

# ESPACIOS NÓMADAS

INBETWEEN TETUAN - EL BARRIO DE EL PILAR



MARÍA PANDELET BARAINCA  
TRABAJO FINAL DE MÁSTER  
TUTORES: MAITE ESCAÑO Y MÓNICA MARTÍNEZ  
TFM ESCUELA DE ARQUITECTURA - UNIVERSIDAD DE ALCALÁ  
CONVOCATORIA: MARZO 2022

## ABSTRACT

Las personas estamos en constante movimiento, fluyendo a lo largo de espacios urbanos y arquitectónicos, somos seres nómadas. El proyecto surge de la idea del arquitecto Yona Friedman y su propuesta para la “Villa spatiale” donde la arquitectura está dirigida por los usuarios y son ellos los que construyen el espacio, diseñándolo a través de la movilidad social de sus habitantes. Espacios Nómadas es un elemento de conexión y relación, que permite la interacción entre los individuos que están separados, física y socialmente en dos barrios, el barrio de El Pilar (Fuencarral — El Pardo) y Valdeacederas (Tetuán), por el parque Agustín Rodríguez Sahagún.

La conexión física implica la idea de unión, el símbolo por excelencia que representa la unión es el círculo. Por lo tanto, el elemento de unión es un puente circular que conecta y crea una continuidad en los espacios públicos de los barrios colindantes, dando acceso desde la Calle Sinesio Delgado y desde el Paseo de la Dirección, así como desde el parque Agustín Rodríguez Sahagún, que separa ambas vías. Además, la forma circular genera puntos de atracción visuales en el centro y en sus extremos, produciendo un espacio cambiante en todo su recorrido.

La conexión social surge a través de la idea de individuos nómadas, personas en constante movimiento. Se propone un espacio donde los habitantes de los barrios colindantes puedan desarrollar sus actividades cotidianas; estudiar, trabajar, ocio, comer... Un conjunto de edificios nómadas, con programa múltiple que permite que los vecinos puedan adueñarse de él, disfrutar, encontrarse, relacionarse, intercambiar conocimiento y experiencias. La construcción de ambos elementos se realiza con estructura metálica con elementos prefabricados y uniones en seco, para conseguir una ejecución rápida y limpia.

El resultado de ambas propuestas se asemeja a la utópica ciudad de Friedman, en la que a través de puentes interconectados se desarrolla una ciudad suspendida construida por la movilidad social del ser humano. El proyecto dará lugar a un espacio público continuo suspendido entre dos barrios, que permitirá la interacción social y física entre los vecinos. El puente circular perfecto se deforma para que el usuario se adueñe del espacio y se generen los edificios nómadas, con un programa heterogéneo que permita a los individuos estar en continuo movimiento, creándose un Centro de Espacios Compartidos. Así como Koolhaas hizo referencia en sus proyectos al carácter múltiple y cambiante del programa metropolitano por medio del espacio “...es la especificidad espacial asociada a cada parte autónoma del programa, que hace explícita la heterogeneidad del conjunto (...) es la continuidad entre situaciones espaciales diversas, que posibilita el desarrollo de actividades múltiples y cambiantes...”. El proyecto se genera y desarrolla a través de la idea de cambio y movimiento.

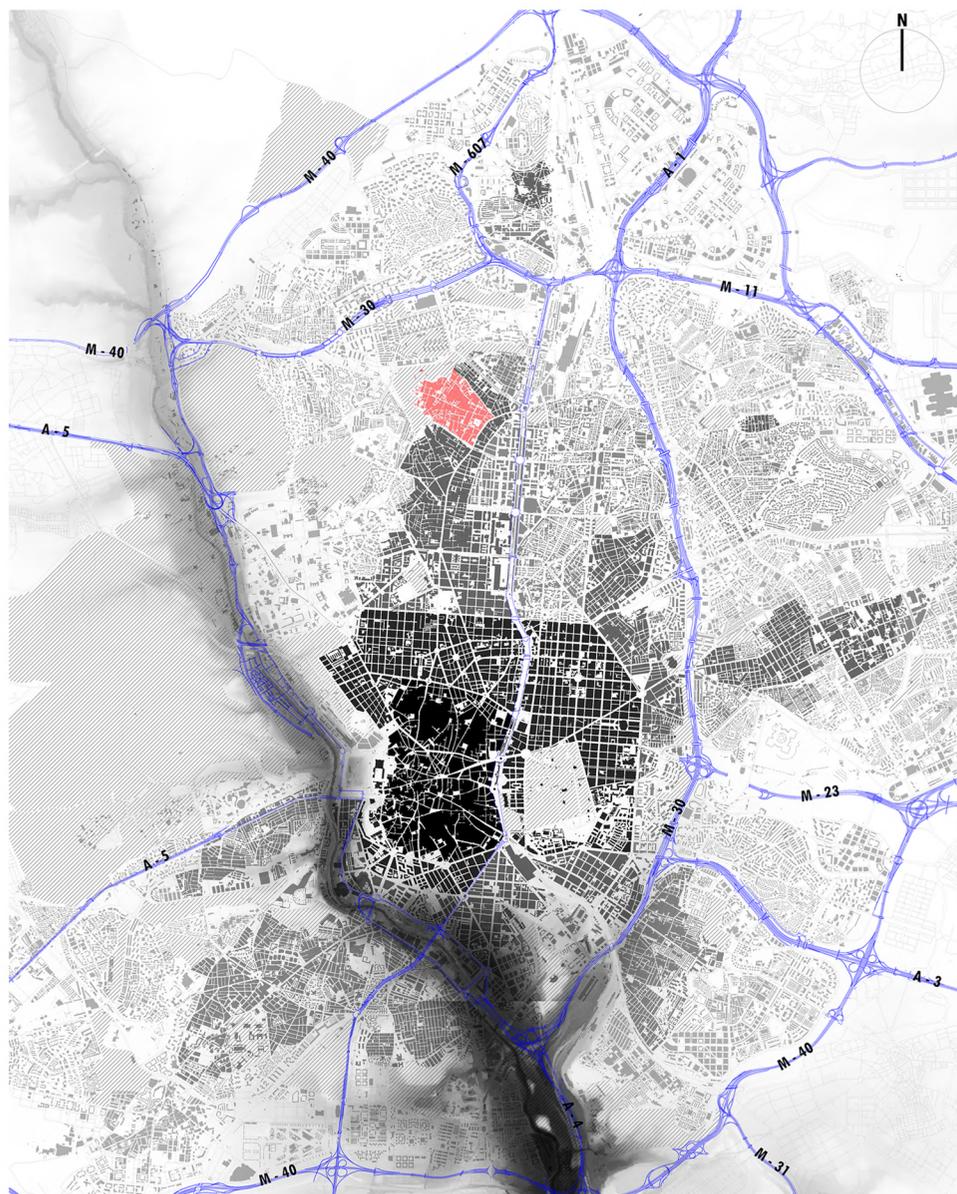
1. JUSTIFICACIÓN DEL PROYECTO
  - 1.1. CONTEXTO HISTÓRICO
  - 1.2. CONTEXTO SOCIAL
  - 1.3. CONTEXTO URBANO
2. ESENCIA DEL PROYECTO
3. INTERVENCIÓN URBANA
  - 3.1. PARQUE
  - 3.2. PUENTE
4. INTERVENCIÓN EDIFICATORIA
  - 4.1. EDIFICIO NÓMADA GASTRONÓMICO
  - 4.2. EDIFICIO NÓMADA DEPORTIVO
  - 4.2. EDIFICIO NÓMADA COWORKING
5. MATERIALIDAD DEL PROYECTO
  - 5.1. EDIFICIO NÓMADA COWORKING
    - 5.1.1. ESTUDIO DE SOLEAMIENTO
    - 5.1.2. ALZADOS
    - 5.1.3. SECCIONES
    - 5.1.4. DETALLES CONSTRUCTIVOS
    - 5.1.5. ESTRUCTURA
    - 5.1.6. INSTALACIONES
  - 5.2. PUENTE
    - 5.2.1. CASOS DE ESTUDIO
    - 5.2.2. ESTUDIO DE MAQUETA
    - 5.2.3. ESTRUCTURA PUENTE BASE
    - 5.2.4. ESTRUCTURA PUENTE CONEXIONES
6. BIBLIOGRAFÍA

# 1. JUSTIFICACIÓN DEL PROYECTO

## 1.1. CONTEXTO HISTÓRICO

El ámbito de actuación del proyecto se sitúa en la zona Norte de la ciudad de Madrid, en el barrio de Valdeacederas, Tetuán. La ciudad de Madrid sufrió un crecimiento exponencial en los últimos siglos, llegando a triplicar su población a finales del siglo XIX e inicios del siglo XX. Este crecimiento se produce de manera radial, generando vías concéntricas alrededor de la Metrópolis.

La localidad está formada por veintidós distritos: Fuencarral, Hortaleza, Moncloa, Tetuán, Chamartín, Ciudad Lineal, San Blas, Chamberí, Salamanca, Centro, Retiro, Arganzuela, Puente de Vallecas, Moratalaz, Latina, Carabanchel, Villaverde, Mediodía, Barajas, Usera y Villa de Vallecas. Los distritos se fueron generando a través del propio crecimiento de la ciudad o por anexiones de núcleos urbanos colindantes. Los núcleos urbanos siguen un esquema lineal a partir de una vía preexistente, carreteras o de vías del tren.

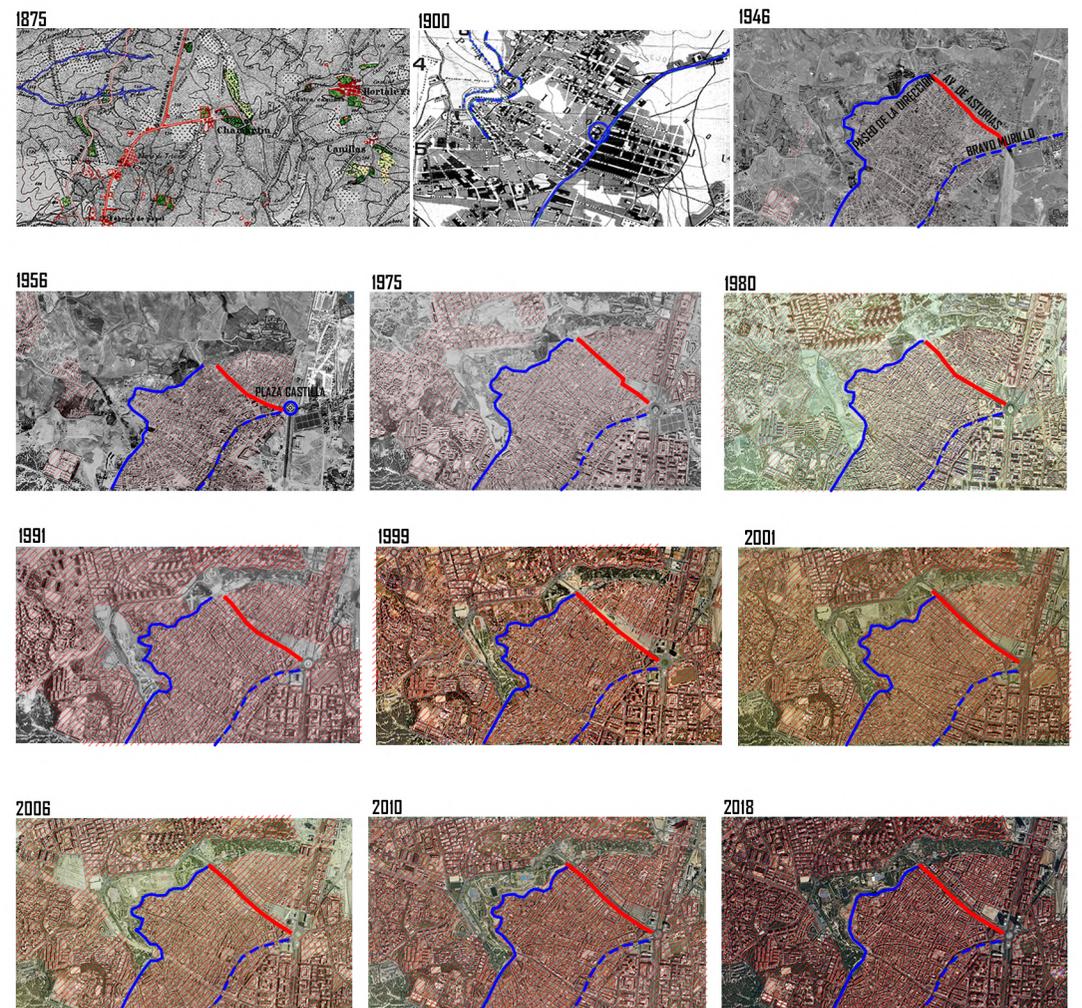


CRECIMIENTO Y REDES MADRID

El distrito de Tetuán surgió a mediados del siglo XIX, como lugar de descanso de las tropas vencedoras que regresaban de las campañas en la Guerra de África, es por ello por lo que se le llamó Tetuán de las Victorias. El desarrollo de este barrio obrero y trabajador se dio en torno a la carretera de Francia (actualmente calle de Bravo Murillo) y en las calles transversales la ejecución de vivienda humilde, autoconstruida, habitada por inmigrantes que llegaban de otra parte de España para trabajar en la ciudad. La burguesía y las clases altas de esa época asentaban en el barrio de Chamberí, en cambio, las personas con recursos más bajos se trasladaban a Tetuán. Su población fue creciendo de manera exponencial en la primera mitad del siglo XX y tras varios años de abandono y de sufrir situaciones de hacinamiento, en 1948 se constituye como barrio obrero y se anexiona a Madrid a través del Plan General de Ordenación Urbana.

El barrio de Valdeacederas, es uno de los seis barrios que forman parte del distrito de Tetuán, en los años 40 estaba ocupado por chabolas y viviendas sin saneamiento. La Dirección General de Arquitectura encargó el desarrollo de un grupo de viviendas de bajo coste y con dimensiones mínimas, que generarían hacinamiento de las personas. El Plan General de Madrid de 1982 dio lugar a la creación de vías nuevas para el barrio y la modificación de las vías existentes, para generar una red viaria. Sin embargo, los planes de actuación urbanísticos para la zona tenían diferentes orientaciones entre el Este y el Oeste del eje de Bravo Murillo. La organización del Este de la vía respondía al desarrollo del eje de la Castellana, centrado en la creación de un área de servicios (Administración Pública y Empresa Privada de servicios: financiero, grandes empresas...) y vivienda de calidad que le diese servicio, mientras que en la zona oeste de Bravo Murillo, nuestro lugar de actuación, se sustituye la vivienda de autoconstrucción por vivienda en altura con escasa intervención pública, sin modificar los trazados irregulares de la autoconstrucción.

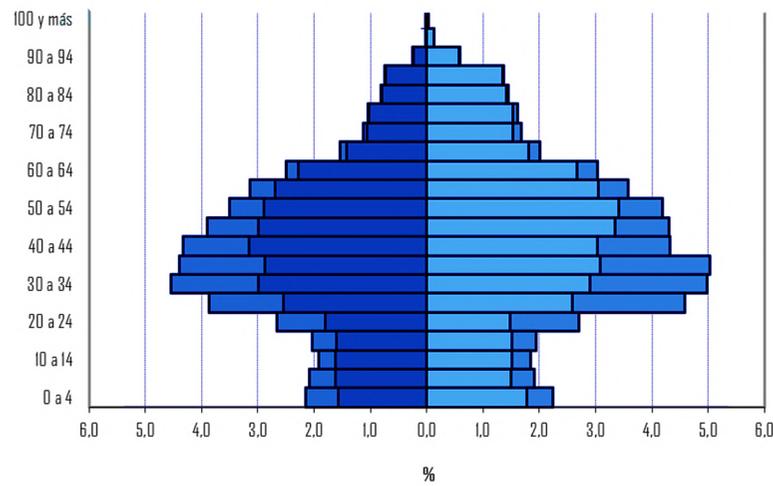
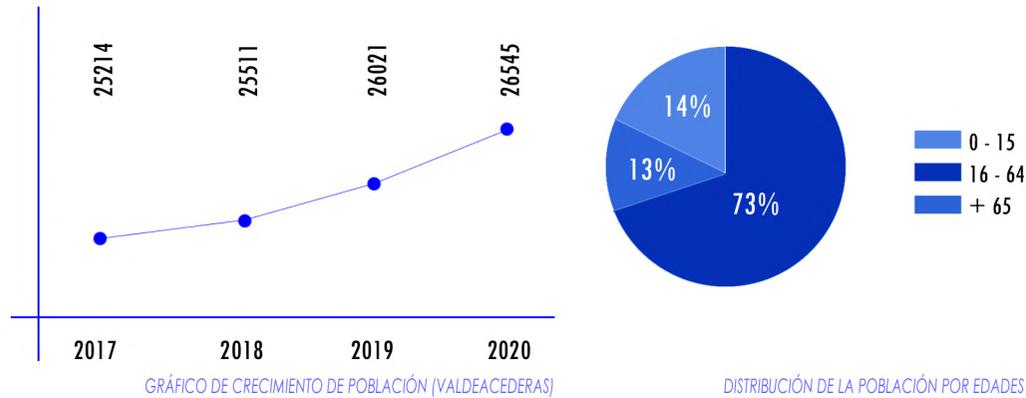
En los últimos años se ha desarrollado un Plan Parcial de Reforma Interior para "La Cornisa de Tetuán", que supone una ampliación de los carriles del Paseo de la Dirección (límite Norte del barrio de Valdeacederas), creación de miradores y zonas estanciales, ampliación de zonas verdes, revalorización del Canal Bajo de Isabel II y ampliación de superficie residencial con cuatro grandes rascacielos.



CRECIMIENTO Y ANÁLISIS TETUÁN

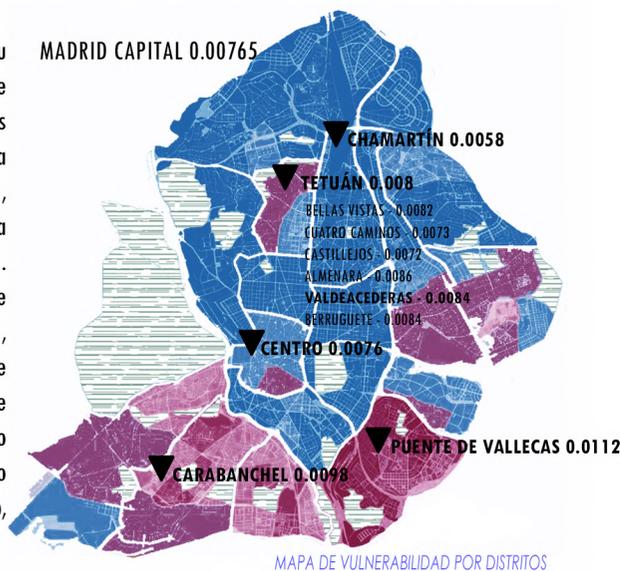
## 1.2. CONTEXTO SOCIAL

La población del distrito decreció a finales del siglo XX debido al importante volumen de infraviviendas en alquiler a un coste bajo en relación con su posición central en la ciudad, comenzaron a llegar al barrio inmigrantes de origen extranjero, lo que supuso un crecimiento importante de la población a partir del siglo XXI. En Enero de 2020, la población del barrio de Valdeacederas sumaba 26.545 personas, lo que equivale al 16,4% del total del distrito de Tetuán.



La estructura poblacional de Valdeacederas está marcada por un doble proceso simultáneo, la emigración de la población autóctona debido a la búsqueda de mejores oportunidades residenciales en zonas periféricas de la ciudad, y un aumento del peso sobre el conjunto de la población en edad activa (18-48 años), lo que se explica por la recepción de población inmigrante desde el año 2000.

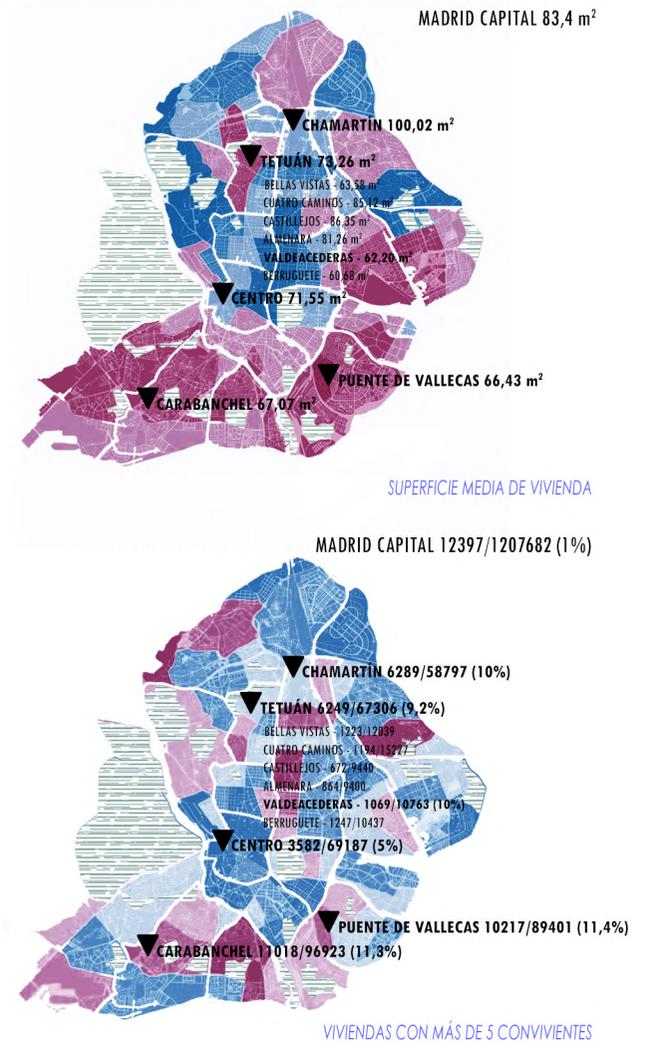
La vulnerabilidad de un barrio se mide por su ausencia de homogeneidad, es decir, donde se generan desequilibrios territoriales. Los criterios que miden la vulnerabilidad del barrio son: la tasa de inmigrantes, la esperanza de vida, población sin estudios o estudios primarios, renta media del hogar, tasa de paro, el valor catastral... Según el Ranking de barrios por vulnerabilidad de 2018, elaborado por la Comunidad de Madrid, Valdeacederas se encuentra en el número 41 de 128 barrios, con un índice de vulnerabilidad de 0.0084, por encima de la media de la capital. Esto provoca que el barrio quede fuera del espacio urbano con un nivel más elevado de desarrollo, calidad de vida, calidad ambiental, seguridad...



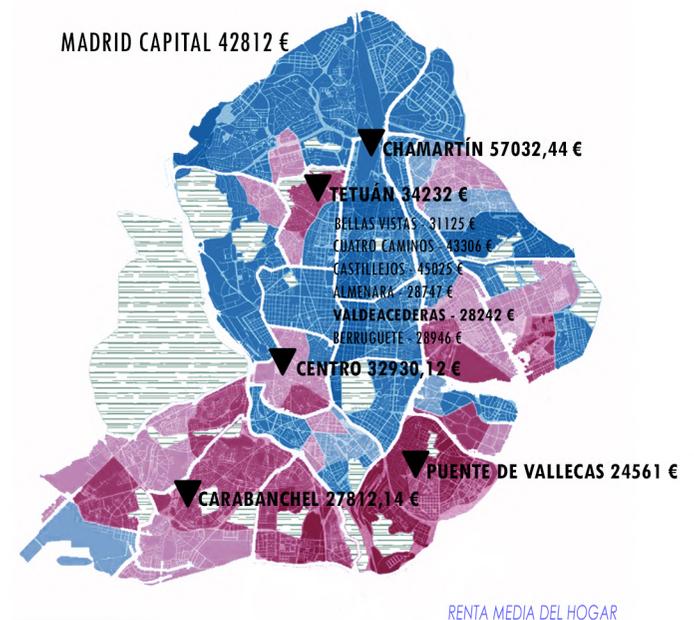
El barrio de Tetuán surgió de asentamientos chabolistas y viviendas sin saneamiento y aunque se han realizado varios desarrollos urbanísticos para la zona, las viviendas eran de bajo coste y con dimensiones mínimas.

Esto sumado a la baja economía de la población del barrio, genera viviendas de baja superficie. Además, se estima que el 10% de las viviendas de Valdeacederas supera los cuatro convivientes.

En definitiva, nos encontramos con un gran número de viviendas de 60 m<sup>2</sup> para familias de más de cuatro personas. Esto supone que los convivientes no tengan suficiente espacio para uso personal, ya sea trabajo o estudio.



La renta anual neta media del hogar son los ingresos netos percibidos durante el año anterior al de la entrevista por los miembros del hogar para la obtención de los datos. Estos ingresos se componen de: los ingresos de trabajo por cuenta ajena, beneficios/perdidas del trabajo por cuenta propia, prestaciones sociales, rentas... La renta media del Barrio de Valdeacederas es casi la mitad de la renta media de la capital.

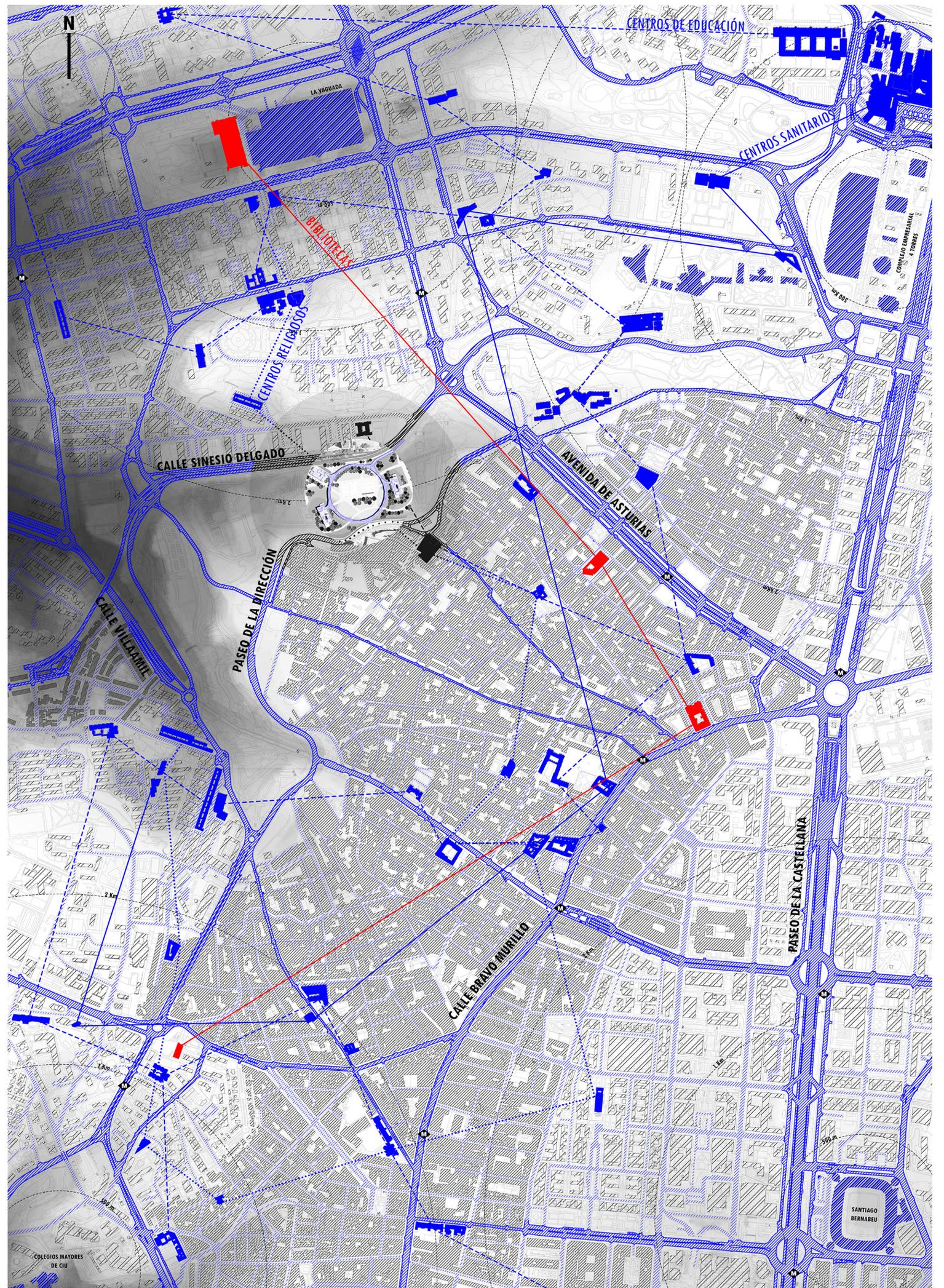


### 1.3. CONTEXTO URBANO

La zona de actuación se encuentra en el Norte de la ciudad y queda delimitada por Paseo de la Castellana, Calle Sinesio Delgado, Avenida de Asturias y Calle Villaamil.

En esta zona se encuentran diferentes equipamientos, que se pueden clasificar en: centros de educación, centros sanitarios, centros religiosos, centros deportivos y bibliotecas. Sin embargo, lo que más predomina es el uso residencial.

Tras el estudio de las características de la vivienda y el análisis de los equipamientos actuales en la zona, se propone un Centro de Espacios Compartidos, el cual englobará la hostelería, lo deportivo y lo laboral.

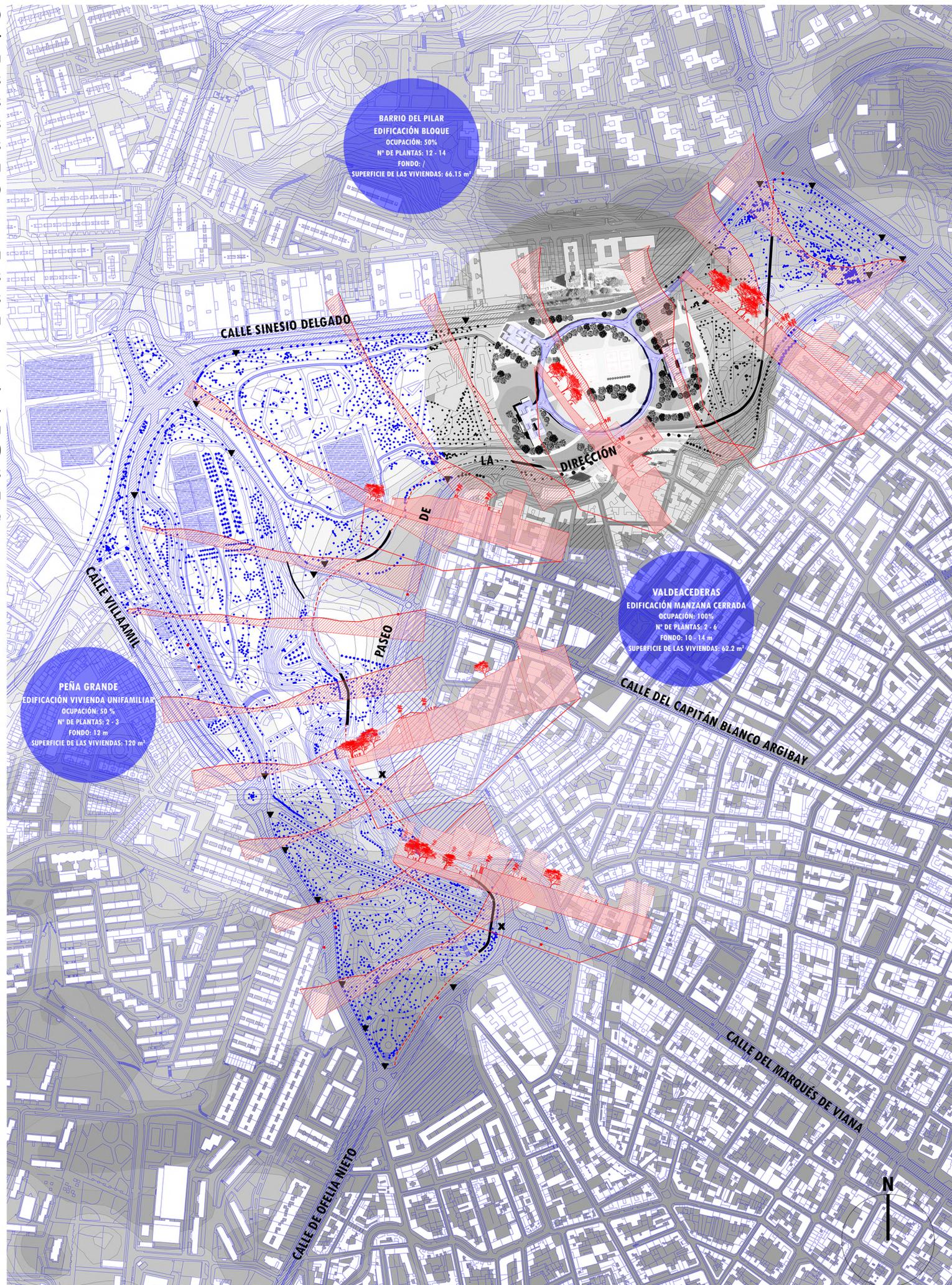


El parque Agustín Rodríguez Sahagún se encuentra delimitado por tres barrios; Valdeacederas (Tetuán), El Pilar (Fuencarral—El Pardo) y Peña Grande (Moncloa). Estos barrios tienen diferentes tipologías edificatorias que quedan separadas radicalmente por el parque, encontrándonos con edificaciones de manzana irregular en Valdeacederas, bloques de edificios en el Pilar y viviendas unifamiliares en Peña Grande. Estas diferencias de alturas no resaltan en el paisaje debido a la abrupta topografía que presenta el parque, que ha generado que se provoque una ruptura urbanística y social.

En este espacio verde se encuentran diferentes espacios para hacer deporte al aire libre; un campo de fútbol, pistas de tenis y canchas de baloncesto. Sin embargo, estos espacios deportivos quedan dispersos en el paisaje y no se produce una conexión entre ellos.

El parque está delimitado entre el Paseo de la Dirección, perteneciente a Valdeacederas, y la Calle Sinesio Delgado, dentro del barrio del Pilar. Debido a la abrupta topografía encontramos desniveles entre las dos vías de más de 50 metros. Los accesos al parque no se encuentran bien definidos y en ocasiones son inaccesibles. Únicamente encontramos una conexión directa entre los dos barrios a través de la Calle Capitán Blanco Argibay

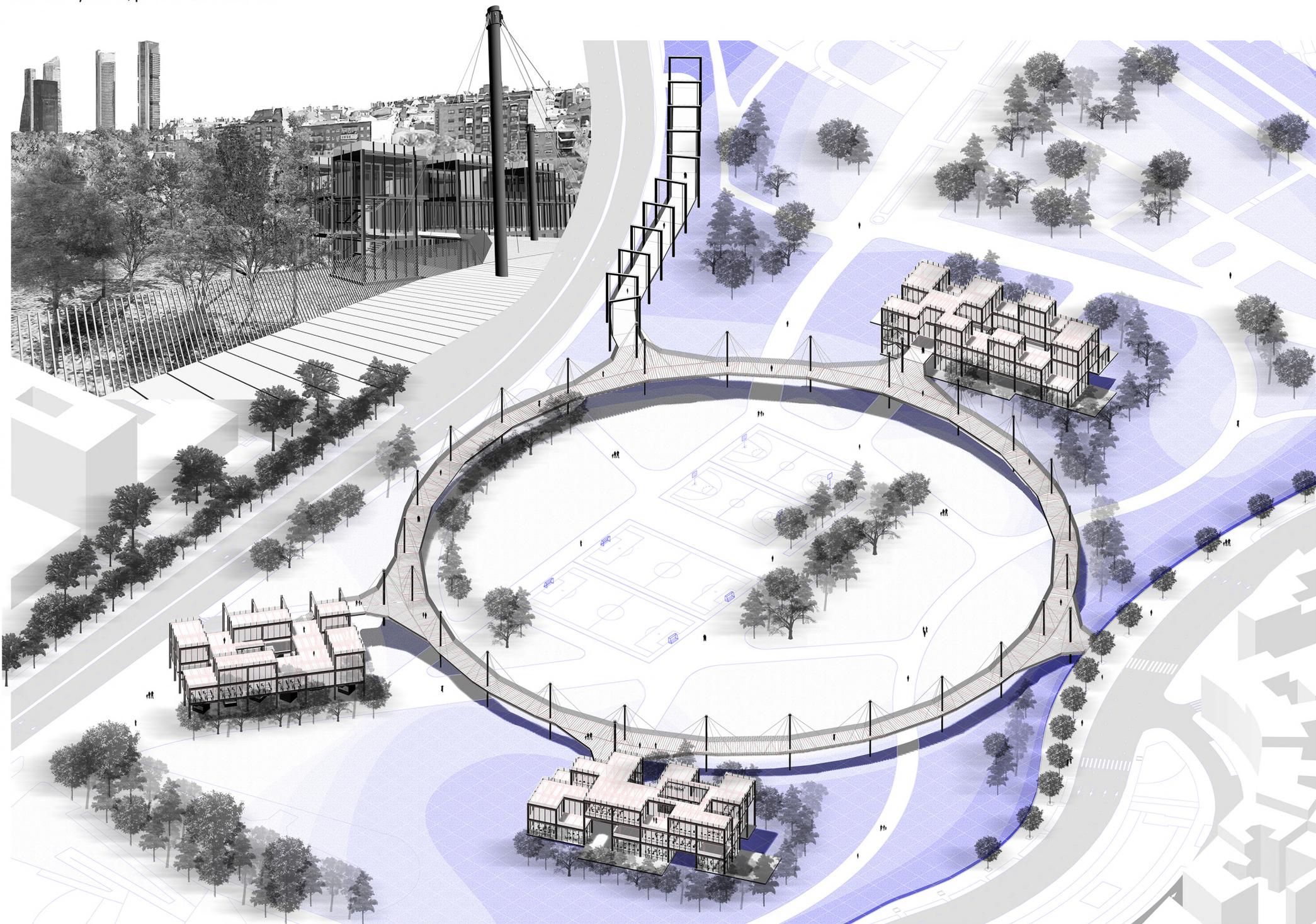
- ▼ BUEN ACCESO AL PARQUE
- ✗ ACCESO DIFÍCIL
- ▨ ESPACIOS AJARDINADOS
- ▨ SOLARES VACÍOS
- COTAS MÁXIMAS Y MÍNIMAS





## 2. ESENCIA DEL PROYECTO

El proyecto surge desde la idea de conexión, tanto física como social. Por un lado, se genera la conexión física por la desconexión que se produce entre los barrios de Valdeacederas y El Pilar, por esa abrupta topografía y por el Parque Agustín Rodríguez Sahagún, a través de un puente circular que salva las diferentes alturas y unifica ambos núcleos urbanos. Por otro lado, la conexión social se produce a través de tres edificios, unidos por el puente, que albergan diferentes programas de la vida cotidiana y generan un espacio conjunto, que está en constante movimiento y cambio, para los dos vecindarios.



### 3. INTERVENCIÓN URBANA

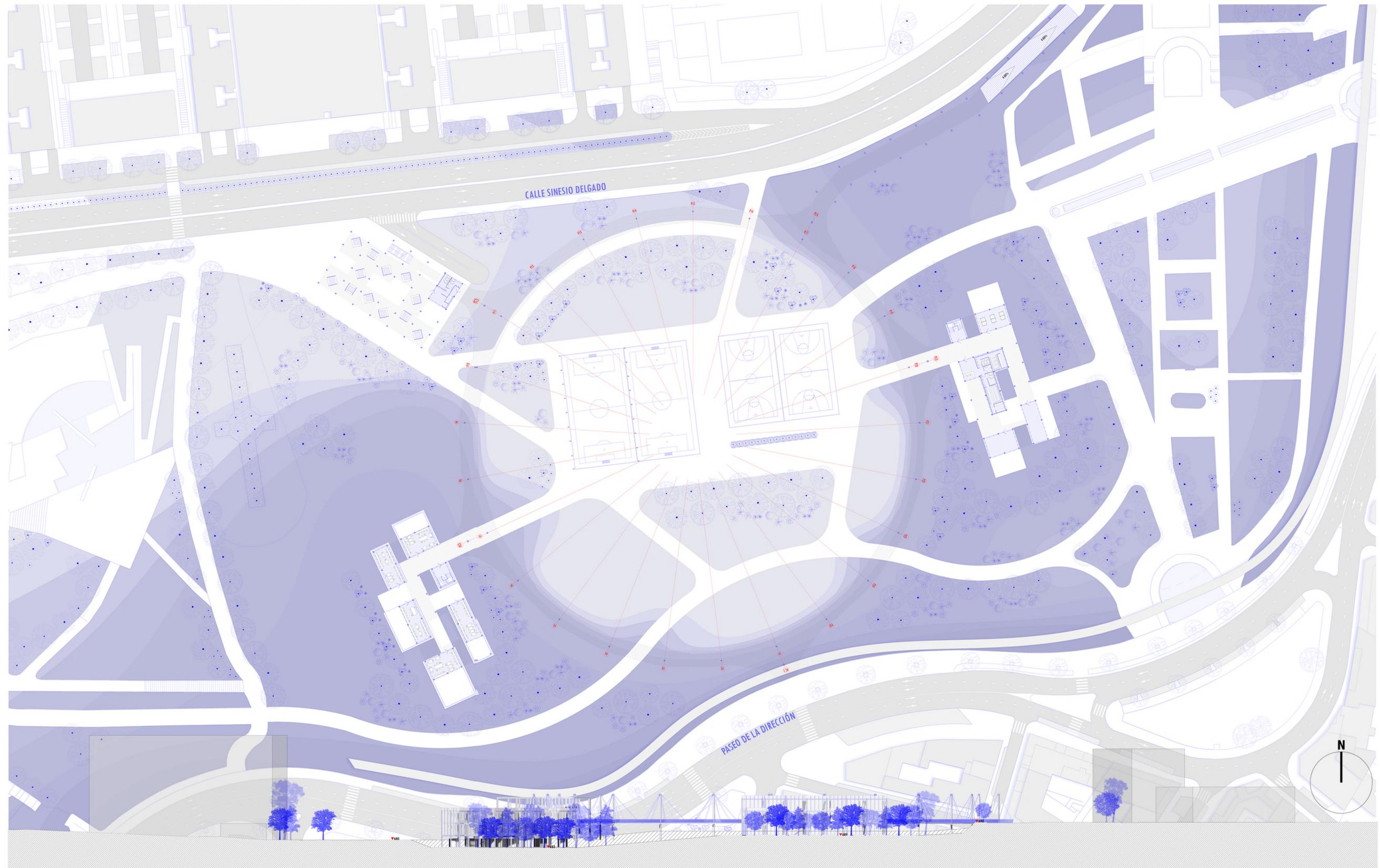
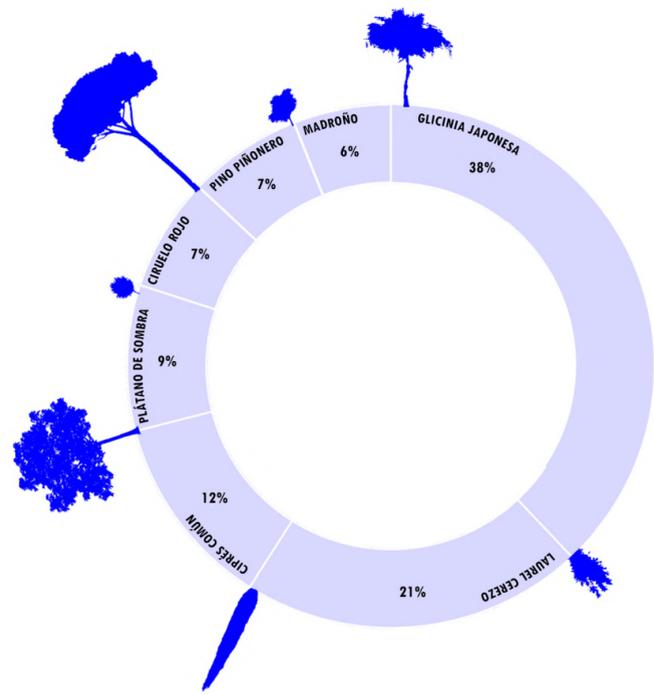
#### 3.1. EL PARQUE

El parque Agustín Rodríguez de Sahagún, está formado por una aglomeración de espacios al aire libre sin ninguna cohesión entre ellos. La propuesta engloba una zona en la que se desarrollan actividades infantiles y deportivas.

El puente se eleva a diferentes alturas sobre el parque debido a su abrupta topografía y deja un cráter de cinco metros bajo él, marcando su estructura circular en el espacio verde. Los pilares del puente quedan integrados en la vegetación del parque, como si fuesen árboles y generan zonas de sombra.

La conexión de los edificios con el parque es abierta, los edificios se elevan sobre el programa más público de la propuesta quedando el mercado, los espacios de trabajo compartido y los vestuarios en contacto directo con la planta del parque. Además, cada edificio da acceso directo al puente a través de un núcleo vertical de comunicación.

La vegetación del parque propuesta es completamente autóctona y se sitúa alrededor de los edificios en función del soleamiento y el tipo de árbol o arbusto.

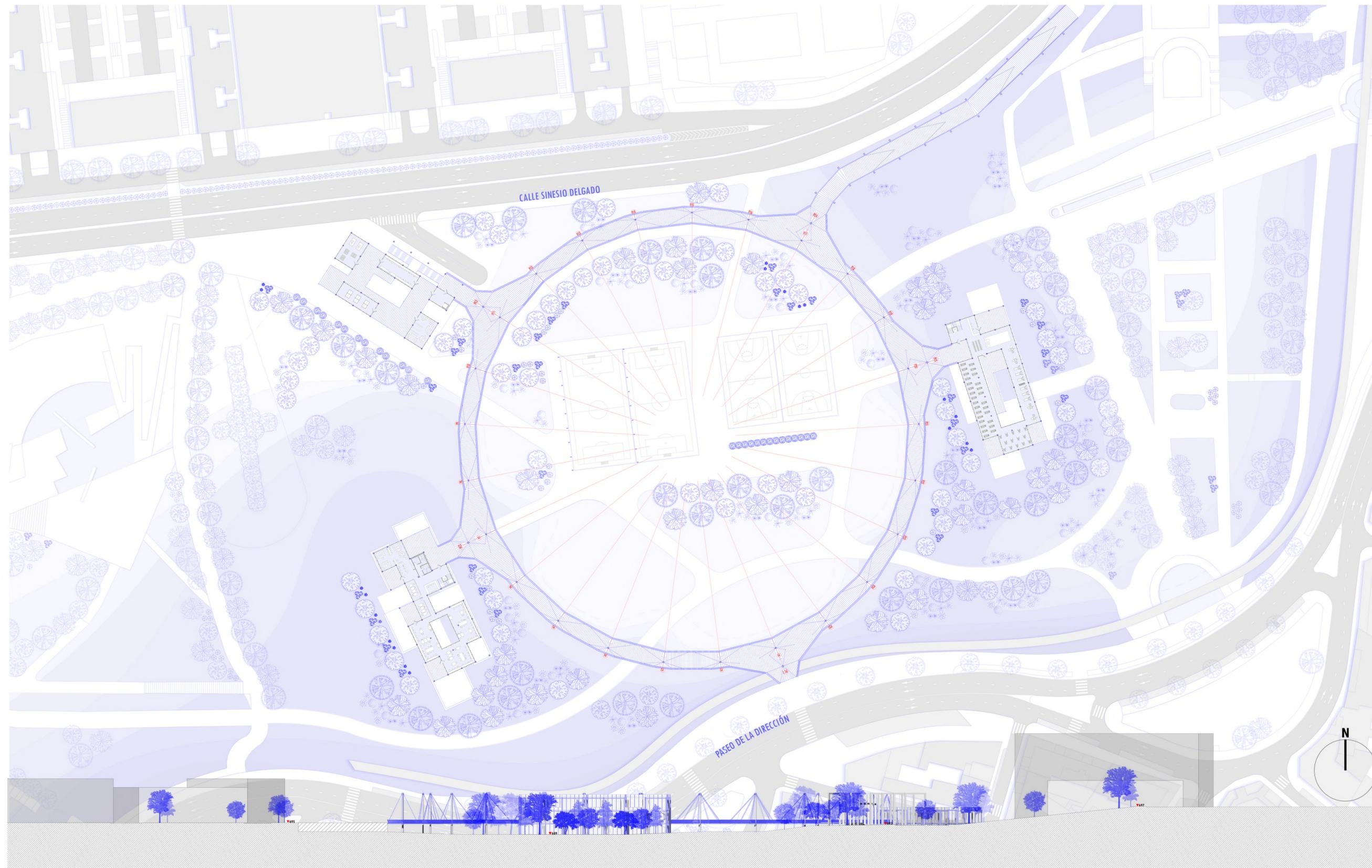


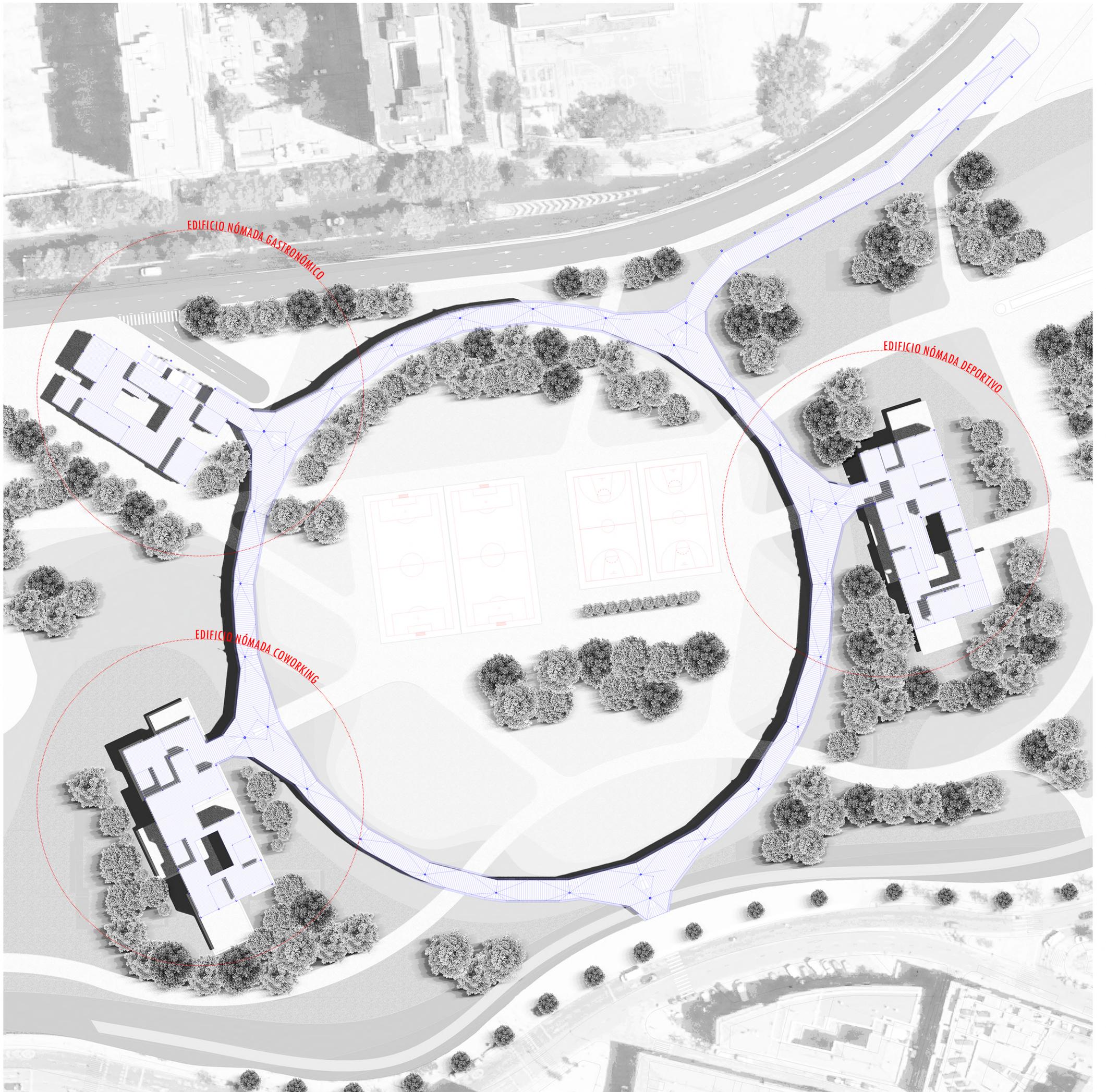
### 3.2. EL PUENTE

El puente trata de conectar los dos barrios, dando continuidad al espacio público de ambos, conectando la Calle Sinesio Delgado con el Paseo de la Dirección. Estas dos vías se encuentran a una diferencia de cota de 10 metros. La diferencia de cota entre el puente, situado a 10 metros sobre la Calle Sinesio Delgado, se resuelve con una rampa ligeramente inclinada y de sección constante en la zona norte del proyecto.

El puente está formado por 25 mástiles separados entre sí 14 metros, lo que hace que el puente tenga un diámetro de 156 metros y un recorrido de 500 metros, aproximadamente, con ancho de 5 metros. Al ser una estructura circular se generan diferentes puntos de atracción, por lo que el recorrido del mismo nunca va a ser una imagen constante.

Desde el puente se puede acceder a la planta intermedia y público - privada de los edificios.





EDIFICIO NÓMADA GASTRONÓMICO

EDIFICIO NÓMADA DEPORTIVO

EDIFICIO NÓMADA COWORKING

## 4. INTERVENCIÓN EDIFICATORIA

El Centro de Espacios Compartidos está formado por el puente y tres edificios de diferentes programas. El edificio nómada gastronómico, el edificio nómada coworking y el edificio nómada deportivo. Todos ellos comparten la misma estructura, pero los espacios son completamente diferentes, adaptándose a las necesidades de cada programa.

La distribución de los usos en las plantas de cada edificio están relacionados de mayor a menor privacidad, siendo la planta tercera, que no está conectada ni con el puente ni con el parque, la más privada.

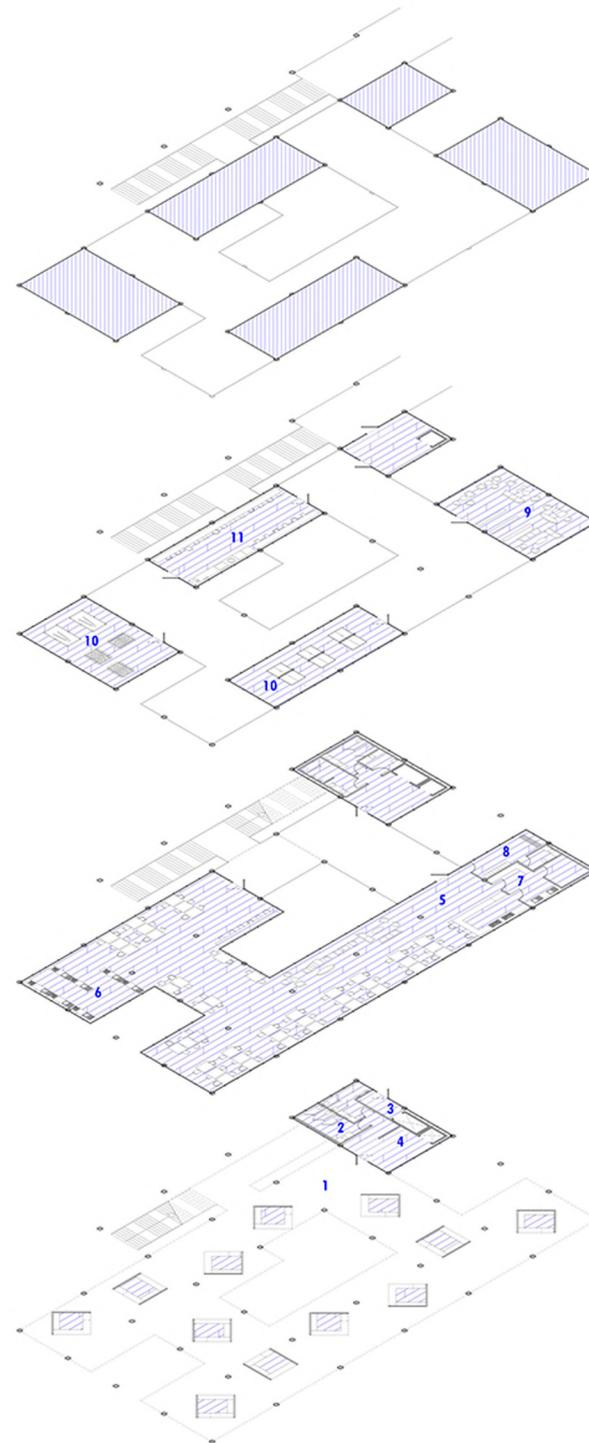
### 4.1. EDIFICIO NÓMADA GASTRONÓMICO



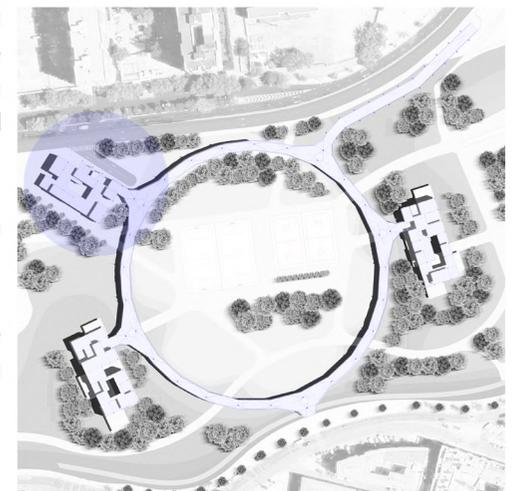
En el Centro Nómada Gastronómico, se desarrolla un programa orientado a la gastronomía. La planta baja es la que se encuentra en el parque y, por lo tanto, es la planta más pública, en ella se desarrolla el mercado, una serie de puestos dispersos por la planta que generan la movilidad y fluidez de los usuarios. En esta planta hay una conexión directa con la Calle Sinesio Delgado para dar acceso a toda la mercancía que se necesita a través del montacargas.

En la planta segunda se desarrolla un espacio de autococina y un restaurante. Esto permite que exista una relación entre los usuarios.

En la planta tercera, donde se encuentra la conexión con el puente, se desarrolla un programa más público y de carácter lúdico. Son pequeñas salas donde encontramos una biblioteca, un espacio para usos recreativos y una zona de Vending.



- EDIFICIO NÓMADA GASTRONÓMICO**
- 1.- MERCADO
  - 2.- ASEOS
  - 3.- MONTACARGAS
  - 4.- ASCENSOR
  - 5.- RESTAURANTE
  - 6.- ESPACIO DE AUTOCOCINA
  - 7.- COCINA
  - 8.- TAQUILLAS
  - 9.- BIBLIOTECA
  - 10.- ESPACIO USOS RECREATIVOS
  - 11.- VENDING

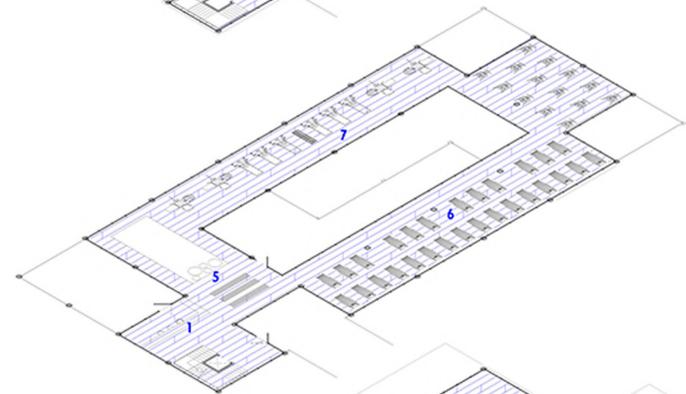
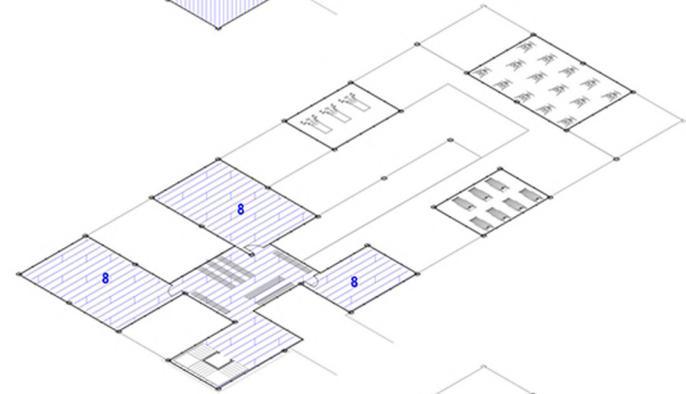
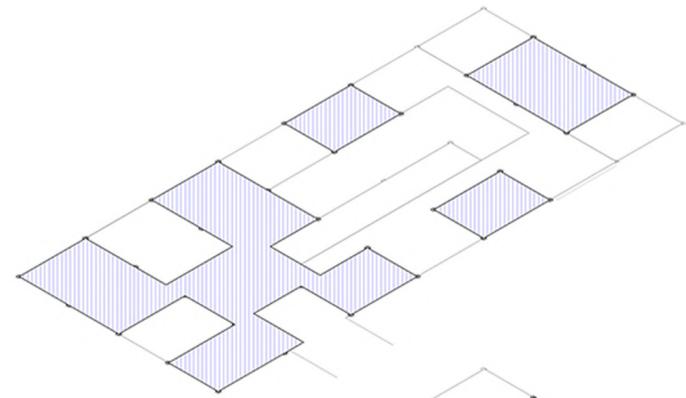
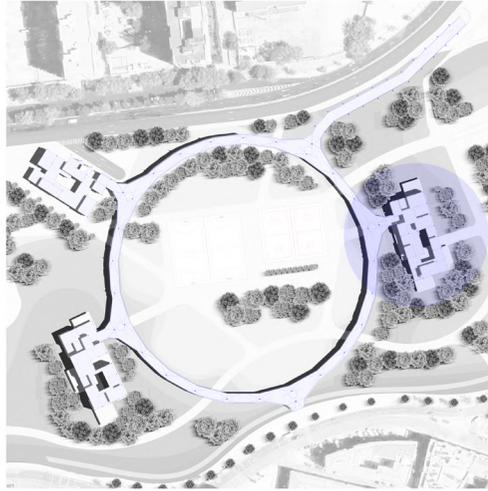


## 4.2. EDIFICIO NÓMADA DEPORTIVO

El Edificio Nómada deportivo está formado por tres plantas que se desarrollan de menor a mayor privacidad en altura. La planta baja, que es la que se encuentra en el parque, da lugar a los vestuarios, a la recepción de alquiler de espacios deportivos y a salas deportivas cubiertas.

La segunda planta es la de acceso al puente y en ella se desarrolla un gimnasio de planta abierta, distribuyendo el espacio a través de las máquinas.

La tercera planta es la más privada, en ella se desarrollan las salas de actividades deportivas como pilates, yoga, zumba...



- EDIFICIO NÓMADA DEPORTIVO**
- 1.- RECEPCIÓN
  - 2.- VESTUARIOS
  - 3.- SALAS DEPORTIVAS PÚBLICAS
  - 4.- COMUNICACIÓN VERTICAL
  - 5.- ZONA DE CALENTAMIENTO
  - 6.- ESPACIO DE CARDIO
  - 7.- ESPACIO DE MUSCULACIÓN
  - 8.- SALAS PARA ACT. DEPORTIVAS

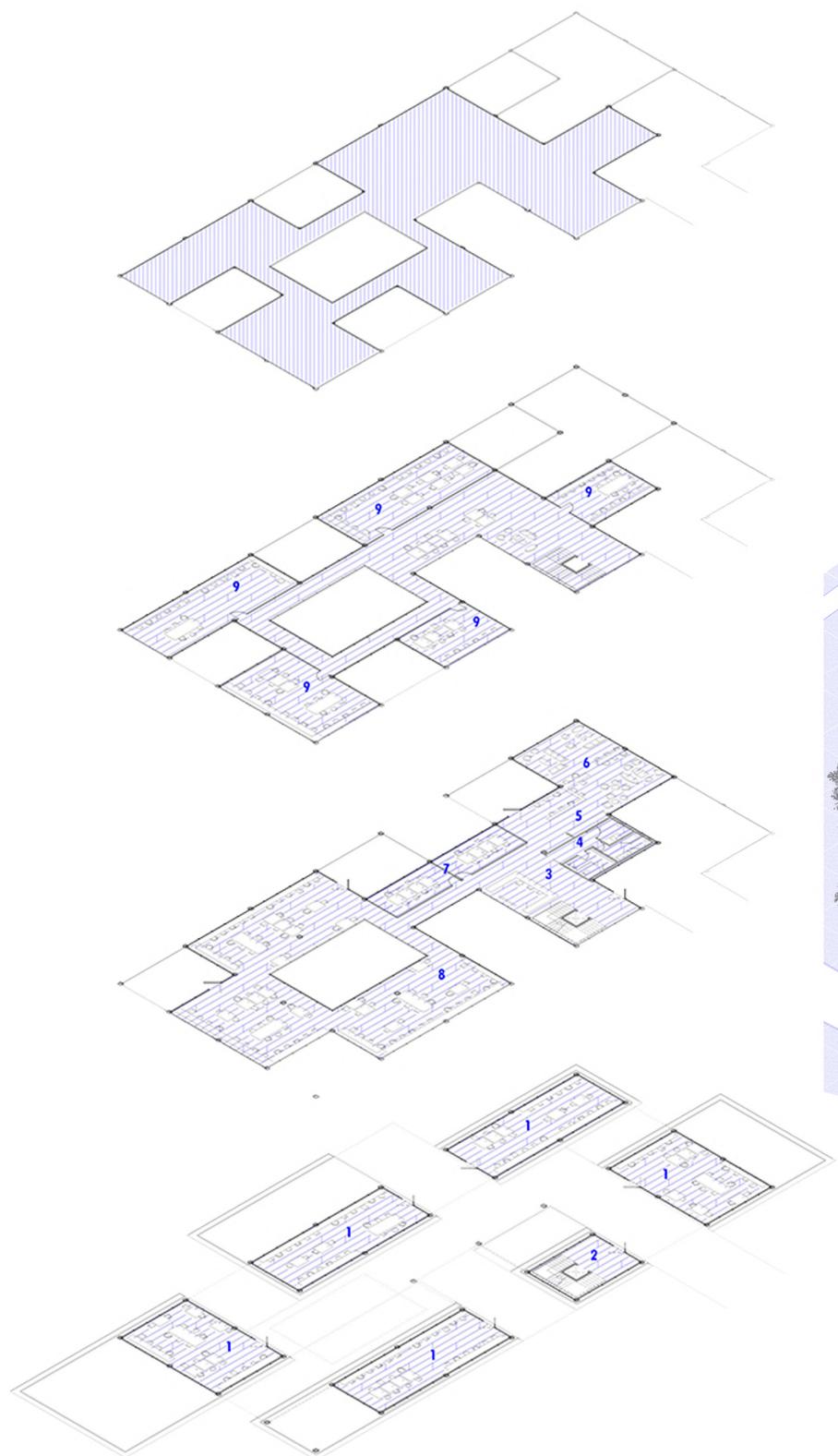
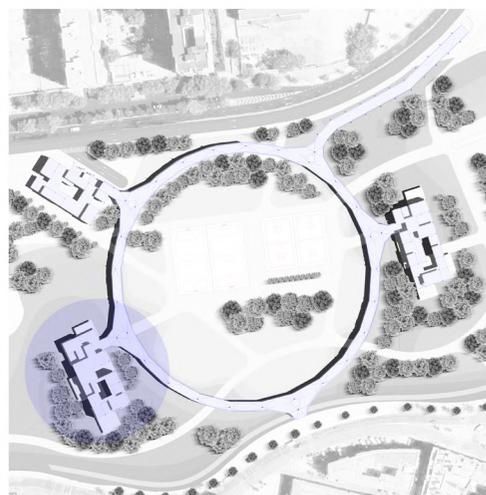


### 4.3. EDIFICIO NÓMADA COWORKING

El Edificio Nómada Coworking está formado por tres plantas que se desarrollan de menor a mayor privacidad en altura. La planta baja que es la que se encuentra en el parque y da lugar a las salas públicas de trabajo o estudio compartido.

La segunda planta es la de acceso al puente y en ella se desarrolla el programa central del Coworking; una gran sala de trabajo compartido o individual, salas de reuniones, vending y espacio de relax.

La tercera planta es la más privada, en ella se sitúan los espacios destinados a alquiler de empresas.



- EDIFICIO NÓMADA COWORKING**
- 1.- SALAS DE TRABAJO COMPARTIDO PÚBLICAS
  - 2.- COMUNICACIÓN VERTICAL
  - 3.- RECEPCIÓN
  - 4.- ASEOS
  - 5.- VENDING
  - 6.- ZONA DE RELAX
  - 7.- SALAS DE REUNIÓN
  - 8.- SALA DE TRABAJO COMPARTIDO INDIVIDUAL
  - 9.- SALAS DE ALQUILER PARA EMPRESAS

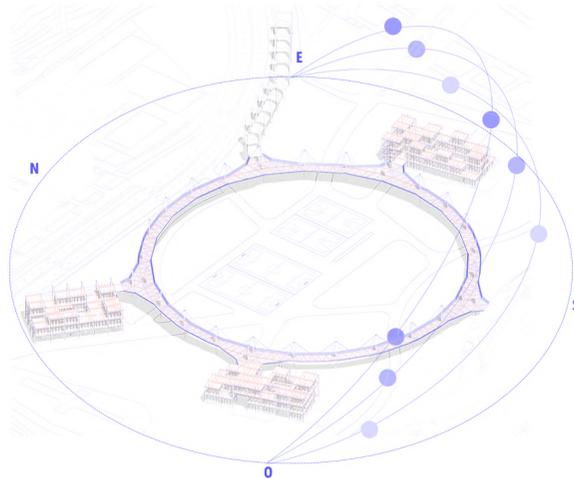
## 5. MATERIALIZACIÓN DEL PROYECTO

### 5.1. EDIFICIO NÓMADA COWORKING

#### 5.1.1. ESTUDIO DE SOLEAMIENTO

La orientación en la propuesta tiene un papel determinante, tanto para la ubicación de los edificios como para su morfología. Las fachadas largas de los edificios se orientan de Este a Oeste, para evitar la mayor exposición solar en las horas punta. Además, la crujía máxima de los edificios es de 8 metros, así se consigue una iluminación total del espacio.

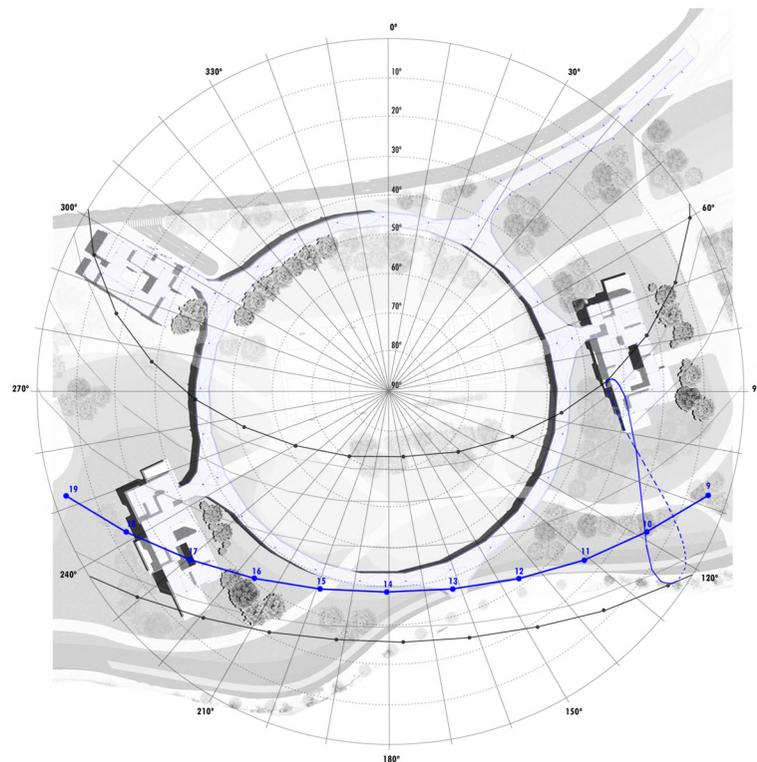
La orientación también es primordial a la hora de ubicar los edificios. Los espacios cuyo programa se desarrolla a lo largo del día, como el Coworking o el Espacio Deportivo, se sitúan de manera casi perpendicular al Sur, en sus lados cortos, así a los edificios se mantienen iluminados a lo largo de todo el día indirectamente.



#### PRIMERAS HORAS

Durante las primeras horas del día la inclinación de los rayos de sol son ángulos pequeños e inciden más directamente sobre el proyecto.

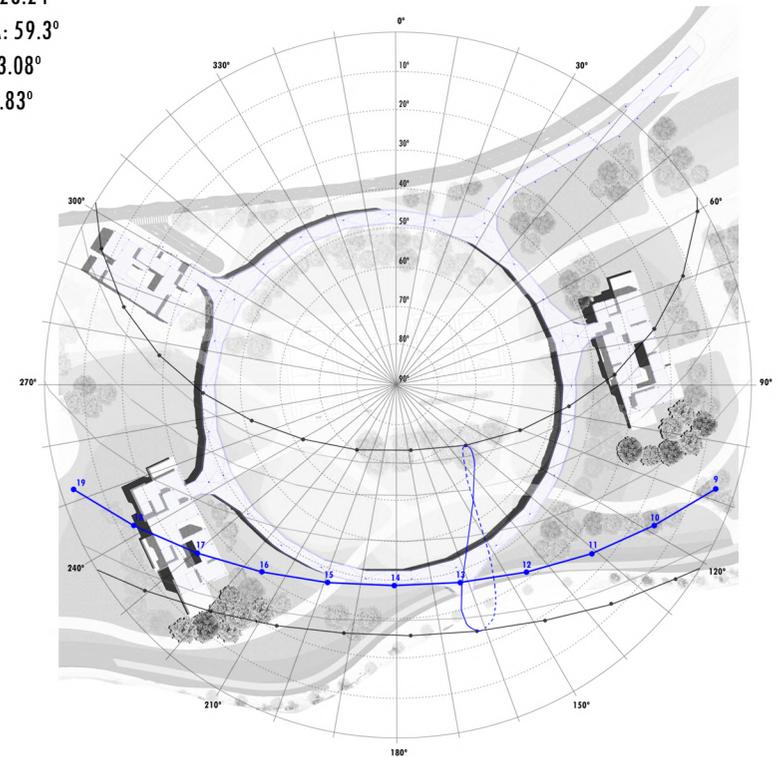
- INVIERNO: 12.3°
- PRIMAVERA: 37.31°
- VERANO: 39.23°
- OTOÑO: 25.64°



#### MEDIODIA

Al mediodía el Sol alcanza su máxima altura e incide con más fuerza sobre el proyecto.

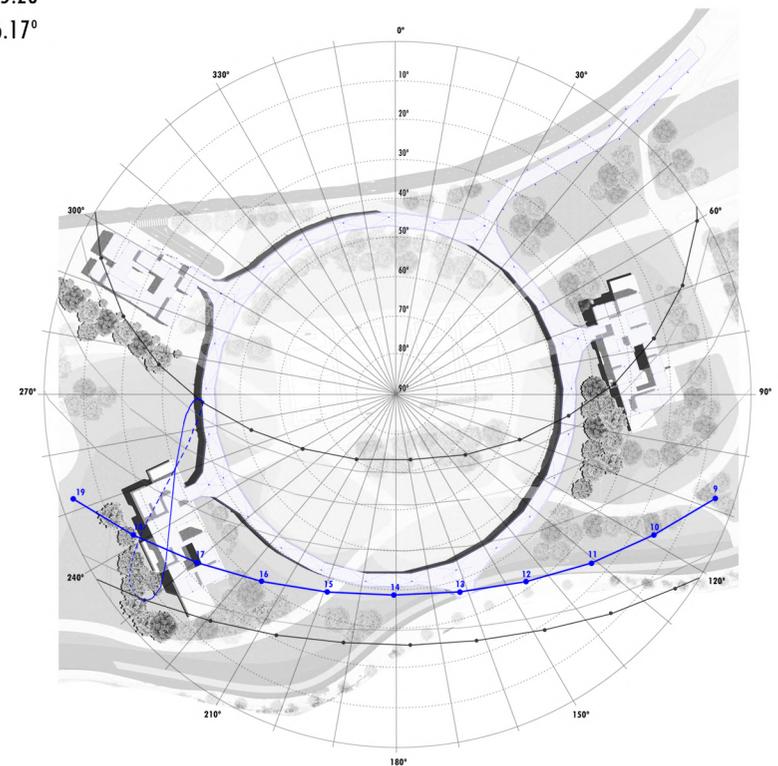
- INVIERNO: 28.24°
- PRIMAVERA: 59.3°
- VERANO: 63.08°
- OTOÑO: 40.83°



#### ÚLTIMAS HORAS

Los rayos de Sol de las últimas horas del día son los más directos por su baja inclinación.

- INVIERNO: 10.71°
- PRIMAVERA: 31.9°
- VERANO: 35.23°
- OTOÑO: 16.17°

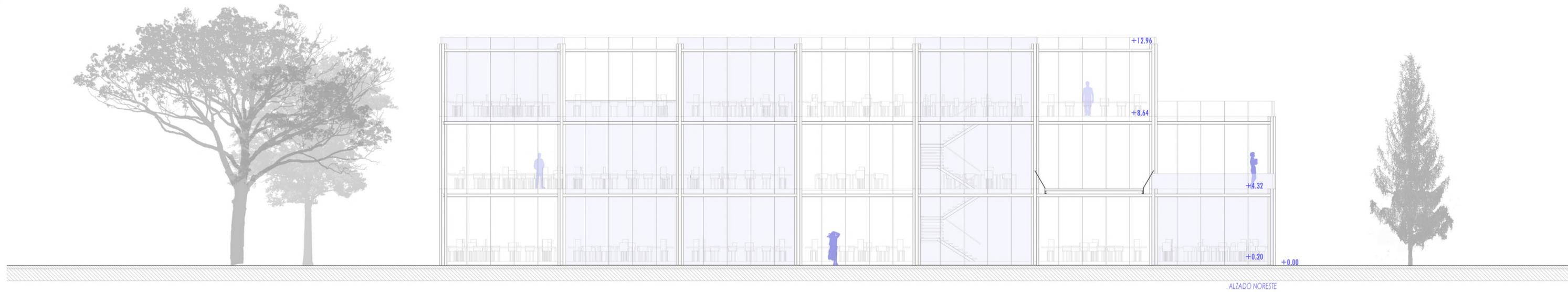
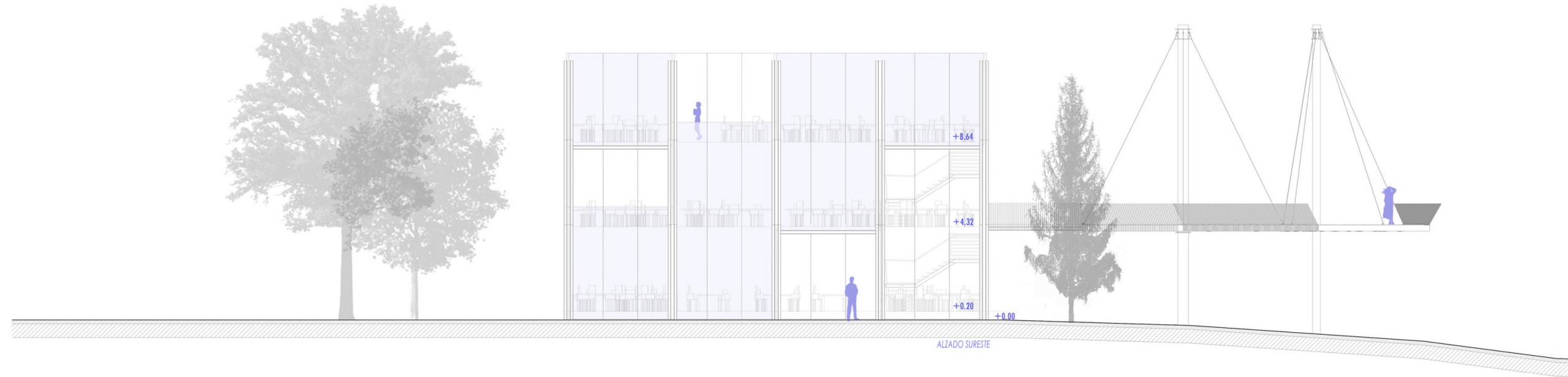


### 5.1.2. ALZADOS

Tomamos el Edificio Nómada Coworking como ejemplo a la hora de realizar el análisis constructivo de los edificios.

Los edificios están rodeados de vegetación. Su cerramiento es un muro cortina de vidrio color cobre que produce el reflejo de su entorno, haciendo que el edificio se mimetice con el paisaje, una situación que se invierte de noche cuando la luz externa decae y la iluminación interior convierte al edificio en cubos apilados completamente transparente, haciendo visible su estructura.

Los alzados cortos presentan una continuidad en el cerramiento de muro cortina, al quedar la estructura horizontal oculta. Sin embargo, en los alzados longitudinales se puede ver la estructura horizontal desde el exterior, ya que esta se duplica para no generar puentes térmicos.



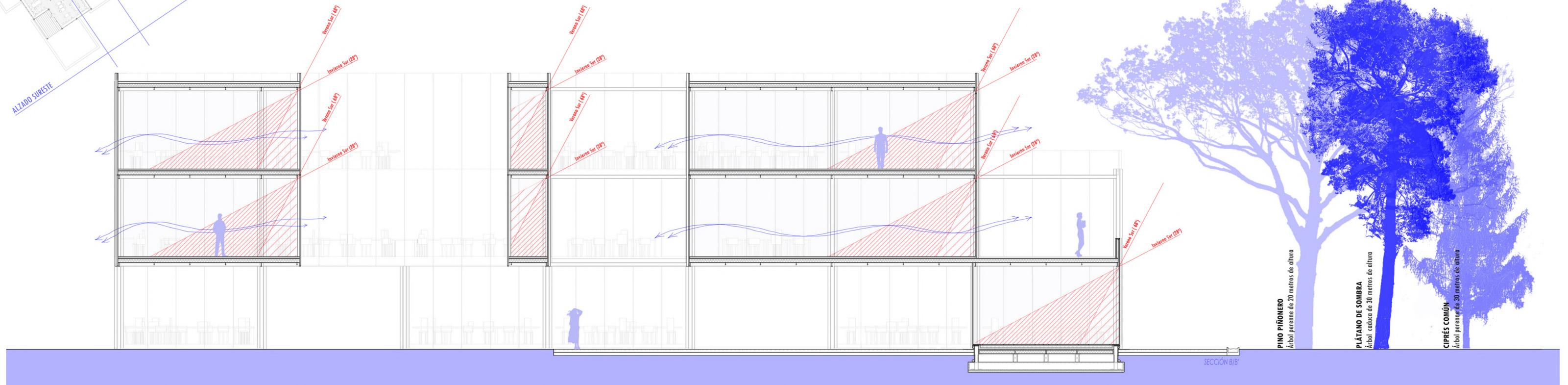
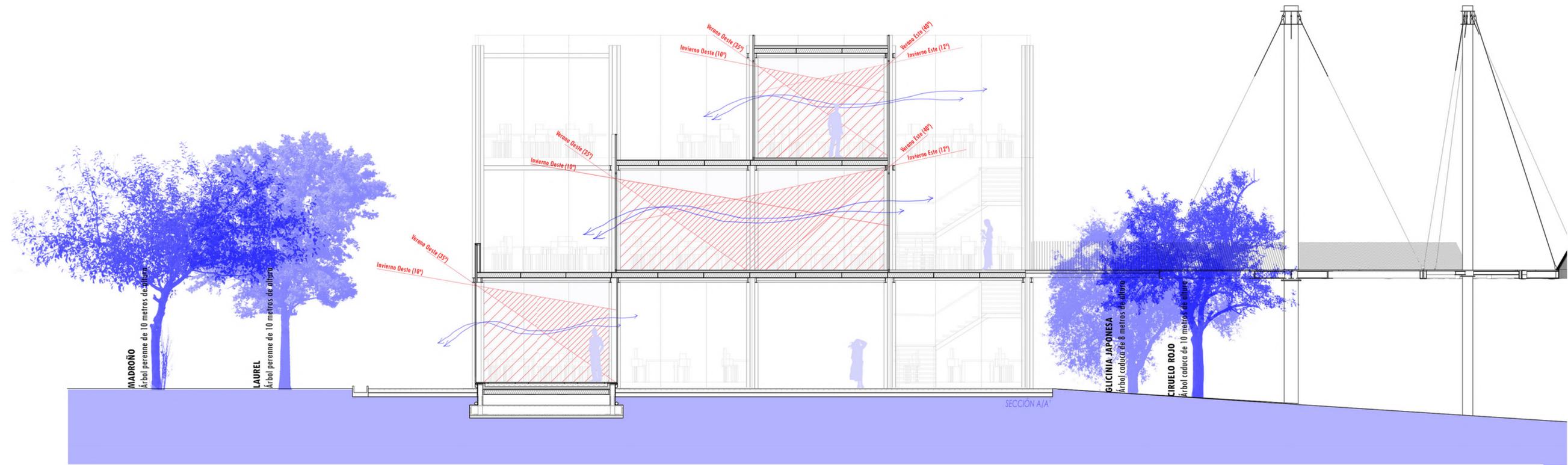
### 5.1.3. SECCIONES

La vegetación circundante toma un papel fundamental en el proyecto para evitar el soleamiento. Según la orientación y la tipología de la vegetación se dispone de una forma u otra.

La vegetación en las fachadas oeste, consiste en árboles de baja altura de hoja perenne. El objetivo es conseguir frenar el paso de la luz durante las últimas horas del día. Los árboles son de pequeña altura acorde con la inclinación de los últimos rayos de sol.

La vegetación en las fachadas este trata de árboles de baja altura de hoja caduca. El objetivo es conseguir el paso de la luz durante las primeras horas de la mañana en los meses donde los días son mas cortos. Los árboles son de pequeña altura acorde con la inclinación de los primeros rayos de sol.

En la vegetación en las fachadas sur, se ubican los árboles de gran altura de hoja caduca o perenne. El objetivo es conseguir sombra durante los meses más calurosos y semisombra en los meses más fríos, permitiendo el paso de la luz.



### 5.1.4. DETALLES CONSTRUCTIVOS

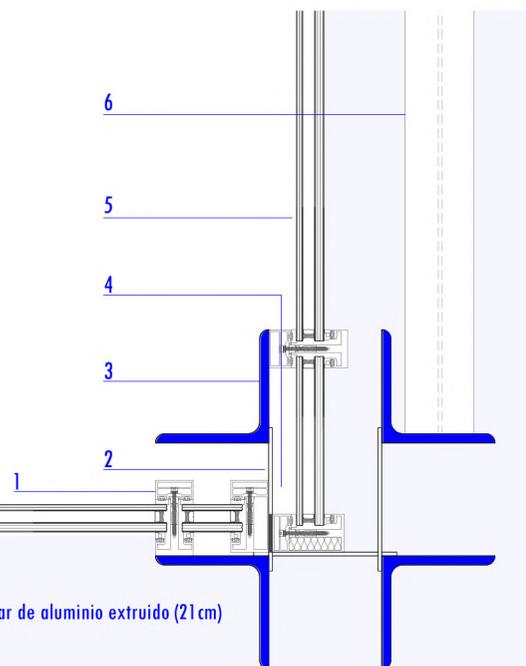
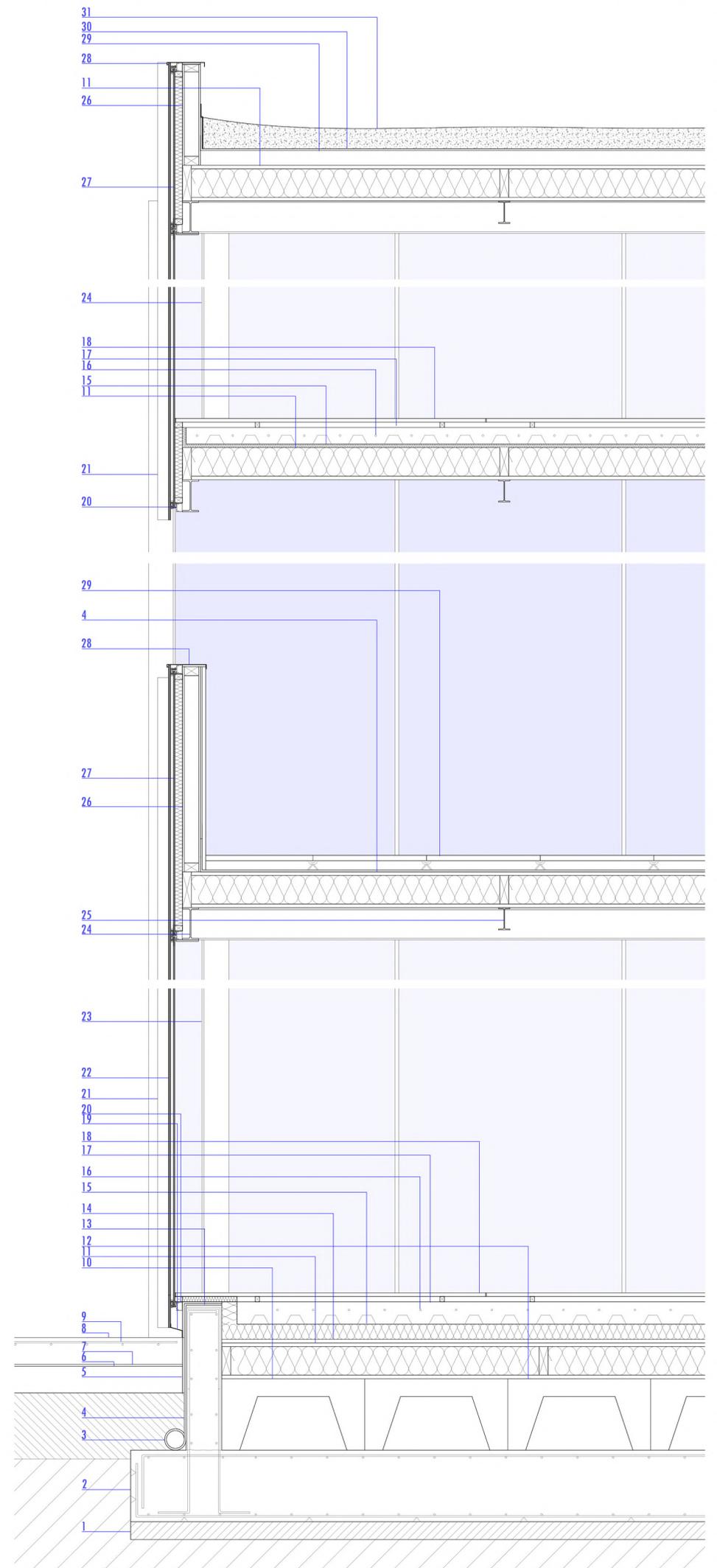
La estructura de los edificios es metálica y se desarrolla a través de una rejilla de 5.25x7.00 metros consiguiendo así una estructura modular, de ejecución rápida. Los pilares se componen de 4 perfiles de acero L1507515 unidos entre sí por pletinas cada 1.5 metros en forma de U o I, dependiendo de su situación. La estructura horizontal se resuelve con vigas IPE 180 perimetrales, viguetas IPE 100 y forjado de paneles prefabricados de madera con aislamiento en su interior (LVT). Las vigas perimetrales se duplican en las distancias de 7.00 metros para evitar puentes térmicos, las vigas quedan unidas gracias a los montantes verticales del cerramiento. El cerramiento consiste en un muro cortina de vidrios reflectantes color bronce de 36 mm, sujetos a través de montantes verticales dispuestos cada 1.25 metros y montantes horizontales en los perímetros del forjado y en el comienzo y final del cerramiento, dando lugar a vidrios de hasta cinco metros.

La cimentación se resuelve con una losa de 40 cm, dado que el nivel freático en la zona es bastante elevado, y se separa del forjado inferior 50 cm mediante muretes de bloques de hormigón.

En los edificios nos encontramos con dos tipos de cubierta: transitable, que se resolverá mediante un pavimento de madera laminada tratado para exteriores, y no transitable, solo se accederá para su mantenimiento y será de grava.

#### DETALLE 1. SECCIÓN FACHADA

- 1.- Hormigón de limpieza (10cm)
- 2.- Losa de cimentación (40cm)
- 3.- Tubo drenante
- 4.- Lámina asfáltica
- 5.- Junta de dilatación
- 6.- Encachado de gravas
- 7.- Lámina de Polietileno
- 8.- Losa de Hormigón
- 9.- Malla electrosoldada
- 10.- Cámara de aire (40cm)
- 11.- Forjado LVT tipo B: Paneles prefabricados de madera con aislamiento (20cm)
- 12.- Murete de bloques de hormigón con rejilla de ventilación (20cm)
- 13.- Murete de hormigón armado (20cm)
- 14.- Lámina protectora humedad
- 15.- Poliestireno extruido (10 cm)
- 16.- Tubería multicapa
- 17.- Mortero
- 18.- Solado de madera laminada interior
- 19.- Perfil de acero vierteaguas
- 20.- Montante horizontal de muro cortina estructural. Perfil tubular de aluminio extruido (7,5cm)
- 21.- Montante vertical de muro cortina estructural. Perfil tubular de aluminio extruido (21cm)
- 22.- Vidrio 36mm (6+6/16/4+4)
- 23.- Pilares compuestos 4 L1507515
- 24.- IPE 180
- 25.- IPE 100
- 26.- Panel LVT tipo A sin aislamiento (10cm)
- 27.- Polietileno extruido (5cm)
- 28.- Albardilla. Perfil laminar de aluminio
- 29.- Solado madera laminada exterior
- 30.- Panel autonivelado
- 31.- Lámina asfáltica

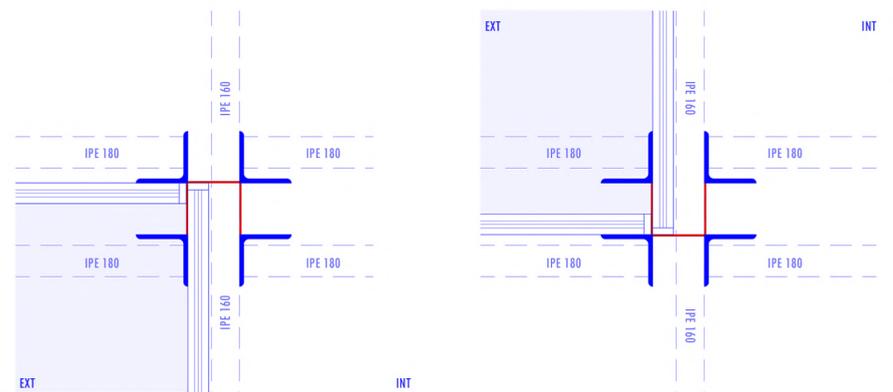
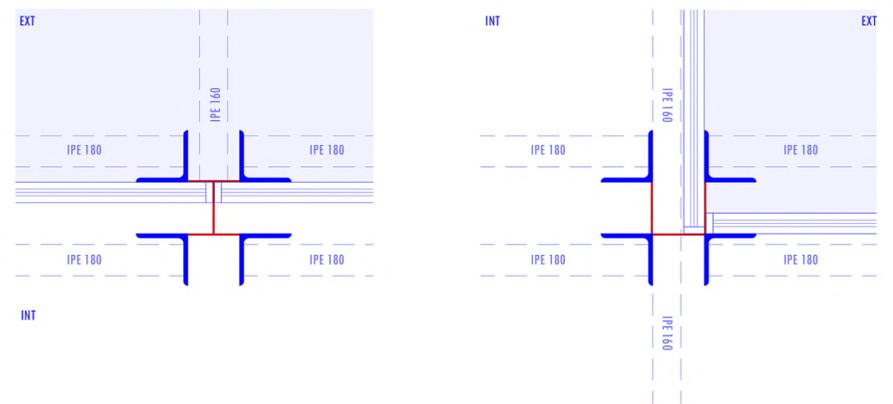
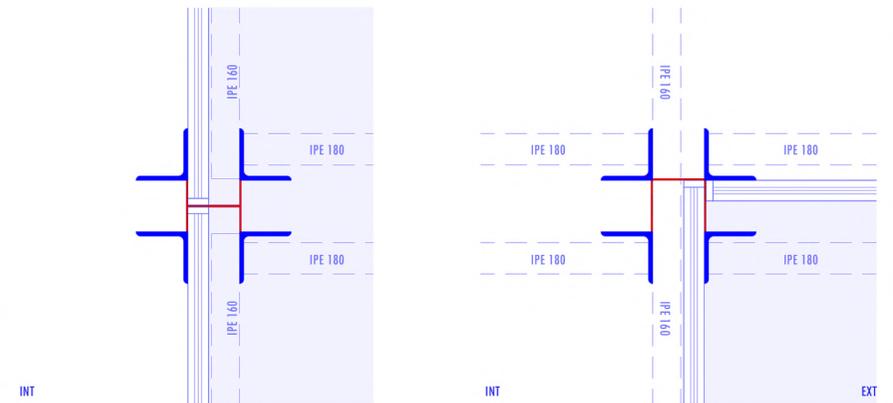
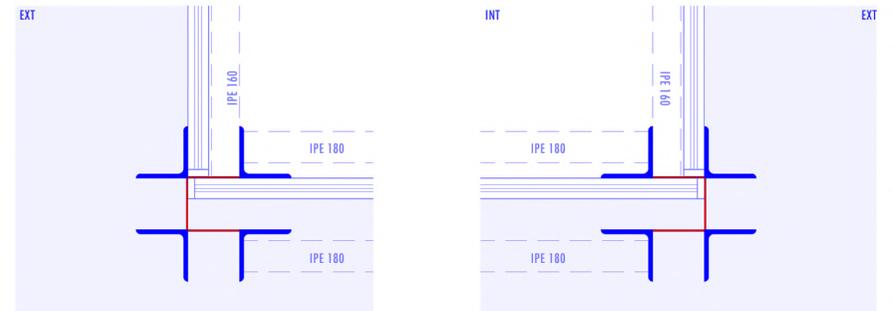
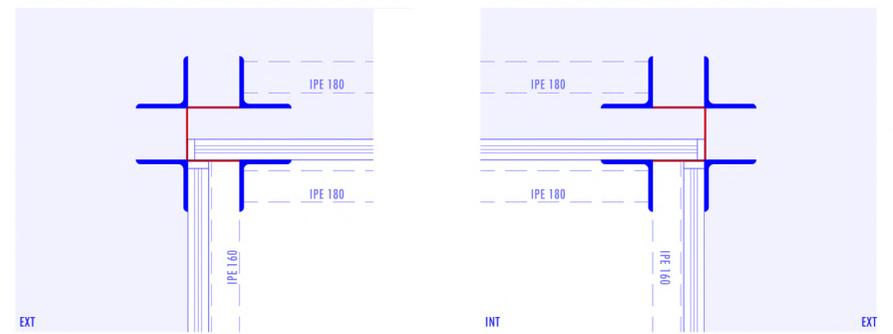
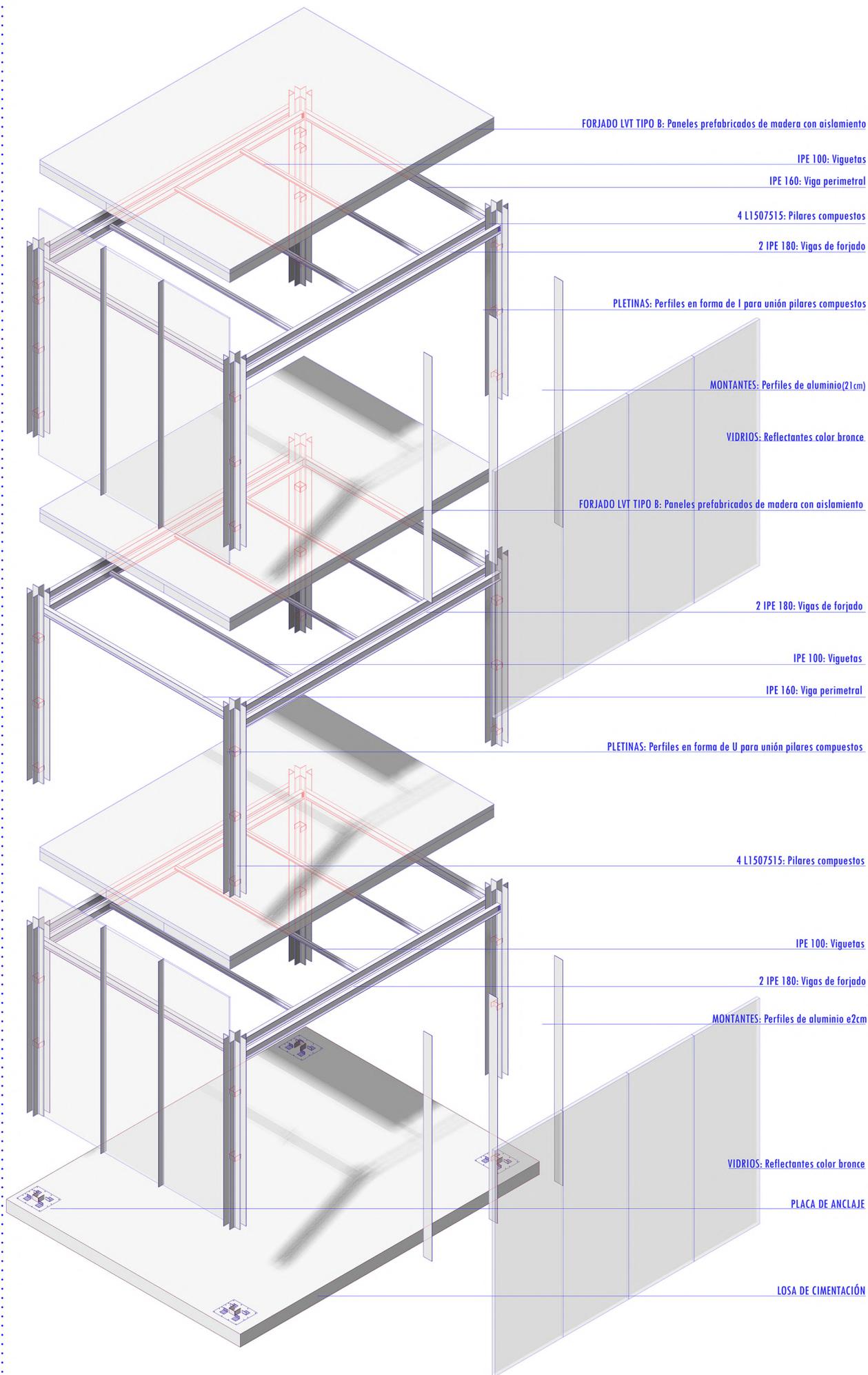


#### DETALLE 2. SECCIÓN PLANTA

- 1.- Montante vertical de muro cortina estructural. Perfil tubular de aluminio extruido (21cm)
- 2.- Pletina de acero L50.35
- 3.- Pilares compuestos 4 L1507515
- 4.- Polietileno extruido (5cm)
- 5.- Vidrio 36mm (6+6/16/4+4)
- 6.- IPE 180

## TIPOS DE UNIÓN DE LOS PILARES

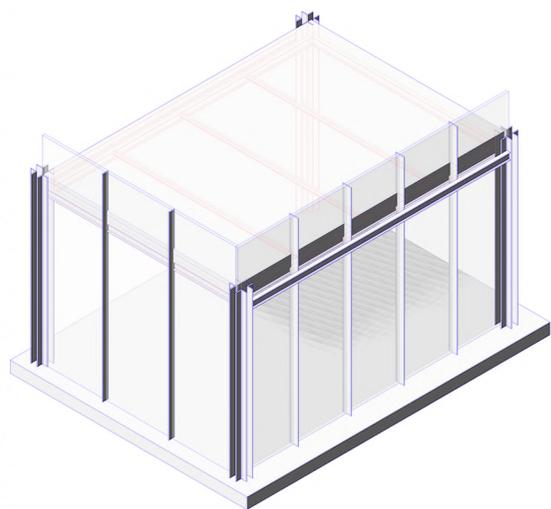
Los pilares están formados por cuatro perfiles L1507515 y se unen entre ellos, mediante pletinas 150.35 de acero, separadas entre sí 1,5 metros en altura.



### 5.1.5. ESTRUCTURA

La estructura de los edificios se genera a través de la agrupación de bloques. Estos bloques son de estructura metálica (7x5,25m) ; pilares compuestos por perfiles L1507515, vigas IPE 180/160 y forjado unidireccional con viguetas metálicas sobre las que apoyan paneles aislantes prefabricados. El cerramiento se realiza a través de un muro cortina, los vidrios son reflectantes de color bronce para permitir que se reflejen los árboles circundantes y el paisaje. Los montantes del muro cortina son perfiles de aluminio.

Los edificios son de tres plantas y la agrupación de los bloques se puede dar de la siguiente manera.



**A\_BLOQUE 1 PLANTA**

Planta baja interior y cubierta transitable.



**B\_BLOQUE 2 PLANTAS**

Planta baja y segunda interior, cubierta transitable.



**C\_BLOQUE 3 PLANTAS**

Plantas interiores y cubierta no transitable.



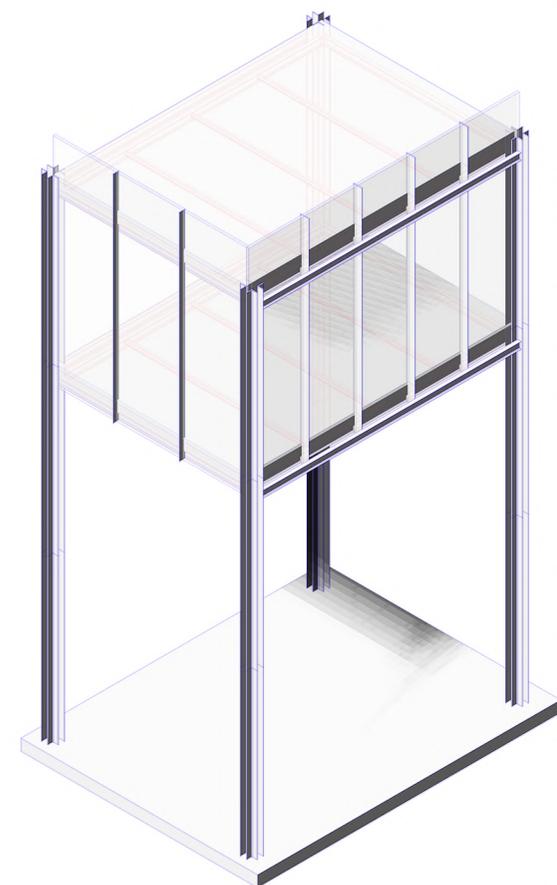
**D\_BLOQUE 3 PLANTAS**

Planta baja y tercera interiores, planta segunda transitable exterior cubierta y cubierta no transitable.



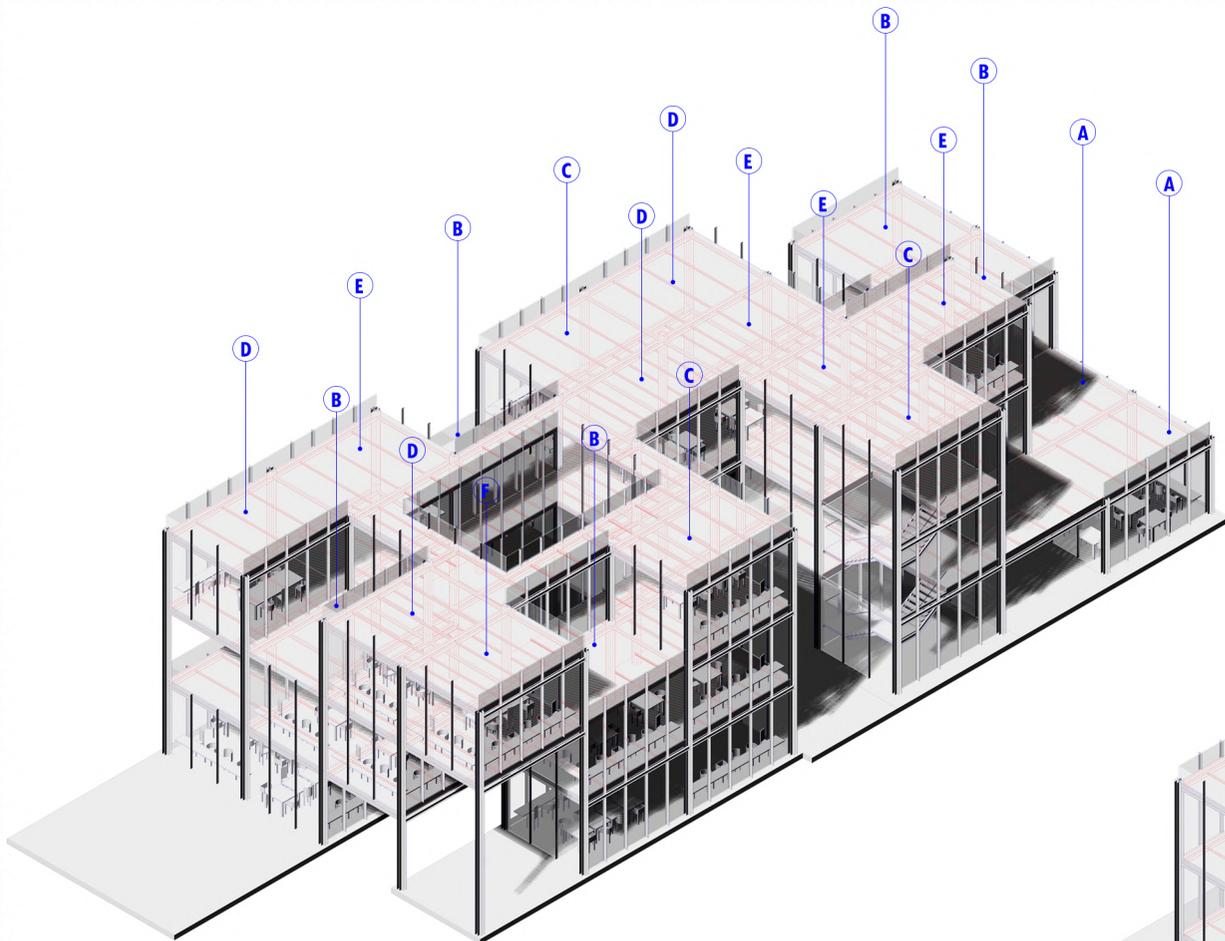
**E\_BLOQUE 3 PLANTAS**

Planta segunda y tercera interiores, planta baja transitable exterior cubierta y cubierta no transitable.

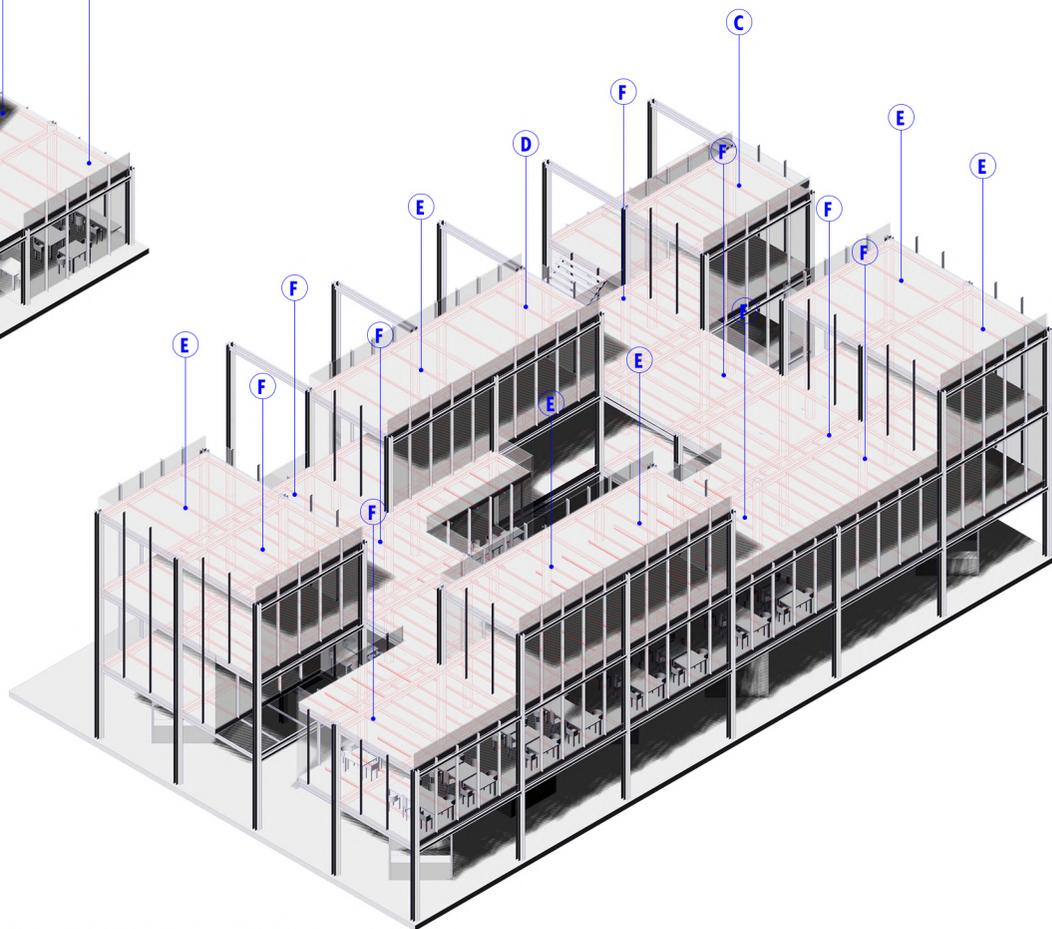


**F\_BLOQUE 3 PLANTAS**

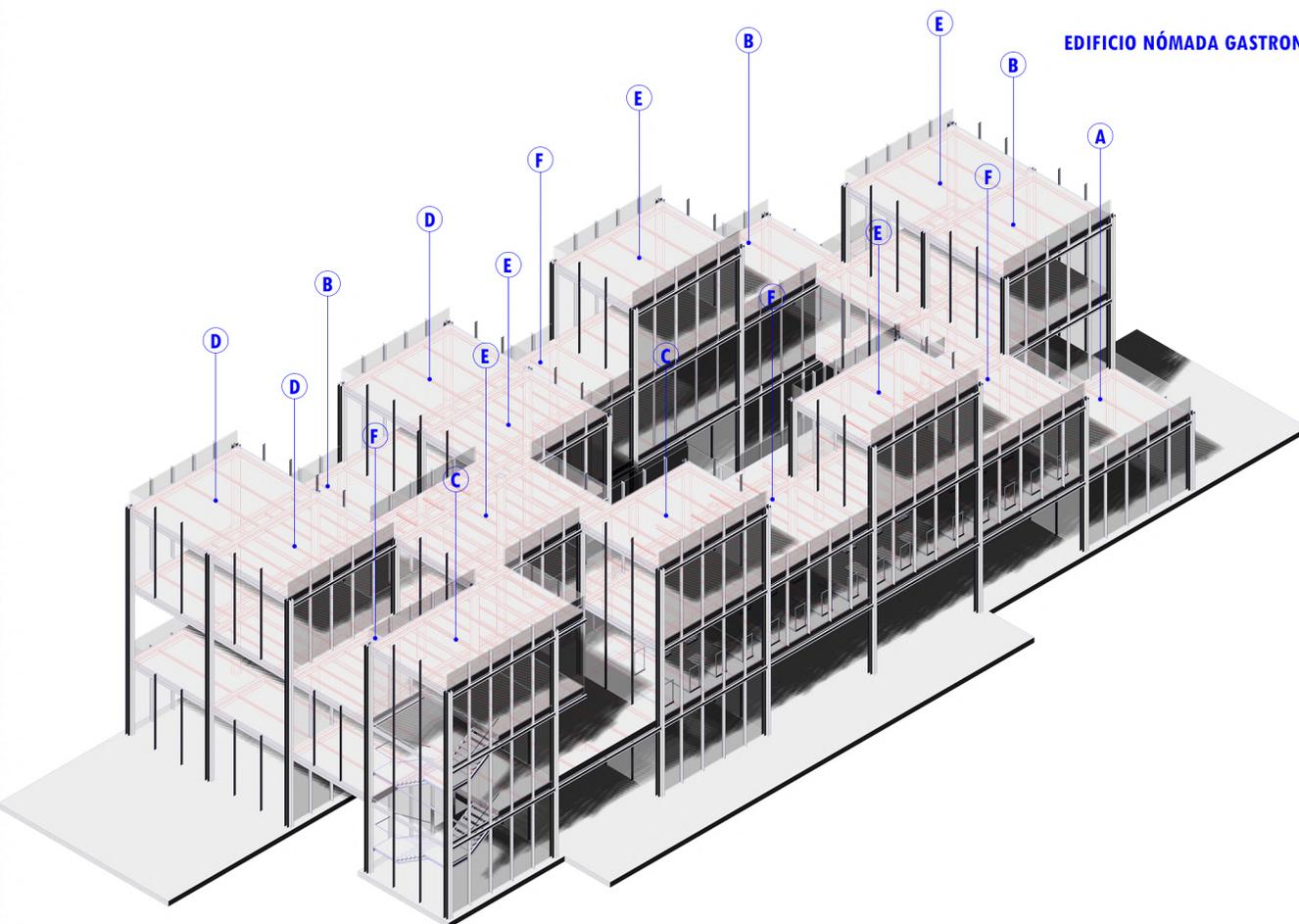
Planta tercera interior, segunda no accesible, baja transitable exterior cubierta y cubierta no transitable.



EDIFICIO NÓMADA COWORKING



EDIFICIO NÓMADA GASTRONÓMICO



EDIFICIO NÓMADA DEPORTIVO

### TIPOLOGÍA DE EDIFICIOS

Con las diferentes tipologías de estructura se generan los siguientes edificios de tres plantas con una estructura reticular de 5,25x7,00 metros.

Los edificios presentan una planta libre en la planta baja, una planta más compacta en la planta primera, y más pública, y una planta abierta en la última planta.

Todos los edificios se generan alrededor de un patio interior que permite la entrada de luz a todas las estancias.

### 5.1.6. INSTALACIONES

#### SISTEMA DE ENERGÍA SOLAR TÉRMICA

Para producir agua caliente sanitaria, se colocan una serie de paneles solares térmicos en la cubierta. Los paneles solares captan la radiación solar y la convierten en energía térmica. El panel está cubierto por un vidrio que no solo protege la instalación, sino que además permite conservar el calor produciendo un efecto invernadero que mejora el rendimiento del panel. Las placas solares se componen de los siguientes elementos según su función:

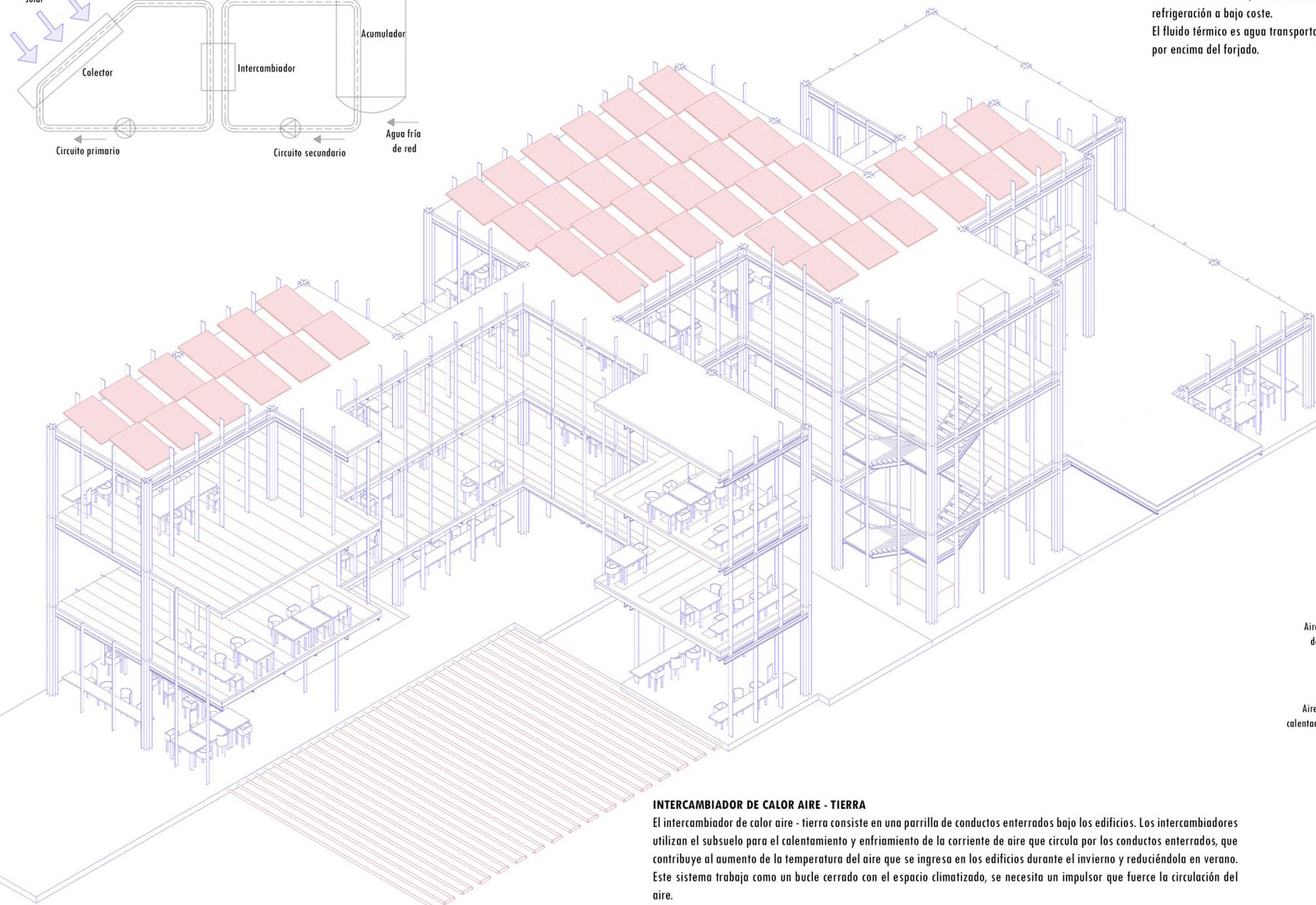
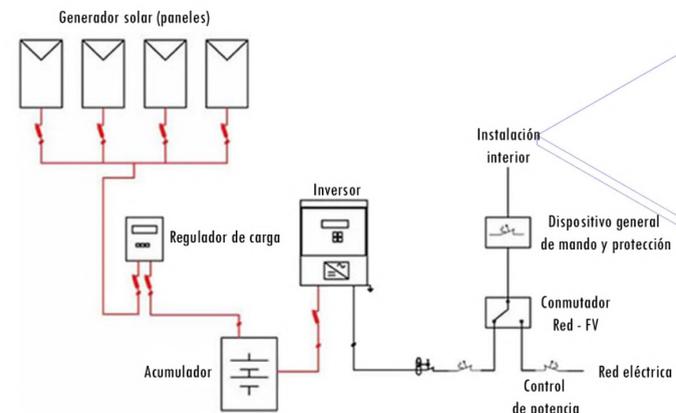
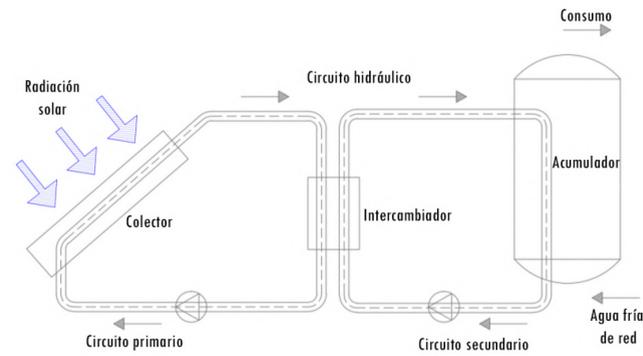
- o **Cubierta transparente:** normalmente de vidrio, se encarga de producir el efecto invernadero, reduciendo las pérdidas por convección y asegurando la estanqueidad del agua y aire al colector.
- o **Placa captadora:** es la encargada de absorber de manera eficiente la radiación solar y la transforma en energía térmica. Se protege del sol mediante pintura de color negro o superficies selectivas.
- o **Aislamiento:** La placa captadora se protege por su parte posterior y lateral mediante un aislamiento, evitando las pérdidas térmicas. Los materiales más utilizados son: la fibra de vidrio, la espuma rígida de poliuretano y el poliestireno expandido.
- o **Carcasa:** sirve de enlace con el edificio mediante unos soportes y además protege y soporta los elementos que forman parte del colector solar.

#### SISTEMA DE ENERGÍA SOLAR

Para la producción de electricidad se propone un sistema fotovoltaico, que consiste en aprovechar la energía solar y convertirla en electricidad gracias a la capacidad que tienen las celdas fotovoltaicas. Estas celdas transforman la luz solar en energía eléctrica. La producción de energía dependerá de la colocación, inclinación y orientación de los paneles. El sistema está formado por:

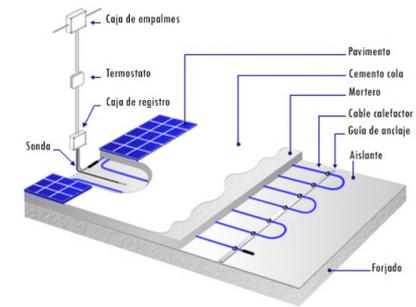
- o **Generador solar:** los paneles fotovoltaicos se encargan de captar la radiación solar y transformarla en corriente continua.
- o **Acumulador:** almacena la energía que se produce por el generador, así se puede disponer de energía mientras no haya horas de luz.
- o **Regulador de carga:** evita las descargas excesivas o sobrecargas hacia el acumulador.
- o **Inversor:** transforma la corriente continua almacenada en el acumulador, en corriente alterna.

La ubicación de estos paneles será en la cubierta de los edificios, totalmente descubiertos, por lo que podrá aprovecharse al máximo las horas de luz.



#### SISTEMA DE SUELO RADIANTE

El sistema de suelo radiante se emplea como sistema de climatización, produciendo frío en verano y calor en invierno. Se trata de un sistema adaptable a cualquier fuente de energía, en nuestro caso energía solar térmica, será nuestro circuito primario. El circuito secundario, situado dentro de la edificación, se conecta al circuito primario de energía solar térmica, proporcionando refrigeración a bajo coste. El fluido térmico es agua transportada a través de una red de tuberías reticuladas continuas. Los tubos se colocan de 3 a 5 cm por encima del forjado.

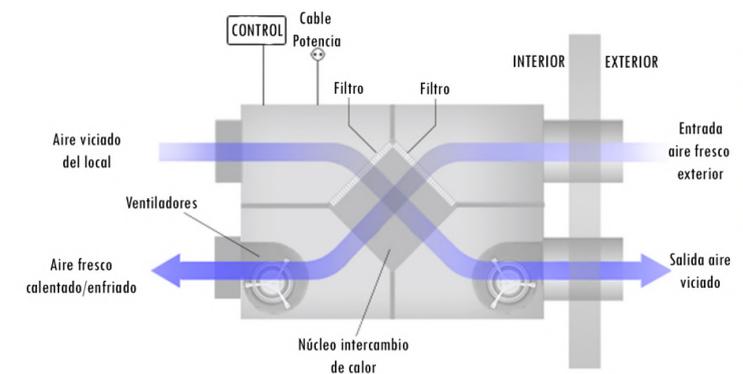


#### RECUPERADOR DE CALOR

El recuperador de calor es un sistema que permite recuperar parte de la energía del aire climatizado del interior del edificio, a través de un sistema de ventilación mecánica mediante un intercambiador que pone en contacto el aire interior que se extrae, con el aire exterior que se introduce, por circuitos separados.

En verano el sistema enfría el aire exterior que se introduce y en invierno lo calienta, además el sistema dispone de unos filtros que reducen el nivel de contaminantes y mejoran la calidad de dicho aire.

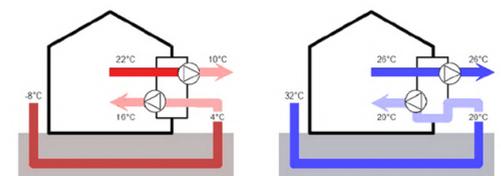
El equipo de recuperación de calor se sitúa en la cubierta del edificio y está conectado a unos recuperadores estáticos que se sitúan en cada planta. Los recuperadores estáticos recogen el aire de los cuartos húmedos y lo expulsan en los cuartos secos.



#### INTERCAMBIADOR DE CALOR AIRE - TIERRA

El intercambiador de calor aire - tierra consiste en una parrilla de conductos enterrados bajo los edificios. Los intercambiadores utilizan el subsuelo para el calentamiento y enfriamiento de la corriente de aire que circula por los conductos enterrados, que contribuye al aumento de la temperatura del aire que se ingresa en los edificios durante el invierno y reduciéndola en verano. Este sistema trabaja como un bucle cerrado con el espacio climatizado, se necesita un impulsor que fuerce la circulación del aire.

El intercambiador de calor aire - tierra funciona por la inercia del terreno, por lo tanto, a mayores profundidades, mayor rendimiento, se recomienda situarlos a una profundidad de entre los 1,5 y los 3 metros, cuanto más profundidad mayor será su número de horas útiles. Con este sistema se consigue atemperar el aire interior, gracias a la inercia térmica del terreno, introduciéndolo en los edificios y disminuyendo así la producción de energía.



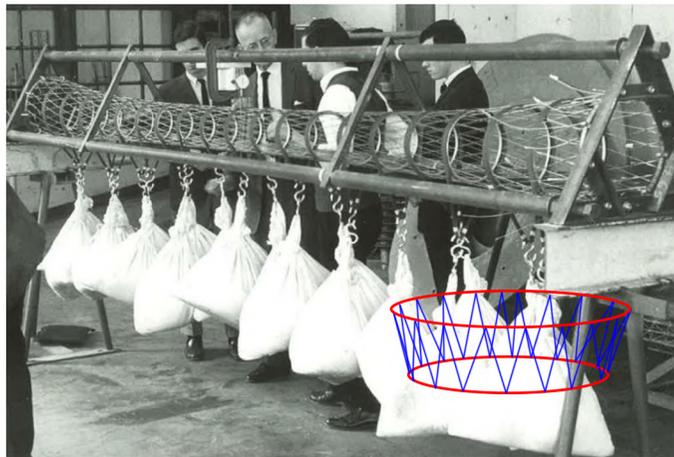
## 5.2.CONSTRUCCIÓN DEL PUENTE

### 5.2.1. CASOS DE ESTUDIO

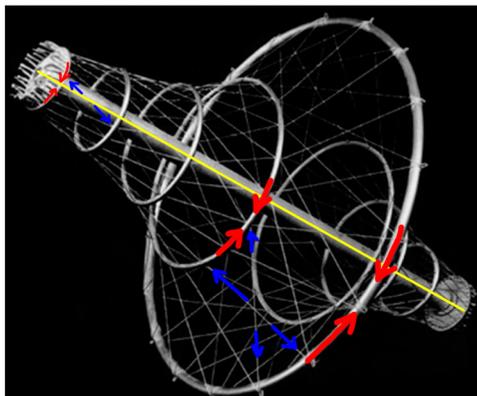
#### POLÍGONO FUNICULAR DE REVOLUCIÓN\_ROBERT LE RICOLAIS (1920)

El Polígono Funicular de Revolución nace del estudio de la estructura interna de los huesos, es decir la estructura de la estructura. Le Ricolais comprendió que en el interior de los huesos, solo existía masa en el lugar que era necesario, es decir donde se transmitían las cargas, las líneas isostáticas. Las líneas isostáticas son la unión de una sucesión de puntos con un mismo valor de tensión o tensión principal, que viene dada por los valores de tensiones, la normal y la tangencial, siendo esta última 0 y la normal la máxima.

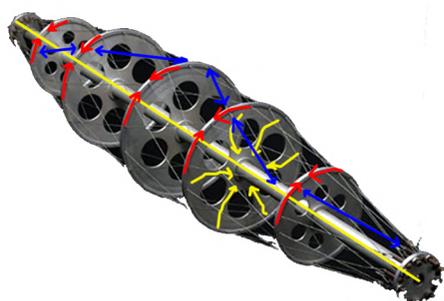
Le Ricolais desarrollaba sus teorías a través de un "módulo" al que se le iban anexionando otros hasta llegar a la forma definitiva. Esta situación se dio en el Polígono Funicular de Revolución, donde se demostraba que se pueden tejer cables y generar una red de tensión a partir de una superficie mínima: rotando cables funiculares alrededor de anillos comprimidos y conectando la red de tensión a un elemento de compresión axial.



Se realizó una primera maqueta del sistema, dividiendo la estructura entre compresión y tensión. Ambos grupos trabajaban conjuntamente y equilibraba sus cargas. Sin embargo, tuvieron que colocar un tubo recto en la zona interna del sistema para que soportara las tracciones



Este sistema, aunque da sensación de fragilidad, llegó a soportar fuerzas muy elevadas. En su momento, el sistema no llegó a ninguna parte, sin embargo, Le Ricolais planteaba un posible sistema de puentes, edificios en altura o torres de alta tensión.



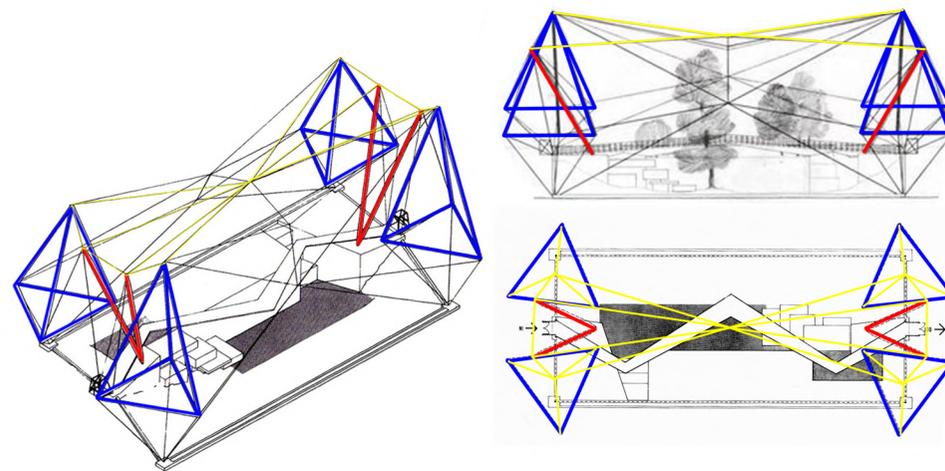
#### EL AVIARIO\_CEDRIC PRICE (1963)

El Aviario de Cedric Price se sitúa en el zoológico de Londres. La estructura consiste en cuatro tetraedros colgados de cuatro mástiles inclinados en forma de "V".

Los tetraedros tienen mayor altura que los mástiles, para evitar confusiones en el comportamiento estructural, de tal manera que todos los extremos de los mástiles quedan unidos con cables tensados al igual que las cabezas de los tetraedros, que se unen a los mástiles, dando lugar a un conjunto estable que permite unos ligeros movimientos.

Los elementos estructurales son tubos de fundición de aluminio, cables y una malla de aluminio soldada.

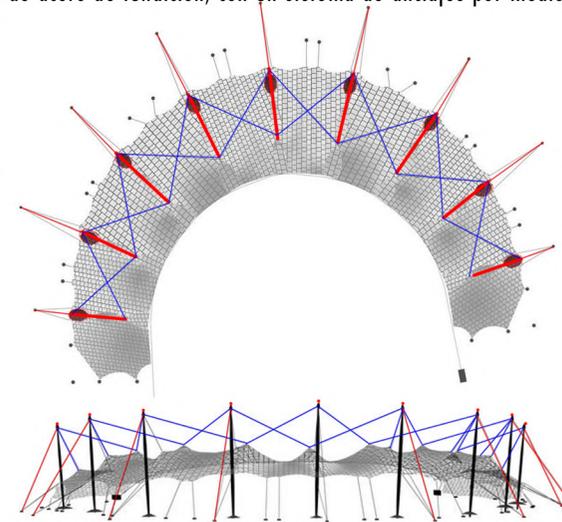
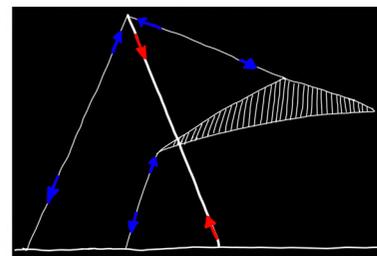
Todo su funcionamiento estructural se basa en los "tensigities", conocidos por Fuller, y el primer prototipo de sistema tensegrítico, denominado "Gleichgewichtkonstruktion" de Karlis Johansons (1920). Estas estructuras se basan en el empleo de componentes aislados comprimidos, que se encuentra dentro de una red tensada continua, utilizando cables de acero para las tracciones y tubulares de aluminio para las compresiones. Este sistema se encuentra en un estado de autoequilibrio estable.



#### ESTADIO OLÍMPICO DE MUNICH\_FREI OTTO (1971)

El estadio se diseñó para los Juegos Olímpicos de Munich 1972. Frei Otto diseñó la cubierta pensando en el mínimo impacto que su estructura tendría sobre el parque. La forma debía de adaptarse al diseño del concursante ganador: Günter Benisch.

La cubierta se resuelve con una red de malla rectangular de cables pretensados, sobre la cual se coloca una lámina de poliéster revestida de PVC 75 x 75 centímetros, cubriendo una superficie de 74.800 m<sup>2</sup>. Todo ello está suspendido sobre 12 mástiles de acero de más de 80 metros de altura. Los elementos de unión entre los cables tensados y los mástiles son nudos de acero de fundición, con un sistema de anclajes por medio de atornillados y tensados.

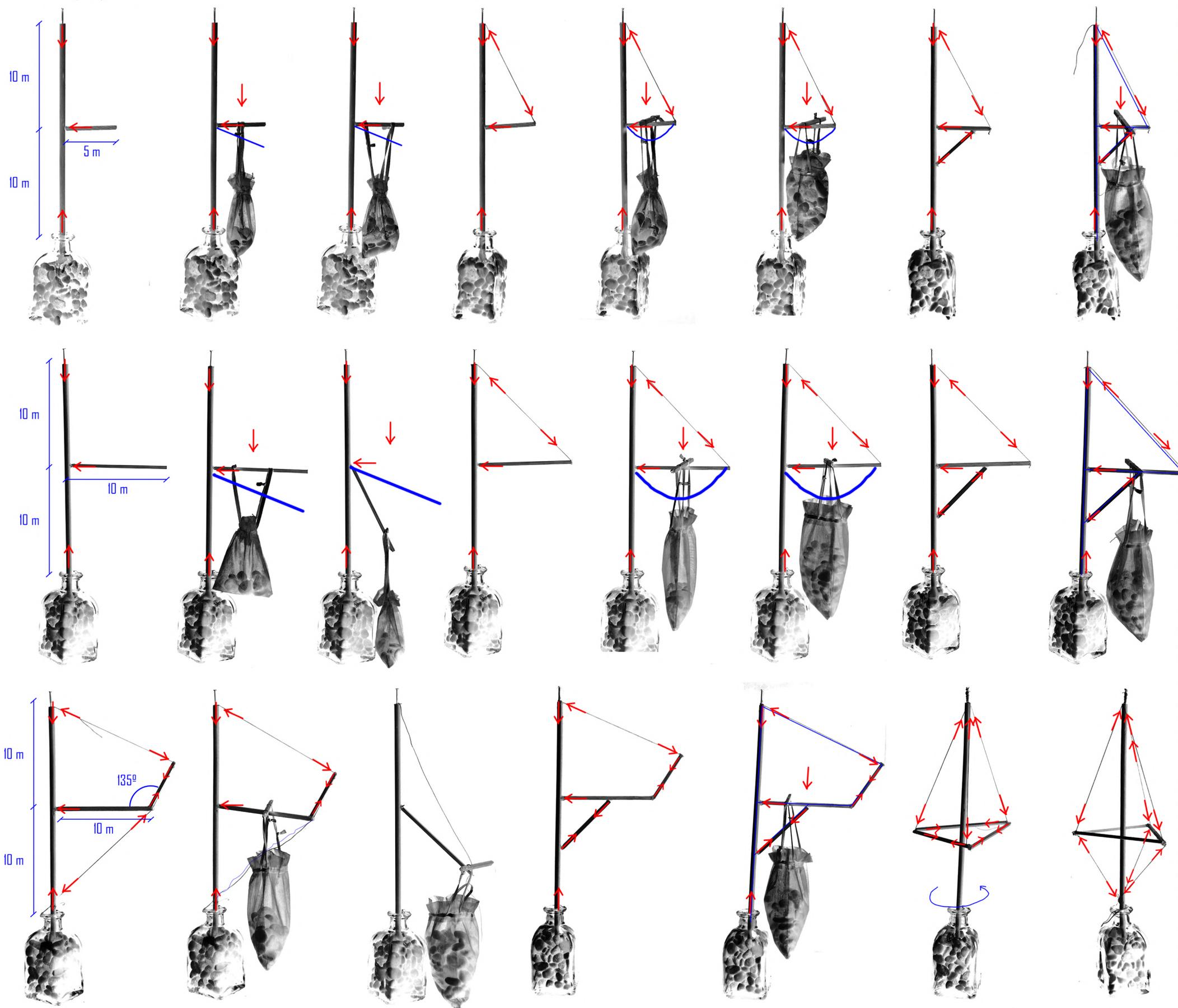


La estructura tensegrítica se consigue con dos grupos de cables que nacen del punto más alto de los mástiles. El primer grupo son los cables interiores (azul) que están suspendidos y se usan para los puntos más altos de la cubierta, el segundo grupo son los cables exteriores (rojo) que anclan el punto más alto del mástil al suelo. Los mástiles son los elementos estructurales inclinados que transmiten las cargas al firme.

### 5.2.2. ESTUDIO A TRAVÉS DE MAQUETA

La estructura tensegrítica nace de dos fuerzas opuestas: la tracción y la compresión. Estas fuerzas se complementan y hacen que la estructura consiga un correcto reparto de fuerzas. Se realiza un pequeño estudio de resistencia de las posibles estructuras a través de una maqueta sometida a diferentes pesos.

El proyecto se resuelve con una estructura tensegrítica triangular arriostrada en sus extremos ya que, tras el estudio de la estructura con la maqueta, observamos que es necesario el uso de rigidizadores. Así se consigue una estructura ligera y estable.



### 5.2.3. ESTRUCTURA PUENTE BASE

#### 01\_CIMENTACIÓN

La cimentación se realiza mediante pilotes que nacen de un encepado circular sobre el que apoyan los mástiles del puente. Los mástiles son perfiles huecos circulares de acero de 40.2 de diámetro.



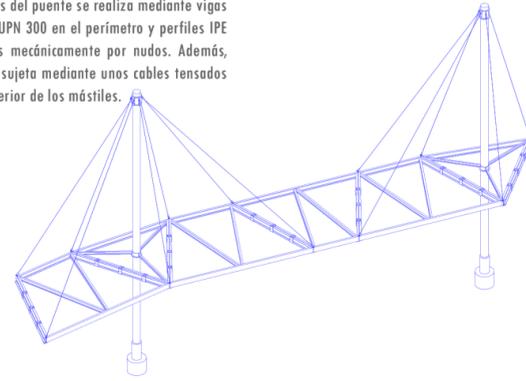
#### 02\_ESTRUCTURA HORIZONTAL I

La estructura horizontal parte de una plataforma triangular, conformada en fábrica y anclada mecánicamente al pilar. Esta plataforma está formada por perfiles IPE 140 en el interior y UPN 300 en el perímetro.



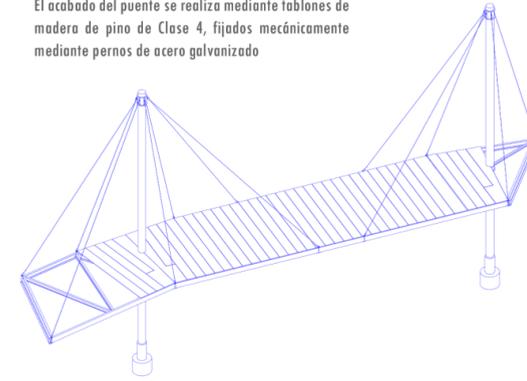
#### 03\_ESTRUCTURA HORIZONTAL II

La unión entre los mástiles del puente se realiza mediante vigas en celosía, formadas por UPN 300 en el perímetro y perfiles IPE 200 en el interior, unidas mecánicamente por nudos. Además, toda esta estructura está sujeta mediante unos cables tensados que nacen de la parte superior de los mástiles.



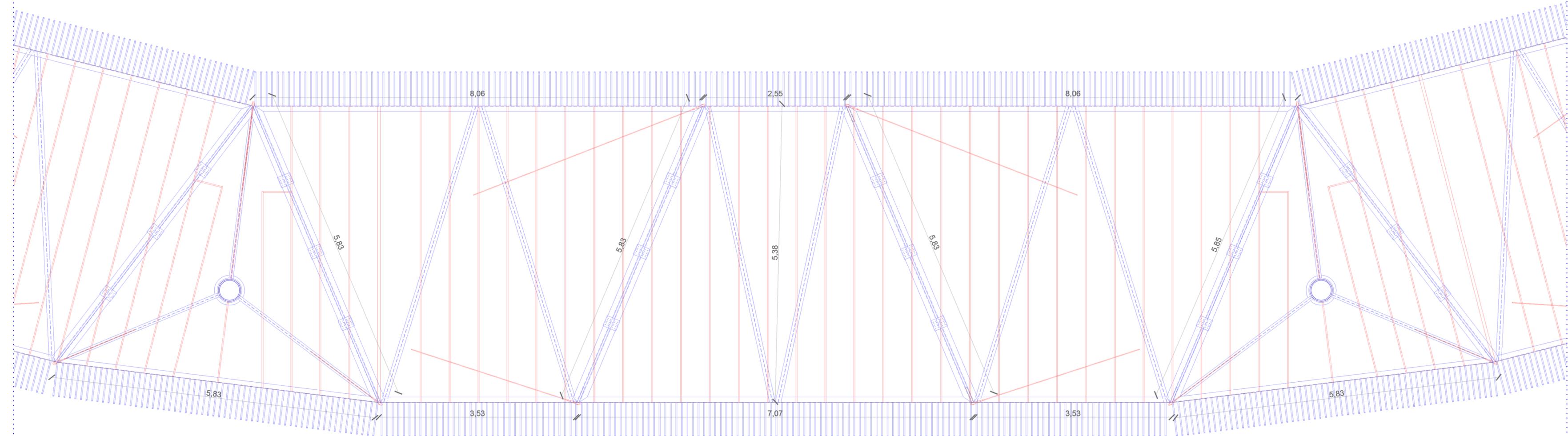
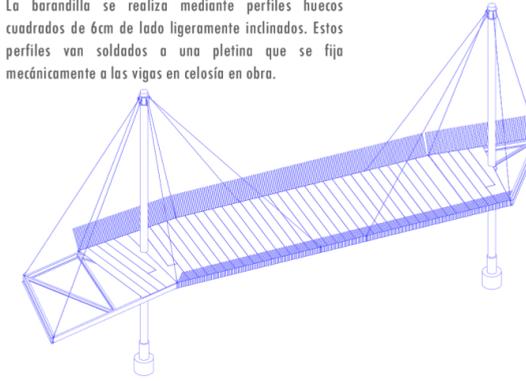
#### 04\_ACABADO

El acabado del puente se realiza mediante tablonos de madera de pino de Clase 4, fijados mecánicamente mediante pernos de acero galvanizado

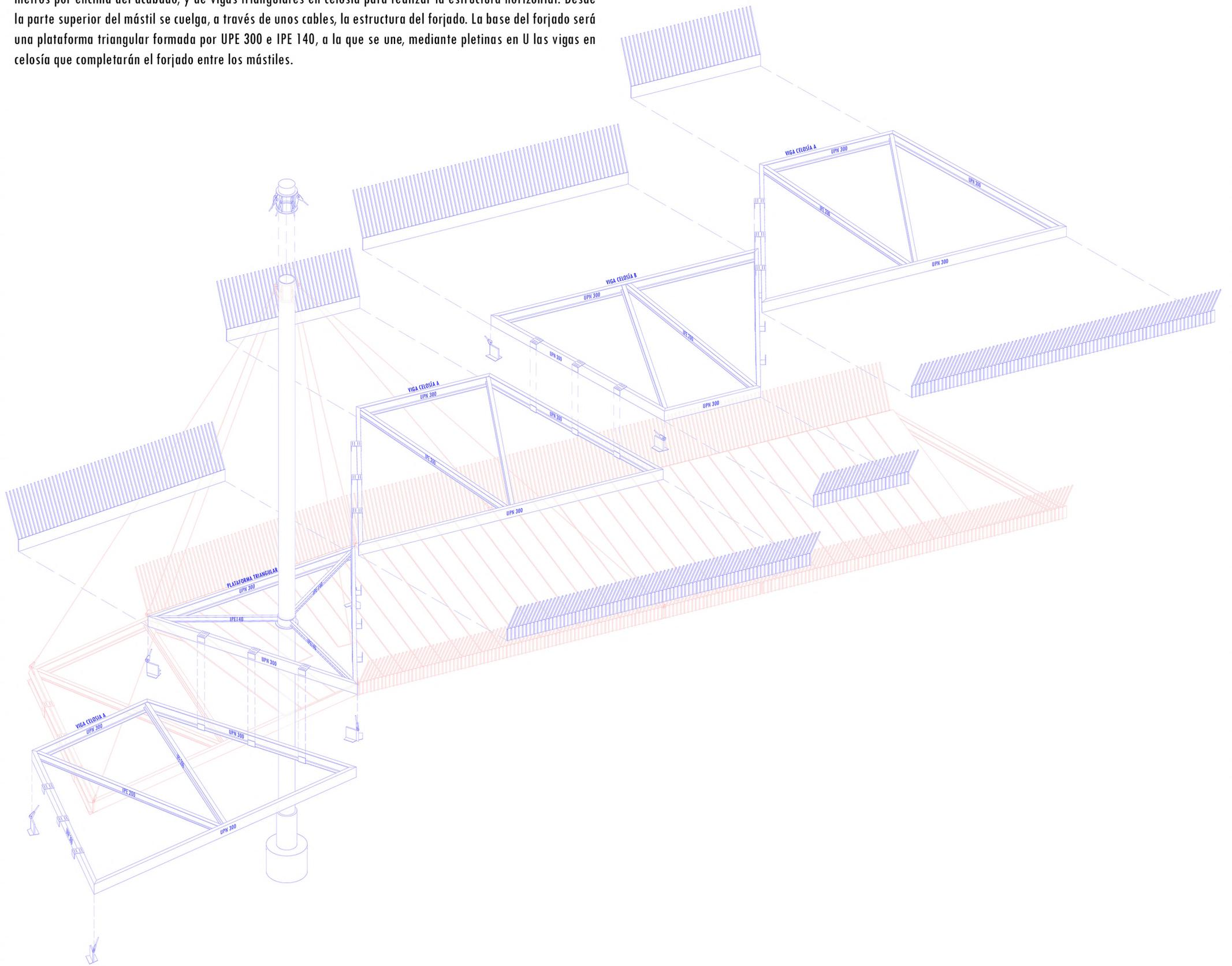


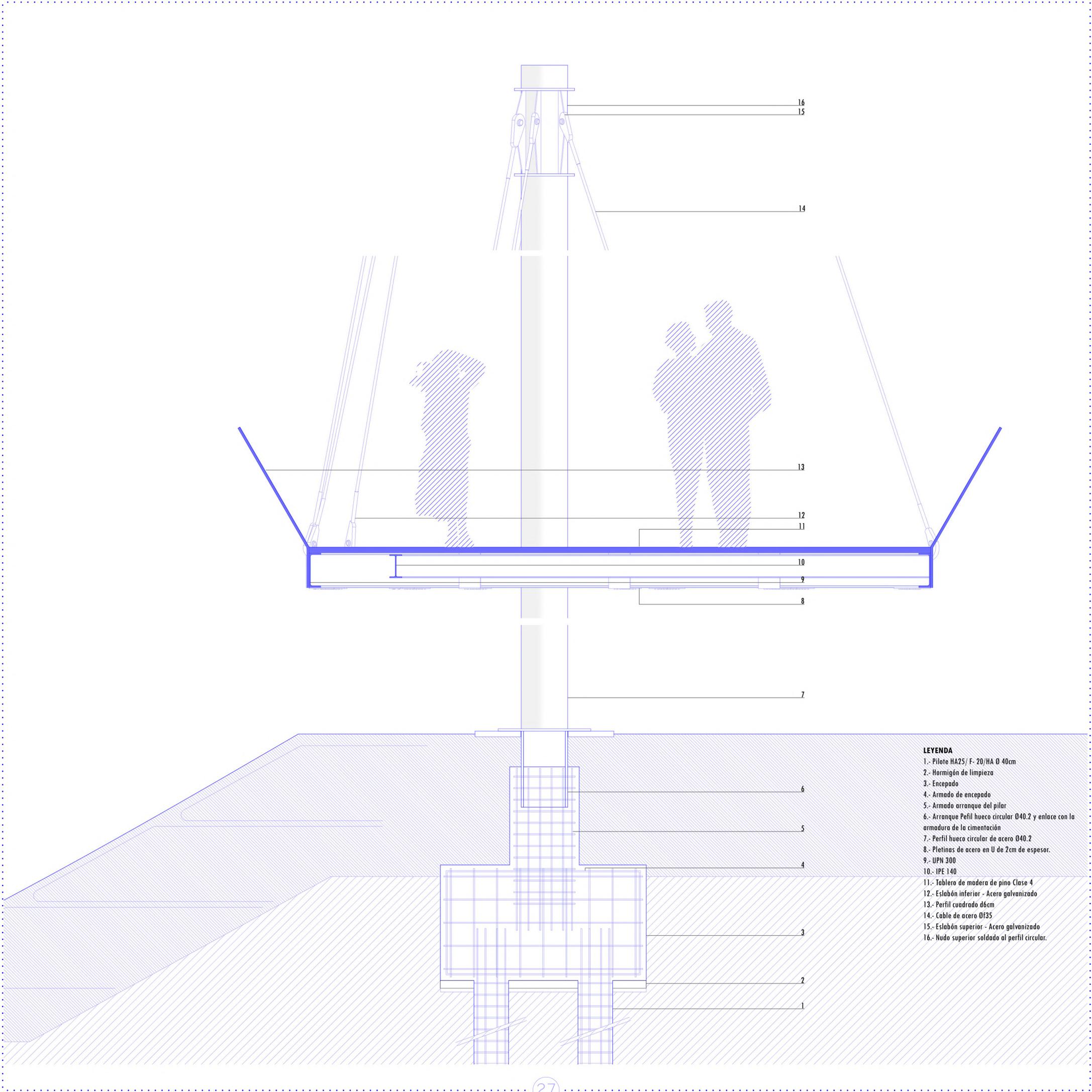
#### 05\_BARANDILLA

La barandilla se realiza mediante perfiles huecos cuadrados de 6cm de lado ligeramente inclinados. Estos perfiles van soldados a una pletina que se fija mecánicamente a las vigas en celosía en obra.



La ejecución del puente es completamente en seco, con piezas prefabricadas de acero, uniendo todas ellas a través de nudos. La estructura del puente base se compone de un mástil de 20 metros de altura, quedando 10 metros por encima del acabado, y de vigas triangulares en celosía para realizar la estructura horizontal. Desde la parte superior del mástil se cuelga, a través de unos cables, la estructura del forjado. La base del forjado será una plataforma triangular formada por UPE 300 e IPE 140, a la que se une, mediante pletinas en U las vigas en celosía que completarán el forjado entre los mástiles.





- LEYENDA**
- 1.- Pilote HA25/ F- 20/HA Ø 40cm
  - 2.- Hormigón de limpieza
  - 3.- Encepado
  - 4.- Armado de encepado
  - 5.- Armado arranque del pilar
  - 6.- Arranque Perfil hueco circular Ø40.2 y enlace con la armadura de la cimentación
  - 7.- Perfil hueco circular de acero Ø40.2
  - 8.- Pletinas de acero en U de 2cm de espesor.
  - 9.- UPN 300
  - 10.- IPE 140
  - 11.- Tablero de madera de pino Clase 4
  - 12.- Eslabón inferior - Acero galvanizado
  - 13.- Perfil cuadrado d6cm
  - 14.- Cable de acero Ø135
  - 15.- Eslabón superior - Acero galvanizado
  - 16.- Nudo superior soldado al perfil circular.

### 5.2.4. ESTRUCTURA PUENTE CONEXIONES

#### 01\_CIMENTACIÓN

La cimentación se realiza mediante pilotes que nacen de un encepado circular sobre el que apoyan los mástiles del puente. Los mástiles de las plataformas de conexión son perfiles de acero huecos redondos de 55.2.

#### 02\_ESTRUCTURA HORIZONTAL I

La estructura de la plataforma de conexión surge a través de la repetición de la estructura del puente base de manera hexagonal. Esta plataforma hexagonal viene montada de fábrica y esta formada por perfiles UPN 300.

#### 03\_ESTRUCTURA HORIZONTAL II

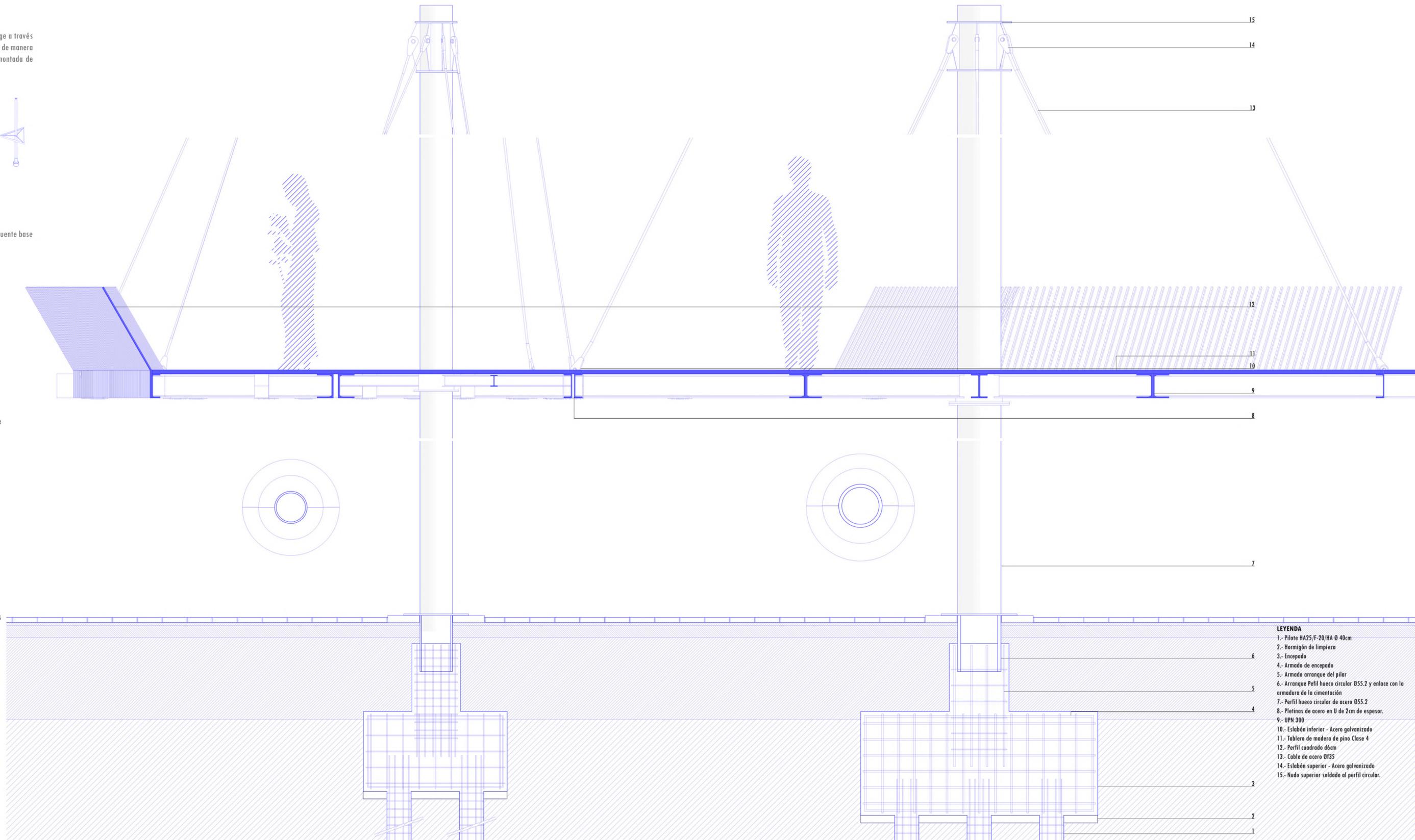
Para dar continuidad al recorrido del puente se propone una celosía tipo C que se une tanto a la estructura del puente base como a la plataforma de conexión mediante nudos que enlazan mecánicamente ambas estructuras.

#### 04\_ACABADO

El acabado del puente se realiza mediante tablonces de madera de pino de Clase 4, fijados mecánicamente mediante pernos de acero galvanizado.

#### 05\_BARANDILLA

La barandilla se realiza mediante perfiles huecos cuadrados de 6cm de lado ligeramente inclinados. Estos perfiles van soldados a una pletina que se fija mecánicamente a las vigas en celosía en obra.

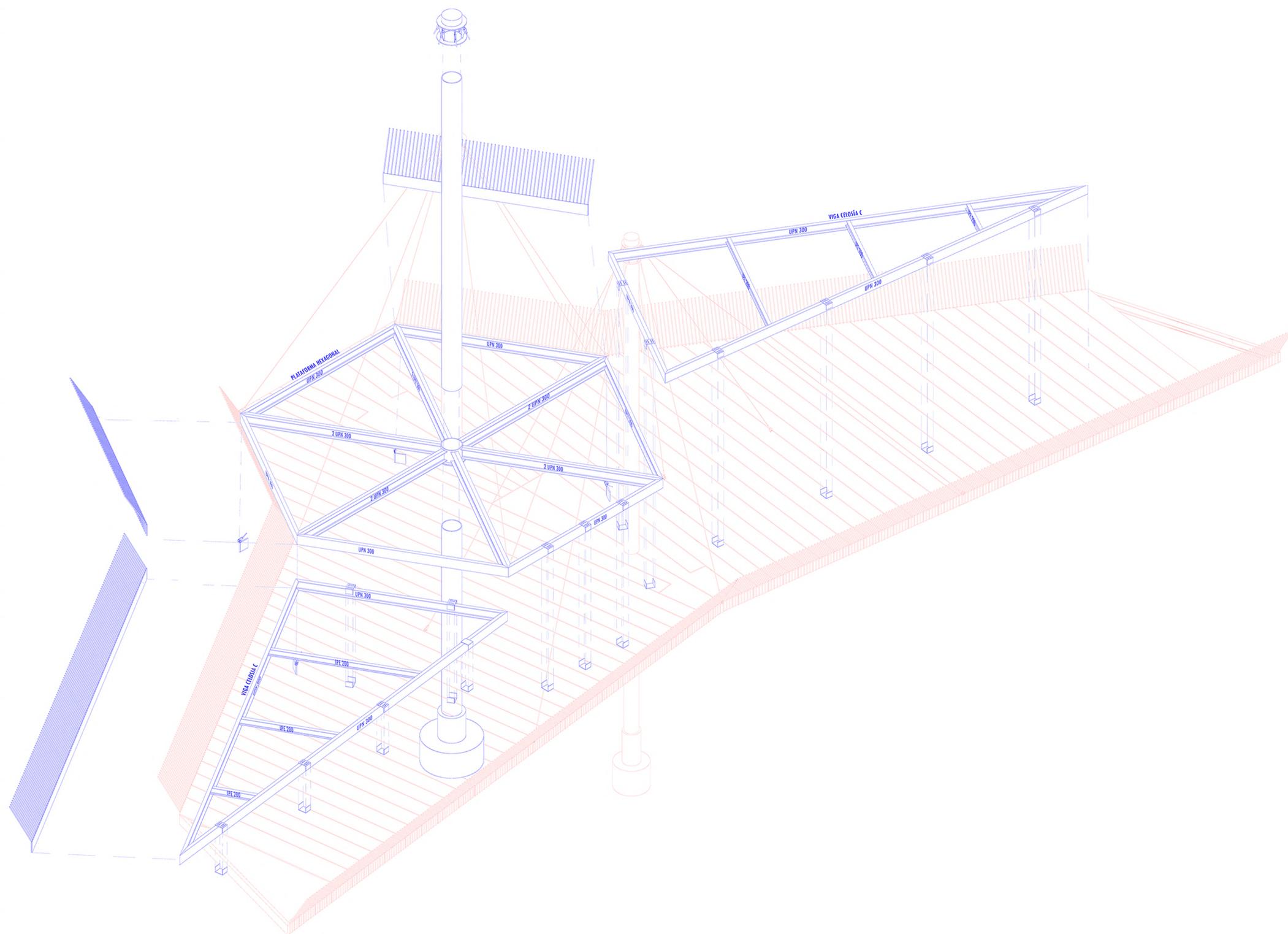


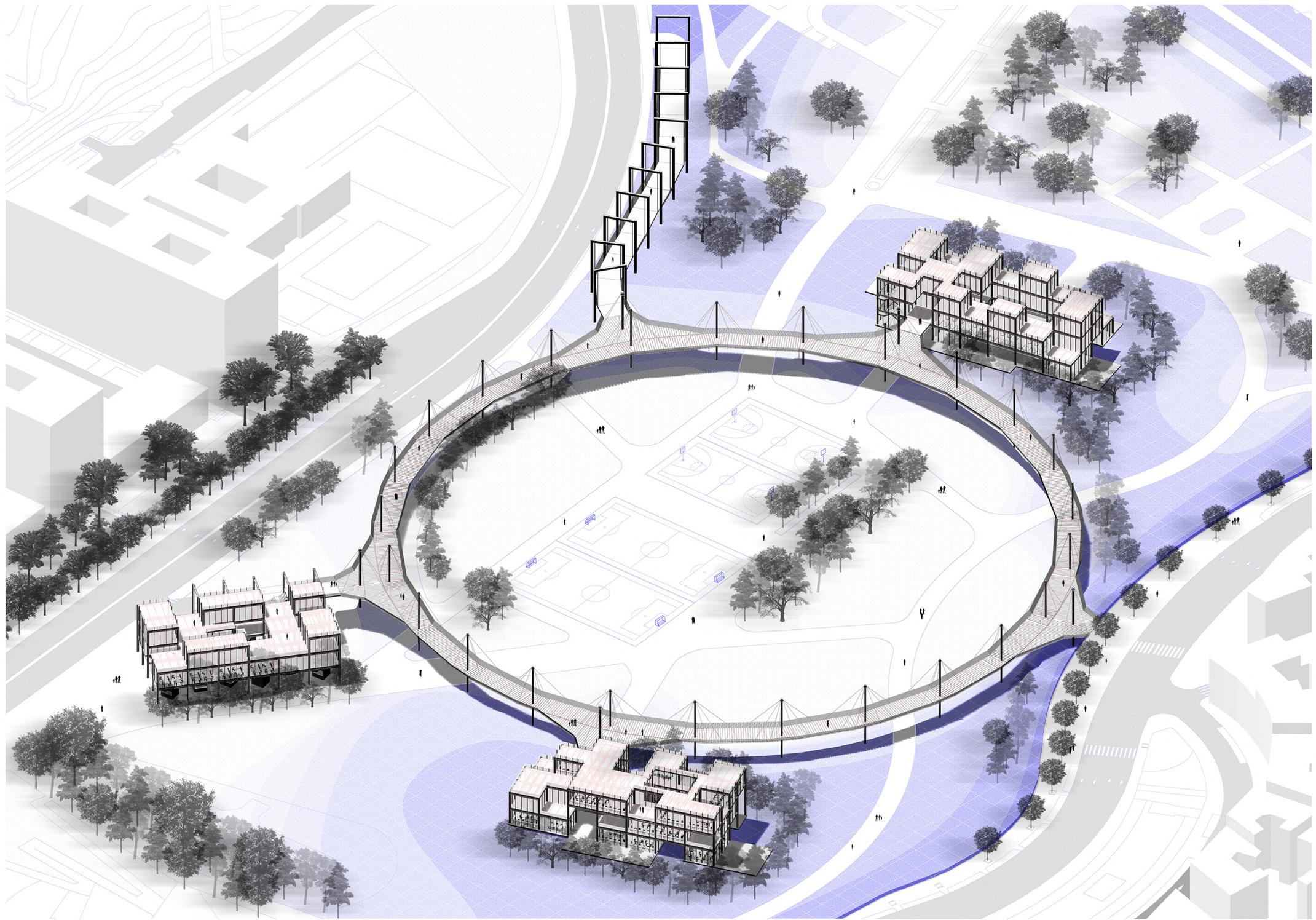
#### LEYENDA

- 1.- Pilote HAZ5/F-20/HA Ø 40cm
- 2.- Hormigón de limpieza
- 3.- Encepado
- 4.- Armado de encepado
- 5.- Armado arranque del pilar
- 6.- Arranque Perfil hueco circular Ø55.2 y enlace con la armadura de la cimentación
- 7.- Perfil hueco circular de acero Ø55.2
- 8.- Pletinas de acero en U de 2cm de espesor.
- 9.- UPN 300
- 10.- Eslabón inferior - Acero galvanizado
- 11.- Tablero de madera de pino Clase 4
- 12.- Perfil cuadrado 6cm
- 13.- Cable de acero ØF35
- 14.- Eslabón superior - Acero galvanizado
- 15.- Nudo superior soldado al perfil circular.

La estructura del puente se amplía en los puntos de conexión siguiendo la misma modulación que la estructura del puente base. Se añade un mástil del que cuelga una plataforma hexagonal triangulada en paralelo a la línea de mástiles de la estructura principal.

Toda esta estructura se cierra con una viga en celosía conformada en fábrica, que se une mediante nudos formados por pletinas en U.





## BIBLIOGRAFÍA

Área de desarrollo urbano sostenible 2017, La cornisa de Tetuán. Modificación del Plan Parcial del Paseo de la Dirección .

Arriba, A., de la Fuente, R., Gayo, D., Martínez, R., Murillo, E., del Pino, E., Ramos, J. & Sabín, F. Centro y Periferia en la ciudad de Madrid (1985-2005): un análisis cuantitativo y cualitativo de los barrios de Valdeacederas y Los Rosales.

Ayuntamiento de Madrid , Conjunto de datos de Madrid . Available:  
<https://datos.madrid.es/portal/site/egob/menuitem.9e1e2f6404558187cf35cf3584f1a5a0/?vgnextoid=374512b9ace9f310VgnVCM100000171f5a0aRCD&vgnnextchannel=374512b9ace9f310VgnVCM100000171f5a0aRCD&vgnnextfmt=default>.

Burke, J.L. 2020, Marzo, Yona Friedman: las ciudades en las alturas y las utopías urbanas de la segunda mitad del siglo XX. Available:  
<https://www.arquine.com/yona-friedman-las-ciudades-en-las-alturas-y-las-utopias-urbanas-de-la-segunda-mitad-del-siglo-xx/>.

Cabrera Martínez, J. 2005, Estudio aplicado de los costes de la prevención de riesgos laborales en la construcción de puentes de hormigón, Universitat Politècnica de Catalunya.

Foster + Partners , IBM Pilot Headquarters. Available:  
<https://www.fosterandpartners.com/projects/ibm-pilot-headquarters/#/>.

Gómez Jáuregui, V. 2014, Tensegrity structures and their application to architecture, .  
Jerez, F. 2011, "El dibujo de la indeterminación. Programa, acontecimiento y tiempo en Cedric Price y Rem Koolhaas. ", Expresión gráfica arquitectónica, vol. 16, no. 18, pp. 242-251.

López Navarro, A. 2020, Tipologías estructurales para grandes luces .

Manterola, J. 1984, "Evolución de los puentes en la historia reciente", Informes de la Construcción, vol. 36, no. 359-360, pp. 5-35.

Morales Parra, F. 1960, Tetuán de las Victorias , Madrid.

Peña Pernandez-Serrano, M. 2017, "La infraestructura espacial de Yona Friedman. La utopía dibujada",

Peña Pernandez-Serrano, M. 2017, "La infraestructura espacial de Yona Friedman. La utopía dibujada", EGA : revista de expresión gráfica arquitectónica, vol. 22, no. 30, pp. 52-61.

Pfenniger Bobsien, F. 2015, Manual de diseño para arquitectos del sistema constructivo JOISTEC.

Tamargo, L. 2014, "Rem Koolhaas: del programa al espacio ", Revista europea de investigación en Arquitectura, vol. 34, pp. 181- 189.

