viento.

Donde:

$\sigma_{t,0,d}$: Tensión de cálculo a tracción paralela a la fibra, dada por:

$\sigma_{t,0,d}$: 0.98 kp/cm²

$$\sigma_{t,0,d} = N_{t,0,d}/A$$

Donde:

$N_{t,0,d}$: Tracción axial de cálculo paralela a la fibra

$N_{t,0,d}$: 0.366 t

A : Área de la sección transversal

A : 375.00 cm²

$f_{t,0,d}$: Resistencia de cálculo a tracción paralela a la fibra, dada por:

$f_{t,0,d}$: 70.57 kp/cm²

$$f_{t,0,d} = k_{mod} \cdot k_h \cdot f_{t,0,k} / \gamma_M$$

Donde:

k_{mod} : Factor de modificación por la duración de la carga (Corta duración) y el contenido de humedad (Clase de servicio 2)

k_{mod} : 0.90

k_h : Factor de altura, dado por:

k_h : 1.00

Para cantos (flexión) o anchos (tracción) de piezas rectangulares de madera maciza superiores o iguales a 150 mm:

$$k_h = 1.0$$

$f_{t,0,k}$: Resistencia característica a tracción paralela a la fibra

$f_{t,0,k}$: 101.94 kp/cm²

γ_M : Coeficiente parcial para las propiedades del material

γ_M : 1.30

Resistencia a compresión uniforme paralela a la fibra - Temperatura ambiente (Eurocódigo 5 EN 1995-1-1: 2004 + A1:2008: 6.1.4 - 6.3.2)

Se debe satisfacer:

Resistencia de la sección transversal a compresión

$$\eta = \frac{\sigma_{c,0,d}}{f_{c,0,d}} \leq 1$$

η : **0.147** ✓

Resistencia a pandeo por flexión en el eje y

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

η : **0.159** ✓

Resistencia a pandeo por flexión en el eje z

$$\eta = \frac{\sigma_{c,0,d}}{\chi_{c,z} \cdot f_{c,0,d}} \leq 1$$

η : **0.210** ✓

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N18, para la combinación de acciones 1.35·G+1.5·uso+0.75·nieve.

Donde:

$\sigma_{c,0,d}$: Tensión de cálculo a compresión paralela a la fibra, dada por:

$\sigma_{c,0,d}$: 15.63 kp/cm²

$$\sigma_{c,0,d} = |N_{c,0,d}|/A$$

Barra N18/N46

Producido por una versión no profesional de CYPE

Perfil: R 150x250		Material: Madera (C16)		Características mecánicas				
Nudos		Longitud (m)	Área (cm ²)	I _y ⁽¹⁾ (cm ⁴)	I _z ⁽¹⁾ (cm ⁴)	I _t ⁽²⁾ (cm ⁴)	Estado	
Inicial	Final							
N18	N46	2.400	375.00	19531.25	7031.25	17465.63	CUMPLE $\eta = 37.1$	
Notas: (1) Inercia respecto al eje indicado (2) Momento de inercia a torsión uniforme								
		Pandeo		Pandeo lateral				
		Plano XY	Plano XZ	Ala sup.	Ala inf.			
β		1.00	1.00	0.00	0.00			
L_k		2.400	2.400	0.000	0.000			
C_m		1.000	1.000	1.000	1.000			
Notación: β : Coeficiente de pandeo L_k : Longitud de pandeo (m) C_m : Coeficiente de momentos								
Situación de incendio Resistencia requerida: R30								

Barra	COMPROBACIONES (EUROCÓDIGO 5 EN 1995-1-1: 2004 + A1:2008) - TEMPERATURA AMBIENTE												Estado
	N _{t,0,d}	N _{c,0,d}	M _{y,d}	M _{z,d}	V _{y,d}	V _{z,d}	M _{x,d}	M _{y,d} M _{z,d}	N _{t,0,d} M _{y,d} M _{z,d}	N _{c,0,d} M _{y,d} M _{z,d}	M _{x,d} V _{y,d} V _{z,d}		
N18/N46	x: 2.4 m $\eta = 1.4$	x: 0 m $\eta = 21.0$	x: 2.4 m $\eta = 34.5$	x: 2.4 m $\eta = 0.7$	$\eta = 0.1$	$\eta = 6.7$	N.P. ⁽¹⁾	x: 2.4 m $\eta = 34.6$	x: 2.4 m $\eta = 36.0$	x: 2.4 m $\eta = 37.1$	N.P. ⁽²⁾	CUMPLE $\eta = 37.1$	
Comprobaciones que no proceden (N.P.): (1) La comprobación no procede, ya que no hay momento torsor. (2) La comprobación no procede, ya que la barra no está sometida a momento torsor ni a esfuerzo cortante.													
Barra	COMPROBACIONES (EUROCÓDIGO 5 EN 1995-1-1: 2004 + A1:2008) - SITUACIÓN DE INCENDIO												Estado
	N _{t,0,d}	N _{c,0,d}	M _{y,d}	M _{z,d}	V _{y,d}	V _{z,d}	M _{x,d}	M _{y,d} M _{z,d}	N _{t,0,d} M _{y,d} M _{z,d}	N _{c,0,d} M _{y,d} M _{z,d}	M _{x,d} V _{y,d} V _{z,d}		
N18/N46	N.P. ⁽¹⁾	x: 0 m $\eta = 17.4$	x: 2.4 m $\eta = 0.1$	x: 2.4 m $\eta = 0.1$	$\eta < 0.1$	$\eta < 0.1$	N.P. ⁽²⁾	x: 2.4 m $\eta = 0.2$	N.P. ⁽³⁾	x: 0.2 m $\eta = 17.3$	N.P. ⁽⁴⁾	CUMPLE $\eta = 17.4$	
Comprobaciones que no proceden (N.P.): (1) La comprobación no procede, ya que no hay axil de tracción. (2) La comprobación no procede, ya que no hay momento torsor. (3) La comprobación no procede, ya que no hay interacción entre axil de tracción y momento flector para ninguna combinación. (4) La comprobación no procede, ya que la barra no está sometida a momento torsor ni a esfuerzo cortante.													
Notación: N _{t,0,d} : Resistencia a tracción uniforme paralela a la fibra N _{c,0,d} : Resistencia a compresión uniforme paralela a la fibra M _{y,d} : Resistencia a flexión en el eje y M _{z,d} : Resistencia a flexión en el eje z V _{y,d} : Resistencia a cortante en el eje y V _{z,d} : Resistencia a cortante en el eje z M _{x,d} : Resistencia a torsión M _{y,d} M _{z,d} : Resistencia a flexión esviada N _{t,0,d} M _{y,d} M _{z,d} : Resistencia a flexión y tracción axial combinadas N _{c,0,d} M _{y,d} M _{z,d} : Resistencia a flexión y compresión axial combinadas M _{x,d} V _{y,d} V _{z,d} : Resistencia a cortante y torsor combinados x: Distancia al origen de la barra η : Coeficiente de aprovechamiento (%) N.P.: No procede													

Donde:

$N_{c,0,d}$: Compresión axial de cálculo paralela a la fibra
A: Área de la sección transversal

$f_{c,0,d}$: Resistencia de cálculo a compresión paralela a la fibra, dada por:

$$f_{c,0,d} = k_{mod} \cdot f_{c,0,k} / \gamma_M$$

Donde:

k_{mod} : Factor de modificación por la duración de la carga (Duración media) y el contenido de humedad (Clase de servicio 2)

$f_{c,0,k}$: Resistencia característica a compresión paralela a la fibra

γ_M : Coeficiente parcial para las propiedades del material

Resistencia a pandeo: (Eurocódigo 5 EN 1995-1-1: 2004 + A1:2008: 6.3.2)

k_c : Factor de inestabilidad, dado por:

$$\chi_c = \frac{1}{k + \sqrt{k^2 - \lambda_{rel}^2}}$$

Donde:

$$k = 0.5 \cdot (1 + \beta_c \cdot (\lambda_{rel} - 0.3) + \lambda_{rel}^2)$$

Donde:

β_c : Factor asociado a la rectitud de las piezas

λ_{rel} : Esbeltez relativa, dada por:

$$\lambda_{rel} = \frac{\lambda}{\pi} \cdot \sqrt{\frac{f_{c,0,k}}{E_{0,05}}}$$

Donde:

$E_{0,05}$: Valor del quinto percentil del módulo de elasticidad paralelo a la fibra

$f_{c,0,k}$: Resistencia característica a compresión paralela a la fibra

λ : Esbeltez mecánica, dada por:

$$\lambda = \frac{L_k}{i}$$

Donde:

L_k : Longitud de pandeo de la barra

i : Radio de giro

$$N_{c,0,d} : \frac{5.863}{375.00} \text{ t}$$

$$A : \frac{375.00}{106.64} \text{ cm}^2$$

$$f_{c,0,d} : \frac{106.64}{173.29} \text{ kp/cm}^2$$

$$k_{mod} : \frac{0.80}{173.29} \text{ kp/cm}^2$$

$$f_{c,0,k} : \frac{173.29}{1.30}$$

$$\gamma_M : \frac{1.30}$$

$$k_{c,y} : \frac{0.92}{0.70}$$

$$k_{c,z} : \frac{0.70}$$

$$k_y : \frac{0.71}{1.06}$$

$$k_z : \frac{1.06}$$

$$\beta_c : \frac{0.20}{0.59}$$

$$\lambda_{rel,y} : \frac{0.59}{0.99}$$

$$\lambda_{rel,z} : \frac{0.99}$$

$$E_{0,05} : \frac{55045.87}{173.29} \text{ kp/cm}^2$$

$$f_{c,0,k} : \frac{173.29}{33.26} \text{ kp/cm}^2$$

$$\lambda_y : \frac{33.26}{55.43}$$

$$\lambda_z : \frac{55.43}$$

$$L_{k,y} : \frac{2400.00}{72.17} \text{ mm}$$

$$L_{k,z} : \frac{2400.00}{43.30} \text{ mm}$$

$$i_y : \frac{72.17}{43.30} \text{ mm}$$

$$i_z : \frac{43.30}$$

Resistencia a flexión en el eje y - Temperatura ambiente (Eurocódigo 5 EN 1995-1-1: 2004 + A1:2008: 6.1.6 - 6.3.3)

Se debe satisfacer:

Resistencia de la sección transversal a flexión:

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

$$\eta : \frac{0.345}{1}$$



El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N46, para la combinación de acciones G+1.5-viento.

No se comprueba la resistencia a vuelco lateral, ya que la correspondiente longitud de pandeo es nula.

Resistencia de la sección transversal a flexión:

$\sigma_{m,d}$: Tensión de cálculo a flexión, dada por:

$$\sigma_{m,y,d}^+ : \frac{38.97}{7.08} \text{ kp/cm}^2$$

$$\sigma_{m,y,d}^- : \frac{7.08}{138.01} \text{ kp/cm}^2$$

$$\sigma_{m,d} = |M_d| / W_{el}$$

Donde:

M_d : Momento flector de cálculo

$$M_{y,d}^+ : \frac{0.609}{0.111} \text{ t}\cdot\text{m}$$

$$M_{y,d}^- : \frac{0.111}{1562.50} \text{ t}\cdot\text{m}$$

W_{el} : Módulo resistente elástico de la sección transversal

$$W_{el,y} : \frac{1562.50}{112.91} \text{ cm}^3$$

$f_{m,d}$: Resistencia de cálculo a flexión, dada por:

$$f_{m,y,d}^+ : \frac{112.91}{138.01} \text{ kp/cm}^2$$

$$f_{m,y,d}^- : \frac{138.01}$$

$$f_{m,d} = k_{mod} \cdot k_h \cdot f_{m,k} / \gamma_M$$

Donde:

k_{mod} : Factor de modificación para la duración de la carga y el contenido de humedad

$$k_{mod}^+ : \frac{0.90}{1.10}$$

$$k_{mod}^- : \frac{1.10}$$

Donde:

Clase de duración de la carga

$$\text{Clase}^+ : \frac{\text{Corta duración}}{\text{Instantánea}}$$

$$\text{Clase}^- : \frac{\text{Instantánea}}{2}$$

Clase de servicio

$$\text{Clase} : \frac{2}{163.10} \text{ kp/cm}^2$$

$f_{m,k}$: Resistencia característica a flexión

$$f_{m,k} : \frac{163.10}{1.00} \text{ kp/cm}^2$$

k_h : Factor de altura, dado por:

$$k_h : \frac{1.00}$$

Para cantos (flexión) o anchos (tracción) de piezas rectangulares de madera maciza superiores o iguales a 150 mm:

$$k_h = 1.0$$

γ_M : Coeficiente parcial para las propiedades del material

$$\gamma_M : \frac{1.30}$$

Resistencia a flexión en el eje z - Temperatura ambiente (Eurocódigo 5 EN 1995-1-1: 2004 + A1:2008: 6.1.6 - 6.3.3)

Se debe satisfacer:

Resistencia de la sección transversal a flexión:

$$\eta = \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,z,d}} \leq 1$$

η : 0.007 ✓

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N46, para la combinación de acciones G+SX.

No se comprueba la resistencia a vuelco lateral, ya que el módulo resistente elástico de la sección respecto al eje z es inferior o igual al módulo resistente elástico respecto al eje y.

Resistencia de la sección transversal a flexión:

$\sigma_{m,d}$: Tensión de cálculo a flexión, dada por:

$$\sigma_{m,d} = |M_d| / W_{el}$$

Donde:

M_d : Momento flector de cálculo

W_{el} : Módulo resistente elástico de la sección transversal

$f_{m,d}$: Resistencia de cálculo a flexión, dada por:

$$f_{m,d} = k_{mod} \cdot k_h \cdot f_{m,k} / \gamma_M$$

Donde:

k_{mod} : Factor de modificación para la duración de la carga y el contenido de humedad

Donde:

Clase de duración de la carga

Clase de servicio

$f_{m,k}$: Resistencia característica a flexión

k_h : Factor de altura, dado por:

Para cantos (flexión) o anchos (tracción) de piezas rectangulares de madera maciza inferiores a 150 mm:

$$k_h = \min\{(150/h)^{0.2}; 1.3\}$$

Donde:

h : Canto en flexión o mayor dimensión de la sección en tracción

γ_M : Coeficiente parcial para las propiedades del material

$\sigma_{m,z,d}^+$: 1.02 kp/cm²
 $\sigma_{m,z,d}^-$: 0.93 kp/cm²

$M_{z,d}$: 0.010 t·m
 $W_{el,z}$: 937.50 cm³
 $f_{m,z,d}$: 138.01 kp/cm²

k_{mod} : 1.10

Clase : Instantánea

Clase : 2

$f_{m,k}$: 163.10 kp/cm²

k_h : 1.00

h : 150.00 mm

γ_M : 1.30

Resistencia a cortante en el eje y - Temperatura ambiente (Eurocódigo 5 EN 1995-1-1: 2004 + A1:2008: 6.1.7)

Se debe satisfacer:

$$\eta = \frac{\tau_{v,d}}{f_{v,d}} \leq 1$$

η : 0.001 ✓

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce para la combinación de acciones G+SX.

Donde:

τ_d : Tensión de cálculo a cortante, dada por:

$\tau_{v,d}$: 0.02 kp/cm²

$$\tau_d = \frac{3}{2} \cdot \frac{|V_d|}{A \cdot k_{cr}}$$

Donde:

V_d : Cortante de cálculo

$V_{v,d}$: 0.004 t

A : Área de la sección transversal

A : 375.00 cm²

k_{cr} : Factor que tiene en cuenta la influencia de las fendas

k_{cr} : 0.67

$f_{v,d}$: Resistencia de cálculo a cortante, dada por:

$f_{v,d}$: 27.60 kp/cm²

$$f_{v,d} = k_{mod} \cdot f_{v,k} / \gamma_M$$

Donde:

k_{mod} : Factor de modificación por la duración de la carga (Instantánea) y el contenido de humedad (Clase de servicio 2)

k_{mod} : 1.10

$f_{v,k}$: Resistencia característica a cortante

$f_{v,k}$: 32.62 kp/cm²

γ_M : Coeficiente parcial para las propiedades del material

γ_M : 1.30

Resistencia a cortante en el eje z - Temperatura ambiente (Eurocódigo 5 EN 1995-1-1: 2004 + A1:2008: 6.1.7)

Se debe satisfacer:

$$\eta = \frac{\tau_{z,d}}{f_{v,d}} \leq 1$$

η : 0.067 ✓

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce para la combinación de acciones G+1.5·viento.

Donde:

τ_d : Tensión de cálculo a cortante, dada por:

$\tau_{z,d}$: 1.51 kp/cm²

$$\tau_d = \frac{3}{2} \cdot \frac{|V_d|}{A \cdot k_{cr}}$$

Donde:

V_d : Cortante de cálculo

$V_{z,d}$: 0.254 t

A : Área de la sección transversal

A : 375.00 cm²

k_{cr} : Factor que tiene en cuenta la influencia de las fendas

k_{cr} : 0.67

$f_{v,d}$: Resistencia de cálculo a cortante, dada por:

$f_{v,d}$: 22.58 kp/cm²

$$f_{v,d} = k_{mod} \cdot f_{v,k} / \gamma_M$$

Donde:

k_{mod} : Factor de modificación por la duración de la carga (Corta duración) y el contenido de humedad (Clase de servicio 2)

k_{mod} : 0.90

$f_{v,k}$: Resistencia característica a cortante

$f_{v,k}$: 32.62 kp/cm²

γ_M : Coeficiente parcial para las propiedades del material

γ_M : 1.30

Producción por una versión no profesional de CYPE

Producción por una versión no profesional de CYPE

Producción por una versión no profesional de CYPE

Resistencia a torsión - Temperatura ambiente (Eurocódigo 5 EN 1995-1-1: 2004 + A1:2008: 6.1.8)

La comprobación no procede, ya que no hay momento torsor.

Resistencia a flexión esviada - Temperatura ambiente (Eurocódigo 5 EN 1995-1-1: 2004 + A1:2008: 6.1.6)

Se debe satisfacer:

Resistencia a flexión esviada

$$\eta = \frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,y,d}} + k_m \cdot \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,z,d}} \leq 1 \quad \eta : \underline{0.346} \quad \checkmark$$

$$\eta = k_m \cdot \frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,y,d}} + \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,z,d}} \leq 1 \quad \eta : \underline{0.243} \quad \checkmark$$

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N46, para la combinación de acciones G+1.5·viento+0.75·nieve.

Donde:

$\sigma_{m,d}$: Tensión de cálculo a flexión, dada por:

$$\sigma_{m,d} = |M_d| / W_{el}$$

Donde:

M_d : Momento flector de cálculo

W_{el} : Módulo resistente elástico de la sección transversal

$f_{m,d}$: Resistencia de cálculo a flexión, dada por:

$$f_{m,d} = k_{mod} \cdot k_h \cdot f_{m,k} / \gamma_M$$

Donde:

k_{mod} : Factor de modificación por la duración de la carga (Corta duración) y el contenido de humedad (Clase de servicio 2)

$f_{m,k}$: Resistencia característica a flexión

k_h : Factor de altura, dado por:

γ_M : Coeficiente parcial para las propiedades del material

k_m : Factor que tiene en cuenta el efecto de redistribución de tensiones bajo flexión esviada y la falta de homogeneidad del material en la sección transversal

$\sigma_{m,y,d} : \underline{38.96} \text{ kp/cm}^2$

$\sigma_{m,z,d} : \underline{0.21} \text{ kp/cm}^2$

$M_{y,d} : \underline{0.609} \text{ t}\cdot\text{m}$

$M_{z,d} : \underline{0.002} \text{ t}\cdot\text{m}$

$W_{el,y} : \underline{1562.50} \text{ cm}^3$

$W_{el,z} : \underline{937.50} \text{ cm}^3$

$f_{m,y,d} : \underline{112.91} \text{ kp/cm}^2$

$f_{m,z,d} : \underline{112.91} \text{ kp/cm}^2$

$k_{mod} : \underline{0.90}$

$f_{m,k} : \underline{163.10} \text{ kp/cm}^2$

$k_{h,y} : \underline{1.00}$

$k_{h,z} : \underline{1.00}$

$\gamma_M : \underline{1.30}$

$k_m : \underline{0.70}$

Resistencia a flexión y tracción axial combinadas - Temperatura ambiente (Eurocódigo 5 EN 1995-1-1: 2004 + A1:2008: 6.2.3)

Se debe satisfacer:

Resistencia a flexión y tracción axial combinadas

$$\eta = \frac{\sigma_{t,0,d}}{f_{t,0,d}} + \frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,y,d}} + k_m \cdot \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,z,d}} \leq 1 \quad \eta : \underline{0.360} \quad \checkmark$$

$$\eta = \frac{\sigma_{t,0,d}}{f_{t,0,d}} + k_m \cdot \frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,y,d}} + \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,z,d}} \leq 1 \quad \eta : \underline{0.257} \quad \checkmark$$

Producido por una versión no profesional de CYPE

k_m : Factor que tiene en cuenta el efecto de redistribución de tensiones bajo flexión esviada y la falta de homogeneidad del material en la sección transversal

$k_m : \underline{0.70}$

Resistencia a flexión y compresión axial combinadas - Temperatura ambiente (Eurocódigo 5 EN 1995-1-1: 2004 + A1:2008: 6.2.4)

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N46, para la combinación de acciones 1.35·G+1.5·viento+0.75·nieve.

Se debe satisfacer:

Resistencia de la sección transversal a flexión y compresión combinados

$$\eta = \left(\frac{\sigma_{c,0,d}}{f_{c,0,d}} \right)^2 + \frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,y,d}} + k_m \cdot \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,z,d}} \leq 1 \quad \eta : \underline{0.347} \quad \checkmark$$

$$\eta = \left(\frac{\sigma_{c,0,d}}{f_{c,0,d}} \right)^2 + k_m \cdot \frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,y,d}} + \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,z,d}} \leq 1 \quad \eta : \underline{0.244} \quad \checkmark$$

Resistencia a pandeo para flexión y compresión combinados

$$\eta = \frac{\sigma_{c,0,d}}{\chi_{c,y} \cdot f_{c,0,d}} + \frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,y,d}} + k_m \cdot \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,z,d}} \leq 1 \quad \eta : \underline{0.371} \quad \checkmark$$

$$\eta = \frac{\sigma_{c,0,d}}{\chi_{c,z} \cdot f_{c,0,d}} + k_m \cdot \frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,y,d}} + \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,z,d}} \leq 1 \quad \eta : \underline{0.277} \quad \checkmark$$

Resistencia a vuelco lateral para flexión y compresión combinados

No es necesaria la comprobación de resistencia a vuelco lateral ya que la longitud de vuelco lateral es nula.

Donde:

$\sigma_{c,0,d}$: Tensión de cálculo a compresión paralela a la fibra, dada por:

$\sigma_{c,0,d} : \underline{2.80} \text{ kp/cm}^2$

$$\sigma_{c,0,d} = |N_{c,0,d}| / A$$

Donde:

$N_{c,0,d}$: Compresión axial de cálculo paralela a la fibra

$N_{c,0,d} : \underline{1.049} \text{ t}$

A : Área de la sección transversal

$A : \underline{375.00} \text{ cm}^2$

$\sigma_{m,d}$: Tensión de cálculo a flexión, dada por:

$\sigma_{m,y,d} : \underline{38.93} \text{ kp/cm}^2$

$\sigma_{m,z,d} : \underline{0.23} \text{ kp/cm}^2$

$$\sigma_{m,d} = |M_d| / W_{el}$$

Donde:

M_d : Momento flector de cálculo

$M_{y,d} : \underline{0.608} \text{ t}\cdot\text{m}$

$M_{z,d} : \underline{0.002} \text{ t}\cdot\text{m}$

W_{el} : Módulo resistente elástico de la sección transversal

$W_{el,y} : \underline{1562.50} \text{ cm}^3$

$W_{el,z} : \underline{937.50} \text{ cm}^3$

$f_{c,0,d}$: Resistencia de cálculo a compresión paralela a la fibra, dada por:

$f_{c,0,d} : \underline{119.97} \text{ kp/cm}^2$

$$f_{c,0,d} = k_{mod} \cdot f_{c,0,k} / \gamma_M$$

Donde:

k_{mod} : Factor de modificación por la duración de la carga (Corta duración) y el contenido de humedad (Clase de servicio 2)

$k_{mod} : \underline{0.90}$

$f_{c,0,k}$: Resistencia característica a compresión paralela a la fibra

$f_{c,0,k} : \underline{173.29} \text{ kp/cm}^2$

γ_M : Coeficiente parcial para las propiedades del material

$\gamma_M : \underline{1.30}$

Producido por una versión no profesional de CYPE

$f_{m,d}$: Resistencia de cálculo a flexión, dada por:

$$f_{m,y,d} : \underline{112.91} \text{ kp/cm}^2$$

$$f_{m,z,d} : \underline{112.91} \text{ kp/cm}^2$$

$$f_{m,d} = k_{mod} \cdot k_h \cdot f_{m,k} / \gamma_M$$

Donde:

k_{mod} : Factor de modificación por la duración de la carga (Corta duración) y el contenido de humedad (Clase de servicio 2)

$f_{m,k}$: Resistencia característica a flexión

k_h : Factor de altura, dado por:

$$k_{mod} : \underline{0.90}$$

$$f_{m,k} : \underline{163.10} \text{ kp/cm}^2$$

$$k_{h,y} : \underline{1.00}$$

$$k_{h,z} : \underline{1.00}$$

Eje y:

Para cantos (flexión) o anchos (tracción) de piezas rectangulares de madera maciza superiores o iguales a 150 mm:

$$k_h = 1.0$$

Eje z:

Para cantos (flexión) o anchos (tracción) de piezas rectangulares de madera maciza inferiores a 150 mm:

$$k_h = \min\left\{\left(\frac{150}{h}\right)^{0.2}; 1.3\right\}$$

Donde:

h : Canto en flexión o mayor dimensión de la sección en tracción

γ_M : Coeficiente parcial para las propiedades del material

k_m : Factor que tiene en cuenta el efecto de redistribución de tensiones bajo flexión esviada y la falta de homogeneidad del material en la sección transversal

k_c : Factor de inestabilidad

$$h : \underline{150.00} \text{ mm}$$

$$\gamma_M : \underline{1.30}$$

$$k_m : \underline{0.70}$$

$$k_{c,y} : \underline{0.92}$$

$$k_{c,z} : \underline{0.70}$$

Resistencia a cortante y torsor combinados - Temperatura ambiente (Eurocódigo 5 EN 1995-1-1: 2004 + A1:2008: 6.1.7 - 6.1.8, Criterio de CYPE Ingenieros)

La comprobación no procede, ya que la barra no está sometida a momento torsor ni a esfuerzo cortante.

Resistencia a tracción uniforme paralela a la fibra - Situación de incendio (Eurocódigo 5 EN 1995-1-1: 2004 + A1:2008: 6.1.2)

La comprobación no procede, ya que no hay axil de tracción.

Resistencia a compresión uniforme paralela a la fibra - Situación de incendio (Eurocódigo 5 EN 1995-1-1: 2004 + A1:2008: 6.1.4 - 6.3.2)

Se debe satisfacer:

Resistencia de la sección transversal a compresión

$$\eta = \frac{\sigma_{c,0,d,fi}}{f_{c,0,d,fi}} \leq 1$$

$$\eta : \underline{0.053} \quad \checkmark$$

Resistencia a pandeo por flexión en el eje y

$$\eta = \frac{\sigma_{c,0,d,fi}}{\chi_{c,y,fi} \cdot f_{c,0,d,fi}} \leq 1$$

$$\eta : \underline{0.064} \quad \checkmark$$

Resistencia a pandeo por flexión en el eje z

$$\eta = \frac{\sigma_{c,0,d,fi}}{\chi_{c,z,fi} \cdot f_{c,0,d,fi}} \leq 1$$

$$\eta : \underline{0.174} \quad \checkmark$$

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N18, para la combinación de acciones G.

Donde:

$\sigma_{c,0,d,fi}$: Tensión de cálculo a compresión paralela a la fibra, dada por:

$$\sigma_{c,0,d,fi} : \underline{11.57} \text{ kp/cm}^2$$

$$\sigma_{c,0,d,fi} = |N_{c,0,d,fi}| / A_{fi}$$

Donde:

$N_{c,0,d,fi}$: Compresión axial de cálculo paralela a la fibra

$$N_{c,0,d,fi} : \underline{1.914} \text{ t}$$

A_{fi} : Área de la sección transversal

$$A_{fi} : \underline{165.44} \text{ cm}^2$$

$f_{c,0,d,fi}$: Resistencia de cálculo a compresión paralela a la fibra, dada por:

$$f_{c,0,d,fi} : \underline{216.62} \text{ kp/cm}^2$$

$$f_{c,0,d,fi} = k_{mod,fi} \cdot f_{c,0,k} / \gamma_{M,fi}$$

Donde:

$k_{mod,fi}$: Factor de modificación para la duración de la carga y el contenido de humedad

$$k_{mod,fi} : \underline{1.00}$$

$f_{c,0,k}$: Resistencia característica a compresión paralela a la fibra

$$f_{c,0,k} : \underline{173.29} \text{ kp/cm}^2$$

$\gamma_{M,fi}$: Coeficiente parcial para las propiedades del material

$$\gamma_{M,fi} : \underline{1.00}$$

k_{fi} : Coeficiente de corrección para las propiedades de la madera en situación de incendio

$$k_{fi} : \underline{1.25}$$

Resistencia a pandeo: (Eurocódigo 5 EN 1995-1-1: 2004 + A1:2008: 6.3.2)

$k_{c,fi}$: Factor de inestabilidad, dado por:

$$k_{c,y,fi} : \underline{0.83}$$

$$k_{c,z,fi} : \underline{0.31}$$

$$\chi_{c,fi} = \frac{1}{k_{fi} + \sqrt{k_{fi}^2 - \lambda_{rel,fi}^2}}$$

Donde:

$$k_{fi} = 0.5 \cdot \left(1 + \beta_c \cdot (\lambda_{rel,fi} - 0.3) + \lambda_{rel,fi}^2\right)$$

Donde:

β_c : Factor asociado a la rectitud de las piezas

$$\beta_c : \underline{0.20}$$

$\lambda_{rel,fi}$: Esbeltez relativa, dada por:

$$\lambda_{rel,y,fi} : \underline{0.79}$$

$$\lambda_{rel,z,fi} : \underline{1.69}$$

$$\lambda_{rel,fi} = \frac{\lambda_{fi}}{\pi} \cdot \sqrt{\frac{f_{c,0,k}}{k_{fi} \cdot E_{0,05}}}$$

Donde:

$E_{0,05}$: Valor del quinto percentil del módulo de elasticidad paralelo a la fibra

$$E_{0,05} : \underline{55045.87} \text{ kp/cm}^2$$

$f_{c,0,k}$: Resistencia característica a compresión paralela a la fibra

$$f_{c,0,k} : \underline{173.29} \text{ kp/cm}^2$$

k_{fi} : Coeficiente de corrección para las propiedades de la madera en situación de incendio

$$k_{fi} : \underline{1.25}$$

λ_{fi} : Esbeltez mecánica, dada por:

$$\lambda_{y,fi} : \underline{44.22}$$

$$\lambda_{z,fi} : \underline{94.48}$$

$$\lambda_{fi} = \frac{L_k}{i_{fi}}$$

Donde:

L_k : Longitud de pandeo de la barra

$$L_{k,y} : \underline{2400.00} \text{ mm}$$

$$L_{k,z} : \underline{2400.00} \text{ mm}$$

i_{fi} : Radio de giro

$$i_{y,fi} : \underline{54.27} \text{ mm}$$

$$i_{z,fi} : \underline{25.40} \text{ mm}$$

Producido por una versión no profesional de CYPE

Resistencia a flexión en el eje y - Situación de incendio (Eurocódigo 5 EN 1995-1-1: 2004 + A1:2008: 6.1.6 - 6.3.3)

Se debe satisfacer:

Resistencia de la sección transversal a flexión:

$$\eta = \frac{\sigma_{m,y,d,fi}}{f_{m,y,d,fi}} \leq 1 \quad \eta : \underline{0.001} \quad \checkmark$$

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N46, para la combinación de acciones G.

No se comprueba la resistencia a vuelco lateral, ya que la correspondiente longitud de pandeo es nula.

Resistencia de la sección transversal a flexión:

$\sigma_{m,d,fi}$: Tensión de cálculo a flexión, dada por:

$$\sigma_{m,d,fi} = |M_d| / W_{el,fi}$$

Donde:

M_d : Momento flector de cálculo

$W_{el,fi}$: Módulo resistente elástico de la sección transversal

$f_{m,d,fi}$: Resistencia de cálculo a flexión, dada por:

$$f_{m,d,fi} = k_{mod,fi} \cdot k_{fi} \cdot k_{h,fi} \cdot f_{m,k} / \gamma_{M,fi}$$

Donde:

$k_{mod,fi}$: Factor de modificación para la duración de la carga y el contenido de humedad

Donde:

Clase de duración de la carga
Clase de servicio

$f_{m,k}$: Resistencia característica a flexión

$k_{h,fi}$: Factor de altura, dado por:

Para cantos (flexión) o anchos (tracción) de piezas rectangulares de madera maciza superiores o iguales a 150 mm:

$$k_{h,fi} = 1.0$$

$\gamma_{M,fi}$: Coeficiente parcial para las propiedades del material

k_{fi} : Coeficiente de corrección para las propiedades de la madera en situación de incendio

$$\sigma_{m,y,d,fi}^+ : \underline{0.00} \text{ kp/cm}^2$$

$$\sigma_{m,y,d,fi}^- : \underline{0.30} \text{ kp/cm}^2$$

$$M_{y,d}^+ : \underline{0.000} \text{ t}\cdot\text{m}$$

$$M_{y,d}^- : \underline{0.002} \text{ t}\cdot\text{m}$$

$$W_{el,y,fi} : \underline{518.38} \text{ cm}^3$$

$$f_{m,y,d,fi} : \underline{203.87} \text{ kp/cm}^2$$

$$k_{mod,fi} : \underline{1.00}$$

$$\text{Clase} : \underline{Permanente}$$

$$\text{Clase} : \underline{2}$$

$$f_{m,k} : \underline{163.10} \text{ kp/cm}^2$$

$$k_{h,fi} : \underline{1.00}$$

$$\gamma_{M,fi} : \underline{1.00}$$

$$k_{fi} : \underline{1.25}$$

Producido por una versión no profesional de CYPE

Resistencia a flexión en el eje z - Situación de incendio (Eurocódigo 5 EN 1995-1-1: 2004 + A1:2008: 6.1.6 - 6.3.3)

Se debe satisfacer:

Resistencia de la sección transversal a flexión:

$$\eta = \frac{\sigma_{m,z,d,fi}}{f_{m,z,d,fi}} \leq 1 \quad \eta : \underline{0.001} \quad \checkmark$$

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N46, para la combinación de acciones G.

No se comprueba la resistencia a vuelco lateral, ya que el módulo resistente elástico de la sección respecto al eje z es inferior o igual al módulo resistente elástico respecto al eje y.

Resistencia de la sección transversal a flexión:

$\sigma_{m,d,fi}$: Tensión de cálculo a flexión, dada por:

$$\sigma_{m,d,fi} = |M_d| / W_{el,fi}$$

Donde:

M_d : Momento flector de cálculo

$W_{el,fi}$: Módulo resistente elástico de la sección transversal

$f_{m,d,fi}$: Resistencia de cálculo a flexión, dada por:

$$f_{m,d,fi} = k_{mod,fi} \cdot k_{fi} \cdot k_{h,fi} \cdot f_{m,k} / \gamma_{M,fi}$$

Donde:

$k_{mod,fi}$: Factor de modificación para la duración de la carga y el contenido de humedad

Donde:

Clase de duración de la carga
Clase de servicio

$f_{m,k}$: Resistencia característica a flexión

$k_{h,fi}$: Factor de altura, dado por:

Para cantos (flexión) o anchos (tracción) de piezas rectangulares de madera maciza inferiores a 150 mm:

$$k_{h,fi} = \min\{(150/h_{fi})^{0.2}; 1.3\}$$

Donde:

h_{fi} : Canto en flexión o mayor dimensión de la sección en tracción

$\gamma_{M,fi}$: Coeficiente parcial para las propiedades del material

k_{fi} : Coeficiente de corrección para las propiedades de la madera en situación de incendio

$$\sigma_{m,z,d,fi}^+ : \underline{0.17} \text{ kp/cm}^2$$

$$\sigma_{m,z,d,fi}^- : \underline{0.00} \text{ kp/cm}^2$$

$$M_{z,d} : \underline{0.000} \text{ t}\cdot\text{m}$$

$$W_{el,z,fi} : \underline{242.65} \text{ cm}^3$$

$$f_{m,z,d,fi} : \underline{226.82} \text{ kp/cm}^2$$

$$k_{mod,fi} : \underline{1.00}$$

$$\text{Clase} : \underline{Permanente}$$

$$\text{Clase} : \underline{2}$$

$$f_{m,k} : \underline{163.10} \text{ kp/cm}^2$$

$$k_{h,fi} : \underline{1.11}$$

$$h_{fi} : \underline{88.00} \text{ mm}$$

$$\gamma_{M,fi} : \underline{1.00}$$

$$k_{fi} : \underline{1.25}$$

Producido por una versión no profesional de CYPE

Producido por una versión no profesional de CYPE

Resistencia a cortante en el eje y - Situación de incendio (Eurocódigo 5 EN 1995-1-1: 2004 + A1:2008: 6.1.7)

Se debe satisfacer:

$$\eta = \frac{\tau_{v,d,fi}}{f_{v,d,fi}} \leq 1 \qquad \eta < \underline{0.001} \quad \checkmark$$

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce para la combinación de acciones G.

Donde:

$\tau_{d,fi}$: Tensión de cálculo a cortante, dada por:

$$\tau_{d,fi} = \frac{3}{2} \cdot \frac{|V_d|}{A_{fi} \cdot k_{cr}}$$

Donde:

V_d : Cortante de cálculo

A_{fi} : Área de la sección transversal

k_{cr} : Factor que tiene en cuenta la influencia de las fendas

$f_{v,d,fi}$: Resistencia de cálculo a cortante, dada por:

$$f_{v,d,fi} = k_{mod,fi} \cdot k_{fi} \cdot f_{v,k} / \gamma_{M,fi}$$

Donde:

$k_{mod,fi}$: Factor de modificación para la duración de la carga y el contenido de humedad

$f_{v,k}$: Resistencia característica a cortante

$\gamma_{M,fi}$: Coeficiente parcial para las propiedades del material

k_{fi} : Coeficiente de corrección para las propiedades de la madera en situación de incendio

$\tau_{v,d,fi}$: 0.00 kp/cm²

$V_{y,d}$: 0.000 t

A_{fi} : 165.44 cm²

k_{cr} : 0.67

$f_{v,d,fi}$: 40.77 kp/cm²

$k_{mod,fi}$: 1.00

$f_{v,k}$: 32.62 kp/cm²

$\gamma_{M,fi}$: 1.00

k_{fi} : 1.25

Producido por una versión no profesional de CYPE

Producido por una versión no profesional de CYPE

Resistencia a cortante en el eje z - Situación de incendio (Eurocódigo 5 EN 1995-1-1: 2004 + A1:2008: 6.1.7)

Se debe satisfacer:

$$\eta = \frac{\tau_{z,d,fi}}{f_{v,d,fi}} \leq 1 \qquad \eta < \underline{0.001} \quad \checkmark$$

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce para la combinación de acciones G.

Donde:

$\tau_{d,fi}$: Tensión de cálculo a cortante, dada por:

$$\tau_{d,fi} = \frac{3}{2} \cdot \frac{|V_d|}{A_{fi} \cdot k_{cr}}$$

Donde:

V_d : Cortante de cálculo

A_{fi} : Área de la sección transversal

k_{cr} : Factor que tiene en cuenta la influencia de las fendas

$f_{v,d,fi}$: Resistencia de cálculo a cortante, dada por:

$$f_{v,d,fi} = k_{mod,fi} \cdot k_{fi} \cdot f_{v,k} / \gamma_{M,fi}$$

Donde:

$k_{mod,fi}$: Factor de modificación para la duración de la carga y el contenido de humedad

$f_{v,k}$: Resistencia característica a cortante

$\gamma_{M,fi}$: Coeficiente parcial para las propiedades del material

k_{fi} : Coeficiente de corrección para las propiedades de la madera en situación de incendio

$\tau_{z,d,fi}$: 0.01 kp/cm²

$V_{z,d}$: 0.001 t

A_{fi} : 165.44 cm²

k_{cr} : 0.67

$f_{v,d,fi}$: 40.77 kp/cm²

$k_{mod,fi}$: 1.00

$f_{v,k}$: 32.62 kp/cm²

$\gamma_{M,fi}$: 1.00

k_{fi} : 1.25

Producido por una versión no profesional de CYPE

Producido por una versión no profesional de CYPE

Resistencia a torsión - Situación de incendio (Eurocódigo 5 EN 1995-1-1: 2004 + A1:2008: 6.1.8)

La comprobación no procede, ya que no hay momento torsor.

Resistencia a flexión esviada - Situación de incendio (Eurocódigo 5 EN 1995-1-1: 2004 + A1:2008: 6.1.6)

Se debe satisfacer:

Resistencia a flexión esviada

$$\eta = \frac{\sigma_{m,y,d,fi}}{f_{m,y,d,fi}} + k_m \cdot \frac{\sigma_{m,z,d,fi}}{f_{m,z,d,fi}} \leq 1$$

η : 0.002 ✓

$$\eta = k_m \cdot \frac{\sigma_{m,y,d,fi}}{f_{m,y,d,fi}} + \frac{\sigma_{m,z,d,fi}}{f_{m,z,d,fi}} \leq 1$$

η : 0.002 ✓

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N46, para la combinación de acciones G.

Donde:

$\sigma_{m,d,fi}$: Tensión de cálculo a flexión, dada por:

$$\sigma_{m,d,fi} = |M_d| / W_{el,fi}$$

Donde:

M_d : Momento flector de cálculo

$W_{el,fi}$: Módulo resistente elástico de la sección transversal

$f_{m,d,fi}$: Resistencia de cálculo a flexión, dada por:

$$f_{m,d,fi} = k_{mod,fi} \cdot k_{fi} \cdot k_{h,fi} \cdot f_{m,k} / \gamma_{M,fi}$$

Donde:

$k_{mod,fi}$: Factor de modificación para la duración de la carga y el contenido de humedad

$f_{m,k}$: Resistencia característica a flexión

$k_{h,fi}$: Factor de altura, dado por:

$\gamma_{M,fi}$: Coeficiente parcial para las propiedades del material

k_{fi} : Coeficiente de corrección para las propiedades de la madera en situación de incendio

k_m : Factor que tiene en cuenta el efecto de redistribución de tensiones bajo flexión esviada y la falta de homogeneidad del material en la sección transversal

Resistencia a flexión y tracción axial combinadas - Situación de incendio (Eurocódigo 5 EN 1995-1-1: 2004 + A1:2008: 6.2.3)

La comprobación no procede, ya que no hay interacción entre axil de tracción y momento flector para ninguna combinación.

Resistencia a flexión y compresión axial combinadas - Situación de incendio (Eurocódigo 5 EN 1995-1-1: 2004 + A1:2008: 6.2.4)

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en un punto situado a una distancia de 0.200 m del nudo N18, para la combinación de acciones G.

Se debe satisfacer:

Resistencia de la sección transversal a flexión y compresión combinados

$\sigma_{m,y,d,fi}$: 0.30 kp/cm²

$\sigma_{m,z,d,fi}$: 0.17 kp/cm²

$M_{y,d}$: 0.002 t·m

$M_{z,d}$: 0.000 t·m

$W_{el,y,fi}$: 518.38 cm³

$W_{el,z,fi}$: 242.65 cm³

$f_{m,y,d,fi}$: 203.87 kp/cm²

$f_{m,z,d,fi}$: 226.82 kp/cm²

$k_{mod,fi}$: 1.00

$f_{m,k}$: 163.10 kp/cm²

$k_{h,y,fi}$: 1.00

$k_{h,z,fi}$: 1.11

$\gamma_{M,fi}$: 1.00

k_{fi} : 1.25

k_m : 0.70

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

η : 0.003 ✓

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

η : 0.003 ✓

Resistencia a pandeo para flexión y compresión combinados

$$\eta = \frac{\sigma_{c,0,d,fi}}{\chi_{c,y,fi} \cdot f_{c,0,d,fi}} + \frac{\sigma_{m,y,d,fi}}{f_{m,y,d,fi}} + k_m \cdot \frac{\sigma_{m,z,d,fi}}{f_{m,z,d,fi}} \leq 1$$

η : 0.064 ✓

$$\eta = \frac{\sigma_{c,0,d,fi}}{\chi_{c,z,fi} \cdot f_{c,0,d,fi}} + k_m \cdot \frac{\sigma_{m,y,d,fi}}{f_{m,y,d,fi}} + \frac{\sigma_{m,z,d,fi}}{f_{m,z,d,fi}} \leq 1$$

η : 0.173 ✓

Resistencia a vuelco lateral para flexión y compresión combinados

No es necesaria la comprobación de resistencia a vuelco lateral ya que la longitud de vuelco lateral es nula.

Donde:

$\sigma_{c,0,d,fi}$: Tensión de cálculo a compresión paralela a la fibra, dada por:

$\sigma_{c,0,d,fi}$: 11.55 kp/cm²

$$\sigma_{c,0,d,fi} = |N_{c,0,d,fi}| / A_{fi}$$

Donde:

$N_{c,0,d,fi}$: Compresión axial de cálculo paralela a la fibra

$N_{c,0,d,fi}$: 1.912 t

A_{fi} : Área de la sección transversal

A_{fi} : 165.44 cm²

$\sigma_{m,d,fi}$: Tensión de cálculo a flexión, dada por:

$\sigma_{m,y,d,fi}$: 0.02 kp/cm²

$\sigma_{m,z,d,fi}$: 0.00 kp/cm²

$$\sigma_{m,d,fi} = |M_d| / W_{el,fi}$$

Donde:

M_d : Momento flector de cálculo

$M_{y,d}$: 0.000 t·m

$M_{z,d}$: 0.000 t·m

$W_{el,fi}$: Módulo resistente elástico de la sección transversal

$W_{el,y,fi}$: 518.38 cm³

$W_{el,z,fi}$: 242.65 cm³

$f_{c,0,d,fi}$: Resistencia de cálculo a compresión paralela a la fibra, dada por:

$f_{c,0,d,fi}$: 216.62 kp/cm²

$$f_{c,0,d,fi} = k_{mod,fi} \cdot f_{c,0,k} / \gamma_{M,fi}$$

Donde:

$k_{mod,fi}$: Factor de modificación para la duración de la carga y el contenido de humedad

$k_{mod,fi}$: 1.00

$f_{c,0,k}$: Resistencia característica a compresión paralela a la fibra

$f_{c,0,k}$: 173.29 kp/cm²

$\gamma_{M,fi}$: Coeficiente parcial para las propiedades del material

$\gamma_{M,fi}$: 1.00

k_{fi} : Coeficiente de corrección para las propiedades de la madera en situación de incendio

k_{fi} : 1.25

$f_{m,d,fi}$: Resistencia de cálculo a flexión, dada por:

$f_{m,y,d,fi}$: 203.87 kp/cm²

$f_{m,z,d,fi}$: 226.82 kp/cm²

$$f_{m,d,fi} = k_{mod,fi} \cdot k_{fi} \cdot k_{h,fi} \cdot f_{m,k} / \gamma_{M,fi}$$

Donde:

$k_{mod,fi}$: Factor de modificación para la duración de la carga y el contenido de humedad

$k_{mod,fi}$: 1.00

$f_{m,k}$: Resistencia característica a flexión

$f_{m,k}$: 163.10 kp/cm²

$k_{h,fi}$: Factor de altura, dado por:

$k_{h,y,fi}$: 1.00

$k_{h,z,fi}$: 1.11

Eje y:

Para cantos (flexión) o anchos (tracción) de piezas rectangulares de madera maciza superiores o iguales a 150 mm:

$$k_{n,y} = 1.0$$

Eje z:

Para cantos (flexión) o anchos (tracción) de piezas rectangulares de madera maciza inferiores a 150 mm:

$$k_{n,z} = \min\{(150/h_n)^{0.2}; 1.3\}$$

Donde:

h_n : Canto en flexión o mayor dimensión de la sección en tracción

$$h_n : \underline{88.00} \text{ mm}$$

$\gamma_{m,n}$: Coeficiente parcial para las propiedades del material

$$\gamma_{m,n} : \underline{1.00}$$

k_{fi} : Coeficiente de corrección para las propiedades de la madera en situación de incendio

$$k_{fi} : \underline{1.25}$$

k_m : Factor que tiene en cuenta el efecto de redistribución de tensiones bajo flexión esviada y la falta de homogeneidad del material en la sección transversal

$$k_m : \underline{0.70}$$

$k_{c,fi}$: Factor de inestabilidad

$$k_{c,y,fi} : \underline{0.83}$$

$$k_{c,z,fi} : \underline{0.31}$$

Profesional de CYPE

Producido por una

Resistencia a cortante y torsor combinados - Situación de incendio (Eurocódigo 5 EN 1995-1-1:2004 + A1:2008: 6.1.7 - 6.1.8, Criterio de CYPE Ingenieros)

La comprobación no procede, ya que la barra no está sometida a momento torsor ni a esfuerzo cortante.

Aún así se piensa que para que las vigas vayan más holgadas y homogeneizar todas las secciones todas las vigas tendrán una sección de 250x250 mm, quedando la estructura de la siguiente manera:

1.- DATOS DE OBRA

1.1.- Normas consideradas

Madera: Eurocódigo 5

Categoría de uso: G2. Cubiertas accesibles únicamente para mantenimiento

1.2.- Estados límite

E.L.U. de rotura. Madera	EC Nieve: Resto de los Estados miembro del CEN, H <= 1000 m
Desplazamientos	Acciones características

1.2.1.- Situaciones de proyecto

Para las distintas situaciones de proyecto, las combinaciones de acciones se definirán de acuerdo con los siguientes criterios:

- Situaciones persistentes o transitorias

- Con coeficientes de combinación

$$\sum_{j \geq 1} \gamma_{Gj} G_{kj} + \gamma_{Q1} \Psi_{p1} Q_{k1} + \sum_{i > 1} \gamma_{Qi} \Psi_{ai} Q_{ki}$$

- Sin coeficientes de combinación

$$\sum_{j \geq 1} \gamma_{Gj} G_{kj} + \sum_{i \geq 1} \gamma_{Qi} Q_{ki}$$

- Situaciones sísmicas

- Con coeficientes de combinación

$$\sum_{j \geq 1} \gamma_{Gj} G_{kj} + \gamma_{AE} A_E + \sum_{i \geq 1} \gamma_{Qi} \Psi_{ai} Q_{ki}$$

- Sin coeficientes de combinación

$$\sum_{j \geq 1} \gamma_{Gj} G_{kj} + \gamma_{AE} A_E + \sum_{i \geq 1} \gamma_{Qi} Q_{ki}$$

- Donde:

- G_k Acción permanente
- Q_k Acción variable
- A_E Acción sísmica
- γ_G Coeficiente parcial de seguridad de las acciones permanentes
- γ_{Q,1} Coeficiente parcial de seguridad de la acción variable principal
- γ_{Q,i} Coeficiente parcial de seguridad de las acciones variables de acompañamiento
- γ_{AE} Coeficiente parcial de seguridad de la acción sísmica
- Ψ_{p,1} Coeficiente de combinación de la acción variable principal
- Ψ_{a,i} Coeficiente de combinación de las acciones variables de acompañamiento

Para cada situación de proyecto y estado límite los coeficientes a utilizar serán:

E.L.U. de rotura. Madera: Eurocódigo 5

	Persistente o transitoria			
	Coeficientes parciales de seguridad (γ)		Coeficientes de combinación (ψ)	
	Favorable	Desfavorable	Principal (ψ _p)	Acompañamiento (ψ _a)
Carga permanente (G)	1.000	1.350	-	-
Sobrecarga (Q)	0.000	1.500	1.000	0.000
Viento (Q)	0.000	1.500	1.000	0.600
Nieve (Q)	0.000	1.500	1.000	0.500

	Sísmica			
	Coeficientes parciales de seguridad (γ)		Coeficientes de combinación (ψ)	
	Favorable	Desfavorable	Principal (ψ _p)	Acompañamiento (ψ _a)
Carga permanente (G)	1.000	1.000	-	-
Sobrecarga (Q)	0.000	1.000	0.000	0.000
Viento (Q)	0.000	1.000	0.000	0.000
Nieve (Q)	0.000	1.000	0.000	0.000
Sismo (E)	-1.000	1.000	1.000	0.000

Desplazamientos

	Acciones variables sin sismo	
	Coeficientes parciales de seguridad (γ)	
	Favorable	Desfavorable
Carga permanente (G)	1.000	1.000
Sobrecarga (Q)	0.000	1.000
Viento (Q)	0.000	1.000
Nieve (Q)	0.000	1.000

	Sísmica	
	Coeficientes parciales de seguridad (γ)	
	Favorable	Desfavorable
Carga permanente (G)	1.000	1.000
Sobrecarga (Q)	0.000	1.000
Viento (Q)	0.000	0.000
Nieve (Q)	0.000	1.000
Sismo (E)	-1.000	1.000

1.3.- Sismo dinámico

1.3.1.- Datos generales de sismo

Análisis modal espectral

No se realiza análisis de los efectos de 2º orden

Acción sísmica según X

Acción sísmica según Y

Aceleración sísmica a = 0.50

Ductilidad = 2.00

Número de modos: 3

1.4.- Resistencia al fuego

Perfiles de madera

Norma: EN1995-1-2:1999: Proyecto de estructuras de madera - Parte 1-2: Reglas generales - Proyecto de estructuras sometidas al fuego.

Resistencia requerida: R30

2.- ESTRUCTURA

2.1.- Geometría

2.1.1.- Barras

2.1.1.1.- Materiales utilizados

Materiales utilizados						
Material		E	v	G	α_t	γ
Tipo	Designación	(kp/cm ²)		(kp/cm ²)	(m/m°C)	(t/m ³)
Madera	C16	81549.4	7.000	5096.8	0.000005	0.370

Notación:
E: Módulo de elasticidad
v: Módulo de Poisson
G: Módulo de cortadura
 α_t : Coeficiente de dilatación
 γ : Peso específico

2.1.1.2.- Descripción

Descripción									
Material		Barra	Pieza	Perfil(Serie)	Longitud	β_{xy}	β_{xz}	Lb _{Sup.}	Lb _{Inf.}
Tipo	Designación	(Ni/Nf)	(Ni/Nf)		(m)			(m)	(m)
Madera	C16	N1/N54	N1/N2	R 150x250 (R)	2.400	1.00	1.00	-	-
		N54/N2	N1/N2	R 150x250 (R)	0.400	1.00	1.00	-	-
		N2/N3	N2/N3	R 250x250 (R)	4.200	1.00	1.00	-	-
		N4/N51	N4/N3	R 150x250 (R)	2.400	1.00	1.00	-	-
		N51/N3	N4/N3	R 150x250 (R)	0.400	1.00	1.00	-	-
		N3/N5	N3/N5	R 250x250 (R)	4.200	1.00	1.00	-	-
		N6/N48	N6/N5	R 150x250 (R)	2.400	1.00	1.00	-	-
		N48/N5	N6/N5	R 150x250 (R)	0.400	1.00	1.00	-	-
		N5/N7	N5/N7	R 250x250 (R)	4.200	1.00	1.00	-	-
		N8/N45	N8/N7	R 150x250 (R)	2.400	1.00	1.00	-	-

Descripción									
Material		Barra	Pieza	Perfil(Serie)	Longitud	β_{xy}	β_{xz}	Lb _{Sup.}	Lb _{Inf.}
Tipo	Designación	(Ni/Nf)	(Ni/Nf)		(m)			(m)	(m)
		N45/N7	N8/N7	R 150x250 (R)	0.400	1.00	1.00	-	-
		N7/N9	N7/N9	R 250x250 (R)	4.200	1.00	1.00	-	-
		N10/N42	N10/N9	R 150x250 (R)	2.400	1.00	1.00	-	-
		N42/N9	N10/N9	R 150x250 (R)	0.400	1.00	1.00	-	-
		N9/N11	N9/N11	R 250x250 (R)	4.200	1.00	1.00	-	-
		N12/N39	N12/N11	R 150x250 (R)	2.400	1.00	1.00	-	-
		N39/N11	N12/N11	R 150x250 (R)	0.400	1.00	1.00	-	-
		N13/N52	N13/N14	R 150x250 (R)	2.400	1.00	1.00	-	-
		N52/N14	N13/N14	R 150x250 (R)	0.800	1.00	1.00	-	-
		N14/N15	N14/N15	R 250x250 (R)	4.200	1.00	1.00	-	-
		N16/N49	N16/N15	R 150x250 (R)	2.400	1.00	1.00	-	-
		N49/N15	N16/N15	R 150x250 (R)	0.800	1.00	1.00	-	-
		N15/N17	N15/N17	R 250x250 (R)	4.200	1.00	1.00	-	-
		N18/N46	N18/N17	R 150x250 (R)	2.400	1.00	1.00	-	-
		N46/N17	N18/N17	R 150x250 (R)	0.800	1.00	1.00	-	-
		N17/N19	N17/N19	R 250x250 (R)	4.200	1.00	1.00	-	-
		N20/N43	N20/N19	R 150x250 (R)	2.400	1.00	1.00	-	-
		N43/N19	N20/N19	R 150x250 (R)	0.800	1.00	1.00	-	-
		N19/N21	N19/N21	R 250x250 (R)	4.200	1.00	1.00	-	-
		N22/N40	N22/N21	R 150x250 (R)	2.400	1.00	1.00	-	-
		N40/N21	N22/N21	R 150x250 (R)	0.800	1.00	1.00	-	-
		N21/N23	N21/N23	R 250x250 (R)	4.200	1.00	1.00	-	-
		N24/N37	N24/N23	R 150x250 (R)	2.400	1.00	1.00	-	-
		N37/N23	N24/N23	R 150x250 (R)	0.800	1.00	1.00	-	-
		N25/N38	N25/N26	R 150x250 (R)	2.400	1.00	1.00	-	-
		N38/N26	N25/N26	R 150x250 (R)	1.200	1.00	1.00	-	-
		N27/N26	N27/N26	R 250x250 (R)	4.200	1.00	1.00	-	-
		N28/N41	N28/N27	R 150x250 (R)	2.400	1.00	1.00	-	-
		N41/N27	N28/N27	R 150x250 (R)	1.200	1.00	1.00	-	-
		N29/N27	N29/N27	R 250x250 (R)	4.200	1.00	1.00	-	-
		N30/N44	N30/N29	R 150x250 (R)	2.400	1.00	1.00	-	-
		N44/N29	N30/N29	R 150x250 (R)	1.200	1.00	1.00	-	-
		N31/N29	N31/N29	R 250x250 (R)	4.200	1.00	1.00	-	-
		N32/N47	N32/N31	R 150x250 (R)	2.400	1.00	1.00	-	-
		N47/N31	N32/N31	R 150x250 (R)	1.200	1.00	1.00	-	-
		N33/N31	N33/N31	R 250x250 (R)	4.200	1.00	1.00	-	-
		N34/N50	N34/N33	R 150x250 (R)	2.400	1.00	1.00	-	-
		N50/N33	N34/N33	R 150x250 (R)	1.200	1.00	1.00	-	-
		N35/N33	N35/N33	R 250x250 (R)	4.200	1.00	1.00	-	-
		N36/N53	N36/N35	R 150x250 (R)	2.400	1.00	1.00	-	-
		N53/N35	N36/N35	R 150x250 (R)	1.200	1.00	1.00	-	-
		N37/N38	N37/N38	R 150x150 (R)	3.600	1.00	1.00	-	-
		N39/N37	N39/N37	R 150x150 (R)	3.600	1.00	1.00	-	-
		N40/N41	N40/N41	R 150x150 (R)	3.600	1.00	1.00	-	-
		N42/N40	N42/N40	R 150x150 (R)	3.600	1.00	1.00	-	-

Descripción									
Material		Barra (Ni/Nf)	Pieza (Ni/Nf)	Perfil(Serie)	Longitud (m)	β_{xy}	β_{xz}	Lb _{Sup.} (m)	Lb _{Inf.} (m)
Tipo	Designación								
		N43/N44	N43/N44	R 150x150 (R)	3.600	1.00	1.00	-	-
		N45/N43	N45/N43	R 150x150 (R)	3.600	1.00	1.00	-	-
		N46/N47	N46/N47	R 150x150 (R)	3.600	1.00	1.00	-	-
		N48/N46	N48/N46	R 150x150 (R)	3.600	1.00	1.00	-	-
		N49/N50	N49/N50	R 150x150 (R)	3.600	1.00	1.00	-	-
		N51/N49	N51/N49	R 150x150 (R)	3.600	1.00	1.00	-	-
		N52/N53	N52/N53	R 150x150 (R)	3.600	1.00	1.00	-	-
		N54/N52	N54/N52	R 150x150 (R)	3.600	1.00	1.00	-	-

Notación:
Ni: Nudo inicial
Nf: Nudo final
 β_{xy} : Coeficiente de pandeo en el plano 'XY'
 β_{xz} : Coeficiente de pandeo en el plano 'XZ'
Lb_{Sup.}: Separación entre arriostramientos del ala superior
Lb_{Inf.}: Separación entre arriostramientos del ala inferior

1.1.3.- Características mecánicas

Tipos de pieza	
Ref.	Piezas
1	N1/N2, N4/N3, N6/N5, N8/N7, N10/N9, N12/N11, N13/N14, N16/N15, N18/N17, N20/N19, N22/N21, N24/N23, N25/N26, N28/N27, N30/N29, N32/N31, N34/N33 y N36/N35
2	N2/N3, N3/N5, N5/N7, N7/N9, N9/N11, N14/N15, N15/N17, N17/N19, N19/N21, N21/N23, N27/N26, N29/N27, N31/N29, N33/N31 y N35/N33
3	N37/N38, N39/N37, N40/N41, N42/N40, N43/N44, N45/N43, N46/N47, N48/N46, N49/N50, N51/N49, N52/N53 y N54/N52

Características mecánicas									
Material		Ref.	Descripción	A (cm ²)	Avy (cm ²)	Avz (cm ²)	Iyy (cm ⁴)	Izz (cm ⁴)	It (cm ⁴)
Tipo	Designación								
Madera	C16	1	R 150x250, (R)	375.00	312.50	312.50	19531.25	7031.25	17465.63
		2	R 250x250, (R)	625.00	520.83	520.83	32552.08	32552.08	54687.50
		3	R 150x150, (R)	225.00	187.50	187.50	4218.75	4218.75	7087.50

Notación:
Ref.: Referencia
A: Área de la sección transversal
Avy: Área de cortante de la sección según el eje local 'Y'
Avz: Área de cortante de la sección según el eje local 'Z'
Iyy: Inercia de la sección alrededor del eje local 'Y'
Izz: Inercia de la sección alrededor del eje local 'Z'
It: Inercia a torsión
Las características mecánicas de las piezas corresponden a la sección en el punto medio de las mismas.

1.2.- Resultados

1.2.1.- Barras

1.2.1.1.- Resistencia

Referencias:

N: Esfuerzo axial (t)

Vy: Esfuerzo cortante según el eje local Y de la barra. (t)

Vz: Esfuerzo cortante según el eje local Z de la barra. (t)

Mt: Momento torsor (t-m)

My: Momento flector en el plano 'XZ' (giro de la sección respecto al eje local 'Y' de la barra). (t-m)

Mz: Momento flector en el plano 'XY' (giro de la sección respecto al eje local 'Z' de la barra). (t-m)

Los esfuerzos indicados son los correspondientes a la combinación pésima, es decir, aquella que demanda la máxima resistencia de la sección.

Origen de los esfuerzos pésimos:

- G: Sólo gravitatorias

- GV: Gravitatorias + viento

- GS: Gravitatorias + sismo

- GVS: Gravitatorias + viento + sismo

η : Aprovechamiento de la resistencia. La barra cumple con las condiciones de resistencia de la norma si se cumple que $\eta \leq 100$ %.

Comprobación de resistencia a temperatura ambiente										
Barra	η (%)	Posición (m)	Esfuerzos pésimos						Origen	Estado
			N (t)	Vy (t)	Vz (t)	Mt (t-m)	My (t-m)	Mz (t-m)		
N1/N54	20.60	2.400	0.016	-0.079	-0.005	0.000	0.011	0.189	G	Cumple
N54/N2	23.56	0.000	0.037	0.011	0.284	-0.062	0.114	0.039	GV	Cumple
N2/N3	40.40	4.200	0.010	-0.002	1.536	0.000	-1.055	-0.002	G	Cumple
N4/N51	17.56	2.400	-0.733	0.000	-0.116	0.000	0.278	0.000	GV	Cumple
N51/N3	7.16	0.000	-2.862	-0.001	0.002	0.000	0.001	0.000	G	Cumple
N3/N5	43.15	4.200	0.009	0.000	1.353	0.000	-1.127	-0.001	G	Cumple
N6/N48	23.62	2.400	-0.816	0.000	-0.159	0.000	0.382	0.000	GV	Cumple
N48/N5	7.41	0.000	-2.965	-0.001	0.000	0.000	0.000	0.000	G	Cumple
N5/N7	43.15	0.000	0.008	0.000	-1.604	0.000	-1.127	-0.001	G	Cumple
N8/N45	23.23	2.400	-0.656	0.000	-0.159	0.000	0.382	0.000	GV	Cumple
N45/N7	5.21	0.000	-2.085	-0.001	0.000	0.000	0.000	0.000	G	Cumple
N7/N9	52.50	4.200	0.006	0.000	1.663	0.000	-1.372	0.000	G	Cumple
N10/N42	15.96	2.400	-0.809	0.000	-0.103	0.000	0.247	0.000	GV	Cumple
N42/N9	8.33	0.000	-3.333	-0.001	0.000	0.000	0.000	0.000	G	Cumple
N9/N11	52.50	0.000	0.005	0.000	-1.663	0.000	-1.372	0.000	G	Cumple
N12/N39	4.67	2.400	-0.907	0.001	-0.004	0.000	0.010	-0.003	G	Cumple
N39/N11	2.54	0.000	-1.017	-0.005	0.000	0.000	0.000	-0.002	G	Cumple
N13/N52	37.11	2.400	-2.257	-0.113	-0.001	0.000	0.002	0.272	G	Cumple
N52/N14	45.58	0.800	-2.203	-0.127	0.001	0.001	0.000	0.377	G	Cumple
N14/N15	79.72	4.200	-0.127	0.001	3.010	0.000	-2.073	-0.005	G	Cumple
N16/N49	20.97	2.400	-4.267	-0.001	-0.075	0.000	0.180	0.002	GV	Cumple
N49/N15	14.38	0.000	-5.603	0.002	-0.002	0.000	-0.002	0.002	G	Cumple
N15/N17	84.26	4.200	-0.125	-0.001	2.635	0.000	-2.194	-0.001	G	Cumple
N18/N46	36.95	2.400	-1.050	-0.001	-0.252	0.000	0.605	0.002	GV	Cumple
N46/N17	16.47	0.000	-4.425	0.004	-0.142	0.000	-0.113	0.003	GV	Cumple
N17/N19	84.25	0.000	-0.122	0.000	-3.129	0.000	-2.194	-0.001	G	Cumple
N20/N43	37.40	2.400	-0.761	-0.001	-0.260	0.000	0.625	0.002	GV	Cumple
N43/N19	13.72	0.000	-3.132	0.004	-0.145	0.000	-0.116	0.003	GV	Cumple
N19/N21	99.52	4.200	-0.120	0.000	3.224	0.000	-2.594	0.001	G	Cumple
N22/N40	24.35	2.400	-4.923	-0.001	-0.089	0.000	0.213	0.002	GV	Cumple
N40/N21	16.58	0.000	-4.882	0.004	-0.122	0.000	-0.098	0.003	GV	Cumple
N21/N23	99.52	0.000	-0.118	0.001	-3.142	0.000	-2.594	0.001	G	Cumple

Comprobación de resistencia a temperatura ambiente										
Barra	η (%)	Posición (m)	Esfuerzos p _{es} imos						Origen	Estado
			N (t)	V _y (t)	V _z (t)	M _t (t·m)	M _y (t·m)	M _z (t·m)		
N24/N37	34.19	2.400	-2.126	0.104	0.001	0.000	-0.003	-0.249	G	Cumple
N37/N23	42.01	0.800	-2.071	0.118	-0.001	0.002	0.000	-0.346	G	Cumple
N25/N38	11.91	2.400	0.004	0.039	0.004	0.000	-0.011	-0.094	G	Cumple
N38/N26	16.22	1.200	0.048	0.037	0.002	-0.005	0.000	-0.151	G	Cumple
N27/N26	51.00	0.000	-0.001	-0.001	-1.617	0.000	-1.333	0.001	G	Cumple
N28/N41	13.08	2.400	0.292	0.001	-0.087	0.000	0.210	-0.001	GV	Cumple
N41/N27	8.82	0.000	-3.293	-0.001	-0.001	0.000	-0.001	-0.001	G	Cumple
N29/N27	51.00	4.200	0.000	0.000	1.653	0.000	-1.333	0.001	G	Cumple
N30/N44	16.66	2.400	0.331	0.001	-0.113	0.000	0.270	-0.001	GV	Cumple
N44/N29	10.88	0.000	-0.473	-0.002	-0.142	0.000	-0.171	-0.002	GV	Cumple
N31/N29	53.67	2.100	0.001	0.000	0.000	0.000	1.403	0.000	G	Cumple
N32/N47	14.79	2.400	0.326	0.001	-0.099	0.000	0.238	-0.001	GV	Cumple
N47/N31	12.23	0.000	-0.471	-0.002	-0.162	0.000	-0.195	-0.002	GV	Cumple
N33/N31	52.61	0.000	0.002	-0.002	-1.662	0.000	-1.371	-0.006	G	Cumple
N34/N50	12.35	2.400	-3.363	0.000	0.002	0.000	-0.004	-0.001	G	Cumple
N50/N33	9.08	0.000	-3.347	-0.001	-0.003	0.000	-0.004	-0.001	G	Cumple
N35/N33	52.61	4.200	0.003	0.002	1.662	0.000	-1.371	-0.006	G	Cumple
N36/N53	6.57	2.400	-0.216	0.001	0.043	0.000	-0.103	-0.003	GV	Cumple
N53/N35	7.95	0.000	-0.215	-0.004	-0.106	0.000	-0.127	-0.004	GV	Cumple
N37/N38	8.00	0.000	-0.001	0.020	-0.015	-0.001	-0.009	0.056	GS	Cumple
N39/N37	8.14	3.600	-0.002	-0.016	0.016	0.001	-0.009	0.056	GS	Cumple
N40/N41	43.82	0.000	0.038	0.002	-0.169	0.000	-0.272	0.008	GV	Cumple
N42/N40	44.35	0.000	-0.018	-0.002	-0.166	0.000	-0.281	0.000	GV	Cumple
N43/N44	69.76	3.600	-0.030	0.002	-0.225	0.000	0.441	0.000	GV	Cumple
N45/N43	69.47	0.000	-0.012	-0.002	-0.251	0.000	-0.441	0.000	GV	Cumple
N46/N47	68.79	3.600	-0.064	0.002	-0.220	0.000	0.433	0.000	GV	Cumple
N48/N46	67.43	0.000	-0.050	-0.002	-0.243	0.000	-0.425	0.000	GV	Cumple
N49/N50	26.69	0.000	-0.023	0.002	-0.065	0.000	-0.162	0.008	GV	Cumple
N51/N49	47.55	0.000	-0.067	-0.002	-0.178	0.000	-0.298	0.000	GV	Cumple
N52/N53	10.92	0.000	-0.149	0.006	-0.040	0.000	-0.046	0.021	GV	Cumple
N54/N52	13.47	0.000	-0.334	0.027	-0.022	0.000	-0.004	0.062	GV	Cumple

Comprobación de resistencia en situación de incendio										
R. req. ⁽¹⁾ : R30										
Barra	η (%)	Posición (m)	Esfuerzos p _{es} imos						Origen	Estado
			N (t)	V _y (t)	V _z (t)	M _t (t·m)	M _y (t·m)	M _z (t·m)		
N1/N54	11.85	2.400	0.012	-0.026	-0.003	0.000	0.008	0.062	G	Cumple
N54/N2	13.12	0.400	0.032	-0.023	-0.002	-0.003	0.000	0.071	G	Cumple
N2/N3	15.43	4.200	0.003	0.000	0.506	0.000	-0.348	-0.001	G	Cumple
N4/N51	9.19	2.400	-0.960	0.000	-0.003	0.000	0.007	0.000	G	Cumple
N51/N3	2.64	0.000	-0.946	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	G	Cumple
N3/N5	16.47	4.200	0.003	0.000	0.446	0.000	-0.371	-0.001	G	Cumple
N6/N48	9.51	2.400	-0.995	0.000	-0.003	0.000	0.007	0.000	G	Cumple

Comprobación de resistencia en situación de incendio										
R. req. ⁽¹⁾ : R30										
Barra	η (%)	Posición (m)	Esfuerzos p _{es} imos						Origen	Estado
			N (t)	V _y (t)	V _z (t)	M _t (t·m)	M _y (t·m)	M _z (t·m)		
N48/N5	2.74	0.000	-0.980	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	G	Cumple
N5/N7	16.47	0.000	0.002	0.000	-0.529	0.000	-0.371	-0.001	G	Cumple
N8/N45	6.92	2.400	-0.705	0.000	-0.003	0.000	0.008	0.000	G	Cumple
N45/N7	1.93	0.000	-0.690	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	G	Cumple
N7/N9	20.03	4.200	0.002	0.000	0.548	0.000	-0.452	0.000	G	Cumple
N10/N42	10.67	2.400	-1.116	0.000	-0.003	0.000	0.008	0.000	G	Cumple
N42/N9	3.07	0.000	-1.101	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	G	Cumple
N9/N11	20.03	0.000	0.002	0.000	-0.548	0.000	-0.452	0.000	G	Cumple
N12/N39	3.91	2.400	-0.353	0.001	-0.003	0.000	0.007	-0.001	G	Cumple
N39/N11	0.94	0.000	-0.338	-0.002	0.000	0.000	0.000	-0.001	G	Cumple
N13/N52	22.61	2.400	-0.745	-0.036	0.000	0.000	0.001	0.087	G	Cumple
N52/N14	23.95	0.800	-0.703	-0.040	0.001	0.000	0.000	0.120	G	Cumple
N14/N15	29.50	4.200	-0.040	0.001	0.961	0.000	-0.662	-0.002	G	Cumple
N16/N49	16.88	0.000	-1.862	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	G	Cumple
N49/N15	5.55	0.000	-1.795	0.001	-0.001	0.000	-0.001	0.001	G	Cumple
N15/N17	31.16	4.200	-0.040	0.000	0.841	0.000	-0.701	0.000	G	Cumple
N18/N46	17.35	0.000	-1.914	0.000	0.001	0.000	0.000	0.000	G	Cumple
N46/N17	5.68	0.000	-1.851	0.001	0.000	0.000	0.000	0.001	G	Cumple
N17/N19	31.16	0.000	-0.039	0.000	-0.999	0.000	-0.701	0.000	G	Cumple
N20/N43	12.46	0.000	-1.375	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	G	Cumple
N43/N19	4.04	0.000	-1.311	0.001	0.000	0.000	0.000	0.001	G	Cumple
N19/N21	36.79	4.200	-0.038	0.000	1.029	0.000	-0.828	0.000	G	Cumple
N22/N40	19.09	0.000	-2.106	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	G	Cumple
N40/N21	6.25	0.000	-2.043	0.001	0.000	0.000	0.000	0.001	G	Cumple
N21/N23	36.79	0.000	-0.038	0.000	-1.003	0.000	-0.828	0.000	G	Cumple
N24/N37	20.90	2.400	-0.703	0.033	0.001	0.000	-0.001	-0.079	G	Cumple
N37/N23	22.06	0.800	-0.661	0.038	0.000	0.001	0.000	-0.110	G	Cumple
N25/N38	6.92	2.400	0.003	0.015	0.003	0.000	-0.008	-0.035	G	Cumple
N38/N26	9.21	1.200	0.035	0.012	0.001	-0.001	0.000	-0.050	G	Cumple
N27/N26	19.46	0.000	0.000	0.000	-0.533	0.000	-0.439	0.000	G	Cumple
N28/N41	10.70	2.400	-1.110	0.000	0.004	0.000	-0.009	0.000	G	Cumple
N41/N27	3.91	0.000	-1.094	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	G	Cumple
N29/N27	19.46	4.200	0.000	0.000	0.545	0.000	-0.439	0.000	G	Cumple
N30/N44	7.92	2.400	-0.807	0.000	0.003	0.000	-0.008	0.000	G	Cumple
N44/N29	2.85	0.000	-0.793	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	G	Cumple
N31/N29	20.48	2.100	0.000	0.000	0.000	0.000	0.462	0.000	G	Cumple
N32/N47	7.92	2.400	-0.805	0.000	0.004	0.000	-0.009	0.000	G	Cumple
N47/N31	2.90	0.000	-0.790	0.000	0.001	0.000	0.001	0.000	G	Cumple
N33/N31	20.12	0.000	0.001	-0.001	-0.548	0.000	-0.452	-0.004	G	Cumple
N34/N50	10.49	0.000	-1.157	0.000	0.001	0.000	0.000	0.000	G	Cumple
N50/N33	4.09	0.000	-1.112	0.000	-0.002	0.000	-0.002	0.000	G	Cumple
N35/N33	20.12	4.200	0.001	0.001	0.548	0.000	-0.452	-0.004	G	Cumple
N36/N53	4.12	2.400	-0.364	-0.001	0.003	0.000	-0.007	0.002	G	Cumple

Comprobación de resistencia en situación de incendio										
R. req. ⁽¹⁾ : R30										
Barra	η (%)	Posición (m)	Esfuerzos pésimos						Origen	Estado
			N (t)	Vy (t)	Vz (t)	Mt (t·m)	My (t·m)	Mz (t·m)		
N53/N35	1.50	0.000	-0.349	0.001	0.001	0.000	0.001	0.001	G	Cumple
N37/N38	5.25	0.000	-0.002	0.002	-0.015	0.000	-0.008	0.007	G	Cumple
N39/N37	5.98	3.600	-0.003	-0.002	0.016	-0.001	-0.010	0.008	G	Cumple
N40/N41	3.87	0.000	-0.004	0.000	-0.015	0.000	-0.008	0.002	G	Cumple
N42/N40	4.03	3.600	-0.004	0.000	0.015	0.000	-0.009	0.002	G	Cumple
N43/N44	4.10	0.000	-0.004	0.000	-0.015	0.000	-0.009	0.002	G	Cumple
N45/N43	4.11	3.600	-0.004	0.000	0.015	0.000	-0.009	0.002	G	Cumple
N46/N47	3.86	3.600	-0.003	0.000	0.016	0.000	-0.010	0.000	G	Cumple
N48/N46	4.27	3.600	-0.003	0.000	0.016	0.000	-0.010	0.002	G	Cumple
N49/N50	5.25	0.000	-0.003	0.000	-0.018	0.000	-0.012	0.002	G	Cumple
N51/N49	4.53	3.600	-0.003	0.000	0.016	0.000	-0.010	0.002	G	Cumple
N52/N53	5.46	0.000	-0.002	-0.002	-0.015	-0.001	-0.009	-0.007	G	Cumple
N54/N52	5.07	3.600	-0.001	0.002	0.015	0.000	-0.009	-0.006	G	Cumple

Notas:
⁽¹⁾ Resistencia requerida (periodo de tiempo, expresado en minutos, durante el cual un elemento estructural debe mantener su capacidad portante).

2.1.2.- Flechas

Referencias:

Pos.: Valor de la coordenada sobre el eje 'X' local del grupo de flecha en el punto donde se produce el valor pésimo de la flecha.

L.: Distancia entre dos puntos de corte consecutivos de la deformada con la recta que une los nudos extremos del grupo de flecha.

Flechas								
Grupo	Flecha máxima absoluta xy Flecha máxima relativa xy		Flecha máxima absoluta xz Flecha máxima relativa xz		Flecha activa absoluta xy Flecha activa relativa xy		Flecha activa absoluta xz Flecha activa relativa xz	
	Pos. (m)	Flecha (mm)	Pos. (m)	Flecha (mm)	Pos. (m)	Flecha (mm)	Pos. (m)	Flecha (mm)
	N1/N2	1.600	1.51	1.600	0.32	1.600	1.51	1.600
N2/N3	2.363	0.53	1.838	3.92	2.363	0.57	1.838	3.92
N4/N3	1.600	0.00	1.600	0.64	1.600	0.00	1.600	0.64
N3/N5	2.100	0.91	2.100	0.92	2.100	0.92	2.100	0.92
N6/N5	1.600	0.00	1.600	0.86	1.600	0.00	1.600	0.86
N5/N7	1.838	0.51	2.363	4.42	1.838	0.52	2.363	4.42
N8/N7	1.600	0.00	1.600	0.86	1.600	0.00	1.600	0.86
N7/N9	2.100	0.46	1.837	3.67	2.100	0.46	1.837	3.67
N10/N9	1.600	0.00	1.600	0.56	1.600	0.00	1.600	0.56
N9/N11	2.100	0.46	2.362	3.67	2.100	0.46	2.362	3.67

Flechas								
Grupo	Flecha máxima absoluta xy Flecha máxima relativa xy		Flecha máxima absoluta xz Flecha máxima relativa xz		Flecha activa absoluta xy Flecha activa relativa xy		Flecha activa absoluta xz Flecha activa relativa xz	
	Pos. (m)	Flecha (mm)	Pos. (m)	Flecha (mm)	Pos. (m)	Flecha (mm)	Pos. (m)	Flecha (mm)
	N12/N11	1.600	0.03	1.600	0.03	1.600	0.03	1.600
N13/N14	1.800	3.28	2.000	0.31	1.800	3.28	2.000	0.32
N14/N15	2.363	0.75	1.838	7.77	2.363	0.77	1.838	7.77
N16/N15	1.800	0.03	1.600	0.78	1.800	0.03	1.600	0.78
N15/N17	2.100	0.99	2.100	1.77	2.100	1.01	2.100	1.77
N18/N17	1.800	0.03	1.600	1.63	1.800	0.03	1.600	1.64
N17/N19	2.100	0.68	2.363	8.65	2.100	0.68	2.363	8.65
N20/N19	1.800	0.03	1.600	1.68	1.800	0.03	1.600	1.68
N19/N21	2.100	0.65	1.837	7.42	2.100	0.65	1.837	7.42
N22/N21	1.800	0.03	1.600	0.92	1.800	0.03	1.600	0.92
N21/N23	2.100	0.52	2.362	6.26	2.100	0.53	2.362	6.26
N24/N23	1.800	3.00	2.000	0.22	1.800	3.00	2.000	0.22
N25/N26	2.000	1.81	2.000	0.79	2.000	1.81	2.000	0.82
N27/N26	1.837	0.56	2.362	3.29	1.837	0.56	2.362	3.29
N28/N27	2.000	0.03	1.800	0.64	2.000	0.03	1.800	0.69
N29/N27	2.362	0.63	1.837	3.79	2.362	0.63	1.837	3.79
N30/N29	2.000	0.03	1.600	0.71	2.000	0.03	1.600	0.76
N31/N29	2.100	0.29	2.100	8.04	2.100	0.29	2.100	8.04
N32/N31	2.000	0.03	1.600	0.58	2.000	0.03	1.600	0.62
N33/N31	1.838	0.87	2.363	3.67	1.838	0.89	2.363	3.67
N34/N33	2.000	0.03	2.000	0.09	2.000	0.03	2.000	0.09
N35/N33	2.363	0.87	1.838	3.67	2.363	0.89	1.838	3.67
N36/N35	2.000	0.08	2.000	0.52	2.000	0.13	2.000	0.52
N37/N38	2.025	0.42	1.350	0.24	2.025	0.42	1.350	0.36
N39/N37	2.025	0.69	2.475	0.29	2.025	0.69	2.475	0.29
N40/N41	1.575	0.18	2.700	1.30	1.575	0.18	2.700	1.30
N42/N40	2.025	0.18	0.675	1.11	2.025	0.18	0.900	1.18

Flechas								
Grupo	Flecha máxima absoluta xy Flecha máxima relativa xy		Flecha máxima absoluta xz Flecha máxima relativa xz		Flecha activa absoluta xy Flecha activa relativa xy		Flecha activa absoluta xz Flecha activa relativa xz	
	Pos. (m)	Flecha (mm)						
N43/N44	1.575	0.19	2.700	2.19	1.575	0.19	2.700	2.19
	1.575	L(>1000)	2.700	L/945.5	1.575	L(>1000)	2.700	L/945.5
N45/N43	2.025	0.19	0.900	1.85	2.025	0.19	0.900	1.94
	2.025	L(>1000)	0.900	L(>1000)	2.025	L(>1000)	0.900	L(>1000)
N46/N47	1.575	0.19	2.700	2.17	1.575	0.19	2.700	2.17
	1.575	L(>1000)	2.700	L/962.1	1.575	L(>1000)	2.700	L/962.1
N48/N46	2.025	0.19	0.900	1.77	2.025	0.19	0.900	1.86
	2.025	L(>1000)	0.900	L(>1000)	2.025	L(>1000)	0.900	L(>1000)
N49/N50	1.575	0.19	1.350	2.12	1.575	0.19	1.575	2.37
	1.575	L(>1000)	1.350	L(>1000)	1.575	L(>1000)	1.350	L(>1000)
N51/N49	2.025	0.19	2.700	1.17	2.025	0.19	0.675	1.17
	2.025	L(>1000)	0.675	L(>1000)	2.025	L(>1000)	0.675	L(>1000)
N52/N53	1.575	0.39	2.475	0.25	1.575	0.71	2.475	0.25
	1.575	L(>1000)	2.475	L(>1000)	1.575	L(>1000)	2.475	L(>1000)
N54/N52	1.125	0.54	1.800	0.44	1.125	0.67	1.800	0.44
	1.125	L(>1000)	1.800	L(>1000)	1.125	L(>1000)	1.800	L(>1000)

2.2.1.3.- Comprobaciones E.L.U. (Resumido)

Barras	COMPROBACIONES (EUROCÓDIGO 5 EN 1995-1-1: 2004 + A1:2008) - TEMPERATURA AMBIENTE										Estado	
	N _{c,0,d}	N _{c,0,d}	M _{y,d}	M _{z,d}	V _{y,d}	V _{z,d}	M _{x,d}	M _{y,d} M _{z,d}	N _{c,0,d} M _{y,d} M _{z,d}	N _{c,0,d} M _{y,d} M _{z,d}		M _{x,d} V _{y,d} V _{z,d}
N1/N54	x: 2.4 m η = 0.1	x: 0 m η = 0.1	x: 2.4 m η = 6.7	x: 2.4 m η = 20.0	η = 2.3	η = 1.3	N.P. ⁽¹⁾	x: 2.4 m η = 20.5	x: 2.4 m η = 20.6	x: 1.4 m η = 12.0	N.P. ⁽²⁾	CUMPLE η = 20.6
N54/N2	x: 0.4 m η = 0.2	N.P. ⁽³⁾	x: 0 m η = 6.5	x: 0.4 m η = 23.0	η = 2.1	η = 7.5	η = 16.0	x: 0.2 m η = 21.5	x: 0.4 m η = 23.2	N.P. ⁽⁴⁾	η = 23.6	CUMPLE η = 23.6
N2/N3	η = 0.1	η = 0.1	x: 4.2 m η = 40.4	x: 3.94 m η = 4.9	x: 0 m η = 1.7	x: 4.2 m η = 27.4	N.P. ⁽¹⁾	x: 4.2 m η = 40.4	x: 1.84 m η = 30.7	x: 4.2 m η = 9.8	N.P. ⁽²⁾	CUMPLE η = 40.4
N4/N51	N.P. ⁽⁵⁾	x: 0 m η = 10.5	x: 2.4 m η = 15.8	x: 2.4 m η = 0.1	η < 0.1	η = 3.1	N.P. ⁽¹⁾	x: 2.4 m η = 15.8	N.P. ⁽⁶⁾	x: 2.4 m η = 17.6	N.P. ⁽²⁾	CUMPLE η = 17.6
N51/N3	x: 0.4 m η = 0.6	x: 0 m η = 7.2	x: 0 m η = 1.1	x: 0 m η = 0.3	η = 0.2	η = 1.3	N.P. ⁽¹⁾	x: 0 m η = 1.2	x: 0.2 m η = 0.2	x: 0 m η = 1.2	N.P. ⁽²⁾	CUMPLE η = 7.2
N3/N5	η = 0.1	η = 0.1	x: 4.2 m η = 43.1	x: 1.58 m η = 6.0	x: 4.2 m η = 1.1	x: 4.2 m η = 24.1	N.P. ⁽¹⁾	x: 4.2 m η = 43.1	x: 2.1 m η = 12.0	x: 4.2 m η = 10.6	N.P. ⁽²⁾	CUMPLE η = 43.1
N6/N48	N.P. ⁽⁵⁾	x: 0 m η = 10.9	x: 2.4 m η = 21.6	x: 2.4 m η = 0.1	η < 0.1	η = 4.2	N.P. ⁽¹⁾	x: 2.4 m η = 21.6	N.P. ⁽⁶⁾	x: 2.4 m η = 23.6	N.P. ⁽²⁾	CUMPLE η = 23.6
N48/N5	x: 0.4 m η = 0.6	x: 0 m η = 7.4	x: 0 m η = 2.5	x: 0 m η = 0.3	η = 0.2	η = 2.9	N.P. ⁽¹⁾	x: 0 m η = 2.5	x: 0 m η < 0.1	x: 0 m η = 2.5	N.P. ⁽²⁾	CUMPLE η = 7.4
N5/N7	η = 0.1	η < 0.1	x: 0 m η = 43.1	x: 1.31 m η = 3.6	x: 4.2 m η = 1.2	x: 0 m η = 28.6	N.P. ⁽¹⁾	x: 0 m η = 43.1	x: 2.63 m η = 34.2	x: 0 m η = 10.6	N.P. ⁽²⁾	CUMPLE η = 43.1
N8/N45	N.P. ⁽⁵⁾	x: 0 m η = 7.7	x: 2.4 m η = 21.6	x: 2.4 m η = 0.1	η < 0.1	η = 4.2	N.P. ⁽¹⁾	x: 2.4 m η = 21.6	N.P. ⁽⁶⁾	x: 2.4 m η = 23.2	N.P. ⁽²⁾	CUMPLE η = 23.2
N45/N7	x: 0.4 m η = 0.4	x: 0 m η = 5.2	x: 0 m η = 3.3	x: 0 m η = 0.3	η = 0.2	η = 3.9	N.P. ⁽¹⁾	x: 0 m η = 3.4	x: 0 m η < 0.1	x: 0 m η = 3.4	N.P. ⁽²⁾	CUMPLE η = 5.2
N7/N9	η < 0.1	η < 0.1	x: 4.2 m η = 52.5	x: 2.62 m η = 3.2	x: 0 m η = 1.1	x: 4.2 m η = 29.7	N.P. ⁽¹⁾	x: 4.2 m η = 52.5	x: 1.57 m η = 30.6	x: 4.2 m η = 12.7	N.P. ⁽²⁾	CUMPLE η = 52.5
N10/N42	x: 2.4 m η < 0.1	x: 0 m η = 12.2	x: 2.4 m η = 14.0	x: 2.4 m η = 0.1	η < 0.1	η = 2.7	N.P. ⁽¹⁾	x: 2.4 m η = 14.0	x: 2.4 m η = 13.8	x: 2.4 m η = 16.0	N.P. ⁽²⁾	CUMPLE η = 16.0
N42/N9	x: 0.4 m η = 0.7	x: 0 m η = 8.3	x: 0 m η = 1.9	x: 0 m η = 0.3	η = 0.2	η = 2.2	N.P. ⁽¹⁾	x: 0 m η = 2.0	x: 0.2 m η < 0.1	x: 0 m η = 2.0	N.P. ⁽²⁾	CUMPLE η = 8.3
N9/N11	η < 0.1	η < 0.1	x: 0 m η = 52.5	x: 1.57 m η = 3.2	x: 4.2 m η = 1.1	x: 0 m η = 29.7	N.P. ⁽¹⁾	x: 0 m η = 52.5	x: 2.62 m η = 30.6	x: 0 m η = 12.6	N.P. ⁽²⁾	CUMPLE η = 52.5
N12/N39	x: 2.4 m η = 0.1	x: 0 m η = 3.9	x: 2.4 m η = 0.8	x: 2.4 m η = 0.4	η < 0.1	η = 0.2	N.P. ⁽¹⁾	x: 2.4 m η = 1.1	x: 2.4 m η = 0.8	x: 2.4 m η = 4.7	N.P. ⁽²⁾	CUMPLE η = 4.7
N39/N11	x: 0.4 m η = 0.2	x: 0 m η = 2.5	x: 0 m η = 1.6	x: 0 m η = 0.4	η = 0.3	η = 1.9	N.P. ⁽¹⁾	x: 0 m η = 1.8	x: 0 m η < 0.1	x: 0 m η = 1.8	N.P. ⁽²⁾	CUMPLE η = 2.5
N13/N52	x: 2.4 m η = 0.4	x: 0 m η = 8.3	x: 2.4 m η = 4.4	x: 2.4 m η = 28.9	η = 3.4	η = 0.8	N.P. ⁽¹⁾	x: 2.4 m η = 29.0	x: 2.4 m η = 1.0	x: 2.4 m η = 37.1	N.P. ⁽²⁾	CUMPLE η = 37.1
N52/N14	x: 0.8 m η = 0.6	x: 0 m η = 5.6	x: 0 m η = 7.0	x: 0.8 m η = 40.0	η = 3.8	η = 4.1	η = 13.8	x: 0.6 m η = 37.3	x: 0.8 m η = 4.1	x: 0.8 m η = 45.6	η = 17.8	CUMPLE η = 45.6
N14/N15	η < 0.1	η = 0.3	x: 4.2 m η = 79.3	x: 2.89 m η = 5.6	x: 0 m η = 2.4	x: 4.2 m η = 53.7	N.P. ⁽¹⁾	x: 4.2 m η = 79.4	x: 1.58 m η = 15.4	x: 4.2 m η = 79.7	N.P. ⁽²⁾	CUMPLE η = 79.7

Barras	COMPROBACIONES (EUROCÓDIGO 5 EN 1995-1-1: 2004 + A1:2008) - TEMPERATURA AMBIENTE										Estado	
	N _{c,0,d}	N _{c,0,d}	M _{y,d}	M _{z,d}	V _{y,d}	V _{z,d}	M _{x,d}	M _{y,d} M _{z,d}	N _{c,0,d} M _{y,d} M _{z,d}	N _{c,0,d} M _{y,d} M _{z,d}		M _{x,d} V _{y,d} V _{z,d}
N16/N49	x: 2.4 m η = 1.8	x: 0 m η = 20.4	x: 2.4 m η = 17.0	x: 2.4 m η = 0.9	η = 0.1	η = 3.3	N.P. ⁽¹⁾	x: 2.4 m η = 17.1	x: 2.4 m η = 18.9	x: 2.4 m η = 21.0	N.P. ⁽²⁾	CUMPLE η = 21.0
N49/N15	x: 0.8 m η = 1.5	x: 0 m η = 14.1	x: 0 m η = 7.6	x: 0 m η = 1.0	η = 0.4	η = 4.4	N.P. ⁽¹⁾	x: 0 m η = 7.8	x: 0.6 m η = 0.2	x: 0 m η = 14.4	N.P. ⁽²⁾	CUMPLE η = 14.4
N15/N17	η < 0.1	η = 0.3	x: 4.2 m η = 84.0	x: 1.84 m η = 6.7	x: 4.2 m η = 2.1	x: 4.2 m η = 47.0	N.P. ⁽¹⁾	x: 4.2 m η = 84.0	x: 0 m η = 7.7	x: 4.2 m η = 84.3	N.P. ⁽²⁾	CUMPLE η = 84.3
N18/N46	x: 2.4 m η = 1.4	x: 0 m η = 21.0	x: 2.4 m η = 34.3	x: 2.4 m η = 0.7	η = 0.1	η = 6.7	N.P. ⁽¹⁾	x: 2.4 m η = 34.4	x: 2.4 m η = 35.8	x: 2.4 m η = 36.9	N.P. ⁽²⁾	CUMPLE η = 36.9
N46/N17	x: 0.8 m η = 1.6	x: 0 m η = 14.5	x: 0 m η = 10.8	x: 0 m η = 1.1	η = 0.4	η = 6.3	N.P. ⁽¹⁾	x: 0 m η = 11.0	x: 0 m η < 0.1	x: 0 m η = 16.5	N.P. ⁽²⁾	CUMPLE η = 16.5
N17/N19	η < 0.1	η = 0.3	x: 0 m η = 84.0	x: 1.84 m η = 4.7	x: 4.2 m η = 1.9	x: 0 m η = 55.8	N.P. ⁽¹⁾	x: 0 m η = 84.0	x: 0 m η = 6.3	x: 0 m η = 84.3	N.P. ⁽²⁾	CUMPLE η = 84.3
N20/N43	x: 2.4 m η = 0.9	x: 0 m η = 15.0	x: 2.4 m η = 35.4	x: 2.4 m η = 0.7	η = 0.1	η = 6.9	N.P. ⁽¹⁾	x: 2.4 m η = 35.6	x: 2.4 m η = 36.5	x: 2.4 m η = 37.4	N.P. ⁽²⁾	CUMPLE η = 37.4
N43/N19	x: 0.8 m η = 1.1	x: 0 m η = 10.3	x: 0 m η = 10.9	x: 0 m η = 1.1	η = 0.4	η = 6.4	N.P. ⁽¹⁾	x: 0 m η = 11.1	x: 0 m η < 0.1	x: 0 m η = 13.7	N.P. ⁽²⁾	CUMPLE η = 13.7
N19/N21	η < 0.1	η = 0.3	x: 4.2 m η = 99.2	x: 2.1 m η = 4.5	x: 0 m η = 1.9	x: 4.2 m η = 57.5	N.P. ⁽¹⁾	x: 4.2 m η = 99.2	x: 4.2 m η = 7.1	x: 4.2 m η = 99.5	N.P. ⁽²⁾	CUMPLE η = 99.5
N22/N40	x: 2.4 m η = 1.6	x: 0 m η = 23.2	x: 2.4 m η = 20.1	x: 2.4 m η = 0.7	η = 0.1	η = 3.9	N.P. ⁽¹⁾	x: 2.4 m η = 20.2	x: 2.4 m η = 21.8	x: 2.4 m η = 24.3	N.P. ⁽²⁾	CUMPLE η = 24.3
N40/N21	x: 0.8 m η = 1.8	x: 0 m η = 16.1	x: 0 m η = 9.3	x: 0 m η = 1.1	η = 0.4	η = 5.4	N.P. ⁽¹⁾	x: 0 m η = 9.5	x: 0.6 m η = 0.2	x: 0 m η = 16.6	N.P. ⁽²⁾	CUMPLE η = 16.6
N21/N23	η < 0.1	η = 0.3	x: 0 m η = 99.2	x: 1.84 m η = 3.8	x: 4.2 m η = 2.1	x: 0 m η = 56.1	N.P. ⁽¹⁾	x: 0 m η = 99.2	x: 0 m η = 7.1	x: 0 m η = 99.5	N.P. ⁽²⁾	CUMPLE η = 99.5
N24/N37	x: 2.4 m η = 0.4	x: 0 m η = 7.8	x: 2.4 m η = 2.8	x: 2.4 m η = 26.4	η = 3.1	η = 0.5	N.P. ⁽¹⁾	x: 2.4 m η = 26.6	x: 0.2 m η = 0.2	x: 2.4 m η = 34.2	N.P. ⁽²⁾	CUMPLE η = 34.2
N37/N23	x: 0.8 m η = 0.6	x: 0 m η = 5.3	x: 0 m η = 5.9	x: 0.8 m η = 36.8	η = 3.5	η = 3.4	η = 11.6	x: 0.4 m η = 31.8	x: 0.8 m η = 1.6	x: 0.8 m η = 42.0	η = 15.1	CUMPLE η = 42.0
N25/N38	x: 2.4 m η < 0.1	x: 0 m η = 0.2	x: 2.4 m η = 9.4	x: 2.4 m η = 11.4	η = 1.3	η = 1.8	N.P. ⁽¹⁾	x: 2.4 m η = 11.9	x: 2.4 m η = 11.2	x: 2 m η = 9.9	N.P. ⁽²⁾	CUMPLE η = 11.9
N38/N26	x: 1.2 m η = 0.3	N.P. ⁽³⁾	x: 0 m η = 10.1	x: 1.2 m η = 16.0	η = 1.1	η = 3.9	η = 8.6	x: 1 m η = 15.2	x: 1.2 m η = 16.2	N.P. ⁽⁴⁾	η = 12.5	CUMPLE η = 16.2
N27/N26	η = 0.1	η = 0.1	x: 0 m η = 51.0	x: 0.787 m η = 4.4	x: 4.2 m η = 1.5	x: 0 m η = 28.9	N.P. ⁽¹⁾	x: 0 m η = 51.0	x: 2.62 m η = 6.7	x: 0 m η = 51.0	N.P. ⁽²⁾	CUMPLE η = 51.0
N28/N41	x: 2.4 m η = 1.1	x: 0 m η = 12.1	x: 2.4 m η = 11.9	x: 2.4 m η = 0.6	η = 0.1	η = 2.3	N.P. ⁽¹⁾	x: 2.4 m η = 12.0	x: 2.4 m η = 13.1	x: 2.4 m η = 13.0	N.P. ⁽²⁾	CUMPLE η = 13.1
N41/N27	x: 1.2 m η = 0.7	x: 0 m η = 8.7	x: 0 m η = 3.2	x: 0 m η = 0.7	η = 0.2	η = 1.3	N.P. ⁽¹⁾	x: 0 m η = 3.4	x: 1 m η = 0.3	x: 0 m η = 8.8	N.P. ⁽²⁾	CUMPLE η = 8.8
N29/N27	η = 0.1	η = 0.1	x: 4.2 m η = 51.0	x: 3.15 m η = 4.6	x: 0 m η = 1.4	x: 4.2 m η = 29.5	N.P. ⁽¹⁾	x: 4.2 m η = 51.0	x: 1.57 m η = 7.6	x: 4.2 m η = 36.7	N.P. ⁽²⁾	CUMPLE η = 51.0
N30/N44	x: 2.4 m η = 1.3	x: 0 m η = 8.8	x: 2.4 m η = 15.3	x: 2.4 m η = 0.6	η = 0.1	η = 3.0	N.P. ⁽¹⁾	x: 2.4 m η = 15.4	x: 2.4 m η = 16.7	x: 2.4 m η = 15.9	N.P. ⁽²⁾	CUMPLE η = 16.7
N44/N29	x: 1.2 m η = 0.5	x: 0 m η = 6.2	x: 0 m η = 9.7	x: 0 m η = 0.7	η = 0.2	η = 3.8	N.P. ⁽¹⁾	x: 0 m η = 9.8	x: 0 m η < 0.1	x: 0 m η = 10.9	N.P. ⁽²⁾	CUMPLE η = 10.9
N31/N29	η < 0.1	η < 0.1	x: 2.1 m η = 53.7	x: 2.1 m η = 2.0	x: 0 m η = 0.9	x: 0 m η = 23.8	N.P. ⁽¹⁾	x: 2.1 m η = 37.6	x: 2.1 m η = 53.7	x: 2.1 m η = 37.6	N.P. ⁽²⁾	CUMPLE η = 53.7
N32/N47	x: 2.4 m η = 1.2	x: 0 m η = 8.8	x: 2.4 m η = 13.5	x: 2.4 m η = 0.6	η = 0.1	η = 2.6	N.P. ⁽¹⁾	x: 2.4 m η = 13.6				

Barras	COMPROBACIONES (EUROCÓDIGO 5 EN 1995-1-1: 2004 + A1:2008) - TEMPERATURA AMBIENTE											Estado
	$N_{t,0,d}$	$N_{c,0,d}$	$M_{y,d}$	$M_{z,d}$	$V_{y,d}$	$V_{z,d}$	$M_{x,d}$	$M_{y,d}M_{z,d}$	$N_{t,0,d}M_{y,d}M_{z,d}$	$N_{c,0,d}M_{y,d}M_{z,d}$	$M_{x,d}V_{y,d}V_{z,d}$	
N43/N44	N.P. ⁽⁵⁾	$\eta = 0.3$	x: 3.6 m $\eta = 69.5$	x: 0 m $\eta = 5.1$	$\eta = 0.4$	x: 0 m $\eta = 11.5$	$\eta = 1.0$	x: 0 m $\eta = 68.0$	N.P. ⁽⁶⁾	x: 3.6 m $\eta = 69.8$	x: 0 m $\eta = 11.7$	CUMPLE $\eta = 69.8$
N45/N43	N.P. ⁽⁵⁾	$\eta = 0.1$	x: 0 m $\eta = 69.4$	x: 3.6 m $\eta = 5.1$	$\eta = 0.4$	x: 0 m $\eta = 11.1$	$\eta = 1.0$	x: 3.6 m $\eta = 63.0$	N.P. ⁽⁶⁾	x: 0 m $\eta = 69.5$	x: 0 m $\eta = 11.3$	CUMPLE $\eta = 69.5$
N46/N47	$\eta = 0.1$	$\eta = 0.6$	x: 3.6 m $\eta = 68.2$	x: 0 m $\eta = 5.2$	$\eta = 0.4$	x: 0 m $\eta = 11.2$	$\eta = 1.0$	x: 0 m $\eta = 66.4$	x: 0 m $\eta = 8.3$	x: 3.6 m $\eta = 68.8$	x: 0 m $\eta = 11.4$	CUMPLE $\eta = 68.8$
N48/N46	$\eta = 0.1$	$\eta = 0.5$	x: 0 m $\eta = 66.9$	x: 3.6 m $\eta = 5.2$	$\eta = 0.4$	x: 0 m $\eta = 10.7$	$\eta = 1.0$	x: 3.6 m $\eta = 61.0$	x: 0 m $\eta = 8.1$	x: 0 m $\eta = 67.4$	x: 0 m $\eta = 10.9$	CUMPLE $\eta = 67.4$
N49/N50	$\eta < 0.1$	$\eta = 0.2$	x: 0 m $\eta = 25.6$	x: 0 m $\eta = 5.1$	$\eta = 0.4$	x: 0 m $\eta = 2.9$	N.P. ⁽¹⁾	x: 0 m $\eta = 26.5$	x: 0.45 m $\eta = 3.9$	x: 0 m $\eta = 26.7$	N.P. ⁽²⁾	CUMPLE $\eta = 26.7$
N51/N49	$\eta < 0.1$	$\eta = 0.6$	x: 0 m $\eta = 46.9$	x: 3.6 m $\eta = 5.1$	$\eta = 0.4$	x: 0 m $\eta = 7.9$	$\eta = 1.0$	x: 3.6 m $\eta = 44.2$	x: 0 m $\eta = 4.9$	x: 0 m $\eta = 47.6$	x: 0 m $\eta = 8.0$	CUMPLE $\eta = 47.6$
N52/N53	$\eta < 0.1$	$\eta = 1.4$	x: 0 m $\eta = 7.2$	x: 0 m $\eta = 7.5$	$\eta = 0.6$	x: 0 m $\eta = 1.8$	$\eta = 1.6$	x: 0 m $\eta = 9.5$	x: 0 m $\eta = 6.7$	x: 0 m $\eta = 10.9$	x: 0 m $\eta = 2.8$	CUMPLE $\eta = 10.9$
N54/N52	x: 1.8 m $\eta = 0.1$	$\eta = 3.2$	x: 3.6 m $\eta = 2.8$	x: 0 m $\eta = 9.8$	$\eta = 1.2$	x: 3.6 m $\eta = 1.3$	$\eta = 0.8$	x: 0 m $\eta = 10.3$	x: 3.6 m $\eta = 6.8$	x: 0 m $\eta = 13.5$	x: 1.13 m $\eta = 1.6$	CUMPLE $\eta = 13.5$

Notación:
 $N_{t,0,d}$: Resistencia a tracción uniforme paralela a la fibra
 $N_{c,0,d}$: Resistencia a compresión uniforme paralela a la fibra
 $M_{y,d}$: Resistencia a flexión en el eje y
 $M_{z,d}$: Resistencia a flexión en el eje z
 $V_{y,d}$: Resistencia a cortante en el eje y
 $V_{z,d}$: Resistencia a cortante en el eje z
 $M_{x,d}$: Resistencia a torsión
 $M_{y,d}M_{z,d}$: Resistencia a flexión esviada
 $N_{t,0,d}M_{y,d}M_{z,d}$: Resistencia a flexión y tracción axial combinadas
 $N_{c,0,d}M_{y,d}M_{z,d}$: Resistencia a flexión y compresión axial combinadas
 $M_{x,d}V_{y,d}V_{z,d}$: Resistencia a cortante y torsor combinados
x: Distancia al origen de la barra
 η : Coeficiente de aprovechamiento (%)
N.P.: No procede

Comprobaciones que no proceden (N.P.):
(1) La comprobación no procede, ya que no hay momento torsor.
(2) La comprobación no procede, ya que la barra no está sometida a momento torsor ni a esfuerzo cortante.
(3) La comprobación no procede, ya que no hay axil de compresión.
(4) La comprobación no procede, ya que la barra no está sometida a flexión y compresión combinadas.
(5) La comprobación no procede, ya que no hay axil de tracción.
(6) La comprobación no procede, ya que no hay interacción entre axil de tracción y momento flector para ninguna combinación.

Barras	COMPROBACIONES (EUROCÓDIGO 5 EN 1995-1-1: 2004 + A1:2008) - SITUACIÓN DE INCENDIO											Estado
	$N_{t,0,d}$	$N_{c,0,d}$	$M_{y,d}$	$M_{z,d}$	$V_{y,d}$	$V_{z,d}$	$M_{x,d}$	$M_{y,d}M_{z,d}$	$N_{t,0,d}M_{y,d}M_{z,d}$	$N_{c,0,d}M_{y,d}M_{z,d}$	$M_{x,d}V_{y,d}V_{z,d}$	
N1/N54	x: 2.4 m $\eta = 0.1$	x: 0 m $\eta = 0.2$	x: 2.4 m $\eta = 0.7$	x: 2.4 m $\eta = 11.3$	$\eta = 0.9$	$\eta = 0.1$	N.P. ⁽¹⁾	x: 2.4 m $\eta = 11.8$	x: 2.4 m $\eta = 11.8$	x: 1.4 m $\eta = 6.9$	N.P. ⁽²⁾	CUMPLE $\eta = 11.8$
N54/N2	x: 0.4 m $\eta = 0.2$	N.P. ⁽³⁾	x: 0 m $\eta = 0.1$	x: 0.4 m $\eta = 13.0$	$\eta = 0.8$	$\eta = 0.1$	$\eta = 1.3$	x: 0.2 m $\eta = 12.1$	x: 0.4 m $\eta = 13.1$	N.P. ⁽⁴⁾	$\eta = 1.4$	CUMPLE $\eta = 13.1$
N2/N3	$\eta < 0.1$	N.P. ⁽³⁾	x: 4.2 m $\eta = 15.4$	x: 0 m $\eta = 0.1$	$\eta < 0.1$	x: 4.2 m $\eta = 7.9$	N.P. ⁽¹⁾	x: 4.2 m $\eta = 15.4$	x: 1.84 m $\eta = 11.7$	N.P. ⁽⁴⁾	N.P. ⁽²⁾	CUMPLE $\eta = 15.4$
N4/N51	N.P. ⁽⁵⁾	x: 0 m $\eta = 9.0$	x: 2.4 m $\eta = 0.7$	N.P. ⁽⁶⁾	N.P. ⁽⁷⁾	$\eta = 0.1$	N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽⁸⁾	N.P. ⁽⁹⁾	x: 2.4 m $\eta = 9.2$	N.P. ⁽²⁾	CUMPLE $\eta = 9.2$
N51/N3	N.P. ⁽⁵⁾	x: 0 m $\eta = 2.6$	x: 0 m $\eta < 0.1$	x: 0 m $\eta < 0.1$	$\eta < 0.1$	$\eta < 0.1$	N.P. ⁽¹⁾	x: 0 m $\eta < 0.1$	N.P. ⁽⁹⁾	x: 0 m $\eta = 0.1$	N.P. ⁽²⁾	CUMPLE $\eta = 2.6$
N3/N5	$\eta < 0.1$	N.P. ⁽³⁾	x: 4.2 m $\eta = 16.4$	x: 0 m $\eta = 0.1$	N.P. ⁽⁷⁾	x: 4.2 m $\eta = 6.9$	N.P. ⁽¹⁾	x: 4.2 m $\eta = 16.5$	x: 2.1 m $\eta = 4.6$	N.P. ⁽⁴⁾	N.P. ⁽²⁾	CUMPLE $\eta = 16.5$
N6/N48	N.P. ⁽⁵⁾	x: 0 m $\eta = 9.3$	x: 2.4 m $\eta = 0.7$	N.P. ⁽⁶⁾	N.P. ⁽⁷⁾	$\eta = 0.1$	N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽⁸⁾	N.P. ⁽⁹⁾	x: 2.4 m $\eta = 9.5$	N.P. ⁽²⁾	CUMPLE $\eta = 9.5$
N48/N5	N.P. ⁽⁵⁾	x: 0 m $\eta = 2.7$	N.P. ⁽⁶⁾	x: 0 m $\eta < 0.1$	$\eta < 0.1$	$\eta < 0.1$	N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽⁸⁾	N.P. ⁽⁹⁾	x: 0 m $\eta = 0.1$	N.P. ⁽²⁾	CUMPLE $\eta = 2.7$
N5/N7	$\eta < 0.1$	N.P. ⁽³⁾	x: 0 m $\eta = 16.4$	x: 0 m $\eta < 0.1$	$\eta < 0.1$	x: 0 m $\eta = 8.2$	N.P. ⁽¹⁾	x: 0 m $\eta = 16.5$	x: 2.63 m $\eta = 13.0$	N.P. ⁽⁴⁾	N.P. ⁽²⁾	CUMPLE $\eta = 16.5$
N8/N45	N.P. ⁽⁵⁾	x: 0 m $\eta = 6.7$	x: 2.4 m $\eta = 0.8$	N.P. ⁽⁶⁾	N.P. ⁽⁷⁾	$\eta = 0.1$	N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽⁸⁾	N.P. ⁽⁹⁾	x: 2.4 m $\eta = 6.9$	N.P. ⁽²⁾	CUMPLE $\eta = 6.9$
N45/N7	N.P. ⁽⁵⁾	x: 0 m $\eta = 1.9$	N.P. ⁽⁶⁾	x: 0 m $\eta < 0.1$	$\eta < 0.1$	$\eta < 0.1$	N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽⁸⁾	N.P. ⁽⁹⁾	x: 0 m $\eta = 0.1$	N.P. ⁽²⁾	CUMPLE $\eta = 1.9$
N7/N9	$\eta < 0.1$	N.P. ⁽³⁾	x: 4.2 m $\eta = 20.0$	x: 4.2 m $\eta < 0.1$	N.P. ⁽⁷⁾	x: 4.2 m $\eta = 8.5$	N.P. ⁽¹⁾	x: 4.2 m $\eta = 20.0$	x: 1.57 m $\eta = 11.7$	N.P. ⁽⁴⁾	N.P. ⁽²⁾	CUMPLE $\eta = 20.0$
N10/N42	N.P. ⁽⁵⁾	x: 0 m $\eta = 10.4$	x: 2.4 m $\eta = 0.8$	N.P. ⁽⁶⁾	N.P. ⁽⁷⁾	$\eta = 0.1$	N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽⁸⁾	N.P. ⁽⁹⁾	x: 2.4 m $\eta = 10.7$	N.P. ⁽²⁾	CUMPLE $\eta = 10.7$
N42/N9	N.P. ⁽⁵⁾	x: 0 m $\eta = 3.1$	N.P. ⁽⁶⁾	x: 0 m $\eta < 0.1$	$\eta < 0.1$	N.P. ⁽⁷⁾	N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽⁸⁾	N.P. ⁽⁹⁾	x: 0 m $\eta = 0.1$	N.P. ⁽²⁾	CUMPLE $\eta = 3.1$
N9/N11	$\eta < 0.1$	N.P. ⁽³⁾	x: 0 m $\eta = 20.0$	x: 0 m $\eta < 0.1$	N.P. ⁽⁷⁾	x: 0 m $\eta = 8.5$	N.P. ⁽¹⁾	x: 0 m $\eta = 20.0$	x: 2.62 m $\eta = 11.7$	N.P. ⁽⁴⁾	N.P. ⁽²⁾	CUMPLE $\eta = 20.0$
N12/N39	N.P. ⁽⁵⁾	x: 0 m $\eta = 3.5$	x: 2.4 m $\eta = 0.7$	x: 2.4 m $\eta = 0.2$	$\eta < 0.1$	$\eta = 0.1$	N.P. ⁽¹⁾	x: 2.4 m $\eta = 0.9$	N.P. ⁽⁹⁾	x: 2.4 m $\eta = 3.9$	N.P. ⁽²⁾	CUMPLE $\eta = 3.9$
N39/N11	N.P. ⁽⁵⁾	x: 0 m $\eta = 0.9$	N.P. ⁽⁶⁾	x: 0 m $\eta = 0.1$	$\eta = 0.1$	N.P. ⁽⁷⁾	N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽⁸⁾	N.P. ⁽⁹⁾	x: 0 m $\eta = 0.1$	N.P. ⁽²⁾	CUMPLE $\eta = 0.9$

Barras	COMPROBACIONES (EUROCÓDIGO 5 EN 1995-1-1: 2004 + A1:2008) - SITUACIÓN DE INCENDIO											Estado
	$N_{t,0,d}$	$N_{c,0,d}$	$M_{y,d}$	$M_{z,d}$	$V_{y,d}$	$V_{z,d}$	$M_{x,d}$	$M_{y,d}M_{z,d}$	$N_{t,0,d}M_{y,d}M_{z,d}$	$N_{c,0,d}M_{y,d}M_{z,d}$	$M_{x,d}V_{y,d}V_{z,d}$	
N13/N52	N.P. ⁽⁵⁾	x: 0 m $\eta = 7.1$	x: 2.4 m $\eta = 0.1$	x: 2.4 m $\eta = 15.8$	$\eta = 1.2$	$\eta < 0.1$	N.P. ⁽¹⁾	x: 2.4 m $\eta = 15.9$	N.P. ⁽⁹⁾	x: 2.4 m $\eta = 22.6$	N.P. ⁽²⁾	CUMPLE $\eta = 22.6$
N52/N14	N.P. ⁽⁵⁾	x: 0 m $\eta = 2.1$	x: 0 m $\eta = 0.1$	x: 0.8 m $\eta = 21.8$	$\eta = 1.3$	$\eta < 0.1$	$\eta = 0.2$	x: 0.6 m $\eta = 20.4$	N.P. ⁽⁹⁾	x: 0.8 m $\eta = 24.0$	$\eta = 1.5$	CUMPLE $\eta = 24.0$
N14/N15	N.P. ⁽⁵⁾	$\eta = 0.1$	x: 4.2 m $\eta = 29.3$	x: 4.2 m $\eta = 0.1$	$\eta < 0.1$	x: 4.2 m $\eta = 14.9$	N.P. ⁽¹⁾	x: 4.2 m $\eta = 29.4$	N.P. ⁽⁹⁾	x: 4.2 m $\eta = 29.5$	N.P. ⁽²⁾	CUMPLE $\eta = 29.5$
N16/N49	N.P. ⁽⁵⁾	x: 0 m $\eta = 16.9$	x: 2.4 m $\eta = 0.1$	x: 2.4 m $\eta = 0.1$	$\eta < 0.1$	$\eta < 0.1$	N.P. ⁽¹⁾	x: 2.4 m $\eta = 0.2$	N.P. ⁽⁹⁾	x: 0.6 m $\eta = 16.8$	N.P. ⁽²⁾	CUMPLE $\eta = 16.9$
N49/N15	N.P. ⁽⁵⁾	x: 0 m $\eta = 5.4$	x: 0 m $\eta = 0.1$	x: 0 m $\eta = 0.1$	$\eta < 0.1$	$\eta < 0.1$	N.P. ⁽¹⁾	x: 0 m $\eta = 0.2$	N.P. ⁽⁹⁾	x: 0 m $\eta = 5.5$	N.P. ⁽²⁾	CUMPLE $\eta = 5.5$
N15/N17	N.P. ⁽⁵⁾	$\eta = 0.1$	x: 4.2 m $\eta = 31.0$	x: 0 m $\eta = 0.1$	$\eta < 0.1$	x: 4.2 m $\eta = 13.1$	N.P. ⁽¹⁾	x: 4.2 m $\eta = 31.0$	N.P. ⁽⁹⁾	x: 4.2 m $\eta = 31.2$	N.P. ⁽²⁾	CUMPLE $\eta = 31.2$
N18/N46	N.P. ⁽⁵⁾	x: 0 m $\eta = 17.4$	x: 2.4 m $\eta = 0.2$	x: 2.4 m $\eta = 0.1$	$\eta < 0.1$	$\eta < 0.1$	N.P. ⁽¹⁾	x: 2.4 m $\eta = 0.2$	N.P. ⁽⁹⁾	x: 0.2 m $\eta = 17.3$	N.P. ⁽²⁾	CUMPLE $\eta = 17.4$
N46/N17	N.P. ⁽⁵⁾	x: 0 m $\eta = 5.5$	x: 0 m $\eta < 0.1$	x: 0 m $\eta = 0.1$	$\eta < 0.1$	$\eta < 0.1$	N.P. ⁽¹⁾	x: 0 m $\eta = 0.1$	N.P. ⁽⁹⁾	x: 0 m $\eta = 5.7$	N.P. ⁽²⁾	CUMPLE $\eta = 5.7$
N17/N19	N.P. ⁽⁵⁾	$\eta = 0.1$	x: 0 m $\eta = 31.0$	x: 0 m $\eta < 0.1$	N.P. ⁽⁷⁾	x: 0 m $\eta = 15.5$	N.P. ⁽¹⁾	x: 0 m $\eta = 31.0$	N.P. ⁽⁹⁾	x: 0 m $\eta = 31.2$	N.P. ⁽²⁾	CUMPLE $\eta = 31.2$
N20/N43	N.P. ⁽⁵⁾	x: 0 m $\eta = 12.5$	N.P. ⁽⁶⁾	x: 2.4 m $\eta = 0.1$	$\eta < 0.1$	N.P. ⁽⁷⁾	N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽⁸⁾	N.P. ⁽⁹⁾	x: 0.8 m $\eta = 12.4$	N.P. ⁽²⁾	CUMPLE $\eta = 12.5$
N43/N19	N.P. ⁽⁵⁾	x: 0 m $\eta = 3.9$	N.P. ⁽⁶⁾	x: 0 m $\eta = 0.1$	$\eta < 0.1$	N.P. ⁽⁷⁾	N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽⁸⁾	N.P. ⁽⁹⁾	x: 0 m $\eta = 4.0$	N.P. ⁽²⁾	CUMPLE $\eta = 4.0$
N19/N21	N.P. ⁽⁵⁾	$\eta = 0.1$	x: 4.2 m $\eta = 36.7$	x: 4.2 m $\eta < 0.1$	N.P. ⁽⁷⁾	x: 4.2 m $\eta = 16.0$	N.P. ⁽¹⁾	x: 4.2 m $\eta = 36.7$	N.P. ⁽⁹⁾	x: 4.2 m $\eta = 36.8$	N.P. ⁽²⁾	CUMPLE $\eta = 36.8$
N22/N40	N.P. ⁽⁵⁾	x: 0 m $\eta = 19.1$	x: 2.4 m $\eta < 0.1$	x: 2.4 m $\eta = 0.1$	$\eta < 0.1$	N.P. ⁽⁷⁾	N.P. ⁽¹⁾	x: 2.4 m $\eta = 0.1$	N.P. ⁽⁹⁾	x: 0.8 m $\eta = 19.0$	N.P. ⁽²⁾	CUMPLE $\eta = 19.1$
N40/N21	N.P. ⁽⁵⁾	x: 0 m $\eta = 6.1$	x: 0 m $\eta < 0.1$	x: 0 m $\eta = 0.1$	$\eta < 0.1$	$\eta < 0.1$	N.P. ⁽¹⁾	x: 0 m $\eta = 0.1$	N.P. ⁽⁹⁾	x: 0 m $\eta = 6.2$	N.P. ⁽²⁾	CUMPLE $\eta = 6.2$
N21/N23	N.P. ⁽⁵⁾	$\eta = 0.1$	x: 0 m $\eta = 36.7$	x: 4.2 m $\eta < 0.1$	$\eta < 0.1$	x: 0 m $\eta = 15.6$	N.P. ⁽¹⁾	x: 0 m $\eta = 36.7$	N.P. ⁽⁹⁾	x: 0 m $\eta = 36.8$	N.P. ⁽²⁾	CUMPLE $\eta = 36.8$
N24/N37	N.P. ⁽⁵⁾	x: 0 m $\eta = 6.7$	x: 2.4 m $\eta = 0.1$	x: 2.4 m $\eta = 14.4$	$\eta = 1.1$	$\eta < 0.1$	N.P. ⁽¹⁾	x: 2.4 m $\eta = 14.5$	N.P. ⁽⁹⁾	x: 2.4 m $\eta = 20.9$	N.P. ⁽²⁾	CUMPLE $\eta = 20.9$
N37/N23	N.P. ⁽⁵⁾	x: 0 m $\eta = 2.0$	x: 0 m $\eta < 0.1$	x: 0.8 m $\eta = 20.1$	$\eta = 1.2$	$\eta < 0.1$	$\eta = 0.4$	x: 0.4 m $\eta = 17.4$	N.P. ⁽⁹⁾	x: 0.8 m $\eta = 22.1$	$\eta = 1.4$	CUMPLE $\eta = 22.1$
N25/N38	x: 2.4 m $\eta < 0.1$	x: 0 m $\eta = 0.3$	x: 2.4 m $\eta = 0.7$	x: 2.4 m $\eta = 6.4$	$\eta = 0.5$	$\eta = 0.1$	N.P. ⁽¹⁾	x: 2.4 m $\eta = 6.9$	x: 2.4 m $\eta = 5.9$	x: 2 m $\eta = 5.8$	N.P. ⁽²⁾	CUMPLE $\eta = 6.9$
N38/N26	x: 1.2 m $\eta = 0.2$	N.P. ⁽³⁾	x: 0 m $\eta = 0.1$	x: 1.2 m $\eta = 9.0$	$\eta = 0.4$	$\eta < 0.1$	$\eta = 0.7$	x: 1 m $\eta = 8.6$	x: 1.2 m $\eta = 9.2$	N.P. ⁽⁴⁾	$\eta = 0.7$	CUMPLE $\eta = 9.2$
N27/N26	N.P. ⁽⁵⁾	$\eta < 0.1$	x: 0 m $\eta = 19.4$	x: 4.2 m $\eta = 0.1$	$\eta < 0.1$	x: 0 m $\eta = 8.3$	N.P. ⁽¹⁾	x: 0 m $\eta = 19.5$	N.P. ⁽⁹⁾	x: 0 m $\eta = 19.5$	N.P. ⁽²⁾	CUMPLE $\eta = 19.5$
N28/N41	N.P. ⁽⁵⁾	x: 0 m $\eta = 10.4$	x: 2.4 m $\eta = 0.8$	x: 2.4 m $\eta = 0.1$	$\eta < 0.1$	$\eta = 0.1$	N.P. ⁽¹⁾	x: 2.4 m $\eta = 0.9$	N.P. ⁽⁹⁾	x: 2.4 m $\eta = 10.7$	N.P. ⁽²⁾	CUMPLE $\eta = 10.7$
N41/N27	N.P. ⁽⁵⁾	x: 0 m $\eta = 3.8$	x: 0 m $\eta < 0.1$	x: 0 m $\eta = 0.1$	$\eta < 0.1$	$\eta < 0.1$	N.P. ⁽¹⁾	x: 0 m $\eta = 0.1$	N.P. ⁽⁹⁾	x: 0 m $\eta = 3.9$	N.P. ⁽²⁾	CUMPLE $\eta = 3.9$
N29/N27	N.P. ⁽⁵⁾	N.P. ⁽³⁾	x: 4.2 m $\eta = 19.4$	x: 4.2 m $\eta < 0.1$	N.P. ⁽⁷⁾	x: 4.2 m $\eta = 8.5$	N.P. ⁽¹⁾	x: 4.2 m $\eta = 19.5$	N.P. ⁽⁹⁾	N.P. ⁽⁴⁾	N.P. ⁽²⁾	CUMPLE $\eta = 19.5$

Barras	COMPROBACIONES (EUROCÓDIGO 5 EN 1995-1-1: 2004 + A1:2008) - SITUACIÓN DE INCENDIO											Estado
	$N_{t,0,d}$	$N_{c,0,d}$	$M_{y,d}$	$M_{z,d}$	$V_{y,d}$	$V_{z,d}$	$M_{x,d}$	$M_{y,d}M_{z,d}$	$N_{t,0,d}M_{y,d}M_{z,d}$	$N_{c,0,d}M_{y,d}M_{z,d}$	$M_{x,d}V_{y,d}V_{z,d}$	
N53/N35	N.P. ⁽⁵⁾	x: 0 m $\eta = 1.2$	x: 0 m $\eta = 0.1$	x: 0 m $\eta = 0.2$	$\eta < 0.1$	$\eta < 0.1$	N.P. ⁽¹⁾	x: 0 m $\eta = 0.3$	N.P. ⁽⁹⁾	x: 0 m $\eta = 1.5$	N.P. ⁽²⁾	CUMPLE $\eta = 1.5$
N37/N38	N.P. ⁽⁵⁾	$\eta = 0.1$	x: 3.6 m $\eta = 3.4$	x: 0 m $\eta = 2.7$	$\eta = 0.2$	x: 3.6 m $\eta = 1.1$	$\eta = 0.6$	x: 0 m $\eta = 5.2$	N.P. ⁽⁹⁾	x: 0 m $\eta = 5.3$	x: 3.6 m $\eta = 1.7$	CUMPLE $\eta = 5.3$
N39/N37	N.P. ⁽⁵⁾	$\eta = 0.1$	x: 3.6 m $\eta = 3.8$	x: 3.6 m $\eta = 3.0$	$\eta = 0.2$	x: 3.6 m $\eta = 1.1$	$\eta = 0.9$	x: 3.6 m $\eta = 5.9$	N.P. ⁽⁹⁾	x: 3.6 m $\eta = 6.0$	x: 3.6 m $\eta = 2.0$	CUMPLE $\eta = 6.0$
N40/N41	N.P. ⁽⁵⁾	$\eta = 0.2$	x: 3.6 m $\eta = 3.4$	x: 0 m $\eta = 0.6$	$\eta < 0.1$	x: 3.6 m $\eta = 1.1$	N.P. ⁽¹⁾	x: 0 m $\eta = 3.7$	N.P. ⁽⁹⁾	x: 0 m $\eta = 3.9$	N.P. ⁽²⁾	CUMPLE $\eta = 3.9$
N42/N40	N.P. ⁽⁵⁾	$\eta = 0.1$	x: 3.6 m $\eta = 3.4$	x: 3.6 m $\eta = 0.6$	$\eta < 0.1$	x: 3.6 m $\eta = 1.1$	N.P. ⁽¹⁾	x: 3.6 m $\eta = 3.9$	N.P. ⁽⁹⁾	x: 3.6 m $\eta = 4.0$	N.P. ⁽²⁾	CUMPLE $\eta = 4.0$
N43/N44	N.P. ⁽⁵⁾	$\eta = 0.1$	x: 0 m $\eta = 3.5$	x: 0 m $\eta = 0.6$	$\eta < 0.1$	x: 0 m $\eta = 1.1$	N.P. ⁽¹⁾	x: 0 m $\eta = 4.0$	N.P. ⁽⁹⁾	x: 0 m $\eta = 4.1$	N.P. ⁽²⁾	CUMPLE $\eta = 4.1$
N45/N43	N.P. ⁽⁵⁾	$\eta = 0.1$	x: 3.6 m $\eta = 3.5$	x: 3.6 m $\eta = 0.6$	$\eta < 0.1$	x: 3.6 m $\eta = 1.1$	N.P. ⁽¹⁾	x: 3.6 m $\eta = 4.0$	N.P. ⁽⁹⁾	x: 3.6 m $\eta = 4.1$	N.P. ⁽²⁾	CUMPLE $\eta = 4.1$
N46/N47	N.P. ⁽⁵⁾	$\eta = 0.1$	x: 3.6 m $\eta = 3.7$	x: 0 m $\eta = 0.6$	$\eta < 0.1$	x: 3.6 m $\eta = 1.1$	N.P. ⁽¹⁾	x: 0 m $\eta = 3.4$	N.P. ⁽⁹⁾	x: 3.6 m $\eta = 3.9$	N.P. ⁽²⁾	CUMPLE $\eta = 3.9$
N48/N46	N.P. ⁽⁵⁾	$\eta = 0.1$	x: 3.6 m $\eta = 3.7$	x: 3.6 m $\eta = 0.6$	$\eta < 0.1$	x: 3.6 m $\eta = 1.1$	N.P. ⁽¹⁾	x: 3.6 m $\eta = 4.1$	N.P. ⁽⁹⁾	x: 3.6 m $\eta = 4.3$	N.P. ⁽²⁾	CUMPLE $\eta = 4.3$
N49/N50	N.P. ⁽⁵⁾	$\eta = 0.1$	x: 0 m $\eta = 4.7$	x: 0 m $\eta = 0.6$	$\eta < 0.1$	x: 0 m $\eta = 1.3$	N.P. ⁽¹⁾	x: 0 m $\eta = 5.1$	N.P. ⁽⁹⁾	x: 0 m $\eta = 5.3$	N.P. ⁽²⁾	CUMPLE $\eta = 5.3$
N51/N49	N.P. ⁽⁵⁾	$\eta = 0.1$	x: 3.6 m $\eta = 3.9$	x: 3.6 m $\eta = 0.6$	$\eta < 0.1$	x: 3.6 m $\eta = 1.1$	N.P. ⁽¹⁾	x: 3.6 m $\eta = 4.4$	N.P. ⁽⁹⁾	x: 3.6 m $\eta = 4.5$	N.P. ⁽²⁾	CUMPLE $\eta = 4.5$
N52/N53	N.P. ⁽⁵⁾	$\eta = 0.1$	x: 0 m $\eta = 3.6$	x: 0 m $\eta = 2.5$	$\eta = 0.1$	x: 0 m $\eta = 1.1$	$\eta = 1.3$	x: 0 m $\eta = 5.4$	N.P. ⁽⁹⁾	x: 0 m $\eta = 5.5$	x: 0 m $\eta = 2.4$	CUMPLE $\eta = 5.5$
N54/N52	N.P. ⁽⁵⁾	$\eta < 0.1$	x: 3.6 m $\eta = 3.4$	x: 3.6 m $\eta = 2.4$	$\eta = 0.2$	x: 3.6 m $\eta = 1.1$	$\eta = 0.2$	x: 3.6 m $\eta = 5.0$	N.P. ⁽⁹⁾	x: 3.6 m $\eta = 5.1$	x: 3.6 m $\eta = 1.3$	CUMPLE $\eta = 5.1$

Notación:
 $N_{t,0,d}$: Resistencia a tracción uniforme paralela a la fibra
 $N_{c,0,d}$: Resistencia a compresión uniforme paralela a la fibra
 $M_{y,d}$: Resistencia a flexión en el eje y
 $M_{z,d}$: Resistencia a flexión en el eje z
 $V_{y,d}$: Resistencia a cortante en el eje y
 $V_{z,d}$: Resistencia a cortante en el eje z
 $M_{x,d}$: Resistencia a torsión
 $M_{y,d}M_{z,d}$: Resistencia a flexión esviada
 $N_{t,0,d}M_{y,d}M_{z,d}$: Resistencia a flexión y tracción axial combinadas
 $N_{c,0,d}M_{y,d}M_{z,d}$: Resistencia a flexión y compresión axial combinadas
 $M_{x,d}V_{y,d}V_{z,d}$: Resistencia a cortante y torsor combinados
x: Distancia al origen de la barra
 η : Coeficiente de aprovechamiento (%)
N.P.: No procede

Comprobaciones que no proceden (N.P.):
⁽¹⁾ La comprobación no procede, ya que no hay momento torsor.
⁽²⁾ La comprobación no procede, ya que la barra no está sometida a momento torsor ni a esfuerzo cortante.
⁽³⁾ La comprobación no procede, ya que no hay axil de compresión.
⁽⁴⁾ La comprobación no procede, ya que la barra no está sometida a flexión y compresión combinadas.
⁽⁵⁾ La comprobación no procede, ya que no hay axil de tracción.
⁽⁶⁾ La comprobación no procede, ya que no hay momento flector.
⁽⁷⁾ La comprobación no procede, ya que no hay esfuerzo cortante.
⁽⁸⁾ La comprobación no procede, ya que no hay flexión esviada para ninguna combinación.
⁽⁹⁾ La comprobación no procede, ya que no hay interacción entre axil de tracción y momento flector para ninguna combinación.

MEMORIA DE INSTALACIONES

Instalación de agua fría

Instalación de saneamiento

Instalación eléctrica

Instalación de iluminación

Instalación de climatización

Instalación de agua fría

PRESCRIPCIONES DE DISEÑO

- Velocidad del agua en la instalación será entre 2-2'5 m/s en la acometida y tubo de alimentación, de 1-1'5m/s en montantes.
- La presión de servicio en el aparato más desfavorable será mayor o igual a 10 mcda, y menor de 50 mcda, instalándose los respectivos grupos de presión o válvulas reductoras de presión cuando proceda.
- Existirá posibilidad de desagüe en todo punto de consumo o vaciado de la red.
- Existencia de llaves de sectorización en cada local húmedo, de modo que no se impida el uso en los restantes puntos de consumo.
- Disposición de una llave de vaciado en cada columna de la red general.
- Instalación de válvulas de retención en cada columna y/o en la batería de contadores.
- Disposición de llaves de paso en la entrada y salida de los generadores de agua caliente.
- Posibilidad de purgado de aire en la instalación de agua caliente.
- Estanquidad de la red a una presión doble de la prevista de uso.
- El trazado de las conducciones de agua fría no quedará afectado por el área de influencia de los focos de calor, en los paramentos verticales discurrirá por debajo de las canalizaciones paralelas de agua caliente y a una distancia superior a 4 cm.
- Las conducciones de agua tanto fría como caliente se dispondrán con una separación de protección de 30 cm respecto de cualquier conducción o cuadro eléctrico.
- Posibilidad de libre dilatación de las canalizaciones, respecto a sí mismas y en los encuentros con otros elementos constructivos.
- Los elementos de la instalación se encontrarán protegidos de la agresión ambiental.

DESCRIPCIÓN DE LA INSTALACIÓN

Se realizará la toma en carga de la red de suministro, de manera que la acometida cuenta con 2 llaves de registro que se situarán en la propiedad pública, dada la situación de los núcleos diferenciados de agua fría, para evitar tener que llevar las tuberías por toda la parcela. La acometida se realizará con tuberías de polietileno soldadas por termofusión. La llave de registro, con su arqueta de fábrica registrable, será de latón.

Suponemos que la presión de red garantizada por la empresa suministradora del servicio es homóloga a la de Valencia y teniendo en cuenta que los pocos núcleos que se abastecen de agua están todos situados en la planta baja y más bien cerca de la red pública de suministro, no será necesario instalar un grupo de

presión.

Se dispondrán contadores de velocidad de chorro múltiple. Todos los contadores se leerán automáticamente por radiofrecuencia. De esta manera el operador de la compañía suministradora se puede comunicar directamente con todos los contadores del edificio y descargar automáticamente la información que necesite. Se podrá realizar con los contadores tipo ZAR previo acuerdo con la compañía suministradora. Con este sistema se puede ahorrar gran cantidad de tiempo a los técnicos encargados de las lecturas.

Inmediatamente después de la llave de paso se ha supuesto un filtro integral cuya función es evitar el paso de partículas en la instalación, y que actúa sobre el gusto y olor del cloro.

La instalación se mantendrá horizontal en su recorrido (0.2%), lo que supone una ventaja higiénica al hacer más difícil el retorno del agua, lo que se denomina solución en cascada.

CÁLCULO DE LA INSTALACIÓN POR EL MÉTODO APROXIMADO

CONSIDERACIONES INICIALES

Se trata de una edificación de PB por lo que todo el suministro de agua se proveerá únicamente en la cota 0. La presión garantizada por la Compañía Suministradora será de 31 mcda. Normativa empleada: "Documento Básico CTE-DB-HS. Salubridad"

PRESIONES EN LAS PLANTAS QUE SE ABASTECEN

La presión de red garantizada por la Compañía Suministradora será de 31 mcda. La red de servicio estará enterrada respecto de la calle 1'30 m.

$P_{inicial} = 31 \text{ mcda.}$

$P_{cota 0} = 31 - 1,3 - 20\%(1,3) = 29,44 \text{ mcda.}$

Como se estimaba anteriormente, no será necesaria la instalación de un grupo de presión, ya que los núcleos que se abastecen de agua están todos situados en cota 0 y se pierde muy poca presión en el recorrido.

Instalación de saneamiento

PRESCRIPCIONES DE DISEÑO

- El sistema de alcantarillado urbano es semiseparativo
- Ventilación secundaria.
- La cubierta del edificio son planos inclinados
- Derivaciones individuales
 - Aguas pluviales
 - Aguas fecales + jabonosas
- Red de evacuación a -2'30m

ANOTACIÓN: El diámetro de las bajantes pluviales será calculado, sin embargo no se emplearán tuberías sino cadenas de lluvia que conducen el agua a la red separativa cuando no recaen directamente al canal o al arroyal.

DESCRIPCIÓN DE LA INSTALACIÓN

El sistema de evacuación de aguas del edificio será semiseparativo, es decir, las derivaciones y bajantes son independientes para aguas residuales y pluviales, unificándose ambas redes en los colectores. Las bajantes pluviales serán cadenas de lluvia vistas, formando parte del diseño del edificio y siguiendo en la línea conceptual de introducir la naturaleza, en este caso, la lluvia, en la arquitectura. En cuanto a las bajantes residuales, serán registrables en toda su longitud, por lo que se facilita el arreglo en una posible avería, ya que cada cierta distancia habrá una arqueta registrable.

Parte del agua de lluvia de la superficie de la parcela será recogida y dirigida hacia el canal o el arroyal. En el caso de lluvia torrencial, si hubiera exceso de agua en el arroyal, se bombeará posteriormente a la red de alcantarillado.

EXIGENCIAS DE LA INSTALACIÓN

- Deben disponerse cierres hidráulicos en la instalación que impidan el paso del aire contenido en ella a los locales ocupados sin afectar al flujo de residuos.
- Las tuberías de la red de evacuación deben tener el trazado más sencillo posible, con unas distancias y pendientes que faciliten la evacuación de los residuos y ser autolimpiables. Debe evitarse la retención de aguas en su interior.
- Los diámetros de las tuberías deben ser los apropiados para transportar los caudales previsibles en condiciones seguras.
- Las redes de tuberías deben diseñarse de tal forma que sean accesibles para su mantenimiento y reparación, para lo cual deben disponerse a la vista o alojadas en huecos o patinillos registrables. En caso contrario deben contar con arquetas o registros.
- Se dispondrán sistemas de ventilación adecuados que permitan el funcionamiento de los cierres hidráulicos y la evacuación de gases mefíticos.

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

DIMENSIONADO DE LA RED DE EVACUACIÓN

Las cubiertas se realizan siguiendo el siguiente esquema de recogida de aguas: son todos planos inclinados con recogida de aguas mediante un canalón que la canaliza hacia las cadenas de lluvia para su descenso. Al llegar al suelo se llevarán enterradas las instalaciones de saneamiento, con puntos registrables para la posible reparación, cuando no recaigan directamente al arroyal o al canal.

Al situarse el edificio cerca de Nagoya, Japón, adjudicaremos una Intensidad Pluviométrica $i=250$ mm/h.

$$S = S_0 \times i/100$$

$$S = S_0 \times 2,5$$

Para el cálculo de las bajantes de aguas pluviales del edificio se tomará la tabla 4.8 del CTE DB HS.

Tabla 4.8 Diámetro de las bajantes de aguas pluviales para un régimen pluviométrico de 100 mm/h

Superficie en proyección horizontal servida (m ²)	Diámetro nominal de la bajante (mm)
65	50
113	63
177	75
318	90
580	110
805	125
1.544	160
2.700	200

Para el cálculo de los canalones de aguas pluviales del edificio (en la planta baja) se tomará la tabla 4.7 del CTE DB HS.

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

Máxima superficie de cubierta en proyección horizontal (m ²)				Diámetro nominal del canalón (mm)
Pendiente del canalón				
0.5 %	1 %	2 %	4 %	
35	45	65	95	100
60	80	115	165	125
90	125	175	255	150
185	260	370	520	200
335	475	670	930	250

Debe tenerse en cuenta que la sección cuadrangular equivalente debe ser un 10% superior a la obtenida como sección semicircular.

Para calcular la red de evacuación de aguas residuales utilizaremos la tabla

Tabla 4.3 Diámetros de ramales colectores entre aparatos sanitarios y bajante

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

Deben disponerse sistemas de ventilación tanto en las redes de aguas residuales como en las de pluviales. Se utilizarán subsistemas de ventilación primaria ya que el edificio no supera las 7 plantas.

Se tendrá en cuenta que:

- La salida de la ventilación primaria no debe estar situada a menos de 6 m de cualquier toma de aire exterior para climatización o ventilación y debe sobrepasarla en altura.
- Cuando existan huecos de recintos habitables a menos de 6 m de la salida de la ventilación primaria, ésta debe situarse al menos 50 cm por encima de la cota máxima de dichos huecos.
- La salida de la ventilación debe estar convenientemente protegida de la entrada de cuerpos extraños y su diseño debe ser tal que la acción del viento favorezca la expulsión de los gases.
- No pueden disponerse terminaciones de columna bajo marquesinas o terrazas.

Instalación eléctrica

En este apartado se determinará a nivel de estudio previo, los diferentes aspectos necesarios para la realización de la instalación eléctrica en baja tensión de acuerdo con la reglamentación vigente. Para diseñar la instalación se toman en cuenta todas las necesidades propias del edificio y de las actividades que en él se realizarán en función de garantizar el correcto funcionamiento de los espacios proyectados.

Normativa de aplicación

Para determinar las características de la instalación eléctrica se consideraron las siguientes normas: Guías técnicas de aplicación del ministerio de ciencia y tecnología:

- ITC-BT-12: Instalación de enlace, esquemas
- ITC-BT-13: Cajas generales de protección
- ITC-BT-14: Línea general de alimentación
- ITC-BT-15: Derivación individual
- ITC-BT-16: Contadores, ubicación y sistemas de instalación
- ITC-BT-17: Dispositivos generales e individuales de mando y protección, interruptor de control de potencia
- ITC-BT-18: Instalación puesta a tierra
- ITC-BT-21: Tubos y canales protectores
- ITC-BT-22: Protección contra sobre intensidades
- ITC-BT-23: Protección contra sobre tensiones
- ITC-BT-24: Protección contra contactos directos e indirectos

Reglamento electrotécnico para baja tensión

Normas UNE complementarias

INSTALACIÓN DE ENLACE

Se seguirán las prescripciones técnicas indicadas en la norma NTE-IEB, para instalaciones de electricidad de baja tensión, 220/380 voltios. De la misma manera se atenderá a lo preceptuado en el Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión (REBT).

El suministro a cada una de las áreas del complejo está adecuado a los requerimientos de suministro y potencia. El suministro de todo el edificio se realiza en baja tensión. Se dispondrá de un suministro alternativo, mediante grupo electrógeno con potencia suficiente para asegurar el funcionamiento para los sistemas de extinción, seguridad y emergencia.

Las Líneas de MT se iniciarán en los empalmes subterráneos, en el punto señalado por la compañía suministradora en función de las redes existentes, y alimentará los nuevos centros de transformación del edificio. Esta línea llegará al edificio de forma aérea, por la entrada este, hasta los montantes y el CT. La línea de MT irá protegida por medio de tubos de PVC corrugado grado de protección 7 de 200 mm de diámetro, colgados en el forjado y protegidos a su vez por conducto PROMAT R/ REI - 240. Se utilizarán conductores de aluminio, según recomendación UNESA 3305 (Julio 1982) y lo indicado en el capítulo III de la NT IMBT 1400/0201/1 de las siguientes características:

- Sección 240 mm².
- Tipo de aislamiento seco de etileno propileno de alto módulo [HEPRZ-1].
- Nivel de aislamiento 12/20 kV.
- Cubierta exterior Poliolefina.

Debiéndose integrar esta instalación en la red de la empresa distribuidora, la potencia a transportar será variable en función de la demanda y la disposición de la red, pero siempre dentro de la capacidad de transporte y la caída de tensión admisibles por el conductor. Las potencias a transportar por estas líneas se estiman en:

Línea con 3x240 mm². HEPRZ - 1.
IMAX = 435 A.
P_{MAX} = 12.055 kW.

La caída de tensión máxima en la línea será de 1.000 V, en el extremo de la línea, equivalente al 5% sobre la tensión de 20 kV. La intensidad de cortocircuito es de 22,3 kA.

Los centros de transformación serán de tipo interior, empleando para su aparellaje celdas prefabricadas bajo envolvente metálica según norma UNE-20.099. La alimentación a los mismos se efectúa mediante una red de Media Tensión, y el suministro de energía se efectuará a una tensión de servicio de 20 kV y una frecuencia de 50 Hz. Las celdas a emplear serán de la serie SM6, celdas modulares de aislamiento en aire equipadas de aparellaje fijo que utiliza el hexafluoruro de azufre como elemento de corte y extinción de arco. Responderán en su concepción y fabricación a la definición de apartamento bajo envolvente metálica compartimentada de acuerdo con la norma UNE 20099.

Los compartimentos diferenciados serán los siguientes:

- a) Compartimento de aparellaje.
- b) Compartimento del juego de barras.
- c) Compartimento de conexión de cables.
- d) Compartimento de mando.
- e) Compartimento de control.

La compañía suministradora nos dará acometida en media tensión, de manera que la instalación contará con un centro de transformación, que será objeto de un proyecto específico. Las Líneas Generales de Alimentación saldrán desde el cuadro de baja tensión, y se dispondrán esquemas 10. Desde las CGP hasta los módulos de contadores serán de Cu, instaladas bajo tubo de PVC rígido al aire, por los patinillos de instalaciones o por bandejas en los techos. Desde los contadores hasta el cuadro de local las derivaciones serán asimismo de Cu, instaladas también bajo tubo de PVC rígido al aire, por los patinillos de instalaciones o por bandejas en los techos. Se instalarán las citadas derivaciones individuales de cable según UNE 211002, DZ1-K, y estarán protegidas en el Cuadro General de Protección de la actividad con un interruptor automático de intensidad adecuada a la potencia de cada suministro y el cableado utilizado. El cable será no propagador de incendio y con emisión de humos y opacidad reducida, de acuerdo con la norma UNE 21120 puesto que será de 0,6/1 KV. El tubo en el que se instale será no propagador de llama.

CENTRO DE TRANSFORMACIÓN

El artículo 17 del reglamento Electrotécnico establece que, a partir de una previsión de carga superior a los 50 KVA, la propiedad debe reservar un local para el centro de transformación. Este límite es superado por el propio proyecto, así que se situará en la cota 0 en un núcleo cercano a la calle y convenientemente ventilado de forma natural, a través de celosías y rejillas, mediante respiraderos situados hacia el exterior y en él no existirán materiales de fácil combustión.

Conforme a la DBSI, será considerado de alto riesgo a efectos de las condiciones exigibles respecto a la evacuación, compartimentación y elementos constructivos. Todas las aberturas se protegerán con rejillas o

planchas perforadas que permitan el paso de aire e impidan la entrada de objetos al interior. El alumbrado se realizará de forma estanca, siendo necesario un nivel de iluminación mínimo de 150 lux, conseguidos al menos con dos puntos de luz, con interruptor junto a la entrada, y una base de enchufe. Se instalará un equipo autónomo de iluminación de emergencia, de encendido automático ante la falta de tensión.

Debe de tener puesta a tierra de forma que no exista riesgo para las personas que circulen o permanezcan dentro del recinto. Las tomas de tierra son independientes de las del edificio.

SUMINISTRO COMPLEMENTARIO

En previsión de posibles fallos de suministro eléctrico se preverá la instalación de un grupo electrógeno de emergencia capaz de cubrir al menos el 30% de la potencia total del complejo, que entrará en funcionamiento de manera automática en caso necesario.

El grupo electrógeno se dimensionará considerando los siguientes servicios mínimos:

- 33% del alumbrado de pasillos y zonas comunes
- 50% ascensores
- Bombas para achique de aguas pluviales y residuales

ACOMETIDA

Desde el centro de transformación del edificio y una vez transformada la media tensión en baja, se sacarán las acometidas correspondientes del cuadro de baja tensión hasta las cajas generales de protección, accediendo de forma protegida y oculta, situada en la zona de instalaciones.

CAJA GENERAL DE PROTECCIÓN

Se dispondrá de Cajas Generales de Protección ubicada en la zona de instalaciones, para alimentación exclusiva de las actividades con suministro en BT. La CGP consistirá en esquemas 10 y 11 con alimentación subterránea. La instalación de las mismas será según Norma UNE-EN 60.439-1 con grado de protección IP43, y con fusibles cortacircuitos calibrados tipo gl de 200A/250A según tipos.

Las mencionadas cajas se dispondrán en el interior de nichos cuyas dimensiones mínimas serán: 0,70 m. de anchura, 1,40 m. de altura, y 0,30 m. de profundidad, la parte inferior de la puerta se situará a un mínimo de 30 cm del suelo. Para el acceso de la acometida de la red general al nicho, se prevé la instalación de dos conductos de fibrocemento o de P.V.C. de diámetro 150 mm.

Asimismo, se colocará un conducto de Ø 100 mm, como mínimo en la parte superior del nicho, con objeto de poder realizar alimentaciones provisionales en casos de averías, para auxiliares de obra, suministros eventuales, etc...

En lo que respecta a la CGP, la parte transparente de la hornacina será resistente a los rayos ultravioleta. En todo caso se estará a lo dispuesto por la empresa suministradora, estableciendo siempre un cumplimiento del Reglamento Electrotécnico para Baja tensión. Dispondrá de borne de conexión para la puesta a tierra de la caja en caso de ser metálica. Formado por pica vertical de acero cabreado de 2 metros de longitud y 14 mm de diámetro, y derivación de línea puesta a tierra Ø 16 mm Cu aislamiento 0,6/1 kV.

LÍNEA GENERAL DE ALIMENTACIÓN

Enlaza la caja general de protección con la centralización de contadores. Está constituida por tres conductores de fase, un conductor neutro y un conductor de protección.

EQUIPOS DE MEDIDA

La medida de la energía eléctrica consumida se realiza en baja tensión, encontrándose los contadores instalados en módulos situados en los conjuntos de cuartos de contadores del edificio. Se dispondrá de contadores de medida indirecta, con tramos de intensidad y preparado para contador de energía reactiva, de acuerdo a las norma de la Compañía Suministradora.

El cable no propagador de incendio y con emisión de humos y opacidad reducida, de acuerdo con la norma UNE 21027-9, con conductores de cobre de clase 2 de acuerdo a norma UNE 21022 con un aislamiento seco a base de mezclas termoestables o termoplásticas.

Los equipos de medida no se conectarán a tierra, puesto que se instalarán equipos con clase de aislamiento III.

La disposición de los módulos en los cuartos de contadores (0,40x0,63m cada conjunto) asegurará una distancia lateral de éstos a paramentos de 0,30 m, una distancia entre módulos de 0,20 m debiendo quedar tras ellos un espacio libre que permita disponer un círculo de 1'10 m de diámetro.

DERIVACIONES INDIVIDUALES

Para enlazar la centralización de contadores con los dispositivos privados de mando y protección (instalación interior de cada abonado –vivienda o módulo de oficina-), se han previsto derivaciones individuales monofásicas para las viviendas, para las oficinas, para el cuadro de mando del garaje, y para usos comunes escaleras, exceptuando usos como el grupo de presión, las bombas o los ascensores, cuyas derivaciones son trifásicas.

A lo largo de las derivaciones individuales se encuentran:

a) En la centralización de contadores.

- Fusibles de seguridad.
- Equipo de medida.
- Bornes de salida.

b) En la canalización.

- Cajas de registro.

c) En la vivienda, oficina o local independiente.

- Interruptor de control de potencia I.C.P.
- Cuadro general de distribución, con los dispositivos privados de mando y protección.

El número de conductores de cada derivación será la siguiente:

a) Suministros monofásicos:

- Un conductor de fase.
- Un conductor de neutro.
- Un conductor de protección.

b) Suministros trifásicos:

- Tres conductores de fase.
- Un conductor de neutro.
- Un conductor de protección.

Los conductores a utilizar serán de cobre, unipolares y aislados, siendo su nivel de aislamiento 750 V, ITC-BT 15. Se seguirá el código de colores indicado en la ITC-BT 19. Los cables y sistemas de conducción de cables se deben instalar de manera que no se reduzcan las características de la estructura del edificio en la seguridad contra incendios. Los cables serán no propagadores del incendio y con emisión de humos y opacidad reducida, ITC-BT 15. Los cables con características equivalentes a las de la norma UNE 21.123 parte 4 o 5, o a la norma UNE 211002 (según la tensión asignada del cable), cumplen con esta prescripción. Estarán protegidas en el Cuadro General de Protección de la actividad con un interruptor automático de intensidad adecuada a la potencia nominal de cada suministro y al cableado utilizado.

Las canalizaciones serán empotradas, los tubos protectores podrán ser rígidos, curvables o flexibles y sus características mínimas se describen en la tabla 3 de la ITC-BT-21 para tubos empotrados en obras de fábrica (paredes, techos y falsos techos), huecos de la construcción o canales protectores de obra. Las canalizaciones ordinarias precableadas destinadas a ser empotradas en ranuras realizadas en obra de fábrica (paredes, techos y falsos techos) serán flexibles o curvables y sus características mínimas para instalaciones ordinarias serán las indicadas en la tabla 4. En locales donde no está definida su partición, se instalará como mínimo un tubo por cada 50 m² de superficie.

Se instalarán tubos de tal modo que se permita una ampliación del 100% de los conductores inicialmente instalados. Dependiendo del tramo por el que discurran los tubos irán superficiales o empotrados, siendo de este modo las características mínimas de los tubos superficiales 4321 (tubo rígido) y de los empotrados 2221 (tubo flexible). Desde cada centralización de contadores hasta la última planta servida, se dejará un tubo libre por cada diez o fracción de derivaciones individuales.

La línea principal de tierra no será inferior a 16 mm² en Cu, y la línea de enlace con tierra, no será inferior a 35 mm² en Cu. Las picas verticales de acero cobreado de 2 metros de longitud y 14 mm de diámetro, distanciadas entre sí aproximadamente 10 m. los conductores de la línea principal de puesta a tierra serán de flagelo de cobre desnudo de 35 mm².

Los conductores de protección, tendrán una sección mínima igual a la fijada en la tabla 2, de la ITC-BT 19, en función de la sección de los conductores de fase o polares de la instalación.

En la instalación de los conductores de protección se tendrá en cuenta:

- Los sistemas a utilizar estarán de acuerdo con los indicados en la norma UNE 20460-3. En los pasos a través de paredes o techos estarán protegidos por un tubo de adecuada resistencia mecánica, según ITC-BT 21 para canalizaciones empotradas.

- No se utilizará un conductor de protección común para instalaciones de tensiones nominales diferentes.

- Si los conductores activos van en el interior de una envolvente común, se recomienda incluir también dentro de ella el conductor de protección, en cuyo caso presentará el mismo aislamiento que los otros conductores. Cuando el conductor de protección se instale fuera de esta canalización seguirá el curso de la misma.

- En una canalización móvil todos los conductores incluyendo el conductor de protección, irán por le

misma canalización

- En el caso de canalizaciones que incluyan conductores con aislamiento mineral, la cubierta exterior de estos conductores podrá utilizarse como conductor de protección de los circuitos correspondientes, siempre que su continuidad quede perfectamente asegurada y su conductividad sea como mínimo igual a la que resulte de la aplicación de la Norma UNE 20.460 -5-54, apartado 543.

- Cuando las canalizaciones estén constituidas por conductores aislados colocados bajo tubos de material ferromagnético, o por cables que contienen una armadura metálica, los conductores de protección se colocarán en los mismos tubos o formarán parte de los mismos cables que los conductores activos.

- Los conductores de protección estarán convenientemente protegidos contra el deterioro mecánico y químico, especialmente en los pasos a través de los elementos de la construcción.

- Las conexiones en estos conductores se realizarán por medio de uniones soldadas sin empleo de ácido o por piezas de conexión de apriete por rosca, debiendo ser accesibles para verificación y ensayo. Estas piezas serán de material inoxidable y los tornillos de apriete, si se usan, estarán previstos para evitar su desapriete. Se considera que los dispositivos que cumplan con la norma UNE-EN 60.998 -2-1 cumplen con esta prescripción.

- Se tomarán las precauciones necesarias para evitar el deterioro causado por efectos electroquímicos cuando las conexiones sean entre metales diferentes (por ejemplo cobre-aluminio).

DESCRIPCIÓN DE LA INSTALACIÓN INTERIOR

Las características generales de las instalaciones interiores serán las descritas a continuación, teniendo en cuenta que las instalaciones clasificadas se realizarán de acuerdo a lo indicado más adelante cuando se trate la instalación concreta de ese local o zona clasificada.

Canalizaciones fijas

El cableado se realizará mediante conductores aislados de 450/750 V en toda la instalación. El diámetro interior de los tubos será como mínimo, el que señale las tablas ITC-BT-19 en función del número, clase y sección de conductores que han de alojar. Los tubos serán no propagadores de llama.

El trazado de las canalizaciones se hará siguiendo paralelas a las verticales y horizontales que limitan el local donde se efectúe la instalación.

Los tubos se unirán entre sí mediante accesorios adecuados (manguitos) ó ensamblados entre sí en caliente, recubriendo el empalme con cola, de forma que se aseguren la continuidad de la protección que proporcionan a los conductores.

Las curvas practicadas a los tubos serán continuas y no originarán reducciones de sección inadmisibles. La instalación y retirada de los conductores en los tubos después de colocados y fijados éstos y sus accesorios, se realizará de forma fácil, disponiéndose para ello los registros necesarios, sin que puedan estar separados entre sí más de 16 m en tramos rectos. No se realizarán más de 3 curvas en ángulo recto entre dos registros consecutivos.

Las conexiones entre conductores se realizarán en el interior de cajas de material aislante, de tales dimensiones que puedan alojar holgadamente todos los conductores que deban contener. Su profundidad mínima equivaldrá al diámetro del tubo mayor más un 50 % del mismo, con un mínimo de 40 mm de profundidad y 80 mm para el diámetro o lado interior.

Las conexiones entre conductores se realizarán utilizando bornes de conexión en el interior de las cajas de derivación.

En determinadas situaciones en las que no exista riesgo de golpes a las canalizaciones, los conductores se instalarán soportados en bandejas metálicas perforadas.

Canalizaciones móviles

Si a la hora del montaje se da algún caso, el cable flexible será adecuado para servicio extra severo y tendrá el conductor de protección claramente identificable. El cable flexible irá conectado a la fuente de alimentación monofásica o trifásica mediante tomas de corriente o caja de terminales adecuados. Dado que se pueden producir esfuerzos en los bornes, éstos se sujetarán con abrazaderas.

Los cables eléctricos a emplear en canalizaciones móviles serán de tensión asignada 0.6/1 KV, con cubierta de policloropreno o similar y de acuerdo a UNE 21150 apto para servicios móviles.

Transformadores y condensadores

En la instalación interior no se dispone de centro de transformación ni compensación de energía reactiva. Asimismo no se dispone de ningún tipo de transformador y/o condensador para otras instalaciones.

Máquinas rotativas

Todas las máquinas eléctricas rotativas deberán protegerse contra calentamientos provocados por las sobrecargas.

Los motores de potencia nominal superior a 0.75 Kw estarán protegidos contra cortocircuitos y contra sobrecargas en todas sus fases, debiendo esta última protección ser de tal naturaleza que cubra, en los motores trifásicos, el riesgo de la falta de tensión en una de sus fases.

En el caso de motores con arranque estrella triángulo la protección asegurará a los circuitos, tanto para la conexión estrella como para la de triángulo.

Los conductores de conexión que alimentan a un solo motor deberán estar dimensionados para una intensidad no inferior a 125% de la intensidad a plena carga del motor en cuestión.

Los conductores de conexión que alimenten a varios motores deberán estar dimensionados para una intensidad no menor a la suma del 125% de la intensidad a plena carga motor de mayor potencia más la intensidad a plena carga de todos los demás.

Los conductores de conexión que alimenten a motores y otros receptores deberán ser vistos para la intensidad total requerida por los otros receptores más la requerida por los motores, calculada como antes se ha indicado.

Todas las máquinas eléctricas rotativas, se protegerán contra los calentamientos peligrosos provocados por las sobrecargas, mediante contactores con relés térmicos regulables para la intensidad nominal del motor, teniendo en cuenta su factor de utilización.

Luminarias

Se dispondrán las luminarias descritas en la memoria constructiva, en base a los requisitos establecidos por las normas de la serie UNE EN 60598.

Las masas de las luminarias suspendidas excepcionalmente de cables no exceden los 5 Kg. Los conductores deben ser capaces de soportar este peso, no deben presentar empalmes intermedios y deberán realizarse sobre un elemento distinto del borne de conexión.

Las luminarias que no sean de clase II se pondrán a tierra mediante un elemento externo de conexión que debe de disponer la luminaria.

Los portalámparas deben ser alguno de los definidos en la norma UNE-EN 60061-2. Dispondrán de capuchón para alojamiento del equipo eléctrico e irán provistas de un condensador para la corrección del factor de potencia, de modo que el factor de potencia mínimo de la lámpara sea 0.9.

Las partes metálicas accesibles de alumbrado que no sea de clase II o III, se conectarán de manera permanente y fiable al conductor de protección del circuito de alimentación de la lámpara.

Los circuitos de alimentación a los receptores de alumbrado estarán previstos para transportar la carga debida a los propios equipos receptores y a sus elementos asociados y corrientes armónicas de arranque, para los cuales la carga mínima de las lámparas de descarga, prevista en voltiamperios, será 1.8 veces la potencia en vatios de la lámpara.

Tomas de corriente

Se instalarán tomas de corriente monofásicas de 16 A + TT.

Todas las tomas de corriente estarán provistas de clavija de puesta a tierra y diseñadas de modo que la conexión o desconexión al circuito de alimentación, no presente riesgos de contactos indirectos a las personas que las manipulen.

Las tomas de corriente de las instalaciones interiores o receptoras serán del tipo indicado en las figuras C2a de la norma UNE 20315., denominada como base bipolar con contacto lateral de tierra 16 A, 250 V.

Aparatos de conexión y corte

Los dispositivos generales de mando y protección, se situarán lo más cerca posible del punto de entrada de la derivación individual en el local. Los dispositivos generales de mando y protección no serán accesibles al público en general. La altura a la cual se situarán los dispositivos generales e individuales de mando y protección de los circuitos, medida desde el nivel del suelo, estará comprendida entre 1m y 2m.

Protección frente a contactos indirectos

El sistema de protección frente a contactos indirectos es de Neutro a Tierra y Masas a Tierra [TT], con dispositivo de corte por intensidad de defecto mediante interruptores diferenciales [ITC BT 24]. No se

dispone de diferenciales colocados en serie.

Protección frente a sobrecargas y cortocircuitos

Según la ITC BT 22 el límite de intensidad máxima de un conductor ha de quedar garantizado por el dispositivo de protección. Como elementos de protección contra sobrecargas y cortocircuitos se emplean fusibles e interruptores automáticos según lo especificado en esta norma.

Se dispone de interruptor general automático de corte omnipolar, que permite accionamiento manual y dotado de elementos de protección frente a sobrecargas y cortocircuitos, independiente del ICP en caso de que este se instale. Todos los circuitos se encontrarán efectivamente protegidos frente a sobrecargas y cortocircuitos mediante interruptores automáticos, de corte en todos los casos omnipolar. El poder de corte mínimo de los dispositivos de protección será de 10 KA.

El grado de protección mínima de las envolventes será IP 30 según UNE 20.324 e IK07 según UNE-EN 50102.

Identificación de conductores

La identificación se realiza por el color que presenta su aislamiento o por inscripción sobre el mismo;

Hilos activos	negro, marrón y gris,
Hilos neutros	azul.
Hilos de tierra	amarillo - verde.

CLASIFICACIÓN EN LOCAL DE PÚBLICA CONCURRENCIA

La actividad no residencial del edificio se clasifica como de pública concurrencia.

Se dispondrá de alumbrado de emergencia, con alimentación automática y corte breve. En concreto se dispone de luminarias de emergencia consistentes en aparatos autónomos con fuente propia de energía, es decir, con baterías propias de los equipos. La puesta en funcionamiento debe ser automática una vez que se produzca un fallo en el alumbrado general o cuando la tensión de alimentación baja a menos del 70% de su valor nominal.

Las luminarias de emergencia serán de al menos 160 lúmenes.

El cuadro general de distribución se instalará lo más próximo posible al punto de entrada de la derivación individual al local, de modo que la misma no tiene que recorrer distancia considerable hasta el citado cuadro. El punto de instalación del citado cuadro general será en cuarto de instalaciones, al lado de la recepción de la entrada oeste del edificio. Se instalarán en el interior del mismo los dispositivos de mando y protección que aseguren el funcionamiento adecuado y seguro de la instalación de acuerdo a la ITC BT-17, tal y como se recoge en planos adjuntos. Del citado cuadro general salen las líneas de alimentación a las luminarias y tomas de corriente, así como líneas de alimentación directa a receptores de más de 16 A de consumo.

En el caso de los encendidos de los circuitos de alumbrado de la zona de pública concurrencia, se dispondrá de cuadro situado en recepción, desde donde se controlarán los encendidos mediante telerruptores o encendidos. Cerca de cada uno de los interruptores del cuadro se instalará placa indicadora del circuito al que pertenecen.

En la zona de público, el número de líneas secundarias y su disposición en relación con el total de lámparas instaladas será tal que el corte de corriente en una cualquiera de ellas no afecte a más de la tercera parte del total de lámparas instaladas. Cada una de estas líneas estará protegida en el origen contra sobrecargas, cortocircuitos y contra contactos indirectos.

Las canalizaciones estarán constituidas por conductores aislados de tensión asignada 450/750 V, colocados bajo tubo, preferentemente empotrados, en especial en las zonas accesibles al público. En el caso de las luminarias, los tubos discurrirán por encima del falso techo, de modo que no estarán empotrados, si bien estas líneas no son accesibles al público. Los cables serán no propagadores de incendio y con emisión de humos y opacidad reducida, según la norma UNE 211002 (cable ES 07Z1-K). Los tubos serán no propagadores de llama, de acuerdo a la norma UNE 50085-1 y UNE-EN 50086-1.

CUADRO GENERAL DE DISTRIBUCIÓN

En este cuadro se dispondrán los bornes o pletinas para la conexión de los conductores de protección de la instalación interior con la derivación de la línea principal de tierra.

El instalador fijará de forma permanente sobre el cuadro de distribución una placa, en la que conste su nombre o marca comercial, fecha en que se realizó la instalación, así como la intensidad asignada del interruptor general automático.

Los dispositivos generales de mando y protección, se situarán lo más cerca posible del punto de entrada de la derivación individual en el local. En viviendas y en locales comerciales e en los que proceda, se colocará una caja para el interruptor de control de potencia, inmediatamente antes de los demás dispositivos, en un compartimento independiente y precintable. Dicha caja se podrá colocar en el mismo cuadro donde se coloquen los dispositivos generales de mando y protección.

El cuadro correspondiente a los servicios comunes se localizará en planta baja, fuera del alcance de personas ajenas al mismo, en los núcleos de comunicación. La altura a la cual se situarán los dispositivos generales e individuales de mando y protección de los circuitos, medida desde el nivel del suelo, será de 1'70 para viviendas y para locales comerciales. Los dispositivos generales e individuales de mando y protección, cuya posición de servicio será vertical, se ubicarán en el interior de uno o varios cuadros de distribución de donde partirán los circuitos interiores. La envolvente para el interruptor de control de potencia será precintable y sus dimensiones estarán de acuerdo con el tipo de suministro y tarifa a aplicar.

Los dispositivos generales e individuales de mando y protección serán:

- Un interruptor general automático de corte omnipolar, que permita su accionamiento manual y que esté dotado de elementos de protección contra sobrecarga y cortocircuitos. Este interruptor será independiente del interruptor de control de potencia.
- Un interruptor diferencial general, destinado a la protección contra contactos indirectos de todos los circuitos.
- Dispositivos de corte omnipolar, destinados a la protección contra sobrecargas y cortocircuitos de cada uno de los circuitos interiores de la vivienda o local.
- Dispositivo de protección contra sobretensiones, según ITC-BT-23, si fuese necesario.

SISTEMA DE INSTALACIÓN ELEGIDO

La selección del tipo de canalización en cada instalación particular se realizará escogiendo, en función de las influencias externas, el que se considere más adecuado de entre los descritos para conductores y cables en la norma UNE 20460-5-52.

Los sistemas de instalación de las canalizaciones en función de los tipos de conductores o cables deben estar de acuerdo con la tabla 52 F de la citada norma UNE 20460-5-52. Los sistemas de instalación de las canalizaciones en función de la situación deben estar de acuerdo con la tabla 52 G de la misma norma UNE.

En nuestro caso, toda la instalación, se realizará mediante cable de 450/750 V de aislamiento, tipo H07RV-K. Se permite que se instalen varios circuitos en un mismo tubo siempre y cuando todos ellos se encuentren aislados para la tensión asignada más elevada. Las canalizaciones discurrirán empotradas, ocultas por encima de vigas o zunchos.

En la instalación objeto del presente proyecto no se dispone de otras canalizaciones cercanas a las eléctricas. Las influencias externas que pueden afectar a las canalizaciones, que se tienen para la presente instalación, son:

Temperatura ambiente: AA5 -5°C +35°C
Fuentes externas de calor: No.
Presencia de agua: AD1.
Presencia de cuerpos sólidos: AE1 despreciable
Presencia de sustancias corrosivas o contaminantes: AF1 despreciable
Choque mecánicos: AG1 débiles
Vibración: AH1 débiles
Otros esfuerzos mecánicos: No considerado
Presencia de vegetación o moho; AK1 no peligrosa
Presencia de fauna: AL1 no peligrosa
Radiación solar: AN1 baja
Viento: AS 1 bajo
Estructura del edificio: CB1 despreciable

De este modo, no existen influencias externas que afecten directamente al sistema de instalación. Con esto, se considera que es un buen sistema de instalación para el local es la instalación de conductores de cobre de aislamiento 450/750 V designación ES07Z1-K. Estos conductores se instalarán bajo tubo de características 2221, empotrados o por encima de elementos estructurales. El conductor de protección es de la misma sección que el conductor de fase en caso de que la sección de este sea menor o igual a 1 mm²; y en caso de que sea mayor, el conductor de protección es de sección mitad a la sección de fase, excepto en el caso de sección de conductor de fase de 35 mm², donde el conductor de protección será de 16 mm². Los conductores de protección serán del mismo tipo de cable que los de fase.

En los casos en los que los conductores de protección no formen parte de la canalización de alimentación, éstos serán de cobre, de una sección de 2.5 mm², aislados. No se utilizará conductor de protección común para varios circuitos. La masa de los equipos a unir con los conductores de protección no debe ser conectada en un circuito de protección.

INSTALACIÓN DE PUESTA A TIERRA DEL EDIFICIO

La puesta o conexión a tierra es la unión eléctrica directa, sin fusibles ni protección alguna, de una parte del circuito eléctrico o de una parte conductora no perteneciente al mismo mediante una toma de tierra con un electrodo o grupos de electrodos enterrados en el suelo.

Mediante la instalación de puesta a tierra se deberá conseguir que en el conjunto de instalaciones, edificios y superficie próxima del terreno no aparezcan diferencias de potencial peligrosas y que, al mismo tiempo, permita el paso a tierra de las corrientes de defecto o las de descarga de origen atmosférico.

En toda nueva edificación se establecerá una toma de tierra de protección, instalando en el fondo de las zanjas de cimentación de los edificios, y antes de empezar ésta, un cable rígido de cobre desnudo de una sección mínima de 25 mm² de cobre no protegido contra la corrosión, formando un anillo cerrado que interese a todo el perímetro del edificio. A este anillo deberán conectarse electrodos verticalmente hincados en el terreno cuando, se prevea la necesidad de disminuir la resistencia de tierra que pueda presentar el conductor en anillo.

En nuestro caso se dispondrán como puntos de puesta a tierra obligatorios los siguientes:

- en el local de la centralización de contadores,
- en el punto de ubicación de la CGP
- en los demás cuartos de instalaciones de otros servicios como agua.

Toma a tierra (electrodos)

Para la toma de tierra se pueden utilizar electrodos formados por:

- barras, tubos;
- pletinas, conductores desnudos;
- placas;
- anillos o mallas metálicas constituidos por los elementos anteriores o sus combinaciones;
- armaduras de hormigón enterradas; con excepción de las armaduras pretensadas;
- otras estructuras enterradas que se demuestre que son apropiadas.

En nuestro caso se emplearán picas de conductores de cobre desnudos (25 mm² de cobre no protegido contra la corrosión), con una profundidad de 2m respecto de la cimentación del edificio. Las picas que conforman la toma de tierra se sitúan a una distancia menor de 10 m entre sí y se encuentran unidas mediante conductor desnudo de cobre de 35 mm².

A la toma de tierra irán conectados los siguientes elementos:

- Todas las bases de enchufes, que llevarán obligatoriamente tres polos las monofásicas y cuatro las trifásicas, donde se asegure el contacto de tierra antes que el de los polos activos.
- Los cuadros de maniobra.
- Las partes metálicas de los receptores.
- Las tuberías metálicas accesibles.
- Y en general, cualquier masa metálica accesible importante próxima a la zona de la instalación eléctrica, así como todos los elementos de estructura metálica que por su clase de aislamiento o condiciones de instalación, así lo aconsejen.

El valor de la resistencia a tierra, será lo suficientemente bajo para garantizar que no aparezcan en la instalación tensiones de contacto superiores a 24 V.

Conducto de tierra o línea de enlace

Se trata de la línea que enlaza el punto de toma de tierra o punto de puesta a tierra con el cuadro general.

Las líneas principales y sus derivaciones se establecerán en las mismas canalizaciones que las de las líneas generales de alimentación y derivaciones individuales. Las conexiones en estos conductores se realizarán por medio de soldadura o pieza de apriete por rosca.

Los puntos de conexión entre el conductor de puesta a tierra y las partes metálicas a proteger, presentarán unas superficies nítidas que garanticen un perfecto contacto entre ambas, con el fin de eliminar la resistencia en el conexionada, quedando fuertemente unidas.

Con el fin de que la protección contra las derivaciones sea lo más eficaz posible, se revisarán periódicamente los puntos de contacto de puesta a tierra, tanto en las partes metálicas como en los bornes generales, quedando no solo con la línea principal sino también entre si en derivación.

La distancia entre la toma de tierra entre el centro de transformación más próximo a la tierra del edificio en cuestión y otros elementos conductores enterrados en los locales de utilización, es superior a 15 m, por lo que la resistencia del terreno no excederá de los 10 ohmios, aumentando la distancia si la resistencia fuese inferior.

Las líneas principales de tierra estarán constituidas por conductores de cobre desnudo de 25 mm² no protegido contra la corrosión.

No podrán utilizarse como conductores de tierra las tuberías de agua, gas, calefacción, desagües, conductos de evacuación de humos o basuras, ni las cubiertas metálicas de los cables, tanto de la instalación eléctrica como de teléfonos o de cualquier otro servicio similar, ni las partes conductoras de los sistemas de conducción de los cables, tubos, canales y bandejas.

Las derivaciones de la línea principal de tierra están constituidas por los conductores que unen la línea principal de tierra con los conductores de protección, o directamente con las masas.

Borne principal de tierra

En toda instalación de puesta a tierra debe preverse un borne principal de tierra, al cual deben unirse los conductores de tierra, de protección, de unión equipotencial principal y los conductores de puesta a tierra funcional, si son necesarios.

Debe preverse sobre los conductores de tierra y en lugar accesible, un dispositivo que permita medir la resistencia de la toma de tierra correspondiente. Este dispositivo puede estar combinado con el borne principal de tierra, debe ser desmontable necesariamente por medio de un útil, tiene que ser mecánicamente seguro y debe asegurar la continuidad eléctrica.

Conductores de protección

Son los conductores que unen eléctricamente las masas de una instalación a ciertos elementos, con el fin de asegurar la protección contra contactos indirectos.

Los conductores de protección se instalarán en la misma canalización que los conductores de fase.

Red de equipotencialidad

Según la Norma Tecnológica de la Edificación, deben de conectarse a tierra:

- Las centralizaciones de contadores.
- Las guías metálicas para aparatos elevadores.
- La caja general de protección en caso de que sea metálica.
- Las instalaciones de pararrayos.
- Las instalaciones de fontanería, gas y calefacción.
- Estructuras metálicas, armaduras de muros y soportes de hormigón.

- Otros elementos metálicos significativos.

El conductor principal de equipotencialidad debe tener una sección no inferior a la mitad de la del conductor de protección de sección mayor de la instalación, con un mínimo de 6 mm². Sin embargo, su sección puede ser reducida a 2,5 mm², si es de cobre. Si el conductor suplementario de equipotencialidad uniera una masa a un elemento conductor, su sección no será inferior a la mitad de la del conductor de protección unido a esta masa.

La unión de equipotencialidad suplementaria puede estar asegurada, bien por elementos conductores no desmontables, tales como estructuras metálicas no desmontables, bien por conductores suplementarios, o por combinación de los dos.

Cuartos de baño

Únicamente es admitida la entrada directa de las derivaciones de la línea principal de tierra en cocinas y cuartos de aseo, cuando, por la fecha de construcción del edificio, no se hubiese previsto la instalación de conductores de protección. No es el caso de nuestro edificio, por tratarse de una construcción de nueva planta.

PROTECCIONES CONTRA SOBRECARGAS

Los dispositivos de protección estarán constituidos por interruptores automáticos de corte omnipolar con curvas térmicas de corte.

PROTECCIONES CONTRA CONTACTOS DIRECTOS E INDIRECTOS

Protección contra contactos directos:

Se alejarán de las partes activas de la instalación para evitar todo contacto fortuito. Se interpondrán obstáculos y se recubrirán partes activas de la instalación que delimiten la corriente de contacto a 1mA.

Protección contra contactos indirectos:

Como medida de protección se empleará la puesta a tierra de las masas, asociada a un dispositivo de corte automático sensible a la intensidad del mencionado interruptor será como máximo de 300 mA para los circuitos de fuerza motriz y de 30 mA para los circuitos de alumbrado.

Se ha previsto la correspondiente canalización de puesta tierra del edificio, para embornar a la misma las partes metálicas de los aparatos sometidos a tensión.

Los dispositivos de protección estarán constituidos por dispositivos de corriente diferencial residual de sensibilidad de 30 y 300 mA.

CARACTERÍSTICAS DE LA INSTALACIÓN

Los tipos de circuitos independientes serán los que se indican a continuación y estarán protegidos cada uno de ellos por un interruptor automático de corte omnipolar con accionamiento manual y dispositivos de protección contra sobrecargas y cortocircuitos con una intensidad asignada según su aplicación.

Los circuitos independientes son los siguientes:

C1 Circuito de distribución interna, destinado a la Nave 1

C2 Circuito de distribución interna, destinado a la Nave 2
 C3 Circuito de distribución interna, destinado a la Nave 3
 C4 Circuito de distribución interna, destinado a la Nave 4
 C5 Circuito de distribución interna, destinado a la Nave 5
 C6 Circuito de distribución interna, destinado a la Nave 6
 C7 Circuito de distribución interna, destinado a la Nave 7
 C8 Circuito de distribución interna, destinado a la Nave 8
 C9 Circuito de distribución interna, destinado al bar de degustación
 C10 Circuito de distribución interna, destinado al Museo
 C11 Circuito de distribución interna, destinado al restaurant
 C12 Circuito de distribución interna, destinado a alimentar los puntos de iluminación exterior

Los cables serán unipolares con conductores de cobre y tensiones nominales de 0,6/1 kV y 450/750V. El conductor neutro de cada circuito que parte del cuadro, no se utilizará por ningún otro circuito.

La distribución será trifásica para los motores del grupo de presión, con neutro a las tensiones de 400/230V y también monofásica para los demás usos. Para equilibrar las fases se conectarán correlativamente a cada fase y al neutro cada uno de los puntos de luz, repartiéndose la secuencia cada tres puntos de luz. El cableado exterior será aéreo, debido al riesgo de sismo existente en Japón, y protegido tal y como lo indica la normativa.

El cuadro general se localizará en el cuarto habilitado para este fin, al lado de la recepción de la entrada este, fuera del alcance de personas ajenas al edificio.

CÁLCULO DE LA POTENCIA ESTIMADA DEL EDIFICIO

Según el reglamento electrotécnico de baja tensión, la carga correspondiente a edificios comerciales se calculará considerando un mínimo de 100 W por metro cuadrado y planta, con un mínimo por local de 3450 W a 230 V y coeficiente de simultaneidad 1.

CARGA CORRESPONDIENTE A LAS PREEXISTENCIAS

Apreex = 2.979 m² (exceptuando la nave destinada a aparcabici, que se contabilizará como garajes)
 Ptotal preexistencias= 100 W/m² x 2.979 m² = 297.900 W

CARGA CORRESPONDIENTE AL APARCABICIS

Aaparc. = 120 m²
 Ptotal aparcabici= 100 W/m² x 120 m² = 12.000 W

CARGA CORRESPONDIENTE AL EDIFICIO DE NUEVA PLANTA

Anuevo = 1.565 m²
 Ptotal nuevo= 100 W/m² x 1.565 m² = 156.500 W

CARGA CORRESPONDIENTE A LAS ZONAS EXTERIORES

Colocaremos 70 luminarias de una potencia de 35W.
 70x35= 2.450W

POTENCIA ESTIMADA DEL EDIFICIO:

P total = Ppreex+Papararc+ Pnuevo+ Pext
 P total =297,9 KW + 12 KW + 156,5 KW + 2,45 KW
 P total = 468.85 KW

Instalación de iluminación

La intención de esta sección es calcular el número de luminarias necesarias en el edificio en función de satisfacer las distintas actividades que se desarrollan en el. En el conjunto propuesto se combinan actividades que van desde espacios de exposición y esparcimiento hasta lugares de trabajo, cada una de dichas actividades exige diferentes niveles de iluminación. Asimismo cada uno de los espacios presenta diferentes características en cuanto a dimensiones y materiales, más aun tratándose de una intervención en una preexistencia construida.

DESCRIPCIÓN DE LA INSTALACIÓN

Para determinar el número de luminarias necesaria se procedió a dividir el conjunto en dos partes: Edificios existentes y edificios propuestos, la parte preexistente y la edificación de nueva planta.

Luminarias y lámparas escogidas

Para las naves existentes se escogieron luminarias colgantes industriales, cada una con dos lámpara fluorescentes compactas GE, Biax Q/E – 4 pin de larga duración con una potencia de 57 W y un flujo luminoso de 4.300 lum. Por luminaria el flujo luminoso total es de 8.600 lum. Donde fuese suficiente podrían utilizarse luminarias con una sola lámpara.

Biax™ Q/E – 4-pin LongLast



Vatios	Long. mm	Casq.	Descripción del producto	CCT K	CRI Ra	Lúmen. iniciales	Vida media estimada (h)	Embal. (Unid.)	Clase EE	Voltaje I (A)	Código producto
57	181	GX24q-5	F57QBX/827/A/4P/LL	2700	82	4300	20000*	10	A	155 0.32	45213
57	181	GX24q-5	F57QBX/830/A/4P/LL	3000	82	4300	20000*	10	A	155 0.32	45204
57	181	GX24q-5	F57QBX/835/A/4P/LL	3500	82	4300	20000*	10	A	155 0.32	45202
57	181	GX24q-5	F57QBX/840/A/4P/LL	4000	82	4300	20000*	10	A	155 0.32	45201
57	181	GX24q-5	F57QBX/850/A/4P/LL	5000	82	4300	20000*	10	A	155 0.32	45195
70	208	GX24q-6	F70QBX/827/A/4P/LL	2700	82	5200	20000*	10	A	199 0.32	45186
70	208	GX24q-6	F70QBX/830/A/4P/LL	3000	82	5200	20000*	10	A	199 0.32	45208
70	208	GX24q-6	F70QBX/835/A/4P/LL	3500	82	5200	20000*	10	A	199 0.32	45219
70	208	GX24q-6	F70QBX/840/A/4P/LL	4000	82	5200	20000*	10	A	199 0.32	45218
70	208	GX24q-6	F70QBX/850/A/4P/LL	5000	82	5200	20000*	10	A	199 0.32	45215

* 20000h life with 11 hour on / 1 hour off burning cycle

En los edificios propuestos y para reforzar la horizontalidad de los mismos, se escogieron tubos fluorescentes individuales GE, modelo T8 Polylux XLR, color 827. Dichas lámparas tienen 900 mm de longitud, una potencia de 30 W y un flujo luminoso de 2.450 lum. Para satisfacer las necesidades de iluminación de cocinas y espacios de trabajo se utilizará el modelo de 970 mm, con 36 W de potencia y 3.100 lum de flujo luminoso en luminarias de 4 lámparas cada una.

T8 Polylux XLR™ – Reciclable y con reducida carga de mercurio



Vatios	Long. Ft	Long. mm	Descripción del producto	Tipo producto	CCT K	CRI Ra	Vida media estimada Horas	Lúmenes iniciales	Embal. (Unid.)	Clase EE	Código producto
T8 (ø26mm - 1")											
15	18 in	450	F15W/827	Polylux XLR 827	2720	85	15000	1000	25	B	23247
			F15W/830	Polylux XLR 830	2940	85	15000	1000	25	B	23248
			F15W/840	Polylux XLR 840	4040	85	15000	1000	25	B	23249
18	2ft	600	F18W/827	Polylux XLR 827	2720	85	15000	1350	25	A	93315
			F18W/830	Polylux XLR 830	2940	85	15000	1350	25	A	93319
			F18W/835	Polylux XLR 835	3450	85	15000	1350	25	A	93311
			F18W/840	Polylux XLR 840	4040	85	15000	1350	25	A	93317
			F18W/860	Polylux XLR 860	6400	85	15000	1300	25	A	12606
30	3ft	900	F30W/827	Polylux XLR 827	2720	85	15000	2450	25	A	18138
			F30W/830	Polylux XLR 830	2940	85	15000	2450	25	A	18141
			F30W/840	Polylux XLR 840	4040	85	15000	2450	25	A	18142

Cálculo de luminarias necesarias

Para calcular el número de lámparas necesarias en cada espacio se siguió el método de los lúmenes. Procediendo primero a calcular el índice del local (k) según la siguiente fórmula:

$$K=(a.b)/(h (a+b))$$

Donde a y b son las dimensiones en planta del local y h la altura desde el plano de trabajo (a 85 cm del piso del local) hasta la fuente de iluminación. El siguiente paso es el cálculo del coeficiente de utilización (Cu) del local a través de la siguiente tabla:

Tipo de aparato de alumbrado	Índice del local k	Factor de utilización (η)								
		Factor de reflexión del techo			Factor de reflexión de las paredes					
		0.7	0.5	0.3	0.5	0.3	0.1	0.5	0.3	0.1
	1	.28	.22	.16	.25	.22	.16	.26	.22	.16
	1.2	.31	.27	.20	.30	.27	.20	.30	.27	.20
	1.5	.39	.33	.26	.36	.33	.26	.36	.33	.26
	2	.45	.40	.35	.44	.40	.35	.44	.40	.35
	2.5	.52	.46	.41	.49	.46	.41	.49	.46	.41
3	.54	.50	.45	.53	.50	.45	.53	.50	.45	
4	.61	.56	.52	.60	.56	.52	.60	.56	.52	
5	.63	.60	.56	.63	.60	.56	.63	.60	.56	
6	.68	.63	.60	.66	.63	.60	.66	.63	.60	
8	.71	.67	.64	.69	.67	.64	.69	.67	.64	
10	.72	.70	.67	.71	.70	.67	.71	.70	.67	

Se tomó en cuenta para el coeficiente de utilización un coeficiente de reflexión de 0,10 a 0,25 para las naves existentes, cuyo material constructivo es madera oscura tanto en techo como en paredes. Para las nuevas edificaciones propuestas, de madera clara, el coeficiente de reflexión es de 0,30 a 0,50.

Luego se procede a determinar el coeficiente de mantenimiento (Cm), teniendo 0,60 en las naves prexistentes (ambientes sucios), donde se realizarán actividades de trabajo relacionadas con la producción del sake y el vinagre. Para las nuevas naves se tomó un coeficiente de 0,80 (ambientes limpios) ya que las actividades comprenden en su mayoría espacios de exposición, esparcimiento y oficinas.

Para la iluminación recomendada (E) se utilizaron los siguientes datos:

- Trabajo normal: 100 lux
- Oficinas normales: 500 lux
- Garaje: 60 lux
- Restaurant: 150 lux
- Cocina: 500 lux
- Aseos: 120 lux
- Museo: 150 lux
- Depósito: 70 lux

Seguidamente se calculó el flujo luminoso total necesario (ΦT) por cada espacio según la fórmula:

$$\Phi_T=(E.S)/(C_u.C_m)$$

A partir del flujo luminoso total necesario y con la información que determinamos anteriormente, sobre las luminarias que serán utilizadas en el proyecto, se calcula el número de luminarias necesarias, según la siguiente fórmula:

$$N=\Phi_T/(n.\Phi_L)$$

Donde n, es el numero de lámparas por luminaria y ΦL el flujo luminoso de cada lámpara. Los resultados obtenidos se recogen en las siguientes tablas:

Iluminación Naves Preexistentes

Factor de reflexión Paredes 0,10 - 0,25
 Factor de reflexión Techo 0,10 - 0,25

	a (m)	b (m)	Superficie S (m ²)	h (m)	índice k	Iluminación Recomendada		Coeficiente de utilización Cu	Coeficiente de mantenimiento Cm	Flujo luminoso total necesario Φ _T (lm)	Flujo luminoso lámpara Φ _L (lm)	Nº de lámparas por luminaria n	Número de luminarias		Potencia Lámparas
						Em (lux)	N								
A	11,08	56,18	622,47	3,15	2,94	100	Trabajo Normal	0,45	0,60	230.546,07	4300	2	26,81	≈ 30	57
B	12,83	25,50	327,17	3,00	2,85	100	Trabajo Normal	0,45	0,60	121.172,22	4300	2	14,09	≈ 16	57
C	8,02	34,02	272,84	4,00	1,62	100	Trabajo Normal	0,35	0,60	129.924,00	4300	2	15,11	≈ 16	57
D	9,40	37,72	354,57	2,00	3,76	100	Trabajo Normal	0,52	0,60	113.643,59	4300	2	13,21	≈ 14	57
E	10,87	67,50	733,73	5,00	1,87	100	Trabajo Normal	0,35	0,60	349.392,86	4300	2	40,63	≈ 42	57
F	5,60	21,00	117,60	2,00	2,21	500	Oficinas Normales	0,41	0,60	239.024,39	5200	2	22,98	≈ 23	70
G	5,36	21,30	114,17	2,00	2,14	60	Garaje	0,41	0,60	27.845,85	3200	1	8,70	≈ 10	42

Iluminación Edificios Propuestos

Factor de reflexión Paredes 0,30 - 0,50
 Factor de reflexión Techo 0,30 - 0,50

	a (m)	b (m)	Superficie S (m ²)	h (m)	índice del local k	Iluminación Recomendada		Coeficiente de utilización Cu	Coeficiente de mantenimiento Cm	Flujo luminoso total necesario Φ _T (lm)	Flujo luminoso lámpara Φ _L (lm)	Nº de lámparas por luminaria n	Numero de luminarias		Potencia Lámparas
						Em (lux)	N								
Restaurant															
Tatamis con mesas	3,70	21,15	78,26	2,50	1,26	150	Restaurant	0,33	0,80	44.463,07	2450	1	18,15	≈ 20	30
Hall	3,70	7,60	28,12	2,50		150	Restaurant	0,22	0,80	23.965,91	2450	1	9,78	≈ 10	30
Barra	3,70	12,60	46,62	2,50	1,14	150	Restaurant	0,27	0,80	32.375,00	2450	1	13,21	≈ 14	30
Cocina	3,70	8,30	30,71	2,50	1,02	500	Cocina	0,27	0,80	71.087,96	3100	4	5,73	≈ 6	36
Aseos	3,70	5,75	21,28	2,50	0,90	120	Aseos	0,22	0,80	14.505,68	2450	1	5,92	≈ 6	30
Museo															
Administración	6,65	8,60	57,19	1,70	2,21	500	Oficinas normales	0,40	0,80	89.359,38	3100	4	7,21	≈ 9	36
Aseo (Administración)	1,30	4,00	5,20	1,70	0,58	120	Aseos	0,22	0,80	3.545,45	2450	1	1,45	≈ 2	30
Hall (Este)	8,35	12,40	103,54	1,70	2,94	150	Museo	0,50	0,80	38.827,50	2450	1	15,85	≈ 18	30
Zona Central	7,90	24,90	196,71	1,70	3,53	150	Museo	0,56	0,80	65.862,72	2450	1	26,88	≈ 36	30
Plataforma	8,50	21,00	178,50	3,00	2,02	150	Museo	0,46	0,80	72.758,15	2450	1	29,70	≈ 30	30
Aseos y Guardarropas	6,14	16,40	100,70	1,70	2,63	120	Aseos	0,50	0,80	30.208,80	2450	1	12,33	≈ 14(7+7)	30
Corredores	2,18	17,20	37,50	1,70	1,14	150	Museo	0,27	0,80	26.038,89	2450	1	10,63	≈ 12	30
Hall (Oeste)	8,35	12,40	103,54	1,70	2,94	150	Museo	0,50	0,80	38.827,50	2450	1	15,85	≈ 17	30
Aseo (Información)	1,50	2,01	3,02	1,70	0,51	120	Aseos	0,22	0,80	2.055,68	2450	1	0,84	≈ 1	30
Bar															
Entrada	1,80	8,50	15,30	2,20	0,68	150	Restaurant	0,22	0,80	13.039,77	2450	1	5,32	≈ 6	30
Tatamis con mesas	8,40	12,60	105,84	2,20	2,29	150	Restaurant	0,46	0,80	43.141,30	2450	1	17,61	≈ 18	30
Barra	1,95	4,35	8,48	2,20	0,61	150	Restaurant	0,22	0,80	7.229,40	2450	1	2,95	≈ 3	30
Zona de preparación	2,00	2,70	5,40	2,20	0,52	500	Cocina	0,22	0,80	15.340,91	3100	4	1,24	≈ 2	36
Aseos	1,76	4,00	7,04	2,20	0,56	120	Aseos	0,22	0,80	4.800,00	2450	1	1,96	≈ 2	30
Oficinas	4,00	7,40	29,60	2,20	1,18	500	Oficinas normales	0,27	0,80	68.518,52	3100	4	5,53	≈ 6	36
Aseo (Oficina)	1,50	2,20	3,30	2,20	0,41	120	Aseos	0,22	0,80	2.250,00	2450	1	0,92	≈ 1	30
Bodega	5,85	12,40	72,54	2,20	1,81	70	Deposito	0,40	0,80	15.868,13	2450	1	6,48	≈ 9	30

Finalmente con esta información, se colocan esquemáticamente las luminarias en la planta de la propuesta arquitectónica, siguiendo los criterios para obtener una iluminación uniforme en los diferentes locales.

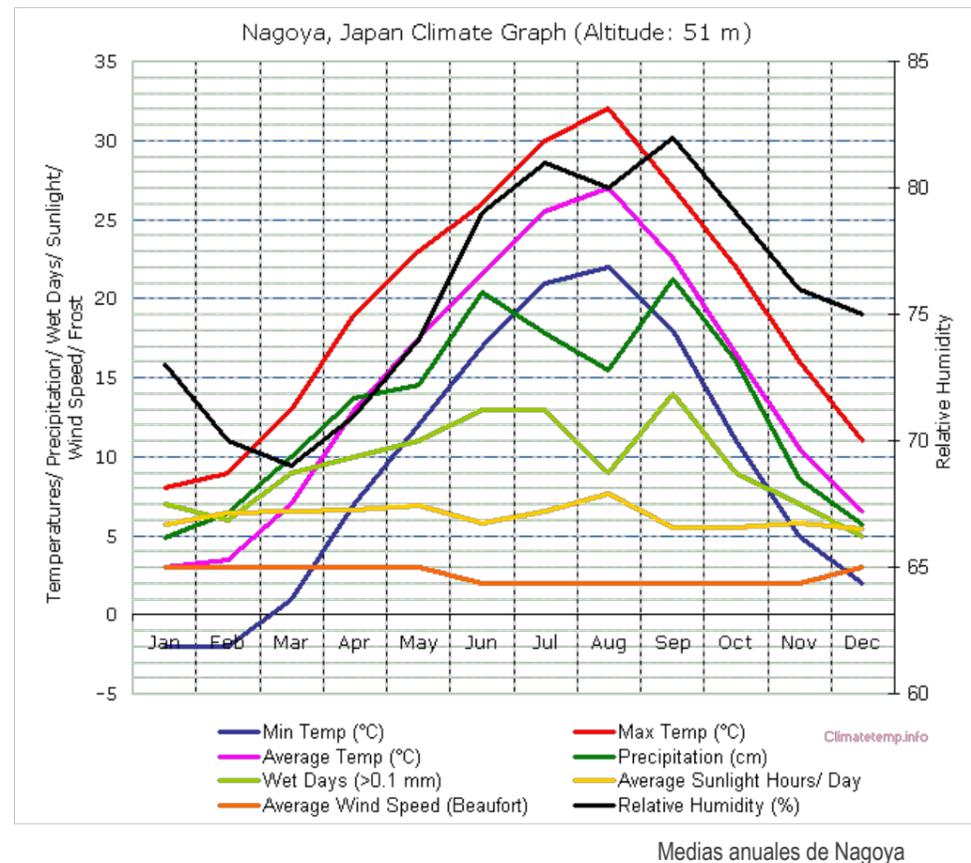
Instalación de climatización

CONSIDERACIONES PREVIAS

La intención en esta intervención será cumplir unas condiciones mínimas de confort, que permitan realizar las actividades a las que está destinada la construcción. Además debido al diseño del edificio, con materiales que no acumulan calor, estructura ligera, la sombra aportada por los árboles, las naves colindantes y por el propio cerramiento y las ventilaciones cruzadas, que permiten la ventilación, se cree que puedan alcanzarse estos valores sin necesidad de climatización, al menos en las zonas en las que no se requiere de una estancia prolongada.

Sin embargo, analizando la climatología en el lugar, con temperaturas máximas que pueden alcanzar los 35 °C y mínimas de 5°C, y donde la sensación térmica aumenta debido al gran grado de humedad que hay en el ambiente, se cree adecuado climatizar las zonas de restaurant, bar y oficinas, recintos en los que los visitantes pasarán más tiempo, garantizando también de esta manera el confort de los trabajadores. Aún así resulta difícil entender estos espacios tan ligeros con una maquinaria que podría causar grandes impactos visuales por lo que se ha buscado la mejor forma de integrar la instalación, colocando falsos techos y ubicando las máquinas fuera del alcance visual.

En el caso de las naves, no se cree adecuado intervenir de forma alguna, ya que tradicionalmente han funcionado bien y se han tomado medidas para que los recintos mantengan la temperatura adecuada para los trabajos a los que están destinados, como es el caso de la sala en la que se produce el moho *Koji*. No obstante, en caso de necesitar incrementar de alguna manera la temperatura ambiente, se entiende, deberá realizarse por métodos tradicionales.



OBJETO DEL PROYECTO

El proyecto de las Instalaciones de Climatización, trata del diseño y dimensionamiento de las instalaciones de climatización a dotar a los locales de oficinas y comerciales, para los cuales, debido a la morfología del edificio y a la permeabilidad del aire y la relación con el espacio abierto que impera en el proyecto, se ha diseñado como una serie de zonas climatizadas independientes unas de otras.

La función principal es mantener, dentro de un espacio determinado las condiciones de confort adecuadas. La capacidad del equipo se determina de acuerdo con las exigencias instantáneas de la máxima carga real efectiva. Generalmente es imposible medir las cargas reales máxima o parcial en un espacio dado, por lo que es preciso hacer un cálculo a la estima de dichas cargas.

Antes de realizar la estimación de la carga es necesario realizar un estudio completo que garantice la exactitud de evaluación de las componentes de carga. Si se examinan minuciosamente las condiciones del local y de la carga real instantánea, podrá proyectarse un sistema económico, de funcionamiento uniforme y exento de averías.

El proyecto se redactará de acuerdo a las Normas Técnicas en vigor, el CTE y demás normativa vigente, y comprenderá todos los elementos de la instalación necesarios para su correcto funcionamiento y cumplimiento de su objetivo, desde la conexión a los generadores de calor y de frío hasta los elementos terminales de climatización, según se detalla en la memoria, presupuesto y planos del proyecto. Se trata de la ejecución de instalaciones totalmente nuevas diseñadas de acuerdo a la normativa vigente y en orden a optimizar su consumo energético.

MÉTODO DE CÁLCULO DE CARGAS TÉRMICAS

Se realizará el cálculo de las cargas térmicas de los sistemas de climatización del edificio, de acuerdo a lo establecido en el CTE vigente, considerando los requerimientos de uso, ocupación, características de cerramientos, y pérdidas o aportaciones energéticas de cada local.

Para el desarrollo de este PFC se ha utilizado el programa módulo de Climatización de CYPE INSTALACIONES 2012, para el cálculo de las cargas térmicas de refrigeración y calefacción teniendo en cuenta los datos climáticos aportados en el punto anterior además de la orientación y el soleamiento.

RECINTOS	GEOMETRÍA		CARGAS TÉRMICAS	
	Superficie Útil	Volumen Neto	Refrigeración Kcal/h	Calefacción Kcal/h
Restaurante	153,6 m ²	510,5 m ³	28420	18834
Oficina museo	68 m ²	228 m ³	3757	3053
Bar-Degustación	166,4 m ²	552,6 m ³	30839	19937
Bodega	74 m ²	245,46 m ³	13573	8914
TOTAL CLIMATIZADO	462 m²	1536,56 m³	76589	50738

DIMENSIONAMIENTO DE LOS APARATOS DE CLIMATIZACIÓN

Para la climatización del restaurant se escoge una unidad exterior de la marca comercial Mitsubishi Heavy Industries, modelo FDC335KXE6 con una capacidad de 28.810 Kcal/h en frío y 32.250 Kcal/h en calor, superiores a la demanda.



FDC 224, 280, 335 KXE6

Instalación restaurant



FDU224-280KXE6

Instalación del bar y la bodega

Para la zona formada por el bar de degustación y la bodega se escoge una unidad exterior de la marca comercial Mitsubishi Heavy Industries, modelo FDC-560-KXE6 con una capacidad de 48.160 Kcal/h en frío y 54.180 Kcal/h en calor, superiores a la demanda.

Las unidades interiores han sido escogidas dentro de la gama de Mitsubishi Heavy Industries FDU SPLIT CONDUCTOS ALTA PRESIÓN, escogiendo los modelos ajustados a la demanda, entre los FDU-112-KXE6 con una capacidad de 9,700 Kcal/h en frío y el modelo FDU-280-KXE6 con una capacidad de 24.500 Kcal/h en frío.

Para las oficinas del Museo se escoge una unidad exterior mucho más compacta, de la marca comercial Mitsubishi Heavy Industries, modelo FDC-112-KXEN6 con una capacidad de 9.650 Kcal/h en frío y 10760 Kcal/h en calor, superiores a la demanda.

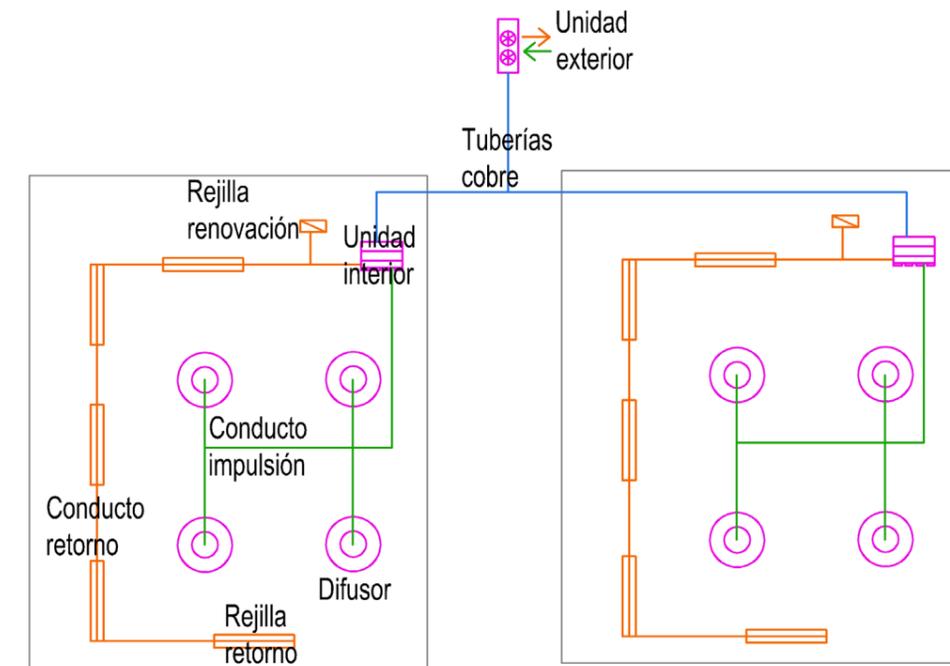
La unidad interior ha sido escogida dentro de la gama de Mitsubishi Heavy Industries FDUT SPLIT CONDUCTOS BAJA SILUETA Y BAJA PRESIÓN, modelo FDUT-45-KXE6 con una capacidad de 3.900 Kcal/h en frío y 4.300 Kcal/h en calor.



FDC 112, 140, 155 KXEN/S6

Instalación de las oficinas del museo

DESCRIPCIÓN DEL SISTEMA DE CLIMATIZACIÓN



Descripción del sistema

En la selección del sistema de climatización se han considerado los criterios habituales y las normas de diseño regladas, siendo capaces de predecir el comportamiento del sistema de acondicionamiento a estudiar. Dadas las condiciones externas y la carga interna, el sistema debe integrarse dentro del edificio al cual sirve. El sistema debe satisfacer la carga (térmica de ganancia o pérdida de calor transmitida al edificio) instantánea máxima y ser capaz de trabajar en condiciones de carga parcial.

El sistema de climatización seleccionado es un sistema de caudal variable de refrigerante, bomba de calor, estando todas las unidades funcionando en modo frío o en modo calor. El sistema consiste en un equipo con toma de aire exterior compuesto por varios módulos ubicados en zonas habilitadas. El grupo exterior del tipo inverter está dotado de un compresor inverter, con ventiladores axiales para el tratamiento de las baterías de intercambio según el modo de funcionamiento, frío o calor. El circuito frigorífico de interconexión entre unidad exterior y sus correspondientes unidades interiores, se realizará mediante tubo de cobre frigorífico. Cada equipo climatizador interior de las zonas dispone de un mando de control de pared en ambiente en el que se selecciona la temperatura de consigna y se puede temporizar el funcionamiento del aparato. Para las zonas comunes se formarán controles de grupo, en los que mediante un mando de pared se controlarán varias unidades interiores.

Cada equipo climatizador de las zonas trata el aire y lo impulsa al ambiente mediante conductos a través de unos difusores o rejillas de impulsión retornado a la unidad interior posteriormente por medio de una rejilla de retorno. Cada subsistema de climatización se alimenta eléctricamente desde un cuadro eléctrico al efecto proyectado. La alimentación eléctrica desde el cuadro eléctrico dispondrá en el mismo de un interruptor automático de protección de los equipos de climatización, así como de un interruptor diferencial independiente para esta aplicación.

Los equipos exteriores que van ubicados en las salas de máquinas estarán dotadas de toma de aire exterior.

Dado el uso del edificio, se ha optado por un sistema que dota al mismo de la más amplia flexibilidad de adaptación a las condiciones de uso variable en todo tiempo y en este sentido los sistemas de caudal variable de refrigerante satisfacen plenamente cualquier expectativa. Por otra parte, al zonificar al máximo por zonas con usos independientes, se logra la mayor flexibilidad en cuanto a adaptación a las necesidades de cada zona.

La solución ha sido desarrollada básicamente en los criterios de flexibilidad del sistema para conseguir una climatización por zonas, de esta forma se llega a tener un gran ahorro de energía puesto que cada equipo instalado irá demandando proporcionalmente la energía necesaria para mantener la temperatura de cada una de las estancias. Una de las características más relevantes de estos sistemas es el funcionamiento independiente de cada unidad interior, puesto que cada usuario puede cambiar las condiciones de funcionamiento para adaptarse a los requerimientos de confort de cada zona. Todo esto se resume en una eficiencia energética de la instalación, al funcionar sólo las máquinas interiores de cada una de las zonas que lo requieran, en función de las necesidades térmicas de la zona (la estimación del ahorro de energía es de un 30 a un 37% menos con respecto a otros tipos de sistemas).

A título de información, se detallan algunas de las ventajas que diferencian a estos sistemas de otro tipo de instalaciones:

- Fácil instalación.
- Funcionamiento modular: únicamente estarán en marcha las zonas que estén siendo usadas, capaz de mantener la temperatura con un margen de 0,5°C, incluso con grandes cambios de cargas.
- Control automático, todas las unidades incorporan el modo de funcionamiento "automático" mediante el cual en cada zona puede funcionar en frío y/o calor según el modo de funcionamiento.
- Rápida puesta a régimen en los momentos de arranque de la instalación.
- Menor espacio de instalación para las unidades exteriores por su diseño compacto y para el paso en el edificio con las tuberías, al emplear gas R410A que es un fluido de mayor capacidad de transferencia que el aire o el agua.
- Mantenimiento sencillo y económico. Los equipos incorporan un sistema de códigos de fallos o averías, con la incorporación de un sistema de control central por ordenador puede manejarse la instalación y chequearla, con la conexión a Internet y su mantenedor, ahorrando desplazamientos innecesarios.

SELECCIÓN DE UNIDADES DE TRATAMIENTO DE AIRE

Se han elegido las unidades terminales para impulsión y retorno de aire a través de módulos de distribución por conductos, de forma que son útiles para resolver los problemas estéticos que se presentan en este edificio, cumpliendo a la vez con las altas exigencias técnicas y acústicas necesarias.

Las unidades interiores se han escogido con un perfil muy bajo para poder ser integrados en las zonas con falso techo y no intervenir en la estética del edificio.

DESCRIPCIÓN DE LOS SISTEMAS DE CONTROL

Contemplando las diferentes zonas, posibles usuarios y la categoría del edificio objeto de estudio, así como las distintas franjas horarias de utilización, se ha dotado al sistema, de un control central, para la gestión y control de cada una de las unidades interiores o grupos de unidades, que responderá en general a lo estipulado en la norma ITE.04.12. Con este tipo de control se optimiza tanto el manejo, como el mantenimiento preventivo de la instalación de climatización, pudiendo contemplar el estado de cada zona.

Es de destacar el control mediante termógrafo e hidrógrafo de la zona de bodega, debido a la necesidad de una temperatura y humedad invariables.

CUMPLIMIENTO DE LA NORMATIVA

La instalación deberá cumplir con las siguientes condiciones y requisitos exigidos el REGLAMENTO DE INSTALACIONES TERMICAS DE LOS EDIFICIOS (R.I.T.E.) y el CTE.

MEMORIA CUMPLIMIENTO DEL CTE

Accesibilidad

Seguridad en caso de incendio

Evaluación estructural de edificios preexistentes

Seguridad de utilización

Accesibilidad

Según el Documento Básico de Seguridad de Utilización y Accesibilidad 2010 - DB-SUA

CONDICIONES DE ACCESIBILIDAD

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

CONDICIONES FUNCIONALES

1. Accesibilidad en el exterior del edificio:

La parcela dispondrá al menos de un itinerario accesible que comunique una entrada principal al edificio. En nuestro edificio, los dos accesos principales cuentan con recorridos perfectamente accesibles desde la vía pública y las superficies inclinadas nunca superan el 4% de pendiente.

2. Accesibilidad entre plantas del edificio:

La totalidad del programa del proyecto se desarrolla en planta baja, así que no es necesaria la instalación de ascensores.

3. Accesibilidad en las plantas del edificio:

El proyecto de nueva planta se encuentra todo al mismo nivel, tan solo el acceso a la nave cuatro requiere de una bajada en rampa (con pendiente inferior al 4%).

DOTACIÓN DE ELEMENTOS ACCESIBLES

1. Plazas de aparcamiento accesibles:

Al museo puede accederse peatonalmente, en bicicleta y en autobús, por lo que cuenta con dos aparcabici, uno en cada uno de los accesos y dos paradas de autobús en el acceso oeste. No quiere fomentarse el uso del coche privado, y teniendo en cuenta como se gestiona el transporte en Japón y la calidad del transporte público, se considera razonable prescindir de él. De todos modos, una de las 6 plazas de aparcamiento situadas en el acceso oeste, esta reservada para discapacitados.

2. Servicios higiénicos accesibles:

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

TÉRMINOS

ITINERARIO ACCESIBLE

Itinerario que, considerando su utilización en ambos sentidos, cumple las condiciones que se establecen a continuación:

- Desniveles: Los desniveles se salvan mediante rampa accesible conforme al apartado 4 del SUA 1, o ascensor accesible. No se admiten escalones.

- Espacio para giro: Diámetro \varnothing 1,50 m libre de obstáculos en el vestíbulo de entrada, o portal, al fondo de pasillos de más de 10 m y frente a ascensores accesibles o al espacio dejado en previsión para ellos.

- Pasillos y pasos: Anchura libre de paso \geq 1,20 m.
Estrechamientos puntuales de anchura \geq 1,00 m, de longitud \leq 0,50 m, y con separación \geq 0,65 m a huecos de paso o a cambios de dirección.

- Puertas: Anchura libre de paso \geq 0,80 m medida en el marco y aportada por no más de una hoja. En el ángulo de máxima apertura de la puerta, la anchura libre de paso reducida por el grosor de la hoja de la puerta debe ser \geq 0,78 m.

Mecanismos de apertura y cierre situados a una altura entre 0,80 - 1,20 m, de funcionamiento a presión o palanca y maniobrables con una sola mano, o son automáticos.

En ambas caras de las puertas existe un espacio horizontal libre del barrido de las hojas de diámetro \varnothing 1,20 m.

Distancia desde el mecanismo de apertura hasta el encuentro en rincón \geq 0,30 m.

Fuerza de apertura de las puertas de salida \leq 25 N (\leq 65 N cuando sean resistentes al fuego)

- Pavimento: No contiene piezas ni elementos sueltos, tales como gravas o arenas. Los felpudos y moquetas están encastrados o fijados al suelo.

Para permitir la circulación y arrastre de elementos pesados, sillas de ruedas, etc., los suelos son resistentes a la deformación

- Pendiente: La pendiente en sentido de la marcha es \leq 4%, o cumple las condiciones de rampa accesible, y la pendiente transversal al sentido de la marcha es \leq 2%.

No se considera parte de un itinerario accesible a las escaleras, rampas y pasillos mecánicos, a las puertas giratorias, a las barreras tipo torno y a aquellos elementos que no sean adecuados para personas con marcapasos u otros dispositivos médicos.

PLAZA DE APARCAMIENTO ACCESIBLE

Es la que cumple las siguientes condiciones:

- Está situada próxima al acceso peatonal al aparcamiento y comunicada con él mediante un itinerario accesible.

- Dispone de un espacio anejo de aproximación y transferencia, lateral de anchura $\geq 1,20$ m si la plaza es en batería, pudiendo compartirse por dos plazas contiguas, y trasero de longitud $\geq 3,00$ m si la plaza es en línea.

SERVICIOS HIGIÉNICOS ACCESIBLES

Los servicios higiénicos accesibles, tales como aseos accesibles o vestuarios con elementos accesibles, son los que cumplen las condiciones que se establecen a continuación:

Aseo accesible:

- Está comunicado con un itinerario accesible.
- Espacio para giro de diámetro $\varnothing 1,50$ m libre de obstáculos.
- Puertas que cumplen las condiciones del itinerario accesible. Son abatibles hacia el exterior o correderas.
- Dispone de barras de apoyo, mecanismos y accesorios diferenciados cromáticamente del entorno

Vestuario con elementos accesibles:

- Está comunicado con un itinerario accesible.

- Espacio de circulación

- En baterías de lavabos, duchas, vestuarios, espacios de taquillas, etc., anchura libre de paso $\geq 1,20$ m.
- Espacio para giro de diámetro $\varnothing 1,50$ m libre de obstáculos.
- Puertas que cumplen las características del itinerario accesible.

Las puertas de cabinas de vestuario, aseos y duchas accesibles son abatibles hacia el exterior o correderas.

- Aseos accesibles

Cumplen las condiciones de los aseos accesibles.

El equipamiento de aseos accesibles y vestuarios con elementos accesibles cumple las condiciones que se establecen a continuación:

Aparatos sanitarios accesibles:

Lavabo

- Espacio libre inferior mínimo de 70 (altura) x 50 (profundidad) cm. Sin pedestal
- Altura de la cara superior ≤ 85 cm

Inodoro

- Espacio de transferencia lateral de anchura ≥ 80 cm y ≥ 75 cm de fondo hasta el borde frontal del inodoro.
- Altura del asiento entre 45 – 50 cm

Ducha

- Espacio de transferencia lateral de anchura ≥ 80 cm al lado del asiento
- Suelo enrasado con pendiente de evacuación $\leq 2\%$

Barras de apoyo

- Fáciles de asir, sección circular de diámetro 30-40 mm. Separadas del paramento 45-55 mm
- Fijación y soporte soportan una fuerza de 1 kN en cualquier dirección
- Barras horizontales - Se sitúan a una altura entre 70-75 cm
- De longitud ≥ 70 cm
- Son abatibles las del lado de la transferencia
- En inodoros - Una barra horizontal a cada lado, separadas entre sí 65 – 70 cm

Mecanismos y accesorios

- Mecanismos de descarga a presión o palanca, con pulsadores de gran superficie.
- Grifería automática dotada de un sistema de detección de presencia o manual de tipo monomando con palanca alargada de tipo gerontológico. Alcance horizontal desde asiento ≤ 60 cm.
- Espejo, altura del borde inferior del espejo $\leq 0,90$ m, o es orientable hasta al menos 10° sobre la vertical.
- Altura de uso de mecanismos y accesorios entre 0,70 – 1,20 m.

Seguridad en caso de incendio

El objeto de esta memoria es la justificación de que el proyecto se ha diseñado para cumplir las exigencias básicas de seguridad en caso de incendio establecidas en el DB SI del Código Técnico de la Edificación.

DOCUMENTO BÁSICO DB SI, SEGURIDAD EN CASO DE INCENDIO

1. Objeto de la ley:

Este Documento Básico (DB) dirige sus objetivos a la protección contra el incendio una vez declarado éste. Las medidas que se aplican van dirigidas a evitar las causas que pueden originarlo y a dictar las normas de seguridad que debe reunir el edificio para proteger a sus usuarios evitando que sufran daños derivados de un incendio de origen accidental, y evitar que se extienda a colindantes y al entorno en el que se encuentra el edificio. Ya se especifica en el artículo 11 una serie de exigencias básicas:

- El objetivo del requisito básico “Seguridad en caso de incendio” consiste en reducir a límites aceptables el riesgo de que los usuarios de un edificio sufran daños derivados de un incendio, uso y mantenimiento.
- Para satisfacer este objetivo, los edificios se proyectarán, construirán, mantendrán y utilizarán de forma que, en caso de incendio, se cumplan las exigencias básicas que se establecen en los apartados que se desarrollaran a continuación.
- Se especifican parámetros objetivos y procedimientos cuyo cumplimiento asegura la satisfacción de las exigencias básicas y la superación de los niveles mínimos de calidad propios del requisito básico de seguridad en caso de incendio.

Las exigencias mínimas son las siguientes:

- Exigencia básica SI 1 - Propagación interior.
- Exigencia básica SI 2 - Propagación exterior.
- Exigencia básica SI 3 - Evacuación de los ocupantes.
- Exigencia básica SI 4 - Instalaciones de protección contra incendios.
- Exigencia básica SI 5 - Intervención de los bomberos.
- Exigencia básica SI 6 - Resistencia al fuego de la estructura.

2. Ámbito de aplicación:

El ámbito de aplicación de este Documento Básico se refiere únicamente a las exigencias básicas relacionadas con el requisito básico “seguridad en caso de incendio”.

El contenido de este Documento Básico se refiere únicamente a las exigencias básicas relacionadas con el requisito básico “Seguridad en caso de Incendio”. También deben cumplirse las exigencias básicas de los demás requisitos básicos, lo que se posibilita mediante la aplicación de DB correspondiente a cada uno de ellos.

3. Condiciones particulares para el cumplimiento del DB SI:

En la presente memoria se han aplicado procedimientos del Documento Básico (DB SI), de acuerdo con las condiciones particulares que en el mismo se establecen y con las condiciones generales del CTE, las condiciones en la ejecución de las obras y las condiciones del edificio que figuran en los artículos 5, 6, 7 y 8 respectivamente de la parte I del CTE.

4. Condiciones de comportamiento ante el fuego de los productos de construcción y de los elementos constructivos:

Se establecen las condiciones de reacción al fuego y de resistencia al fuego de los elementos constructivos proyectados conforme a las nuevas clasificaciones europeas establecidas mediante el Real Decreto 312/2005, de 18 de marzo y a las normas de ensayo y clasificación que allí se indican.

Los sistemas de cierre automático de las puertas resistentes al fuego se exige que consista en un dispositivo conforme a la norma UNE EN 1158:2003 “Herrajes para la edificación. Dispositivos de cierre controlado de puertas. Requisitos y métodos de ensayo”

Las puertas de dos hojas se equiparán con un dispositivo de coordinación de dichas hojas conforme a la norma UNE EN 1158:2003 “herrajes para la edificación. Dispositivos de coordinación de puertas. Requisitos y métodos de ensayo”.

Las puertas previstas para permanecer en posición abierta se prevén que dispongan de un dispositivo conforme con la norma UNE-EN 1155:2003 “Herrajes para la edificación. Dispositivos de retención electromagnética para puertas batientes. Requisitos y métodos de ensayo”.

5. Laboratorios de ensayo:

La clasificación, según las características de reacción al fuego o de resistencia al fuego, de los productos de construcción que aún no ostenten en el mercado CE o los elementos constructivos, así como los ensayos necesarios para ello se exige que se realicen por laboratorios acreditados por una entidad oficialmente reconocida conforme con el Real Decreto 2200/1995 de 28 de diciembre, modificado por el Real Decreto 411/1997 de 21 de marzo.

En el momento de su presentación, los certificados de los ensayos antes citados deberán tener una antigüedad menor que 5 años cuando se refieran a reacción al fuego y menor de 10 años cuando se refieran a resistencia al fuego.

SECCIÓN SI 1: PROPAGACIÓN INTERIOR

COMPARTIMENTACIÓN EN SECTORES DE INCENDIO

El edificio está compartimentado en sectores de incendio según las condiciones que se establecen en la tabla 1.1 de la Sección SI 1 del DBSI del Código Técnico de la Edificación. Como se indica en dicha tabla, la máxima superficie permitida para un sector cuyo uso es de Pública Concurrencia es de 2500m², así pues, el proyecto quedará dividido en dos sectores de incendio que agruparan los edificios situados en la banda este en un sector y los dispuestos en la banda oeste en otro.

SECTOR	SUPERFICIE (m2)
1_Naves de fabricación de vinagre y restaurante	211+120+126+1134= 1591m ²
2_Naves de fabricación de saque, museo y bar	1474+286+271= 2031m ²

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

La determinación de la resistencia al fuego de las paredes y techos y puertas que delimitan los sectores de incendio en nuestro proyecto, no es relevante, puesto que la separación entre los mismo se produce de forma física siendo la distancia más corta entre sectores 7m.

LOCALES Y ZONAS DE RIESGO ESPECIAL

Los locales y zonas de riesgo especial integrados en el edificios se clasifican conforme los grados de riesgo alto, medio y bajo según los criterios que se establecen en la tabla 2.1 del CTE DB DI. Los locales así clasificados cumplen las condiciones que se establecen en la tabla 2.2. del mismo.

Los locales destinados a albergar instalaciones y equipos regulados por reglamentos específicos, tales como transformadores, maquinaria de aparatos elevadores, calderas, depósitos de combustible, contadores de gas o electricidad, etc. se rigen, además, por las condiciones que se establecen en dichos reglamentos. Las condiciones de ventilación de los locales y de los equipos exigidas por dicha reglamentación deberán solucionarse de forma compatible con las de compartimentación establecidas en este DB.

A los efectos de este DB se excluyen los equipos situados en las cubiertas de los edificios, aunque estén protegidos mediante elementos de cobertura.

El edificio cuenta con locales de Riesgo especial, que se clasifican según la tabla 2.1 del DB SI1-4, en riesgo bajo, medio o alto según la superficie de dichos locales. Por tanto tendremos:

Riesgo Bajo:

- sala de maquinas de instalaciones de climatización y calderas (plantas Técnicas)
- contadores y cuadros generales de distribución
- centro de transformación.

Riesgo Medio:

- cuartos de limpieza

Riesgo alto:

- cocinas en la pieza de restaurante

Todos ellos cumplen las condiciones establecidas en la tabla 2.2. De la Sección SI 1 del DBSI del Código Técnico de la Edificación, según sea su grado de riesgo.

Todos los locales de Riesgo Bajo tendrán resistencia al fuego de la estructura portante R90. Las paredes que los separan del resto del edificio serán EI90 y los techos REI90. Las puertas de comunicación con el resto del edificio serán EI2 45-C5 y abrirán hacia el exterior de los locales. El máximo recorrido de evacuación hasta alguna salida del local será ≤ 25 m.

Todos los locales de Riesgo Medio tendrán resistencia al fuego de la estructura portante R120. Las paredes que los separan del resto del edificio serán EI120 y los techos REI120. Las puertas de comunicación con el resto del edificio serán 2XEI2 30-C5 y abrirán hacia el exterior de los locales. El máximo recorrido de evacuación hasta alguna salida del local será ≤ 25 m.

Todos los locales de Riesgo Alto tendrán resistencia al fuego de la estructura portante R180. Las paredes que los separan del resto del edificio serán EI180 y los techos REI180. Las puertas de comunicación con el resto del edificio serán 2XEI2 45-C5 y abrirán hacia el exterior de los locales. El máximo recorrido de evacuación hasta alguna salida del local será ≤ 25 m.

ESPACIOS OCULTOS. PASO DE INSTALACIONES A TRAVÉS DE ELEMENTOS DE COMPARTIMENTACIÓN DE INCENDIOS

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

La resistencia al fuego requerida a los elementos de compartimentación de incendios se mantiene en los puntos en los que dichos elementos son atravesados por elementos de las instalaciones, como cables, tuberías, conducciones, etc. Estos pasos de instalaciones a través de elementos de compartimentación cumplen con lo especificado en el DBSI del Código Técnico de la Edificación. Para ello se disponen de elementos pasantes que aportan una resistencia al menos igual a la del elemento EI 90 o EI 120, según el uso al que atraviese.

REACCIÓN AL FUEGO DE LOS ELEMENTOS CONSTRUCTIVOS, DECORATIVOS Y DE MOBILIARIO

Reacción al fuego exigida

Los elementos constructivos proyectados deben cumplir las condiciones de reacción al fuego que se establecen en la siguiente tabla:

Zonas ocupables	Revestimientos de techos y paredes.....C-s2,d0
	Revestimientos de suelos.....E FL
Zonas riesgo especial	Revestimiento de techos y paredes.....B-s1,d0
	Revestimiento de suelos.....B FL, -s1
Espacios ocultos no estancos	Revestimiento de techos y paredes.....B-s3, d0
	Revestimiento de suelos.....B FL-s2

Las condiciones de reacción al fuego de los componentes de las instalaciones eléctricas se regulan en su reglamentación específica.

En techos y paredes se incluyen aquellos materiales que constituyan una capa contenida en el interior del techo o pared y que además no esté protegida por una capa que sea EI 30 como mínimo.

En suelos, techos y paredes se incluye las tuberías y conductos que transcurren por las zonas que se indican sin recubrimiento resistente al fuego.

Justificación

Los materiales que componen los elementos constructivos proyectados que deban satisfacer condiciones de reacción al fuego cumplirán con lo exigido en el Código Técnico de la Edificación y su clasificación se realizará según el RD 312/2005, de 18 de marzo por el que se aprueba la clasificación de los productos de construcción y de los elementos constructivos en función de sus propiedades de reacción y de resistencia frente al fuego.

SECCIÓN SI 2: PROPAGACIÓN EXTERIOR

MEDIANERÍAS Y FACHADAS

Riesgo de propagación horizontal:

No existen medianerías o muros colindantes con otros edificios en nuestro proyecto. El riesgo de propagación exterior horizontal del recinto a través de las fachadas entre los sectores de incendio, entre una zona de riesgo especial alto y otras zonas o hacia una escalera o pasillo protegido desde otras zonas, los puntos de ambas fachadas, se limita con las distancias que se indica en la norma o con la característica EI 60 de las superficies como se indica en los planos.

Riesgo de propagación vertical:

No existe riesgo de propagación vertical ya que todo el proyecto se desarrolla en planta baja.

CUBIERTAS

Para limitar el riesgo de propagación exterior del incendio por la cubierta entre los edificios, la resistencia al fuego de las mismas será de REI 60.

SECCIÓN SI 3: EVACUACIÓN DE OCUPANTES

CÁLCULO DE LA OCUPACIÓN

Para calcular la ocupación se han tomado los valores de densidad de ocupación que se indican en la tabla 2.1 en función de la superficie útil de cada zona, salvo cuando sea previsible una ocupación mayor o bien cuando sea exigible una ocupación menor en aplicación de alguna disposición legal de obligado cumplimiento.

En aquellos recintos o zonas no incluidos en la tabla se han aplicado los valores correspondientes a los que sean más asimilables.

Al determinar la ocupación, se ha tenido en cuenta en cuenta el carácter simultáneo o alternativo de las diferentes zonas del edificio, considerando el régimen de actividad y el uso previsto para el mismo.

La siguiente tabla recoge los coeficientes de ocupación utilizados en el cálculo.

USO	COEFICIENTE DE OCUPACIÓN
Aseos	3 m2/pers.
Zonas de uso público en museos y exposiciones	2 m2/pers.
Zonas de público sentado en bares, cafeterías, restaurantes, etc.	1,5 m2/pers.
Locales diferentes de aulas, como laboratorios, talleres, gimnasios, salas de dibujo, etc.	5 m2/pers.
Zona de servicio de bares	10 m2/pers.
Espacios parcialmente descubiertos	3 m2/pers.
Plantas o zonas de oficinas	10 m2/pers.
Vestíbulos generales	2 m2/pers.
Almacenes	40 m2/per

A la zona de fabricación se le aplicará la misma densidad de ocupación que a un almacén, ya que los operarios no necesitan acceder a ella muy frecuentemente, y cuando lo hacen, lo hacen en número reducido. Aplicando los coeficientes de ocupación a los usos previstos de cada zona, la ocupación resulta:

USOS	SECTOR	SUPERFICIE ÚTIL (m2)	COEF DBSI (m2/pers)	OCUPACIÓN (pers)
Naves 7 y 8	2	571m2	40	14,27
Nave 6	2	287m2	40	7,17
Nave 5	2	250m2	40	6,25
Nave 1	1	379m2	40	9,47
Nave 4	1	755m2	40	18,87
Nave 2	1	126m2	10	12,6
Nave 3	1	120m2	40	3
Aseos restaurante	1	25m2	3	8,33
Aseo 1 museo	2	102m2	3	34
Aseo 2 museo	2	102m2	3	34
Aseo oficina museo	2	3,5m2	3	1,16
Aseo bar	2	9m2	3	3
Aseo oficina bar	2	4m2	3	1,33
Vestibulo Oeste	2	68m2	2	34
Vestibulo Este	2	109m2	2	54,5
Centro de documentación	2	94m2	5	18,8
Restaurante	1	211m2	1,5	140,6
Bar	2	121m2	1,5	80
Oficina de administración del museo	2	72m2	10	7,2
Oficina de gestión de la fábrica	2	32m2	10	3,2
Sala informativa (Sake)	2	154m2	2	77
Sala informativa (Sake filtrado)	2	61m2	2	30,5
Bodega visitable	2	81m2	10	8,1
Terraza del museo	2	34m2	3	11,3

NÚMERO DE SALIDAS Y LONGITUD DE LOS RECORRIDOS DE EVACUACIÓN

Todos los espacios del proyecto, menos el restaurante, cuentan con más de una salida a espacio exterior seguro, así pues la longitud de los recorridos de evacuación hasta alguna salida de planta no debe exceder de 50 m.

La longitud de los recorridos de evacuación por pasillos y escaleras se ha medido sobre el eje.

Salidas:

El diseño del sistema de evacuación permite, desde cualquier origen, diversificar los recorridos hacia salidas alternativas.

El espacio interior delimitado por los volúmenes del proyecto puede considerarse espacio exterior seguro ya que cumple las siguientes condiciones:

- Permite la dispersión de los ocupantes que abandonan el edificio, en condiciones de seguridad.
- Permite una amplia disipación del calor, del humo y de los gases producidos por el incendio.
- Permite el acceso de los efectivos de bomberos y de los medios de ayuda a los ocupantes que, en cada caso, se consideren necesarios.

DIMENSIONADO DE LOS MEDIOS DE EVACUACIÓN

Para el dimensionado de las salidas, pasillos y escaleras, se utilizará el criterio de asignación de ocupantes reseñado en el artículo 4.1 de la sección 3 del DB-SI la distribución de los ocupantes a efectos de cálculo se hará suponiendo inutilizada una de las salidas del recinto, bajo la hipótesis más desfavorable.

Dimensionado de salidas de planta

Se considera salida de planta:

a) Salida de recinto, que es una puerta o un paso que conducen, bien directamente, o bien a través de otros recintos, hacia una salida de planta y, en último término, hacia una del edificio.

b) Salida de planta, que es alguno de los elementos siguientes:

☐ una puerta que da acceso desde un sector a otro situado en la misma planta, siempre que en el primer sector exista al menos otra salida de planta de las descritas en los párrafos anteriores o bien otra puerta de paso a otro sector y se pueda, a partir de cada una de ellas, abandonar el edificio de forma que los recorridos no confluyan en un mismo sector, salvo cuando dicha confluencia tenga lugar en un sector que presente un riesgo de incendio muy reducido, que esté situado en la planta de salida del edificio y que cumpla las condiciones establecidas en el artículo 10.1.d); además, cada uno de los espacios a los que se accede desde las puertas de paso a otro sector tiene una superficie equivalente a 0,50 m² por persona asignada en la evacuación a su puerta correspondiente y sólo podrán considerarse los puntos situados a menos de 30 m de recorrido de evacuación desde la puerta considerada.

c) Salida de edificio.

Dimensionado de pasillos

Los pasillos tienen como misión conducir a los ocupantes desde una salida de recinto a una salida de planta o salida de edificio.

Las dimensiones mínimas para los pasillos, puertas y pasos cumplen la relación: $A = P/200$, siendo:

A = El ámbito del paso, medido en metros.

P = La asignación de aforo a ese paso.

Las puertas en los recorridos de evacuación tienen un ancho de hoja de 90 cm.

Los pasillos que son recorrido de evacuación no tienen obstáculos que dificulten la misma.

Los recorridos de evacuación son los indicados en los Planos de Evacuación.

El caso más desfavorable, es el pasillo del museo, con un ancho de 1,6m, el cual queda muy por encima de lo exigible por norma.

PUERTAS SITUADAS EN RECORRIDOS DE EVACUACIÓN

Las puertas previstas como salida del edificio en el museo y el restaurante están proyectadas como correderas, por tanto, será necesario instalar en una de las hojas correderas de cada salida una hoja abatible con eje de giro vertical y cuyo sistema de cierre no actúe mientras haya actividad en las zonas a evacuar. En caso contrario, se prevé que tengan un dispositivo de fácil y rápida apertura desde el lado del cual provenga dicha evacuación, sin tener que utilizar una llave y sin tener que actuar sobre más de un mecanismo.

Se ha previsto que la abertura de las puertas sea en el sentido de la evacuación de salida:

a) prevista para el paso de más de 100 personas.

b) prevista para más de 50 ocupantes del recinto o espacio en el que esté situada.

Para la determinación del número de personas que se indica en los apartados anteriores (a y b) se ha tenido en cuenta los criterios de asignación de los ocupantes establecidos en el apartado 4.1 de esta Sección.

Para determinar la anchura mínima de las puertas, aplicaremos la siguiente fórmula:

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

Siendo:

A= Anchura de la escalera.

P= Personas a evacuar

La salida más desfavorable, es la del museo, que debe poder evacuar a un total de 156 personas.

156/200 no supera el la anchura mínima de 80 m.

Los anchos proyectados para las puertas son muy superiores a los necesarios, así que quedamos del lado de la seguridad.

SEÑALIZACIÓN DE LOS MEDIOS DE EVACUACIÓN

Se utilizan las señales de evacuación definidas en la norma UNE 23034:1988, conforme a los siguientes criterios:

a) Las salidas de recinto, planta o edificio tienen una señal con el rótulo "SALIDA", excepto cuando se trata de salidas de recintos cuya superficie no excede de 50 m², son fácilmente visibles desde todo punto de dichos recintos y los ocupantes están familiarizados con el edificio.

b) La señal con el rótulo "Salida de emergencia" se utiliza en toda salida prevista para uso exclusivo en caso de emergencia.

c) Se dispone de señales indicativas de dirección de los recorridos, visibles desde todo origen de evacuación desde el que no se percibe directamente las salidas o sus señales indicativas y, en particular, frente a toda salida de un recinto con ocupación mayor que 100 personas que accede lateralmente a un pasillo.

d) En los puntos de los recorridos de evacuación en los que existen alternativas que pueden inducir a error, también se disponen las señales antes citadas, de forma que queda claramente indicada la alternativa correcta. Tal es el caso de determinados cruces o bifurcaciones de pasillos, así como de aquellas escaleras que, en la planta de salida del edificio, continúan su trazado hacia la planta de aparcamiento.

e) En dichos recorridos, junto a las puertas que no son salida y que pueden inducir a error en la evacuación se coloca la señal con el rótulo "Sin salida" en lugar fácilmente visible pero en ningún caso sobre las hojas de las puertas.

f) Las señales se disponen de forma coherente con la asignación de ocupantes que se pretende hacer a cada salida.

g) El tamaño de las señales es:

1) 210 x 210 mm cuando la distancia de observación de la señal no exceda de 10 m

2) 420 x 420 mm cuando la distancia de observación esté comprendida entre 10 y 20m

3) 594 x 594 mm cuando la distancia de observación esté comprendida entre 20 y 30m.

Las señales son visibles incluso en caso de fallo en el suministro al alumbrado normal. Cuando son fotoluminiscentes, sus características de emisión luminosa cumple lo establecido en la norma UNE 23035-4:2003.

SECCIÓN SI 4: INSTALACIONES DE PROTECCIÓN CONTRA INCENDIOS

DOTACIÓN DE INSTALACIONES DE PROTECCIÓN DE INCENDIOS

El edificio proyectado dispone de los equipos e instalaciones de protección contra incendios que se indican en la tabla 1.1. El diseño, la ejecución, la puesta en funcionamiento y el mantenimiento de dichas instalaciones, así como sus materiales, componentes y equipos cumplen lo establecido en el "Reglamento de Instalaciones de Protección contra Incendios" (aprobado por el Real Decreto 1942/1993 de 5 de noviembre y disposiciones complementarias), en sus disposiciones complementarias y en cualquier otra reglamentación específica que le es de aplicación.

La puesta en funcionamiento de las instalaciones requerirá la presentación, ante el órgano competente de la Comunidad Valenciana, del Certificado de la empresa instaladora al que se refiere el artículo 18 del citado reglamento.

El edificio dispondrá de los equipos e instalaciones de protección contra incendios que se indican a continuación, según la tabla del DBSI 4:

Extintores portátiles

Se disponen extintores portátiles de eficacia 21A-113B.

- a 15 m de recorrido en cada planta, como máximo, desde todo origen de evacuación.
- en las zonas de riesgo especial: Uno en el exterior del local y próximo a la puerta de acceso, el cual podrá servir a varios locales o zonas.

El número y ubicación de los extintores se indica en los planos adjuntos.

Hidrantas exteriores

Se colocan un hidratante por cada 10.000 m² de superficie construida. En este caso no serán necesarios pues la superficie construida es menor.

Bocas de incendio equipadas

Se colocan bocas de incendio equipadas de 25 mm., si la superficie construida excede de 500 m².

Columna seca

No es necesaria la instalación de columna seca, ya que la altura de evacuación es menor a 24m.

Sistema de alarma

Si la superficie construida excede de 1.000 m².

Sistema de detección de incendio

Si la superficie construida excede de 2.000 m². La condición de disponer detectores automáticos térmicos puede sustituirse por una instalación automática de extinción no exigida.

SEÑALIZACIÓN DE LAS INSTALACIONES MANUALES DE PROTECCIÓN CONTRA INCENDIOS

Los medios de protección contra incendios de utilización manual (extintores, bocas de incendio, hidrantas exteriores, pulsadores manuales de alarma y dispositivos de disparo de sistemas de extinción) se señalizan 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 son visibles incluso en caso de fallo en el suministro al alumbrado normal. Cuando sean fotoluminiscentes, sus características de emisión luminosa debe cumplir lo establecido en la norma UNE 23035-4: 2003.

SECCIÓN SI 5: INTERVENCIÓN DE LOS BOMBEROS

El proyecto cumple con las condiciones de aproximación y entono, así como de accesibilidad por fachada establecidas en el DBSI 5 del Código Técnico de la Edificación.

APROXIMACIÓN A LOS EDIFICIOS

Los viales de aproximación al edificio cumplen lo siguiente:

- Anchura mínima libre >3.50 m.
- Altura mínima libre o gálibo > 4.50 m.
- Capacidad portante del vial > 20 Kn/m².

ACCESIBILIDAD POR FACHADA

Todas las fachadas del edificio cumplen con lo establecido en el CTE.

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

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

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

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

SECCIÓN SI 6: RESISTENCIA AL FUEGO DE LA ESTRUCTURA

La resistencia al fuego exigible a la estructura (incluidas vigas, forjados y soportes) será la indicada en la tabla 3.1. de la Sección SI 6 del DBSI del Código Técnico de la Edificación, así será:

Para los edificios de pública concurrencia, R 90. Para el resto, R 60.

Para los locales de riesgo especial, la resistencia al fuego exigible será la indicada en la tabla 3.2. de la Sección SI 6 del DBSI del Código Técnico de la Edificación, no siendo inferior al de la estructura portante de la planta del edificio, así será:

- Para las zonas de riesgo especial bajo: R 90
- Para las zonas de riesgo especial medio: R 120
- Para las zonas de riesgo especial alto: R 180

Evaluación estructural de edificios preexistentes

Según el Anejo D de el Documento Básico SE Seguridad Estructural del CTE

ÁMBITO DE APLICACIÓN

Este Anejo define las bases y los procedimientos para la evaluación estructural de edificios existentes, en concordancia con los principios del análisis de la seguridad estructural. Si bien los conceptos básicos para el análisis de la seguridad estructural de un edificio están establecidos en el Anejo C, en la evaluación estructural de edificios existentes puede existir un mayor grado de diferenciación de la seguridad que para el dimensionado estructural de edificios de nueva construcción, debido a consideraciones de tipo económico, social o medioambiental.

Los criterios generales establecidos en este Anejo son aplicables para la evaluación estructural de cualquier tipo de edificio existente, si se cumple alguna de las siguientes condiciones:

- a) se ha concebido, dimensionado y construido de acuerdo con las reglas en vigor en el momento de su realización;
- b) se ha construido de acuerdo con la buena práctica, la experiencia histórica y la práctica profesional aceptada.

3 La evaluación de la seguridad estructural en caso de incendio está fuera del alcance de este anejo.

No obstante, la evaluación de la seguridad estructural tras un incendio puede realizarse de acuerdo con las reglas aquí incluidas.

CRITERIOS BÁSICOS PARA LA EVALUACIÓN

Procedimiento:

- La evaluación estructural de un edificio existente se realizará, normalmente, mediante una verificación cuantitativa de su capacidad portante y, en su caso, de su aptitud al servicio, teniendo en cuenta los procesos de deterioro posibles. Para ello, puede adoptarse un procedimiento de evaluación por fases que tenga en cuenta las condiciones actuales del edificio, definiendo cada una de las fases en función de las circunstancias y condiciones específicas de la misma tales como la disponibilidad del proyecto original, la observación de daños estructurales, el uso del edificio, etc., y de los objetivos de la evaluación (D.2.3). En cada una de las fases se incrementa la precisión de las hipótesis para la evaluación, así como el grado de detalle de los métodos de análisis respecto de la fase anterior.

- En edificios en los que no resulte posible o sea poco fiable una verificación cuantitativa, o cuando el edificio haya demostrado un comportamiento satisfactorio en el pasado, podrá realizarse una evaluación cualitativa de la capacidad portante y de la aptitud al servicio de acuerdo con los criterios enumerados en D.6.

- El proceso de evaluación se considera finalizado cuando en alguna de las fases se alcanza una conclusión inequívoca sobre la seguridad estructural del edificio o sobre las medidas a adoptar. En Documento Básico SE Seguridad Estructural SE - 34 los casos en los que no resulte posible verificar una capacidad portante o una aptitud al servicio adecuada, el informe final debe contener también las recomendaciones necesarias sobre las medidas a adoptar.

Fases de la evaluación:

- Con carácter general pueden establecerse tres fases:

1ª Fase: Evaluación preliminar, que incluye en general:

- la recopilación y estudio de la documentación disponible y, en su caso, el levantamiento de planos.
- una inspección preliminar.
- la elaboración de las bases para la evaluación.
- la verificación preliminar de la capacidad portante y de la aptitud al servicio de los elementos estructurales principales.

2ª Fase: Evaluación detallada, que incluye en general:

- la determinación del estado del edificio mediante una inspección detallada, incluida la cuantificación de posibles daños;
- la actualización de la geometría y de los planos del edificio;
- la actualización de las características de los materiales;
- la actualización de las acciones;
- la actualización de las bases para la evaluación;
- el análisis estructural;
- la verificación de la capacidad portante y de la aptitud al servicio.

3ª Fase: Evaluación avanzada, con métodos de análisis de la seguridad, que incluye en general:

- la determinación de las situaciones de dimensionado determinantes;
- la adquisición, en su caso, de más datos sobre las características de la estructura o de los materiales, o sobre las acciones;
- la determinación de los modelos probabilistas de las variables;
- el análisis estructural;
- la verificación con métodos de seguridad.

Especificación de los objetivos:

Antes del inicio de la evaluación deben establecerse claramente los objetivos de la misma, en términos de las prestaciones futuras del edificio, definidas éstas a partir de las siguientes exigencias:

- a) el nivel de seguridad en relación con la resistencia y la estabilidad estructural;
- b) la garantía de continuidad del funcionamiento en edificios de especial importancia, tales como hospitales, centros de comunicación o similares;
- c) las exigencias específicas de la propiedad en relación con la protección de los bienes (protección frente a pérdidas económicas) o con la aptitud al servicio. El nivel de estas exigencias se basa normalmente en requisitos funcionales específicos y en criterios de optimización.

Recopilación de información

Determinación del estado actual :

- Previamente a la evaluación de un edificio existente se determinará el estado actual del mismo, recabando toda la información relativa a:
 - a) Las acciones de todo tipo, directas o indirectas (influencias) con los siguientes criterios:

- El peso propio de los elementos podrá comprobarse en obra, adaptándose en consecuencia, los valores adoptados inicialmente, de acuerdo con la información previa;

- Las sobrecargas de uso dependerán del uso futuro de la obra, pudiendo adoptarse, a efectos de la evaluación modelos específicos adaptados al caso estudiado (normalmente menos conservadores que los modelos correspondientes según el CTE). En estos casos, se adoptarán disposiciones adicionales con el fin de asegurar que no se sobrepasen los valores extremos establecidos; Documento Básico SE Seguridad Estructural SE - 35

- Las acciones climáticas a tener en cuenta pueden determinarse a partir de mediciones directas efectuadas en estaciones meteorológicas representativas para la obra objeto de la evaluación estructural, durante un periodo de tiempo adecuado. En este caso, en la determinación de estas acciones se tendrá en cuenta que sus efectos extremos no se pueden deducir directamente de los valores medidos. En el ajuste de los valores extremos se podrá tener en cuenta el periodo de servicio restante;

- Se tendrán en cuenta las influencias ambientales de origen físico, químico o biológico que puedan afectar a las características de los materiales o a la resistencia de los elementos estructurales, así como los posibles cambios en las mismas que puedan producirse como consecuencia de una intervención. En los casos en los que existan incertidumbres, se determinarán mediante inspecciones, ensayos o mediciones.

b) Las dimensiones de la obra, recopilando los datos de la misma y de los elementos estructurales, cuando la información disponible carezca de ellos, cuando se hayan realizado modificaciones y no exista documentación fiable al respecto, o cuando se observen discrepancias entre la información disponible y la situación real.

c) Características de los materiales empleados. Cuando las características de los materiales no se puedan deducir de manera fiable a partir de la información disponible, se determinarán mediante ensayos no destructivos o destructivos a partir de muestreos estadísticamente representativos, que tengan en cuenta el uso del edificio, así como las influencias ambientales.

d) El sistema estático y el comportamiento estructural, con los siguientes criterios:
- se comprobarán en obra las condiciones de todo tipo que resulten determinantes para el comportamiento estructural, como las condiciones de apoyo, empotramientos, libertad de movimiento de apoyos y juntas o la capacidad de deformación.

- cuando se determine experimentalmente el comportamiento estructural (estático o dinámico) de un edificio, en la evaluación e interpretación de los resultados se tendrá en cuenta que los ensayos se realizan con cargas de servicio, mientras que la capacidad portante se debe evaluar para estados más avanzados de carga.

e) Los daños y anomalías existentes: deformaciones, desplazamientos, corrosión, fatiga y envejecimiento en general.

Evaluación de los ensayos y representación de los resultados:

- Cuando el número de resultados sea reducido, la aplicación de los métodos clásicos de la estadística puede conducir a valores conservadores, debido a la influencia de los errores de estimación. En estos casos, si se dispone de información previa, ésta podría combinarse con los resultados obtenidos, para mejorar la información.

- La representación de los resultados obtenidos en la evaluación de los ensayos o de las mediciones dependerá del método de análisis empleado, semi-probabilista o probabilista.

- Cuando se realice un análisis semi-probabilista, el objetivo de la evaluación de los ensayos o de las mediciones será la determinación del valor representativo de la variable correspondiente. La definición del valor representativo depende de la variable contemplada, y debe ser consistente con la definición del coeficiente parcial correspondiente. Salvo que exista información en sentido contrario, la definición del valor representativo de una variable se corresponderá con lo indicado en 3.3.

- Cuando se realice un análisis probabilista, las variables que intervienen en una verificación se representarán mediante las correspondientes funciones de densidad de probabilidad. En muchos casos, estas funciones pueden ser caracterizadas a través de sus principales parámetros (valor medio, desviación típica, tipo de distribución). A falta de un análisis más detallado, a las variables se les asignará el mismo tipo de distribución que se haya tenido en cuenta en la calibración de los modelos para las acciones y para la resistencia estructural de edificios de nueva construcción (Anejo C).

Bases de cálculo

- Se deben revisar y, según el caso, se adaptar o completar las situaciones de dimensionado que se hayan considerado en el proyecto original, teniendo en cuenta los daños y anomalías observados, así como la incidencia que estos puedan tener sobre los posibles mecanismos de fallo. Cuando no se disponga de las bases de cálculo del proyecto original, se establecerán las situaciones de dimensionado a efectos de la evaluación. Documento Básico SE Seguridad Estructural SE - 36.

- Las situaciones de dimensionado, así como las medidas previstas para alcanzar las exigencias relativas a la capacidad portante y a la aptitud al servicio deben reflejarse en las bases de cálculo actualizadas.

Control de riesgos: inspección y planificación de medidas

- Podrán considerarse aceptables ciertos riesgos, bien por la baja frecuencia de ocurrencia de las situaciones que estén en su origen, o bien porque las consecuencias en caso de ocurrencia de una de estas situaciones resulten suficientemente pequeñas. La aceptación de estos riesgos requiere la adopción de medidas adicionales de inspección y de control (observación, inspecciones periódicas, mediciones de control, monitorización), cuyo objetivo consistirá en la detección de los posibles daños o anomalías en un estado temprano, para poder adoptar las medidas adecuadas que mitiguen los riesgos antes de que se pueda producir un evento no deseado. Los riesgos aceptados se reflejarán en la memoria.

- El alcance y la intensidad de las medidas de inspección y de control, así como las medidas para la reducción de las consecuencias de los riesgos aceptados se determinarán en función de las características y de la importancia de la obra, así como en función del tipo y de las características de dichos riesgos.

Análisis estructural

- Para el análisis estructural de un edificio existente deben emplearse modelos que reflejen adecuadamente el estado actual del edificio y tengan en cuenta los procesos de deterioro que puedan resultar importantes. Las incertidumbres asociadas con los modelos se tendrán en cuenta mediante coeficientes parciales adecuados en análisis semiprobabilistas y mediante la introducción de una variable del modelo en análisis probabilistas.

- La influencia de los efectos de escala o de forma, de la duración de la aplicación de una carga, de la temperatura o de la humedad se tendrán en cuenta mediante coeficientes de conversión.
- En el análisis se tendrá en cuenta el nivel de incertidumbre relativo a las condiciones y al estado de los elementos. A estos efectos, se podrá ajustar la dispersión asumida, entre otros, para la capacidad portante de los elementos, o para las dimensiones de sus secciones transversales.
- Si se observa el deterioro estructural de un edificio existente, deben identificarse los mecanismos de deterioro y determinarse modelos de deterioro que permitan predecir el comportamiento futuro del mismo.

VERIFICACIÓN

- Las exigencias relativas a la capacidad portante y a la aptitud al servicio dependerán del periodo de servicio restante que se estime. Las verificaciones de la capacidad portante y de la aptitud al servicio se efectuarán sobre la base de las situaciones de dimensionado actualizadas.
- La evaluación de la capacidad portante de un edificio existente se efectuará teniendo en cuenta su capacidad de deformación así como su modo de fallo previsible. En particular, se determinará si es posible una redistribución de los esfuerzos y si a un inminente fallo le precederían deformaciones importantes.
- En los casos en los que, durante el periodo de servicio restante, puedan producirse situaciones extraordinarias, éstas se tendrán en cuenta en la verificación de la capacidad portante.
- Si durante el periodo de servicio restante actúan sobre el edificio cargas variables repetidas o si se pueden producir vibraciones por resonancia, se realizará una verificación de la seguridad frente a la fatiga.

- Verificación de la capacidad portante

La verificación de la capacidad portante para el periodo de servicio restante se realizará a partir de los valores representativos actualizados de las acciones y de la información actualizada sobre la estructura, adoptando los coeficientes parciales de seguridad para las acciones y para la resistencia de acuerdo con lo establecido en el apartado 4.2 y en los documentos básicos de seguridad estructural de los diferentes materiales. Documento Básico SE Seguridad Estructural SE - 37.

- Evaluación detallada

La verificación de la capacidad portante para el periodo de servicio restante se realizará a partir de los valores representativos actualizados de las acciones y de la información actualizada sobre la estructura, adoptando coeficientes parciales de seguridad particularizados para las acciones y para la resistencia. Para la determinación de dichos coeficientes particularizados se tendrá en cuenta la influencia de los cambios –debidos a la adquisición de información– en las incertidumbres asociadas con las variables.

Los coeficientes parciales particularizados se calibrarán para que sean consistentes con el nivel requerido de seguridad estructural. Normalmente serán menos conservadores que los coeficientes correspondientes incluidos en los documentos básicos correspondientes para el dimensionado en edificios de nueva construcción.

- Evaluación avanzada con métodos probabilistas

- La seguridad estructural de un edificio podrá cuantificarse en términos de su fiabilidad, que tendrá en cuenta las incertidumbres asociadas con las distintas variables básicas. Dicha fiabilidad se representa a través de una probabilidad de fallo.
- En el estado actual de los conocimientos no es posible definir un valor único para la probabilidad de fallo admisible. Se considera que un edificio correctamente dimensionado y construido según un conjunto consistente de reglas para la determinación de la resistencia y de las acciones, correspondientes al estado de la práctica en un determinado momento, es fiable en este momento y en el arco de dichas reglas.
- La evaluación estructural de un edificio existente con métodos probabilistas, requerirá los siguientes pasos:
 - a) dimensionado estricto de la estructura que quiere evaluarse según un conjunto consistente de normas de acciones y de resistencia que estén en vigor;
 - b) determinación de la probabilidad de fallo de la estructura dimensionada en a), considerando para las variables básicas los parámetros que están implícitos en las especificaciones de las normas empleadas. La probabilidad de fallo así obtenida es la probabilidad de fallo admisible según las normas empleadas;
 - c) determinación de la probabilidad de fallo de la estructura que quiere evaluarse, utilizando los parámetros actualizados de las variables que intervienen en los cálculos.
- La estructura evaluada tiene una seguridad estructural adecuada si la probabilidad de fallo de la estructura evaluada es menor o igual a la probabilidad de fallo admisible.

Verificación de la aptitud al servicio

- Una estructura o un elemento estructural tiene un comportamiento adecuado para el periodo de servicio restante en relación con un determinado criterio, si para las situaciones de dimensionado consideradas se cumple que el efecto de las acciones no alcanza el valor límite establecido para dicho efecto. La verificación se realizará a partir de los valores representativos actualizados de las acciones y de la información actualizada sobre la estructura.
- Los efectos de las acciones se determinarán de acuerdo con los objetivos de la evaluación establecidos, teniendo en cuenta los valores representativos actualizados de las acciones y de todas las influencias pertinentes, así como la información actualizada de la estructura. En ausencia de acuerdos específicos, estos efectos se determinarán según el apartado 4.3.
- Los valores límite para los distintos efectos de las acciones deben estar en concordancia con el objetivo de cada verificación y se determinarán para cada caso. En ausencia de acuerdos específicos, se adoptarán como valores límite los valores nominales según 4.3.

- La verificación de la aptitud al servicio se podrá realizar mediante métodos probabilistas, utilizando los parámetros actualizados de las variables que intervienen en los cálculos.

EVALUACIÓN CUALITATIVA

Capacidad portante

- Puede suponerse que un edificio que haya sido dimensionado y construido de acuerdo con las reglas de normas antiguas, tendrá una capacidad portante adecuada, si se cumplen las siguientes condiciones: Documento Básico SE Seguridad Estructural SE - 38

a) el edificio se ha utilizado durante un periodo de tiempo suficientemente largo sin que se hayan producido daños o anomalías (desplazamientos, deformaciones, fisuras, corrosión, etc.);

b) una inspección detallada no revele ningún indicio de daños o deterioro;

c) la revisión del sistema constructivo permita asegurar una transmisión adecuada de las fuerzas, especialmente a través de los detalles críticos;

d) teniendo en cuenta el deterioro previsible así como el programa de mantenimiento previsto se puede anticipar una durabilidad adecuada;

e) durante un periodo de tiempo suficientemente largo no se han producido cambios que pudieran haber incrementado las acciones sobre el edificio o haber afectado su durabilidad;

f) durante el periodo de servicio restante no se prevean cambios que pudieran incrementar las acciones sobre el edificio o afectar su durabilidad de manera significativa.

- Una evaluación cualitativa de la capacidad portante de un edificio existente puede ser insuficiente para situaciones de dimensionado extraordinarias.

- El comportamiento de un edificio cuya capacidad portante haya sido evaluada cualitativamente se controlará periódicamente durante el periodo de servicio restante. Para ello se emplearán los medios que se estimen necesarios, dependiendo de las características de la estructura, así como de las acciones e influencias que actúen sobre ella y de su estado.

Aptitud al servicio

- Un edificio que haya sido dimensionado y construido de acuerdo con las reglas de normas antiguas podrá considerarse apto para el servicio, si se cumplen las siguientes condiciones:

a) el edificio se ha comportado satisfactoriamente durante un periodo de tiempo suficientemente largo sin que se han producido daños o anomalías, y sin que se han producido deformaciones o vibraciones excesivas;

b) una inspección detallada, no revela ningún indicio de daños o deterioro, ni de deformaciones, desplazamientos o vibraciones excesivas;

c) durante el periodo de servicio restante no se prevean cambios que puedan alterar significativamente

las acciones sobre el edificio o afectar su durabilidad;

d) teniendo en cuenta el deterioro previsible así como el programa de mantenimiento previsto se pueda anticipar una adecuada durabilidad.

Resultados de la evaluación

- Los resultados de la evaluación se documentarán en un informe que incluirá los trabajos efectuados, que traten al menos los siguientes aspectos:

- a) objetivos de la evaluación;
- b) descripción del edificio y de sus elementos estructurales; síntomas y lesiones;
- c) recopilación de información y adquisición de datos;
- d) documentación recopilada y analizada;
- e) objetivos y planificación;
- f) realización de inspecciones, catas y ensayos;
- g) resultados;
- h) análisis;
- i) verificación;
- j) diagnóstico;
- k) opciones de intervención;
- l) recomendaciones.

- Cuando se demuestre una seguridad estructural adecuada, el edificio se podrá seguir usando en las condiciones establecidas. En estos casos, se definirá un programa de inspección y de mantenimiento en concordancia con las características y la importancia de la obra.

- Cuando no pueda demostrarse una seguridad estructural adecuada, los resultados de la evaluación se podrán utilizar para la elaboración de las recomendaciones oportunas sobre las medidas a adoptar. Según el caso, estas medidas podrán ser técnico-administrativas o constructivas. En algunos Documento Básico SE Seguridad Estructural SE - 39 casos, las conclusiones de una evaluación preliminar pueden aconsejar la adopción de medidas preventivas de aseguramiento estructural del edificio (D.8).

- Las medidas a adoptar para asegurar, restablecer o mantener la seguridad estructural de un edificio deben ser planificadas adecuadamente.

Medidas de aseguramiento estructural

- En el momento en el que la evaluación realizada así lo aconseje, especialmente en los casos en los que no se pueda demostrar una seguridad adecuada, se adoptarán medidas de aseguramiento estructural del edificio, tales como la restricción del uso del mismo, el apeo provisional de elementos estructurales, la puesta fuera de servicio y cierre de la obra o la evacuación de las zonas que pudieran estar afectadas por un posible derrumbe, según corresponda. El objetivo de las medidas de aseguramiento será primordialmente la protección inmediata de las personas o del medio ambiente.

Medidas técnico-administrativas

- En función de los resultados obtenidos en una evaluación y para controlar, modificar o atenuar los riesgos de origen estructural, puede resultar adecuada la adopción de medidas técnico – administrativas como el control (permanente o periódico) del comportamiento estructural o de las condiciones de utilización, la limitación en la utilización del edificio, la instalación de dispositivos automáticos de aviso o de control activo, la puesta a punto de medidas de emergencia o la introducción de esquemas de evacuación. Dichas medidas se establecerán para cada caso, teniendo en cuenta la importancia de la obra, el riesgo para las personas o para el medio ambiente, el modo de rotura previsible (dúctil o frágil), las posibilidades de control y limitación de los daños, las distintas alternativas técnicamente viables y el costo absoluto o relativo al incremento de seguridad.

Medidas constructivas

- Según los resultados de la evaluación, puede resultar necesaria la adopción de medidas constructivas que incrementen la seguridad estructural de forma que se cumplan las exigencias acordes con los objetivos establecidos para el periodo de servicio futuro, tales como el incremento o reducción de la resistencia de elementos o de secciones, de la rigidez o de la masa, el incremento de la capacidad de deformación, la instalación de amortiguadores o el cambio del sistema estático.

- Los elementos de refuerzo de una estructura se dimensionarán según las especificaciones para el dimensionado estructural de edificios de nueva construcción. Alternativamente, las verificaciones relativas a los elementos de refuerzo se podrán basar en una aplicación directa de los métodos de análisis de la seguridad.

Seguridad de utilización

INTRODUCCIÓN

REAL DECRETO 314/2006, de 17 de marzo, por el que se aprueba el Código Técnico de la Edificación.(BOE núm. 74, Martes 28 marzo 2006)

El objetivo del requisito básico «Seguridad de Utilización consiste en reducir a límites aceptables el riesgo de que los usuarios sufran daños inmediatos durante el uso previsto de los edificios, como consecuencia de las características de su proyecto, construcción, uso y mantenimiento.

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

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

Exigencia básica SU 1: Seguridad frente al riesgo de caídas

Se limitará el riesgo de que los usuarios sufran caídas, para lo cual los suelos serán adecuados para favorecer que las personas no resbalen, tropiecen o se dificulte la movilidad. Asimismo, se limitará el riesgo de caídas en huecos, en cambios de nivel y en escaleras y rampas, facilitándose la limpieza de los acristalamientos exteriores en condiciones de seguridad.

Exigencia básica SU 2

Seguridad frente al riesgo de impacto o de atrapamiento: se limitará el riesgo de que los usuarios puedan sufrir impacto o atrapamiento con elementos fijos o móviles del edificio.

Exigencia básica SU 3

Seguridad frente al riesgo de aprisionamiento: se limitará el riesgo de que los usuarios puedan quedar accidentalmente aprisionados en recintos.

Exigencia básica SU 4: Seguridad frente al riesgo causado por iluminación inadecuada

Se limitará el riesgo de daños a las personas como consecuencia de una iluminación inadecuada en zonas de circulación de los edificios, tanto interiores como exteriores, incluso en caso de emergencia o de fallo del alumbrado normal.

Exigencia básica SU 5

Seguridad frente al riesgo causado por situaciones con alta ocupación: se limitará el riesgo causado por situaciones con alta ocupación facilitando la circulación de las personas y la sectorización con elementos de protección y contención en previsión del riesgo de aplastamiento.

Exigencia básica SU 6

Seguridad frente al riesgo de ahogamiento: se limitará el riesgo de caídas que puedan derivar en ahogamiento en depósitos, pozos y similares mediante elementos que restrinjan el acceso.

Exigencia básica SU 7

Seguridad frente al riesgo causado por vehículos en movimiento: se limitará el riesgo causado por vehículos en movimiento atendiendo a los tipos de pavimentos y la señalización y protección de las zonas de circulación rodada y de las personas.

Exigencia básica SU 8

Seguridad frente al riesgo causado por la acción del rayo: se limitará el riesgo de electrocución y de incendio causado por la acción del rayo, mediante instalaciones adecuadas de protección contra el rayo.

RESBALADICIDAD DE LOS SUELOS

Tabla 1.1 Clasificación de los suelos según su resbaladidad

Resistencia al deslizamiento Rd	clase
$Rd \leq 15$	0
$15 < Rd \leq 35$	1
$15 < Rd \leq 35$	2
$Rd > 45$	3

Resistencia al deslizamiento Rd clase

$Rd \leq 15$ 0
 $15 < Rd \leq 35$ 1
 $15 < Rd \leq 35$ 2
 $Rd > 45$ 3

El valor de resistencia al deslizamiento Rd se determina mediante el ensayo del péndulo descrito en el anexo A de la norma UNE-ENV 12633.2003 empleando la escala C en probetas sin desgaste acelerado. La muestra seleccionada será representativa de las condiciones más desfavorables de resbaladidad.

Debido al proyecto que estamos realizando, solo se diferenciarán dos zonas:

1. Zonas interiores secas con pendiente inferior al 6% Resbaladidad 1
2. Zonas exteriores Resbaladidad 3

DISCONTINUIDADES EN EL PAVIMENTO

Excepto en zonas de uso restringido y con el fin de limitar el riesgo de caídas como consecuencia de traspies o de tropiezos, el suelo debe cumplir las condiciones siguientes:

- a) no presentará imperfecciones o irregularidades que supongan una diferencia de nivel de más de 6 mm.
- b) los desniveles que no excedan de 50 mm se resolverán con una pendiente que no exceda el 25%;
- c) en zonas interiores para circulación de personas, el suelo no presentará perforaciones o huecos por los que pueda introducirse una esfera de 15 mm de diámetro.

Cuando se dispongan barreras para delimitar zonas de circulación, tendrán una altura de 800mm como mínimo.

En zonas de circulación no se podrá disponer un escalón aislado, ni dos consecutivos, excepto en los casos siguientes:

- a) en zonas de uso restringido;
- b) en las zonas comunes de los edificios de uso Residencial Vivienda
- c) en los accesos a los edificios, bien desde el exterior, bien desde porches, aparcamientos, etc.
- d) en salidas de uso previsto únicamente en caso de emergencia;
- e) en el acceso a un estrado o escenario.

Excepto en edificios de uso Residencial Vivienda, la distancia entre el plano de una puerta de acceso a un edificio y el escalón más próximo a ella será mayor que 1200 mm y que la anchura de la a un edificio y el escalón más próximo a ella será mayor que 1200 mm y que la anchura de la hoja.

DESNIVELES

A considerar sobre todo en la adecuación de las naves preexistentes ya que en la nueva edificación los desniveles no son considerables.

Altura

Las barreras de protección tendrán, como mínimo, una altura de 900 mm cuando la diferencia de cota que protegen no exceda de 6 m y de 1100 mm en el resto de los casos.

La altura se medirá verticalmente desde el nivel de suelo o, en el caso de escaleras, desde la línea de inclinación definida por los vértices de los peldaños, hasta el límite superior de la barrera.

Resistencia

Las barreras de protección tendrán una resistencia y una rigidez suficiente para resistir la fuerza horizontal establecida en el apartado 3.2 del Documento Básico SE-AE, en función de la zona en que se encuentren.

Características constructivas

Las barreras de protección, incluidas las de las escaleras y rampas, situadas en zonas destinadas al público en establecimientos de uso Comercial o de uso Pública Concurrencia, en zonas comunes de edificios de uso Residencial Vivienda o en escuelas infantiles, estarán diseñadas de forma que:

a) no puedan ser fácilmente escaladas por los niños, para lo cual no existirán puntos de apoyo en la altura comprendida entre 200 mm y 700 mm sobre el nivel del suelo o sobre la línea de inclinación de una escalera;

b) no tengan aberturas que puedan ser atravesadas por una esfera de 100 mm de diámetro, exceptuándose las aberturas triangulares que forman la huella y la contrahuella de los peldaños con el límite inferior de la barandilla, siempre que la distancia entre este límite y la línea de inclinación de la escalera no exceda de 50 mm.

ESCALERAS DE USO GENERAL

NO PROCEDE

RAMPAS

Los itinerarios cuya pendiente exceda del 4% se consideran rampa a efectos de este DB-SUA, y cumplirán lo que se establece en los apartados que figuran a continuación, excepto los de uso restringido y los de circulación de vehículos en aparcamientos que también estén previstas para la circulación de personas.

Pendiente:

En el caso de nuestro edificio, las rampas tienen una pendiente de menos del 4%.

Tramos:

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

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

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

al principio y al final del tramo con una longitud de 1,20 m en la dirección de la rampa, como mínimo.

LIMPIEZA DE LOS ACRISTALAMIENTOS EXTERIORES

En todas las fachadas con vidrio se prevé la limpieza del acristalamiento del edificio, ya que los paños de vidrio son completamente accesibles, al ser muy pocos y estar todos ubicados en la planta baja. En los casos del acristalamiento de la zona de la bodega y el restaurant, donde hay acristalamiento a una altura de 4m, se utilizará una escalera para su limpieza, cumpliendo con todos los requisitos de seguridad.

SEGURIDAD FRENTE AL RIESGO DE IMPACTO O DE ATRAPAMIENTO

Se dejará en todas las puertas correderas una holgura mayor a la exigida por la norma de 200mm

Holgura para evitar atrapamientos:

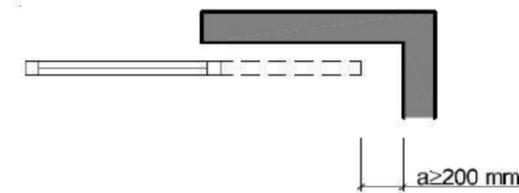


Figura 2.1 Holgura para evitar atrapamientos

SEGURIDAD FRENTE AL RIESGO DE APRISIONAMIENTO EN RECINTOS

Cuando las puertas de un recinto tengan dispositivo para su bloqueo desde el interior y las personas puedan quedar accidentalmente atrapadas dentro del mismo, existirá algún sistema de desbloqueo de las puertas desde el exterior del recinto.

Las dimensiones y la disposición de los pequeños recintos y espacios serán adecuadas para garantizar a los posibles usuarios en sillas de ruedas la utilización de los mecanismos de apertura y cierre de las puertas y el giro en su interior, libre del espacio barrido por las puertas. La fuerza de apertura de las puertas de salida será de 150 N, como máximo, excepto en las de los recintos a los que se refiere el punto 2 anterior, en las que será de 25 N, como máximo.

SEGURIDAD FRENTE AL RIESGO CAUSADO POR ILUMINACIÓN INADECUADA

ALUMBRADO NORMAL EN ZONAS DE CIRCULACIÓN

En cada zona se dispondrá una instalación de alumbrado capaz de proporcionar, como mínimo, el nivel de iluminación que se establece en la tabla 1.1, medido a nivel del suelo, Tabla 1.1 Niveles mínimos de iluminación

Zona Iluminancia mínima lux

-Exterior

Exclusiva para personas Escaleras	10
Resto de zonas	5
Para vehículos o mixtas	10

-Interior

Exclusiva para personas Escaleras	75
Resto de zonas	50
Para vehículos o mixtas	50

El factor de uniformidad media será del 40% como mínimo.

En las zonas de los establecimientos de uso Pública Concurrencia en las que la actividad se desarrolla con un nivel bajo de iluminación se dispondrá una iluminación de balizamiento en las rampas y en cada uno de los peldaños de las escaleras.

ALUMBRADO DE EMERGENCIA

Dotación

Los edificios dispondrán de un alumbrado de emergencia que, en caso de fallo del alumbrado normal, suministre la iluminación necesaria para facilitar la visibilidad a los usuarios de manera que puedan abandonar el edificio, evite las situaciones de pánico y permita la visión de las señales indicativas de las salidas y la situación de los equipos y medios de protección existentes.

Contarán con alumbrado de emergencia las zonas y los elementos siguientes:

- todo recinto cuya ocupación sea mayor que 100 personas;
- todo recorrido de evacuación, conforme estos se definen en el Anejo A de DB SI.
- los aparcamientos cerrados o cubiertos cuya superficie construida exceda de 100 m², incluidos los pasillos y las escaleras que conduzcan hasta el exterior o hasta las zonas generales del edificio;
- los locales que alberguen equipos generales de las instalaciones de protección contra incendios y los de riesgo especial indicados en DB-SI 1;
- los aseos generales de planta en edificios de uso público;
- los lugares en los que se ubican cuadros de distribución o de accionamiento de la instalación de alumbrado de las zonas antes citadas;
- las señales de seguridad.

Posición y características de las luminarias

Con el fin de proporcionar una iluminación adecuada las luminarias cumplirán las siguientes condiciones:

- se situarán al menos a 2 m por encima del nivel del suelo;

b) se dispondrá una en cada puerta de salida y en posiciones en las que sea necesario destacar un peligro potencial o el emplazamiento de un equipo de seguridad. Como mínimo se dispondrán en los siguientes puntos:

- en las puertas existentes en los recorridos de evacuación;
- en las escaleras, de modo que cada tramo de escaleras reciba iluminación directa;
- en cualquier otro cambio de nivel;
- en los cambios de dirección y en las intersecciones de pasillos;

Características de la instalación

La instalación será fija, estará provista de fuente propia de energía y debe entrar automáticamente en funcionamiento al producirse un fallo de alimentación en la instalación de alumbrado normal en las zonas cubiertas por el alumbrado de emergencia. Se considera como fallo de alimentación el descenso de la tensión de alimentación por debajo del 70% de su valor nominal.

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

La instalación cumplirá las condiciones de servicio que se indican a continuación durante una hora, como mínimo, a partir del instante en que tenga lugar el fallo:

a) En las vías de evacuación cuya anchura no exceda de 2 m, la iluminancia horizontal en el suelo debe ser, como mínimo, 1 lux a lo largo del eje central y 0,5 lux en la banda central que comprende al menos la mitad de la anchura de la vía. Las vías de evacuación con anchura superior a 2 m pueden ser tratadas como varias bandas de 2 m de anchura, como máximo.

b) En los puntos en los que estén situados los equipos de seguridad, las instalaciones de protección contra incendios de utilización manual y los cuadros de distribución del alumbrado, la iluminancia horizontal será de 5 lux, como mínimo.

c) A lo largo de la línea central de una vía de evacuación, la relación entre la iluminancia máxima y la mínima no debe ser mayor que 40:1.

d) Los niveles de iluminación establecidos deben obtenerse considerando nulo el factor de reflexión sobre paredes y techos y contemplando un factor de mantenimiento que englobe la reducción del rendimiento luminoso debido a la suciedad de las luminarias y al envejecimiento de las lámparas.

e) Con el fin de identificar los colores de seguridad de las señales, el valor mínimo del índice de rendimiento cromático Ra de las lámparas será 40.

Iluminación de las señales de seguridad

La iluminación de las señales de evacuación indicativas de las salidas y de las señales indicativas de los medios manuales de protección contra incendios y de los de primeros auxilios, deben cumplir los siguientes requisitos:

a) la luminancia de cualquier área de color de seguridad de la señal debe ser al menos de 2 cd/m² en todas las direcciones de visión importantes;

b) la relación de la luminancia máxima a la mínima dentro del color blanco o de seguridad no debe ser mayor de 10:1, debiéndose evitar variaciones importantes entre puntos adyacentes;

c) la relación entre la luminancia L_{blanca} , y la luminancia $L_{color} > 10$, no será menor que 5:1 ni mayor que 15:1.

d) las señales de seguridad deben estar iluminadas al menos al 50% de la iluminancia requerida, al cabo de 5 s, y al 100% al cabo de 60 s.

SEGURIDAD FRENTE AL RIESGO CAUSADO POR LA ACCIÓN DEL RAYO

Una sobretensión es un aumento transitorio de la tensión por una descarga atmosférica (rayo), por conmutaciones de redes, o por fallos en la red. Hay dos tipos de situaciones, natural y controlada

Situación natural, cuando la red va enterrada en su totalidad o cuando la red es aérea si el tramo aéreo va en una pantalla metálica con puesta a tierra. En este caso no hace falta ningún tipo de protección contra sobretensiones.

Situación controlada, cuando la red es aérea de conductores desnudos o aislados. En este caso habrá que disponer de descargadores, que son aparatos que conectan fases, neutros y toma a tierra al principio de la instalación.

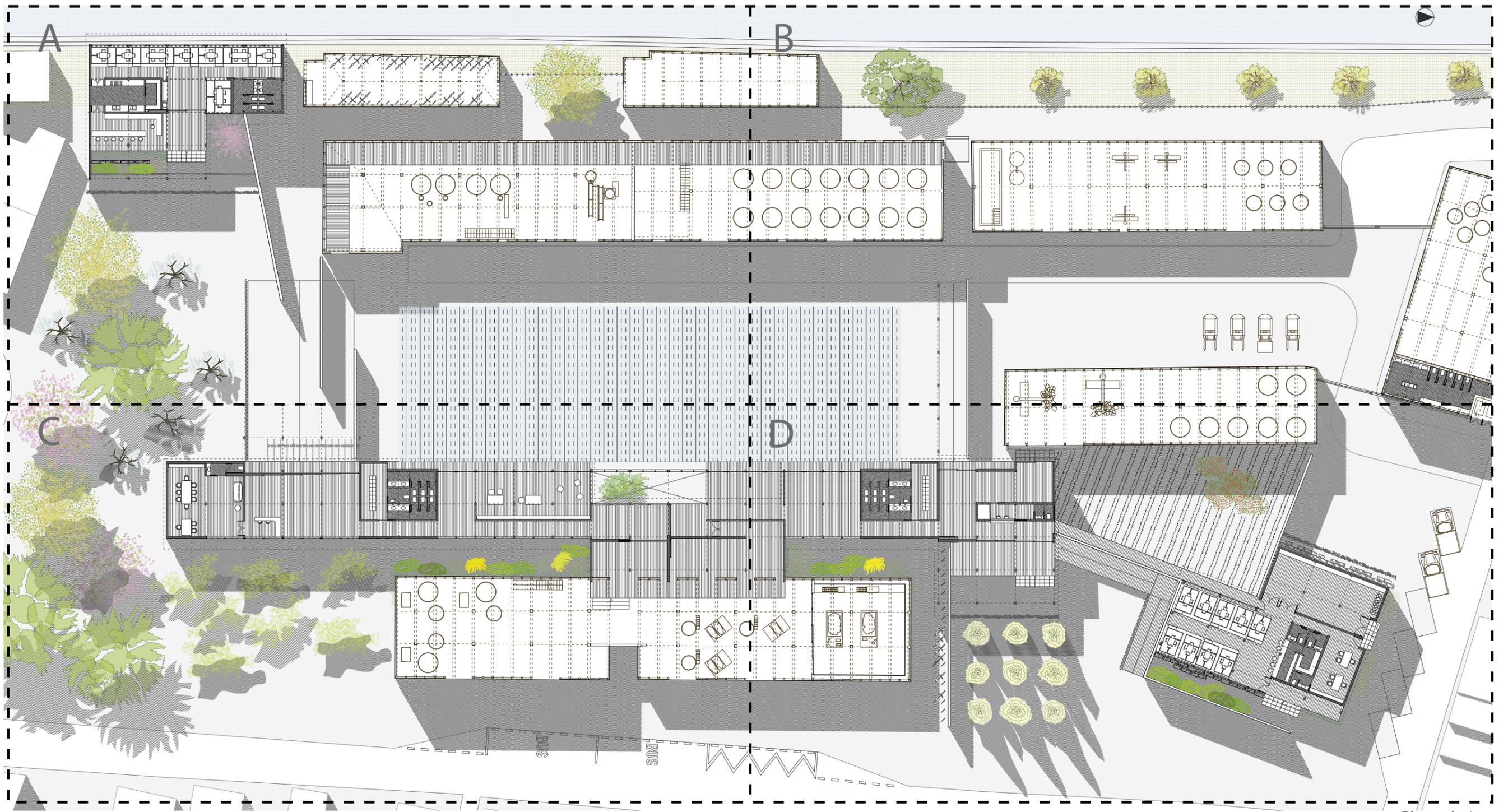
En nuestro edificio la acometida es enterrada y por tanto se trata de una situación natural. Tendremos que comprobar ahora si es necesaria la presencia de un pararrayos.

Será necesaria la colocación de un pararrayos en los siguientes casos:

- En edificios con altura superior a 43m.
- En edificios donde se manipulen sustancias tóxicas o radioactivas.
- Cuando la frecuencia esperada de impacto sea superior al riesgo admisible.

Por no tanto no es necesario disponer de un pararrayos.

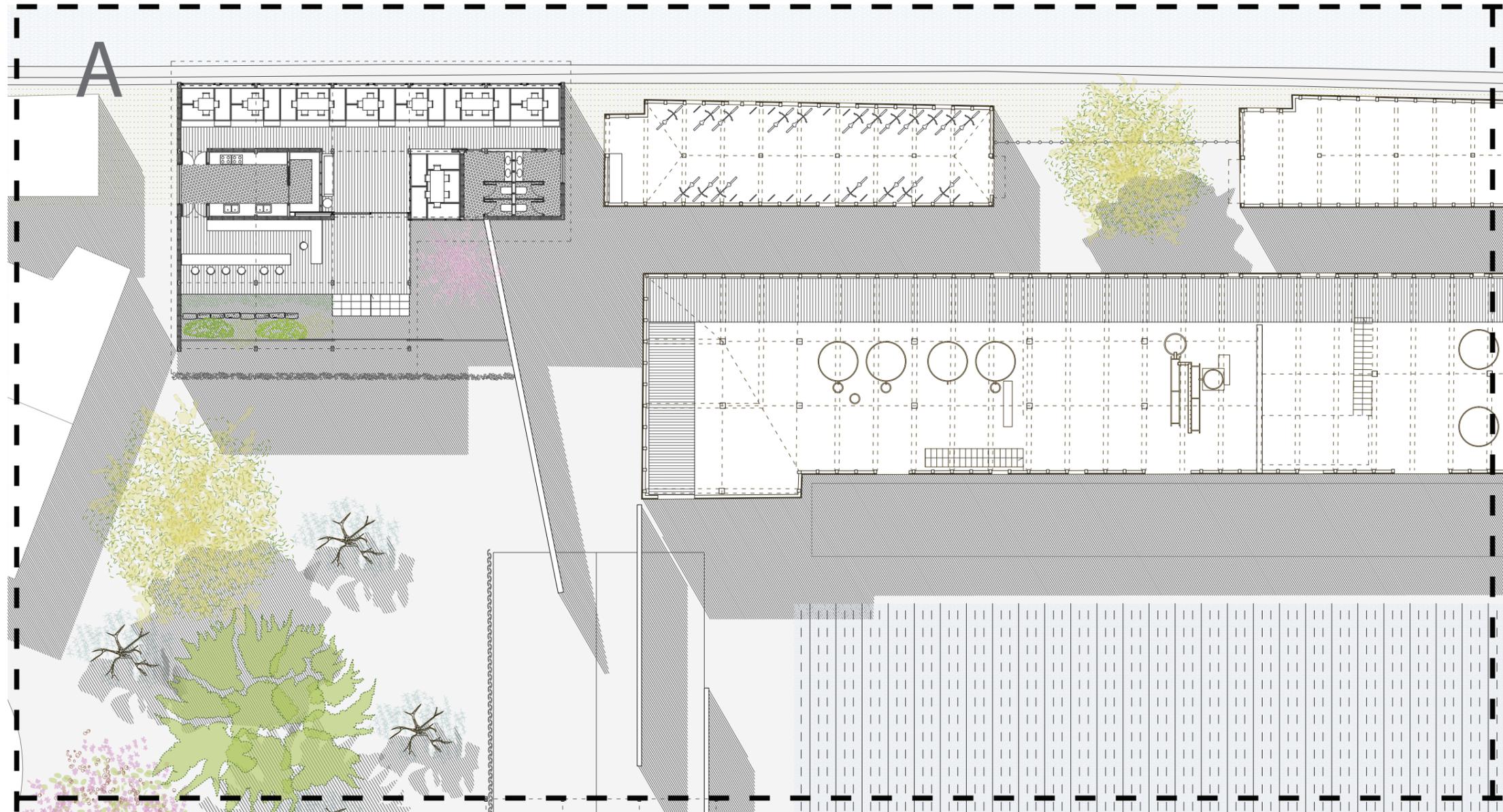
MEMORIA GRÁFICA



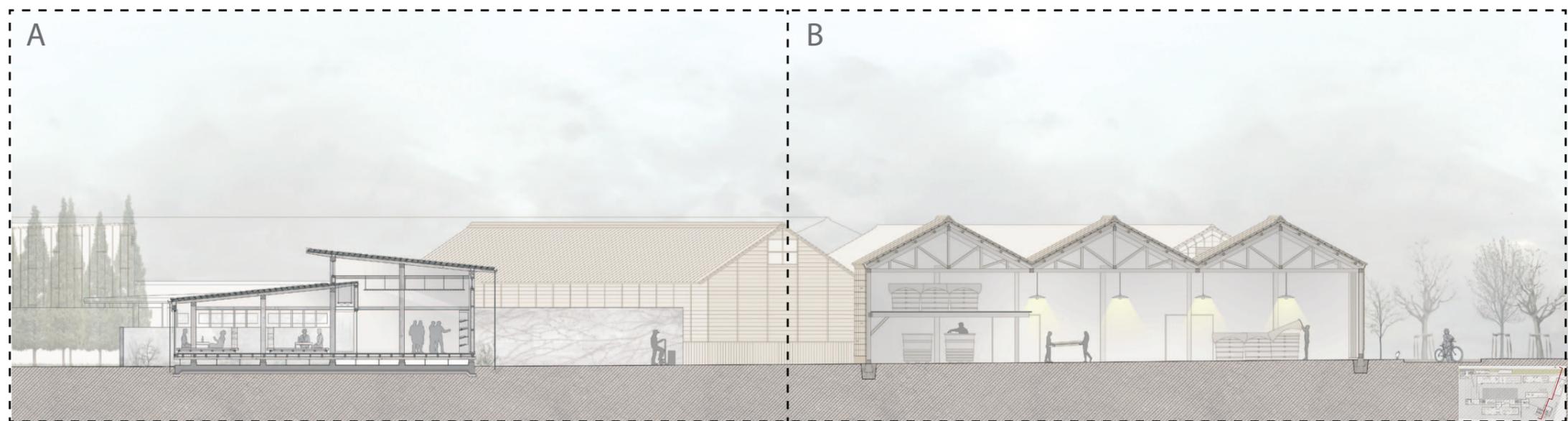
Planta baja



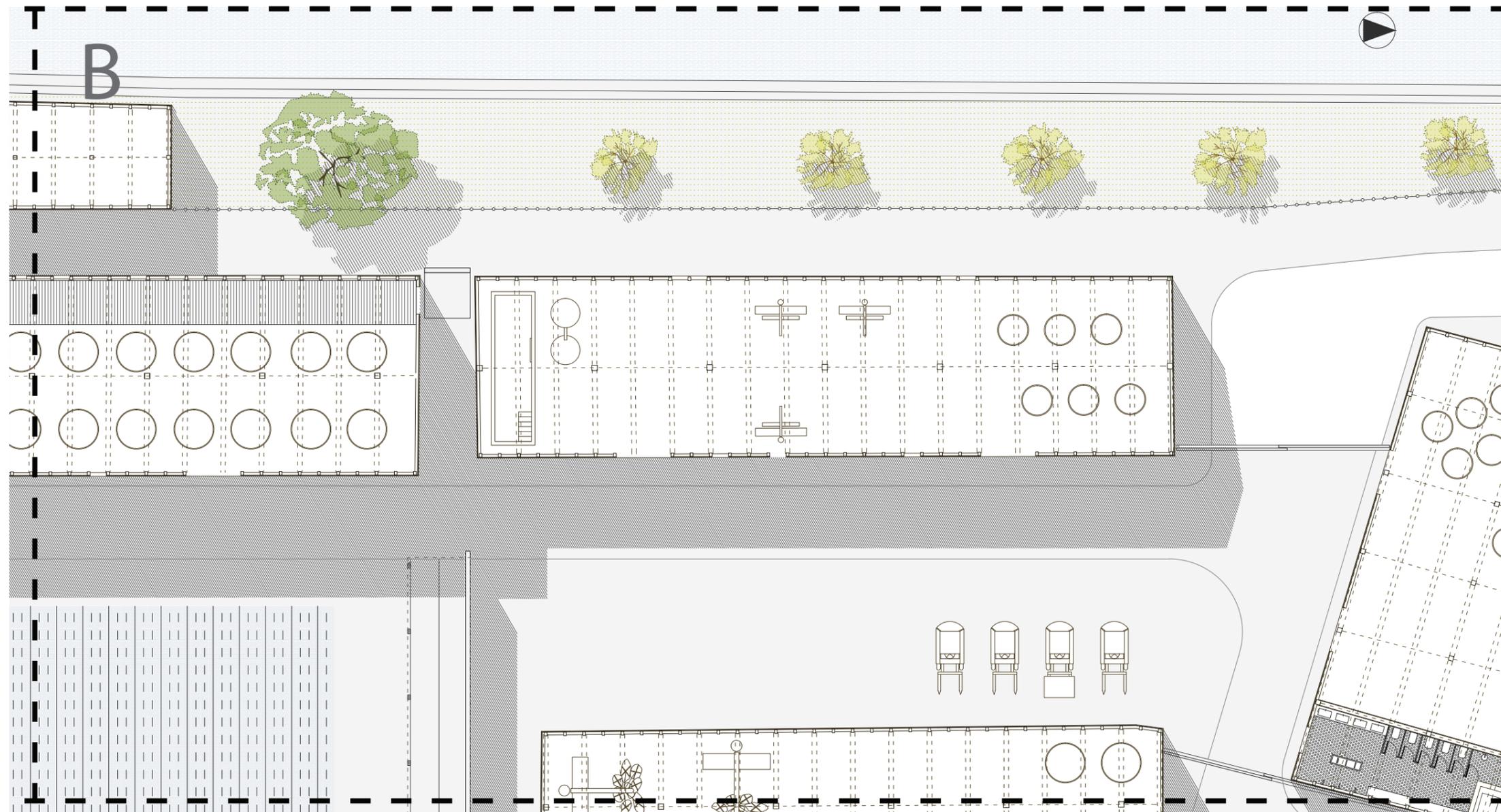
Alzado oeste



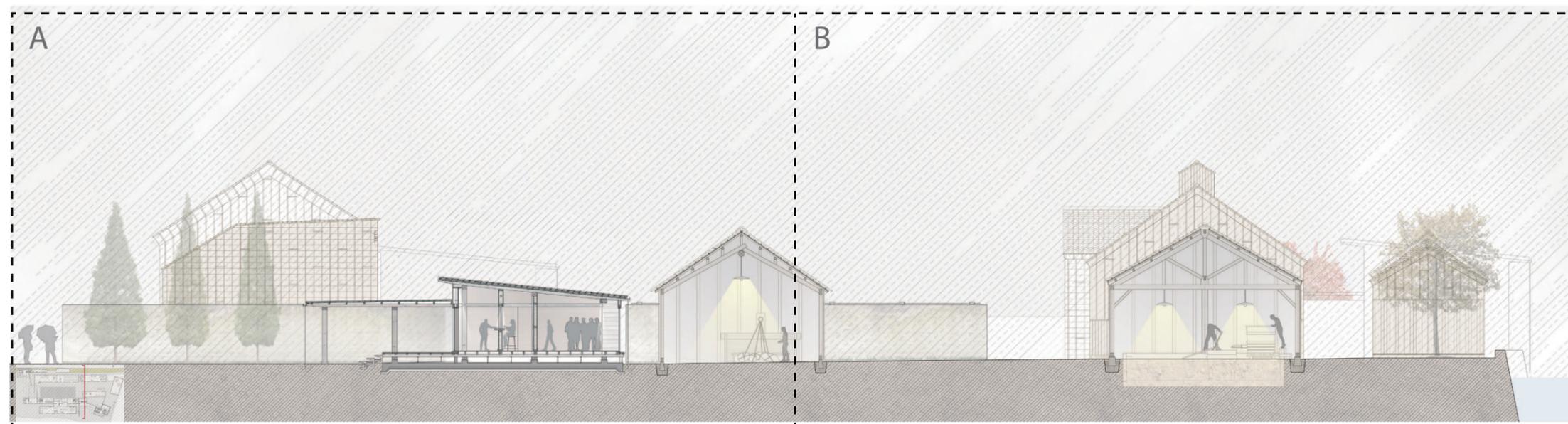
Cuadrante A
de la Planta baja



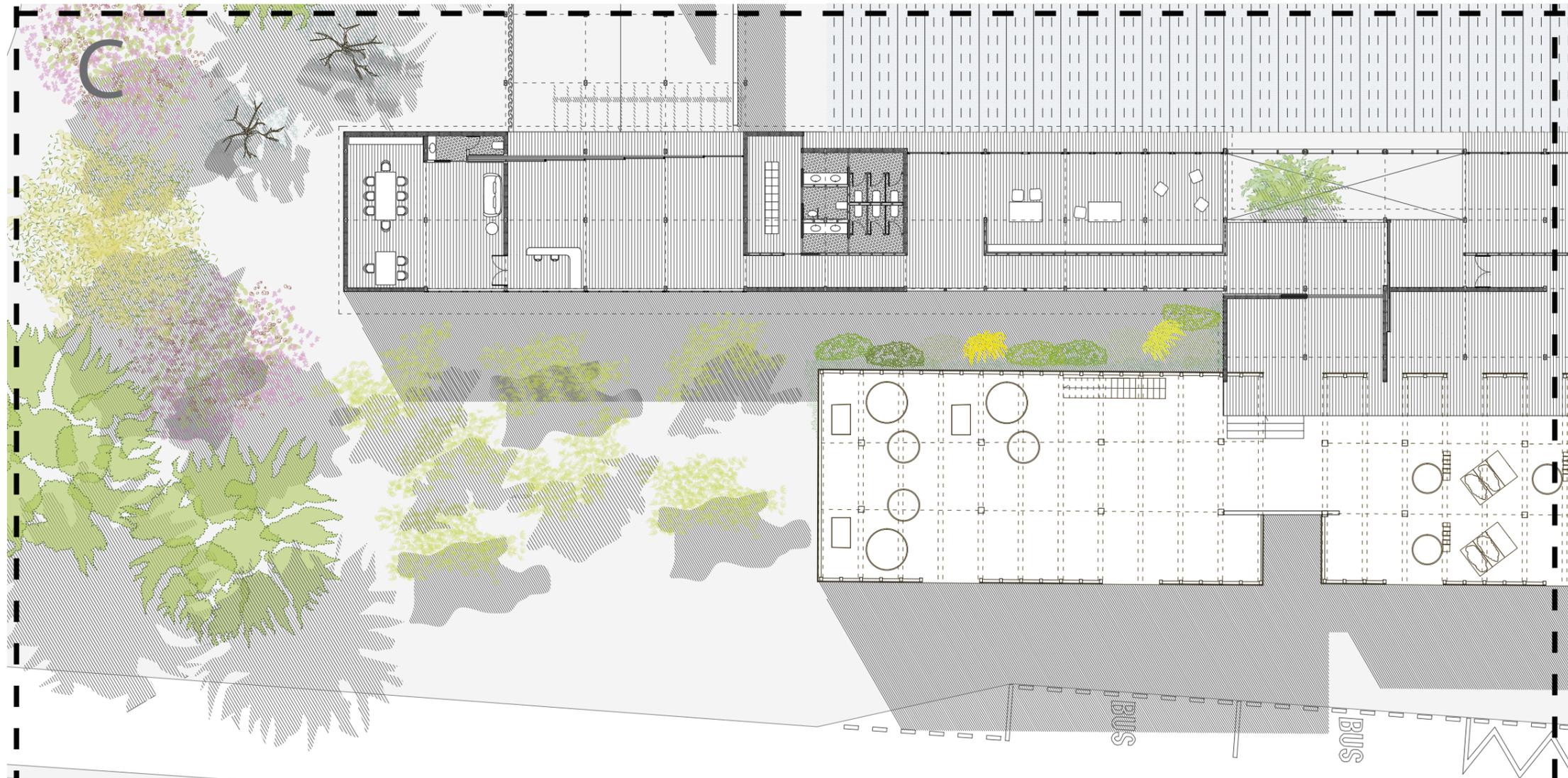
Sección por el bar
de degustación



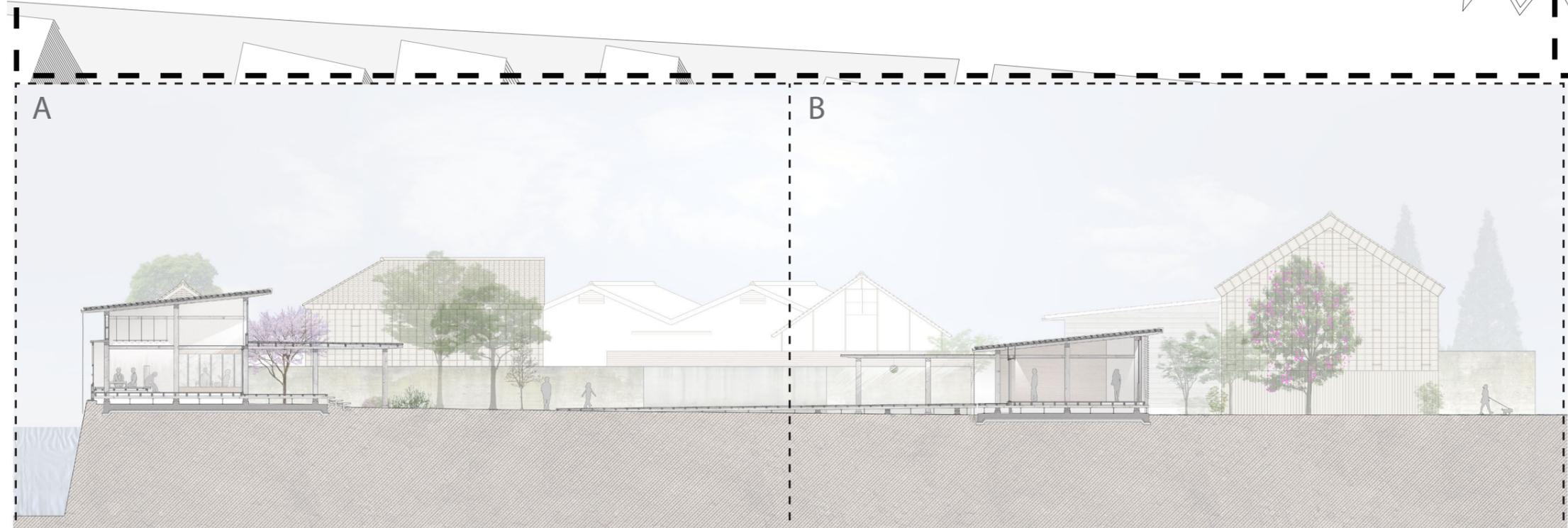
Cuadrante B
de la Planta baja

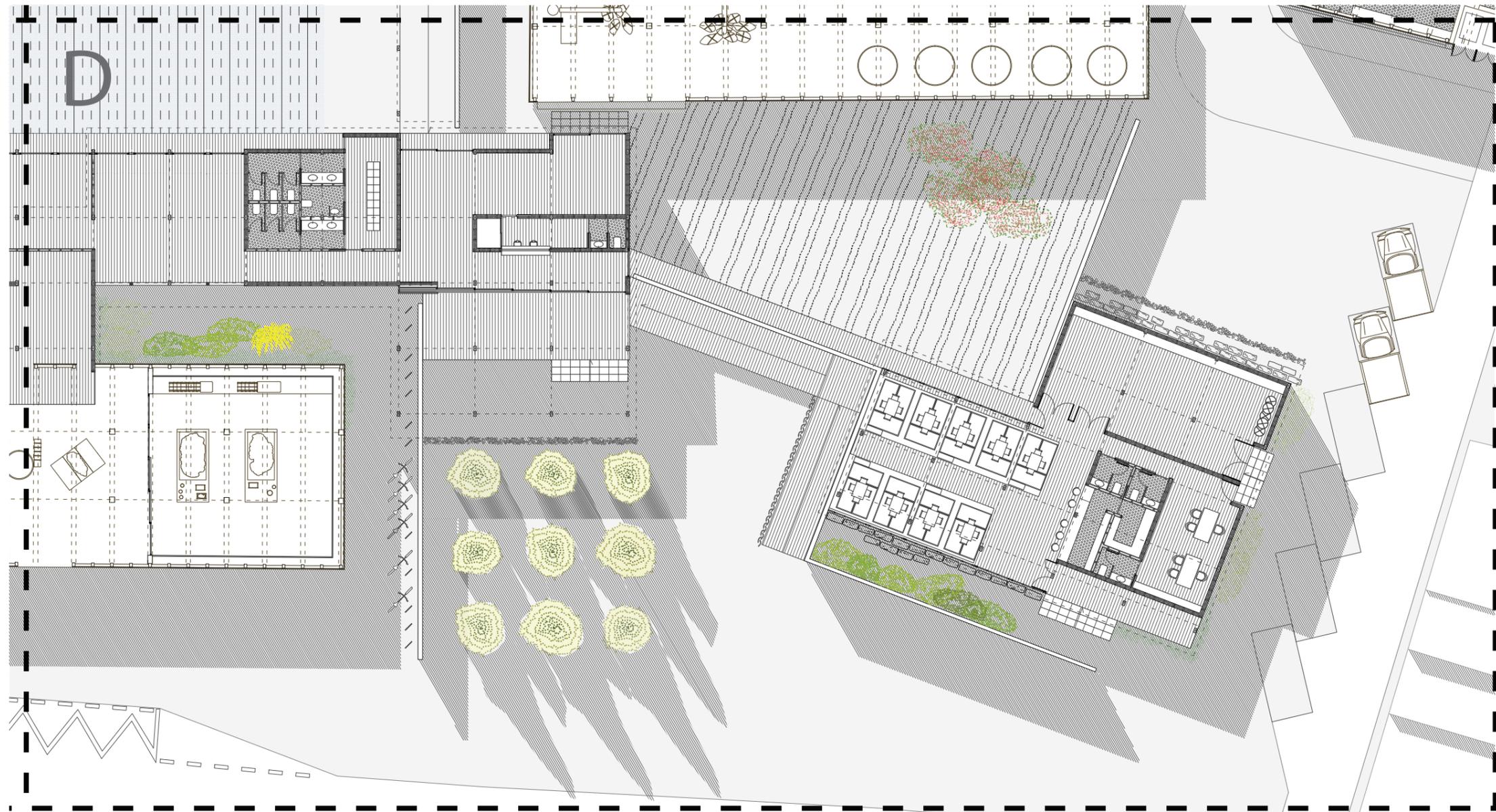


Sección por la
entrada este del museo



Cuadrante C
de la Planta baja
Sección por el
restaurant



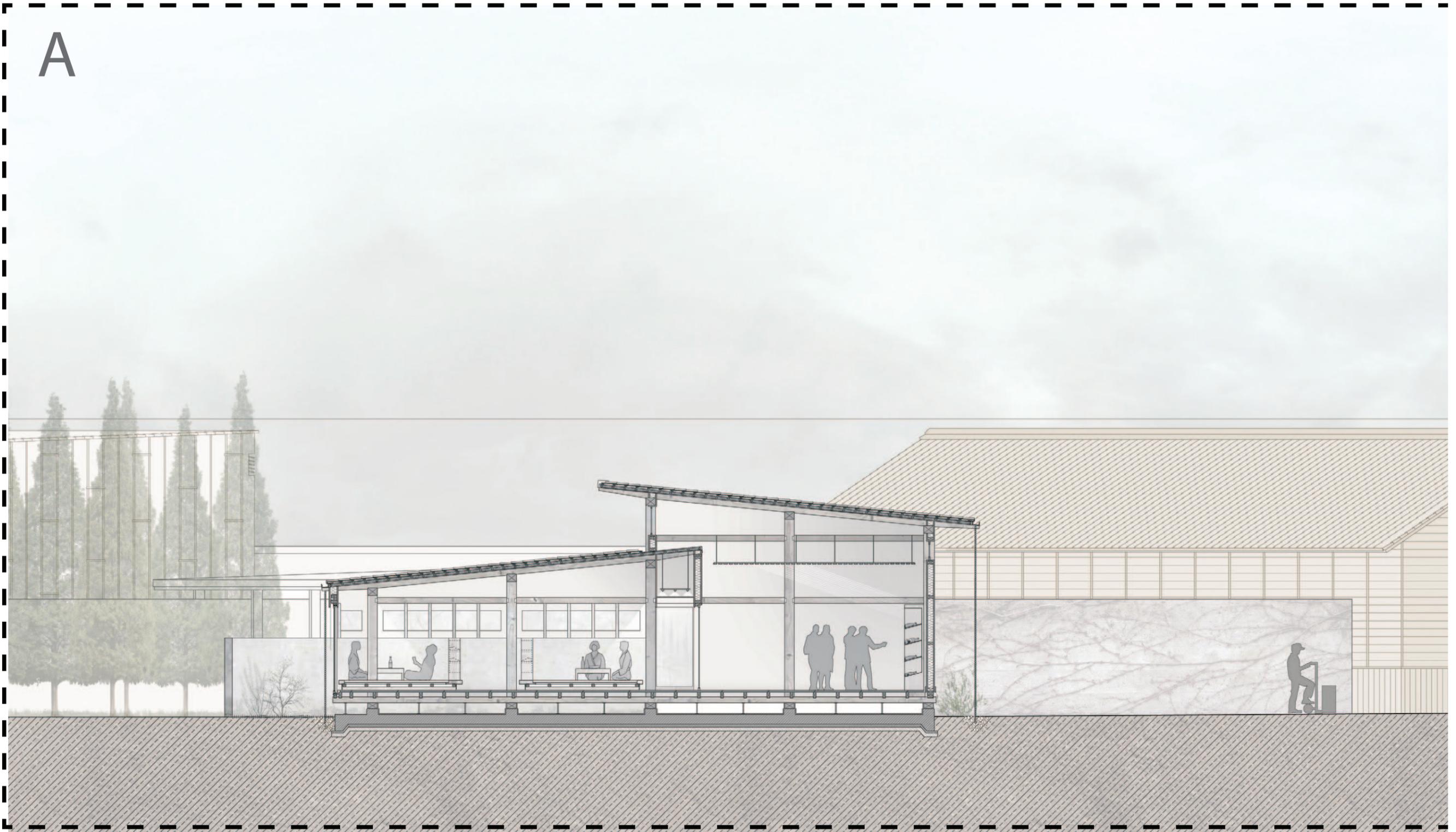


Cuadrante D
de la Planta baja



Alzado este

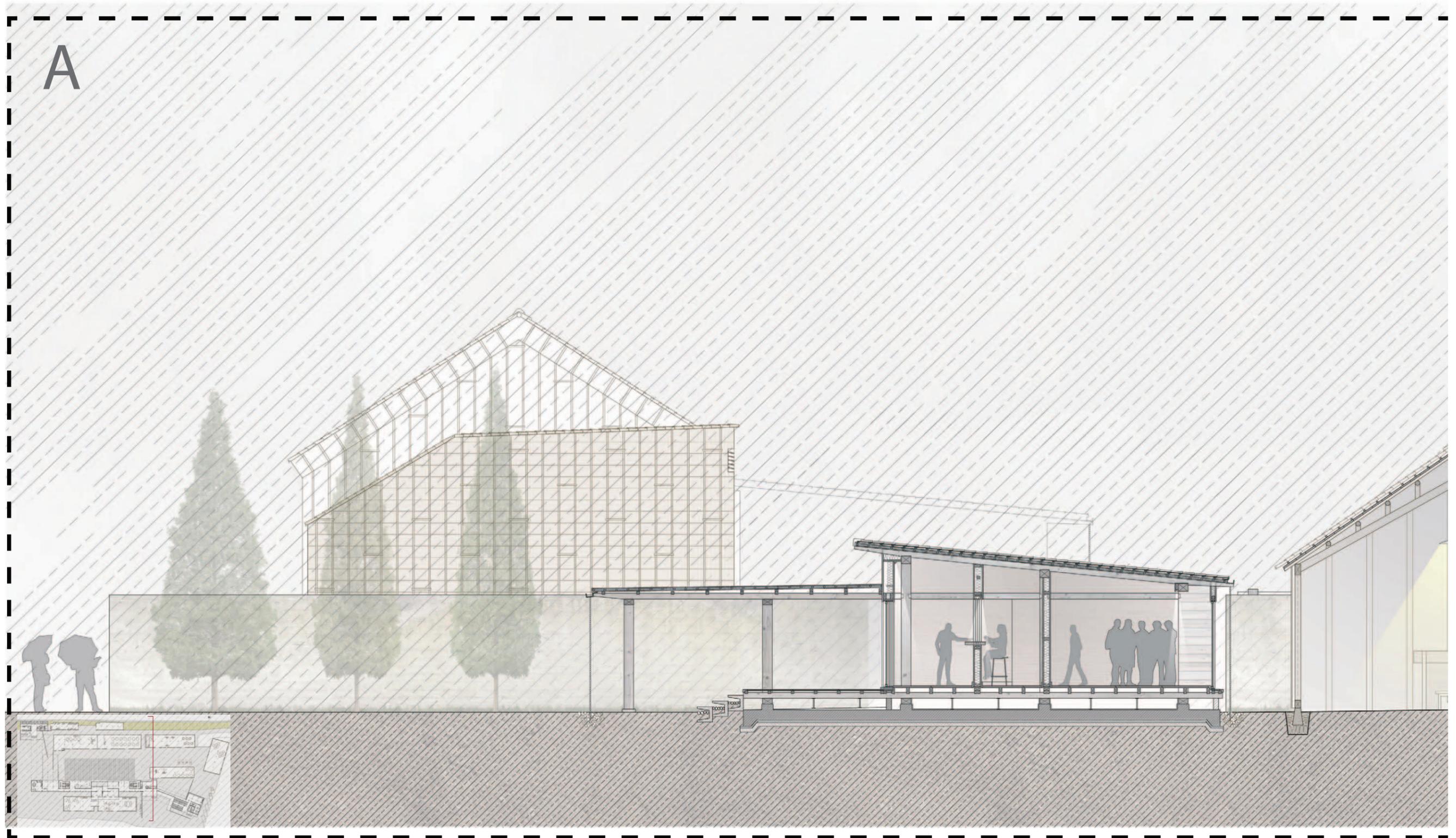
A



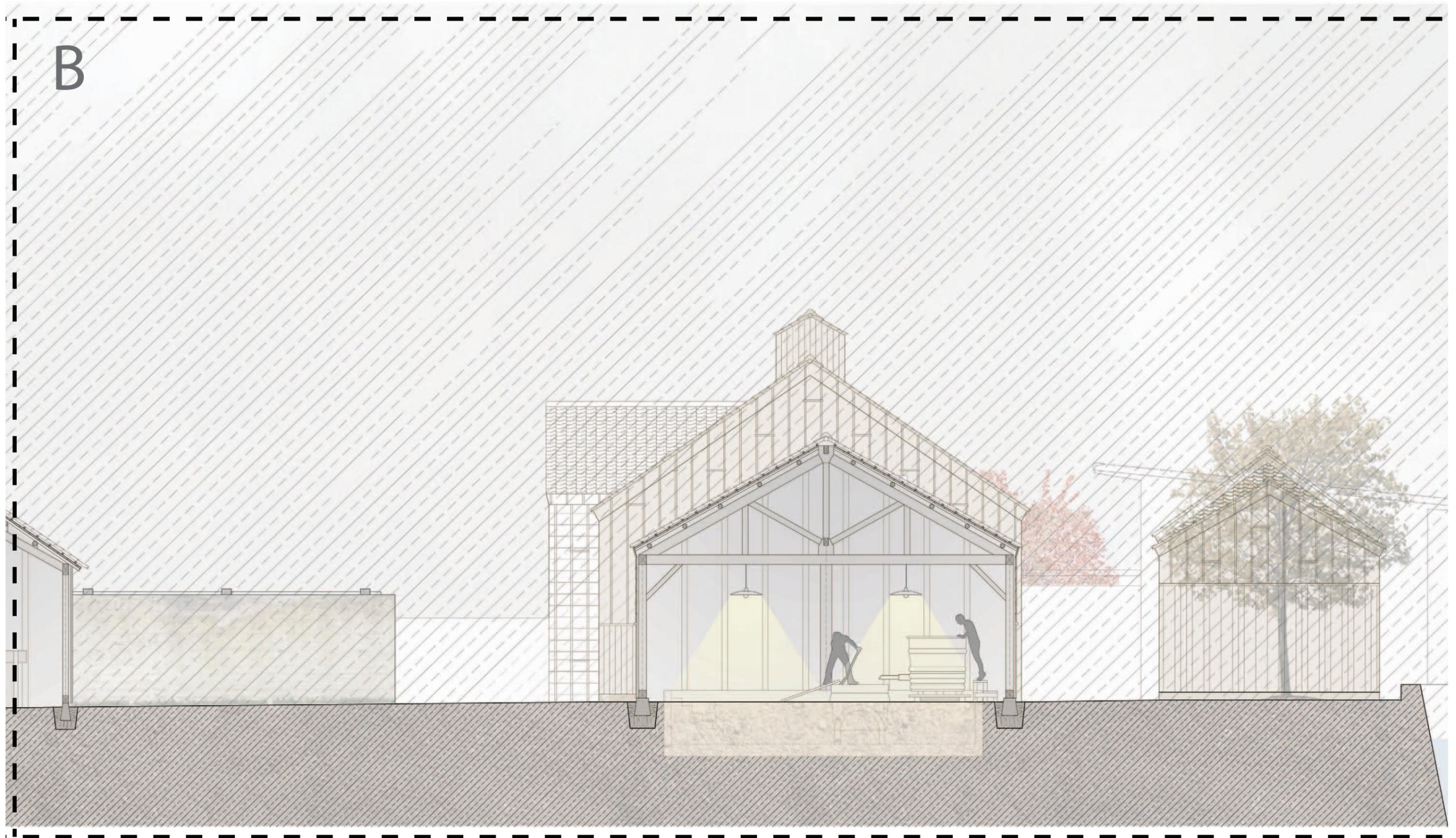
Cuadrante A
Sección por el bar de degustación



Cuadrante B
Sección por el bar de degustación



Cuadrante A
Sección por la entrada este del museo



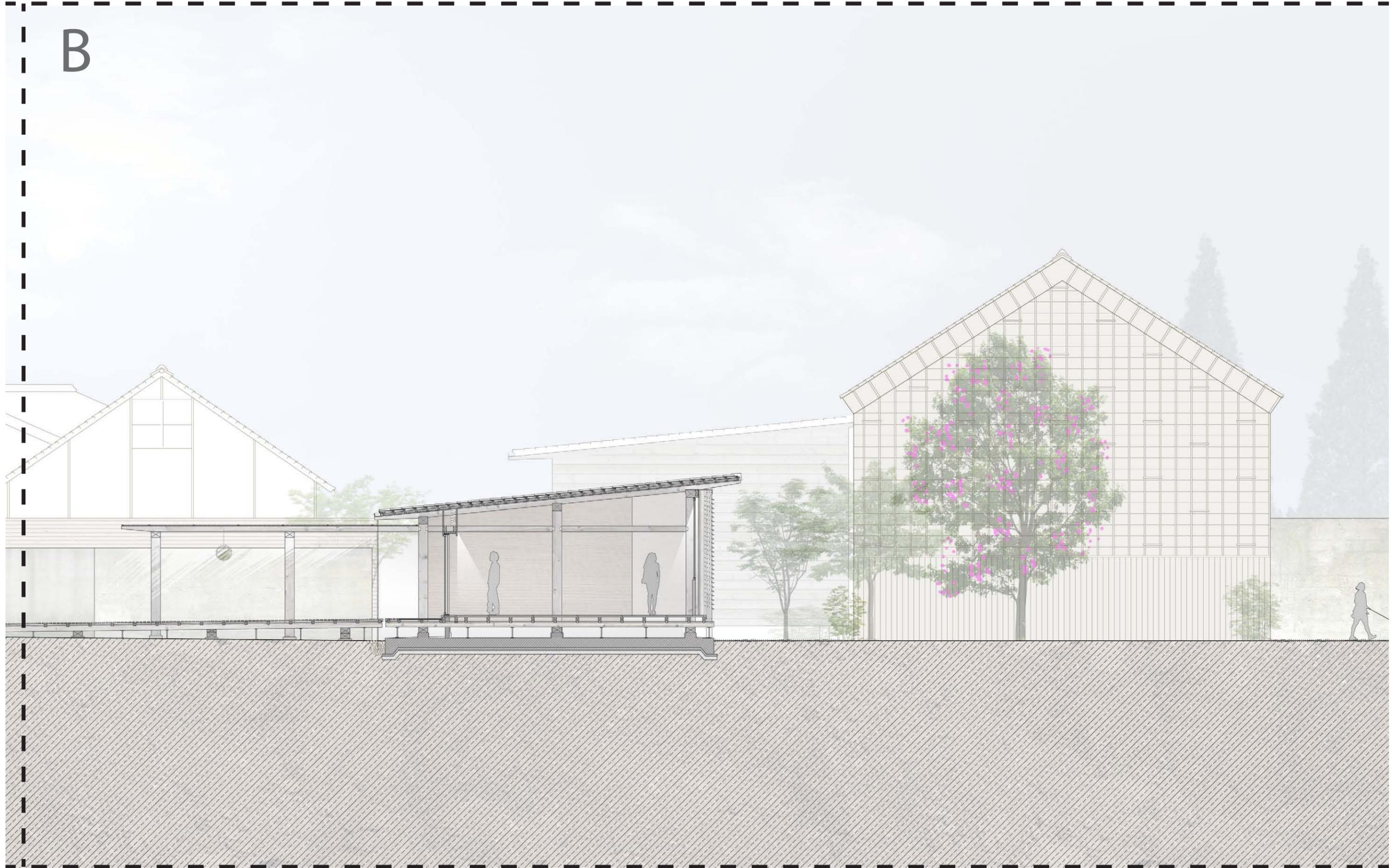
Cuadrante B
Sección por la entrada este del museo

A

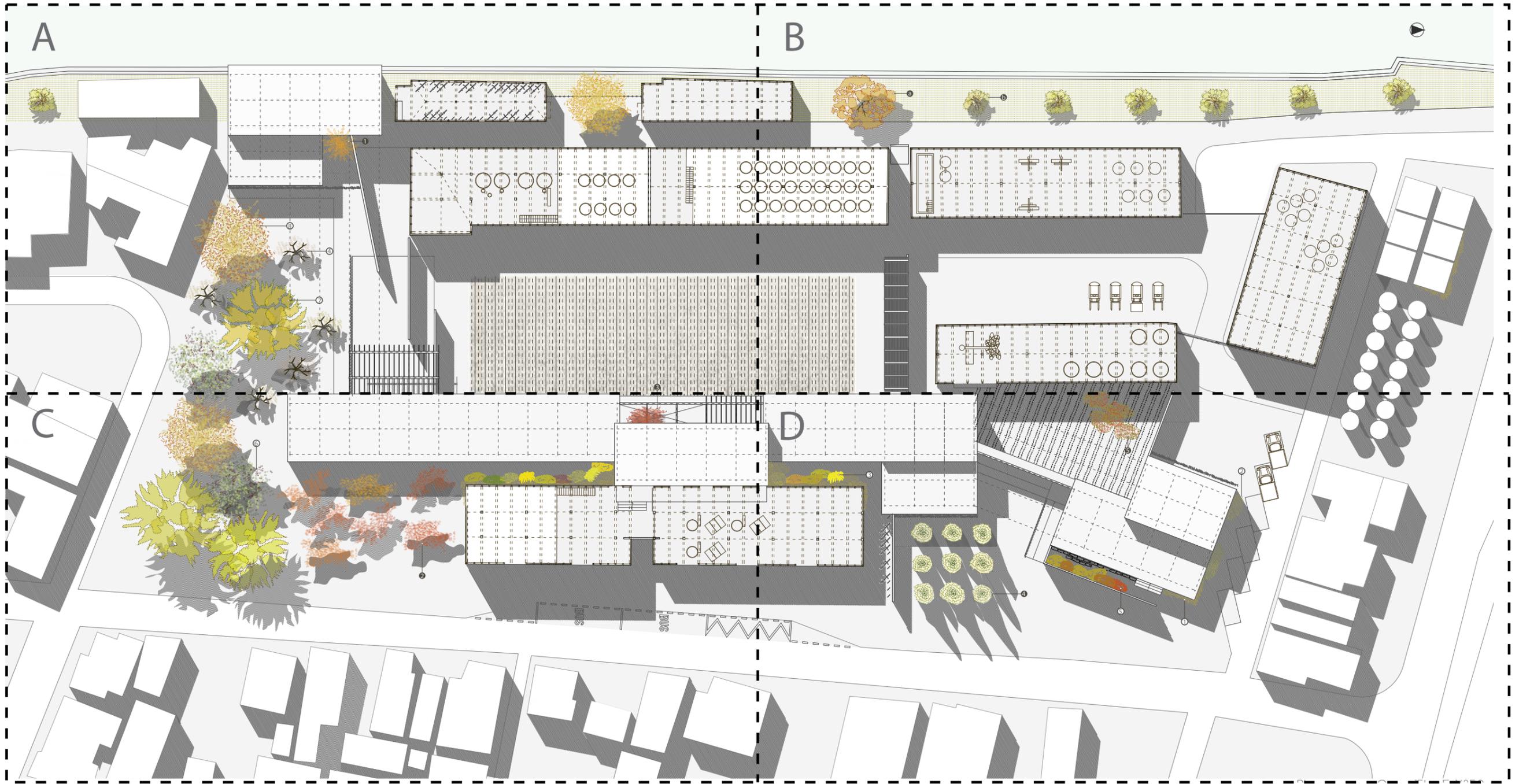


Cuadrante A
Sección por el restaurant

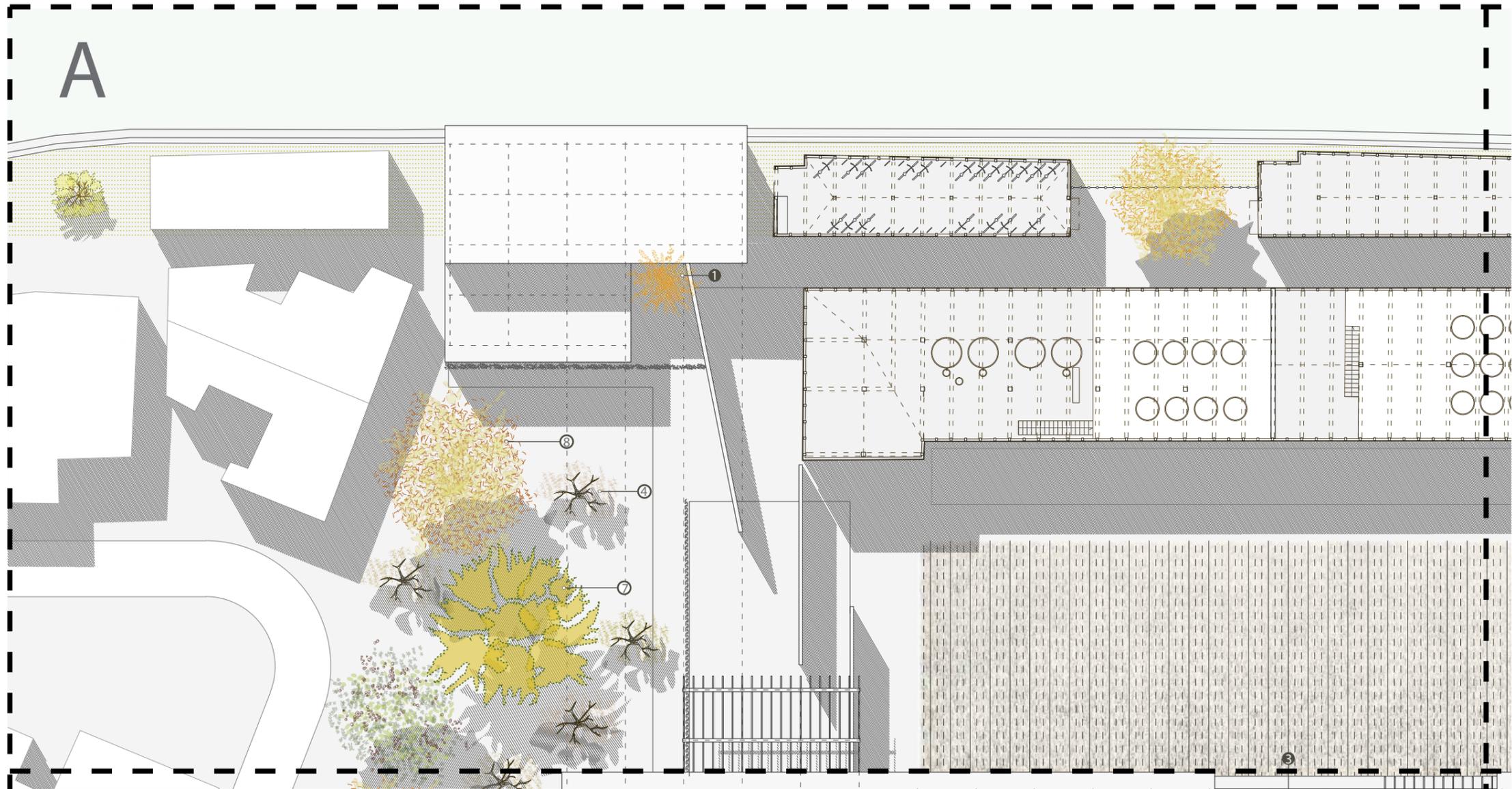
B



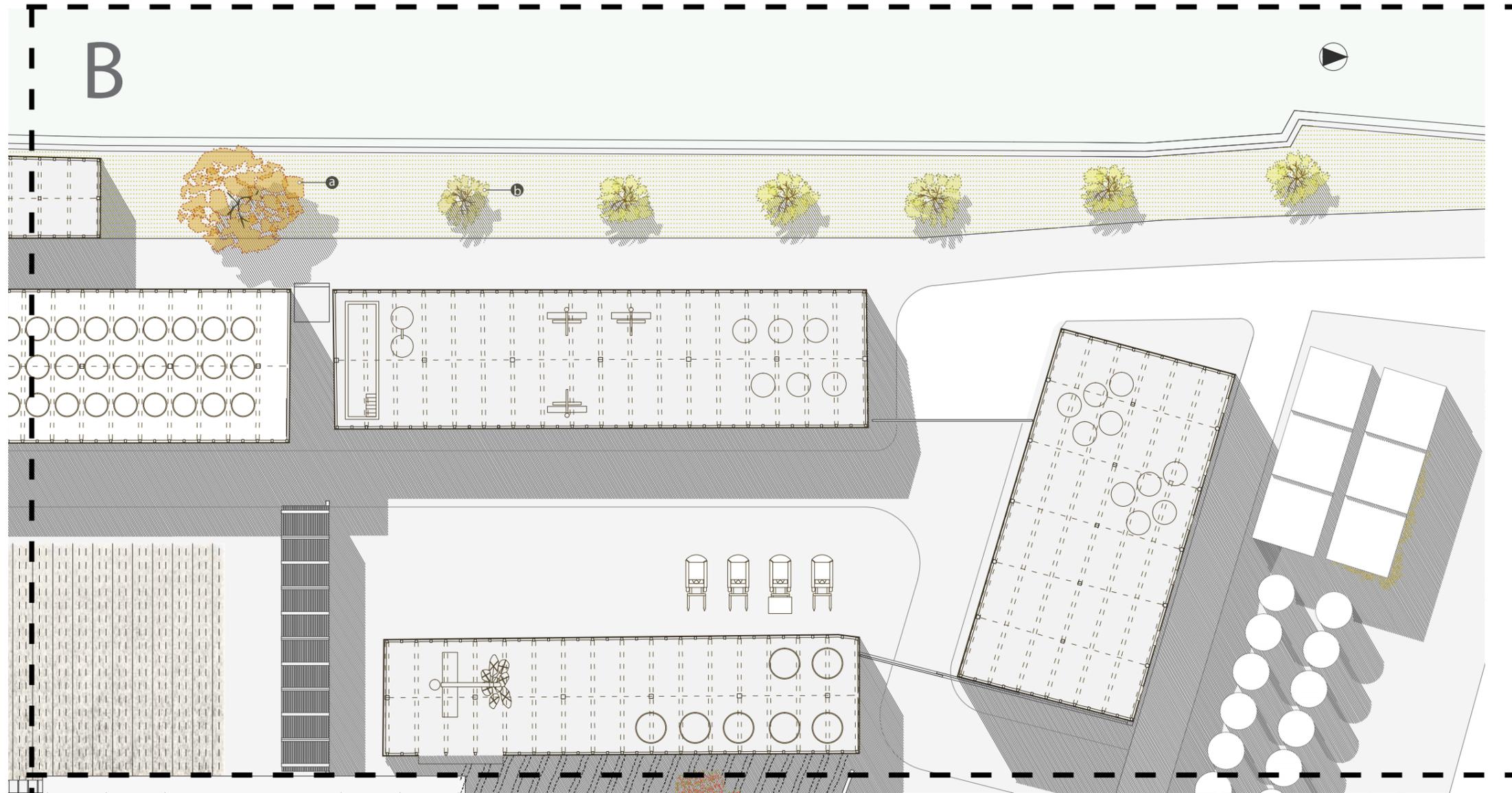
Cuadrante B
Sección por el restaurant



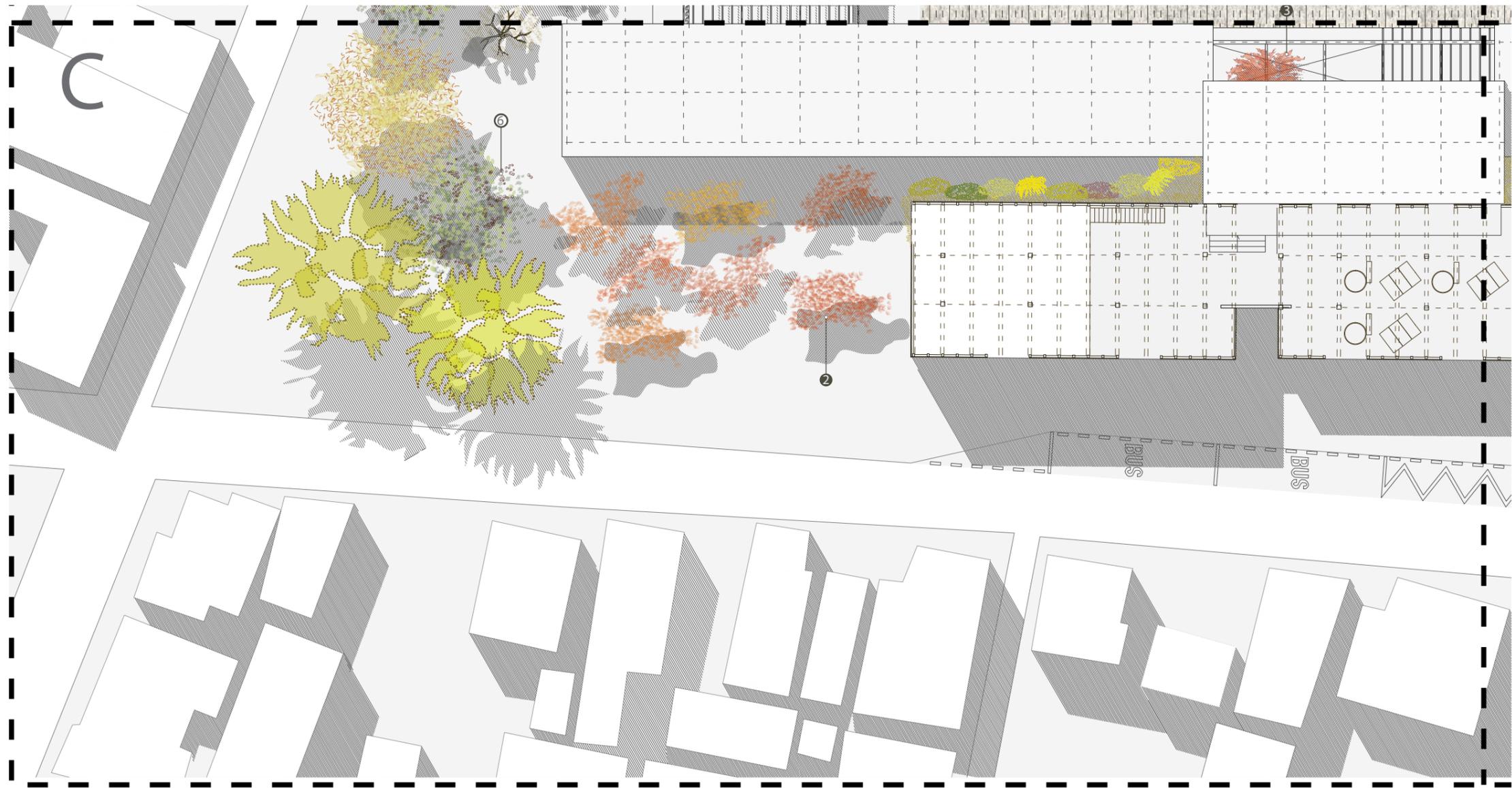
Planta de cubiertas



Cuadrante A
Planta de cubiertas



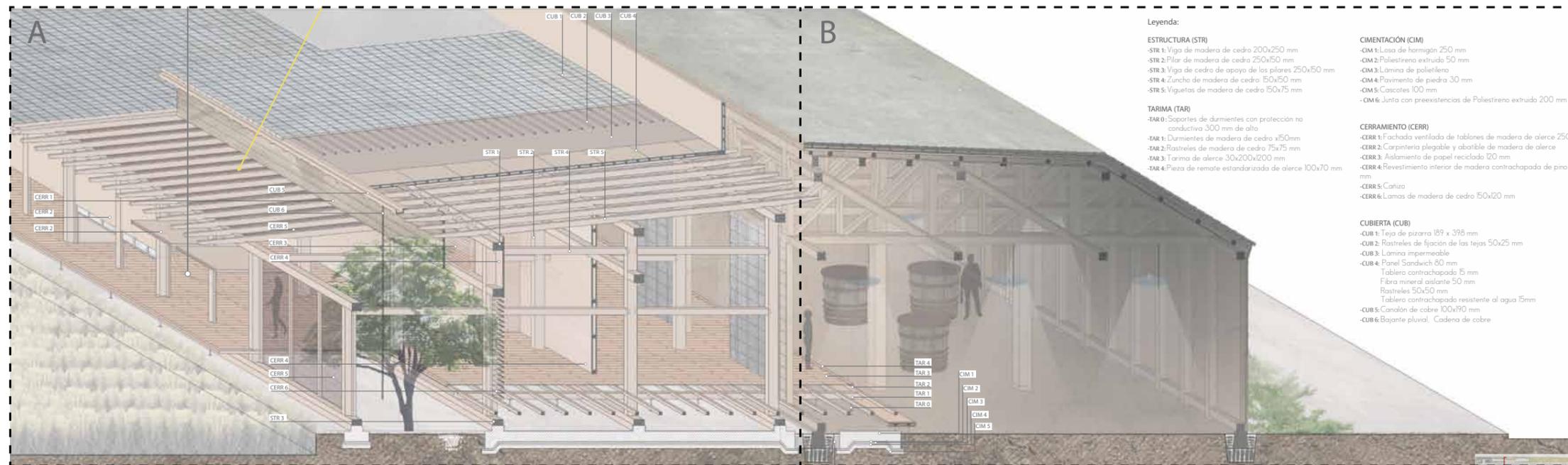
Cuadrante B
Planta de cubiertas



Cuadrante C
Planta de cubiertas



Cuadrante D
Planta de cubiertas
Sección constructiva



Leyenda:

ESTRUCTURA (STR)

- STR 1: Viga de madera de cedro 200x250 mm
- STR 2: Pilar de madera de cedro 250x50 mm
- STR 3: Viga de cedro de apoyo de los pilares 250x50 mm
- STR 4: Zuncha de madera de cedro 150x50 mm
- STR 5: Viguetas de madera de cedro 150x75 mm

TARIMA (TAR)

- TAR 0: Soportes de durmientes con protección no conductiva 300 mm de alto
- TAR 1: Durmientes de madera de cedro >50mm
- TAR 2: Rastros de madera de cedro 75x75 mm
- TAR 3: Torima de alerce 30x200x200 mm
- TAR 4: Pieza de remate estandarizada de alerce 100x70 mm

CIMENTACIÓN (CIM)

- CIM 1: Lasa de hormigón 250 mm
- CIM 2: Poliestireno extruido 50 mm
- CIM 3: Lámina de polietileno
- CIM 4: Pavimento de piedra 30 mm
- CIM 5: Cascotes 100 mm
- CIM 6: Junta con preexistencias de Poliestireno extruido 200 mm

CERRAMIENTO (CERR)

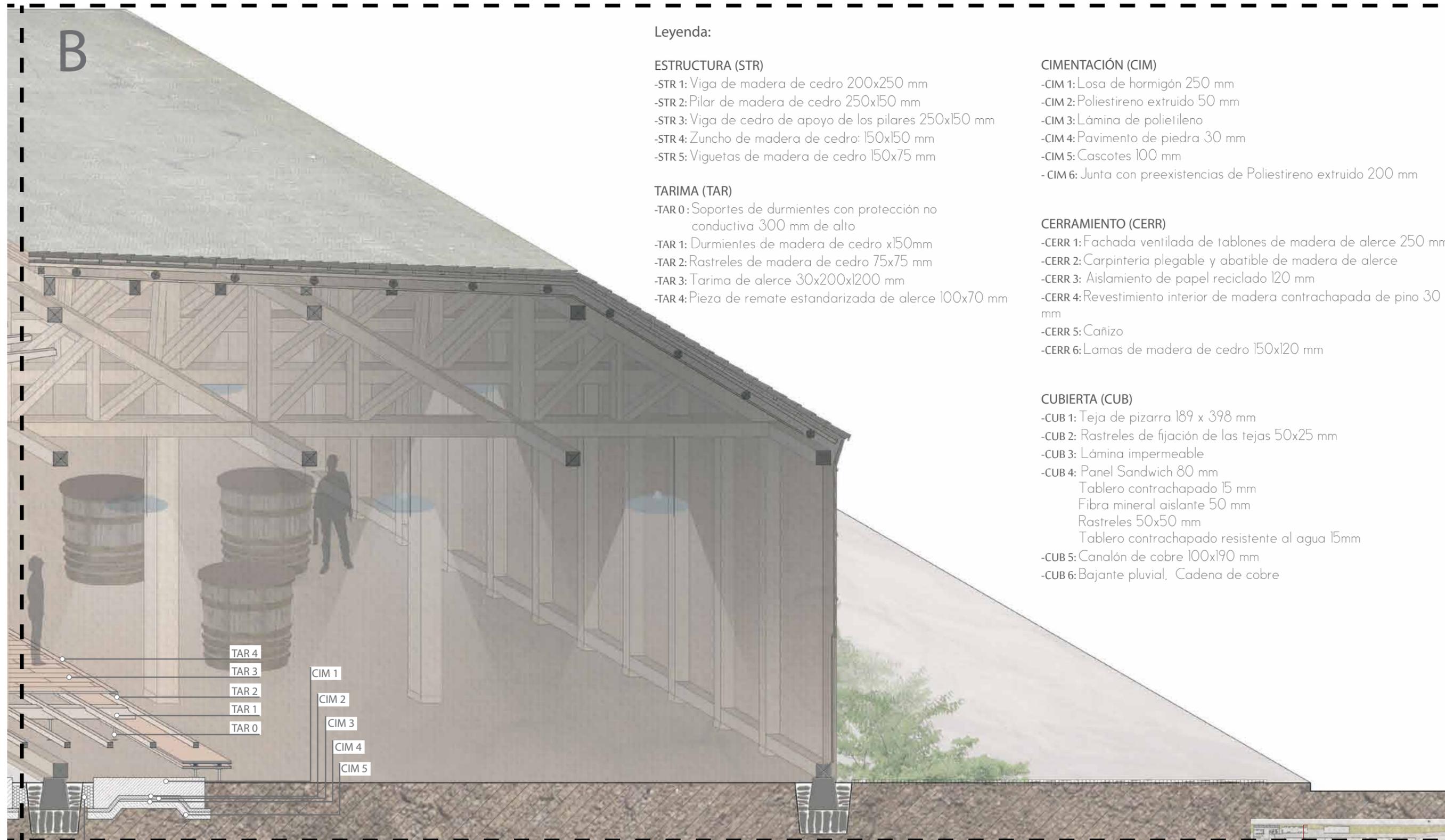
- CERR 1: Fachada ventilada de tableros de madera de alerce 250 mm
- CERR 2: Carpintería plegable y abatible de madera de alerce
- CERR 3: Aislamiento de papel reciclado 120 mm
- CERR 4: Revestimiento interior de madera contrachapada de pino 30 mm
- CERR 5: Cáliz
- CERR 6: Lamas de madera de cedro 150x20 mm

CUBIERTA (CUB)

- CUB 1: Teja de pizarra 189 x 398 mm
- CUB 2: Rastros de fijación de las tejas 50x25 mm
- CUB 3: Lámina impermeable
- CUB 4: Panel Sandwich 80 mm
Tablero contrachapado 15 mm
Fibra mineral aislante 50 mm
Rastros 50x50 mm
Tablero contrachapado resistente al agua 15mm
- CUB 5: Canchón de cobre 100x170 mm
- CUB 6: Bajante pluvial. Cadena de cobre



Cuadrante A
Sección constructiva



Leyenda:

ESTRUCTURA (STR)

- STR 1: Viga de madera de cedro 200x250 mm
- STR 2: Pilar de madera de cedro 250x150 mm
- STR 3: Viga de cedro de apoyo de los pilares 250x150 mm
- STR 4: Zuncho de madera de cedro: 150x150 mm
- STR 5: Viguetas de madera de cedro 150x75 mm

TARIMA (TAR)

- TAR 0: Soportes de durmientes con protección no conductiva 300 mm de alto
- TAR 1: Durmientes de madera de cedro x150mm
- TAR 2: Rastreles de madera de cedro 75x75 mm
- TAR 3: Tarima de alerce 30x200x1200 mm
- TAR 4: Pieza de remate estandarizada de alerce 100x70 mm

CIMENTACIÓN (CIM)

- CIM 1: Losa de hormigón 250 mm
- CIM 2: Poliestireno extruido 50 mm
- CIM 3: Lámina de polietileno
- CIM 4: Pavimento de piedra 30 mm
- CIM 5: Cascotes 100 mm
- CIM 6: Junta con preexistencias de Poliestireno extruido 200 mm

CERRAMIENTO (CERR)

- CERR 1: Fachada ventilada de tablonces de madera de alerce 250 mm
- CERR 2: Carpintería plegable y abatible de madera de alerce
- CERR 3: Aislamiento de papel reciclado 120 mm
- CERR 4: Revestimiento interior de madera contrachapada de pino 30 mm
- CERR 5: Cañizo
- CERR 6: Lamas de madera de cedro 150x120 mm

CUBIERTA (CUB)

- CUB 1: Teja de pizarra 189 x 398 mm
- CUB 2: Rastreles de fijación de las tejas 50x25 mm
- CUB 3: Lámina impermeable
- CUB 4: Panel Sandwich 80 mm
 Tablero contrachapado 15 mm
 Fibra mineral aislante 50 mm
 Rastreles 50x50 mm
 Tablero contrachapado resistente al agua 15mm
- CUB 5: Canalón de cobre 100x190 mm
- CUB 6: Bajante pluvial, Cadena de cobre

TAR 4
TAR 3
TAR 2
TAR 1
TAR 0

CIM 1
CIM 2
CIM 3
CIM 4
CIM 5

Cuadrante B
Sección constructiva



Vista del camino peatonal



Vista de la entrada oeste del museo



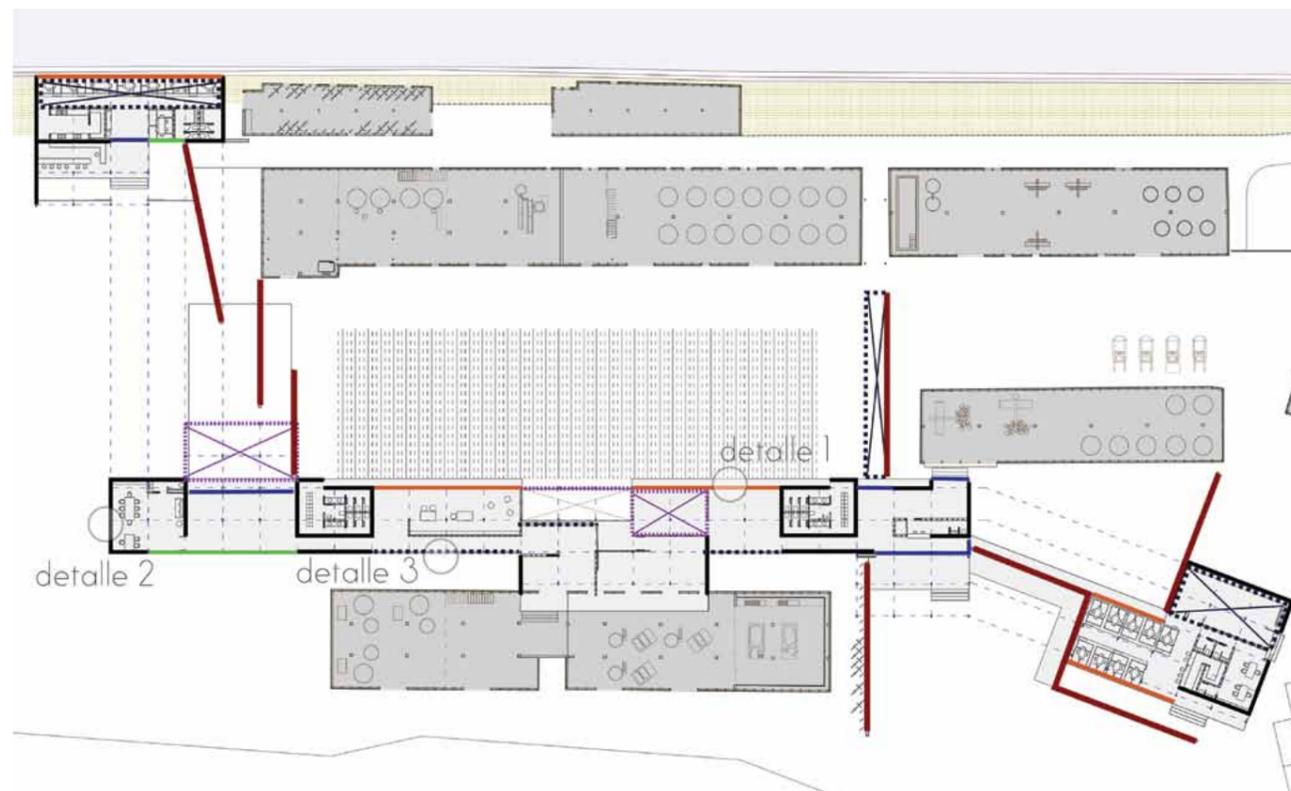
Vista del camino peatonal



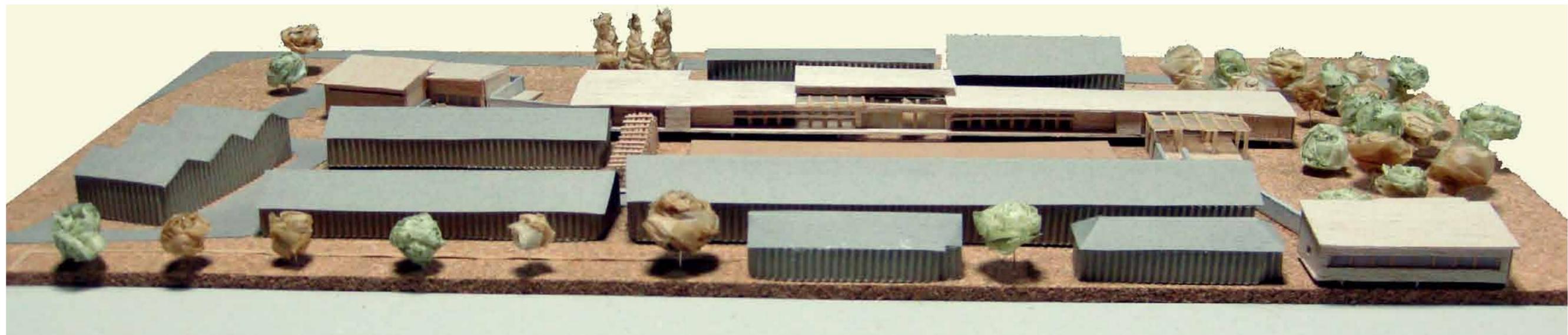
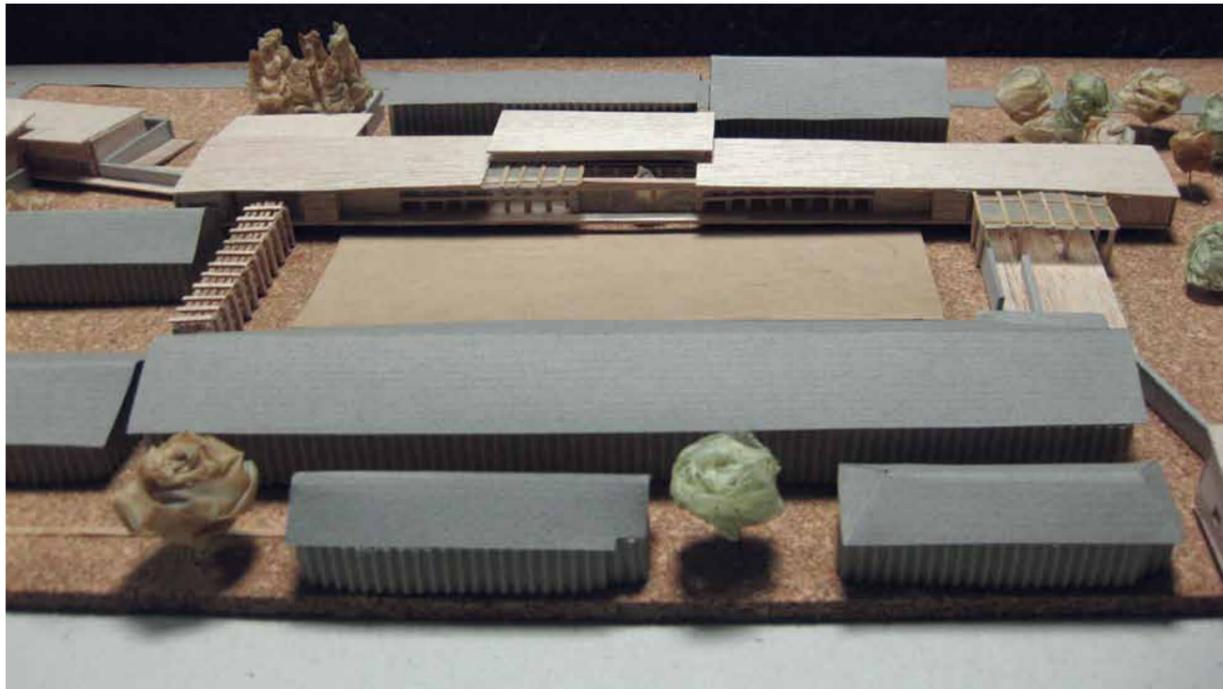
Vista del patio interior del museo en invierno

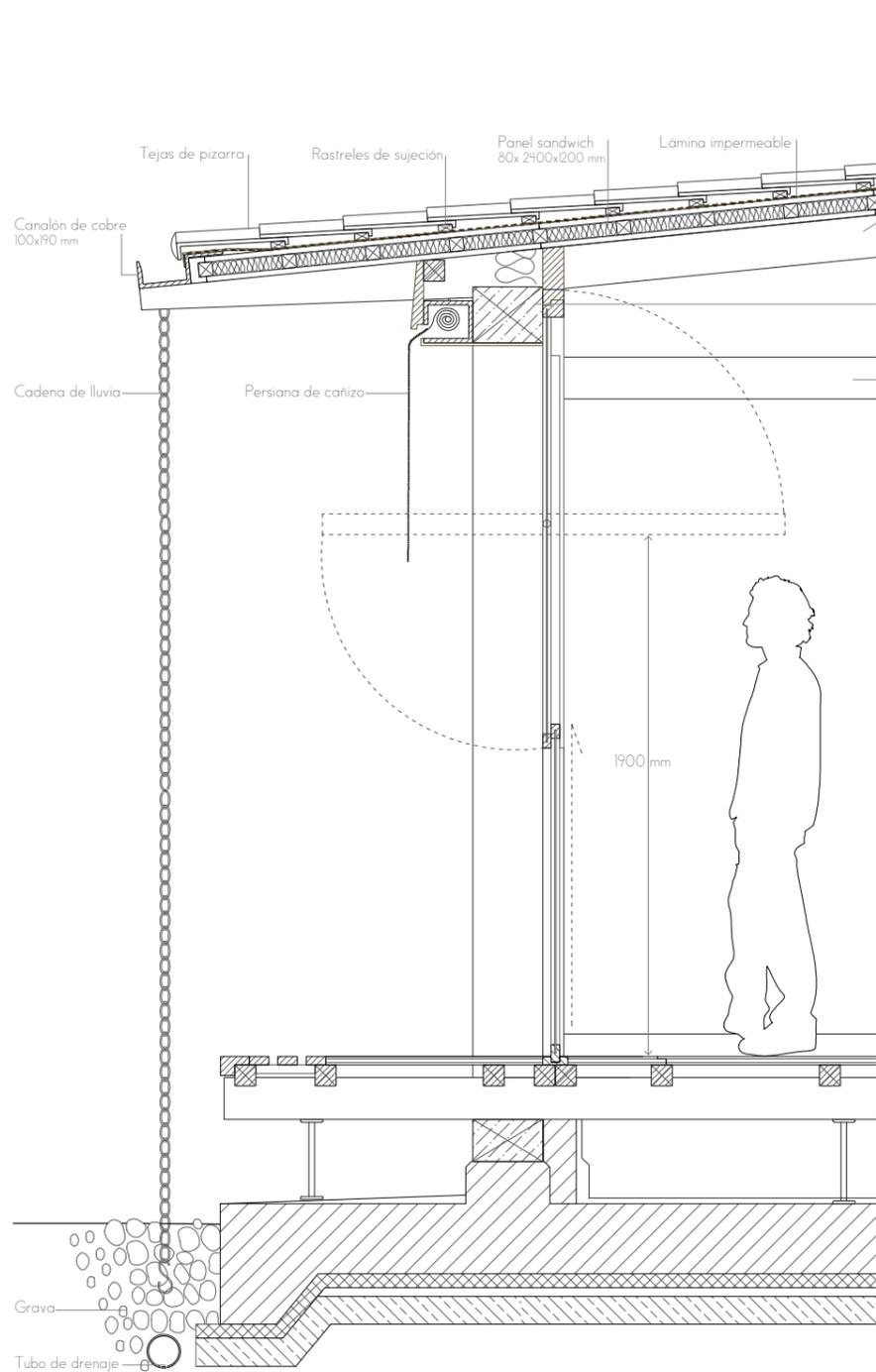


Vista del patio interior del museo en verano



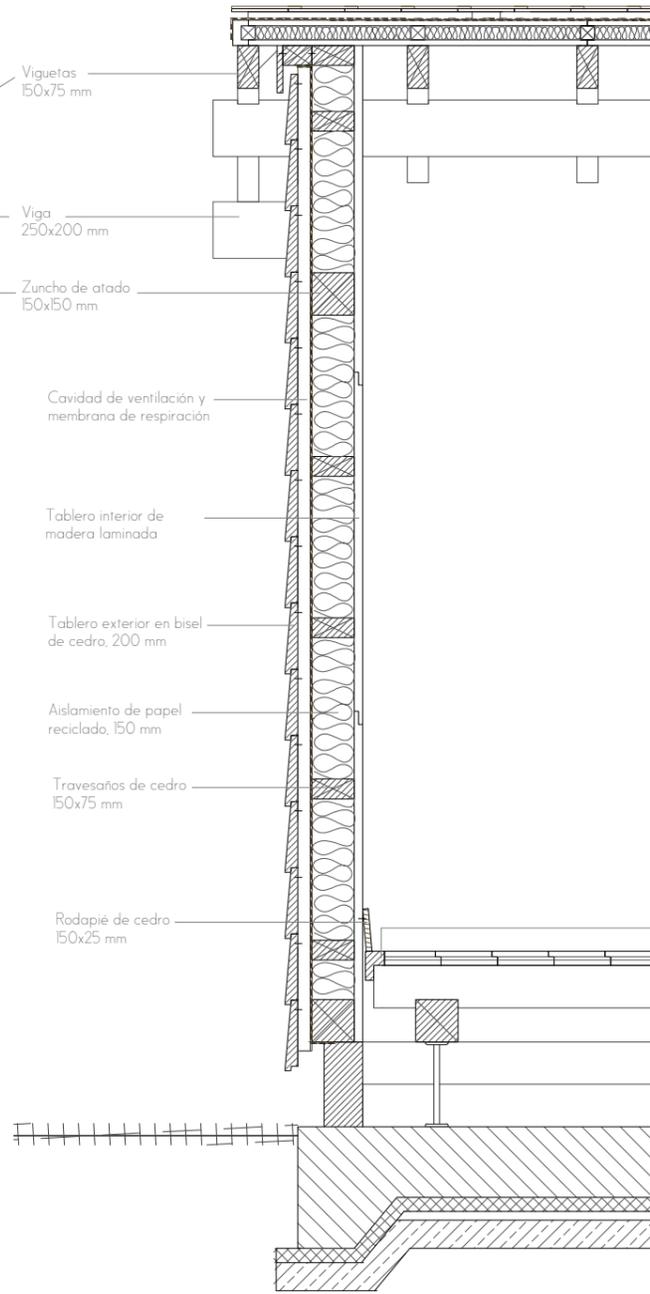
Vista interior de la Nave 7, visitable





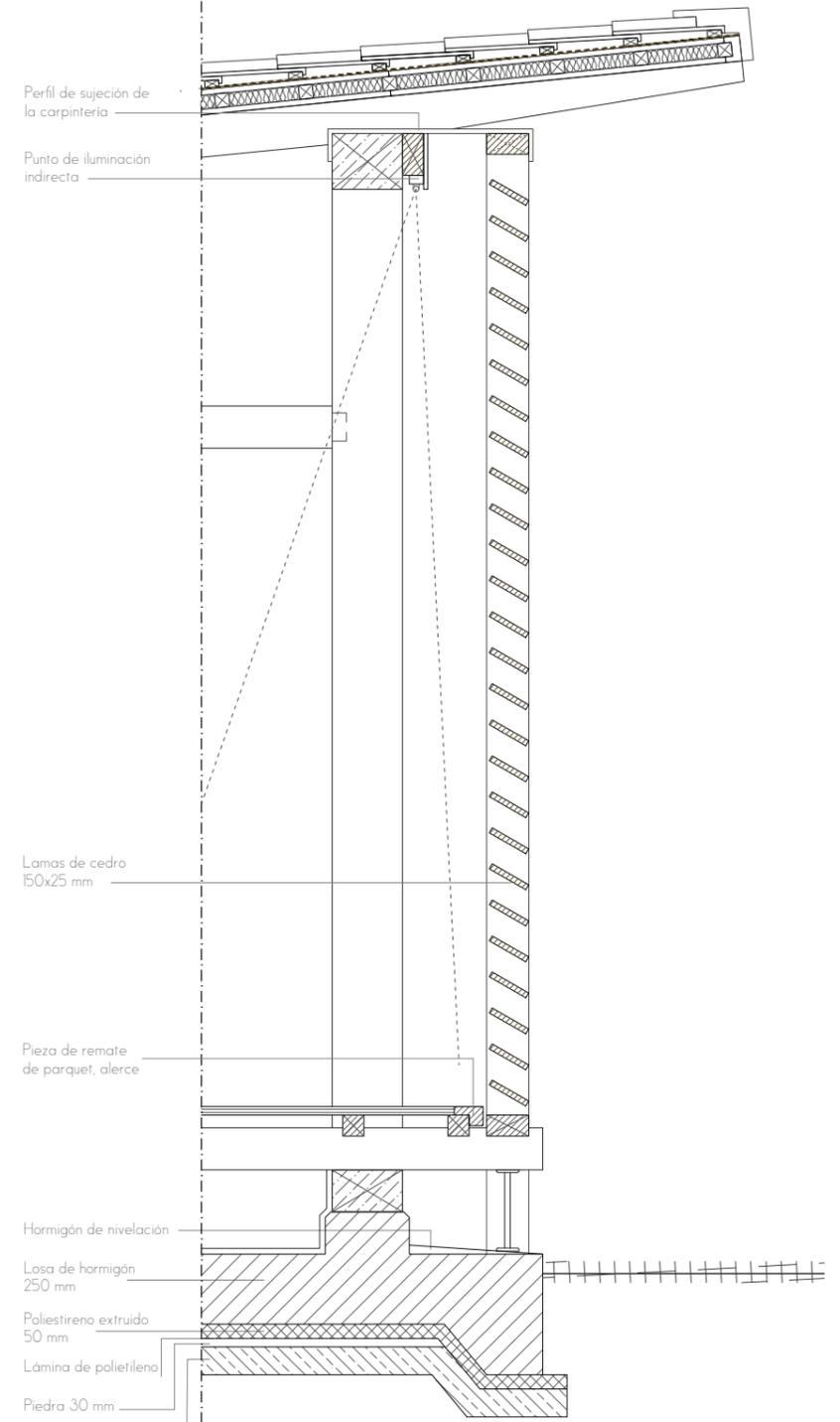
Detalle 1: Carpintería plegable y abatible

E:1/25



Detalle 2: Cerramiento ciego

E:1/25



Detalle 3: Lamas de madera de cedro, para marcar transiciones hacia las naves.

E:1/2

Diagrama de axiles

axiles

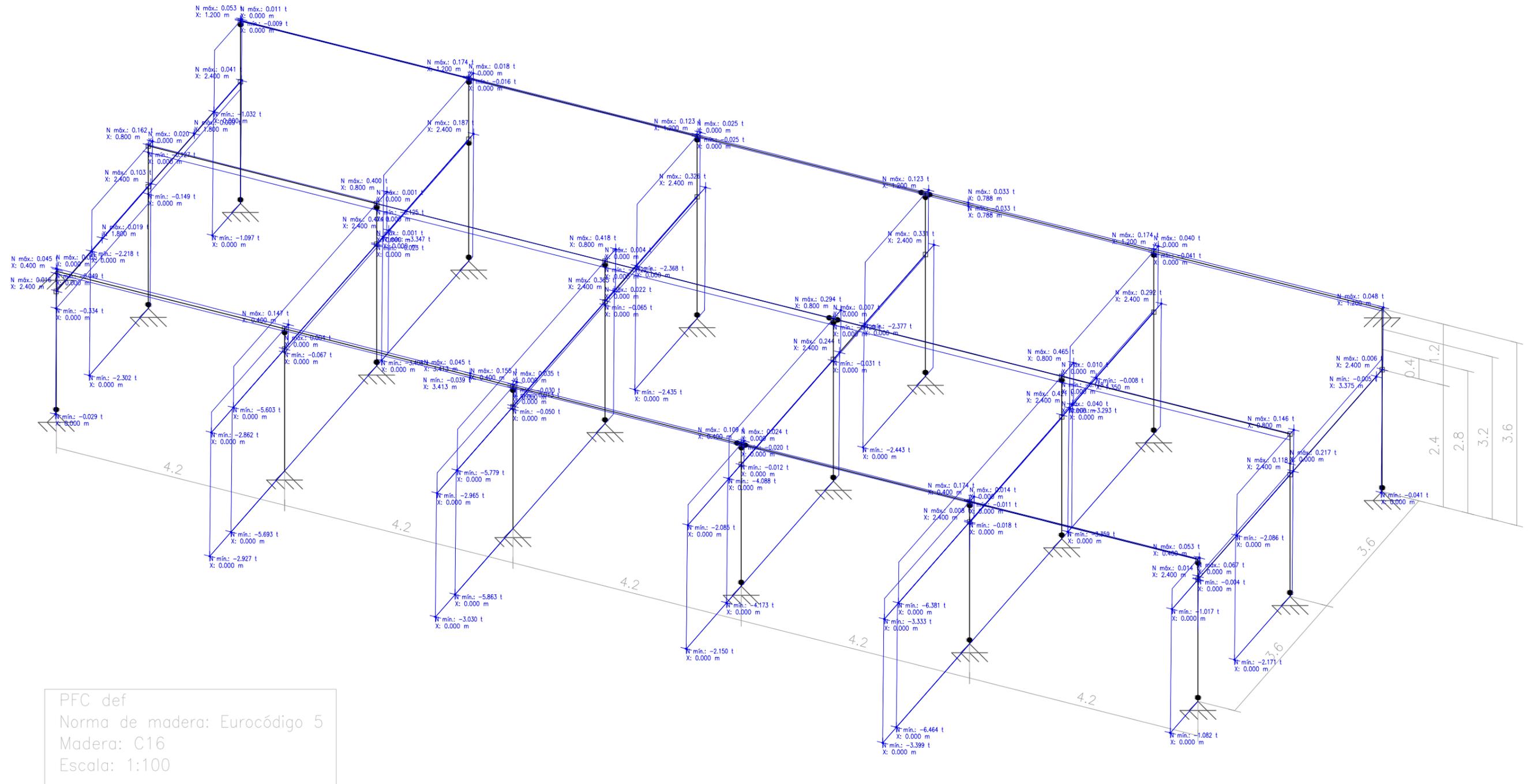
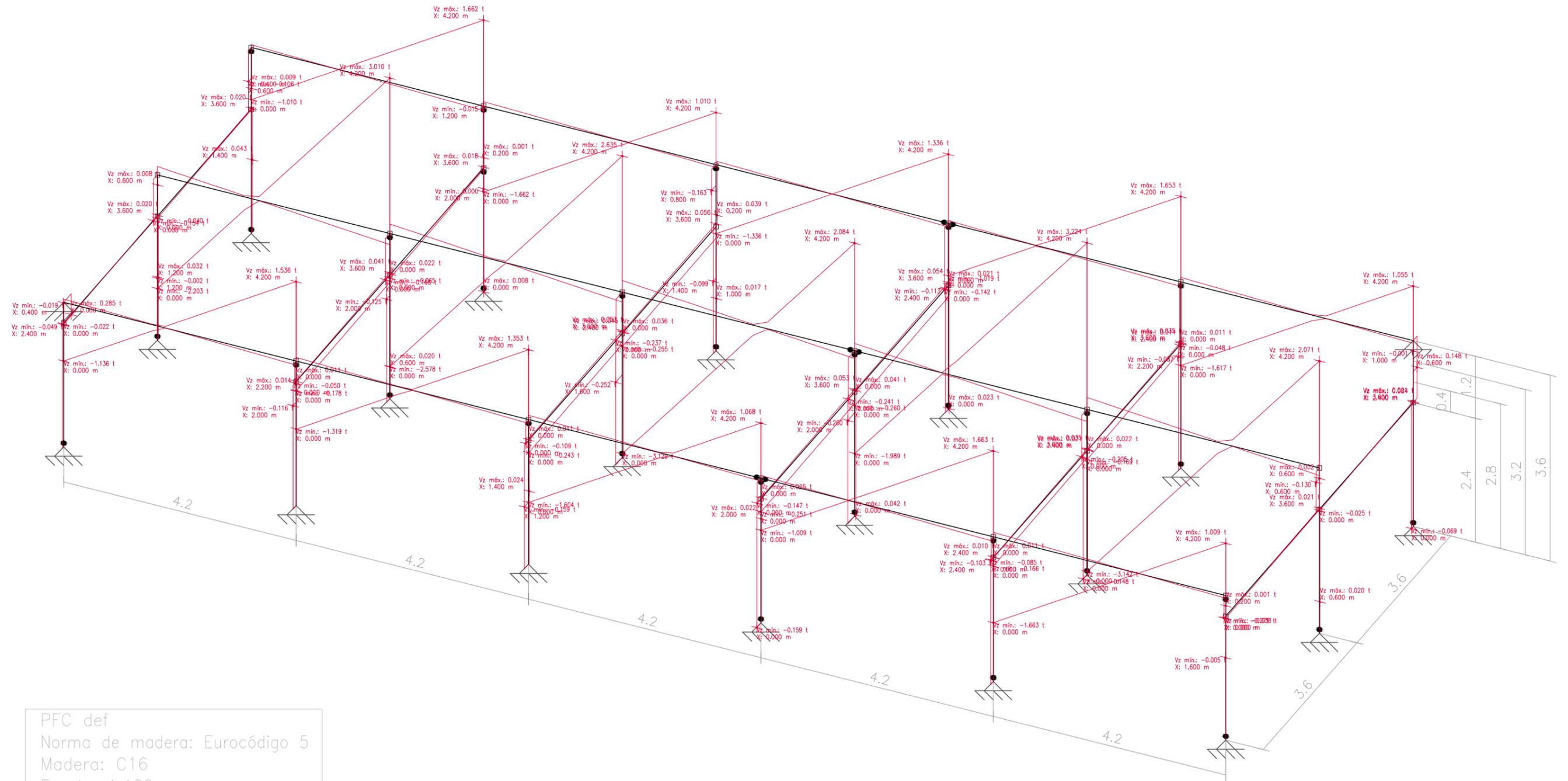


Diagrama de axiles

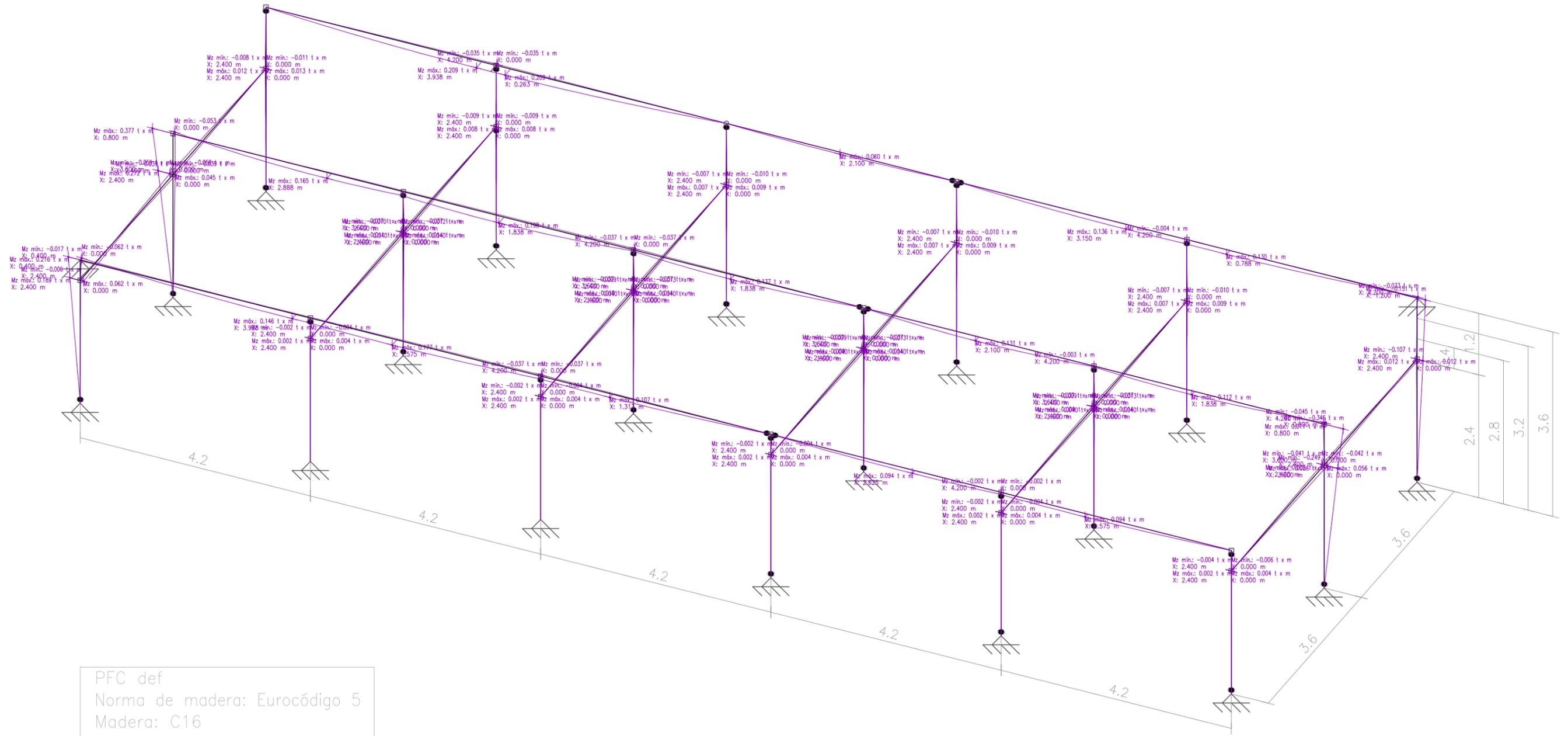
cortantes



PFC def
Norma de madera: Eurocódigo 5
Madera: C16
Escala: 1:100

Diagrama de cortantes

momentos z



PFC def
 Norma de madera: Eurocódigo 5
 Madera: C16
 Escala: 1:100

Diagrama de momentos

flecha

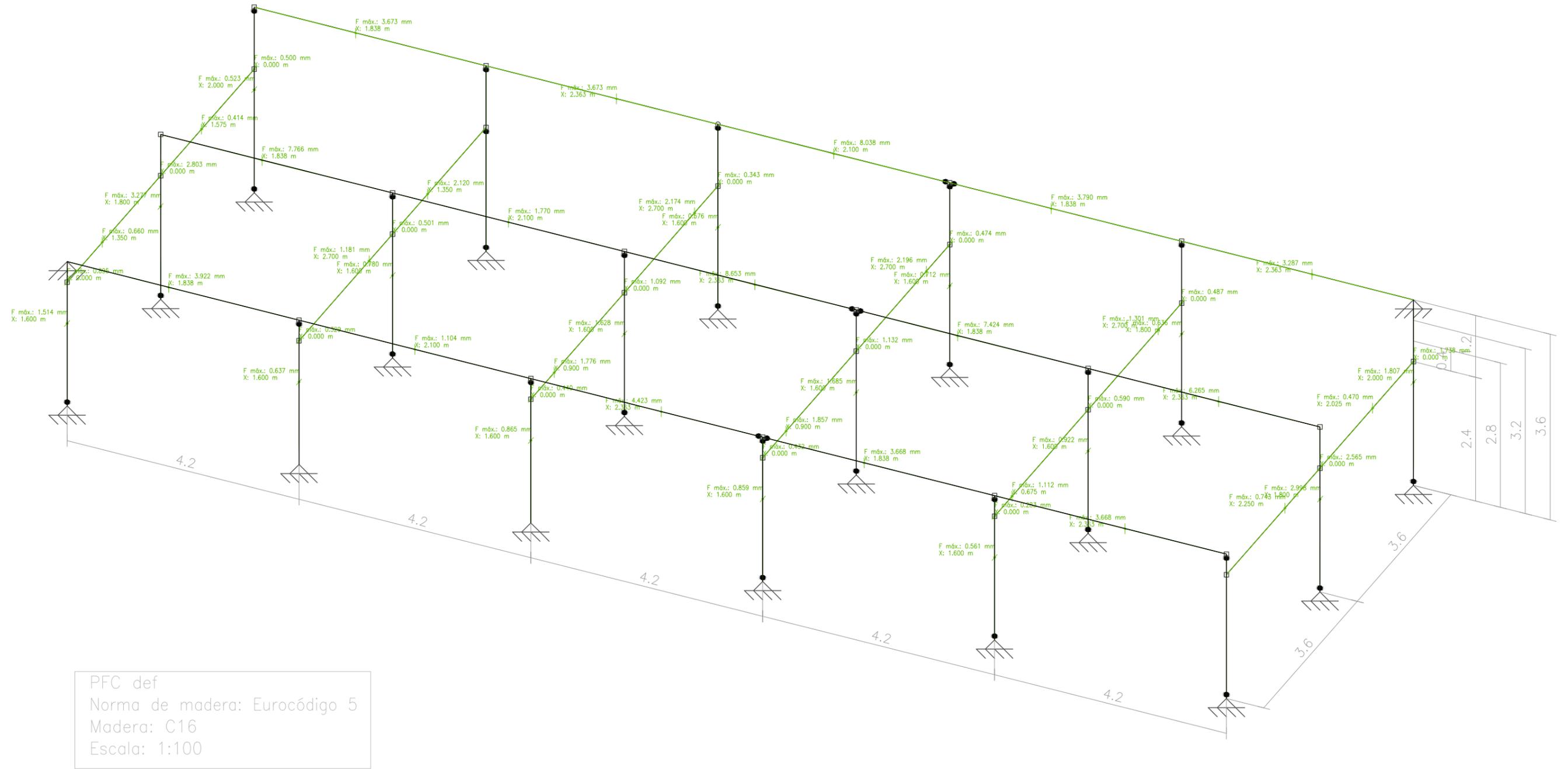
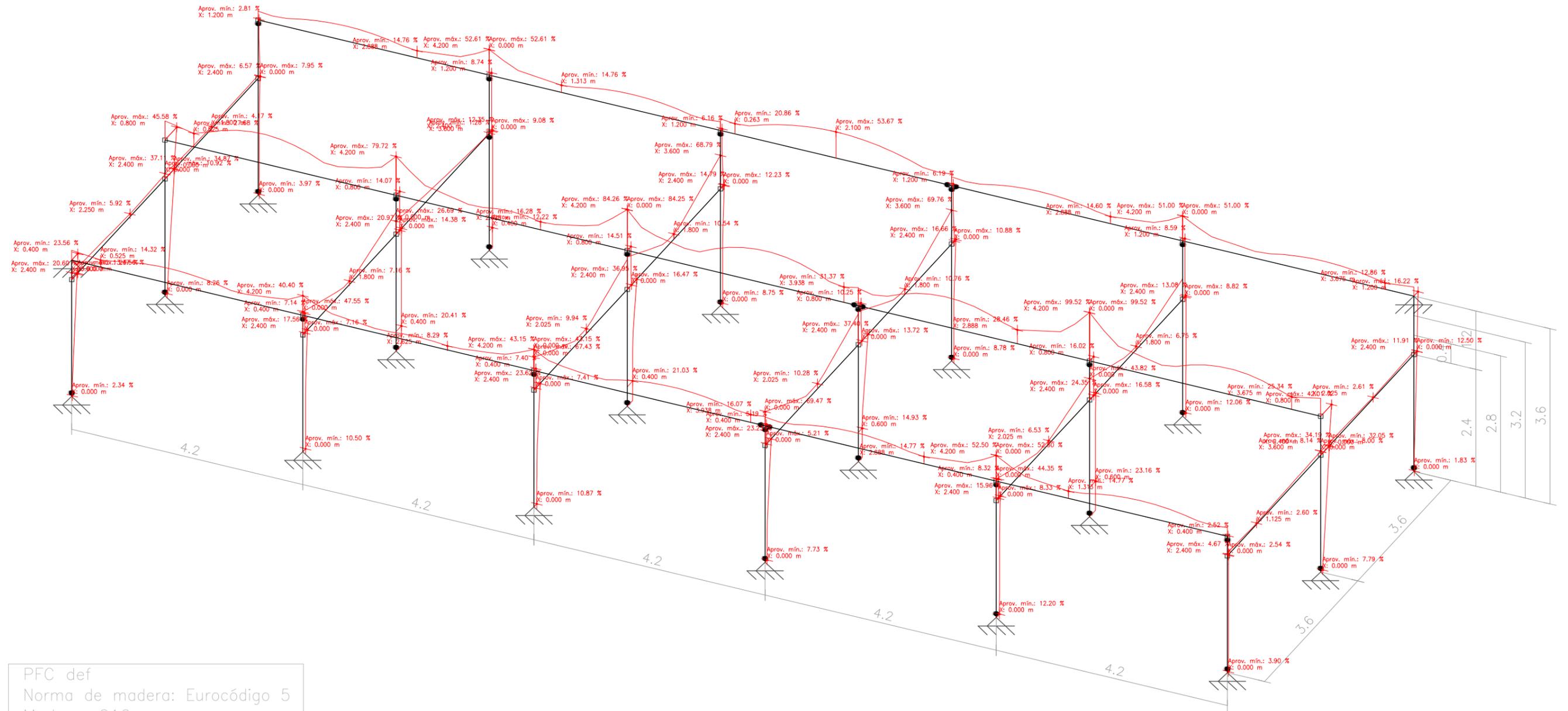


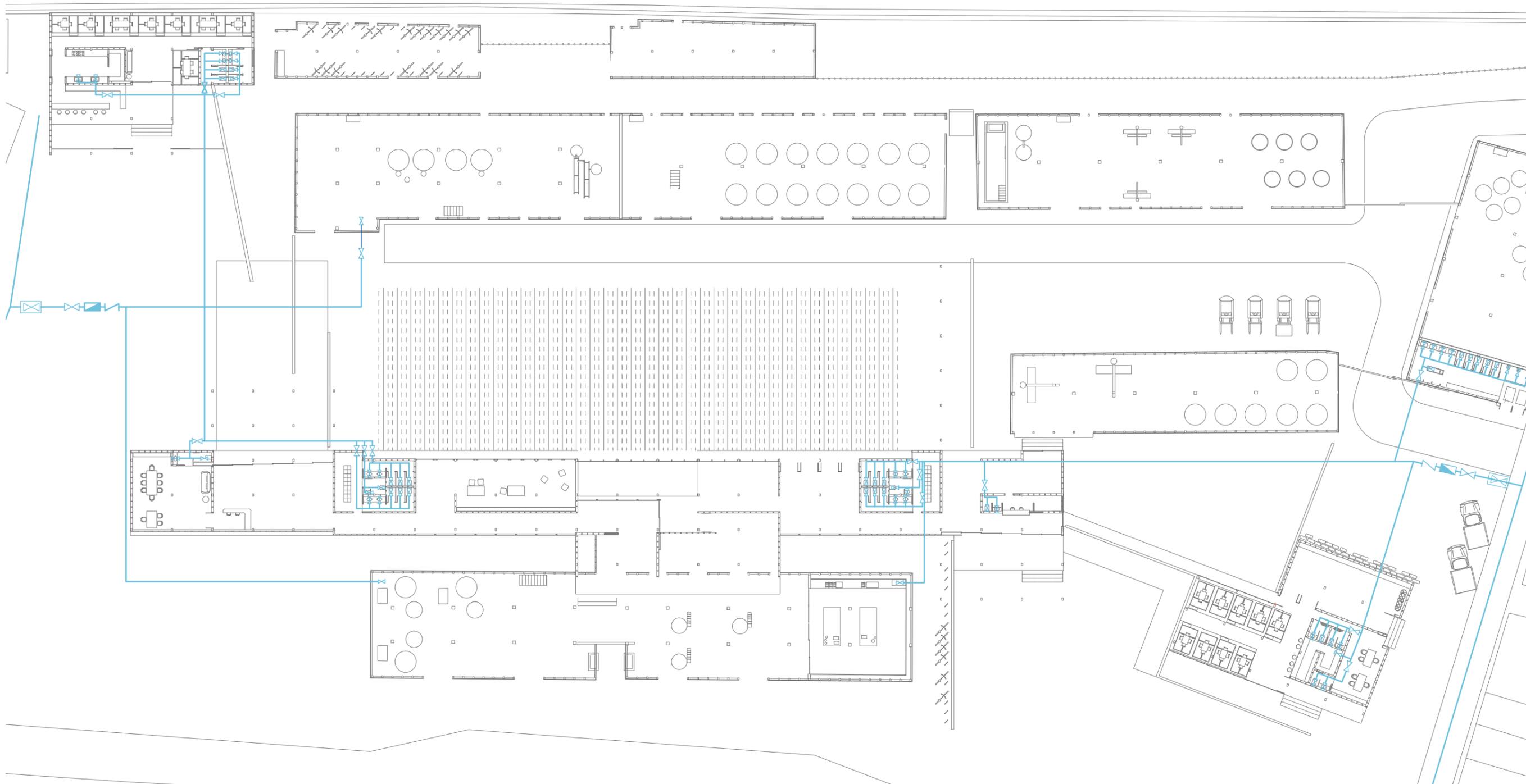
Diagrama de flechas

Envolventes de tensiones



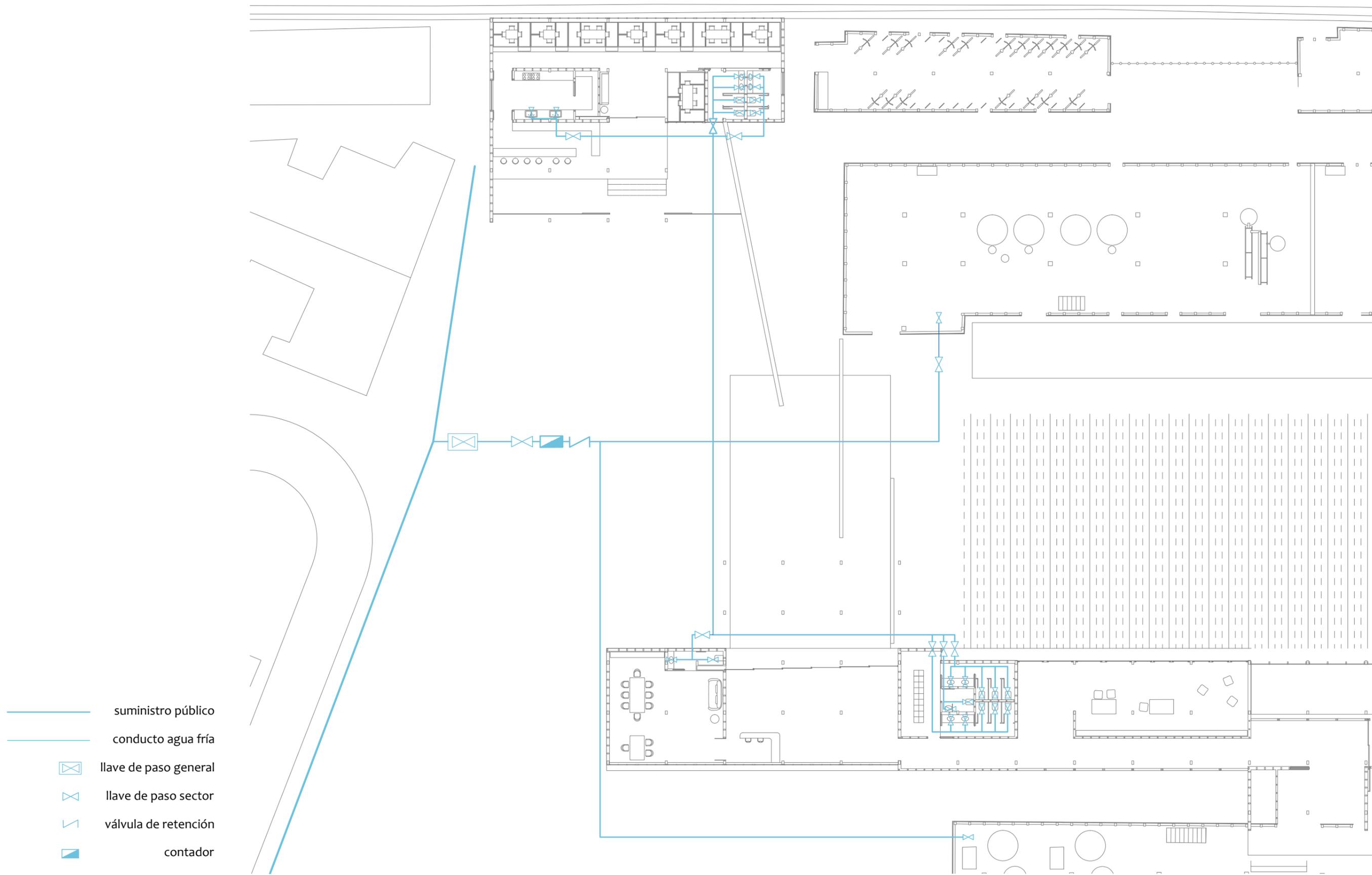
PFC def
 Norma de madera: Eurocódigo 5
 Madera: C16
 Escala: 1:100

Diagrama de tensiones



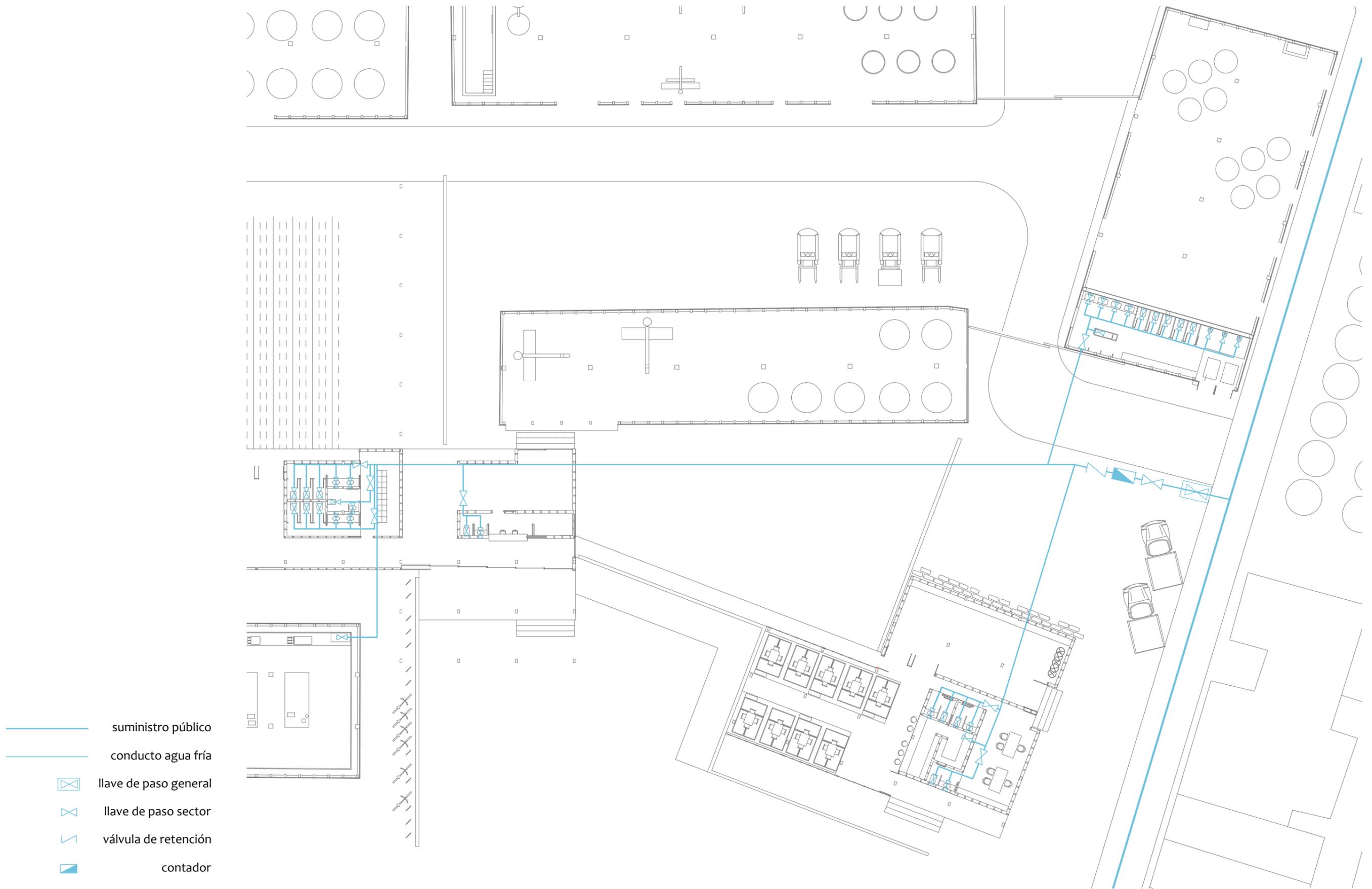
- suministro público
- conducto agua fría
- ⊠ llave de paso general
- ⊞ llave de paso sector
- ∨ válvula de retención
- ▣ contador

Instalación de agua

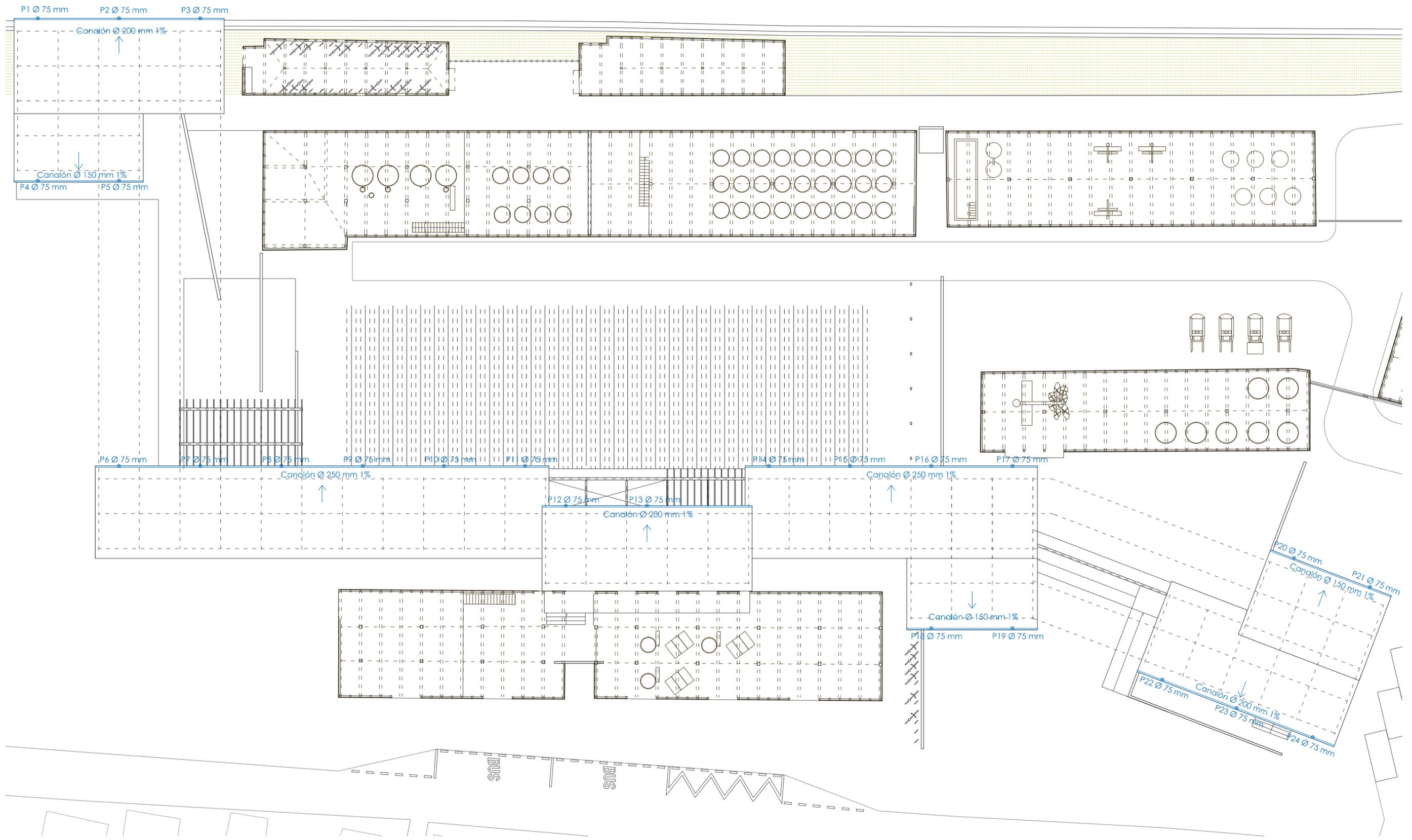


- suministro público
- conducto agua fría
- llave de paso general
- llave de paso sector
- válvula de retención
- contador

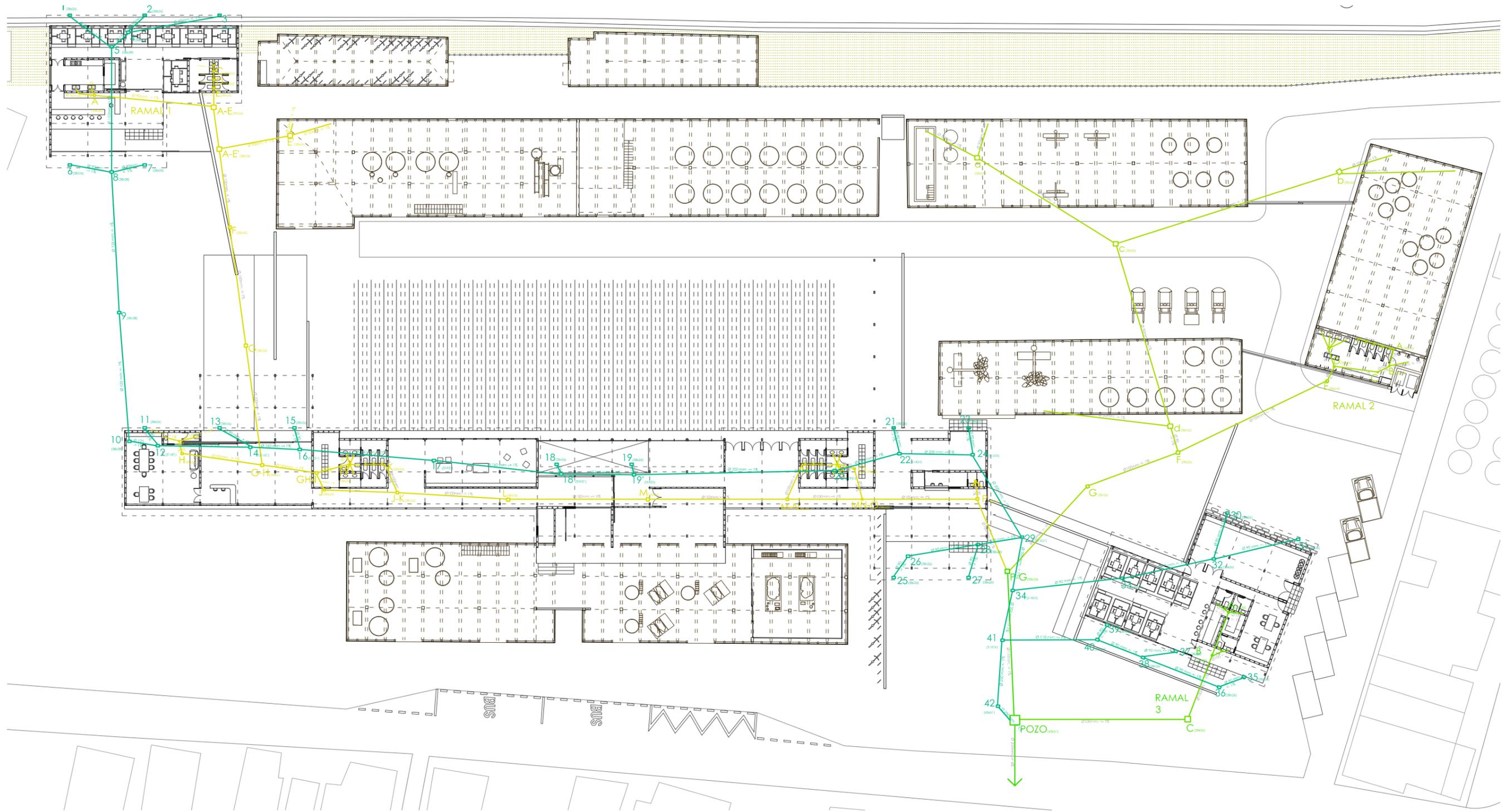
Instalación de agua / Ala sur



Instalación de agua / Ala norte

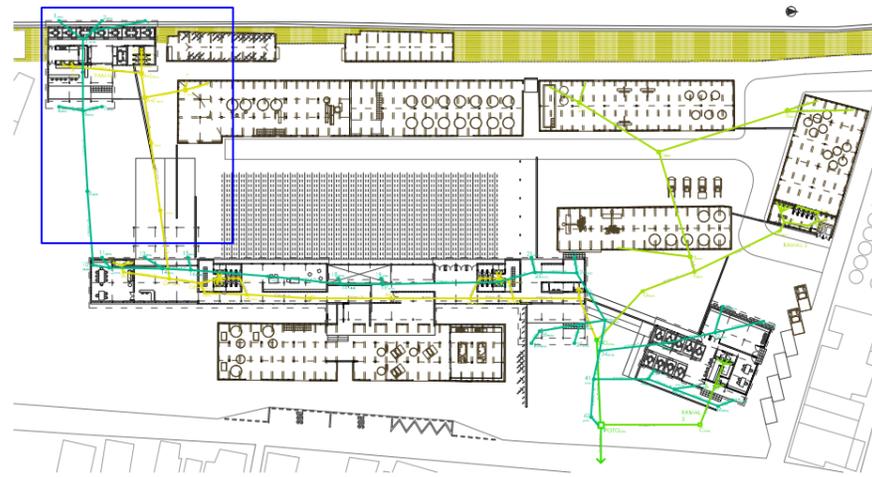


Saneamiento / Recogida de aguas pluviales

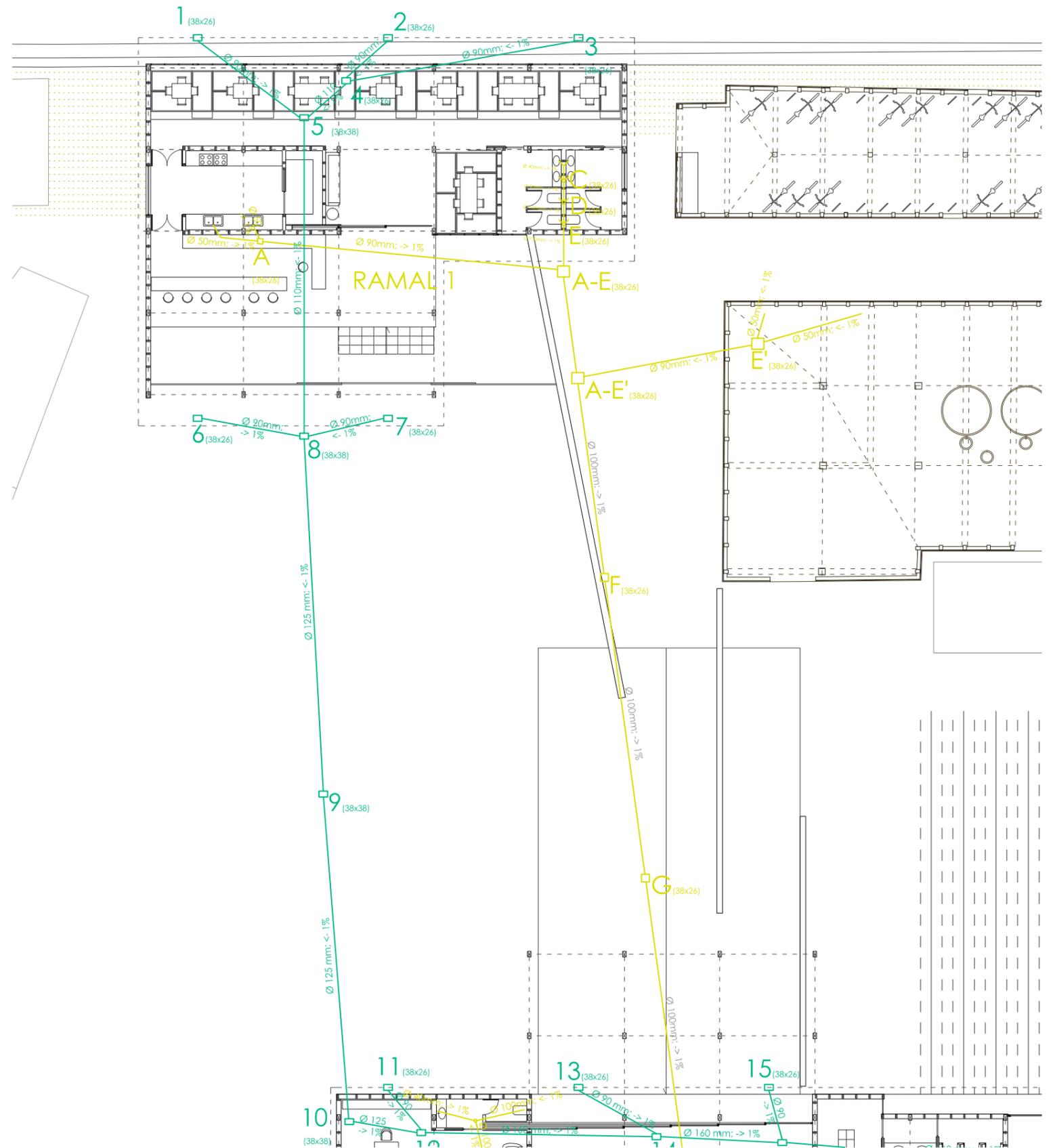


- Recojida de aguas pluviales
- Aguas grises

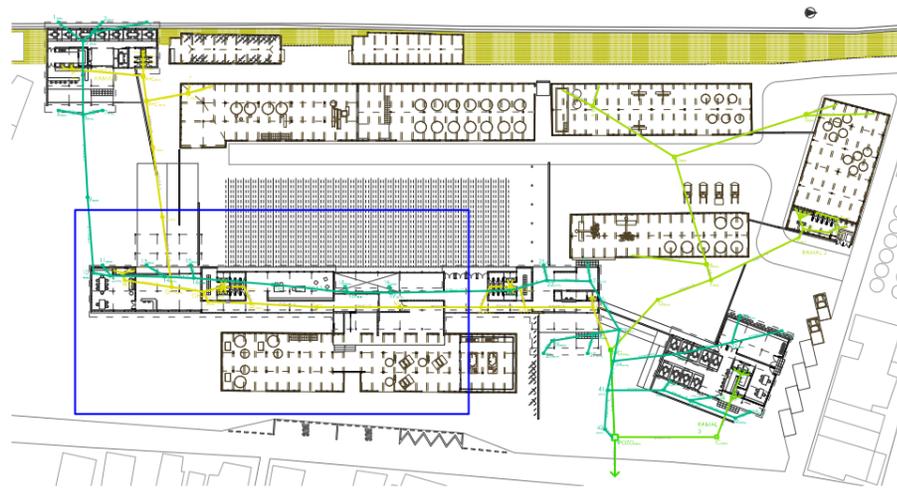
Saneamiento / Recogida de aguas grises



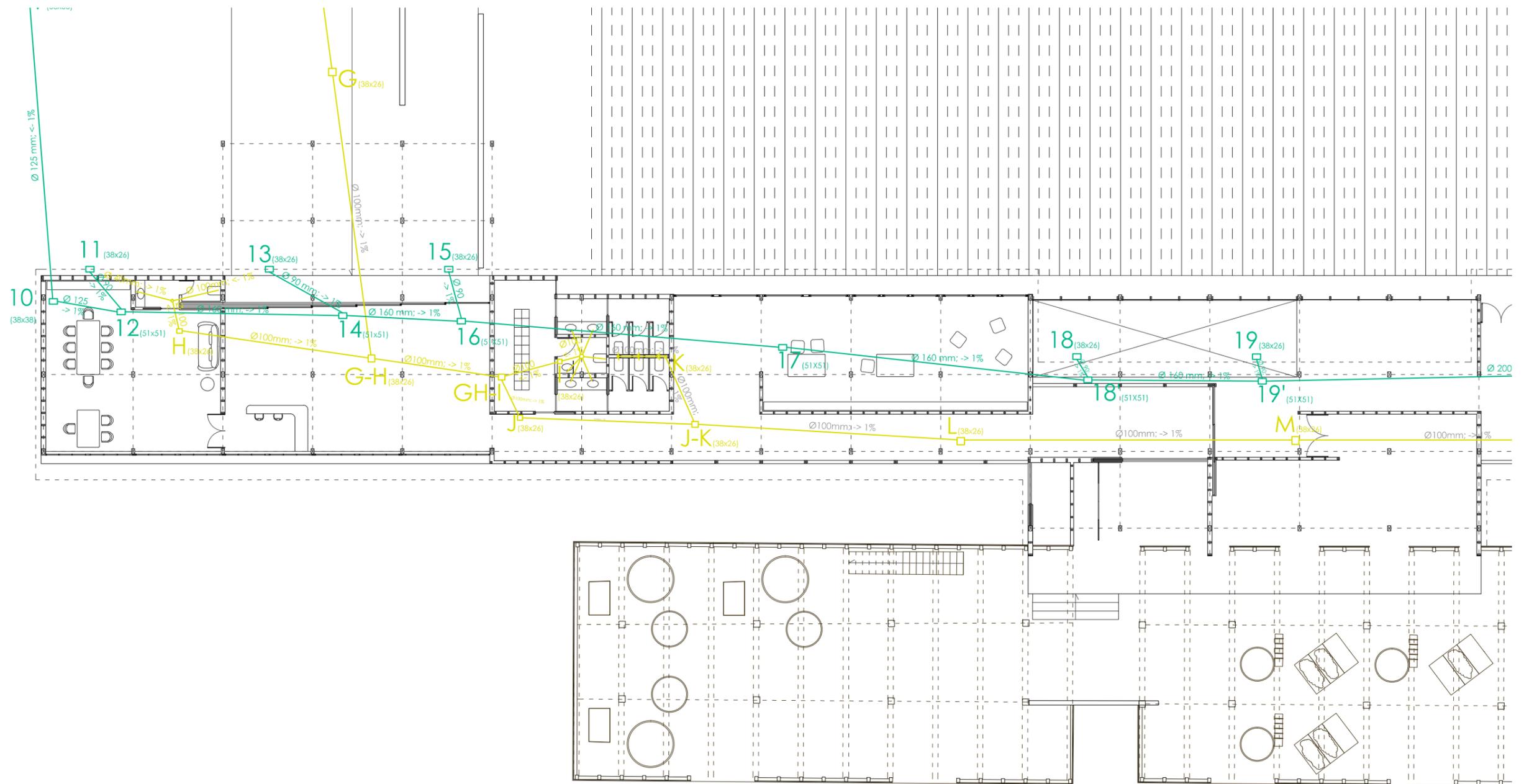
- Recojida de aguas pluviales
- Aguas grises



Saneamiento / Recogida de aguas grises



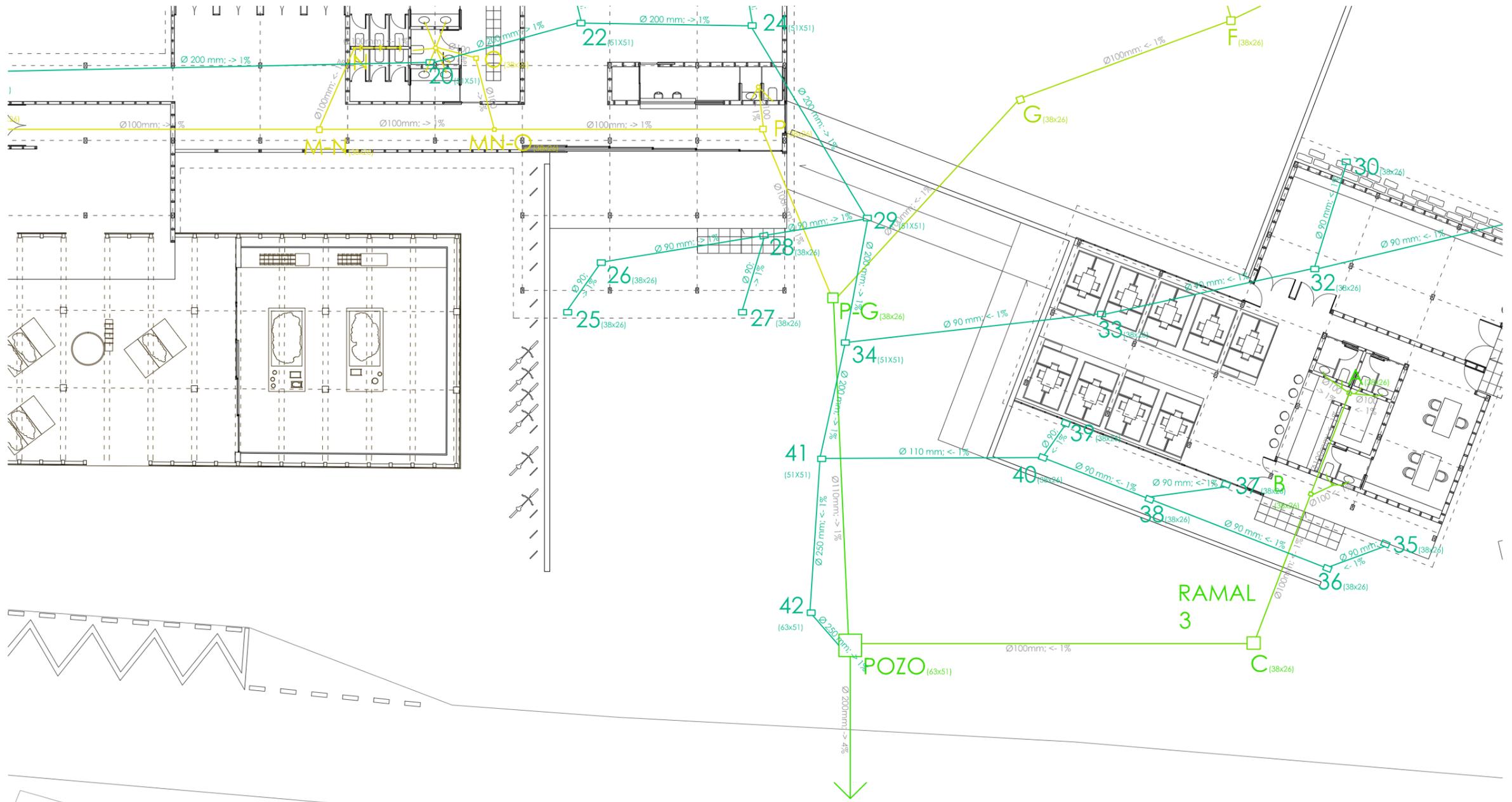
— Recojida de aguas pluviales
 — Aguas grises



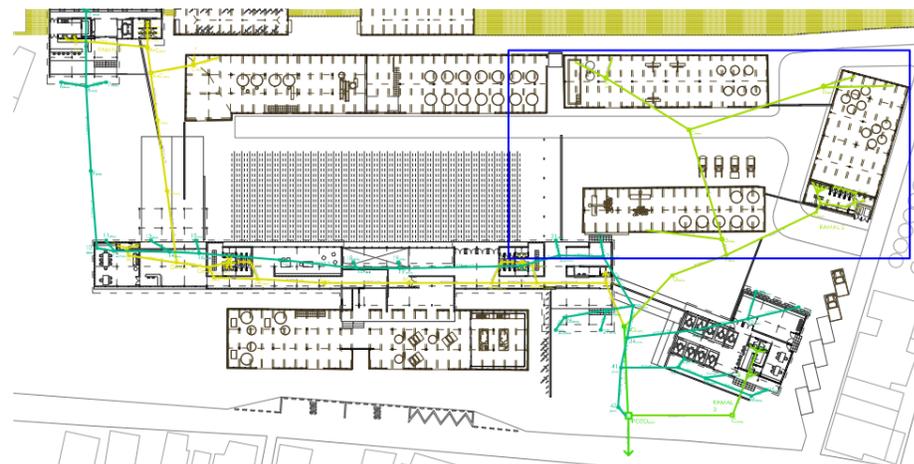
Saneamiento / Recogida de aguas grises



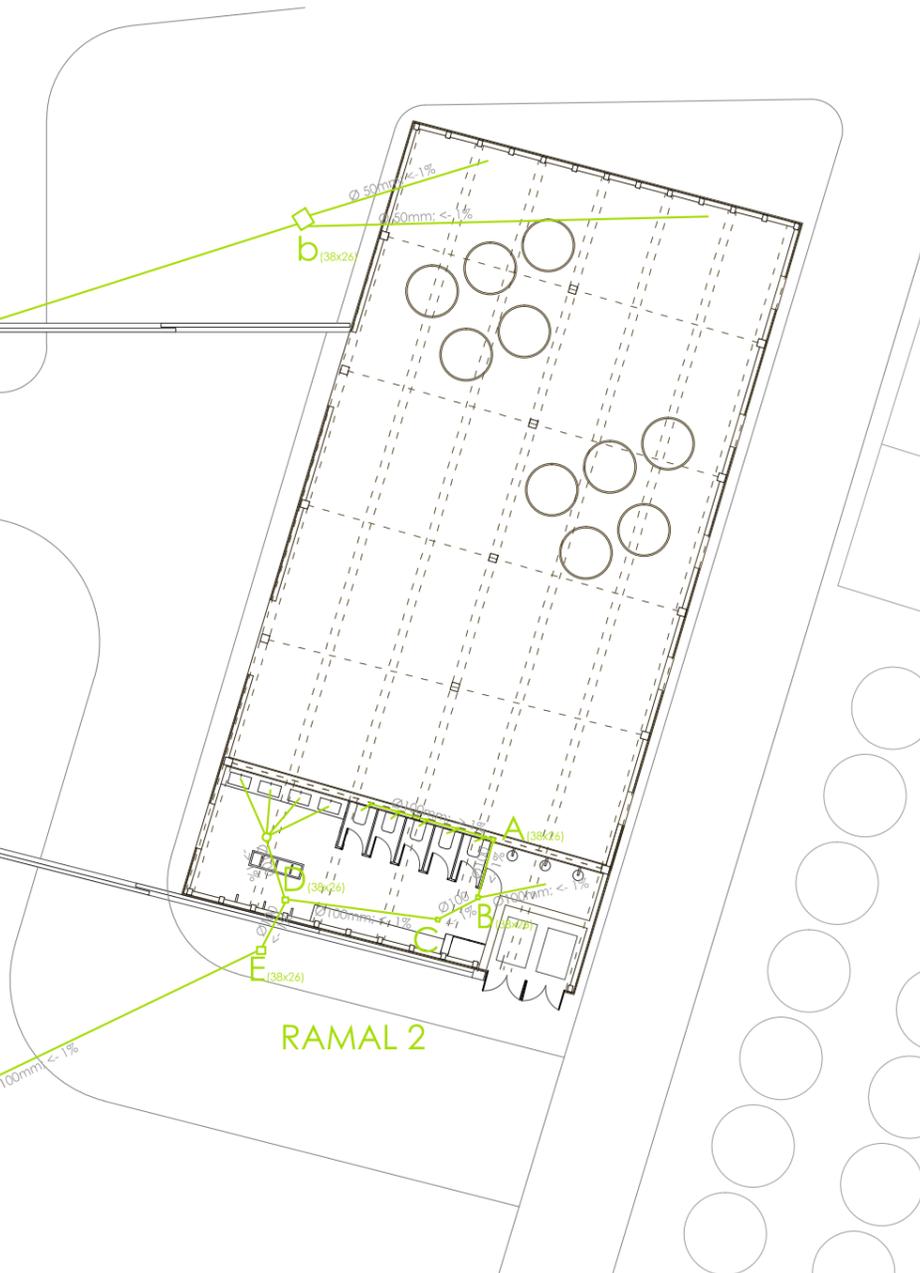
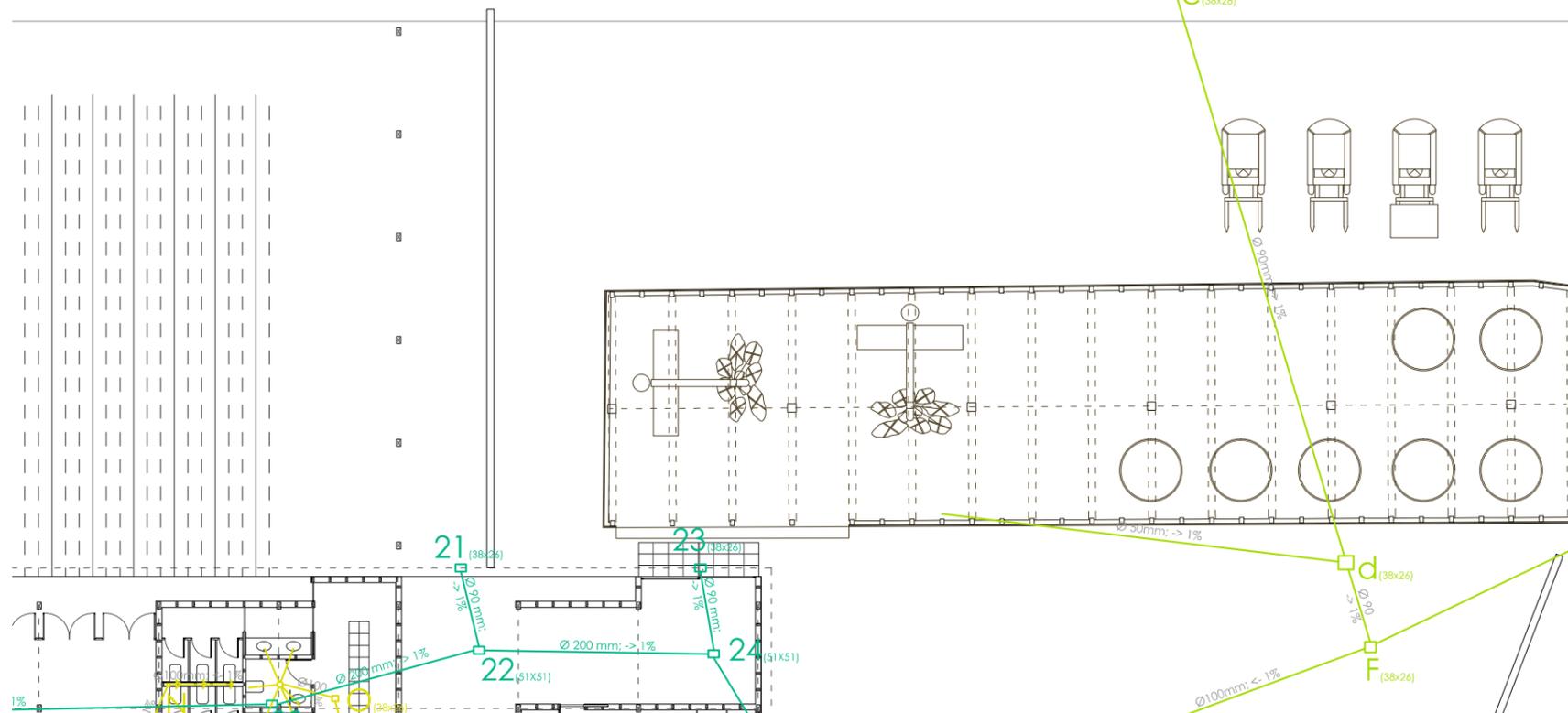
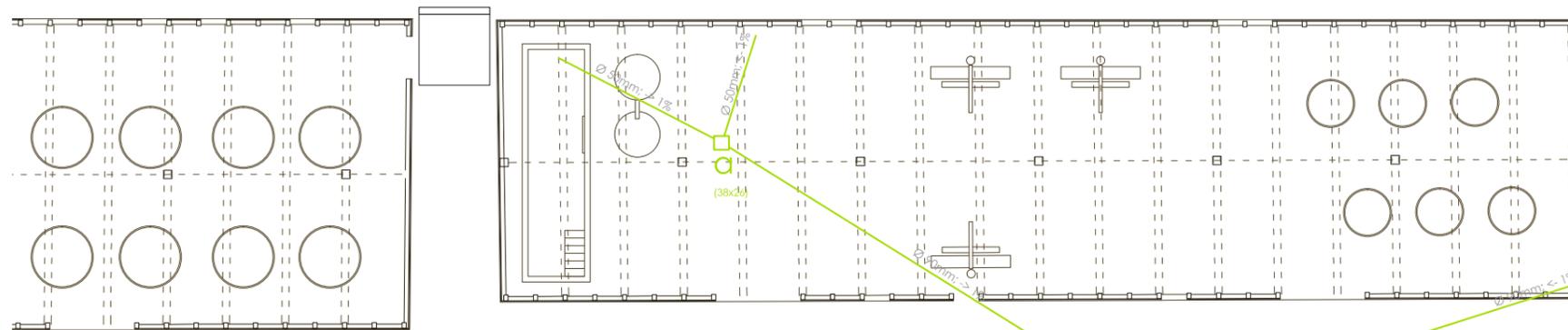
- Recojida de aguas pluviales
- Aguas grises



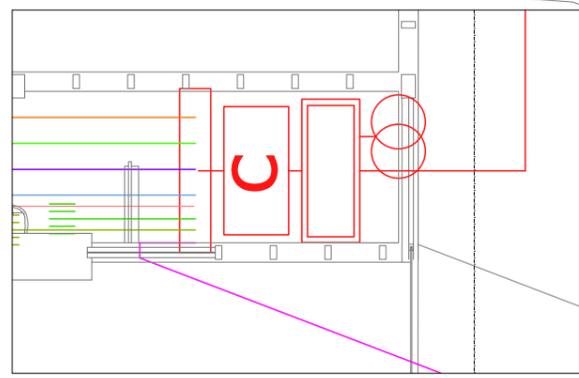
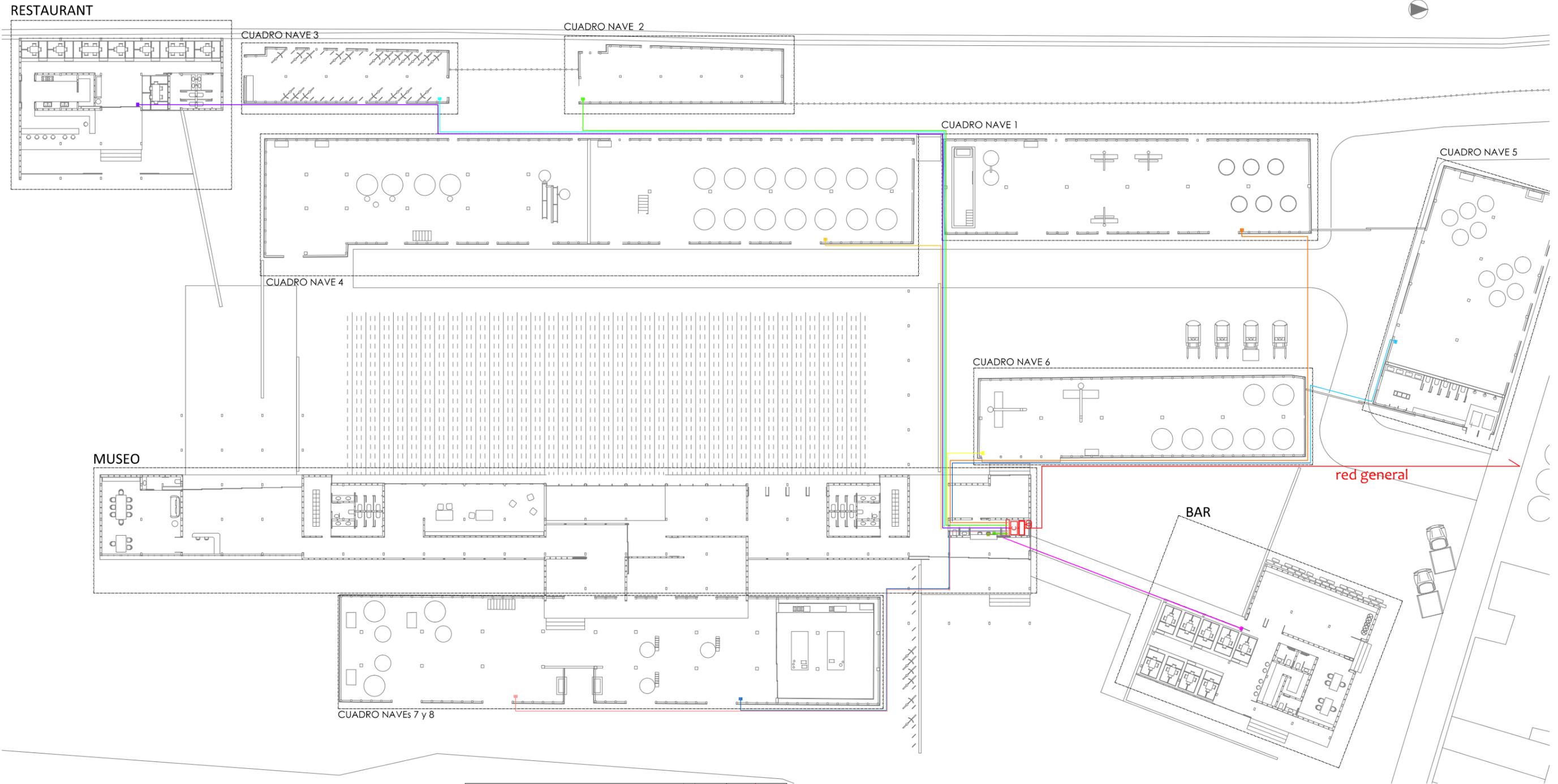
Saneamiento / Recogida de aguas grises



— Recojida de aguas pluviales
 — Aguas grises



Saneamiento / Recogida de aguas grises



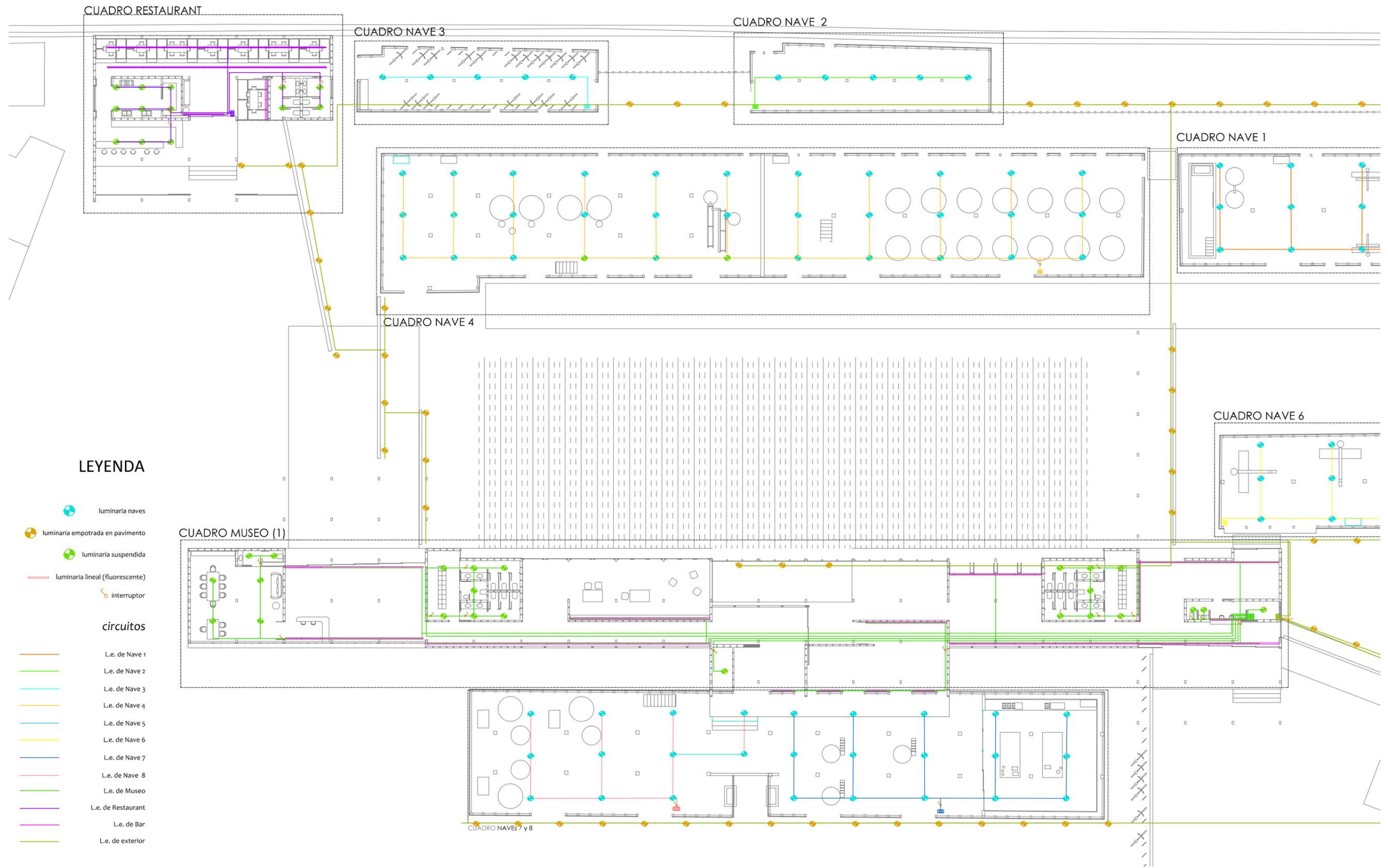
leyenda

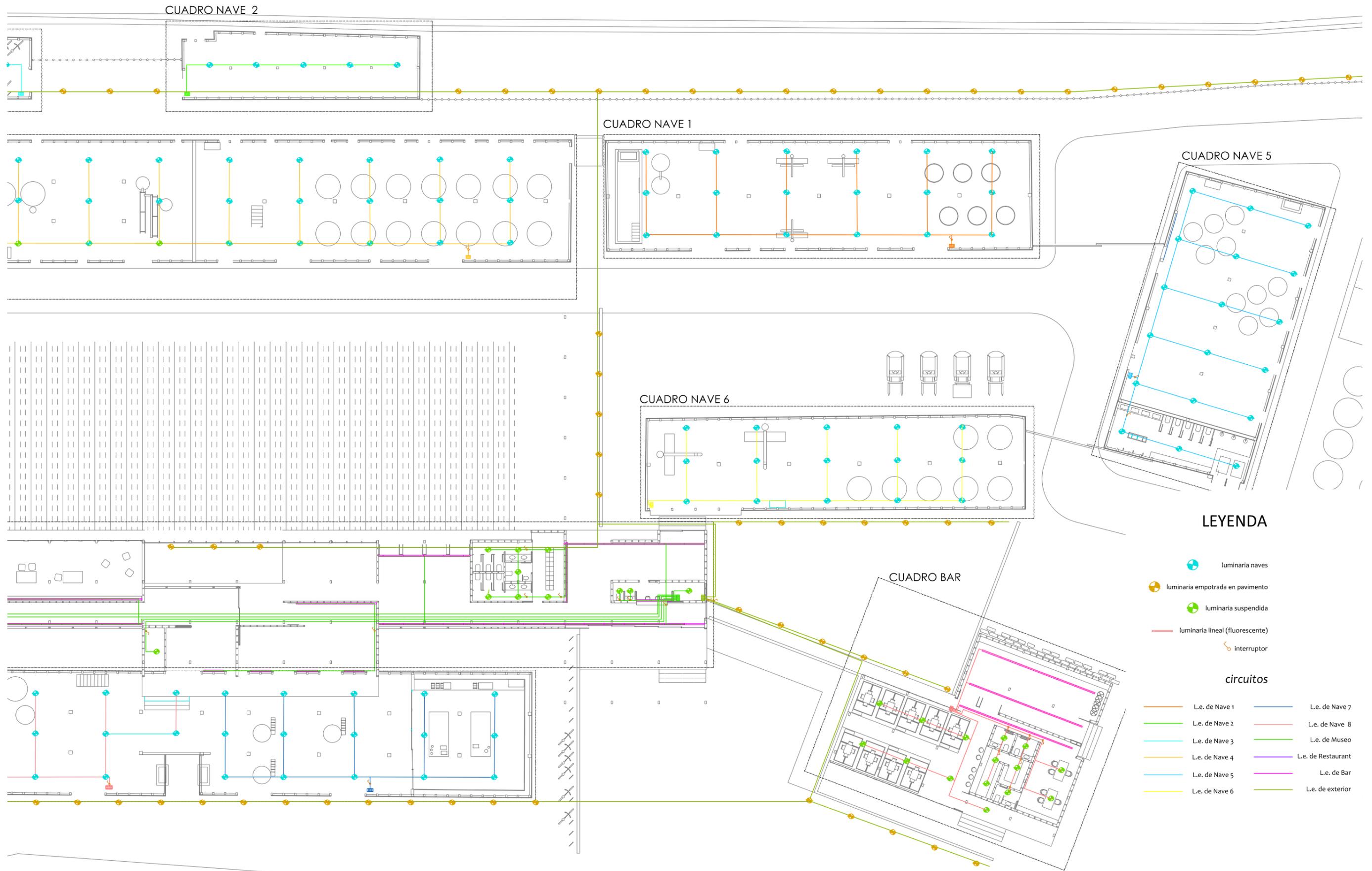
- acometida línea general
- ⊕ centro de transformación
- C contador
- caja general de protección
- ▨ cuadro general de distribución
- ▨ cuadro secundario de distribución

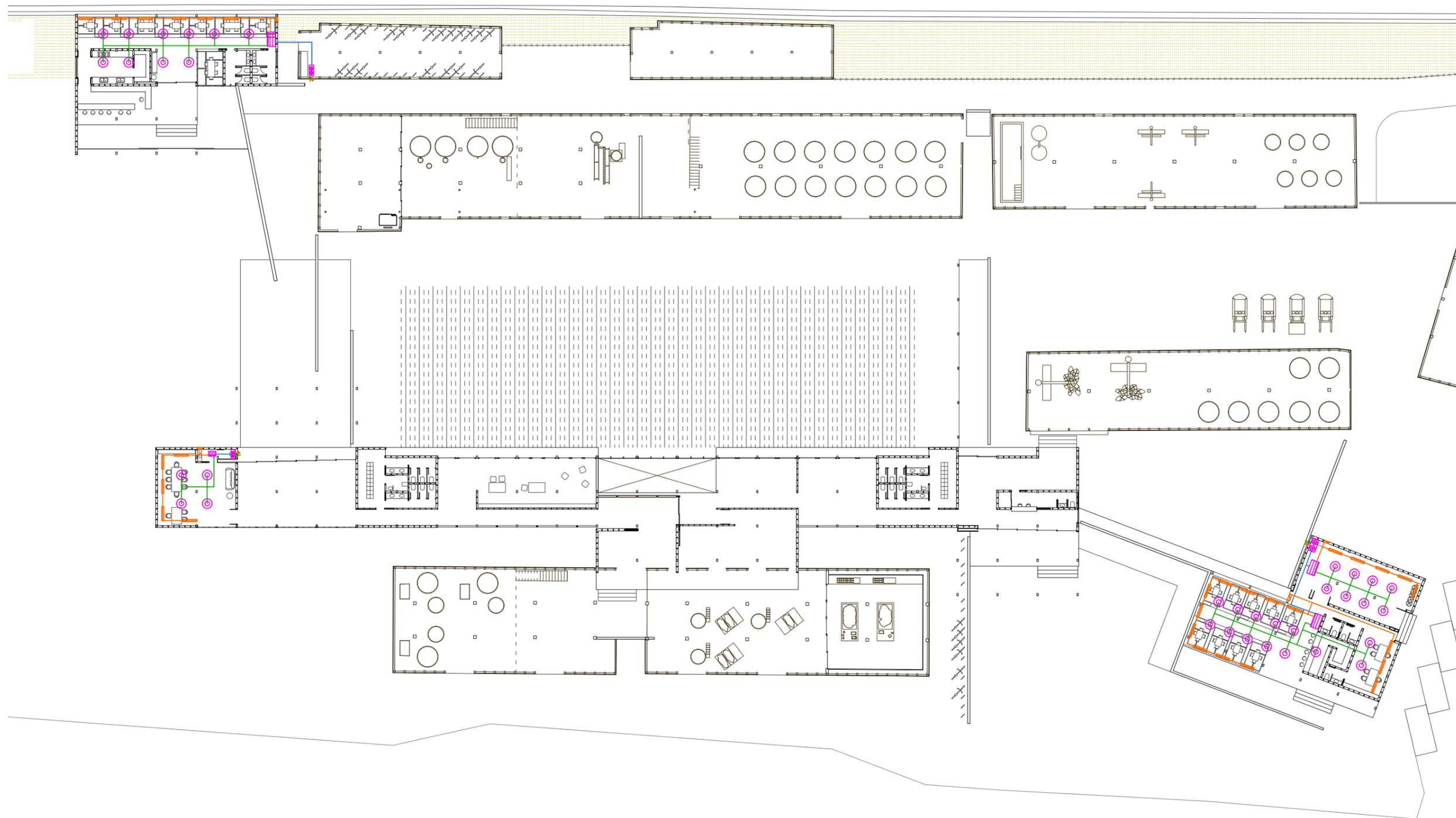
circuitos

- L.e. de Nave 1
- L.e. de Nave 2
- L.e. de Nave 3
- L.e. de Nave 4
- L.e. de Nave 5
- L.e. de Nave 6
- L.e. de Nave 7
- L.e. de Nave 8
- L.e. de Museo
- L.e. de Restaurant
- L.e. de Bar
- L.e. de exterior

Plano de electrotécnia

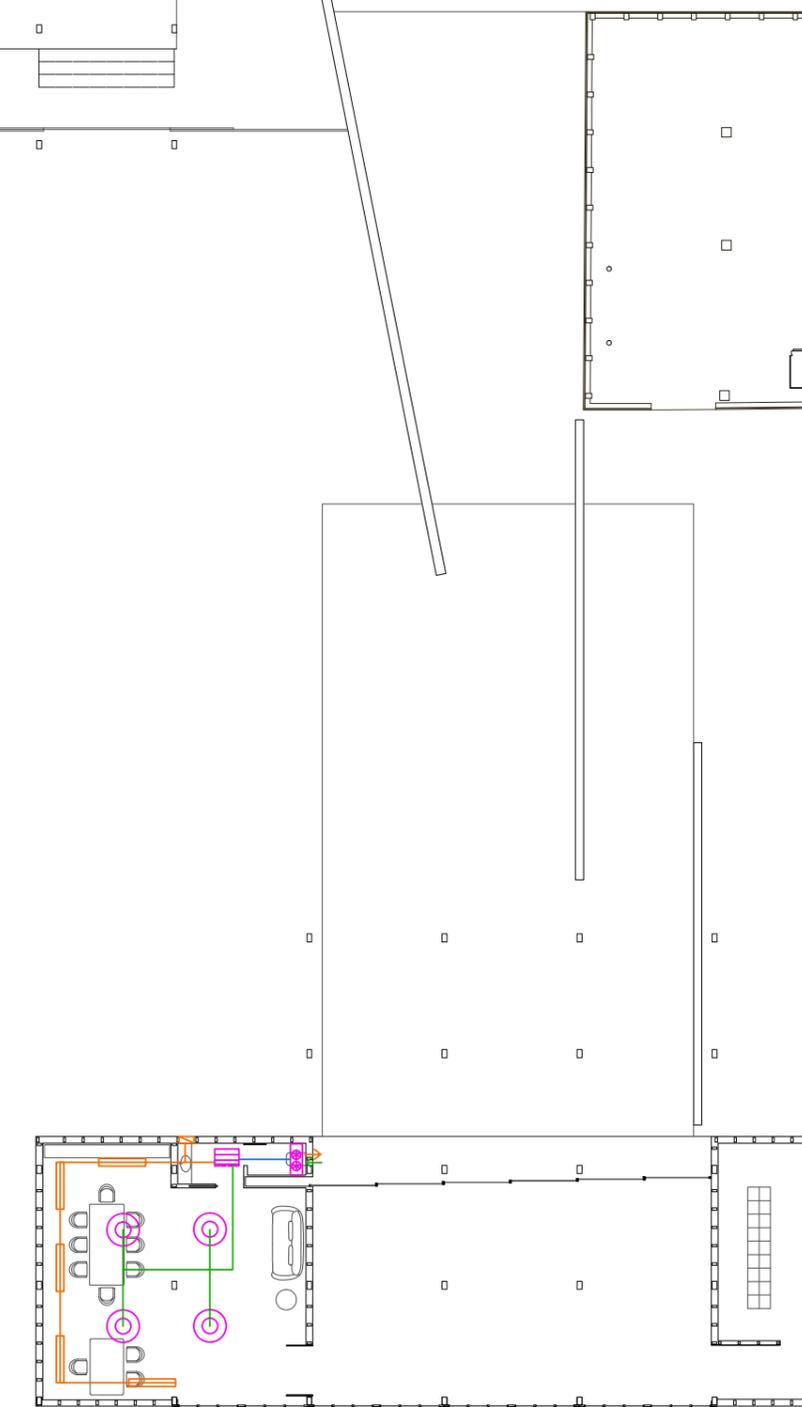
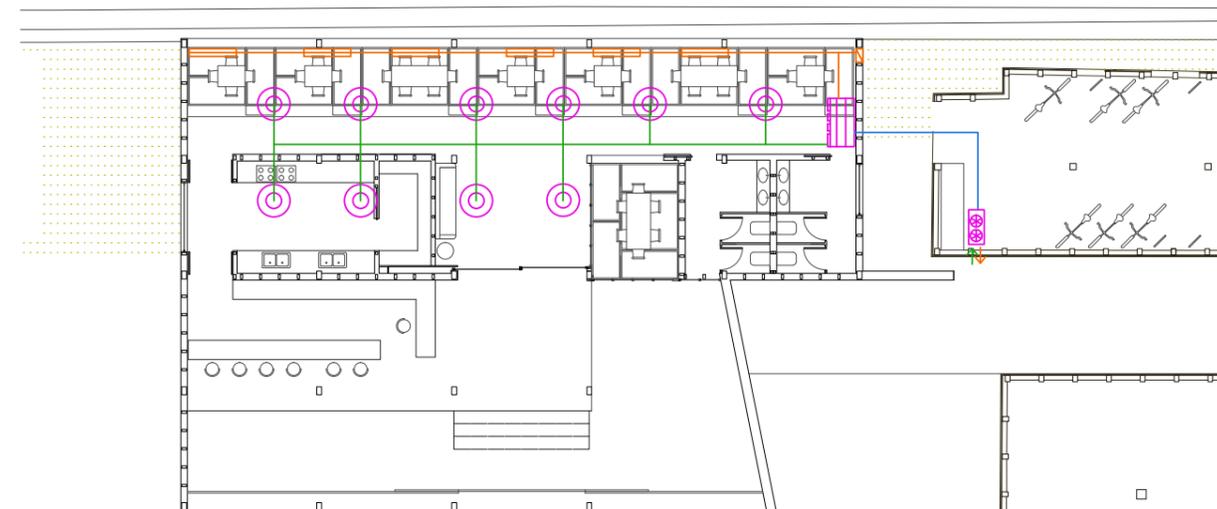
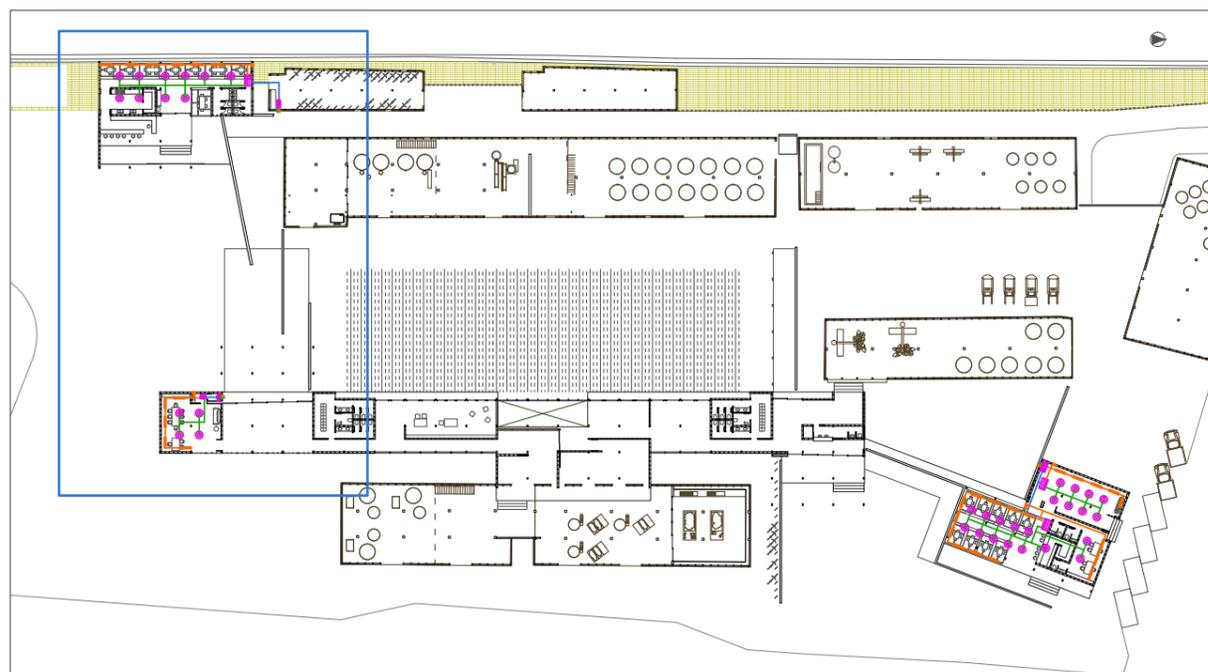






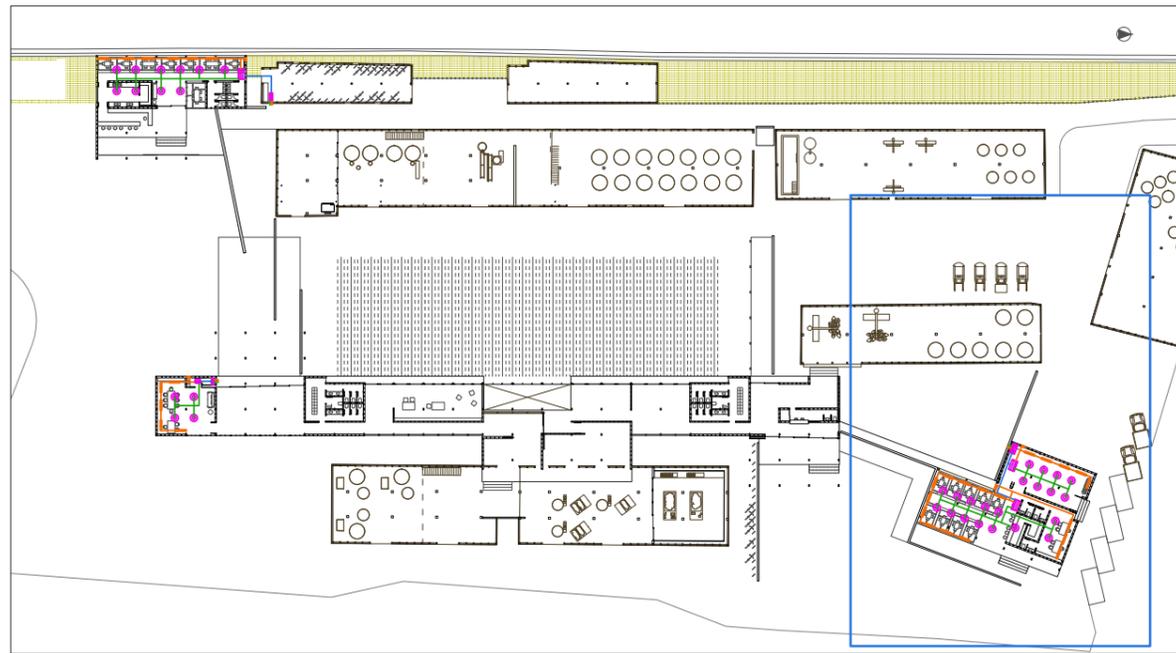
- | | |
|---|--|
|  Unidad exterior |  Rejilla retorno |
|  Unidad interior |  Conducto impulsión |
|  Difusor |  Conducto retorno |
| |  Tuberías cobre fluido refrigerante (ida y retorno) |
| |  Rejilla renovación |

Instalación de climatización

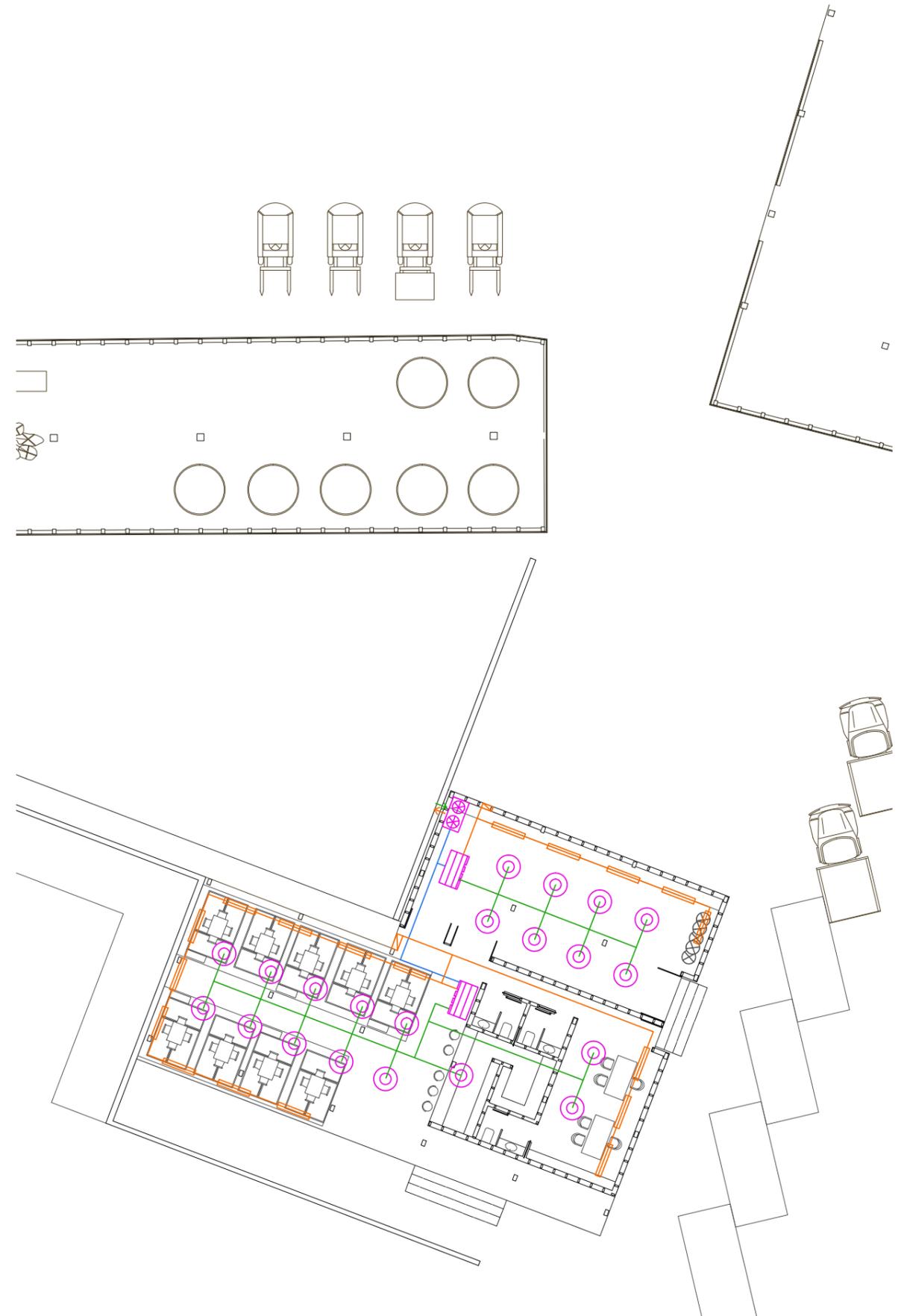


- | | |
|---|--|
|  Unidad exterior |  Rejilla retorno |
|  Unidad interior |  Conducto impulsión |
|  Difusor |  Conducto retorno |
| |  Tuberías cobre fluido refrigerante (ida y retorno) |
| |  Rejilla renovación |

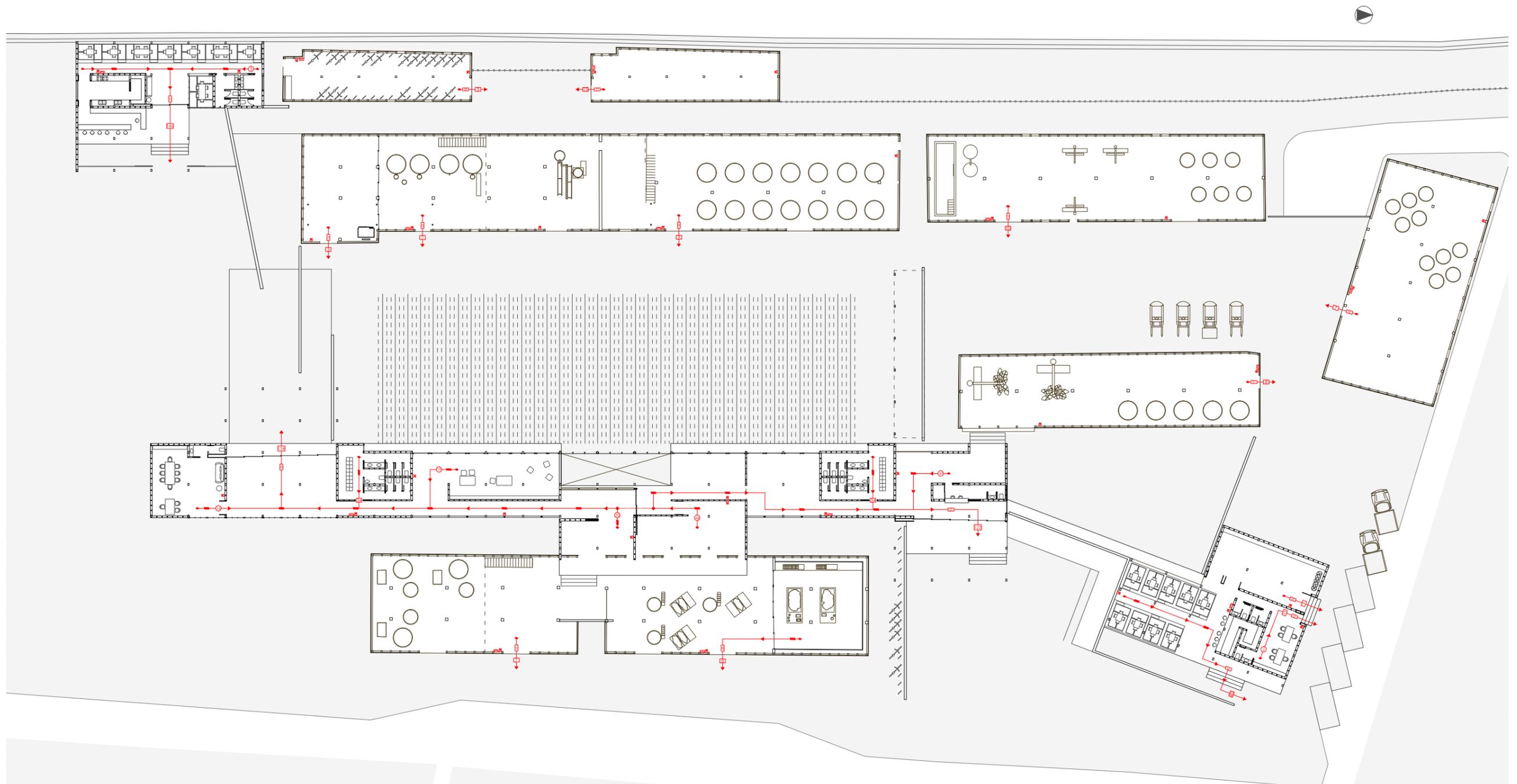
Instalación de climatización



-  Unidad exterior
-  Unidad interior
-  Difusor
-  Rejilla retorno
-  Conducto impulsión
-  Conducto retorno
-  Tuberías cobre fluido refrigerante (ida y retorno)
-  Rejilla renovación

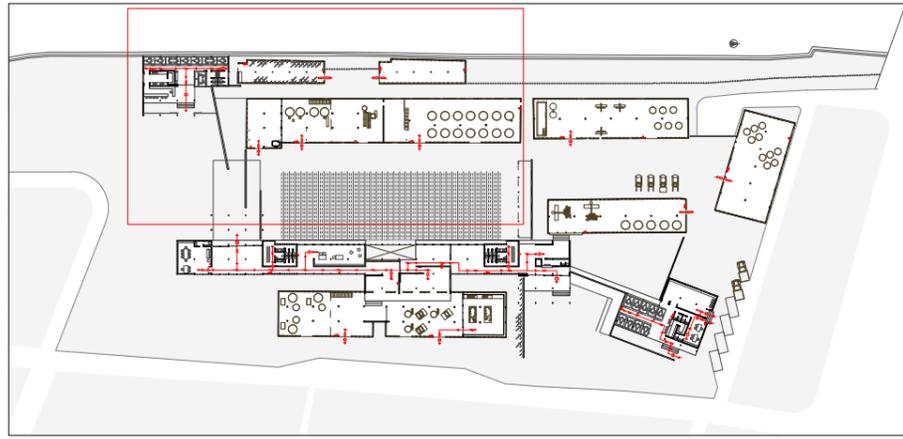


Instalación de climatización

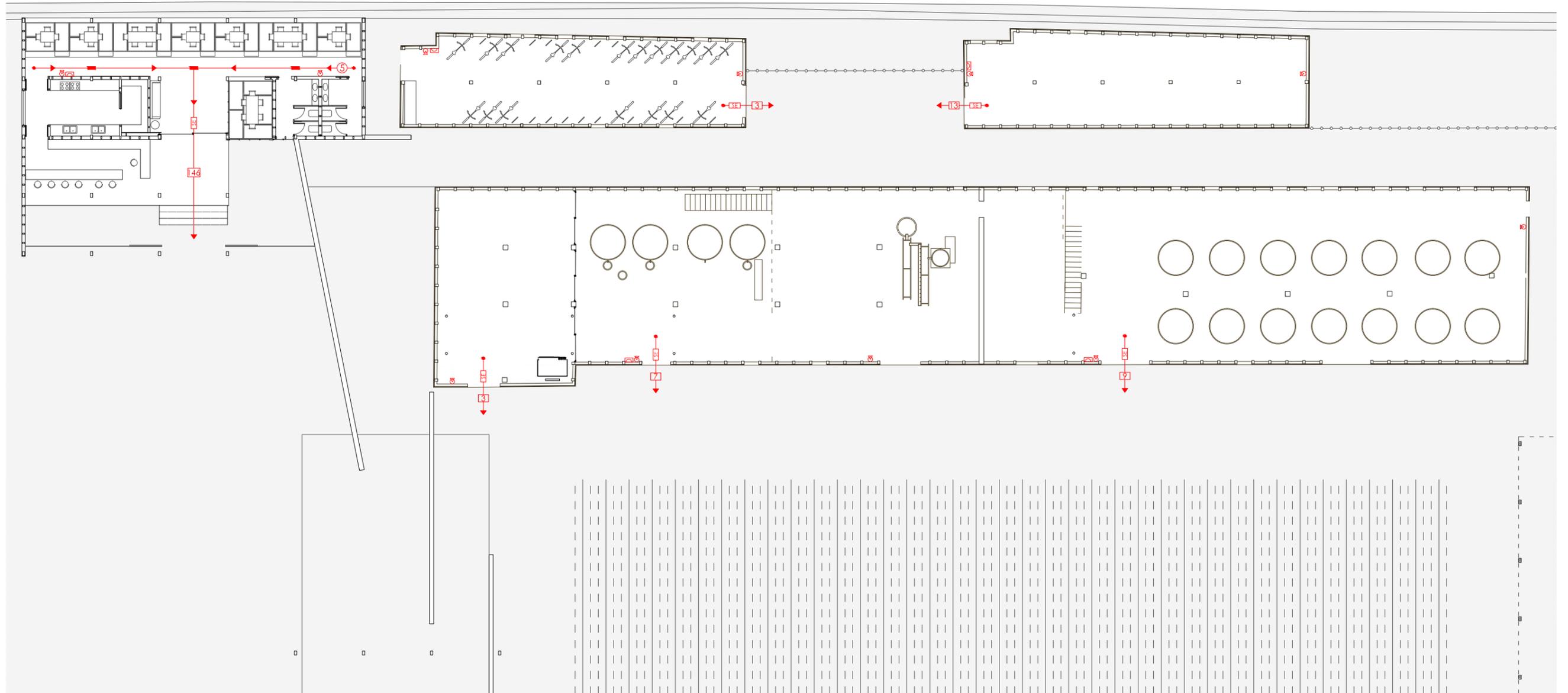


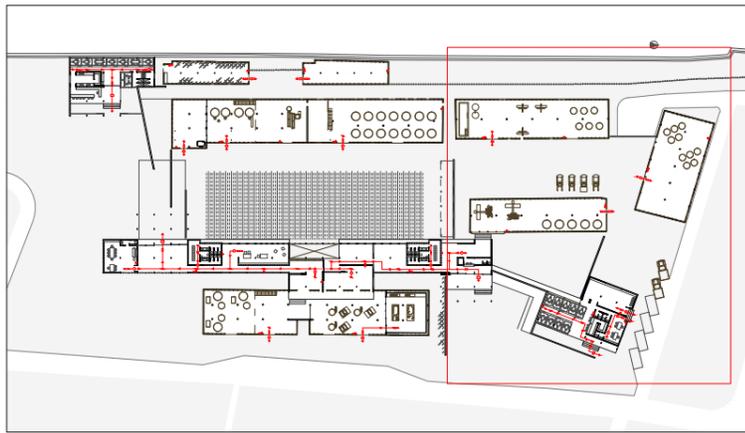
- Origen de evacuación
- Alumbrado de emergencia en techo
- ← Sentido de evacuación
- ◆ Recorrido alternativo
- Ⓞ Ocupación de un recinto
- ⊠ Distribución de evacuación
- ☒ Alumbrado de emergencia SALIDA
- ☺ Extintor de CO2 21A-113B
- ☒ Boca de incendio

Normativa de incendios

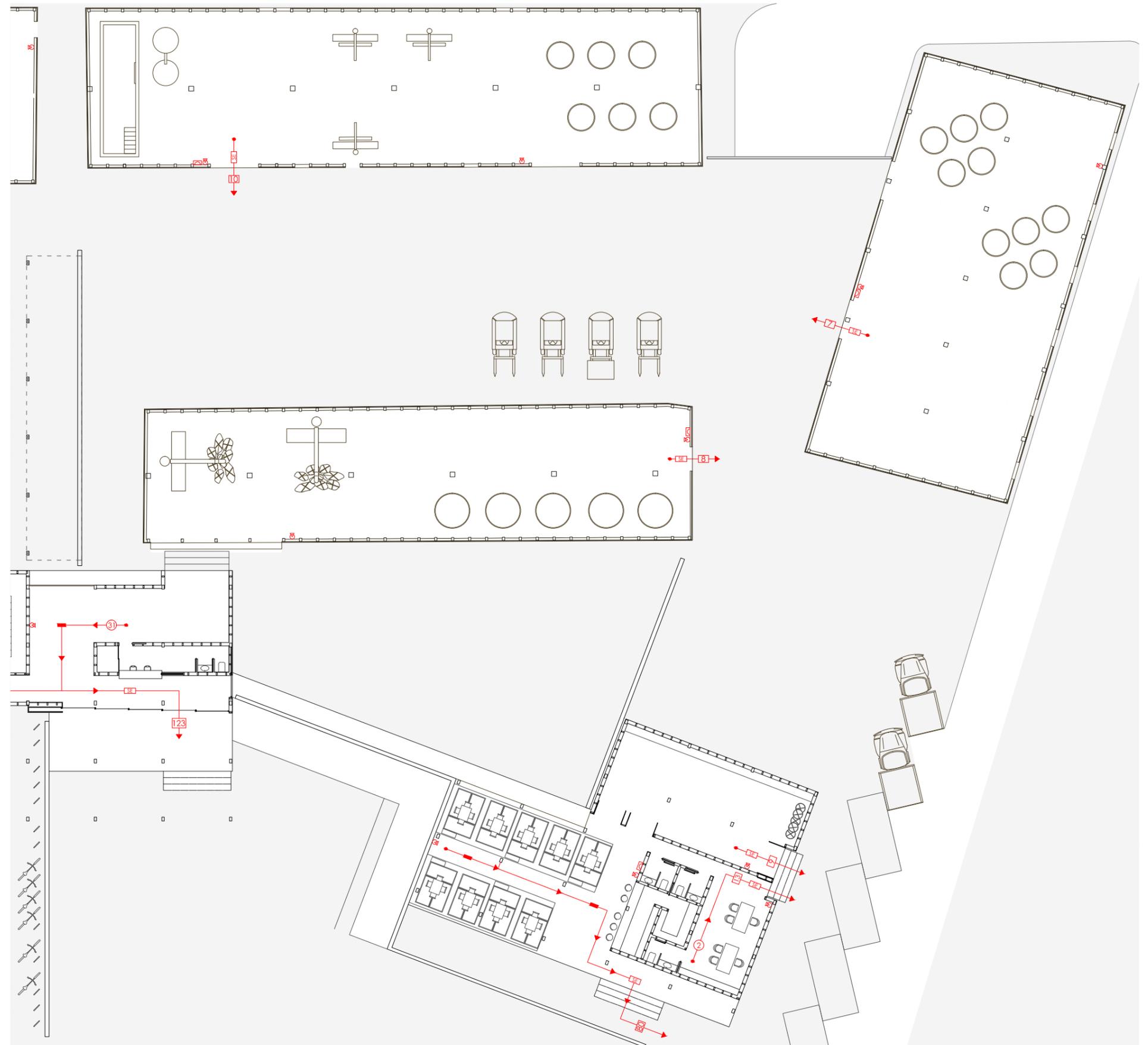


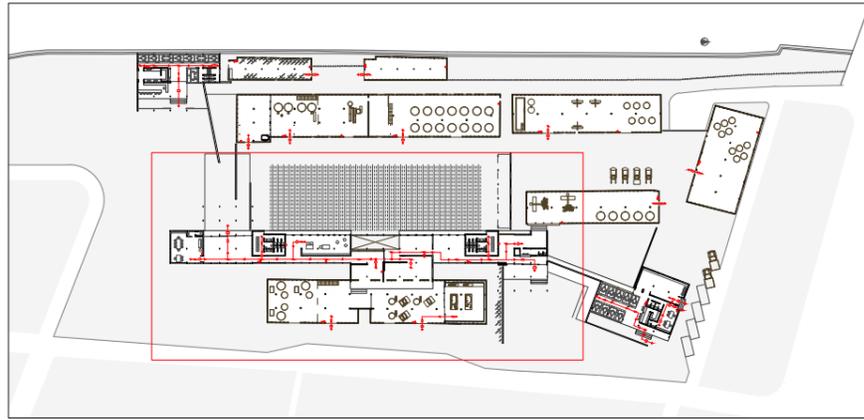
- Origen de evacuación
- Aluminado de emergencia en techo
- ← Sentido de evacuación
- ◆ Recorrido alternativo
- ⑤ Ocupación de un recinto
- ⊠ Distribución de evacuación
- ☒ Aluminado de emergencia SALIDA
- ⊗ Extintor de CO2 21A-113B
- ⊠ Boca de incendio





- Origen de evacuación
- Alumbrado de emergencia en techo
- ← Sentido de evacuación
- ◆ Recorrido alternativo
- ④ Ocupación de un recinto
- ☒ Distribución de evacuación
- SE Alumbrado de emergencia SALIDA
- ☒ Extintor de CO2 21A-113B
- ☒ Boca de incendio





- Origen de evacuación
- Alumbrado de emergencia en techo
- ← Sentido de evacuación
- ◆ Recorrido alternativo
- ⑥ Ocupación de un recinto
- ② Distribución de evacuación
- ③ Alumbrado de emergencia SALIDA
- ⊗ Extintor de CO2 21A-113B
- ⊞ Boca de incendio

