



UNIVERSITAT
POLITÈCNICA
DE VALÈNCIA



ESCOLA TÈCNICA
SUPERIOR
D'ARQUITECTURA

MALILLA. CENTRO CULTURAL
Memoria

Laura Isabel Montañana García
Tutor: Juan Pedro Romera Giner

Trabajo Final de Máster, Julio 2018
Lab h

PALABRAS CLAVE

Centro cultural; biblioteca; auditorio; aulario; Malilla.

RESUMEN

El análisis exhaustivo del barrio de Malilla conduce hacia una propuesta de regeneración mediante acupuntura urbana, de la cual se escoge uno de los equipamientos propuestos para ser, finalmente, el objeto de este trabajo final de máster. De dicho análisis se deduce la carencia cultural del barrio como punto originario de varios de los problemas graves de Malilla. Por esta razón, se proyecta un impulsor cultural compuesto por 5 edificios, a saber: una biblioteca, un auditorio, un aulario, un restaurante/cafetería y administración. Los volúmenes se conciben pertenecientes a un mismo todo, relacionándose mediante una pasarela principal y vegetación.

La mezcla por capas del jardín, la pasarela, las plazas y las piezas edificadas crean un micro-mundo donde el conocimiento se convierte en algo tan atrayente como poderoso, produciendo un punto de inflexión en este barrio.

MALILLA. Centro cultural.

KEY WORDS

Cultural center; library; concert hall; lecture building; Malilla.

ABSTRACT

The exhaustive analysis of the Malilla neighborhood leads to a regeneration proposal through urban acupuncture, from which one of the proposed facilities is chosen to be, finally, the object of this final master's project. From this analysis we can deduce the cultural lack of the neighborhood as the originating point of several of Malilla's serious problems. For this reason, a cultural impeller is projected consisting of 5 buildings, which are: a library, an auditorium, a classroom, a restaurant / cafeteria and administration. The volumes are conceived belonging to the same whole, connected by a main walkway and vegetation.

The layered mix of the garden, the walkway, the squares and the built-up pieces create a micro-world where knowledge becomes as attractive as powerful, producing a turning point in this neighborhood.

PARAULES CLAU

Centre cultural; biblioteca; auditori; aulari; Malilla.

RESUM

L'anàlisi exhaustiva del barri de Malilla condueix cap a una proposta de regeneració per mitjà d'acupuntura urbana, de la qual es tria un dels equipaments proposats per a ser, finalment, l'objecte d'aquest treball final de màster. De la dit anàlisi es dedueix la carència cultural del barri com a punt originari d'alguns dels problemes greus de Malilla. Per esta raó, es projecta un impulsor cultural compost per 5 edificis, a saber: una biblioteca, un auditori, un aulari, un restaurant/cafeteria i administració. Els volums es conciben pertanyents a un mateix tot, relacionant-se per mitjà d'una passarel·la principal i vegetació.

La mescla per capes del jardí, la passarel·la, les places i les peces edificades creguen un micro-món on el coneixement es torna tan atractiu com poderós, produint un punt d'inflexió en aquest barri.

MALILLA. Centro cultural.

ÍNDICE

| | | |
|-----|---|----|
| 1. | ANÁLISIS TERRITORIAL Y ORDENACIÓN URBANA..... | 7 |
| 1.1 | Introducción | |
| 1.2 | Análisis | |
| 1.3 | Propuesta de nueva ordenación urbana | |
| 2. | IDEACIÓN DEL PROYECTO..... | 23 |
| 3. | DESCRIPCIÓN GRÁFICA DEL PROYECTO..... | 27 |
| 3.1 | Plantas generales a esc. 1:350 | |
| 3.2 | Plantas de cada pieza a esc. 1:150 | |
| 3.3 | Alzados | |
| 3.4 | Sección fugada | |
| 3.5 | Sección constructiva | |
| 3.6 | Detalles constructivos | |
| 3.7 | Vistas | |
| 4. | DESCRIPCIÓN TÉCNICA DEL PROYECTO..... | 67 |
| 4.1 | Materialidad | |
| 4.2 | Proyecto estructural | |
| | - Memoria técnica de la estructura | |
| | - Memoria de cálculo de cimentación y placas alveolares | |
| | - Planos | |
| | Acciones aplicadas al modelo estructural | |
| | Forjados | |
| | Armado de losa | |
| | Despiece de vigas | |
| | Cuadro de pilares | |
| | Detalle encepado pilotes | |
| 4.3 | Instalaciones | |
| | - Protección contra incendios y accesibilidad | |
| | - Salubridad | |
| | - Climatización | |
| | - Electricidad | |

MALILLA. Centro cultural.

ANÁLISIS DEL TERRITORIO Y ORDENACIÓN URBANA

INTRODUCCIÓN

La elección de Malilla como entorno sobre el que trabajar en este proyecto sin enunciado viene dada por una serie de factores.

Comencé con la necesidad de investigar acerca del ámbito del urbanismo relacionado con el género, leyendo a Jane Jacobs y su obra "Muerte y vida de las grandes ciudades", alguna tesis sobre el tema como la de María Novas llamada "Arquitectura y género" o incluso guías territoriales como la del IVE: "Género y política urbana", en la que algunos de los autores son profesores de esta escuela, como Begoña Serrano, Eva Álvarez o Carlos Gómez.

Por otro lado, se encontraba mi inquietud por uno de los problemas más graves actualmente, como es la violencia de género. Esto me llevó a investigar a su vez algunos proyectos marco de atención integral a mujeres víctimas de este tipo de violencia y a familiarizarme con sus protocolos. Durante dicha investigación di con un estudio realizado por el catedrático de psicología social de la Universidad de Valencia Enrique Gracia, en el cual se plantea el primer mapa de riesgo de violencia contra la mujer de Valencia por vecindarios. Un mapa pionero en Europa que señala los 60 núcleos vecinales donde las mujeres están más expuestas a los malos tratos y donde además, se hace hincapié en que este problema se ve ampliamente influenciado por aspectos socioeconómicos como la pobreza, el fracaso escolar y la criminalidad. Los que aparecen en este mapa con mayor índice de riesgo son barrios como Ciutat Fallera, el Cabanyal-Canyamelar, Nazaret o **Malilla**.

Tras la lectura e investigación sobre este aspecto del género en la arquitectura y el urbanismo y con la ambición de poder ayudar a mejorar uno de estos barrios con mayor tasa de violencia y problemática social, fue Malilla el entorno decidido como reto para este trabajo final de máster.

Una vez seleccionado un entorno que parecía caldo de cultivo de muchas de las problemáticas que tenía intención de estudiar, comencé realizando un análisis profundo del barrio, sus carencias y sus puntos no tan problemáticos. Con una serie de objetivos impuestos, que desglosaré en el siguiente apartado y que procedían de mis lecturas acerca del urbanismo, realicé una propuesta de acupuntura urbana en la zona norte de este barrio que creí más oportuna como solución a los problemas descubiertos tras el análisis.

Acabé encontrándome con que la mayor necesidad de este barrio, y la gran causa, entre otras, de la violencia que se generaba en éste era la falta de cultura y el fracaso escolar. La ausencia de espacios donde sus habitantes pudieran relacionarse, conocerse y además crecer cultural y espiritualmente estaba llevando al barrio a ser un lugar de paso. Ese espacio que los vecinos reclamaban con ímpetu y que atacaría la violencia de raíz alimentando las "células grises" de sus habitantes sería finalmente el objeto de este trabajo final de máster: **un centro cultural en Malilla. Un Centro del Conocimiento.**



ANÁLISIS

Malilla es un barrio de Valencia, perteneciente al distrito de Cuatre Carrers. Se trata de un barrio que ha perdido su esencia, o que lamentablemente nunca fue capaz de tenerla. La asociación de vecinos lleva mucho tiempo luchando por un barrio más atractivo, que cumpla con las necesidades del vecindario, en el que sea agradable vivir y sin peligrosidad.

Actualmente se ha realizado un proyecto que destruye por completo la huerta, en vez de protegerla, y que para nada soluciona los problemas internos del barrio. Estos problemas no han sido estudiados ni analizados, por lo que la solución se presenta como un parche que está lejos de convertir a Malilla en el barrio que sus vecinos necesitan. Es por todo esto por lo que en este proyecto no se va a tener en cuenta este PAI.

Para este proyecto parto de unos objetivos impuestos tras haber investigado sobre la arquitectura y el urbanismo de género. Estos **objetivos** son:

- **Eliminar la peligrosidad de las calles.**
La existencia de vacíos espaciales en gran cantidad, espacios poco iluminados o la inexistencia de relación entre los vecinos (gente desconocida que sólo viene de paso) genera un ambiente de tensión y sensación de peligrosidad a evitar en cualquier ordenación urbana.



LO QUE SOBRA

1. BARRERA FÍSICA.

Vías del tren.



3. BAJOS COMERCIALES.

Bajos insalubres y vacíos.



2. APARCAMIENTO NO REGULADO.

Vías principales colapsadas por el rodado.



7. CENTROS EDUCATIVOS DEFICIENTES.

Instituto con falta de plazas y colegios mal situados.



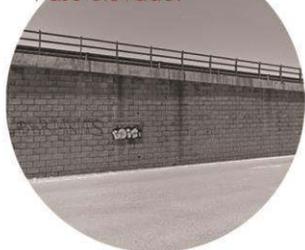
4. PRIORIDAD DE RODADO.

Falta dar prioridad al peatón.



5. BARRERA FÍSICA.

Paso elevado.



6. BORDE SIN TRATAR.

Encuentro del barrio con la huerta sin proyectar.



LO QUE FALTA

- X PUNTOS DE ENCUENTRO (PLAZAS)
- X PLAZA CENTRAL
- X IDENTIDAD DEL BARRIO
- X BIBLIOTECA
- X CENTROS DE EDUCACIÓN EXTRAESCOLAR
- X POCAS PLAZAS DE INSTITUTO
- X ESPACIOS PARA OCIO (FERIAS, MERCADO...)
- X PARQUES O JARDINES
- X CONEXIÓN CON VALENCIA
- X ESPACIOS CULTURALES
- X VIVIENDA DE PROTECCIÓN OFICIAL

- **Facilitar la movilidad al ciudadano.**
Es necesario estudiar las distancias de los recorridos para mejorar la rapidez y hacer un mejor uso de los tiempos. También de esta forma favorecemos la actividad en ciertos espacios y ayudamos a mejorar los desplazamientos en la rutina diaria, como por ejemplo llevar a los hijos a la escuela y acudir rápidamente al trabajo. ISOCRONAS.
- **Crear un tejido social multifuncional.**
La separación por núcleos entre equipamientos y vivienda sólo produce aislamiento y falta de actividad. La mezcla de los diferentes usos en un mismo núcleo favorece las relaciones sociales y evita los vacíos y el aislamiento.
- **Estudiar la densidad poblacional real y crear actividad.**
Es importante estudiar la densidad demográfica actual del territorio en el que nos encontramos, si se encuentra baja o es alta y actuar en consecuencia. Además, discernir si dicha densidad está creando una actividad real o no.
- **Crear espacios arquitectónicos flexibles.**
La posibilidad de que los espacios creados para el barrio puedan evolucionar en el tiempo es muy interesante y aporta el factor evolución al proyecto. También es relevante el estudio de los espacios intermedios, donde la línea entre lo público y lo privado se desvanece.

Al realizar un sencillo recorrido por el barrio, lo primero que llama la atención es la presencia de grandes vacíos.

Los que podríamos entender serían los ejes principales del barrio (calle de Malilla y calle de Joaquín Benlloch) carecen de una homogeneidad visual, apareciendo durante el recorrido solares y plantas bajas, en contraposición con las parcelas edificadas en 7 u 8 alturas.

La conexión con el resto de Valencia es difícil, apareciendo barreras físicas y visuales.

MOVILIDAD Y ACCESIBILIDAD

El viario actual del barrio de Malilla está centrado en el rodado. Prácticamente no encontraremos calles peatonales. A pesar de esto, sí que existe carril bici a lo largo de los dos ejes principales y paradas de autobús.

Por otro lado existen zonas muy centradas en la vivienda sin equipamiento cercano. Las distancias entonces se hacen largas y, sin embargo, en los datos demográficos podemos observar que la mayor parte de la población es de edad avanzada, incluso envejecida.

Al no haber sido proyectadas bolsas de aparcamiento adecuadas al principio y al final de los ejes, los coches inundan las calles dejando poco ancho disponible para su peatonalización, lo que fomentaría el movimiento de personas y su actividad económica.





RELACIONES SOCIALES Y TRABAJO

Los dos ejes principales del barrio a simple vista podrían crearse ejes comerciales y de actividad.

El problema es que cuando se circula por ellos lo que podemos ver son ejes principalmente rodados, sin prácticamente acera y donde los bajos comerciales están vacíos o en malas condiciones. La actividad económica y de trabajo en el barrio es pésima. Además, no existen bolsas peatonales de encuentro o de disfrute de esos recorridos.

Existen tantos vacíos a lo largo de la calle Malilla especialmente que se convierte en una tarea árduo difícil el que este eje pueda llegar a ser un foco de actividad y movimiento. Los bajos comerciales brillan por su ausencia o están deteriorados. Tampoco existen espacios creados especialmente para fomentar la atracción hacia los ejes donde se puedan establecer relaciones sociales y culturales.

Hay un problema sistemático, asociado a los vacíos espaciales, que es el de las medianas. Estas aparecen continuamente, especialmente a lo largo de este eje o calle Malilla. Estas medianas se encuentran sin tratamiento alguno, lo que produce un desperfecto en la estética del barrio y una sensación de dejadez.

Asociado al problema de los pocos bajos comerciales existentes y de su deterioro aparece la problemática económica. El barrio no es capaz de generar actividad económica, con lo cual las personas en edad de trabajar han de desplazarse fuera del barrio para conseguirlo.

IDENTIDAD Y ATRACCIÓN

Cuando paseamos por las calles de Malilla percibimos una gran falta de actividad. El barrio parece un sitio de paso en el que no apetece quedarse a disfrutar del entorno o de las actividades que allí se realicen.

No existen hitos, actividades o detalles arquitectónicos que nos muestren algo de la historia del barrio. Tampoco se realizan festivales o talleres que aporten algo de atractivo a Malilla. La atracción e identidad son nulas y es algo que además se refleja en los datos demográficos, disminuyendo la población desde 2008.

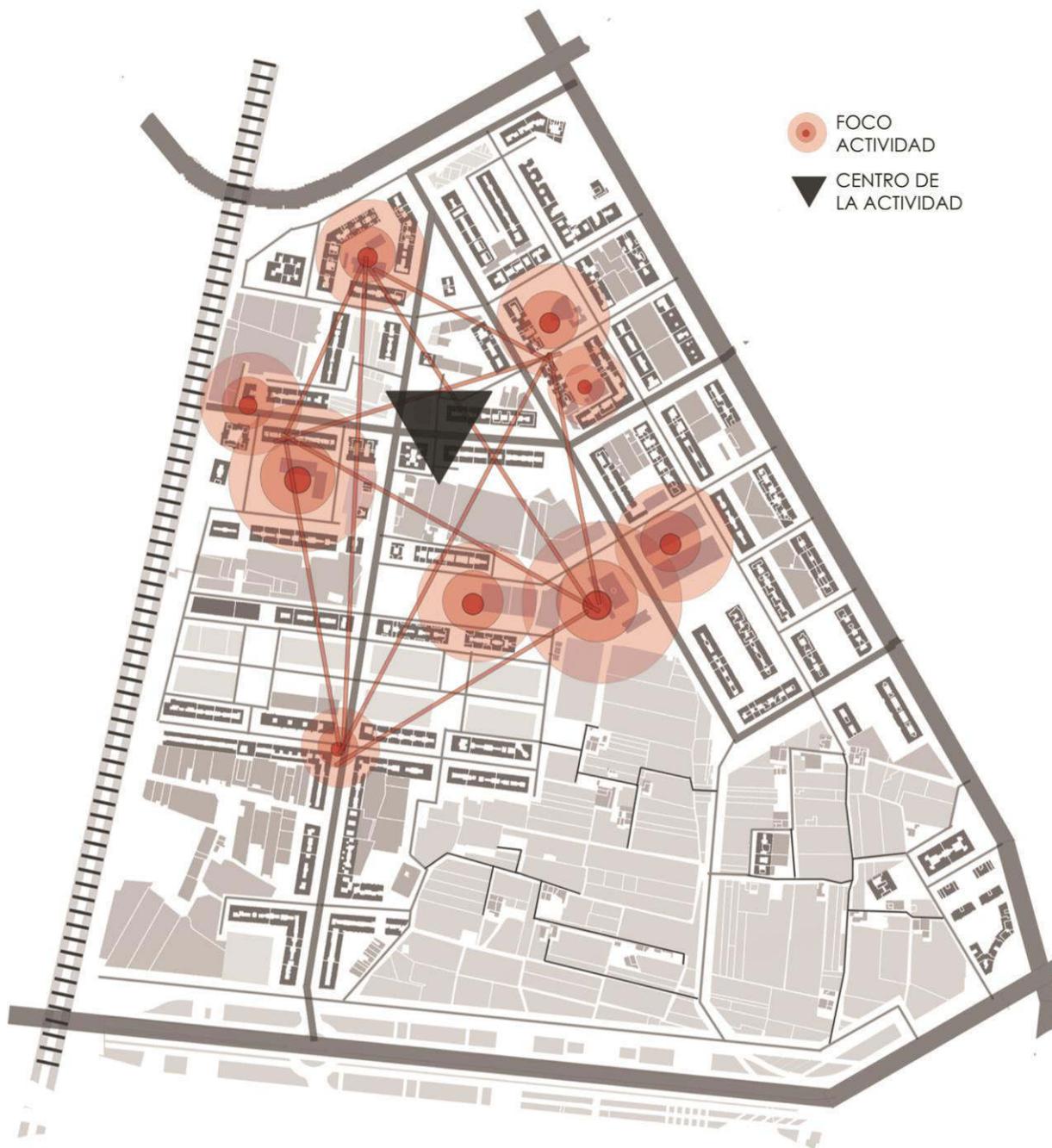
Cuando se repasa la historia de Malilla, algo muy característico de esta zona de Valencia es su huerta, la cual lleva consigo las alquerías típicamente valencianas y el entramado de acequias que regaban a éstas.

Es por esta razón que se decide estudiar la recuperación de las acequias que transitaban el barrio. La rehabilitación de las alquerías, que con el PAI han acabado destruyéndose y el aprovechamiento de la huerta.

Los ramales que discernían por Malilla antiguamente provenían de la acequia de Favara, la cual se dividía en el Roll de Gorrita, el Roll de cola, la Sèquia del Cabanyal, el Roll de boira y el Roll de lloseta.

Si lo que el barrio necesita es señas de su historia y su cultura que produzcan arraigo sería interesante la recuperación de todos estos elementos.





FORMACIÓN Y CULTURA

A pesar de que los datos demográficos presentan en el barrio a una población mayoritariamente con estudios, la calidad de éstos es pobre, lo que es seguramente causa de la alta tasa de criminalidad y violencia que existe en Malilla, estando estadísticamente entre los barrios con más violencia de género de Valencia.

No existen bibliotecas ni zonas culturales o de formación extraescolar que aporten un interés educativo al barrio. Tampoco podemos encontrar espacios que fomenten la relación entre los vecinos y acerquen, de una forma amena, la cultura y la educación al ámbito social de éstos.

Algunos colegios que aparecen se encuentran mal ubicados, como es el caso del CEIP Mateu Cámara o el CEIP Fernando de los Ríos, y además, el instituto se encuentra falto de plazas porque se ha quedado escaso para la demanda que exige Malilla.

Por todo esto, a pesar de que los datos numéricos puedan expresar un alivio con respecto a que los habitantes de Malilla tienen unos estudios mínimos, no es menos cierto que la calidad de estos es dudosa y que la formación en muchos casos es escasa para las exigencias actuales. Que no exista un amplio número de plazas en el instituto puede estar mandando el mensaje erróneo de que es suficiente con la educación escolar o que se ha de salir del barrio para alcanzar unos conocimientos medios.

DATOS DEMOGRÁFICOS DE MALILLA DE 2016

EVOLUCIÓN DE LA POBLACIÓN

| 1991 | 1996 | 2008 | 2009 | 2010 | 2011 | 2012 | 2013 | 2014 | 2015 | 2016 |
|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
| 15.648 | 16.976 | 22.909 | 22.880 | 22.689 | 22.321 | 22.233 | 22.071 | 21.971 | 21.865 | 21.965 |

Fuente: Padrón Municipal de Habitantes.

Font: Padró Municipal d'Habitants.

SUPERFICIE Y DENSIDAD DE POBLACIÓN

| Personas / Persones | Superficie / Superfície | Densidad de población / Densitat de població |
|---------------------|-------------------------|--|
| 21.965 | 250,7 | 87,6 |

Fuente: Padrón Municipal de Habitantes. 01/01/2016

Font: Padró Municipal d'Habitants. 01/01/2016

POBLACIÓN POR SEXO Y EDAD (GRANDES GRUPOS)

| | Total | 0-15 | 16-64 | 65 i més |
|--------------|---------------|--------------|---------------|--------------|
| Total | 21.965 | 3.420 | 14.402 | 4.143 |
| Hombres | 10.539 | 1.756 | 6.967 | 1.816 |
| Dones | 11.426 | 1.664 | 7.435 | 2.327 |

Fuente: Padrón Municipal de Habitantes. 01/01/2016

Font: Padró Municipal d'Habitants. 01/01/2016

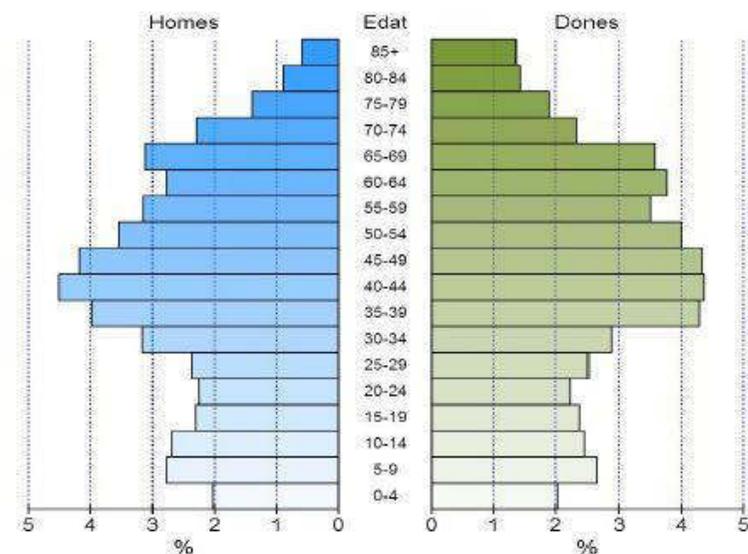
POBLACIÓN POR SEXO Y EDAD (GRUPOS DE 5 AÑOS)

| | Total | 0-4 | 5-9 | 10-14 | 15-19 | 20-24 | 25-29 | 30-34 | 35-39 | 40-44 | 45-49 | 50-54 |
|--------------|---------------|------------|--------------|--------------|--------------|------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|
| Total | 21.965 | 893 | 1.191 | 1.132 | 1.028 | 983 | 1.071 | 1.328 | 1.815 | 1.952 | 1.871 | 1.657 |
| Hombres | 10.539 | 446 | 611 | 591 | 505 | 493 | 519 | 695 | 872 | 992 | 918 | 779 |
| Dones | 11.426 | 447 | 580 | 541 | 523 | 490 | 552 | 633 | 943 | 960 | 953 | 878 |

Fuente: Padrón Municipal de Habitantes.

Font: Padró Municipal d'Habitants.

| 55-59 | 60-64 | 65-69 | 70-74 | 75-79 | 80-84 | 84 i més |
|-------|-------|-------|-------|-------|-------|----------|
| 1.461 | 1.440 | 1.470 | 1.014 | 722 | 509 | 428 |
| 691 | 611 | 684 | 502 | 305 | 196 | 129 |
| 770 | 829 | 786 | 512 | 417 | 313 | 299 |



POBLACIÓN SEGÚN LUGAR DE NACIMIENTO Y SEXO

| | Total | València | Resta de l'Horta | Resta de la Comunitat | Resta de l'Estat | Estranger |
|--------------|---------------|---------------|------------------|-----------------------|------------------|--------------|
| Total | 21.965 | 13.020 | 480 | 1.446 | 4.228 | 2.791 |
| Hombres | 10.539 | 6.403 | 228 | 677 | 1.895 | 1.336 |
| Dones | 11.426 | 6.617 | 252 | 769 | 2.333 | 1.455 |

Fuente: Padrón Municipal de Habitantes a 1 de enero de 2016.

Font: Padró Municipal d'Habitants a 1 de gener de 2016

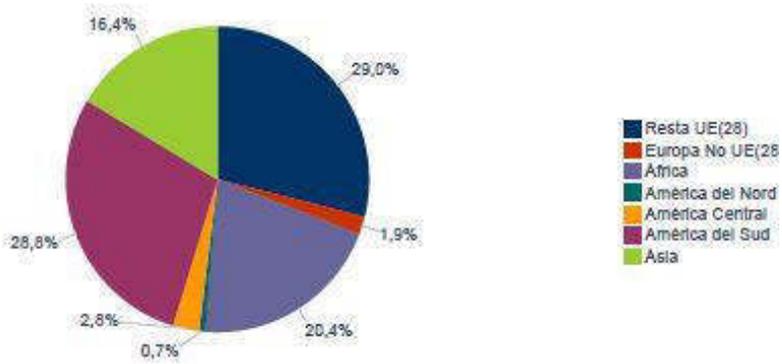


POBLACIÓ EXTRANJERA SEGÚN NACIONALIDAD

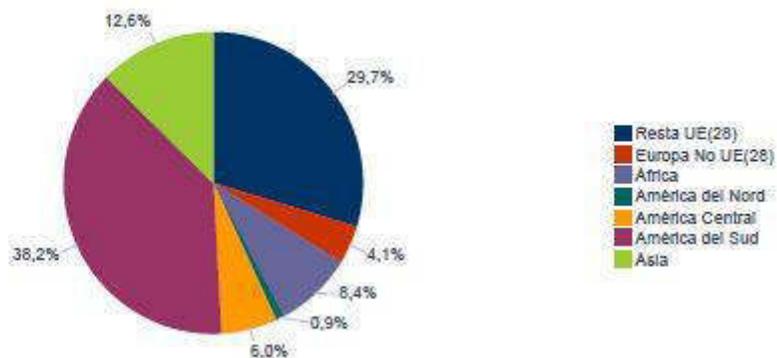
| | Total | Resta UE(28) | Europa No UE(28) | Àfrica | América del Nord | América Central | América del Sud | Àsia |
|--------------|--------------|--------------|------------------|------------|------------------|-----------------|-----------------|------------|
| Total | 1.770 | 519 | 53 | 256 | 14 | 78 | 593 | 257 |
| Hòmes | 891 | 258 | 17 | 182 | 6 | 25 | 257 | 146 |
| Dones | 879 | 261 | 36 | 74 | 8 | 53 | 336 | 111 |

Fuente: Padrón Municipal de Habitantes a 1 de enero de 2016.
Font: Padró Municipal d'Habitants a 1 de gener de 2016.

Varones / Homes



Mujeres / Dones

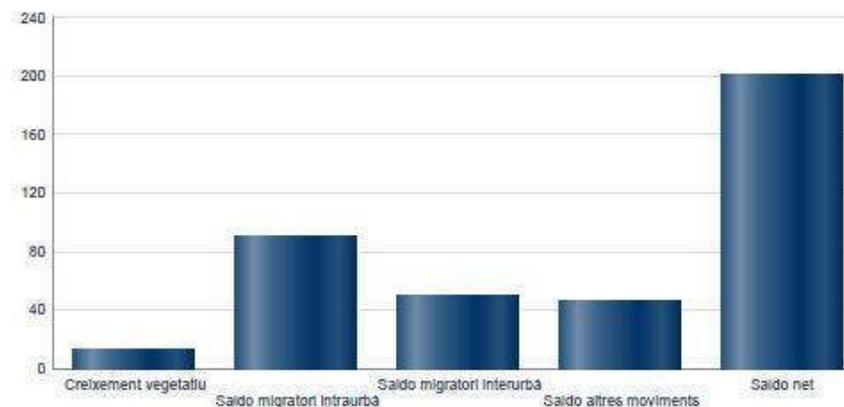


RESUMEN DE MOVIMIENTOS EN PADRÓN DURANTE 2015

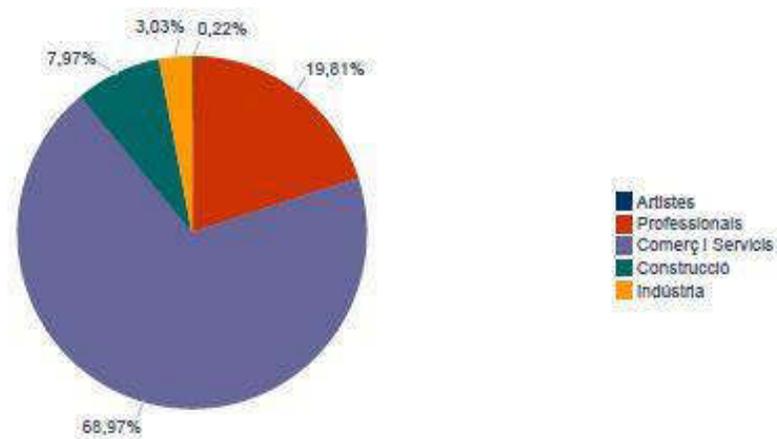
| | Nalxements | Altes per canvi de domicili | Immigrants | Altres altes | Total altes | Defuncions | Baixes per canvi de domicili | Emigrants | Altres baixes | Total baixes | Creixement vegetatiu | Saldo migratori Intraurbà | Saldo migratori Interurbà | Saldo altres moviments | Saldo net |
|--------------|------------|-----------------------------|------------|--------------|--------------|------------|------------------------------|------------|---------------|--------------|----------------------|---------------------------|---------------------------|------------------------|------------|
| Total | 157 | 853 | 670 | 157 | 1.637 | 144 | 803 | 579 | 111 | 1.637 | 13 | 91 | 50 | 46 | 200 |

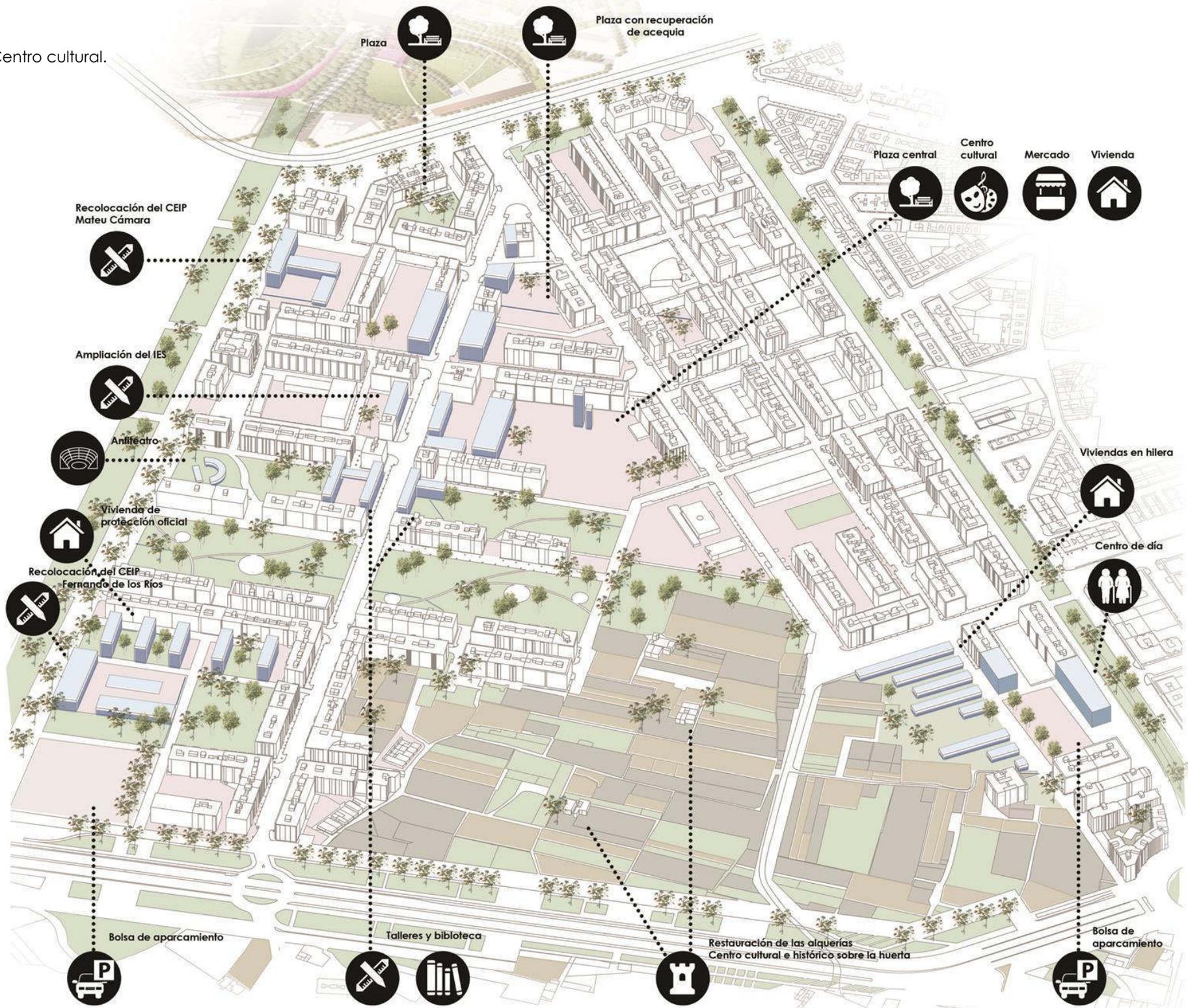
Fuente: Padrón Municipal de Habitantes 2015
Font: Padró Municipal d'Habitants 2015

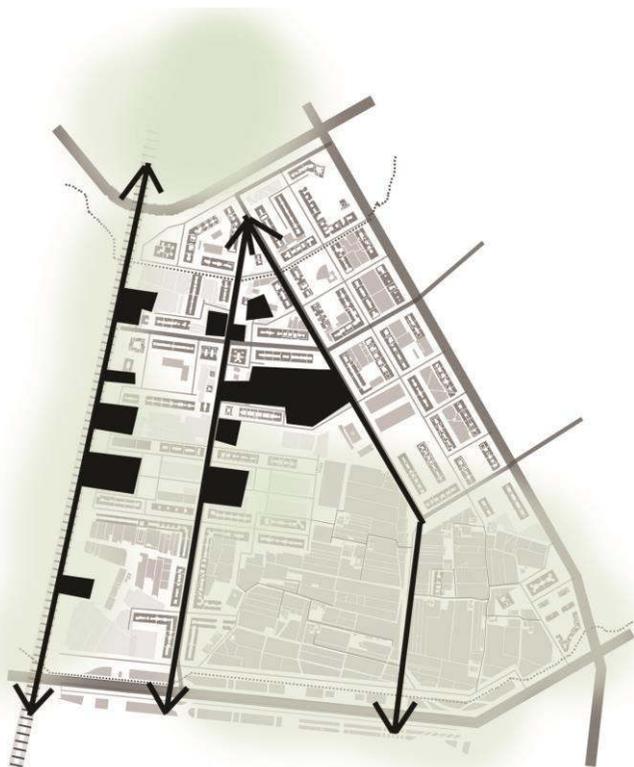
Saldo movimientos registrados en el Padrón
Saldo de moviments registrats al Padró



ACTIVIDADES ECONÓMICAS DEL BARRIO







ESQUEMA DE LA PROPUESTA

PROPUESTA DE NUEVA ORDENACIÓN URBANA

A modo de propuesta para el barrio de Malilla se crea un **corredor verde** que conecta el parque central con el barrio en sí y con la huerta. De esta manera se combate la no existencia de parques y jardines en Malilla, creadora de un espacio poco atractivo para residir.

La aparición de todos esos **vacíos** en los ejes principales produce la necesidad de creación de **obra nueva**, en especial equipamientos, pero sin olvidar la **restauración** de algunas piezas de importancia cultural como son las **alquerías**.

La **creación de equipamientos, plazas y vivienda** a lo largo de los dos ejes principales completa los grandes vacíos existentes, dota de los servicios públicos necesarios para el vecindario y crea dos vías atractivas para la actividad económica y las relaciones sociales. Se propone la **reubicación** tanto del **CEIP Mateu Cámara** como del **CEIP Fernando de los Ríos**. Además se **amplía el instituto**, añadiendo un edificio anexo a éste, que también completa uno de los vacíos existentes en la calle Malilla.

Se proyectan diversas plazas donde anteriormente se encontraban los colegios y **se recuperan** los antiguos **ramales** de la **acequia de Favara**. Se dispone de una **plaza mayor central**, en el punto donde según el análisis realizado la actividad es mayor, y que hasta ahora lo que hay es un solar descuidado. En esta gran plaza podrán realizarse diferentes actividades propias del barrio como son **mercadillos semanales, fiestas patronales...**

Se añaden, completando los solares, equipamientos tan necesarios y demandados como un **centro cultural, biblioteca, talleres extraescolares, un centro de día y vivienda de protección oficial**.

Se elimina la **barrera** producida por el tren, enterrando sus vías y creando un parque lineal en su lugar. Se crean **bolsas de aparcamiento** próximas a los ejes que liberan a estos de una cantidad ingente de vehículos, lo que permite aumentar las aceras en dichos ejes principales.

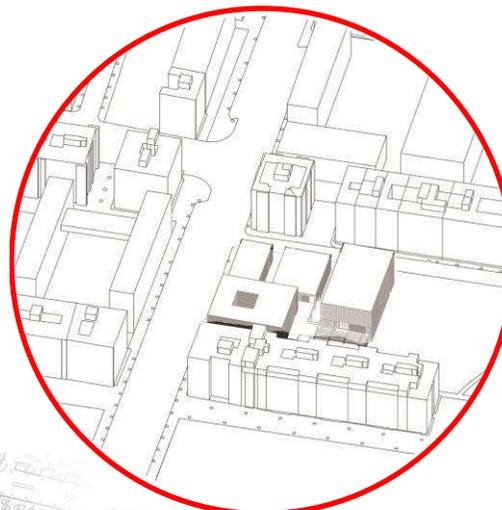
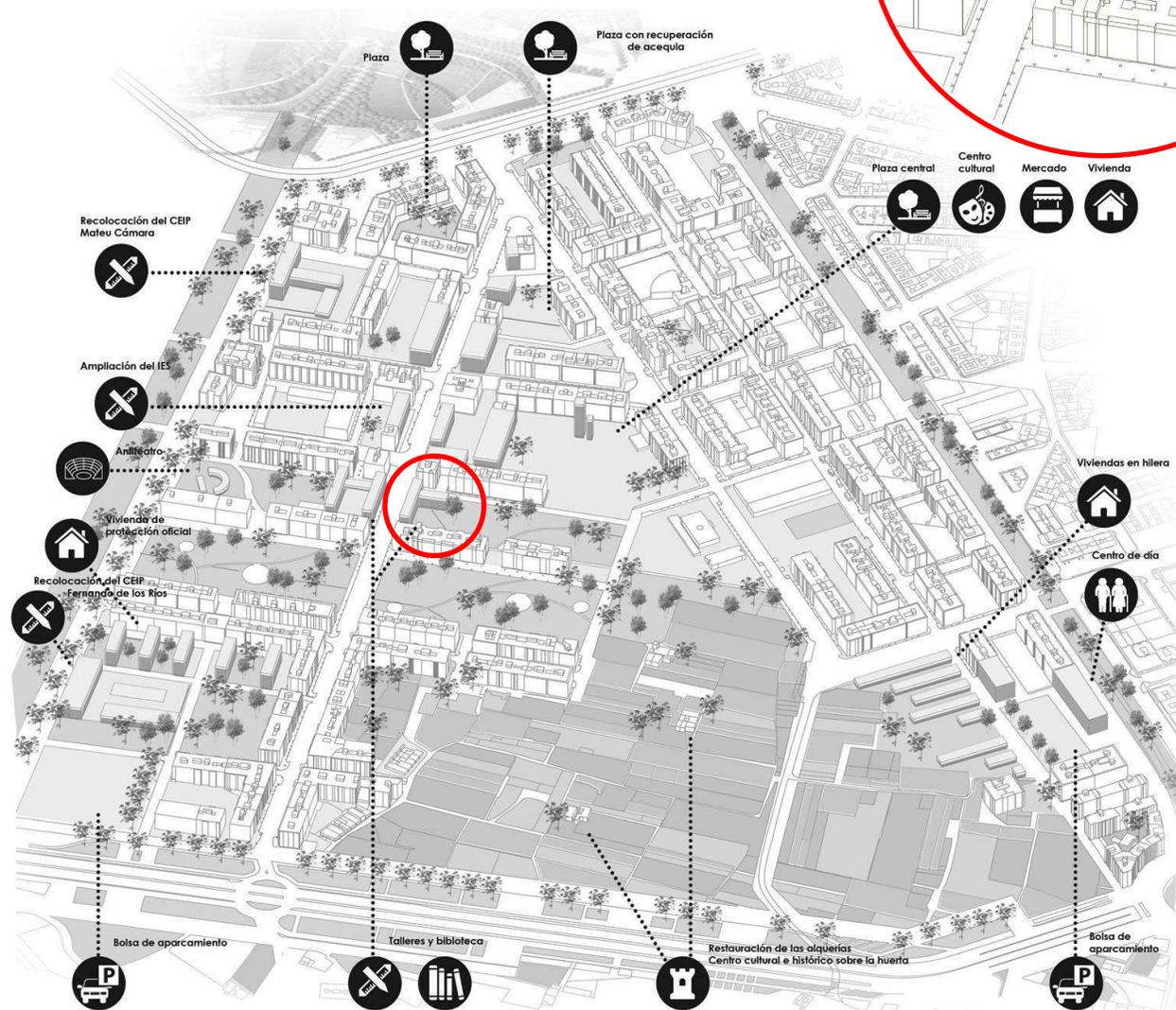
La conservación y puesta en valor de la huerta, las alquerías y la red de acequias crea la esencia de un **barrio con historia**.

MALILLA. Centro cultural.



IDEACIÓN DEL PROYECTO

DESPUÉS DE LA INTERVENCIÓN



EMPLAZAMIENTO

Tras la propuesta de nueva ordenación urbana para la **zona norte** del barrio de Malilla, se selecciona uno de los equipamientos propuestos para realizar el proyecto básico de éste.

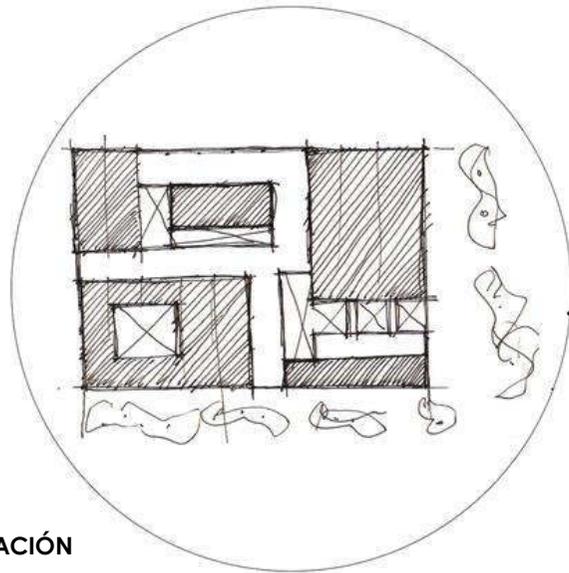
En un primer momento la idea era proyectar únicamente una biblioteca pública con talleres extraescolares. No obstante, las necesidades del barrio eran tan grandes que, a pesar de que el trabajo final de máster se reduce a un escueto período de tiempo, intenté poder aportar lo máximo posible a que el barrio pudiese mejorar, dentro de mis posibilidades.

De esta forma, el objeto de este proyecto final de máster ha terminado siendo un centro cultural completo, pero no un centro cultural al uso. El programa no se centra únicamente en acercar el mundo de las artes a los habitantes del barrio, sino que, desde un punto de mira más genérico, se transforma en un instrumento para acercar el conocimiento en todos sus ámbitos.

El lugar escogido fue la zona pensada para la biblioteca y talleres y próxima a la plaza principal. Esta zona da principalmente a la **calle Malilla** y vuelca a su vez a la **calle Bernat Descoll**.

Ya en la primera propuesta de ordenación se puede ver la intención de que esa **pieza** esté **vinculada al jardín** que se encuentra en su misma parcela. Así, veremos que uno de los objetivos principales de este proyecto será la introducción del jardín en el centro cultural, produciéndose una mezcla entre naturaleza y arquitectura.

ANTES DE LA INTERVENCIÓN

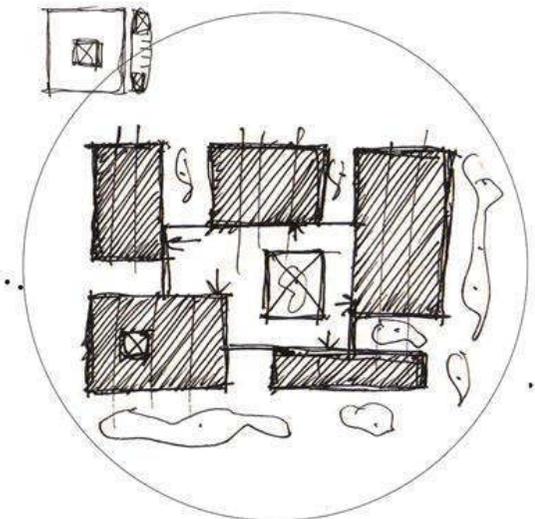
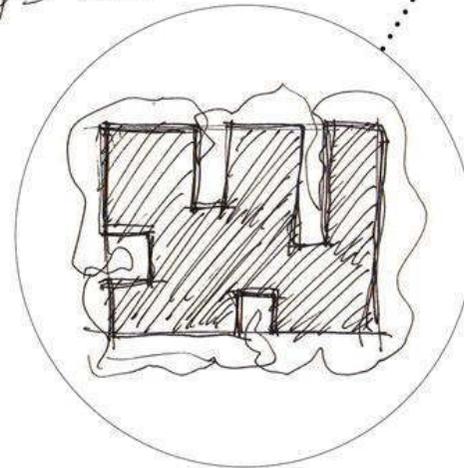
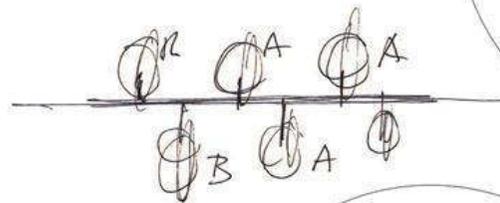
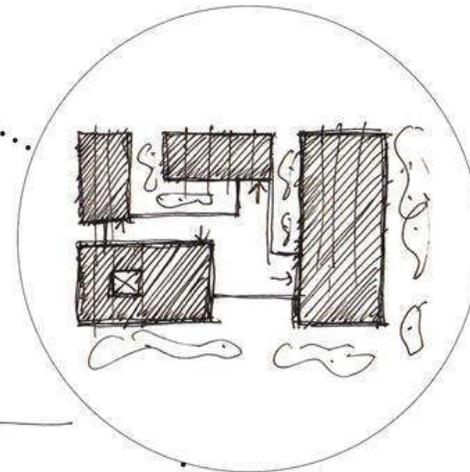
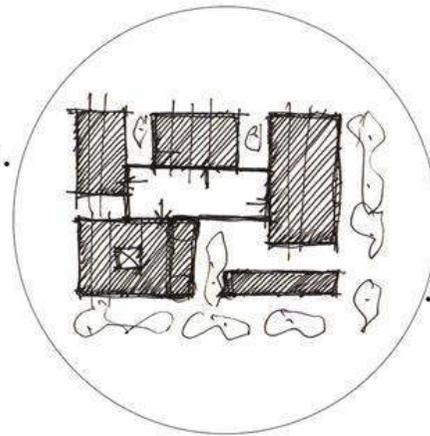


IDEACIÓN

Con la intención de poner en cuestión el centro cultural al uso y que, además, fuese permeable a la naturaleza, lo primero fue descomponer el programa en volúmenes. De esta manera **se intenta dar una vuelta a la estructura tradicional de centro cultural** en una pieza que concentra todo el programa.

Por otro lado, esta **descomposición del espacio** permite llegar a una idea de **desintegración**, que lleva a que el centro cultural sea **permeable a su entorno**. Esto, en un sentido físico, se traduce en la aparición de **patios**. Estos no sólo introducen el parque al edificio sino que además permiten el paso de la luz y la ventilación, y no dejan de rememoraros que nos encontramos en Valencia.

La idea principal es acercar el gusto por el aprendizaje de una forma amena, mezclándose con el aspecto social. La intención es que este centro sea atractivo y apetezca acercarse a leer bajo un árbol o a realizar actividades escolares disfrutándolas.



En los primeros esbozos del proyecto puede apreciarse una mayor rigidez y menor permeabilidad, algo que va solucionándose conforme se avanza en el proceso de ideación.

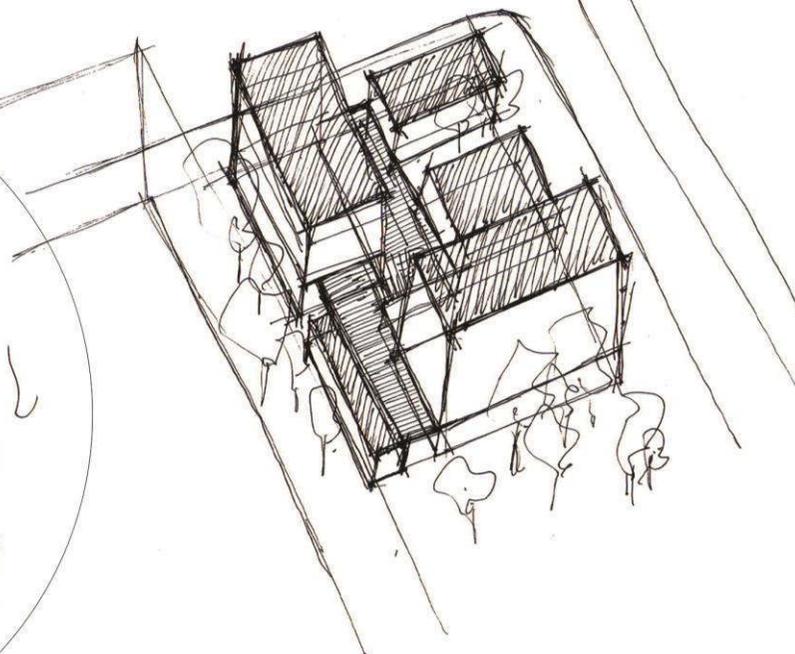
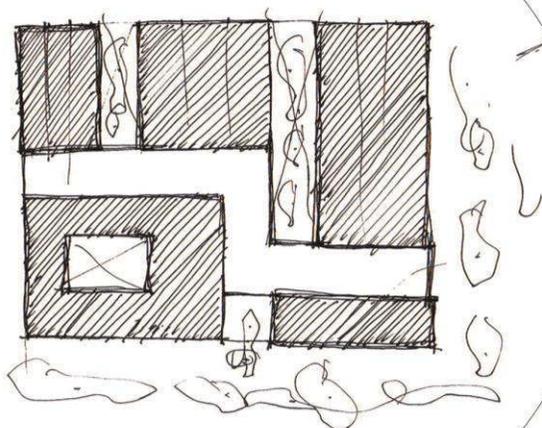
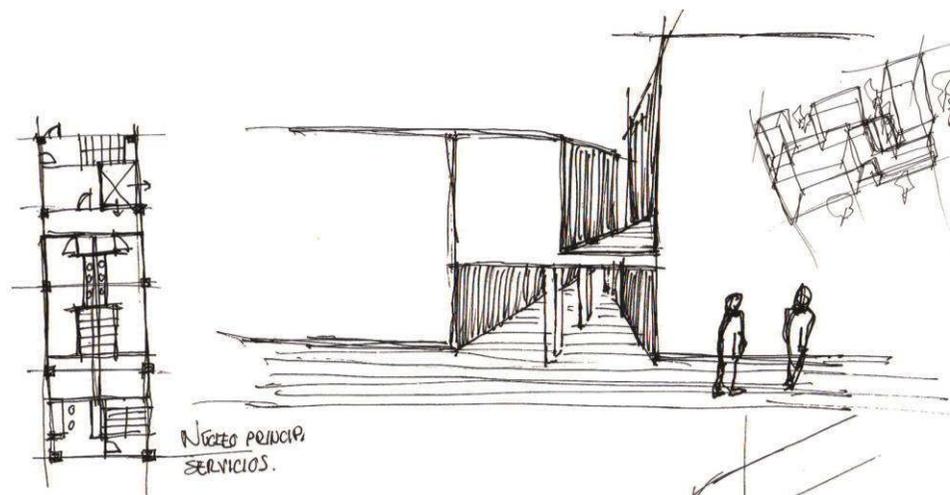
El proyecto va evolucionando desde una plataforma perforada en la que aparecen una serie de patios hasta la desintegración total del edificio, el cual logra conectar todas sus piezas mediante una pasarela en primera planta y un pasaje en cota cero.

Los volúmenes se ajustan a la trama urbana que tiene a su alrededor, de forma que en ningún momento el proyecto se sale del ángulo recto.

La **pasarela** consigue conectar una de las calles principales como es la calle Malilla, donde el ambiente que se vive es de bullicio, movimiento y ruido, con un gran parque que aísla de ese ruido y transporta a un ambiente más relajado.

El pasaje quiere recordar a la ciudad medieval y al efecto sorpresa que producían estos en ella, los cuales acababan en algún hito arquitectónico, plaza o iglesia. En este proyecto se lleva este efecto sorpresa a la actualidad, donde el **pasaje** ya no es angosto ni se encuentra entre calles tan estrechas donde la luz no penetra prácticamente. Conforme se va paseando por él, los patios dan pinceladas del jardín que se encuentra en el otro extremo, pero sin restar ningún ápice de **efecto sorpresa** al llegar a éste. El hito al que desemboca el pasaje ya no es una fuente, una iglesia o una escultura, sino la naturaleza.

El **programa** que se trabaja en el centro del



conocimiento consta de restaurante, biblioteca, aulario y auditorio. Existe también un núcleo central de comunicaciones verticales con ascensor y aseos anexo a la biblioteca, que da servicio tanto a ésta como al restaurante y aulario.

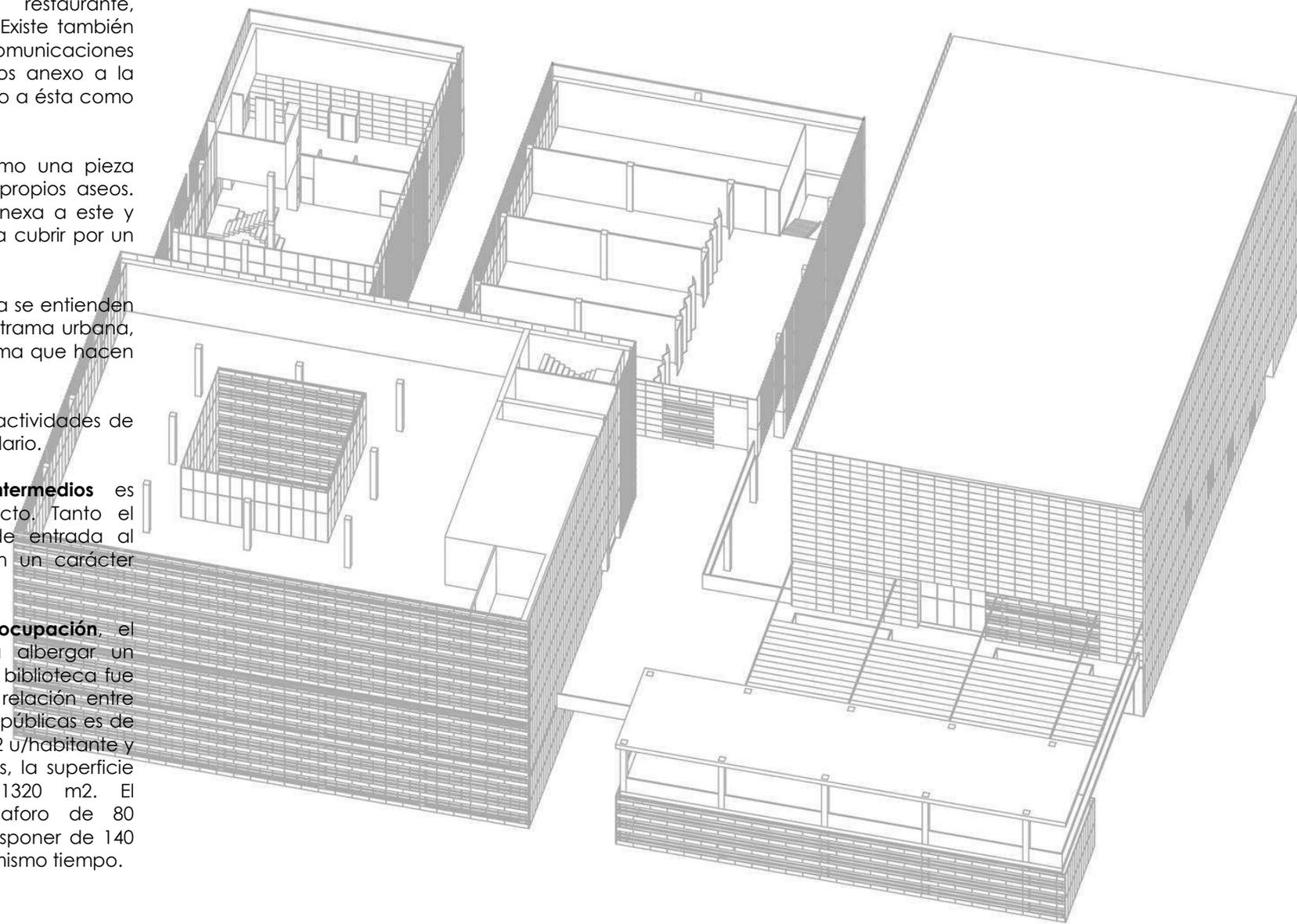
El auditorio, al concebirse como una pieza especial en su uso, tiene sus propios aseos. Además, se crea una plaza anexa a este y como continuación del foyer, a cubrir por un posible toldo.

Tanto la pasarela como la plaza se entienden como una prolongación de la trama urbana, pero en primera planta, de forma que hacen las veces de espacio público.

En la plaza pueden realizarse actividades de tipo cultural o de uso del vecindario.

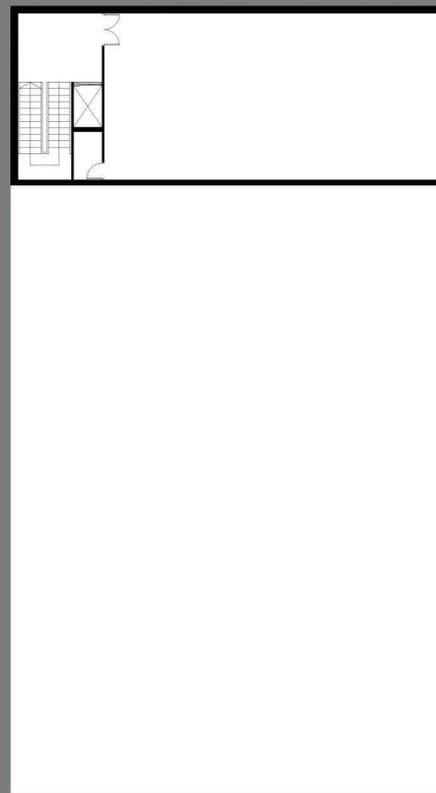
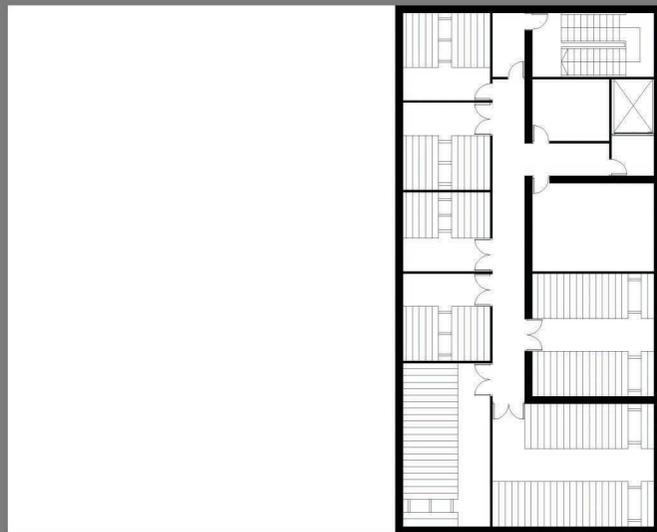
El uso de los **espacios intermedios** es constante en todo el proyecto. Tanto el pasaje, como los espacios de entrada al aulario y al restaurante tienen un carácter cubierto pero no cerrado.

En lo que se refiere a la **ocupación**, el auditorio está pensado para albergar un aforo de 294 espectadores. La biblioteca fue estudiada de forma que si la relación entre m² y habitantes en bibliotecas públicas es de 300 m² para 10000 unidades y 2 u/habitante y en Malilla son 22000 habitantes, la superficie mínima necesaria es de 1320 m². El restaurante consta de un aforo de 80 personas y el aulario puede disponer de 140 alumnos dando clase todos al mismo tiempo.

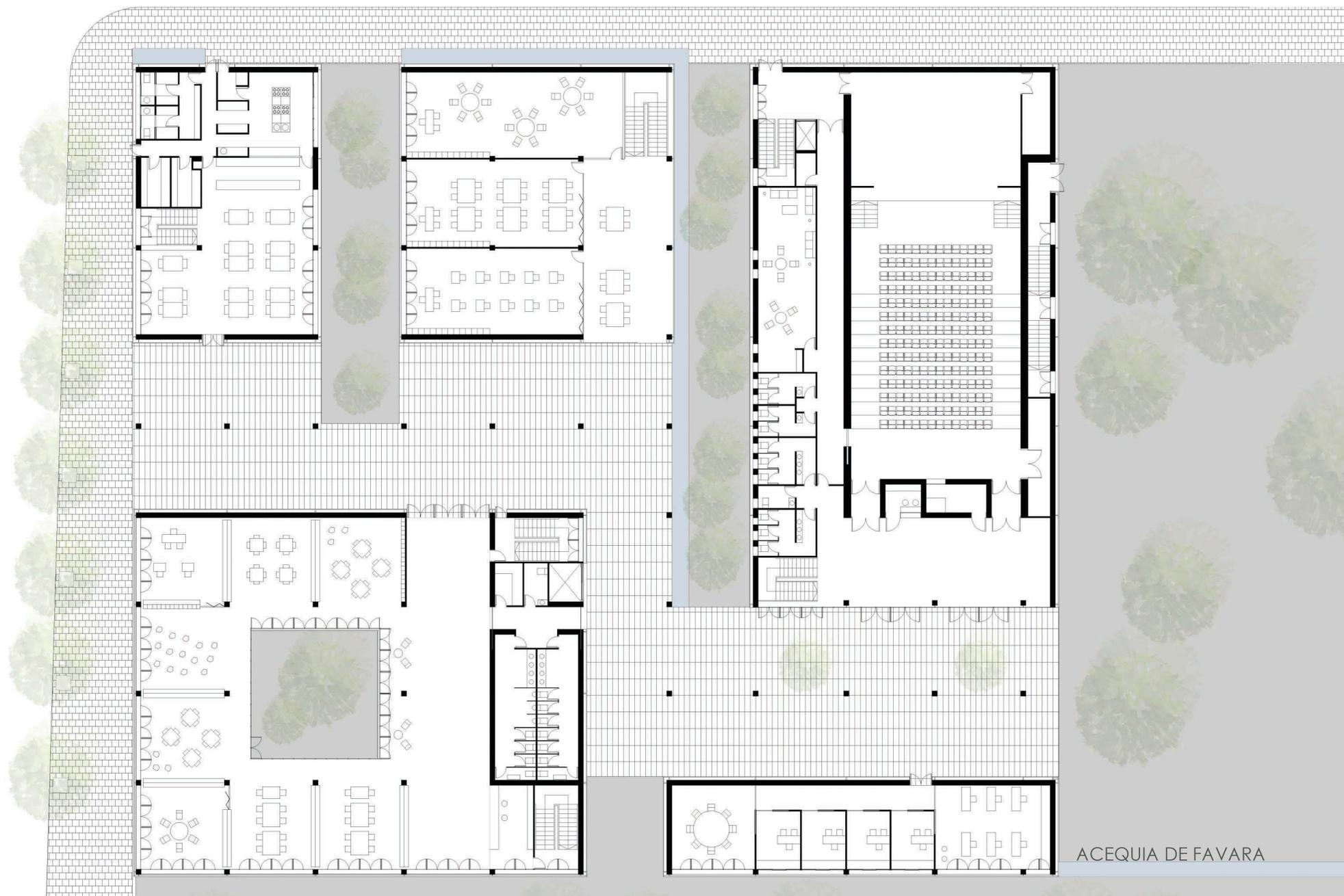


DESCRIPCIÓN GRÁFICA DEL PROYECTO

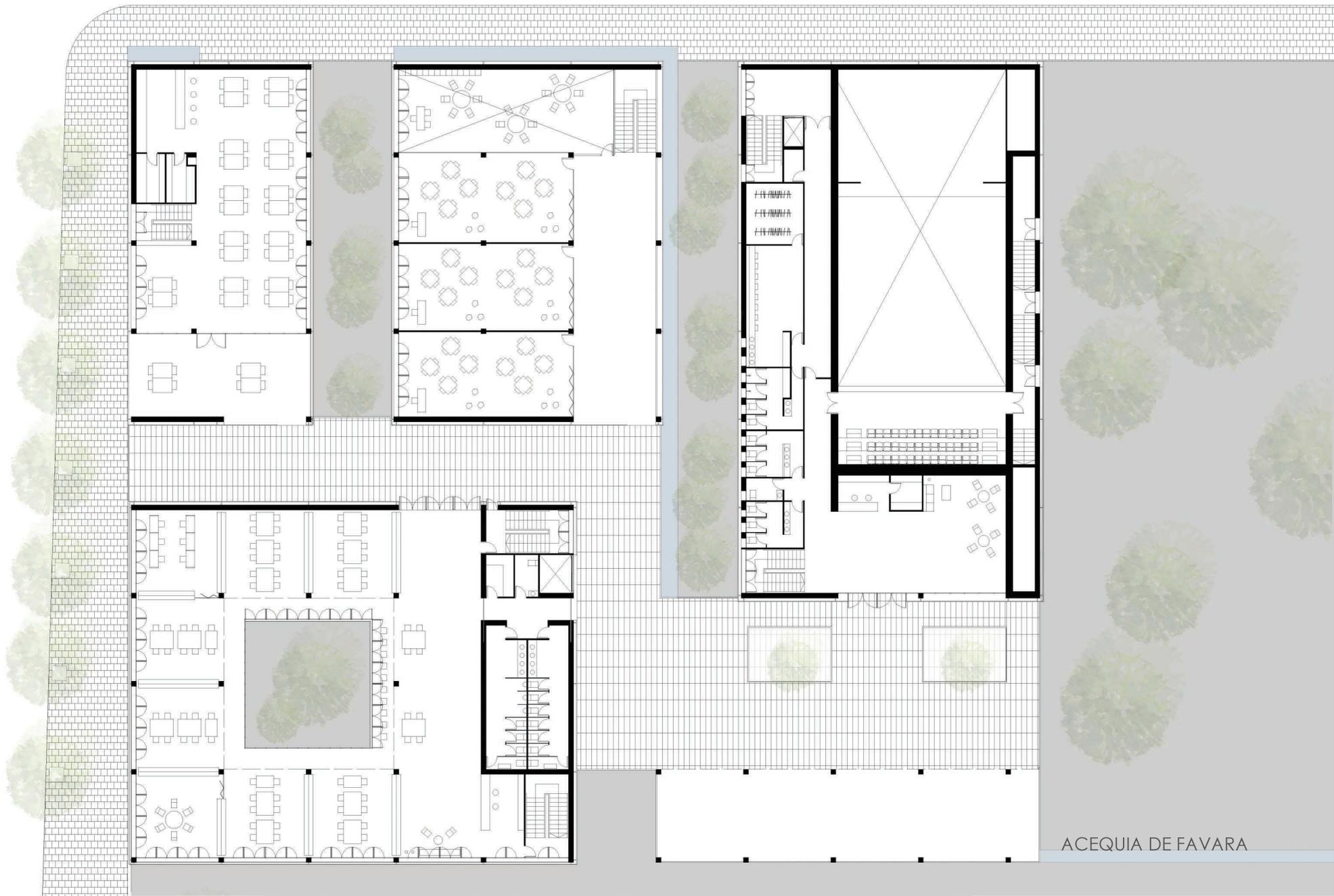
PLANTA SÓTANO Esc. 1:350



COTA CERO Esc. 1:350

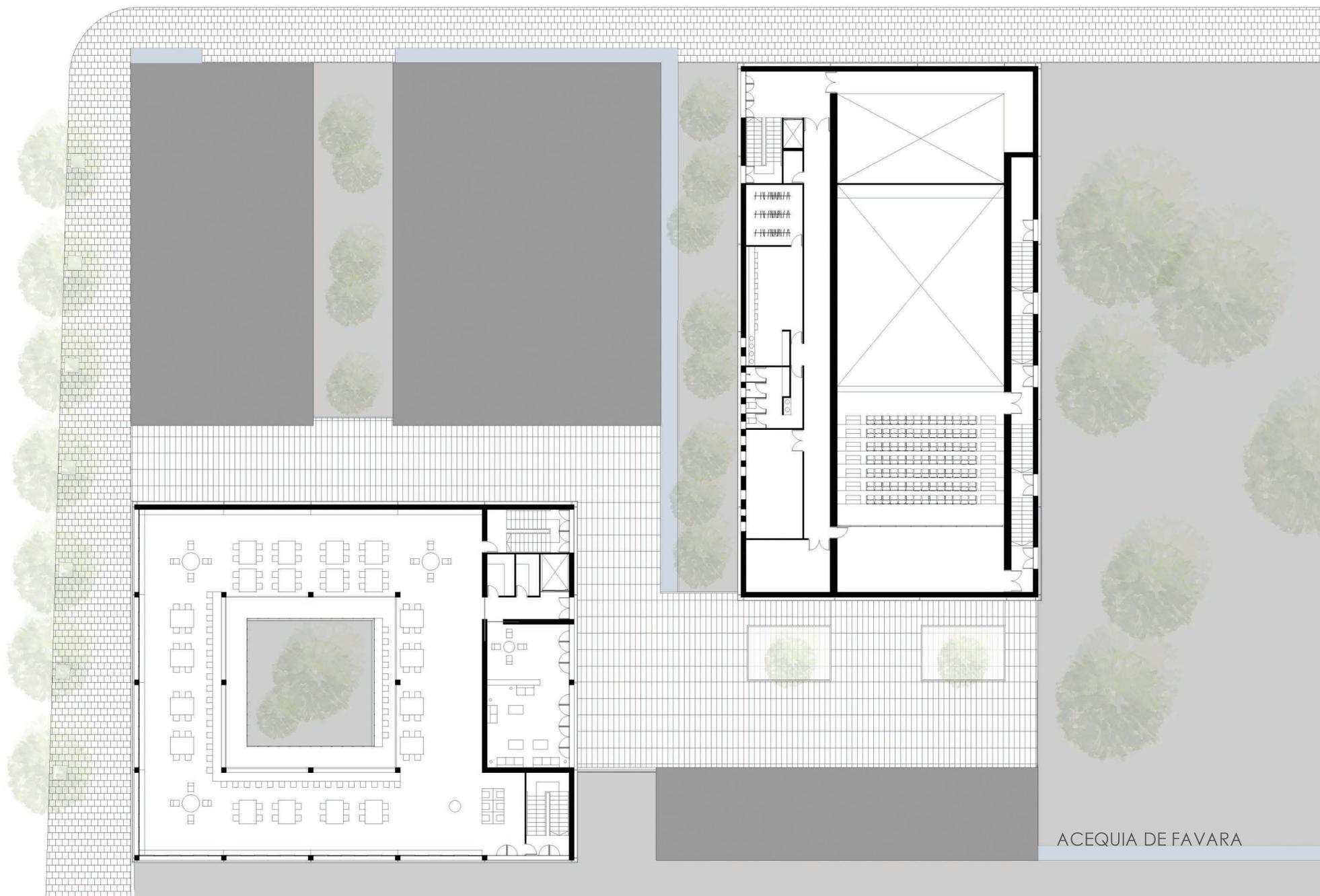


PLANTA PRIMERA Esc. 1:350



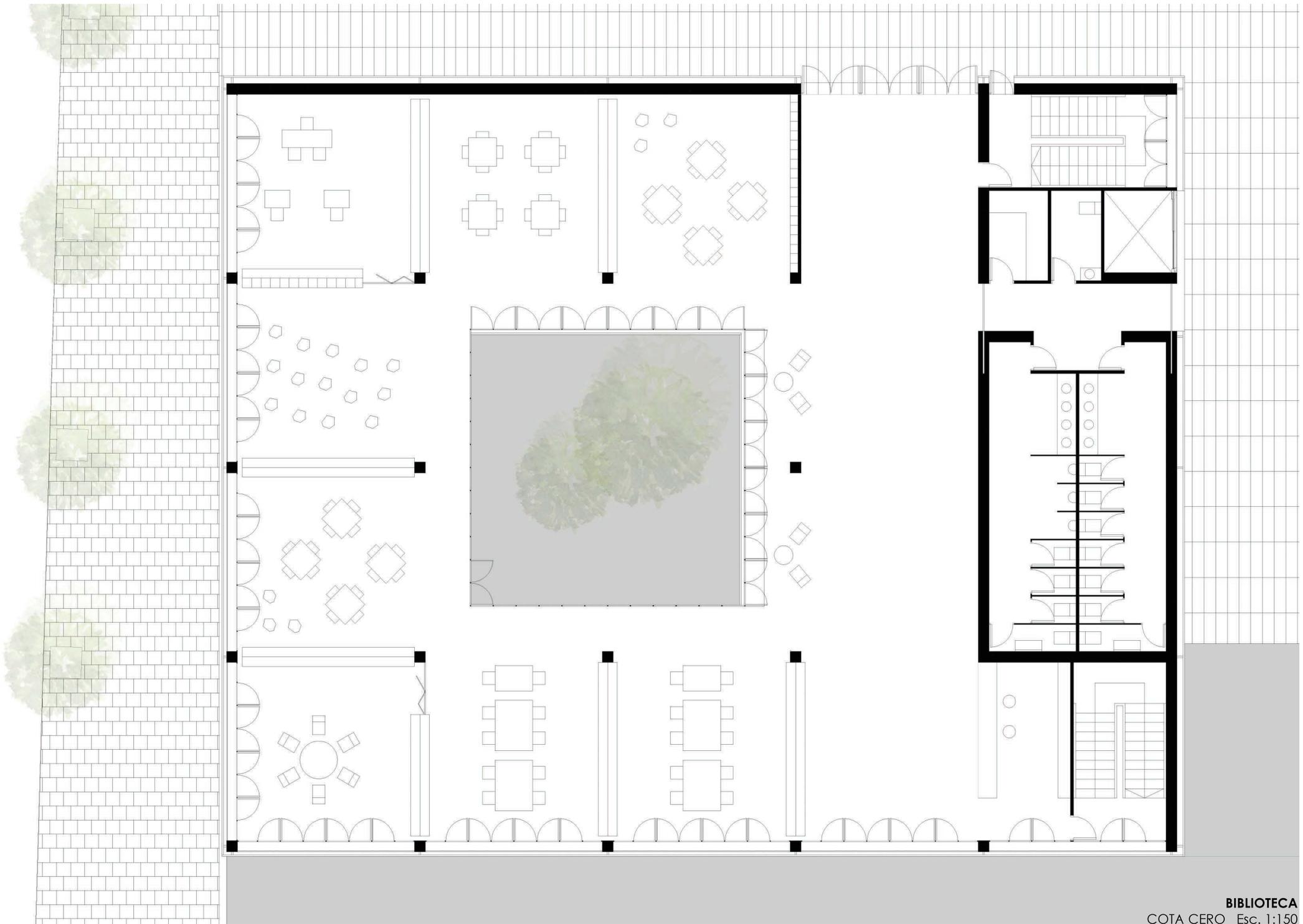
ACEQUIA DE FAVARA

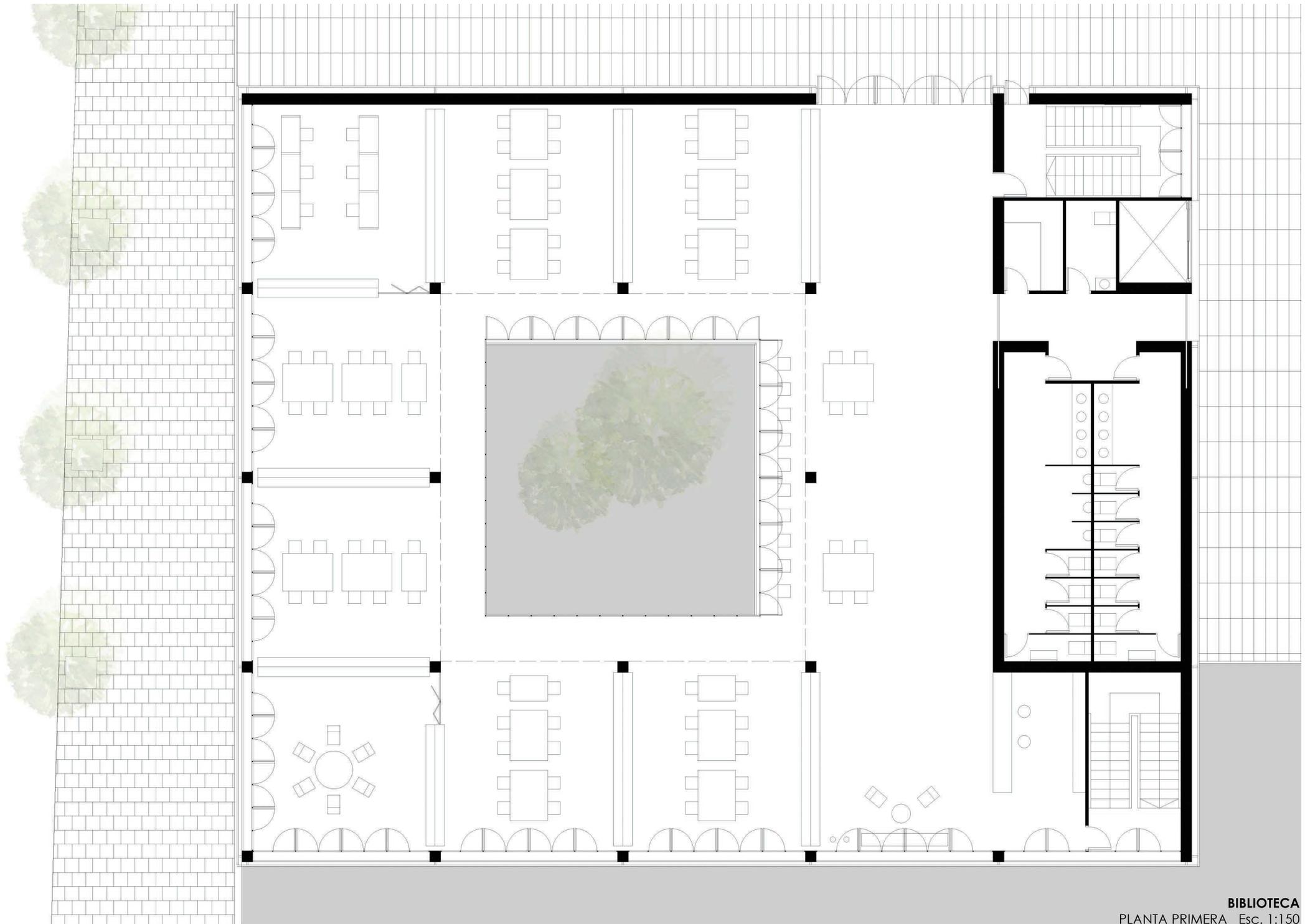
PLANTA SEGUNDA Esc. 1:350

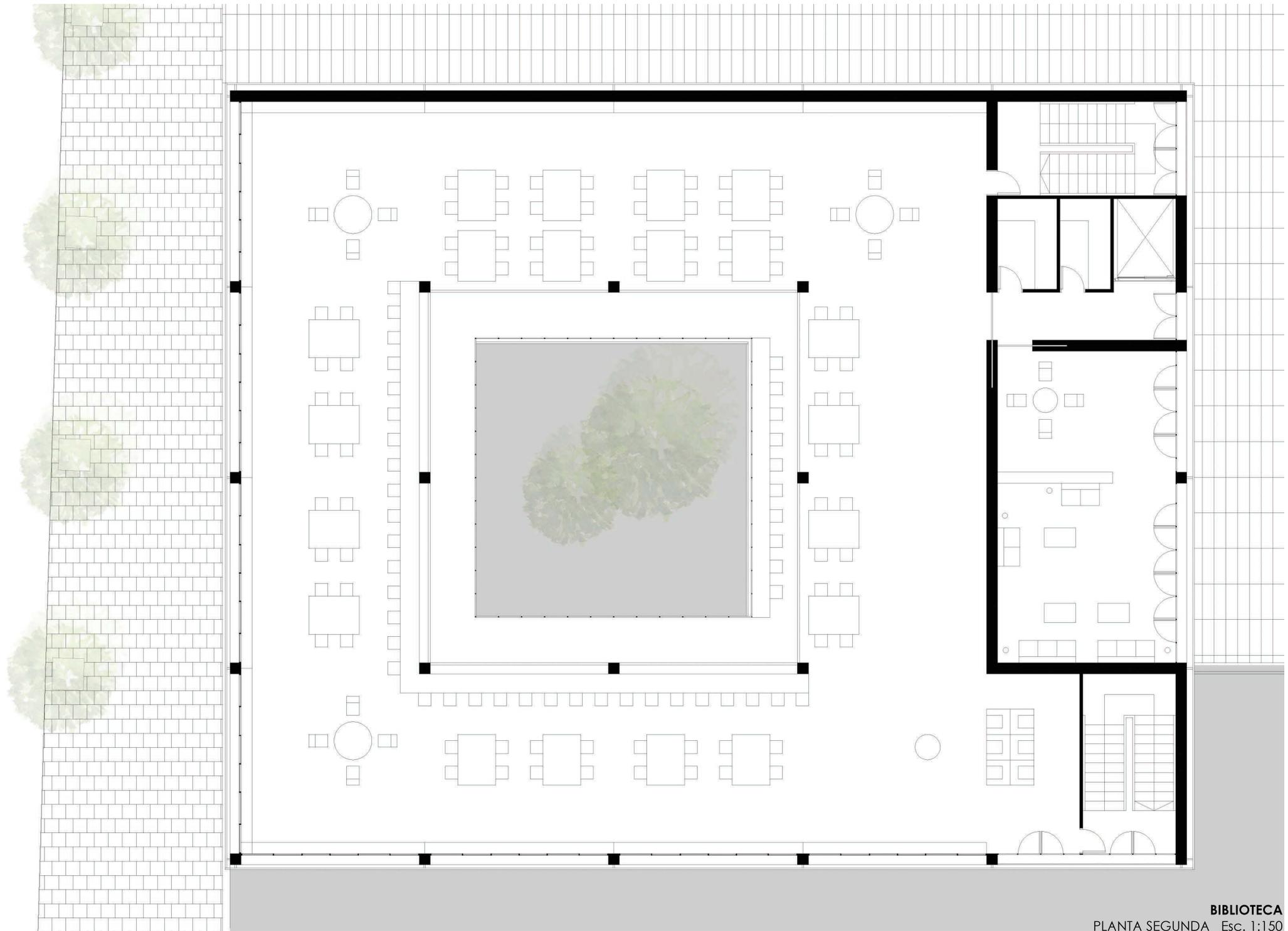


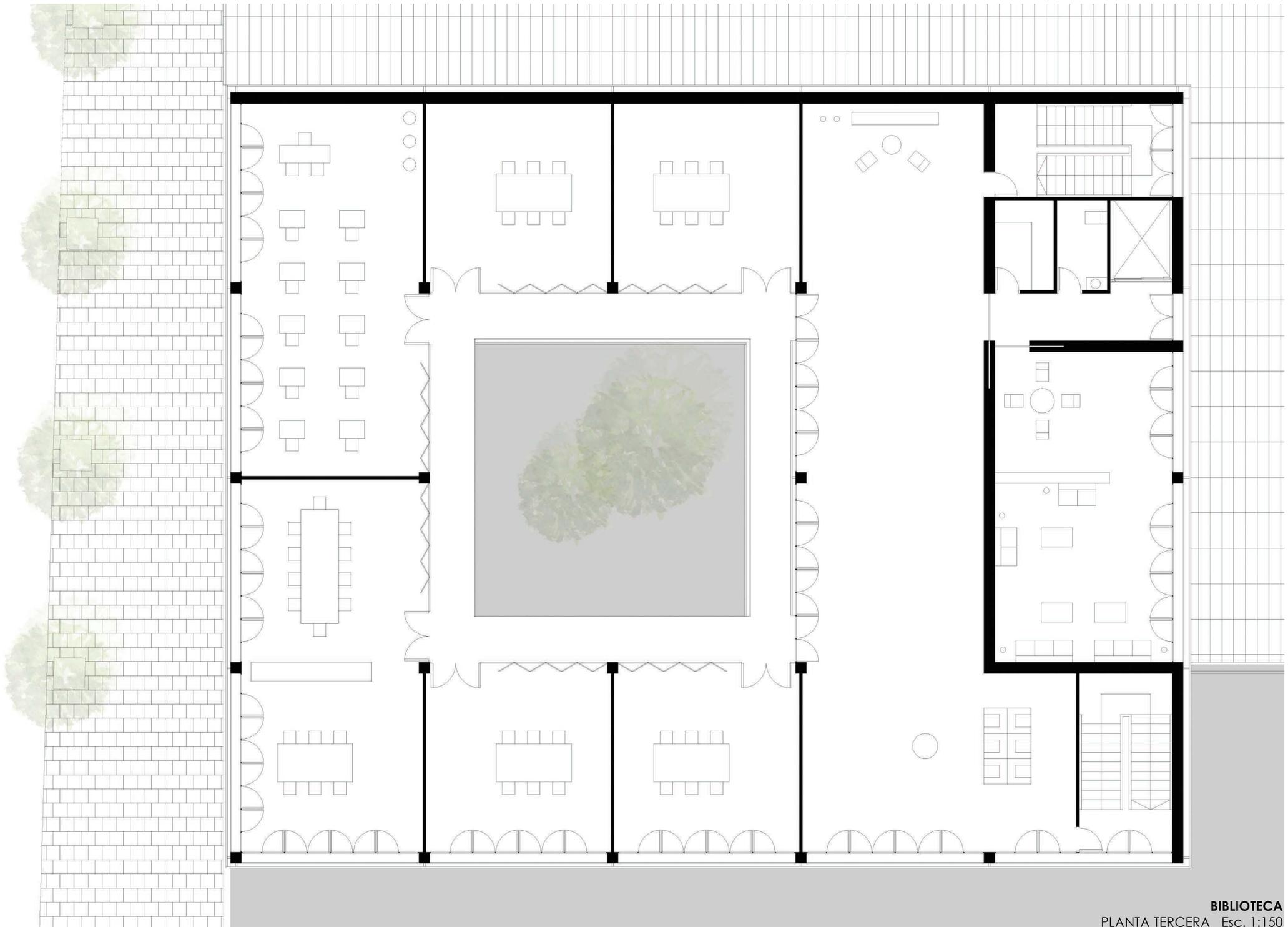
PLANTA TERCERA Esc. 1:350

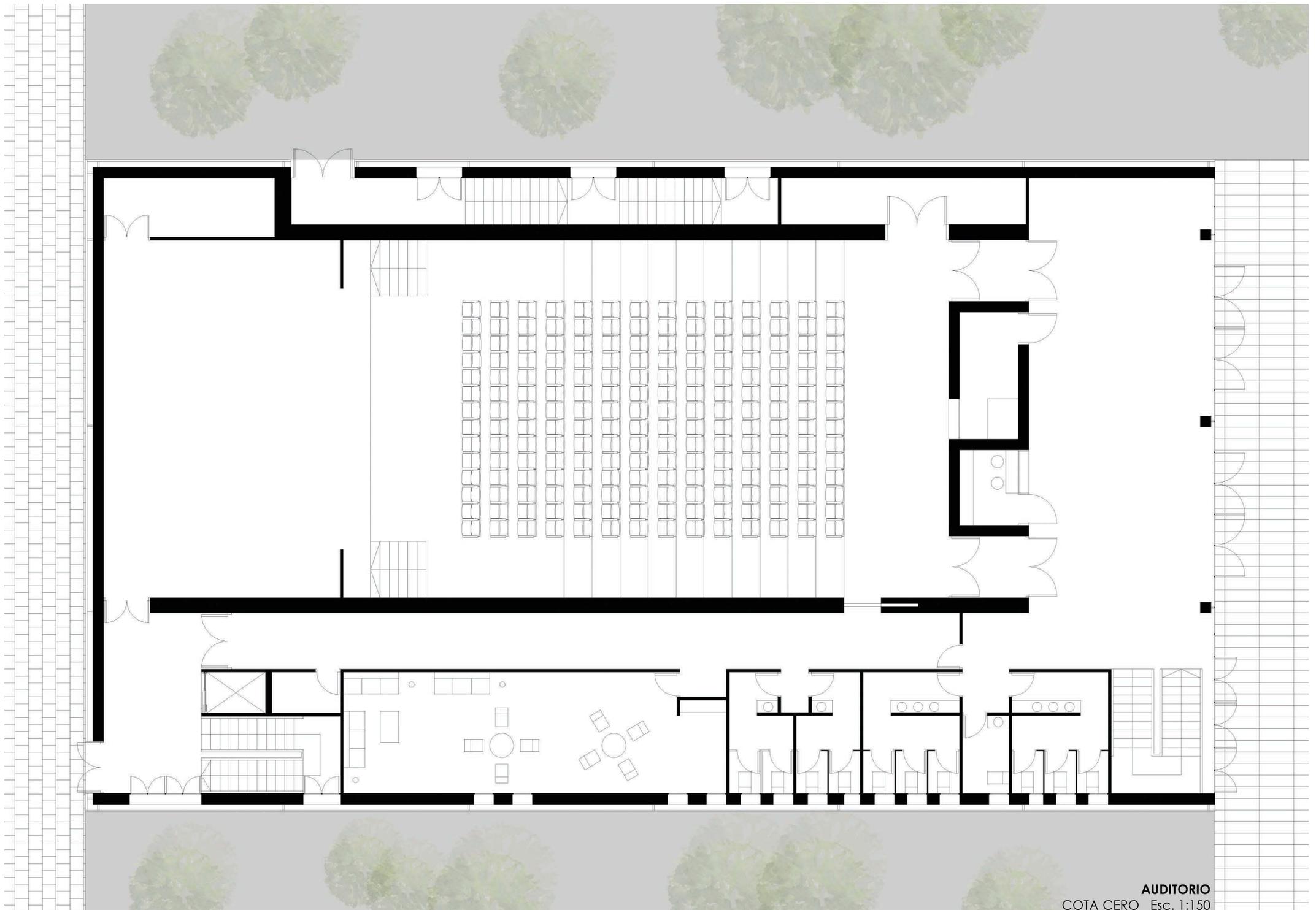




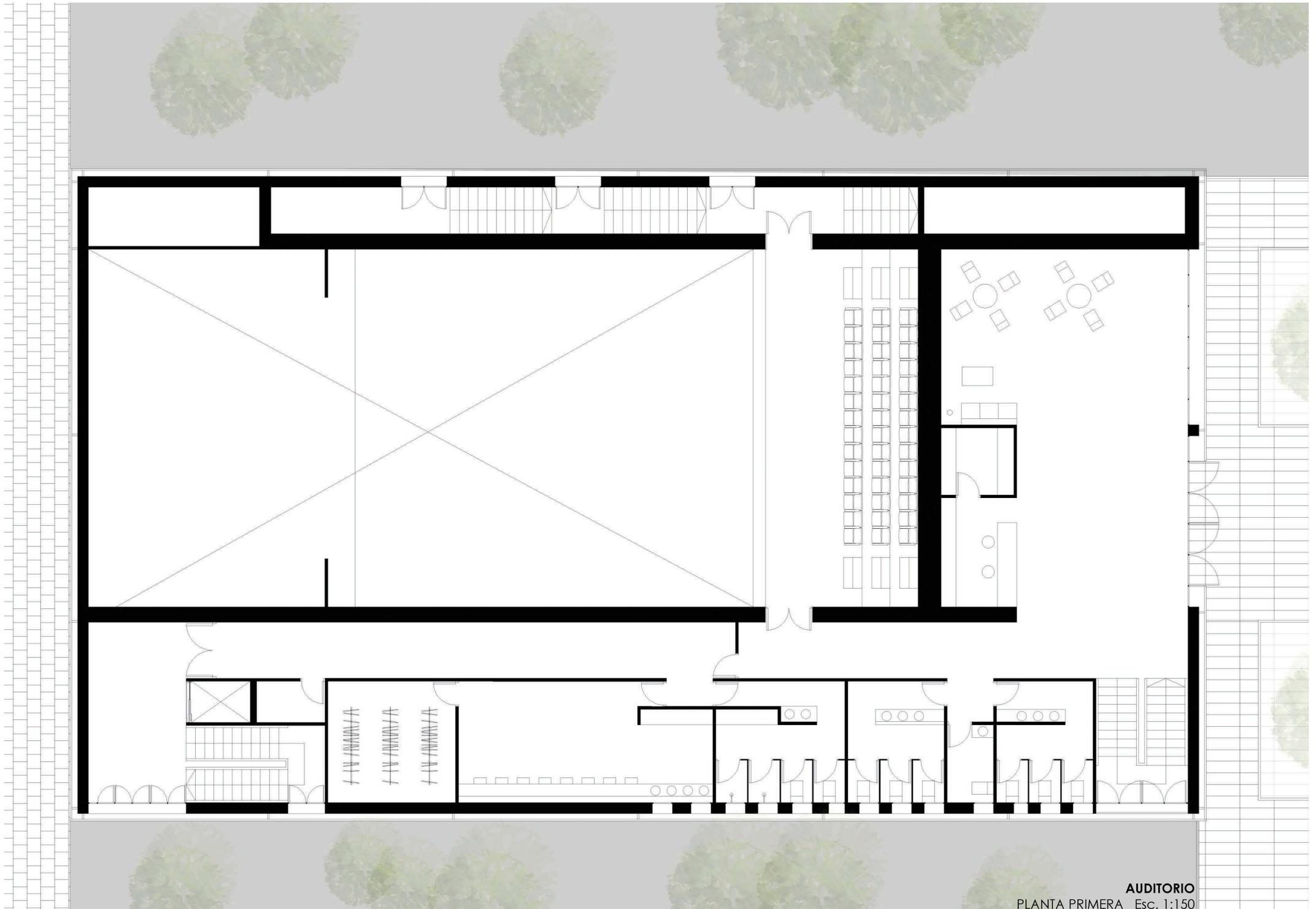




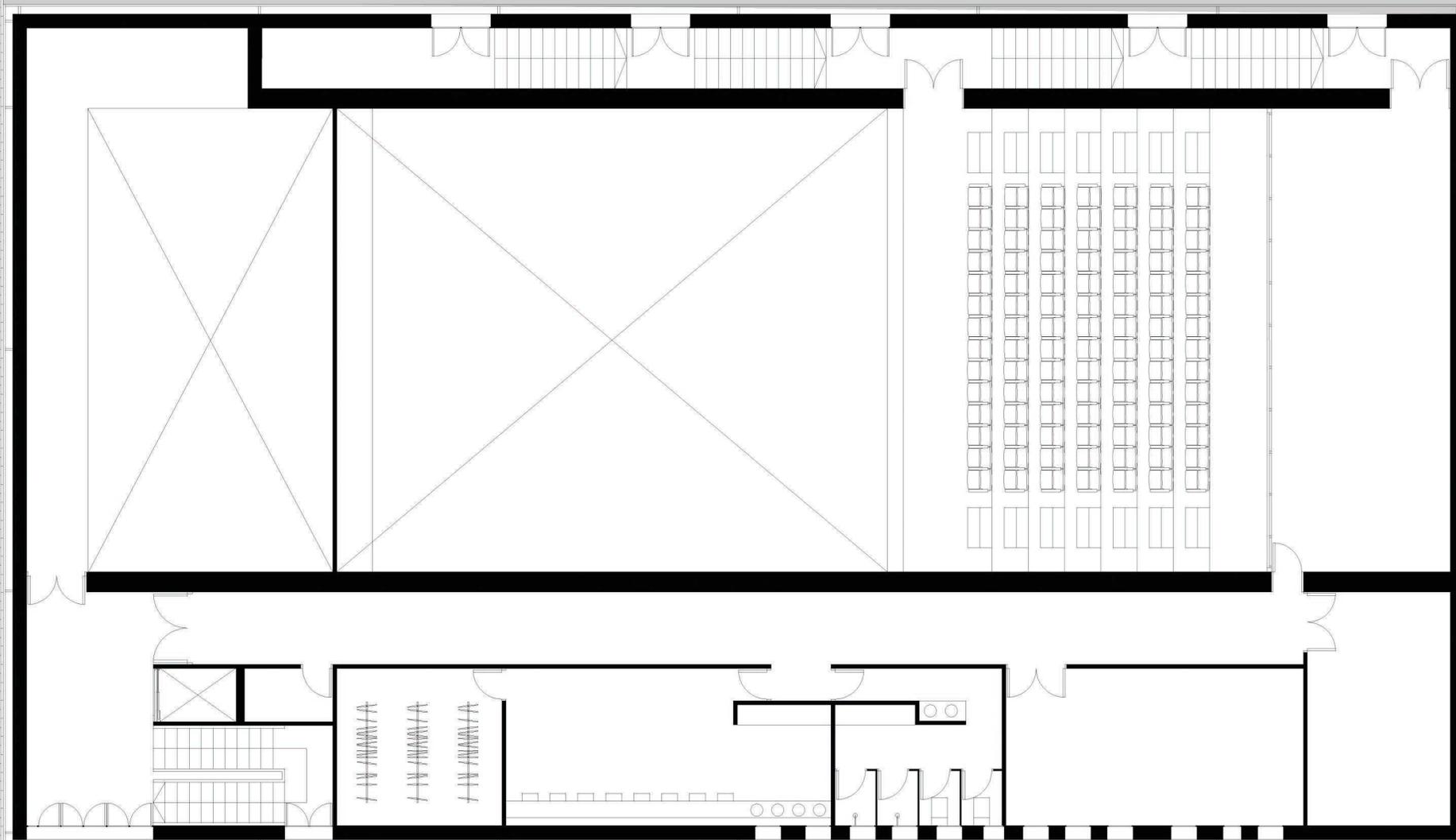




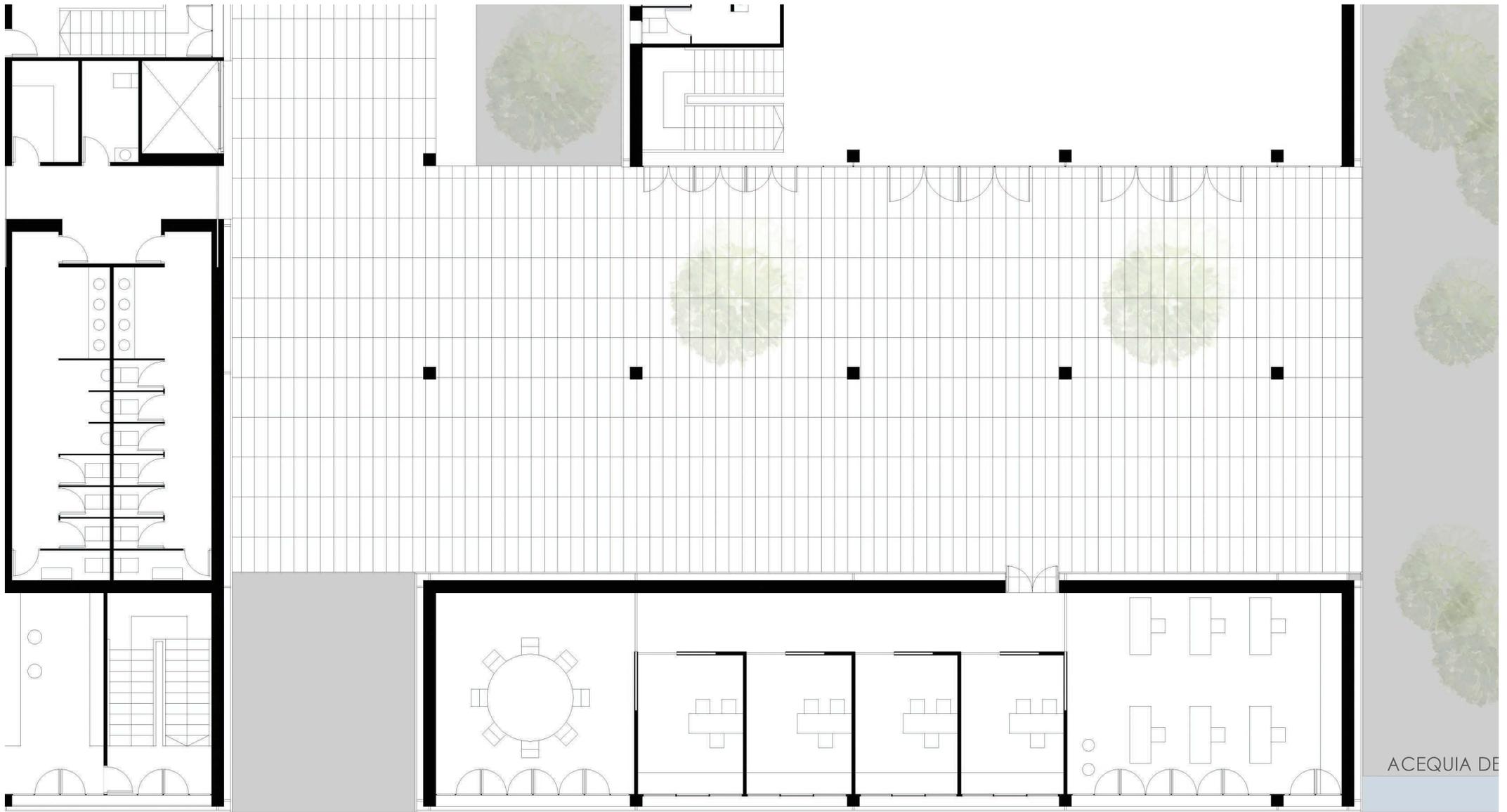
AUDITORIO
COTA CERO Esc. 1:150



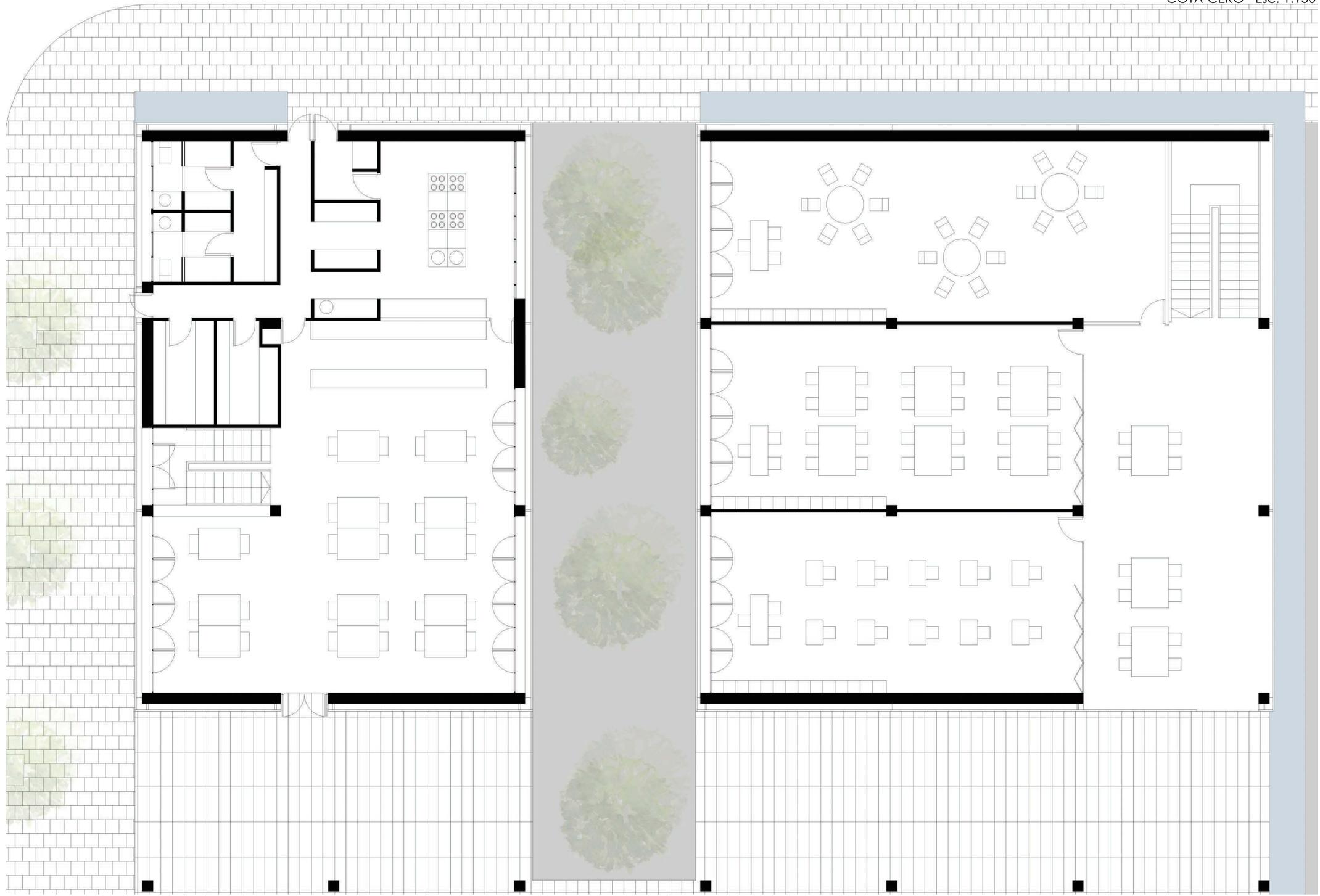
AUDITORIO
PLANTA PRIMERA Esc. 1:150

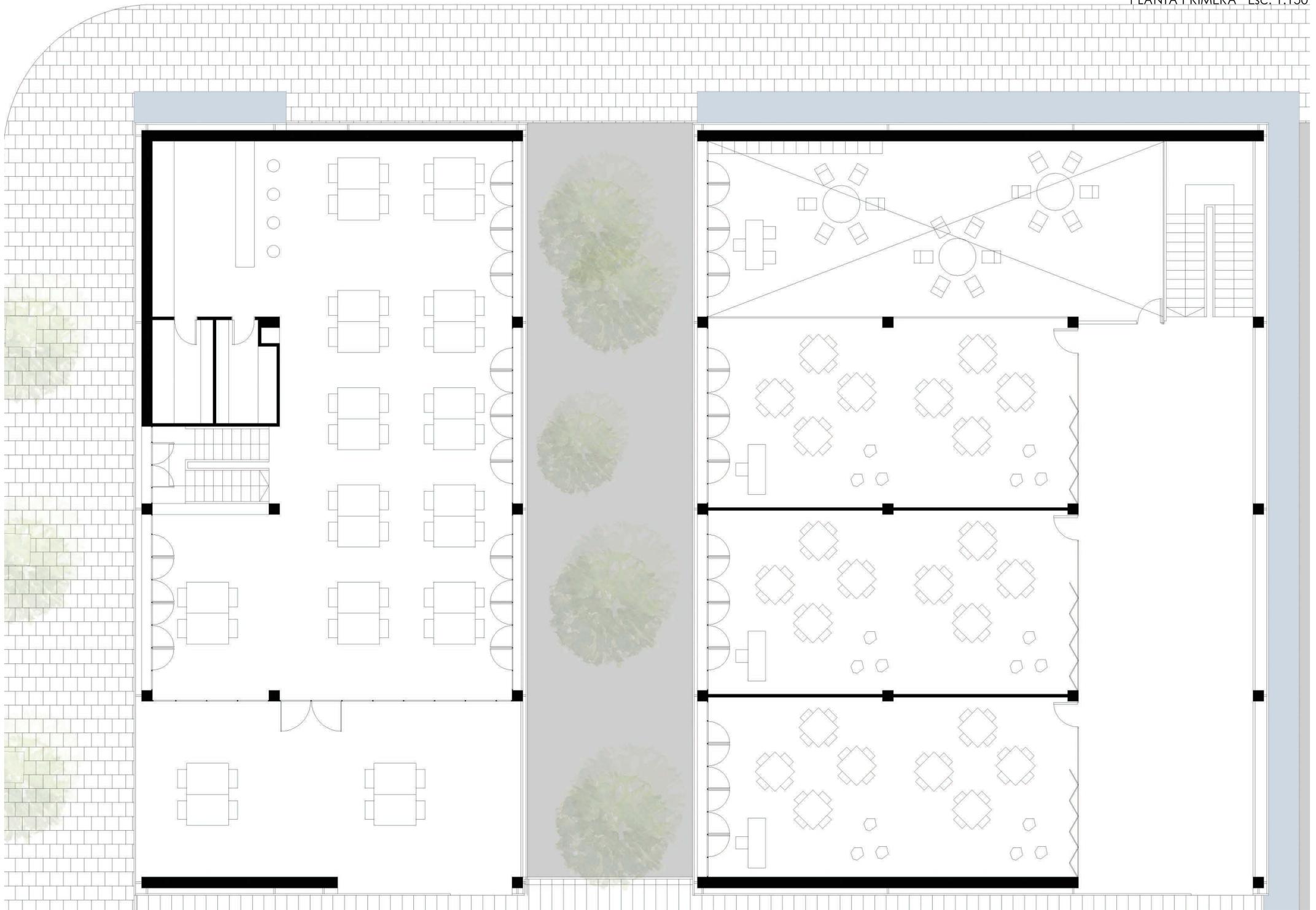


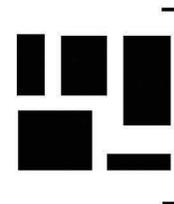
AUDITORIO
PLANTA SEGUNDA Esc. 1:150



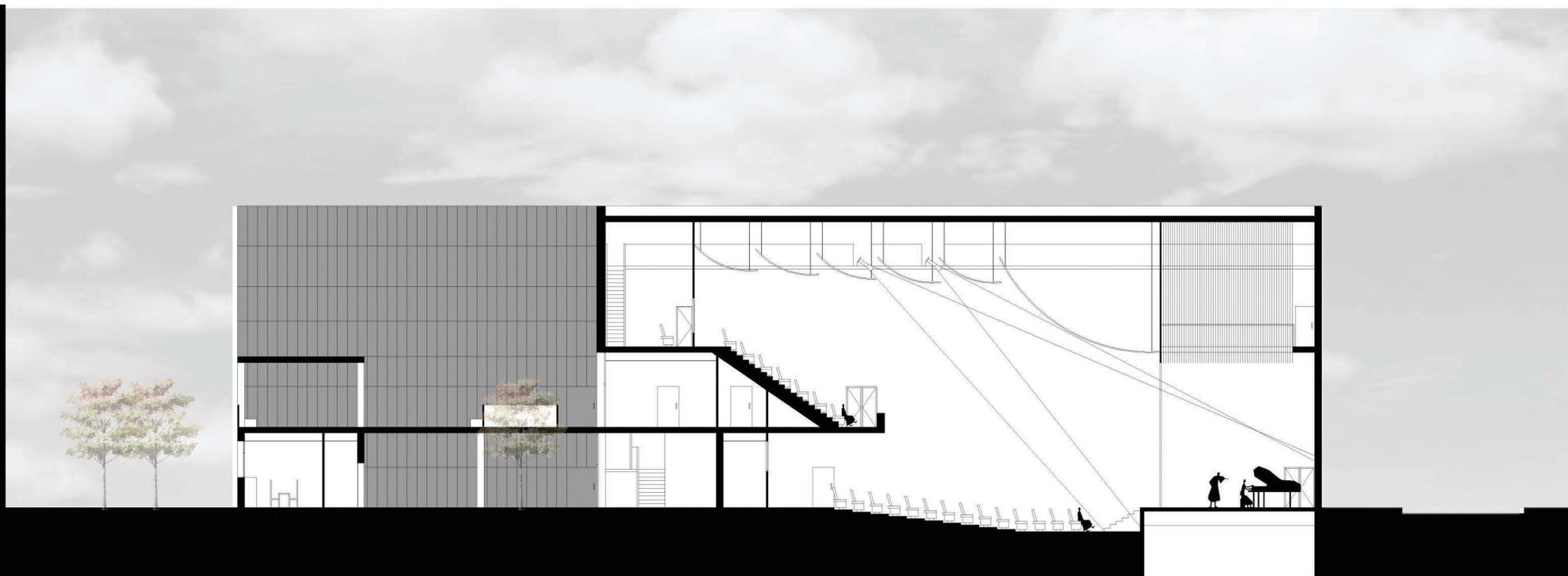
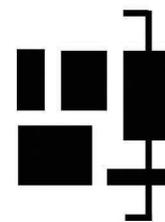
ACEQUIA DE





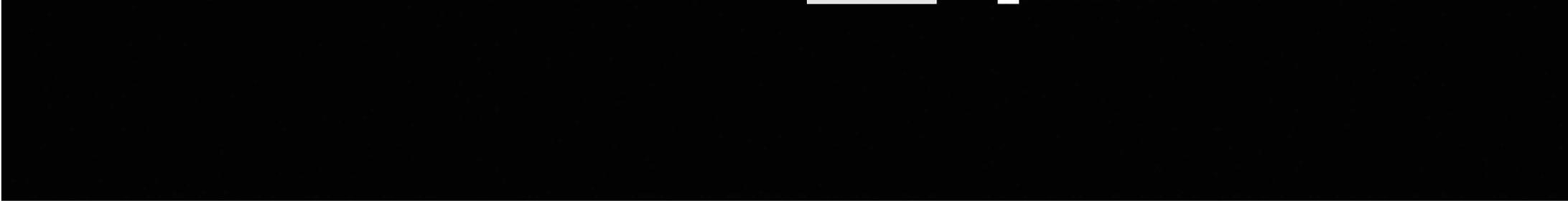


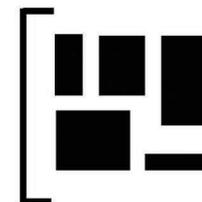






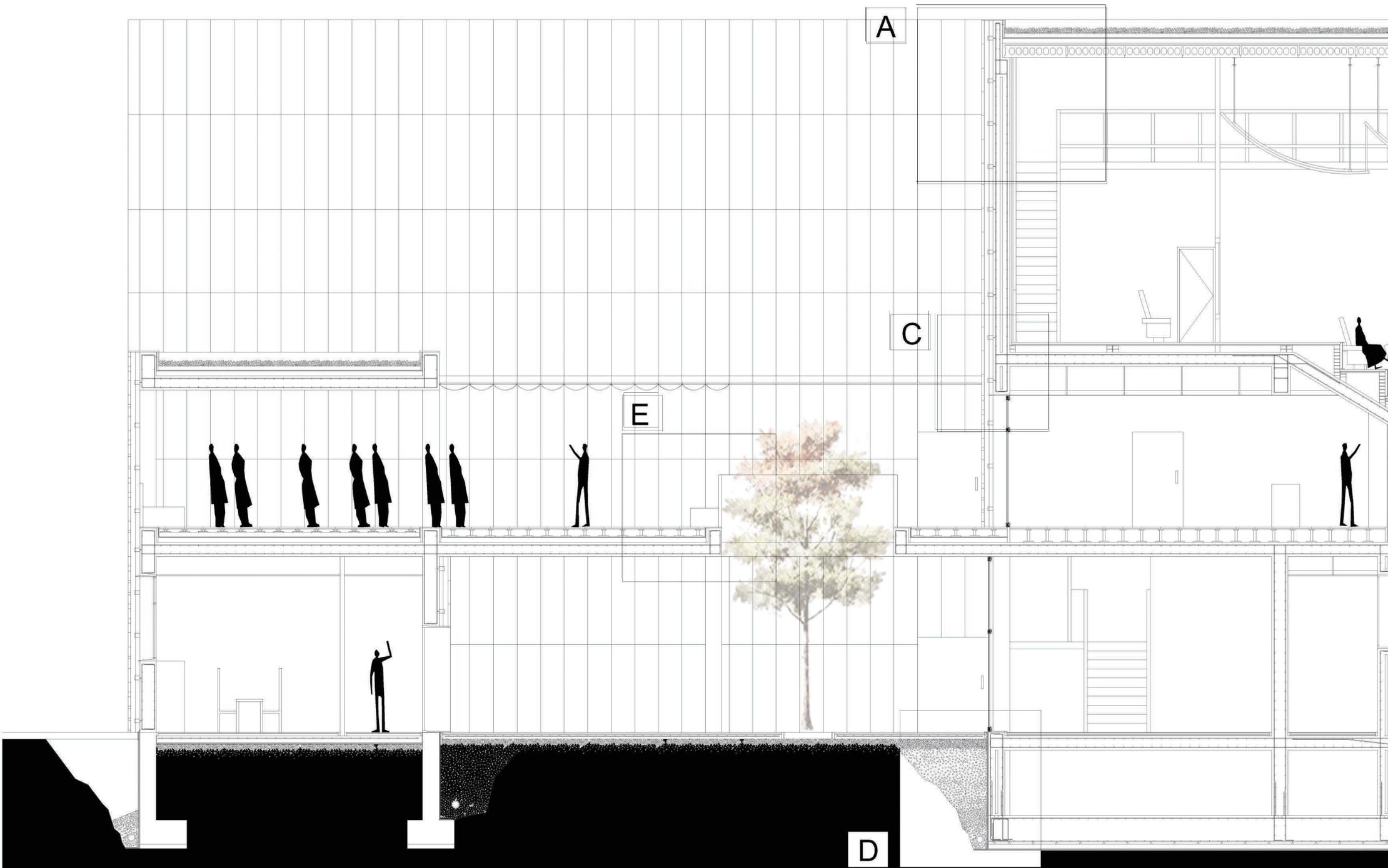
SECCIÓN Esc. 1:300



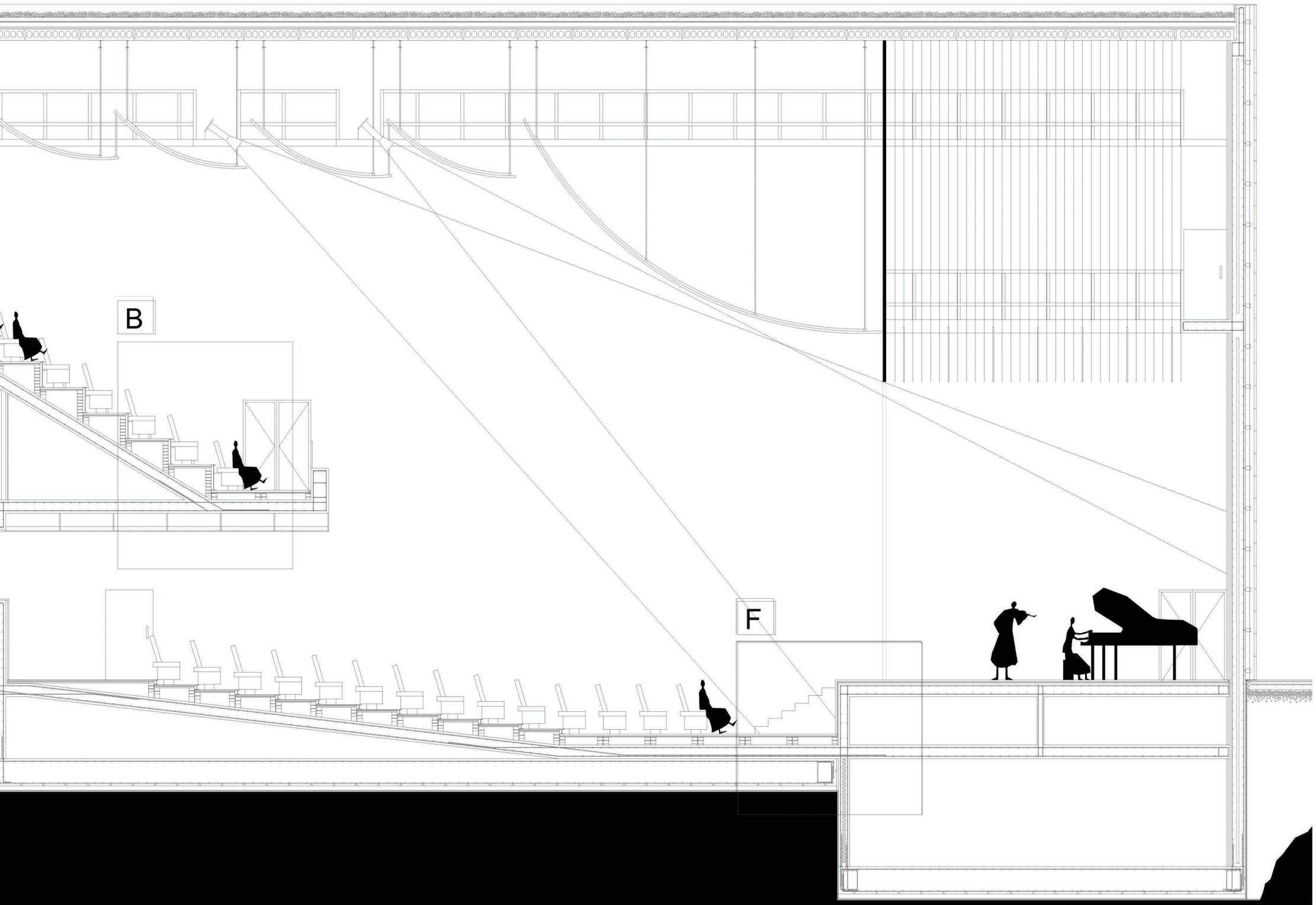






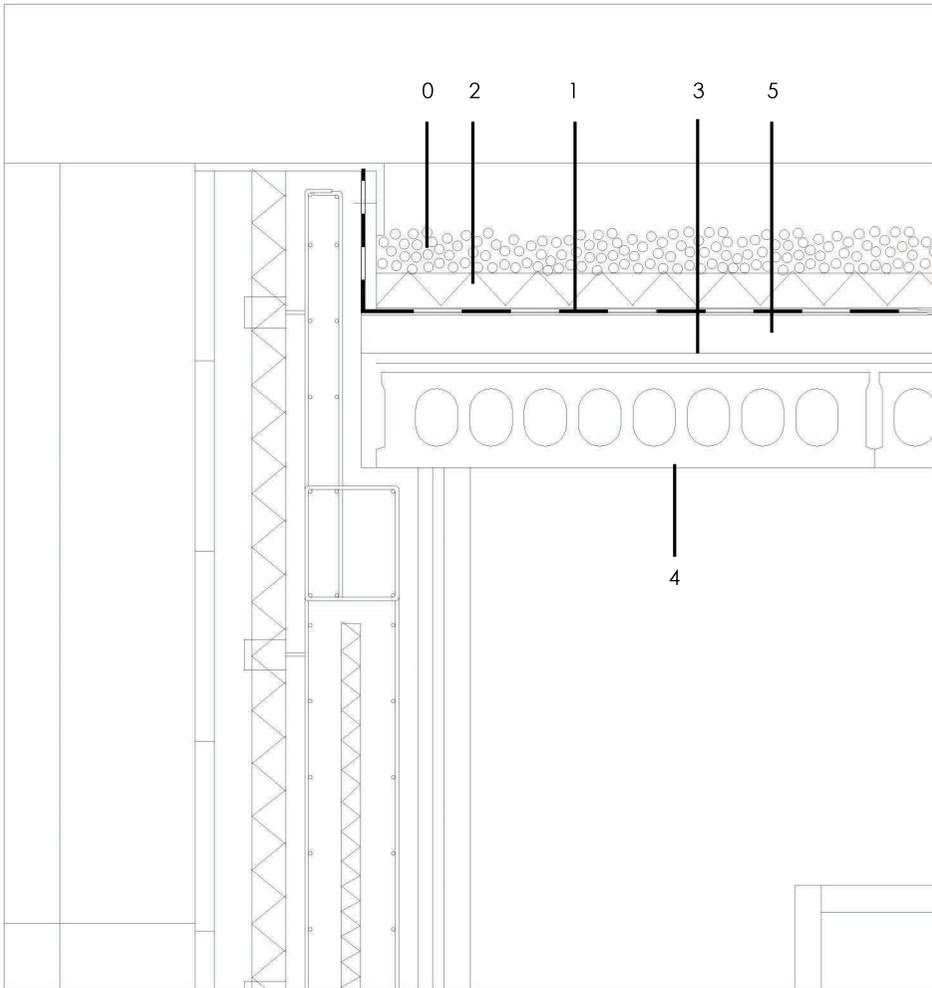


SECCIÓN CONSTRUCTIVA Esc. 1:100



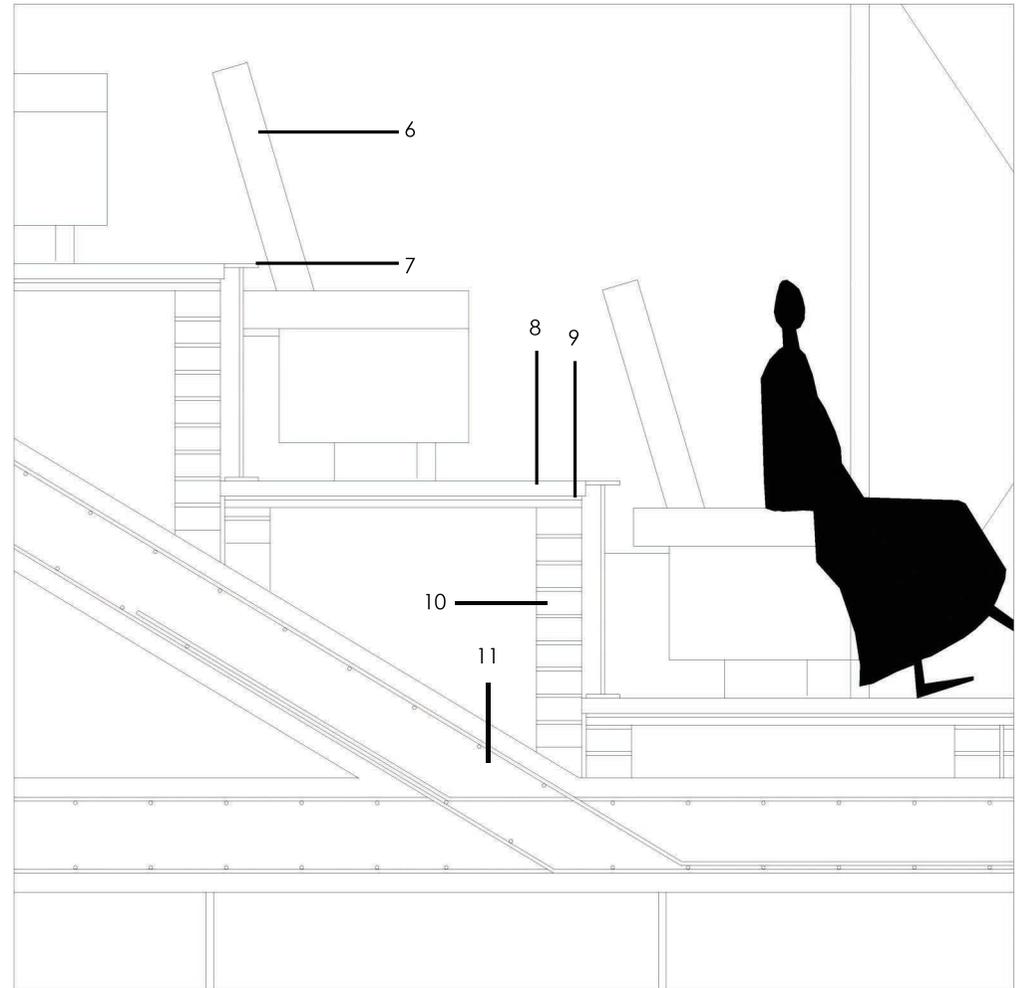
A. Detalle de cubierta (No transitable, invertida)

0. Grava
1. Lámina impermeable
2. Aislante térmico XPS
3. Armadura de negativos
4. Losa alveolar
5. Hormigón de pendientes



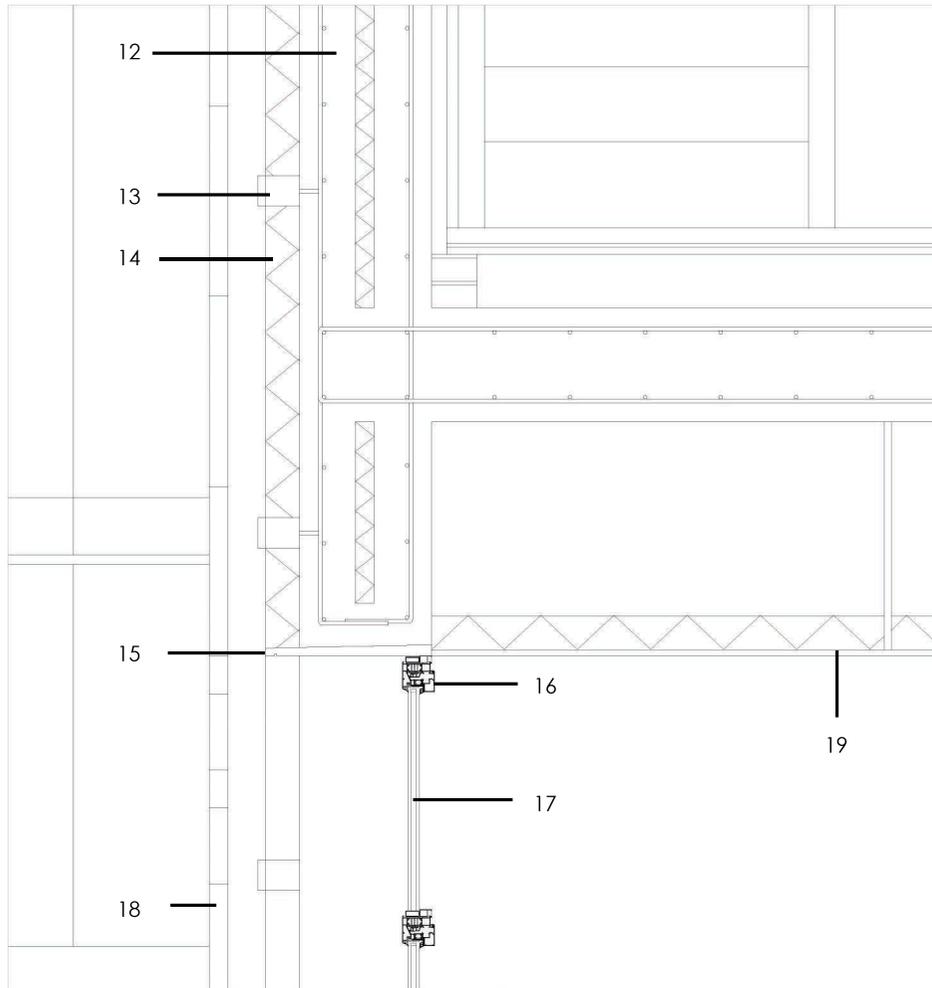
B. Detalle de arranque de la escalera del palco

6. Butaca
7. Perfil metálico
8. Pavimento de madera
9. Rastreles
10. Tabique palomero
11. Losa de escalera



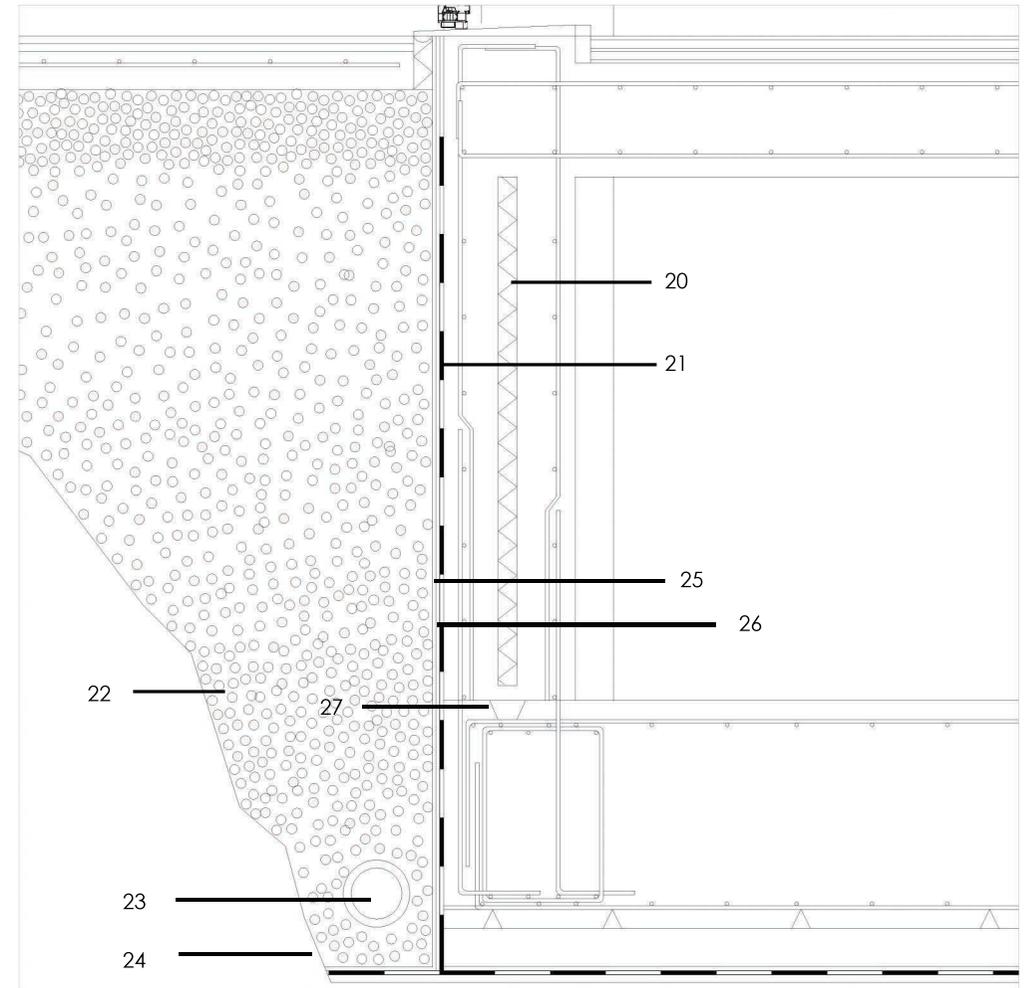
C. Detalle de fachada ventilada

- 12. Armadura del muro
- 13. Perfil metálico (estructura auxiliar)
- 14. Aislante térmico XPS
- 15. Remate de chapa metálica con goterón
- 16. Carpintería de PVC con rotura de puente térmico
- 17. Doble hoja de vidrio bajo emisivo 4-6-4
- 18. Revestimiento con paneles de gres porcelánico
- 19. Falso techo registrable de fibra de vidrio y yeso



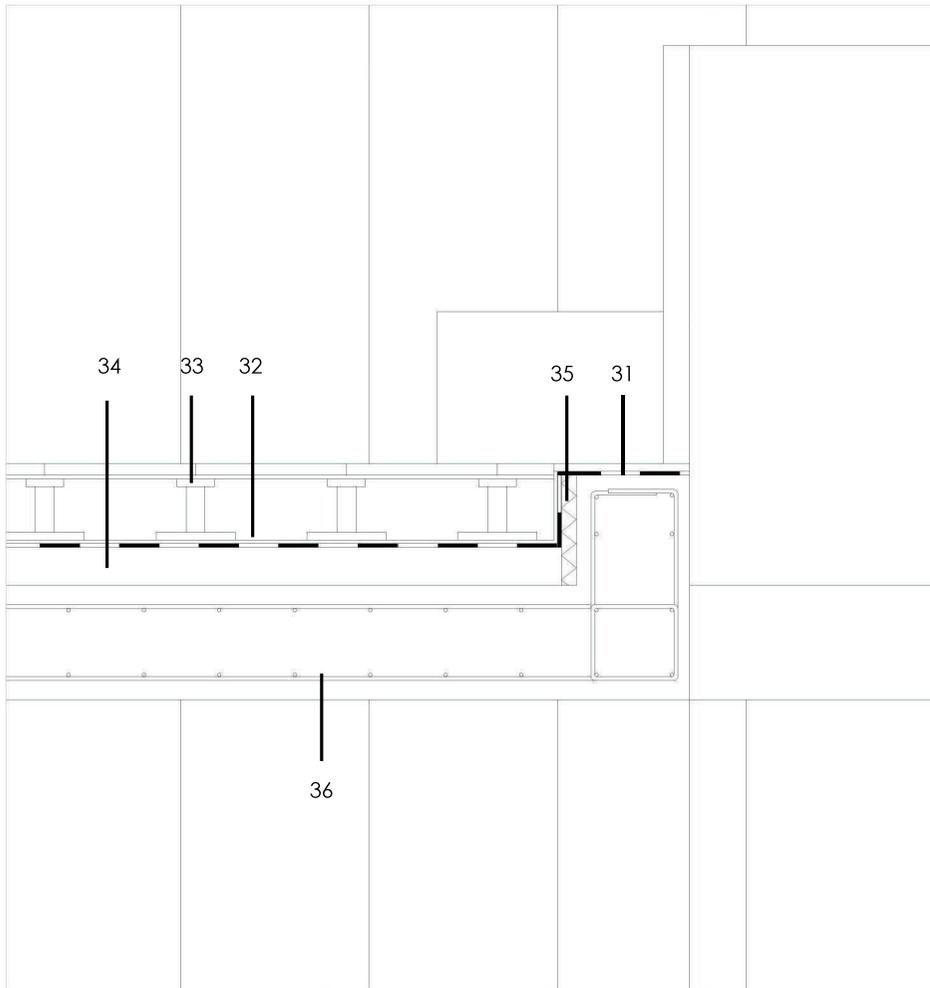
D. Detalle de cimentación (Arranque del muro)

- 20. Muro con aislante térmico en su interior
- 21. Lámina impermeable
- 22. Gravilla, cantos rodados
- 23. Tubo de drenaje
- 24. Lámina geotextil de protección
- 25. Lámina gofrada
- 26. Lámina geotextil separadora
- 27. Junta de encuentro muro-losa
- 28. Separador
- 29. Hormigón de limpieza
- 30. Losa de cimentación



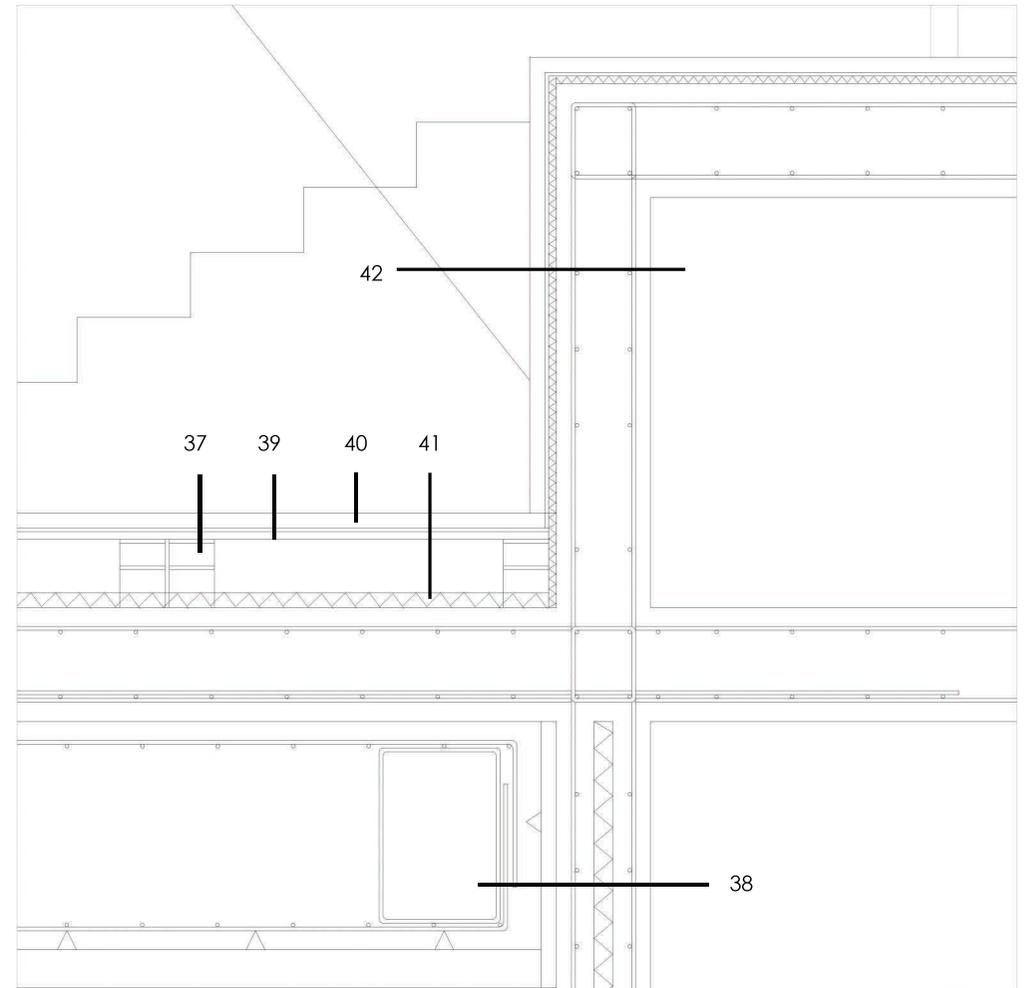
E. Detalle de la pasarela

- 31. Lámina impermeable
- 32. Lámina geotextil
- 33. Pedestales del suelo técnico
- 34. Hormigón de pendientes
- 35. Junta perimetral de dilatación
- 36. Armadura del forjado de losa maciza



F. Detalle de arranque de escalera y escenario

- 37. Tabique palomero
- 38. Losa de cimentación
- 39. Rastreles
- 40. Pavimento de madera
- 41. Aislante térmico XPS
- 42. Escenario





VISTA EXTERIOR EN PLANTA BAJA DE LA ENTRADA AL CENTRO DESDE CALLE MALILLA



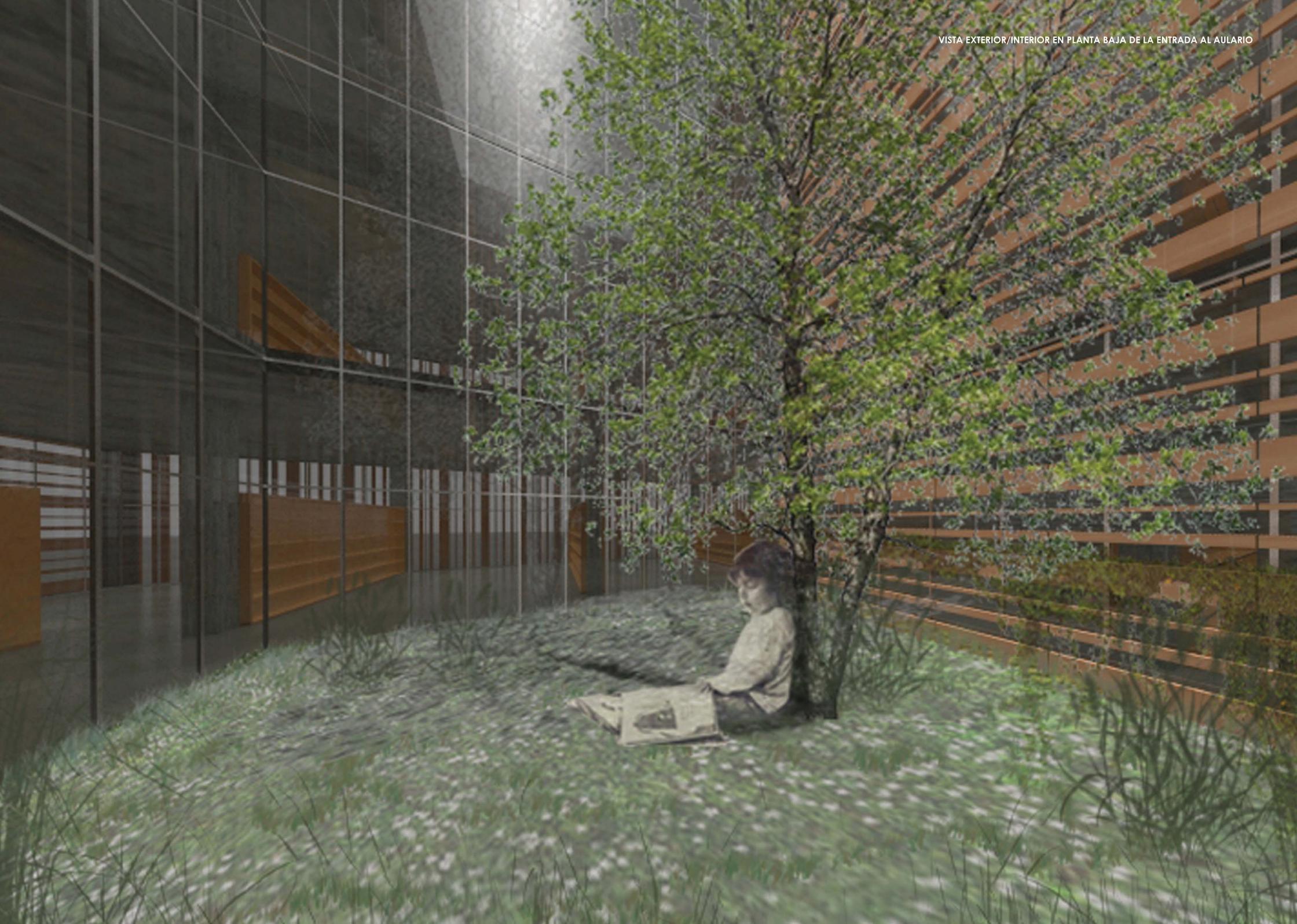


VISTA EXTERIOR EN PLANTA BAJA DE LA SALIDA AL JARDÍN







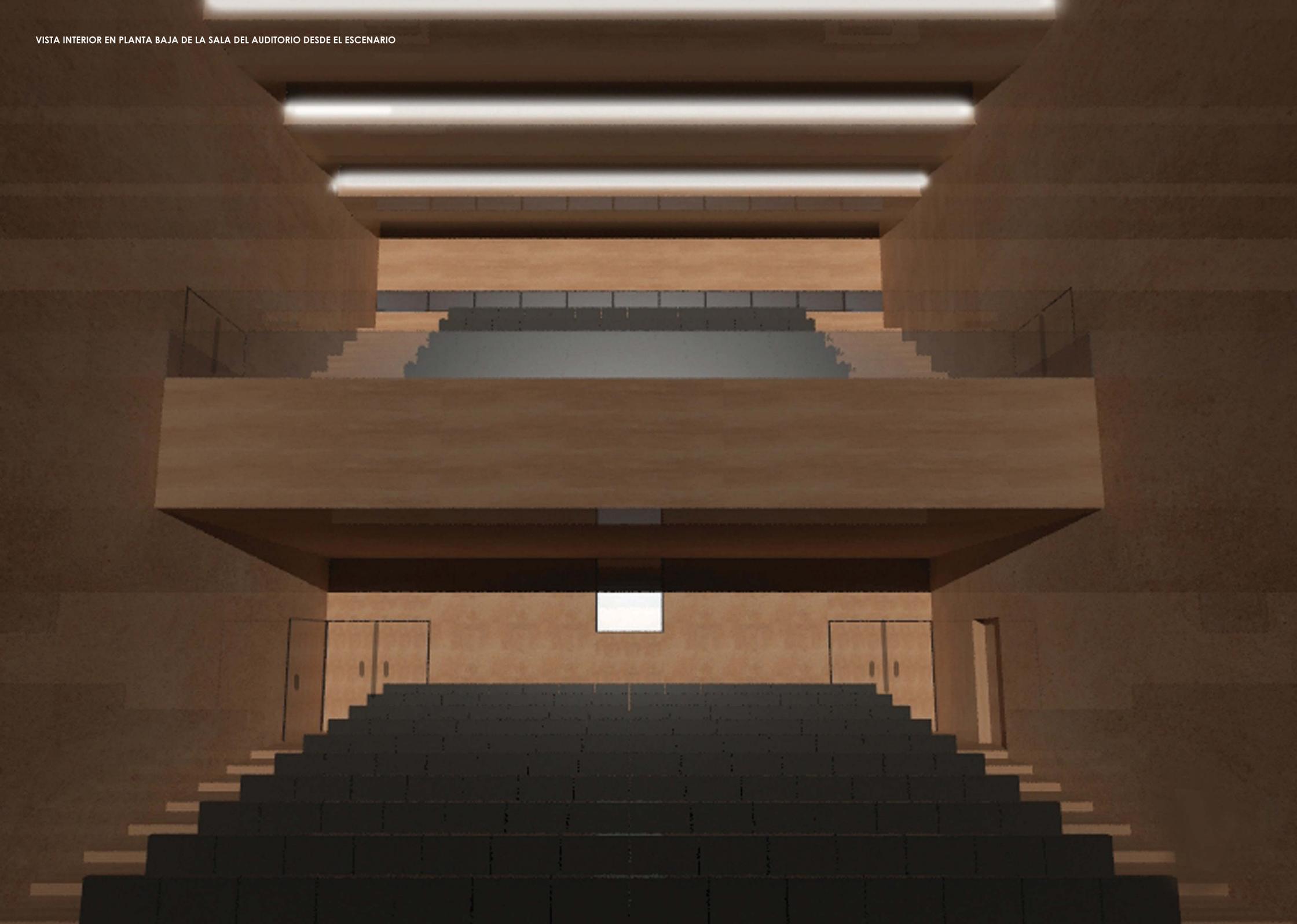


VISTA INTERIOR EN PLANTA SEGUNDA DE LA DOBLE ALTURA DE LA BIBLIOTECA

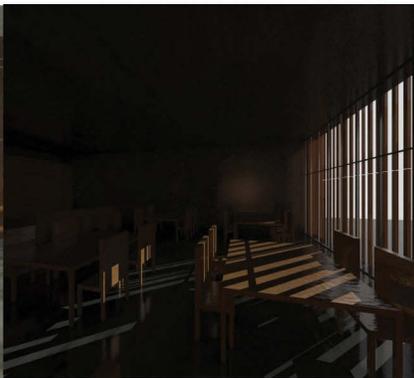




VISTA INTERIOR EN PLANTA BAJA DE LA SALA DEL AUDITORIO DESDE EL ESCENARIO







DESCRIPCIÓN TÉCNICA DEL PROYECTO

MATERIALIDAD

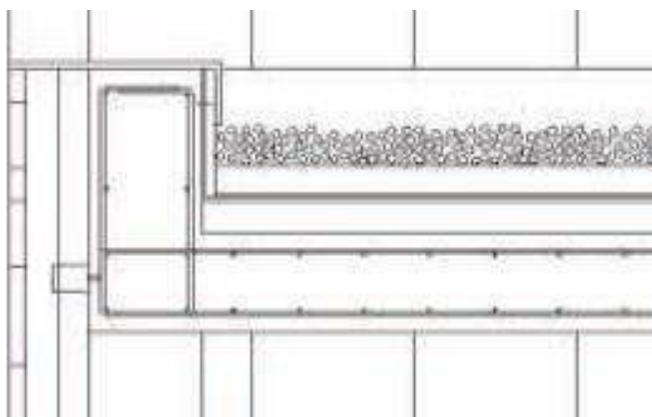
La materialidad del centro cultural se basa en dos materiales principales: el hormigón y el gres porcelánico.

La cerámica, utilizada en todas las fachadas, cerrando completamente o abriéndose por partes a modo de brise soleil, crea el efecto de caja en cada volumen del que se compone el centro cultural. Este material fue escogido debido al emplazamiento del edificio, donde la cerámica se produce masivamente y es de gran calidad.

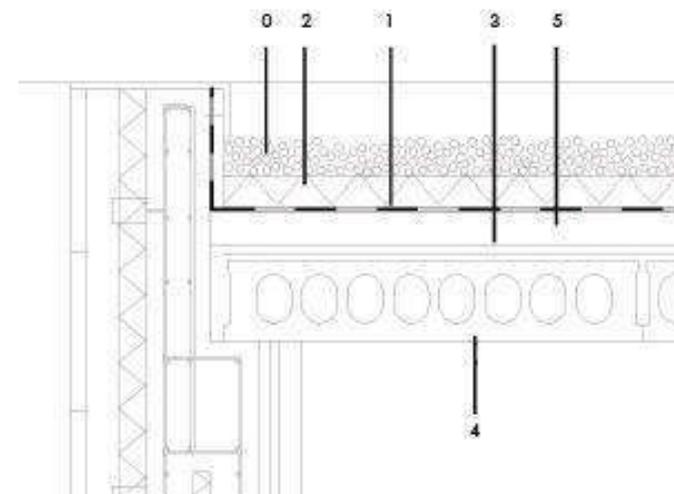
TIPOS DE CUBIERTA

Aparecen dos tipos de cubierta. La única diferencia entre ellas es que una consta de un forjado de losa maciza bidireccional y la otra de un forjado de placas alveolares. La cubierta de losa maciza bidireccional es la común para todos los volúmenes excepto el del auditorio, en el que aparecen las placas alveolares. Ninguna cubierta es transitable y todas son invertidas. Sólo en el volumen del restaurante, donde aparecen luces de 8 m, la losa maciza se realiza postesada.

- CUBIERTA NO TRANSITABLE, FORJADO DE LOSA BIDIRECCIONAL MACIZA, INVERTIDA, DE GRAVA



- CUBIERTA NO TRANSITABLE, FORJADO DE PLACAS ALVEOLARES, INVERTIDA, DE GRAVA



(Véase sección constructiva y detalles constructivos en 3. MEMORIA GRÁFICA)

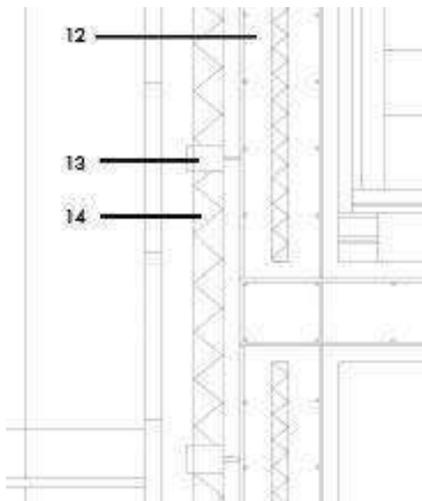
TIPOS DE CERRAMIENTO

En todo el edificio se utilizan dos tipos de cerramiento, que se alternan en fachada, según si se quiere que penetre la luz o que sea completamente opaca.

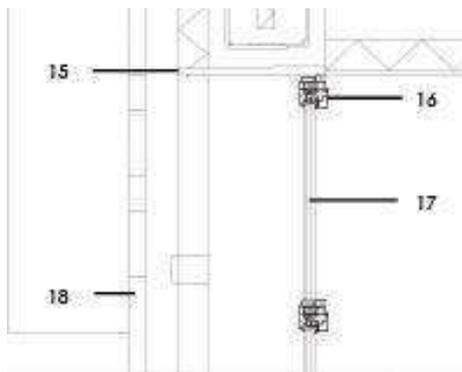
El tipo de cerramiento utilizado para hacer una fachada opaca es un cerramiento de fachada ventilada mixto. En primer lugar aparece una hoja pesada de hormigón, seguida de una cámara de aire con aislamiento térmico y, para finalizar, una hoja ligera de piezas de gres porcelánico sustentada mediante una estructura auxiliar anclada a la estructura.

La baldosa a utilizar es la XLIGHT de PORCELANOSA, que permite con espesores finos cubrir con formatos grandes, hasta un máximo de 300 x 100 cm.

- FACHADA VENTILADA MIXTA CON HOJA PESADA DE HORMIGÓN Y HOJA LIGERA DE PIEZAS DE GRES PORCELÁNICO



- FACHADA VENTILADA CON CARPINTERÍA DE VÍDRIO Y BRISE SOLEIL COMPUESTO POR LAS PIEZAS DE GRES PORCELÁNICO

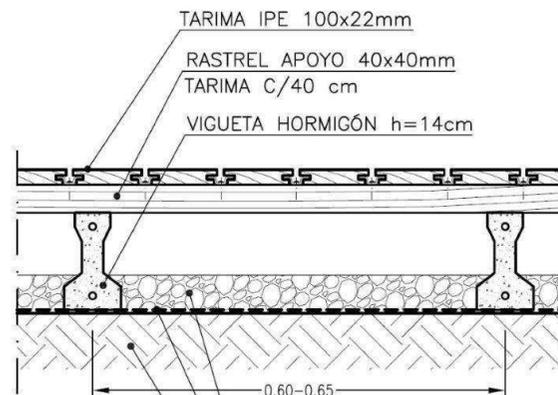


(Véase sección constructiva y detalles constructivos en 3. MEMORIA GRÁFICA)

TIPOS DE PAVIMENTO

Podemos encontrar tres tipos diferentes de pavimento, según la zona en que va a ser colocado.

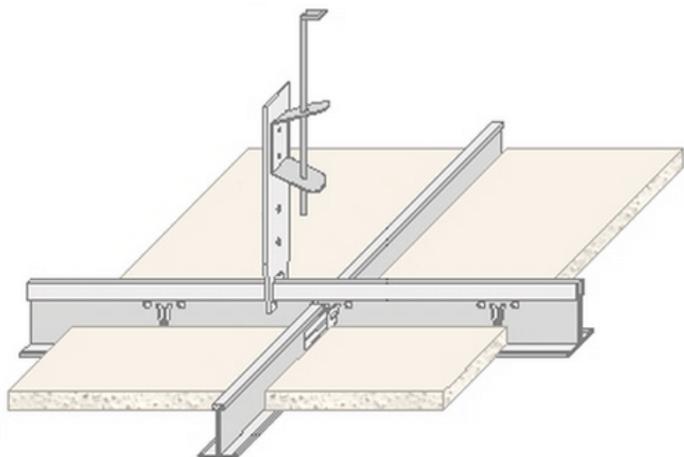
- Tipo 1. Baldosa hidráulica: El pavimento que es colocado en zonas húmedas (baños, cocinas).
- Tipo 2. Parquet: El pavimento habitual en el edificio.
- Tipo 3. Tarima flotante: El pavimento exterior, utilizado tanto para la pasarela como para algunos suelos técnicos necesarios.



TIPOS DE FALSO TECHO

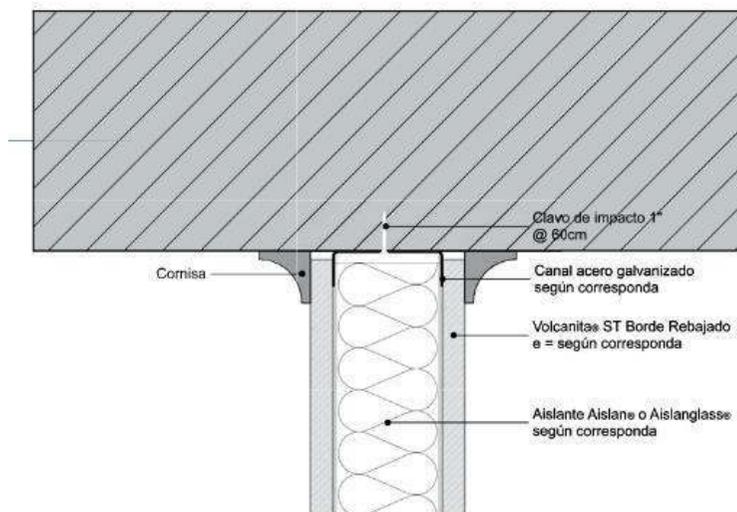
Se utiliza en todo el edificio el falso techo de cartón-yeso registrable, por el cual circularán instalaciones de este edificio público. Además, en el

auditorio se utiliza un falso techo especial acústico para la buena reverberación del sonido.



TIPOS DE COMPARTIMENTACIÓN (TABIQUERÍA)

Para los tabiques se utilizan placas de cartón-yeso, con un detalle constructivo tal que:



TIPOS DE TRASDOSADOS

Se utilizan el trasdosado en el auditorio, concretamente en la caja acústica, donde debe haber una buena reverberación del sonido.

TIPOS DE FORJADO

Como ya se ha comentado en los tipos de cubierta, existen tres tipos de forjado:

- FORJADO DE LOSA MACIZA BIDIRECCIONAL CON VIGAS.
Este tipo de forjado se escoge por el carácter público del edificio y se realiza bidireccional con vigas perimetrales debido a que las relaciones de longitud y anchura entre pilares es menor a 1,50 (en este caso al ser módulos de 6x6 m la relación es de a 1), lo que descarta la losa unidireccional y se recomienda el uso de la bidireccional.
- FORJADO DE LOSA MACIZA BID. CON VIGAS POSTESADO.
Para las únicas luces de 8 m de todo el proyecto, se mantiene el uso de la losa bidireccional pero postesada, reforzando así donde sea necesario para que soporte ese tipo de luces.
- FORJADO DE PLACAS ALVEOLARES.
Para salvar las grandes luces del auditorio, en concreto de la caja acústica, se resuelve utilizar placas alveolares, que con un cierto canto pueden llegar a salvar los 12 m de esta cubierta, que no necesita ser transitable.

ELEMENTOS ESTRUCTURALES

Asimismo, a modo de estructura se utilizan los forjados ya mencionados. En lo que se refiere a soportes verticales se utiliza hormigón armado de sección 35 x 35 cm. En la caja acústica del auditorio también se utilizan muros de carga y dos vigas de gran sección para el soporte del palco. La estructura de losa se divide en pequeños módulos de losa de 6 x 6 m soportados cada uno por vigas perimetrales. De modo que el cálculo del

armado estructural se ceñirá a uno de esos módulos de losa y al predimensionado de las placas alveolares.

PARÁMETROS DE UBICACIÓN DEL EDIFICIO

- **Capacidad portante del suelo:**

El edificio se encuentra en Malilla, en la ciudad de Valencia.

El suelo que encontramos es de arcillas blandas y muy blandas con zonas inundables. La tensión característica del suelo es de 50 KN/m².

- **Cargas de viento:**

Grado de aspereza del entorno = IV

$K = 0,22$; $L = 0,3$; $z = 5,0$

Velocidad = Zona A = 26 m/s

- **Cargas de nieve:**

Al ser Valencia se considera 0.

- **Cargas de sismo:**

Aceleración sísmica: $a_b/g = 0,06$

Coefficiente de contribución: $k = 1$

MEMORIA TÉCNICA DE LA ESTRUCTURA

1 OBJETO

La presente memoria pretende describir y justificar la solución adoptada para materializar la estructura correspondiente a la construcción de un centro cultural en una parcela situada en el barrio de Malilla (Valencia), como parte integrante del proyecto general de arquitectura redactado por Laura Isabel Montañana García.

En este sentido, se establecen aquí de manera explícita las bases conceptuales, constructivas, normativas y teóricas, que han fundamentado el diseño y los cálculos estructurales del proyecto, quedando completamente detallado el marco normativo utilizado.

Asimismo, se dan las pautas imprescindibles a tener en consideración durante la construcción de los elementos resistentes principales de la futura construcción y de su posterior mantenimiento.

2 DESCRIPCIÓN GENERAL DEL PROYECTO ARQUITECTÓNICO

El proyecto se compone de varios volúmenes unidos por un elemento de conexión horizontal. El volumen del restaurante consta de dos plantas, el del aula de otras dos, la administración sólo tiene una planta, la biblioteca se compone de 4 plantas y el auditorio de 3 plantas. La superficie de cada planta del restaurante es de 288 m², la del aula es de 432 m², la de la biblioteca es de 759 m², la de la administración es de 156 m² y la del auditorio es de 720 m². La superficie total del edificio es de 7.092 m².

El contorno de los forjados se cierra fielmente al contorno que cierra la volumetría. Como ya se ha dicho existe una diferencia de alturas y diversidad de forjados debida a las diferencias en los diferentes volúmenes del edificio, planteamiento que añade un poco más de complejidad a la resolución de los forjados. Sin embargo, para este trabajo final de máster, sólo va a llevarse a cabo el cálculo de un módulo de losa con vigas perimetrales, el cálculo del forjado de placas alveolares y la cimentación por pilotes.

2.1 USOS

Los usos previstos en el proyecto arquitectónico son los propios de un edificio de pública concurrencia. Aparecen usos como el de restaurante, aulas, biblioteca, administrativo y auditorio.

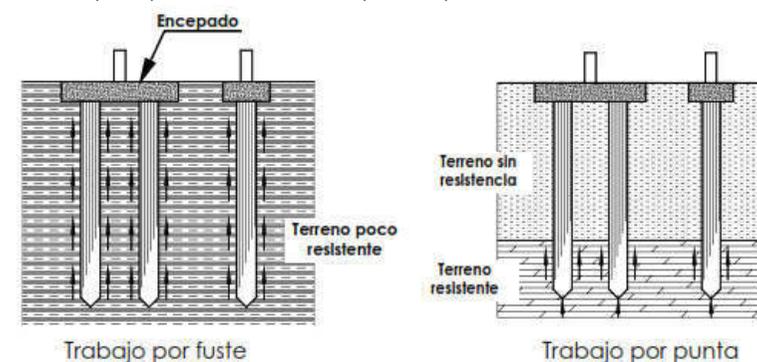
3 DESCRIPCIÓN DE LA SOLUCIÓN ADOPTADA

3.1 ESTRUCTURA

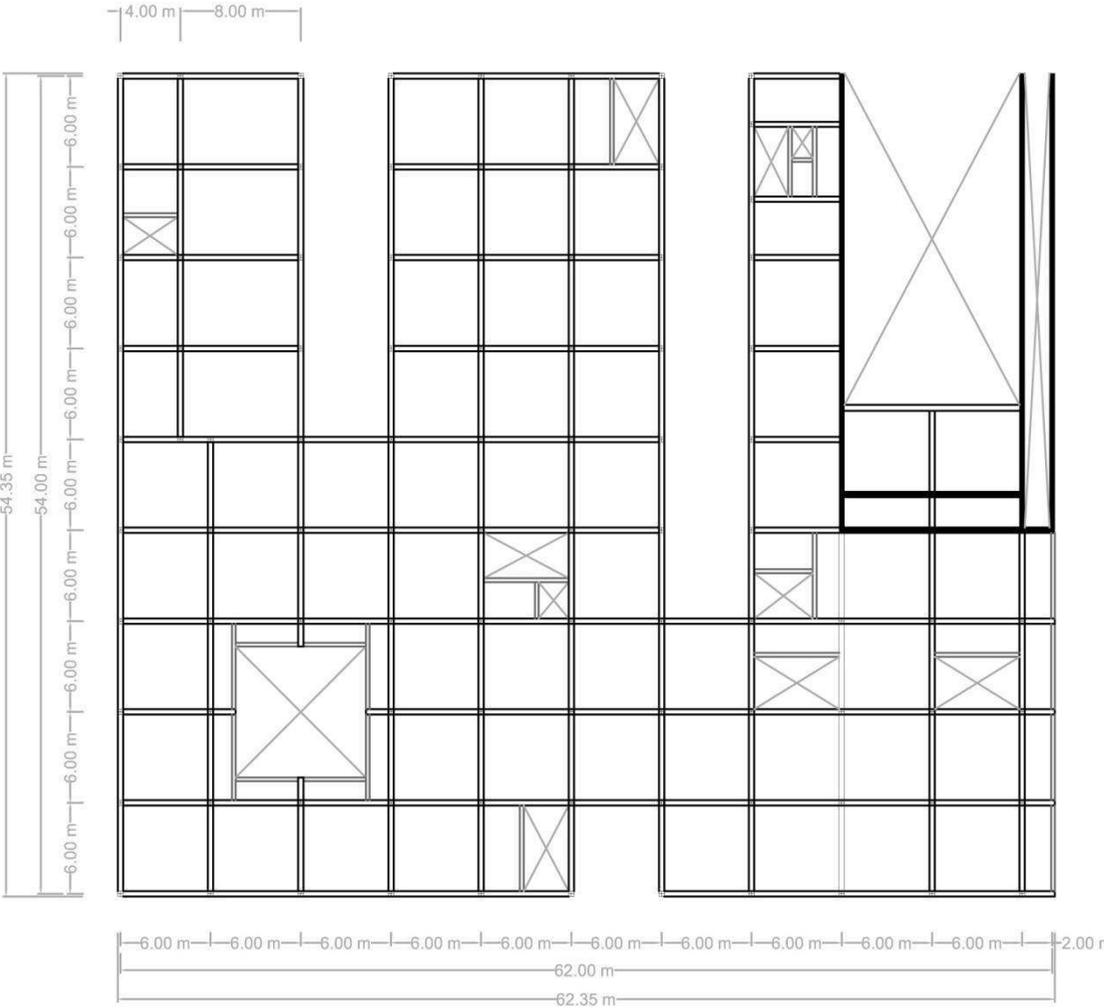
Para el proyecto se ha optado por un forjado bidireccional de losa maciza con vigas y por otro de placas alveolares. Todos los forjados de losa maciza detentan un canto total de 30 cm, y el de placas alveolares de 35 cm correspondiéndose 25 cm a la zona de placas alveolares, y 10 cm a la capa continua de compresión. Los pilares son de hormigón armado, con una sección que varía en algunos casos según el forjado, pero que generalmente es de 35 x 35 cm.

3.2 CIMIENTOS

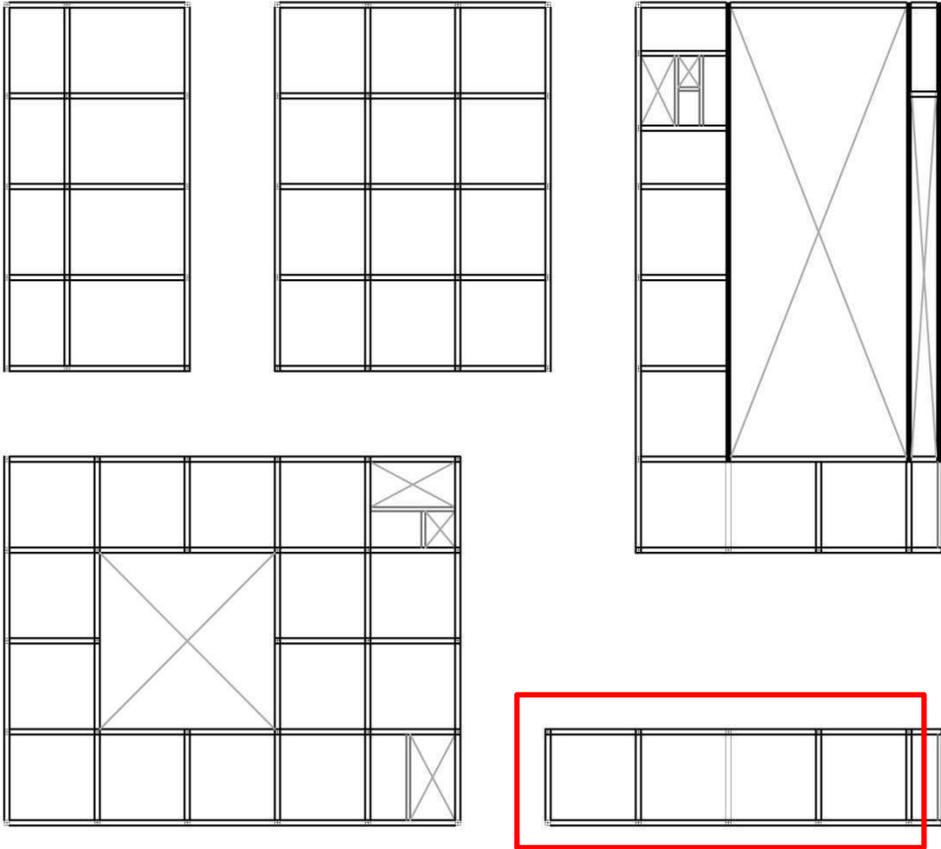
El suelo en el que se implanta el proyecto posee una resistencia muy baja. Lo componen arcillas blandas y muy blandas, y su tensión característica inicial es de 50. Los datos disponibles nos llevan a optar por un sistema de pilotes para la cimentación.



ESQUEMA CONCEPTUAL DEL SISTEMA ESTRUCTURAL DEL EDIFICIO



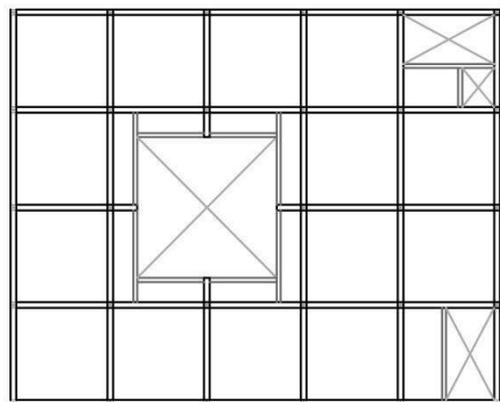
FORJADO 1



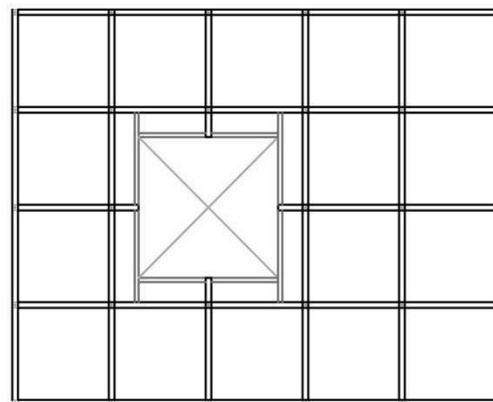
Parte elegida para el cálculo en Architrave

FORJADO 2

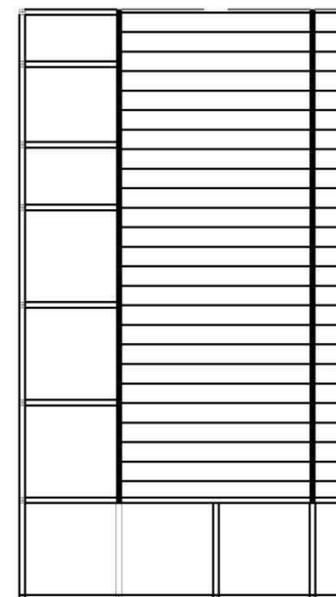
12.00 m 2.00 m



FORJADO 3



FORJADO 4



3.3 MATERIALES

Los materiales requeridos para la configuración de los elementos estructurales de carácter resistente, dejando aparte los elementos prefabricados, son los siguientes:

Hormigón HA-25-B-20-IIa

Armaduras B-500 S

| HORMIGÓN ARMADO | | | | | | |
|-----------------|-----------------------------|---------------------|------|-----------------------|---------------------|------|
| Tipo | fck (N/mm ²) | α larga duración | γc | Acero arm. pilares | Acero arm. vigas | γs |
| HA25 | 25,00 | 1,00 | 1,50 | B500 | B500 | 1,15 |

3.4 VIDA ÚTIL

En ausencia de un requerimiento específico por parte de la propiedad y atendiendo a lo que dispone la normativa vigente, se ha considerado una vida útil nominal en los elementos resistentes proyectados de 50 años.

Para garantizar la citada vida útil nominal, con independencia de lo dispuesto en los apartados de la presente memoria correspondientes a las bases de cálculo y al mantenimiento de la estructura, se han dispuesto las siguientes estrategias de diseño relativas a los elementos de hormigón armado y pretensado:

Los recubrimientos proyectados, en función del cemento utilizado en cada caso, atienden a los mínimos establecidos en el apartado 37.2 de la instrucción EHE-08.

5 BASES DE CÁLCULO

5.1 ACCIONES

El conjunto de acciones observadas en el análisis de los elementos integrantes de la parte de proyecto documentada en la presente memoria han sido establecidas en base a lo dispuesto por la normativa vigente y, en particular, el Documento Básico de Seguridad Estructural. Acciones en la edificación (DB SE-AE) del Código Técnico en la Edificación (CTE).

Los estados de cargas superficiales de los pisos y/o techos del proyecto quedan detallados en la documentación gráfica adjunta a la presente.

Atendiendo precisamente al DBB SA-AE, se han considerado los siguientes grupos de acciones:

5.2 ACCIONES PERMANENTES

Se consideran dentro de este grupo las acciones provocadas por elementos constructivos los efectos de las cuales no presenten en el tiempo variaciones relevantes a los efectos del análisis de la estructura.

En lo que refiere al proyecto aquí documentado debe citarse los siguientes:

- PESO PROPIO

El peso propio del conjunto de elementos, incluyendo la estructura, ha sido determinado a partir del peso específico medio de sus materiales constructivos. A tal efecto, se han utilizado los valores fijados en el Anejo C del DB SE-AE, cuando así ha resultado posible.

En este caso, los pesos específicos más relevantes han sido los siguientes:

FORJADO

- Losa maciza de hormigón: 5 KN/m²
- Aislante: 0,1 KN/m²
- Pavimentos (baldosa hidráulica, parquet y terrazo):
0,8 KN/m²
- Falso techo placas cartón-yeso: 0,15 KN/m²
- TOTAL: 6,05 KN/m²

CERRAMIENTO TIPO 1

- Hoja simple de hormigón armado: 5 KN/m
- Aplacado cerámico con estructura aux.:
0,75 KN/m² x 3'5 m = 2,625 KN/m
- Aislante 9 cm: 0,15 KN/m² x 3,5 m = 0,525 KN/m
- TOTAL: 8,15 KN/m

CERRAMIENTO TIPO 2

- Aplacado cerámico con estructura aux.:
0,75 KN/m² x 3'5 m = 2,625 KN/m
- Vidrio suelo techo: normal (5 mm espesor): 0,25 KN/m² x
3,2 m = 0,8 KN/m
- TOTAL: 3,425 KN/m

TABIQUERÍA

- 1 KN/m²

CUBIERTA

- Forjado losa maciza: 5 KN/m²
- Cubierta plana no transitable: 2,5 KN/m²
- Antepecho macizo: 2 KN/m²
- TOTAL: 9,5 KN/m²

5.3 ACCIONES VARIABLES

Se consideran dentro de este grupo las acciones provocadas por elementos constructivos los efectos de los cuales sí presentan en el tiempo variaciones relevantes a los efectos del análisis de la estructura. En lo que refiere al proyecto aquí documentado deben citarse las siguientes:

5.3.1 SOBRECARGA DE USO

Atendiendo al capítulo 3 del DB SE-AE del CTE, las cargas propias de los usos previstos en el proyecto han sido introducidas en el análisis estructural con toda generalidad mediante las siguientes acciones características:

- C –C1 – Zonas de acceso al público: 3 KN/m²
- C –C5 – Zonas de acceso al público, aglomeraciones: 5 KN/m²
- Zonas acceso y evacuación: 1 KN/m²
- Total: 3 + 1 = 4 KN/m²
- Uso de barandillas: 0,8 KN/m

5.3.2 VIENTO

Los efectos de la acción del viento han sido considerados en dos direcciones ortogonales, direcciones que resultan coincidentes con la orientación de los elementos estructurales principales del proyecto. En cumplimiento de lo que establece el CTE, la intensidad de la acción del viento estática equivalente sobre los paramentos expuestos ha sido calculada en base a la siguiente expresión:

$$q_e = q_b * C_e * C_p/s$$

En donde,

q_b es la presión dinámica del viento

C_e es el coeficiente de exposición

C_{p/s} es el coeficiente eólico de presión o succión, según el caso.

Se ha adoptado, de forma simplificada, un valor de presión dinámica del viento, *q_b*, de 0,42 kN/m².

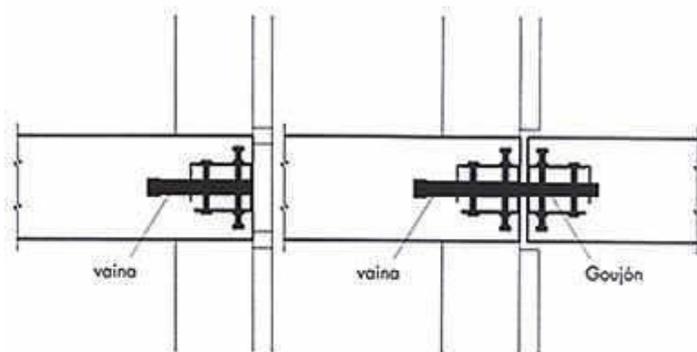
A los efectos de determinar el coeficiente de exposición y los coeficientes eólicos se han tenido en cuenta los siguientes datos:

- Grado de aspereza: IV
- Coeficiente de exposición: 1,33
- Coeficiente de presión: 0'70
- Coeficiente de succión: 0'30

5.3.3 ACCIONES TÉRMICAS

Dadas las características y dimensiones de los elementos proyectados, se ha considerado necesario la introducción de los efectos de dilataciones o contracciones térmicas en los modelos de análisis estructural.

No se duplicarán pilares. Para estas juntas de dilatación se utilizará el método del pasador deslizante Goujon Cret.



5.3.4 ACCIONES DE NIEVE

La acción superficial sobre elementos horizontales o cercanos a la horizontal producidos por el efecto de la nieve según la zona climática será de 0,20 kN/m².

5.4 ACCIONES ACCIDENTALES

5.4.1 SISMO

La valoración de la necesidad de compatibilizar los eventuales efectos de un sismo en los cálculos estructurales ha sido realizada bajo lo que establece la *Norma de Construcción Sismorresistente: Parte general y Edificación*, NCSE-02.

La norma de sismo resistencia debe aplicarse ya que no se cumplen las condiciones específicas en el artículo 1.2.3., es decir, a pesar de que la aceleración sísmica de cálculo a_c es inferior a "0'08 g", siendo "g" la aceleración de la gravedad como se especifica en el artículo 2.2., el edificio no tiene los pórticos bien arriostrados entre sí en todas las direcciones. Nos encontramos ante una estructura traslacional.

$$\text{Acciones debidas a sismos} = a_c = p \cdot a_b = 1 \cdot 0'06g = 0'06g$$

5.5 COEFICIENTES DE MAYORACIÓN DE ACCIONES

A los efectos de la verificación de los Estados Límites, según los criterios que se definen en el apartado que detalla todo aquello referente a estas verificaciones, las acciones se han considerado afectadas por los coeficientes que se detallan a continuación:

En la verificación de los Estados Límites de Servicio:

| Tipo de acción | | Efecto favorable | Efecto desfavorable |
|----------------|----------------------------------|-------------------------|---------------------|
| γ_G | Permanente | 1,00 | 1,00 |
| γ_P | Pretensado | Acciones de pre-tesado | 1,05 |
| | | Acciones de post-tesado | 1,10 |
| γ_{G^*} | Permanente de valor no constante | 1,00 | 1,00 |
| γ_Q | Variable | 0,00 | 1,00 |

En la verificación de los Estados Límites Últimos:

| Tipo de acción | | Situación Persistente o Transitoria | | Situación Accidental | |
|----------------|----------------------------------|-------------------------------------|----------------|----------------------|----------------|
| | | Efecto Favorable | Efecto Desfav. | Efecto Favorable | Efecto Desfav. |
| γ_G | Permanente | 1,00 | 1,35 | 1,00 | 1,00 |
| γ_P | Pretensado | 1,00 | 1,00 | 1,00 | 1,00 |
| γ_{G^*} | Permanente de valor no constante | 1,00 | 1,50 | 1,00 | 1,00 |
| γ_Q | Variable | 0,00 | 1,50 | 0,00 | 1,00 |
| γ_A | Accidental | - | - | 1,00 | 1,00 |

5.6 CARACTERÍSTICAS MECÁNICAS DE LOS MATERIALES ESTRUCTURALES

Los materiales utilizados en el proyecto de estructuras y cimentación, y sus características a los efectos de los análisis realizados, son los que se describen a continuación:

5.6.1 HORMIGÓN

Se ha utilizado la caracterización propuesta por la EHE-08, caracterización de la que se ha de destacar, para los hormigones con resistencias características, f_{ck} , inferiores a 50 N/mm², los siguientes particulares:

5.6.2 COEFICIENTES DE MINORACIÓN

La resistencia de cálculo f_{cd} responde a la minoración de la resistencia característica, f_{ck} , según el siguiente criterio:

$$f_{cd} = \frac{f_{ck}}{\gamma_c}$$

El coeficiente de minoración, γ_c , varía en función de la situación en la que se analice el proyecto:

- En situaciones persistentes o transitorias $\gamma_c=1,5$
- En situaciones accidentales $\gamma_c=1,3$

Los valores γ_c se corresponden con el nivel de control estadístico de la resistencia del hormigón, en base a lo dispuesto en los artículos 15º y 86º de la EHE-08.

5.6.3 MÓDULO DE DEFORMACIÓN LONGITUDINAL

En la parte elástica del análisis de deformaciones de los elementos de hormigón se ha considerado, según el caso, los siguientes módulos alternativos:

- Para el cálculo de deformaciones provocadas por cargas estáticas:

$$E_{cm} = 8.500 \cdot \sqrt{f_{cm}}$$

- Para el cálculo de deformaciones provocadas por cargas instantáneas, rápidamente variables o por acciones dinámicas:

$$E_c = \beta_E \cdot E_{cm}$$

Con,

$$\beta_E = 1,30 - \frac{f_{ck}}{400} \leq 1,175$$

Y siendo f_{cm} la resistencia media del hormigón que, en N/mm², se ha determinado simplificada de la siguiente manera:

$$f_{cm} = f_{ck} + 8$$

5.6.4 COEFICIENTE DE POISON

En el análisis de elementos continuos y, en general, cuando ha debido relacionarse las deformaciones longitudinales unitarias con las transversales unitarias, se ha observado un coeficiente de Poisson de 0,2.

5.6.5 COEFICIENTE DE DILATACIÓN

Cuando ha sido necesario considerar los efectos térmicos, se ha supuesto un coeficiente de dilatación de $1,0 \cdot 10^{-5} \text{ } ^\circ\text{C}^{-1}$.

5.6.6 RETRACCIÓN

En los casos en los que ha sido necesario considerar el efecto de la retracción del hormigón, se han considerado las funciones de acortamiento establecidas en el apartado 39.7 de la instrucción EHE-08.

5.6.7 ACERO PARA ARMADURAS PASIVAS

5.6.8 COEFICIENTES DE MINORACIÓN

La resistencia de cálculo f_{yd} responde a la minoración de la resistencia característica, f_{yk} , según el siguiente criterio:

$$f_{yd} = \frac{f_{yk}}{\gamma_s}$$

El coeficiente de minoración, γ_s , varía en función de la situación en la que se analice el proyecto:

- En situaciones persistentes o transitorias $\gamma_s=1,15$
- En situaciones accidentales $\gamma_s=1,00$

5.6.9 MÓDULO DE DEFORMACIÓN LONGITUDINAL

Se ha considerado un módulo de elasticidad longitudinal $E=200.000 \text{ N/mm}^2$.

5.6.10 COEFICIENTE DE POISON

La relación entre deformaciones unitarias, longitudinales y transversales, es irrelevante en el análisis de armaduras pasivas al tratarse de elementos lineales.

5.6.11 COEFICIENTE DE DILATACIÓN TÉRMICA

Se ha supuesto igual al del hormigón detallado anteriormente.

6 HIPÓTESIS DE CÁLCULO

Los modelos de análisis han incluido las hipótesis combinadas de cálculo necesarias siguiendo los criterios de combinación que se detallan seguidamente:

6.1 COMBINACIONES PARA EL ANÁLISIS DE LOS ESTADOS LÍMITE DE SERVICIO (ELS)

- Para las situaciones poco probables o características

$$\sum_{j \geq 1} \gamma_{G,j} G_{k,j} + \sum_{j \geq 1} \gamma_{G^*,j} G^*_{k,j} + \gamma_P P_k + \gamma_{Q,1} Q_{k,1} + \sum_{j \geq 1} \gamma_{Q,j} \psi_{0,j} Q_{k,j}$$

- Para las situaciones poco frecuentes

$$\sum_{j \geq 1} \gamma_{G,j} G_{k,j} + \sum_{j \geq 1} \gamma_{G^*,j} G^*_{k,j} + \gamma_P P_k + \gamma_{Q,1} \psi_{1,1} Q_{k,1} + \sum_{j \geq 1} \gamma_{Q,j} \psi_{2,j} Q_{k,j}$$

- Para las situaciones casi-permanentes

$$\sum_{j \geq 1} \gamma_{G,j} G_{k,j} + \sum_{j \geq 1} \gamma_{G^*,j} G^*_{k,j} + \gamma_P P_k + \sum_{j \geq 1} \gamma_{Q,j} \psi_{2,j} Q_{k,j}$$

6.2 COMBINACIONES PARA EL ANÁLISIS DE LOS ESTADOS LÍMITE ÚLTIMOS (ELU)

- Para las situaciones persistentes o transitorias

$$\sum_{j \geq 1} \gamma_{G,j} G_{k,j} + \sum_{j \geq 1} \gamma_{G^*,j} G^*_{k,j} + \gamma_P P_k + \gamma_{Q,1} Q_{k,1} + \sum_{j > 1} \gamma_{Q,j} \psi_{0,j} Q_{k,j}$$

- Para las situaciones accidentales

$$\sum_{j \geq 1} \gamma_{G,j} G_{k,j} + \sum_{j \geq 1} \gamma_{G^*,j} G^*_{k,j} + \gamma_P P_k + \gamma_A A_k + \gamma_{Q,1} \psi_{1,1} Q_{k,1} + \sum_{j > 1} \gamma_{Q,j} \psi_{2,j} Q_{k,j}$$

- Para las situaciones con efectos sísmicos

$$\sum_{j \geq 1} \gamma_{G,j} G_{k,j} + \sum_{j \geq 1} \gamma_{G^*,j} G^*_{k,j} + \gamma_P P_k + \gamma_A A_{E,k} + \sum_{j > 1} \gamma_{Q,j} \psi_{2,j} Q_{k,j}$$

con,

$G_{k,j}$ es el valor característico de las acciones permanentes

$G^*_{k,j}$ es el valor característico de las acciones permanentes de valor no constante

P_k es el valor característico de la acción del pretensado

$\psi_{0,j} Q_{k,j}$ es el valor representativo de las acciones variables concomitantes

$\psi_{1,1} Q_{k,1}$ es el valor representativo frecuente de la acción variable determinante

$\psi_{2,j} Q_{k,j}$ es el valor representativo casi-permanente de las acciones variables

A_k es el valor característico de la acción accidental

$A_{E,k}$ es el valor característico de la acción sísmica

6.3 DESCRIPCIÓN DE LAS HIPÓTESIS DE CARGA Y DE SUS CORRESPONDIENTES COMBINACIONES

PERMANENTES

HIB 1 – Pesos propios

VARIABLES

HIB 2 – Sobrecarga de uso

HIB 3 – Sobrecarga de nieve

HIB 4 – Sobrecarga de viento NS

HIB 5 – Sobrecarga de viento EO

PÓRTICO

HIB 1 – $(7,05 \text{ KN/m}^2 + 8,15 \text{ KN/m}) \times 6 \text{ m} = (42,3 \text{ KN/m} + 48,9 \text{ KN}) \times 1$
forjado = $42,3 \text{ KN/m} + 48,9 \text{ KN}$

$(9,5 \text{ KN/m}^2) \times 6 \text{ m} = 57 \text{ KN/m} \times 1$ cubierta = 57 KN/m

Total = $99,3 \text{ KN/m} + 48,9 \text{ KN}$

HIB 2 – $(4 \text{ KN/m}^2 + 0,8 \text{ KN/m}) \times 6 \text{ m} = (24 \text{ KN/m} + 4,8 \text{ KN}) \times 1$ forjado =
 $24 \text{ KN/m} + 4,8 \text{ KN}$

HIB 3 – $0,2 \text{ KN/m}^2 \times 6 \text{ m} = 1,2 \text{ KN/m}$

HIB 4 – $0,6 \text{ KN/m}^2 \times 6 \text{ m} = 3,6 \text{ KN/m}$

HIB 5 – $0,6 \text{ KN/m}^2 \times 6 \text{ m} = 3,6 \text{ KN/m}$

Combinaciones

C.1. $(1,35 \times (42,3 \text{ KN/m} + 48,9 \text{ KN})) + (1,50 \times (24 \text{ KN/m} + 4,8 \text{ KN})) +$
 $(1,50 \times 0,5 \times 1,2 \text{ KN/m}) + (1,50 \times 0,5 \times 3,6 \text{ KN/m}) + (1,50 \times 0,5 \times 3,6$
 $\text{KN/m})$

PP + USO + NIEVE + VIENTO NS + VIENTO EO

C.2. $(1,35 \times (42,3 \text{ KN/m} + 48,9 \text{ KN})) + (1,50 \times 3,6 \text{ KN/m}) + (1,50 \times 0,6 \times$
 $3,6 \text{ KN/m}) + (1,50 \times 0,7 \times (24 \text{ KN/m} + 4,8 \text{ KN})) + (1,50 \times 0,2 \times 1,106$
 $\text{KN/m})$

PP + VIENTO NS + VIENTO EO + USO + NIEVE

C.3. $(1,35 \times (42,3 \text{ KN/m} + 48,9 \text{ KN})) + (1,50 \times 1,106 \text{ KN/m}) + (1,50 \times 0,6$
 $\times 3,6 \text{ KN/m}) + (1,50 \times 0,6 \times 3,318 \text{ KN/m}) + (1,50 \times 0,5 \times (24 \text{ KN/m} +$
 $4,8 \text{ KN}))$

PP + NIEVE + VIENTO NS + VIENTO EO + USO

C.4. $(1,35 \times (42,3 \text{ KN/m} + 48,9 \text{ KN})) + (1,50 \times 3,6 \text{ KN/m}) + (1,50 \times 0,6 \times$
 $3,6 \text{ KN/m}) + (1,50 \times 0,5 \times (24 \text{ KN/m} + 4,8 \text{ KN})) + (1,50 \times 0,2 \times 1,106$
 $\text{KN/m})$

PP + VIENTO EO + VIENTO NS + USO + NIEVE

C.5. $(1,35 \times (42,3 \text{ KN/m} + 48,9 \text{ KN})) - (1,50 \times 3,6 \text{ KN/m}) + (1,50 \times 0,6 \times 3,6 \text{ KN/m}) + (1,50 \times 0,5 \times (24 \text{ KN/m} + 4,8 \text{ KN})) + (1,50 \times 0,2 \times 1,106 \text{ KN/m})$

PP - VIENTO EO + VIENTO NS + USO + NIEVE

C.6. $(1,35 \times (42,3 \text{ KN/m} + 48,9 \text{ KN})) - (1,50 \times 3,6 \text{ KN/m}) + (1,50 \times 0,6 \times 3,6 \text{ KN/m}) + (1,50 \times 0,7 \times (24 \text{ KN/m} + 4,8 \text{ KN})) + (1,50 \times 0,2 \times 1,106 \text{ KN/m})$

PP - VIENTO NS + VIENTO EO + USO + NIEVE

7 ESTADOS LÍMITE

Los elementos estructurales que conforman el proyecto han sido dimensionados para satisfacer los siguientes estados límite:

- ELS de deformación

En función de lo que establece el apartado 4.3.3 del CTE, se han verificado las flechas de los pisos o techo bajo los criterios que se detallan seguidamente:

- Cuando se considera la integridad de elementos constructivos, se ha limitado la deformación producida después de su construcción bajo los efectos del valor característico de las acciones a los siguientes valores:

- 1/500 de la distancia entre soportes en cerramientos y/o pavimentos frágiles
- 1/400 de la distancia entre soportes en cerramientos y/o pavimentos ordinarios
- 1/300 de la distancia entre soportes en el resto de casos
- Cuando se considera el confort de los usuarios se ha limitado la deformación producida por el valor característico de las acciones de corta duración al 1/350 de la distancia entre soportes.

· Cuando se considera la apariencia de la obra, se ha limitado la deformación producida por el efecto de las acciones en las situaciones casi permanentes al 1/300 de la distancia entre soportes.

En el caso de elementos volados, en las limitaciones anteriores se ha tomado como distancia de referencia el doble de la dimensión del vuelo.

Adicionalmente, se ha verificado que los desplazamientos horizontales máximos de los pisos o techos resulten inferiores a los siguientes valores:

- El desplazamiento relativo entre dos forjados consecutivos se ha limitado al 1/300 de su separación.
- El desplazamiento absoluto del forjado superior se ha limitado al 1/500 de la altura total de la construcción.

- ELS de fisuración

En elementos de hormigón armado i pretensado se ha verificado que la apertura característica de fisura, w_k , cumpla los criterios definidos en la tabla 5.1.1.2 de la EHE-08.

- ELS de vibración

En los elementos sensibles al fenómeno de la vibración por razón de su esbeltez y/o de su uso se ha calculado la frecuencia de su primer modo de vibración verificando que resulta inferior a un determinado valor límite en función del uso al que da soporte:

- Usos generales del proyecto 3,0 Hz

- ELU de equilibrio

Se ha comprobado que los efectos estabilizantes sobrepasan en todos los casos a los desestabilizantes.

- ELU de agotamiento

Las tensiones que se pueden llegar a desarrollar en cualquier sección igualan o sobrepasan las eventualmente provocadas por las acciones de diseño.

- ELU de inestabilidad

Las tensiones que se pueden llegar a desarrollar en cualquier sección igualan o sobrepasan las eventualmente provocadas por las acciones de diseño teniendo en cuenta los efectos de segundo orden.

8 MÉTODOS DE CÁLCULO

8.1 CÁLCULO GENERAL DE ESFUERZOS Y DEFORMACIONES

El cálculo general de los esfuerzos y de las deformaciones del conjunto de elementos estructurales ha sido realizado a partir del planteamiento y resolución de la ecuación general de equilibrio de cada una de las partes analizadas.

$$[f] = [k][a]$$

Donde,

- $[f]$ es el vector de acciones nodales que incluye fuerzas y momentos
- $[k]$ es la matriz de rigidez de la parte de la estructura analizada
- $[a]$ es el vector de corrimientos nodales que incluye desplazamientos y giros

En lo que respecta al cálculo de la matriz de rigidez se ha de discernir entre dos ámbitos de cálculo de sus términos en función del elemento estructural del que se determine la rigidez:

8.1.1 Elementos tipo barra

En este caso la determinación de las rigideces ha sido llevada a cabo mediante el apoyo en la ley de Hooke, los teoremas de Mohr y la torsión de Saint Venant.

8.1.2. Elementos continuos

Se incluye dentro de este ámbito las losas de hormigón armado, los muros de carga, las vigas-pared, las láminas y, en general, cualquier otro elemento que por razón de su continuidad, superficial o volumétrica, resulte difícilmente analizable a los efectos de su cálculo estructural mediante un modelo de barras. En este caso se ha discretizado el medio continuo mediante el método de los elementos finitos, lo que ha permitido la obtención de la rigidez de cada elemento de la discretización mediante la utilización de los siguientes tipos de elemento:

- Problemas de placa:
Elemento DST (*Batoz, Katili*)
- Problemas de membrana o de cáscara:
Elemento Andes (*C. Militello, C.A. Felippa*)

El elemento de placa operado introduce los esfuerzos cortantes en la ecuación general de equilibrio y permite la resolución indistinta de placas gruesas y placas delgadas. En los problemas laminares se trata separadamente la componente de membrana del problema de la componente de placa, al resultar dichos problemas parciales independientes, lo que ha permitido la utilización conjunta de los dos tipos de elementos referidos.

ECUACIÓN DE LAGRANGE

Cuando las losas de hormigón se sustentan en dos direcciones ortogonales, se desarrollan esfuerzos y deformaciones en ambas direcciones, recibiendo el nombre de losas bidireccionales.

La ecuación general que describe el comportamiento de las losas bidireccionales macizas, de espesor constante, es conocida como la Ecuación de Lagrange o ecuación de placas, que se presenta a continuación:

$$\Delta \Delta w = \frac{\partial^4 w}{\partial x^4} + 2 \frac{\partial^4 w}{\partial x^2 \partial y^2} + \frac{\partial^4 w}{\partial y^4} = \frac{q}{D} \quad D = \frac{E \cdot h^3}{12(1 - \mu^2)}$$

Donde:

w : ordenada de la elástica de deformación de la placa en un punto de coordenadas (x, y)

D : rigidez a la flexión de la placa, análoga al producto E · I en vigas

E : módulo de elasticidad longitudinal del concreto

h : espesor de la placa

m : coeficiente de Poisson del concreto (su valor está comprendido entre 0.15 y 0.20)

La ecuación de Lagrange utiliza como fundamento la Ley de Deformación plana de Kirchoff, que establece que una placa plana delgada, sometida a cargas perpendiculares a su plano principal, se deformará de modo que todos los puntos materiales que pertenecen a una recta normal a la superficie sin deformarse permanecerán dentro de la correspondiente recta normal a la superficie deformada (la versión simplificada para vigas diría que las secciones transversales planas antes de la deformación permanecen planas después de la deformación).

Las solicitaciones unitarias internas que se desarrollan en las placas quedan definidas por las siguientes expresiones:

$$m_x = -D \left[\frac{\partial^2 w}{\partial y^2} + \mu \frac{\partial^2 w}{\partial x^2} \right] \quad m_y = -D \left[\frac{\partial^2 w}{\partial x^2} + \mu \frac{\partial^2 w}{\partial y^2} \right] \quad m_{xy} = -D(1 - \mu) \frac{\partial^2 w}{\partial x \partial y}$$

$$v_x = -D \frac{\partial}{\partial x} \left[\frac{\partial^2 w}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 w}{\partial y^2} \right] \quad v_y = -D \frac{\partial}{\partial y} \left[\frac{\partial^2 w}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 w}{\partial y^2} \right]$$

Donde:

m_x : momento flector alrededor del eje x, por unidad de ancho de losa

m_y : momento flector alrededor del eje y, por unidad de ancho de losa

m_{xy} : momento torsor, por unidad de ancho de losa

v_x : esfuerzo cortante en la dirección x, por unidad de ancho de losa

v_y : esfuerzo cortante en la dirección y, por unidad de ancho de losa

Es importante notar que las deformaciones producidas por flexión en una de las direcciones generan esfuerzos flexores en la dirección perpendicular debido al efecto de Poisson. También debe tomarse en

consideración que simultáneamente a la flexión en las dos direcciones aparecen momentos torsores que actúan sobre la losa.

Las dos primeras ecuaciones son análogas a la Ecuación general de la Flexión en Vigas, pero se incluye la deformación provocada por los momentos flexores transversales.

Las solicitaciones de diseño para las losas bidireccionales dependen de las cargas y las condiciones de apoyo (o de carencia de apoyo) más frecuentes, y en casos de geometrías y cargas excepcionales se puede utilizar el método de Elementos Finitos.

8.2 ANÁLISIS DE COLUMNAS Y ELEMENTOS DE SOPORTE

En el cálculo de pilares se han tenido en cuenta los eventuales efectos de segundo orden propios de estos elementos (pandeo) mediante los métodos simplificados propuestos por las instrucciones vigentes en función de su material constituyente.

Cuando por razón de la esbeltez de una columna o de la esbeltez general de una o varias las plantas de la estructura, ha sido necesario un análisis explícito de los efectos de segundo orden, éste se ha resuelto según se detalla en el apartado correspondiente al análisis no lineal.

8.2.1 Columnas de hormigón

En el análisis de columnas y paredes de carga de hormigón se han incrementado las excentricidades de primer orden asociadas a los momentos flectores, cuando así se ha demostrado necesario, en base a lo que dispone el Artículo 43 de la EHE-08.

8.3.1 Secciones de hormigón armado

La armadura longitudinal de las secciones de hormigón armado ha sido comprobada en base a los siguientes criterios:

- Secciones sometidas a flexión simple: mediante el método parábola rectángulo

- Resto de las secciones: mediante un proceso de análisis no lineal que ha permitido la determinación de los sucesivos planos de deformación que equilibran las solicitaciones actuantes, en base a las propiedades mecánicas de los materiales constituyentes de la sección.

La no determinación de un plano de equilibrio ha provocado el nuevo dimensionado de la sección, revisando la armadura y/o la geometría de la sección en cuestión según el caso.

La armadura transversal ha sido calculada en base a la formulación y limitaciones específicas propuestas para cada caso por la instrucción EHE-08.

8.4 ANÁLISIS NO LINEALES

En los problemas en los que ha resultado necesario un análisis no lineal explícito se ha resuelto el problema general o particular de equilibrio de un modo iterativo seguido los siguientes procedimientos:

8.4.1 Problemas de no linealidad geométrica

Se ha utilizado genéricamente el método de la iteración directa y, en los casos de un comportamiento acusadamente no lineal, el método de Newton-Raphson modificado.

8.4.2 Problemas de no linealidad mecánica

Se ha utilizado el método de Newton-Raphson.

9 PROGRAMAS

Los programas utilizados son de elaboración propia, quedan basados en los métodos de cálculo comentados en los apartados precedentes, y resulta el siguiente:

Architrave

Compuesto por las aplicaciones Architrave Diseño y Architrave Cálculo, es un entorno informático orientado al diseño y al cálculo de estructuras de edificación y obra civil. Permite mediante un sencillo e intuitivo interfaz gráfico de usuario, generar y gestionar modelos estructurales utilizando el programa AutoCAD. Posteriormente los modelos son analizados y calculados por la aplicación Architrave Cálculo. Ambas aplicaciones son capaces de resolver el análisis estático y dinámico de estructuras en 3D mediante el método de los elementos finitos, así como el dimensionado de los elementos estructurales de acero o de hormigón armado, gestionar su peritación y generar la documentación de proyecto -memoria de cálculo y planos pertinente.

10 RESISTENCIA EN SITUACIÓN DE INCENDIO

10.1 RESISTENCIA NECESARIA

Según indica el DB-SI del CTE, en su artículo 3, los diferentes sectores que componen la estructura del proyecto, para soportar adecuadamente las acciones representadas por la curva normalizada tiempo-temperatura, en función de su uso, posición y/o altura de evacuación, deben alcanzar las siguientes resistencias en términos de tiempo:

- Zona: Techos de la planta baja R-90
- Altura de evacuación: < 15metros
- Uso equivalente: pública concurrencia
- Zona: Cubiertas ligeras R-30
- Altura de evacuación: No transitable
- Uso equivalente: No transitable

10.2 RESISTENCIA GARANTIZADA

La estructura principal del área de intervención del proyecto queda compuesta por los siguientes elementos básicos:

- Forjados de losa maciza bidireccional

- Forjado de placas alveolares
- Vigas
- Pilares

La satisfacción de la resistencia requerida se alcanzará en cada tipo de elemento en base a los siguientes criterios:

10.2.2 Pilares

10.2.2.2 Pilares de hormigón

Se trata de columnas, de dimensiones mínimas 35x35 cm, cuyo recubrimiento nominal es de 35mm. Según establece el Anejo 6 de la instrucción EHE-08, su resistencia a fuego garantizada alcanza los 120 minutos.

10.2.3 Techos

10.2.3.2 Losas macizas de escalera

Se trata en todos los casos de losas de 30cm de espesor cuyas armaduras guardan un recubrimiento constructivo de 30mm. Según establece el Anejo 6 de la instrucción EHE-08, su resistencia a fuego garantizada supera los 90 minutos.

11 PROCESO CONSTRUCTIVO

El proyecto contempla de forma general la secuencia convencional de ejecución de los capítulos correspondientes a la materialización de los elementos resistentes:

- Movimiento de tierras
- Cimientos, que en nuestro caso requeriremos pilotes
- Estructura

En el caso de elementos de hormigón armado realizados *in situ* se habrá de prestar especial atención a lo que dispone el *Pliego de Condiciones Particular de la Estructura* en relación a su descimbrado

y/o desapuntalamiento, ya que las hipótesis de cálculo seguidas en el proyecto toman como referencia los plazos de descimbrado y/o desapuntalamiento contemplados en el pliego referido.

12 MANTENIMIENTO DE LA ESTRUCTURA

Las disposiciones contempladas en relación al mantenimiento de los elementos estructurales dependen de su material constituyente:

12.1 ELEMENTOS DE HORMIGÓN ARMADO

Para establecer las pautas de mantenimiento debe distinguirse entre las condiciones ambientales de los elementos:

12.1.1 Elementos interiores

Se incluyen dentro de este grupo los elementos ubicados en interiores de edificios no sometidos a condensaciones y que, por tanto, se corresponden a la clase general de exposición I, según lo que establece la EHE-08. A los dos años de haber sido ejecutados se realizará una inspección para detectar posibles defectos o anomalías superficiales, como fisuras, cambios de textura o dureza, decoloraciones, etc. Esta revisión se irá repitiendo cada 10 años.

12.1.2 Elementos exteriores o en ambientes húmedos

Se incluyen dentro de este grupo los elementos sometidos a humedades relativas altas (<65%) o a condensaciones, los elementos enterrados, los elementos sumergidos, los elementos exteriores que no sufran el ataque de cloruros y aquellos elementos con contacto frecuente con agua y que tengan una probabilidad superior al 50% de sufrir alguna vez temperaturas por debajo de los -5°C. En base a lo que establece la EHE-08, se estaría hablando de elementos pertenecientes a las clases genéricas de exposición IIa o IIb o a la clase específica de exposición H.

Al año de haber sido ejecutados se realizará una inspección para detectar posibles defectos o anomalías superficiales, como fisuras, cambios de textura o dureza, decoloraciones, etc.

Esta revisión se irá repitiendo cada 2 años.

12.1.3 Elementos en atmósferas agresivas

Se incluyen dentro de este grupo los elementos afectados por atmósferas marinas, los que puedan sufrir cualquier ataque por cloruros, cualquier otro ataque de naturaleza química o que puedan sufrir fenómenos de abrasión o cavitación. En este caso y según la EHE-08, se estará hablando de elementos con una clase general de exposición IIIa, IIIb, IIIc o IV, o cualquier clase específica de exposición diferente de la H.

A los seis meses de haber sido ejecutados se realizará una inspección para detectar posibles defectos o anomalías superficiales, como fisuras, cambios de textura o dureza, decoloraciones, etc.

El programa de revisiones posteriores será bianual.

13 MARCO NORMATIVO

13.1 DECLARACIÓN DEL CUMPLIMIENTO DE LOS DOCUMENTOS BÁSICOS DEL CTE

En el diseño y análisis de los elementos estructurales, de cimentación y de contención que conforman el presente proyecto se ha atendido a todo lo que estipula el Código Técnico de la Edificación (CTE) en relación a dichos elementos, destacándose los siguientes Documentos Básicos:

- DB-SE, "Documento Básico SE de seguridad estructural"
- DB-SE-AE, "Documento Básico SE Seguridad estructural, Acciones en la Edificación"
- DB-SE-C, "Documento Básico SE Seguridad estructural, Cimientos"
- DB-SE-A, "Documento Básico SE Seguridad estructural, Acero"
- DB-SE-F, "Documento Básico SE Seguridad estructural, Fábrica"

- DB-SE-I, "Documento Básico SE Seguridad estructural en caso de Incendio"

13.2 OTRAS NORMATIVAS DE OBLIGADO CUMPLIMIENTO

Adicionalmente se ha observado el cumplimiento de las siguientes instrucciones:

- NCSE-02, "Norma de construcción sismorresistente: Parte general y edificación". Real Decreto 997/2002
- EHE-08, "Instrucción del hormigón estructural". Real Decreto 1247/2008
- EAE-12, "Instrucción de acero estructural". Real Decreto 751/2011

13.3 NORMATIVAS COMPLEMENTARIAS

De manera complementaria, en aquellos aspectos de los que no hay disposiciones específicas en las instrucciones de obligado cumplimiento, se ha utilizado las siguientes instrucciones:

- EUROCÓDIGO 0: Bases del cálculo de estructuras
- EUROCÓDIGO 1: Acciones en estructuras
- EUROCÓDIGO 2: Proyecto de estructuras de hormigón
- EUROCÓDIGO 3: Proyecto de estructuras de acero

MEMORIA DE CÁLCULO

1. PREDIMENSIONADO DE LA CIMENTACIÓN

Dado que nos encontramos ante un estudio geotécnico que nos muestra que el terreno está compuesto por arcillas blandas y muy blandas, en Malilla (Valencia), donde la tensión característica inicial es de 50, se decide disponer una cimentación profunda a base de pilotes.

Selección del pilote en función del tipo de suelo

| TIPO DE SUELO | | TIPO DE PILOTE |
|----------------------------|-------------------------------|--------------------------|
| Rocas | Duras (caliza, pizarra, etc.) | 1, 2, 3, 5, 6, 9, 10 |
| | Blandas | 2, 4, 7, 9, 11 |
| Suelos incoherentes | Arenas y gravas compactas | 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8 |
| | Arenas y gravas flojas | 1, 3, 4, 5, 6 |
| | Arena | 1, 2, 3, 4, 5, 6 |
| Suelos cohesivos | Arcillas duras | 2, 3, 5, 6, 7, 9, 10, 11 |
| | Arcillas medias | 2, 6, 7, 8, 9, 10, 11 |
| | Limos y arcillas blandas | 4, 7, 8, 9, 10, 11 |

Selección del tipo de pilote en función de las condiciones del terreno

| CONDICIONES DEL TERRENO | | TIPO DE PILOTE |
|--|--------------------------------|----------------------------|
| Presencia de agua | Inundado | 7 |
| | Nivel freático alto | Todos |
| | Bien drenado | Todos |
| | Corrientes de agua subterránea | 1, 2, 3, 5, 6 |
| Accesibilidad y presencia de obstáculos | Altura disponible < 6 m | 5, 7 |
| | Altura disponible de 6 a 8 m | 5, 7, 8, 11 |
| | Espacio limitado en horizontal | 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 11 |
| | Cimentaciones antiguas | 2, 6, 7, 9, 10, 11 |
| | Conducciones próximas | 7, 8, 9, 10, 11 |
| Estructuras próximas | Sensibles a vibraciones | 5, 8, 9, 10, 11 |
| | No aceptan asientos | 9, 10, 11 |
| | Cimentaciones superficiales | 9, 10, 11 |

| TIPOS DE PILOTES | Tipo | Sección (mm) | Longitud (m) | Carga (KN) | |
|------------------|---|--------------|---|------------|----------------------------|
| HINCADO | Madera | 1 | < 400x400 | < 20 | < 600 |
| | Acero cajón tubo perfil H | 2 | Tablestaca soldada $\Phi < 900$ 200 a 300 | < 36 | < 1500 < 1500 < 1700 |
| | Hormigón prefabricado | 3 | < 450x450 $\Phi < 750$ (hueco) | < 27 | < 1000 |
| | Hormigón | 4 | $\Phi 250$ a 600 | < 24 | < 1500 |
| | Hormigón prefabricado+ Hormigón in situ | 5 | $\Phi 450$ a 600 | < 50 | < 2000 |
| | Hormigón in situ + Acero | 6 | $\Phi 250$ a 500 | < 18 | < 800 |
| PERFORADO | Percusión pequeño diámetro | 7 | $\Phi 450$ a 600 | < 24 | < 1200 |
| | Percusión gran diámetro | 8 | $\Phi > 600$ | < 45 | < 10000 |
| | Rotación gran diámetro fuste cilíndrico | 9 | $\Phi 600$ a 1800 | < 45 | < 10000 |
| | Rotación gran diámetro base ensanchada | 10 | $\Phi 600$ a 1800 Φ base < 3 Φ fuste | < 45 | muy altas |
| | Rotación pequeño diámetro | 11 | $\Phi 225$ a 550 | < 36 | < 10000 |

2. CÁLCULO DE LA CIMENTACIÓN

Los datos de los que se parte, según el estudio geotécnico, son los siguientes:

| PERFIL GEOTÉCNICO | | | | | |
|-------------------|--------------|-----------------------------|---|------------------------|----------------------|
| | | Nivel freático $h_f(m)$ (?) | | | |
| | | 7.00 | | | |
| Nivel - 1 (?) | Prof.(m) (?) | Espesor(m) | $c_u(MPa)$ | $\gamma_1(KN/m^3)$ (?) | $\varphi'(^{\circ})$ |
| Suelo cohesivo | 0 | 2.4 | 0.15 | 19 | 25 |
| Nivel - 2 (?) | Prof.(m) (?) | Espesor(m) | $c_u(MPa)$ | $\gamma_2(KN/m^3)$ (?) | $\varphi'(^{\circ})$ |
| Suelo cohesivo | 2.4 | 3.9 | 0.125 | 19 | 28 |
| Nivel - 3 (?) | Prof.(m) (?) | Espesor(m) | $\gamma_3(KN/m^3)$ (?) $\varphi'(^{\circ})$ | | |
| Suelo granular | 6.3 | 4.2 | 22 | 36 | |
| Nivel - 4 (?) | Prof.(m) (?) | Espesor(m) | $c_u(MPa)$ | $\gamma_4(KN/m^3)$ (?) | $\varphi'(^{\circ})$ |
| Suelo cohesivo | 10.5 | 5 | 0.081 | 20 | 28 |
| Nivel - 5 (?) | Prof.(m) (?) | Espesor(m) | $\gamma_5(KN/m^3)$ (?) $\varphi'(^{\circ})$ | | |
| Suelo granular | 15.5 | indefinido | 21 | 36 | |

Resistencias unitarias

Nivel 0. Limos inundación

$t_f=40,0$ kPa

Nivel 1 Arcillas limosas

$t_f=40,0$ kPa

Nivel 2. Gravas medias

$t_f=70,0$ kPa

Nivel 3. Arcillas limosas

$t_f=50,0$ kPa

Nivel 4. Gravas arenosas medias

$t_f=70,0$ kPa

El procedimiento de la cimentación del pilote que se elige es **perforado**, y el tipo de perforación es: **barrenado sin control**. El hormigón es HA-25 con acero B-500.

Se procede a calcular la cimentación para dos de los pilares del edificio.

- PILAR 3

Este pilar tiene un axil $N = 730$ KN, dada su magnitud, se decide disponer un encepado compuesto de dos pilotes, cada uno con un diámetro de 0,60 y una altura de fuste de 6 m. Cada uno soportará una carga de $N = 365$ KN

COMPROBACIÓN A HUNDIMIENTO

$$N_k = 365 \text{ KN} \leq R_{cd} = 442,96 \text{ KN} \quad \text{-- OK}$$

R_{cd} (Resistencia a hundimiento de cálculo):

$$R_{cd} = (R_{pk} + R_{fk}) / \gamma_R = (876,504 + 452,39) / 3 = 442,96 \text{ KN}$$

donde

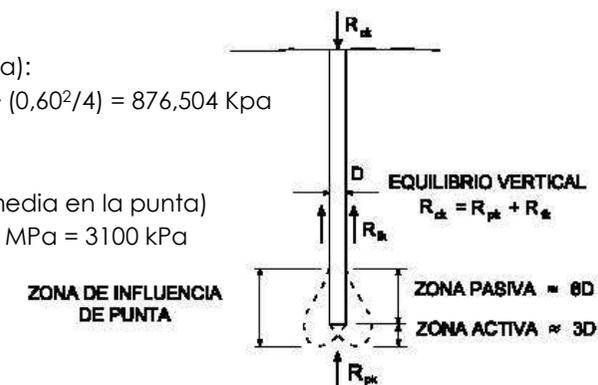
R_{pk} (Resistencia por punta):

$$R_{pk} = q_p \cdot A_p = 3100 \cdot (\pi \cdot (0,60^2/4)) = 876,504 \text{ Kpa}$$

Con,

q_p (Resistencia unitaria media en la punta)

$$q_p = 0,2 \cdot (11+20) / 2 = 3,1 \text{ MPa} = 3100 \text{ kPa}$$



$$L_{\text{punta}} = 6 \cdot D + 3 \cdot D = 9 \cdot 0,6 = 5,4 \text{ m}$$

$$N_{\text{spt nivel 1}} = 20$$

$$N_{\text{spt nivel 2}} = 11$$

Rfk (Resistencia por fuste):

$$R_{fk} = \pi \cdot 0,6 \cdot (A_{f0} \cdot \tau_{f0} + A_{f1} \cdot \tau_{f1} + A_{f2} \cdot \tau_{f2}) = 452,39 \text{ kPa}$$

$$R_{fk} = \pi \cdot 0,6 \cdot (2,4 \cdot 40 + 3,6 \cdot 40) = \pi \cdot 0,6 \cdot 240$$

Con,

$$L_{\text{fuste}} = L_{\text{pilote}} - 6 \cdot D = 6 - 3,6 = 2,4 \text{ m}$$

COMPROBACIONES ESTRUCTURALES

Tope estructural:

$$N_k = 365 \text{ KN} \leq Q_{\text{tope}} = 989 \text{ KN} \quad \text{-- OK}$$

donde

$$Q_{\text{tope}} = \sigma \cdot A = 3,5 \cdot (\pi \cdot (0,60^2/4)) = 0,989 = 989 \text{ KN}$$

Con,

σ : tensión tope del pilote en MPa (tabla 5.1)

A (sección transversal pilote) = A_p (área de la punta)

- **PILAR 4**

Este pilar tiene un axil $N = 685 \text{ KN}$, dada su magnitud, se decide disponer un encepado compuesto de dos pilotes, cada uno con un diámetro de 0,60 y una altura de fuste de 6 m. Cada uno soportará una carga de $N = 342,5 \text{ KN}$

COMPROBACIÓN A HUNDIMIENTO

$$N_k = 342,5 \text{ KN} \leq R_{cd} = 442,96 \text{ KN} \quad \text{-- OK}$$

Rcd (Resistencia a hundimiento de cálculo):

$$R_{cd} = (R_{pk} + R_{fk}) / \gamma_R = (876,504 + 452,39) / 3 = 442,96 \text{ KN}$$

donde

Rpk (Resistencia por punta):

$$R_{pk} = q_p \cdot A_p = 3100 \cdot (\pi \cdot (0,60^2/4)) = 876,504 \text{ Kpa}$$

Con,

q_p (Resistencia unitaria media en la punta)

$$q_p = 0,2 \cdot (11 + 20) / 2 = 3,1 \text{ MPa} = 3100 \text{ kPa}$$

$$L_{\text{punta}} = 6 \cdot D + 3 \cdot D = 9 \cdot 0,6 = 5,4 \text{ m}$$

$$N_{\text{spt nivel 1}} = 20$$

$$N_{\text{spt nivel 2}} = 11$$

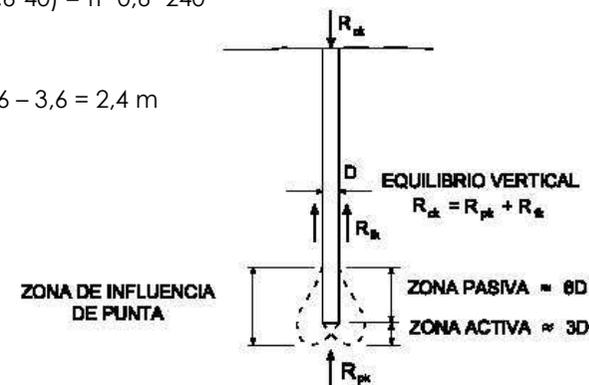
Rfk (Resistencia por fuste):

$$R_{fk} = \pi \cdot 0,6 \cdot (A_{f0} \cdot \tau_{f0} + A_{f1} \cdot \tau_{f1} + A_{f2} \cdot \tau_{f2}) = 452,39 \text{ kPa}$$

$$R_{fk} = \pi \cdot 0,6 \cdot (2,4 \cdot 40 + 3,6 \cdot 40) = \pi \cdot 0,6 \cdot 240$$

Con,

$$L_{\text{fuste}} = L_{\text{pilote}} - 6 \cdot D = 6 - 3,6 = 2,4 \text{ m}$$



COMPROBACIONES ESTRUCTURALES

Tope estructural:

$$N_k = 342,5 \text{ KN} \leq Q_{\text{tope}} = 989 \text{ KN} \quad \text{-- OK}$$

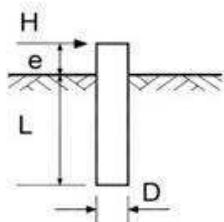
donde

$$Q_{\text{tope}} = \sigma \cdot A = 3,5 \cdot (\pi \cdot (0,60^2/4)) = 0,989 = 989 \text{ KN}$$

Con,

σ : tensión tope del pilote en MPa (tabla 5.1)

A (sección transversal pilote) = A_p (área de la punta)

ARMADO DE LOS PILOTES

Como área aproximada de la armadura longitudinal de un pilote puede tomarse el área de la armadura longitudinal del pilar que apoya en el encepado dividida por el número de pilotes del encepado. Al menos 6 barras; $\phi \geq 12$; separación entre barras ≤ 35 cm; cuantía geométrica $\geq 4\%$.

Se dispone de dos pilotes por encepado de 0.6 m de diámetro cada uno, armados con 6 diámetros del 12. Estos transmiten la carga de un pilar de 35 x 35 cm armado con 12 diámetros del 20.

La separación entre los ejes de los pilotes es de 1,80 m, que corresponde a 3 diámetros, para que no haya reducción de la capacidad de hundimiento por efecto grupo.

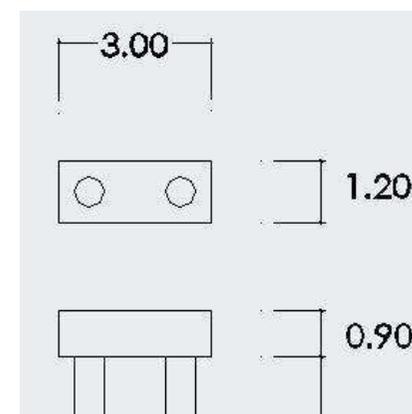
DEFINICIÓN DE LAS DIMENSIONES DEL ENCEPADO

Adoptando las dimensiones mínimas, los vuelos desde el borde del encepado hasta el pilote más próximo no deben ser inferiores a la mitad del diámetro del pilote. El canto se aproxima como la mitad del intereje de los pilotes, es decir:

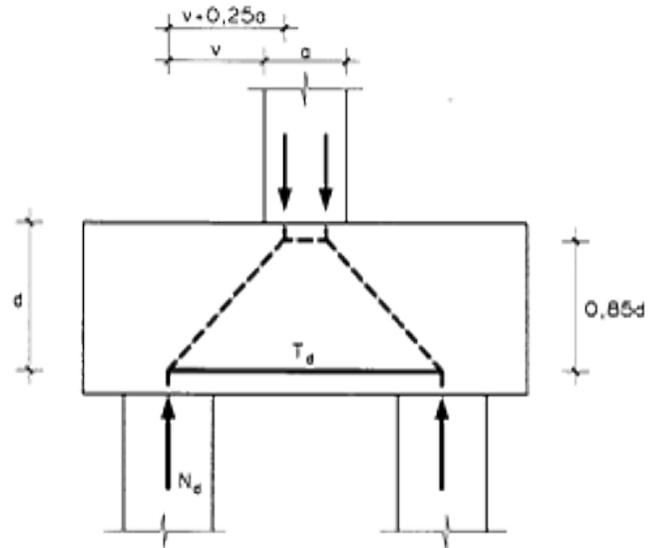
$$h = e/2 = 900 \text{ mm}$$

Luego se toma un canto h de 900 mm.

De esta manera las dimensiones del encepado quedan:

DIMENSIONAMIENTO DEL ARMADO**Comprobaciones en Estado Límite Último**

Del apartado anterior se deduce que el encepado es rígido, luego el método de cálculo más adecuado es el de bielas y tirantes.



- **Armadura principal (inferior)**

$$T_d = (N_d/2(v + 0,25 \cdot a))/(0,85 \cdot d) = (660,54(0,70 + 0,25 \cdot 0,40))/(0,85 \cdot 0,770) = 812,97 \text{ Kn}$$

$$812,97 \text{ Kn} < A_s \cdot f_{yd} \rightarrow (812,97 \text{ kn}/0,5) \cdot 1,15 = A_s = 1870 \text{ mm}^2$$

$$A_s \geq 1870 \text{ mm}^2$$

Con una capacidad mecánica $U = 812,97 \text{ kn}$, mayorada $U' = 934,91 \text{ kn}$, se dispone una armadura de **11 diámetros del 16 (B500)**.

ARMADURAS TRACCIONADAS

CAPACIDAD MECÁNICA EN KN

$$U = A \cdot f_{yd} \quad U' = A' \cdot f_{yd}$$

$$f_{yk} \text{ (N/mm}^2\text{)} = 500$$

$$\gamma_s = 1,15$$

| Diámetro (mm) | Número de barras | | | | | | | | | |
|---------------|------------------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 |
| 6 | 12,3 | 24,6 | 36,9 | 49,2 | 61,5 | 73,8 | 86,1 | 98,3 | 110,6 | 122,9 |
| 8 | 21,9 | 43,7 | 65,6 | 87,4 | 109,3 | 131,1 | 153,0 | 174,8 | 196,7 | 218,5 |
| 10 | 34,1 | 68,3 | 102,4 | 136,6 | 170,7 | 204,9 | 239,0 | 273,2 | 307,3 | 341,5 |
| 12 | 49,2 | 98,3 | 147,5 | 196,7 | 245,9 | 295,0 | 344,2 | 393,4 | 442,6 | 491,7 |
| 14 | 66,9 | 133,9 | 200,8 | 267,7 | 334,6 | 401,6 | 468,5 | 535,4 | 602,4 | 669,3 |
| 16 | 87,4 | 174,8 | 262,3 | 349,7 | 437,1 | 524,5 | 611,9 | 699,3 | 786,8 | 874,2 |
| 20 | 136,6 | 273,2 | 409,8 | 546,4 | 683,0 | 819,5 | 956,1 | 1092,7 | 1229,3 | 1365,9 |
| 25 | 213,4 | 426,8 | 640,3 | 853,7 | 1067,1 | 1280,5 | 1494,0 | 1707,4 | 1920,8 | 2134,2 |
| 32 | 349,7 | 699,3 | 1049,0 | 1398,7 | 1748,4 | 2098,0 | 2447,7 | 2797,4 | 3147,1 | 3496,7 |
| 40 | 546,4 | 1092,7 | 1639,1 | 2185,5 | 2731,8 | 3278,2 | 3824,5 | 4370,9 | 4917,3 | 5463,6 |

- **Armadura secundaria (superior)**

La armadura longitudinal superior repartida en toda la cara no será inferior a:

$$T_d' = A_s' \cdot f_{yd} \geq 0,10 \cdot T_d \rightarrow 0,10 \cdot 1870 = 187 \text{ mm}^2$$

$$U' = 0,10 \cdot 934,91 = 93,5 \text{ kN} = \mathbf{2 \text{ diámetros del 12 (B500)}}$$

- **Armadura secundaria (lateral)**

Armadura de estribos verticales:

Dado que el ancho del encepado en la sección perpendicular a la dirección de los estribos es superior a la mitad del canto, se tomará ésta medida en el cálculo de la armadura:

$$A_s = (4/1000) \cdot (h/2) \cdot a_2 = (4/1000) \cdot (900/2) \cdot 3000 = 5400 \text{ mm}^2$$

$$= \mathbf{16 \text{ estribos de 2 ramas de diámetro 16}}$$

Armadura de estribos horizontales:

De igual modo dado que el ancho del encepado en la sección perpendicular a los estribos horizontales es superior a la mitad del canto, se tomará esta medida en el cálculo de la armadura:

$$A_s = (4/1000) \cdot (h/2) \cdot a_2 = (4/1000) \cdot (900/2) \cdot 900 = 1620 \text{ mm}^2 =$$

5 estribos de 2 ramas de diámetro 16

1 ENCEPADO POR PILAR

CADA ENCEPADO SE COMPONE DE UN TOTAL DE 85,5 Kg/m DE ACERO.

CADA ENCEPADO CONSTA DE 3,24 m3

2 PILOTES POR ENCEPADO

Comprobación de anclaje:

La longitud de anclaje corresponde a barras de 16 mm de diámetro en posición I de buena adherencia es de 400 mm, que se puede disponer desde el eje del pilote en prolongación recta.

Comprobación de fisuración:

La disposición y cuantías de armado propuesta en la instrucción permite un control adecuado de la fisuración en la pieza.

(Véase detalle constructivo en plano de cimentación).

3. PREDIMENSIONADO DEL FORJADO DE PLACAS ALVEOLARES

PREDIMENSIONADO DEL CANTO DEL FORJADO POR FLECHA (ELS)

Para un forjado de alveoplaca, con tramos aislados o sin continuidad, de luz L (m) y carga total q (kN/m²), las condiciones de la Instrucción EFHE conducen al valor de canto total h (m) definido en la expresión 1, que es el mínimo para que no sea necesaria la comprobación de flecha, siempre que las luces no excedan de 12 m, ni la sobrecarga de 4 kN/m² (400 kp/m²) y que la alveoplaca no llegue a superar su momento de fisuración para la combinación infrecuente de cargas. En otras condiciones sería necesaria la comprobación de flecha.

$$h_{\min} = \sqrt{q/7} \times (L/6)^{1/4} \times (L/C)$$

siendo:

h min: Canto mínimo de un forjado sin continuidad que hace innecesaria la comprobación de flecha.

q: Carga total expresada en kN/m².

L: Luz entre apoyos expresada en metros. La expresión no es válida si este valor es superior a 12.

C: Coeficiente que depende de la función que desempeña el forjado.

Los valores de h min resultantes de evaluar la fórmula anterior, se dan en la tabla 2, en función de la carga total q (kN/m²) que soporta el forjado, incluido su peso propio, y de la luz de cálculo L(m) del tramo y expresados en cm.

La tabla da una primera idea del canto total que debe tener el forjado, si se desea evitar el cálculo necesario para la comprobación de la validez de la flecha. Cuando se ha decidido no poner capa de compresión, se busca la alveoplaca que tenga un canto igual al señalado en la tabla para las condiciones existentes, o el superior más próximo. En caso de que haya que ponerse capa de compresión, se estudian las combinaciones de

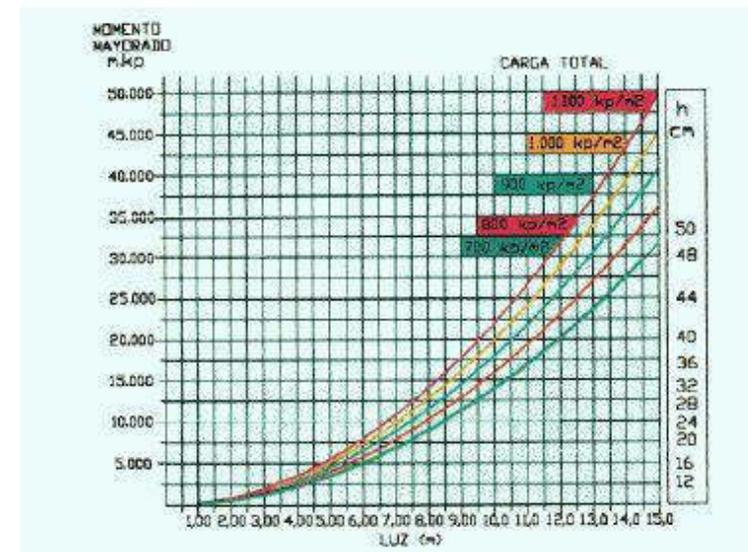
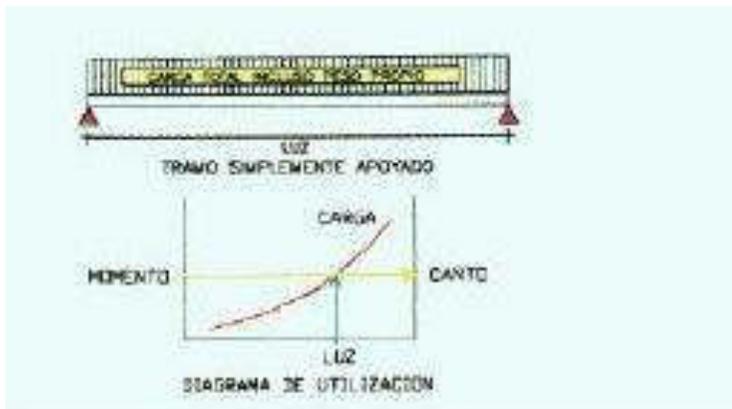
alveoplaaca más capa de compresión que cubran el canto deseado. Naturalmente, puede estudiarse la posibilidad de un canto menor, debiendo entonces realizarse la correspondiente comprobación de flecha. En igualdad de condiciones, un forjado de viguetas armadas es más deformable que otro de viguetas pretensadas. La máxima rigidez corresponde al forjado de alveoplaaca.

El gráfico representa la máxima luz L (m) admisible, sin comprobación de flecha, para un canto total h (cm). Se considera tramo aislado con extremos simplemente apoyados, con una rigidez intermedia entre la necesaria para soportar una cubierta y la adecuada para soportar tabiques o muros, y tiene una carga total que incluye su peso propio, la carga permanente adicional y 400 kp/m² (4 kN/m²) de sobrecarga. El canto debe elegirse, también, de manera que se alcance la adecuada resistencia.

Una determinada resistencia puede obtenerse con diferentes cantos variando la armadura de la alveoplaaca, pero es preferible elegir un canto medio adecuado, que proporcione la rigidez necesaria para cumplir las condiciones de flecha máxima admisible, dejando la variación de la armadura para ajustar la alveoplaaca al estado tensional admisible en servicio y a la seguridad en rotura requerida en estado límite último.

| LUZ (m) | CARGA TOTAL EN kN/m ² INCLUIDO EL PESO PROPIO | | | | | |
|---------|--|----|----|----|----|----|
| | 6 | 8 | 10 | 12 | 14 | 16 |
| 3,00 | 5 | 6 | 7 | 7 | 8 | 8 |
| | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 |
| 4,00 | 7 | 9 | 10 | 11 | 11 | 12 |
| | 9 | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 |
| 5,00 | 10 | 11 | 13 | 14 | 15 | 16 |
| | 12 | 14 | 16 | 17 | 19 | 20 |
| 6,00 | 12 | 14 | 16 | 17 | 19 | 20 |
| | 15 | 18 | 20 | 22 | 24 | 25 |
| 7,00 | 15 | 17 | 19 | 21 | 23 | 24 |
| | 19 | 22 | 24 | 26 | 29 | 31 |
| 8,00 | 18 | 20 | 23 | 25 | 27 | 29 |
| | 22 | 26 | 29 | 31 | 34 | 36 |
| 9,00 | 20 | 24 | 26 | 29 | 31 | 33 |
| | 26 | 30 | 33 | 36 | 39 | 42 |
| 10,00 | 23 | 27 | 30 | 33 | 36 | 38 |
| | 29 | 34 | 38 | 41 | 45 | 48 |
| 11,00 | 26 | 30 | 34 | 37 | 40 | 43 |
| | 33 | 38 | 42 | 47 | 50 | 54 |
| 12,00 | 29 | 34 | 38 | 42 | 45 | 48 |
| | 37 | 42 | 47 | 52 | 56 | 60 |

Valores de h_{min} dados por la expresión 1 expresados en cm. (Manual Aidepla)



PREDIMENSIONAMIENTO A FLEXIÓN (ELU)

El gráfico muestra una familia de curvas que representan cinco valores de carga total (peso propio + carga adicional permanente + sobrecarga variable), cuyas abscisas son las luces de un tramo aislado de alveoplaca, simplemente apoyado, y cuyas ordenadas son los máximos valores mayorados ($f = 1,6$) de los momentos flectores producidos por la carga y la luz correspondientes, lo que resulta conservador para el predimensionado del forjado, ya que la mayoración estricta corresponde a " $G = 1,35$ y " $Q = 1,50$ (ambos valores menores que el utilizado 1,6).

A la derecha del gráfico, y con carácter orientativo, se sitúa el valor medio del canto total que debe tener el forjado de alveoplaca, incluida la capa de compresión si la lleva, para ofrecer la adecuada seguridad ante el agotamiento por tensiones normales. Dicho canto puede ajustarse, una vez definidas las condiciones particulares. Una vez elegido el canto de forjado, se busca en la Ficha de Características Técnicas del Forjado, que acompaña a la Autorización de Uso, el peso propio correspondiente. Conocido el valor del peso propio del forjado, puede pasarse a cuantificar las demás acciones.

En el caso particular de este proyecto existe un momento $M = q_2 * L/8 = 7,5^2 * 12/8 = 84,375$ KNm, mayorado $= 84,375 * 1,6 = 135$, es decir, 13766 Kp.

Siguiendo el gráfico y la tabla se recomendaría una placa alveolar mínima de 35 cm de espesor para luz de 12 m.

Yendo a la ficha de características mecánicas del forjado de placa alveolar, comprobamos el momento positivo máximo:

| Ficha Características Técnicas según Instrucción EHE-08 del Forjado de LOSAS ALVEOLARES PRETENSADAS | | TIPO | |
|---|--|---------|-----------|
| | | PAR 150 | |
| FABRICANTE | | | |
| Nombre: VIGUETAS NAVARRAS | | | |
| Dirección: Polígono Industrial Areta 21 | | | |
| Población: 31620 HUARTE (Navarra) | | | |
| TÉCNICO AUTOR DE LA MEMORIA | | | |
| Nombre: Víctor García Jodra | | | |
| Titulación: Ingeniero Industrial | | | |
| Hoja 5 de 8 | | | Mayo 2013 |

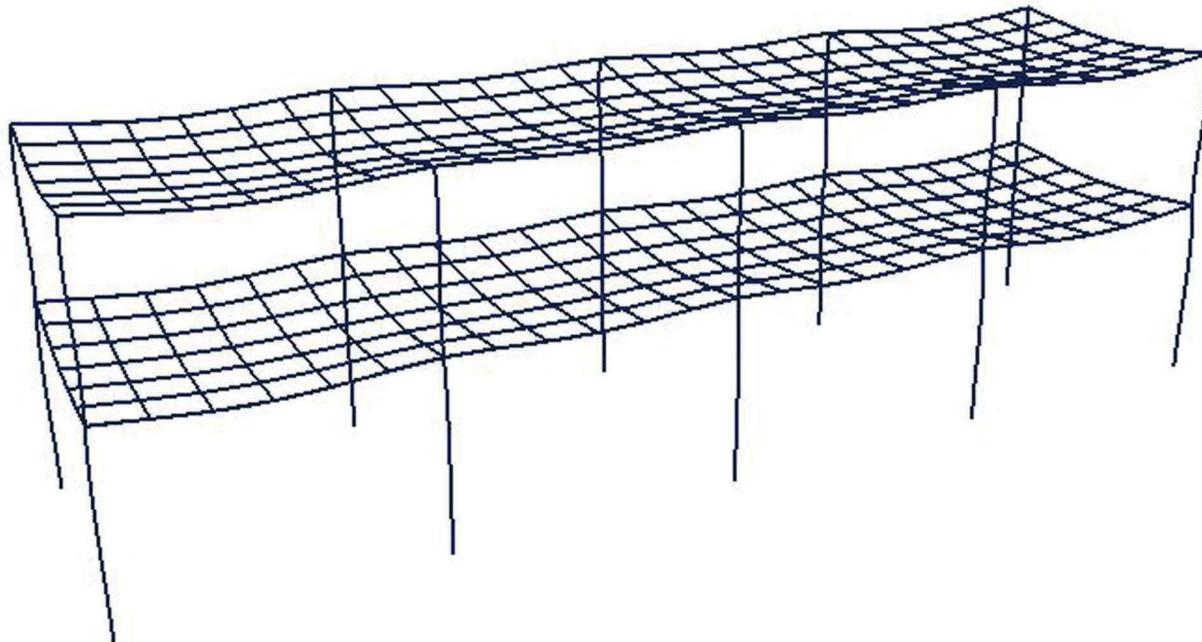
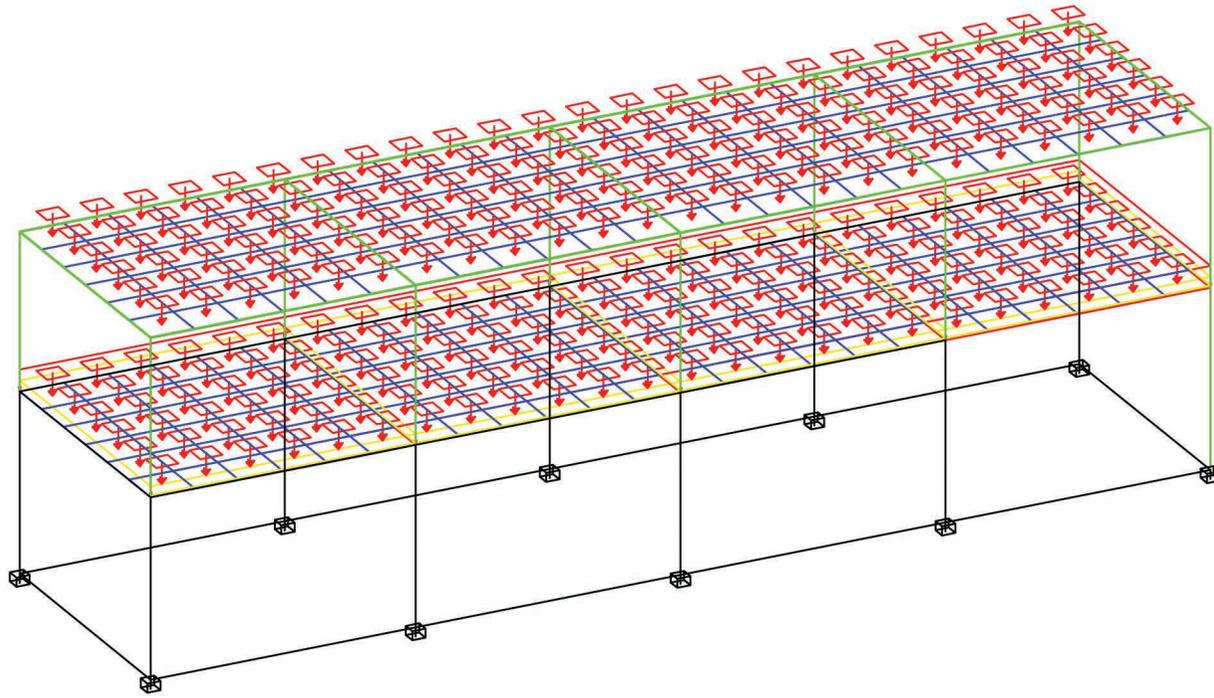


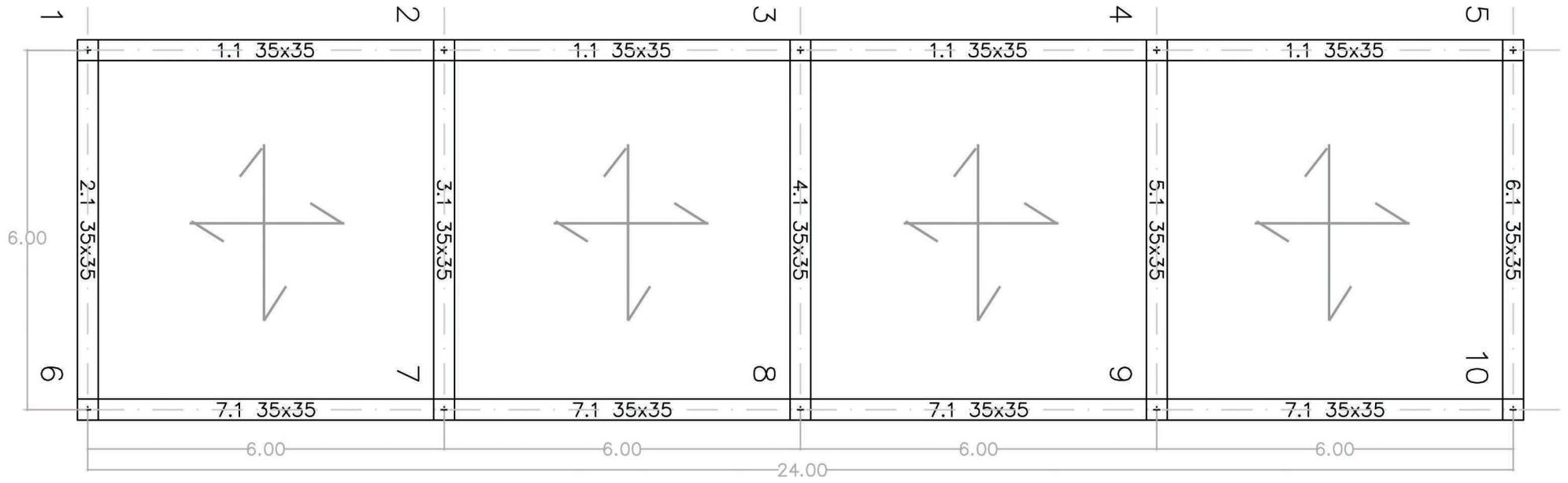
| 13.- CARACTERÍSTICAS MECANICAS FORJADO FLEXIÓN POSITIVA | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|---|--|-----------|------------------------------|-----------|-----------|-----------|-------------------------------|--------------------|--------|-----------------|--------|-----------------|-------------|-------|-------|-------|------|
| FORJADO 25 + 10 | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| TIPO | Módulo Resistente Inferior (mm ³ /mm) | β^* | ELU. SOLICITACIONES NORMALES | | | | ELU. ESFUERZO CORTANTE ULTIMO | | | | | | Rigidez E-I | | | | |
| | | | Multimo | Servicio | | | $M_u > M_0$ (kN) | $M_u < M_0$ (kN/m) | | | | | | Total | Fis | | |
| | | | | $M_{0,1}$ | $M_{0,2}$ | $M_{0,3}$ | | $l_e = 75$ mm. | | $l_e = 100$ mm. | | $l_e = 125$ mm. | | | | | |
| PAR1 | 7632584 | 4,12 | 58,96 | 16,48 | 29,62 | 33,84 | 75,64 | 160,74 | 41,96 | 166,36 | 51,50 | 169,10 | 61,03 | 100,8 | 93,83 | 32554 | 2045 |
| PAR2 | 7660980 | | 77,25 | 23,46 | 36,65 | 43,67 | 82,25 | 167,13 | 62,30 | 174,10 | 76,46 | 177,48 | 90,62 | | | 32639 | 2803 |
| PAR3 | 7676484 | | 91,82 | 28,12 | 41,33 | 48,35 | 87,94 | 172,74 | 82,21 | 180,89 | 100,89 | 184,84 | 119,57 | | | 32680 | 3540 |
| PAR4 | 7708008 | | 107,33 | 35,01 | 48,28 | 59,46 | 92,04 | 161,07 | 52,52 | 166,55 | 64,45 | 169,22 | 76,39 | | | 32778 | 4120 |
| PAR5 | 7728512 | | 124,88 | 40,86 | 54,15 | 65,33 | 98,09 | 165,23 | 59,20 | 171,60 | 72,66 | 174,70 | 86,11 | | | 32831 | 5050 |
| PAR6 | 7766050 | | 145,28 | 49,38 | 62,74 | 77,65 | 103,47 | 169,72 | 73,06 | 176,99 | 89,67 | 180,51 | 106,27 | | | 32943 | 5953 |
| PAR7 | 7803803 | | 166,98 | 57,45 | 70,87 | 89,51 | 110,07 | 175,15 | 85,95 | 183,50 | 105,49 | 187,53 | 125,02 | | | 33054 | 6834 |
| PAR8 | 7824176 | | 180,51 | 62,60 | 76,04 | 94,68 | 114,41 | 178,77 | 98,90 | 187,83 | 121,38 | 192,20 | 143,86 | | | 33107 | 7693 |
| PAR9 | 7844511 | | 192,83 | 67,55 | 81,02 | 99,65 | 118,44 | 182,24 | 111,48 | 191,98 | 136,82 | 196,67 | 162,15 | | | 33160 | 8533 |
| PAR10 | 7864806 | | 204,14 | 72,31 | 85,81 | 104,44 | 122,22 | 185,58 | 123,69 | 195,97 | 151,80 | 200,96 | 179,91 | | | 33213 | 9355 |

Se escoge el tipo PAR 6, que cumple con un $M_u = 145,28 > M = 135$.

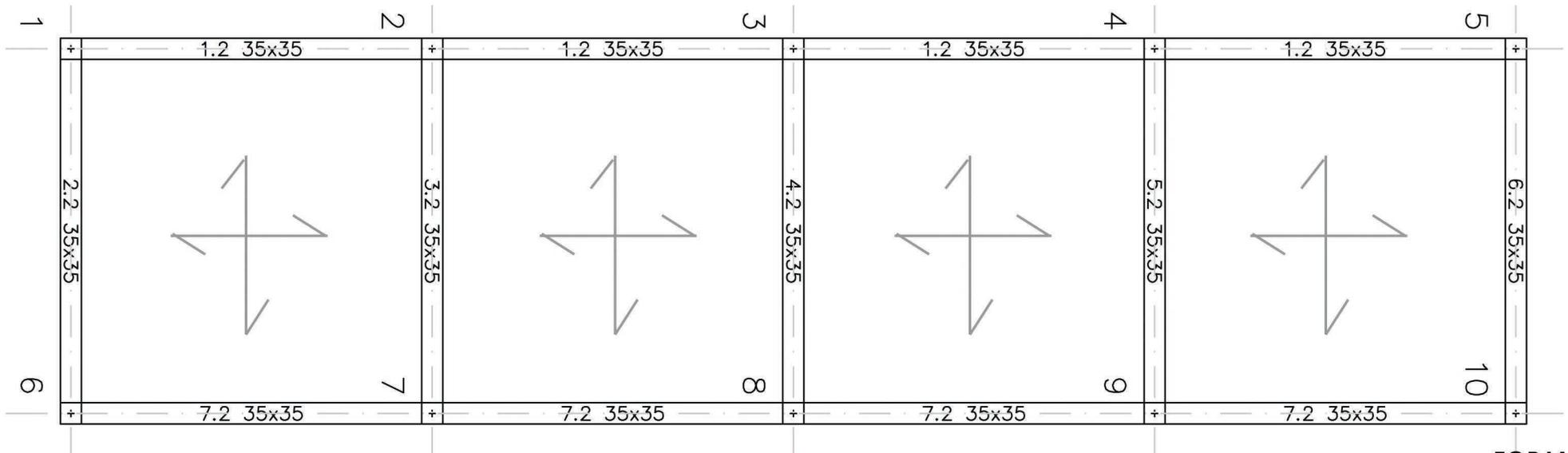
PLANOS

**ESQUEMAS GRÁFICOS DE ACCIONES
APLICADAS AL MODELO ESTRUCTURAL**



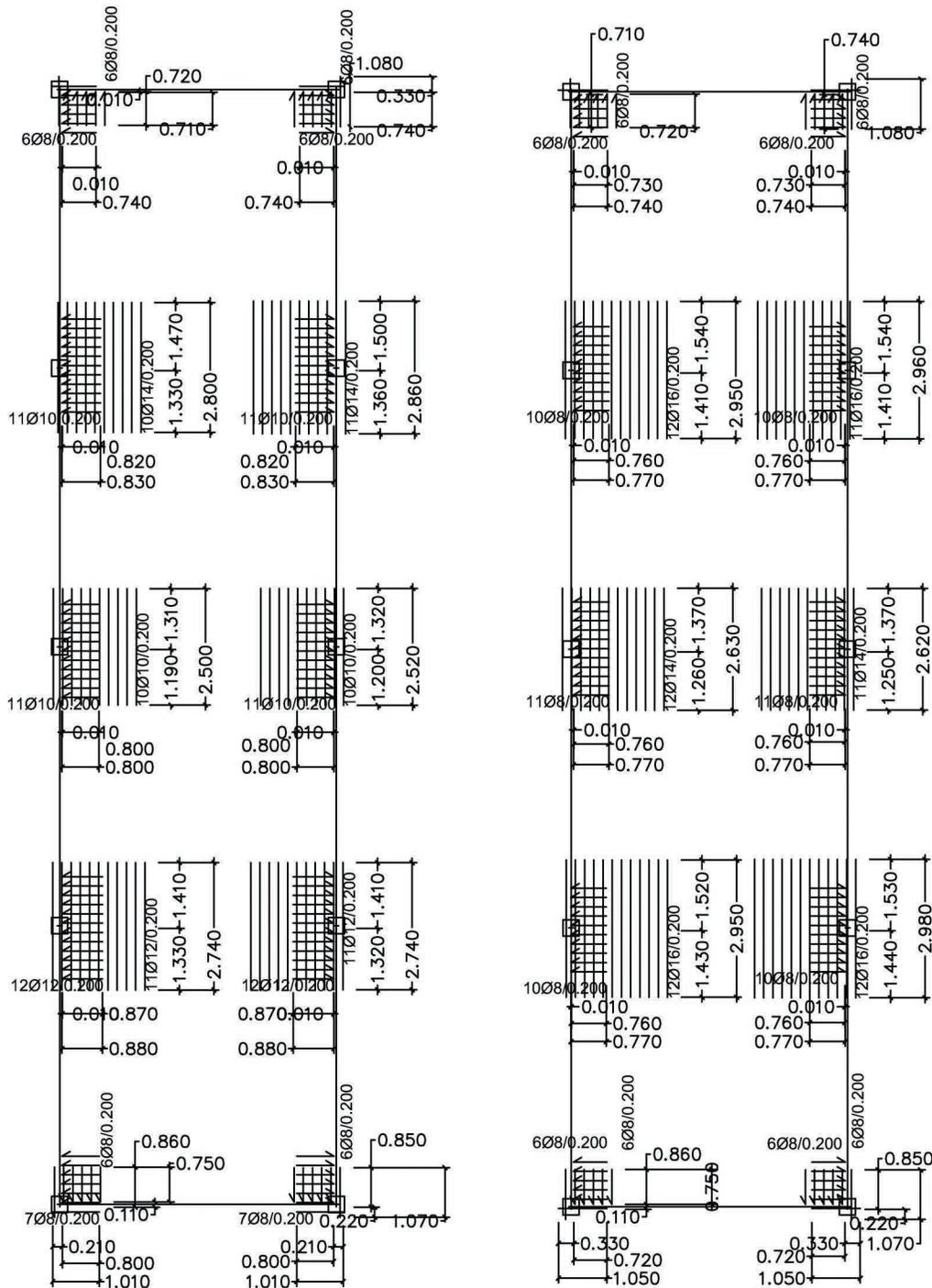


FORJADO 1



FORJADO 2

FORJADOS Y ESTRUCTURAS

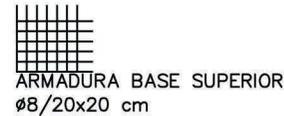


FORJADO 1

Refuerzos sólo en arm. superior

FORJADO 2

Refuerzos sólo en arm. superior



Canto de la losa 300 mm
Recubrimiento 35 mm
Hormigón HA-25
Coef. minoración hormigón 1.50
Coef. alfa 1.00
Acero B500
Coef. minoración acero 1.15

CUADRO DE CARACTERISTICAS SEGUN (EHE-08)

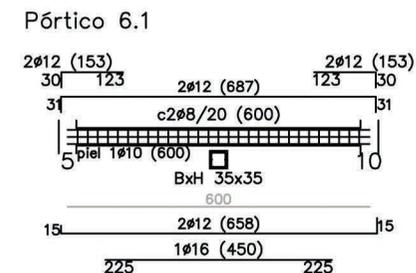
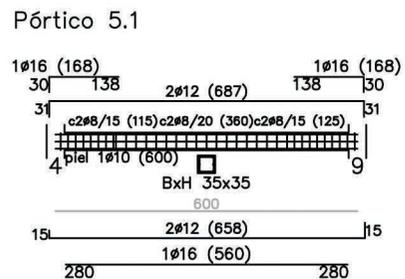
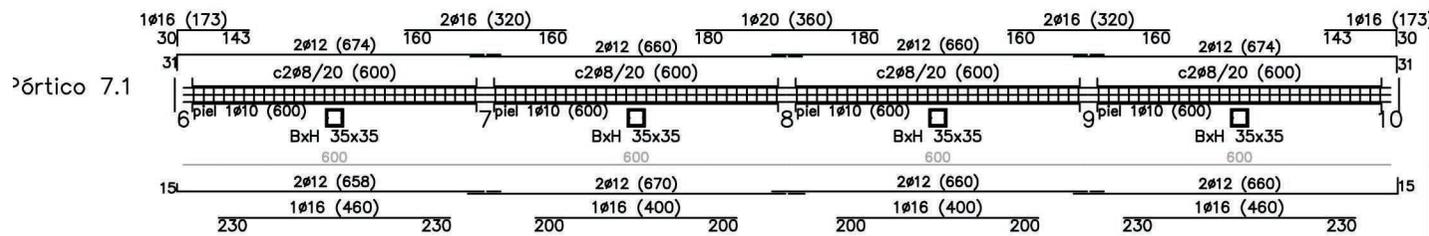
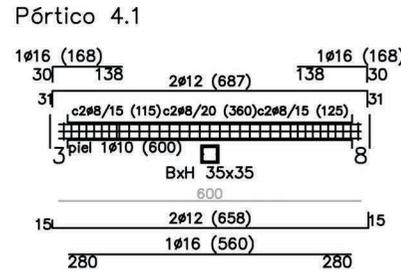
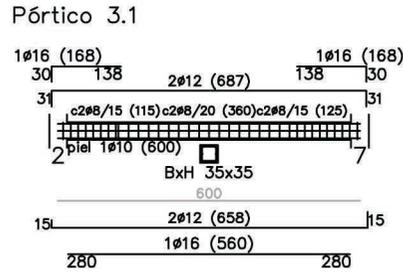
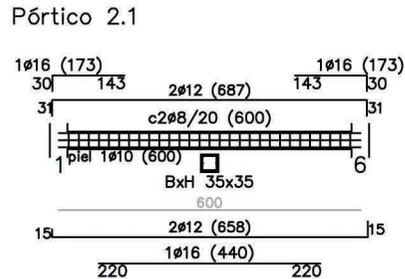
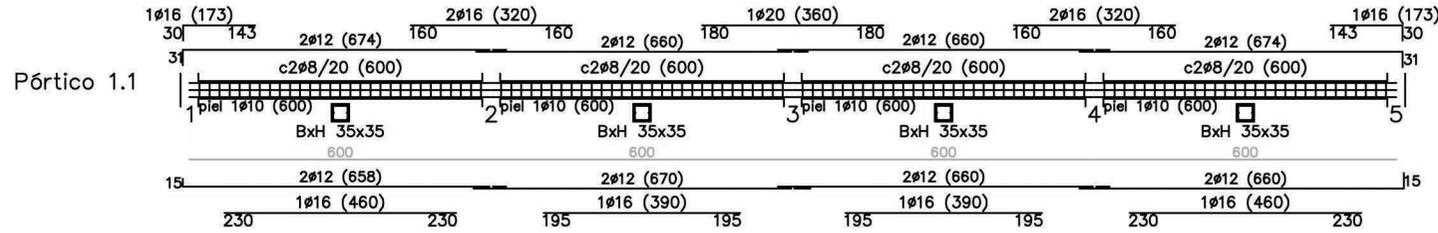
| ELEMENTO | LOCALIZACION | ESPECIFICACION DEL ELEMENTO | NMEL CONTROL | COEFIC. | |
|--------------------|---------------------|-----------------------------|--------------|---------|---|
| | | | | ↓ | ↓ |
| HORMIGON | igual toda la obra | | | | |
| | cimentacion y muros | HA-25/B/40/IIa | Estadistico | 1.5 | |
| | pilares | HA-25/B/20/I | Estadistico | 1.5 | |
| | vigas | HA-25/B/16/I | Estadistico | 1.5 | |
| | losas y forjados | HA-25/B/16/I | Estadistico | 1.5 | |
| ACERO DE ARMADURAS | igual toda la obra | | | | |
| | cimentacion y muros | B 500S | Estadistico | 1,15 | |
| | pilares | B 500S | Estadistico | 1,15 | |
| | vigas | B 500S | Estadistico | 1,15 | |
| | losas y forjados | B 500S | Estadistico | 1,15 | |
| EJECUCION | igual toda la obra | | | | |
| | cimentacion y muros | | Normal | | |
| | pilares | | Normal | | |
| | vigas | | Normal | | |
| | losas y forjados | | Normal | | |

ESPECIFICACIONES PARA MATERIALES Y HORMIGONES

| TIPO DE HORMIGON | ARIDO A EMPLEAR | | CEMENTO | CONSISTENCIA | RESIST.CARACT.N/mm ² | |
|------------------|-----------------|---------------------------|---------------|-------------------------|---------------------------------|---------------|
| | TIPO DE ARIDO | TAMANO MAX. EN MILIMETROS | CLASE | ASIEN TO EN CONO ABRAMS | A LOS 7 DIAS | A LOS 28 DIAS |
| HA-25 | Machacado | 40 | CEM IIIA 42,5 | (6 a 9)±1 cm | 16,50 | 25 |
| HA-25 | Machacado | 20 | CEM IIIA 42,5 | (6 a 9)±1 cm | 16,50 | 25 |
| HA-25 | Machacado | 16 | CEM IIIA 42,5 | (6 a 9)±1 cm | 16,50 | 25 |

| | LONGITUDES ANCLAJE (cm) | | LONGITUDES SOLAPE (cm) | | | |
|-----|-------------------------|---------|------------------------|---------|---------|---------|
| | Lb (I) | Lb (II) | Lb (I) | | Lb (II) | |
| | | | Sep≤10# | Sep>10# | Sep≤10# | Sep>10# |
| Ø10 | 15 | 20 | 30 | 20 | 40 | 30 |
| Ø12 | 25 | 35 | 50 | 35 | 70 | 50 |
| Ø16 | 40 | 55 | 80 | 55 | 110 | 75 |
| Ø20 | 60 | 85 | 120 | 85 | 170 | 120 |
| Ø25 | 95 | 130 | 180 | 130 | 260 | 180 |

| ZONA SISMICA | LONGITUDES ANCLAJE (cm) | | LONGITUDES SOLAPE (cm) | | | |
|--------------|-------------------------|---------|------------------------|---------|---------|---------|
| | Lb (I) | Lb (II) | Lb (I) | | Lb (II) | |
| | | | Sep≤10# | Sep>10# | Sep≤10# | Sep>10# |
| Ø10 | 25 | 30 | 40 | 30 | 50 | 40 |
| Ø12 | 40 | 50 | 60 | 50 | 80 | 60 |
| Ø16 | 55 | 70 | 95 | 70 | 125 | 95 |
| Ø20 | 80 | 105 | 140 | 105 | 190 | 140 |
| Ø25 | 120 | 155 | 205 | 155 | 285 | 205 |



CARACTERÍSTICAS FORJADOS

| LOSAS H.A. (h=30cm) | |
|---|--------------------------|
| CARGAS | SECCION TIPO DEL FORJADO |
| PESO PROPIO: 5,00 KN/m ² | |
| SOBRECARGA DE USO: 4,00 KN/m ² | |
| CARGAS MUERTAS: 2,05 KN/m ² | |
| CARGA TOTAL: 11,05KN/m² | |

| ELEMENTO | LOCALIZACION | ESPECIFICACION DEL ELEMENTO | NIVEL CONTROL | COEFIC. | |
|--------------------|---------------------|-----------------------------|---------------|---------|------|
| | | | | ↓ | ↓ |
| HORMIGON | igual toda la obra | | | | |
| | cimentacion y muros | HA-25/B/40/IIa | Estadistico | 1,5 | |
| | pilares | HA-25/B/20/I | Estadistico | 1,5 | |
| | vigas | HA-25/B/16/I | Estadistico | 1,5 | |
| ACERO DE ARMADURAS | losas y forjados | HA-25/B/16/I | Estadistico | 1,5 | |
| | igual toda la obra | | | | |
| | cimentacion y muros | B 500S | Estadistico | | 1,15 |
| | pilares | B 500S | Estadistico | | 1,15 |
| EJECUCION | vigas | B 500S | Estadistico | | 1,15 |
| | losas y forjados | B 500S | Estadistico | | 1,15 |
| | igual toda la obra | | | | |
| | cimentacion y muros | | Normal | | |
| | pilares | | Normal | | |
| | vigas | | Normal | | |
| | losas y forjados | | Normal | | |

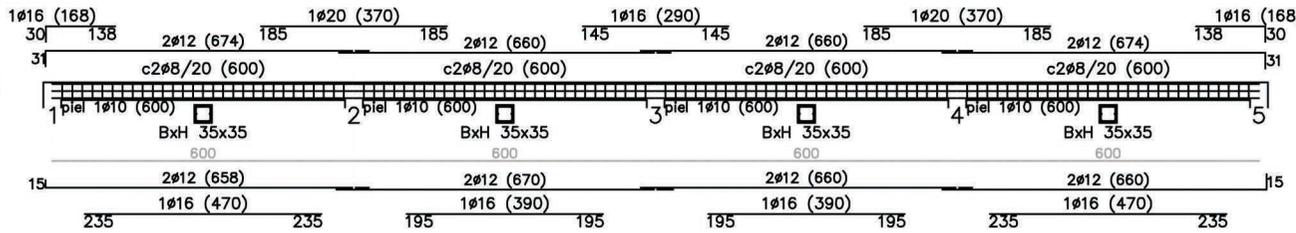
ESPECIFICACIONES PARA MATERIALES Y HORMIGONES

| TIPO DE HORMIGON | ARIDO A EMPLEAR | | CEMENTO | CONSISTENCIA | RESIST.CARACT.N/mm ² | |
|------------------|-----------------|---------------------------|---------------|--------------|---------------------------------|---------------|
| | TIPO DE ARIDO | TAMANO MAX. EN MILIMETROS | | | A LOS 7 DIAS | A LOS 28 DIAS |
| HA-25 | Machacado | 40 | CEM IIIA 42,5 | (6 a 9)±1 cm | 16,50 | 25 |
| HA-25 | Machacado | 20 | CEM IIIA 42,5 | (6 a 9)±1 cm | 16,50 | 25 |
| HA-25 | Machacado | 16 | CEM IIIA 42,5 | (6 a 9)±1 cm | 16,50 | 25 |

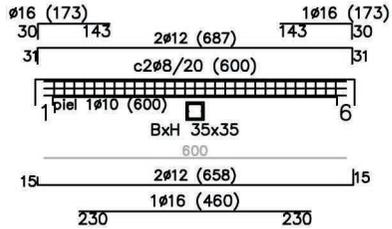
| | LONGITUDES ANCLAJE (cm) | | LONGITUDES SOLAPE (cm) | | | |
|-----|-------------------------|---------|------------------------|---------|---------|---------|
| | Lb (I) | Lb (II) | Lb (I) | | Lb (II) | |
| | | | Sep≤10# | Sep>10# | Sep≤10# | Sep>10# |
| Ø10 | 15 | 20 | 30 | 20 | 40 | 30 |
| Ø12 | 25 | 35 | 50 | 35 | 70 | 50 |
| Ø16 | 40 | 55 | 80 | 55 | 110 | 75 |
| Ø20 | 60 | 85 | 120 | 85 | 170 | 120 |
| Ø25 | 95 | 130 | 180 | 130 | 260 | 180 |

| ZONA SISMICA | LONGITUDES ANCLAJE (cm) | | LONGITUDES SOLAPE (cm) | | | |
|--------------|-------------------------|---------|------------------------|---------|---------|---------|
| | Lb (I) | Lb (II) | Lb (I) | | Lb (II) | |
| | | | Sep≤10# | Sep>10# | Sep≤10# | Sep>10# |
| Ø10 | 25 | 30 | 40 | 30 | 50 | 40 |
| Ø12 | 40 | 50 | 60 | 50 | 80 | 60 |
| Ø16 | 55 | 70 | 95 | 70 | 125 | 95 |
| Ø20 | 80 | 105 | 140 | 105 | 190 | 140 |
| Ø25 | 120 | 155 | 205 | 155 | 285 | 205 |

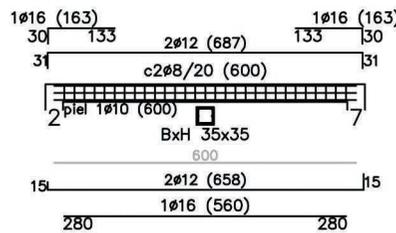
Pórtico 1.2



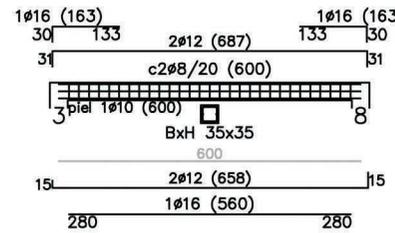
Pórtico 2.2



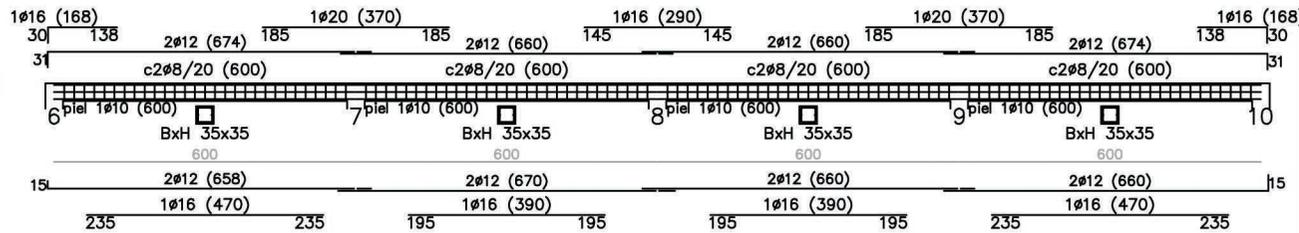
Pórtico 3.2



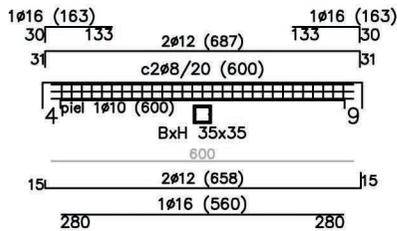
Pórtico 4.2



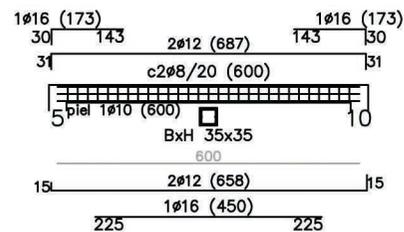
Pórtico 7.2



Pórtico 5.2



Pórtico 6.2



CARACTERÍSTICAS FORJADOS

| LOSAS H.A. (h=30cm) | |
|---|--------------------------|
| CARGAS | SECCION TIPO DEL FORJADO |
| PESO PROPIO: 5.00 KN/m ² | |
| SOBRECARGA DE USO: 4.00 KN/m ² | |
| CARGAS MUERTAS: 2.05 KN/m ² | |
| CARGA TOTAL: 11.05KN/m² | |

FORJADOS Y ESTRUCTURAS

| ELEMENTO | LOCALIZACION | ESPECIFICACION DEL ELEMENTO | NMEL CONTROL | COEFIC. | |
|--------------------|---------------------|-----------------------------|--------------|---------|------|
| | | | | ↓ | ↓ |
| HORMIGON | igual toda la obra | | | | |
| | cimentacion y muros | HA-25/B/40/IIa | Estadistico | 1,5 | |
| | pilares | HA-25/B/20/I | Estadistico | 1,5 | |
| | vigas | HA-25/B/16/I | Estadistico | 1,5 | |
| | losas y forjados | HA-25/B/16/I | Estadistico | 1,5 | |
| ACERO DE ARMADURAS | igual toda la obra | | | | |
| | cimentacion y muros | B 500S | Estadistico | | 1,15 |
| | pilares | B 500S | Estadistico | | 1,15 |
| | vigas | B 500S | Estadistico | | 1,15 |
| | losas y forjados | B 500S | Estadistico | | 1,15 |
| EJECUCION | igual toda la obra | | | | |
| | cimentacion y muros | | Normal | | |
| | pilares | | Normal | | |
| | vigas | | Normal | | |
| | losas y forjados | | Normal | | |

ESPECIFICACIONES PARA MATERIALES Y HORMIGONES

| TIPO DE HORMIGON | ARIDO A EMPLEAR | | CEMENTO | CONSISTENCIA | RESIST.CARACT.N/mm ² | |
|------------------|-----------------|---------------------------|---------------|--------------|---------------------------------|------------------------|
| | TIPO DE ARIDO | TAMANO MAX. EN MILIMETROS | | | CLASE | ASIENTO EN CONO ABRAMS |
| HA-25 | Machacado | 40 | CEM IIIA 42,5 | (6 a 9)±1 cm | 16,50 | 25 |
| HA-25 | Machacado | 20 | CEM IIIA 42,5 | (6 a 9)±1 cm | 16,50 | 25 |
| HA-25 | Machacado | 16 | CEM IIIA 42,5 | (6 a 9)±1 cm | 16,50 | 25 |

| | LONGITUDES ANCLAJE (cm) | | LONGITUDES SOLAPE (cm) | | | |
|-----|-------------------------|---------|------------------------|---------|---------|---------|
| | Lb (I) | Lb (II) | Lb (I) | | Lb (II) | |
| | | | Sep≤10Ø | Sep>10Ø | Sep≤10Ø | Sep>10Ø |
| Ø10 | 15 | 20 | 30 | 20 | 40 | 30 |
| Ø12 | 25 | 35 | 50 | 35 | 70 | 50 |
| Ø16 | 40 | 55 | 80 | 55 | 110 | 75 |
| Ø20 | 60 | 85 | 120 | 85 | 170 | 120 |
| Ø25 | 95 | 130 | 180 | 130 | 260 | 180 |

| ZONA SISMICA | LONGITUDES ANCLAJE (cm) | | LONGITUDES SOLAPE (cm) | | | |
|--------------|-------------------------|---------|------------------------|---------|---------|---------|
| | Lb (I) | Lb (II) | Lb (I) | | Lb (II) | |
| | | | Sep≤10Ø | Sep>10Ø | Sep≤10Ø | Sep>10Ø |
| Ø10 | 25 | 30 | 40 | 30 | 50 | 40 |
| Ø12 | 40 | 50 | 60 | 50 | 80 | 60 |
| Ø16 | 55 | 70 | 95 | 70 | 125 | 95 |
| Ø20 | 80 | 105 | 140 | 105 | 190 | 140 |
| Ø25 | 120 | 155 | 205 | 155 | 285 | 205 |

| | | | | | |
|----------------------|---|---|---|---|---|
| Forjado 2. Cota 7,50 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 |
| | | | | | |
| | BxH 35x35 8#20 L=350+60 c#8/20 | BxH 35x35 4#20 L=350+60 c#8/20 | BxH 35x35 4#20 L=350+60 c#8/20 | BxH 35x35 4#20 L=350+60 c#8/20 | BxH 35x35 8#20 L=350+60 c#8/20 |
| Forjado 1. Cota 4,00 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 |
| | | | | | |
| | BxH 35x35 8#20 L=400+60 c#8/20 | BxH 35x35 4#20 L=400+60 c#8/20 | BxH 35x35 4#20 L=400+60 c#8/20 | BxH 35x35 4#20 L=400+60 c#8/20 | BxH 35x35 8#20 L=400+60 c#8/20 |
| Forjado 0. Cota 0,00 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 |

| | | | | | |
|----------------------|---|---|---|---|---|
| Forjado 2. Cota 7,50 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| | | | | | |
| | BxH 35x35 8#20 L=350+60 c#8/20 | BxH 35x35 4#20 L=350+60 c#8/20 | BxH 35x35 4#20 L=350+60 c#8/20 | BxH 35x35 4#20 L=350+60 c#8/20 | BxH 35x35 8#20 L=350+60 c#8/20 |
| Forjado 1. Cota 4,00 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| | | | | | |
| | BxH 35x35 8#20 L=400+60 c#8/20 | BxH 35x35 4#20 L=400+60 c#8/20 | BxH 35x35 4#20 L=400+60 c#8/20 | BxH 35x35 4#20 L=400+60 c#8/20 | BxH 35x35 8#20 L=400+60 c#8/20 |
| Forjado 0. Cota 0,00 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |

CARACTERÍSTICAS FORJADOS

| LOSA H.A. (h=30cm) | |
|---|--------------------------|
| CARGAS | SECCION TIPO DEL FORJADO |
| PESO PROPIO: 5,00 KN/m ² | |
| SOBRECARGA DE USO: 4,00 KN/m ² | |
| CARGAS MUERTAS: 2,05 KN/m ² | |
| CARGA TOTAL: 11.05KN/m² | |

FORJADOS Y ESTRUCTURAS

| ELEMENTO | LOCALIZACION | ESPECIFICACION DEL ELEMENTO | NIVEL CONTROL | COEFIC. | |
|--------------------|---------------------|-----------------------------|---------------|---------|------|
| | | | | ↓ | ↑ |
| HORMIGON | igual toda la obra | | | | |
| | cimentacion y muros | HA-25/B/40/IIa | Estadístico | 1,5 | |
| | pilares | HA-25/B/20/I | Estadístico | 1,5 | |
| | vigas | HA-25/B/16/I | Estadístico | 1,5 | |
| | losas y forjados | HA-25/B/16/I | Estadístico | 1,5 | |
| ACERO DE ARMADURAS | igual toda la obra | | | | |
| | cimentacion y muros | B 500S | Estadístico | | 1,15 |
| | pilares | B 500S | Estadístico | | 1,15 |
| | vigas | B 500S | Estadístico | | 1,15 |
| | losas y forjados | B 500S | Estadístico | | 1,15 |
| EJECUCION | igual toda la obra | | | | |
| | cimentacion y muros | | Normal | | |
| | pilares | | Normal | | |
| | vigas | | Normal | | |
| | losas y forjados | | Normal | | |

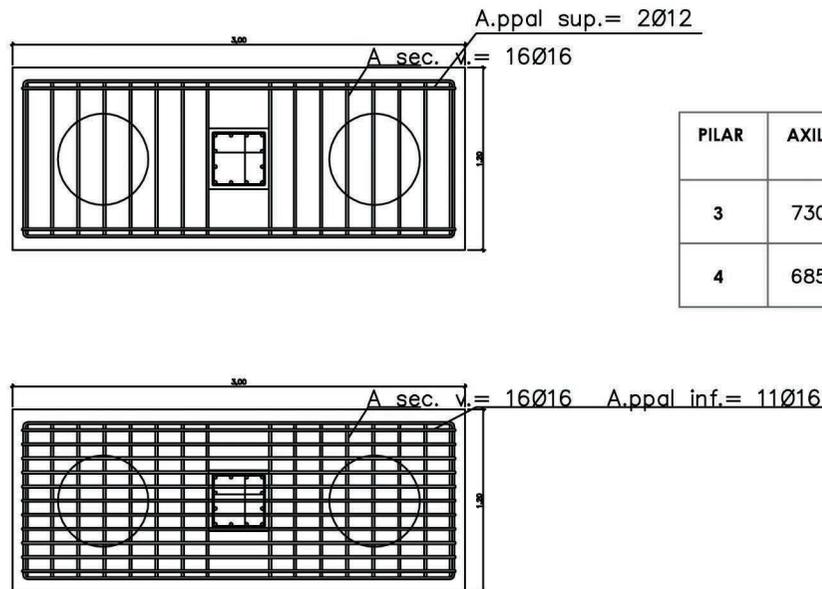
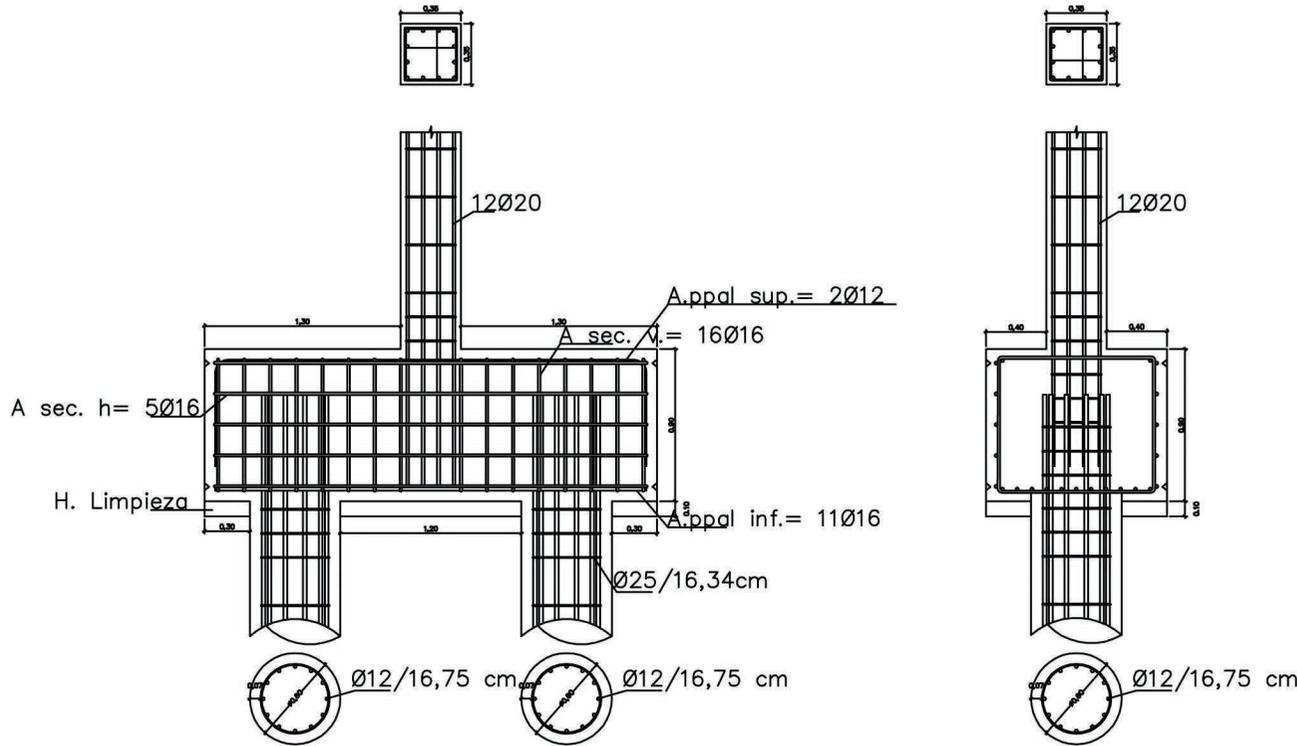
ESPECIFICACIONES PARA MATERIALES Y HORMIGONES

| TIPO DE HORMIGON | ARIDO A EMPLEAR | | CEMENTO CLASE | CONSISTENCIA ASIENTO EN CONO ABRAMS | RESIST.CARACT.N/mm ² | |
|------------------|-----------------|---------------------------|---------------|-------------------------------------|---------------------------------|---------------|
| | TIPO DE ARIDO | TAMANO MAX. EN MILIMETROS | | | A LOS 7 DIAS | A LOS 28 DIAS |
| HA-25 | Machacado | 40 | CEM IIIA 42,5 | (6 a 9)±1 cm | 16,50 | 25 |
| HA-25 | Machacado | 20 | CEM IIIA 42,5 | (6 a 9)±1 cm | 16,50 | 25 |
| HA-25 | Machacado | 16 | CEM IIIA 42,5 | (6 a 9)±1 cm | 16,50 | 25 |

| | LONGITUDES ANCLAJE (cm) | | LONGITUDES SOLAPE (cm) | | | |
|-----|-------------------------|---------|------------------------|---------|---------|---------|
| | Lb (I) | Lb (II) | Lb (I) | | Lb (II) | |
| | | | Sep≤10# | Sep>10# | Sep≤10# | Sep>10# |
| Ø10 | 15 | 20 | 30 | 20 | 40 | 30 |
| Ø12 | 25 | 35 | 50 | 35 | 70 | 50 |
| Ø16 | 40 | 55 | 80 | 55 | 110 | 75 |
| Ø20 | 60 | 85 | 120 | 85 | 170 | 120 |
| Ø25 | 95 | 130 | 180 | 130 | 260 | 180 |

| ZONA SISMICA | LONGITUDES ANCLAJE (cm) | | LONGITUDES SOLAPE (cm) | | | |
|--------------|-------------------------|---------|------------------------|---------|---------|---------|
| | Lb (I) | Lb (II) | Lb (I) | | Lb (II) | |
| | | | Sep≤10# | Sep>10# | Sep≤10# | Sep>10# |
| Ø10 | 25 | 30 | 40 | 30 | 50 | 40 |
| Ø12 | 40 | 50 | 60 | 50 | 80 | 60 |
| Ø16 | 55 | 70 | 95 | 70 | 125 | 95 |
| Ø20 | 80 | 105 | 140 | 105 | 190 | 140 |
| Ø25 | 120 | 155 | 205 | 155 | 285 | 205 |

FORJADOS Y ESTRUCTURAS



PILOTES CALCULADOS

| PILAR | AXIL TOTAL | AXIL TRANS. CADA PILOTE | DIÁMETRO |
|-------|------------|-------------------------|-------------------|
| 3 | 730 KN | 365 KN | 2 pilotes de 0,60 |
| 4 | 685 KN | 342,5 KN | 2 pilotes de 0,60 |

| ELEMENTO | LOCALIZACION | ESPECIFICACION DEL ELEMENTO | NIVEL CONTROL | COEFIC. | |
|--------------------|---------------------|-----------------------------|---------------|----------|---------|
| | | | | α | β |
| HORMIGON | igual toda la obra | | | | |
| | cimentacion y muros | HA-25/B/40/IIa | Estadístico | 1.5 | |
| | pilares | HA-25/B/20/I | Estadístico | 1.5 | |
| | vigas | HA-25/B/16/I | Estadístico | 1.5 | |
| | losas y forjados | HA-25/B/16/I | Estadístico | 1.5 | |
| ACERO DE ARMADURAS | igual toda la obra | | | | |
| | cimentacion y muros | B 500S | Estadístico | | 1,15 |
| | pilares | B 500S | Estadístico | | 1,15 |
| | vigas | B 500S | Estadístico | | 1,15 |
| | losas y forjados | B 500S | Estadístico | | 1,15 |
| EJECUCION | igual toda la obra | | | | |
| | cimentacion y muros | | Normal | | |
| | pilares | | Normal | | |
| | vigas | | Normal | | |
| | losas y forjados | | Normal | | |

ESPECIFICACIONES PARA MATERIALES Y HORMIGONES

| TIPO DE HORMIGON | ARIDO A EMPLEAR | | CEMENTO | CONSISTENCIA | RESIST.CARACT.N/mm ² | |
|------------------|-----------------|---------------------------|---------------|--------------|---------------------------------|------------------------|
| | TIPO DE ARIDO | TAMANO MAX. EN MILIMETROS | | | CLASE | ASIENTO EN CONO ABRAMS |
| HA-25 | Machacado | 40 | CEM IIIA 42,5 | (6 a 9)±1 cm | 16,50 | 25 |
| HA-25 | Machacado | 20 | CEM IIIA 42,5 | (6 a 9)±1 cm | 16,50 | 25 |
| HA-25 | Machacado | 16 | CEM IIIA 42,5 | (6 a 9)±1 cm | 16,50 | 25 |

| | LONGITUDES ANCLAJE (cm) | | LONGITUDES SOLAPE (cm) | | | |
|-----|-------------------------|---------|------------------------|---------|---------|---------|
| | Lb (I) | Lb (II) | Lb (I) | | Lb (II) | |
| | | | Sep≤10# | Sep>10# | Sep≤10# | Sep>10# |
| Ø10 | 15 | 20 | 30 | 20 | 40 | 30 |
| Ø12 | 25 | 35 | 50 | 35 | 70 | 50 |
| Ø16 | 40 | 55 | 80 | 55 | 110 | 75 |
| Ø20 | 60 | 85 | 120 | 85 | 170 | 120 |
| Ø25 | 95 | 130 | 180 | 130 | 260 | 180 |

| ZONA SISMICA | LONGITUDES ANCLAJE (cm) | | LONGITUDES SOLAPE (cm) | | | |
|--------------|-------------------------|---------|------------------------|---------|---------|---------|
| | Lb (I) | Lb (II) | Lb (I) | | Lb (II) | |
| | | | Sep≤10# | Sep>10# | Sep≤10# | Sep>10# |
| Ø10 | 25 | 30 | 40 | 30 | 50 | 40 |
| Ø12 | 40 | 50 | 60 | 50 | 80 | 60 |
| Ø16 | 55 | 70 | 95 | 70 | 125 | 95 |
| Ø20 | 80 | 105 | 140 | 105 | 190 | 140 |
| Ø25 | 120 | 155 | 205 | 155 | 285 | 205 |

INSTALACIONES

PROTECCIÓN CONTRA INCENDIOS

El proyecto pretende, mediante la utilización de ciertos materiales, permitir la evacuación del recinto garantizando la máxima seguridad de los usuarios y la estabilidad de las compartimentaciones interiores del edificio y que no dificulten las labores de rescate y extinción. Para ello, se cumplirán las exigencias mínimas recogidas en el Documento Básico DB-SI. Dicha norma garantiza la superación de los niveles mínimos de calidad propios del caso de incendios.

SECTORES DE INCENDIOS

Según la tabla 1.1 del SI 1, al tratarse de un edificio de pública concurrencia, este proyecto se divide en sectores de incendio por volúmenes, es decir, el restaurante formaría un sector, el aulario otro, el auditorio otro, la biblioteca otro y la administración otro.

Además, por plantas, al exceder el tamaño permitido por sector, aparecerían los sectores diferenciados en biblioteca y auditorio. Así, finalmente, existirían en total 10 sectores de incendios.

RESISTENCIA AL FUEGO DE LOS ELEMENTOS

Los elementos constructivos deben cumplir las condiciones de reacción al





fuego que se establecen en la tabla 4.1.

CÁLCULO DE OCUPACIÓN

Según la tabla 2.1 del SI 3, al ser un edificio de PÚBLICA CONCURRENCIA, en la zona de auditorio la ocupación se realiza contando 1 persona/asiento. En lo que se refiere a cafeterías restaurantes se contabiliza 1,5 m² por persona. En salas de lectura bibliotecas se contabilizan 2 m² por persona por asiento proyectado. Mientras que en los usos docente y administrativo se tendrán en cuenta 10 m²/ persona.

En el auditorio se prevé la ocupación de 294 personas. En la cafetería/restaurante se estima la ocupación de unas 78 personas.

En la biblioteca se estima una ocupación de unas 246 personas por planta, es decir, de unas 984 en total. En el aula se estima la ocupación de unas 43 personas por planta, es decir, de 86 personas en total. Y por último, en la administración se estima la ocupación de unas 16 personas en total.

En total se estima la ocupación del edificio en su conjunto de unas 1500 personas aproximadamente.

PLANTA PRIMERA

- Recorrido de evacuación
- Dirección de evacuación
- Extintor polvo 6 kg (21A/113B)
- Boca de incendio equipada
- Hidrante exterior
- Downlight empotrado de emergencia 18 w
- Luminaria autónoma de emergencia 1 hora, permanente

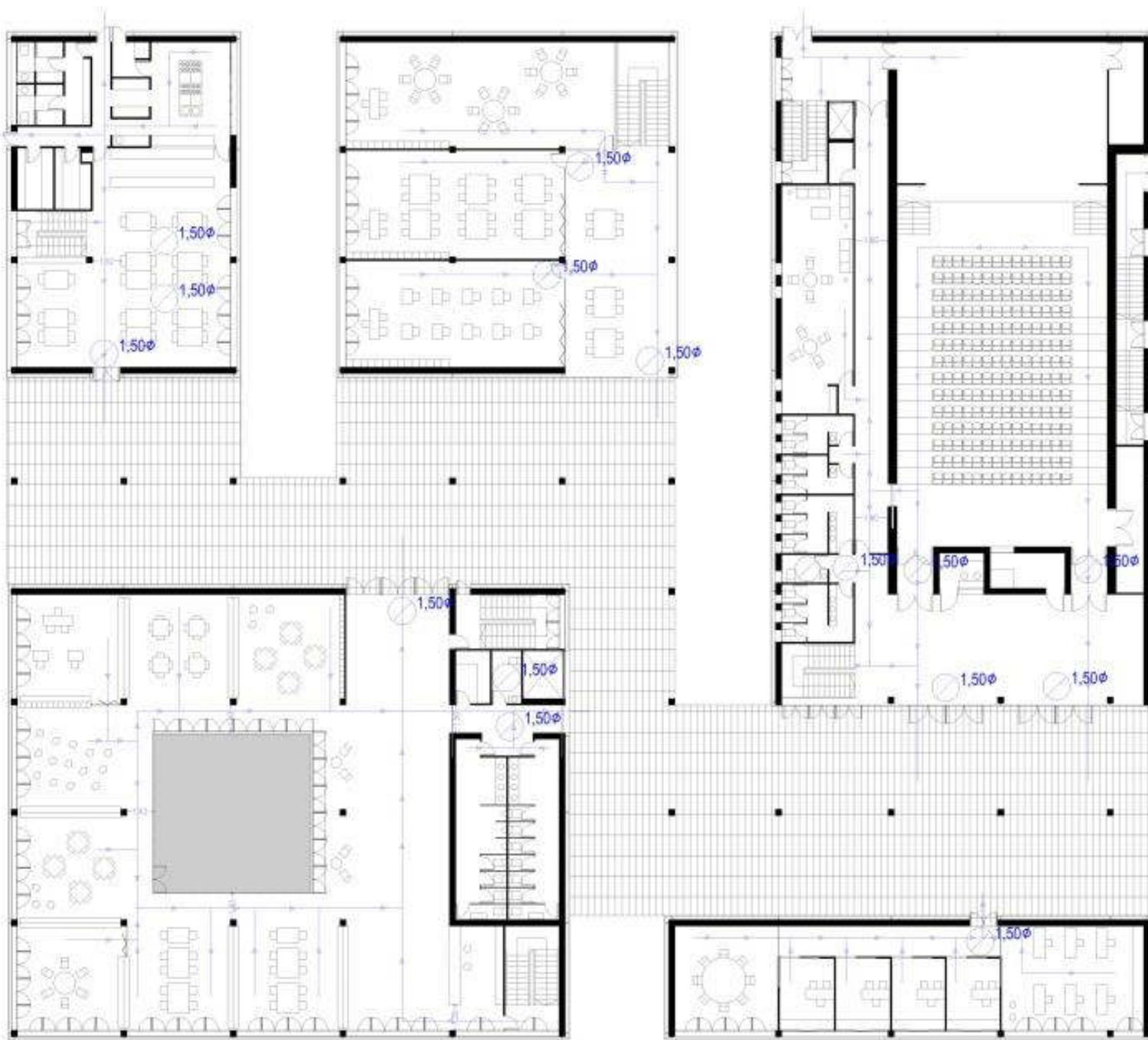
INSTALACIONES

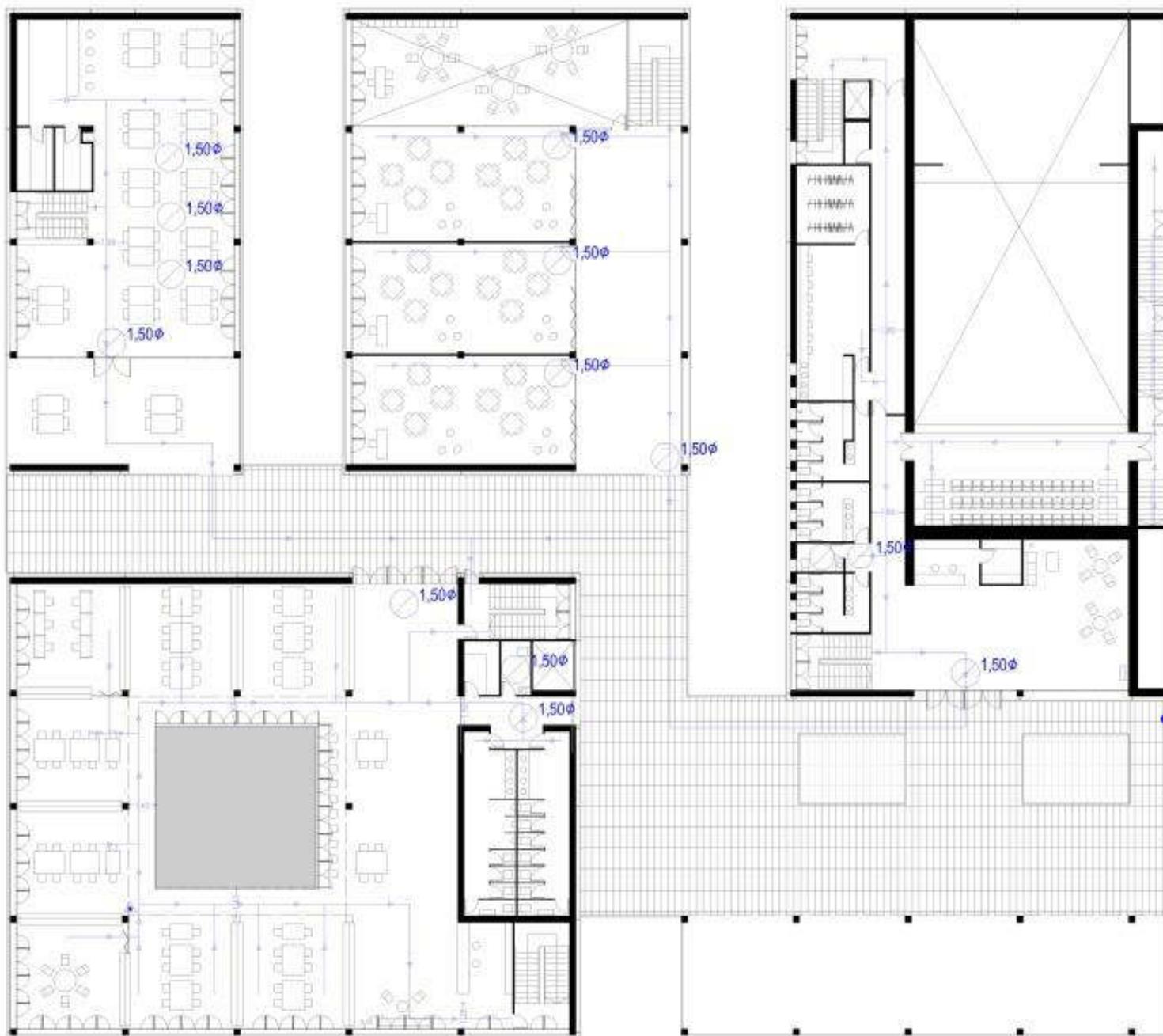
ACCESIBILIDAD

En el vestíbulo, se dispone de un espacio de giro de diámetro 1.50 m libre de obstáculos. El mobiliario fijo de zonas de atención al público incluirá un punto de atención accesible.

Los pasillos tienen una anchura libre de paso de 1.20 m, también, se dispone de un aseo accesible con aparatos sanitarios accesibles. Los servicios higiénicos se señalarán con pictogramas normalizados de género en alto relieve y contraste cromático, a una altura entre 0,80 y 1,20 m, junto al marco, a la derecha de la puerta y en el sentido de la entrada. En nuestro caso se coloca a 80 cm.

En las Normas Urbanísticas del PGOU para uso terciario, las puertas tienen que tener una anchura libre mayor que 0.825 m, ésta es más restrictiva que la DB-SUA que requiere una anchura libre de 0.80 m, entonces aplicamos la de las Normas Urbanísticas del PGOU. Además, se ha revisado la normativa de Accesibilidad y Supresión de Barreras Arquitectónicas, Urbanísticas y de la Comunicación de la Generalitat Valenciana. El Artículo 4. de esta normativa dicta que en oficinas de menos de 200 m² hay que tener un nivel de accesibilidad practicable en





acceso de uso público principal;
itinerario de uso público principal;
servicios higiénicos; vestuarios; áreas de
consumo de alimentos; zonas de uso
restringido.

ALUMBRADO DE EMERGENCIA

Contarán con alumbrado de
emergencia:

- Los recorridos desde todo origen de evacuación hasta el espacio exterior seguro
- Los locales que alberguen equipos generales de las instalaciones de protección contra incendios 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

Se situarán al menos a 2 m por encima del nivel del suelo; en las puertas existentes en los recorridos de evacuación y en los cambios de dirección y en las intersecciones de pasillos. 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.

INSTALACIONES

SALUBRIDAD. SANEAMIENTO Y AF Y ACS

FACHADAS

Grado de impermeabilidad

Datos de proyecto (según tablas 2.5 y 2.6 y figuras 2.4 y 2.5 del DB-HS):

Zona pluviométrica: IV Zona eólica: A

Altura de coronación: 4

Clase de entorno: E1

Grado de exposición al viento: V3

Grado de impermeabilidad: 2

SUMINISTRO DE AGUA

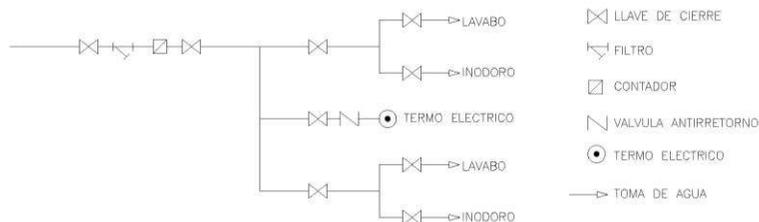
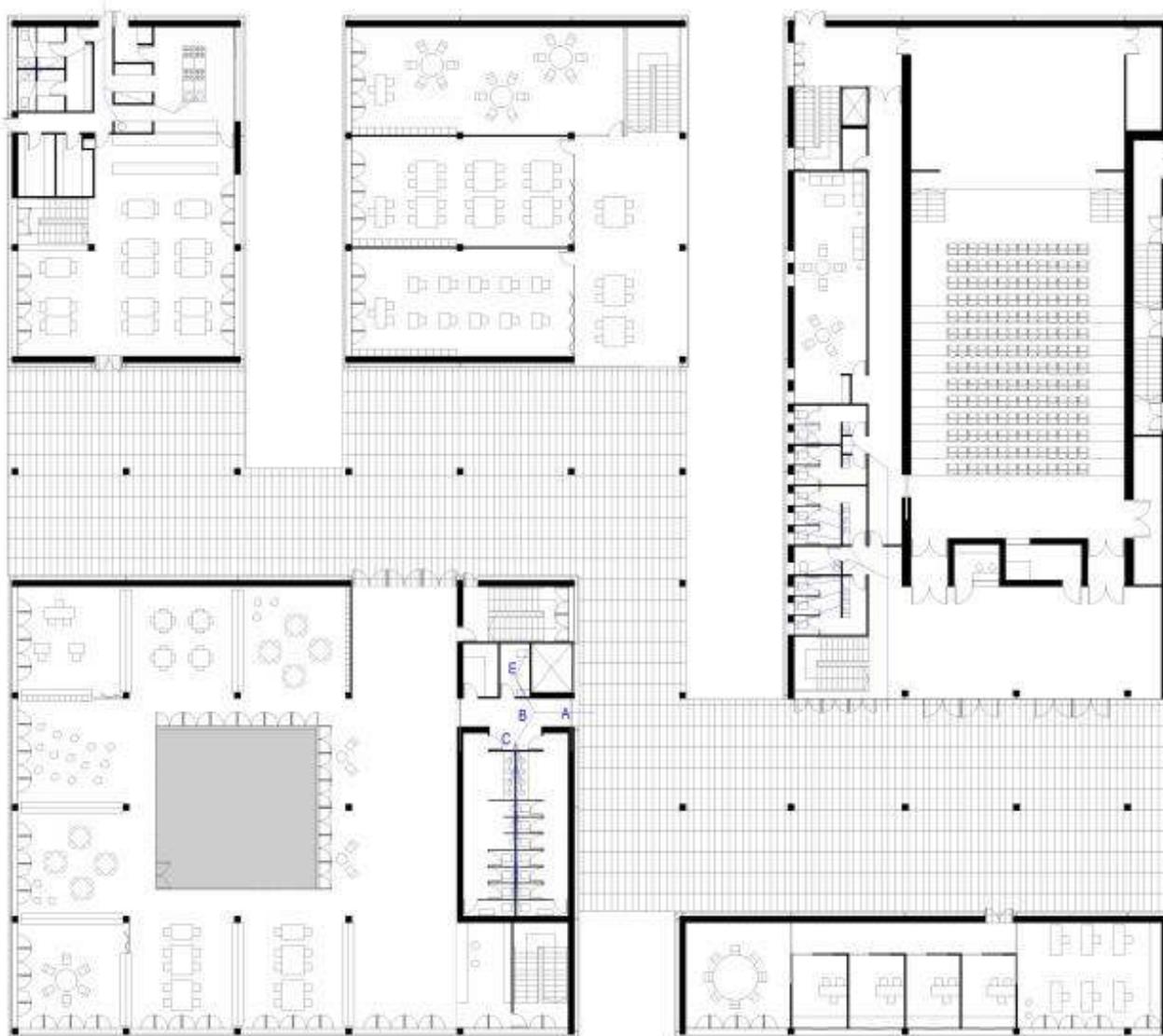
La instalación debe suministrar a los aparatos y equipos del equipamiento higiénico los caudales que figuran en la tabla 2.1. [Caudal instantáneo mínimo para cada tipo de aparato] del DB-HS 4, resumida para el caso de este proyecto de la siguiente manera:

| APARATO | CAUDAL MÍN. (AF) (l/s) | CAUDAL MÍN. (ACS) (l/s) |
|---------------------|---------------------------|----------------------------|
| Lavabo | 0,1 | 0,065 |
| Inodoro con sistema | 0,1 | - |

En los puntos de consumo la presión mínima debe ser:

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

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



DISEÑO DE LA INSTALACIÓN

- El caudal máximo de cada tramo será igual a la suma de los caudales de los puntos de consumo alimentados por el mismo de acuerdo con la tabla 2.1.
- Establecimiento de los coeficientes de simultaneidad de cada tramo de acuerdo con un criterio adecuado.
- Determinación del caudal de cálculo en cada tramo como producto del caudal máximo por el coeficiente de simultaneidad correspondiente.
- Elección de una velocidad de cálculo comprendida dentro de los intervalos siguientes:
 - Tuberías metálicas: entre 0,50 y 2,00 m/s
 - Tuberías termoplásticas y multicapas: entre 0,50 y 3,50 m/s
- Obtención del diámetro correspondiente a cada tramo en función del caudal y de la velocidad.

EVACUACIÓN DE AGUAS

- Deben conectarse a las bajantes; cuando por condicionantes del diseño esto no fuera posible, se permite su conexión al manguetón del inodoro.
- En los aparatos dotados de sifón individual deben tener las características siguientes:
- En los fregaderos, los lavaderos, los lavabos y los bidés la distancia a la bajante debe ser 4,00 m como máximo, con pendientes comprendidas entre un 2,5 y un 5 %;
- El desagüe de los inodoros a las bajantes debe realizarse directamente o por medio de un manguetón de acometida de longitud igual o menor que 1,00 m, siempre que no sea posible dar al tubo la pendiente necesaria.
- Debe disponerse un rebosadero en los lavabos, bidés, bañeras y fregaderos.

La adjudicación de UD a cada tipo de aparato y los diámetros mínimos de los sifones y las derivaciones individuales correspondientes se establecen en la tabla 4.1 [UDs correspondientes a los distintos aparatos sanitarios] del DB-HS 4.

Para calcular los diámetros de los ramales colectores entre aparatos sanitarios y la bajante según el número máximo de unidades de desagüe y la pendiente del ramal colector, utilizaremos la tabla 4.3.

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 |

Adoptando una pendiente del 2%, los tramos de la instalación para evacuación de aguas residuales quedarían de la siguiente manera:

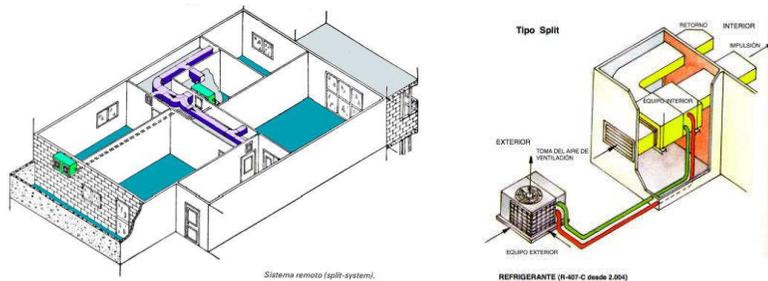
| APARATO | UD | DIAMETRO MINIMO |
|---------|----|-----------------|
| A-B | 1 | 32 |
| B-C | 1 | 32 |
| LAVABO | 4 | 45 |
| C-D | 1 | 32 |
| INODORO | 14 | 70 |
| B-E | 1 | 32 |
| LAVABO | 1 | 32 |
| INODORO | 1 | 32 |

INSTALACIONES

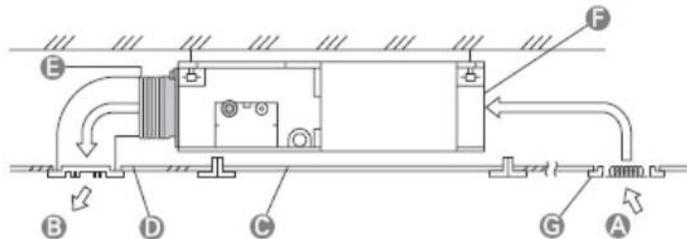
CLIMATIZACIÓN

Tanto para la refrigeración de los volúmenes del aulario, restaurante, biblioteca y administración del edificio como para el calentamiento de estos, se dispone un sistema Multi-Split o partido. Estos sistemas, poseen dos unidades separadas, una interior y otra exterior, unidas por conducciones de refrigerante, y cables eléctricos de control y suministro. En este tipo de máquinas la unidad exterior puede ubicarse en zonas remotas exteriores donde la condensación por aire y el posible ruido del compresor no produzca molestias a los usuarios.

Los retornos pueden resolverse también con conductos, pero por economía hemos decidido llevarlos mediante plenum, esto es, a través del falso techo hasta la máquina de recirculación de aire.



A - RETORNO | B - IMPULSIÓN | C - PUERTA ACCESO | D - SUPERFICIE TECHO | E - CONDUCTO | F - FILTRO AIRE G - REJILLA RETORNO



Para el volumen del auditorio se dispone un sistema de refrigeración mediante difusores desde suelo y peldaño.

DIFUSIÓN DESDE SUELO

Cuando se impulsa un caudal de aire a través del suelo, si no se realiza con los medios adecuados, pueden presentarse problemas de incomodidad para las personas, ya que pueden aparecer en la zona de ocupación velocidades y diferencias de temperatura elevadas.

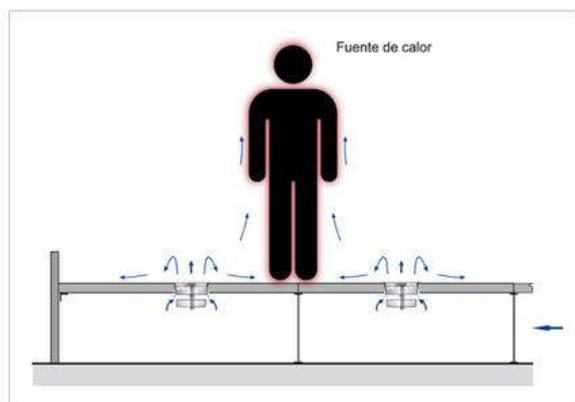
A través de los difusores de suelo se puede establecer tanto difusión de aire por desplazamiento como por mezcla de aire. La única diferencia entre ambos sistemas es la forma en que se realiza la impulsión del aire en el espacio a acondicionar.



En la difusión de aire por desplazamiento a través de unidades de suelo, el aire se impulsa a baja velocidad, de forma que la vena de aire alcance una altura máxima de unos 0,6 a 0,7 m sobre el suelo. Como a esta altura prácticamente no se habrá producido la mezcla entre aire impulsado y aire ambiente, el primero estará a menor temperatura que el segundo, cayendo hacia el suelo y produciéndose la inundación de aire frío a lo largo del mismo.

Cuando la difusión se efectúa por mezcla de aire, éste se impulsa horizontal o vertical. Cuando se impulsa vertical, se realiza con velocidades

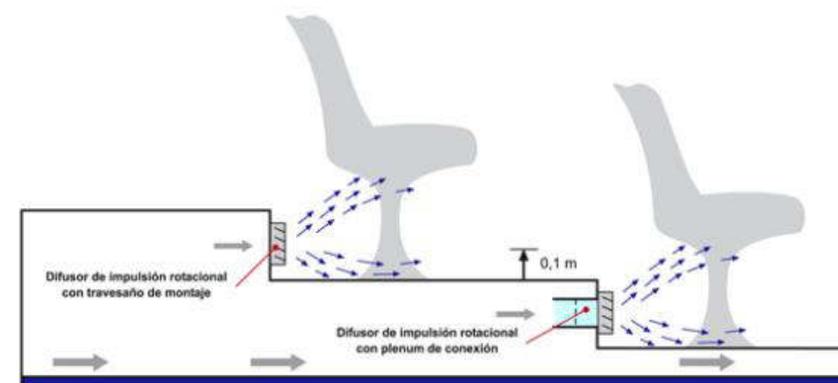
relativamente altas, con lo que la vena de aire asciende hasta una altura que es función de la velocidad, mezclándose con el aire del local.



En un sistema característico de impulsión por mezcla desde el suelo, no es recomendable situarse durante un tiempo prolongado encima del difusor, ya que se pueden tener velocidades y corrientes de aire molestas por estar por encima de los límites de confort. La distancia mínima recomendable desde el difusor hasta la persona es de unos 200 mm desde el centro del difusor. Cuando se impulsa con bajas velocidades de aire y con difusión de aire por desplazamiento, esta distancia de limitación es menor.

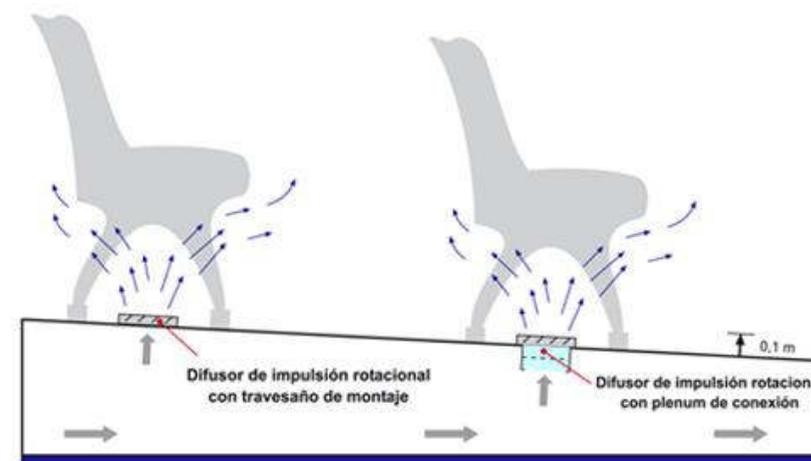
DIFUSIÓN DE AIRE EN TEATROS, AUDITORIOS

En locales como teatros, auditorios y locales similares, se aprovecha el falso suelo para crear un plenum a través del cual se realiza la impulsión del aire necesario para climatizar el local, colocando las unidades terminales de impulsión bajo la butaca o bien directamente en la contrahuella del peldaño. En este caso, el retorno o extracción de aire se efectúa por la parte superior del local.



Montaje en peldaño

Se considera la zona de ocupación hasta la altura de las cabezas de las personas sentadas, por lo que la carga sensible que se considera para el cálculo del caudal de aire a impulsar es solamente la de las personas. La difusión es una mezcla entre difusión por mezcla de aire y por desplazamiento, por lo que los difusores han de estar diseñados para que en el corto espacio que hay entre el punto de impulsión y los pies de las personas se haya reducido la velocidad del aire y se mezcle parcialmente el aire impulsado con el ambiente. A partir de ese punto, el aire asciende por convección alrededor de los ocupantes.



Montaje en suelo

Ventajas de impulsar a través del suelo.

Impulsar desde el suelo presenta ventajas frente a los sistemas de mezcla de aire impulsando a través del techo o pared:

- **Acústicas:** No se alteran las condiciones acústicas del local y se obtienen reducidas potencias sonoras en el local transmitidas por la instalación.
- **Decorativas:** Las unidades terminales de impulsión se colocan en zonas difíciles de ver y fácil de disimular.
- **Técnica de aire:** Se obtienen reducidas velocidades de aire y uniformidad de temperatura en la zona de ocupación, que se traduce en un mayor confort.
- **Caudal de aire:** Se reduce el caudal de aire necesario para compensar la carga sensible de las personas. Esto implica también la necesidad de menores espacios para la ubicación de conductos, unidades de tratamiento de aire y silenciadores.
- **Energéticas:** Se reduce el consumo de energía al poder trabajar la instalación muchas más horas con free-cooling, aprovechando en épocas intermedias la energía gratis del aire exterior.

Se resuelve utilizar el sistema de difusión por peldaños.