
APROXIMACIÓN ARQUITECTÓNICA Y ANÁLISIS CONSTRUCTIVO DEL
EDIFICIO WOZOCO DE MVRDV



ESCUELA TÉCNICA
SUPERIOR DE
ARQUITECTURA



UNIVERSITAT
POLITÈCNICA
DE VALÈNCIA

AUTOR: JOSÉ ANTONIO MARTÍ ALMANSA

TUTOR: FRANCISCO JOSÉ CUBEL ARJONA

CURSO: 2019/2020

ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE
ARQUITECTURA
GRADO EN FUNDAMENTOS DE LA
ARQUITECTURA

Índice

1	Resumen.....	2
2	Objetivos y metodología.....	3
3	Introducción	4
3.1	MVRDV. Biografía	4
3.2	Estudio y trayectoria.....	5
4	Aproximación Arquitectónica	10
4.1	Entorno.....	11
4.2	Idea inicial. Forma y volumen	13
4.3	Organización funcional	14
4.4	Tipologías de apartamentos	16
5	Planimetría	23
6	Análisis constructivo	32
6.1	Materialidad	35
6.2	Esquema estructural.....	37
6.3	Detalles constructivos.....	39
6.3.1	Cuerpos volados	40
6.3.2	Bloque principal.....	46
7	Conclusiones.....	48
8	Bibliografía.....	49
9	Índice de figuras	51

1 Resumen

Tras el auge del estudio de arquitectura formado por 3 arquitectos conocido como MVRDV (iniciales de cada uno de sus componentes) y la gran influencia y relevancia que han logrado a tanto en Ámsterdam como a nivel mundial, es fácilmente reconocer sus obras por la pincelada personal que consiguen gracias a sus técnicas constructivas y soluciones un tanto inusuales. Por este motivo, se va a desarrollar una aproximación arquitectónica y análisis constructivo del edificio de apartamentos Wozoco de Ámsterdam. Para ello se mostrarán detalles constructivos de los sistemas utilizados tanto en fachada como en cubierta de los elementos en voladizo que cuenta el edificio, realizados por el autor. Además, otro detalle, tanto en 2D como en axonometría del bloque principal, propuesto por el autor.

Palabras clave: MVRDV, Ámsterdam, voladizo, estructura, cercha, bloque principal.

Resum

Després de l'auge de l'estudi d'arquitectura format per 3 arquitectes conegut com MVRDV (inicials de cada un dels seus components) i la gran influència i rellevància que han aconseguit tant en Amsterdam com a nivell mundial, és fàcilment reconèixer les seues obres per la pinzellada personal que aconseguixen gràcies a les seues tècniques constructives i solucions un tant inusuals. Per este motiu, va a desenrotllar-se una aproximació arquitectònica i anàlisi constructiu de l'edifici d'apartaments Wozoco d'Amsterdam. Per açò, es mostraran detalls constructius dels sistemes utilitzats tant en fatxada com en coberta dels elements en volada que compta l'edifici, realitzats per l'autor. A més, un altre detall, tant en 2D com en axonometria del bloc principal, proposat per l'autor.

Paraules clau: MVRDV, Ámsterdam, volada, estructura, cintra, bloc principal.

Abstract

After the architectural studio formed by 3 architects known as MVRDV (whose initials gave name to this group) and the great influence and relevance that they had achieved in Amsterdam and even worldwide. The firm can be easily recognised in their projects due to the characteristic features reached thanks to their constructive techniques and their innovative solutions. For this reason, the Wozoco building will be analysed from an architectural and constructive point of view. This can be done by explaining the construction systems details used in facades and roofs of cantilever elements, made by the author. Moreover, adding another axonometric detail and 2D plane of the main section, proposed by the author.

Keywords: MVRDV, Amsterdam, cantilever, structure, truss, main section.

2 Objetivos y metodología.

MVRDV se ha convertido en la actualidad en un estudio de arquitectura referente a nivel mundial, gracias a su manera de ver la arquitectura y proyectarla con soluciones poco extravagantes con la utilización de técnicas constructivas convencionales adaptadas a sus necesidades y con el menor número de materiales posibles. (El Croquis, 2014: 244)

Las formas y volúmenes que desarrollan nacen de la necesidad de abordar el programa propuesto por el cliente de manera que, paralelamente se cumpla la normativa vigente de la ubicación en la que están trabajando.

El propósito del trabajo es realizar una aproximación y un análisis constructivo del edificio de apartamentos de vivienda social conocido como Wozoco situado en Ámsterdam. Para ello se van a redibujar y explicar los sistemas constructivos más relevantes del proyecto, es decir, los elementos volados que provocan sensación de inestabilidad y asombro en el espectador. Esto se va a poder llevar a cabo, gracias a los objetivos que el mismo grupo se propuso para solucionar el problema de falta de espacio tras el impedimento de la norma tras limitar el número de plantas como los metros cuadrados suelos que podían edificar. Este edificio de apartamentos se convirtió en un referente por ser el proyecto de vivienda social con el menor presupuesto de la ciudad en 1997. (AV Monografía 189-190, 2016: 23)

En primer lugar, se realizará una recopilación de información para conocer al estudio MVRDV, además de una aproximación y análisis del mismo con la ayuda de fotografía y dibujos de la planimetría aportadas en la bibliografía para entender mejor el edificio. Para una mejor aclaración de lo que se procura explicar, algunas de las figuras aportadas están manipuladas.

Por último, se desarrollará y se mostrará gráficamente los detalles de los sistemas constructivos de los elementos en voladizo que cuenta el edificio, siendo una solución coherente y bastante próxima a la realidad, debido a la poca información gráfica encontrada de los mismos tras la recopilación de la misma. Además, se aportará otro detalle pero esta vez del bloque principal, tanto en 2D como en axonometría, siguiendo los sistemas constructivos de los detalles anteriores.

La información tanto gráfica como escrita utilizada en este trabajo esta referenciada a lo largo del mismo y se mostrará su procedencia tanto en la bibliografía como en el índice de figuras ubicado al final del documento.

3 Introducción



Figura 1: Winy Maas, Jacob van Rijs y Nathalie de Vries

3.1 MVRDV. Biografía

El grupo de Arquitectura y Urbanismo conocido como MVRDV, fue creado en el año 1993 en Rotterdam (Holanda). El conjunto de letras que dan nombre a esta oficina viene dada por las iniciales de los propios fundadores Winy Maas, Jacob Van Rijs y Nathalie de Vries. (El Croquis, 2014: 4)

Winy Maas nació en Schijndel (Holanda, 1959). Graduado en Arquitectura Paisajística en RHSTL Boskoop en 1984, y en Arquitectura y Planificación Urbana en la Universidad Tecnológica de Delft en 1990. Posteriormente, comenzó a trabajar en el Ayuntamiento de Ámsterdam (1984-1987), en DHV/Unesco (1987-1990), y en la Office for Metropolitan Architecture (OMA, 1990-1993). Fundó “The Why Factory” en 2008. Ha impartido clases en la Rotterdamse Academie van Bouwkunst, el Instituto Berlage de Viena (1998), la Universidad de Yale (2003-2004), la Universidad de Wisconsin (2006), la Universidad de Ohio y el MIT (2006-2007) y la ETH de Zúrich (2012). Actualmente, imparte clases en la Universidad Tecnológica de Delft desde 2009. (El Croquis, 2014: 5)

Jacob Van Rijs nació en Amsterdam (Holanda, 1964). Tras terminar sus estudios de Arquitectura en la Universidad Tecnológica de Delft en 1990. Trabajó en la Office for Metropolitan Architecture (OMA, 1990-1993). Era profesor en la Rotterdamse Academie van Bouwkunst y el Instituto Berlage, además de serlo de manera visitante en la Universidad de Rice (2000-2001), Tokyo Tech (2003), KADK Copenhagen (2005), ETSA Madrid (2005), Hochschule Wismar (2011-2012) y las Universidades Tecnológicas de Delft y Munich (2013-2014). (El Croquis, 2014: 5)

Nathalie de Vries nació en Appingedam (Holanda, 1965). Graduada en Arquitectura en la Universidad Tecnológica de Delft en 1990. Trabajó en Mecanoo (1990-1993). Fue Arquitecto Ferroviario Jefe de ProRail/NS (2005-2008). Fue profesora en la Academie van Bouwkunst Arnhem, la Universidad Tecnológica de Delft y el Instituto Berlage, y como visitante en el IIT de Chicago (2005), juzgaba proyectos en la Escuela de Postgrado de Diseño de Harvard (2012) y fue catedrática en la Universidad Técnica de Berlín (2002-2004). En la actualidad, desde 2013, es catedrática de arquitectura en la Kunstakademie de Düsseldorf. (El Croquis, 2014: 5)

MVRDV trabaja de forma colaborativa y multidisciplinar, es decir, en cada proyecto propuesto colaboran expertos de todos los campos que cabe abarcar para conseguir satisfactoriamente el resultado de los trabajos, además de clientes y los 70 arquitectos, diseñadores y miembros de la oficina. (El Croquis, 2014: 4)

Por otro lado, cabe destacar la colaboración con la Universidad Tecnológica de Delft del proyecto conocido como “The Why Factory”. Se trata de un grupo creado para la reflexión e investigación de los futuros de la arquitectura y el urbanismo. (El Croquis, 2014: 4)

3.2 Estudio y trayectoria

La obra de MVRDV se caracteriza por su potente variedad. La oficina ha pasado de los tres fundadores originales, en la sede central de Rotterdam, a una infraestructura internacional de más de 150 personas, con cinco nuevos socios, además de una sede en China. (AV Monografía 189-190, 2016: 6)

Winy Maas, Jacob van Rijs y Nathalie de Vries, tras graduarse, pasaron directamente a trabajar en estudios tales como OMA, Mecanoo y Van Berkel & Bos (UNStudio) con algunos de sus antiguos profesores de la universidad. Ellos defienden este hecho como una transición natural y coherente que enriquece y da continuidad a la formación profesional como arquitectos. (AV Monografía 189-190, 2016: 6)

El grupo de arquitectos, descendientes de la tradición holandesa más pragmática y, precedida de las corrientes críticas lideradas por Rem Koolhaas, comenzaron a colaborar a principios de los años 1990 con una innovadora actitud y una visión de la arquitectura en busca de novedades. (AV Monografía 189-190, 2016: 6)

Los años 1990, en los Países Bajos, fueron sin duda un excelente momento para comenzar una trayectoria profesional. Tras el estancamiento económico de la década de 1980, el nuevo Gobierno del país introdujo medidas para liberalizar servicios dependientes de la Administración, entre otros el llamado programa Vinex de 1988. (AV Monografía 189-190, 2016: 6)

El programa Vinex se caracteriza por fomentar la construcción de viviendas familiares en los Países Bajos. En transcurso de diez años, se construirán 750.000 casas adosadas en diez ubicaciones diferentes, elegidas previamente por el Estado por su buena comunicación con la infraestructura existente. Las intervenciones estudiadas sobre la vivienda solidifican las bases para la realización de proyectos extravagantes evitando, de este modo, los procesos de suburbanización. Las formas de vivienda densificada presentan algunas ventajas frente a las casas unifamiliares:

- Situación céntrica en la ciudad, buenas conexiones de transporte con el resto de la ciudad.
- Buena comunicación con los vecinos.
- Viviendas con vistas en edificios de altura.
- Equipamientos técnicos innovadores, tales como, instalaciones centralizadas para varios hogares.
- Usos especiales como sauna, piscina y apartamentos de invitados.
- Protección antirrobo.
- Bajos costes de solar por su distribución entre varias unidades de vivienda.

(Vivienda y densidad, 2013: 29)



Figura 2: Vista de uno de los canales del nuevo barrio de Wateringseveld en La Haya. Programa Vinex

Por otro lado, el Plan Vinex tiene como objetivo producir la nueva ciudad desde la integración compleja de diversos equipos profesionales. En primer lugar la definición del concepto global que organiza la funcionalidad, jerarquización y segmentación en piezas menores, es decir, una distribución adecuada de las distintas edificabilidades. En segundo lugar, es importante la intervención de propuestas relacionadas con el diseño urbano y paisajismo concreto, cuyo ámbito de trabajo sería la definición final del espacio público, calles, aparcamientos, ajardinamientos y espacios libres. Finalmente, entrarían en juego las habilidades de los arquitectos en sus tareas de proyectar las edificaciones, tanto residenciales como terciarias y los equipamientos. (García, 2009)



Figura 3: Diseño urbano del barrio de Biesland. Programa Vinex



Figura 4: Detalle del Plan Maestro para Het Carré en Heerhugowaard. Programa Vinex

El primer proyecto del grupo MVRDV es conocido como Berlín Voids, el cual resultó ganador en el concurso European 2 de 1991 y fruto de esto, abrió algunas vías de investigación en las que profundizarían a partir de la creación del estudio. “Como todo el mundo, empezamos con un European”, estas fueron las palabras de Nathalie de Vries, una de las fundadoras del grupo. (AV Monografía 189-190, 2016: 6)



Figura 5: Fotografía maqueta Berlín Voids

MVRDV desarrolla durante su primera década una producción sensacional donde destacan obras como la Villa VPRO, la residencia Wozoco o el pabellón de la Expo 2000, además de una importante producción teórica de textos como *S, M, L, XL* (1995), de Rem Koolhaas. En contraposición a la aproximación escalar paranoico-critica de este, el grupo MVRDV examinaba las posibilidades y limitaciones de la máxima densidad con la publicación de *Farmax: Excursions on Density*, entre otras. (AV Monografía 189-190, 2016: 6)

Además, el estudio ampliaba sus herramientas para obtener mejores visiones de debate de las cuestiones de la ciudad contemporánea, con proyectos propositivos (Pig City, Container City), o software especializados con los que combinaban datos y factores. La práctica y la investigación están altamente ligados en la evolución y desempeño del trabajo del estudio. (AV Monografía 189-190, 2016: 6)

En cuanto a proyectos residenciales de MVRDV se refiere, el grupo persigue el objetivo de encontrar un equilibrio entre densidad, diversidad y ambigüedad de usos. Cinco de sus obras sirven para mostrar diferentes modos de organizar y proyectar en distintas escalas y en emplazamientos totalmente dispares. En primer lugar, el edificio de apartamentos Wozoco de Amsterdam distribuye parte de su edificabilidad en sus grandes voladizo que liberan metros del plano del suelo; por el contrario, ubicado en la misma ciudad, el Silodam, consigue conectar diferentes tipos de vivienda con la eficiencia industrial que permite la utilización de los contenedores marítimos, en busca de compacidad que al mismo tiempo el edificio Mirador de Madrid traslada a la construcción en altura. En lo que se refiere a la escala urbana, encontramos el plan director TEDA, el cual defiende la diversidad tipológica y la ciudad tradicional dentro de la alta densidad de la urbe china de Tianjin, mientras que el edificio Le Monolithe establece un trabajo colaborativo de diferentes arquitectos para una manzana de nueva planta de Lyon. (AV Monografía 189-190, 2016: 15)



Figura 6: Fotografía exterior de Silodam



Figura 7: Fotografía exterior del Mirador de Madrid

4 Aproximación Arquitectónica

El edificio que se va a desarrollar en el presente trabajo es un conjunto de 100 apartamentos destinados para personas mayores de 55 años al oeste de Amsterdam, construido entre 1994 y 1997. Wozoco se incluyó en el plan de densificación, conocido como programa Vinex, anteriormente desarrollado, y que suponía una amenaza para los parques y zonas verdes de la ciudad. (AV Monografía 189-190, 2016: 16)

El objetivo a llevar a cabo era la realización de un edificio que escapara de la monotonía constructiva que existía en la periferia de la zona. Para entender este proyecto, debemos conocer dos aspectos que acompañan al mismo:

- La alta densidad de población
- Plan regulador Vinex elaborado por Cornelis van Eesteren

(El Croquis, 2014)

El segundo punto, imponía la construcción de 87 viviendas por bloque para adquirir una buena iluminación natural en cada uno de los apartamentos. Sin embargo, el cliente buscaba la proyección de 100 viviendas. En consecuencia, el grupo de arquitectos tuvieron que llegar a la solución de colocar los 13 módulos de vivienda restantes en los volúmenes salientes del edificio. De este modo, se liberaría el suelo en cota 0 como espacio aprovechable para los usuarios. (AV Monografía 189-190, 2016: 16)

Estos salientes, supusieron un sobrecoste no programado inicialmente, por lo que se compensó con la reducción del 7% del presupuesto para el resto del bloque. Estos voladizos están orientados por sus laterales a este y oeste, generando vistas a las viviendas sobre el pólder próximo. Refiriéndose al bloque sólido, existe gran variación en la ubicación y tamaño de los huecos y balcones, además de los materiales que proporcionan un aspecto característico e innovador a cada uno de ellos. (AV Monografía 189-190, 2016: 23)



Figura 8: Fotografía exterior de los apartamentos de Wozoco

4.1 Entorno

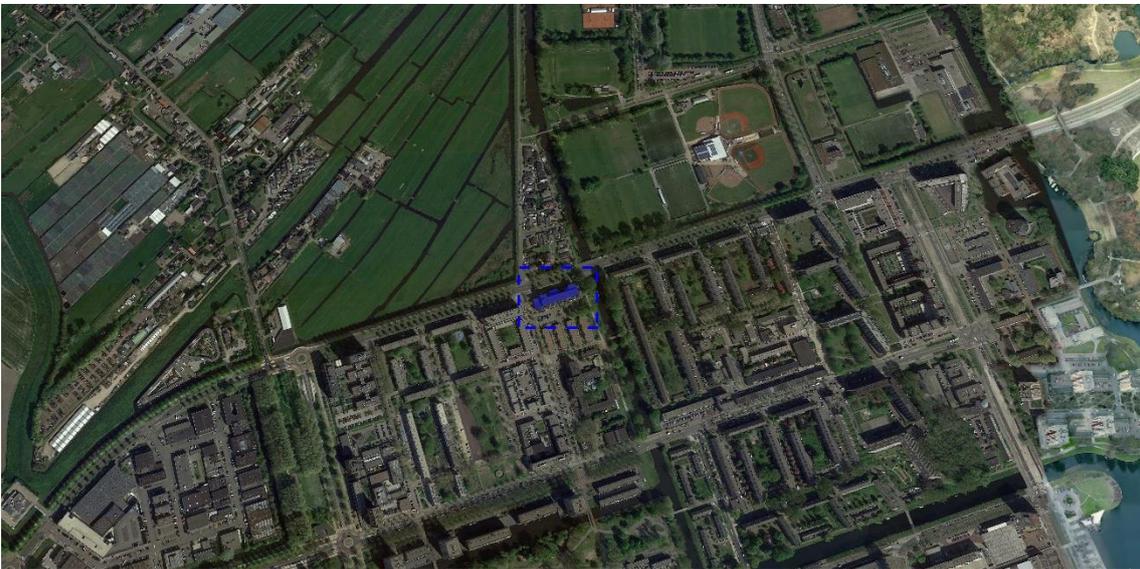


Figura 9: Ubicación del edificio en el barrio de Osdorp

El edificio de apartamentos Wozoco, está ubicado más concretamente en el norte del barrio de Osdorp en la calle Ookmeerweg, la cual actúa como linde occidental ante las tierras agrícolas de la zona, también conocidos como pólders de Osdorper. Se trata de un barrio que forma parte de

las Ciudades del jardín del oeste de Ámsterdam. Dicho barrio, limita en la zona norte con el lago artificial de Sloperplas, que se realizó entre los años 1948 y 1956, y sus abundantes zonas verdes colindantes. Por otro lado, tanto al sur como al este, Osdorp ha valido de ejemplo para dotar de directrices a los nuevos barrios de De Aker y Nieuw Sloten. (Ámsterdam 1)

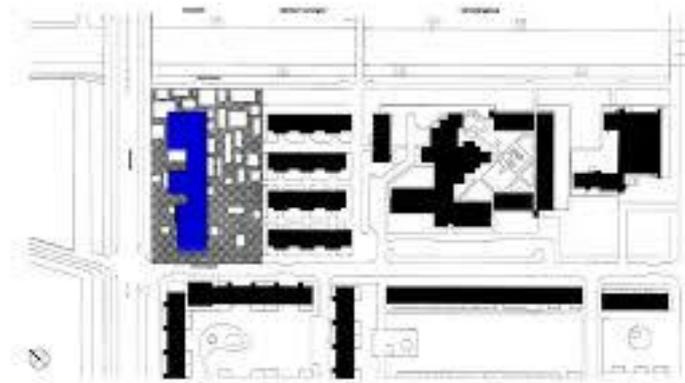


Figura 10: Plano de situación

Tras la Segunda Guerra Mundial, la Escuela de Arquitectura de Amsterdam desarrolló el barrio de Osdorp aportando grandes espacios de conexión para el tráfico rodado y dándole menos importancia al espacio comercial. La resultante a esto fue la creación de un suburbio aletargado con problemas de congestión de tránsito y escasez de pequeños comercios por falta de espacios. Sin embargo, Osdorp está sumergido en uno de los mayores proyectos de renovación urbana de Europa. (Ámsterdam 1)

Se trata de un barrio que dota de gran importancia a las zonas verdes y a la naturaleza, albergando en él, lagos en los que los usuarios pueden disfrutar tanto de deportes acuáticos como de la propia belleza del lugar, además de ofrecerles una infraestructura de corredores verdes para vehículos no motorizados. Posteriormente a la remodelación del barrio, cuyo fin era renovar las viviendas existentes, arquitectos como MVRDV, construyeron los apartamentos Wozoco. (Ámsterdam 1)

4.2 Idea inicial. Forma y volumen

La necesidad de remodelación del barrio de Osdorp junto con las delimitaciones de ocupar el menor suelo posible que impuso el plan regulador encabezado por Cornelis Van Eesteren da lugar al edificio Wozoco que hoy en día conocemos.

La realidad es que el grupo de arquitectos MVRDV, la primera propuesta para la realización de estos 100 apartamentos que figuraba en el programa, los iban a proyectar en un volumen de planta rectangular. Una vez obtenido la idea básica del proyecto, empezaron a dibujar y distribuir todos los apartamentos. Finalmente, se dieron cuenta que, con la ocupación a la que se debían regir según el plan, solamente, el edificio propuesto podía albergar 87 apartamentos. (MVRDV Buildings, 2015: 35)

Tras la dificultad de densificar la zona sin ocupar más espacio en cota 0 y tal y como dicen en el libro “MVRDV Buildings” (pág. 32)

‘We didn’t want to add an arm to the building with the additional units because the densification of this garden city neighbourhood poses a direct challenge to its best asset: its big, open green spaces.’

Siguiendo las premisas, obtuvieron la solución de ubicar los 13 apartamentos restantes en la fachada norte, en unos volúmenes salientes del prisma rectangular que formaba el cuerpo principal, sin la necesidad de realizar otro volumen adyacente. Esta solución era un tanto compleja, ya que debían asegurarse del correcto soleamiento de los mismos y, a su vez, cumplir toda la normativa correspondiente. La orientación de estas unidades orientadas por sus laterales a este y oeste, solventaba los problemas nombrados con anterioridad. (AV Monografía 189-190, 2016: 16)

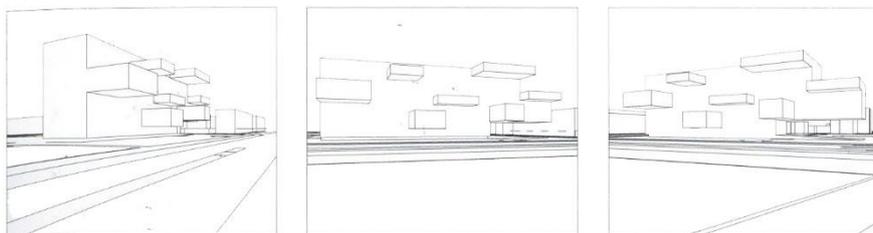


Figura 11: Perspectivas volumétricas

En cuanto a la forma se refiere, el edificio se puede describir a grandes rasgos, como un bloque de apartamentos de planta rectangular, en la cual, aparecen otra serie de configuraciones rectangulares que dan lugar, en fachada norte, a las habitaciones que no se podían ubicar en el

cuerpo principal. Además, aparecen otras sucesiones de formas rectangulares de diferentes anchuras y longitudes que dan lugar a la diversidad de balcones. (AV Monografía 189-190, 2016: 16)

Por lo que se refiere al volumen, va muy unido a lo ya descrito en la forma en el párrafo anterior, es decir, el prisma rectangular que adquiere el bloque principal esta tratado de tal forma que, en la fachada suroeste, no ocupa las 9 plantas que el resto del edificio. Esto se debe a que en planta baja exime de volumen las dos primeras, la baja y la primera, para dotar al hall de entrada la altura adecuada. Por otro lado, con el mismo recurso, libera las 3 últimas plantas logrando en la séptima una cubierta no transitable de la sexta planta. (AV Monografía 189-190, 2016: 16)

4.3 Organización funcional

Al tratarse de un edificio de apartamentos, gran parte del proyecto cumple con la función de ser habitado. Sin embargo, en la planta baja, existen otros espacios destinados a desempeñar otro tipo de actividades o funciones que hacen que el proyecto cumpla con lo previsto. Estos espacios están compuestos por: el hall de entrada, espacios destinados a instalaciones y el núcleo de comunicación vertical principal, dotado de una escalera protegida de ida y vuelta adosada a dos ascensores.

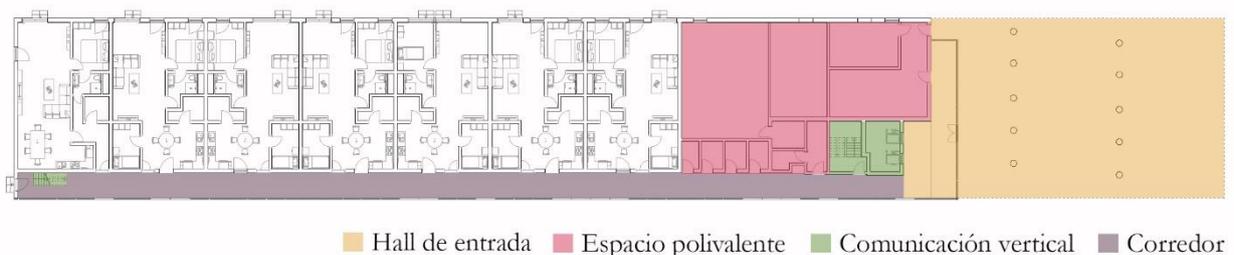


Figura 12: Planta baja

El sistema de agregación del bloque es mediante corredor, por lo tanto todas las circulaciones van destinadas a este espacio de 2 metros de profundidad situado en la fachada norte. Para acceder al edificio desde la entrada principal, se debe ir a la fachada suroeste. Una vez allí, se debe travesar dos pórticos formados por 5 pilares cada uno de ellos, que adquieren una altura de dos plantas para generar un espacio amplio en la entrada. Traspasada la puerta principal de acceso, encontramos los ascensores, los cuales lindan con el corredor de circulación que da lugar

a cada uno de los apartamentos, además de los espacios comunes y destinados albergar las instalaciones. Al finalizar el corredor, encontramos otro núcleo de comunicación vertical, pero esta vez con solo un tramo de escalera de ida, el cual permite el cumplimiento de la evacuación contra incendios, y además, la entrada secundaria desde la fachada noreste.



Figura 13: Fotografía Hall de entrada principal



Figura 14: Fotografía corredor de circulación

4.4 Tipologías de apartamentos

Analizando y estudiando un poco más el edificio de apartamentos, el grupo de arquitectos optó por realizar diferentes tipos de unidades residenciales para dotar de variedad y ajustarse a las necesidades de cada uno de los usuarios. Estas unidades venían dadas por un módulo de 7,2 metros de ancho de fachada, de modo que esto equilibraría la poca profundidad del bloque debido a escasez de espacio en la parcela. (AV Monografía 189-190, 2016: 16)

Con el módulo de fachada ya estipulado, se dieron cuenta que solo les cabía esos 87 apartamentos. Estos alojamientos se proyectaron formando el bloque central del edificio de tal manera que se pensaron 3 tipologías distintas para resolverlo. Todas las plantas utilizan la misma combinación de apartamentos, facilitando así, la proyección de la estructura y de todas las zonas húmedas que dan lugar a las instalaciones del edificio. (AV Monografía 189-190, 2016: 16)

Las 3 tipologías que forman el cuerpo central son las siguientes:

- Tipología A

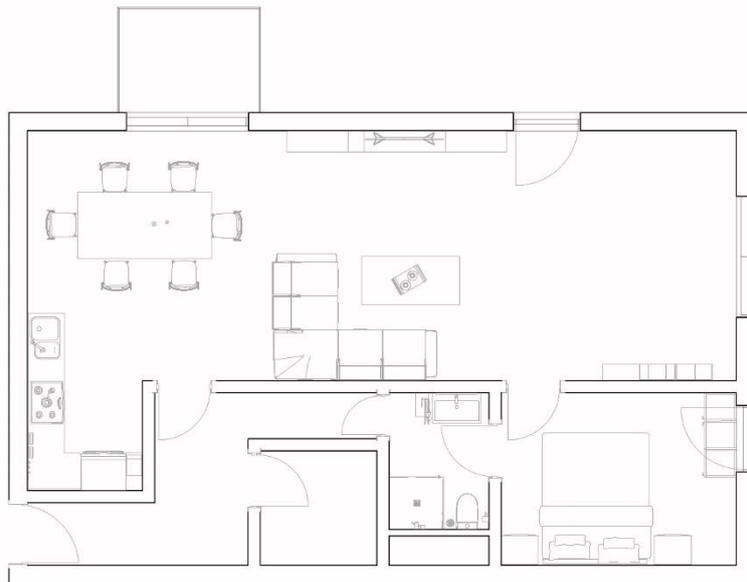


Figura 15: Planta tipología A

Se trata de un tipo que consta de una habitación con cama doble, con sus zonas comunes de cocina, estar y comedor, además de contar con un baño accesible desde la habitación o desde el pasillo de entrada a la vivienda. Esta tipología sólo la utilizan para rematar el bloque en la fachada noreste a lo largo de todas las plantas. El acceso a la misma se hace mediante un corredor interior de acceso a la vivienda.

- Tipología B

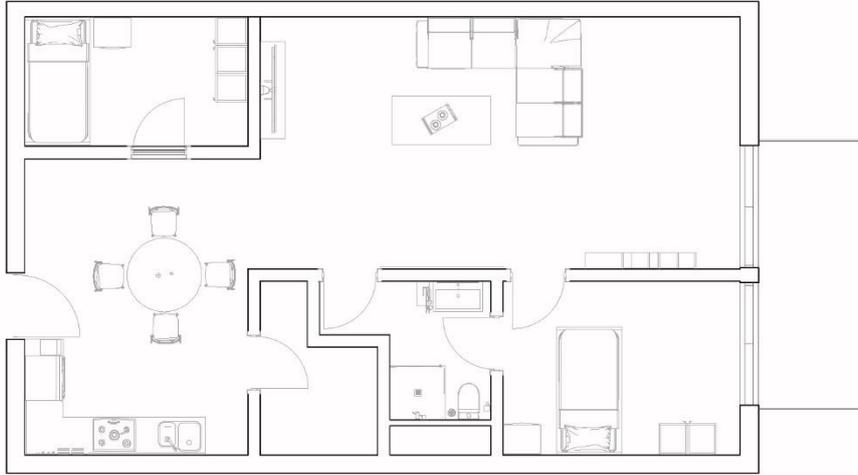


Figura 16: Planta tipología B

Tipología destinada para 2 usuarios, ya que cuenta con dos habitaciones individuales. Debido a esto, en contra de la tipología A, cuenta con menos amplitud en los espacios comunes sin olvidarse de ellos. La similitud a la anterior, sería la ubicación del baño, lindando con un acceso directo desde una habitación y teniendo un segundo acceso desde la zona común del salón. El acceso a esta tipología se hace directamente al espacio compartido entre la zona comedor y la cocina. Esta vivienda es la más repetida en todas la planta llegándose a utilizar tanto esta como su misma simetría 7 seguidas entre las tipologías A y C, tres de ellas la propia B y las cuatro restantes su simétrica (B'). Además, sirve como remate en la fachada suroeste con la combinación de 2 piezas B'.

- Tipología C

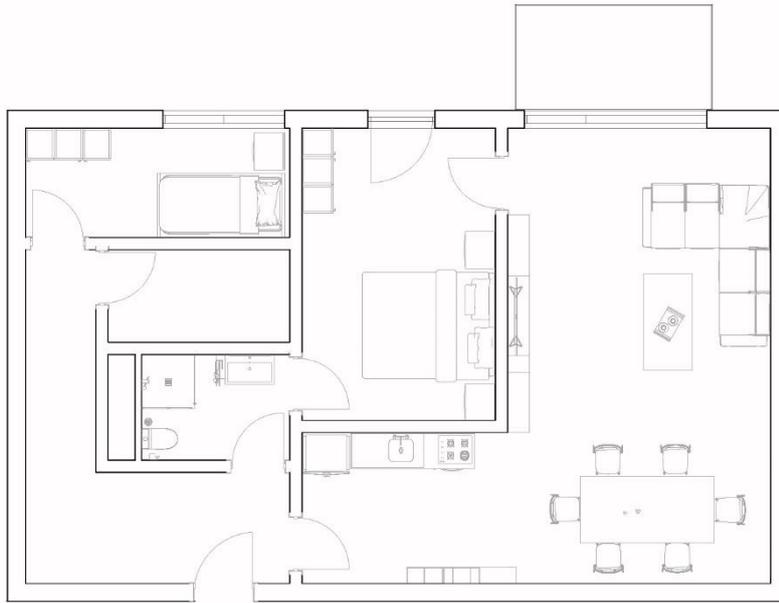


Figura 17: Planta tipología C

Ubicada después de las 7 tipologías B, es una vivienda un poco distinta al módulo establecido de 7,2, ya que esta cuenta con menos profundidad debido a la colocación del núcleo de comunicación vertical del bloque. Por lo tanto, el ancho de fachada establecido es de 12,2 metros. Esta tipología cuenta con dos dormitorios, el principal con cama doble, y el secundario con cama individual. En cuanto a las zonas comunes, obviamente son un poco más reducidas que en las tipologías anteriores. Sin embargo, el acceso al baño se hace de la misma manera, es decir, desde la habitación principal existe un acceso directo, y además cuenta con otro acceso desde el corredor de entrada. En cuanto al acceso a la vivienda, también varía. Debido a tener que sortear el espacio destinado a la comunicación vertical, se genera un zaguán de entrada desde el corredor del bloque hasta la vivienda, teniendo que atravesar otro hueco para conseguir entrar al corredor interior de la vivienda.

En cuanto a las 13 viviendas restantes, se ubicaron en los volúmenes volados que dotan de gran interés a este edificio. Por el contrario, estas no siguen un módulo ni ninguna longitud establecida en fachada. Aunque cierto es, que dos de las siguientes tipologías que se van a desarrollar, tienen dimensiones similares a las tipologías A y B. Se debe recordar que estas viviendas fueron proyectadas sobre la fachada norte, con lo cual, están orientadas por sus laterales a este y oeste. (AV Monografía 189-190, 2016: 16)

Las tipologías que conformas estos voladizos son las 4 siguientes:

- Tipología D

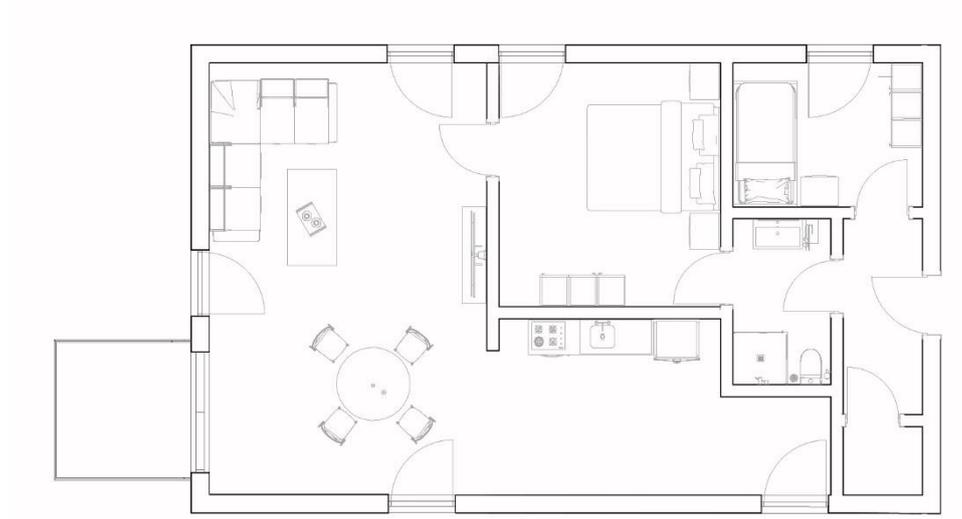


Figura 18: Planta tipología D

Tipología de dimensiones similares a las anteriormente citadas, con los mismos espacios que la tipología C pero de diferente forma distribuida, es decir, cuenta con una habitación principal con cama doble y, con otra secundaria de cama individual. Está dotada de todos los espacios comunes necesarios, además de un baño de acceso directo desde la habitación principal y otro acceso desde el zaguán de entrada a la vivienda. El acceso a esta, es un tanto peculiar, ya que para poder llegar a las zonas comunes desde el corredor del edificio, se debe atravesar el zaguán de entrada, en baño y la habitación principal. Esta vivienda se repite dos veces, una encima de la otra, tanto en la planta 1 como en la 2 formando uno de los 5 volúmenes volados.

- Tipología E

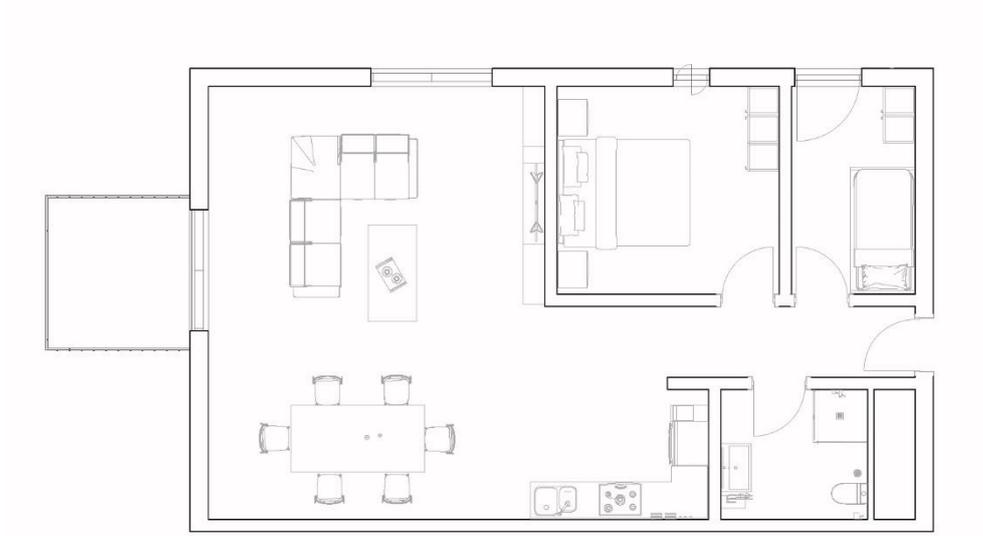


Figura 19: Planta tipología E

Este tipo de vivienda, adquiere forma y dimensiones similares a las tipologías A, B y D. Cuenta con una habitación principal doble y otra individual. Algo a destacar en esta, es que el baño, esta vez, va independiente de la estancia doble, con lo cual, el acceso a este se hace mediante el corredor interior de la vivienda que articula al espacio común. La entrada a la vivienda se genera directamente al espacio colectivo de la misma. Esta tipología se repite 2 veces, es decir, la vivienda tipo E y su simetría, la E'. Con este módulo formado por E y E', se repite en 4 plantas formando 2 volúmenes volados diferentes. Por un lado, en las plantas 3 y 4, y por otro, en las plantas 5 y 6. Esta tipología junto a la anterior, la D, asumen el mayor vuelo del edificio.

- Tipología F

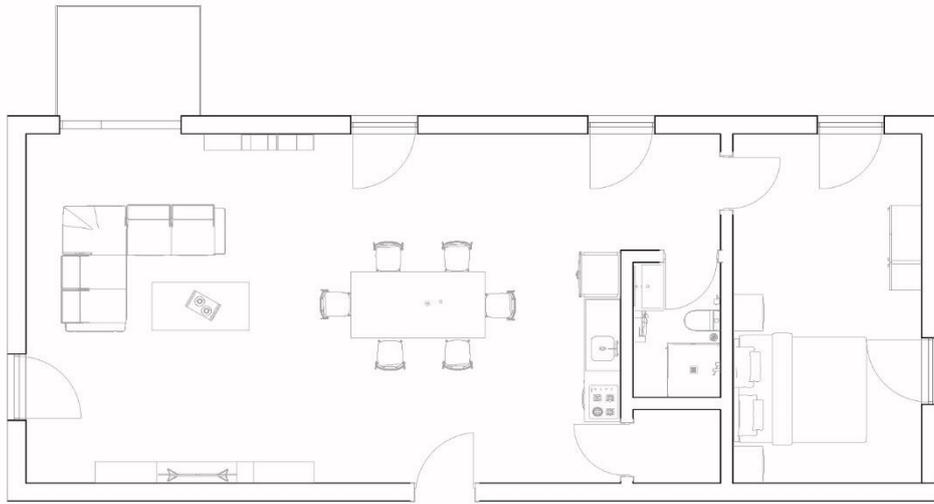


Figura 20: Planta tipología F

Esta es la tipología que más longitud de fachada ocupa, pues tiene una menor profundidad y un menor vuelo. Se trata de características similares a la A, ya que cuenta con una sola habitación doble, y el resto de zonas comunes. Por el contrario, al baño de esta vivienda se accede desde las estancias colectivas. El acceso a la misma, se hace a través los espacios comunes. Esta tipología solamente aparece en la planta 5, generando así el voladizo más pequeño de los 5 en cuanto a distancia perpendicular al bloque principal se refiere.

- Tipología G

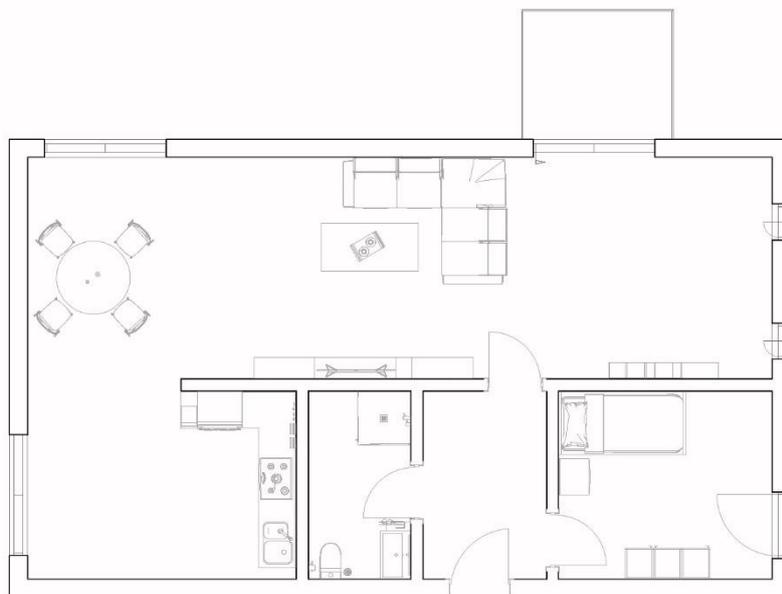


Figura 21: Planta tipología G

Esta vivienda es muy similar a la tipología C en cuanto a forma y área. Sin embargo, esta solo cuenta con una habitación con cama individual, con lo que dota de espacios amplios para las estancias comunes. Cuenta con un baño al que se accede desde el zaguán de entrada, el cual, es el espacio intermedio entre el corredor del edificio (entrada) y las zonas comunes de la vivienda. Esta tipología se repite en las dos últimas alturas del edificio, en la planta 7 y 8, formando el último volumen volado de los 5 que cuenta el edificio.

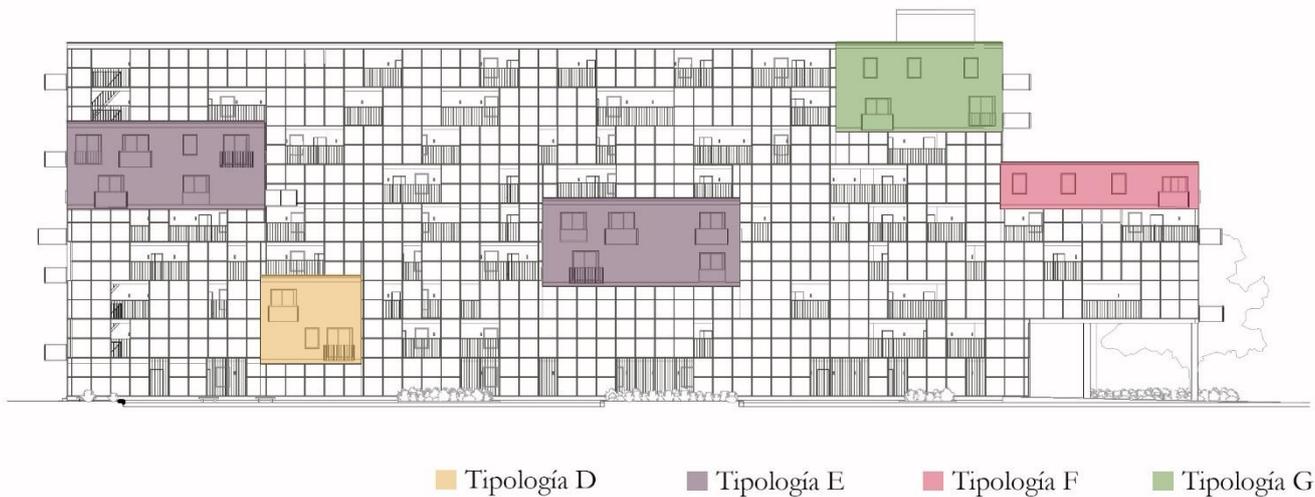


Figura 22: Alzado norte

5 Planimetría

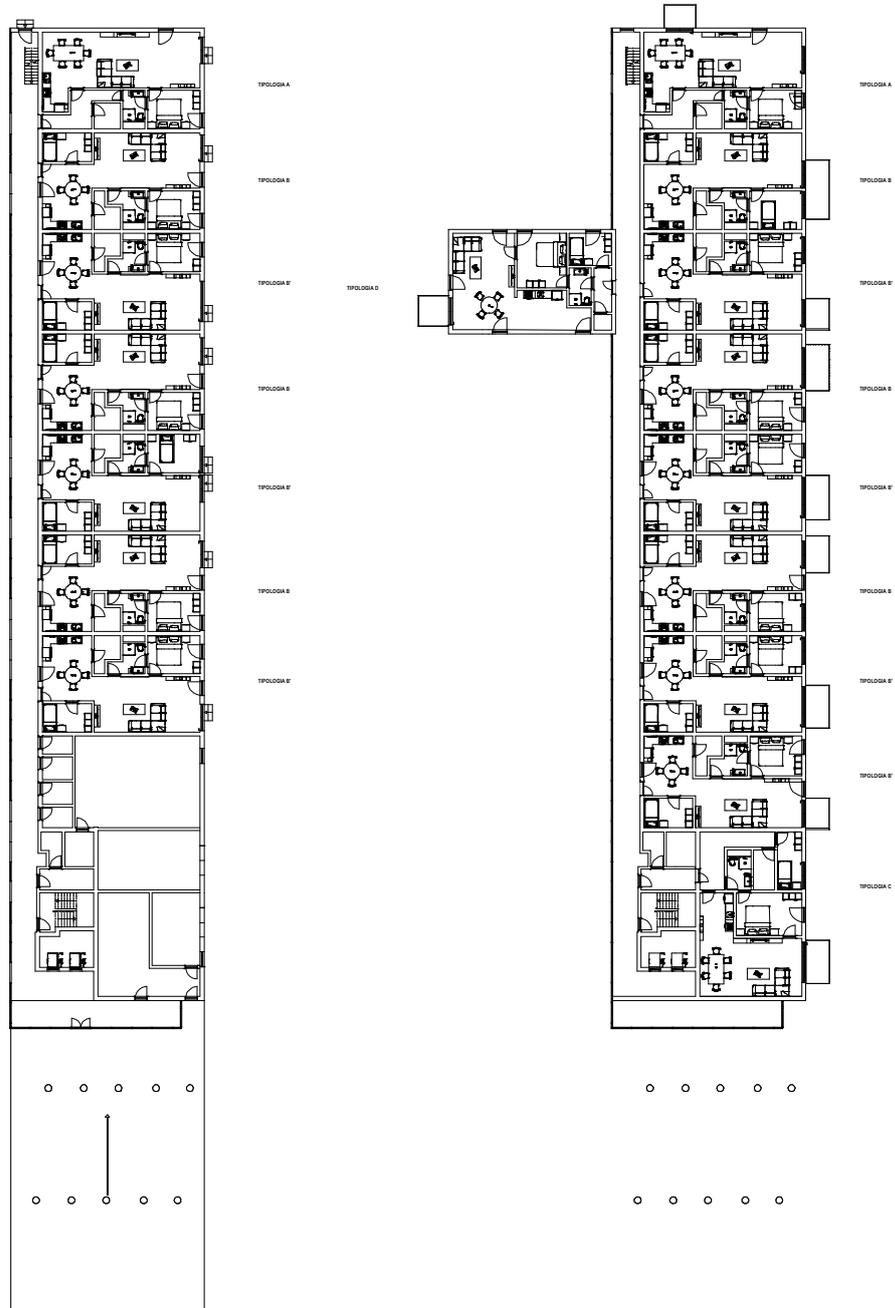


Figura 23: Planta baja y primera

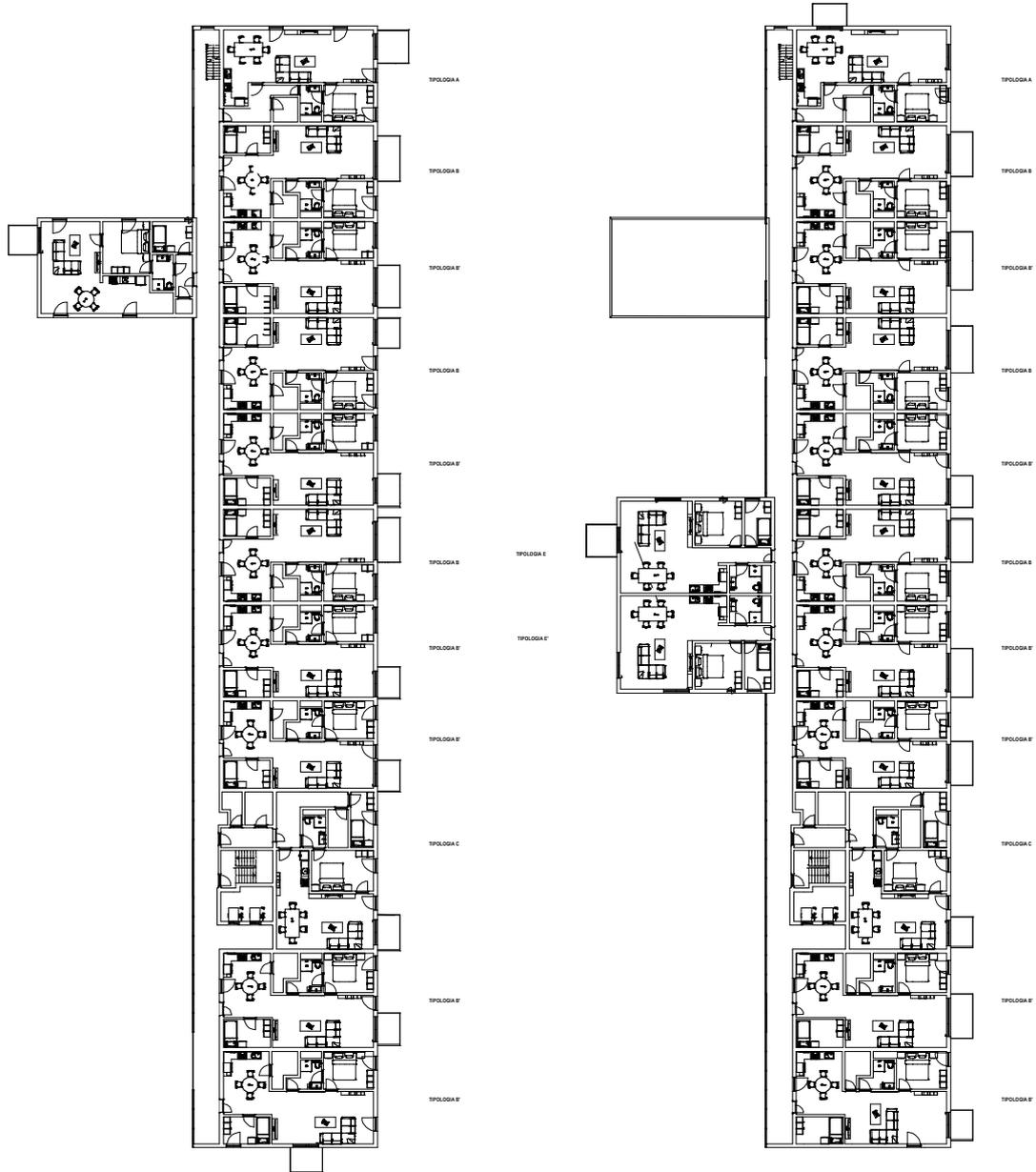


Figura 24: Planta segunda y tercera

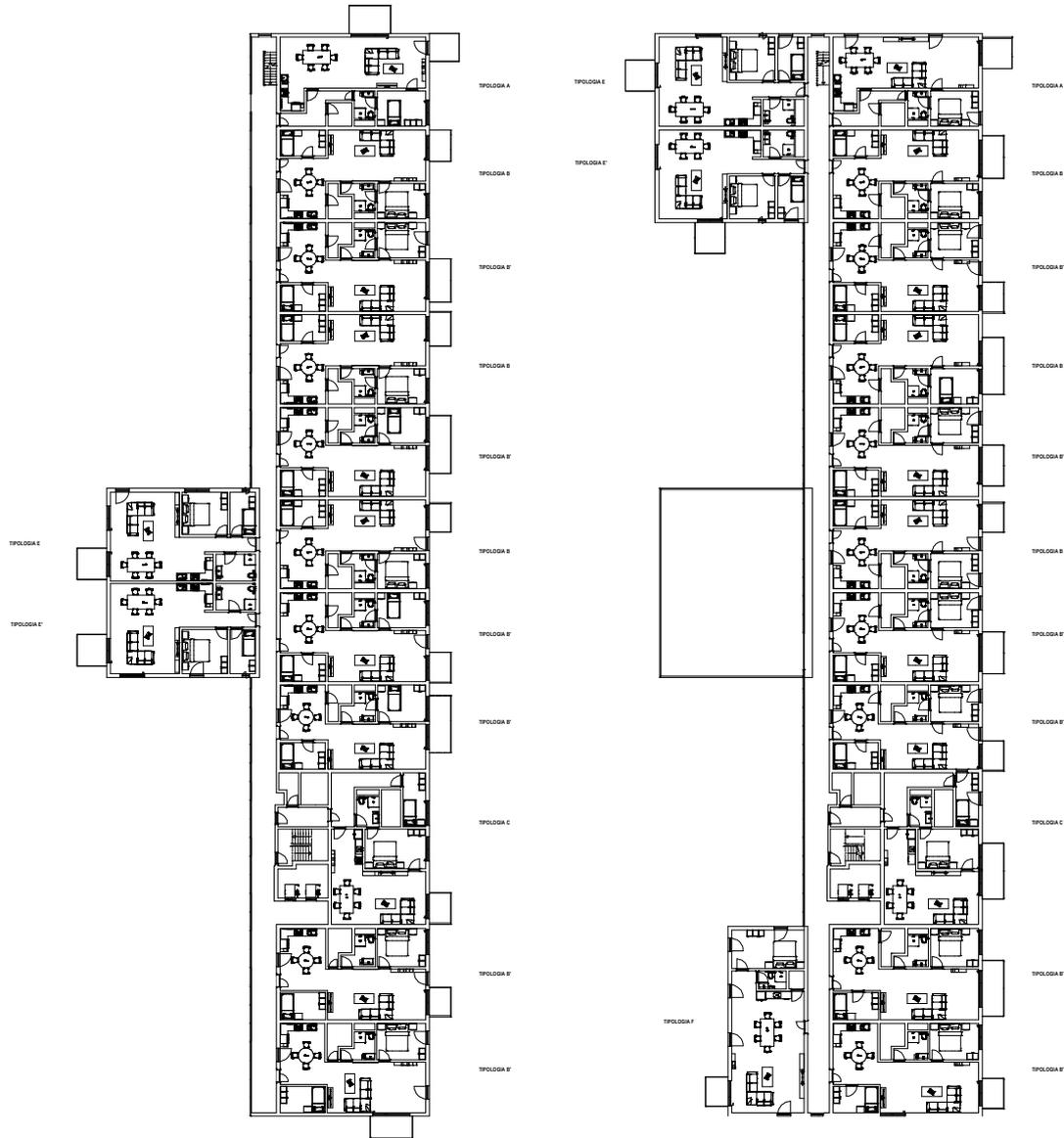


Figura 25: Planta cuarta y quinta

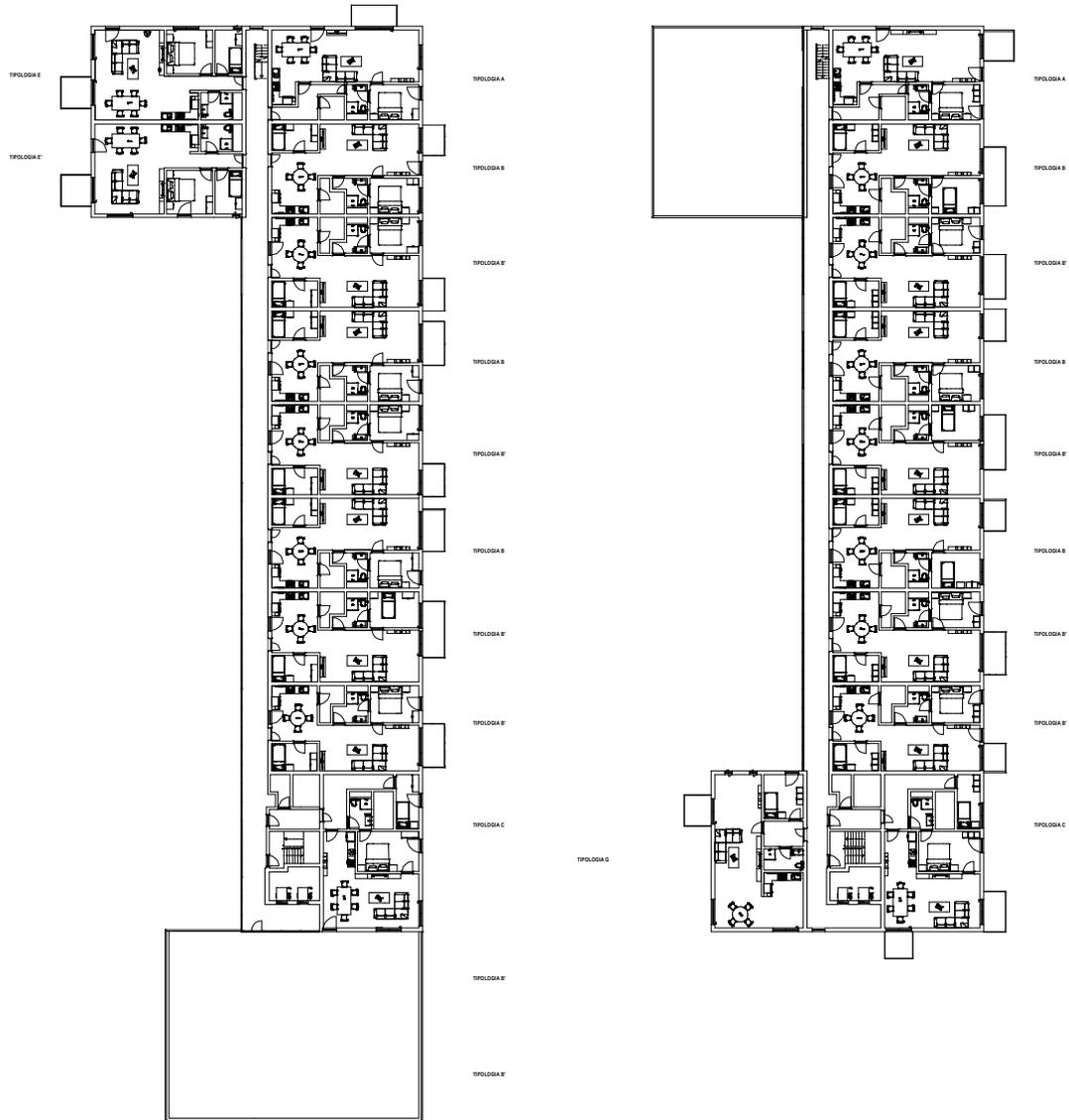


Figura 26: Planta sexta y séptima

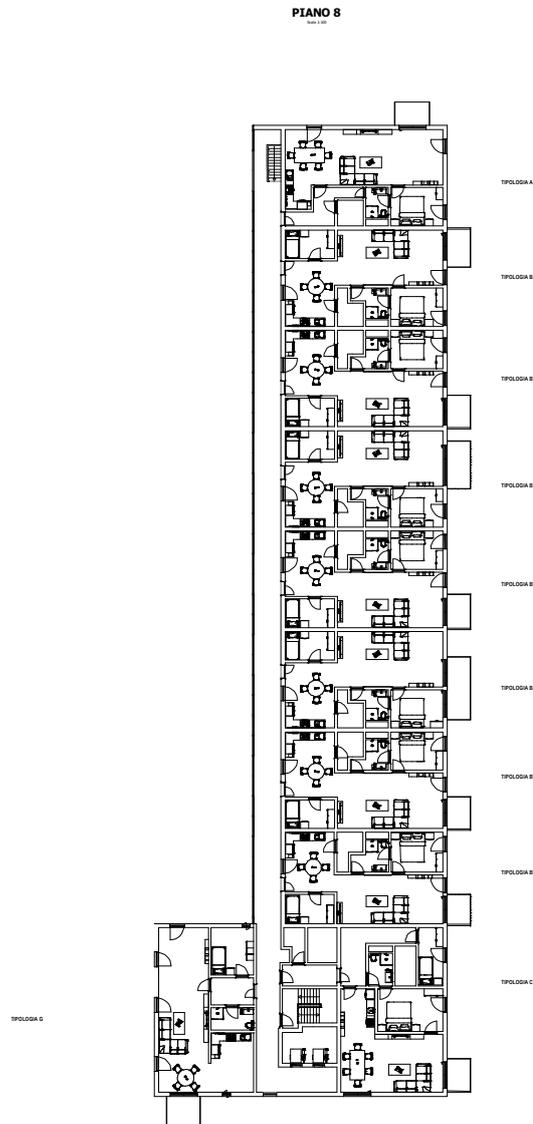


Figura 27: Planta octava

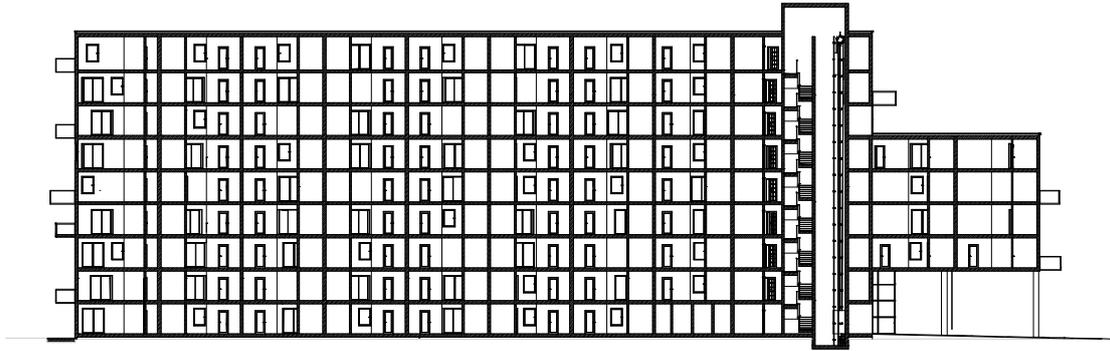


Figura 28: Sección longitudinal



Figura 29: Alzado sur

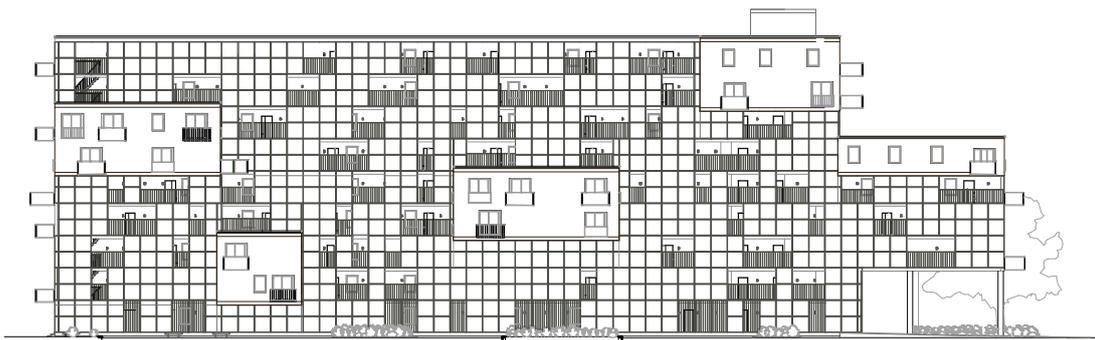


Figura 30: Alzado norte

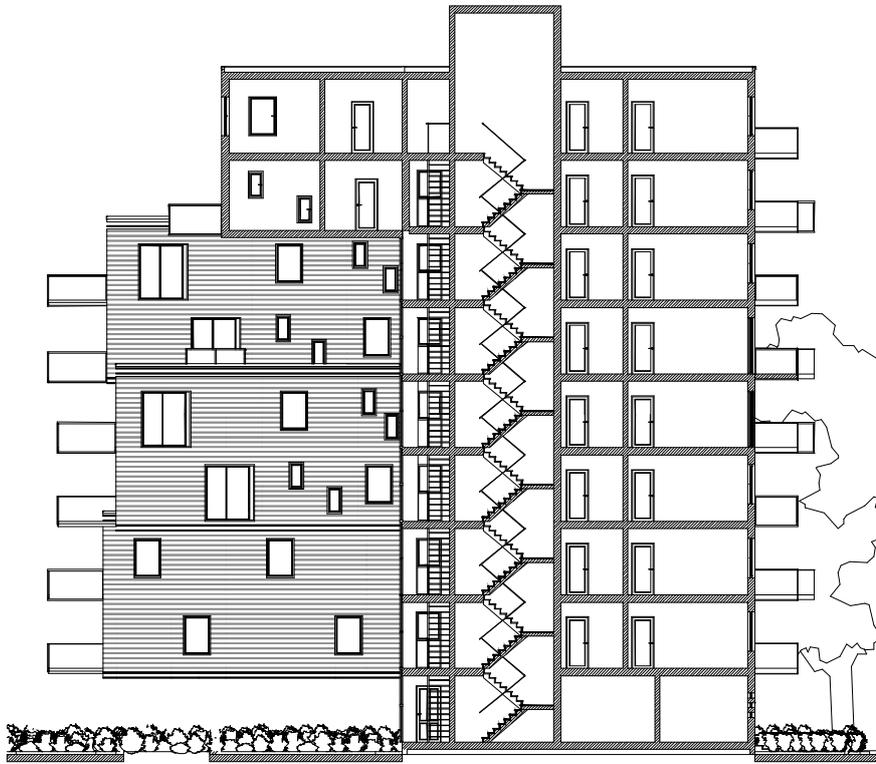


Figura 31: Sección transversal

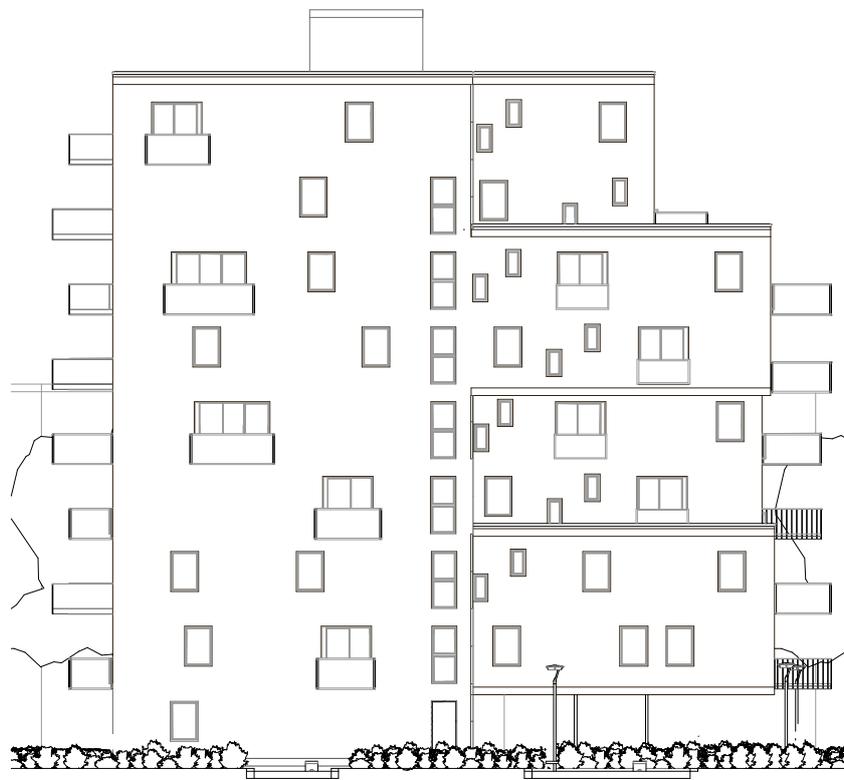


Figura 32: Alzado este



Figura 33: Alzado oeste

6 Análisis constructivo

Después de recibir el encargo de construir un edificio de apartamentos para personas mayores de 55 años de la mano de Het Oosten Housing Association, el grupo de arquitectos MVRDV empezó a intentar dar solución al programa que se les había propuesto. De este modo empezaron los primeros bocetos. Tras estos, llegaron a la solución de colocar 87 apartamentos en el cuerpo central del edificio, dejando los 13 restantes en los cuerpos volados. El edificio cuenta con una superficie construida de 7500 m² en los cuales se incluyen todos los apartamentos. (AV Monografía 189-190, 2016: 16)

El inconveniente de tener que colocar estas cajas voladas, produjo algunas complicaciones a la hora de proyectarlas y, gracias a la cuidadosa forma de resolverlas, cuando se empezó a construir, tuvieron que hacerlo de manera muy meticulosa para que el resultado fuese el que ellos mismos habían llegado a proyectar. (AV Monografía 189-190, 2016: 16)

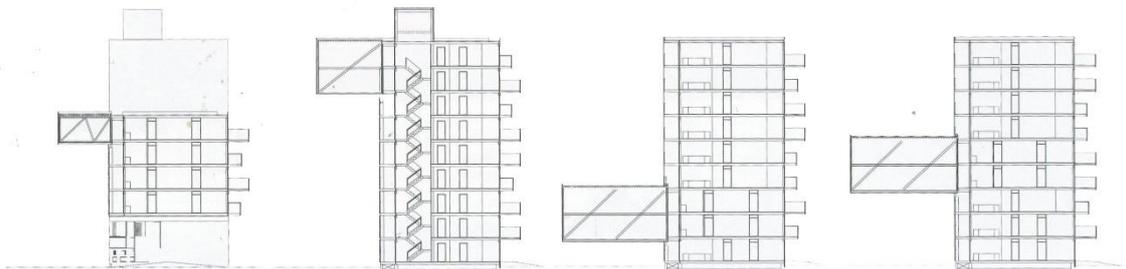


Figura 34: Secciones transversales

El proceso de construcción tuvo lugar entre 1994 y 1997. Con respecto al bloque principal, no tuvo la mayor dificultad, ya que se trata de un sistema estructural de muros de hormigón armado en los cuales apoya un forjado de losa alveolar. En cuanto a los voladizos, están sujetos mediante una serie de perfiles metálicos formando cerchas, empotra a los muros estructurales del cuerpo principal. Estos muros, debido a la exigencia de la normativa acústica del momento, no tuvieron que volverlos a redimensionar ni tampoco tuvieron que reforzarlos ya que contaban un espesor de 8 centímetros mayor de lo necesario para soportar las cargas estructurales. (AV Monografía 189-190, 2016: 16, 22)

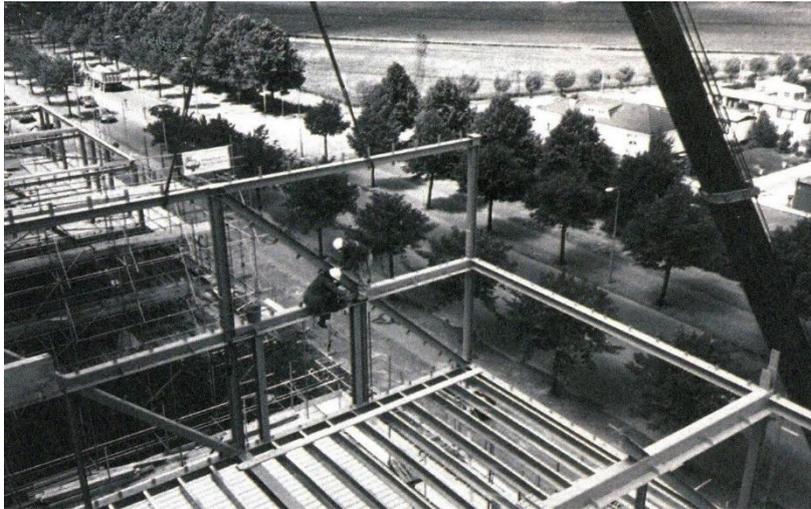


Figura 35: Fotografía proceso constructivo

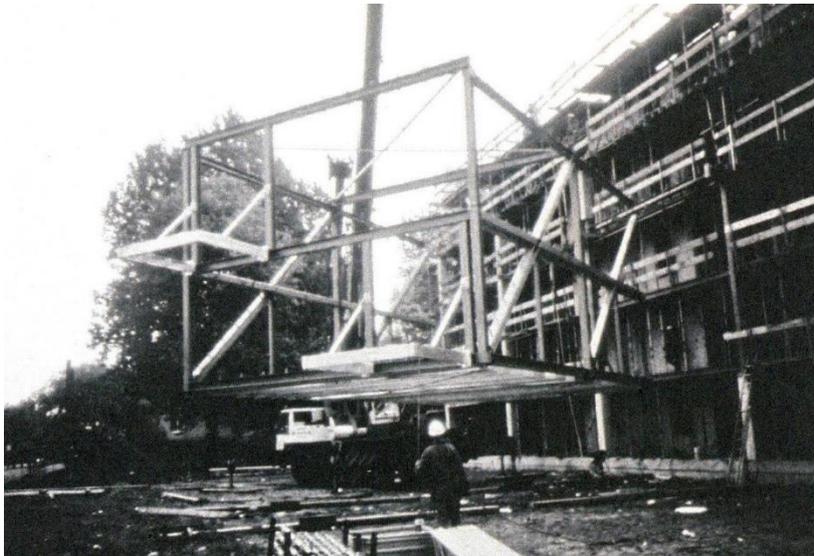


Figura 36: Fotografía proceso constructivo



Figura 37: Fotografía proceso constructivo

Sin embargo, para poder realizar la solución de colocar los 13 apartamentos volados, supuso un gran coste dentro del presupuesto, con lo cual, MVRDV llegó a la conclusión que el exceso que ocasionaban los voladizo, lo tenía que contrarrestar disminuyendo el coste del bloque principal. Y así fue, el sobrecoste generado por dichos elementos fue neutralizado con una reducción del 7% del resto del edificio. Consiguieron construir el edificio con un presupuesto de 4.5 millones de euros. (AV Monografía 189-190, 2016: 16, 23)

Por otro lado, con el fin de hacer más ligeros los voladizos, están resueltos también con losa alveolar, lo cual permite aligerar estos elementos además de facilitar tanto su construcción como la reducción del presupuesto. Además, en cuanto a las fachadas se refiere, utilizan un sistema de fachada ligera industrializada con cámara de aire con revestimiento exterior de lamas de madera de la zona, con lo cual, consiguen otra vez el objetivo de disminuir el peso total de los cuerpos volados. Esta solución de fachada la realizan en todo el perímetro de los voladizos y en el perímetro del cuerpo principal, a excepción de la fachada norte del bloque, que lo resuelven con un muro cortina parcialmente cerrado. Cabe destacar que la planta baja del cuerpo principal esta revestida con unos paneles de piedra que hacen parecer que el cuerpo de madera está sustentado mediante un zócalo. (AV Monografía 189-190, 2016: 21, 23)



Figura 38: Fotografía fachada sur

6.1 Materialidad

La elección de los materiales utilizados para la construcción del edificio, está hecha desde el más minucioso cuidado con tal de conseguir los objetivos propuestos en base a conseguir un peso ligero de los cuerpos en voladizo, que a su vez, conlleva la reducción en el presupuesto del bloque principal, que es otro propósito del estudio. Por otro lado, el grupo MVRDV se ha caracterizado por proyectar y construir sus obras con los materiales mínimos. Debido a esto, se utilizaron 4 materiales principales para la construcción, que fueron: el hormigón armado, la losa alveolar, las cerchas metálicas, el revestimiento de madera de la zona y vidrio. (El Croquis, 2014: 244)

La utilización del hormigón armado es simplemente para la realización de los muros de carga que forman parte del bloque principal del edificio. Estos muros están modulados de tal forma que coinciden con la modulación de cada una de las tipologías pertenecientes al bloque. (Wozoco 1)

La losa alveolar, es un elemento que desempeña un gran papel en la solución propuesta, puesto que este tipo de elementos consiguen salvar grandes luces con unos espesores de cantos reducidos. Por otro lado, al tratarse de un elemento aligerado, los arquitectos consiguen de nuevo el propósito de conseguir un peso reducido, además de tratarse de un sistema que facilita la puesta en obra y su construcción que es totalmente compatible con estructuras con perfiles metálicos. (Losa alveolar 1)

Las cerchas metálicas, son las encargadas de soportar los volúmenes volados tan característicos del edificio. Estos perfiles están atados entre sí, además de estar empotrados a los muros de hormigón armado que constituyen la estructura principal del bloque. Por otro lado, también se encuentran los perfiles metálicos tubulares que forman la subestructura que consiguen los espacios destinados a balcones. Esta forma de sujetarlos permite generar la apariencia de ligereza que buscan. (AV Monografía 189-190, 2016: 22)

El revestimiento de madera es el material utilizado como el acabado de las fachadas de los voladizos. Además de todas las fachadas del cuerpo central exceptuando la fachada norte. Al tratarse de una fachada ventilada ligera, este revestimiento permite dotar al edificio de elegancia en cuanto la visual general del mismo, y a su vez, proporcionar las ventajas del sistema de fachada al que pertenece. (Wozoco 1)

Por último, el vidrio se ha utilizado para revestir parcialmente la fachada norte, ya que se trata de un muro cortina discontinuo dejando el corredor de acceso principal de las viviendas en una zona de transición entre interior, que se consideraría cada uno de los apartamentos, y el exterior del edificio. Además, es el material utilizado para crear las barandillas de los balcones tan

característicos que cuenta el edificio, ya que varían en tamaños y colores. Este gesto tan peculiar dota de gran generosidad visual a los alzados y, de un carácter propio a cada uno de los apartamentos. (AV Monografía 189-190, 2016: 16)



Figura 39: Fotografía encuentro fachada norte y voladizo



Figura 40: Fotografía fachada sur

6.2 Esquema estructural

El reto al que se enfrentaron el grupo de arquitectos era conseguir resolver el programa que se les había encargado de los 100 apartamentos, respetando la normativa que impedía la utilización de más suelo y limitando la altura del edificio a las 9 plantas. Con la ejecución los voladizos, se podía resolver el problema de cumplir tanto con la normativa como con el programa. (Wozoco 1)

El cuerpo central del bloque está resuelto con muros de hormigón estructurales los cuales siguen la modulación de las tipologías de apartamentos. En estos muros, se apoyan las losas alveolares que forman los forjados de cada una de las plantas. Como ya se ha comentado en el apartado 4 anterior, no fue necesario reforzarlos ya que por normativa acústica se habían construido 8 centímetros mayor del espesor necesario para soportar los esfuerzos estructurales. (AV Monografía 189-190, 2016: 22)

La parte más compleja del proyecto se encuentra en resolver la estructura de los voladizos. Estos voladizos produjeron un sobrecoste en el presupuesto inesperado, pero consiguieron aminorarlo reduciendo el coste del bloque principal un 7%. Tal fue la obsesión del grupo en reducir los costes que al final se consiguió construir siendo la obra de vivienda social con el menor coste de la ciudad en el año 1997. (AV Monografía 189-190, 2016: 23)

La estructura de dichos voladizos se encuentra embebida en la propia fachada, logrando una sensación de inestabilidad entre la conexión entre estos y el muro cortina de la fachada norte, ya que el ancho de estos cuerpos es casi igual que el ancho del bloque principal. (Wozoco 2)

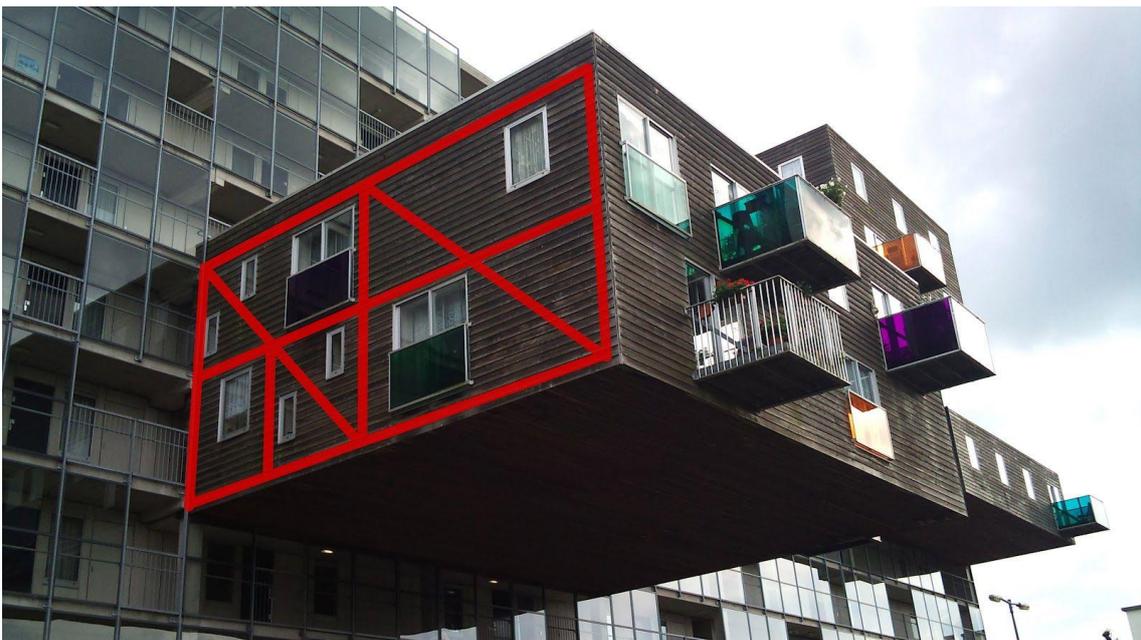


Figura 41: Fotografía con cercha grafiada

El sistema utilizado en esta estructura, se conoce como cerchas. La cercha es un elemento compuesto por perfiles metálicos los cuales están atados entre sí mediante nudos articulados. Las barras colocadas en las diagonales trabajan a tracción, mientras que las barras colocadas de manera vertical, lo hacen a compresión. (Cercha 1)

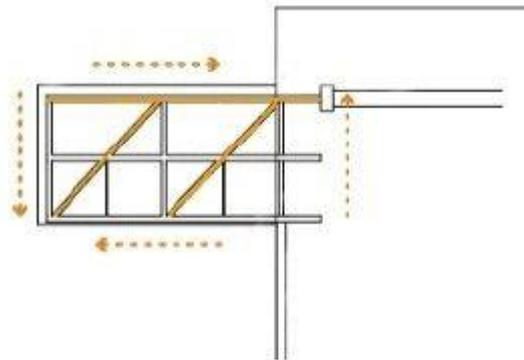


Figura 42: Esquema de reacciones

De este modo, anclando las cerchas a los muros de hormigón armado del cuerpo central se consiguen colocar estos 13 apartamentos que rozan los límites de la estabilidad.

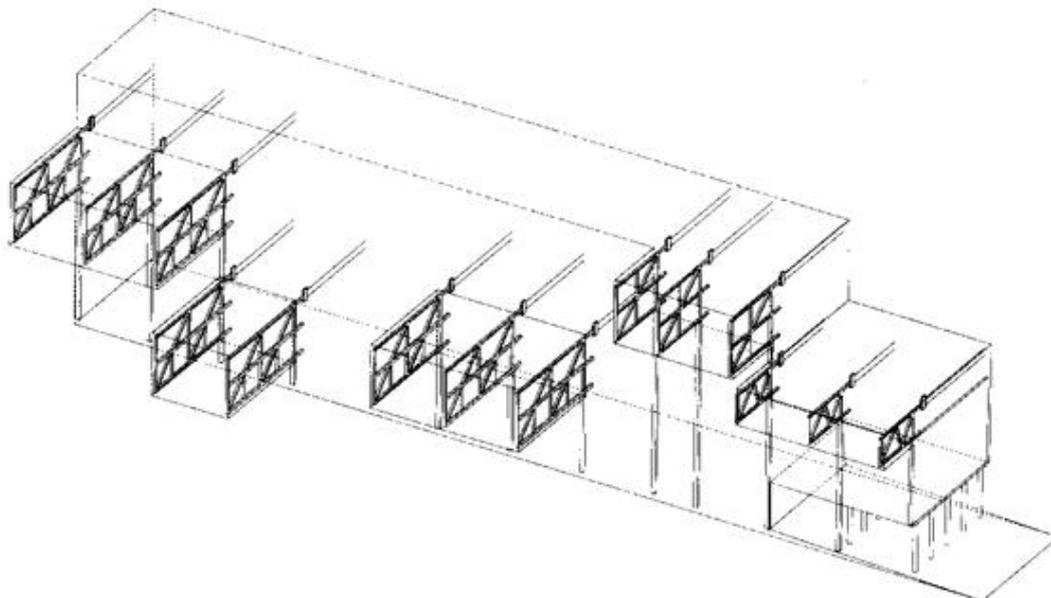


Figura 43: Esquemas estructural de las cerchas

6.3 Detalles constructivos

En este apartado, se van a desarrollar los detalles constructivos los voladizos. Como la mayoría de estos cuerpos cuentan con 2 alturas, se realizará el detalles de los 3 planos de forjados con el exterior al igual que los 3 planos de forjado con el encuentro con el bloque principal.

La fachada de estos cuerpos como es ligera industrializada, está compuesta por dos hojas auto portantes separadas por una cámara de aire muy ventilada. La hoja interior cuenta con un tablero OSB con un espesor 0,115 metros y una $\lambda = 0,13 \text{ W/m}\cdot\text{K}$, un aislamiento térmico de lana de roca con un espesor de 0,05 metros y una $\lambda = 0,0375 \text{ W/m}\cdot\text{K}$ y una placa de cartón yeso de espesor de 0,0125 metros con una $\lambda = 0,25 \text{ W/m}\cdot\text{K}$. Con esto se logra una $U = 0,679 \text{ W/m}^2\cdot\text{K}$ de la fachada.

Por otro lado, la cubierta se ha diseñado mediante una cubierta Deck, la cual está formada por una chapa grecada de acero de 0,004 metros de espesor con una $\lambda = 15 \text{ W/m}\cdot\text{K}$, una lámina corta vapor de 0,001 metros de espesor con una $\lambda = 0,13 \text{ W/m}\cdot\text{K}$ y un aislante térmico de lana de roca de 0,06 metros espesor con una $\lambda = 0,0375 \text{ W/m}\cdot\text{K}$. Logrando una $U = 0,197 \text{ W/m}^2\cdot\text{K}$ de la cubierta.

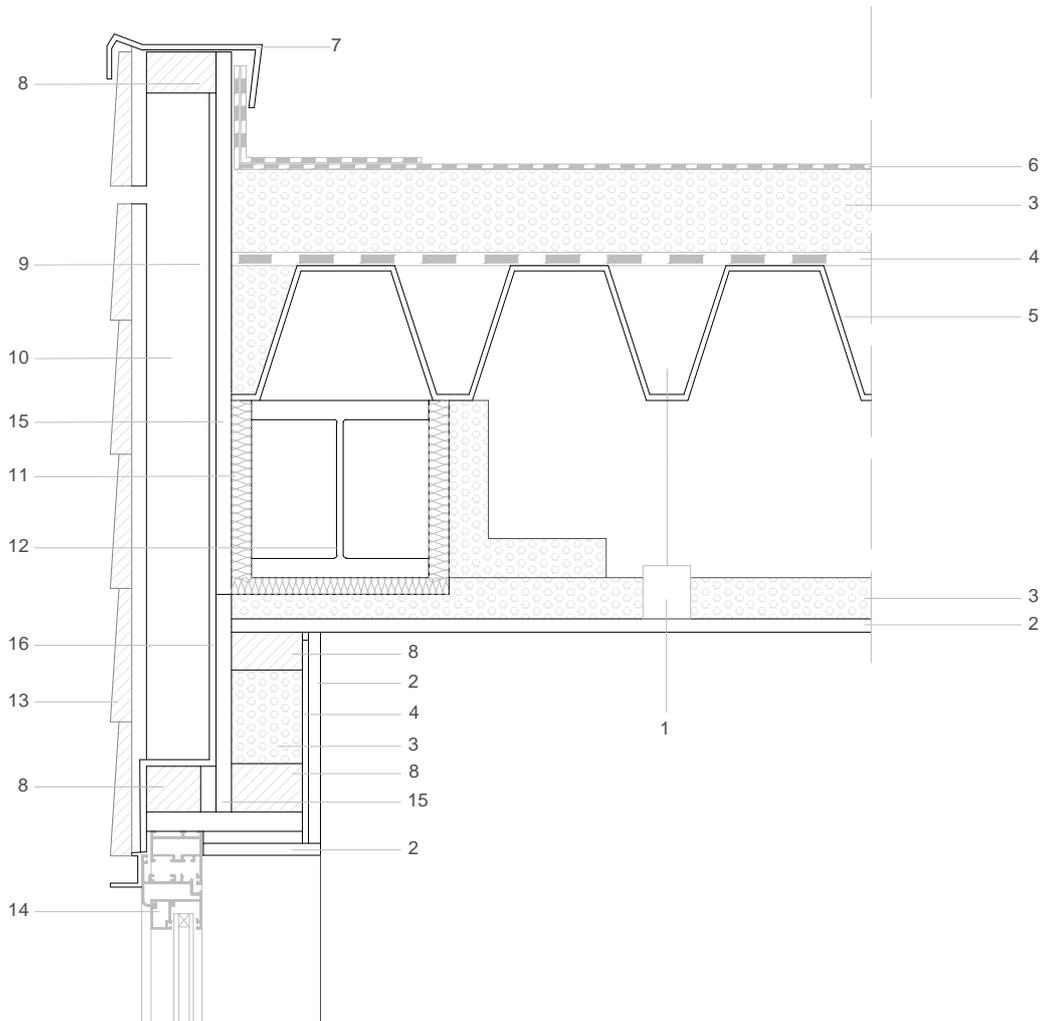
Se tratan de soluciones con las que cuentan con un peso final del conjunto bastante ligero en comparación con otro tipo de cerramientos y cubiertas. Esto una vez más, hace referencia con la idea de agilizar los cuerpos volados evitando tener que reforzar los muros, facilitando de este modo al sistema estructural del conjunto.

Po otro lado, también se va a aportar una solución similar de la fachada sur la cual cuenta con un detalle constructivo en 3D diferenciando sus componentes, acorde a la solución establecida de los cuerpos volados.

6.3.1 Cuerpos volados

Cubierta

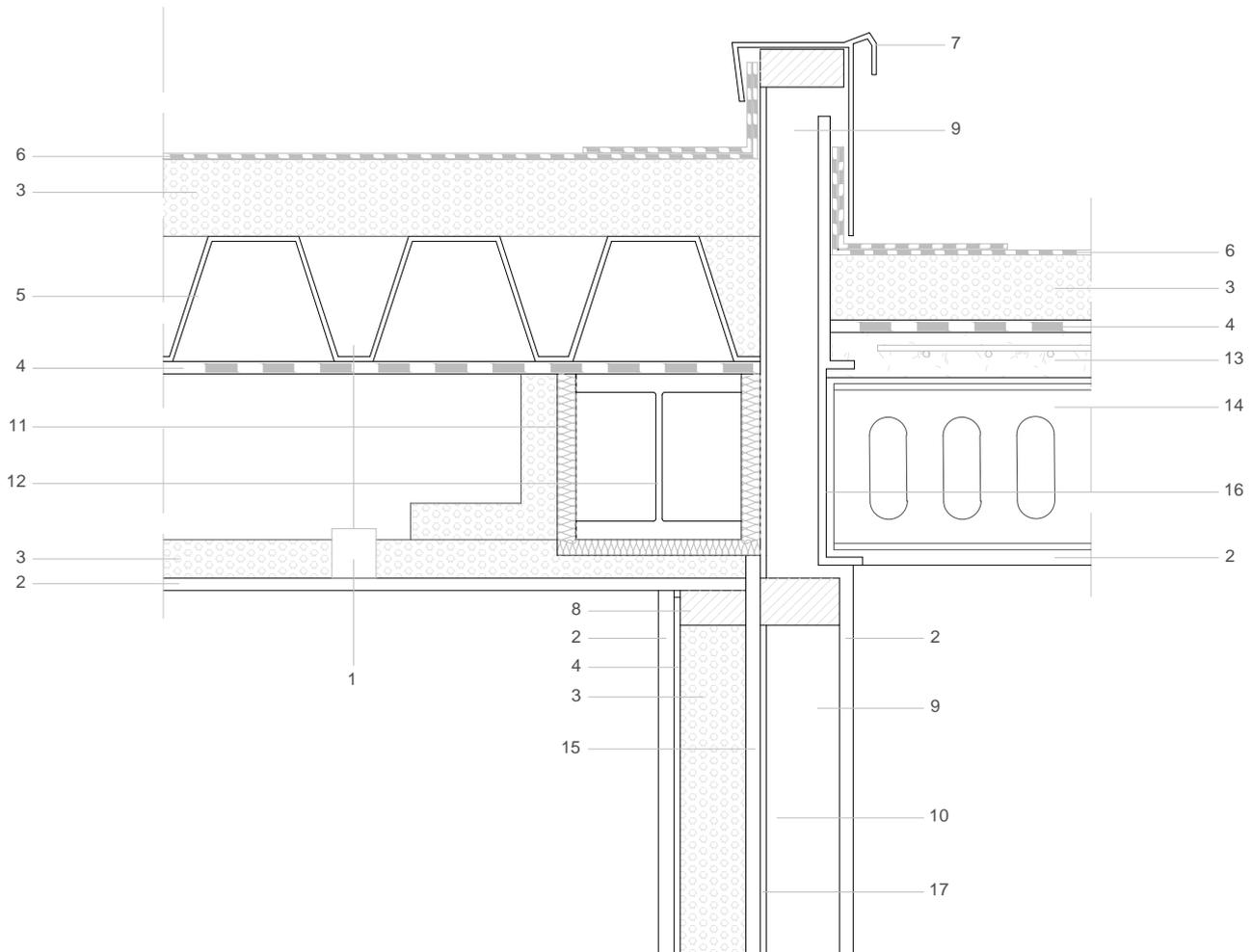
Encuentro entre fachada-cubierta.



- | | | | |
|-------------------------------|--|---------------------------------------|------------------------|
| 1. Pieza sujeción falso techo | 6. Lámina autoprotegida | 11. Aislante contra incendios | 16. Lámina impermeable |
| 2. Placa de carton yeso | 7. Remate coronación chapa aluminio lacado | 12. Perfil metálico elemento de atado | |
| 3. Aislante lana de roca | 8. Travesaño | 13. Revestimiento lamas de madera | |
| 4. Barrera corta vapor | 9. Montante | 14. Carpintería metálica | |
| 5. Chapa grecada de acero | 10. Cámara de aire | 15. Panel OSB | |

Figura 44: Detalle constructivo fachada-cubierta

Encuentro entre fachada-cubierta y cubierta del bloque principal.

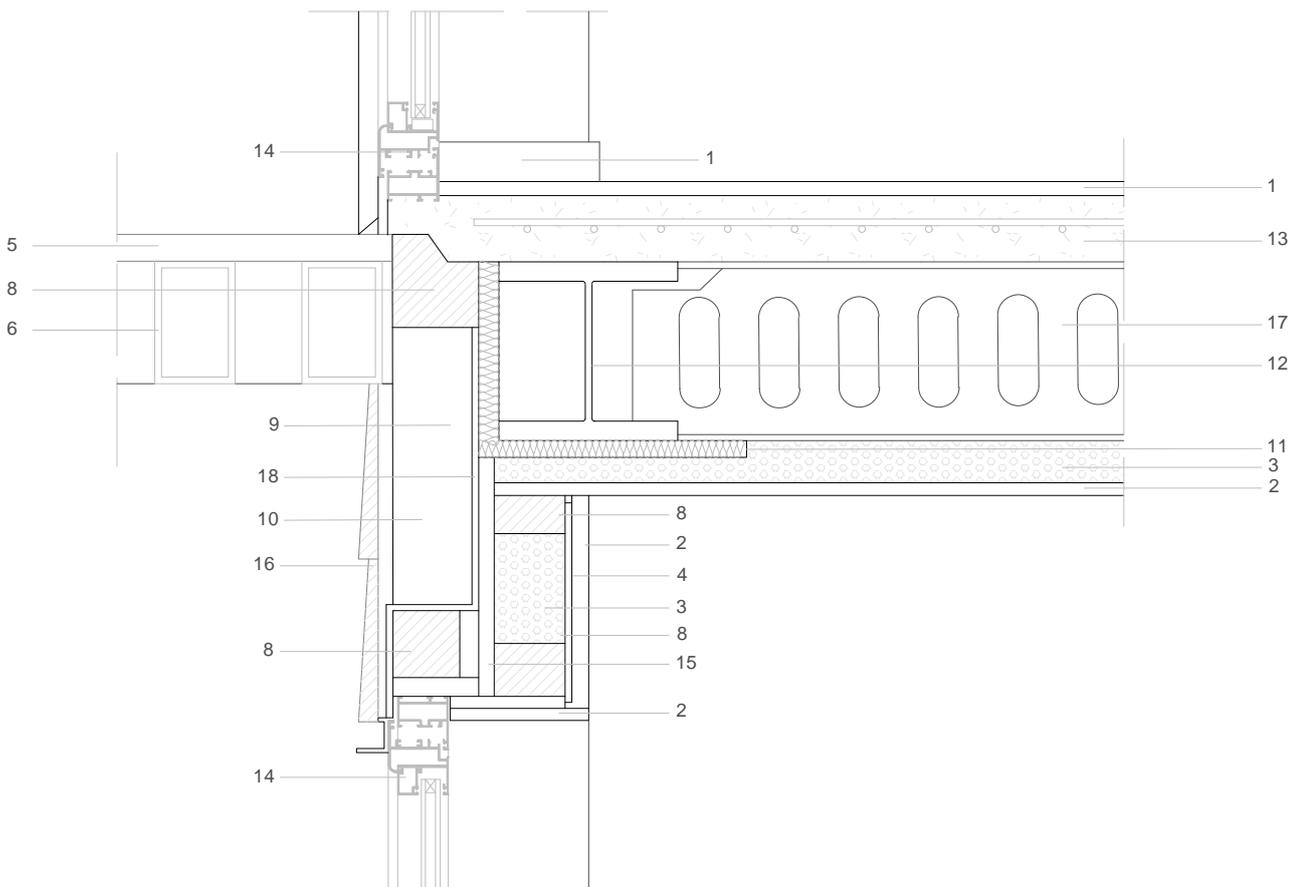


- | | | | |
|-------------------------------|--|---------------------------------------|------------------------|
| 1. Pieza sujeción falso techo | 6. Lámina autoprottegida | 11. Aislante contra incendios | 16. Perfil metálico |
| 2. Placa de carton yeso | 7. Remate coronación chapa aluminio lacado | 12. Perfil metálico elemento de atado | 17. Lámina impermeable |
| 3. Aislante lana de roca | 8. Travesaño | 13. Capa compresión | |
| 4. Barrera corta vapor | 9. Montante | 14. Losa alveolar | |
| 5. Chapa grecada de acero | 10. Cámara de aire | 15. Panel OSB | |

Figura 45: Detalle constructivo fachada-cubierta-cubierta

Forjado intermedio

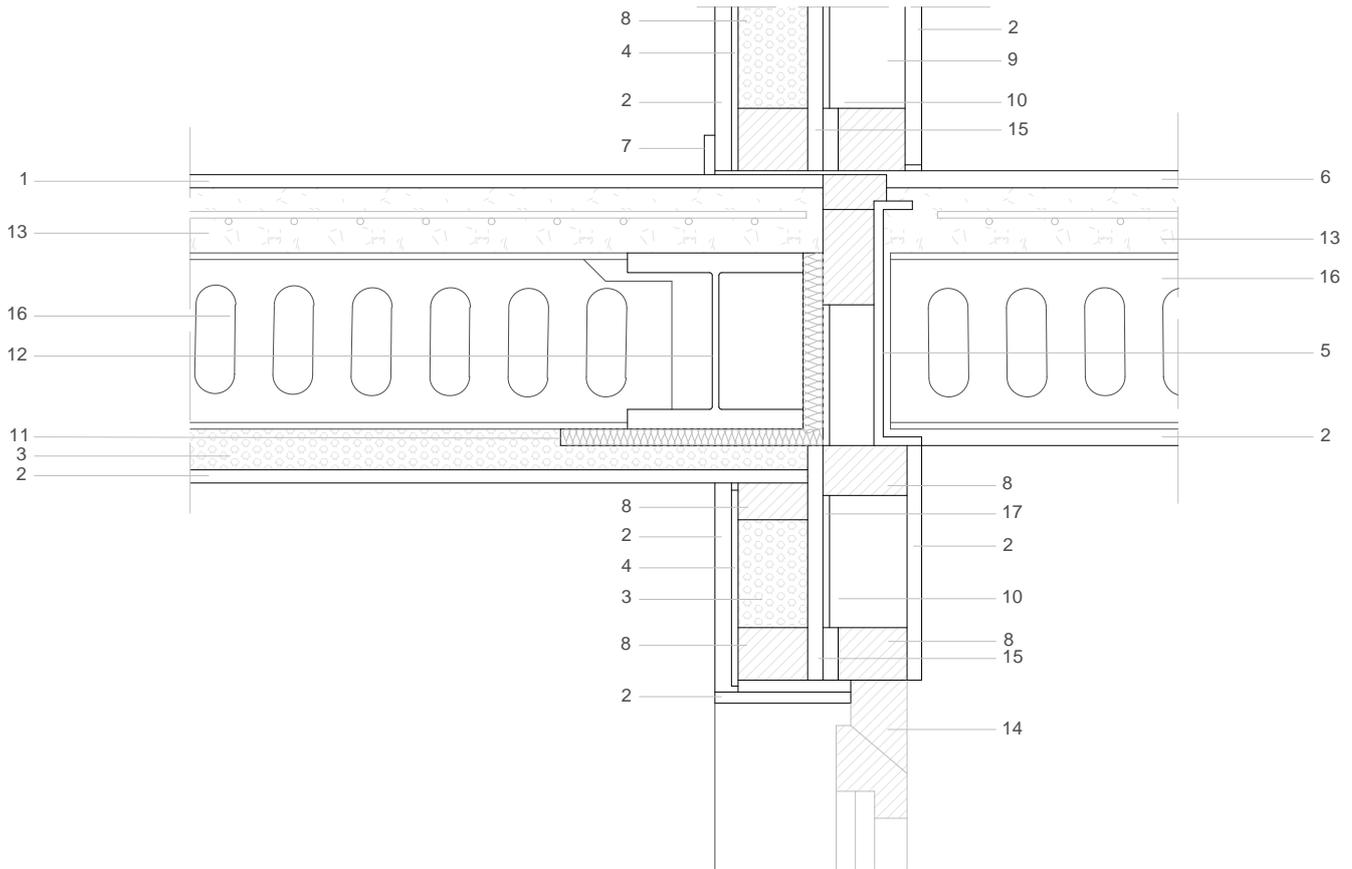
Encuentro entre fachada con balcón y forjado intermedio.



- | | | | |
|--------------------------|----------------------------|---------------------------------------|-----------------------------------|
| 1. Pavimento de linóleo | 6. Perfil metálico tubular | 11. Aislante contra incendios | 16. Revestimiento lamas de madera |
| 2. Placa de carton yeso | 7. Rodapié | 12. Perfil metálico elemento de atado | 17. Losa alveolar |
| 3. Aislante lana de roca | 8. Travesaño | 13. Capa de compresión | 18. Lámina impermeable |
| 4. Barrera corta vapor | 9. Montante | 14. Carpintería metálica | |
| 5. Tablero madera | 10. Cámara de aire | 15. Panel OSB | |

Figura 46: Detalle constructivo entre fachada-forjado intermedio

Encuentro entre cuerpo volado y corredor de acceso del bloque principal.

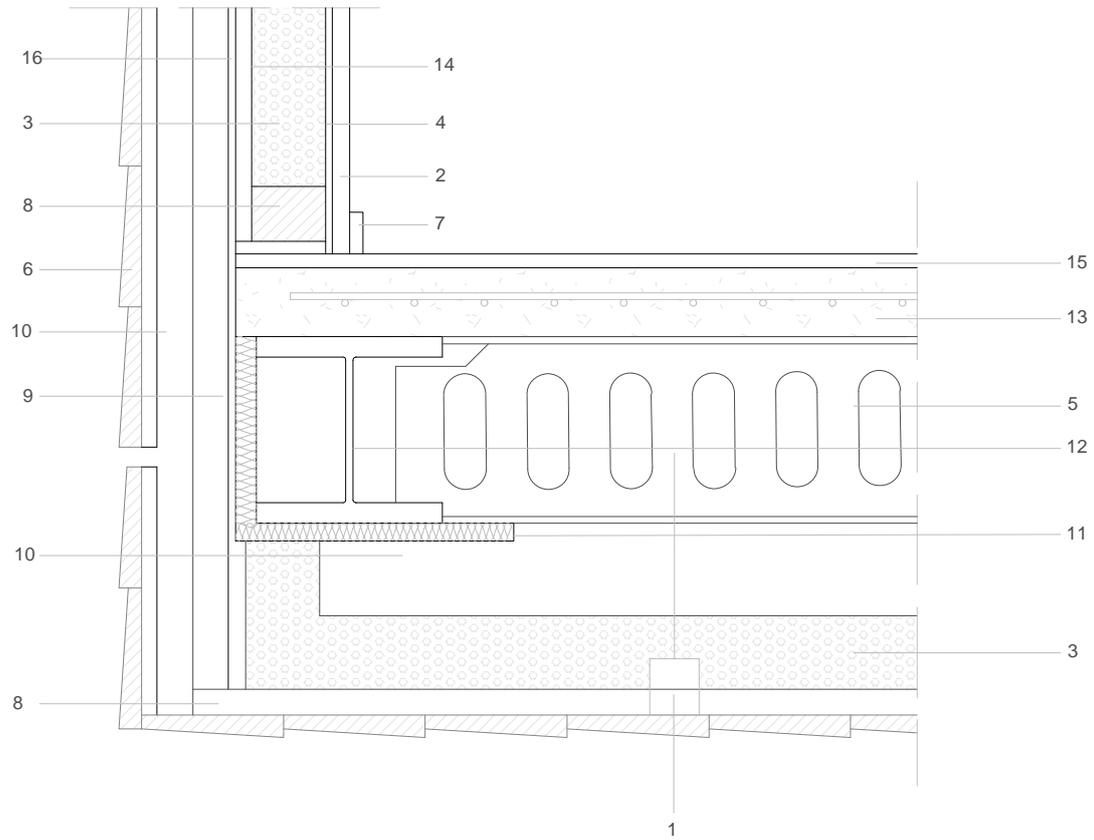


- | | | | |
|--------------------------|--------------------|---------------------------------------|------------------------|
| 1. Pavimento de linóleo | 6. Hormigón pulido | 11. Aislante contra incendios | 16. Losa alveolar |
| 2. Placa de carton yeso | 7. Rodapié | 12. Perfil metálico elemento de atado | 17. Lámina impermeable |
| 3. Aislante lana de roca | 8. Travesaño | 13. Capa de compresión | |
| 4. Barrera corta vapor | 9. Montante | 14. Carpintería de madera | |
| 5. Perfil metálico | 10. Cámara de aire | 15. Panel OSB | |

Figura 47: Detalle constructivo entre voladizo-corredor de acceso

Forjado inferior

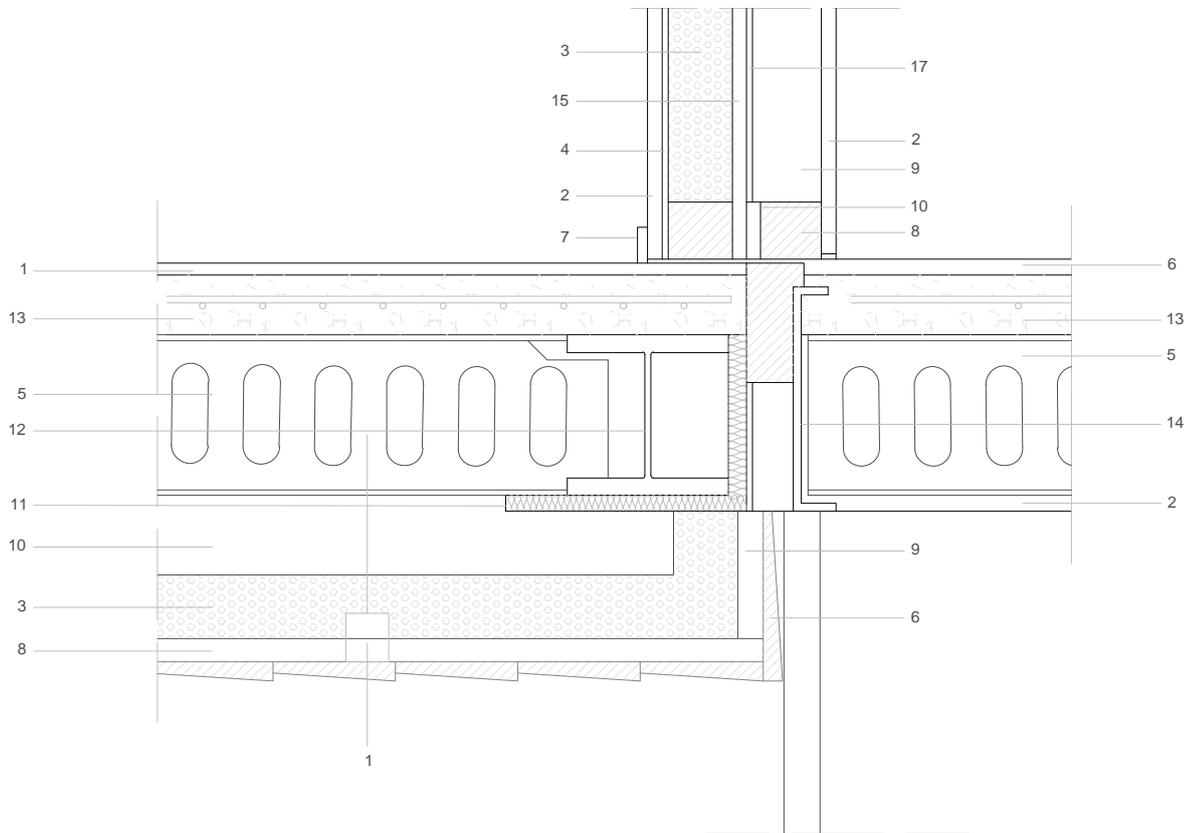
Encuentro entre fachada y forjado inferior.



- | | | | |
|-------------------------------|----------------------------------|---------------------------------------|------------------------|
| 1. Pieza sujeción falso techo | 6. Revestimiento lamas de madera | 11. Aislante contra incendios | 16. Lámina impermeable |
| 2. Placa de carton yeso | 7. Rodapié | 12. Perfil metálico elemento de atado | |
| 3. Aislante lana de roca | 8. Travesaño | 13. Capa de compresión | |
| 4. Barrera corta vapor | 9. Montante | 14. Panel OSB | |
| 5. Losa alveolar | 10. Cámara de aire | 15. Pavimento de linóleo | |

Figura 48: Detalle constructivo entre fachada-forjado inferior

Encuentro entre cuerpo volado y corredor de acceso del bloque principal.

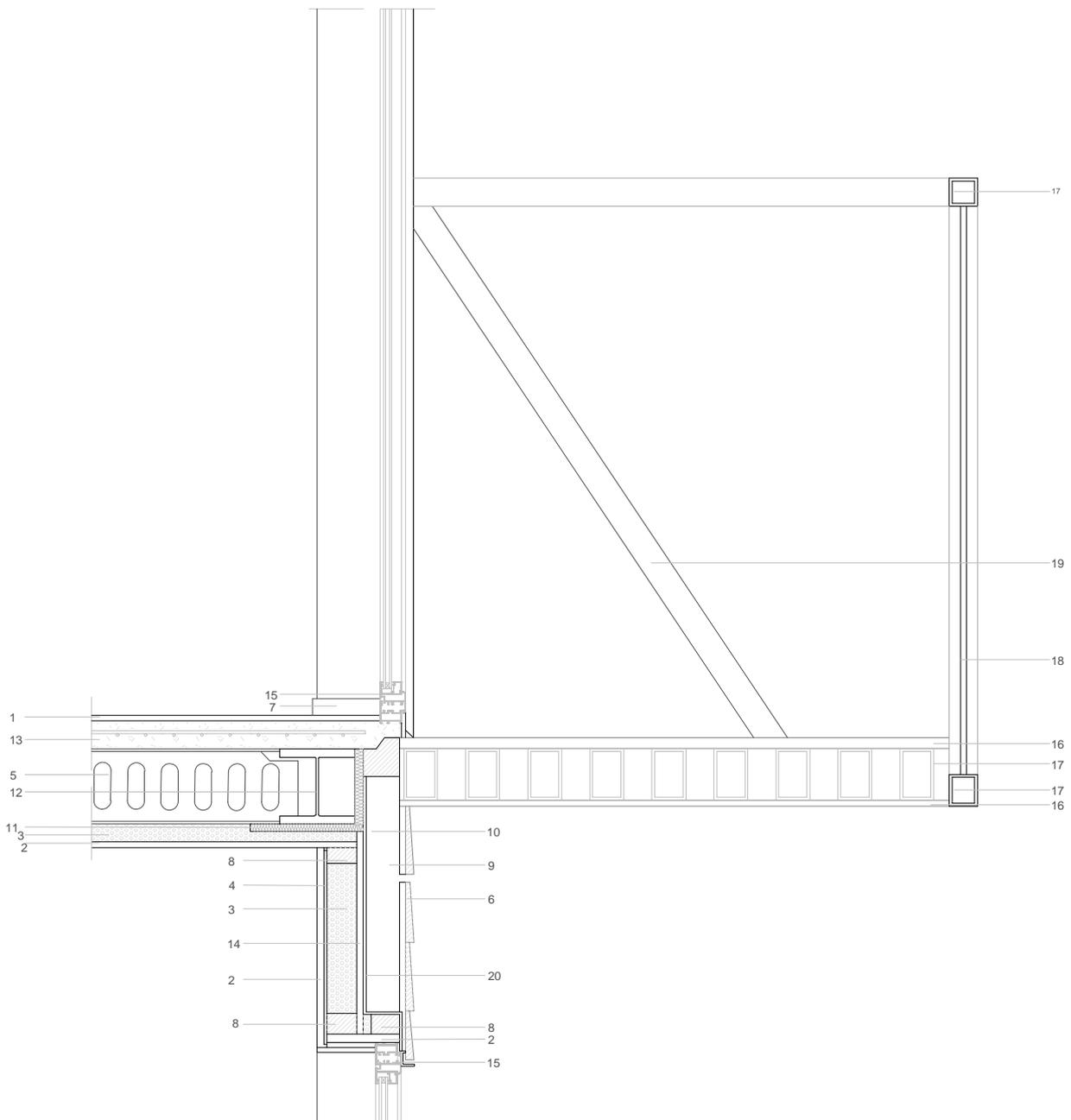


- | | | | |
|-------------------------------|----------------------------------|---------------------------------------|--------------------------|
| 1. Pieza sujeción falso techo | 6. Revestimiento lamas de madera | 11. Aislante contra incendios | 16. Pavimento de linóleo |
| 2. Placa de carton yeso | 7. Rodapié | 12. Perfil metálico elemento de atado | 17. Lámina impermeable |
| 3. Aislante lana de roca | 8. Travesaño | 13. Capa de compresión | |
| 4. Barrera corta vapor | 9. Montante | 14. Perfil metálico | |
| 5. Losa alveolar | 10. Cámara de aire | 15. Panel OSB | |

Figura 49: Detalle constructivo entre cuerpo volado-corredor de acceso

6.3.2 Bloque principal

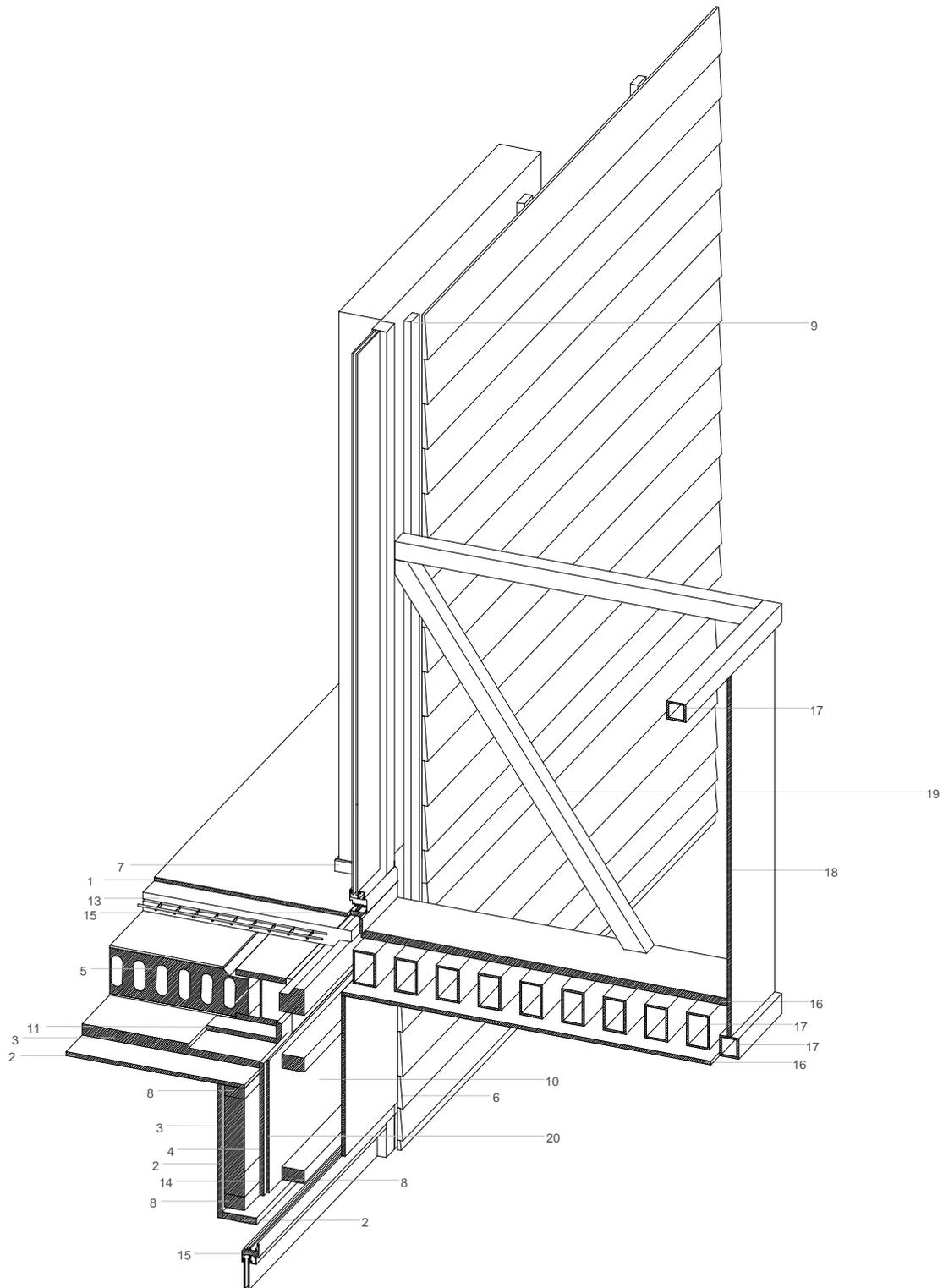
Encuentro entre fachada sur con forjado intermedio.



- | | | | |
|--------------------------|----------------------------------|---------------------------------------|----------------------------|
| 1. Pavimento de linóleo | 6. Revestimiento lamas de madera | 11. Aislante contra incendios | 16. Tablero de madera |
| 2. Placa de carton yeso | 7. Rodapié | 12. Perfil metálico elemento de atado | 17. Perfil tubular |
| 3. Aislante lana de roca | 8. Travesaño | 13. Capa de compresión | 18. Vidrio barandilla |
| 4. Barrera corta vapor | 9. Montante | 14. Panel OSB | 19. Tirante perfil tubular |
| 5. Losa alveolar | 10. Cámara de aire | 15. Carpintería metálica | 20. Lámina impermeable |

Figura 50: Detalle constructivo fachada-forjado intermedio

3D encuentro entre fachada sur con forjado intermedio.



- | | | | |
|--------------------------|----------------------------------|---------------------------------------|----------------------------|
| 1. Pavimento de linóleo | 6. Revestimiento lamas de madera | 11. Aislante contra incendios | 16. Tablero de madera |
| 2. Placa de carton yeso | 7. Rodapié | 12. Perfil metálico elemento de atado | 17. Perfil tubular |
| 3. Aislante lana de roca | 8. Travesaño | 13. Capa de compresión | 18. Vidrio barandilla |
| 4. Barrera corta vapor | 9. Montante | 14. Panel OSB | 19. Tirante perfil tubular |
| 5. Losa alveolar | 10. Cámara de aire | 15. Carpintería metálica | 20. Lámina impermeable |

Figura 51: Detalle constructivo 3D fachada-forjado intermedio

7 Conclusiones

Tras la realización de este trabajo de investigación sobre la obra de MVRDV, y más en concreto, haber estudiado y analizado el edificio de apartamentos de Wozoco, se ha podido apreciar desde un segundo plano, pero no menos importante, la función que desarrollan los profesionales de la arquitectura y la capacidad que tienen para solventar problemas que surgen en un proyecto. Este talento pasa muchas veces desapercibido, por ello hay que remarcarlo como una de las primeras conclusiones del trabajo.

La arquitectura es un término difícil de explicar, ya que se trata de una combinación de arte y técnica, pero a la vez muy fácil de sentir si realmente te apasiona esta profesión. Pero sin embargo, cuando se habla de técnica, la arquitectura se puede resumir en grandes rasgos en estructura, construcción e instalaciones. Si se compara el edificio con un ser humano, estaríamos hablando del sistema óseo, sistema muscular y sistema circulatorio. Estas tres componentes son básicas y esenciales para que un edificio pueda “vivir”.

Con lo que respecta a la construcción, es fundamental para el edificio. Se debe entender como construcción a todo el proceso de ejecución de la obra hasta la envolvente de la misma, de ahí la similitud con el sistema muscular. La construcción al fin y al cabo es imprescindible entenderla para poder llegar a soluciones óptimas y coherentes tal y como se ha conseguido tras la realización de los detalles constructivos.

Otro punto a destacar, es el aprendizaje que se ha podido obtener, desde el funcionamiento y composición de la fachada de este proyecto hasta la manera de filtrar información relevante de distintas fuentes y poder plasmarla y transmitirla de la mejor manera posible.

“Estudiar arquitectura es aprender que ésta es una profesión de servicio. Es aprender a combinar de forma delicada miles de aspectos técnicos con otros tantos estéticos y de diseño.”

Raúl García García 30 septiembre, 2016

8 Bibliografía

Alcalá, M. (2019). Totaltrailerlevante.com. Disponible en:

<http://www.totaltrailerlevante.com/wp-content/uploads/2014/03/TableroOSB3.pdf> [3 Oct. 2019].

Alía Jiménez, J. (2017). Joseluisaliajimenez | Construcción. José Luis Alia Jimenez.

Disponible en: <https://joseluisaliajimenez.wixsite.com/joseluisaliajimenez/construccn> [11 Set. 2019].

Ámsterdam 1 (2019). Los barrios de Amsterdam | I amsterdam. iamsterdam.com. Disponible en: <https://www.iamsterdam.com/es/zonas-y-barrios/los-barrios> [15 Ago. 2019].

Arango Hernández, J. (2017). Repository.usta.edu.co. Disponible en:

<https://repository.usta.edu.co/bitstream/handle/11634/14158/2018ArangoHernandezJuanCamilo.pdf?sequence=1&isAllowed=y> [10 Ago. 2019].

Cercha 1 (2019). *Viga Pratt | Construpedia, enciclopedia construcción*. Construmatica.com.

Disponible en: https://www.construmatica.com/construpedia/Viga_Pratt [1 Oct. 2019].

Codalmha.com. (2019). Disponible en: http://codalmha.com/wp-content/uploads/2016/10/Paneles_Techos.pdf [3 Oct. 2019].

Es.wikipedia.org. (2019). Aislante térmico. Disponible en:

https://es.wikipedia.org/wiki/Aislante_t%C3%A9rmico#Lana_de_roca [1 Oct. 2019].

Es.wikipedia.org. (2019). MVRDV. Disponible en: <https://es.wikipedia.org/wiki/MVRDV> [1 Ago. 2019].

Fernández, L. (2015). Nathalie de Vries 1965. Un día | una arquitecta. Disponible en:

<https://undiaunaarquitecta.wordpress.com/2015/12/02/nathalie-de-vries-1965/> [1 Ago. 2019].

Fernández, L., Fernández, L. *MVRDV, dream works*. AV Monografías 189-190, 2016

García Barba, F. (2009). URBANISMO Y ARQUITECTURA RESIDENCIAL EN HOLANDA | García Barba - Islas Territorio. Garciabarba.com. Disponible en: <http://www.garciabarba.com/islasterritorio/urbanismo-y-arquitectura-residencial-en-holanda/> [5 Ago. 2019].

Granger, V. (2010). Wozoko, système constructif. Issuu. Disponible en: https://issuu.com/virginie-granger/docs/entrega_final_constru/3 [20 Ago. 2019].

Losa alveolar 1 (2019). *Forjado de Placa Alveolar | PREFABRICADOS ALVE.* Prefabricadosalve.com. Disponible en: <http://www.prefabricadosalve.com/forjado-de-placa-alveolar> [1 Oct. 2019].

Márquez Cecilia, Fernando, and Richard Levene. *MVRDV : 2003-2014 : Ciudad evolutiva = evolutionary city.* El Croquis, 2014.

Mvrdv. MVRDV en VPRO (1999). *La forma sigue a la acción.*

Pérez & Sánchez Arquitectos (2019). MVRDV. Fabiodn17.wixsite.com. Disponible en: <https://fabiodn17.wixsite.com/mvrdv/blank-ctxx> [1 Ago. 2019].

Ruby, Ilka, et al (2015). *MVRDV Buildings.*

Vivienda y densidad. (2013). Basel: De Gruyter.

Wozoco 1. Apartamentos Wozoco en Amsterdam - Ficha, Fotos y Planos - WikiArquitectura. WikiArquitectura. Disponible en: <https://es.wikiarquitectura.com/edificio/apartamentos-wozoco-en-amsterdam/> [1 Ago. 2019].

Wozoco 2. Clásicos de Arquitectura: WoZoCo / MVRDV. Plataforma Arquitectura. Disponible en: <https://www.plataformaarquitectura.cl/cl/02-149611/clasicos-de-arquitectura-wozoco-mvrdv> [3 Ago. 2019].

9 Índice de figuras

Figura 1: Winy Maas, Jacob van Rijs y Nathalie de Vries.....	4
< https://realestatemarket.com.mx/arquitectura/24070-mvrdv-investigacion-analisis-y-experimentacion >	
Figura 2: Vista de uno de los canales del nuevo barrio de Wateringseveld en La Haya. Programa Vinex.....	7
< http://www.garciabarba.com/islasterritorio/vinex-una-planificacion-exitosa-de-la-residencia/ >	
Figura 3: Diseño urbano del barrio de Biesland. Programa Vinex.....	7
< http://www.garciabarba.com/islasterritorio/vinex-una-planificacion-exitosa-de-la-residencia/ >	
Figura 4: Detalle del Plan Maestro para Het Carré en Heerhugowaard. Programa Vinex.....	7
< http://www.garciabarba.com/islasterritorio/vinex-una-planificacion-exitosa-de-la-residencia/ >	
Figura 5: Fotografía maqueta Berlín Voids.....	8
< https://www.mvrdv.nl/projects/165/berlin-voids >	
Figura 6: Fotografía exterior de Silodam.....	9
< https://www.archdaily.com/537940/a-new-architectural-style-for-the-age-of-the-individual >	
Figura 7: Fotografía exterior del Mirador de Madrid.....	9
< https://www.mvrdv.nl/projects/135/mirador >	
Figura 8: Fotografía exterior de los apartamentos de Wozoco.....	11
< https://wiki.ead.pucv.cl/Departamentos_Wozoco,_Amsterdam >	
Figura 9: Ubicación del edificio en el barrio de Osdorp.....	11
< https://www.google.com/maps/place/Osdorp,+Ámsterdam,+Países+Bajos/@52.3579245,4.7874332,8932m/data=!3m1!1e3!4m5!3m4!1s0x47c5e3dd7983803b:0x41593e3278fb7323!8m2!3d52.3599222!4d4.7891092!5m1!1e4 >	
Figura 10: Plano de situación.....	12
AV Monografía 189-190, 2016	
Figura 11: Perspectivas volumétricas.....	13
AV Monografía 189-190, 2016	
Figura 12: Planta baja.....	14
< https://documentos.arq.com.mx/Detalles/35913.html >	
Figura 13: Fotografía Hall de entrada principal.....	15
< https://www.mvrdv.nl/projects/170/wozoco >	
Figura 14: Fotografía corredor de circulación.....	15
< http://comover-arq.blogspot.com/2011/03/wozoco-mvrdv.html >	

Figura 15: Planta tipología A 16
 < <https://documentos.arq.com.mx/Detalles/35913.html> >

Figura 16: Planta tipología B 17
 < <https://documentos.arq.com.mx/Detalles/35913.html> >

Figura 17: Planta tipología C 18
 < <https://documentos.arq.com.mx/Detalles/35913.html> >

Figura 18: Planta tipología D 19
 < <https://documentos.arq.com.mx/Detalles/35913.html> >

Figura 19: Planta tipología E 20
 < <https://documentos.arq.com.mx/Detalles/35913.html> >

Figura 20: Planta tipología F..... 21
 < <https://documentos.arq.com.mx/Detalles/35913.html> >

Figura 21: Planta tipología G 21
 < <https://documentos.arq.com.mx/Detalles/35913.html> >

Figura 22: Alzado norte..... 22
 < <https://documentos.arq.com.mx/Detalles/35913.html> >

Figura 23: Planta baja y primera 23
 < <https://documentos.arq.com.mx/Detalles/35913.html> >

Figura 24: Planta segunda y tercera..... 24
 < <https://documentos.arq.com.mx/Detalles/35913.html> >

Figura 25: Planta cuarta y quinta 25
 < <https://documentos.arq.com.mx/Detalles/35913.html> >

Figura 26: Planta sexta y séptima..... 26
 < <https://documentos.arq.com.mx/Detalles/35913.html> >

Figura 27: Planta octava..... 27
 < <https://documentos.arq.com.mx/Detalles/35913.html> >

Figura 28: Sección longitudinal 28
 < <https://documentos.arq.com.mx/Detalles/35913.html> >

Figura 29: Alzado sur..... 28
 < <https://documentos.arq.com.mx/Detalles/35913.html> >

Figura 30: Alzado norte..... 28

< https://documentos.arq.com.mx/Detalles/35913.html >	
Figura 31: Sección transversal.....	29
< https://documentos.arq.com.mx/Detalles/35913.html >	
Figura 32: Alzado este.....	30
< https://documentos.arq.com.mx/Detalles/35913.html >	
Figura 33: Alzado oeste.....	31
< https://documentos.arq.com.mx/Detalles/35913.html >	
Figura 34: Secciones transversales.....	32
< https://documentos.arq.com.mx/Detalles/35913.html >	
Figura 35: Fotografía proceso constructivo	33
MVRDV Buildings, 2015	
Figura 36: Fotografía proceso constructivo	33
MVRDV Buildings, 2015	
Figura 37: Fotografía proceso constructivo	33
MVRDV Buildings, 2015	
Figura 38: Fotografía fachada sur	34
< https://www.mvrdv.nl/projects/170/wozoco >	
Figura 39: Fotografía encuentro fachada norte y voladizo	36
< https://www.mvrdv.nl/projects/170/wozoco >	
Figura 40: Fotografía fachada sur	36
< https://www.mvrdv.nl/projects/170/wozoco >	
Figura 41: Fotografía con cercha grafiada.....	37
< https://www.pinterest.es/pin/446349013053928372/?lp=true >	
Figura 42: Esquema de reacciones.....	38
< https://www.flickr.com/photos/valetellez/5590370159/lightbox/ >	
Figura 43: Esquemas estructural de las cerchas	38
< https://tresiyo.com/blog/2012/04/23/edificio-wozoco/ >	
Figura 44: Detalle constructivo fachada-cubierta	40
< https://www.plataformaarquitectura.cl/cl/02-149611/clasicos-de-arquitectura-wozoco-mvrdv/detalles_constructivos_de_cajas_suspendidas >	
Figura 45: Detalle constructivo fachada-cubierta-cubierta.....	41
< https://www.plataformaarquitectura.cl/cl/02-149611/clasicos-de-arquitectura-wozoco-mvrdv/detalles_constructivos_de_cajas_suspendidas >	

Figura 46: Detalle constructivo entre fachada-forjado intermedio..... 42
< https://www.plataformaarquitectura.cl/cl/02-149611/clasicos-de-arquitectura-wozoco-mvrdv/detalles_constructivos_de_cajas_suspendidas >

Figura 47: Detalle constructivo entre voladizo-corredor de acceso..... 43
< https://www.plataformaarquitectura.cl/cl/02-149611/clasicos-de-arquitectura-wozoco-mvrdv/detalles_constructivos_de_cajas_suspendidas >

Figura 48: Detalle constructivo entre fachada-forjado inferior 44
< https://www.plataformaarquitectura.cl/cl/02-149611/clasicos-de-arquitectura-wozoco-mvrdv/detalles_constructivos_de_cajas_suspendidas >

Figura 49: Detalle constructivo entre cuerpo volado-corredor de acceso..... 45
< https://www.plataformaarquitectura.cl/cl/02-149611/clasicos-de-arquitectura-wozoco-mvrdv/detalles_constructivos_de_cajas_suspendidas >

Figura 50: Detalle constructivo fachada-forjado intermedio 46

Figura 51: Detalle constructivo 3D fachada-forjado intermedio..... 47