

# CENTRO DE ALUMNOS UNIVERSIDAD DE CHICAGO

Alumno: **Miguel Ángel López López**  
Tutor: **Enrique Fernández-Vivancos González**

Master en Arquitectura  
Escuela Técnica Superior de Arquitectura  
Universidad Politécnica de Valencia

Curso académico 2019 - 2020



UNIVERSITAT  
POLITÈCNICA  
DE VALÈNCIA



ESCOLA TÈCNICA  
SUPERIOR  
D'ARQUITECTURA

**CENTRO DE ALUMNOS  
UNIVERSIDAD DE CHICAGO**  
MEMORIA DESCRIPTIVA

Alumno: **Miguel Ángel López López**  
Tutor: **Enrique Fernández-Vivancos González**

Master en Arquitectura  
Escuela Técnica Superior de Arquitectura  
Universidad Politécnica de Valencia

Curso académico 2019 - 2020



UNIVERSITAT  
POLITÈCNICA  
DE VALÈNCIA



ESCOLA TÈCNICA  
SUPERIOR  
D'ARQUITECTURA

# ÍNDICE

## MEMORIA DESCRIPTIVA

### El lugar

Chicago	5
La parcela	10

### El programa

Análisis	14
Centro de alumnos	19

### La forma

Contexto	20
Programa	23
Sostenibilidad	25
Imagen	27







Primeros asentamientos en la zona



Primer colonizador, Jean Baptiste DuSable



Chicago a mediados del siglo XIX

Chicago, también conocida como “la Segunda Ciudad” o “la Ciudad de los Vientos”, es una ciudad vibrante y llena de historia, representando el sueño americano. La riqueza de esta ciudad viene por su diversidad cultural, su patrimonio arquitectónico y su papel clave en el desarrollo de los Estados Unidos.

#### **ORÍGENES**

Según exploradores europeos los primeros pobladores de la región eran nativos americanos, los Potawatomis, que ocupaban una región que llamaban *shikaawka*. No sería hasta el año 1780 que llegó el primer colonizador occidental, Jean Baptiste Point DuSable, y estableció junto al río un puesto comercial para comerciantes y tramperos que se dirigían al Oeste. Cuando se fundó formalmente la ciudad en 1833 no contaba ni con 200 habitantes.

#### **EXPANSIÓN Y DESARROLLO**

Con la llegada del ferrocarril y la construcción del canal que conectaba los grandes lagos con el río Mississippi, Chicago se convierte en un punto clave en el desarrollo industrial del país. Hacia la década de 1850 llegaban hasta 100 mil nuevos residentes a la ciudad cada año, atraídos por la incipiente industria local.

Durante las siguientes décadas la ciudad experimentó una rápida expansión y se consolidó como una metrópolis. Para llevar a cabo dicha expansión se empleó un tipo de construcción llamada *balloon frame*. Esta tipología se basaba en una estructura ligera de madera, material abundante en la zona, y rápidamente se convirtió en la tipología prevalente. Este fue un factor determinante en el devastador incendio que arrasó gran parte de la ciudad.



Primer rascacielos, el *Home Insurance Building*



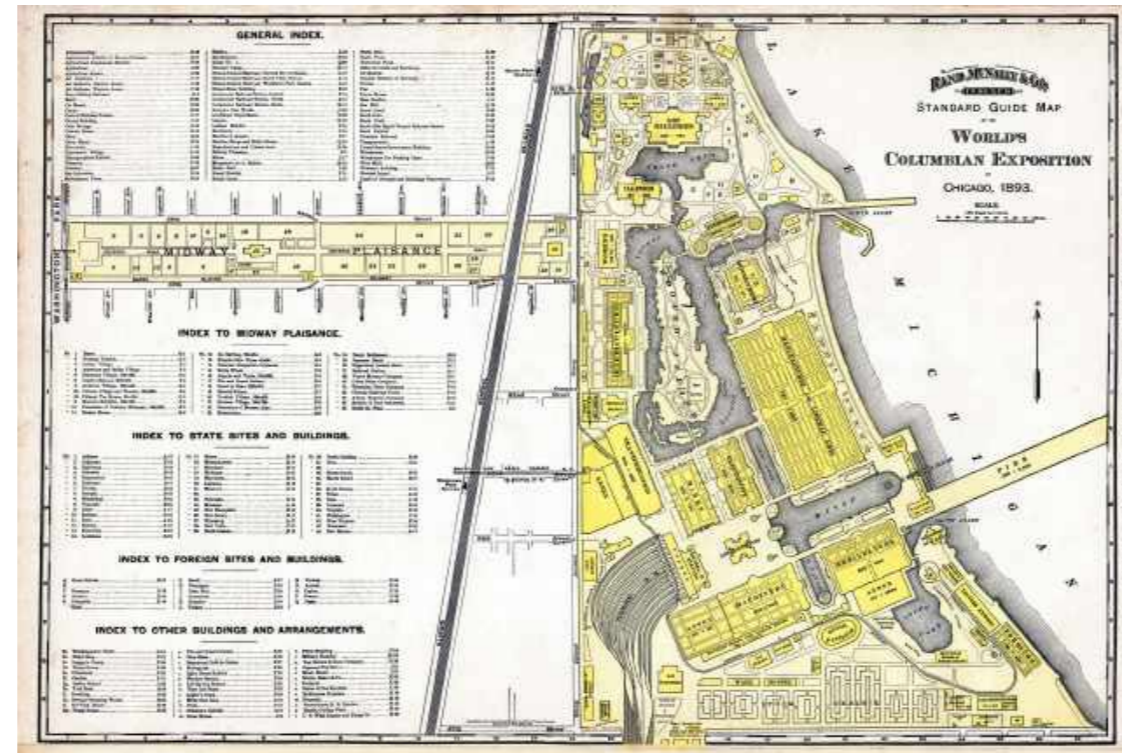
Plano zona afectada por el Gran Incendio

### INCENDIO Y RECONSTRUCCIÓN

En 1871 se produce un incendio que arrasa con gran parte de la zona céntrica de la ciudad. A la hora de reconstruir la ciudad, se opta por la innovación para crear un nuevo tipo de ciudad más moderna. Por un lado un incremento en el valor del suelo en la zona céntrica llevado por una mayor demanda de construir propicia la necesidad de construir en altura. Esto junto con la creación del primer ascensor y las innovaciones en estructuras metálicas llevan a la construcción del primer rascacielos, el *Home Insurance Building*, en 1885 que rápidamente se convertiría en la tipología prevalente en la zona centro. Estos nuevos edificios de ladrillo resistirían mejor contra el fuego y prevendrían un nuevo gran incendio.

Por otro lado se colabora con arquitectos de renombre como William LeBaron Jenney, Louis H. Sullivan, John Wellborn Root, y Daniel H. Burnham para la reconstrucción de la ciudad. Estos arquitectos crean la escuela de Chicago, y con ella la filosofía de *form follows function*. Esta filosofía establecía que un edificio debería ser diseñado y construido con un usuario en mente y en un contexto determinado.

Una coincidencia en las circunstancias creó la oportunidad de un nuevo tipo de urbanismo en Chicago que sería replicado por el resto del país. Ciertamente el Gran Incendio proporcionó una hoja en blanco desde la que trabajar. La necesidad de espacios comerciales en un distrito central era un problema grave. La escalada en el valor de las propiedades inmobiliarias propició una construcción más rápida y barata. El crecimiento de la industria metalúrgica proveyó de los materiales y técnicas necesarios. Por último la visión creativa e intelectual de los fundadores de la escuela de Chicago desarrolló el rascacielos desde estas necesidades y posibilidades.



Plano complejo de la Exposición Universal



Fotografía de la primera noria, atracción principal en la Exposición Universal



Fotografía de la Exposición Universal de 1893

### EXPOSICIÓN UNIVERSAL

Es en el contexto previamente descrito donde tiene lugar la Exposición Universal de Chicago en 1893, considerada como una de las ferias universales más influyentes. La ciudad de Chicago se quería presentar al mundo como una ciudad renacida, de ahí el nombre de la "Segunda Ciudad", por lo que apostó por un gran despliegue de recursos para celebrar el evento. Se encargó el diseño del recinto a varios arquitectos destacados del momento, entre ellos a Daniel Burnham y Frederick Law Olmsted.

Daniel Burnham ya contaba con experiencia al haber trabajado en el plan urbanístico de Washington D.C. y por ser una persona clave en el desarrollo de la nueva arquitectura de rascacielos. Se optó por un estilo neoclásico para el recinto, inspirado por el movimiento *Beaux-Arts*. La feria consistía de grandes bulevares, edificios de fachadas clásicas, arquitectura monumental, composiciones simétricas y con materiales blancos, por lo que se llevó el sobrenombre de *White City*.

Frederick Law Olmsted fue el encargado del diseño paisajístico del proyecto. En el momento del encargo, ya era considerado uno de los paisajistas de mayor renombre, habiendo diseñado proyectos como Central Park en Nueva York, entre muchos otros. Olmsted planteó la creación de dos parques de grandes dimensiones conectados por una vía verde, que servirían de parcela para la feria. Uno de los parques, junto al lago, servía de enclave principal para los edificios monumentales. La vía verde estaba repleta de programas dedicados al ocio y generalmente de menor envergadura. En la vía verde además se presentó ante el mundo la primera noria. A diferencia de los edificios de la feria que tenían un carácter temporal, el proyecto paisajístico de Olmsted ha perdurado con el tiempo, aunque con modificaciones a lo largo del tiempo.

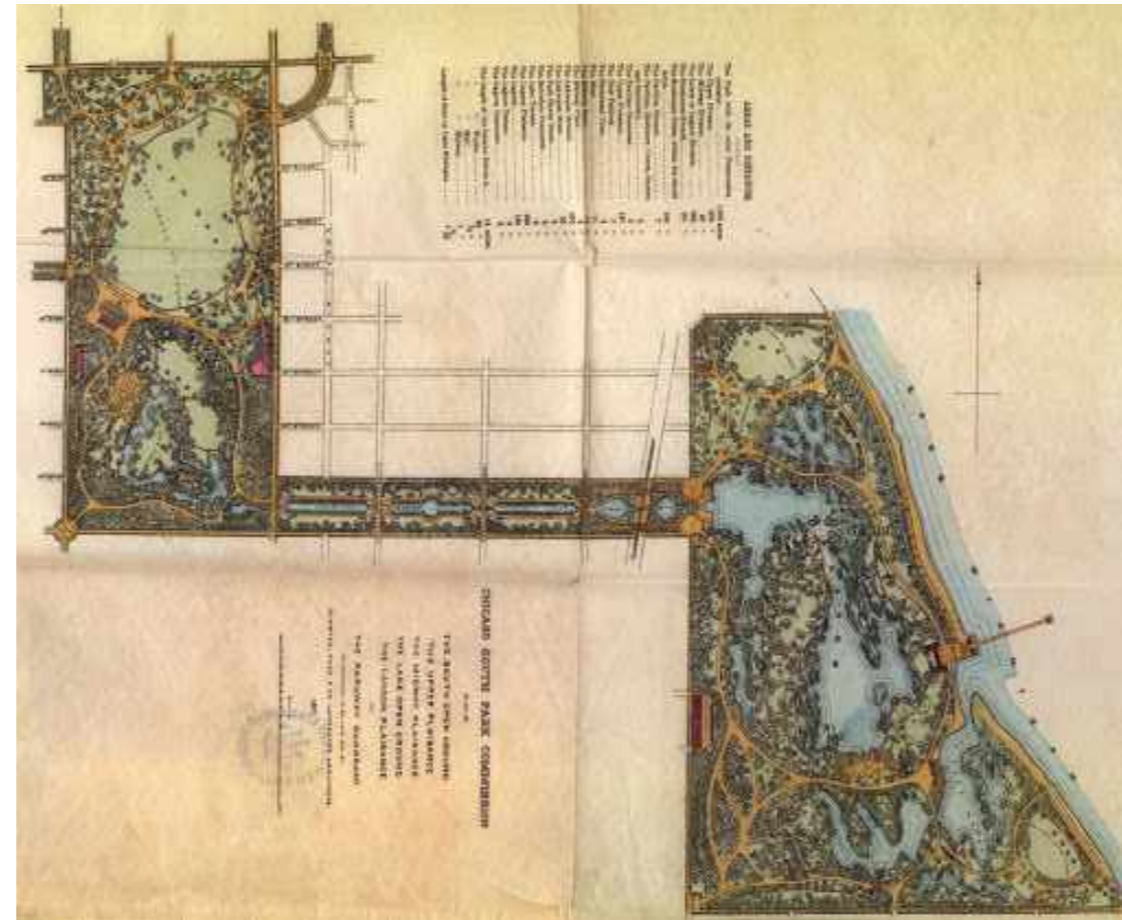




Museo de Ciencia e Industria, único edificio original de la Exposición en pie



Estado actual del Midway Plaisance



Plano del proyecto original de Olmsted



Estado actual del complejo de parques

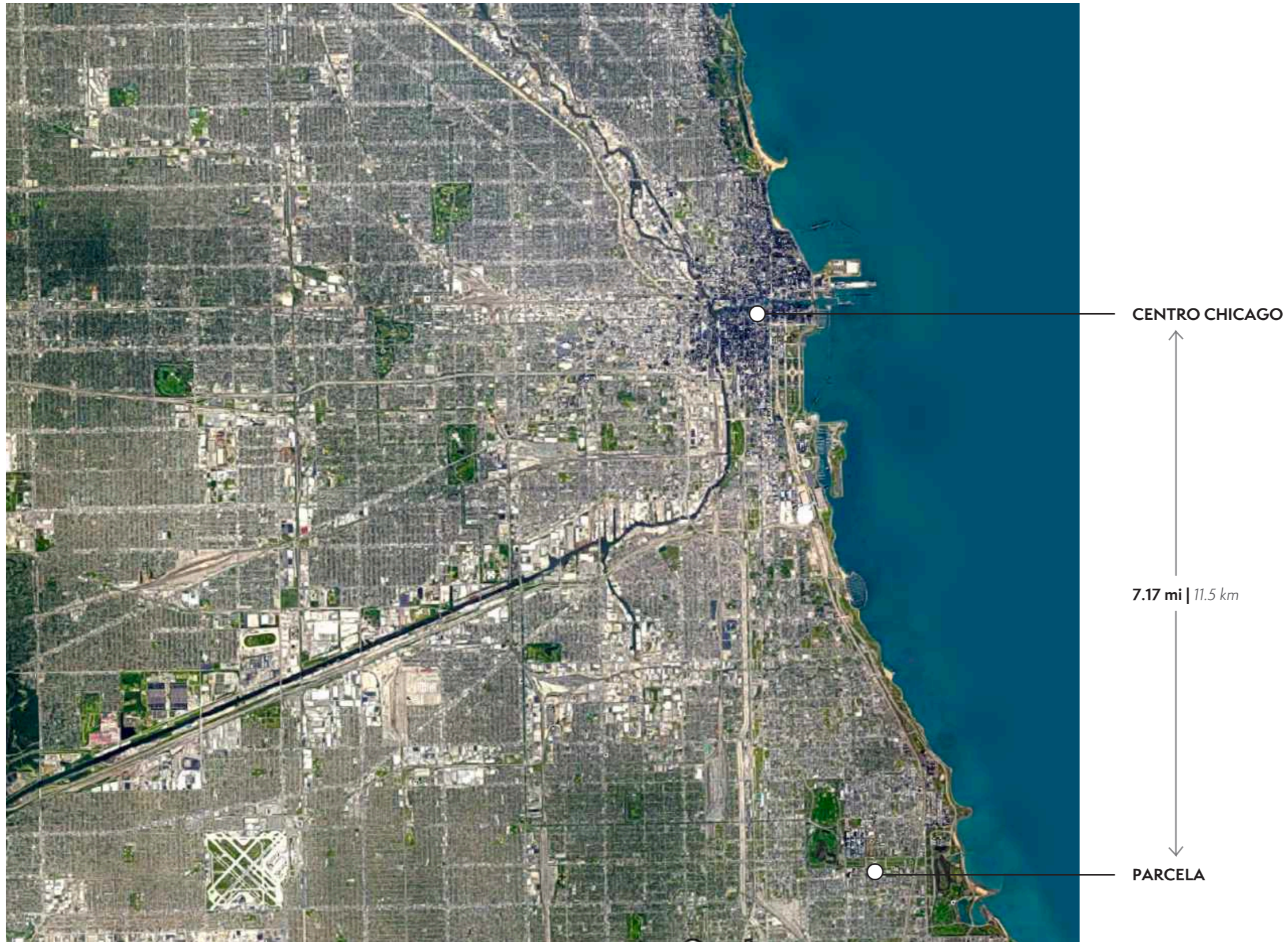
**ESTADO ACTUAL**

De la Exposición Universal tan solo quedan las zonas verdes planteadas, llamadas Jackson Park, Washington Park, y Midway Plaisance, además de uno de los pabellones.

Jackson Park era la zona principal de la feria, junto al lago, y además de unas lagunas originales, se ha conservado también uno de los pabellones. Este pabellón es actualmente el Museo de Ciencia e Industria de Chicago. Tras la demolición del resto del complejo ferial, esas zonas se han convertido principalmente en zonas verdes o equipamientos deportivos. En la actualidad este parque cuenta con varios embarcaderos, dos playas, un jardín japonés, campos de golf y será la ubicación de la controvertida biblioteca presidencial de Barack Obama. Sin embargo, los planes de Olmsted para este parque tras el final de la exposición eran muy distintos. El diseño original muestra una mayor cantidad de lagos y zonas verdes, sin apenas equipamientos.

Washington Park es el parque situado al oeste respecto al anterior. Este parque se ha conservado casi en su totalidad igual que el planteamiento original. Cuenta también con una laguna y amplios espacios verdes. Al diseño original se le han ido añadiendo puntualmente edificaciones a lo largo de sus límites, incluyendo el Museo DuSable de Historia Afroamericana.

Conectando ambos parques se encuentra la vía verde conocida como Midway Plaisance. Esta es la zona que más cambios ha sufrido desde su diseño original. El plan de Olmsted tras el final de la feria era convertir este eje en un auténtico conector, uniendo las lagunas de ambos parques mediante un canal rodeado de zonas verdes. Sin embargo en la actualidad se encuentra partido en múltiples partes por calles que lo atraviesan, impidiendo el paso peatonal por su eje central. Este eje además ahora cuenta con varios equipamientos deportivos de carácter más informal.



Plano ubicación de la parcela respecto a la ciudad

PARCELA

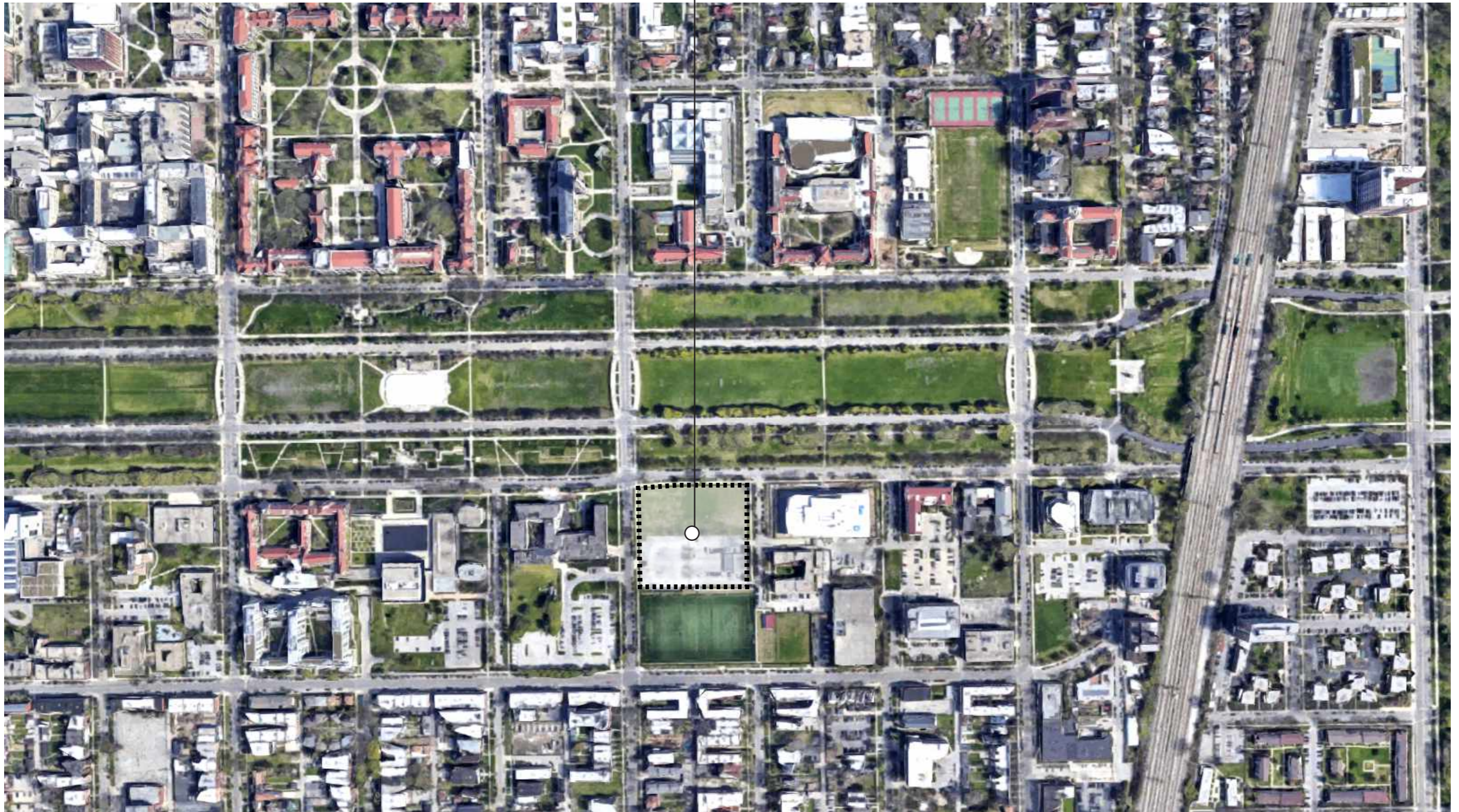


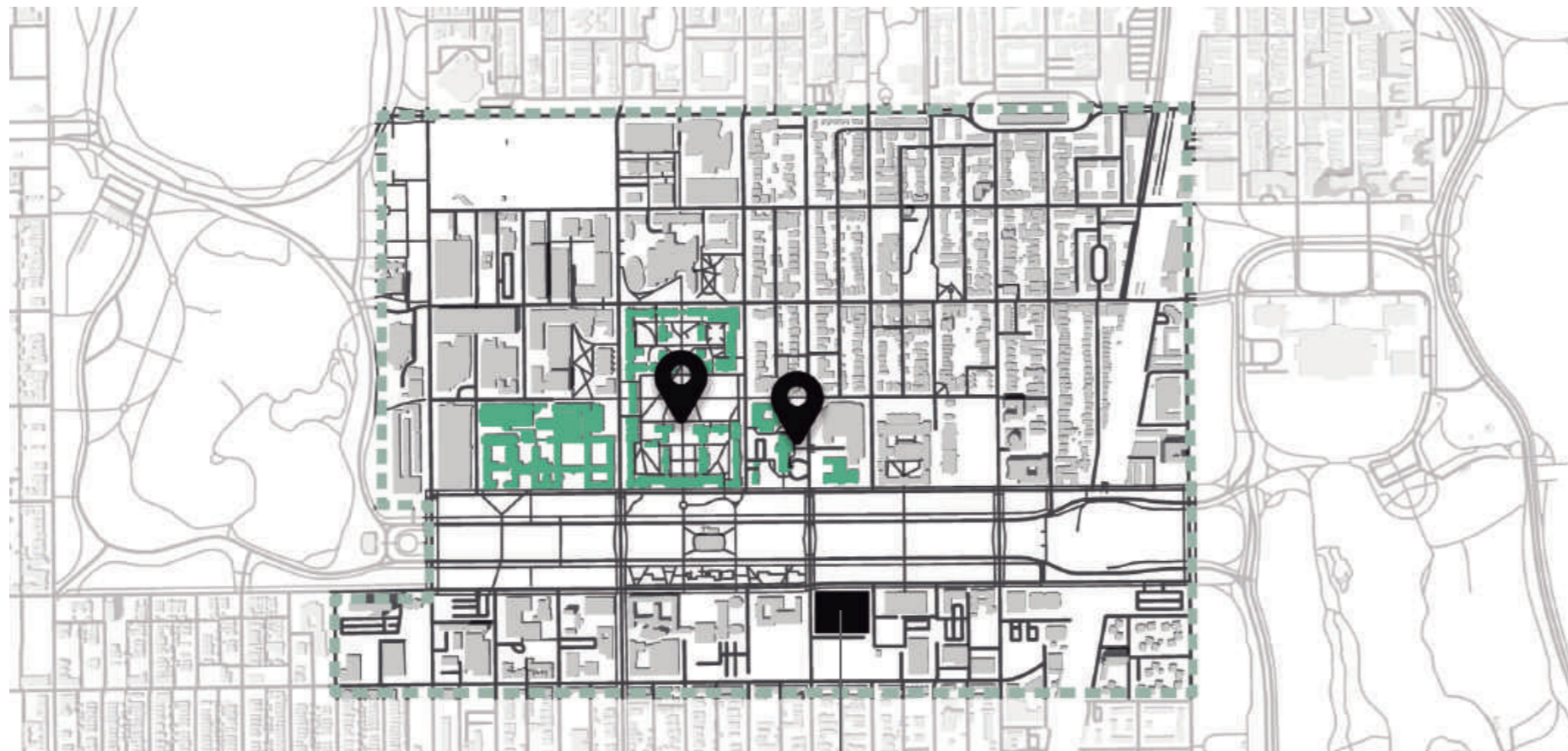
Imagen entorno parcela



Capilla Rockefeller



Campus original de la universidad



Parcela

Plano campus Universidad de Chicago

La parcela se encuentra en la esquina de las calles S Woodland Avenue y 60th Street, justo delante del Midway Plaisance. La parcela cuenta con unos 12.200 m<sup>2</sup> de los cuales en el momento del planteamiento del proyecto, mitad de ellos eran un solar vacío y la otra mitad un parking en superficie. La parcela pertenece en la actualidad a la Universidad de Chicago.

#### LA UNIVERSIDAD DE CHICAGO

Enmarcada entre los parques de Washington Park y Jackson Park se encuentra la prestigiosa Universidad de Chicago, fundada en 1890. Es considerada una de las mejores universidades del mundo, con un historial de empleados que incluyen 100 premios Nobel y el ex-presidente Barack Obama.

El Midway Plaisance divide el campus en dos, con la mayoría del campus cayendo en la parte superior. Este campus además cuenta con un gran patrimonio arquitectónico de diversos arquitectos de renombre histórico e internacional.

#### CAMPUS ORIGINAL

Los primeros edificios del campus componen los *Main Quadrangles*, situados en la cara norte del Midway Plaisance, y forman parte del plan urbanístico original. Estos edificios siguen un estilo gótico victoriano inspirado en la Universidad de Oxford, con torres siendo directamente replicadas. Los patios generados entre los edificios combinan la naturaleza con la arquitectura e incorporan enredaderas a las fachadas.

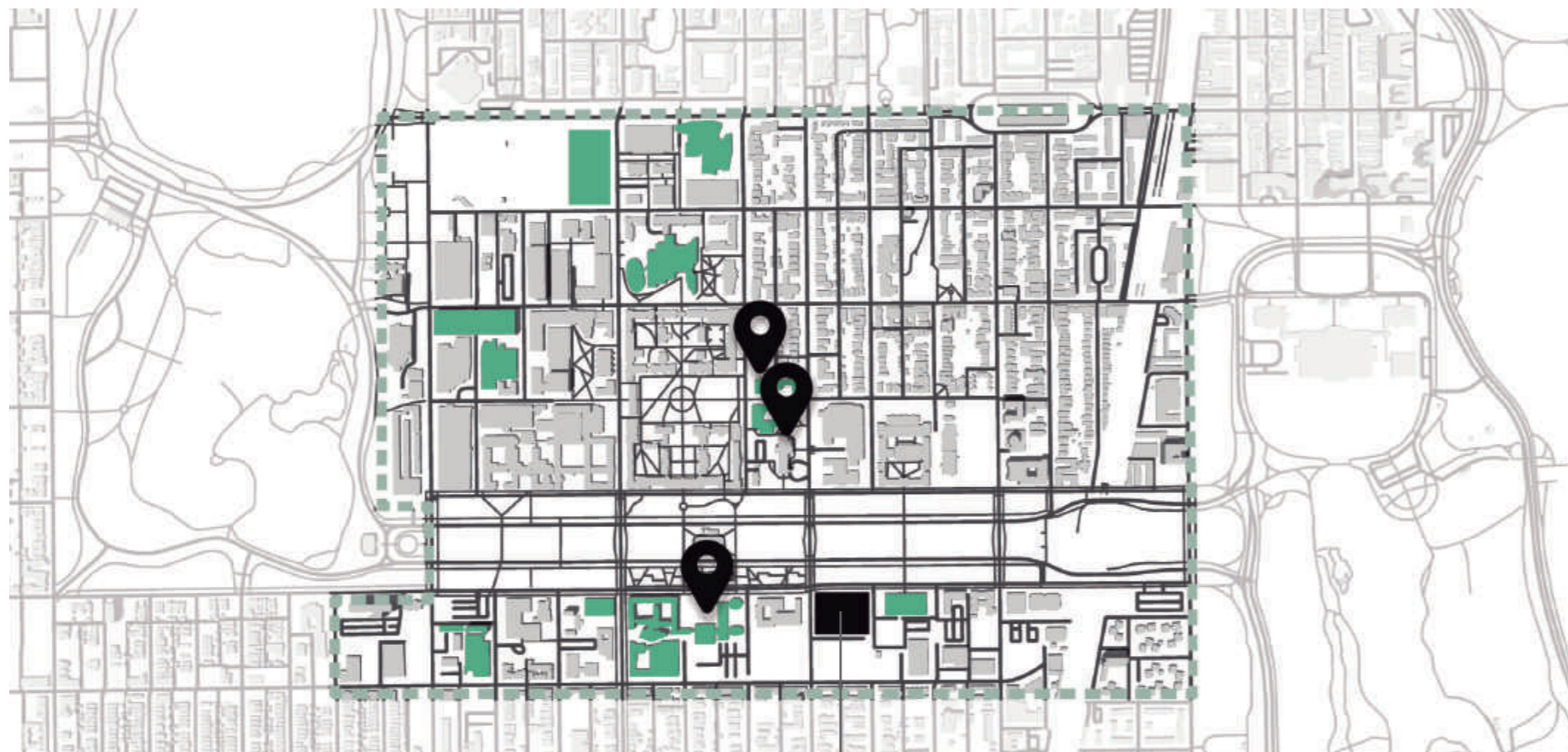
Otro edificio similar, de estilo neo-gótico, es la capilla Rockefeller construida en 1928. Esta capilla de grandes dimensiones se encuentra delante del Midway Plaisance, prácticamente opuesta al solar. Su campanario es considerado la estructura más alta del campus.



Laird Bell Law Quadrangle, de Eero Saarinen



M. Harper Center de Rafael Viñoly, inspirado en la capilla gótica y la casa Robie adyacentes



Parcela

Plano campus Universidad de Chicago

### CAMPUS Y EL MOVIMIENTO MODERNO

Tras la década del 1940, se empieza a apostar por un estilo más moderno para la universidad, por lo que se contrata al arquitecto Eero Saarinen para desarrollar un segundo master plan, esta vez a ambos lados del Midway Plaisance. Este nuevo plan incluye el *Laird Bell Law Quadrangle*, obra de Saarinen, que incorpora una icónica lámina de agua que visualmente expande la fachada principal.

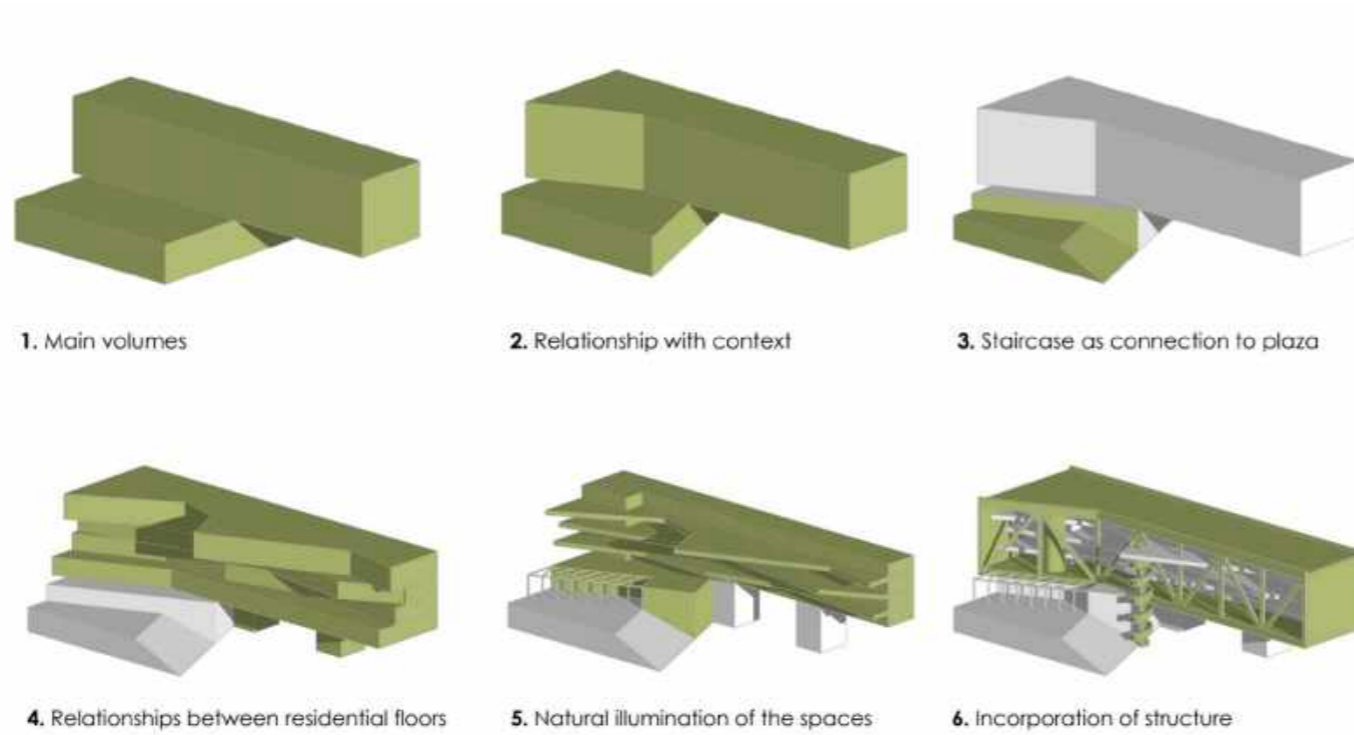
En esta nueva expansión se llevan a cabo también proyectos de otros arquitectos destacados. Uno de estos es el *School of Social Service Administration* de Ludwig Mies Van der Rohe, que sigue las características tradicionales de la arquitectura miesiana. Otro es el *Regenstein Library*, una obra brutalista del arquitecto Walter Netsch del estudio chicaguense de Skidmore, Owens & Merrill.

En el campus además se encuentra un icóno de la arquitectura que es la obra de Frank Lloyd Wright, la Casa Robie, construida en 1910.

### CAMPUS CONTEMPORÁNEO

En las últimas décadas se ha seguido invirtiendo en proyectos innovadores de la mano de grandes arquitectos contemporáneos. Una de estas obras es el *Charles M. Harper Center* de Rafael Viñoly, completada en 2004. Esta obra ecléctica mezcla tradición y modernidad, inspirándose en los edificios colindantes que son la Casa Robie y la capilla Rockefeller. Consigue esto mediante el uso de voladizos y ventanas corridas a la vez que usa un patio acristalado con una estructura gótica.

Otros arquitectos contemporáneos con obras en el campus incluyen a Ricardo Legorreta, César Pelli, Helmut Jahn, y Tod Williams and Billie Tsien Architects.



Perspectiva proyecto original



Perspectiva proyecto original

### DESARROLLO DEL PROGRAMA

Este proyecto parte de un ejercicio realizado durante mi primer semestre en el Illinois Institute of Technology como parte del Máster en Ingeniería de la Arquitectura que cursé entre 2018-2019. El proyecto original consistía en realizar un híbrido entre una residencia de alumnos y un centro de alumnos, ambos para la Universidad de Chicago.

El proyecto inicial ocupaba la mitad superior de la parcela actual, sin llegar a plantear modificaciones en el parking en superficie de la mitad inferior. El programa original incluía:

#### Residencia de alumnos

- 5 estudios sin cocina
- 15 estudios con cocina
- 20 unidades de dos habitaciones
- 4 unidades de cuatro habitaciones
- espacios de relación
- comedor para residentes
- cocinas comunes
- lavandería
- sala de correos

#### Centro de alumnos

- zona de ocio
- espacios flexibles / de relación
- espacios de trabajo en grupo
- espacio de trabajo individual
- sala de proyecciones
- cafetería
- servicio de alumnado
- administración
- oficina de correos
- convenience store 24h

#### Zona pública

- plaza
- zonas verdes
- mirador



Perspectiva de la residencia en construcción, situada al oeste de la parcela



Plano parkings en superficie + altura

- Parcela
- Parking altura
- Parking superficie

### EL PROGRAMA EN SU CONTEXTO

A la hora de continuar con este proyecto a modo de Trabajo Final de Máster, se decide re-evaluar el programa teniendo en cuenta su contexto. El objetivo de este cambio era encontrar posibles optimizaciones que respondan mejor a las necesidades de la universidad y sus usuarios.

Uno de los mayores cambios en el programa es la eliminación de la residencia de alumnos. Esto se debe a la construcción de un gran complejo de residencias en un solar adyacente a la parcela del proyecto. Este complejo está formado por tres edificios, uno de ellos siendo una torre de 16 plantas. Se decide tener en cuenta esta nueva construcción y por tanto se elimina la necesidad de aportar residencias en el proyecto.

Otro gran cambio es la expansión de la parcela para incluir el parking en superficie. Esta expansión tenía varios objetivos. El primero era adaptarse mejor al entorno, dando una respuesta homogénea a la manzana. El segundo objetivo era el de integrar un parking en altura al programa del proyecto. De esta forma además se consigue aumentar las plazas de aparcamiento para el campus, una gran necesidad actualmente para la universidad que ya cuenta con varios aparcamientos en altura. Se descarta la posibilidad de realizar un parking subterráneo al ser una obra poco común en las construcciones americanas, en las que las excavaciones suponen un gran coste.



Perspectiva del Foro en construcción actualmente en el solar



Perspectiva del Midway Plaisance con la parcela destacada

### EL PROGRAMA EN SU CONTEXTO

Al investigar los planes reales de la universidad para esos solares, se descubre que está planeado la construcción de un foro repleto de auditorios y espacios de eventos. Por tanto, para responder a la necesidad de la universidad de tener esta clase de espacios, se decide añadir al programa un auditorio y un espacio de eventos.

Otros servicios añadidos al programa son añadidos para potenciar el proyecto como centro de la actividad estudiantil en el campus. Estos incluyen un food hall de libre acceso, la tienda de merchandising de la universidad, un restaurante en la azotea y una ladera para ser usada por trineos en invierno.

Por último, se plantea una expansión en la cantidad de zonas verdes. La idea detrás de esta expansión es la de vincular el proyecto al Midway Plaisance, planteándolo como una expansión natural de la zona verde e integrando el proyecto con la naturaleza. A esta expansión de zonas verdes se le añaden unas gradas para el campo de fútbol adyacente en la cara sur. El objetivo es integrar las gradas en el proyecto y así unificar los programas en la manzana.



### **OBETIVO DEL PROGRAMA**

El objetivo fundamental del programa es convertir el proyecto en el corazón de la vida estudiantil de la Universidad de Chicago. Su posición privilegiada dentro del propio campus permite desarrollar este objetivo de forma orgánica. Además de su localización, se plantea llegar a este objetivo teniendo en cuenta tres parámetros principales que son su aspecto social, económico y medioambiental.

El aspecto social de este proyecto es evidente por su propia naturaleza. Gran parte del programa son espacios de relación de distintas características. Estos pueden ser espacios de relación de menor escala como son las zonas de trabajo individuales o en grupo, pero también de relación de mayor escala como la plaza o las zonas flexibles. Éstos últimos permiten la celebración de eventos que dinamizan la vida estudiantil y fomentan un espíritu comunitario.

El aspecto económico es importante en los proyectos de esta envergadura. El programa plantea espacios comerciales que puedan ser alquilados a terceros y generar ingresos a la vez que ofrecer un servicio. Estos locales incluyen la cafetería, el food hall, el restaurante en la azotea, y en cierta medida la tienda de la universidad. Además de esto, el programa genera puestos de trabajo que pueden ser ocupados por estudiantes a tiempo parcial o residentes locales.

Por último el aspecto medioambiental del programa es clave para su integración dentro del tejido del campus. Al potenciar su relación con el Midway Plaisance se plantea el proyecto como una extensión del mismo. Con la expansión en la cantidad de zonas verdes se pretende fomentar una unión entre éstas y la arquitectura. Al integrarlas en el proyecto se consigue también crear una arquitectura única que atraiga a usuarios de forma orgánica.

Con todo esto no sólo se consigue llegar al objetivo de convertirse en el corazón de la vida estudiantil, sino que también se asegura la sostenibilidad del proyecto en el tiempo.



### **FUTURO DEL PROGRAMA**

Un criterio tomado en cuenta ha sido la sostenibilidad del programa cara al futuro del edificio. Este criterio se ha enfocado en gran medida en el futuro del parking en altura, ya que por sus características ocupa un alto porcentaje del volumen del proyecto. Además del volumen que ocupa, también está la cuestión sobre el futuro de los parkings como tipología.

Nos encontramos actualmente en la víspera de una revolución en la movilidad propiciada por la llegada de los coches autónomos y los drones. Esta revolución cambiará con cierta seguridad la fisonomía de las ciudades, especialmente en Estados Unidos donde la dependencia al coche particular es desproporcionada frente al resto de medios de transporte. Por tanto se puede prevenir un cambio en la tipología tradicional de aparcamiento.

Es por este motivo que es esencial plantear el parking de una forma que facilite su flexibilidad frente a un posible cambio en el programa en el futuro. Para ello se establece como requisito del programa un parking flexible e integrado con el resto del edificio de forma que cualquier cambio en el programa se realice con la mayor facilidad posible.

Otra ventaja que supone plantear el futuro del parking es evitar su demolición en un futuro para la construcción de un nuevo edificio. Además de suponer un ahorro económico, se evita un gran impacto medioambiental. A la hora de realizar una obra nueva, un alto porcentaje de la huella de carbono proviene de la estructura, especialmente si es de hormigón. Al reutilizar una estructura se evitan nuevas emisiones y se prolonga la vida útil de los materiales, lo cual es beneficioso para el medioambiente.

**PRINCIPAL**

Lobby	2.850 ft <sup>2</sup> 265 m <sup>2</sup>
Recepción	490 ft <sup>2</sup> 45 m <sup>2</sup>
Espacio polivalente en planta baja	4.600 ft <sup>2</sup> 427 m <sup>2</sup>
Espacios de relación	4.725 ft <sup>2</sup> 439 m <sup>2</sup>
Servicio alumnados	
- Zona espera	940 ft <sup>2</sup> 87 m <sup>2</sup>
- Zona atención al alumno	1.170 ft <sup>2</sup> 109 m <sup>2</sup>
- Administración	1.210 ft <sup>2</sup> 112 m <sup>2</sup>
- Espacio descanso trabajadores	580 ft <sup>2</sup> 54 m <sup>2</sup>
- Almacenamiento	160 ft <sup>2</sup> 15 m <sup>2</sup>
- Cuarto limpieza	160 ft <sup>2</sup> 15 m <sup>2</sup>
Complejo eventos	
- Foyer	940 ft <sup>2</sup> 87 m <sup>2</sup>
- Auditorio	5.270 ft <sup>2</sup> 490 m <sup>2</sup>
- Sala eventos (ballroom)	6.400 ft <sup>2</sup> 595 m <sup>2</sup>
- Almacenamiento	2.300 ft <sup>2</sup> 214 m <sup>2</sup>
- Cabina de proyecciones	590 ft <sup>2</sup> 55 m <sup>2</sup>
Espacios trabajo en grupo	2.640 ft <sup>2</sup> 245 m <sup>2</sup>
Cabinas trabajo individual/grupos pequeños	2.050 ft <sup>2</sup> 190 m <sup>2</sup>
Zona ocio	
- Sala recreativos	3700 ft <sup>2</sup> 344 m <sup>2</sup>
- Almacenamiento y control	354 ft <sup>2</sup> 33 m <sup>2</sup>
- Aseos masculinos	275 ft <sup>2</sup> 26 m <sup>2</sup>
- Aseos femeninos	275 ft <sup>2</sup> 26 m <sup>2</sup>
Mirador cubierto	650 ft <sup>2</sup> 60 m <sup>2</sup>

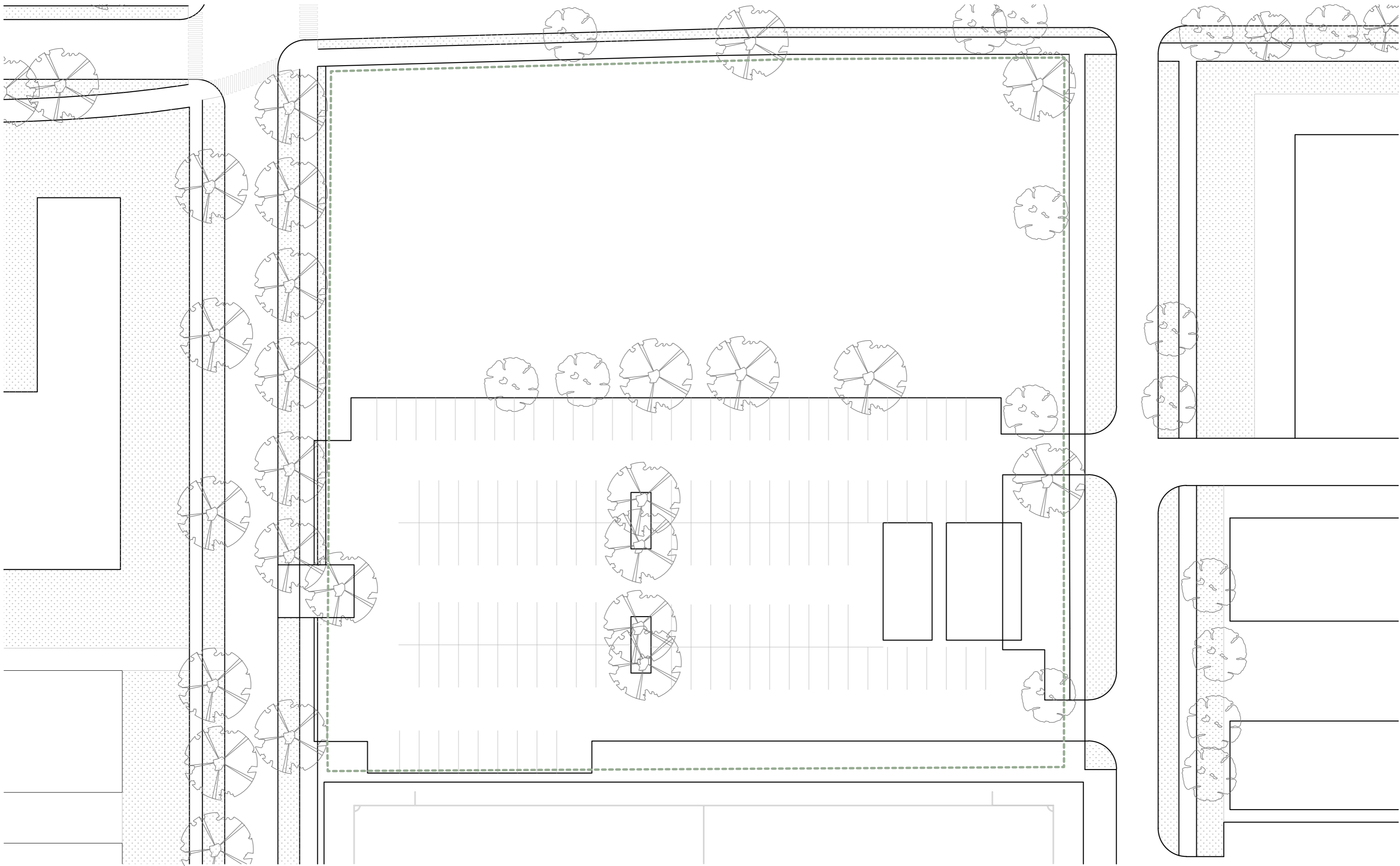
**TOTAL SUPERFICIE CONSTRUIDA** 324.520 ft<sup>2</sup> 30.150 m<sup>2</sup>

**COMERCIAL**

Cafetería	3.250 ft <sup>2</sup> 302 m <sup>2</sup>
Tienda universidad	
- Local comercial	4.600 ft <sup>2</sup> 427 m <sup>2</sup>
- Almacenamiento	950 ft <sup>2</sup> 88 m <sup>2</sup>
Convenience store 24h	
- Local comercial	5.700 ft <sup>2</sup> 530 m <sup>2</sup>
- Almacenamiento	1.200 ft <sup>2</sup> 111 m <sup>2</sup>
Food Hall	
- Espacio comedor	10.500 ft <sup>2</sup> 975 m <sup>2</sup>
- Local restaurante 01	840 ft <sup>2</sup> 78 m <sup>2</sup>
- Local restaurante 02	840 ft <sup>2</sup> 78 m <sup>2</sup>
- Local restaurante 03	840 ft <sup>2</sup> 78 m <sup>2</sup>
- Local restaurante 04	840 ft <sup>2</sup> 78 m <sup>2</sup>
- Vestuarios trabajadores	480 ft <sup>2</sup> 44 m <sup>2</sup>
- Aseos trabajadores	550 ft <sup>2</sup> 51 m <sup>2</sup>
- Oficina local 01	110 ft <sup>2</sup> 10 m <sup>2</sup>
- Oficina local 02	110 ft <sup>2</sup> 10 m <sup>2</sup>
- Oficina local 03	110 ft <sup>2</sup> 10 m <sup>2</sup>
- Oficina local 04	110 ft <sup>2</sup> 10 m <sup>2</sup>
- Zona descanso trabajadores	510 ft <sup>2</sup> 47 m <sup>2</sup>
- Almacenamiento / limpieza	320 ft <sup>2</sup> 29 m <sup>2</sup>
Restaurante	
- Espacio comedor	2.000 ft <sup>2</sup> 185 m <sup>2</sup>
- Cocina	1.700 ft <sup>2</sup> 158 m <sup>2</sup>
- Oficina	110 ft <sup>2</sup> 10 m <sup>2</sup>
- Vestuario y aseos trabajadores	330 ft <sup>2</sup> 30 m <sup>2</sup>
- Bar	1.250 ft <sup>2</sup> 116 m <sup>2</sup>

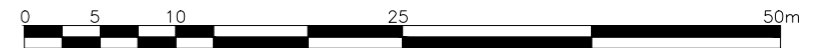
**SERVIDOR**

Parking	
- Rampa acceso	2.900 ft <sup>2</sup> 270 m <sup>2</sup>
- Rampas	12.500 ft <sup>2</sup> 1.161 m <sup>2</sup>
- Espacio aparcamiento	86.600 ft <sup>2</sup> 8.045 m <sup>2</sup>
Acceso de servicio	
- Muelle carga y descarga	1.900 ft <sup>2</sup> 176 m <sup>2</sup>
- Espacio de carga y descarga	1.400 ft <sup>2</sup> 130 m <sup>2</sup>
- Espacio contenedores	870 ft <sup>2</sup> 80 m <sup>2</sup>
Cuarto de instalaciones	3.300 ft <sup>2</sup> 306 m <sup>2</sup>
Almacenamiento en planta baja	570 ft <sup>2</sup> 53 m <sup>2</sup>
Núcleo comunicación vertical 01	
- Escaleras principales	140 ft <sup>2</sup> 13 m <sup>2</sup>
- Escaleras de incendios	140 ft <sup>2</sup> 13 m <sup>2</sup>
- Ascensor	140 ft <sup>2</sup> 13 m <sup>2</sup>
- Aseos masculinos	340 ft <sup>2</sup> 32 m <sup>2</sup>
- Aseos femeninos	340 ft <sup>2</sup> 32 m <sup>2</sup>
Núcleo comunicación vertical 02	
- Escaleras de incendios	160 ft <sup>2</sup> 15 m <sup>2</sup>
- Montacargas	130 ft <sup>2</sup> 12 m <sup>2</sup>
<b>EXTERIOR</b>	
Plaza	19.000 ft <sup>2</sup> 1.765 m <sup>2</sup>
Zonas verdes en planta baja	16.700 ft <sup>2</sup> 1.551 m <sup>2</sup>
Ladera	6.000 ft <sup>2</sup> 557 m <sup>2</sup>
Gradas hacia plaza	3.700 ft <sup>2</sup> 343 m <sup>2</sup>
Gradas hacia campo de fútbol	11.300 ft <sup>2</sup> 1050 m <sup>2</sup>
Cubiertas ajardinadas	39.000 ft <sup>2</sup> 3.600 m <sup>2</sup>
Mirador exterior	2.800 ft <sup>2</sup> 260 m <sup>2</sup>
Cubierta con paneles fotovoltaicos	17.400 ft <sup>2</sup> 1.600 m <sup>2</sup>

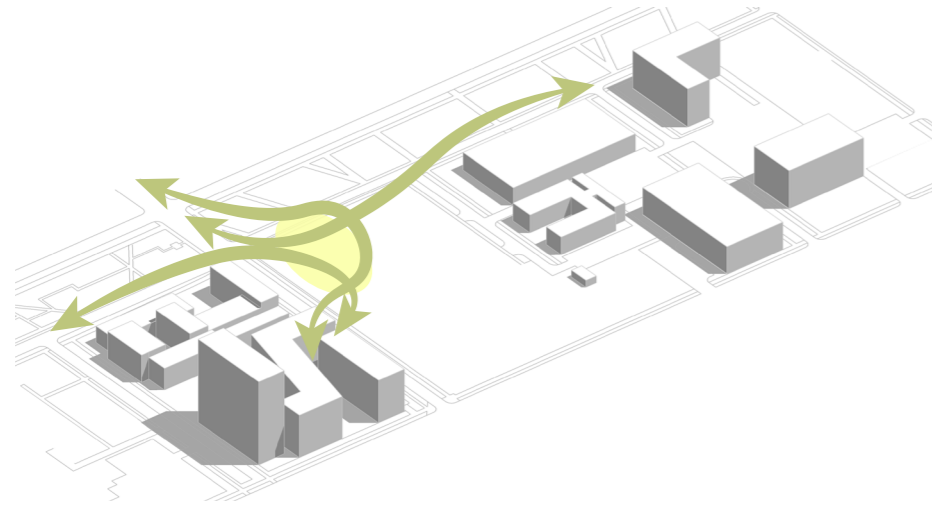


Estado actual parcela

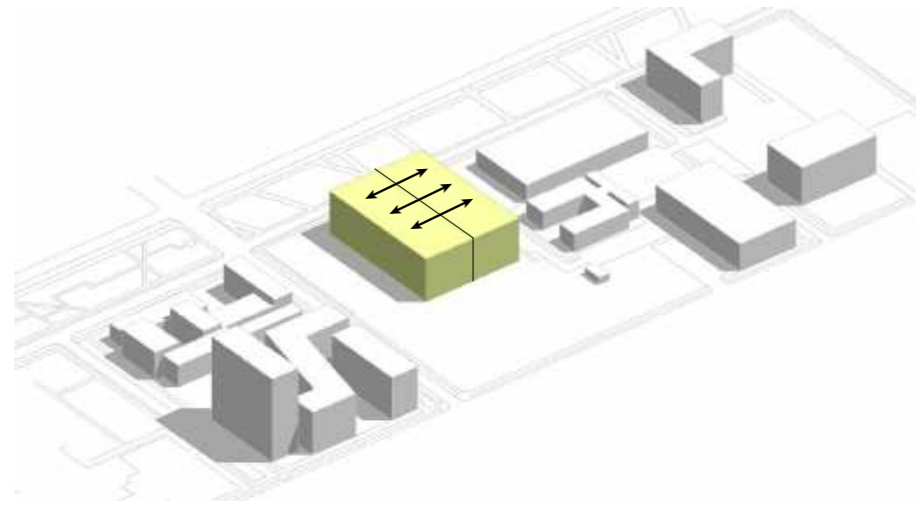
Escala 1/500



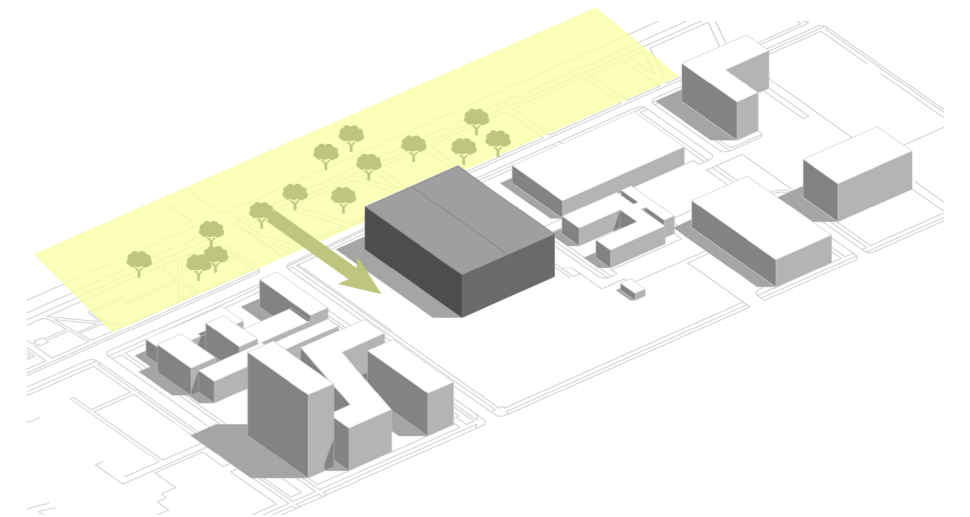
**ENCUENTRO DE RECORRIDOS**



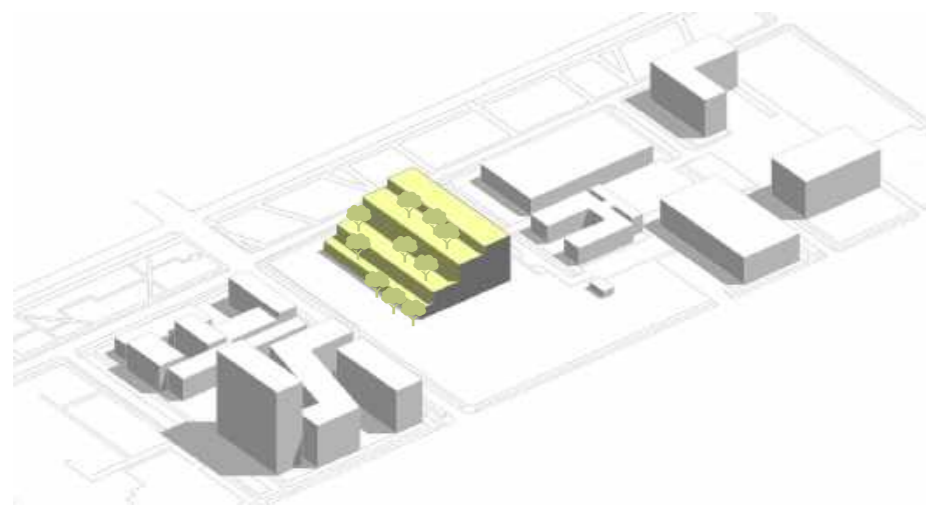
**INTEGRACIÓN CON UN PARKING FLEXIBLE**



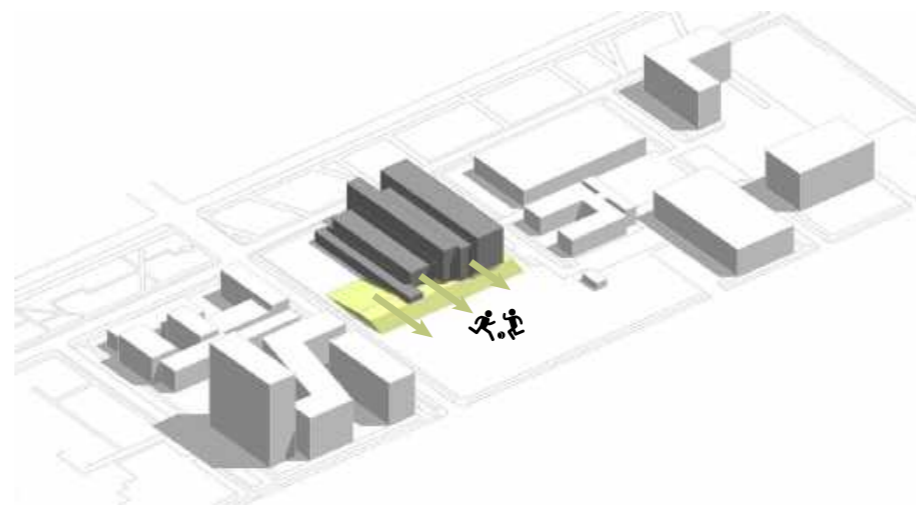
**EXPANSIÓN DE ZONAS VERDES**



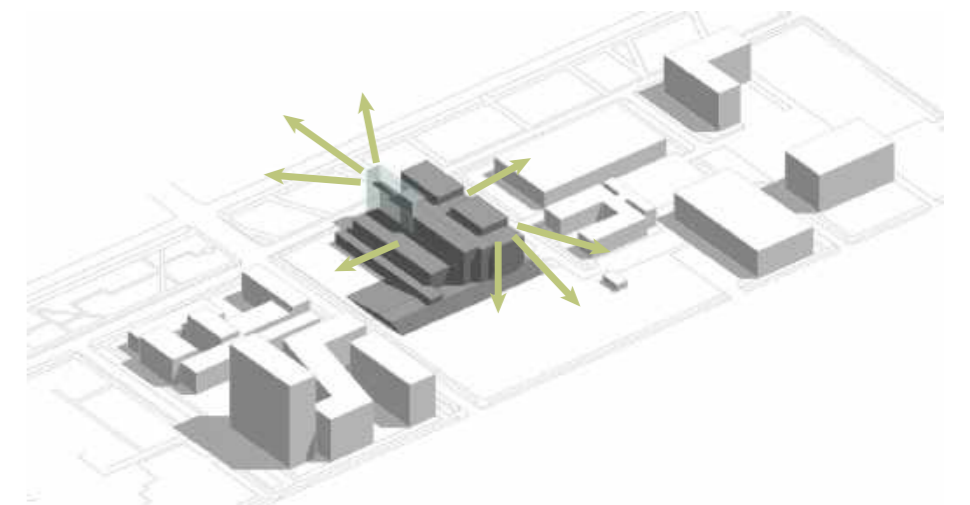
**ESCALONADO E INTEGRACIÓN DE ZONAS VERDES**



**INTEGRACIÓN CON CAMPO FÚTBOL**



**RELACIÓN CON VISTAS AL ENTORNO**



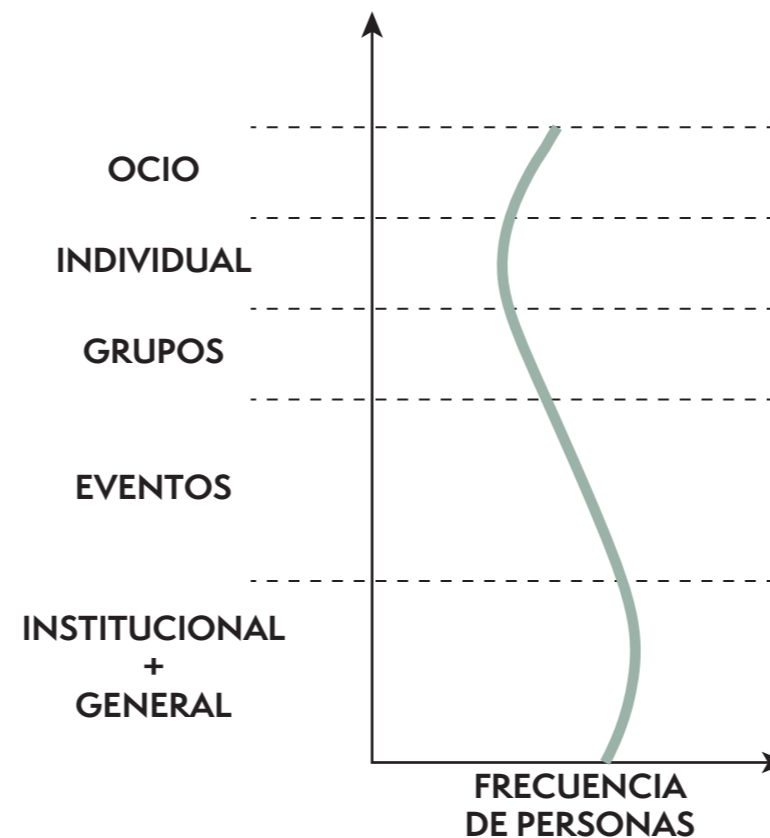


Vista aérea

Organización horizontal del programa en bandas



Organización vertical del programa público/privado



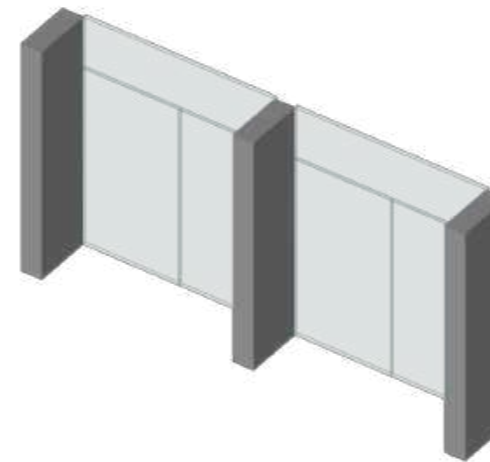
**RELACIÓN ENTRE FORMA Y CONTENIDO**

Para distribuir un programa tan variado de una forma ordenada, se opta por una distribución en bandas. Esto permite ordenar el programa en vertical según cada banda y así facilitar el recorrido por el edificio y su comprensión. De izquierda a derecha las bandas son las siguientes:

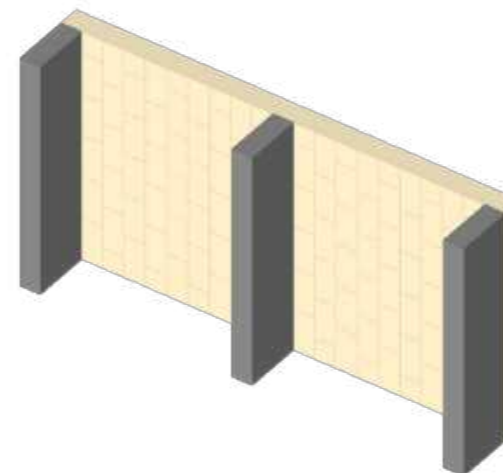
- Espacio público exterior
- Porche / acceso
- Programas de mayor escala
- Programas de menor escala + distribución entre pisos
- Comunicación vertical + rampas parking
- Parking

El objetivo de esta distribución es situar las comunicaciones verticales y horizontales en la banda central y de esa manera situar programa a ambos lados de dicha banda.

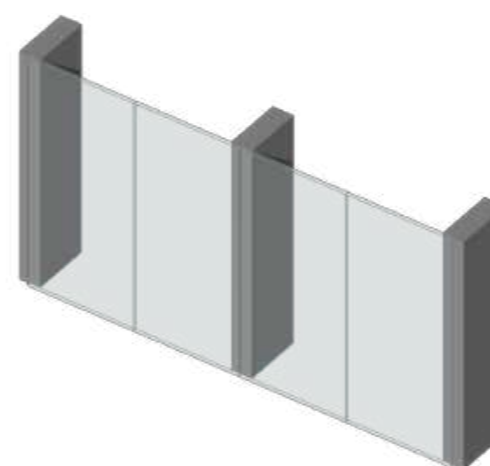
Además de una distribución por bandas, también hay una jerarquía en vertical. Esta distribución se basa en las características público-privadas de los distintos usos del programa. Se da prioridad en las plantas bajas al programa más público, facilitando su acceso. En las intermedias se produce un degradado de programa grupal a individual. Por último en la última planta se aprovecha la azotea para volver a tener un programa más público.



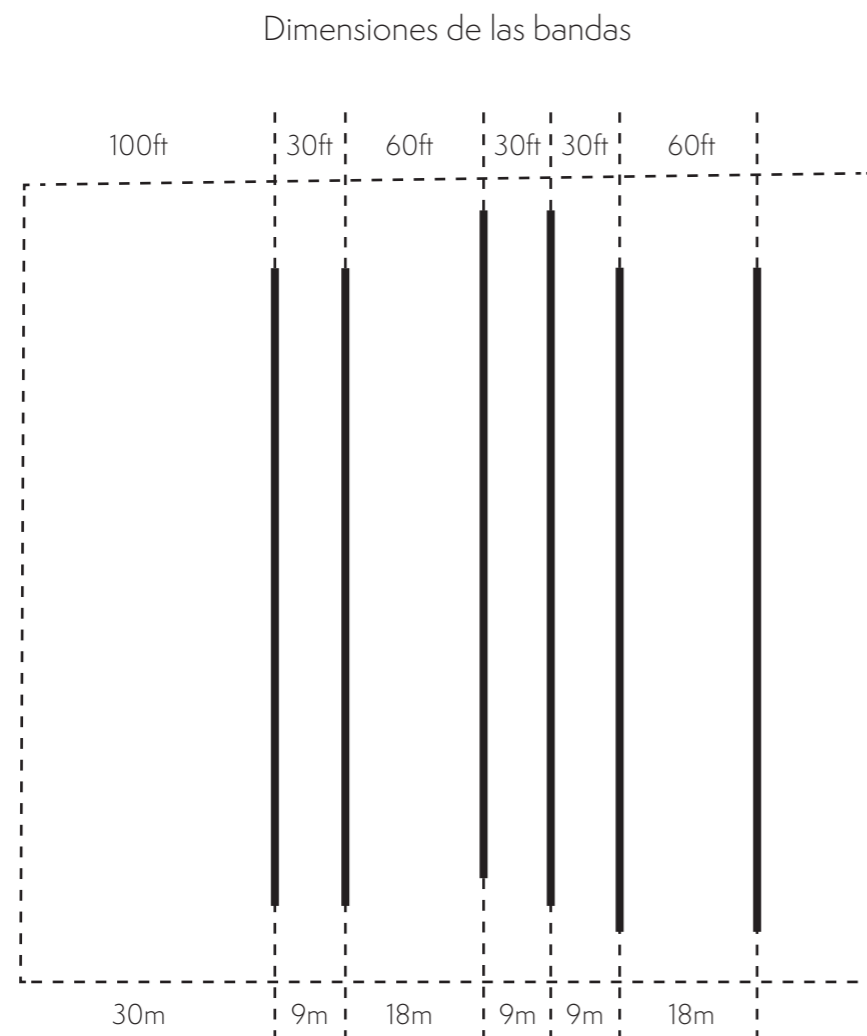
Carpintería detrás de banda de pilares



Muro detrás de banda de pilares



Muro cortina delante de banda de pilares



### VERSATILIDAD DE LAS BANDAS

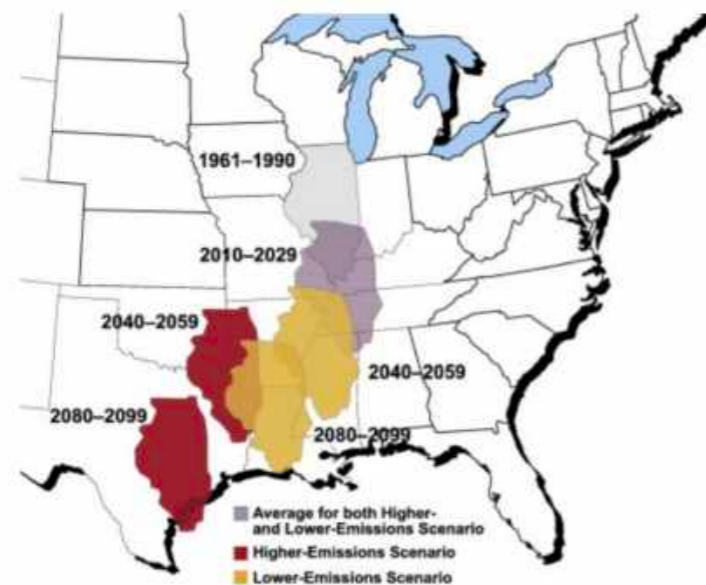
Con la intención de potenciar el concepto del programa organizado en bandas, se toman ciertas medidas que lo refuerzan. Para empezar, se llevan los elementos estructurales a las franjas entre bandas. Esto consigue una clara división en el programa además de liberar los espacios interiores. Las bandas por tanto se convierten en contenedoras de programa ininterrumpido a lo largo de las mismas.

Los pilares a lo largo de las bandas también están diseñados para remarcar estos límites. Al utilizar pilares apantallados se ensancha el límite entre bandas y permite una mayor flexibilidad para componer espacios. Otra ventaja que presentan es a la hora de componer las fachadas. Los pilares apantallados permiten el uso de distintas fachadas y relaciones interior-externo, según el programa.

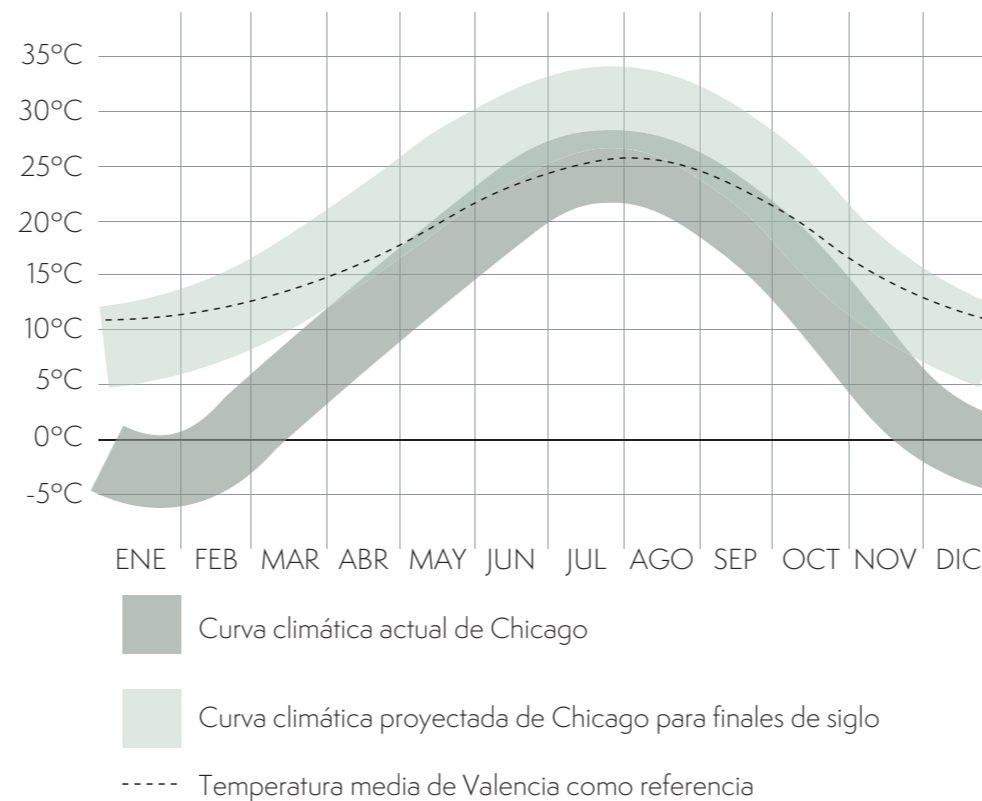
Por tanto, las bandas se presentan como un recurso versátil que además de ordenar y componer el proyecto, ayudan a la hora de materializarlo de una forma cohesiva.



Modelos de proyección de cambio climático para Illinois



Curva climática actual vs futura



Al hablar de sostenibilidad en la arquitectura es imprescindible ser consciente que no se trata exclusivamente de un tema medioambiental. Un proyecto sostenible tiene que ser abordado desde tres cuestiones esenciales que garanticen su uso en el mayor tiempo posible. Estas cuestiones son los factores social, económico y medioambiental. La integración de estos factores como parte del proceso de diseño generan obras que son acogidas por sus comunidades, que aseguran su funcionamiento y mantenimiento, y que resisten y se adaptan a los agentes climáticos.

Estos factores ya han sido previamente desarrollados al explicar la relación entre el programa y su contexto. Sin embargo, queda por desarrollar como el proyecto se adapta al clima y las medidas empleadas para mitigar sus efectos sobre el medioambiente.

**UN CLIMA CAMBIANTE**

En la actualidad Chicago tiene un clima continental, y por tanto presenta drásticas variaciones entre el verano y el invierno, ya que en verano se pueden registrar temperaturas de hasta 35 °C mientras que en invierno pueden llegar a los -25°C. Esta gran variación en temperaturas supone un desafío a la hora de proyectar, ya que cualquier edificio tiene que estar preparado para ambos extremos. Chicago también cuenta con primaveras y veranos húmedos, además de nevadas importantes en invierno. Las prioridades arquitectónicas para este clima son:

- Conservar el calor y mantener el frío fuera en invierno
- Proteger del viento frío en invierno
- Permitir la entrada de sol en invierno

Por otro lado, debido al cambio climático, se espera un clima diferente a finales de siglo. Los modelos de predicción apuntan que el clima en Chicago para entonces será más parecido al actual clima en el noreste de Texas. Este clima se caracteriza por veranos muy calurosos y húmedos e inviernos moderados a fríos. Además de esto, se espera que en Chicago aumenten las precipitaciones, aumentando el riesgo de inundaciones y colapso de la red de desagüe de la ciudad. En este futuro clima las prioridades serían:

- Realentizar el flujo de aguas pluviales
- Permitir la entrada de sol en invierno
- Proteger del sol en verano
- Permitir el uso de ventilación natural en la primavera y otoño



### RESPUESTA ARQUITECTÓNICA

El proyecto se plantea de forma que pueda responder en cierta medida a ambos climas, lo cual supone un desafío para el diseño. Las respuestas para las distintas prioridades de los climas presentes y futuros son las siguientes:

#### **Conservar el calor y mantener el frío fuera en invierno**

El uso de cubiertas vegetales actúa como un excelente aislamiento térmico, conservando el calor en invierno. Además de esto se evita el uso indiscriminado de la fachada de vidrio, evitando pérdidas de calor.

#### **Proteger del viento frío en invierno**

La vegetación y árboles alrededor del edificio y en las cubiertas ajardinadas frenan el impacto del viento frío en invierno. Otro recurso para frenar el viento es la doble fachada con lamas, que mitigan su impacto y protegen la cara exterior de las fachadas.

#### **Permitir la entrada de sol en invierno**

Se permite la entrada de sol en invierno mediante un generoso invernadero de varias alturas. La utilización de voladizos en las caras sur permiten la entrada de sol en invierno.

#### **Proteger del sol en verano**

La protección solar del proyecto es distinta en sus diferentes orientaciones. En las caras este y oeste se emplean lamas verticales para proteger del sol en las primeras y últimas horas del día. En la cara sur se emplean voladizos que protegen del sol de mediodía. Por último en la cara norte no aparece ningún elemento de protección solar.

#### **Realentizar el flujo de aguas pluviales**

Al utilizar cubiertas vegetales, estas retienen el agua y frenan su flujo, aliviando la presión sobre el sistema urbano de recogida de aguas. Se plantea además el uso de gárgolas como elemento decorativo que viertan parte del agua pluvial de una cubierta ajardinada a la siguiente hasta llegar a la planta baja.

#### **Permitir el uso de ventilación natural en la primavera y otoño**

Para permitir una ventilación natural, se opta por el uso de ventanales correderos en los programas con relación al exterior directa. De esta forma el espacio interior se puede expandir en esos meses a la vez que se emplea la ventilación natural.

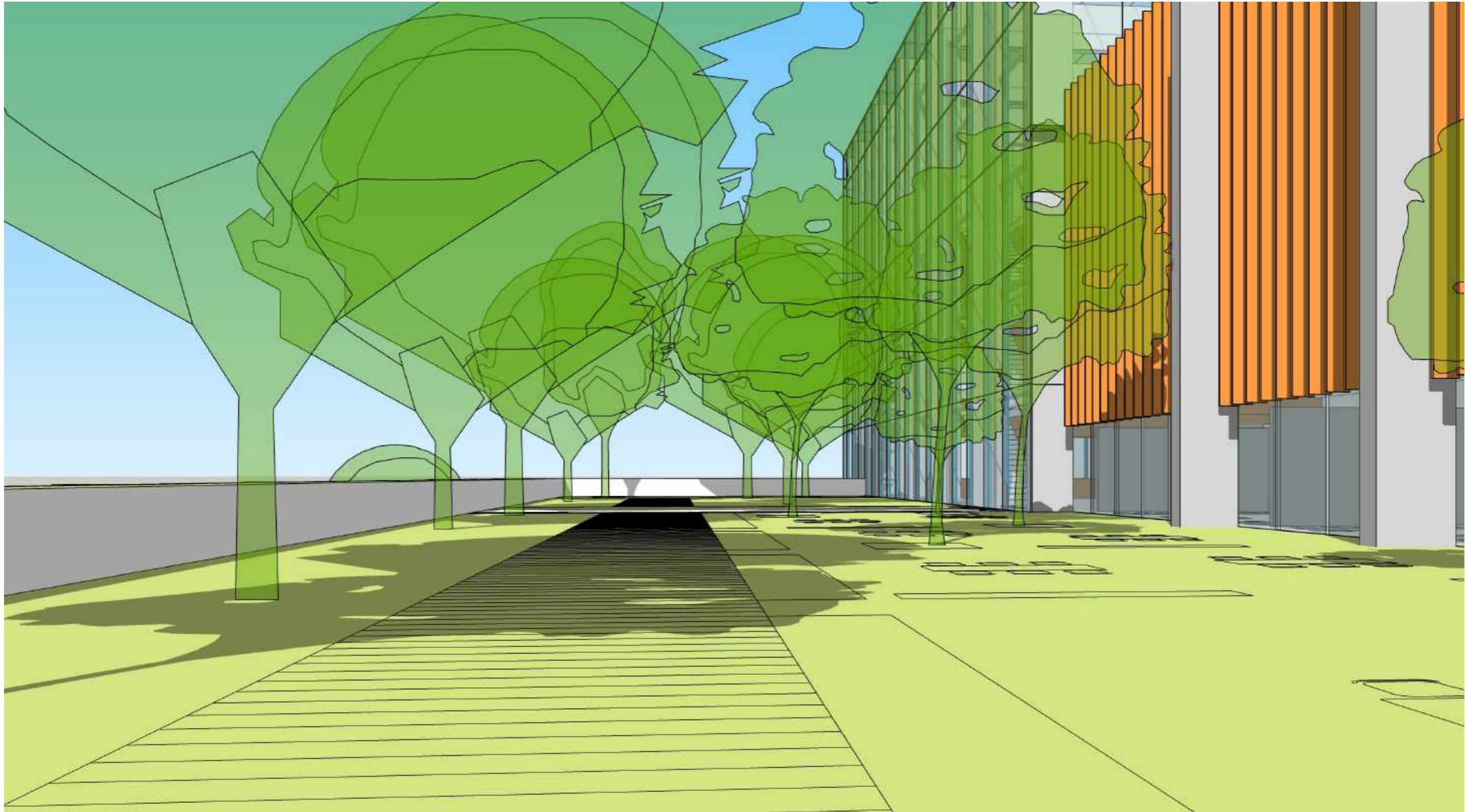


3D desde noreste



3D desde suroeste





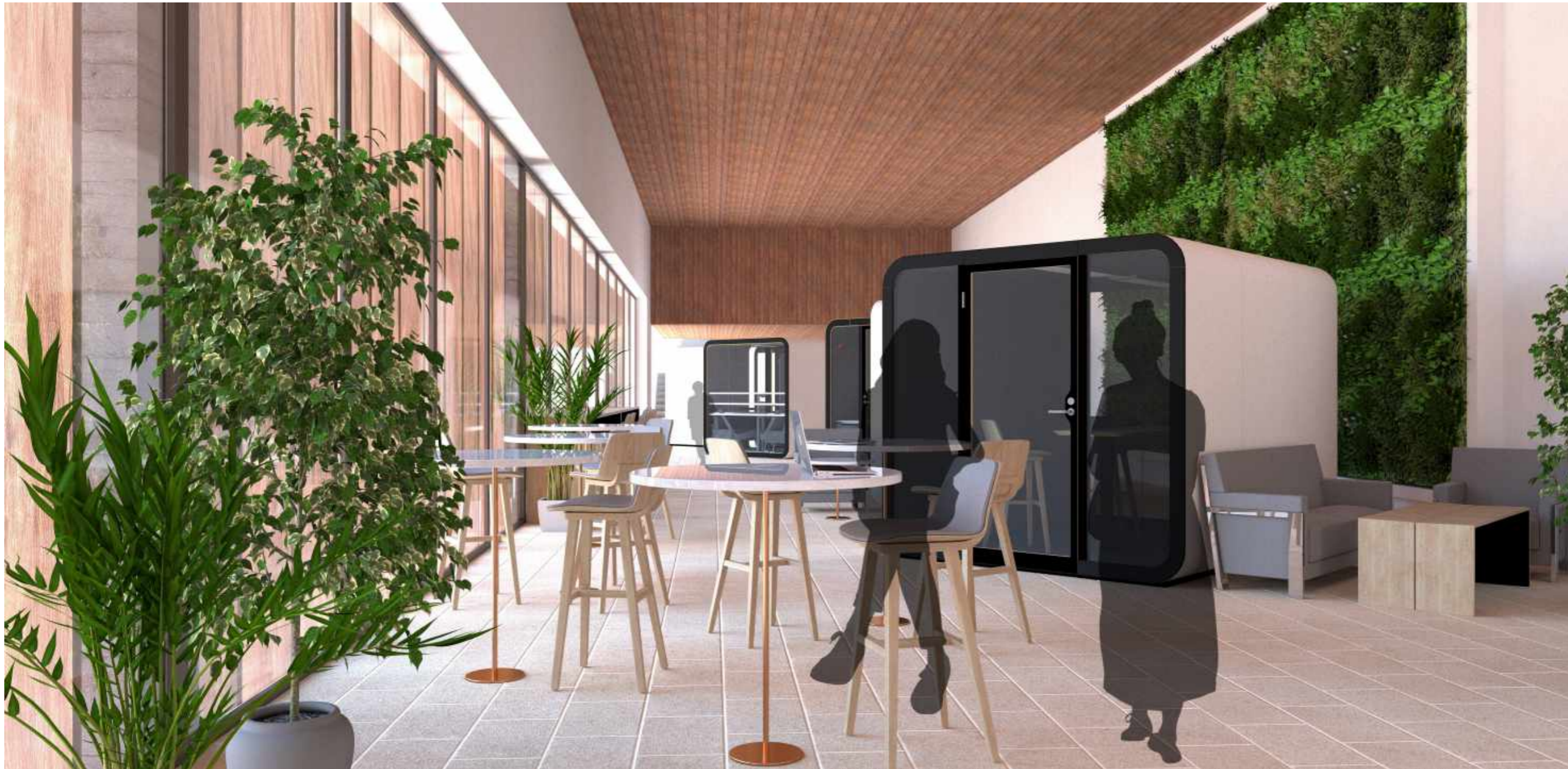
Perspectiva desde cubierta vegetal intermedia



Vistas desde el mirador interior



Perspectiva al Food Hall



Vista del espacio de trabajo individual



**CENTRO DE ALUMNOS  
UNIVERSIDAD DE CHICAGO**  
MEMORIA GRÁFICA

Alumno: **Miguel Ángel López López**  
Tutor: **Enrique Fernández-Vivancos González**

Master en Arquitectura  
Escuela Técnica Superior de Arquitectura  
Universidad Politécnica de Valencia

Curso académico 2019 - 2020



UNIVERSITAT  
POLITÈCNICA  
DE VALÈNCIA



ESCOLA TÈCNICA  
SUPERIOR  
D'ARQUITECTURA

# ÍNDICE

## MEMORIA GRÁFICA

### Estado actual

Ciudad	5
Entorno	6
Planta	7

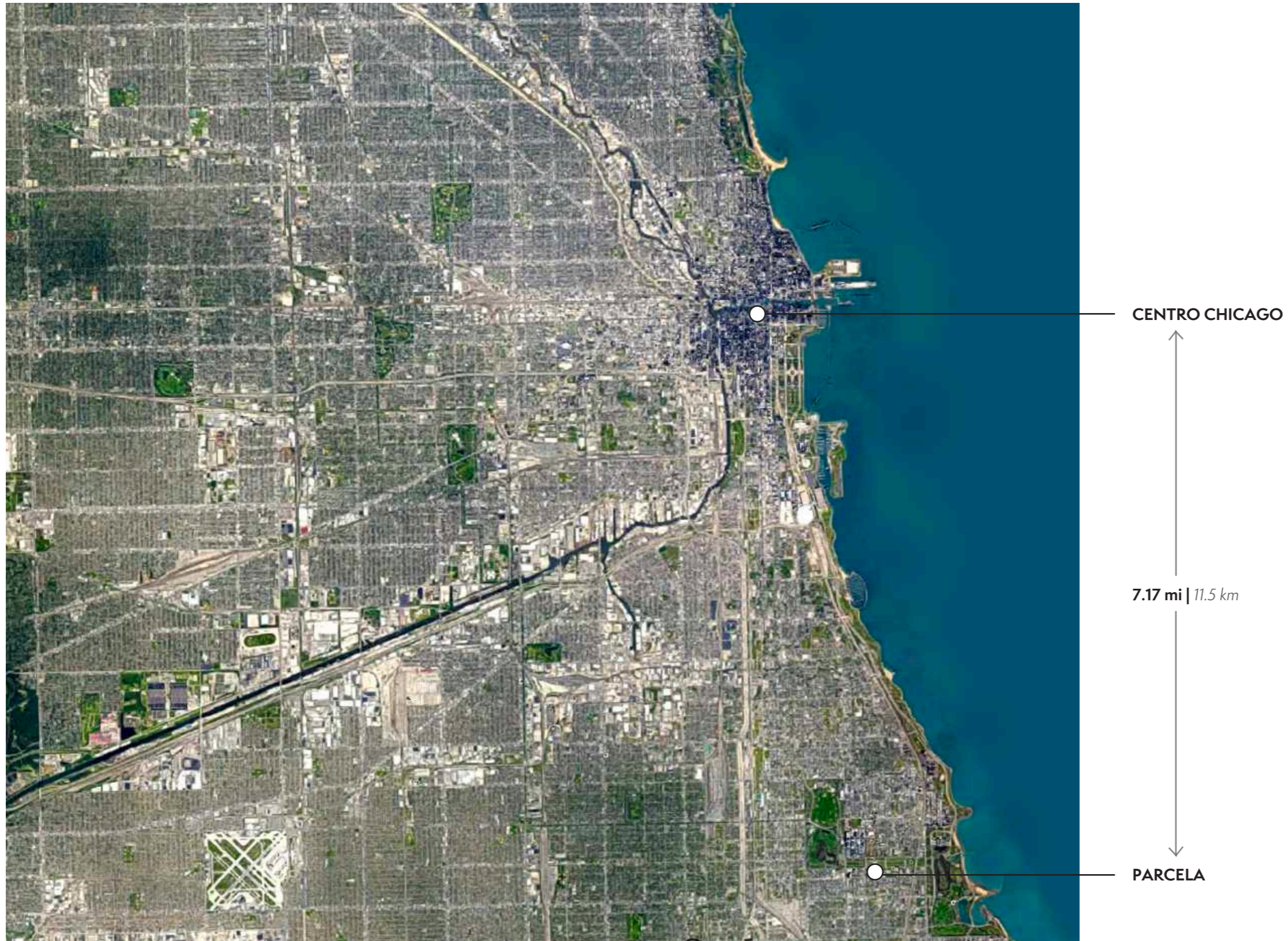
### Proyecto

Contexto	8
Imagen	10
Plantas	12
Alzados y secciones	21
Detalle constructivo	37

### Estructura

Planos estructurales	40
----------------------	----





Plano ubicación de la parcela respecto a la ciudad

PARCELA

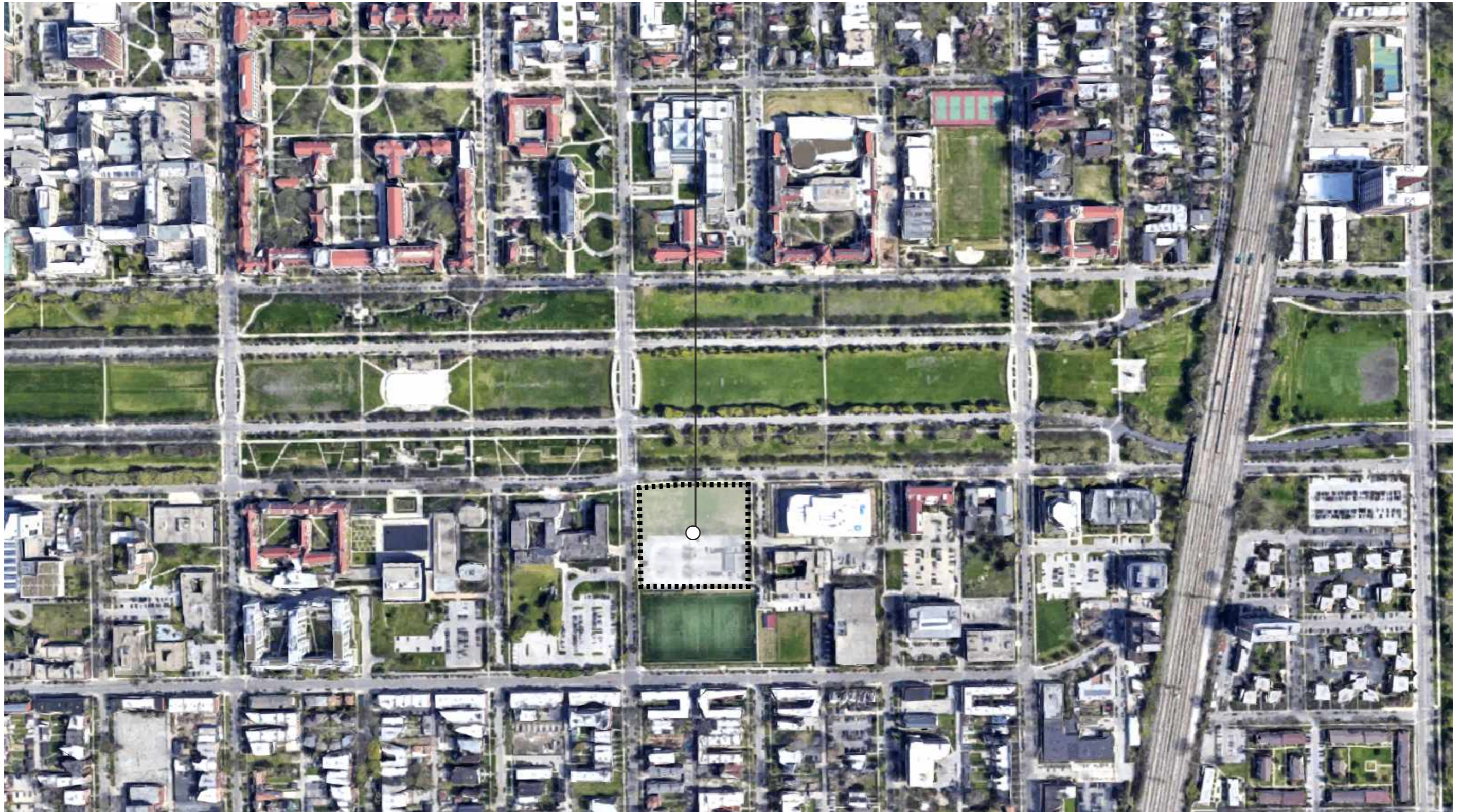
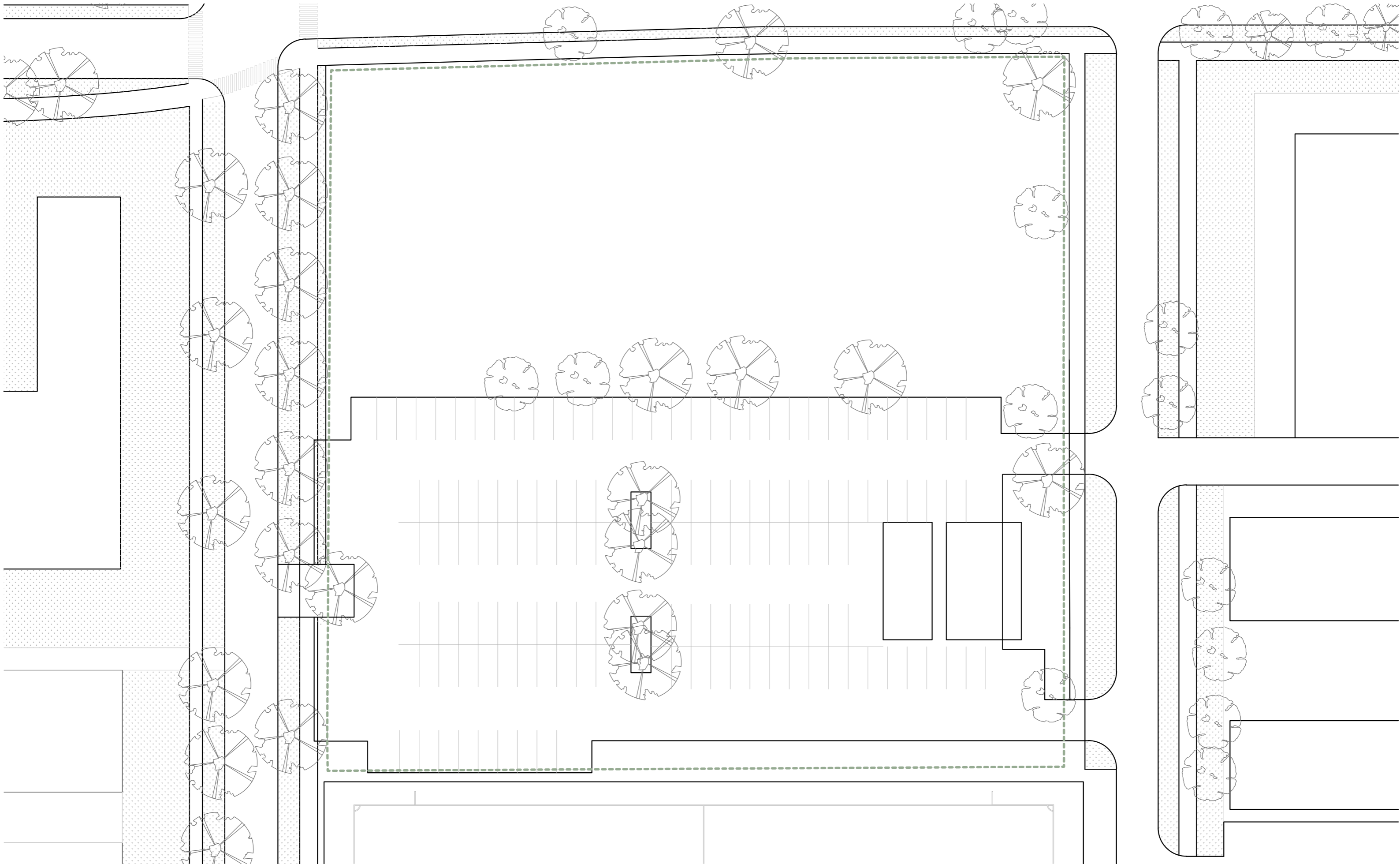


Imagen entorno parcela





Vista aérea



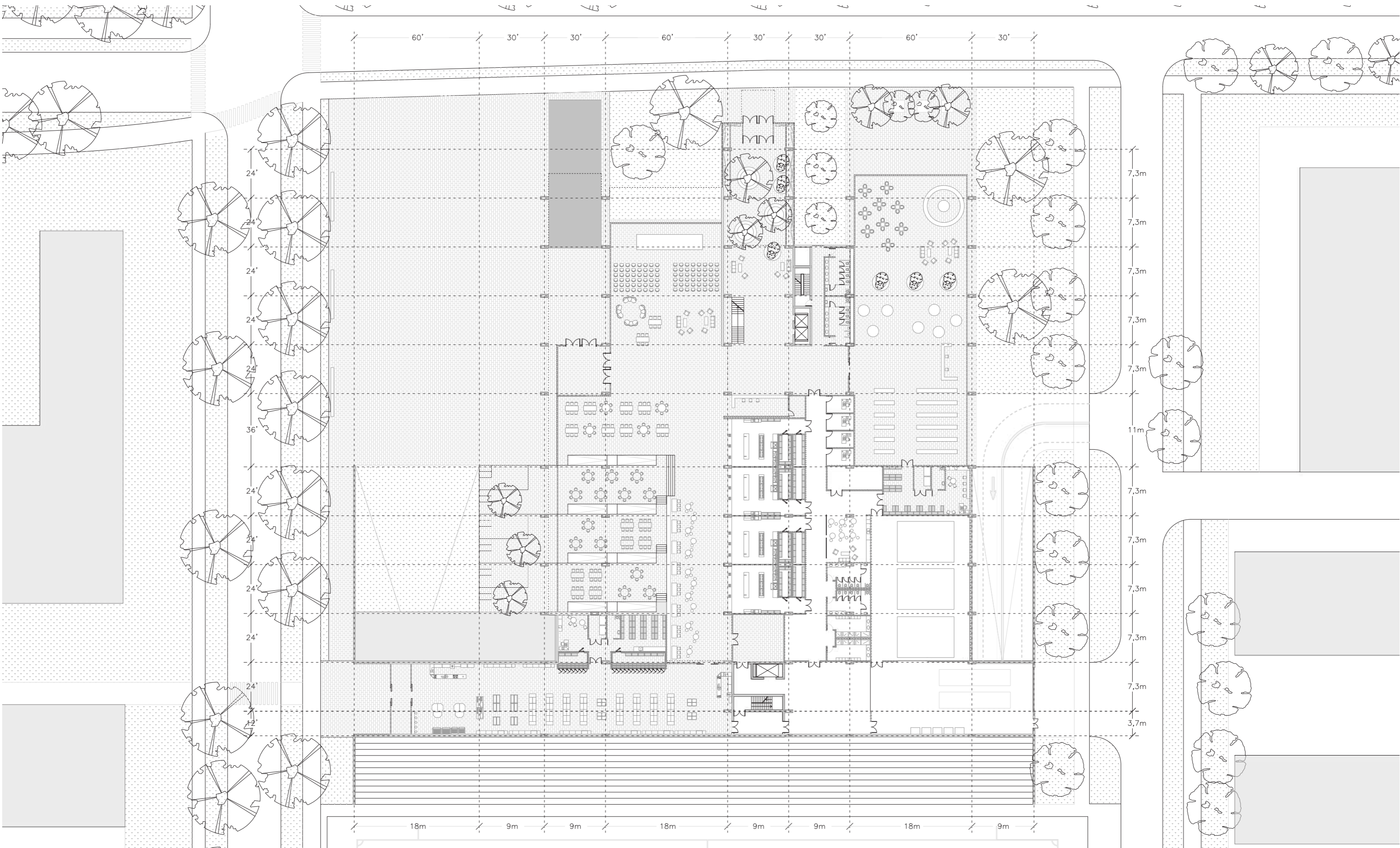
3D desde noreste



3D desde suroeste



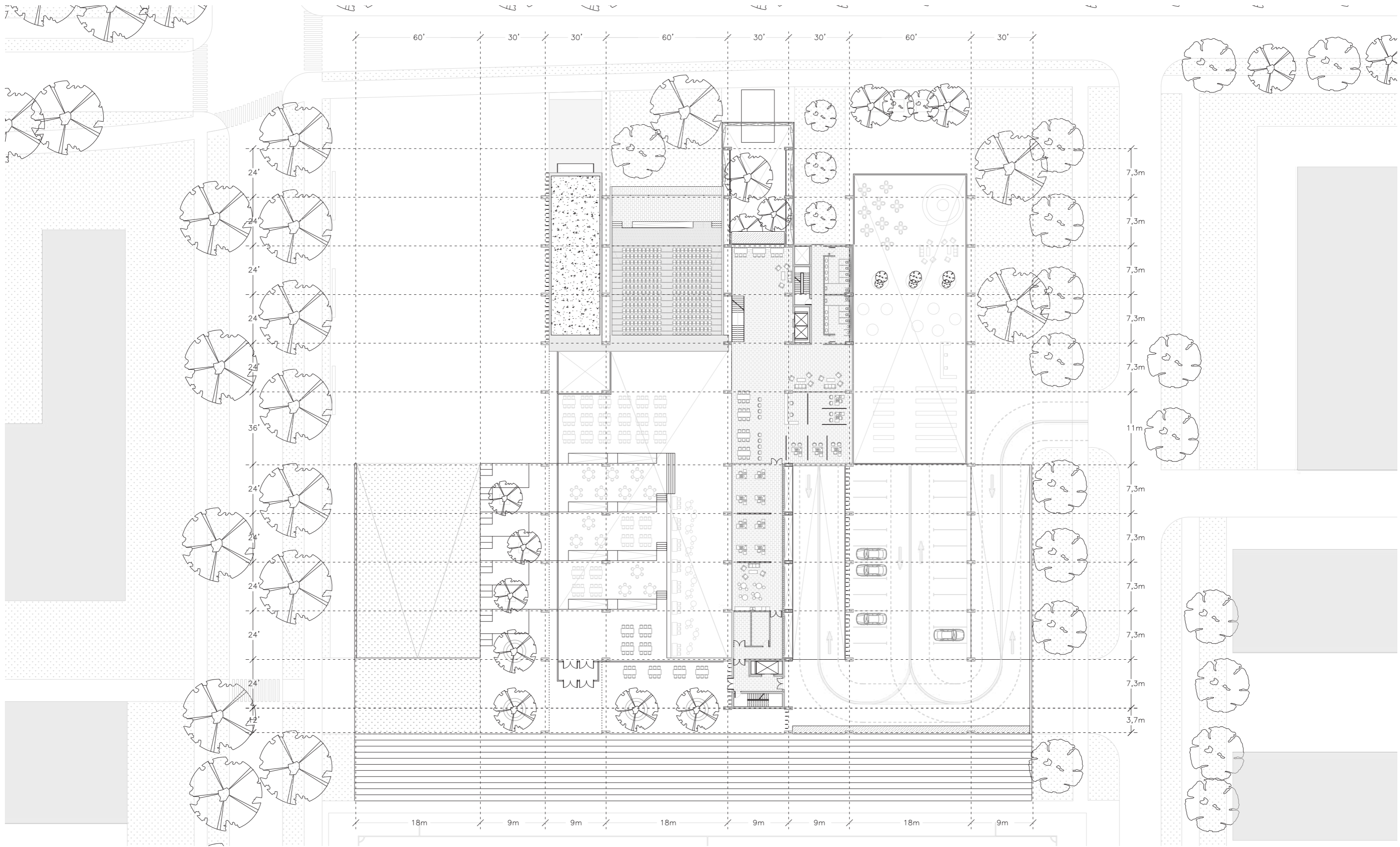




Planta baja

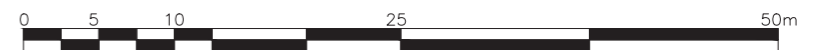
Escala 1/500

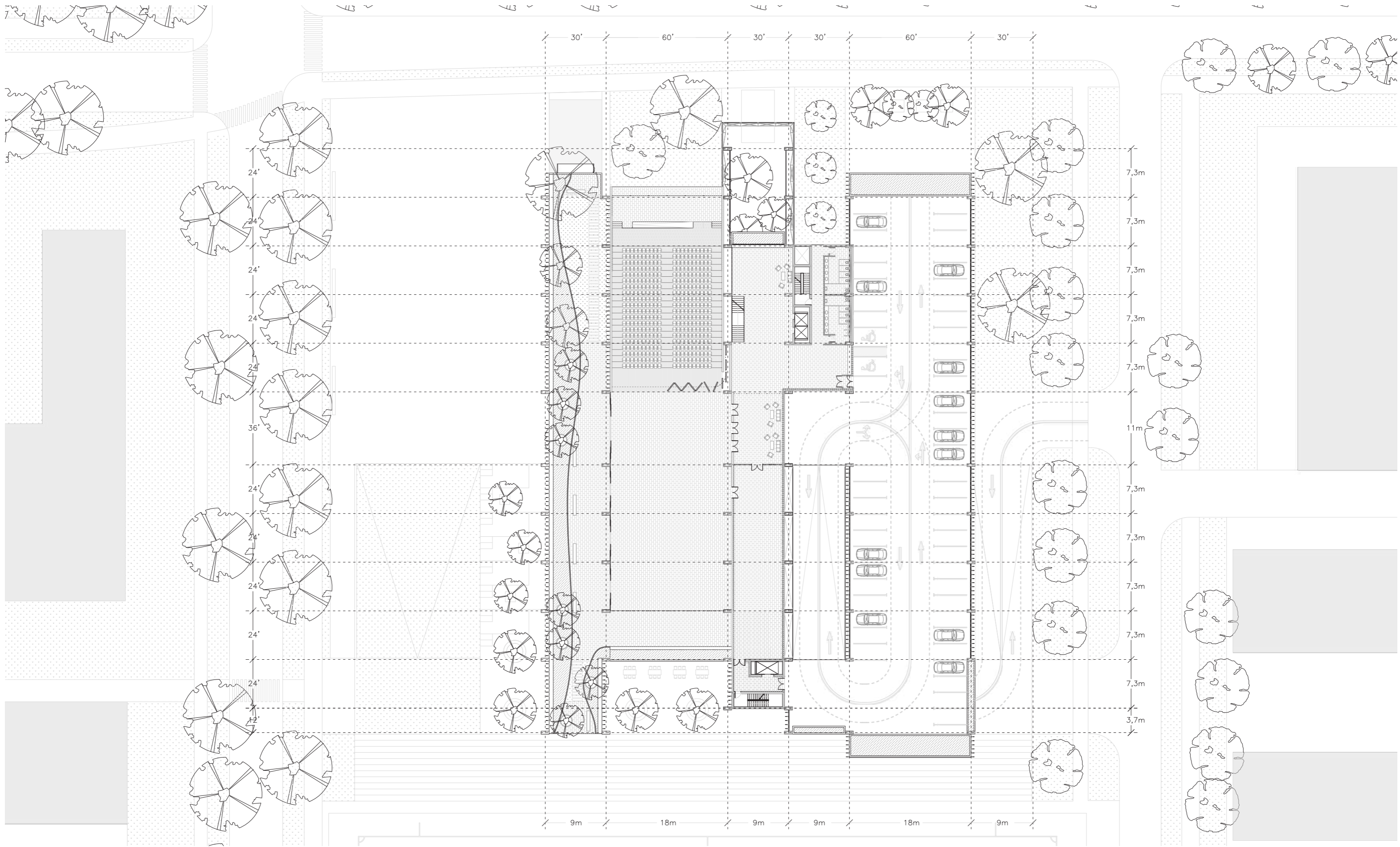


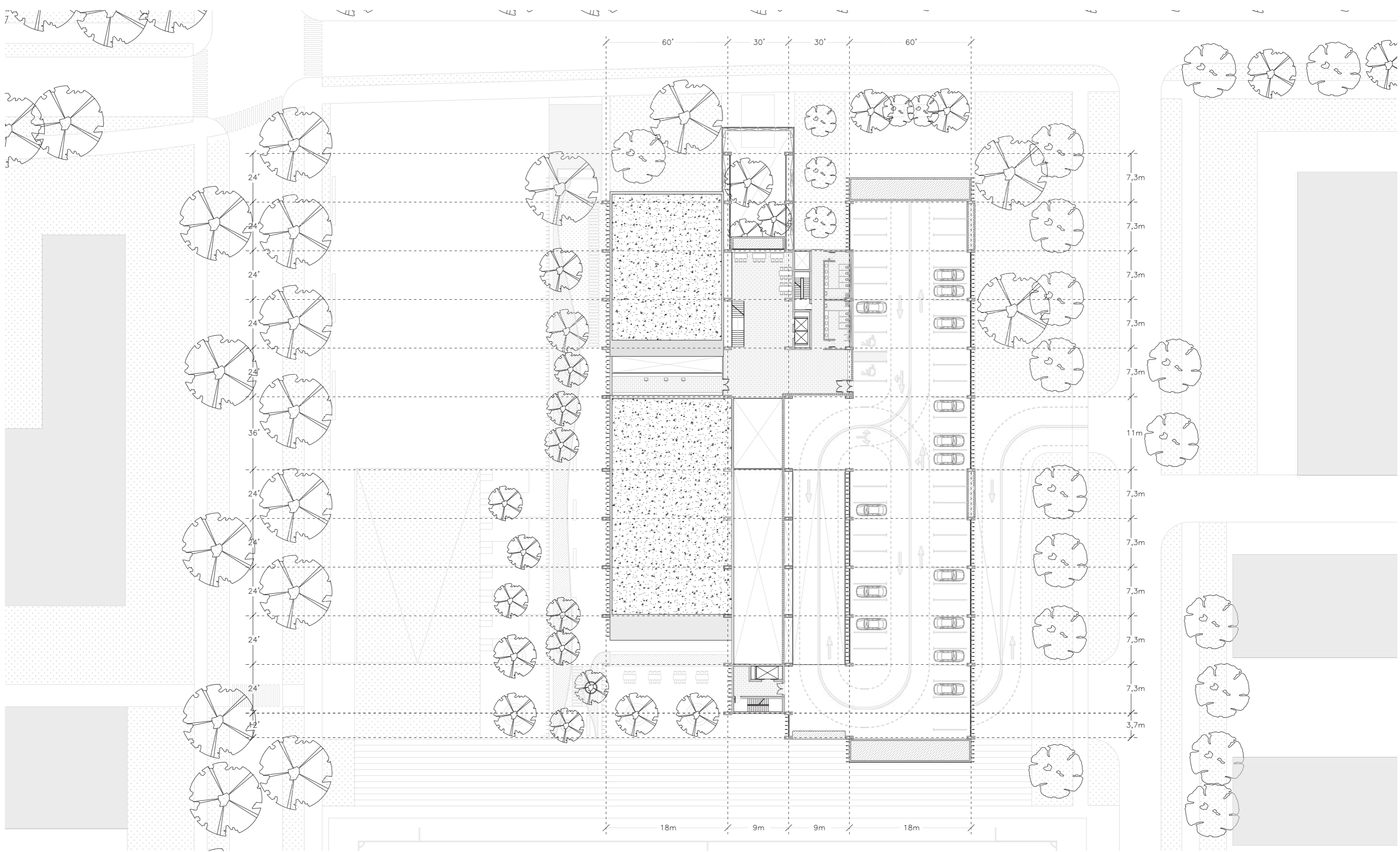


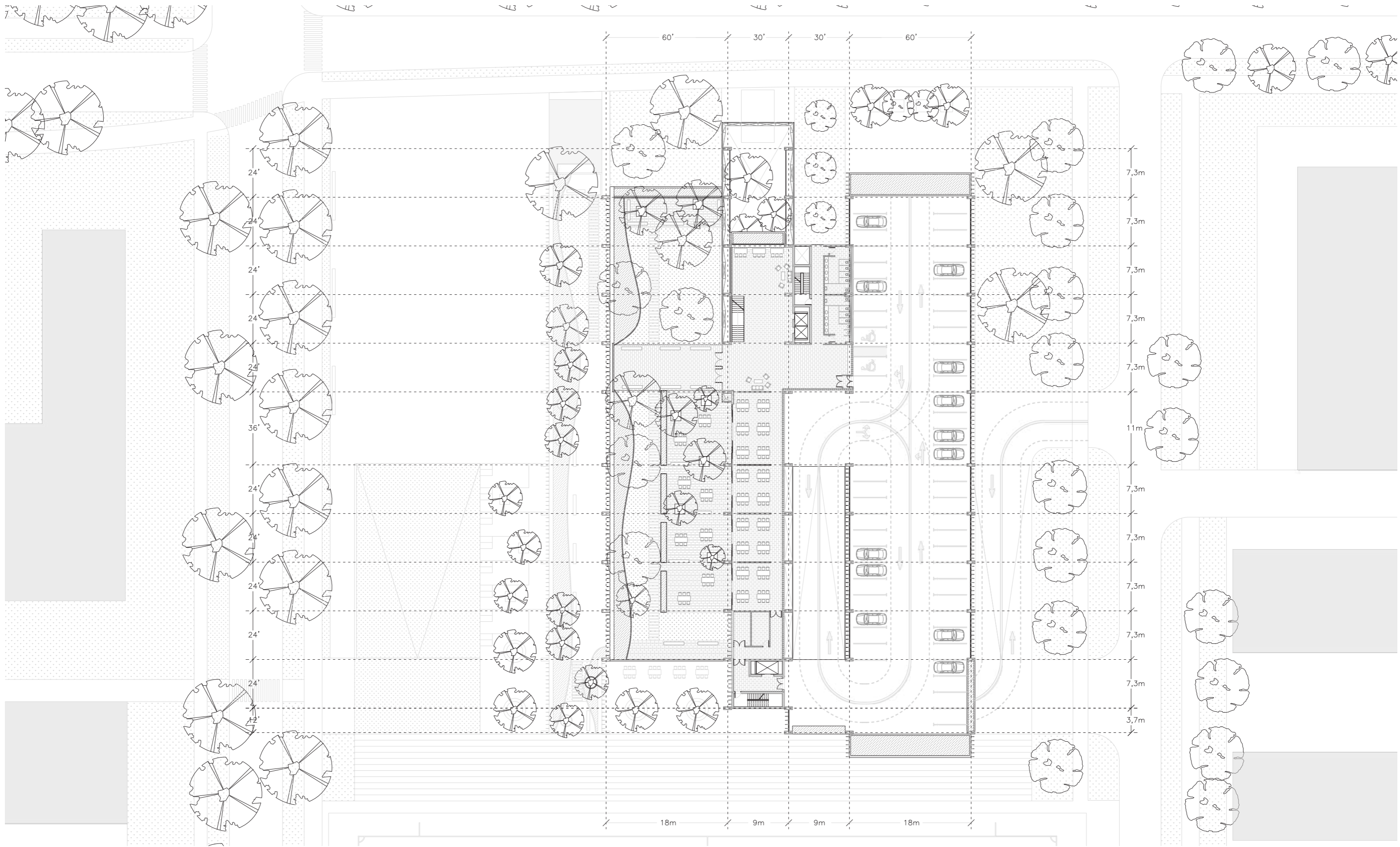
Primera planta  
12

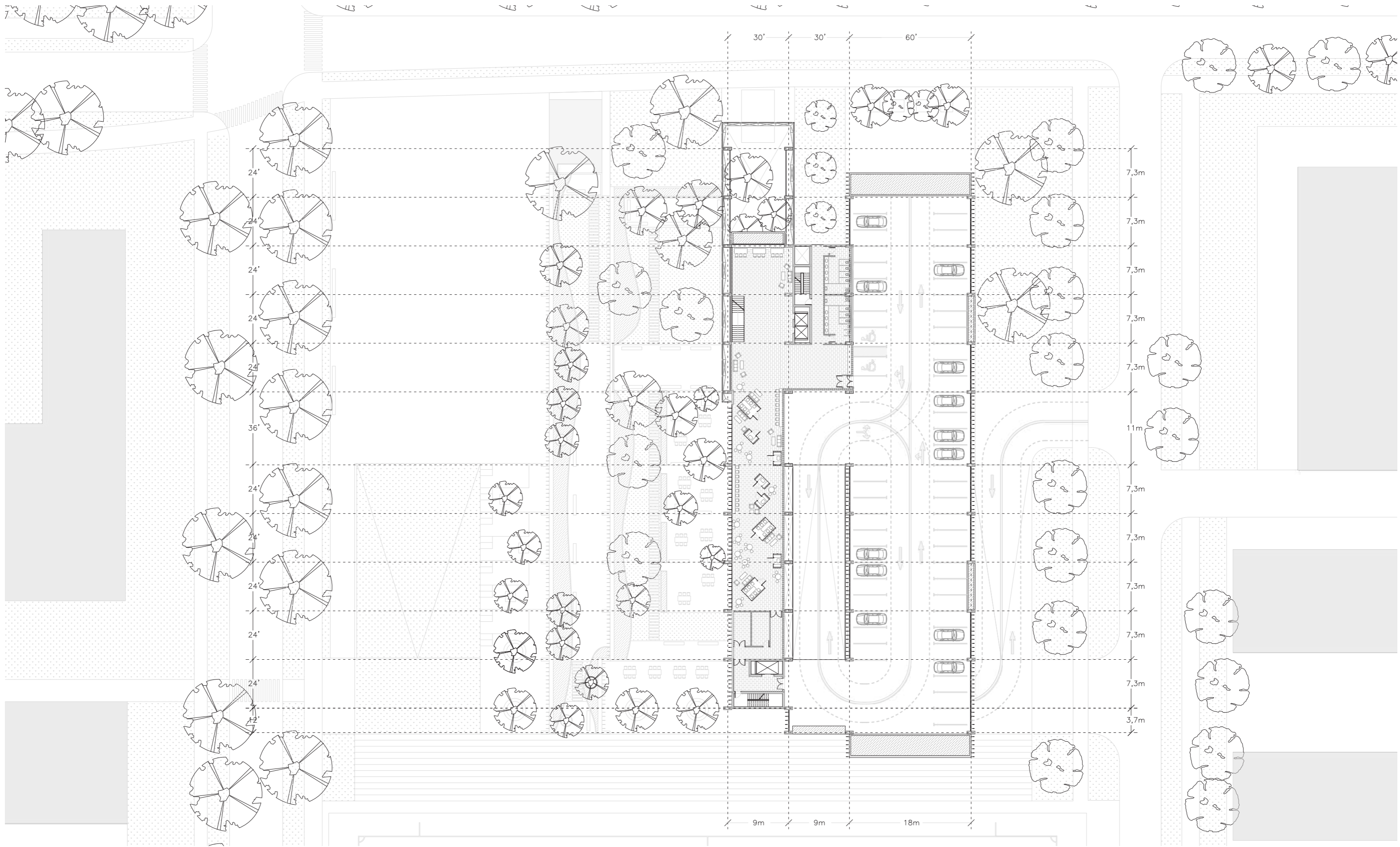
Escala 1/500

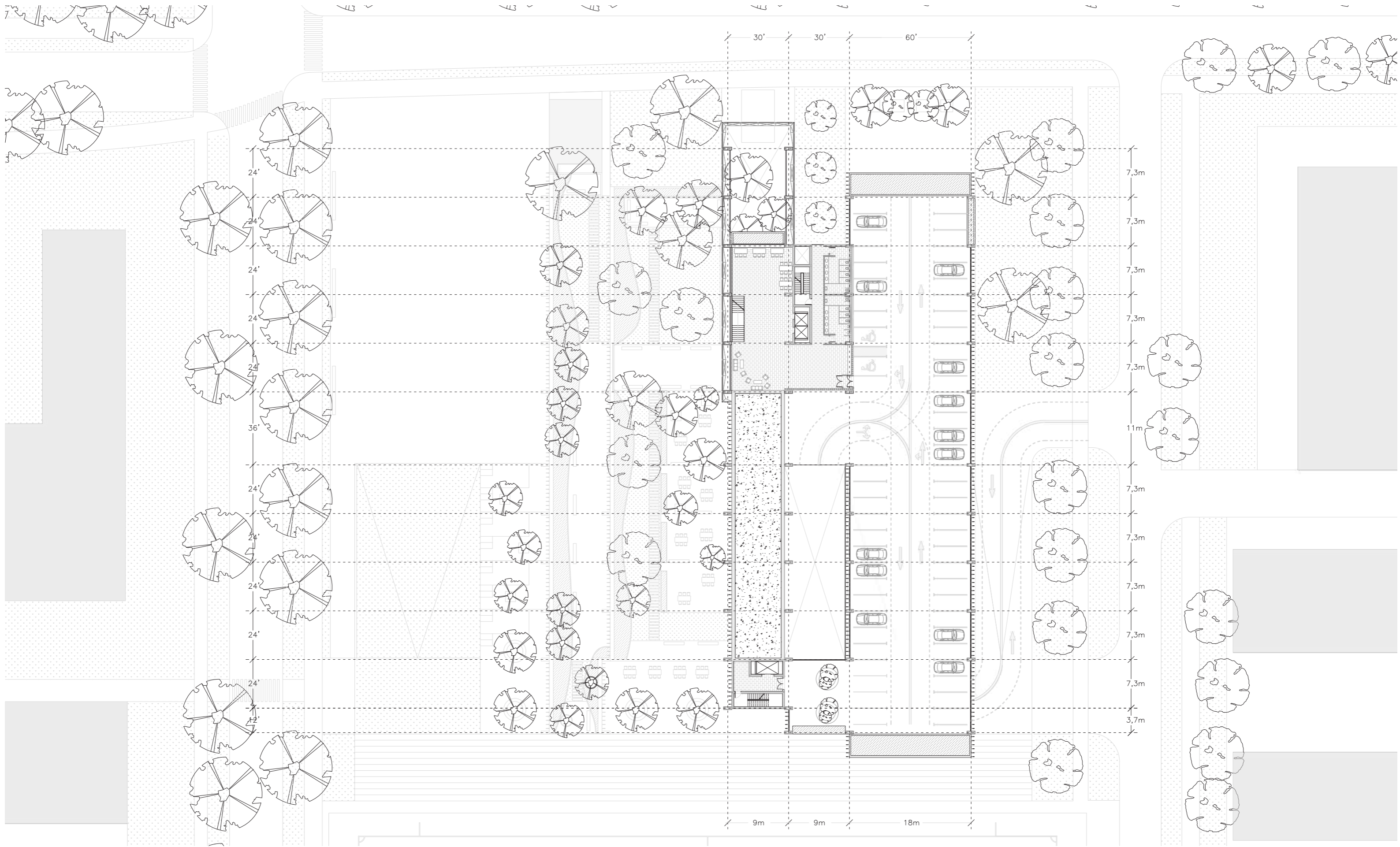




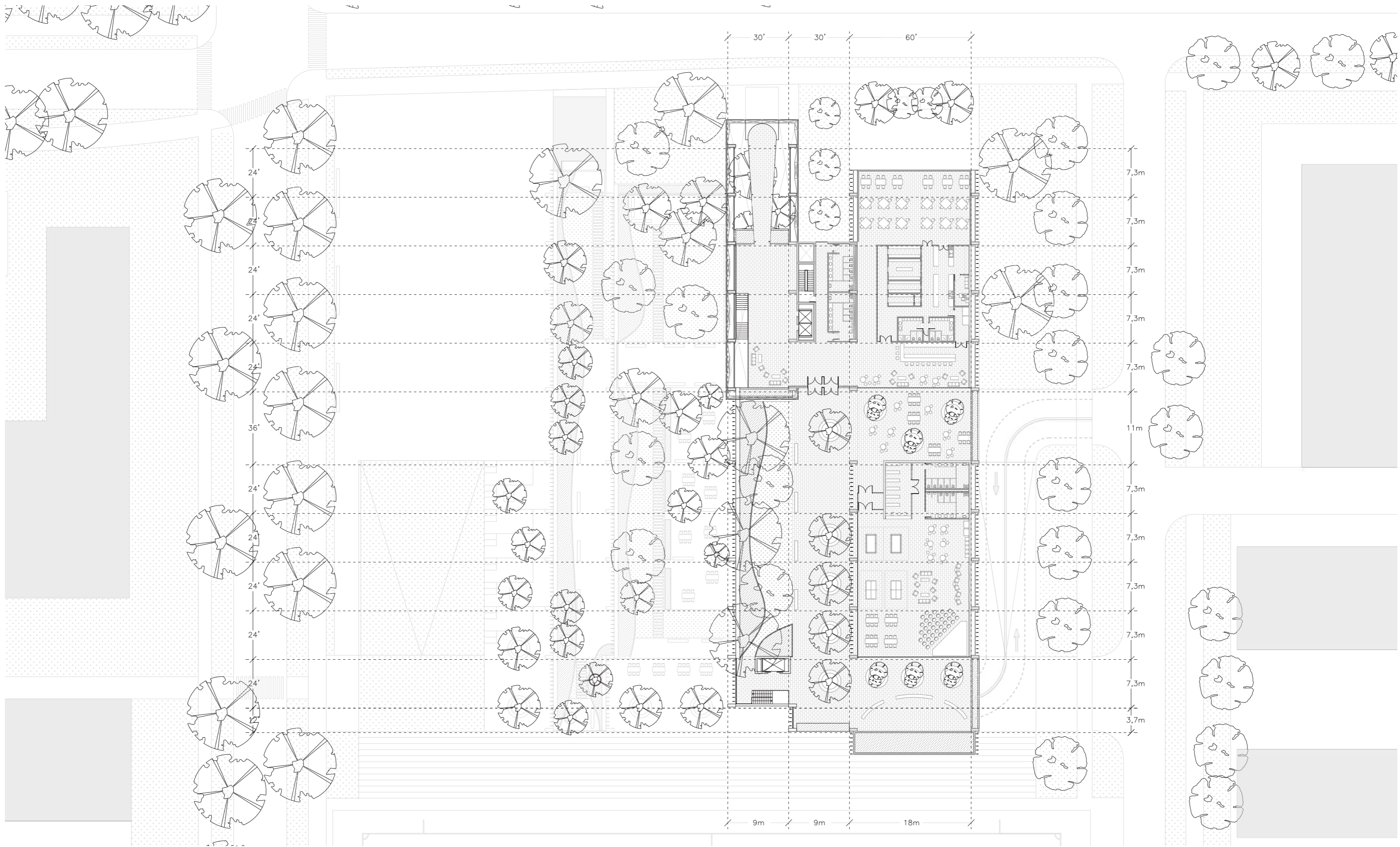


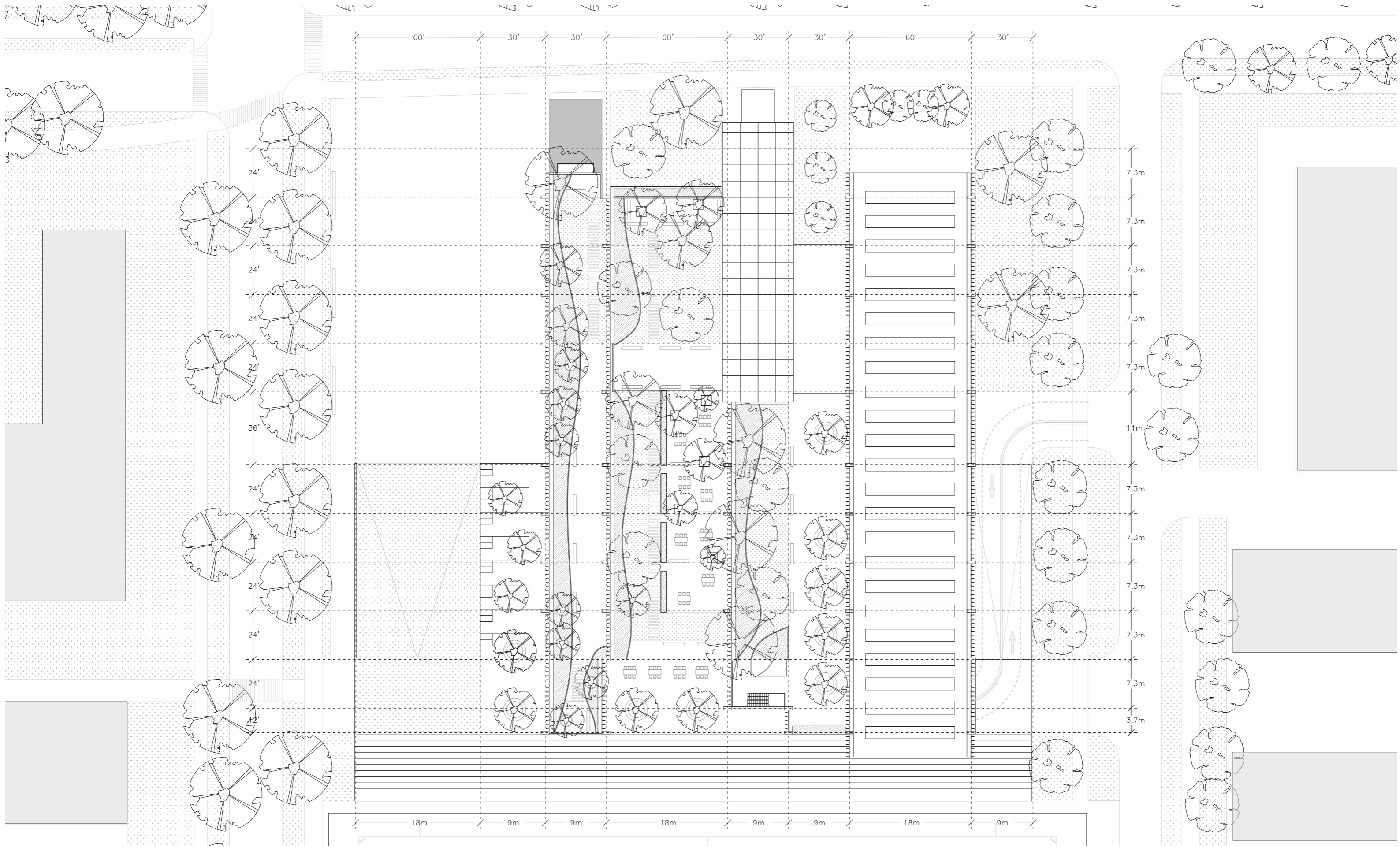


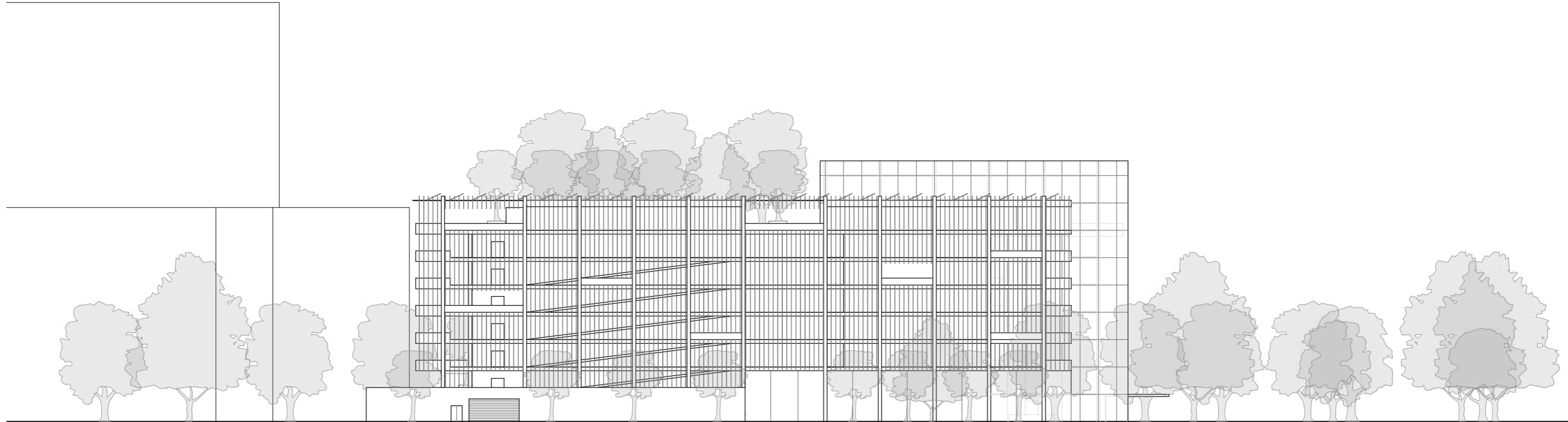
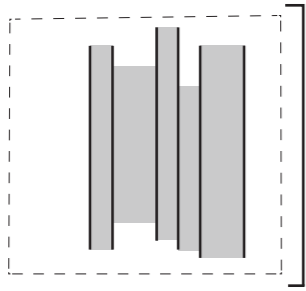








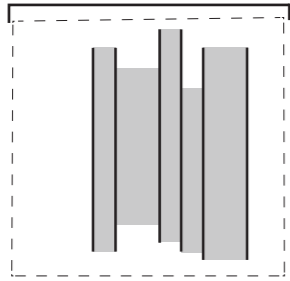




Alzado Este

Escala 1/500

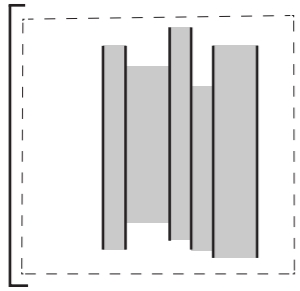




Alzado Norte

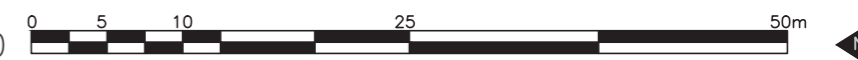
Escala 1/500

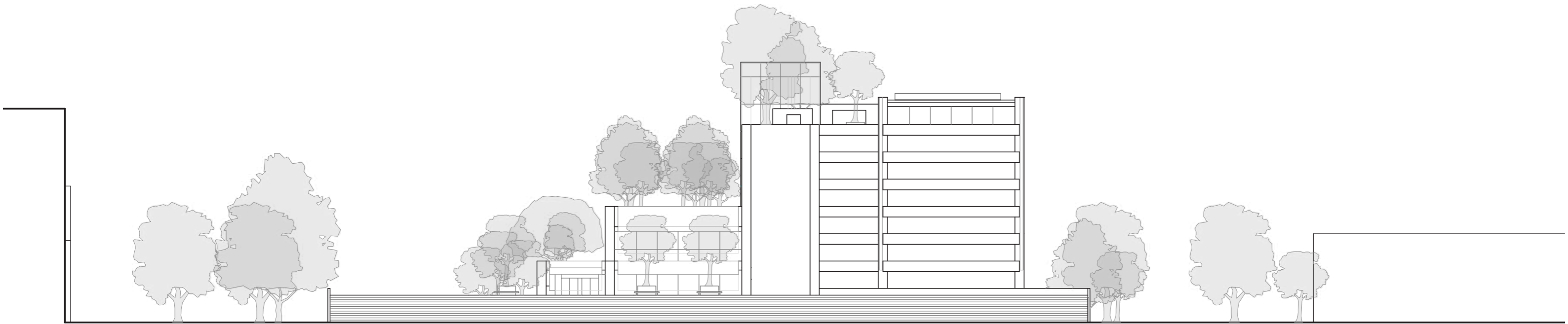
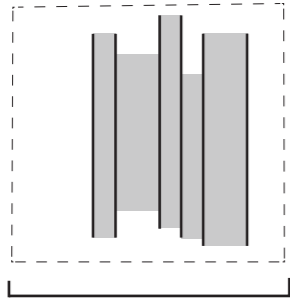




Alzado Oeste

Escala 1/500

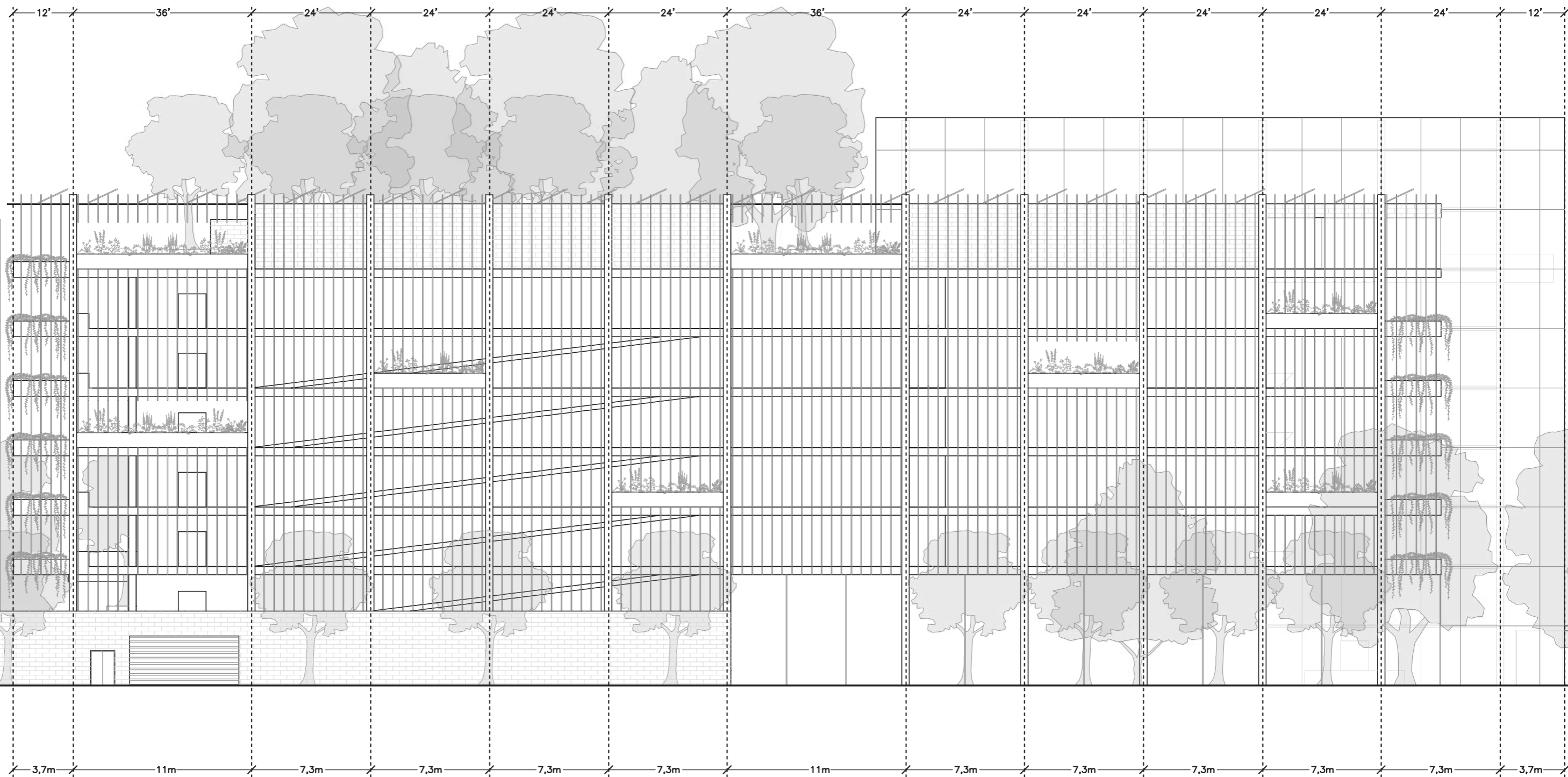
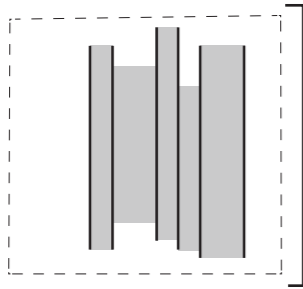




Alzado Sur

Escala 1/500

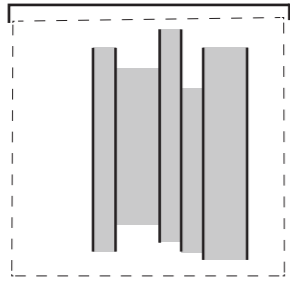




Alzado Este

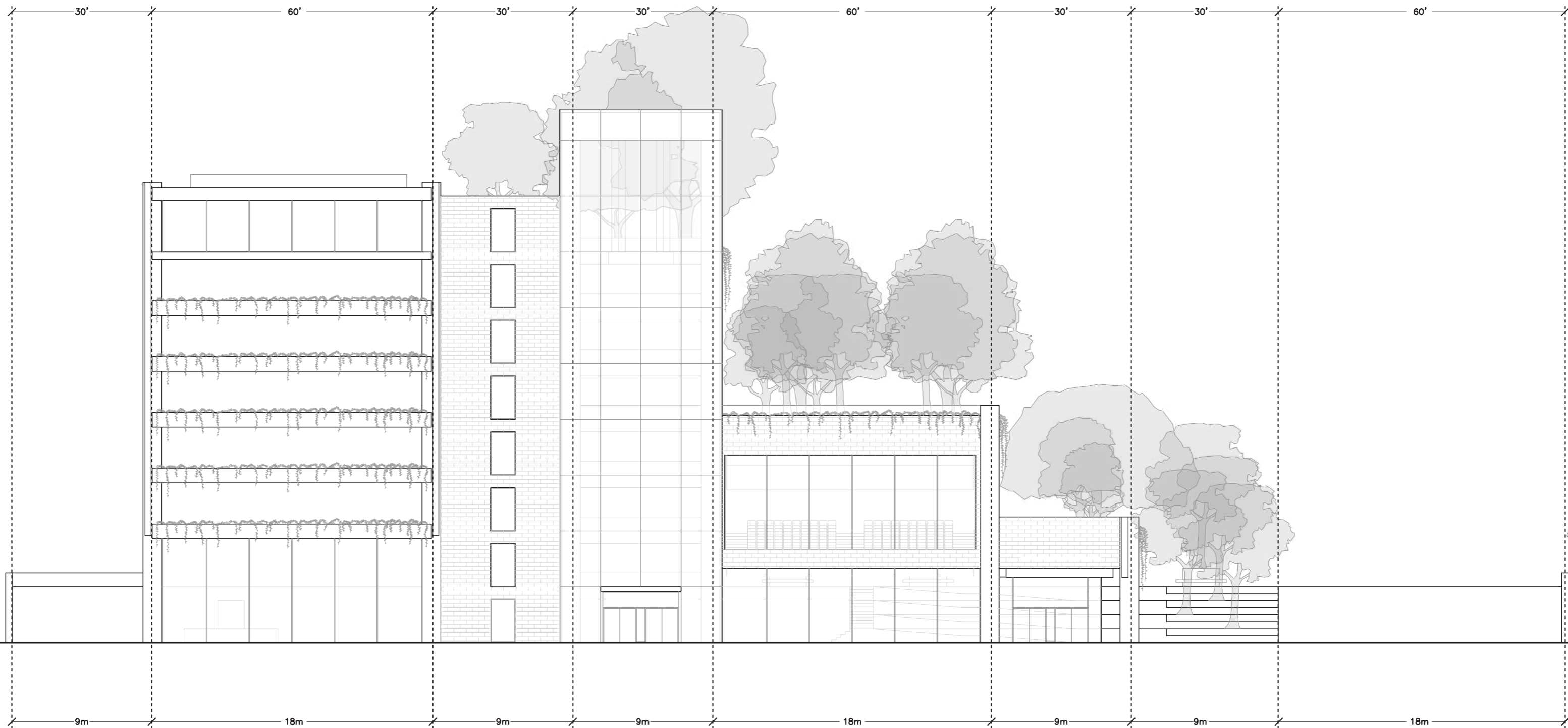
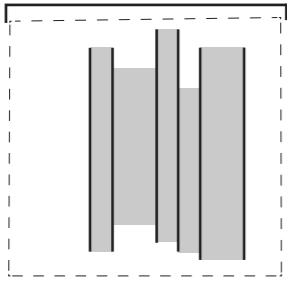
Escala 1/250





Sección fugada Norte

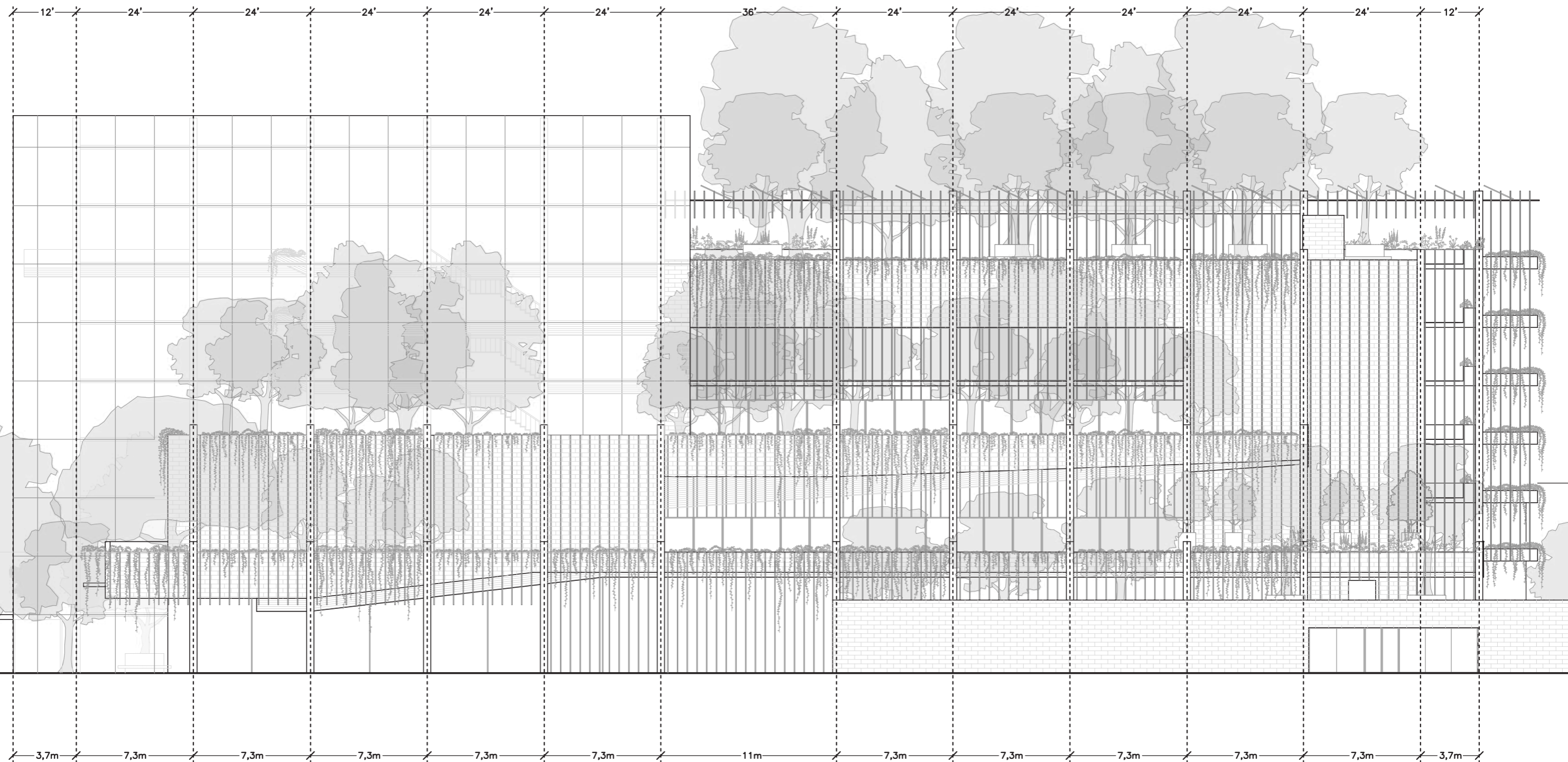
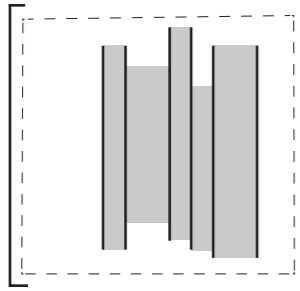




Alzado Norte

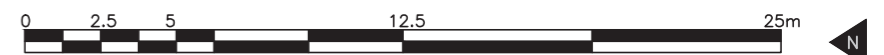
Escala 1/250

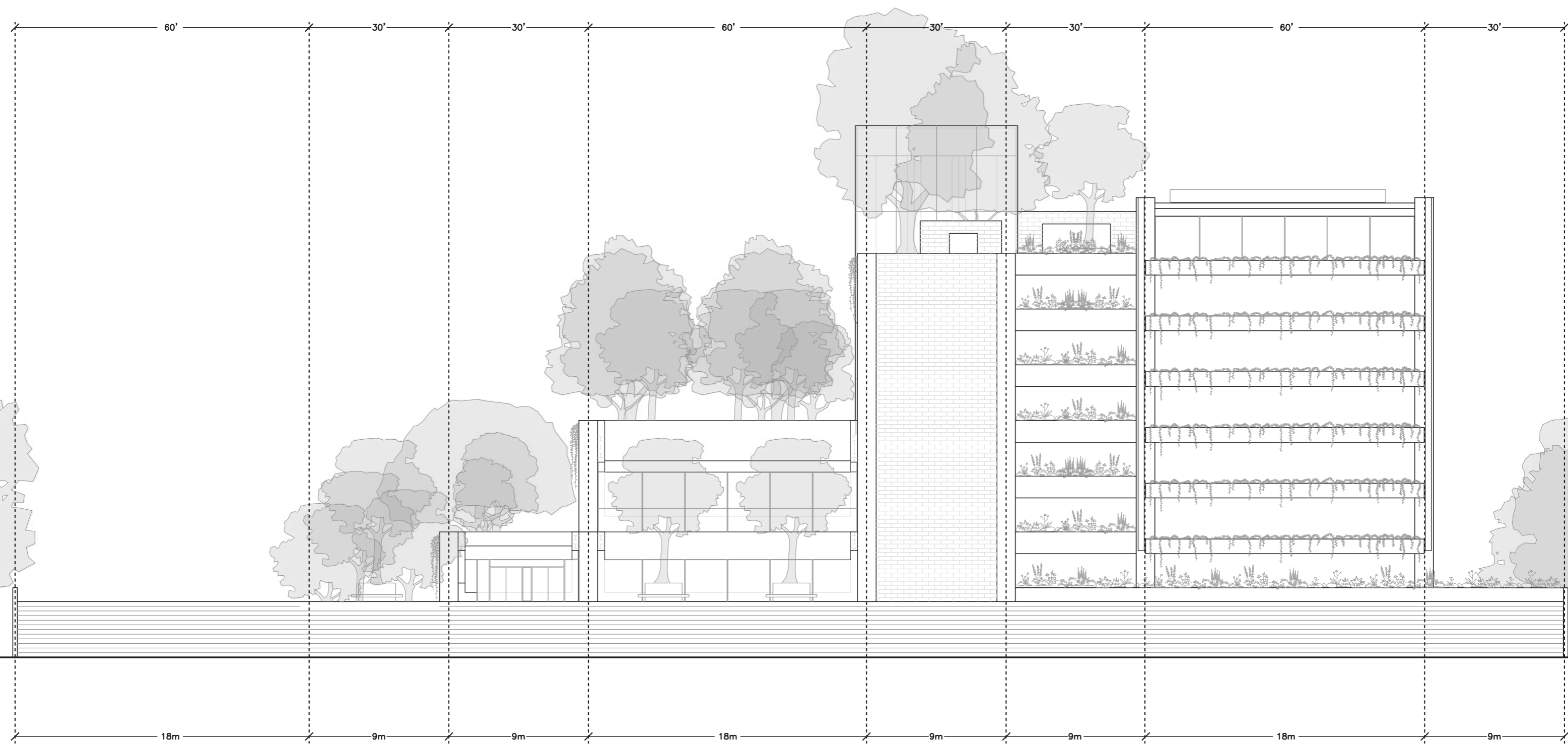
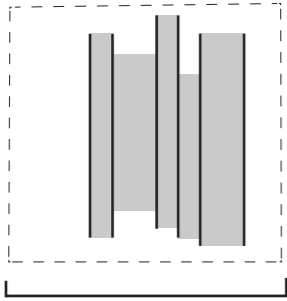




Alzado Oeste

Escala 1/250

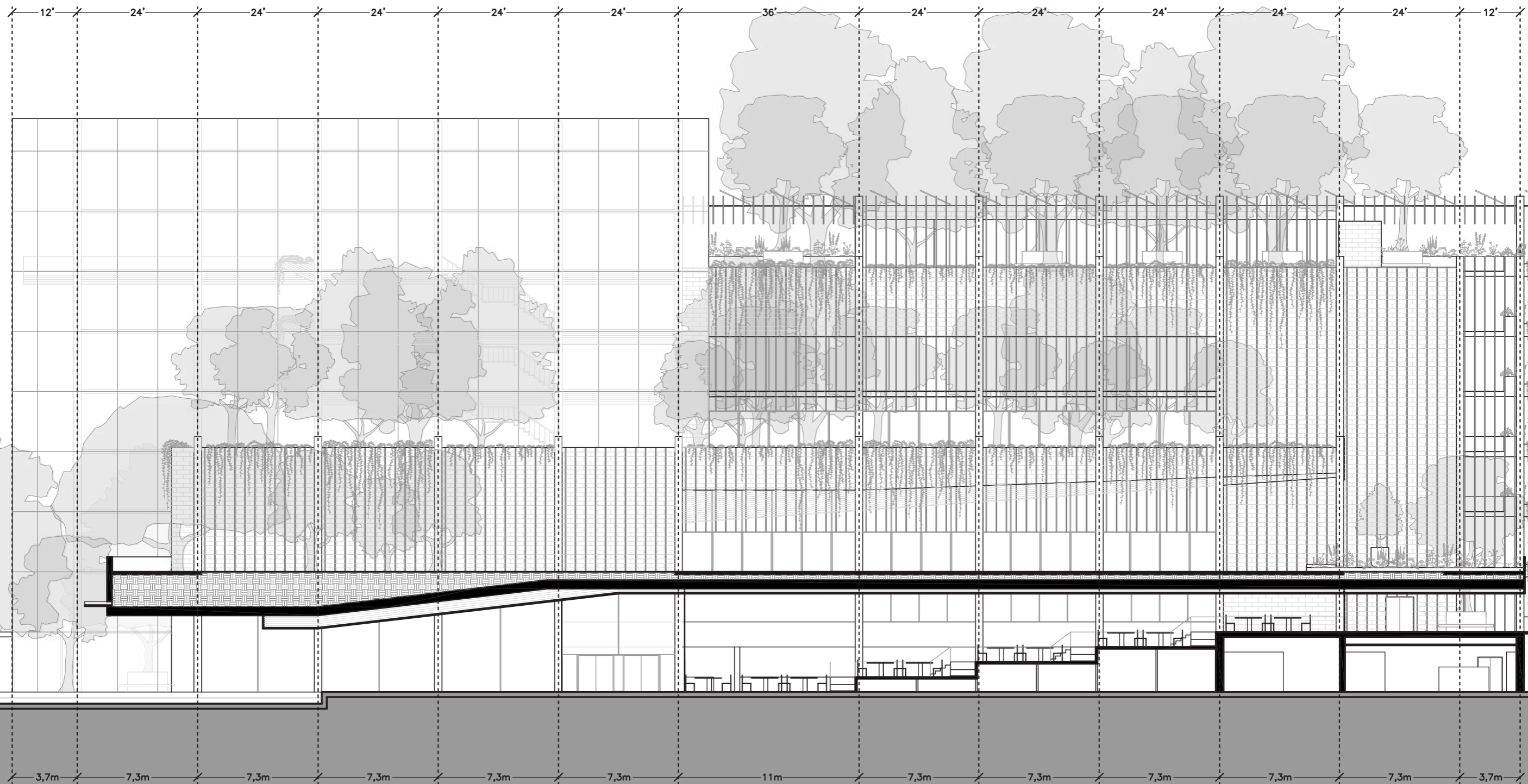
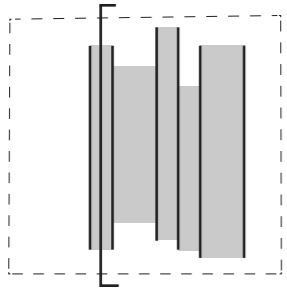




Alzado Sur

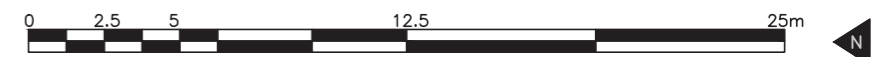
Escala 1/250

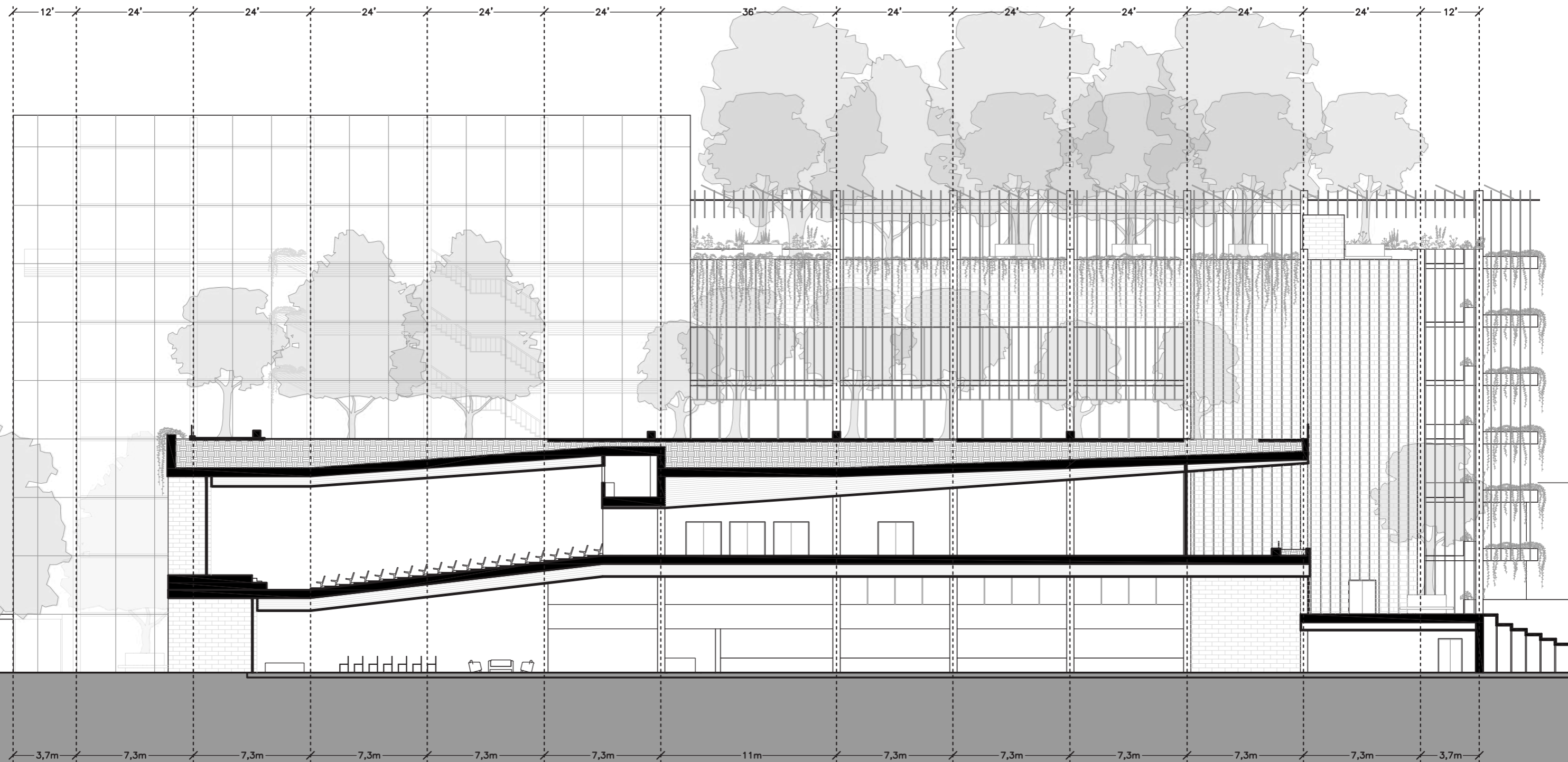
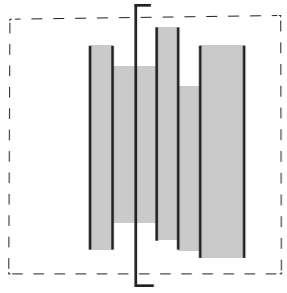




Sección A

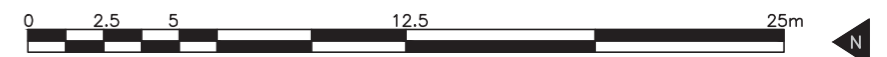
Escala 1/250

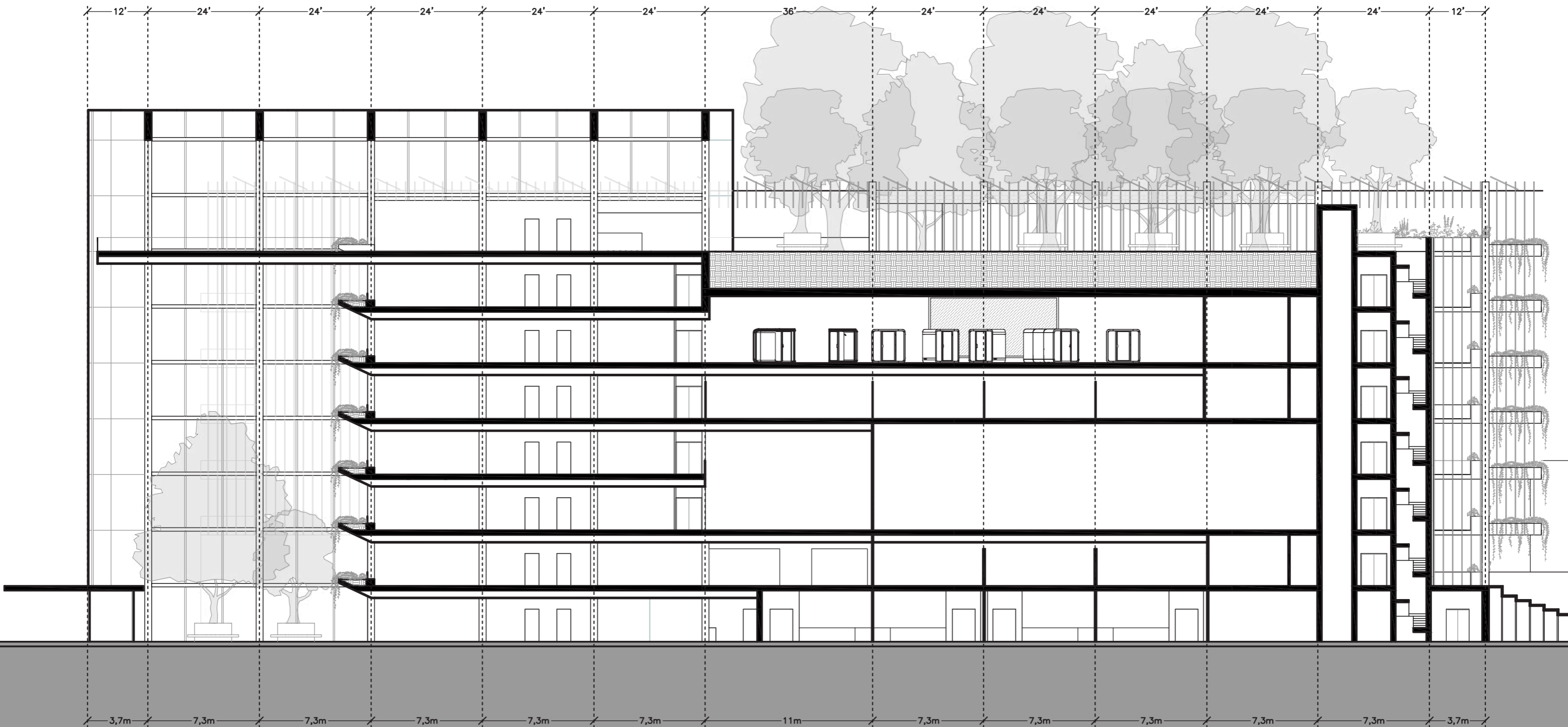
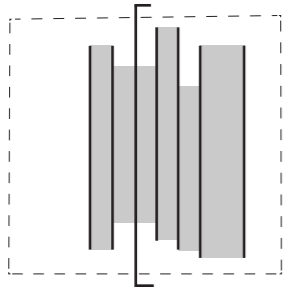




Sección B

Escala 1/250

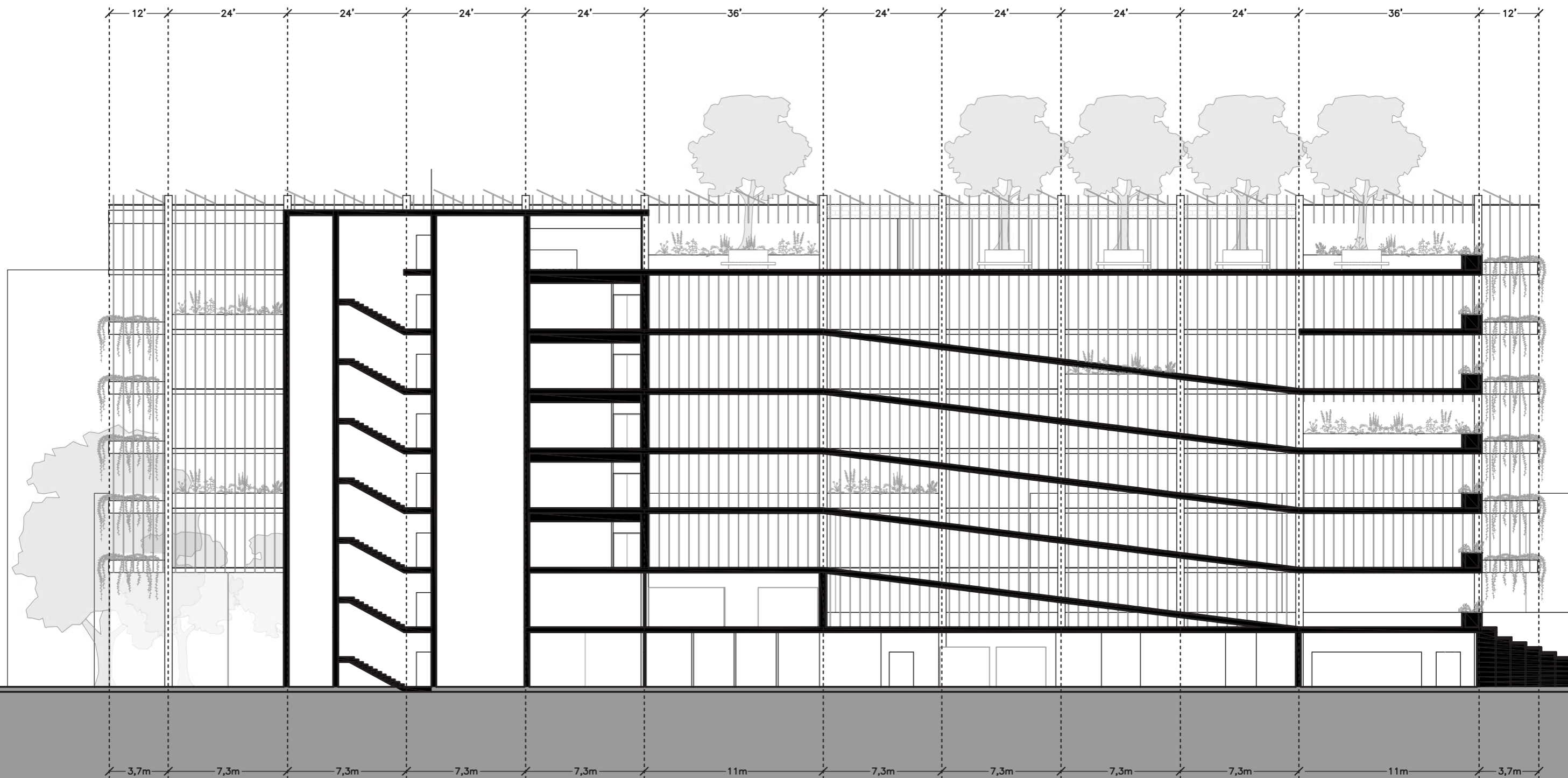
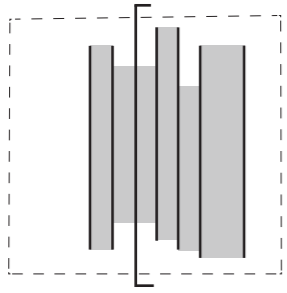




Sección C

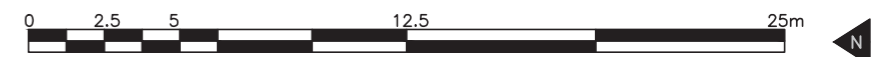
Escala 1/250

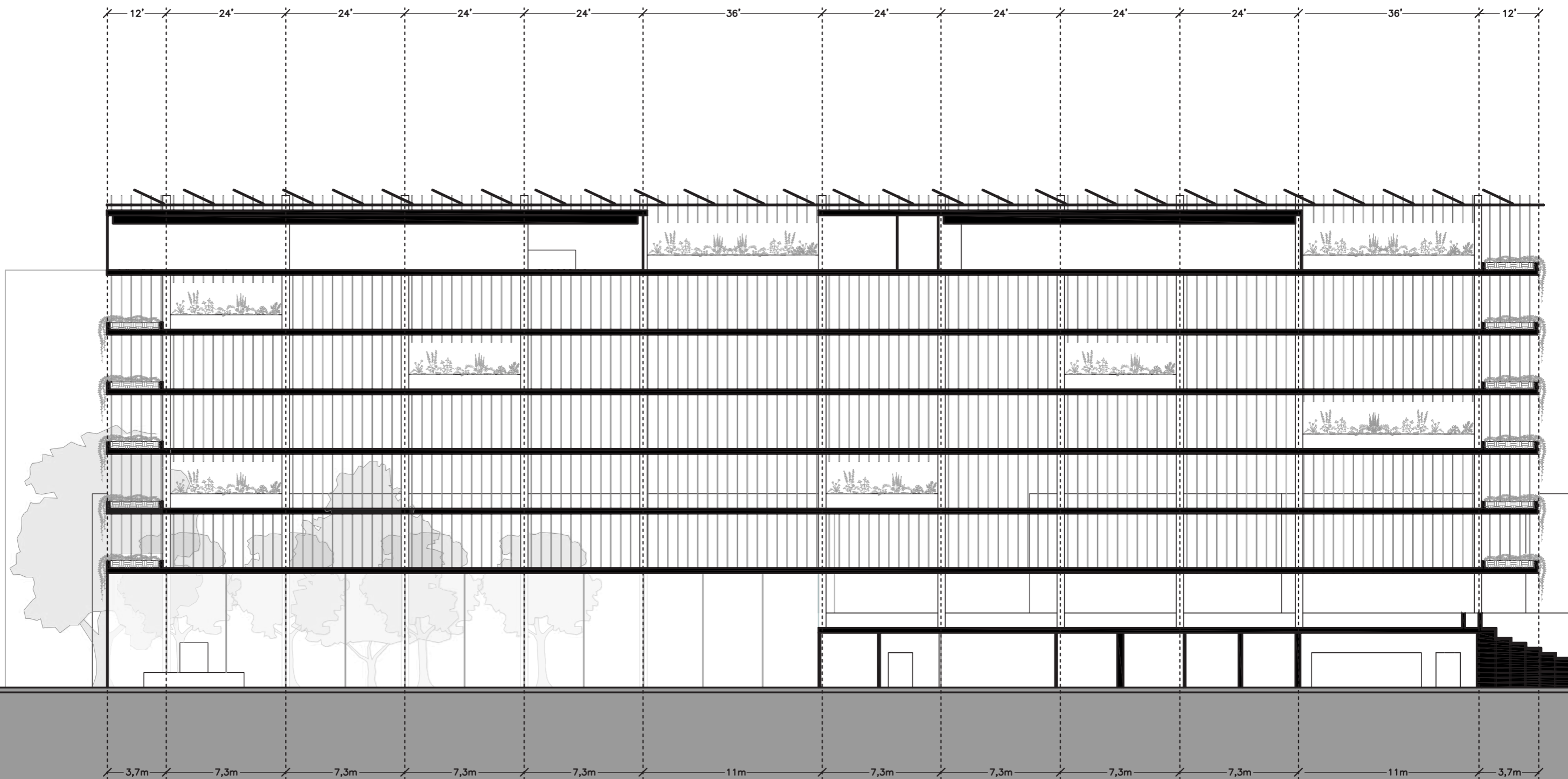
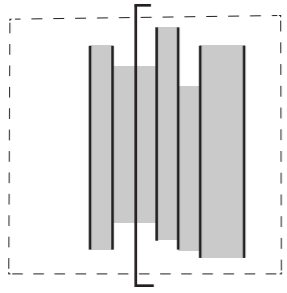




Sección D

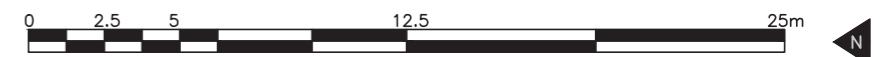
Escala 1/250



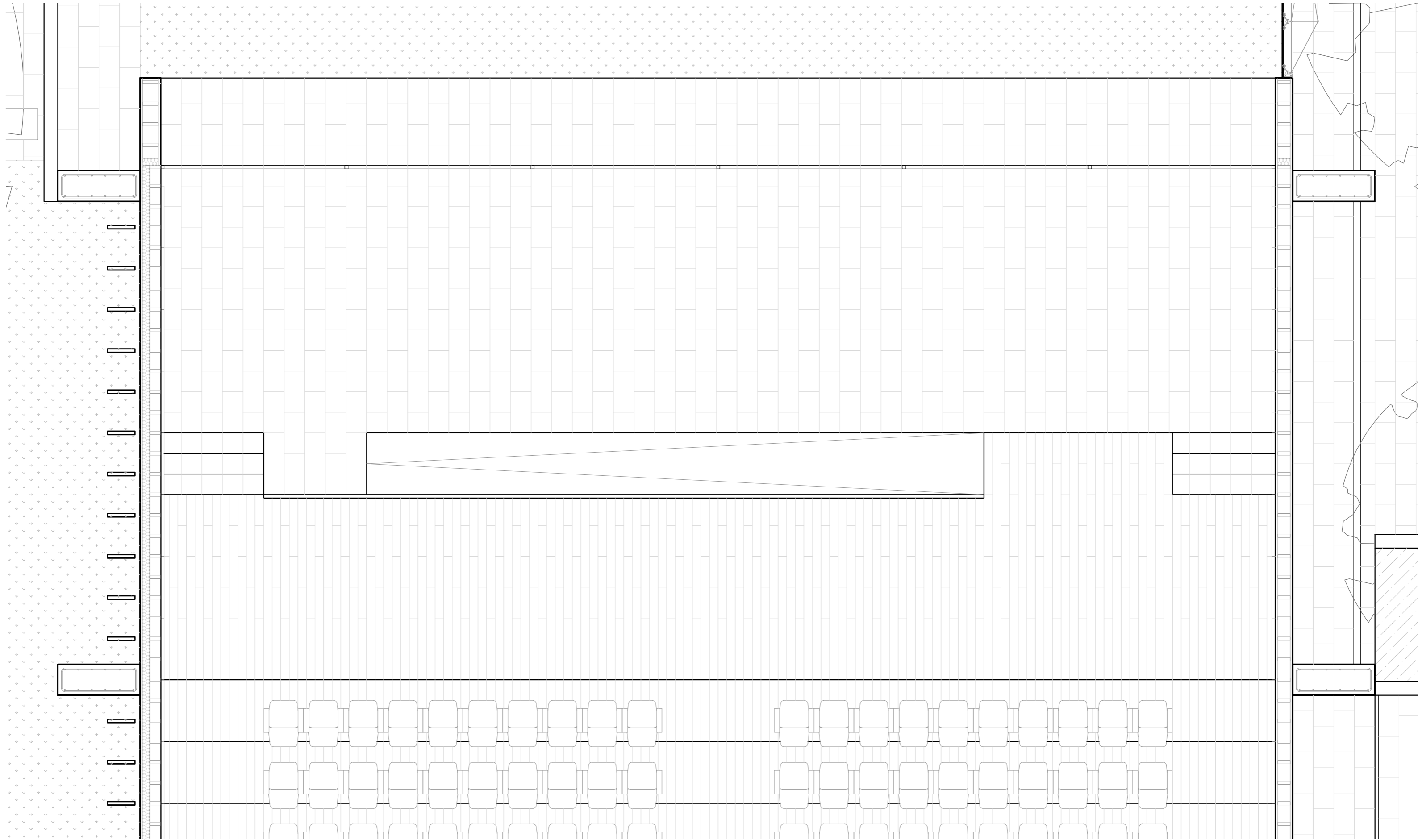


Sección E

Escala 1/250

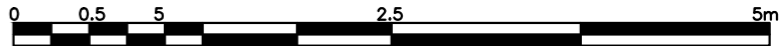


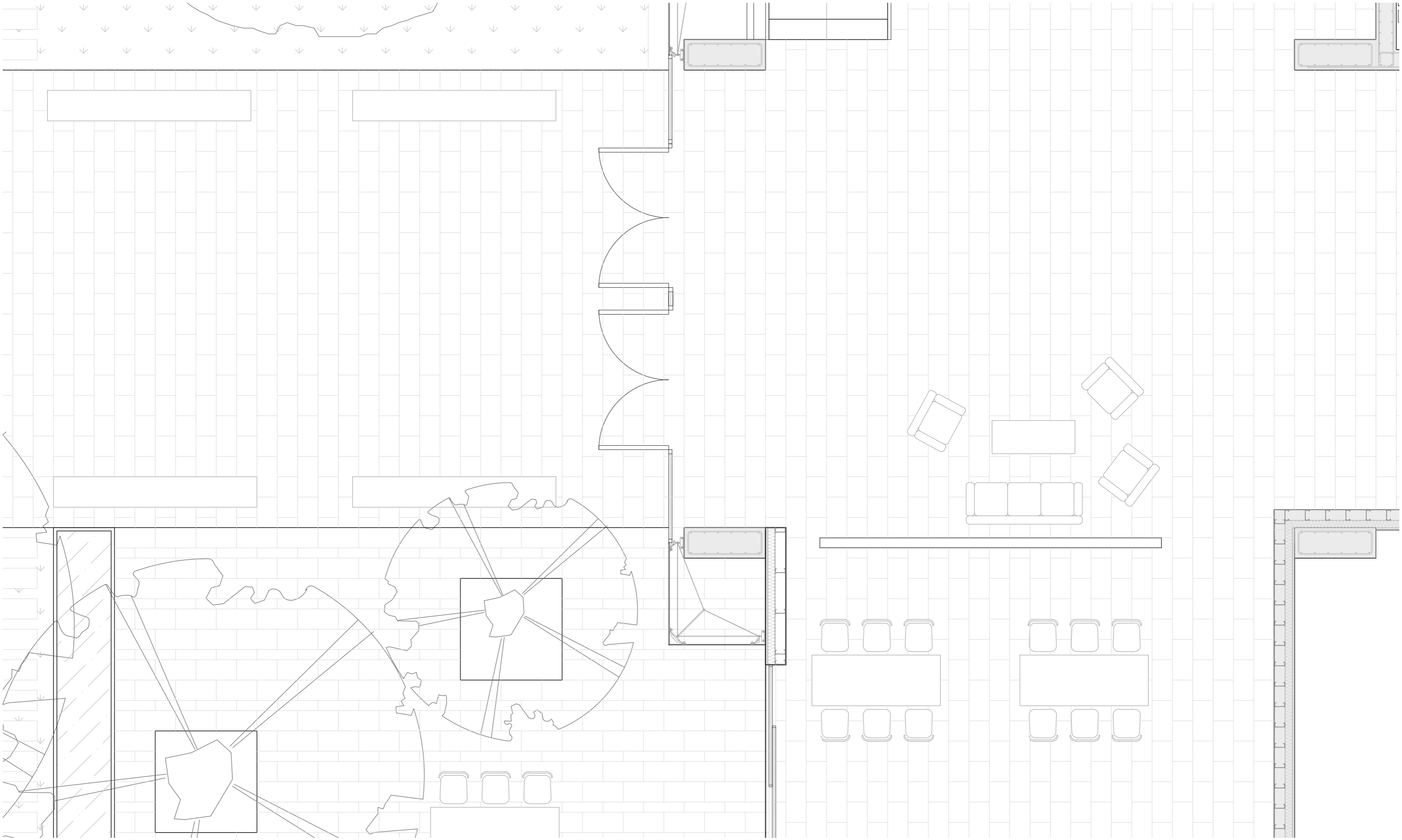




Planta auditorio

Escala 1/50

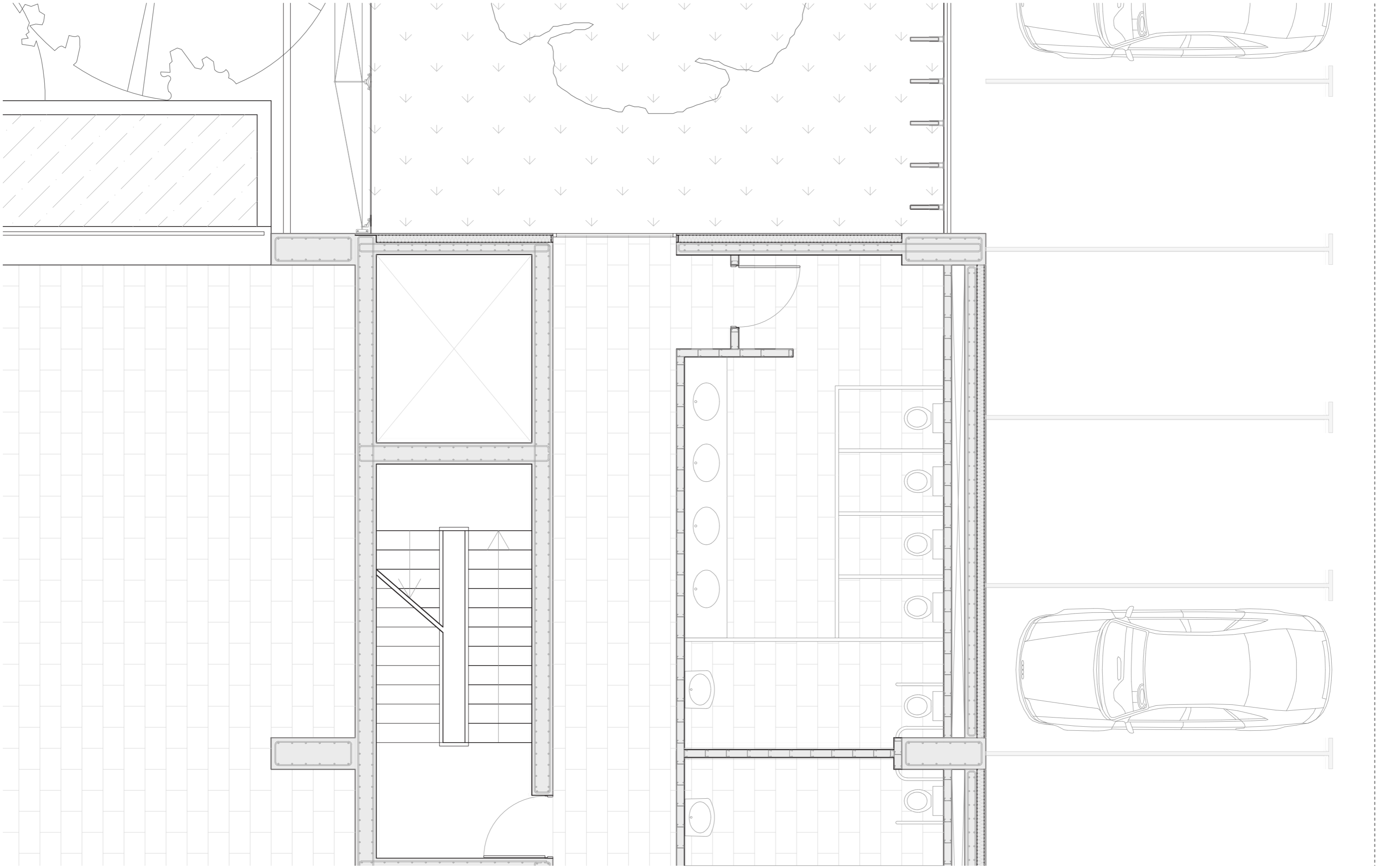




Cuarta planta, salida a la cubierta ajardinada

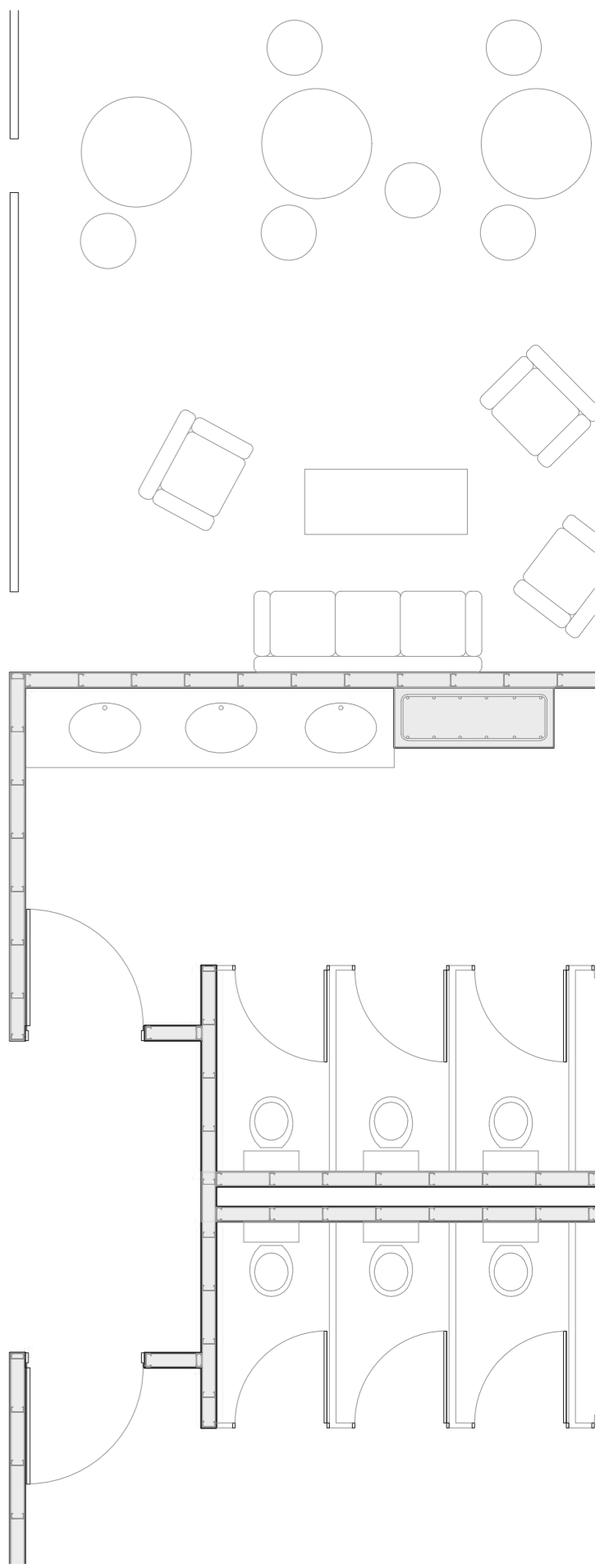
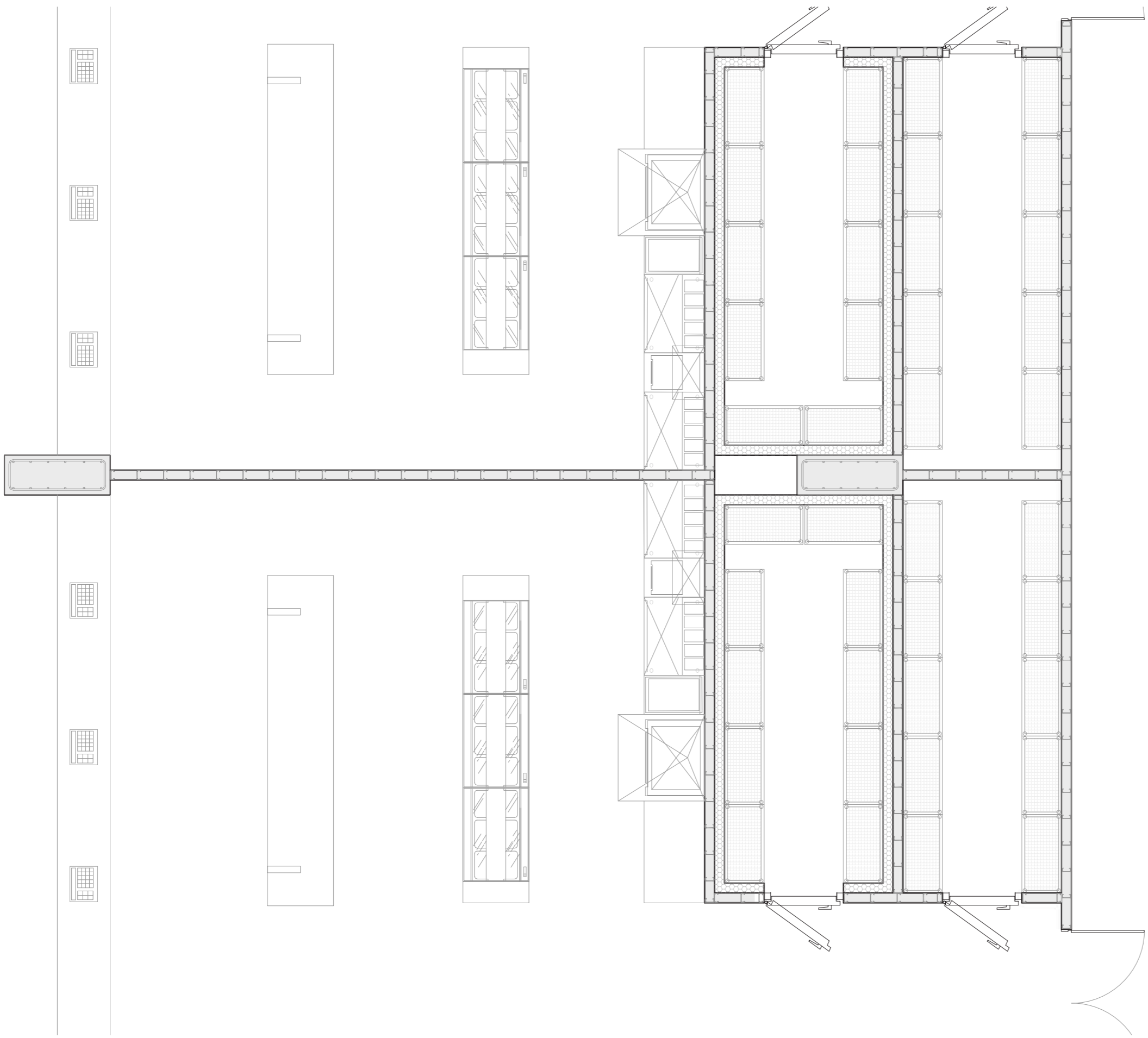
Escala 1/50





Detalle núcleo de comunicación vertical, aseos y encuentros

Escala 1/50



Cocinas food hall en planta baja

Escala 1/50



## CUBIERTA NO TRANSITABLE

1. PANELES SOLARES
2. SUBESTRUCTURA DE PANELES SOLARES
3. ANCLAJE METÁLICO
4. BASE DE CEMENTO PARA RECIBIDO ESTRUCTURAL
5. MORTERO DE REGULARIZACIÓN Y PENDIENTES
6. LANA DE ROCA
7. MORTERO DE REGULARIZACIÓN
8. LÁMINA CORTA VAPOR
9. LÁMINA IMPERMEABLE AUTOPROTEGIDA
10. GRAVAS

## FACHADA

11. ANCLAJE METÁLICO DE SUJECCIÓN DE LAMAS A PILAR
12. PILA DE HORMIGÓN ARMADO APANTALLADO
13. LAMA DE MADERA
14. PIEDRA CALIZA
15. ANCLAJE
16. LANA DE ROCA
17. ANTEPECHO DE HORMIGÓN ARMADO
18. FORJADO BUBBLE-DECK
19. VIGA DE BORDE PERIMETRAL
20. HORMIGÓN ARMADO ESTRUCTURAL HA-30/B/20/IIIa
21. PLACA DE CARTÓN YESO DE TABICA DE PLADUR
22. PERFILERÍA METÁLICA INTERNA DE TABICA DE PLADUR
23. ESTRUCTURA DE AGARRE AL FORJADO DE FALSO TECHO

## CUBIERTA TRANSITABLE

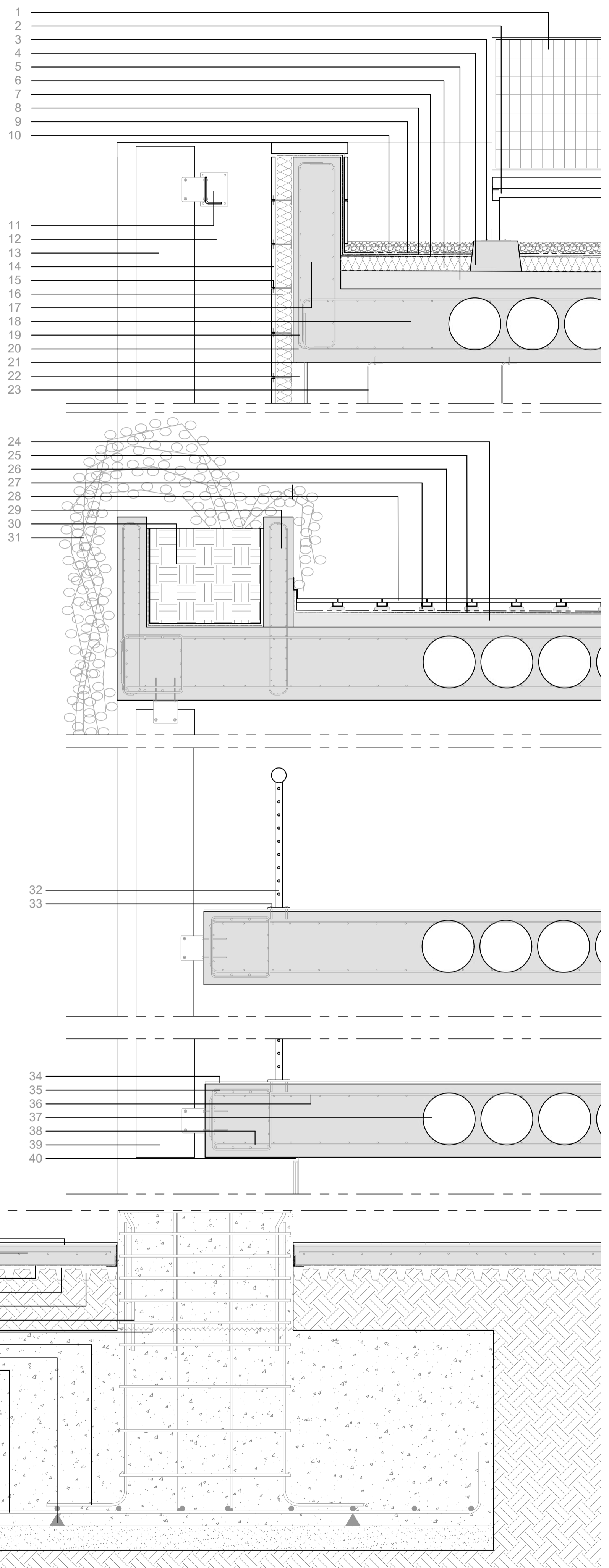
24. MORTERO DE REGULARIZACIÓN Y PENDIENTES
25. LÁMINA CORTA VAPOR
26. LÁMINA IMPERMEABLE AUTOPROTEGIDA
27. PIES DE APOYO FIJOS DE SUELO TÉCNICO
28. BALDOSA DE GRANITO
29. MURO DE HORMIGÓN ARMADO PARA CONTENCIÓN DE TIERRA
30. TIERRA SUSTRATO DE MACETERO
31. VEGETACIÓN

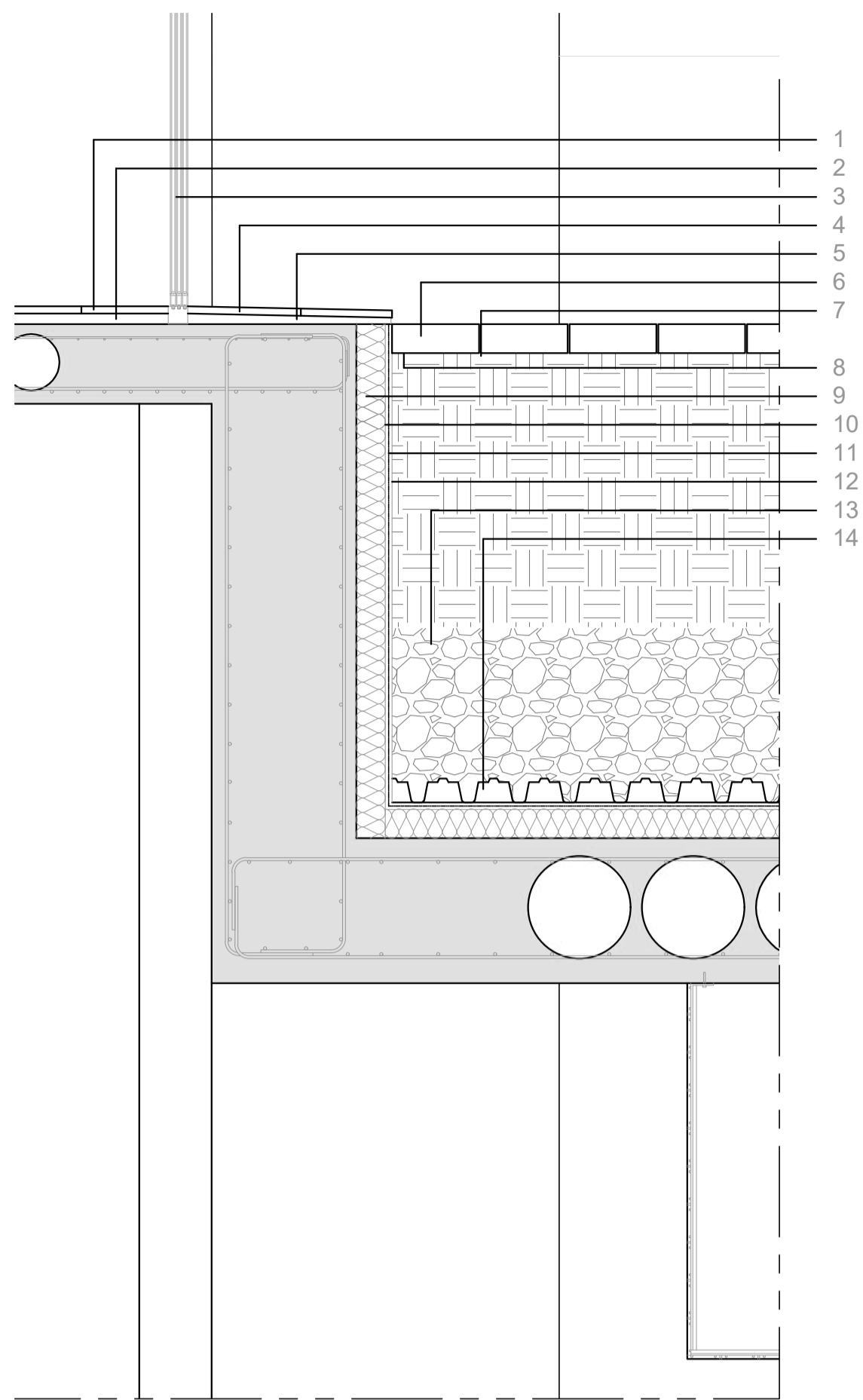
## FORJADO

32. BARANDILLA METÁLICA DE CABLES TENSADOS
33. ANCLAJE METÁLICO A FORJADO DE BARANDILLA CON PLETINA Y PERNOS
34. PINTURA EPOXY SOBRE FORJADO DEL APARCAMIENTO
35. VIGA DE ATADO PERIMETRAL
36. MALLAZO SUPERIOR FORJADO BUBBLE-DECK
37. ESFERA PLÁSTICA HUECA ALIGERANTE DEL FORJADO BUBBLE-DECK
38. MALLAZO INFERIOR FORJADO BUBBLE-DECK
39. LAMA DE MADERA
40. CARPINTERÍA EXTERIOR

## CIMENTACIÓN

41. PAVIMENTO EXTERIOR SOBRE MORTERO DE AGARRE
42. SOLERA DE HORMIGÓN ARMADO CON MALLAZO METÁLICO
43. CAPA DE ANTIPUNZONAMIENTO
44. LÁMINA IMPERMEABLE
45. MORTERO DE REGULARIZACIÓN
46. LÁMINA DRENANTE Y FILTRANTE
47. ARMADURA DE ESPERA PARA PILAR
48. JUNTA DE HORMIGONADO
49. ARMADURA DE ARRANQUE DE PILAR
50. CALZO DE APOYO DE PARRILLA
51. ARMADURA INFERIOR DE ZAPATA
52. HORMIGÓN DE LIMPIEZA
53. SUELO COMPACTO





### CUBIERTA SUPERIOR

1. BALDOSAS DE GRANITO
2. MORTERO DE AGARRE
3. CARPINTERÍA DE VIDRIO EXTERIOR
4. BALDOSAS DE GRANITO
5. MORTERO DE AGARRE Y DE PENDIENTE
6. PAVIMENTO PERMEABLE
7. MORTERO DE AGARRE
8. PAVIMENTO PERMEABLE
9. LANA DE ROCA
10. LÁMINA CORTAVAPOR
11. MORTERO DE REGULARIZACIÓN
12. LÁMINA IMPERMEABLE
13. SUSTRATO DRENANTE
14. LÁMINA DRENANTE Y FILTRANTE

### FACHADA

15. ANCLAJE METÁLICO DE SUJECIÓN DE LAMAS A PILAR
16. LAMAS DE MADERA
17. PIEDRA CALIZA
18. LANA DE ROCA
19. ANCLAJE
20. ANTEPECHO DE HORMIGÓN ARMADO HA-30/B/20/IIIa

### FORJADO BUBBLE-DECK

21. MALLAZO SUPERIOR FORJADO BUBBLE-DECK
22. HORMIGÓN ARMADO ESTRUCTURAL HA-30/B/20/IIIa
23. ESFERA PLÁSTICA HUECA ALIGERANTE DEL FORJADO BUBBLE-DECK
24. MALLAZO INFERIOR FORJADO BUBBLE-DECK

### CUBIERTA INFERIOR

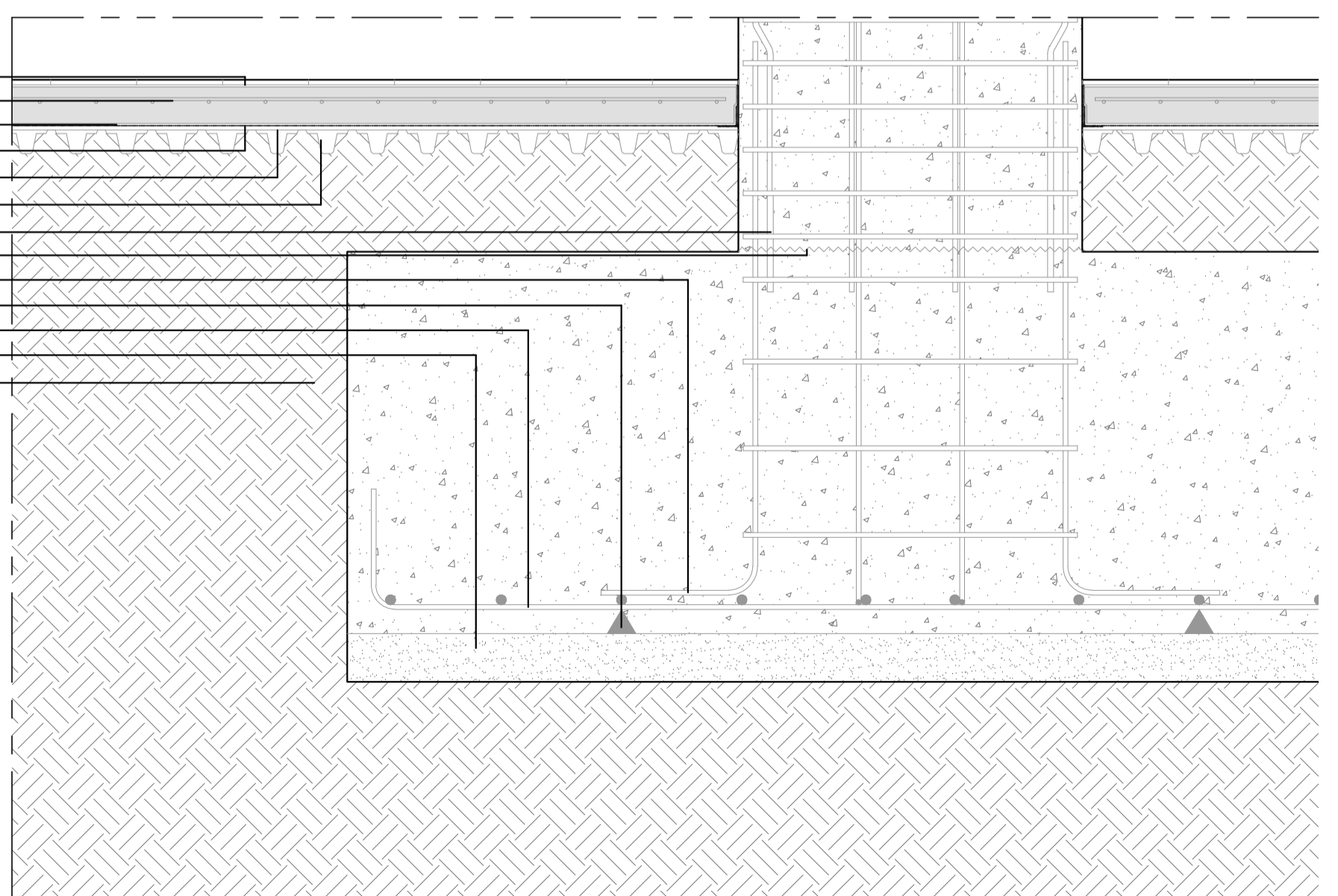
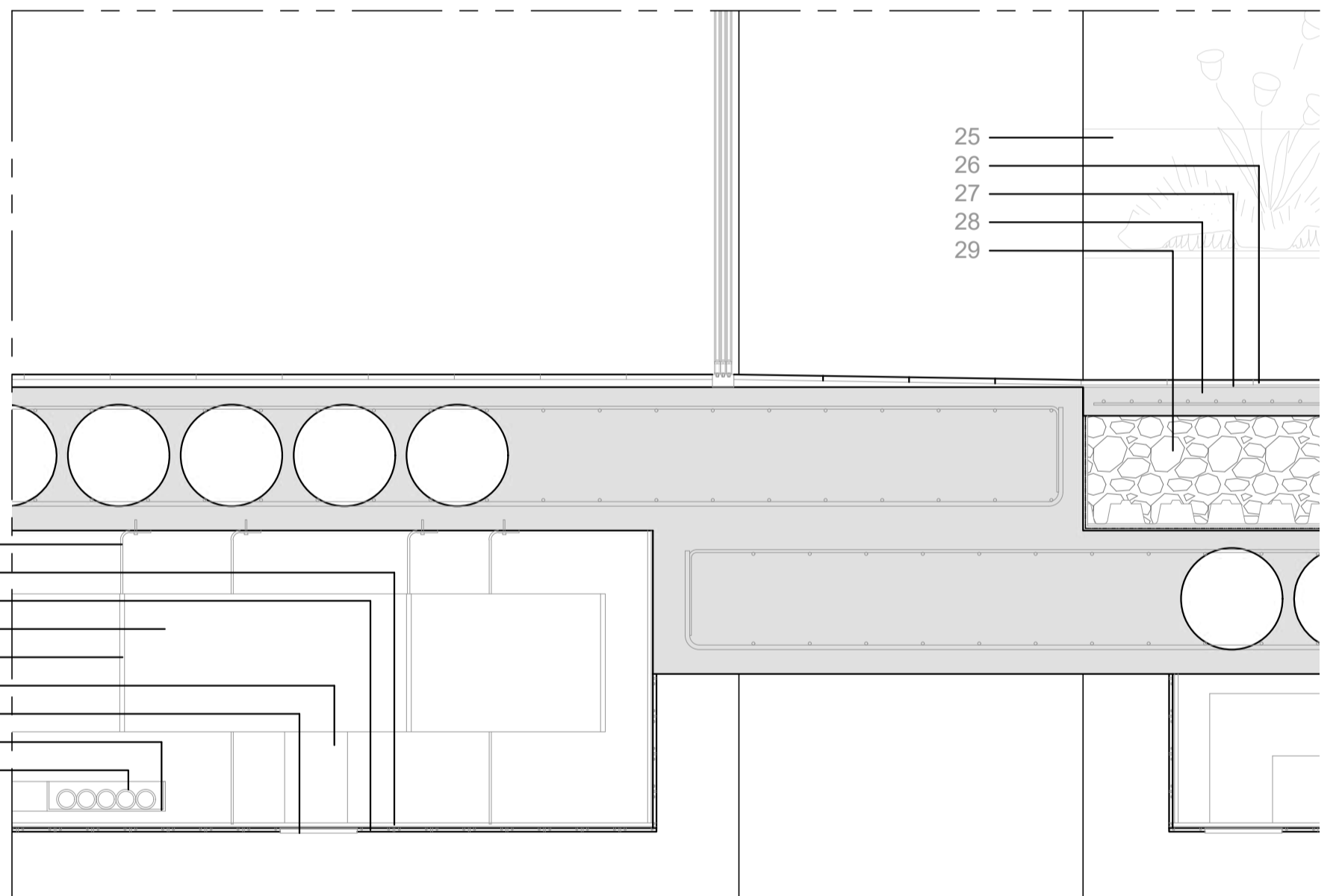
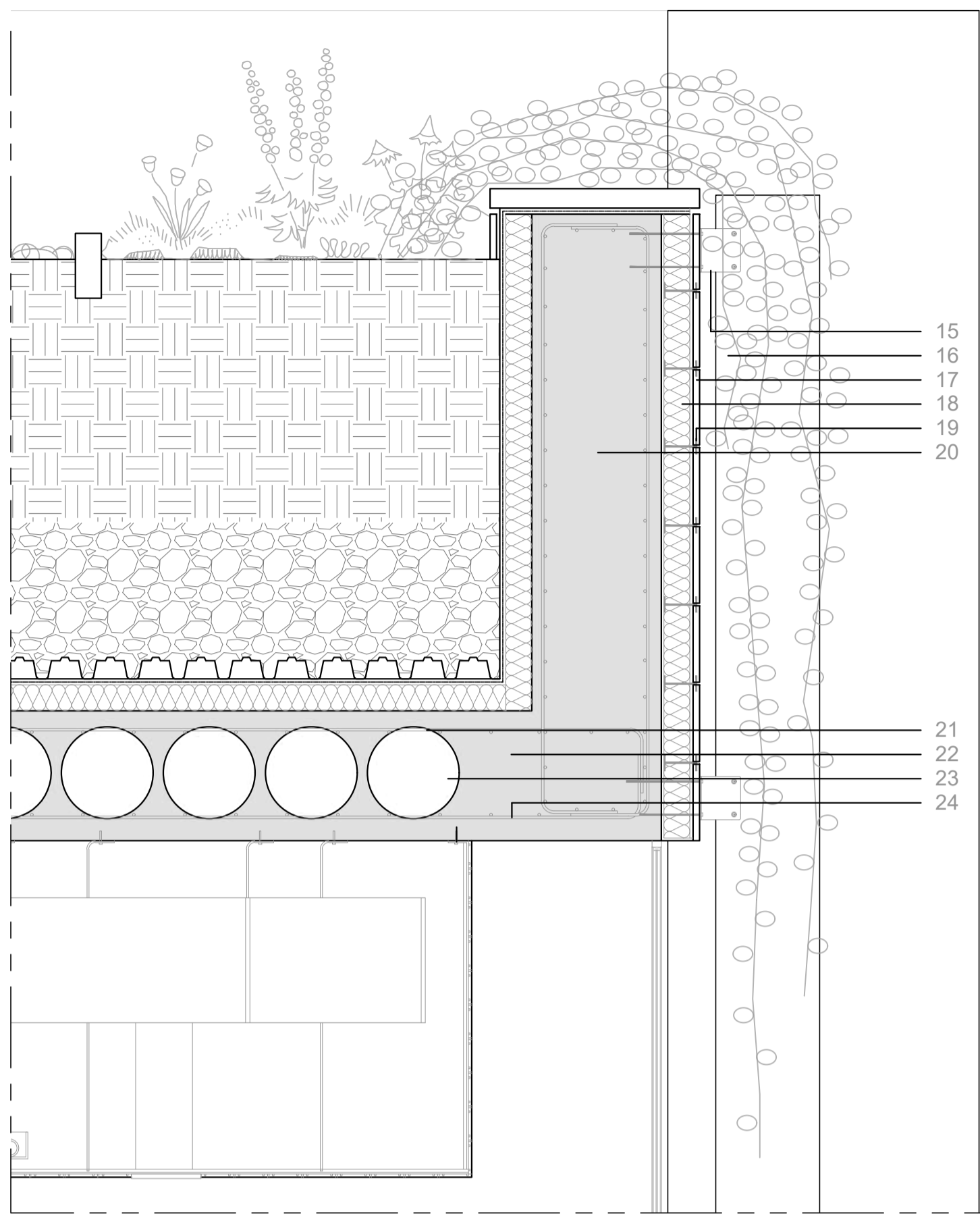
25. JARDINERA DE OBRA
26. BALDOSA DE GRANITO
27. MORTERO DE AGARRE
28. LOSETA DE HORMIGÓN ARMADA
29. SUSTRATO LIGERO PARA VEGETACIÓN

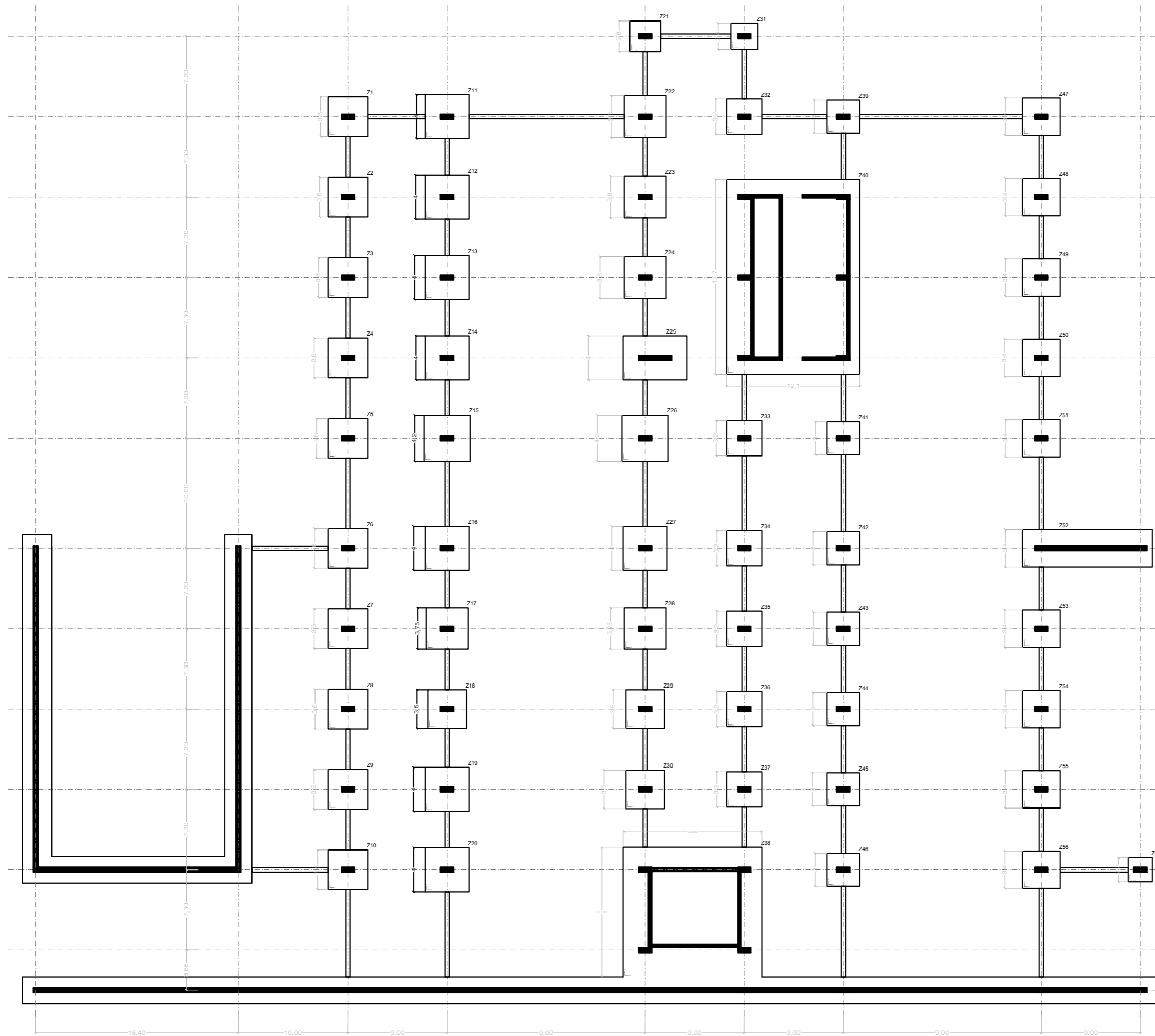
### FALSO TECHO

30. ANCLAJE A FORJADO DE FALSO TECHO
31. ESTRUCTURA METÁLICA DE FALSO TECHO
32. RECUBRIMIENTO DE MADERA DE FALSO TECHO
33. CONDUCTO PRINCIPAL DE CLIMATIZACIÓN
34. ANCLAJE A FORJADO DE CONDUCTO DE CLIMAT.
35. DERIVACIÓN DE CONDUCTO DE CLIMATIZACIÓN
36. REJILLA DE EXTRACCIÓN DE AIRE
37. BANDEJA METÁLICA DISTRIBUCIÓN CABLES Y RED
38. CABLES Y RED DATOS

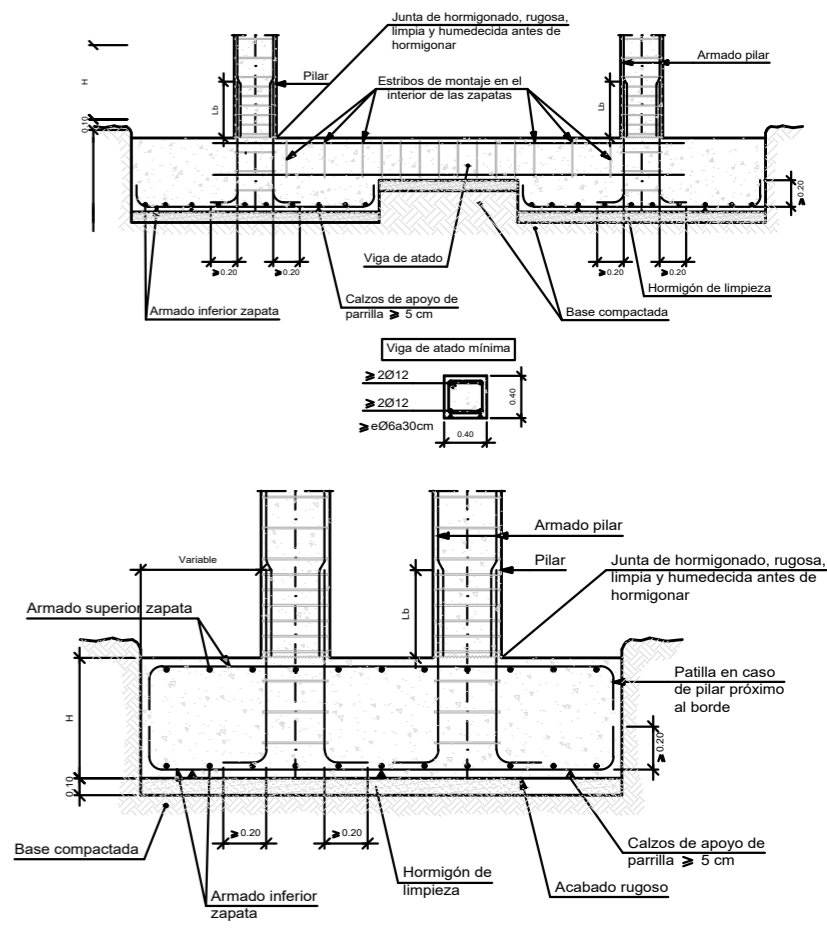
### CIMENTACIÓN

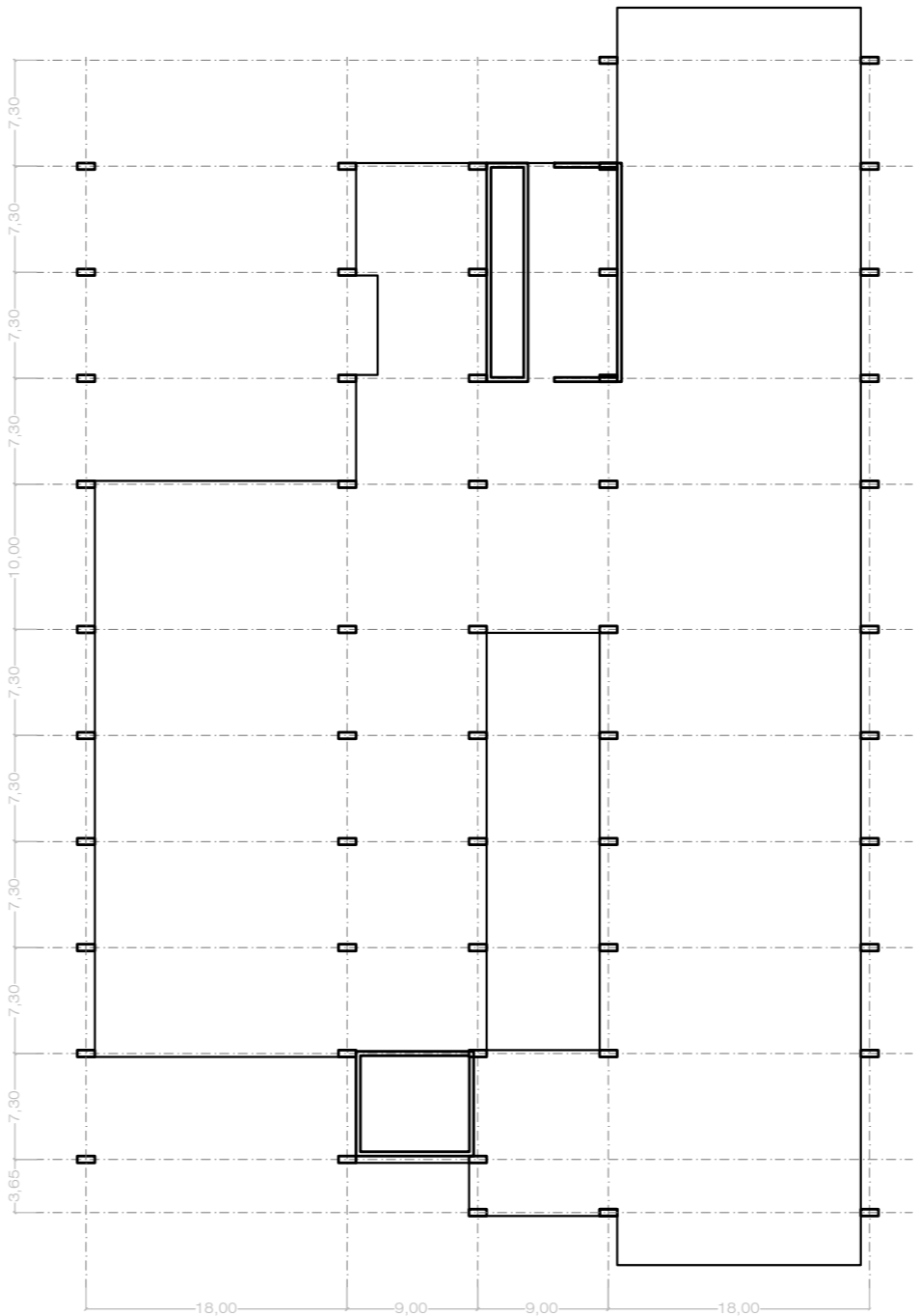
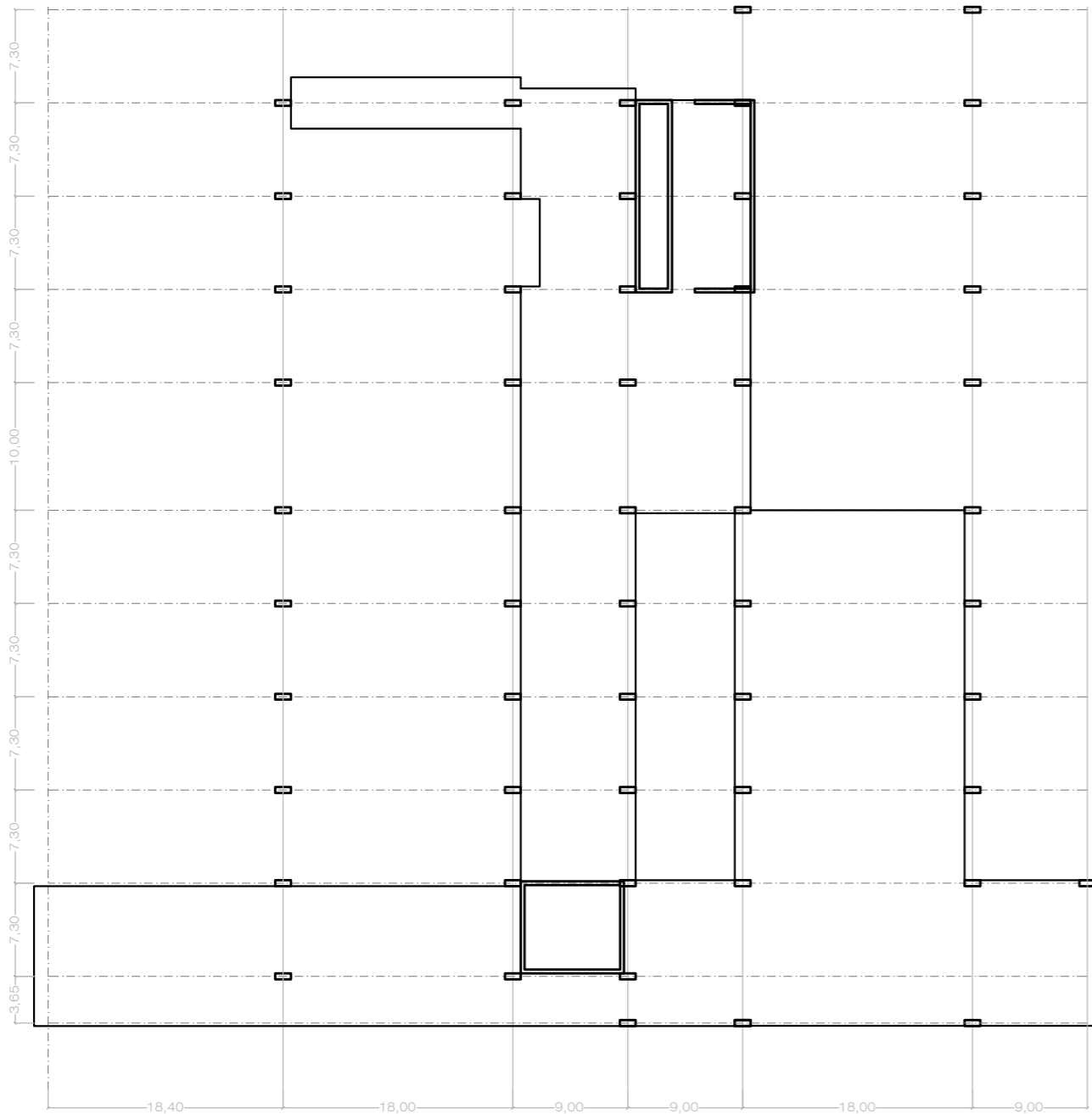
39. PAVIMENTO EXTERIOR SOBRE MORTERO DE AGARRE
40. SOLERA DE HORMIGÓN ARMADO CON MALLAZO METÁLICO
41. CAPA DE ANTIPUNZONAMIENTO
42. LÁMINA IMPERMEABLE
43. MORTERO DE REGULARIZACIÓN
44. LÁMINA DRENANTE Y FILTRANTE
45. ARMADURA DE ESPERA PARA PILAR
46. JUNTA DE HORMIGONADO
47. ARMADURA DE ARRANQUE DE PILAR
48. CALZO DE APOYO DE PARRILLA
49. ARMADURA INFERIOR DE ZAPATA
50. HORMIGÓN DE LIMPIEZA
51. SUELO COMPACTO





CUADRO DE ZAPATAS			
Nº ZAPATA	A	B	H
1-2-3-4-5-6-7 8-9-10	3,60m	3,60	0,60m
11-12-13-14-16 19-20-25-27	4,00m	4,00m	0,60m
15-26	4,20m	4,20m	0,60m
17-28	3,75m	3,75m	0,60m
18-29-30	3,50m	3,50m	0,60m
21	2,80m	2,80m	0,60m
22-23-24	3,80m	3,80m	0,60m
31	2,40m	2,40m	0,60m
32-33-34-35 36-37	3,20m	3,20m	0,60m
38	12,60m	11,775m	0,60m
39-41-42-43-44 45-46	3,00m	3,00m	0,60m
40	12,10m	17,70m	0,60m
47-48-49-50-51 53-54-55-56	3,40m	3,40m	0,60m
52	3,60m	11,80m	0,60m
57	2,20m	2,20m	0,60m

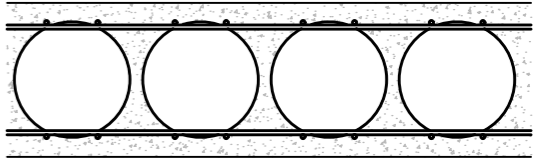




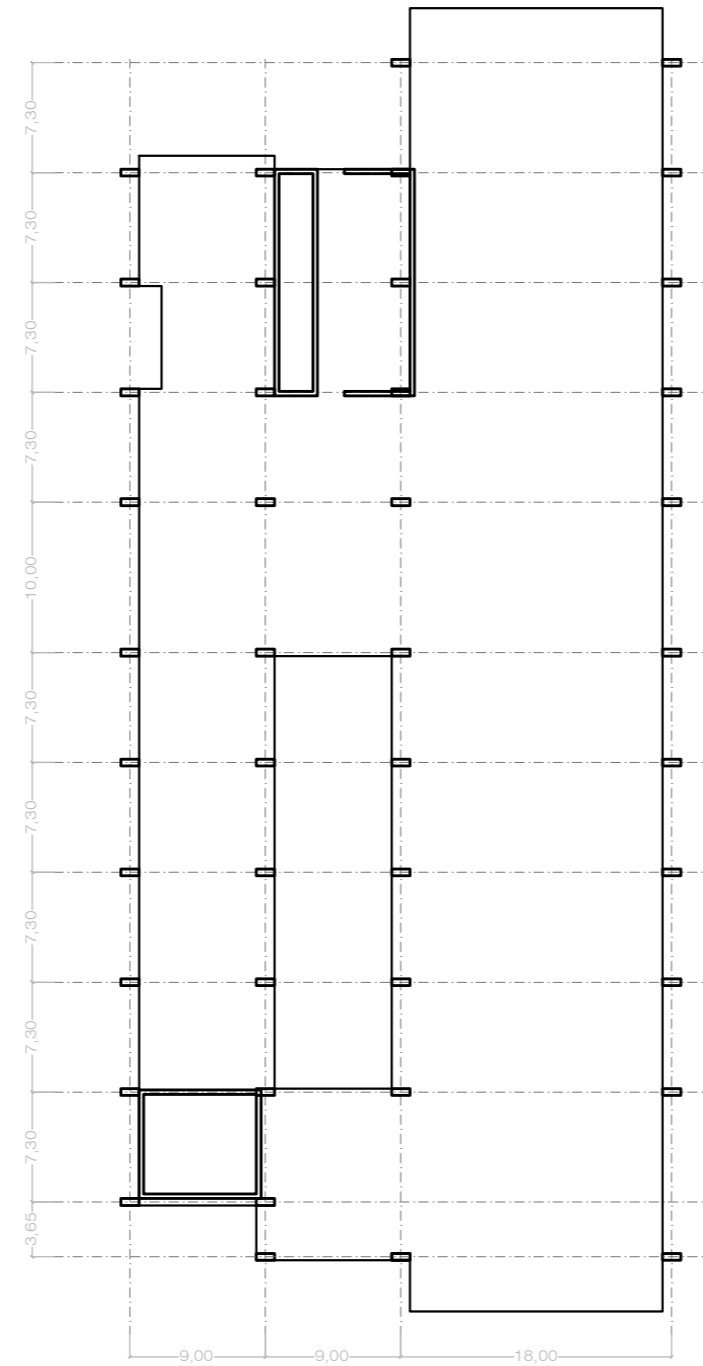
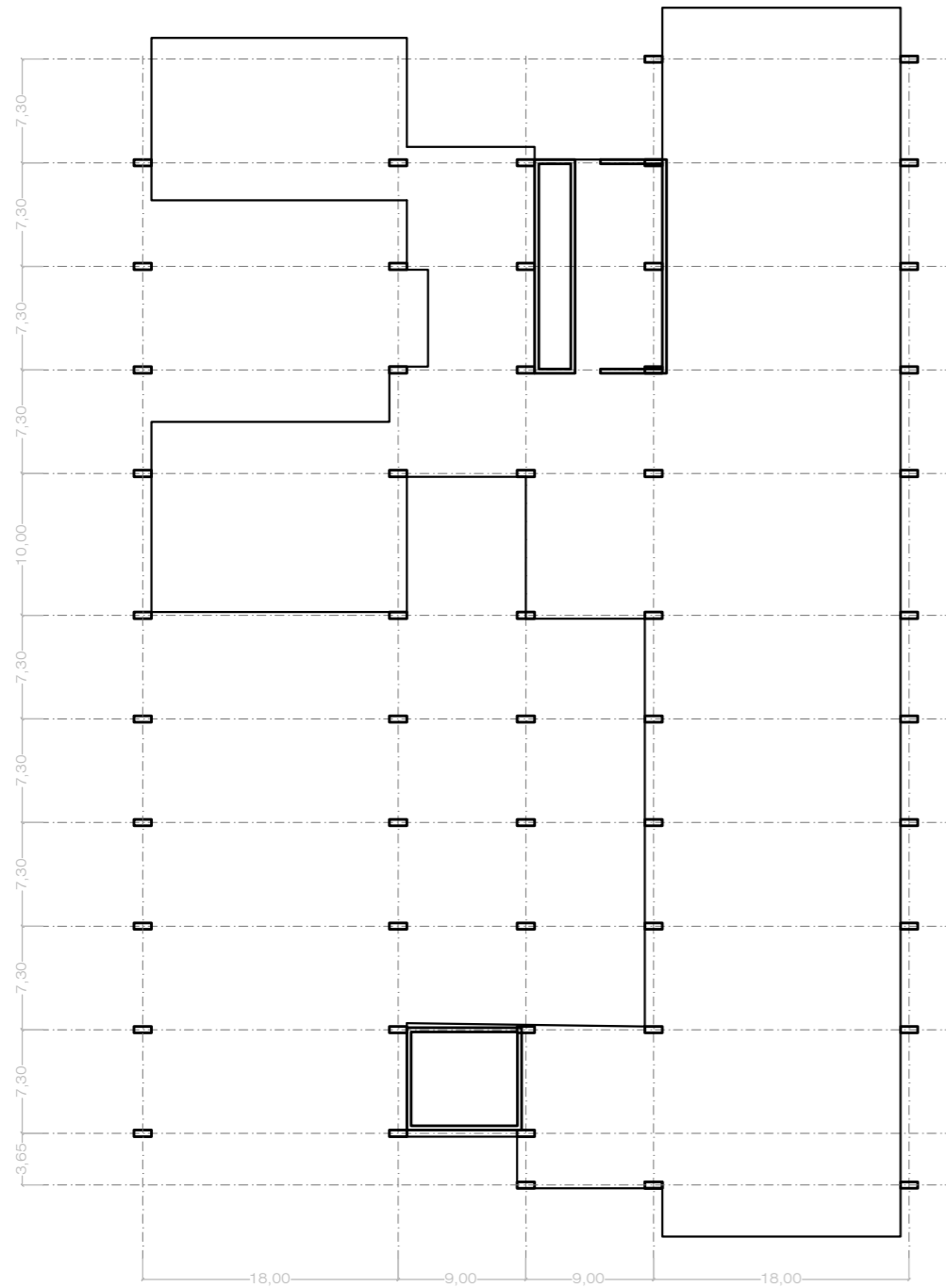
FORJADO 1

FORJADO 2

ACCIONES PLANTA PRIMERA				
<b>Forjado BubbleDeck BD450 e=450 mm [+3.60]</b>				
<b>PESO PROPIO</b>		<b>SOBRECARGA DE USO</b>		
Forjado BD450	7,30 KN/m <sup>2</sup>	Cubierta transitable cat. uso F	3 KN/m <sup>2</sup>	
Tabiquería	1,00 KN/m <sup>2</sup>	Aparcamiento preferente cat. uso E	2 KN/m <sup>2</sup>	
Pavimento calizo	1,00 KN/m <sup>2</sup>	Administración cat. uso B	2 KN/m <sup>2</sup>	
Falso techo + inst	0,80 KN/m <sup>2</sup>	Sala de espera cat. uso C1	3 KN/m <sup>2</sup>	
Cubierta ajardinada e=30 cm	2,10 KN/m <sup>2</sup>	Atención al alumno cat. uso B	2 KN/m <sup>2</sup>	
Rampa garaje 8m ancho e=30cm	40,0 KN/m	Aseos cat. Uso C1	3 KN/m <sup>2</sup>	
Barandilla perimetral	1,00 KN/m	Zona flexible cat. Uso C3	5 KN/m <sup>2</sup>	
Vidrieras perimetrales	2,10 KN/m			
Muro cortina pesado	2,85 KN/m	<b>SOBRECARGA DE NIEVE</b>		
Subestructura lamas madera	1,85 KN/m	Cubiertas - Chicago	1,2 KN/m <sup>2</sup>	
ACCIONES PLANTA SEGUNDA				
<b>Forjado BubbleDeck BD450 e=450 mm [+7.20]</b>				
<b>PESO PROPIO</b>		<b>SOBRECARGA DE USO</b>		
Forjado BD450	7,30 KN/m <sup>2</sup>	Cubierta transitable cat. uso F	5 KN/m <sup>2</sup>	
Tabiquería	1,00 KN/m <sup>2</sup>	Auditorio cat. uso C5	5 KN/m <sup>2</sup>	
Pavimento calizo	1,00 KN/m <sup>2</sup>	Espacio eventos flexible cat. uso B	2 KN/m <sup>2</sup>	
Falso techo + inst	0,80 KN/m <sup>2</sup>	Almacenamiento cat. uso C1	3 KN/m <sup>2</sup>	
Cubierta ajardinada e=90 cm	18,0 KN/m <sup>2</sup>	Aseos cat. uso C1	3 KN/m <sup>2</sup>	
Cubierta ajardinada e=215 cm	43,0 KN/m <sup>2</sup>	Foyer cat. Uso C3	5 KN/m <sup>2</sup>	
Jardinería e=90cm	18,0 KN/m <sup>2</sup>	Espacio flexible cat. Uso C3	5 KN/m <sup>2</sup>	
Escalera ligera de una zanca	6,00 KN/m <sup>2</sup>	Aparcamiento cat. Uso C3	5 KN/m <sup>2</sup>	
Rampa garaje 8m ancho e=30cm	40,0 KN/m			
Barandilla perimetral	1,00 KN/m			
Vidrieras perimetrales	2,10 KN/m			
Muro cortina pesado	2,85 KN/m	<b>SOBRECARGA DE NIEVE</b>		
Subestructura lamas madera	1,85 KN/m	Cubiertas - Chicago	1,2 KN/m <sup>2</sup>	
MATERIALES				
ELEMENTO ESTRUCTURAL	TIPO DE HORMIGÓN	MODALIDAD DE CONTROL	COEF. DE SEGURIDAD	RESISTENCIA DE CÁLCULO
Forjado	HA-30/B/20/II/a	Estadístico (3)	1,5 acc 1,3	20 N/mm <sup>2</sup>
Pilares	HA-30/B/20/II/a	Estadístico (3)	1,5 acc 1,3	20 N/mm <sup>2</sup>
Cimentación	HA-30/B/20/II/a	Estadístico (3)	1,5 acc 1,3	20 N/mm <sup>2</sup>
Muro de HA	HA-30/B/20/II/a	Estadístico (3)	1,5 acc 1,3	20 N/mm <sup>2</sup>
ELEMENTO ESTRUCTURAL	TIPO DE ACERO	MODALIDAD DE CONTROL	COEF. DE SEGURIDAD	RESISTENCIA DE CÁLCULO
Forjado	B-500 SD	Estadístico (3)	1,15 acc 1,0	435 N/mm <sup>2</sup>
Pilares	B-500 SD	Estadístico (3)	1,15 acc 1,0	435 N/mm <sup>2</sup>
Cimentación	B-500 SD	Estadístico (3)	1,15 acc 1,0	435 N/mm <sup>2</sup>
Muro de HA	B-500 SD	Estadístico (3)	1,15 acc 1,0	435 N/mm <sup>2</sup>
ELEMENTO ESTRUCTURAL	TIPO DE ACERO	MODALIDAD DE CONTROL	COEF. DE SEGURIDAD	RESISTENCIA DE CÁLCULO
Pilares	S-275	—————	1,05	262 N/mm <sup>2</sup>







ACCIONES PLANTA TERCERA

**Forjado BubbleDeck BD450 e=450 mm [+10,80]**

PESO PROPIO		SOBRECARGA DE USO	
Forjado BD450	7,30 KN/m <sup>2</sup>	Cabina de proyección cat. uso C1	3 KN/m <sup>2</sup>
Tabiquería	1,00 KN/m <sup>2</sup>	Almacenamiento cat. uso C1	3 KN/m <sup>2</sup>
Pavimento calizo	1,00 KN/m <sup>2</sup>	Espacio eventos flexible cat. uso B	5 KN/m <sup>2</sup>
Falso techo + inst	0,80 KN/m <sup>2</sup>	Aseos cat. uso C1	2 KN/m <sup>2</sup>
Cubierta ajardinada e=150 cm	30,0 KN/m <sup>2</sup>	Aparcamiento cat. uso C3	2 KN/m <sup>2</sup>
Cubierta ajardinada e=210 cm	42,0 KN/m <sup>2</sup>		
Jardinera e=90cm	18,0 KN/m <sup>2</sup>		
Escalera ligera de una zanca	6,00 KN/m <sup>2</sup>		
Rampa garaje 8m ancho e=30cm	40,0 KN/m		
Barandilla perimetral	1,00 KN/m		
Vidrieras perimetrales	2,10 KN/m		
Muro cortina pesado	2,85 KN/m		
Subestructura lamas madera	1,85 KN/m		
		SOBRECARGA DE NIEVE	
		Cubiertas - Chicago	1,2 KN/m <sup>2</sup>

ACCIONES PLANTA CUARTA

**Forjado BubbleDeck BD450 e=450 mm [+14,40]**

PESO PROPIO		SOBRECARGA DE USO	
Forjado BD450	7,30 KN/m <sup>2</sup>	Cubierta ajardinada cat. uso F	5 KN/m <sup>2</sup>
Tabiquería	1,00 KN/m <sup>2</sup>	Espacio de trabajo grupal cat. uso C1	3 KN/m <sup>2</sup>
Pavimento calizo	1,00 KN/m <sup>2</sup>	Aseos cat. uso C1	2 KN/m <sup>2</sup>
Falso techo + inst	0,80 KN/m <sup>2</sup>	Espacio flexible cat. Uso C3	5 KN/m <sup>2</sup>
Cubierta ajardinada e=275 cm	55,0 KN/m <sup>2</sup>	Aparcamiento cat. Uso C3	2 KN/m <sup>2</sup>
Cubierta ajardinada e=365 cm	73,0 KN/m <sup>2</sup>		
Jardinera e=90cm	18,0 KN/m <sup>2</sup>		
Escalera ligera de una zanca	6,00 KN/m <sup>2</sup>		
Rampa garaje 8m ancho e=30cm	40,0 KN/m		
Barandilla perimetral	1,00 KN/m		
Vidrieras perimetrales	2,10 KN/m		
Muro cortina pesado	2,85 KN/m		
Subestructura lamas madera	1,85 KN/m		
		SOBRECARGA DE NIEVE	
		Cubiertas - Chicago	1,2 KN/m <sup>2</sup>

ACCIONES PLANTA QUINTA

**Forjado BubbleDeck BD450 e=450 mm [+18,00]**

PESO PROPIO		SOBRECARGA DE USO	
Forjado BD450	7,30 KN/m <sup>2</sup>	Espacio de trabajo indiv. cat. uso C1	3 KN/m <sup>2</sup>
Tabiquería	1,00 KN/m <sup>2</sup>	Espacio flexible cat. Uso C3	5 KN/m <sup>2</sup>
Pavimento calizo	1,00 KN/m <sup>2</sup>	Aseos cat. uso C1	2 KN/m <sup>2</sup>
Falso techo + inst	0,80 KN/m <sup>2</sup>	Aparcamiento cat. Uso C3	2 KN/m <sup>2</sup>
Jardinera e=90cm	18,0 KN/m <sup>2</sup>		
Escalera ligera de una zanca	6,00 KN/m <sup>2</sup>		
Rampa garaje 8m ancho e=30cm	40,0 KN/m		
Barandilla perimetral	1,00 KN/m		
Vidrieras perimetrales	2,10 KN/m		
Muro cortina pesado	2,85 KN/m		
Subestructura lamas madera	1,85 KN/m		
		SOBRECARGA DE NIEVE	
		Cubiertas - Chicago	1,2 KN/m <sup>2</sup>

MATERIALES

ELEMENTO ESTRUCTURAL	TIPO DE HORMIGÓN	MODALIDAD DE CONTROL	COEF. DE SEGURIDAD	RESISTENCIA DE CÁLCULO
Forjado	HA-30/B/20/II/a	Estadístico (3)	1,5 acc 1,3	20 N/mm <sup>2</sup>
Pilares	HA-30/B/20/II/a	Estadístico (3)	1,5 acc 1,3	20 N/mm <sup>2</sup>
Cimentación	HA-30/B/20/II/a	Estadístico (3)	1,5 acc 1,3	20 N/mm <sup>2</sup>
Muro de HA	HA-30/B/20/II/a	Estadístico (3)	1,5 acc 1,3	20 N/mm <sup>2</sup>

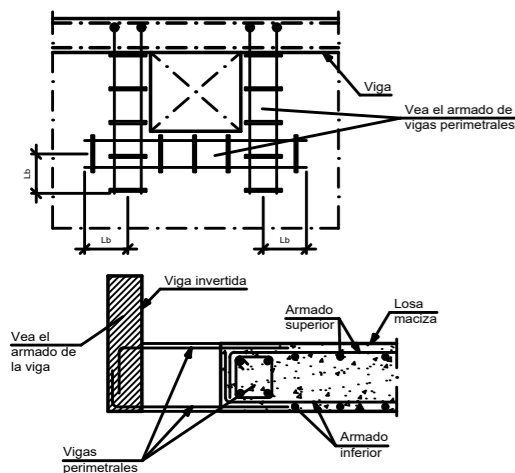
  

ELEMENTO ESTRUCTURAL	TIPO DE ACERO	MODALIDAD DE CONTROL	COEF. DE SEGURIDAD	RESISTENCIA DE CÁLCULO
Forjado	B-500 SD	Estadístico (3)	1,15 acc 1,0	435 N/mm <sup>2</sup>
Pilares	B-500 SD	Estadístico (3)	1,15 acc 1,0	435 N/mm <sup>2</sup>
Cimentación	B-500 SD	Estadístico (3)	1,15 acc 1,0	435 N/mm <sup>2</sup>
Muro de HA	B-500 SD	Estadístico (3)	1,15 acc 1,0	435 N/mm <sup>2</sup>

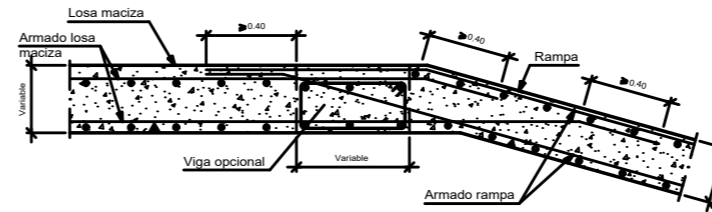
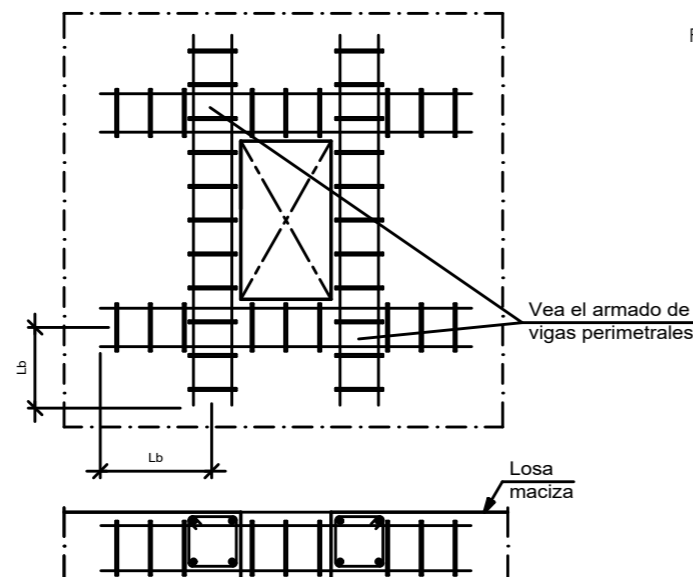
  

ELEMENTO ESTRUCTURAL	TIPO DE ACERO	MODALIDAD DE CONTROL	COEF. DE SEGURIDAD	RESISTENCIA DE CÁLCULO
Pilares	S-275		1,05	262 N/mm <sup>2</sup>

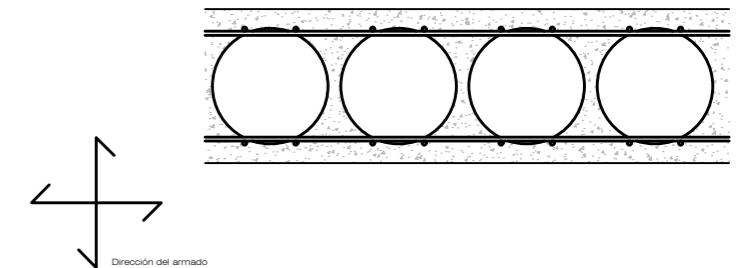
FORJADO 3

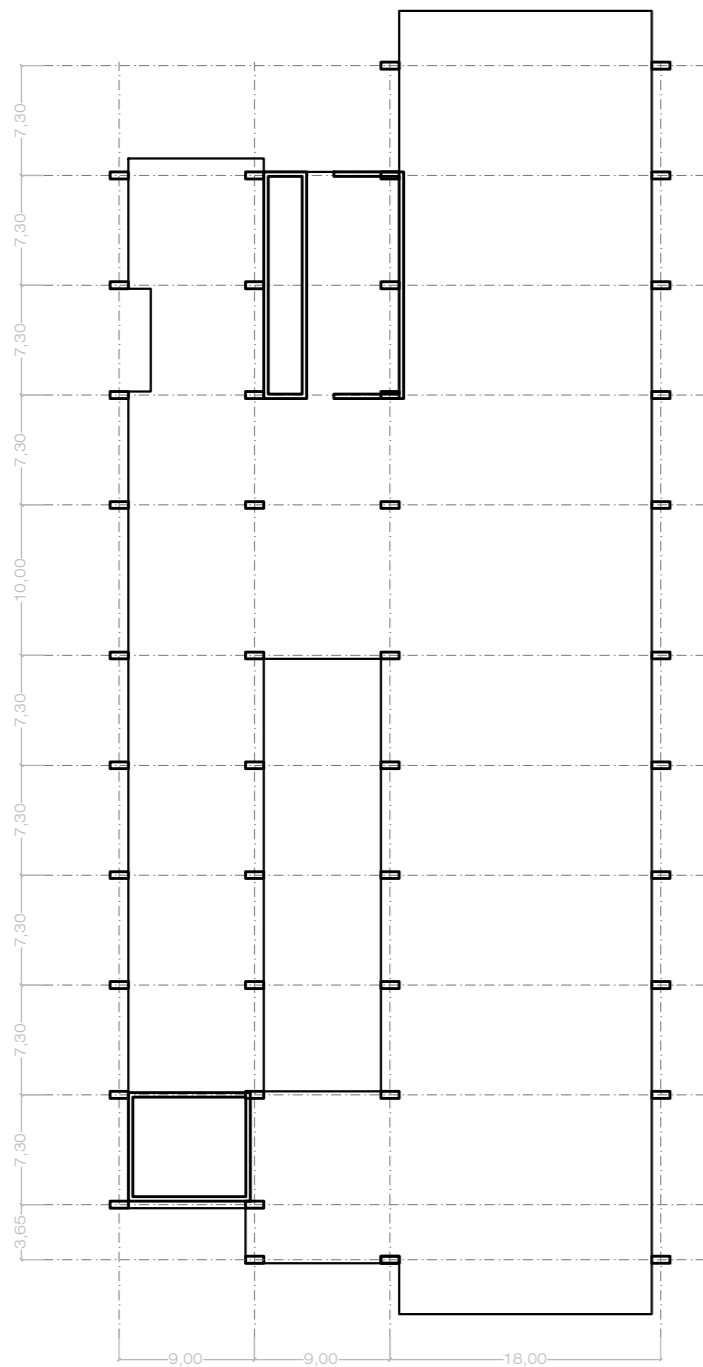


FORJADO 4 - 5

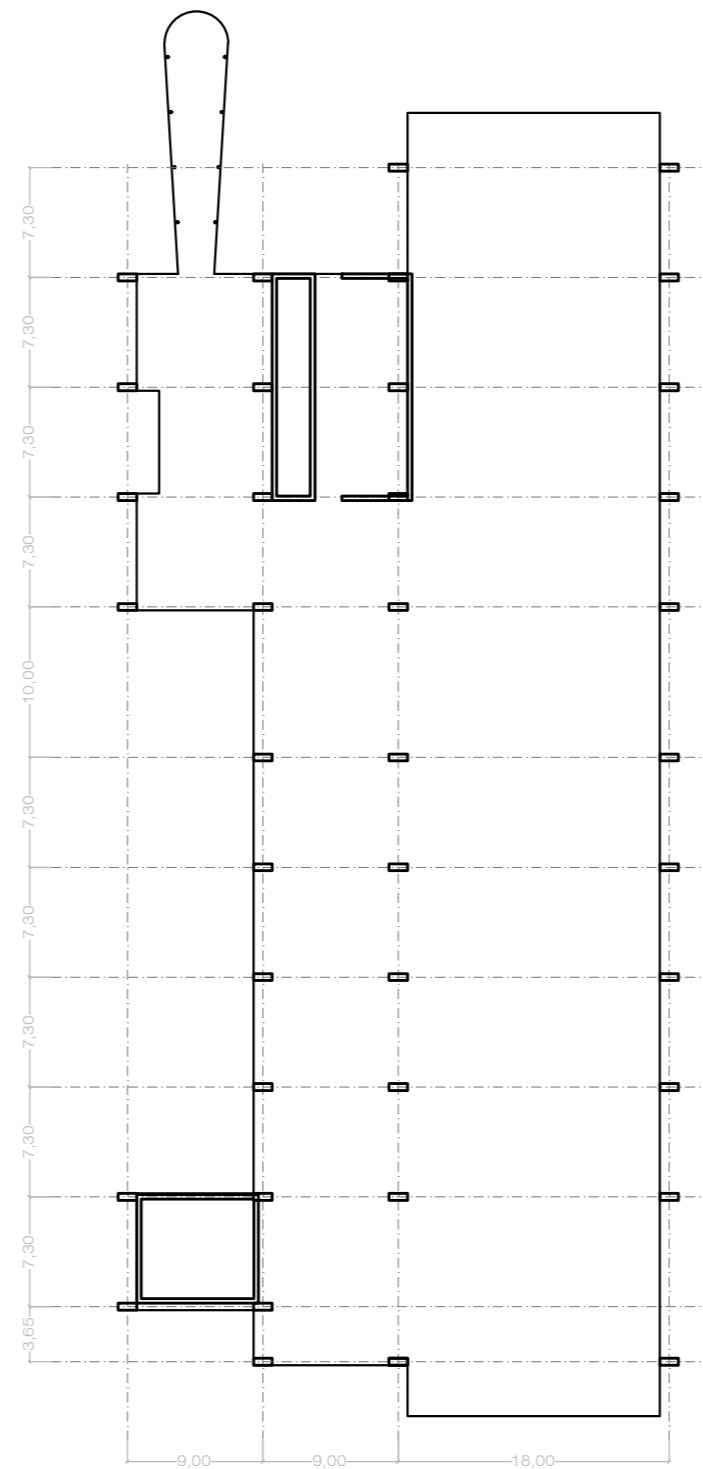


E: 1/500



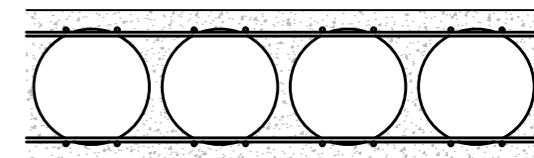


FORJADO 6



FORJADO 7

ACCIONES PLANTA SEXTA				
<b>Forjado BubbleDeck BD450 e=450 mm [+21,60]</b>				
<b>PESO PROPIO</b>		<b>SOBRECARGA DE USO</b>		
Forjado BD450	7,30 KN/m <sup>2</sup>	Espacio flexible cat. uso B		5 KN/m <sup>2</sup>
Tabiquería	1,00 KN/m <sup>2</sup>	Aseos cat. uso C1		2 KN/m <sup>2</sup>
Pavimento calizo	1,00 KN/m <sup>2</sup>	Aparcamiento cat. uso C3		2 KN/m <sup>2</sup>
Falso techo + inst	0,80 KN/m <sup>2</sup>			
Jardinería e=90cm	18,0 KN/m <sup>2</sup>			
Cubierta ajardinada e=365 cm	73,0 KN/m <sup>2</sup>			
Escalera ligera de una zanca	6,00 KN/m <sup>2</sup>			
Rampa garaje 8m ancho e=30cm	40,0 KN/m			
Barandilla perimetral	1,00 KN/m			
Vidrieras perimetrales	2,10 KN/m			
Muro cortina pesado	2,85 KN/m			
Subestructura lamas madera	1,85 KN/m			
		<b>SOBRECARGA DE NIEVE</b>		
		Cubiertas - Chicago		1,2 KN/m <sup>2</sup>
ACCIONES PLANTA SEPTIMA				
<b>Forjado BubbleDeck BD450 e=450 mm [+25,20]</b>				
<b>PESO PROPIO</b>		<b>SOBRECARGA DE USO</b>		
Forjado BD450	7,30 KN/m <sup>2</sup>	Sala recreativa cat. uso C4		5 KN/m <sup>2</sup>
Tabiquería	1,00 KN/m <sup>2</sup>	Almacén y control cat. uso C1		3 KN/m <sup>2</sup>
Pavimento calizo	1,00 KN/m <sup>2</sup>	Aseos cat. uso C1		2 KN/m <sup>2</sup>
Falso techo + inst	0,80 KN/m <sup>2</sup>	Espacio flexible cat. uso C3		5 KN/m <sup>2</sup>
Cubierta ajardinada e=275 cm	55,0 KN/m <sup>2</sup>	Bar cat. uso D1		5 KN/m <sup>2</sup>
Cubierta ajardinada e=365 cm	73,0 KN/m <sup>2</sup>	Restaurante cat. uso D1		5 KN/m <sup>2</sup>
Jardinería e=90cm	18,0 KN/m <sup>2</sup>	Vestuario trabajadores cat. uso C1		2 KN/m <sup>2</sup>
Escalera ligera de una zanca	6,00 KN/m <sup>2</sup>			
Rampa garaje 8m ancho e=30cm	40,0 KN/m			
Barandilla perimetral	1,00 KN/m			
Vidrieras perimetrales	2,10 KN/m			
Muro cortina pesado	2,85 KN/m			
Subestructura lamas madera	1,85 KN/m			
		<b>SOBRECARGA DE NIEVE</b>		
		Cubiertas - Chicago		1,2 KN/m <sup>2</sup>
MATERIALES				
ELEMENTO ESTRUCTURAL	TIPO DE HORMIGÓN	MODALIDAD DE CONTROL	COEF. DE SEGURIDAD	RESISTENCIA DE CÁLCULO
Forjado	HA-30/B/20/II/a	Estadístico (3)	1,5 acc 1,3	20 N/mm <sup>2</sup>
Pilares	HA-30/B/20/II/a	Estadístico (3)	1,5 acc 1,3	20 N/mm <sup>2</sup>
Cimentación	HA-30/B/20/II/a	Estadístico (3)	1,5 acc 1,3	20 N/mm <sup>2</sup>
Muro de HA	HA-30/B/20/II/a	Estadístico (3)	1,5 acc 1,3	20 N/mm <sup>2</sup>
ELEMENTO ESTRUCTURAL	TIPO DE ACERO	MODALIDAD DE CONTROL	COEF. DE SEGURIDAD	RESISTENCIA DE CÁLCULO
Forjado	B-500 SD	Estadístico (3)	1,15 acc 1,0	435 N/mm <sup>2</sup>
Pilares	B-500 SD	Estadístico (3)	1,15 acc 1,0	435 N/mm <sup>2</sup>
Cimentación	B-500 SD	Estadístico (3)	1,15 acc 1,0	435 N/mm <sup>2</sup>
Muro de HA	B-500 SD	Estadístico (3)	1,15 acc 1,0	435 N/mm <sup>2</sup>
ELEMENTO ESTRUCTURAL	TIPO DE ACERO	MODALIDAD DE CONTROL	COEF. DE SEGURIDAD	RESISTENCIA DE CÁLCULO
Pilares	S-275	-----	1,05	262 N/mm <sup>2</sup>



E: 1/500

**CENTRO DE ALUMNOS**  
**UNIVERSIDAD DE CHICAGO**  
MEMORIA TÉCNICA

Alumno: **Miguel Ángel López López**  
Tutor: **Enrique Fernández-Vivancos González**

Master en Arquitectura  
Escuela Técnica Superior de Arquitectura  
Universidad Politécnica de Valencia

Curso académico 2019 - 2020



UNIVERSITAT  
POLITÈCNICA  
DE VALÈNCIA



ESCOLA TÈCNICA  
SUPERIOR  
D'ARQUITECTURA

# ÍNDICE

<b>I. MEMORIA CONSTRUCTIVA</b>	<b>4</b>
<b>Construcción</b>	
Introducción	5
Exterior	7
Fachadas	12
Acabados	15
<b>II. MEMORIA ESTRUCTURAL</b>	<b>18</b>
<b>Estructura</b>	
Materialidad	19
Cálculo y dimensionado	21
Planos estructurales	28
<b>III. MEMORIA INSTALACIONES</b>	<b>32</b>
<b>Instalaciones</b>	
Electricidad e iluminación	33
Iluminación	34
Telecomunicaciones	35
Climatización	36
Renovación del aire	37
Saneamiento	38
Fontanería	40
<b>IV. MEMORIA CUMPLIMIENTO CTE</b>	<b>42</b>
<b>Cumplimiento CTE</b>	
Protección contra incendios	43
Accesibilidad	46
Protección contra el ruido	50
Ahorro de energía	54



**I. MEMORIA  
CONSTRUCTIVA**

II. MEMORIA  
ESTRUCTURAL

III. MEMORIA  
INSTALACIONES

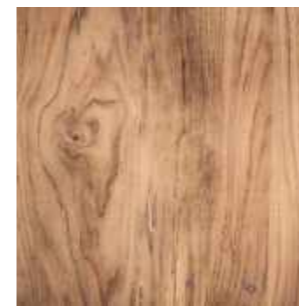
IV. MEMORIA  
CUMPLIMIENTO  
CTE



### **BIOFÍLIA Y ARQUITECTURA**

La solución constructiva planteada para el proyecto tiene una vinculación directa con el concepto y el carácter formal del edificio. En este caso, es su conexión con la naturaleza, en lo que se conoce como biofilia. La biofilia es nuestro sentido de conexión con la naturaleza, una atracción subconsciente hacia todo lo que está vivo. Al estar en contacto con la naturaleza se producen respuestas fisiológicas que reducen el estrés, ayudan en procesos regenerativos y aumentan la satisfacción y productividad.

La relación entre la biofilia y la arquitectura se basa en la eliminación del límite entre arquitectura y paisaje. Esto se puede producir de tres maneras generales que son la naturaleza en el espacio, la naturaleza del espacio, y patrones naturales análogos.



## BIOFÍLIA EN EL PROYECTO

La materialidad, vegetación y detalles constructivos del proyecto responden a la idea de generar una conexión entre el usuario y la naturaleza. Con este fin, se emplean a lo largo del proyecto distintos recursos que crean esa conexión. Los recursos son los siguientes:

### Conexión visual con la naturaleza

Esta conexión se basa en tener vistas a elementos naturales, sistemas vivos y procesos naturales. El proyecto consigue tener estas vistas mediante un enfoque a las zonas verdes colindantes y el uso de cubiertas ajardinadas a las cuales vuelcan directamente el programa.

### Presencia de agua

Se trata de una condición que mejora la experiencia de un lugar mediante la vista, el ruido o el tacto. El agua está presente en una lámina de agua junto a la plaza, pero también en el sistema de gárgolas que conducen parte del agua pluvial de una terraza ajardinada a la siguiente hasta desembocar en la lámina de agua.

### Conexión material con la naturaleza

Se logra con el uso de materiales y elementos de la naturaleza que, siendo mínimamente procesados, reflejan la ecología o geología local y crean una sensación particular de lugar. Para ello se emplean materiales de origen natural a lo largo del proyecto, como en las lamas de madera o los pavimentos pétreos.

### Luz dinámica y difusa

Aprovecha las diferentes intensidades de luz y sombra que cambian con el tiempo para crear condiciones que ocurren en la naturaleza. Las lamas de madera de la fachada contribuyen a crear este efecto, filtrando la luz y variando a lo largo del día.

### Perspectiva

Una vista sin obstáculos sobre una larga distancia, que aporta una sensación de vigilancia y escala. Esta perspectiva ha sido fundamental a la hora de desarrollar el proyecto, incluyendo dos miradores panorámicos a la vez que también se enmarcan puntualmente vistas específicas.



Pavimento caliza interior



Pavimento granito exterior



#### **PAVIMENTACIÓN EXTERIOR**

Se pretende conseguir una cohesión entre los espacios exteriores, tanto en la plaza como en las cubiertas, y crear una lectura continuada. Por tanto, se elige un mismo material para los pavimentos exteriores, baldosas de granito. Este material presenta un comportamiento idóneo como pavimento de exterior, al tener una gran resistencia a la abrasión y el tráfico de personas. Además es un material local, al haber canteras cercanas, en Indiana, facilitando su transporte y reduciendo su coste económico y ecológico.

Las baldosas de granito también se emplearán en las gradas del campo de fútbol y en las gradas escalonadas hacia la plaza. En este último caso, se usan tanto en exterior como en su extensión al interior, para remarcar la continuidad de la forma y favorecer la relación interior-exterior.

Se opta por un acabado abujardado para mayor durabilidad y mejor comportamiento antideslizante.

#### **PAVIMENTACIÓN INTERIOR**

Para los pavimentos interiores también se utilizan baldosas de pétreas. En este caso se trata de piedra caliza procedente de una cantera local. Esta piedra será la misma que se use para el acabado en fachada, dando un aspecto homogéneo al proyecto y contrastando con el granito oscuro del pavimento exterior.





### **MOBILIARIO URBANO**

Se dispondrán bancos longitudinales de acero con lamas de madera en la plaza y cubiertas ajardinadas del proyecto, a modo de descanso y reunión. Los bancos serán de la marca mmcité, e incorporan además luces LED en su cara inferior para iluminar el entorno de forma discreta.

En cuanto a las papeleras serán también de la misma marca y de la misma materialidad. Las papeleras se ubicarán en las zonas exteriores y próximas a los bancos.

La plaza incluirá además un espacio como aparcamiento para bicis, con aparcaderos de la misma marca y misma materialidad para dar una respuesta homogénea.

En las cubiertas ajardinadas, especialmente en la zona asociada al trabajo grupal, se incluyen mesas de picnic de acero con bancos integrados, a modo de espacio de reunión. Este modelo también es de mmcité.



### **ILUMINACIÓN EXTERIOR**

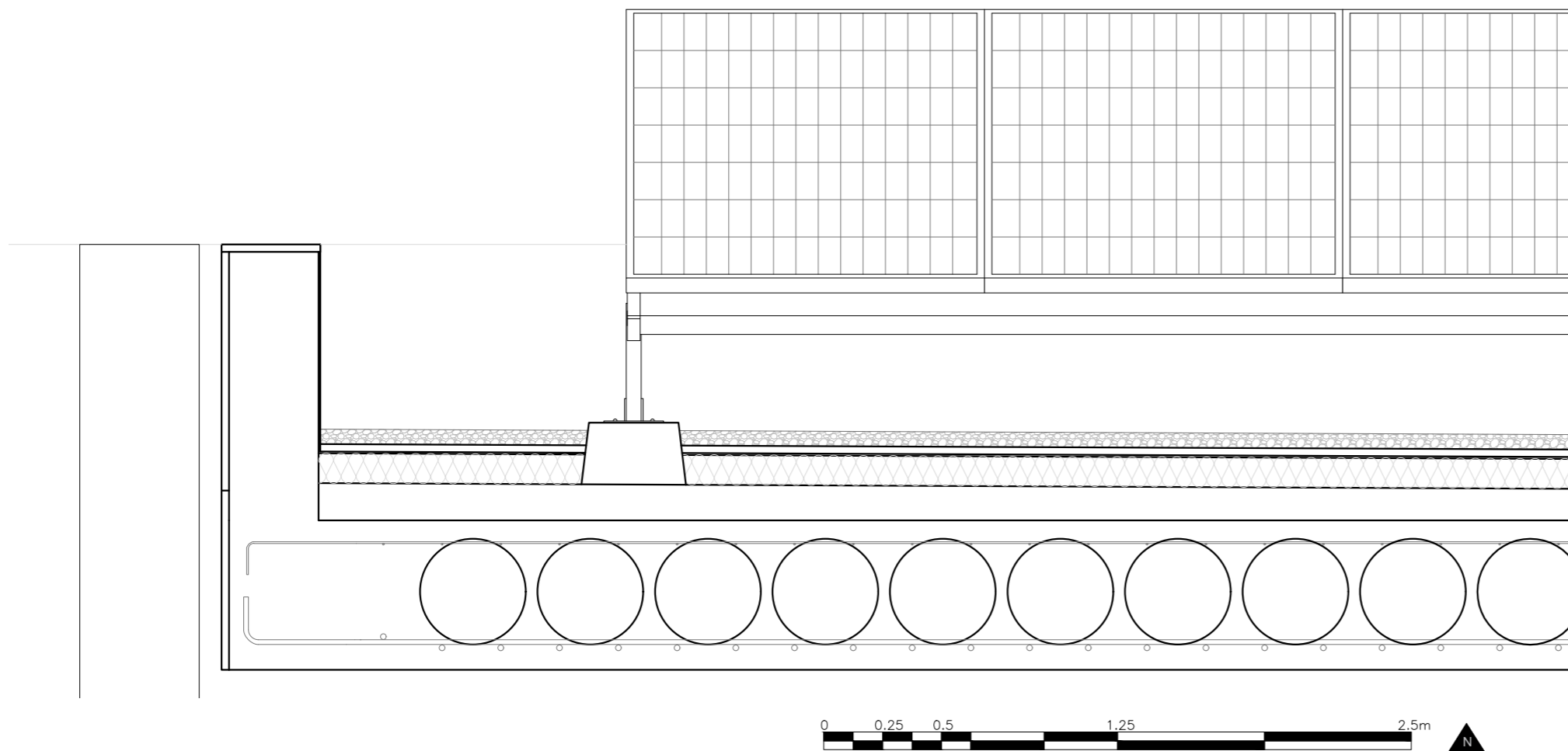
Consiste en luminarias que se disponen a lo largo de todo el proyecto en las distintas cubiertas ajardinadas o en la plaza, teniendo en cuenta la disposición de los árboles y otros elementos para no generar sombras, con la intención de asegurar un nivel mínimo de iluminación adecuado en todo el proyecto. Para tal fin se utilizan dos sistemas:

#### **Mástiles con proyectores**

Se sitúan en el lateral oeste de la plaza, orientando los proyectores hacia el centro asegurando la correcta iluminación de todo el espacio. El modelo elegido es el Multiwoody, de la casa Iguzzini.

#### **Proyectores en las fachadas**

Situados en las cubiertas vegetales, están dirigidos hacia las fachadas del propio edificio para iluminarlo por la noche, actuando como como reflector produciendo una iluminación indirecta. Este sistema también se emplea en el invernadero para iluminarlo por la noche y crear un efecto linterna para el campus.



**PANELES FOTOVOLTAICOS**

Se propone la instalación de paneles fotovoltaicos en la cubierta no transitable del proyecto. La energía generada por este medio compensa en parte la consumida por el edificio y por tanto reduce su huella energética.

En un momento inicial esta energía producida sería vertida a la red, sin embargo su objetivo a largo plazo sería distinto. Con el aumento en el número de coches eléctricos, esta instalación se dedicaría exclusivamente a la carga de los vehículos del parking. Para ello se complementaría la instalación con unas baterías que almacenasen la energía producida. Estas baterías además supondrían una fuente energética de emergencia en caso de fallo de la red eléctrica.

Los paneles se instalan en dos zonas. La primera es directamente sobre la cubierta no transitable del restaurante y de la zona de ocio. La segunda zona es a la misma altura pero sobre una subestructura metálica ligera. Esta subestructura junto con los paneles fotovoltaicos funcionan como pérgola y crean un espacio exterior pero parcialmente cubierto en la azotea. De esta forma se integran los paneles como un elemento decorativo y funcional.



Almez americano

Hiedra

Arce rojo americano

Picea azul

Árbol de judas

**VEGETACIÓN**

La vegetación es una parte importante en este proyecto, por su papel protagonista en la imagen del mismo. Las limitaciones que se han tenido en cuenta a la hora de escoger la vegetación son el clima y la viabilidad de ser plantadas en cubiertas ajardinadas. Por ello, se utilizan árboles y plantas típicas del estado de Illinois con raíces poco profundas.

Para las cubiertas ajardinadas, se plantea el uso de árboles de menor dimensión y de hoja caduca, de modo que dejen pasar el sol en invierno al interior y hagan de filtro en verano. También así, dotan de color y temporalidad al espacio interior. Principalmente el arbolado será caducifolio pero dispondrá alguna especie de hoja perenne, para atender a las adversidades climatológicas.

En concreto las tipologías elegidas para el proyecto son:

**Arce rojo americano (*Acer Rubrum*)**

Es uno de los árboles caducos más comunes y extendidos del este de norteamérica. Es un árbol de tamaño medio-grande que alcanza alturas de 20-30 m. Las ramas del arce rojo van de rojo a grisáceo-marrón, además de cambiar de color durante el año.

**Árbol de judas (*Cercis Siliquastrum*)**

Árbol caducifolio de talla pequeña que alcanza normalmente de 4 a 6 m de altura pero puede llegar hasta los 15,1 m. A principios de la primavera se cubre de flores rosas, que aparecen antes que las hojas. El tronco es de madera lisa y clara, tornándose tortuosa y negra con la edad.

**Picea azul (*Picea Pungens*)**

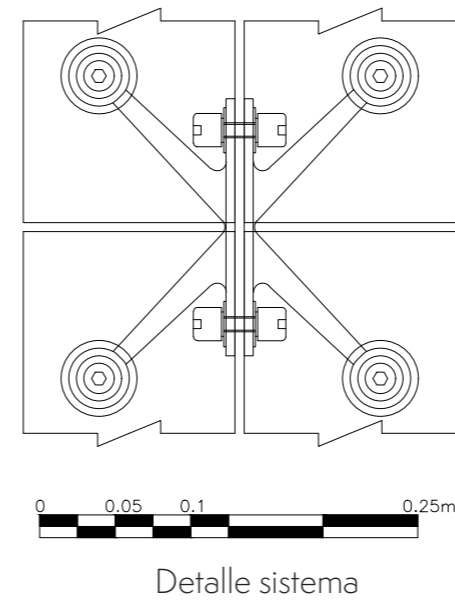
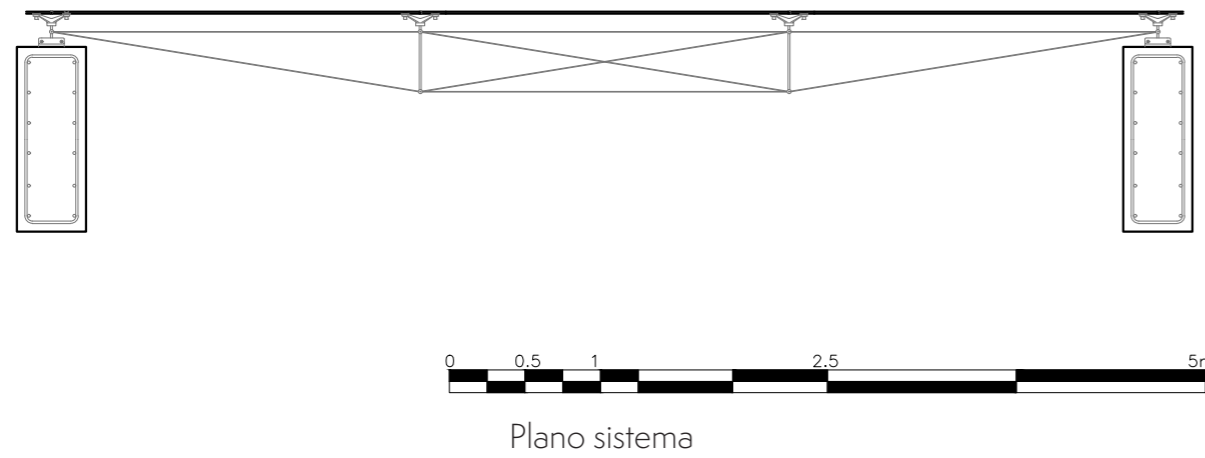
Especie perennifolia originaria de las montañas rocosas de los Estados Unidos. En un entorno salvaje puede crecer hasta los 23 m, sin embargo en jardines no suele alcanzar los 25 m. Cultivada con fines ornamentales por su follaje contrastante.

**Almez americano (*Celtis Occidentalis*)**

Árbol caduco nativo de norteamérica. Se trata de una especie de altura media, alcanzando una altura de 9 a 15 m. Se caracteriza por un tronco claro y abunda por el campus de la Universidad de Chicago

**Hiedra (*Hedera Helix*)**

Es una planta trepadora de hoja perenne que ha sido ampliamente utilizada. Su localización en el proyecto es a lo largo de la fachada oeste y en las jardineras, tanto interiores como exteriores, a modo de planta colgante.



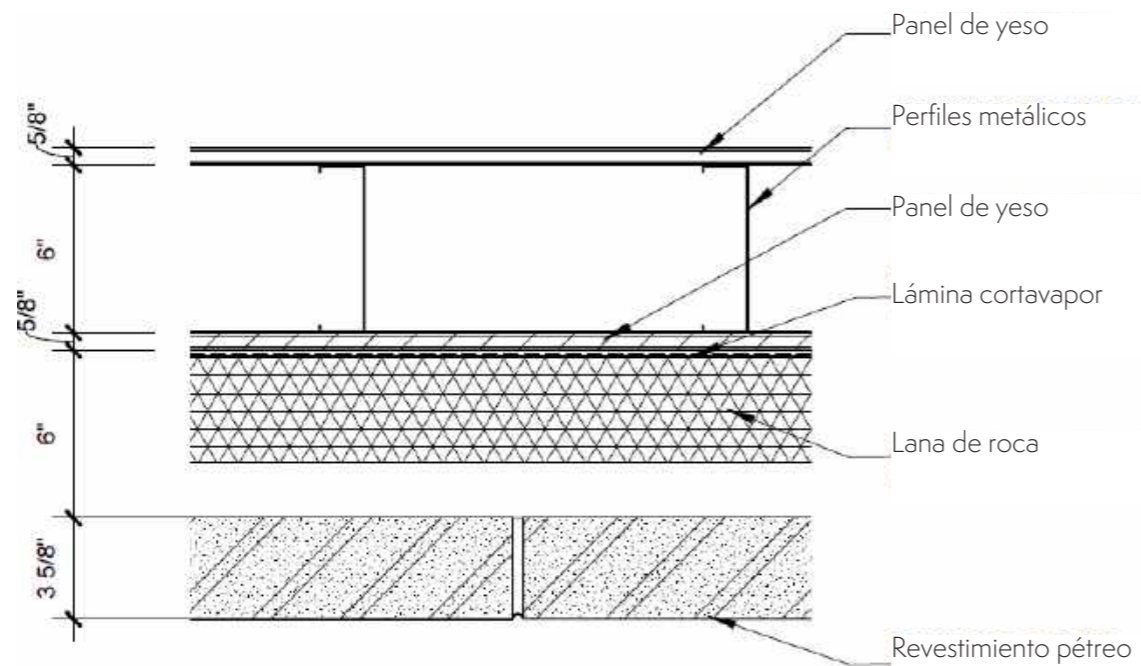
**MURO CORTINA**

Sistema en donde el soporte es provisto por conectores de estabilización como tensores, costillas de vidrio o pilares de acero, que se ubican adosados a la superficie de vidrio mediante herrajes estructurales llamados arañas.

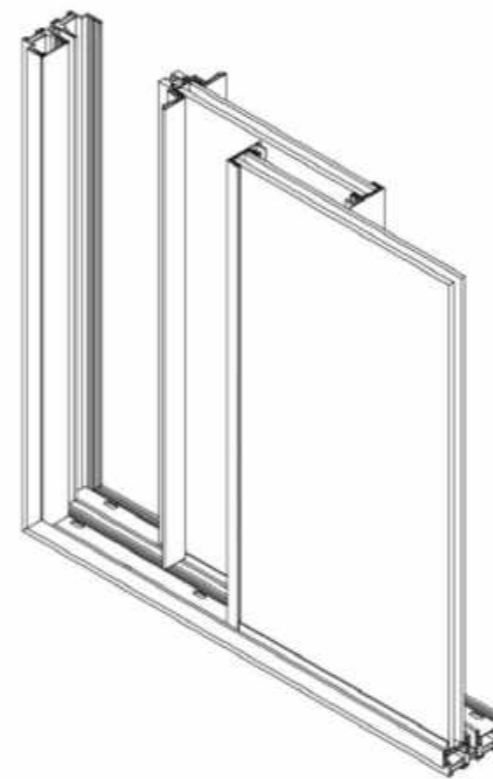
Este sistema de fachada permite realizar una amplia variedad de estructuras en fachadas. Están diseñados de acuerdo con las especificaciones de calidad más estrictos, para garantizar una estanqueidad perfecta y un total aislamiento térmico y acústico.

Es ideal cuando se quiere tener solo fachada de vidrio en el exterior. Se compone de vidrio en el exterior y en el interior atrapado por acero Spider Glass.

En el proyecto se utiliza como fachada en el invernadero, creando el efecto de una caja de vidrio ligera. La fachada se ancla en la estructura de hormigón.



Detalle muro exterior



Detalle carpinterías

### FACHADA PÉTREA

Los muros exteriores del proyecto siguen dos tipologías según el programa que se encuentre al otro lado. En zonas donde el muro esté reteniendo tierra o sea un muro estructural, se tratará de un muro de hormigón armado. En el resto de situaciones, será un sistema de tabiques metálicos.

Sin embargo, ambas tipologías tendrán el mismo acabado pétreo. La piedra escogida son baldosas de piedra caliza, procedentes también de una cantera cercana, en Indiana. Esta piedra más clara contrasta con el granito más oscuro escogido para el pavimento.

Para los muros de tabiques metálicos se emplea un sistema estandar americano de perfiles metálicos de 4 x 6 pulgadas cada pie. Como aislamiento térmico se opta por la lana de roca, un material con menor huella de carbono comparado con aquellos derivados del petróleo.

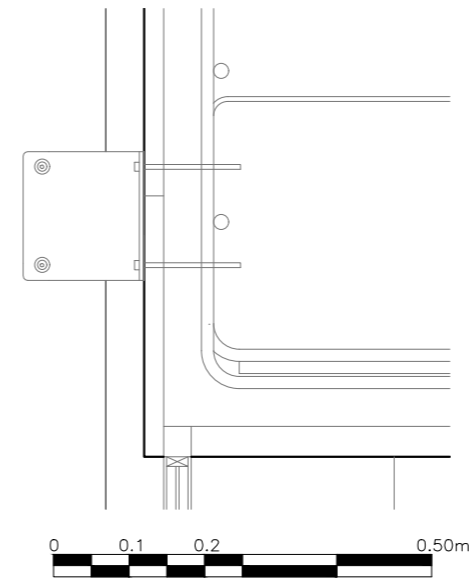
### CERRAMIENTOS DE VIDRIO

Con la intención de generar un paramento de vidrio lo más ligero y continuo posible, se han elegido carpinterías correderas de aluminio birail de Panoramah. La disposición de paños correderos superpuestos permite que los montantes tengan una dimensión de tan solo 2 cm de espesor y por tanto minimizar su impacto.

La dimensión de los paños se ajusta a la modulación del edificio y será de 6 pies (1,82 m) de ancho por 10 pies (3 m) de alto. Los paños irán sujetos a un montante superior, quedando estos suspendidos. El carril inferior tiene la función de guía. Con esto se consigue minimizar el peso y deslizarse con mayor facilidad. Además de permitir el desmontaje para la limpieza y la renovación de aire por si perfilaría en la parte inferior.



Detalle anclaje lamas



**LAMAS EN FACHADA**

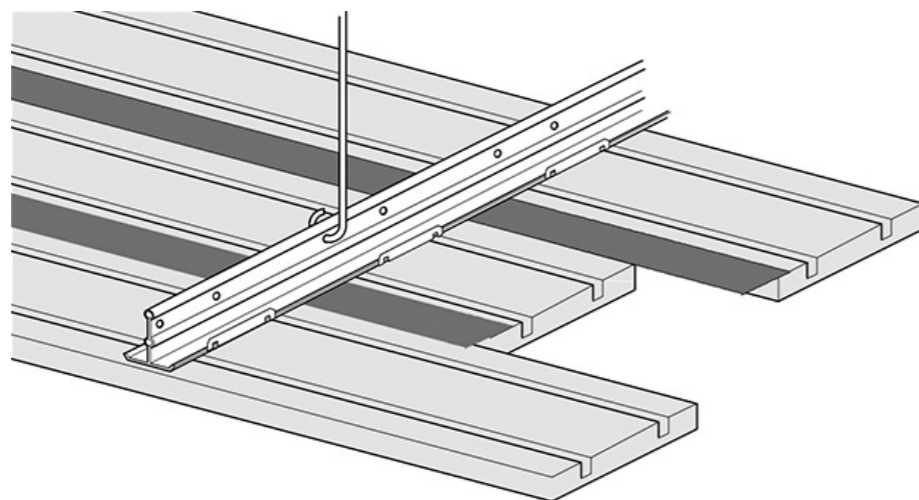
Las lamas de madera tienen una doble función en el proyecto, que es unificar las fachadas bajo un mismo lenguaje a la vez que proporcionar un soleamiento adecuado en el interior. Además de esto, la verticalidad de estos elementos refuerza la imagen de los pilares apantallados en fachada, integrándose en el proyecto.

El sistema escogido son lamas fijas de madera. Estas lamas se anclan directamente sobre los forjados o muros de hormigón, asegurando su resistencia. Este sistema permite además el fácil recambio de lamas en caso de desperfecto o mantenimiento.

Se escogen lamas de madera para aportar calidez al proyecto, tanto en el color de la madera como en la luz indirecta que se tamiza a través de la fachada. Las lamas también producen un juego de luces y sombras en el interior que cambia según la hora y el día, produciendo un efecto similar a los árboles en un bosque.



Detalle falso techo



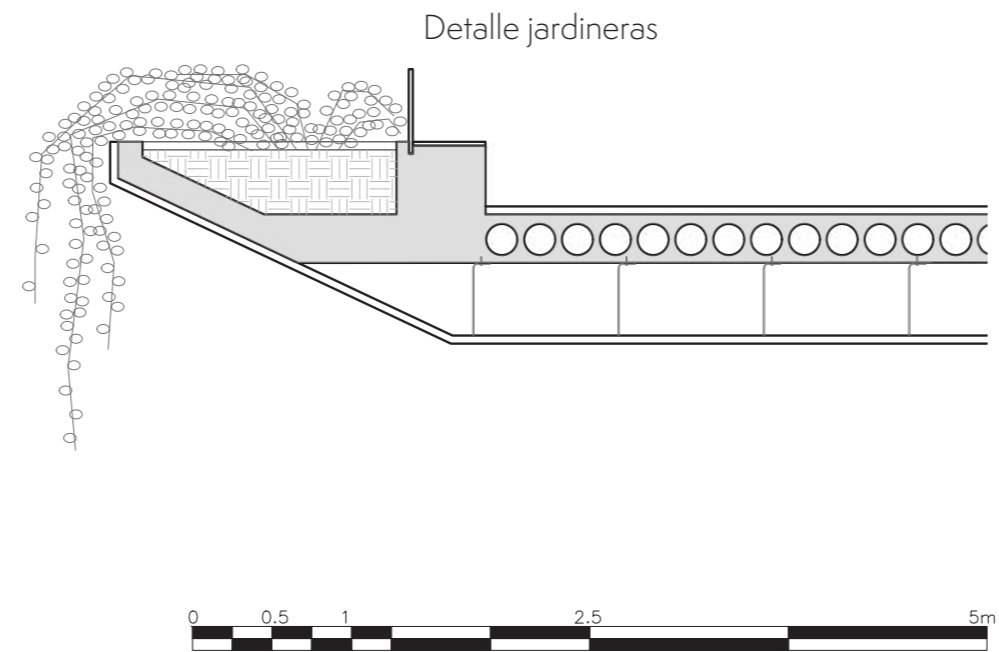
### **FALSOS TECHOS**

El acabado para los falsos techos escogido es un sistema lineal de madera que crea un ambiente agradable a la vez que ser duradero. Se trata de un material de una baja huella de carbono, normalmente neutra, y totalmente reciclable. El tipo de madera empleado es de roble rojo americano, una especie autóctona de norteamérica.

Estos falsos techos presentan un buen comportamiento acústico, algo esencial para esta clase de espacios. La linealidad del sistema juega con la linealidad de las bandas, resaltándola a la vez que integrándose en ella.

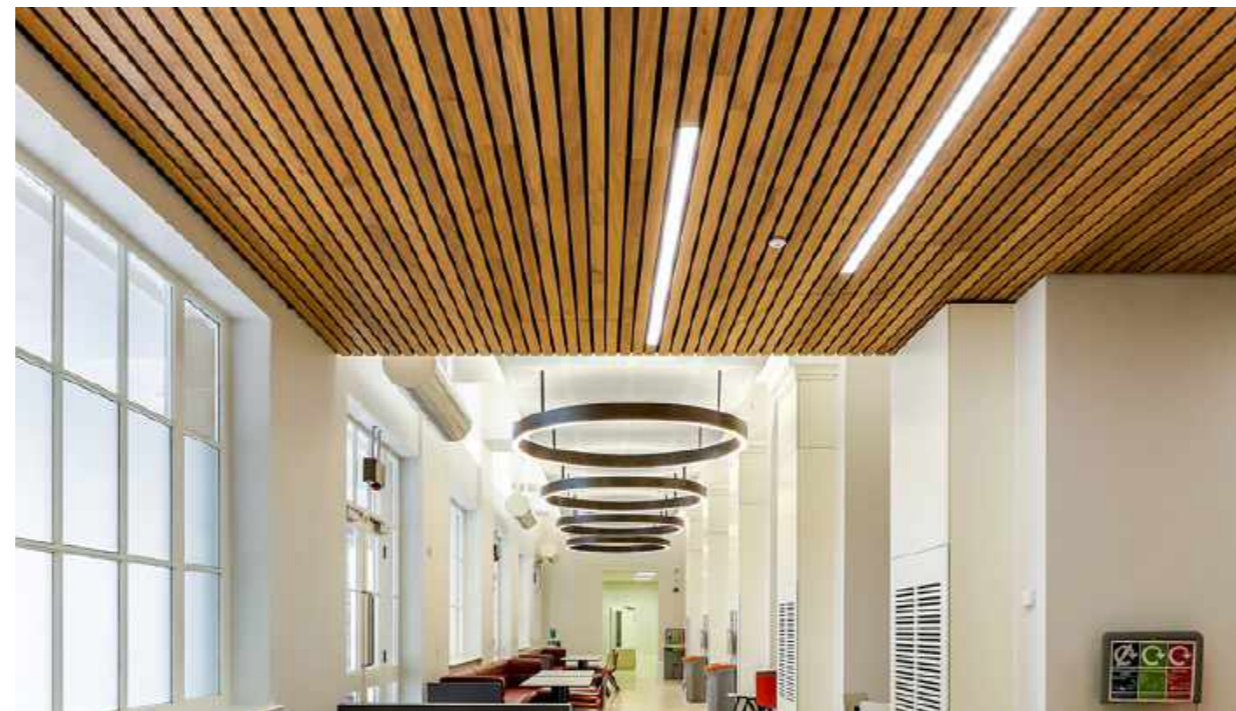
Los falsos techos tienen en lugares puntuales una extensión al exterior, para dar continuidad interior-exterior y crear elementos con mayor peso visual. En estos casos y para evitar puentes térmicos o posibles problemas constructivos, se interrumpe el falso techo con el cerramiento de vidrio. Dejando un estrecho margen de 10 cm a ambos lados de la carpintería, se prolonga visualmente el falso techo al exterior sin comprometer la calidad constructiva del proyecto.





### **JARDINERAS INTERIORES**

Un aspecto fundamental del proyecto es su integración con la naturaleza, lo cual incluye también en los espacios interiores. Por este motivo, en el invernadero de múltiples plantas que conforma el atrio de entrada se incluye vegetación en forma de árboles en maceteros de la planta baja y de jardineras. Las jardineras se sitúan por tanto en la desembocadura de cada planta hacia el atrio acristalado, sirviendo de barrera. Para integrarlas con el proyecto, se prolonga el falso techo de madera para recoger las jardineras y dar la sensación de ser una extensión del propio forjado.

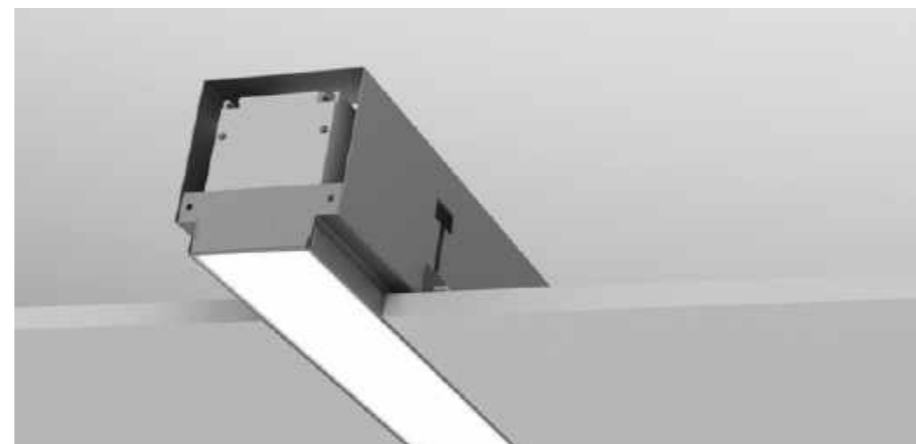


### **MOBILIARIO**

A la hora de amueblar el proyecto también se opta por muebles de materiales naturales. Siguiendo esta línea se da prioridad al mobiliario hecho con madera. Para las sillas y mesas del proyecto se apuesta por modelos que favorezcan la flexibilidad del espacio.

Con estos dos criterios en mente, se escogen las sillas Loto del fabricante Mara. Estas sillas combinan la ligereza y versatilidad necesarias para poder crear espacios flexibles a la vez que combinar con los materiales del proyecto.

Para las mesas del proyecto se escoge el modelo Ports Table del fabricante BENE. Este modelo combina con los colores y materiales de las sillas a la vez que siendo ligero, facilitando su desplazamiento.



### **ILUMINACIÓN**

La iluminación del interior del edificio se proyecta para potenciar la idea generadora del proyecto.

Se emplean luminarias lineales integradas en el falso techo en aquellas zonas con un programa de menor escala. Estas luminarias siguen la linealidad del falso techo a la vez que iluminan adecuadamente los espacios.

En los programas de mayor escala como el food hall, auditorio o el espacio de eventos, se opta por luminarias de mayor escala. El modelo escogido sigue una forma circular, con acabados en negro que combinan con el resto del mobiliario.

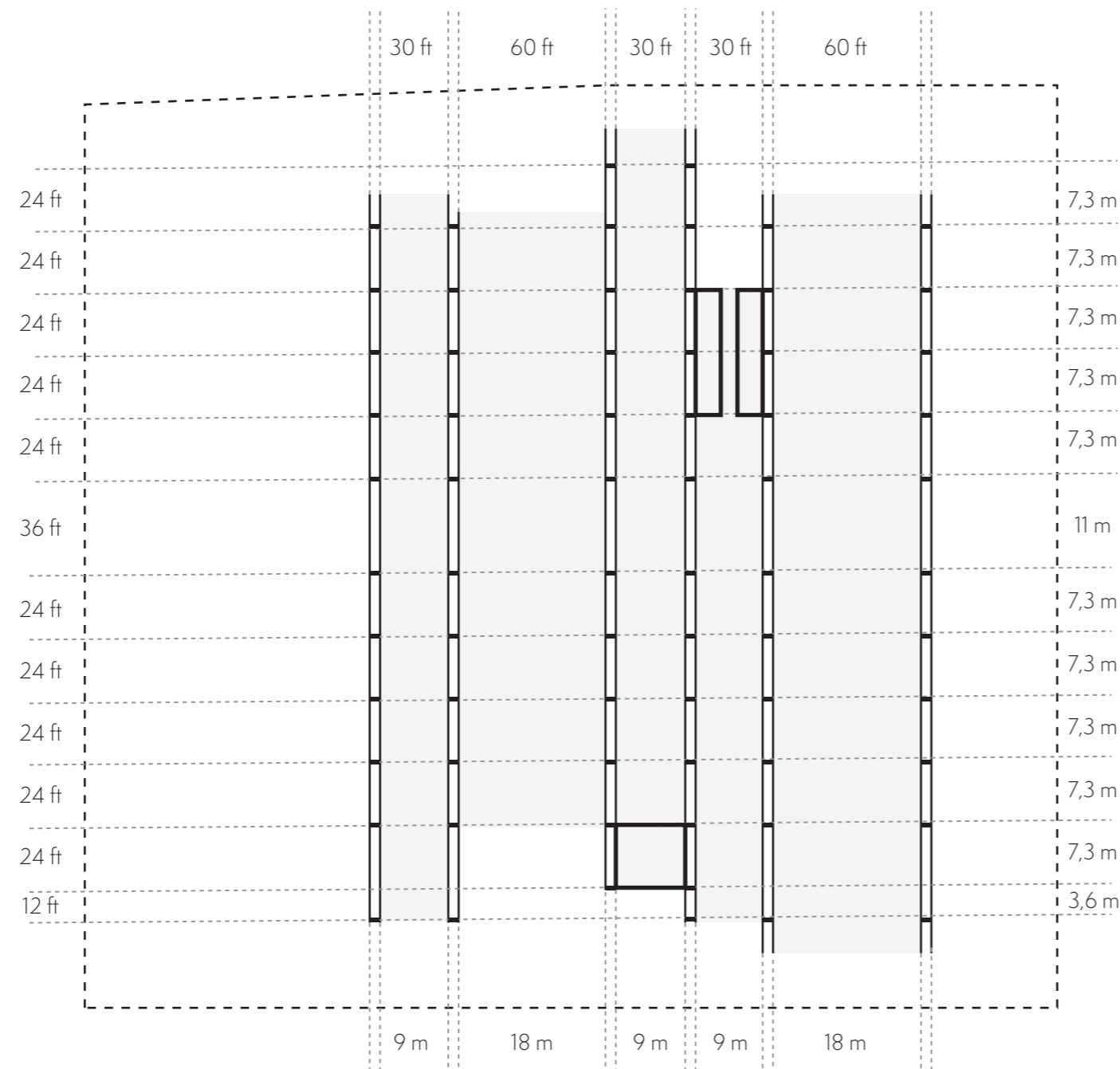


I. MEMORIA  
CONSTRUCTIVA

**II. MEMORIA  
ESTRUCTURAL**

III. MEMORIA  
INSTALACIONES

IV. MEMORIA  
CUMPLIMIENTO  
CTE



Plano estructural de las bandas

**INTRODUCCIÓN**

Debido al complejo y variado programa, la estructura es empleada como elemento de unión y orden en el proyecto. La estructura sirve como contenedora de los distintos programas, separándolos de forma clara a la vez que uniéndolos bajo un mismo lenguaje. Por este motivo, se plantea la estructura en torno al programa más desfavorecido, para que este lenguaje pueda ser uniforme por todo el proyecto. En este caso el programa más restrictivo es el aparcamiento, que requiere de grandes luces a la vez que soportar grandes cargas.

Para definir la materialidad de la estructura en primer lugar se considera el uso de madera contralaminada, por su carácter innovador, sostenible y de baja huella de carbono. Sin embargo, este material presentaba dificultades a la hora de ser empleado en un aparcamiento, particularmente en cuestiones de normativa y protección contra incendios, por lo que fue descartado. El material escogido en su lugar fue el hormigón un material que, pese a su alta huella de carbono, presenta una versatilidad y resistencia aptas para las necesidades del proyecto. Ya que el proyecto requiere del uso de este material, se propone trabajar con sus propiedades para desarrollarlo hasta su máximo potencial, utilizándolo para crear grandes luces diáfanas, generosas cubiertas ajardinadas y voladizos.

La propuesta estructural por la que se ha decantado ha sido la combinación de núcleos rígidos de hormigón armado con un sistema de pilares y losas de hormigón armado estructural.

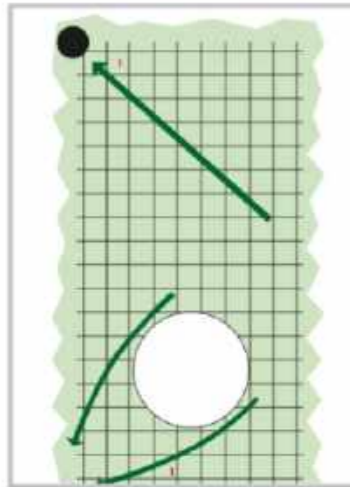
**ESTRUCTURA VERTICAL**

La estructura vertical se genera a través de pilares apantallados con la intención de aportar peso visual a las bandas estructurales. La distancia entre pilares sigue el sistema imperial con dos intercolumnios, uno principal de 24 pies (7,3 m) y otro más puntual de 36 pies (11 m). Las dimensiones de los pilares son 4 x 1.5 pies (1,22 x 0,46 m).

Los núcleos rígidos recogerán las comunicaciones verticales conferidas mediante ascensores y escaleras. Frente a las cargas horizontales, el núcleo actúa como una gran viga en voladizo sobre el terreno, por lo que las tensiones de flexión y cortante que se generan son similares a las de una viga en cajón. Como el núcleo también soporta cargas gravitatorias, las fuerzas inducidas de compresión contrarrestan las tracciones que produce el momento debido a las cargas laterales aumentando también la capacidad de resistir cortantes. Los núcleos rígidos no se encuentran centrados, sino que uno ha sido ligeramente desplazado hacia un lado, y el otro se ha ubicado en el extremo trasero; de esta manera, el arriostramiento del edificio es total.

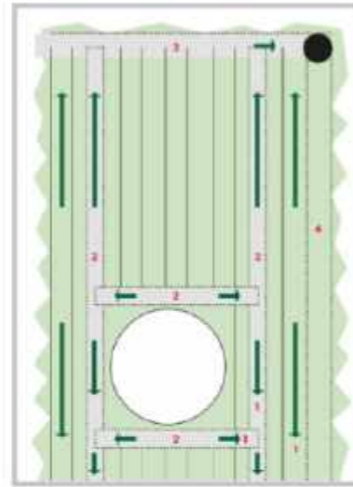
**SEPARACIÓN EN DOBLE SENTIDO**

Transferencia de carga en dirección arbitraria



**SEPARACIÓN EN UN SENTIDO**

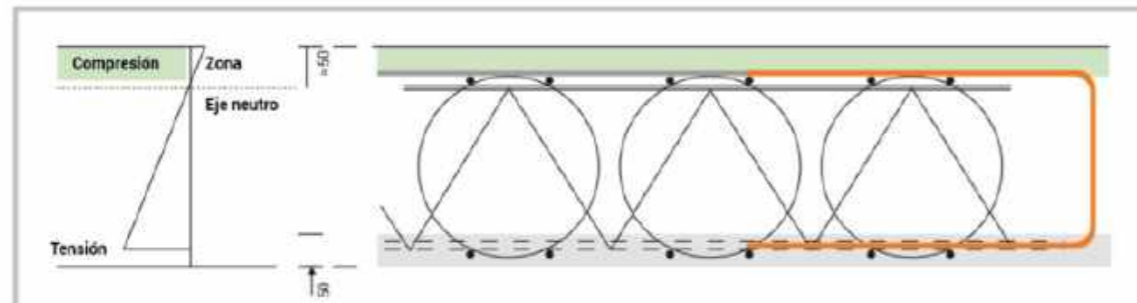
Transferencia de carga en una dirección



**REFERENCIAS**

- 1 Sentido de la distribución.
- 2 Sistema de distribución de carga.
- 3 Viga o Muro de carga.
- 4 Pared o Viga sin función.

En el corte Transversal, la diferencia entre los 2 tipos de losa se hace evidente. Con el sistema de separación en un sentido, es necesario ubicar vigas alrededor del hueco para transferir las fuerzas a la viga principal.



**BubbleDeck vs. losa maciza**

En la situación de (% de losa maciza)	Misma fuerza	Misma rigidez a la flexión	Mismo volumen de concreto
FUERZA	100	105	150
RIGIDEZ DE FLEXIÓN	90	100	300
VOLUMEN DE CONCRETO	66	69	100



**ESTRUCTURA HORIZONTAL**

Al tener luces tan grandes y querer mantener el espacio con el menor número de soportes posibles, se optó por un sistema de losa maciza aligerada con esferas del tipo bubbledeck. La tecnología Bubbledeck es un sistema estructural de losas aligeradas mediante el uso de esferas de polietileno de alta densidad. El sistema actúa como una losa sólida con un comportamiento uniforme en cualquier dirección ya que las zonas de compresión y tensión no están influenciadas por las partes huecas, las fuerzas pueden ser distribuidas libremente en las tres dimensiones de la estructura de tal manera que todo el hormigón se aprovecha.

El sistema BubbleDeck es un método aligerado que ahorra el volumen de hormigón en una losa, pudiendo por tanto aumentar su canto y mejoran su inercia. A través de la colocación de las esferas se elimina el hormigón que no ejerce una función estructural en la losa, reduciendo significativamente su peso. La utilización de estos elementos esféricos en medio de las losas elimina el 35% del peso de una losa normal. La reducción del volumen del hormigón es equivalente a 100kg de hormigón por cada 1kg de plástico empleado, reduciendo así drásticamente su huella de carbono.

La construcción se crea literalmente como resultado de la geometría de estos reconocidos componentes: Refuerzo y Esferas plásticas huecas. El refuerzo captura, distribuye y traba la esfera en la posición exacta, mientras que la esfera moldea el volumen del aire, controla el nivel de refuerzo y al mismo tiempo estabiliza la malla de acero. Cuando la malla de acero es hormigonada se obtiene una verdadera losa hueca "monolítica"

Bubbledeck se comporta como un losa maciza con comportamiento biaxial en cualquier dirección. La zona de tracción y compresión no está influenciada por los huecos conformados por las esferas. Las fuerzas se distribuyen libremente sin singularidades en la estructura tridimensional y el hormigón funciona efectivamente.

Al haber desarrollado el proyecto en Chicago, la estructura está ordenada siguiendo el sistema imperial. El proyecto se ordena entorno a dos tipos de bandas, una ancha de 60 pies (18m) entre ejes de pilares y otra fina de 30 pies (9m).

# ESTRUCTURA **CÁLCULO Y DIMENSIONADO**

Limitaciones adoptadas para la verificación de la aptitud al servicio		
Verificación	Objetivo verificación	Limitación
Flecha relativa	Integridad de elementos constructivos:	
	Pisos con tabiques frágiles o pavimentos rígidos sin juntas	< L/500
	Pisos con tabiques ordinarios o pavimentos rígidos con juntas	< L/400
	Resto de casos	< L/300
Flecha relativa	Confort de los usuarios	< L/350
Flecha relativa	Apariencia de la obra	< L/300
Desplome total	Integridad de elementos constructivos	< H/500
Desplome local	Integridad de elementos constructivos	< H/250
Desplome relativo	Apariencia de la obra	< H/250
Durabilidad	Prescripciones establecidas en los apígrafos correspondientes de durabilidad para el hormigón y el acero	

**CTE-DB-SE Tabla 4.1 Coeficientes parciales de seguridad para acciones**

Verificación	Tipo de acción	Situación persistente o transitoria	
		Desfavorable	Favorable
RESISTENCIA	Permanente		
	Peso propio	1,35	0,80
	Peso del terreno	1,35	0,80
	Empuje del terreno	1,35	0,70
	Presión del agua	1,20	0,90
Variable		1,50	0,00
ESTABILIDAD	Permanente		
	Peso propio	1,10	0,90
	Peso del terreno	1,10	0,90
	Empuje del terreno	1,35	0,80
	Presión del agua	1,05	0,95
Variable		1,50	0,00

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

	$\Psi_0$	$\Psi_1$	$\Psi_2$
Sobrecarga superficial de uso (Categorías según DE-SE-AE)			
Zonas residenciales (categoría A)	0,7	0,5	0,3
Zonas administrativas (categoría B)	0,7	0,5	0,3
Zonas destinadas al público (categoría C)	0,7	0,7	0,6
Zonas comerciales (categoría D)	0,7	0,7	0,6
Zonas de tráfico y aparcamiento de vehículos ligeros < 30 KN	0,7	0,7	0,6
Cubiertas transitables (categoría F)		(*)	
Cubiertas accesibles para mantenimiento (categoría G)	0	0	0
Nieve			
Altitudes > 1000 m	0,7	0,5	0,2
Altitudes < 1000 m	0,5	0,2	0
Viento	0,6	0,5	0
Temperatura	0,6	0,5	0
Acciones variables del terreno	0,7	0,7	0,7

Para el cálculo y dimensionado estructural se ha seguido el siguiente proceso:

1. Determinación de las situaciones de dimensionado
2. Establecimiento de las acciones
3. Análisis estructural
4. Dimensionado

## SITUACIONES DE DIMENSIONADO

Persistentes: Son aquellas que se refieren a las condiciones normales de uso, tales como cargas permanentes pesos propios, etc.

Transitorias: Son aquellas que se refieren a las condiciones aplicables durante un tiempo limitado, tales como sobrecargas de uso, etc.

Extraordinarias: Son aquellas que se refieren a condiciones excepcionales a las que se puede exponer un edificio, tales como la acción sísmica, explosiones, accidentales de impacto, etc.

Acciones a considerar

Permanentes (G): Son aquellas que actúan en todo instante sobre el edificio con posición constante, como el peso propio de los elementos constructivos.

Variables (G): Son aquellas que pueden actuar o no sobre el edificio, como las debidas al uso a las acciones climáticas.

Accidentales (A): Son aquellas cuya probabilidad de ocurrencia es pequeña pero de gran importancia, como sismo o incendio.

Para la verificación de la estructura no deben superarse los estados límites que establece la norma DB-SE.

Estado límite último: Situación que, de ser superada, existe un riesgo para las personas, ya sea por una puesta fuera de servicio o por colapso parcial o total de la estructura:

- pérdida de equilibrio
- deformación excesiva
- transformación estructura en mecanismo
- rotura de elementos estructurales o sus uniones
- inestabilidad de elementos estructurales

Estado límite de servicio: Situación que de ser superada se afecta al nivel de confort y bienestar de los usuarios, al correcto funcionamiento del edificio o a la apariencia de la construcción:

- Deformaciones que afecten a la apariencia de la obra
- Vibraciones que causen la falta de confort de las personas
- Daños que puedan afectar a la apariencia o la funcionalidad de la obra.

Tabla 3.1. Valores característicos de las sobrecargas de uso

Categoría de uso		Subcategorías de uso		Carga uniforme [kN/m <sup>2</sup> ]	Carga concentrada [kN]
A	Zonas residenciales	A1	Viviendas y zonas de habitaciones en, hospitales y hoteles	2	2
		A2	Trasteros	3	2
B	Zonas administrativas			2	2
C	Zonas de acceso al público (con la excepción de las superficies pertenecientes a las categorías A, B, y D)	C1	Zonas con mesas y sillas	3	4
		C2	Zonas con asientos fijos	4	4
		C3	Zonas sin obstáculos que impidan el libre movimiento de las personas como vestíbulos de edificios públicos, administrativos, hoteles; salas de exposición en museos; etc.	5	4
		C4	Zonas destinadas a gimnasio u actividades físicas	5	7
		C5	Zonas de aglomeración (salas de conciertos, estadios, etc)	5	4
D	Zonas comerciales	D1	Locales comerciales	5	4
		D2	Supermercados, hipermercados o grandes superficies	5	7
E	Zonas de tráfico y de aparcamiento para vehículos ligeros (peso total < 30 kN)			2	20 <sup>(1)</sup>
F	Cubiertas transitables accesibles sólo privadamente <sup>(2)</sup>			1	2
G	Cubiertas accesibles únicamente para conservación <sup>(3)</sup>	G1 <sup>(7)</sup>	Cubiertas con inclinación inferior a 20°	1 <sup>(4)</sup> (5)	2
			Cubiertas ligeras sobre correas (sin forjado) <sup>(5)</sup>	0,4 <sup>(4)</sup>	1
		G2	Cubiertas con inclinación superior a 40°	0	2

Tabla C.5 Peso propio de elementos constructivos

Elemento	Peso
<b>Forjados</b>	kN / m <sup>2</sup>
Chapa grecada con capa de hormigón; grueso total < 0,12 m	2
Forjado unidireccional, luces de hasta 5 m; grueso total < 0,28 m	3
Forjado uni o bidireccional; grueso total < 0,30 m	4
Forjado bidireccional, grueso total < 0,35 m	5
Losa maciza de hormigón, grueso total 0,20 m	5
<b>Cerramientos y particiones</b> (para una altura libre del orden de 3,0 m) incluso enlucido	kN / m
Tablero o tabique simple; grueso total < 0,09 m	3
Tabicón u hoja simple de albañilería; grueso total < 0,14 m	5
Hoja de albañilería exterior y tabique interior; grueso total < 0,25 m	7
<b>Solados</b> (incluyendo material de agarre)	kN / m <sup>2</sup>
Lámina pegada o moqueta; grueso total < 0,03 m	0,5
Pavimento de madera, cerámico o hidráulico sobre plastón; grueso total < 0,08 m	1,0
Placas de piedra, o peldañado; grueso total < 0,15 m	1,5
<b>Cubierta, sobre forjado</b> (peso en proyección horizontal)	kN / m <sup>2</sup>
Faldones de chapa, tablero o paneles ligeros	1,0
Faldones de placas, teja o pizarra	2,0
Faldones de teja sobre tableros y tabiques palomeros	3,0
Cubierta plana, recrecido, con impermeabilización vista protegida	1,5
Cubierta plana, a la catalana o invertida con acabado de grava	2,5
<b>Rellenos</b>	kN / m <sup>3</sup>
Agua en aljibes o piscinas	10
Terreno, como en jardineras, incluyendo material de drenaje <sup>(1)</sup>	20

<sup>(1)</sup> El peso total debe tener en cuenta la posible desviación de grueso respecto a lo indicado en planos.

## ASIGNACIÓN DE CARGAS

### Cargas Permanentes y Variables

Para la asignación de cargas de los distintos forjados nos apoyaremos en el documento básico SE-AE, seguridad estructural – Acciones en la edificación.

En una primera instancia se ha procedido a valorar las cargas gravitacionales posibles que se van a dar: las del peso propio de la estructura y de los materiales que compondrán el edificio, y las sobrecargas que actúen simultáneamente dado por los distintos usos del edificio; en estas últimas, también se aplicará el peso que se genere en las zonas de cubierta por la acción de la nieve en días de invierno.

Apoyándonos en la tabla 3.1 – Valores característicos de las sobrecargas de uso y en el anejo C – Prontuario de pesos y coeficientes de rozamiento interno de los materiales y elementos constructivos, obtenemos las acciones que estarán actuando en cada forjado.

La carga total de cálculo de nieve se ha obtenido del “Chicago Code”, en la parte 13 del código llamado “Buildings and Construction”, en el capítulo 13-52 “Minimum Design Loads”.

“Flat-Roof Snow Loads. The snow load  $p_f$  on an unobstructed flat roof shall be calculated as 25 pounds-force per square foot. “Flat” as used herein refers not just to dead-level roofs but to any roof with a slope of less than one in./ft. five degrees).”

- Valor característico de carga de nieve: 25 psf  
- Conversión a KN/ m2: 25psf X 0,0479 = 1,1975 ≈ **1,20 KN/ m2**

ACCIONES PLANTA BAJA			
Forjado Bubbledeck BD450 e=450 mm		[+0,00]	
<b>PESO PROPIO</b>		<b>SOBRECARGA DE USO</b>	
Forjado BD450	7,30 KN/m <sup>2</sup>	Convenience store cat. Uso D1	5 KN/m <sup>2</sup>
Tabiquería	1,00 KN/m <sup>2</sup>	Muelle carga-descarga cat. Uso E	2 KN/m <sup>2</sup>
Pavimento calizo	1,00 KN/m <sup>2</sup>	Sala de máquinas cat. Uso C1	3 KN/m <sup>2</sup>
Falso techo + inst. colgadas vistas	0,80 KN/m <sup>2</sup>	Mantenimiento cat. Uso C1	3 KN/m <sup>2</sup>
Escalera ligera de una zanca	6,00 KN/m	Vestíbulo trabajadores cat. Uso C1	3 KN/m <sup>2</sup>
Rampa garaje 8 m ancho e=30 cm	40,0 KN/m	Descanso trabajadores cat. Uso C1	3 KN/m <sup>2</sup>
Vidrieras perimetrales	2,10 KN/m	Puesto comida cat. Uso D1	5 KN/m <sup>2</sup>
Muro cortina pesado	2,85 KN/m	Food hall cat. Uso C1	3 KN/m <sup>2</sup>
		Espacio flexible cat. Uso C3	5 KN/m <sup>2</sup>
		Almacenamiento cat. Uso C1	3 KN/m <sup>2</sup>
		Recepción cat. Uso C3	5 KN/m <sup>2</sup>
		Baños trabajadores cat. Uso C1	3 KN/m <sup>2</sup>
		Cafetería cat. Uso D1	5 KN/m <sup>2</sup>
		Lobby cat. Uso. C3	5 KN/m <sup>2</sup>

ACCIONES PLANTA PRIMERA			
Forjado Bubbledeck BD450 e=450 mm		[+3,60]	
<b>PESO PROPIO</b>		<b>SOBRECARGA DE USO</b>	
Forjado BD450	7,30 KN/m <sup>2</sup>	Cubierta transitable cat. Uso F	3 KN/m <sup>2</sup>
Tabiquería	1,00 KN/m <sup>2</sup>	Aparcamiento preferente cat. Uso E	2 KN/m <sup>2</sup>
Pavimento calizo	1,00 KN/m <sup>2</sup>	Administración cat. Uso B	2 KN/m <sup>2</sup>
Falso techo + inst. colgadas vistas	0,80 KN/m <sup>2</sup>	Sala de espera cat. Uso C1	3 KN/m <sup>2</sup>
Cubierta ajardinada e=30 cm	6,00 KN/m <sup>2</sup>	Atención al alumno cat. Uso B	2 KN/m <sup>2</sup>
Escalera ligera de una zanca	6,00 KN/m	Aseos cat. Uso C1	3 KN/m <sup>2</sup>
Rampa garaje 8 m ancho e=30 cm	40,0 KN/m	Zona flexible cat. Uso C3	5 KN/m <sup>2</sup>
Barandilla perimetral	1,00 KN/m		
Vidrieras perimetrales	2,10 KN/m		
Muro cortina pesado	2,85 KN/m	<b>SOBRECARGA DE NIEVE</b>	
Subestructura lamas madera	1,85 KN/m	Cubiertas - Chicago	1,2 KN/m <sup>2</sup>

ACCIONES PLANTA SEGUNDA			
Forjado Bubbledeck BD450 e=450 mm		[+7,20]	
<b>PESO PROPIO</b>		<b>SOBRECARGA DE USO</b>	
Forjado BD450	7,30 KN/m <sup>2</sup>	Cubierta ajardinada cat. Uso F	5 KN/m <sup>2</sup>
Tabiquería	1,00 KN/m <sup>2</sup>	Auditorio cat. Uso C5	5 KN/m <sup>2</sup>
Pavimento calizo	1,00 KN/m <sup>2</sup>	Espacio eventos flexible cat. Uso B	2 KN/m <sup>2</sup>
Falso techo + inst. colgadas vistas	0,80 KN/m <sup>2</sup>	Almacenamiento cat. Uso C1	3 KN/m <sup>2</sup>
Cubierta ajardinada e=90 cm	18,0 KN/m <sup>2</sup>	Aseos cat. Uso C1	3 KN/m <sup>2</sup>
Cubierta ajardinada e=215 cm	43,0 KN/m <sup>2</sup>	Foyer cat. Uso C3	5 KN/m <sup>2</sup>
Jardinera e=90 cm	18,0 KN/m <sup>2</sup>	Espacio flexible cat. Uso C3	5 KN/m <sup>2</sup>
Escalera ligera de una zanca	6,00 KN/m	Aparcamiento cat. Uso E	2 KN/m <sup>2</sup>
Rampa garaje 8 m ancho e=30 cm	40,0 KN/m		
Barandilla perimetral	1,00 KN/m		
Vidrieras perimetrales	2,10 KN/m		
Muro cortina pesado	2,85 KN/m	<b>SOBRECARGA DE NIEVE</b>	
Subestructura lamas madera	1,85 KN/m	Cubiertas - Chicago	1,2 KN/m <sup>2</sup>

ACCIONES PLANTA TERCERA			
Forjado Bubbledeck BD450 e=450 mm		[+10,80]	
<b>PESO PROPIO</b>		<b>SOBRECARGA DE USO</b>	
Forjado BD450	7,30 KN/m <sup>2</sup>	Cabina de proyección cat. Uso C1	3 KN/m <sup>2</sup>
Tabiquería	1,00 KN/m <sup>2</sup>	Almacenamiento cat. Uso C1	3 KN/m <sup>2</sup>
Pavimento calizo	1,00 KN/m <sup>2</sup>	Espacio flexible cat. Uso C3	5 KN/m <sup>2</sup>
Falso techo + inst. colgadas vistas	0,80 KN/m <sup>2</sup>	Aseos cat. Uso B	2 KN/m <sup>2</sup>
Cubierta ajardinada e=150 cm	30,0 KN/m <sup>2</sup>	Aparcamiento cat. Uso E	2 KN/m <sup>2</sup>
Cubierta ajardinada e=210 cm	42,0 KN/m <sup>2</sup>		
Jardinera e=90 cm	18,0 KN/m <sup>2</sup>		
Escalera ligera de una zanca	6,00 KN/m		
Rampa garaje 8 m ancho e=30 cm	40,0 KN/m		
Barandilla perimetral	1,00 KN/m		
Vidrieras perimetrales	2,10 KN/m		
Muro cortina pesado	2,85 KN/m	<b>SOBRECARGA DE NIEVE</b>	
Subestructura lamas madera	1,85 KN/m	Cubiertas - Chicago	1,2 KN/m <sup>2</sup>

ACCIONES PLANTA CUARTA			
Forjado Bubbledeck BD450 e=450 mm		[+14,40]	
<b>PESO PROPIO</b>		<b>SOBRECARGA DE USO</b>	
Forjado BD450	7,30 KN/m <sup>2</sup>	Cubierta ajardinada cat. Uso F	5 KN/m <sup>2</sup>
Tabiquería	1,00 KN/m <sup>2</sup>	Espacio trabajo grupal cat. Uso C1	3 KN/m <sup>2</sup>
Pavimento calizo	1,00 KN/m <sup>2</sup>	Aseos cat. Uso B	2 KN/m <sup>2</sup>
Falso techo + inst. colgadas vistas	0,80 KN/m <sup>2</sup>	Espacio flexible cat. Uso C3	5 KN/m <sup>2</sup>
Cubierta ajardinada e=275 cm	55,0 KN/m <sup>2</sup>	Aparcamiento cat. Uso E	2 KN/m <sup>2</sup>
Cubierta ajardinada e=365 cm	73,0 KN/m <sup>2</sup>		
Jardinera e=90 cm	18,0 KN/m <sup>2</sup>		
Escalera ligera de una zanca	6,00 KN/m		
Rampa garaje 8 m ancho e=30 cm	40,0 KN/m		
Barandilla perimetral	1,00 KN/m		
Vidrieras perimetrales	2,10 KN/m		
Muro cortina pesado	2,85 KN/m	<b>SOBRECARGA DE NIEVE</b>	
Subestructura lamas madera	1,85 KN/m	Cubiertas - Chicago	1,2 KN/m <sup>2</sup>

ACCIONES PLANTA QUINTA			
Forjado Bubbledeck BD450 e=450 mm		[+18,00]	
<b>PESO PROPIO</b>		<b>SOBRECARGA DE USO</b>	
Forjado BD450	7,30 KN/m <sup>2</sup>	Espacio trabajo indiv. cat. Uso C1	3 KN/m <sup>2</sup>
Tabiquería	1,00 KN/m <sup>2</sup>	Espacio flexible cat. Uso C3	5 KN/m <sup>2</sup>
Pavimento calizo	1,00 KN/m <sup>2</sup>	Aseos cat. Uso B	2 KN/m <sup>2</sup>
Falso techo + inst. colgadas vistas	0,80 KN/m <sup>2</sup>	Aparcamiento cat. Uso E	2 KN/m <sup>2</sup>
Jardinera e=90 cm	18,0 KN/m <sup>2</sup>		
Escalera ligera de una zanca	6,00 KN/m		
Rampa garaje 8 m ancho e=30 cm	40,0 KN/m		
Barandilla perimetral	1,00 KN/m		
Vidrieras perimetrales	2,10 KN/m		
Muro cortina pesado	2,85 KN/m	<b>SOBRECARGA DE NIEVE</b>	
Subestructura lamas madera	1,85 KN/m	Cubiertas - Chicago	1,2 KN/m <sup>2</sup>



ESTRUCTURA **CÁLCULO Y  
DIMENSIONADO**

ACCIONES PLANTA SEXTA			
Forjado Bubbledeck BD450 e=450 mm		[+21,60]	
<b>PESO PROPIO</b>		<b>SOBRECARGA DE USO</b>	
Forjado BD450	7,30 KN/m <sup>2</sup>	Espacio flexible cat. Uso C3	5 KN/m <sup>2</sup>
Tabiquería	1,00 KN/m <sup>2</sup>	Aseos cat. Uso B	2 KN/m <sup>2</sup>
Pavimento calizo	1,00 KN/m <sup>2</sup>	Aparcamiento cat. Uso E	2 KN/m <sup>2</sup>
Falso techo + inst. colgadas vistas	0,80 KN/m <sup>2</sup>		
Jardinera e=90 cm	18,0 KN/m <sup>2</sup>		
Cubierta ajardinada e=365 cm	73,0 KN/m <sup>2</sup>		
Escalera ligera de una zanca	6,00 KN/m		
Rampa garaje 8 m ancho e=30 cm	40,0 KN/m		
Barandilla perimetral	1,00 KN/m		
Vidrieras perimetrales	2,10 KN/m		
Muro cortina pesado	2,85 KN/m	<b>SOBRECARGA DE NIEVE</b>	
Subestructura lamas madera	1,85 KN/m	Cubiertas - Chicago	1,2 KN/m <sup>2</sup>

ACCIONES PLANTA SEPTIMA			
Forjado Bubbledeck BD450 e=450 mm		[+25,20]	
<b>PESO PROPIO</b>		<b>SOBRECARGA DE USO</b>	
Forjado BD450	7,30 KN/m <sup>2</sup>	Sala recreativa C4	5 KN/m <sup>2</sup>
Tabiquería	1,00 KN/m <sup>2</sup>	Almacén y control cat. Uso C1	3 KN/m <sup>2</sup>
Pavimento calizo	1,00 KN/m <sup>2</sup>	Aseos cat. Uso B	2 KN/m <sup>2</sup>
Falso techo + inst. colgadas vistas	0,80 KN/m <sup>2</sup>	Espacio flexible cat. Uso C3	5 KN/m <sup>2</sup>
Jardinera e=90 cm	18,0 KN/m <sup>2</sup>	Bar cat. Uso D1	5 KN/m <sup>2</sup>
Cubierta ajardinada e=365 cm	73,0 KN/m <sup>2</sup>	Restaurante cat. Uso D1	5 KN/m <sup>2</sup>
Escalera ligera de una zanca	6,00 KN/m	Vestuario trabajadores cat. Uso C1	3 KN/m <sup>2</sup>
Rampa garaje 8 m ancho e=30 cm	40,0 KN/m		
Barandilla perimetral	1,00 KN/m		
Vidrieras perimetrales	2,10 KN/m		
Muro cortina pesado	2,85 KN/m	<b>SOBRECARGA DE NIEVE</b>	
Subestructura lamas madera	1,85 KN/m	Cubiertas - Chicago	1,2 KN/m <sup>2</sup>

ACCIONES PLANTA CUBIERTAS			
Forjado Bubbledeck BD450 e=450 mm		[+28,80]	
<b>PESO PROPIO</b>		<b>SOBRECARGA DE USO</b>	
Forjado BD450	7,30 KN/m <sup>2</sup>	Cubierta cat. Uso G1	KN/m <sup>2</sup>
Cubierta de gravas	2,50 KN/m <sup>2</sup>		
Falso techo + Inst. colgadas vistas	0,50 KN/m <sup>2</sup>		
Placas solares	1,50 KN/m <sup>2</sup>		
Paneles tramex e=10 cm	1,40 KN/m <sup>2</sup>		
Muro cortina pesado	2,85 KN/m	<b>SOBRECARGA DE NIEVE</b>	
Subestructura lamas madera	1,85 KN/m	Cubiertas - Chicago	1,2 KN/m <sup>2</sup>

**ACCIONES GENERADAS POR EL VIENTO**

Densidad del aire	$\delta$	1,25	kg/m <sup>3</sup>
Velocidad del viento	$v_b$	33,5	m/s
Velocidad del viento en ELS	$v_{b,ELS}$	33,5	m/s
Presión dinámica del viento	$q_b = 0,5 \cdot \delta \cdot v_b^2$	0,703	kN/m <sup>2</sup>
Presión dinámica del viento en ELS	$q_{b,ELS}$	0,703	kN/m <sup>2</sup>
Duración del periodo de servicio		50	años
Coefficiente corrector aplicable en ELS		1,00	

Presión estática del viento [kN/m <sup>2</sup> ]	$q_e = q_b \cdot c_e \cdot c_p$	Presión a barlovento
	$q_e = q_b \cdot c_e \cdot c_s$	Succión a sotavento

Coeficiente de Exposición $c_e = F \cdot (F + 7 \cdot k)$	
Grado de aspereza del entorno	IV Según tabla D.2
k	0,220
L	0,300
Z	5,000
$F = k \cdot \ln(\max(z, Z) / L)$	

Geometría del edificio	Profundidad	90,3 m	63 m
	Esbeltez	0,3	0,5
	Altura del edificio	28,8 m	
		Dirección A	Dirección B

Esbelteces del edificio



Coeficientes de presión y succión	Presión $c_p$	0,70	0,70
	Succión $c_s$	0,40	0,40

Altura del punto	F	$c_e$	Presión estática del viento [kN/m <sup>2</sup> ]			
			Presión barlovento A	Succión sotavento A	Presión barlovento B	Succión sotavento B
0,0	0,6190	1,3363	0,657	0,376	0,657	0,376
1,5	0,6190	1,3363	0,657	0,376	0,657	0,376
2,4	0,6190	1,3363	0,657	0,376	0,657	0,376
3,3	0,6190	1,3363	0,657	0,376	0,657	0,376
4,1	0,6190	1,3363	0,657	0,376	0,657	0,376
5,0	0,6199	1,3390	0,659	0,376	0,659	0,376
5,9	0,6555	1,4391	0,708	0,404	0,708	0,404
6,8	0,6861	1,5273	0,751	0,429	0,751	0,429
7,7	0,7129	1,6062	0,790	0,451	0,790	0,451
8,5	0,7369	1,6777	0,825	0,471	0,825	0,471
9,4	0,7584	1,7432	0,857	0,490	0,857	0,490
10,3	0,7781	1,8037	0,887	0,507	0,887	0,507
11,2	0,7961	1,8598	0,915	0,523	0,915	0,523
12,1	0,8128	1,9123	0,940	0,537	0,940	0,537
12,9	0,8283	1,9616	0,965	0,551	0,965	0,551
13,8	0,8428	2,0081	0,988	0,564	0,988	0,564
14,7	0,8563	2,0521	1,009	0,577	1,009	0,577
15,6	0,8691	2,0939	1,030	0,588	1,030	0,588
16,5	0,8812	2,1336	1,049	0,600	1,049	0,600
17,4	0,8927	2,1716	1,068	0,610	1,068	0,610
18,2	0,9036	2,2080	1,086	0,621	1,086	0,621
19,1	0,9140	2,2428	1,103	0,630	1,103	0,630
20,0	0,9239	2,2763	1,119	0,640	1,119	0,640
20,9	0,9333	2,3085	1,135	0,649	1,135	0,649
21,8	0,9424	2,3395	1,151	0,657	1,151	0,657
22,6	0,9512	2,3695	1,165	0,666	1,165	0,666
23,5	0,9596	2,3985	1,180	0,674	1,180	0,674
24,4	0,9677	2,4265	1,193	0,682	1,193	0,682
25,3	0,9755	2,4537	1,207	0,690	1,207	0,690
26,2	0,9830	2,4801	1,220	0,697	1,220	0,697
27,0	0,9903	2,5057	1,232	0,704	1,232	0,704
27,9	0,9973	2,5305	1,245	0,711	1,245	0,711
28,8	1,0042	2,5547	1,256	0,718	1,256	0,718

**VIENTO**

- Presión estática del viento:

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

- Presión dinámica:

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

$\delta$  es la densidad del aire y depende, entre otros factores, de la altitud, de la temperatura ambiental y de la fracción de agua en suspensión. En general puede adoptarse el valor de 1,25 Kg/ m<sup>3</sup>  $\approx$  0,0125 KN/ m<sup>3</sup>.

$v_b$  es el valor básico de la velocidad del viento y se ha obtenido del "Chicago Code", en la parte 13 del código llamado "Buildings and Construction", en el capítulo 13-52 "Minimum Design Loads".

"Wind load provisions of Section 13-52-290" destination-id="JD\_13-52-290">13-52-290 are based on a basic wind speed of 75 miles per hour defined as the Annual Extreme Fastest-Mile Speed ten Meters (33 feet) Above Ground."

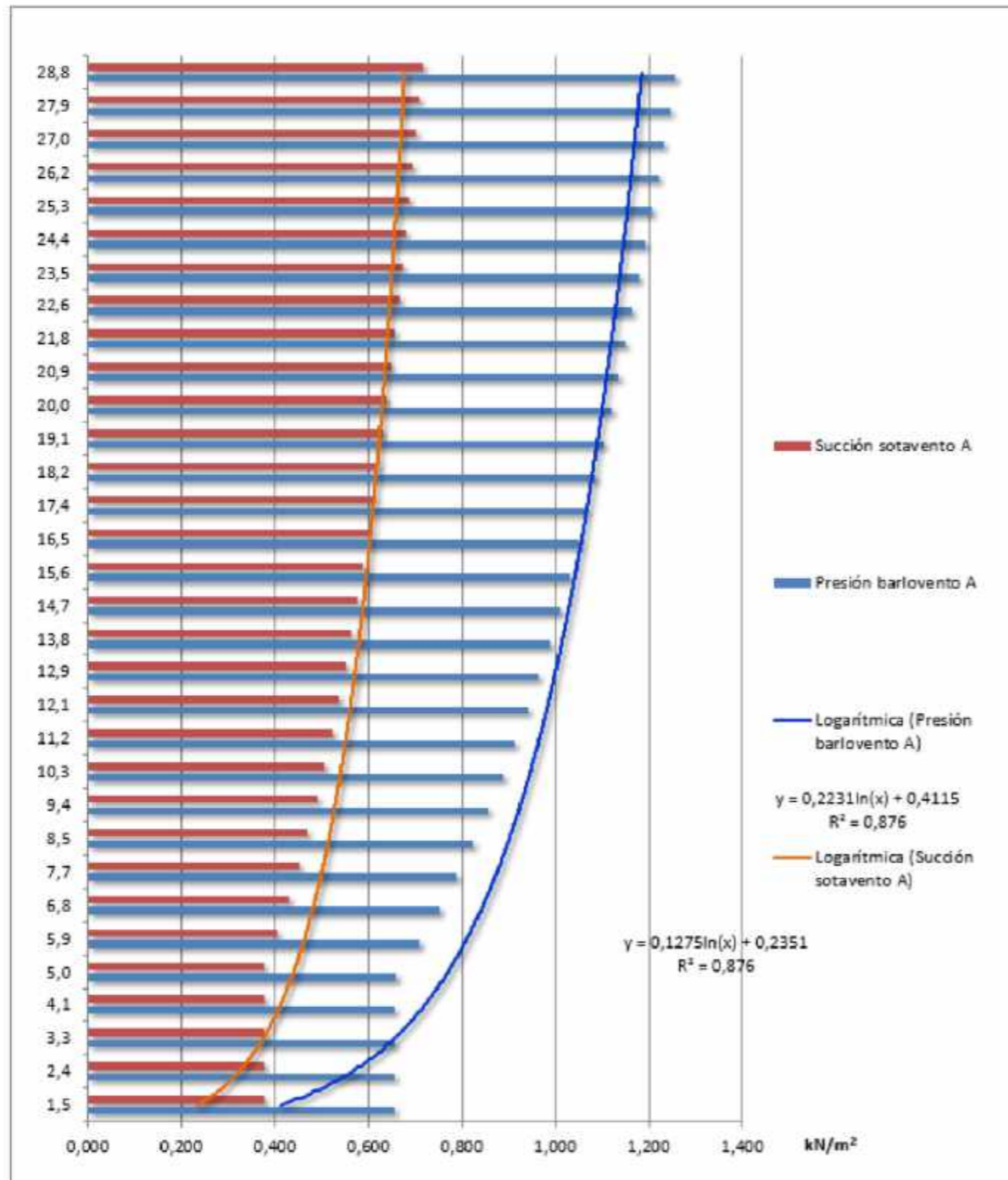
$$v_b = 75 \text{ millas/hora} = 75 \frac{\text{millas}}{\text{hora}} \cdot \frac{1609,344 \text{ m}}{1 \text{ milla}} \cdot \frac{1 \text{ hora}}{3600 \text{ seg}} = 33,528 \text{ m/seg}$$

$$q_b = 0,70 \text{ KN/m}^2$$

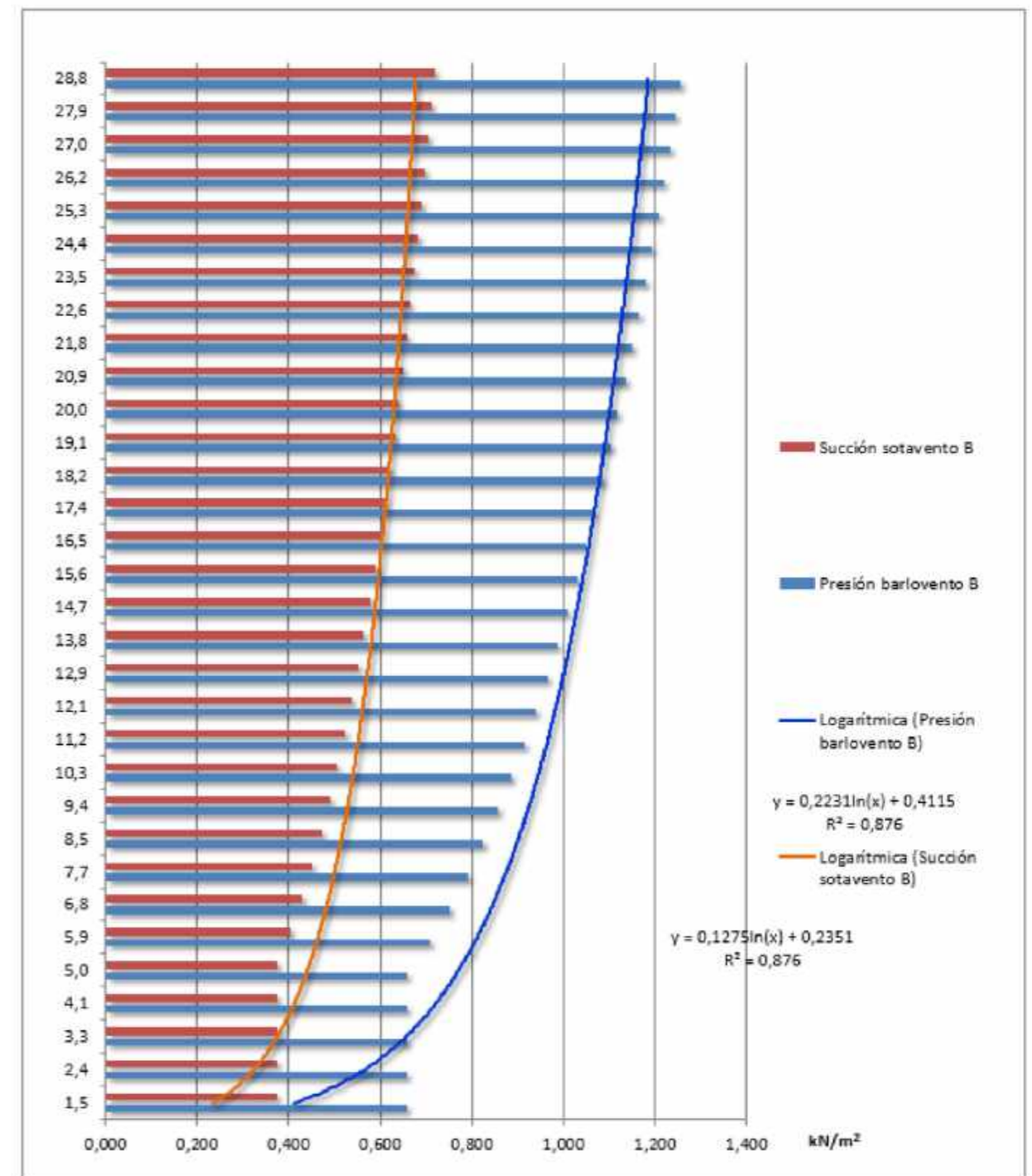
Basándonos en el trabajo de final de grado de Juan Cortés Casanova, Estudio, modelización y cálculo de la estructura de un edificio en altura de reconocido interés: 860-880 LAKE SHORE DRIVE APART-MENTS - MIES VAN DER ROHE; tutorizado por LUISA BASSET SALOM de la ETSAV en el curso es-colar 2014/2015; se ha obtenido los datos de viento anteriores y de nieve.

Apoyándonos en las tablas de cálculo proporcionadas en la asignatura de Calculo estructural del más-ter, por Agustín Pérez-García; se ha procedido a realizar el cálculo de la acción de viento sobre el edi-ficio.

Presiones y succiones en las fachadas **perpendiculares a la dirección A**



Presiones y succiones en las fachadas **perpendiculares a la dirección B**



### ACCIONES TÉRMICAS Y GEOLÓGICAS

Para poder no considerar los efectos de las acciones térmicas, no deben existir elementos continuos de más de 40 m de longitud, disponiendo juntas de dilatación en los elementos constructivos que superen dicha longitud (DB-SE-AE 3.4.1.3).

Para evitar los efectos de las acciones térmicas se colocan juntas estructurales en cada pabellón, ya que su máxima longitud no supera los 35 metros en el ámbito más desfavorable. De esta manera podemos considerar despreciables el valor de las acciones térmicas sobre la estructura.

### PRE DIMENSIONADO PREVIO

Se recurren a tablas proporcionadas por el fabricante de forjados BubbleDeck, para poder manejar un valor orientativo sobre el espesor del mismo a emplear. Con dicha información se previó un forjado de 45,0 cm siempre que fueran vanos continuos y equilibrados, con hasta 19 metros entre soportes. Por lo tanto se aligera con esferas huecas de 36,0 cm de diámetro, colocadas entre capas de hormigón de 5 cm

En cuanto a los pilares, se han predimensionado con una sección rectangular de 45x120 cm con una materialidad de hormigón armado; cabe reseñar la aparición de tubulares metálicos descolgados de las últimas vigas de cuelgue de la cubierta de modo que sujetan la plataforma que sirve de observatorio. Esos últimos pilares trabajarán a tracción, y por eso se les ha dimensionado con una sección circular de 15cm de diámetro de acero laminado.

### CÁLCULOS POR ORDENADOR

Para la realización de este trabajo, se ha empleado la herramienta informática de Architrave el cual, mediante la elaboración de una fase de diseño y definición y otra de cálculo y peritaje, es capaz de resolver el cálculo estructural.

Se ha comenzado con la primera fase, en la que mediante una aplicación para AutoCAD, se dibuja ha dibujado el diseño de la estructura barra a barra definiendo materiales, secciones, uniones entre si y aplicando a esos elementos las diferentes cargas establecidas por el DB-SE-AE del CTE especificadas en el apartado correspondiente, y debidamente diferenciadas entre cargas permanentes (incluyendo el peso propio de la estructura que ya añade el propio programa), cargas variables, y cargas accidentales.

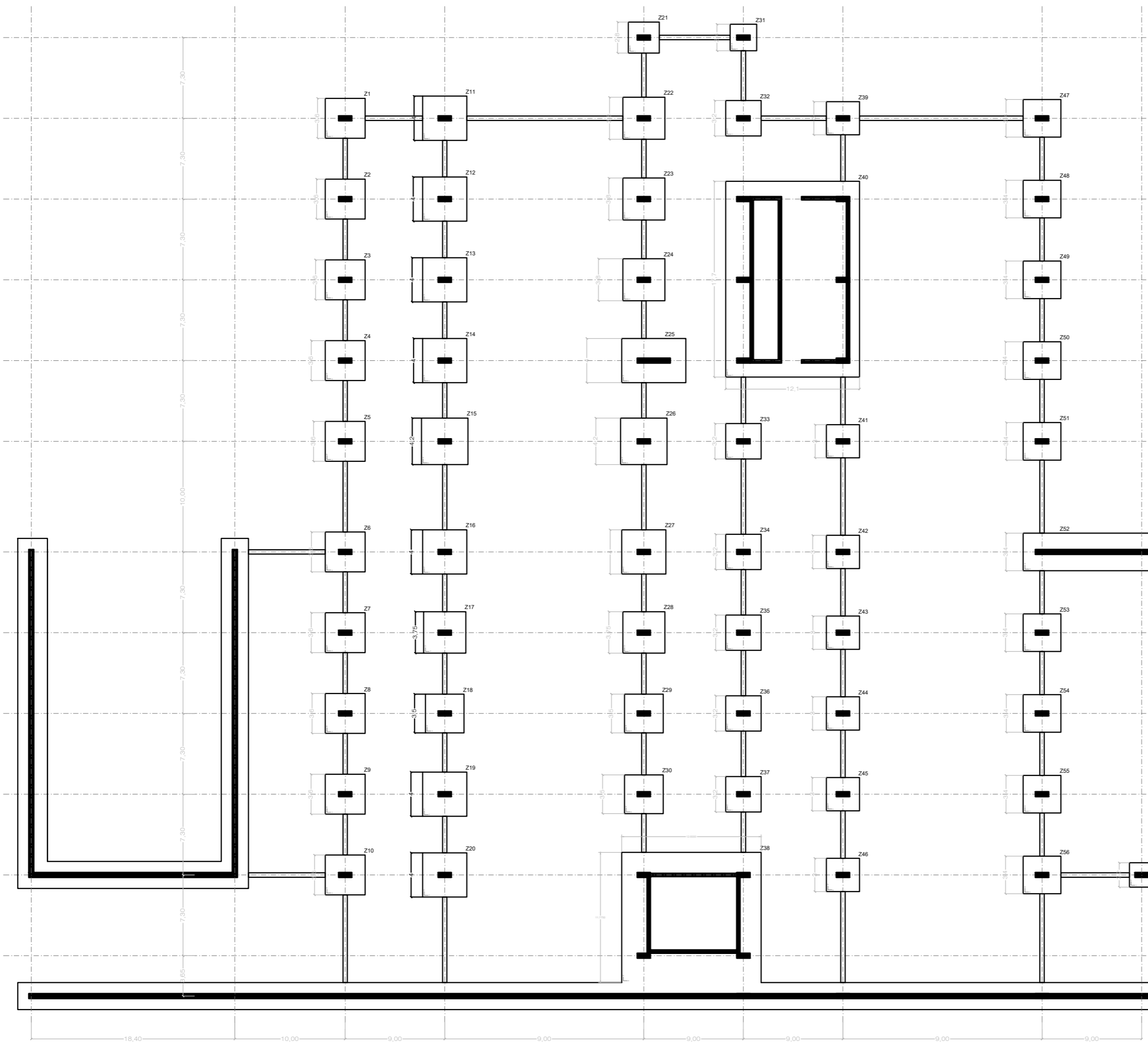
Se ha finalizado así una fiel representación en 3D que se podrá calcular en su totalidad bajo las combinaciones de carga para Estados Límites Últimos (ELU) y Estados Límites de Servicio (ELS) pertinentes especificadas en la normativa.

La verificación de los distintos estados límite se lleva a cabo comparando los efectos de las acciones con la respuesta de la estructura de acuerdo con el formato de 'coeficientes parciales', que multiplica los valores característicos de las acciones por los diferentes coeficientes que les corresponden por su naturaleza, y las resistencias de los materiales se dividen por los coeficientes que la normativa específica para cada material.

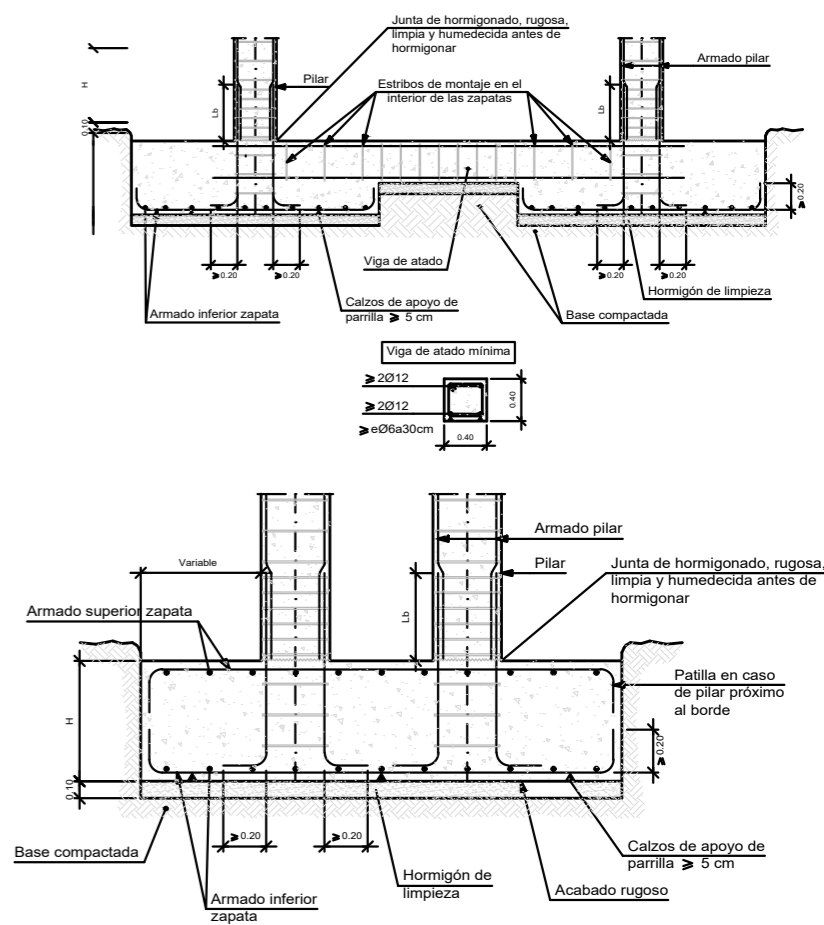
Con todo ello el programa mencionado podrá obtener todas las acciones internas, tensiones y movimientos que necesitamos conocer para comprobar si la estructura cumple satisfactoriamente los requisitos mínimos establecidos por el Código Técnico de la Edificación y poder dar por válido el dimensionado de la misma.

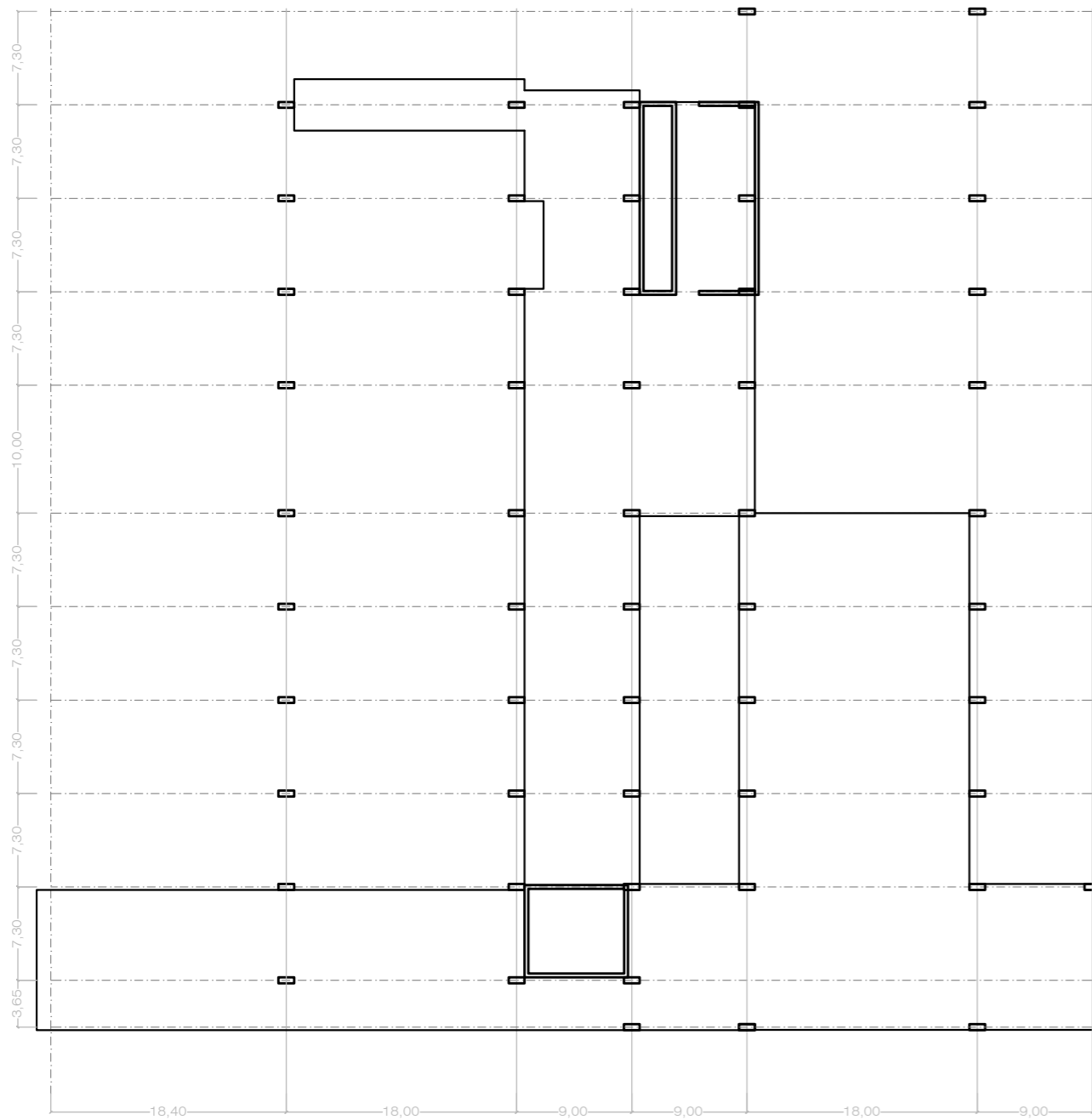
Las comprobaciones efectuadas para garantizar la seguridad estructural de acuerdo con el proceso descrito, se han realizado para situaciones persistentes, transitorias y accidentales, y se han llevado a cabo mediante cálculo.

Tipo	Espesor de losa(mm)	Diámetro de las esferas (mm)	Tramos (m)	Peso propio (kgf/m)	Concreto (m3/m2)
BD230	230	180	7 a 10	370	0,15
BD280	280	225	8 a 12	460	0,19
BD340	340	270	9 a 14	550	0,23
BD390	390	315	10 a 16	640	0,25
BD450	450	360	11 a 18	730	0,31

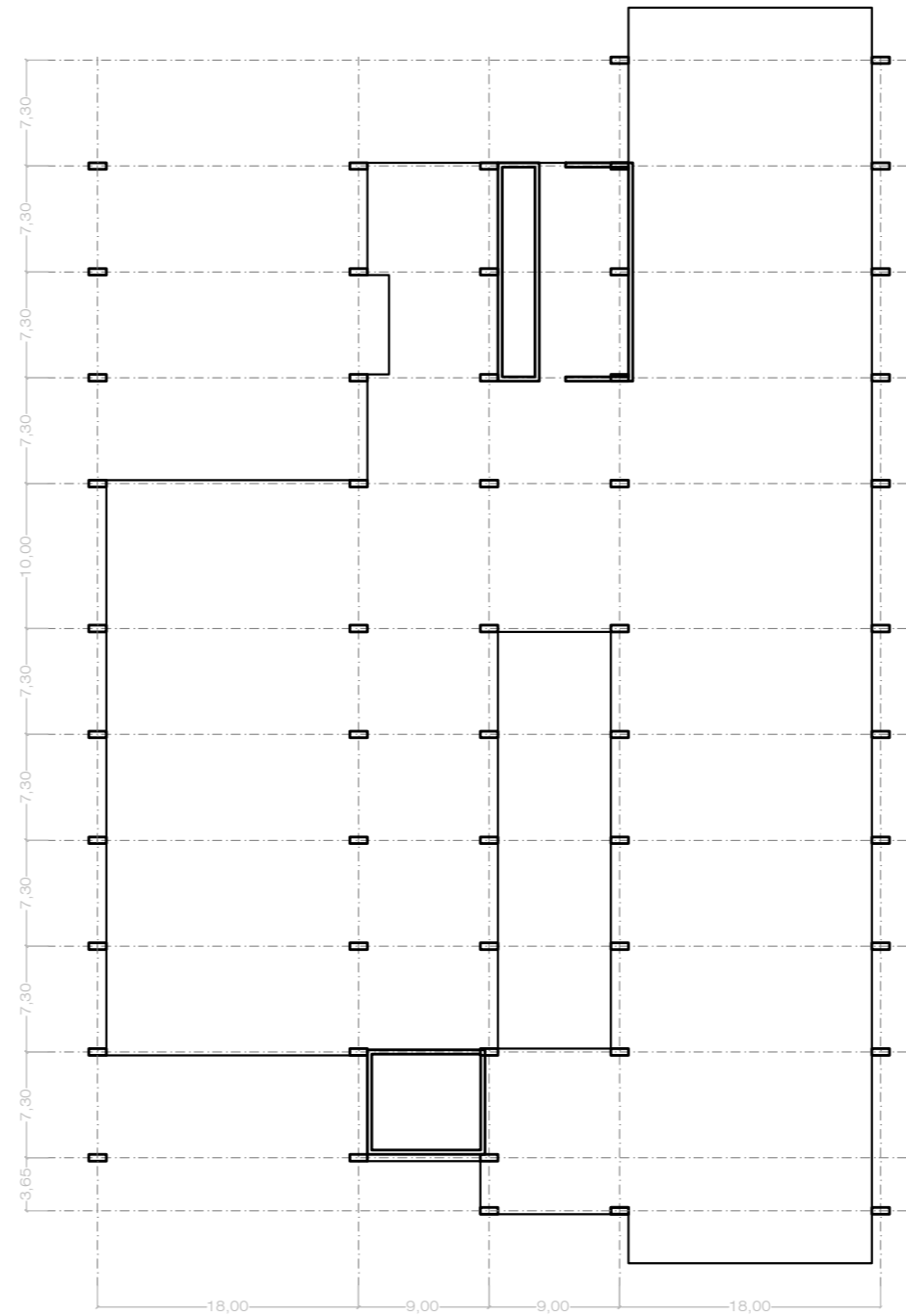


CUADRO DE ZAPATAS			
Nº ZAPATA	A	B	H
1-2-3-4-5-6-7 8-9-10	3,60m	3,60	0,60m
11-12-13-14-16 19-20-25-27	4,00m	4,00m	0,60m
15-26	4,20m	4,20m	0,60m
17-28	3,75m	3,75m	0,60m
18-29-30	3,50m	3,50m	0,60m
21	2,80m	2,80m	0,60m
22-23-24	3,80m	3,80m	0,60m
31	2,40m	2,40m	0,60m
32-33-34-35 36-37	3,20m	3,20m	0,60m
38	12,60m	11,775m	0,60m
39-41-42-43-44 45-46	3,00m	3,00m	0,60m
40	12,10m	17,70m	0,60m
47-48-49-50-51 53-54-55-56	3,40m	3,40m	0,60m
52	3,60m	11,80m	0,60m
57	2,20m	2,20m	0,60m



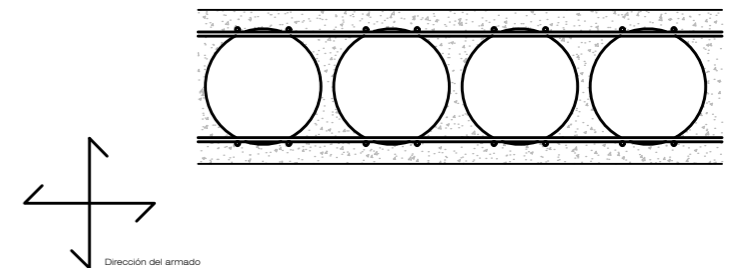


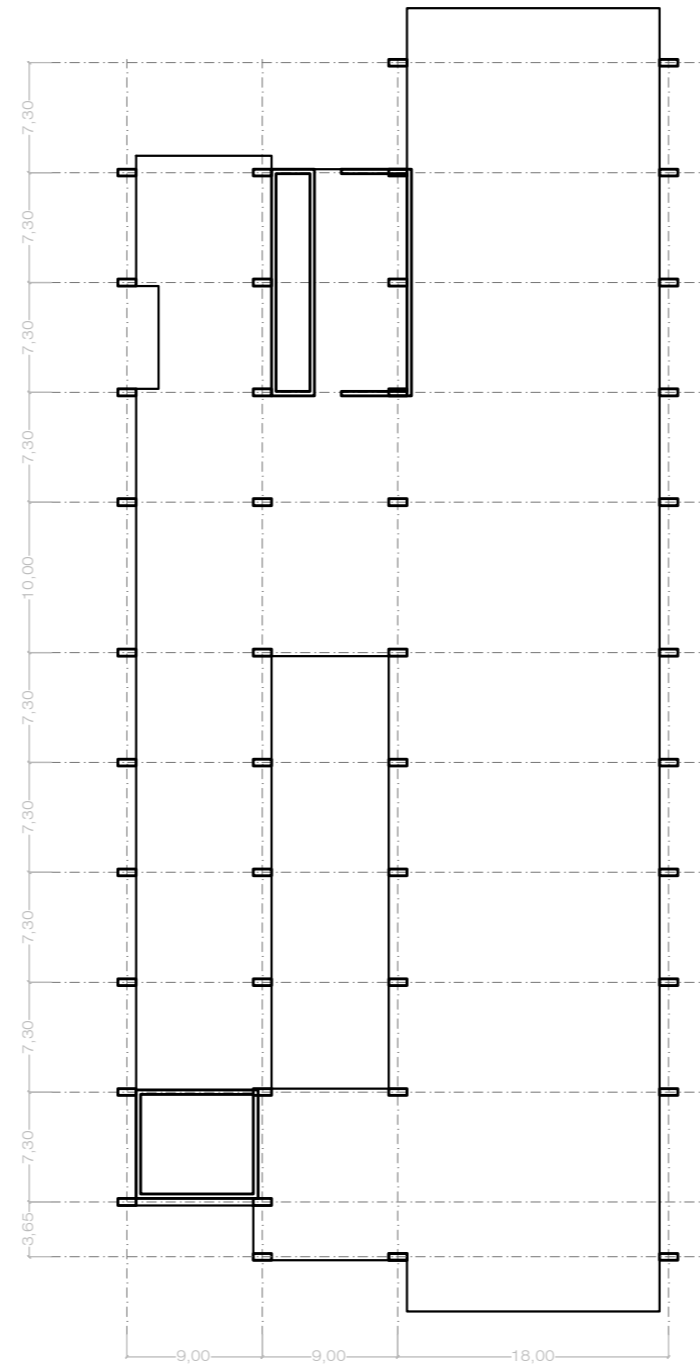
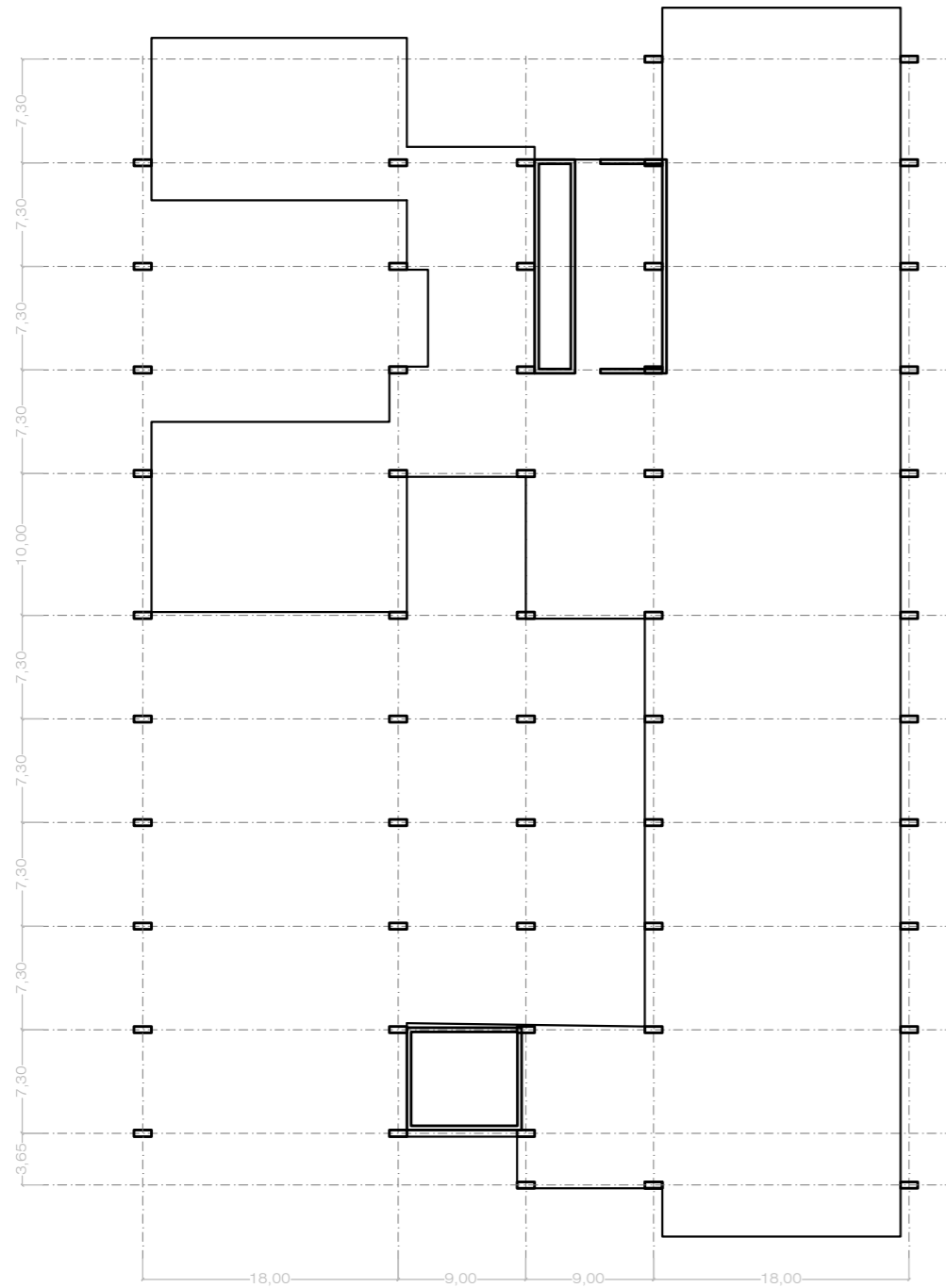
FORJADO 1



FORJADO 2

ACCIONES PLANTA PRIMERA				
<b>Forjado BubbleDeck BD450 e=450 mm [+3,60]</b>				
<b>PESO PROPIO</b>		<b>SOBRECARGA DE USO</b>		
Forjado BD450	7,30 KN/m <sup>2</sup>	Cubierta transitable cat. uso F	3 KN/m <sup>2</sup>	
Tabiquería	1,00 KN/m <sup>2</sup>	Aparcamiento preferente cat. uso E	2 KN/m <sup>2</sup>	
Pavimento calizo	1,00 KN/m <sup>2</sup>	Administración cat. uso B	2 KN/m <sup>2</sup>	
Falso techo + inst	0,80 KN/m <sup>2</sup>	Sala de espera cat. uso C1	3 KN/m <sup>2</sup>	
Cubierta ajardinada e=30 cm	2,10 KN/m <sup>2</sup>	Atención al alumno cat. uso B	2 KN/m <sup>2</sup>	
Rampa garaje 8m ancho e=30cm	40,0 KN/m	Aseos cat. Uso C1	3 KN/m <sup>2</sup>	
Barandilla perimetral	1,00 KN/m	Zona flexible cat. Uso C3	5 KN/m <sup>2</sup>	
Vidrieras perimetrales	2,10 KN/m			
Muro cortina pesado	2,85 KN/m	<b>SOBRECARGA DE NIEVE</b>		
Subestructura lamas madera	1,85 KN/m	Cubiertas - Chicago	1,2 KN/m <sup>2</sup>	
ACCIONES PLANTA SEGUNDA				
<b>Forjado BubbleDeck BD450 e=450 mm [+7,20]</b>				
<b>PESO PROPIO</b>		<b>SOBRECARGA DE USO</b>		
Forjado BD450	7,30 KN/m <sup>2</sup>	Cubierta transitable cat. uso F	5 KN/m <sup>2</sup>	
Tabiquería	1,00 KN/m <sup>2</sup>	Auditorio cat. uso C5	5 KN/m <sup>2</sup>	
Pavimento calizo	1,00 KN/m <sup>2</sup>	Espacio eventos flexible cat. uso B	2 KN/m <sup>2</sup>	
Falso techo + inst	0,80 KN/m <sup>2</sup>	Almacenamiento cat. uso C1	3 KN/m <sup>2</sup>	
Cubierta ajardinada e=90 cm	18,0 KN/m <sup>2</sup>	Aseos cat. uso C1	3 KN/m <sup>2</sup>	
Cubierta ajardinada e=215 cm	43,0 KN/m <sup>2</sup>	Foyer cat. Uso C3	5 KN/m <sup>2</sup>	
Jardinería e=90cm	18,0 KN/m <sup>2</sup>	Espacio flexible cat. Uso C3	5 KN/m <sup>2</sup>	
Escalera ligera de una zanca	6,00 KN/m <sup>2</sup>	Aparcamiento cat. Uso C3	5 KN/m <sup>2</sup>	
Rampa garaje 8m ancho e=30cm	40,0 KN/m			
Barandilla perimetral	1,00 KN/m			
Vidrieras perimetrales	2,10 KN/m			
Muro cortina pesado	2,85 KN/m	<b>SOBRECARGA DE NIEVE</b>		
Subestructura lamas madera	1,85 KN/m	Cubiertas - Chicago	1,2 KN/m <sup>2</sup>	
MATERIALES				
ELEMENTO ESTRUCTURAL	TIPO DE HORMIGÓN	MODALIDAD DE CONTROL	COEF. DE SEGURIDAD	RESISTENCIA DE CÁLCULO
Forjado	HA-30/B/20/II/a	Estadístico (3)	1,5 acc 1,3	20 N/mm <sup>2</sup>
Pilares	HA-30/B/20/II/a	Estadístico (3)	1,5 acc 1,3	20 N/mm <sup>2</sup>
Cimentación	HA-30/B/20/II/a	Estadístico (3)	1,5 acc 1,3	20 N/mm <sup>2</sup>
Muro de HA	HA-30/B/20/II/a	Estadístico (3)	1,5 acc 1,3	20 N/mm <sup>2</sup>
ELEMENTO ESTRUCTURAL	TIPO DE ACERO	MODALIDAD DE CONTROL	COEF. DE SEGURIDAD	RESISTENCIA DE CÁLCULO
Forjado	B-500 SD	Estadístico (3)	1,15 acc 1,0	435 N/mm <sup>2</sup>
Pilares	B-500 SD	Estadístico (3)	1,15 acc 1,0	435 N/mm <sup>2</sup>
Cimentación	B-500 SD	Estadístico (3)	1,15 acc 1,0	435 N/mm <sup>2</sup>
Muro de HA	B-500 SD	Estadístico (3)	1,15 acc 1,0	435 N/mm <sup>2</sup>
ELEMENTO ESTRUCTURAL	TIPO DE ACERO	MODALIDAD DE CONTROL	COEF. DE SEGURIDAD	RESISTENCIA DE CÁLCULO
Pilares	S-275	—————	1,05	262 N/mm <sup>2</sup>





ACCIONES PLANTA TERCERA

Forjado BubbleDeck BD450 e=450 mm [+10,80]			
<b>PESO PROPIO</b>		<b>SOBRECARGA DE USO</b>	
Forjado BD450	7,30 KN/m <sup>2</sup>	Cabina de proyección cat. uso C1	3 KN/m <sup>2</sup>
Tabiquería	1,00 KN/m <sup>2</sup>	Almacenamiento cat. uso C1	3 KN/m <sup>2</sup>
Pavimento calizo	1,00 KN/m <sup>2</sup>	Espacio eventos flexible cat. uso B	5 KN/m <sup>2</sup>
Falso techo + inst	0,80 KN/m <sup>2</sup>	Aseos cat. uso C1	2 KN/m <sup>2</sup>
Cubierta ajardinada e=150 cm	30,0 KN/m <sup>2</sup>	Aparcamiento cat. uso C3	2 KN/m <sup>2</sup>
Cubierta ajardinada e=210 cm	42,0 KN/m <sup>2</sup>		
Jardinera e=90cm	18,0 KN/m <sup>2</sup>		
Escalera ligera de una zanca	6,00 KN/m <sup>2</sup>		
Rampa garaje 8m ancho e=30cm	40,0 KN/m		
Barandilla perimetral	1,00 KN/m		
Vidrieras perimetrales	2,10 KN/m		
Muro cortina pesado	2,85 KN/m	<b>SOBRECARGA DE NIEVE</b>	
Subestructura lamas madera	1,85 KN/m	Cubiertas - Chicago	1,2 KN/m <sup>2</sup>

ACCIONES PLANTA CUARTA

Forjado BubbleDeck BD450 e=450 mm [+14,40]			
<b>PESO PROPIO</b>		<b>SOBRECARGA DE USO</b>	
Forjado BD450	7,30 KN/m <sup>2</sup>	Cubierta ajardinada cat. uso F	5 KN/m <sup>2</sup>
Tabiquería	1,00 KN/m <sup>2</sup>	Espacio de trabajo grupal cat. uso C1	3 KN/m <sup>2</sup>
Pavimento calizo	1,00 KN/m <sup>2</sup>	Aseos cat. uso C1	2 KN/m <sup>2</sup>
Falso techo + inst	0,80 KN/m <sup>2</sup>	Espacio flexible cat. Uso C3	5 KN/m <sup>2</sup>
Cubierta ajardinada e=275 cm	55,0 KN/m <sup>2</sup>	Aparcamiento cat. Uso C3	2 KN/m <sup>2</sup>
Cubierta ajardinada e=365 cm	73,0 KN/m <sup>2</sup>		
Jardinera e=90cm	18,0 KN/m <sup>2</sup>		
Escalera ligera de una zanca	6,00 KN/m <sup>2</sup>		
Rampa garaje 8m ancho e=30cm	40,0 KN/m		
Barandilla perimetral	1,00 KN/m		
Vidrieras perimetrales	2,10 KN/m		
Muro cortina pesado	2,85 KN/m	<b>SOBRECARGA DE NIEVE</b>	
Subestructura lamas madera	1,85 KN/m	Cubiertas - Chicago	1,2 KN/m <sup>2</sup>

ACCIONES PLANTA QUINTA

Forjado BubbleDeck BD450 e=450 mm [+18,00]			
<b>PESO PROPIO</b>		<b>SOBRECARGA DE USO</b>	
Forjado BD450	7,30 KN/m <sup>2</sup>	Espacio de trabajo indiv. cat. uso C1	3 KN/m <sup>2</sup>
Tabiquería	1,00 KN/m <sup>2</sup>	Espacio flexible cat. Uso C3	5 KN/m <sup>2</sup>
Pavimento calizo	1,00 KN/m <sup>2</sup>	Aseos cat. uso C1	2 KN/m <sup>2</sup>
Falso techo + inst	0,80 KN/m <sup>2</sup>	Aparcamiento cat. Uso C3	2 KN/m <sup>2</sup>
Jardinera e=90cm	18,0 KN/m <sup>2</sup>		
Escalera ligera de una zanca	6,00 KN/m <sup>2</sup>		
Rampa garaje 8m ancho e=30cm	40,0 KN/m		
Barandilla perimetral	1,00 KN/m		
Vidrieras perimetrales	2,10 KN/m		
Muro cortina pesado	2,85 KN/m	<b>SOBRECARGA DE NIEVE</b>	
Subestructura lamas madera	1,85 KN/m	Cubiertas - Chicago	1,2 KN/m <sup>2</sup>

MATERIALES

ELEMENTO ESTRUCTURAL	TIPO DE HORMIGÓN	MODALIDAD DE CONTROL	COEF. DE SEGURIDAD	RESISTENCIA DE CÁLCULO
Forjado	HA-30/B/20/II/a	Estadístico (3)	1,5 acc 1,3	20 N/mm <sup>2</sup>
Pilares	HA-30/B/20/II/a	Estadístico (3)	1,5 acc 1,3	20 N/mm <sup>2</sup>
Cimentación	HA-30/B/20/II/a	Estadístico (3)	1,5 acc 1,3	20 N/mm <sup>2</sup>
Muro de HA	HA-30/B/20/II/a	Estadístico (3)	1,5 acc 1,3	20 N/mm <sup>2</sup>

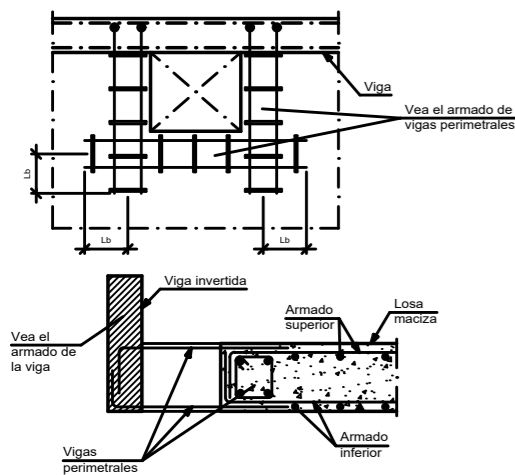
  

ELEMENTO ESTRUCTURAL	TIPO DE ACERO	MODALIDAD DE CONTROL	COEF. DE SEGURIDAD	RESISTENCIA DE CÁLCULO
Forjado	B-500 SD	Estadístico (3)	1,15 acc 1,0	435 N/mm <sup>2</sup>
Pilares	B-500 SD	Estadístico (3)	1,15 acc 1,0	435 N/mm <sup>2</sup>
Cimentación	B-500 SD	Estadístico (3)	1,15 acc 1,0	435 N/mm <sup>2</sup>
Muro de HA	B-500 SD	Estadístico (3)	1,15 acc 1,0	435 N/mm <sup>2</sup>

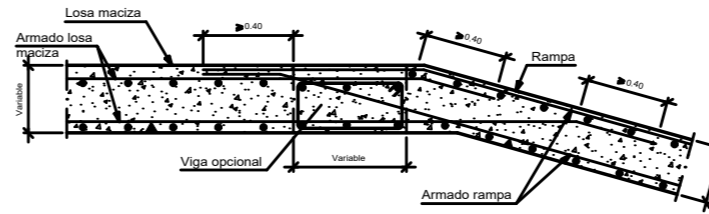
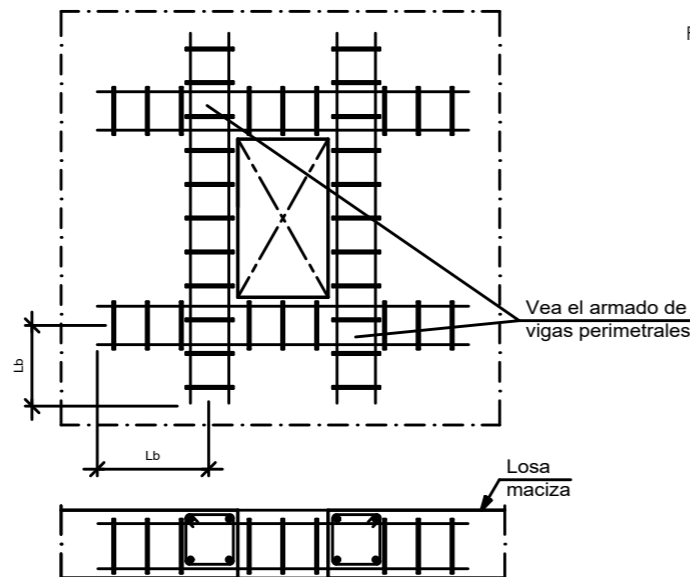
  

ELEMENTO ESTRUCTURAL	TIPO DE ACERO	MODALIDAD DE CONTROL	COEF. DE SEGURIDAD	RESISTENCIA DE CÁLCULO
Pilares	S-275		1,05	262 N/mm <sup>2</sup>

FORJADO 3

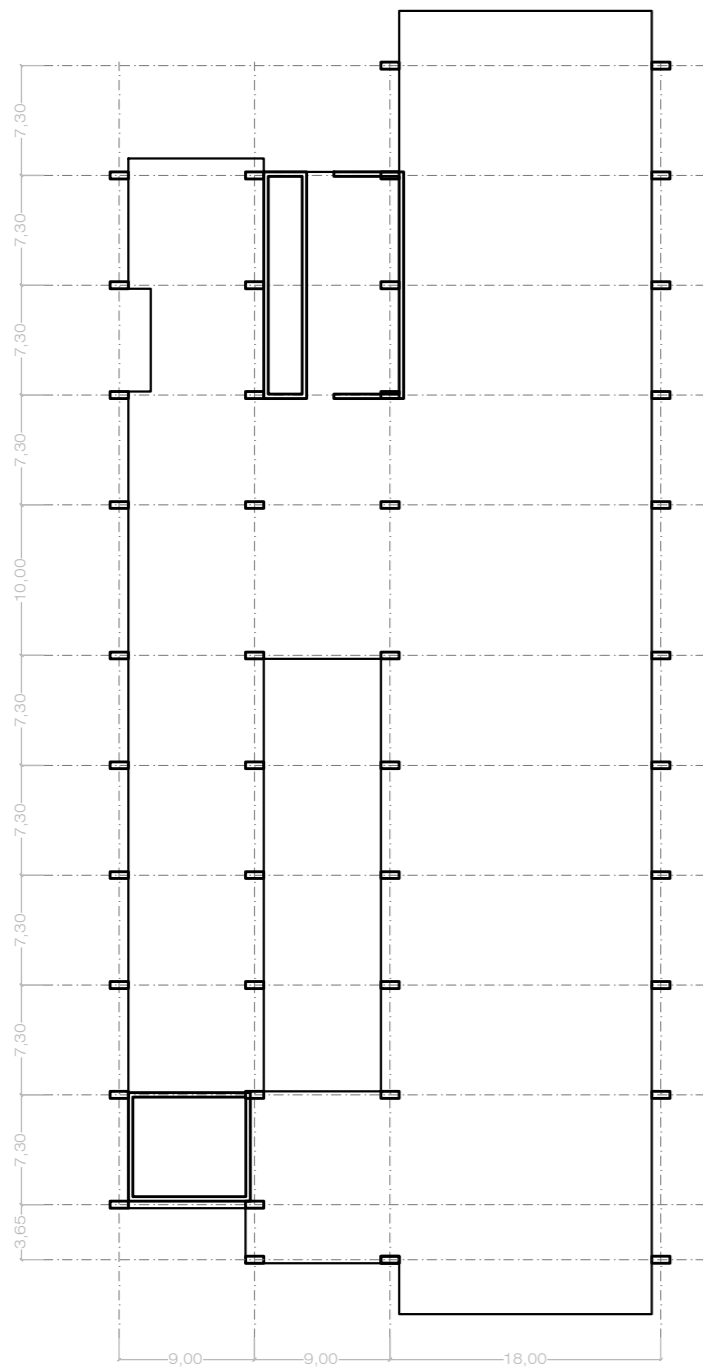


FORJADO 4 - 5

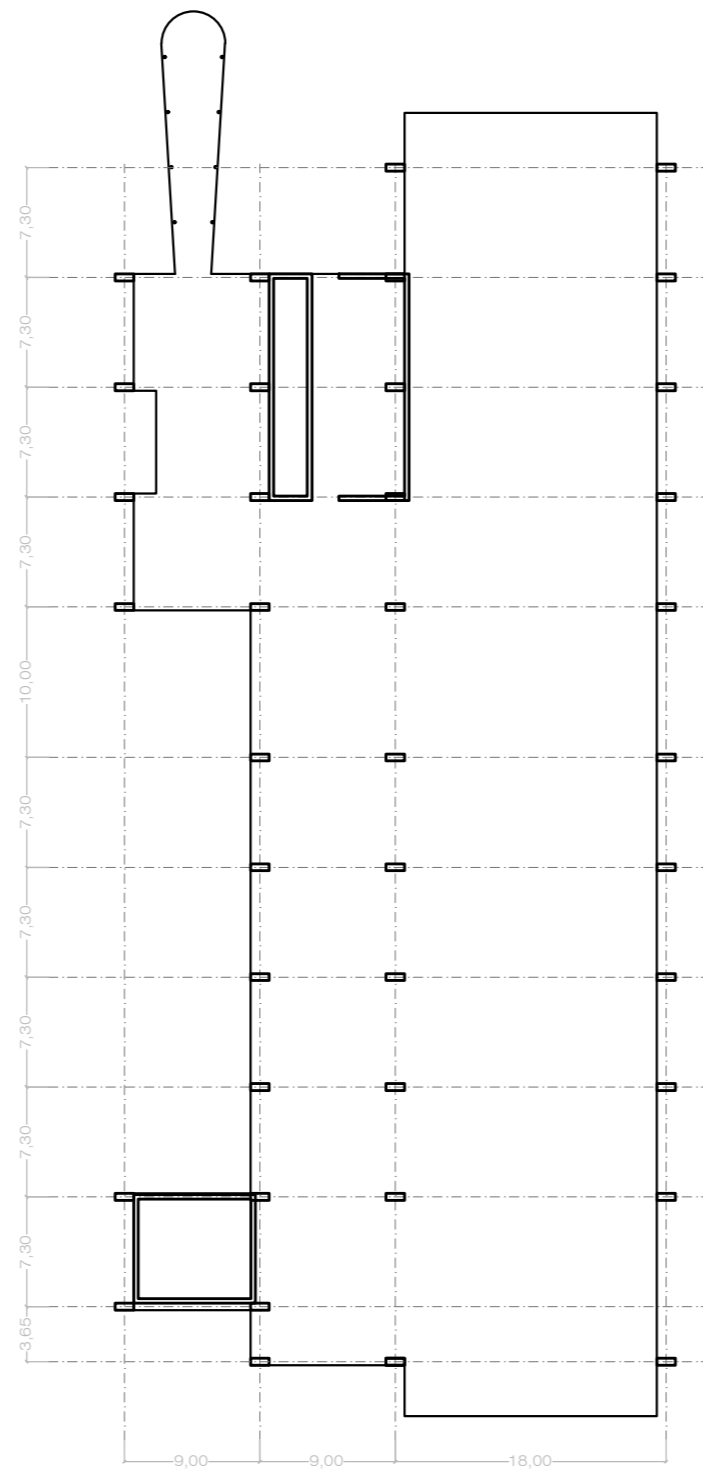


E: 1/500



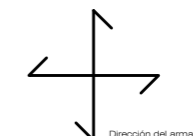
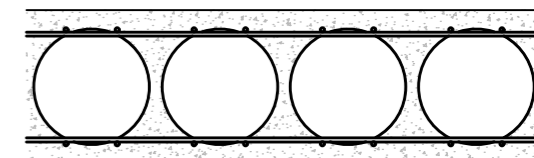


FORJADO 6



FORJADO 7

ACCIONES PLANTA SEXTA				
<b>Forjado BubbleDeck BD450 e=450 mm [+21,60]</b>				
<b>PESO PROPIO</b>		<b>SOBRECARGA DE USO</b>		
Forjado BD450	7,30 KN/m <sup>2</sup>	Espacio flexible cat. uso B		5 KN/m <sup>2</sup>
Tabiquería	1,00 KN/m <sup>2</sup>	Aseos cat. uso C1		2 KN/m <sup>2</sup>
Pavimento calizo	1,00 KN/m <sup>2</sup>	Aparcamiento cat. uso C3		2 KN/m <sup>2</sup>
Falso techo + inst	0,80 KN/m <sup>2</sup>			
Jardinera e=90cm	18,0 KN/m <sup>2</sup>			
Cubierta ajardinada e=365 cm	73,0 KN/m <sup>2</sup>			
Escalera ligera de una zanca	6,00 KN/m <sup>2</sup>			
Rampa garaje 8m ancho e=30cm	40,0 KN/m			
Barandilla perimetral	1,00 KN/m			
Vidrieras perimetrales	2,10 KN/m			
Muro cortina pesado	2,85 KN/m			
Subestructura lamas madera	1,85 KN/m			
		<b>SOBRECARGA DE NIEVE</b>		
		Cubiertas - Chicago		1,2 KN/m <sup>2</sup>
ACCIONES PLANTA SEPTIMA				
<b>Forjado BubbleDeck BD450 e=450 mm [+25,20]</b>				
<b>PESO PROPIO</b>		<b>SOBRECARGA DE USO</b>		
Forjado BD450	7,30 KN/m <sup>2</sup>	Sala recreativa cat. uso C4		5 KN/m <sup>2</sup>
Tabiquería	1,00 KN/m <sup>2</sup>	Almacén y control cat. uso C1		3 KN/m <sup>2</sup>
Pavimento calizo	1,00 KN/m <sup>2</sup>	Aseos cat. uso C1		2 KN/m <sup>2</sup>
Falso techo + inst	0,80 KN/m <sup>2</sup>	Espacio flexible cat. uso C3		5 KN/m <sup>2</sup>
Cubierta ajardinada e=275 cm	55,0 KN/m <sup>2</sup>	Bar cat. uso D1		5 KN/m <sup>2</sup>
Cubierta ajardinada e=365 cm	73,0 KN/m <sup>2</sup>	Restaurante cat. uso D1		5 KN/m <sup>2</sup>
Jardinera e=90cm	18,0 KN/m <sup>2</sup>	Vestuario trabajadores cat. uso C1		2 KN/m <sup>2</sup>
Escalera ligera de una zanca	6,00 KN/m <sup>2</sup>			
Rampa garaje 8m ancho e=30cm	40,0 KN/m			
Barandilla perimetral	1,00 KN/m			
Vidrieras perimetrales	2,10 KN/m			
Muro cortina pesado	2,85 KN/m			
Subestructura lamas madera	1,85 KN/m			
		<b>SOBRECARGA DE NIEVE</b>		
		Cubiertas - Chicago		1,2 KN/m <sup>2</sup>
MATERIALES				
ELEMENTO ESTRUCTURAL	TIPO DE HORMIGÓN	MODALIDAD DE CONTROL	COEF. DE SEGURIDAD	RESISTENCIA DE CÁLCULO
Forjado	HA-30/B/20/II/a	Estadístico (3)	1,5 acc 1,3	20 N/mm <sup>2</sup>
Pilares	HA-30/B/20/II/a	Estadístico (3)	1,5 acc 1,3	20 N/mm <sup>2</sup>
Cimentación	HA-30/B/20/II/a	Estadístico (3)	1,5 acc 1,3	20 N/mm <sup>2</sup>
Muro de HA	HA-30/B/20/II/a	Estadístico (3)	1,5 acc 1,3	20 N/mm <sup>2</sup>
ELEMENTO ESTRUCTURAL	TIPO DE ACERO	MODALIDAD DE CONTROL	COEF. DE SEGURIDAD	RESISTENCIA DE CÁLCULO
Forjado	B-500 SD	Estadístico (3)	1,15 acc 1,0	435 N/mm <sup>2</sup>
Pilares	B-500 SD	Estadístico (3)	1,15 acc 1,0	435 N/mm <sup>2</sup>
Cimentación	B-500 SD	Estadístico (3)	1,15 acc 1,0	435 N/mm <sup>2</sup>
Muro de HA	B-500 SD	Estadístico (3)	1,15 acc 1,0	435 N/mm <sup>2</sup>
ELEMENTO ESTRUCTURAL	TIPO DE ACERO	MODALIDAD DE CONTROL	COEF. DE SEGURIDAD	RESISTENCIA DE CÁLCULO
Pilares	S-275	-----	1,05	262 N/mm <sup>2</sup>



E: 1/500



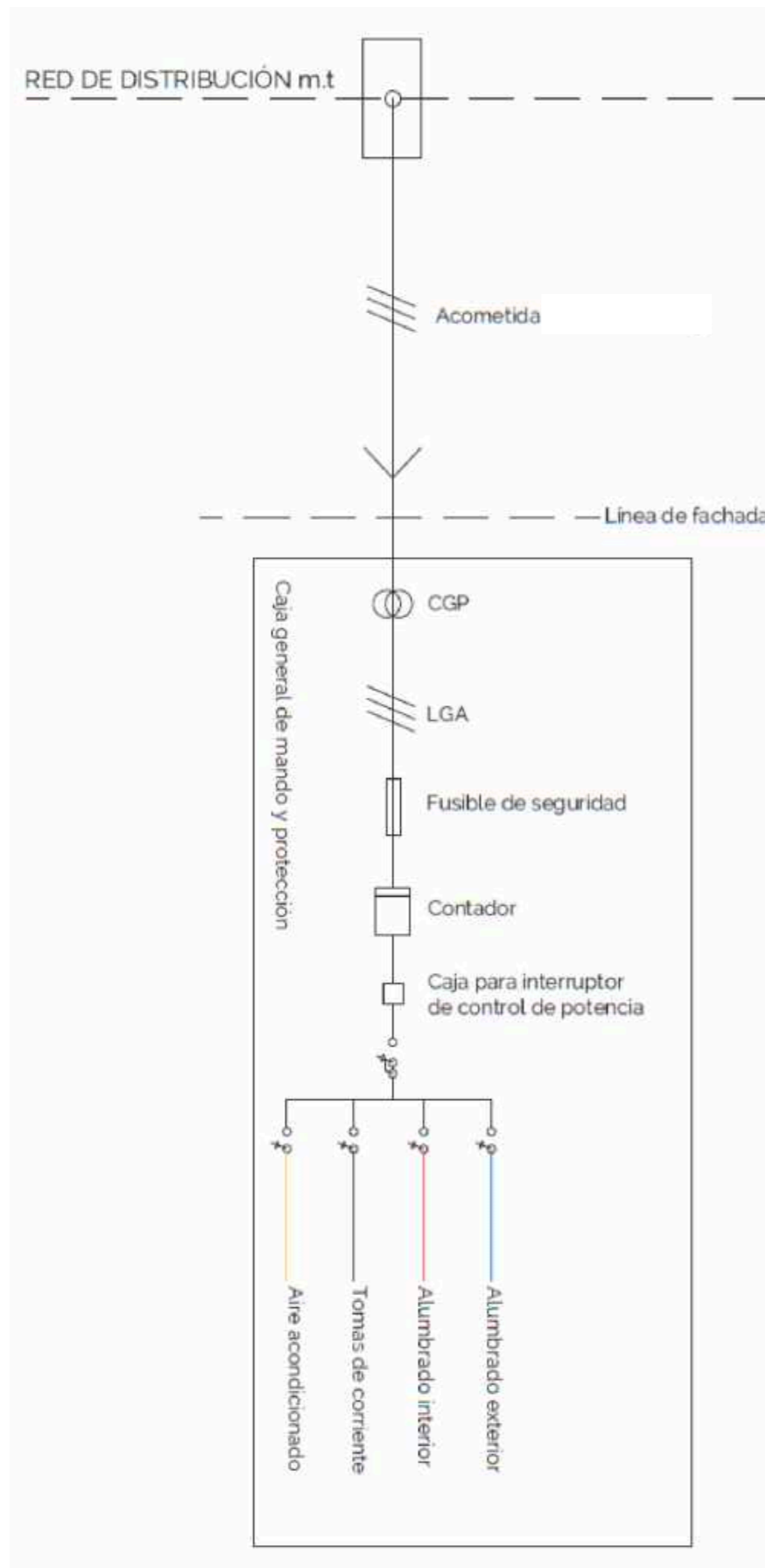


I. MEMORIA  
CONSTRUCTIVA

II. MEMORIA  
ESTRUCTURAL

**III. MEMORIA  
INSTALACIONES**

IV. MEMORIA  
CUMPLIMIENTO  
CTE



## ELECTRICIDAD

### Instalación de puesta a tierra:

La puesta o conexión a tierra es la unión eléctrica directa, sin fusibles ni protección alguna, de una parte, del circuito eléctrico o de una parte conductora no perteneciente al mismo mediante una toma de tierra con un electrodo o grupos de electrodos enterrados en el suelo.

Mediante la instalación de puesta a tierra se deberá conseguir que en el conjunto de instalaciones, edificios y superficie próxima del terreno no aparezcan diferencias de potencial peligrosas y que, al mismo tiempo, permita el paso a tierra de las corrientes de defecto o las de descarga de origen atmosférico.

### Protección contra sobrecargas:

Una sobrecarga es producida por un exceso de potencia en los aparatos conectados. Esta potencia es superior a la que admite el circuito. Las sobrecargas producen sobreintensidades que pueden dañar la instalación. Para ello se disponen:

- Cortacircuitos fusibles: Se colocan en la LGA (en la CGP) y en las derivaciones individuales (antes del contador).
- Interruptor automático de corte omnipolar: se situarán en el cuadro de cada vivienda para cada circuito de la misma.

### Protecciones contra contactos directos e indirectos:

- Protección contra contactos directos: Deberá garantizarse la integridad del aislante en todo momento.
- Protección contra contactos indirectos: se procederá a la colocación de interruptores de corte automático de corriente diferencial de manera complementaria a la toma de tierra.

### Pararrayos:

Instrumento cuyo objetivo es atraer un rayo ionizado: para excitar, llamar y conducir la descarga hacia la tierra.

Las instalaciones de pararrayos consisten en un mástil metálico (acero inoxidable, aluminio, cobre o acero) con un cabezal captado, dicho cabezal está unido a una toma de tierra eléctrica por medio de un cable conductor.

## ILUMINACIÓN

### Riesgo por iluminación inadecuada:

Se limitará el riesgo de daños a las personas como consecuencia de una iluminación inadecuada en zonas de circulación en los edificios, tanto interior como exterior, incluso en caso de emergencia o fallo de alumbrado normal.

### Alumbrado normal en zonas de circulación

En cada zona se dispondrá una instalación de alumbrado capaz de proporcionar, una iluminancia mínima de 20 lux en zonas exteriores y de 100 lux en zonas interiores, excepto aparcamientos interiores en donde será de 50 lux, medida a nivel del suelo. El factor de uniformidad media será del 40% como mínimo.

En las zonas de los establecimientos de uso Pública Concurrencia en las que la actividad se desarrolle con un nivel bajo de iluminación, como es el caso del los auditorios, se dispondrá una iluminación de balizamiento en las rampas y en cada uno de los peldaños de las escaleras.

### Alumbrado de emergencia

Los edificios dispondrán de un alumbrado de emergencia que, en caso de fallo del alumbrado normal, suministre la iluminación necesaria para facilitar la visibilidad a los usuarios de manera que puedan abandonar el edificio, evite las situaciones de pánico y permita la visión de las señales indicativas de las salidas y la situación de los equipos y medios de protección existentes.

Contarán con alumbrado de emergencia las zonas y los elementos siguientes:

- Todo recinto cuya ocupación sea mayor que 100 personas.
- Los recorridos desde todo origen de evacuación hasta el espacio exterior seguro y hasta las zonas de refugio, incluidas las propias zonas de refugio, según definiciones en el Anejo A de DBSI.
- Los aparcamientos cerrados o cubiertos cuya superficie construida exceda de 100 m<sup>2</sup>, incluidos los pasillos y las escaleras que conduzcan hasta el exterior o hasta las zonas generales del edificio.
- Los locales que alberguen equipos generales de las instalaciones de protección contra incendios y los de riesgo especial, indicados en DB-SI 1.
- Los aseos generales de planta en edificios de uso público.
- Los lugares en los que se ubican cuadros de distribución o de accionamiento de la instalación de alumbrado de las zonas antes citadas.
- Las señales de seguridad.
- Los itinerarios accesibles.

### Posición y características de las luminarias

Con el fin de proporcionar una iluminación adecuada las luminarias cumplirán las siguientes condiciones:

- Se situarán al menos a 2 m por encima del nivel del suelo.
- Se dispondrá una en cada puerta de salida y en posiciones en las que sea necesario destacar un peligro potencial o el emplazamiento de un equipo de seguridad. Como mínimo se dispondrán en los siguientes puntos:
  - en las puertas existentes en los recorridos de evacuación
  - en las escaleras, de modo que cada tramo de escaleras reciba iluminación directa
  - en cualquier otro cambio de nivel
  - en los cambios de dirección y en las intersecciones de pasillos

## ILUMINACIÓN

### Características de la instalación

La instalación será fija, estará provista de fuente propia de energía y debe entrar automáticamente en funcionamiento al producirse un fallo de alimentación en la instalación de alumbrado normal en las zonas cubiertas por el alumbrado de emergencia. Se considera como fallo de alimentación el descenso de la tensión de alimentación por debajo del 70% de su valor nominal.

El alumbrado de emergencia de las vías de evacuación debe alcanzar al menos el 50% del nivel de iluminación requerido al cabo de los 5 s y el 100% a los 60 s. La instalación cumplirá las condiciones de servicio que se indican a continuación durante una hora, como mínimo, a partir del instante en que tenga lugar el fallo:

- a) En las vías de evacuación cuya anchura no exceda de 2 m, la iluminancia horizontal en el suelo debe ser, como mínimo, 1 lux a lo largo del eje central y 0,5 lux en la banda central que comprende al menos la mitad de la anchura de la vía. Las vías de evacuación con anchura superior a 2 m pueden ser tratadas como varias bandas de 2 m de anchura, como máximo.
- b) En los puntos en los que estén situados los equipos de seguridad, las instalaciones de protección contra incendios de utilización manual y los cuadros de distribución del alumbrado, la iluminancia horizontal será de 5 lux, como mínimo.
- c) A lo largo de la línea central de una vía de evacuación, la relación entre la iluminancia máxima y la mínima no debe ser mayor que 40:1.
- d) Los niveles de iluminación establecidos deben obtenerse considerando nulo el factor de reflexión sobre paredes y techos y contemplando un factor de mantenimiento que englobe la reducción del rendimiento luminoso debido a la suciedad de las luminarias y al envejecimiento de las lámparas.
- e) Con el fin de identificar los colores de seguridad de las señales, el valor mínimo del índice de rendimiento cromático Ra de las lámparas será 40.

## ILUMINACIÓN

### Iluminación de las señales de seguridad

La iluminación de las señales de evacuación indicativas de las salidas y de las señales indicativas de los medios manuales de protección contra incendios y de los de primeros auxilios, deben cumplir los siguientes requisitos:

- a) La luminancia de cualquier área de color de seguridad de la señal debe ser al menos de 2 cd/m<sup>2</sup> en todas las direcciones de visión importantes.
- b) La relación de la luminancia máxima a la mínima dentro del color blanco o de seguridad no debe ser mayor de 10:1, debiéndose evitar variaciones importantes entre puntos adyacentes.
- c) La relación entre la luminancia Lblanca, y la luminancia Lcolor >10, no será menor que 5:1 ni mayor que 15:1.
- d) Las señales de seguridad deben estar iluminadas al menos al 50% de la iluminancia requerida, al cabo de 5 s, y al 100% al cabo de 60 s.

### Luminarias

Para una correcta iluminación del centro de alumnos se ha tenido en cuenta las recomendaciones de la normativa, previendo que las luminarias elegidas tuvieran los lúmenes necesarios para obtener confort en el trabajo.

Dichas recomendaciones son:

- Zonas de circulación y vestíbulos: >300lux, uniforme, resaltando elementos importantes como señalizaciones.
- Aseos: >300lux, uniforme, evitando deslumbramientos.
- Cocinas: 350-750lux
- Comedores: 100-600lux
- Barras: 100-500lux
- Administración: 500lux

## TELECOMUNICACIONES

La Infraestructura Común de Telecomunicaciones (ICT) es el conjunto de equipos, cable y medios técnicos que transportan los servicios de telecomunicaciones desde los puntos de interconexión o de terminación de red de los diferentes servicios (radio, televisión, teléfono y comunicaciones de banda ancha) hasta las tomas de usuario. También comprende las canalizaciones por donde discurren los cables y los armarios de distribución o registro en los que se instala el equipo técnico.

La ICT proporciona los siguientes servicios (funciones de la ICT):

- Servicio de radio y televisión (RTV): Captar, adaptar y distribuir las señales de radio y televisión que llegan hasta el edificio, para que puedan ser interpretadas por los receptores de los usuarios.
- Servicio de telefonía (TB + RDSI): Proporcionar el acceso a los servicios de telefonía y transmisión de datos a través de la red de telefonía básica (TB) a la red de servicios integrados (RDSI).
- Servicio de comunicaciones por cable (TLCA + SAFI): Proporcionar el acceso a los servicios de tele-comunicaciones de banda ancha (televisión, datos, etc) por cable (TLCA) o mediante un acceso fijo inalámbrico (SAFI).

Para desarrollar dichas funciones, las infraestructuras respetan una serie de normas que garantizan la calidad de los servicios que prestan y de los que se puedan incorporar en un futuro. En su diseño y cálculo, se aplica la siguiente normativa:

- Infraestructuras comunes en los edificios para el acceso a los servicios de Telecomunicaciones (ICT).
- Real Decreto-Ley 1/1998, de 27 de febrero, sobre infraestructuras comunes en los edificios para el acceso a los servicios de la telecomunicación.
- Real Decreto 401/2003, de 4 de abril, para el que se aprueba el reglamento regulador de las infraestructuras comunes de telecomunicaciones (ICT), para el acceso a los servicios de telecomunicación en el interior de los edificios y de la actividad de instalación de equipos y sistemas de telecomunicaciones.

## Tipo de instalación

Se trata de una instalación de telecomunicaciones tipo A: infraestructuras de telecomunicación en edificios e inmuebles. En este grupo se incluyen todas aquellas instalaciones que, si bien pueden tener relación con el exterior, sirven exclusivamente para la distribución de señales de telecomunicación dentro de edificios. Se incluye en este grupo a instalaciones, incluida su puesta a punto (captación, adaptación y distribución) y mantenimiento:

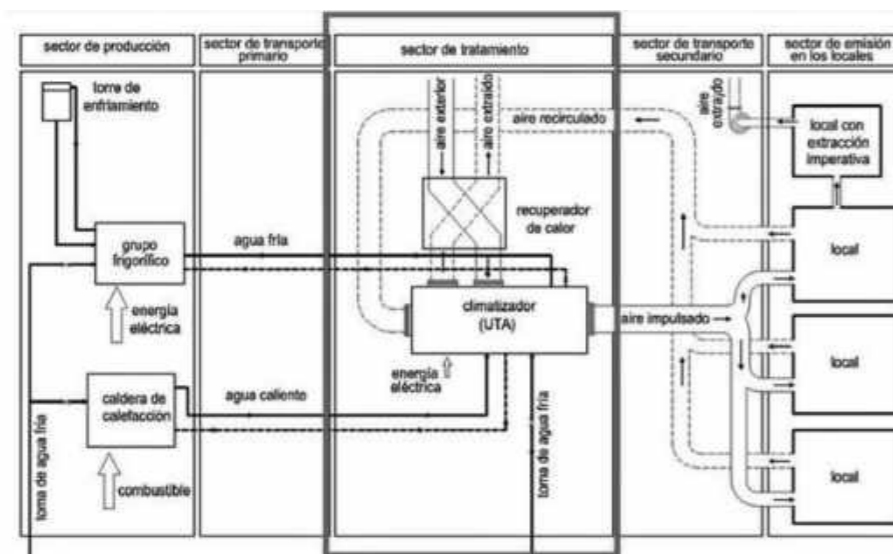
- Destinadas a la captación, adaptación y distribución de señales de radiodifusión sonora y televisión, procedentes de emisiones terrenales, incluida la Televisión Terrenal Terrestre (TDT) y de satélite;
- Destinadas a la distribución de Señales de Telefonía Disponible al Público, desde el distribuidor del edificio hasta los puntos de conexión de los aparatos (STDP);
- Destinadas a la distribución de señales de Telecomunicaciones de Banda Ancha (TBA).

## Recintos

Una de las ventajas de la ICT es que, mediante la organización del cableado de las diferentes instalaciones, facilitan que cada usuario reciba las líneas de telefonía, radio y televisión y servicios de banda ancha de forma ordenada.

Para llevar dichos servicios de usuarios, los edificios deben disponer de diversos recintos, donde se alojan los equipos de tratamiento y distribución de las señales y se realizan las conexiones necesarias.

Para la interconexión de los recintos se utilizan canalizaciones por cuyo interior discurren los cables y las líneas de transmisión



Esquema básico de funcionamiento

## CLIMATIZACIÓN Y RENOVACIÓN DEL AIRE

Mediante la instalación de climatización de un edificio se debe garantizar que tanto la temperatura, la humedad, así como la calidad del aire sean los convenientes para poder realizar las actividades que se han previsto en su interior. Esta instalación se regirá según las disposiciones establecidas en el Reglamento de Instalaciones Térmicas de los edificios (RITE) y en sus Instrucciones Técnicas Complementarias. Por contra, no será de aplicación el documento CTE-HS3 (Calidad del aire interior), ya que el mismo se limita a regular las condiciones de salubridad en edificios de viviendas.

### Normativa de aplicación

La normativa de aplicación es el diseño y cálculo de la instalación de climatización es la siguiente:

- Reglamento de instalaciones térmicas de los edificios (RITE).
- Instrucciones Técnicas Complementarias.
- NBE-CLP capítulo 4, artículo 18.2.
- Exigencia básica HS 3: Calidad del aire interior.

Algunas de las condiciones que debe tener el aire interior y la ventilación, según el RITE son:

- El dimensionado de la instalación se realiza considerando las condiciones deseables de verano (23-25°C y 45-50% de H.R) y en invierno (2.1-2.3°C y 40-50% de H.R)
- La velocidad media del aire admisible con difusión por mezcla será  $V = 0.13$  a  $0.2$  m/s.
- La calidad del aire interior que deberá alcanzar el edificio de acuerdo a su uso como oficinas será IDA2: Aire de buena calidad, lo que implica un caudal de aire exterior de  $12 \text{ m}^3/\text{s}$  por persona y control manual de la calidad del aire interior.
- El aire de extracción será AE1 (con bajo nivel de contaminación) para todos los espacios interiores, salvo para la cafetería y el gimnasio donde será AE2 (moderado nivel de contaminación). Esta clasificación afecta la elección del sistema de ventilación.

### Sistema de climatización

El edificio se caracteriza por tener espacios diáfanos, con muchos  $\text{m}^3$  de aire para calefactar y renovar. Ya que el programa no permite un control individualizado del sistema; se decide hacer una instalación de climatización única para todo el edificio.

El sistema elegido es del tipo Aire-Agua. La producción de calor o frío se basa en qué para la captación o cesión del calor al fluido, se utiliza agua o fluido calentado o enfriado, ya sea con combustión en calderas, o con calor del exterior para pasarlo al agua.

Estas instalaciones dentro de los tipos de aire acondicionado para edificios y equipos, también conocidos como hidrónicos, precisarán circuitos parecidos a las torres de enfriamiento, agua de pozo, geotérmicas y de otras técnicas parecidas para conseguir la condensación del ciclo de compresión. En nuestro caso disponemos de una alimentación calorífica con fuente geotérmica horizontal.

El sistema cuenta con una caldera y un sistema frigorífico, que aportan agua caliente o fría según la época del año. Esta agua climatizada se conduce por conductos verticales a la Unidad de Tratamiento del Aire (UTA) en un circuito cerrado de agua. En este punto de la instalación la UTA es la encargada de tomar el aire del exterior, filtrarlo y climatizarlo. El aire ya climatizado se manda por conductos de aire a las distintas estancias en un circuito cerrado de impulsión y retorno. El aire viciado del interior vuelve a la UTA por los conductos de ventilación para así tratarlo y devolverlo al exterior.

En las estancias se disponen de difusores de climatización empotrados en falso techo de carácter lineal. El retorno se produce por rejillas lacadas en blanco colocadas en el perímetro de los falsos techos.

Se colocarán 4 UTAS en planta baja, así como el grupo frigorífico y la torre de refrigeración, cuya alimentación de aire exterior se produce a través de rejillas de grandes dimensiones, equivalente a unos  $50 \text{ m}^2$  en total, que están integradas bajo la rampa de acceso al parking. Tanto la caldera principal como la de apoyo también se sitúan en planta baja.

## **RENOVACIÓN DEL AIRE**

### **Impulsión**

Las unidades de tratamiento de aire interior se ubicarán en el falso techo de los núcleos húmedos, con el objeto de evitar que los ruidos afecten a las zonas de trabajo y estancia.

La conducción del aire acondicionado y su impulsión se realizará a través de las rejillas ubicadas en el falso techo.

### **Renovación del aire**

El retorno del aire se efectuará por la parte inferior de cada planta. De este punto se reconducirá el aire de vuelta a las unidades de tratamiento a través de los patinillos. Así, la ubicación del retorno favorece la circulación del aire tanto en invierno como en verano.

Con la calefacción en invierno, si el retorno se encontrara en la parte alta de las estancias, la menor densidad del aire caliente haría que éste circulase únicamente por la mitad superior, no alcanzándose la temperatura de confort requerida para los usuarios en la parte inferior de las estancias.

En verano, el aire frío tiende a bajar, y se corre el peligro de que, estando los retornos en la parte baja, no se mezcle con la totalidad del aire de la sala y se escape. Sin embargo, al encontrarse la impulsión y el retorno suficientemente alejados, se permite que el aire se mezcle sin problema.

En la zona del restaurante y food hall será necesario proporcionar ventilación forzada, y en los aseos, extracción de aire mediante shunts. En el resto de espacios, el aire de extracción puede ser retornado a los locales.

### **Características de conductos y difusores**

1. Los conductos y difusores se dispondrán de acuerdo con las líneas del proyecto, evitando el paso de las vibraciones de los conductos a los elementos constructivos mediante sistemas anti vibratorios.

2. Los conductos de aire acondicionado contarán con un revestimiento de material absorbente, y se emplearán silenciadores específicos de tal forma que la atenuación del ruido generado por la maquinaria de impulsión o por la circulación de aire no supere los 40 dBA en las llegadas de las rejillas y difusores de inyección.

3. Tanto los conductos como los accesorios de la red de impulsión contarán con aislamiento térmico para que las pérdidas no superen el 4% de la potencia que transportan, y siempre que sea suficiente para evitar condensaciones. El RITE establece un espesor mínimo para el aislamiento de 30 mm en interiores.

El diseño de las instalaciones se basa en el CTE DB-S Evacuación de aguas y tiene como objetivo la evacuación eficaz de las aguas tanto pluviales como residuales generadas en el edificio y su posterior vertido a la red de alcantarillado público. Se va a plantear la red de evacuación con un sistema separativo, es decir, aquel en el que las derivaciones, bajantes y colectores son independientes para aguas pluviales y residuales.

**Aguas residuales:** Son las que proceden de los aparatos sanitarios existentes en el edificio. Estas aguas presentan relativa suciedad y arrastran muchos elementos en disolución.

**Aguas pluviales:** Como su propio nombre indica, son las aguas que proceden de la lluvia o nieve, esorrentías o drenajes. Generalmente se trata de aguas limpias. Los colectores generales se proyectan formando dos redes horizontales separadas, una para aguas pluviales y otra para aguas residuales. Dichos colectores tienen unas pendientes comprendidas entre el 1% y el 4% y los cambios de dirección se realizan de forma suave, con pieza de unión (codos) de 120° y 135°.

Para un correcto diseño de esta instalación se tendrán en cuenta los siguientes puntos:

- Deben disponerse cierres hidráulicos en la instalación que impidan el paso del aire contenido en ella a los locales ocupados sin afectar al flujo de residuos.
- Las tuberías de la red de evacuación deben tener el trazado más sencillo posible, con unas distancias y pendientes que faciliten la evacuación de los residuos y ser autolimpiables. Debe evitarse la retención de aguas en su interior.
- Los diámetros de las tuberías deben ser los apropiados para transportar los caudales previsibles en condiciones seguras.
- Las redes de tuberías deben diseñarse de tal forma que sean accesibles para su mantenimiento y reparación, para lo cual deben disponerse a la vista o alojadas en huecos o patinillos registrables. En caso contrario deben contar con arquetas o registros.
- Se dispondrán sistemas de ventilación adecuados que permitan el funcionamiento de los cierres hidráulicos y la evacuación de gases mefíticos.

### Elementos de la instalación

#### 1. Sifones:

Son cierres hidráulicos que impiden la comunicación del aire viciado de la red de evacuación con el aire de los locales habitados donde se encuentran instalados los aparatos sanitarios. El sifón permitirá el paso fácil de todas las materias sólidas que puedan arrastrar las aguas residuales, para ello, deberá existir tiro en su enlace

con la bajante, acometiendo a un nivel inferior al del propio sifón. La cota de cierre del sifón estará comprendida entre 5 y 10 cm. Los sifones permitirán su limpieza por su parte inferior.

#### 2. Redes de pequeña evacuación:

Las constituyen las tuberías horizontales, con pendiente, que enlazan los desagües de los aparatos sanitarios con las bajantes. Los aparatos sanitarios se situarán buscando la agrupación alrededor de la bajante, quedando los inodoros y vertederos a una distancia no mayor de 1 m de la bajante. Su desagüe se hará siempre directamente a la bajante. El desagüe de urinarios, lavabos, etc se hará mediante un sifón individual. La distancia del sifón individual más alejado a la bajante no será mayor de 2 m (con pendiente de 2.5 a 5%).

#### 3. Bajantes:

Son canalizaciones que conducen verticalmente las aguas pluviales desde los sumideros sifónicos en cubierta y los canalones y las aguas residuales desde las redes de pequeña evacuación e inodoros hasta la arqueta a pie de bajante o hasta el colector suspendido. Van recibiendo en cada planta las descargas de los correspondientes aparatos sanitarios. Serán de la misma dimensión en toda su longitud. Las bajantes se podrán unir por el método de enchufe o cordón. La unión quedará perfectamente anclada a los parámetros verticales por donde discurran, utilizándose generalmente abrazaderas, collarines o soportes, que permitirán que cada tramo sea auto portante, para evitar que los más bajos se vean sobrecargados. Las bajantes discurrirán por los huecos preparados para tal fin dentro de los patinillos creados para su paso a través del forjado. Las bajantes, por su parte superior se prolongarán hasta salir por encima de la cubierta del edificio junto a recrecidos, para su comunicación con el exterior (ventilación primaria), disponiéndose en su extremo un remate que evite la entrada de aguas o elementos extraños. Por su parte inferior, se unirán a una arqueta a pie de bajante (red horizontal enterrada).

#### 4. Colectores:

Son tuberías horizontales con pendientes que recogen el agua de las bajantes y la canalizan hasta la red de alcantarillado urbano. Los colectores se situarán siempre por debajo de la red de distribución de agua fría y tendrán una pendiente superior a 1.5%. Las uniones se realizarán de forma estanca y todo el sistema deberá contar con los registros oportunos.

#### 5. Ventilación:

La red de ventilación es un complemento de gran importancia para el correcto funcionamiento de la red de evacuación, dado que en las instalaciones donde ésta es insuficiente se puede provocar la comunicación del aire interior de las tuberías de evacuación con el interior de los locales, con el consiguiente olor fétido y contaminación del aire. La causa de este efecto será la formación de émbolos hidráulicos en las bajantes por acumulación de descargas, efecto que tendrá mayor riesgo cuanto menor diámetro tenga la bajante y cuanto mayores sean los caudales de vertido que recoge, originando unas presiones en el frente de descarga y unas depresiones entre sí, que romperán el cierre hidráulico de los sifones. La ventilación primaria es obligatoria en todas las instalaciones y consistirá en comunicar todas las bajantes por su parte inferior con el exterior. Con esto se evitarán los sifonamientos por aspiración.

**Elementos de conexión**

- Arquetas o pie de bajante: Enlazan las bajantes con los colectores enterrados. Recibe la bajante lateralmente sobre un dado de hormigón, estando el tubo de entrada orientado hacia la salida. El fondo de la arqueta tendrá una pendiente hacia la salida para facilitar la evacuación.

- Arquetas de paso: Se utilizan para el registro de la red enterrada de colectores cuando se produzcan encuentros, cambios de sección o de pendiente, y en tramos rectos cada 20 m como máximo. En su interior se coloca un semitubo para dar orientación a los colectores hacia el tubo de salida, debiendo formar ángulos obtusos para que la salida sea fácil. Se procura que los colectores opuestos descentra-dos y, a ser posible, no más de uno por cada cara. Se coloca una arqueta general en el interior de la propiedad, de dimensiones mínimas de 63 x 63 cm, para recoger todos los colectores antes de acometer a la red de alcantarillado.

- Arquetas sumidero: Sirven para la recogida de agua de lluvia, escorrentías, riegos, etc. Por debajo de la cota del terreno, teniendo su entrada por la parte superior (rejilla) y la salida horizontal. Llevarán en su fondo pendiente hacia la salida y la rejilla será desmontable, limitando su medida al paso de los cuerpos que puedan arrastrar las aguas. Estas arquetas verterán sus aguas a una arqueta sifónica o separador de grasas y fangos. Estas arquetas tendrán entrada más baja que la salida (codo de 90°). A ellas acometerán las arquetas sumidero antes de su conexión con la red de evacuación, de lo contrario, saldrán malos olores a través de su rejilla. La cota de cierre oscila entre 8-10cm.

- Pozo de registro: La acometida de la red interior de evacuación de alcantarillado no plantea problema pues normalmente, las aguas pluviales y residuales no contienen sustancias nocivas. Por ello suele bastar con realizar un pozo de registro o arqueta de registro general que recoge los caudales de los colectores horizontales. Su ubicación depende de las ordenanzas municipales estando en todo caso en las cercanías del edificio y siendo registrable para su inspección y limpieza.

**Evacuación de aguas pluviales:**

Las tuberías de la red de evacuación de aguas pluviales deben tener un trazado sencillo con distancias y pendientes que faciliten la evacuación de los residuos y sean autolimpiables.

La instalación dispondrá de cierres hidráulicos que impedirán el paso del aire contenido en ella a los locales ocupados, sin afectar al flujo de residuos.

Las bajantes se dispondrán en los patinillos dispuestos en los núcleos húmedos de ambos edificios. Y al final de las mismas se dispondrán las arquetas a pie de bajante.



La instalación de fontanería debe garantizar el correcto suministro y distribución de agua fría y agua caliente sanitaria aportando caudales suficientes para su funcionamiento. El diseño de la red se basa en directrices del Código Técnico de la Edificación, y para el presente apartado se tomará el Documento Básico de Salubridad-Suministro de agua CTE-DB-HS4. Se atenderá también a los dispuesto en el Reglamento de Instalaciones Térmicas en los edificios (RITE) y en sus instrucciones Técnicas Complementarias (ITC).

## DESCRIPCIÓN DE LA INSTALACIÓN DE AGUA FRÍA

Los elementos principales que componen la instalación son los siguientes:

### Acometidas

En el proyecto se plantea una acometida para el edificio. Esta tubería se enlaza a la red de distribución con las instalaciones generales en el interior. Los conductos se proyectan de polietileno y va alojado en su respectiva zanja enterrada hasta llegar a los cuartos de instalaciones o patinillos. Dispondrán de elementos de filtraje para la protección de la instalación y se supondrá una presión de suministro de entre 2.5 y 5 kp/cm<sup>2</sup>.

En la acometida se instalan las siguientes llaves de maniobra:

- Llave de toma. Situada sobre la tubería de la red de distribución que abre paso a la acometida.
- Tubo de acometida que enlaza la llave de toma con la llave de corte general.
- Una llave de corte en el exterior de la propiedad.

### Instalación general del edificio

La instalación general debe contener los siguientes elementos:

- Llave de corte general: servirá para interrumpir el suministro al edificio, y estará situada dentro de la propiedad, en una zona de uso común, accesible para su manipulación y señalada adecuadamente para permitir su identificación. Si se dispone armario o arqueta del contador general, debe alojarse en su interior.
- Filtro de instalación general: debe retener los residuos del agua que puedan dar lugar a corrosiones en las canalizaciones metálicas. Se instalará a continuación de la llave de corte general. Si se dispone armario o arqueta del contador general, debe alojarse en su interior. El filtro debe ser de tipo Y con un umbral de filtrado comprendido entre 25 y 50 µm, con malla de acero inoxidable y baño de plata, para evitar la formación de bacterias y autolimpiable. La situación del filtro debe ser tal que permita realizar adecuadamente las operaciones de limpieza y mantenimiento sin necesidad de corte de suministro.

- Contador: Se dispondrá de un contador único por cada una de las dos Piezas de conforman el proyecto al tratarse de un complejo de uso público. Después del contador se dispondrán una llave de corte, un grifo o racor de prueba y una válvula de retención.

- Llave de salida: La instalación de estos elementos debe realizarse en un plano paralelo al del suelo, La llave de corte general y la de salida servirán para el montaje y desmontaje del contador general.

- Tubo de alimentación: Su trazado debe realizarse por zonas de uso común. En caso de ir empotrado deben disponerse de registros para su inspección y control de fugas, al menos en sus extremos y en los cambios de dirección.

### Montantes

Los montantes deben discurrir por zonas de uso común, por lo que en ambas piezas se colocarán en los patinillos de los cuartos húmedos, permitiéndose su manipulación y registro desde los cuartos húmedos de cada planta. Las ascendentes deben disponer en su base de una válvula de retención, una llave de corte para las operaciones de mantenimiento, y de una llave de paso con grifo o tapón de vaciado, situadas en zonas de fácil acceso y señaladas de forma conveniente. La válvula de retención se dispondrá en primer lugar, según el sentido de circulación del agua. En su parte superior deben instalarse dispositivos de purga, automáticos o manuales, con un separador o cámara que reduzca la velocidad del agua facilitando la salida del aire y disminuyendo los efectos de los posibles golpes de ariete.

### Distribuciones

El trazado del distribuidor de cada planta se hará falso techo de los espacios húmedos, permitiéndose registros para su inspección y control de fugas. Las tuberías serán de cobre, con accesorios roscados.

### Llaves de paso locales

Se dispondrán llaves de corte en las derivaciones de cada cuarto húmedo, tanto para agua fría como para agua caliente, de forma que para caso de avería en cualquier punto no deba interrumpirse el suministro.

### Derivaciones a cada aparato

Discurrirán por el falso techo y bajando en vertical a través de los tabiques.

### Llaves de sectorización

Situadas en la derivación de cada aparato, previa a su conexión.

### Grifería

- En lavabos: monobloque con rompechorros.
- En fregaderos: monobloque con caño superior y aireador.
- En inodoros: se dispondrán flúxores ya que, al tratarse de inodoros públicos, conviene evitar esperas entre descargas.

## DESCRIPCIÓN DE LA INSTALACIÓN DE AGUA CALIENTE

Se decide ubicar la instalación de agua caliente sanitaria en la planta baja del proyecto para todo el edificio.

En espacios de oficina, según el RD 486/1997 de Disposiciones mínimas en lugares de trabajo, no se requiere de ACS. La línea que produce ACS dispondrá de acumulador, intercambiador de calor de paneles solares, caldera y equipo de presión. Las descripciones para la llave de paso local, derivación de local húmedo, derivación de aparato y llave de sectorización, son las mismas que en el apartado de agua fría

- Colectores solares: Se buscará abastecer la mayor proporción posible de agua caliente sanitaria mediante la contribución solar por paneles térmicos. Deberá incorporar un intercambiador, a fin de que el fluido térmico aditivado con anticongelante (glicol), no entre en contacto con el agua de suministro.

- Caldera: Suplirá la demanda de ACS que no pueda cubrir la caldera de geotermia. Deberá disponer de un intercambiador que proporcione el intercambio térmico entre el agua procedente de la caldera y el agua de consumo, evitando el contacto directo entre ambas para conservar las características sanitarias, ya que el fluido térmico suele estar tratado con productos químicos que aumentan la vida útil de la instalación. En la mayoría de modelos de calderas, el intercambiador está incorporado en el aparato.

- Acumulador: Éste alojará el agua calentada dispuesta para su servicio. Puede estar construido de acero inoxidable, acero con resinas y tratamientos especiales o acero con esmalte vitrificado.

- Bomba de circulación: Tanto el circuito cerrado de la caldera como el circuito de abastecimiento de agua caliente disponen de bombas para facilitar la circulación del fluido.

- Tuberías: Serán de acero galvanizado en exteriores y cobre calorífugo en el interior, donde se protegerán con tubo flexible de PVC, azul para agua fría y coquillas calorífugas para agua caliente. Serán a su vez estancas a presión de 10 atm, aproximadamente el doble de presión de uso. Los accesorios serán roscados. Al atravesar los forjados se colocarán los pasamuros adecuados de manera que la tubería pueda deslizarse adecuadamente, rellenando el espacio entre ellos con material elástico. Las tuberías se sujetarán con manguitos semirrígidos interpuestos a las abrazaderas para que eviten la transmisión de ruidos.



I. MEMORIA  
CONSTRUCTIVA

II. MEMORIA  
ESTRUCTURAL

III. MEMORIA  
INSTALACIONES

**IV. MEMORIA  
CUMPLIMIENTO  
CTE**

## PROTECCIÓN CONTRA INCENDIOS. CUMPLIMIENTO DB-SI

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

El ámbito de aplicación de este DB es el que se establece con carácter general para el conjunto del CTE en su artículo 2 (Parte I) excluyendo los edificios, establecimientos y zonas de uso industrial a los que les sea de aplicación el "Reglamento de seguridad contra incendios en los establecimientos industriales".

El contenido de este DB se refiere únicamente a las exigencias básicas relacionadas con el requisito básico "Seguridad en caso de incendio". También deben cumplirse las exigencias básicas de los demás requisitos básicos, lo que se posibilita mediante la aplicación del DB correspondiente a cada uno de ellos.

Este CTE no incluye exigencias dirigidas a limitar el riesgo de inicio de incendio relacionado con las instalaciones o los almacenamientos regulados por reglamentación específica, debido a que corresponde a dicha reglamentación establecer dichas exigencias.

## SI 1 PROPAGACIÓN INTERIOR

Al tratarse de un edificio exento, de pública concurrencia, se realizarán los sectores de incendios en función de la zonificación y la superficie. El edificio se dividirá en los siguientes sectores de incendios:

Sector 1: El programa principal en todas las plantas (8668 m<sup>2</sup> construidos), al formar parte de la edificación, la comunicación con otros sectores se realizará a través de puertas con una resistencia al fuego mínima de EI-60. Es considerado una zona de pública concurrencia, e incluye las cubiertas ajardinadas exteriores

Sector 2: Aparcamiento (8045 m<sup>2</sup> construidos)  
En el caso de pieza pública o aparcamiento que superan la superficie para conformar un sector, se dispondrá una instalación automática de extinción de incendios no exigible por esta norma, pero que si se dispone duplica la superficie máxima indicada en la tabla 1.1. Según la tabla 1.2 y al tener una altura inferior a 15 m, las zonas de maquinaria tendrán una resistencia al fuego de EI60, las zonas de riesgo mínimo y aparcamiento EI120. En paredes y techos.

Sector 3: Comercial (2763 m<sup>2</sup>)  
Se incluyen este sector los distintos programas comerciales del edificio, como la cafetería, la tienda, el convenience store y el restaurante.

### Locales y zonas de riesgo especial

Tabla 2.1

Sala de calderas con potencia: 70-200 kw, bajo, 200-600 kw medio.  
Local de contadores de electricidad y cuadros generales de distribución (riesgo bajo)

**Tabla 2.2 Condiciones de las zonas de riesgo especial integradas en edificios <sup>(1)</sup>**

Característica	Riesgo bajo	Riesgo medio	Riesgo alto
Resistencia al fuego de la estructura portante <sup>(2)</sup>	R 90	R 120	R 180
Resistencia al fuego de las paredes y techos <sup>(3)</sup> que separan la zona del resto del edificio <sup>(2)(4)</sup>	EI 90	EI 120	EI 180
Vestíbulo de independencia en cada comunicación de la zona con el resto del edificio	-	SI	SI
Puertas de comunicación con el resto del edificio	EI <sub>2</sub> 45-C5	2 x EI <sub>2</sub> 30 -C5	2 x EI <sub>2</sub> 45-C5
Máximo recorrido hasta alguna salida del local <sup>(5)</sup>	≤ 25 m <sup>(6)</sup>	≤ 25 m <sup>(6)</sup>	≤ 25 m <sup>(6)</sup>

**Tabla 2.1. Densidades de ocupación <sup>(1)</sup>**

Uso previsto	Zona, tipo de actividad	Ocupación (m <sup>2</sup> /persona)
Cualquiera	Zonas de ocupación ocasional y accesibles únicamente a efectos de mantenimiento: salas de máquinas, locales para material de limpieza, etc. Aseos de planta	3
Residencial Vivienda	Plantas de vivienda	20
Residencial Público	Zonas de alojamiento Salones de uso múltiple Vestibulos generales y zonas generales de uso público en plantas de sótano, baja y entreplanta	20 1 2
Aparcamiento <sup>(2)</sup>	Vinculado a una actividad sujeta a horarios: comercial, espectáculos, oficina, etc. En otros casos	15 40
Administrativo	Plantas o zonas de oficinas Vestibulos generales y zonas de uso público	10 2
Docente	Conjunto de la planta o del edificio Locales diferentes de aulas, como laboratorios, talleres, gimnasios, salas de dibujo, etc. Aulas (excepto de escuelas infantiles) Aulas de escuelas infantiles y salas de lectura de bibliotecas	10 5 1,5 2
Hospitalario	Salas de espera Zonas de hospitalización Servicios ambulatorios y de diagnóstico Zonas destinadas a tratamiento a pacientes internados	2 15 10 20
Comercial	En establecimientos comerciales: áreas de ventas en plantas de sótano, baja y entreplanta áreas de ventas en plantas diferentes de las anteriores En zonas comunes de centros comerciales: mercados y galerías de alimentación plantas de sótano, baja y entreplanta o en cualquier otra con acceso desde el espacio exterior plantas diferentes de las anteriores En áreas de venta en las que no sea previsible gran afluencia de público, tales como exposición y venta de muebles, vehículos, etc.	2 3 2 3 5 5
Pública concurcencia	Zonas destinadas a espectadores sentados: con asientos definidos en el proyecto sin asientos definidos en el proyecto Zonas de espectadores de pie Zonas de público en discotecas Zonas de público de pie, en bares, cafeterías, etc. Zonas de público en gimnasios: con aparatos sin aparatos Piscinas públicas zonas de baño (superficie de los vasos de las piscinas) zonas de estancia de público en piscinas descubiertas vestuarios Salones de uso múltiple en edificios para congresos, hoteles, etc.	1pers/asiento 0,5 0,25 0,5 1 5 1,5 2 4 3 1

**Tabla 4.1 Dimensionado de los elementos de la evacuación**

Tipo de elemento	Dimensionado
Puertas y pasos	$A \geq P / 200^{(1)} \geq 0,80 \text{ m}^{(2)}$ La anchura de toda hoja de puerta no debe ser menor que 0,60 m, ni exceder de 1,23 m.
Pasillos y rampas	$A \geq P / 200 \geq 1,00 \text{ m}^{(3)(4)(5)}$
Pasos entre filas de asientos fijos en salas para público tales como cines, teatros, auditorios, etc. <sup>(6)</sup>	En filas con salida a pasillo únicamente por uno de sus extremos, $A \geq 30 \text{ cm}$ cuando tengan 7 asientos y 2,5 cm más por cada asiento adicional, hasta un máximo admisible de 12 asientos. En filas con salida a pasillo por sus dos extremos, $A \geq 30 \text{ cm}$ en filas de 14 asientos o más y 1,25 cm más por cada asiento adicional. Para 30 asientos o más: $A \geq 50 \text{ cm}^{(7)}$ Cada 25 filas, como máximo, se dispondrá un paso entre filas cuya anchura sea 1,20 m, como mínimo.
Escaleras no protegidas <sup>(8)</sup>	
para evacuación descendente	$A \geq P / 160^{(9)}$
para evacuación ascendente	$A \geq P / (160 - 10h)^{(9)}$
Escaleras protegidas	$E \leq 3 S + 160 A_5^{(9)}$
Pasillos protegidos	$P \leq 3 S + 200 A_5^{(6)}$
En zonas al aire libre:	
Pasos, pasillos y rampas	$A \geq P / 600^{(10)}$
Escaleras	$A \geq P / 480^{(10)}$

A= Anchura del elemento, [m]  
A<sub>5</sub>= Anchura de la escalera protegida en su desembarco en la planta de salida del edificio, [m]  
h= Altura de evacuación ascendente, [m]  
P= Número total de personas cuyo paso está previsto por el punto cuya anchura se dimensiona.  
E= Suma de los ocupantes asignados a la escalera en la planta considerada más los de las plantas situadas por debajo o por encima de ella hasta la planta de salida del edificio, según se trate de una escalera para evacuación descendente o ascendente, respectivamente. Para dicha asignación solo será necesario aplicar la hipótesis de bloqueo de salidas de planta indicada en el punto 4.1 en una de las plantas, bajo la hipótesis más desfavorable.  
S= Superficie útil del recinto, o bien de la escalera protegida en el conjunto de las plantas de las que provienen las P personas, incluyendo la superficie de los tramos, de los rellanos y de las mesetas intermedias o bien del pasillo protegido.

## SI 2 PROPAGACIÓN EXTERIOR

Como se trata de un edificio exento, no es necesario tener en cuenta este punto en propagación de medianeras y fachadas.

## SI 3 EVACUACIÓN DE OCUPANTES

### Compatibilidad de los elementos de evacuación

No será necesario que las salidas de uso habitual y los recorridos hasta el espacio exterior seguro estén situados en elementos independientes de las zonas comunes del edificio y compartimentados respecto de éste puesto que nuestro proyecto es un establecimiento de Pública concurrencia.

### Cálculo de la ocupación

Para calcular la ocupación deben tomarse los valores de densidad de ocupación que se indican en la tabla 2.1 en función de la superficie útil de cada zona. La posición centrada de ambos núcleos de comunicación vertical respecto al edificio permite que todo recorrido de evacuación perteneciente a los mismos es < 50 metros, cumple con los anchos requeridos y está debidamente señalizado.

### Dimensionado de los medios de evacuación

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

Por tanto, las puertas serán de dimensiones 1,70 en las puertas dobles de evacuación y 0,90 en el resto. Los pasos son de 1.25, 1,5 y de hasta 4 metros, cumpliendo sobradamente.

### Escaleras

La anchura mínima viene establecida en la tabla 4.1 del DB-SUA, siendo en el caso de este proyecto de 1.25 m, por ser un edificio de pública concurrencia con ocupación > 100

### Señalización de los medios de evacuación

Las salidas de recinto, planta o edificio tendrán una señal con el rótulo "SALIDA", excepto en edificios de uso Residencial Vivienda y, en otros usos, cuando se trate de salidas de recintos cuya superficie no exceda de 50 m<sup>2</sup>, sean fácilmente visibles desde todo punto de dichos recintos y los ocupantes estén familiarizados con el edificio.

Deben disponerse señales indicativas de dirección de los recorridos, visibles desde todo origen de evacuación desde el que no se perciban directamente las salidas o sus señales indicativas y, en particular, frente a toda salida de un recinto con ocupación mayor que 100 personas que acceda lateralmente a un pasillo.

### Control del humo de incendio

Debido a al uso de pública concurrencia con una ocupación mayor de 1000 personas, es de obligado cumplimiento la instalación de un sistema de ventilación para la extracción de humos de incendio.

### Instalaciones de protección contra incendio

Dotación de instalaciones de protección contra incendios Existirán extintores portátiles 21A - 113B cada 15m de recorrido en planta, como máximo, desde todo origen de evacuación. Además, en los diferentes sectores se contará con una serie de dotaciones adicionales según a la tabla 1.1:

#### Pública concurrencia

Bocas de incendio equipadas	Si la superficie construida excede de 500 m <sup>2</sup> . <sup>(1)</sup>
Columna seca <sup>(5)</sup>	Si la altura de evacuación excede de 24 m.
Sistema de alarma <sup>(6)</sup>	Si la ocupación excede de 500 personas. El sistema debe ser apto para emitir mensajes por megafonía.
Sistema de detección de incendio	Si la superficie construida excede de 1000 m <sup>2</sup> . <sup>(8)</sup>
Hidrantes exteriores	En cines, teatros, auditorios y discotecas con superficie construida comprendida entre 500 y 10.000 m <sup>2</sup> y en recintos deportivos con superficie construida comprendida entre 5.000 y 10.000 m <sup>2</sup> . <sup>(3)</sup>

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

### CONDICIONES FUNCIONALES

#### Accesibilidad en el exterior del edificio

La parcela dispondrá al menos de un itinerario accesible que comunique una entrada principal al edificio, y en conjuntos de viviendas unifamiliares una entrada a la zona privativa de cada vivienda, con la vía pública y con las zonas comunes exteriores, tales como aparcamientos exteriores propios del edificio, jardines, piscinas, zonas deportivas, etc.

#### Accesibilidad en las plantas del edificio

Los edificios de usos diferentes a Residencial Vivienda dispondrán de un itinerario accesible que comunique, en cada planta, el acceso accesible a ella (entrada principal accesible al edificio, ascensor accesible, rampa accesible) con las zonas de uso público, con todo origen de evacuación (ver definición en el anejo SI A del DBSI) de las zonas de uso privado exceptuando las zonas de ocupación nula, y con los elementos accesibles, tales como plazas de aparcamiento accesibles, servicios higiénicos accesibles, plazas reservadas en salones de actos y en zonas de espera con asientos fijos, alojamientos accesibles, puntos de atención accesibles, etc.

### DOTACIÓN DE ELEMENTOS ACCESIBLES

#### Servicios higiénicos accesibles

Siempre que sea exigible la existencia de aseos o de vestuarios por alguna disposición legal de obligado cumplimiento, existirá al menos:

- a) Un aseo accesible por cada 10 unidades o fracción de inodoros instalados, pudiendo ser de uso compartido para ambos sexos.

<ul style="list-style-type: none"> <li>- Aseo accesible</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Está comunicado con un itinerario accesible</li> <li>- Espacio para giro de diámetro Ø 1,50 m libre de obstáculos</li> <li>- Puertas que cumplen las condiciones del itinerario accesible. Son abatibles hacia el exterior o correderas</li> <li>- Dispone de barras de apoyo, mecanismos y accesorios diferenciados cromáticamente del entorno</li> </ul>
--	---

#### Mobiliario fijo

El mobiliario fijo de zonas de atención al público incluirá al menos un punto de atención accesible. Como alternativa a lo anterior, se podrá disponer un punto de llamada accesible para recibir asistencia.

#### Mecanismos

Excepto en el interior de las viviendas y en las zonas de ocupación nula, los interruptores, los dispositivos de intercomunicación y los pulsadores de alarma serán mecanismos accesibles.

### CONDICIONES Y CARACTERÍSTICAS DE LA INFORMACIÓN Y SEÑALIZACIÓN PARA LA ACCESIBILIDAD

#### Dotación

Con el fin de facilitar el acceso y la utilización independiente, no discriminatoria y segura de los edificios, se señalarán los elementos que se indican en la tabla 2.1, con las características indicadas en el apartado 2.2 siguiente, en función de la zona en la que se encuentren.

**Tabla 2.1 Señalización de elementos accesibles en función de su localización<sup>1</sup>**

Elementos accesibles	En zonas de uso privado	En zonas de uso público
Entradas al edificio accesibles	Cuando existan varias entradas al edificio	En todo caso
Itinerarios accesibles	Cuando existan varios recorridos alternativos	En todo caso
Ascensores accesibles		En todo caso
Plazas reservadas		En todo caso
Zonas dotadas con bucle magnético u otros sistemas adaptados para personas con discapacidad auditiva		En todo caso
Plazas de aparcamiento accesibles	En todo caso, excepto en uso Residencial/Vivienda las vinculadas a un residente	En todo caso
Servicios higiénicos accesibles (aseo accesible, ducha accesible, cabina de vestuario accesible)	—	En todo caso
Servicios higiénicos de uso general	—	En todo caso
Itinerario accesible que comunique la vía pública con los puntos de llamada accesibles o, en su ausencia, con los puntos de atención accesibles	—	En todo caso

#### Características

Las entradas al edificio accesibles, los itinerarios accesibles, las plazas de aparcamiento accesibles y los servicios higiénicos accesibles (aseo, cabina de vestuario y ducha accesible) se señalarán mediante SIA, complementado, en su caso, con flecha direccional.

Los ascensores accesibles se señalarán mediante SIA. Asimismo, contarán con indicación en Braille y arábigo en alto relieve a una altura entre 0,80 y 1,20 m, del número de planta en la jamba derecha en sentido salida de la cabina.

Los servicios higiénicos de uso general se señalarán con pictogramas normalizados de sexo 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.

Las bandas señaladoras visuales y táctiles serán de color contrastado con el pavimento, con relieve de altura 3±1 mm en interiores y 5±1 mm en exteriores. Las exigidas en el apartado 4.2.3 de la Sección SUA 1 para señalar el arranque de escaleras, tendrán 80 cm de longitud en el sentido de la marcha, anchura la del itinerario y acanaladuras perpendiculares al eje de la escalera. Las exigidas para señalar el itinerario accesible hasta un punto de llamada accesible o hasta un punto de atención accesible, serán de acanaladura paralela a la dirección de la marcha y de anchura 40 cm.

Las características y dimensiones del Símbolo Internacional de Accesibilidad para la movilidad (SIA) se establecen en la norma UNE 41501:2002.

### ACCESIBILIDAD Y ELIMINACIÓN DE BARRERAS ARQUITECTÓNICAS

Este Documento Básico (DB) tiene por objeto establecer reglas y procedimientos que permiten cumplir las exigencias básicas de seguridad de utilización y accesibilidad. El documento básico que compromete es el DB-SUA, cuyos objetivos y exigencias son las siguientes:

El objetivo del requisito básico “Seguridad de utilización y accesibilidad” consiste en reducir a límites aceptables el riesgo de que los usuarios sufran daños inmediatos en el uso previsto de los edificios, como consecuencia de las características de su proyecto, construcción, uso y mantenimiento, así como en facilitar el acceso y la utilización no discriminatoria, independiente y segura de los mismos a las personas con discapacidad.

Para satisfacer este objetivo, los edificios se proyectarán, construirán, mantendrán y utilizarán de forma que se cumplan las exigencias básicas que se establecen en los apartados siguientes. El Documento Básico DB-SUA Seguridad de utilización y accesibilidad especifica parámetros objetivos y procedimientos cuyo cumplimiento asegura la satisfacción de las exigencias básicas y la superación de los niveles mínimos de calidad propios del requisito básico de seguridad de utilización y accesibilidad.

### RIESGO DE CAÍDAS

Se limitará el riesgo de que los usuarios sufran caídas, para la cual los suelos serán adecuados para favorecer que las personas no resbalen, tropiecen o se dificulte la movilidad. Asimismo, se limitará el riesgo de caídas en huecos, en cambios de nivel y en escaleras y rampas, facilitándose la limpieza de los acristalamientos exteriores en condiciones de seguridad.

### Resbaladidad de los suelos

Los suelos se clasifican, en función de su valor de resistencia al deslizamiento  $R_d$ , de acuerdo con lo establecido en la tabla 1.1:

Resistencia al deslizamiento $R_d$	Clase
$R_d \leq 15$	0
$15 < R_d \leq 35$	1
$35 < R_d \leq 45$	2
$R_d > 45$	3

Localización y características del suelo	Clase
Zonas interiores secas	
- superficies con pendiente menor que el 6%	1
- superficies con pendiente igual o mayor que el 6% y escaleras	2
Zonas interiores húmedas, tales como las entradas a los edificios desde el espacio exterior <sup>(1)</sup> , terrazas cubiertas, vestuarios, baños, aseos, cocinas, etc.	
- superficies con pendiente menor que el 6%	2
- superficies con pendiente igual o mayor que el 6% y escaleras	3
Zonas exteriores. Piscinas <sup>(2)</sup> . Duchas.	3

<sup>(1)</sup> Excepto cuando se trate de accesos directos a zonas de uso restringido.

<sup>(2)</sup> En zonas previstas para usuarios discapacitados y en el fondo de los vasos, en las zonas en las que la profundidad no exceda de 1,50 m.

Atendiendo a la tabla 1.2, el pavimento en las zonas interiores secas será de clase 1. En las zonas interiores húmedas tales como aseos, cocina y las zonas de acceso a la totalidad de los edificios, el pavimento será de clase 2.

### Discontinuidades en el pavimento

Excepto en zonas de uso restringido o exteriores y con el fin de limitar el riesgo de caídas como consecuencia de traspies o de tropiezos, el suelo debe cumplir las condiciones siguientes:

- a) No tendrá juntas que presenten un resalto de más de 4 mm. Los elementos salientes del nivel del pavimento, puntuales y de pequeña dimensión (por ejemplo, los cerraderos de puertas) no deben sobresalir del pavimento más de 12 mm y el saliente que exceda de 6 mm en sus caras enfrentadas al sentido de circulación de las personas no debe formar un ángulo con el pavimento que exceda de 45°
- b) Los desniveles que no excedan de 5 cm se resolverán con una pendiente que no exceda el 25%;
- c) En zonas para circulación de personas, el suelo no presentará perforaciones o huecos por los que pueda introducirse una esfera de 1,5 cm de diámetro. Cuando se dispongan barreras para delimitar zonas de circulación, tendrán una altura de 80 cm como mínimo.

En zonas de circulación no se podrá disponer un escalón aislado, ni dos consecutivos, excepto en los casos siguientes:

- a) en zonas de uso restringido
- b) en las zonas comunes de los edificios de uso Residencial Vivienda
- c) en los accesos y en las salidas de los edificios
- d) en el acceso a un estrado o escenario

En estos casos, si la zona de circulación incluye un itinerario accesible, el o los escalones no podrán disponerse en el mismo.

### Desniveles

Con el fin de limitar el riesgo de caída, existirán barreras de protección en los desniveles, huecos y aberturas (tanto horizontales como verticales) balcones, ventanas, etc. con una diferencia de cota mayor que 55 cm, excepto cuando la disposición constructiva haga muy improbable la caída o cuando la barrera sea incompatible con el uso previsto.

En las zonas de uso público se facilitará la percepción de las diferencias de nivel que no excedan de 55 cm y que sean susceptibles de causar caídas, mediante diferenciación visual y táctil. La diferenciación comenzará a 25 cm del borde, como mínimo.

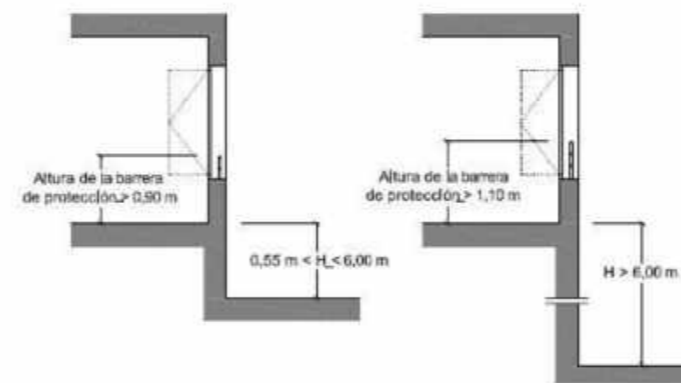


### CARACTERÍSTICAS DE LAS BARRERAS DE PROTECCIÓN

#### Altura

Las barreras de protección tendrán, como mínimo, una altura de 0,90 m cuando la diferencia de cota que protegen no exceda de 6 m y de 1,10 m en el resto de los casos, excepto en el caso de huecos de escaleras de anchura menor que 40 cm, en los que la barrera tendrá una altura de 0,90 m, como mínimo.

La altura se medirá verticalmente desde el nivel de suelo o, en el caso de escaleras, desde la línea de inclinación definida por los vértices de los peldaños, hasta el límite superior de la barrera.



#### Resistencia

Las barreras de protección tendrán una resistencia y una rigidez suficiente para resistir la fuerza horizontal establecida en el apartado 3.2.1 del Documento Básico SE-AE, en función de la zona en que se encuentren.

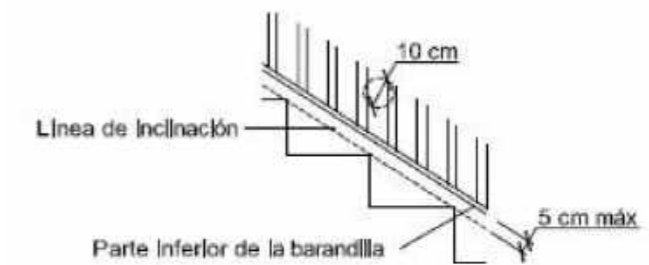
#### Características constructivas

Al ser nuestro proyecto de oficinas es un edificio de Pública Concurrencia, las barreras de protección, incluidas las de las escaleras y rampas, estarán diseñadas de forma que:

1. No puedan ser fácilmente escaladas por los niños, para lo cual:
  - En la altura comprendida entre 30 cm y 50 cm sobre el nivel del suelo o sobre la línea de inclinación de una escalera no existirán puntos de apoyo, incluidos salientes sensiblemente horizontales con más de 5 cm de saliente.
  - En la altura comprendida entre 50 cm y 80 cm sobre el nivel del suelo no existirán salientes que tengan una superficie sensiblemente horizontal con más de 15 cm de fondo.

2. No tengan aberturas que puedan ser atravesadas por una esfera de 10 cm de diámetro, exceptuándose las aberturas triangulares que forman la huella y la contrahuella de los peldaños con el límite inferior de la barandilla, siempre que la distancia entre este límite y la línea de inclinación de la escalera no exceda de 5 cm.

Las barreras de protección situadas en zonas de uso público en edificios o establecimientos de usos distintos a los citados anteriormente únicamente precisarán cumplir la condición b) anterior, considerando para ella una esfera de 15 cm de diámetro.



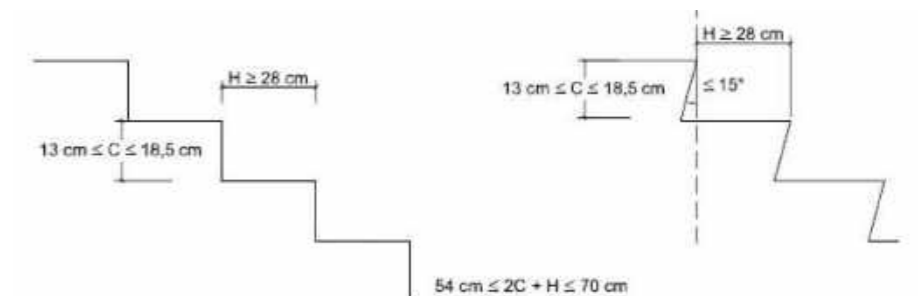
### ESCALERAS DE USO GENERAL

#### Peldaños

En tramos rectos, la huella medirá 28 cm como mínimo. En tramos rectos o curvos la contrahuella medirá 13 cm como mínimo y 18,5 cm como máximo, excepto en zonas de uso público, así como siempre que no se disponga ascensor como alternativa a la escalera, en cuyo caso la contrahuella medirá 17,5 cm, como máximo.

La huella H y la contrahuella C cumplirán a lo largo de una misma escalera la relación siguiente:  $54 \text{ cm} \leq 2C + H \leq 70 \text{ cm}$ .

En nuestro proyecto, todos los peldaños cumplen con las exigencias previamente



### Tramos

Cada tramo tendrá 3 peldaños como mínimo. La máxima altura que puede salvar un tramo es 2,25 m, en zonas de uso público, así como siempre que no se disponga ascensor como alternativa a la escalera.

La altura salvada por los tramos de las escaleras del presente proyecto, cumplen con la altura máxima exigida, siendo esa altura como máximo de 1,85 m hasta el descansillo.

Entre dos plantas consecutivas de una misma escalera, todos los peldaños tendrán la misma contrahuella y todos los peldaños de los tramos rectos tendrán la misma huella.

La anchura útil del tramo se determinará de acuerdo con las exigencias de evacuación establecidas en el apartado 4 de la Sección SI 3 del DB-SI y será, como mínimo, la indicada en la tabla 4.1.

**Tabla 4.1 Escaleras de uso general. Anchura útil mínima de tramo en función del uso**

Uso del edificio o zona	Anchura útil mínima (m) en escaleras previstas para un número de personas:			
	≤ 25	≤ 50	≤ 100	> 100
Residencial Vivienda, incluso escalera de comunicación con aparcamiento	1,00 <sup>(1)</sup>			
Docente con escolarización infantil o de enseñanza primaria Pública concurrencia y Comercial	0,80 <sup>(2)</sup>	0,90 <sup>(2)</sup>	1,00	1,10
Sanitario Zonas destinadas a pacientes internos o externos con recorridos que obligan a giros de 90° o mayores	1,40			
Otras zonas	1,20			
Casos restantes	0,80 <sup>(2)</sup>	0,90 <sup>(2)</sup>	1,00	

<sup>(1)</sup> En edificios existentes, cuando se trate de instalar un ascensor que permita mejorar las condiciones de accesibilidad para personas con discapacidad, se puede admitir una anchura menor siempre que se acredite la no viabilidad técnica y económica de otras alternativas que no supongan dicha reducción de anchura y se aporten las medidas complementarias de mejora de la seguridad que en cada caso se estimen necesarias.

<sup>(2)</sup> Excepto cuando la escalera comunique con una zona accesible, cuyo ancho será de 1,00 m como mínimo.

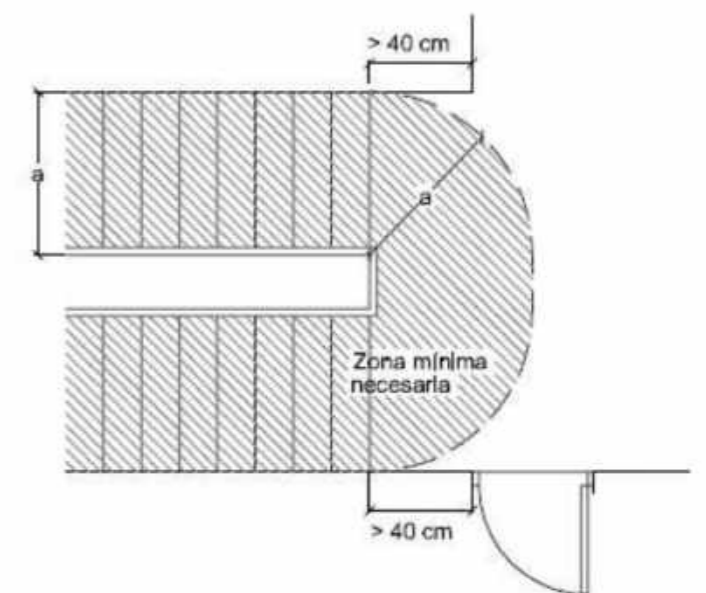
La anchura de la escalera estará libre de obstáculos. La anchura mínima útil se medirá entre paredes o barreras de protección, sin descontar el espacio ocupado por los pasamanos siempre que estos no sobresalgan más de 12 cm de la pared o barrera de protección.

### Mesetas

Las mesetas dispuestas entre tramos de una escalera con la misma dirección tendrán al menos la anchura de la escalera y una longitud medida en su eje de 1m, como mínimo.

Cuando exista un cambio de dirección entre dos tramos, la anchura de la escalera no se reducirá a lo largo de la meseta. La zona delimitada por dicha anchura estará libre de obstáculos y sobre ella no barrerá el giro de apertura de ninguna puerta, excepto las de zonas de ocupación nula definidas en el anejo SI A del DB SI.

En las mesetas de planta de las escaleras de zonas de uso público se dispondrá una franja de pavimento visual y táctil en el arranque de los tramos, según las características especificadas en el apartado 2.2 de la Sección SUA 9. En dichas mesetas no habrá pasillos de anchura inferior a 1,20 m ni puertas situados a menos de 40 cm de distancia del primer peldaño de un tramo.



### **AISLAMIENTO CONTRA RUIDOS DE IMPACTOS**

Los elementos constructivos de separación horizontales deben tener, en conjunción con los elementos constructivos adyacentes, unas características tales que se cumpla:

#### **En los recintos protegidos**

Protección frente al ruido procedente generado en recintos no pertenecientes a la misma unidad de uso:

- El nivel global de presión de ruido de impactos, no será mayor que 65 dB. Esta exigencia no es de aplicación en el caso de recintos protegidos colindantes horizontalmente con una escalera.

Protección frente al ruido generado en recintos de instalaciones o en recintos de actividad:

- El nivel global de presión de ruido de impactos, no será mayor que 60 dB.

#### **En los recintos habitables**

Protección frente al ruido generado de recintos de instalaciones o en recintos de actividad:

- El nivel global de presión de ruido de impactos no será mayor que 60 dB.

Los elementos constructivos que conforman cada recinto habitable o recinto protegido de un edificio, colindante con otro edificio deben tener, en conjunción con los elementos constructivos adyacentes, unas características tales que alcancen los siguientes valores límite de aislamiento a ruido aéreo.

### **VALORES LÍMITE DEL TIEMPO DE REVERBERACIÓN**

En conjunto los elementos constructivos, acabados superficiales y revestimientos que delimitan un aula o una sala de conferencias, un comedor y un restaurante, tendrán la absorción acústica suficiente de tal manera que:

- a) El tiempo de reverberación en aulas y salas de conferencias vacías (sin ocupación y sin mobiliario), cuyo volumen sea menor que 350 m<sup>3</sup>, no será mayor que 0,7 s.
- b) El tiempo de reverberación en aulas y en salas de conferencias vacías, pero incluyendo el total de las butacas, cuyo volumen sea menor que 350 m<sup>3</sup>, no será mayor que 0,5 s.

- c) El tiempo de reverberación en restaurantes y comedores vacíos no será mayor que 0,9 s.

Para limitar el ruido reverberante en las zonas comunes los elementos constructivos, los acabados superficiales y los revestimientos que delimitan una zona común de un edificio de uso residencial público, docente y hospitalario colindante con recintos protegidos con los que comparten puertas, tendrán la absorción acústica suficiente de tal manera que el área de absorción acústica equivalente, A, sea al menos 0,2 m<sup>2</sup> por cada metro cúbico del volumen del recinto. Los acabados superficiales y los revestimientos que delimitan una zona común de un edificio de uso residencial o docente colindante con recintos habitables con los que comparten puertas, tendrán la absorción acústica suficiente para que se cumpla lo siguiente.

### **RUIDO Y VIBRACIONES DE LAS INSTALACIONES**

Se limitarán los niveles de ruido y de vibraciones que las instalaciones puedan transmitir a los recintos protegidos y habitables del edificio a través de las sujeciones o puntos de contacto de aquellas con los elementos constructivos, de tal forma que no se aumenten perceptiblemente los niveles debidos a las restantes fuentes de ruido del edificio.

El nivel de potencia acústica máximo de los equipos generadores de ruido estacionario (como los quemadores, las calderas, las bombas de impulsión, la maquinaria de los ascensores, los compresores, grupos electrógenos, extractores, etc.) situados en recintos de instalaciones, así como las rejillas y difusores terminales de instalaciones de aire acondicionado, será tal que se cumplan los niveles de inmisión en los recintos colindantes, expresados en el desarrollo reglamentario de la Ley 37/2003 del Ruido.

### **TIEMPO DE REVERBERACIÓN EN UN RECINTO**

El nivel de potencia acústica máximo de los equipos situados en cubiertas y zonas exteriores anejas, será tal que en el entorno del equipo y en los recintos habitables y protegidos no se superen los objetivos de calidad acústica correspondientes.

Deben limitarse los niveles de ruido y vibraciones que las instalaciones puedan transmitir a los recintos protegidos y habitables.

## DISEÑO Y DIMENSIONADO

### Aislamiento acústico a ruido aéreo e impactos

Para el diseño y dimensionado de los elementos constructivos, puede elegirse una de las dos opciones, simplificada o general, que figuran en los apartados 3.1.2 y 3.1.3 respectivamente.

En ambos casos, para la definición de los elementos constructivos que proporcionan el aislamiento acústico a ruido aéreo, deben conocerse sus valores de masa por unidad de superficie,  $m$ , y de índice global de reducción acústica, ponderado A,  $R_A$ , y, para el caso de ruido de impactos, además de los anteriores, el nivel global de presión de ruido de impactos normalizado,  $L_{n,w}$ . Los valores de  $R_A$  y de  $L_{n,w}$  pueden obtenerse mediante mediciones en laboratorio según los procedimientos indicados en la normativa correspondiente contenida en el Anejo C, del Catálogo de Elementos Constructivos u otros Documentos Reconocidos o mediante otros métodos de cálculo sancionados por la práctica.

También debe conocerse el valor del índice de ruido día,  $L_d$ , =70

Se opta por la opción del método simplificado.

### Opción simplificada soluciones de aislamiento acústico

1. La opción simplificada proporciona soluciones de aislamiento que dan conformidad a las exigencias de aislamiento a ruido aéreo y a ruido de impactos.
2. Una solución de aislamiento es el conjunto de todos los elementos constructivos que conforman un recinto (tales como elementos de separación verticales y horizontales, tabiquería, medianerías, fachadas y cubiertas) y que influyen en la transmisión del ruido y de las vibraciones entre recintos adyacentes o entre el exterior y un recinto.
3. Para cada uno de dichos elementos constructivos se establecen en tablas los valores mínimos de los parámetros acústicos que los definen, para que junto con el resto de condiciones establecidas en este DB, particularmente en el punto 3.1.4, se satisfagan los valores límite de aislamiento establecidos en el apartado 2.1

### Parámetros acústicos de los elementos constructivos

Los parámetros que definen cada elemento constructivo son los siguientes:

- a) Para el elemento de separación vertical, la tabiquería y la fachada:
  - $m$ , masa por unidad de superficie del elemento base, en  $\text{kg/m}^2$ ;
  - $R_A$ , índice global de reducción acústica, ponderado A, del elemento base, en dBA;
  - $\Delta R_A$ , mejora del índice global de reducción acústica, ponderado A, en dBA, debida al trasdosado.

b) Para el elemento de separación horizontal:

- $m$ , masa por unidad de superficie del forjado, en  $\text{kg/m}^2$ , que corresponde al valor de masa por unidad de superficie de la sección tipo del forjado, excluyendo ábacos, vigas y macizados;
- $R_A$ , índice global de reducción acústica, ponderado A, del forjado, en dBA;
- $\Delta L_w$ , reducción del nivel global de presión de ruido de impactos, en dB, debida al suelo flotante;
- $\Delta R_A$ , mejora del índice global de reducción acústica, ponderado A, en dBA, debida al suelo flotante o al techo suspendido.

### Condiciones mínimas de la tabiquería

En la tabla 3.1 se expresan los valores mínimos de la masa por unidad de superficie,  $m$ , y del índice global de reducción acústica, ponderado A,  $R_A$ , que deben tener los diferentes tipos de tabiquería.

Tipo	$m$ $\text{kg/m}^2$	$R_A$ dBA
Fábrica o paneles prefabricados pesados con apoyo directo	70	35
Fábrica o paneles prefabricados pesados con bandas elásticas	65	33
Entramado autoportante	25	43

### Elementos de separación vertical, tabiquería, fachada

En la tabla 3.2 se expresan los valores mínimos que debe cumplir cada uno de los parámetros acústicos que definen los elementos de separación verticales. De entre todos los valores de la tabla 3.2, aquéllos que figuran entre paréntesis son los valores que deben cumplir los elementos de separación verticales que delimitan un recinto de instalaciones o un recinto de actividad. Las casillas sombreadas se refieren a elementos constructivos inadecuados. Las casillas con guión se refieren a elementos de separación verticales que no necesitan trasdosados.

### Fachada general

El parámetro acústico que define los componentes de una fachada, una cubierta o un suelo en contacto con el aire exterior es el índice global de reducción acústica, ponderado A, para ruido exterior dominante de automóviles o de aeronaves,  $R_{A,tr}$ , de la parte ciega y de los elementos que forman el hueco.

En el caso de que la fachada del recinto protegido fuera en esquina o tuviera quiebros, el porcentaje de huecos se determina en función de la superficie total del perímetro de la fachada vista desde el interior del recinto.

La fachada delantera estará compuesta íntegramente por cristal fijo a base de vidrio de 6+6, cámara de 14 y cristal 5 +5, teniendo por tanto un valor de aislamiento acústico aéreo,  $R_a$  (dBA) = 32 dBA. (Según el punto 4.3.2.1 del Catálogo de elementos constructivos del CTE). En la tabla 2.1 del anterior apartado el valor establecido para el aislamiento acústico en un uso administrativo es de 37 y 32 dB por tanto cumple la normativa.

## **AISLAMIENTO ACÚSTICO A RUIDO AÉREO Y A RUIDO DE IMPACTOS**

### **Tiempo de reverberación y absorción acústica**

El tiempo de reverberación,  $T$ , de un recinto se calcula mediante la expresión

$$T = 0,16V/A$$

Siendo:

$V$  volumen del recinto, [m<sup>3</sup>];

$A$  absorción acústica total del recinto, [m<sup>2</sup>];

La absorción acústica,  $A$ , se calculará a partir de la expresión

Para calcular el tiempo de reverberación y la absorción acústica, deben utilizarse los valores del coeficiente de absorción acústica medio,  $m$ , de los acabados superficiales, de los revestimientos y de los elementos constructivos utilizados y el área de absorción acústica equivalente medio,  $AO_m$ , de cada mueble fijo, obtenidos mediante mediciones en laboratorio según los procedimientos indicados en la normativa correspondiente contenida en el anejo C o mediante tabulaciones incluidas en el Catálogo de Elementos Constructivos u otros Documentos Reconocidos del CTE.

En caso de no disponer de valores del coeficiente de absorción acústica medio de productos, podrán utilizarse los valores del coeficiente de absorción acústica ponderado, de acabados superficiales, de los revestimientos y de los elementos constructivos de los recintos.

Debe diseñarse y dimensionarse, como mínimo, un caso de cada recinto que sea diferente en forma, tamaño y elementos constructivos.

### **Cumplimiento de las especificaciones referentes al ruido y a las vibraciones de las instalaciones**

Se limitan los niveles de ruido y de vibraciones que las instalaciones puedan transmitir a los recintos protegidos y habitables del edificio a través de sujeciones o puntos de contacto de aquellas con elementos constructivos, de tal forma que no se aumenten perceptiblemente los niveles debidos a las restantes fuentes de ruido del edificio.

El nivel de potencia acústica máximo de los equipos generadores de ruido estacionario (como los quemadores, las calderas, las bombas de impulsión, la maquinaria de los ascensores, los compresores, grupos electrógenos, extractores, etc) situados en recintos de instalaciones, así como las rejillas y difusores terminales de instalaciones de aire acondicionado, será tal que se cumplan los niveles de inmisión en los recintos colindantes, expresados en el desarrollo reglamentario de la Ley 37/2003 del Ruido.

### **Condiciones de montaje de equipos generadores de ruido estacionario**

Los equipos se instalarán sobre soportes antivibratorios elásticos cuando se trate de equipos pequeños y compactos o sobre una bancada de inercia cuando el equipo no posea una base propia suficientemente rígida para resistir los esfuerzos causados por su función o se necesite la alineación de sus componentes, como por ejemplo del motor y el ventilador o del motor y la bomba.

### **Ruido y vibraciones de las instalaciones**

Las conducciones y los equipos de instalaciones irán debidamente protegidos conforme lo indica la normativa en este mismo apartado.

## **PRODUCTOS DE CONSTRUCCIÓN**

En el proyecto se cumplen las condiciones relativas a los productos de construcción expuestas en el apartado 5. Todos los elementos constructivos del proyecto, así como los productos de construcción cumplirán las características mínimas exigibles en este apartado del CTE y además se realizará un control de recepción en obra. Los productos utilizados en edificación y que contribuyen a la protección frente al ruido se caracterizan por sus propiedades acústicas, que debe proporcionar el fabricante.

En el caso de fachadas, cuando se dispongan como aberturas de admisión de aire, según DB-HS 3, sistemas con dispositivo de cierre, tales como aireadores o sistemas de microventilación, la verificación de la exigencia de aislamiento acústico frente a ruido exterior se realizará con dichos dispositivos cerrados.; Los sistemas, tales como techos suspendidos o conductos de instalaciones de aire acondicionado o ventilación, a través de los cuales se produzca la transmisión aérea indirecta, se caracterizan por la diferencia de niveles acústica normalizada para transmisión indirecta, ponderada A,  $D_{n,s,A}$ , en dBA.

## **CONSTRUCCIÓN**

### **Ejecución**

Las obras de construcción del edificio, en relación con esta sección, se ejecutarán con sujeción al proyecto, a la legislación aplicable, a las normas de la buena práctica constructiva y a las instrucciones del director de obra y del director de la ejecución de la obra, conforme a lo indicado en el artículo 7 de la parte I del CTE. En el Pliego de Condiciones se indican las condiciones de ejecución de los elementos constructivos.

### **Elementos de separación verticales y tabiquería**

En la ejecución de los elementos de separación vertical y tabiquería se cumplirán las condiciones siguientes: Los enchufes, interruptores y cajas de registro de instalaciones contenidas en los elementos de separación verticales no serán pasantes. Cuando se dispongan por las dos caras de un elemento de separación vertical, no serán coincidentes, excepto cuando se interponga entre ambos una hoja de fábrica o una placa de yeso laminado. Las juntas entre el elemento de separación vertical y las cajas para mecanismos eléctricos deben ser estancas, para ello se sellarán o se emplearán cajas especiales para mecanismos en el caso de los elementos de separación verticales de entramado autoportante. de entramado autoportante y trasdosados de entramado.

Los elementos de separación verticales de entramado autoportante deben montarse en obra según las especificaciones de la UNE 102040 IN y los trasdosados, bien de entramado autoportante, o bien adheridos, deben montarse en obra según las especificaciones de la UNE 102041 IN. En ambos casos deben utilizarse los materiales de anclaje, tratamiento de juntas y bandas de estanquidad establecidos por el fabricante de los sistemas.

Las juntas entre las placas de yeso laminado y de las placas con otros elementos constructivos deben tratarse con pastas y cintas para garantizar la estanquidad de la solución.

### **Instalaciones**

En la ejecución de las instalaciones se utilizarán elementos elásticos y sistemas antivibratorios en las sujeciones o puntos de contacto entre las instalaciones que produzcan vibraciones y los elementos constructivos.

### **Acabados superficiales**

Los acabados superficiales, especialmente pinturas, aplicados sobre los elementos constructivos diseñados para acondicionamiento acústico, no deben modificar las propiedades absorbentes acústicas de éstos.

### **Control de ejecución**

Se realizará de acuerdo con las especificaciones del proyecto, sus anexos y las modificaciones autorizadas por el director de obra y las instrucciones del director de la ejecución de la obra, conforme a lo indicado en el artículo 7.3 de la Parte I del CTE y demás normativa vigente de aplicación. Se incluirá en la documentación de la obra ejecutada cualquier modificación que pueda introducirse durante la ejecución.

### **Control de la obra terminada**

En el control se seguirán los criterios indicados en el artículo 7.4 de la Parte I del CTE. En el caso de que se realicen mediciones in situ para comprobar las exigencias de aislamiento acústico a ruido aéreo, de aislamiento acústico a ruido de impactos y de limitación del tiempo de reverberación, Para el cumplimiento de las exigencias de este DB se admiten tolerancias entre los valores obtenidos por mediciones in situ y los valores límite establecidos en el apartado 2.1 de este DB, de 3 dBA para aislamiento a ruido aéreo, de 3 dB para aislamiento a ruido de impacto y de 0,1 s para tiempo de reverberación.

## **MANTENIMIENTO Y CONSERVACIÓN**

El edificio se mantendrá de tal forma que se conserven las condiciones acústicas proyectadas. Las reparaciones, modificaciones o sustitución de los materiales o productos que componen los elementos constructivos del edificio se realizarán con materiales o productos de propiedades similares, y de tal forma que no se menoscaben las características acústicas del mismo.

**Tabla 2.1 Valor base y factor corrector por superficie de la demanda energética de calefacción**

	Zona climática de invierno					
	$\alpha$	A	B	C	D	E
$D_{cal,base}$ [ $kW \cdot h/m^2 \cdot año$ ]	15	15	15	20	27	40
$F_{cal,sup}$	0	0	0	1000	2000	3000

**Tabla 2.2 Porcentaje de ahorro mínimo de la demanda energética conjunta respecto al edificio de referencia para edificios de otros usos, en %**

Zona climática de verano	Carga de las fuentes internas			
	Baja	Media	Alta	Muy alta
1, 2	25%	25%	25%	10%
3, 4	25%	20%	15%	0%*

\* No debe superar la demanda límite del edificio de referencia

**Tabla 2.4 Transmitancia térmica límite de particiones interiores, cuando delimiten unidades de distinto uso, zonas comunes, y medianerías, U en  $W/m^2 \cdot K$**

Tipo de elemento	Zona climática de invierno					
	$\alpha$	A	B	C	D	E
Particiones horizontales y verticales	1,35	1,25	1,10	0,95	0,85	0,70

**Tabla 2.5 Transmitancia térmica límite de particiones interiores, cuando delimiten unidades del mismo uso, U en  $W/m^2 \cdot K$**

Tipo de elemento	Zona climática de invierno					
	$\alpha$	A	B	C	D	E
Particiones horizontales	1,90	1,80	1,55	1,35	1,20	1,00
Particiones verticales	1,40	1,40	1,20	1,20	1,20	1,00

**D.2.11 ZONA CLIMÁTICA C3**

Transmitancia límite de muros de fachada y cerramientos en contacto con el terreno	$U_{lim}: 0,73 W/m^2 \cdot K$
Transmitancia límite de suelos	$U_{lim}: 0,50 W/m^2 \cdot K$
Transmitancia límite de cubiertas	$U_{lim}: 0,41 W/m^2 \cdot K$
Factor solar modificado límite de lucernarios	$F_{lim}: 0,28$

% de huecos	Transmitancia límite de huecos $U_{lim}$ $W/m^2 \cdot K$				Factor solar modificado límite de huecos $F_{lim}$			
	N/NE/O	E/O	S	SE/SO	Baja carga interna		Alta carga interna	
					E/O	S	E/O	S
de 0 a 10	4,4	4,4	4,4	4,4	-	-	-	-
de 11 a 20	3,4	3,9	4,4	4,4	-	-	-	-
de 21 a 30	2,9	3,3	4,3	4,3	-	-	0,55	0,59
de 31 a 40	2,6	3,0	3,9	3,9	-	-	0,43	0,46
de 41 a 50	2,4	2,8	3,6	3,6	0,51	0,54	0,35	0,39
de 51 a 60	2,2	2,7	3,5	3,5	0,43	0,47	0,31	0,34

Este Documento Básico (DB) tiene por objeto establecer reglas y procedimientos que permiten cumplir las exigencias básicas de ahorro de energía. Las secciones de este DB se corresponden con las exigencias básicas HE 1 a HE 5.

La correcta aplicación de cada sección supone el cumplimiento de la exigencia básica correspondiente. La correcta aplicación del conjunto del DB supone que se satisface el requisito básico "Ahorro de energía".

El objetivo del requisito básico "Ahorro de energía" consiste en conseguir un uso racional de la energía necesaria para la utilización de los edificios, reduciendo a límites sostenibles su consumo y conseguir asimismo que una parte de este consumo proceda de fuentes de energía renovable, como consecuencia de las características de su proyecto, construcción, uso y mantenimiento.

Para satisfacer este objetivo, los edificios se proyectarán, construirán, utilizarán y mantendrán de forma que se cumplan las exigencias básicas que se establecen en los apartados siguientes.

El Documento Básico "DB HE Ahorro de energía" especifica parámetros objetivos y procedimientos cuyo cumplimiento asegura la satisfacción de las exigencias básicas y la superación de los niveles mínimos de calidad propios del requisito básico de ahorro de energía.

**LIMITACIÓN DEL CONSUMO ENERGÉTICO**

**Ámbito de aplicación**

- a) edificios de nueva construcción y ampliaciones de edificios existentes;
- b) edificaciones o partes de las mismas que, por sus características de utilización, estén abiertas de forma permanente y sean acondicionadas.

Se excluyen del ámbito de aplicación:

- a) construcciones provisionales con un plazo previsto de utilización igual o inferior a dos años;
- b) edificios industriales, de la defensa y agrícolas o partes de los mismos, en la parte destinada a talleres, procesos industriales, de la defensa y agrícolas no residenciales;
- c) edificios aislados con una superficie útil total inferior a 50 m<sup>2</sup>

**Caracterización y cuantificación de la exigencia**

Caracterización de la exigencia:

- El consumo energético de los edificios se limita en función de la zona climática de su localidad de ubicación y del uso previsto.
- El consumo energético para el acondicionamiento, en su caso, de aquellas edificaciones o partes de las mismas que, por sus características de utilización, estén abiertas de forma permanente, será satisfecho exclusivamente con energía procedente de fuentes renovables.

La calificación energética para el indicador consumo energético de energía primaria no renovable del edificio o la parte ampliada, en su caso, debe ser de una eficiencia igual o superior a la clase B, según el procedimiento básico para la certificación de la eficiencia energética de los edificios aprobado mediante el Real Decreto 235/2013, de 5 de abril

**Verificación y justificación del cumplimiento de la exigencia**

Para la correcta aplicación de esta Sección del DB HE deben verificarse las exigencias cuantificadas en el apartado 2 con los datos definidos en el apartado 4, utilizando un procedimiento de cálculo acorde a las especificaciones establecidas en el apartado 5.

**LIMITACIÓN DE LA DEMANDA ENERGÉTICA**

**Demanda energética**

La demanda energética de los edificios se limita en función del clima de la localidad en la que se ubican, según la zonificación climática establecida en el apartado 3.1.1, y de la carga interna en sus espacios según el apartado 3.1.2.

La demanda energética será inferior a la correspondiente a un edificio en el que los parámetros característicos de los cerramientos y particiones interiores que componen su envolvente térmica, sean los valores límites establecidos en las tablas 2.1 y 2.2.

### Condensaciones

del edificio, se limitarán de forma que se evite la formación de mohos en su superficie interior. Para ello, en aquellas superficies interiores de los cerramientos que puedan absorber agua o susceptibles de degradarse y especialmente en los puentes térmicos de los mismos, la humedad relativa media mensual en dicha superficie será inferior al 80%.

Las condensaciones intersticiales que se produzcan en los cerramientos y particiones interiores que componen la envolvente térmica del edificio serán tales que no produzcan una merma significativa en sus prestaciones térmicas o supongan un riesgo de degradación o pérdida de su vida útil. Además, la máxima condensación acumulada en cada periodo anual no será superior a la cantidad de evaporación posible en el mismo periodo.

### Permeabilidad al aire

Las carpinterías de los huecos (ventanas y puertas) por su permeabilidad al aire.

La permeabilidad de las carpinterías de los huecos de los cerramientos que limitan los espacios habitables de los edificios con el ambiente exterior se limita en función del clima de la localidad en la que se ubican, según la zonificación climática establecida en el apartado 3.1.1.

### CÁLCULO Y DIMENSIONADO

Para la correcta aplicación de esta sección en el proyecto se optará por uno de los dos procedimientos la opción simplificada y la opción general, se ha optado por la opción general ya que la opción simplificada no es de aplicación para superficies acristaladas en fachada de más del 60% de la superficie total de la misma.

### Objeto

El objeto de la opción general es cuádruple y consiste en:

- limitar la demanda energética de los edificios de una manera directa, evaluando dicha demanda mediante el método de cálculo especificado en 3.3.2.
- limitar la presencia de condensaciones en la envolvente térmica, según el apartado 2.2;
- limitar las infiltraciones de aire para las condiciones establecidas en 2.3.

### Aplicabilidad

La única limitación para la utilización de la opción general es la derivada del uso en el edificio de soluciones constructivas innovadoras cuyos modelos no puedan ser introducidos en el programa informático que se utilice.

En el caso de utilizar soluciones constructivas no incluidas en el programa se justificarán en el proyecto las mejoras de ahorro de energía introducidas y que se obtendrán mediante método de simulación o cálculo al uso.

### Conformidad con la opción

El procedimiento de aplicación para verificar que un edificio es conforme con la opción general consiste en comprobar que:

a) las demandas energéticas de la envolvente térmica del edificio objeto para régimen de calefacción y refrigeración son ambas inferiores a las del edificio de referencia. Por régimen de calefacción se entiende, como mínimo, los meses de diciembre a febrero ambos inclusive y por régimen de refrigeración los meses de junio a septiembre, ambos inclusive.

b) la humedad relativa media mensual en la superficie interior sea inferior al 80% para controlar las condensaciones superficiales. Comprobar, además, que la humedad acumulada en cada capa del cerramiento se seca a lo largo de un año, y que la máxima condensación acumulada en un mes no sea mayor que el valor admisible para cada material aislante.

c) el cumplimiento de las limitaciones de permeabilidad al aire de las carpinterías de los huecos.

d) en el caso de edificios de viviendas, la limitación de la transmitancia térmica de las particiones interiores que limitan las unidades de uso con las zonas comunes del edificio según el apartado 2.1.

Estas comprobaciones se han de realizar mediante programas informáticos que desarrollen el método de cálculo.



## MÉTODO DE CÁLCULO

### Especificaciones del método de cálculo

El método de cálculo que se utilice para demostrar el cumplimiento de la opción general se basará en cálculo hora a hora, en régimen transitorio, del comportamiento térmico del edificio, teniendo en cuenta de manera simultánea las solicitaciones exteriores e interiores y considerando los efectos de masa térmica.

El desarrollo del método de cálculo debe contemplar los aspectos siguientes:

- a) Particularización de las solicitaciones exteriores de radiación solar a las diferentes orientaciones e inclinaciones de los cerramientos de la envolvente, teniendo en cuenta las sombras propias del edificio y la presencia de otros edificios u obstáculos que pueden bloquear dicha radiación;
- b) Determinación de las sombras producidas sobre los huecos por obstáculos de fachada tales como voladizos, retranqueos, salientes laterales, etc.;
- c) Valoración de las ganancias y pérdidas por conducción a través de cerramientos opacos y huecos acristalados considerando la radiación absorbida
- d) Transmisión de la radiación solar a través de las superficies semitransparentes teniendo en cuenta la dependencia con el ángulo de incidencia;
- e) Valoración del efecto de persianas y cortinas exteriores a través de coeficientes correctores del factor solar y de la transmitancia térmica del hueco.
- f) Cálculo de infiltraciones a partir de la permeabilidad de las ventanas;
- g) Comprobación de la limitación de condensaciones superficiales e intersticiales;
- h) Toma en consideración de la ventilación en términos de renovaciones/hora para las diferentes zonas y de acuerdo con unos patrones de variación horarios y estacionales.
- i) Valoración del efecto de las cargas internas, diferenciando sus fracciones radiantes y convectivas y teniendo en cuenta variaciones horarias de la intensidad de las mismas para cada zona térmica;
- j) Valoración de la posibilidad de que los espacios se comporten a temperatura controlada o en oscilación libre (durante los periodos en los que la temperatura de éstos se sitúe espontáneamente entre los valores de consigna y durante los periodos sin ocupación);
- k) Acoplamiento térmico entre zonas adyacentes del edificio que se encuentren a diferente nivel térmico.

## RENDIMIENTO DE INSTALACIONES TÉRMICAS

Los edificios dispondrán de instalaciones térmicas apropiadas destinadas a proporcionar el bienestar térmico de sus ocupantes. Esta exigencia se desarrolla actualmente en el vigente Reglamento de Instalaciones Térmicas en los Edificios, RITE, y su aplicación quedará definida en la memoria de instalaciones.

## EFICIENCIA ENERGÉTICA INSTALACIONES

Esta sección es de aplicación a las instalaciones de iluminación interior en:

- a) Edificios de nueva construcción;
- b) Rehabilitación de edificios existentes con una superficie útil superior a 1000 m<sup>2</sup>, donde se renueve más del 25% de la superficie iluminada.
- c) Reformas de locales comerciales y de edificios de uso administrativo en los que se renueve la instalación de iluminación.

### Valor de eficiencia energética de la instalación

La eficiencia energética de una instalación de iluminación de una zona, se determinará mediante el valor de eficiencia energética de la instalación VEEI (W/m<sup>2</sup>) por cada 100 lux mediante la siguiente expresión:

Los valores de eficiencia energética límite en recintos interiores de un edificio se establecen en la tabla 2.1. Estos valores incluyen la iluminación general y la iluminación de acento, pero no las instalaciones de iluminación de escaparates y zonas expositivas.

### Sistema de control y regulación

Las instalaciones de iluminación dispondrán, en cada una de las zonas, de un sistema de encendido y apagado por sistema de detección de presencia, se colocarán sistemas adicionales de encendido y apagado manual, no aceptándose los sistemas de encendido y apagado en cuadros eléctricos como único sistema.

Las zonas de uso esporádico dispondrán de un control de encendido y apagado por sistema de detección de presencia o sistema de temporización.

## CÁLCULO

Para determinar el cálculo y las soluciones luminotécnicas de las instalaciones de iluminación interior se tendrán en cuenta:

- El uso de la zona a iluminar;
- El tipo de tarea visual a realizar;
- Las necesidades de luz y del usuario del local;
- El índice K del local o dimensiones del espacio;
- Las reflectancias de las paredes, techo y suelo de la sala;
- Las características y tipo de techo;
- Las condiciones de la luz natural;
- El tipo de acabado y decoración;
- El mobiliario previsto.

### **PRODUCTOS DE CONSTRUCCIÓN**

Las lámparas, equipos auxiliares, luminarias y resto de dispositivos cumplirán lo dispuesto en la normativa específica para cada tipo de material. Particularmente, las lámparas fluorescentes cumplirán con los valores admitidos por el Real Decreto 838/2002, de 2 de agosto, por el que se establecen los requisitos de eficiencia energética de los balastos de lámparas fluorescentes. Se comprobará que los conjuntos de las lámparas y sus equipos auxiliares disponen de un certificado del fabricante que acredite su potencia total.

### **MANTENIMIENTO Y CONSERVACIÓN**

Para garantizar en el transcurso del tiempo el mantenimiento de los parámetros luminotécnicos adecuados y la eficiencia energética de la instalación VEEI, se elaborará en el proyecto un plan de mantenimiento de las instalaciones de iluminación que contemplará, entre otras acciones, las operaciones de reposición de lámparas con la frecuencia de reemplazamiento, la limpieza de luminarias con la metodología prevista y la limpieza de la zona iluminada, incluyendo en ambas la periodicidad necesaria. Dicho plan también deberá tener en cuenta los sistemas de regulación y control utilizados en las diferentes zonas.

La justificación y detalle del cumplimiento de esta sección se especifican en el correspondiente proyecto de instalación eléctrica de baja tensión, en el cual se definen todas las características y especificaciones técnicas de la instalación y equipos utilizados, quedando fuera del alcance del presente proyecto de actividad.

### **CONTRIBUCIÓN SOLAR ACS**

Esta Sección es aplicable a los edificios de nueva construcción y rehabilitación de edificios existentes de cualquier uso en los que exista una demanda de agua caliente sanitaria y/o climatización de piscina cubierta.

La contribución solar mínima determinada en aplicación de la exigencia básica que se desarrolla en esta Sección, podrá disminuirse justificadamente en los siguientes casos:

- a) Cuando se cubra ese aporte energético de agua caliente sanitaria mediante el aprovechamiento de energías renovables, procesos de cogeneración o fuentes de energía residuales procedentes de la instalación de recuperadores de calor ajenos a la propia generación de calor del edificio;
- b) Cuando el cumplimiento de este nivel de producción suponga sobrepasar los criterios de cálculo que marca la legislación de carácter básico aplicable;
- c) Cuando el emplazamiento del edificio no cuente con suficiente acceso al sol por barreras externas al mismo;
- d) En rehabilitación de edificios, cuando existan limitaciones no subsanables derivadas de la configuración previa del edificio existente o de la normativa urbanística aplicable;
- e) En edificios de nueva planta, cuando existan limitaciones no subsanables derivadas de la normativa urbanística aplicable, que imposibiliten de forma evidente la disposición de la superficie de captación necesaria;
- f) Cuando así lo determine el órgano competente que deba dictaminar en materia de protección históricoartística.



