

LA RUPTURA DEL ESPACIO CARTESIANO: LA TENSIÓN OBLICUA EN LA ARQUITECTURA CONTEMPORÁNEA

Ignacio Solera Escorihuela
Trabajo Final de Grado

Tutor: José Luis Baró Zarzo
Departamento de Composición Arquitectónica
Universidad Politécnica de Valencia
Escuela Superior de Arquitectura
Grado en Fundamentos de la Arquitectura
Curso 2021-2022, noviembre 2021



ESCUELA TÉCNICA
SUPERIOR DE
ARQUITECTURA



UNIVERSITAT
POLITÈCNICA
DE VALÈNCIA

Agradecer la ayuda y colaboración de José Luis Baró Zarzo , quien me guió a través de cada una de las etapas de este proyecto.

Gracias a mi familia, por el apoyo incondicional durante todas las etapas de la formación. Por los que están y por los que se fueron.

ÍNDICE

Resumen y palabras clave	1
Prólogo	4
Presentación	4
MOTIVACIÓN	5
METODOLOGÍA	7
Objetivos y ámbito de estudio	7
Método de investigación	7
Fuentes	8
Procedimiento	8
Capítulo I Contexto teórico	10
Glosario	11
Antecedentes	12
Aportaciones teóricas:	13
Juan Caramuel de Lobkowitz	13
Claude Parent y Paul Virilio	14
Capítulo II Estudio de casos	16
LA DIAGONAL EN PLANTA	18
PABELLÓN SOVIÉTICO EXPO UNIVERSAL DE PARÍS	19
CASAS EN SERIE PARA ARTESANOS	27
RUPTURA DEL PLANO HORIZONTAL	34
BIBLIOTECA JUSSIEU	35
TERMINAL MARÍTIMA EN YOKOHAMA	41
LA DIAGONAL EN SECCIÓN	50
DOS CASAS EN PONTE DE LIMA	51
MUSEO DE BELLAS ARTES DE CASTELLÓN	59
TENSIONES NO EUCLIDIANAS	68
VICTORIA AND ALBERT MUSEUM	69
RUPTURA DEL PLANO VERTICAL	78
PUERTA DE EUROPA	79
ROTACIONES	90
LABORATORIOS JORBA	91
Capítulo III	100
Conclusiones	100
Bibliografía	104

PALABRAS CLAVE

Oblicuo, Diagonal, Inestabilidad, Estudio de casos, Tensión, Percepción

KEYWORDS

Oblique, Diagonal, Instability, Case study, Tension, Perception

PARAULES CLAU

Oblic, Diagonal, Inestabilitat, Estudi de casos, Tensió, Percepció

RESUMEN

¿Qué motivos nos llevan a distorsionar el espacio? ¿Por qué en algunos casos escapamos de los espacios rectos? ¿Qué pueden aportar espacios no lineales? En este trabajo haremos una serie de análisis y reflexiones con las que intentaremos entender los motivos por los que los arquitectos buscan estas geometrías en sus diseños.

La ruptura del espacio cartesiano ha estado siempre presente en el mundo de la arquitectura, las herramientas y sistemas para romper el ángulo recto y la linealidad han sido esenciales para la solución de problemas geométricos, para la creación de vanguardias, para la experimentación e incluso para las innovaciones a nivel estructural entre muchos otros campos.

La utilización de estas herramientas para concebir un espacio han sido siempre inspiradoras e innovadoras, al fin y al cabo, el ángulo recto y la línea recta parecen surgir del propio ser humano, como una invención artificial donde se evidencia la creación de elementos que nos pertenecen en su totalidad, sin embargo, dentro de todos los motivos posibles por los que se llevan a cabo estas formas, uno de los más primitivos, es el de volver a vincular al ser humano con la naturaleza y el entorno, ya sea mediante el arte, la adaptación a la envolvente, o nuevas tecnologías que pretenden vincular lo artificial con el mundo que nos rodea.

RESUM

Quins motius ens porten a distorsionar l'espai? Per què en alguns casos escapem dels espais rectes? Què poden aportar espais no lineals? En aquest treball farem una sèrie d'anàlisi i reflexions amb les quals intentarem entendre els motius pels quals els arquitectes busquen aquestes geometries en els seus dissenys.

La ruptura de l'espai cartesià ha estat sempre present en el món de l'arquitectura, les eines i sistemes per a trencar l'angle recte i la linealitat han sigut essencials per a la solució de problemes geomètrics, per a la creació d'avantguardes, per a l'experimentació i fins i tot per a les innovacions a nivell estructural entre molts altres camps.

La utilització d'aquestes eines per a concebre un espai han sigut sempre inspiradores i innovadores, al cap i a la fi, l'angle recte i la línia recta semblen sorgir del propi ésser humà, com una invenció artificial on s'evidencia la creació d'elements que ens pertanyen íntegrament, no obstant això, dins de tots els motius possibles pels quals es duen a terme aquestes formes, un dels més primitius, és el de tornar a vincular a l'ésser humà amb la naturalesa i l'entorn, ja siga mitjançant l'art, l'adaptació a l'envolupant, o noves tecnologies que pretenen vincular l'artificial amb el món que ens envolta.

SUMMARY

What are the reasons that have lead us to distort space? Why, in some cases, try to get away from straight spaces? What can non-linear spaces provide? In this dissertation we will make a series of analysis and deliberations with which we will attempt the reasons why architects look for these geometries for their designs.

The rupture of cartesian space has always been present in the architectural world. The tools and systems to break the right angle and linearity have been crucial for finding a solution to geometrical problems, for the creation of a avant-gardes, for the experimentation and even innovations on a structural level and many more.

The use of these tools to conceive a space have always been inspiring and innovative. In the end, the right angle and the straight line happen to have appeared from the human being itself as an artificial invention where the creation of elements that belong to us in their totality is shown. However, out of all the possible reasons of why these shapes take place, one of the most primal ones is the one of linking the human being with nature and its surroundings again. Either through art, adaptation to the surround or the new technologies that seem to pretend to link the artificial to the reality that involves us nowadays.

prólogo

presentación

MOTIVACIÓN

La geometría cartesiana, entendida como aquella que se basa en el empleo casi exclusivo de líneas horizontales y verticales perpendiculares entre sí, ha sido indudablemente la predominante a lo largo de la historia de la arquitectura, desde los templos griegos y los foros romanos, pasando por las villas y palacios palladianos, hasta los rascacielos norteamericanos de Mies van der Rohe.

Ello se explica por la facilidad que supone su aplicación tanto para el diseño, con utensilios como los juegos de escuadra y cartabón, el paralex, el tecnógrafo o el «orto» de AutoCAD..., como para la ejecución, con el nivel, la escuadra y la plomada como principales herramientas prácticas, sin contar con las connotaciones favorables que implica una disposición ortogonal del espacio arquitectónico en el campo de la prefabricación, la aplicación de acabados (baldosas, placas de techo, alicatados..., o el amueblamiento (mesas, camas, estanterías...).

Romper con esta inercia ha significado para los arquitectos un esfuerzo añadido por salir de su zona de confort e indudablemente un desafío frente a lo establecido. Estamos hablando de dificultades en la articulación de los espacios a nivel de diseño y a nivel de cálculo estructural, y complejidad a la hora de construirlos. Estas implicaciones vienen condicionadas en ocasiones por la propia naturaleza del lugar –distorsiones geométricas en la parcela, desniveles en el terreno, irregulares edificaciones colindantes...–, pero otras veces son introducidas intencionadamente por el arquitecto sin aparente necesidad para experimentar con nuevas posibilidades técnicas y espaciales.

No cabe duda de que el progreso tecnológico ha facilitado con herramientas de diseño versátiles la creación de arquitecturas muy libres desde el punto de vista geométrico, en las que incluso llega a desaparecer todo rastro de la consabida retícula espacial, caso de la obra de Zaha Hadid o de Franz Gehry. Posiblemente el desarrollo de la ejecución constructiva no haya experimentado todavía el mismo nivel de avance, que podría quizás equipararse cuando las impresoras 3D puedan levantar rápida y delicadamente los edificios complejos paridos en los ordenadores.

Pero la distorsión del espacio cartesiano no nace con la era digital ni mucho menos. Para ampliar el complejo de Luxor, Ramsés II en el siglo XIII aC hizo construir un templo con planta romboidal para conectar dos templos preexistentes, el de Tutumosis III y el de Amenhotep III, que no se encontraban alineados. Por otra parte, los arquitectos de la antigua Grecia introdujeron una distorsión real, inclinando columnas o curvando estilóbatos, curiosamente con la intención de que no se percibiese una deformación aparente. En el periodo barroco, la vocación escenográfica y la coherencia formal del lenguaje llevada al extremo indujo a Juan de Caramuel a plantear todo un abanico de recetas para diseñar una arquitectura oblicua.

La sensación que personalmente han generado estos espacios ha sido la mayoría de veces inspiradora y, sobre todo, me ha suscitado una serie de dudas y curiosidades. ¿Por qué hacerlo así? ¿Cómo se resuelve esta estructura? ¿Qué motivos han impulsado al arquitecto a deformar este espacio? ¿Por qué lidiar con espacios inclinados y líneas torcidas a pesar de las complicaciones que ello conlleva? ¿Cuáles fueron los motivos que llevaron a Moneo a inclinar los dos volúmenes del Kursaal? ¿Por qué Souto de Moura decide construir una casa completamente inclinada? ¿Qué ventajas aporta la inclinación del plano del suelo en el Centro Rolex de Sanaa? ¿Qué aporta la diagonal en las casas para artesanos de Le Corbusier?

Estas y otras preguntas me surgen en última instancia por la carencia de experimentación en este terreno a lo largo de la carrera. De esta manera, la curiosidad genera una inquietud por descubrir nuevas intenciones, recursos y posibilidades con las que enriquecer el bagaje creativo propio y de potenciales lectores.

METODOLOGÍA

Objetivos y ámbito de estudio

Los objetivos a cumplir en el trabajo se centran en comprender y clasificar distintos mecanismos compositivos de oblicuidad y, sobre todo, entender los motivos por los que los arquitectos decidieron romper el espacio cartesiano, encontrar el trasfondo de cada distorsión que justifica dicha geometría. También saber qué aportan o generan en el usuario o incluso en la sociedad estas distorsiones.

El ámbito de trabajo se basa en la síntesis de algunas aportaciones teóricas, y en el análisis a través del estudio de casos, que, por lo extenso del tema, se ha limitado a la arquitectura moderna y contemporánea.

Método de investigación

Partiendo de escritos teóricos de distintos arquitectos y artistas se inicia la fase fundamental de este trabajo, basada en el análisis y estudio de distintos proyectos arquitectónicos, que pertenecen a corrientes de la arquitectura moderna y contemporánea, construidos o no, pero que comparten una serie de peculiaridades geométricas basadas en la ruptura de los ejes cartesianos.

Este análisis prepara el camino para la extracción de conclusiones, que de alguna manera tratan de generalizar los resultados obtenidos a partir de la casuística concreta analizada.

Fuentes

Las fuentes utilizadas parten de la lectura inicial de libros más teóricos, dando paso a la búsqueda de distintos artículos, revistas y páginas web donde hallar los proyectos seleccionados para el estudio de casos. Revistas como *El Croquis* o *TC Cuadernos* han sido las principales fuentes para el estudio de los proyectos.

Procedimiento

A la hora de acotar el tema y seleccionar los proyectos, independientemente de los objetivos a cumplir, existe una dificultad a salvar por lo extenso del tema. Surgen constantemente nuevos casos susceptibles de ser analizados, pero que desbordan el alcance de un Trabajo Final de Grado.

Ante esta situación, se ha preferido optar por un enfoque holístico antes que centrarse en un mecanismo específico de deformación, en coherencia con las inquietudes personales que se han expuesto en el epígrafe de Presentación. Ello ciertamente supone la ventaja de la visión global, a vista de pájaro, que permite elaborar una incipiente taxonomía, si bien se es consciente de la pérdida de profundización en áreas concretas, camino que queda abierto para ulteriores aportaciones.

Después de abordado el marco teórico, se seleccionan obras específicas y se ordenan por familias y criterios. La ficha de análisis de cada proyecto hace referencia al arquitecto, al contexto histórico-social, incluyendo una breve descripción del proyecto, además de desarrollar un análisis geométrico que pretende describir y justificar las deformaciones o tensiones generadas por el arquitecto en el proyecto. Para reforzar los planteamientos analíticos se utilizan ideogramas de elaboración propia.

capítulo I

contexto teórico

Glosario

Antes de adentrarnos en la exposición, conviene aclarar ciertos términos que, si bien conocidos, incorporan ciertos matices que resulta interesante destacar.

Oblicuo [Diccionario de la Lengua Española (RAE)]:

1. adj. Que se desvía de la línea horizontal o vertical.
2. adj. Geom. *Dicho de un plano o de una línea: Que corta a otro plano u otra línea, formando un ángulo que no es recto.*

Anamorfosis [Diccionario de la Lengua Española (RAE)]:

1. f. *Pintura o dibujo que ofrece a la vista una imagen deforme y confusa, o regular y acabada, según desde donde se la mire.*

Diagonal [Diccionario de la Lengua Española (RAE)]:

1. adj. Geom. *Dicho de una línea recta: Que une dos vértices no contiguos de un polígono, o de distinta cara en un poliedro.*
3. adj. *Dicho de una calle o de una avenida: Que corta oblicuamente a otras paralelas entre sí.*

Distorsión [Diccionario de la Lengua Española (RAE)]:

1. f. *Torsión, torcedura.*

Deformación [Diccionario de la Lengua Española (RAE)]:

1. tr. *Acción y efecto de hacer que algo pierda su forma regular o natural.*
3. f. *Acción de torcer o desequilibrar la disposición de figuras en general o de elementos artísticos, o de presentar o interpretar hechos, intenciones, etc., deformándolos de modo intencionado.*

Torsión [Diccionario de la Lengua Española (RAE)]:

1. f. *Acción y efecto de torcer o torcerse algo en forma helicoidal.*

Espacio euclidiano:

Aquel en el que se cumplen los axiomas de Euclides. (Por un punto exterior a una recta se puede trazar una única paralela)

Espacio no euclidiano:

Aquel en el que no se cumplen los axiomas de Euclides. (Por un punto exterior a una recta se pueden trazar infinitas líneas paralelas)

Antecedentes

La ruptura de los ejes cartesianos ha estado siempre presente tanto en la arquitectura como en el mundo del arte. El simple hecho de introducir una diagonal ya provoca esa ruptura. Como se ha podido comprobar, la diagonal ha sido un elemento clave dentro del mundo artístico. En las pinturas barrocas se puede observar cómo la diagonal ha sido uno de los recursos compositivos decisivos, dado al énfasis que genera en la lectura de la obra. Podemos observarlo en distintas obras de Bernini, Caravaggio...

No solo la diagonal ha sido el elemento clave para la ruptura de los ejes, las deformaciones y distorsiones han tenido un papel fundamental en el mundo del arte. La anamorfosis que aparece en el famoso cuadro «Los embajadores» (1533) de Hans Holbein representa una misteriosa calavera estirada y colocada girada en la parte inferior del lienzo que solo puede percibirse en sus proporciones naturales observando el fenómeno en escorzo.

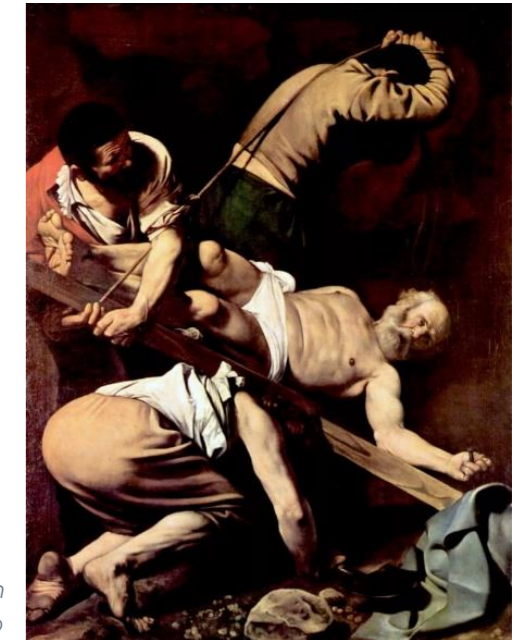


Fig. 1. Los embajadores. Hans Holbein
Fig. 2. Crucifixión de San Pedro. Caravaggio

Aportaciones teóricas



Fig. 3 Juan Caramuel de Lobkowitz

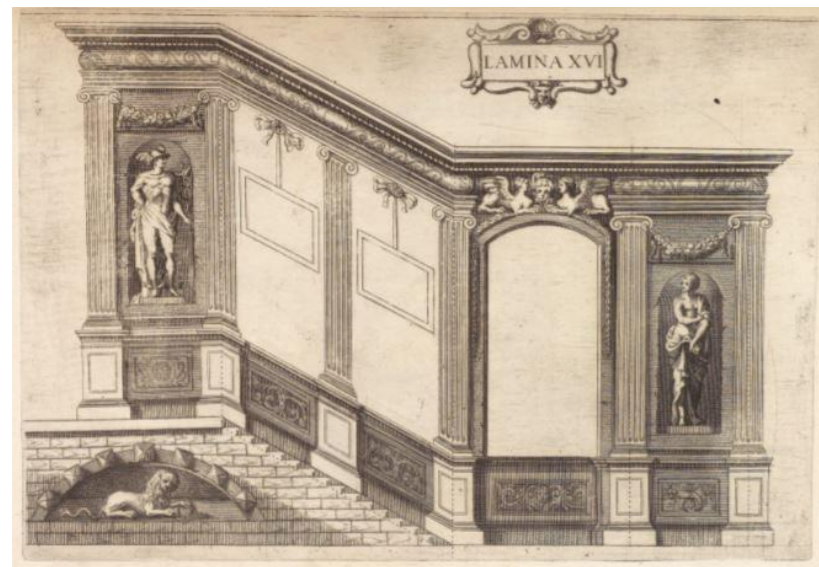


Fig. 4 Lámina XVI del Tratado VI de *architectura civil recta, y oblicua* (1672)

Juan Caramuel de Lobkowitz

Juan Caramuel (1606-1682) fue un religioso cisterciense que llegó a ser obispo de Vigevano, perteneciente al círculo de Alejandro VII. Publicó en el año 1672 su tratado *Architectura civil recta, y oblicua*. En dicho tratado Caramuel escribe un Tratado Proemial sobre el Templo de Jerusalén y siete tratados más. El primero plantea un arquetipo profesional para el oficio del arquitecto; del segundo al cuarto, trata acerca de la geometría y la aritmética; en el quinto tratado Caramuel expone sus principios sobre la arquitectura que denomina «recta»; y es en el sexto cuando presenta su innovador planteamiento en torno a la «Arquitectura Oblicua».

Según la teoría oblicua, la arquitectura constituye un campo en el que las leyes ópticas deben aplicarse. Y así, para que una plaza elíptica parezca circular desde un punto central de observación es necesario corregir todos los elementos arquitectónicos, de modo que la sección horizontal de las columnas vaya alargándose progresivamente conforme el ángulo visual resulta más amplio por estar más alejadas del observador. La sección circular debe ir transformándose en sección elíptica. (Kruft, 1990, págs. 300-302)

De la misma manera, los balaustres, capiteles, basas... en escaleras y rampas han de ser deformados considerando el mismo ángulo de inclinación de estas. Tales postulados teóricos de Caramuel tuvieron su repercusión práctica en arquitectos como Bernini y Juvarra.

Claude Parent y Paul Virilio

El arquitecto francés Claude Parent dijo que su arquitectura era una "manera de empujar a las personas", siendo uno de sus objetivos principales el desestabilizarlas, obligándolas a participar en el espacio en el que se encontraban. Esta ideación empezó a surgir ya en los inicios mientras compaginaba sus estudios de matemáticas con la formación en el atelier de Le Corbusier. Sin embargo, fue en el año 1963 cuando se asoció con el filósofo y urbanista Paul Virilio y la "oblicuidad" adquirió un papel destacado. Fundaron un estudio del cual surgieron una serie de proyectos y edificios característicos por sus geometrías inclinadas, pendientes, diagonales, con estética brutalista como por ejemplo la Casa Drusch en Versalles, o la Iglesia de Sainte-Bernadette en Sens (AV monografías 193-194, 2017). En este estudio se formaron arquitectos como Jean Nouvel.

Durante los siguientes años Parent y Virilio presentaron su tesis central de su colaboración: *La Fonction Oblique*, una teoría que resultó ser arriesgada y rotunda donde se planteaba un nuevo sistema geométrico para la sociedad, lo que Paul Virilio llamó el «tercer orden urbano». Mediante un plano inclinado se obtenía continuidad, distintos flujos de circulación, equilibrio inestable.



Fig. 5 Claude Parent y Paul Virilio

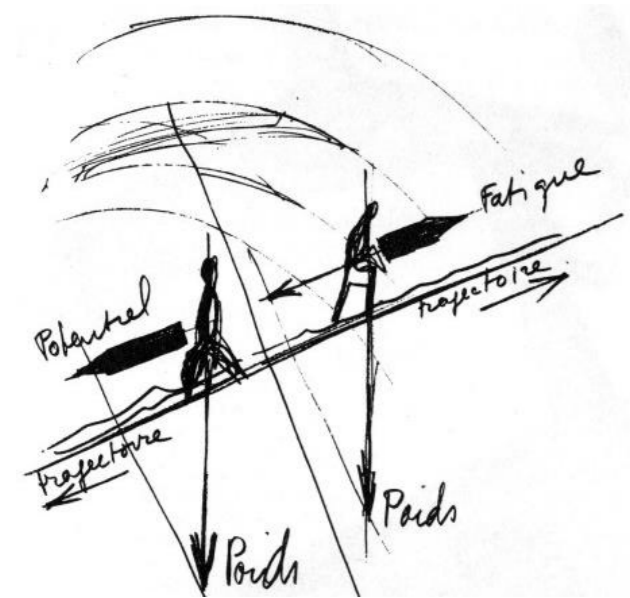


Fig. 6 Esquema de circulación oblicua

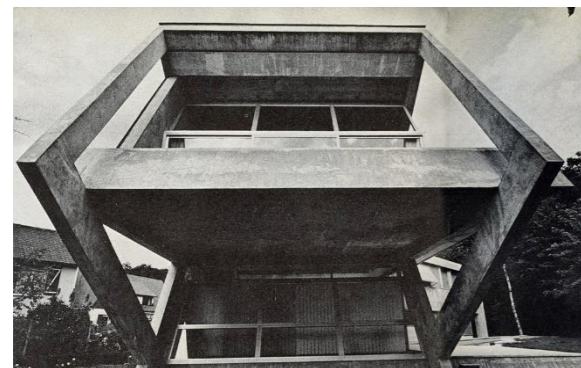


Fig. 7 Maison Drusch. 1965

Más tarde en 1970 y en solitario, aunque evidenciando la doble autoría, Claude Parent publica el libro *Vivre à l'oblique*, donde pretende solucionar las inquietudes generadas por *La Fonction Oblique*. En este libro Claude Parent plantea una delimitación del espacio privado en relación al espacio público que permite una circulación continua sin obstáculos, creando un plano inclinado que supera los elementos encontrados, inspirado en la naturaleza y su topografía. También propone una circulación habitable eliminando fachadas y paramentos totalmente verticales que permiten delimitar espacios habitables con espacios de circulación con una inclinación aproximada de treinta grados, generando un aumento significativo del espacio público.

Claude Parent apuesta por lo que llama el tercer orden urbano, donde predominará la composición oblicua, invadiendo con totalidad un espacio de manera continua, con infinitud de posibilidades y direcciones.

LA DIAGONAL EN PLANTA

PABELLÓN SOVIÉTICO EXPO UNIVERSAL DE PARÍS



Fig. 8 Konstantin Mélnikov

ARQUITECTO

Konstantin Mélnikov (3 de agosto de 1890 – 28 de noviembre de 1974)

Mélnikov es conocido como uno de los principales representantes del constructivismo ruso, movimiento arquitectónico que nace sobre el año 1914, con la intención de mostrar un nuevo arte y una ruptura, a modo de propaganda para la revolución. Mélnikov fue estudiante de pintura y de arquitectura en Moscú. (Pohl, 2016).

CONTEXTO

El pabellón Soviético es una de sus obras más conocidas y representativas. Fue construido para la Exposición Internacional de Artes Decorativas e Industrias Modernas en París en el año 1925. Dicho pabellón fue un reflejo de la visión y movimiento vanguardista que vivía la U.R.S.S. en ese momento.

DESCRIPCIÓN

La obra debía ocupar una superficie de 325 m² y construirse en madera. (Pohl, 2016).

El programa que albergaba dicho pabellón se basaba en una planta baja destinada a la variedad étnico-cultural de la Unión Soviética, mientras que la planta superior se dividía en cuatro espacios destinados a una casa obrera, un club obrero, un hogar infantil y una sala de lecturas. La intención del programa era reflejar una nueva sociedad, tanto a nivel social como a nivel de vanguardia dentro del mundo de la arquitectura y el arte. (Pohl, 2016).

A pesar de la herramienta propagandística y política que reflejaban las distribuciones espaciales, los colores empleados y su propia materialidad para transmitir un mensaje de un estado nuevo y joven, cabe destacar la importancia de los aspectos técnicos y constructivos empleados para la construcción del propio pabellón. *Les Charpentiers de Paris* fueron los encargados de la realización de los planos constructivos de detalle, y de construir el pabellón en poco menos de dos meses ya que el uso de la madera facilitó y aceleró todo el proceso constructivo reduciendo también los gastos económicos que supuso. Los elementos constructivos se fabricaron en taller y se montaron *in situ*. (Martínez, 2015).



Fig. 9 Fachada Oeste Pabellón Soviético

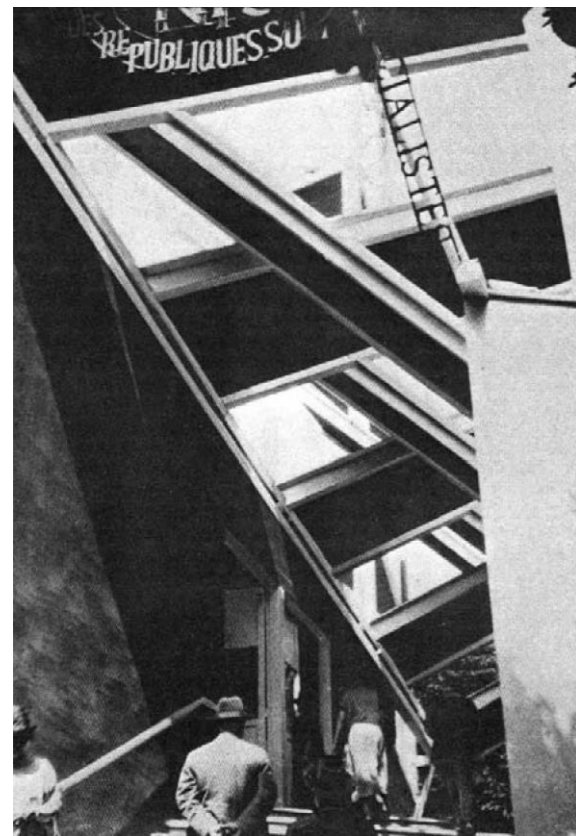


Fig. 10 Cubierta inclinada de la escalera exterior

ANÁLISIS GEOMÉTRICO

Mélnikov diseñó el pabellón utilizando un lenguaje abstracto, basado en la sencillez y la ausencia de ornamentación. La geometría del pabellón se basa en un rectángulo de unas dimensiones de 29,5 x 11 m donde el elemento principal es la escalera exterior que da acceso a la segunda planta, dicha escalera rompe el cuadrilátero por su diagonal, cubierta por estructuras inclinadas que se intersecan. Gracias a la diagonal trazada, la planta se divide en dos triángulos, mientras que los cerramientos del pabellón se resuelven mediante ventanales de vidrio. (Ledesma, 2018).

Para analizar las tensiones generadas por las deformaciones y distorsiones del pabellón partimos de un análisis geométrico básico, es decir, entender cuál es la geometría más simple y pura de la cual nace este edificio y a partir de la cual se generan estas alteraciones para generar las geometrías finales del edificio. En este caso, podemos partir de un prisma rectangular, la alteración que se genera sobre esta forma se puede observar directamente sobre la planta, siendo el plano que predomina en cuanto a la deformación de dicho elemento primario.

En este caso, el mecanismo empleado para generar dicha geometría parte de la diagonal del propio rectángulo. La escalera, con un ancho considerable respecto a las dimensiones de la planta, representa uno de los elementos más característicos del pabellón. A partir de la diagonal se genera un espacio a cada uno de los lados con una forma triangular. Aquí es donde se empieza a distorsionar la morfología básica de la que parte originalmente, es aquí donde se ordena la estructura. Las líneas de los pórticos no obedecen a ninguno de los lados ortogonales del cuadrilátero, sino que se generan de manera perpendicular a la diagonal generada por la propia escalera.

Además de la línea que se crea mediante la escalera, se genera otra línea oblicua, que no obedece ni al rectángulo origen ni a la diagonal de la escalera. Podríamos pensar que la línea de los peldaños es perpendicular a la diagonal, de la misma manera que los pórticos. Sin embargo, muestra una inclinación mayor, lo cual produce una sensación de distorsión mayor todavía que permite desvincularse completamente del rectángulo original. Esta línea es la que ordena las estructuras que cubren la escalinata. Dicha estructura no solo corresponde a esta oblicuidad en planta; también en alzado rompen la horizontalidad de los paneles que cubren la diagonal, inclinándose unas contra otras encontrándose en el medio del ancho de la escalera.



Fig. 11 Vista Sur del Pabellón con la torre

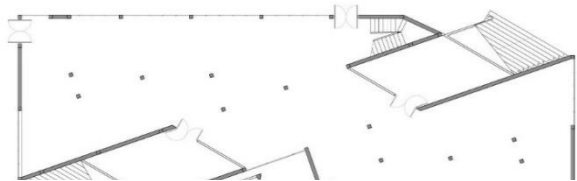
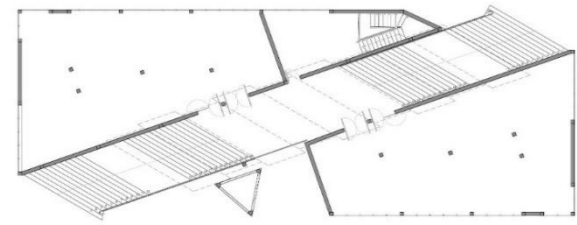


Fig. 12 Plantas de distribución

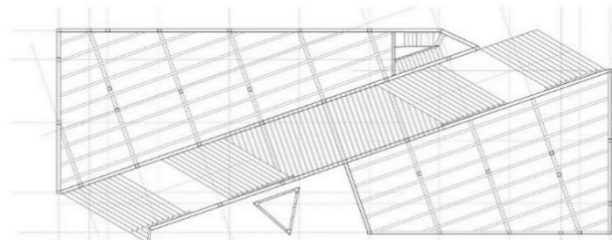
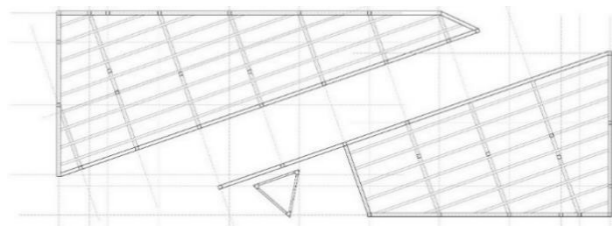


Fig. 13 Plantas de estructura

En este caso, viendo que las geometrías que se generan a partir de la deformación de un prisma rectangular –el cual hemos considerado el inicio–, aparecen triángulos rectángulos y escalenos a cada lado de la diagonal. Esto mantiene la esquina en ángulo recto, pero también se crean dos esquinas que son más difíciles de resolver. En este caso los ángulos más abiertos se mantienen, pero los más cerrados se rompen para dar espacio al exterior (en el caso del triángulo inferior) o se aprovechan para la creación de un núcleo de comunicación vertical interior permitiendo así que estos espacios de compleja solución tengan su utilidad y funcionalidad perfectamente resueltas.

En el vacío del triángulo inferior se construye una torre con base triangular, la torre, resulta ser el punto más alto de toda la construcción. Construida con una estructura triangular rompe la horizontalidad dado que ningún elemento de esta se encuentra paralelo a la línea del suelo, las únicas que respetan los ejes cartesianos son los elementos completamente verticales. Cabe destacar también que las cubiertas de los dos pabellones generados por la diagonal no son horizontales, lo que crea que la gran mayoría de los elementos del pabellón se encuentren en tensión continua.

La pequeña construcción provisional evita toda retórica. Resulta perfectamente conseguida la intención de transformar en movimiento la estaticidad espacial y romper el volumen en perspectivas inesperadas; a ello contribuyen el juego de las escaleras, la ligera estructura de madera, puesta sinceramente de manifiesto, y los colores puros (Feo, 1979).

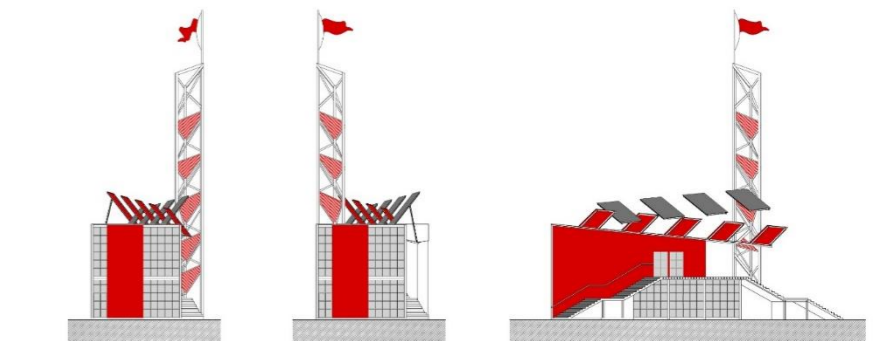
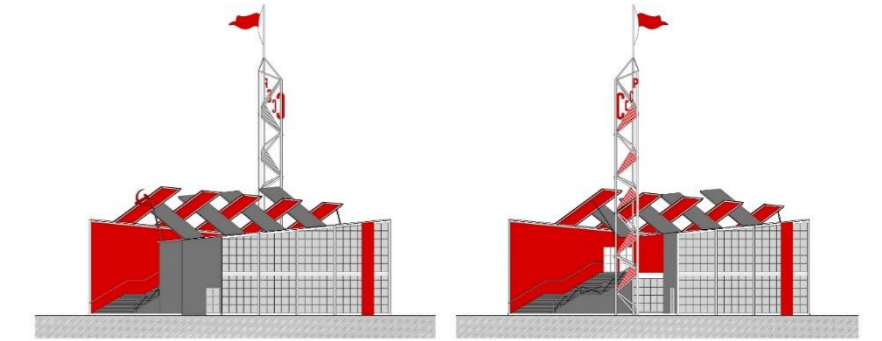


Fig. 14 Alzados Pabellón

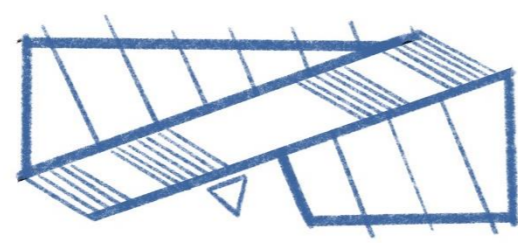
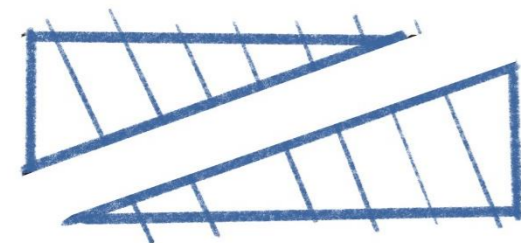
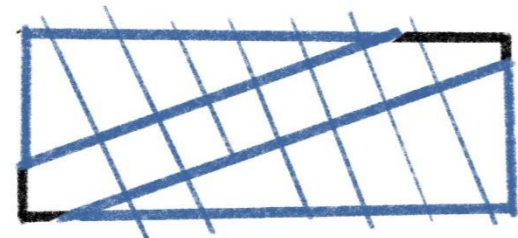
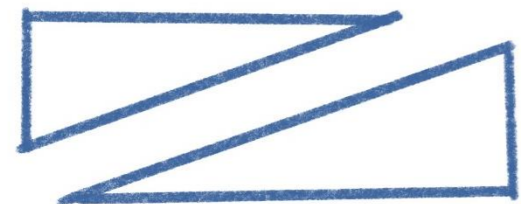
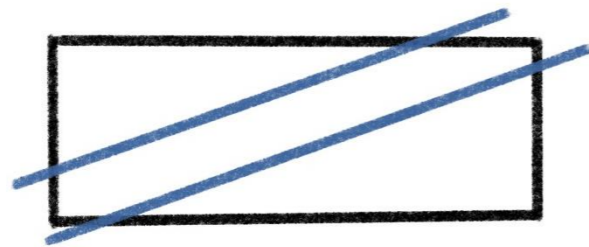
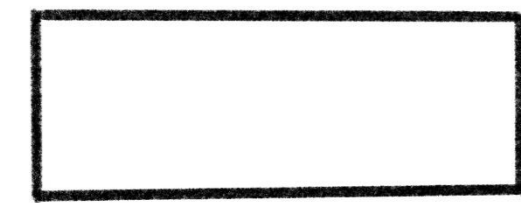


Fig. 15 Esquema desarrollo geométrico en planta

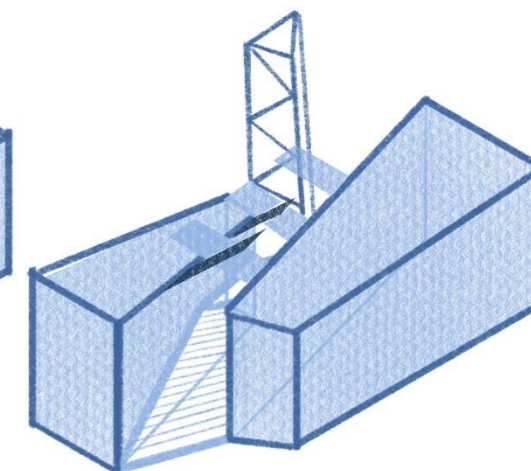
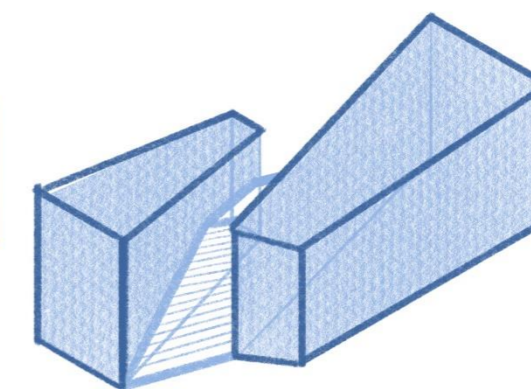
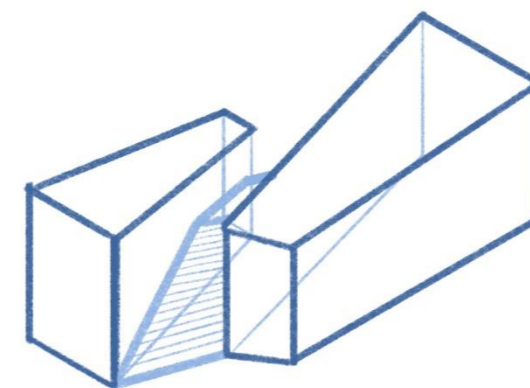
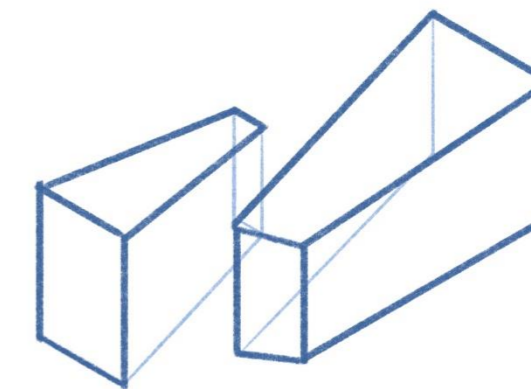
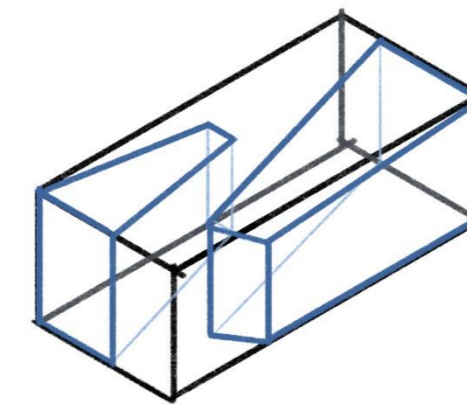
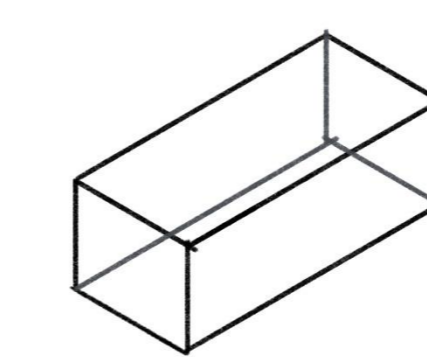


Fig. 16 Esquema desarrollo geométrico

CASAS EN SERIE PARA ARTESANOS



Fig. 17 Le Corbusier

ARQUITECTO

Charles-Édouard Jeanneret-Gris (Le Corbusier) (6 de octubre de 1887 – 27 de agosto de 1965) Le Chaux-de-Fonds (Suiza)-Roquerbrune (Francia)

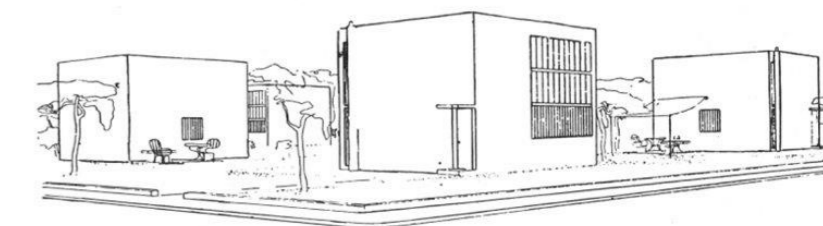
Le Corbusier fue arquitecto, urbanista, pintor y escultor. Estudió en la escuela de Artes de La Chaux-de-Fonds. Más tarde, se convirtió en un referente de la arquitectura del siglo XX sentando las bases de la arquitectura moderna. (López, 2020)

CONTEXTO

Las casas en serie para artesanos de Le Corbusier fueron inspiradas en la fábrica de André Citroën en París donde se producían los vehículos en serie. Imaginó la producción de viviendas de una manera similar a la de la industria del momento. Durante este periodo, Le Corbusier establece una serie de ideas para el desarrollo de estos diseños y los aplica sobre el primer prototipo de la casa Citrohän, en 1920. Estas herramientas o ideas se basaban en formas simples, diseños puristas y precisos, ausencia de ornamentación en las formas diseñadas, pero también, desarrolla el uso de la doble altura. Este recurso se utiliza con la finalidad de aportar un dinamismo visual, aumentar la iluminación natural y articular el espacio. Este recurso se aplica en el diseño de las casas en serie para artesanos, siendo uno de los elementos más característicos de estas obras que no se llegaron a construir. (Gardinetti, 2016).

DESCRIPCIÓN

Las casas en serie para artesanos, como su propio nombre indica, pretendía alojar artesanos en un taller. A pesar de ser en serie se diseñaron para funcionar de manera aislada albergando un programa que unificaba vivienda y taller. Se desarrollan en dos plantas, la planta inferior contiene la zona del taller que ocupa el espacio de la doble altura y la zona diurna de la vivienda la cual está cubierta por el altillo donde están las habitaciones. A pesar de querer aportar calidades con grandes espacios de iluminación natural, también se pretendía reducir gastos, de tal manera que la propia estructura de la casa se basa en muros de hormigón armado que forman parte de la estructura y un pilar céntrico. Le Corbusier diseñó un muro isotérmico con paja comprimida en el interior (solomita) revestidos por una capa de 5 cm de espesor de hormigón proyectado. La ausencia de puertas y tabiques y la unificación del espacio tenía como intención que las viviendas formasen parte de la economía, expresando una manera de vivir apoyada en una moral comunitaria donde la intención real de dichas construcciones se basaba en los conceptos de habitar, trabajar, economía basada en la artesanía, eliminación de cualquier tipo de prejuicio social y también, el vincular al ser humano con la naturaleza.



f Fig. 18 Perspectiva de viviendas para artesanos en conjunto

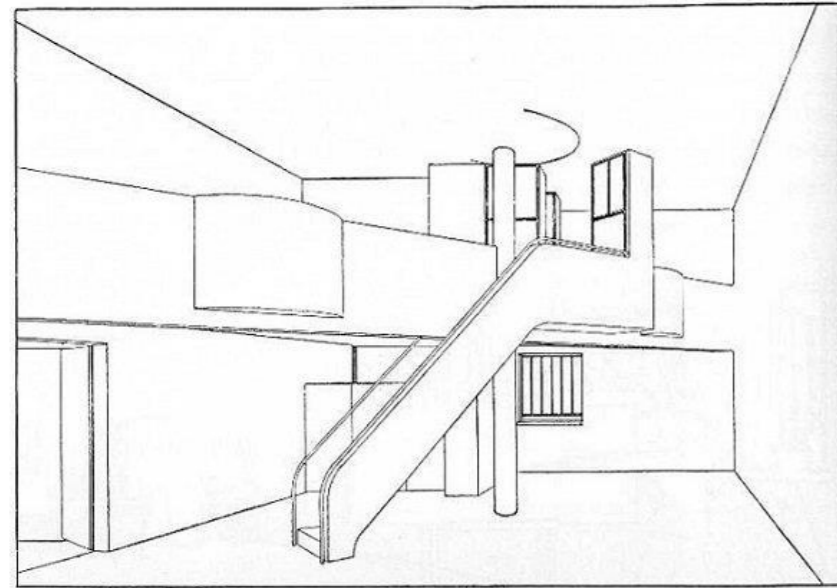


Fig. 19 Perspectiva interior de la vivienda

ANÁLISIS GEOMÉTRICO

Las dimensiones de las viviendas en plantas son las de un cuadrado de 7 x 7 m en las cuales aparece una diagonal para formar el altillo, permitiendo así mostrar las dimensiones tanto de las paredes como del techo. La diagonal que se crea se entiende como una dimensión inesperada siendo una línea de 10 m de largo el elemento principal de la composición de la obra. Los elementos que conforman la vivienda establecen las siguientes relaciones, el único pilar que existe se encuentra en el centro del cuadrado, estableciéndose como el eje del espacio a desarrollar. La diagonal que da lugar a la doble altura es la directriz compositiva del proyecto. (Narváez, 2007)

La geometría del proyecto es muy básica: partimos de un cubo, la planta del cual está formada por un cuadrado de 7 m de lado. En este caso, observamos que el mecanismo empleado para deformar el espacio es la diagonal que crea la segunda planta, es decir el altillo, siendo la línea trazada dentro del volumen que más longitud puede tener. De esta manera, la planta baja mantiene su forma original, apareciendo solo la diagonal en la escalera paralela a esta, creando otro plano oblicuo pero esta vez en el plano de sección.

La diagonal del altillo pretende generar una percepción particular de la doble altura. La longitud del elemento genera un efecto óptico donde se percibe el espacio más grande. Además, los balcones curvos que incorpora incrementan la longitud de la diagonal curvando la superficie del antepecho, siendo elementos que, como la escalera y el pilar, interrumpen en la diagonal manteniendo aun así la linealidad. Cabe destacar la relación entre la escalera y la diagonal, pues las dos mantienen la misma dirección; sin embargo, la escalera está desfasada de la diagonal el ancho del tramo, manteniendo el antepecho del altillo solo en la parte desfasada y no en la inferior a la arista del altillo. De esta manera se vincula el altillo a la planta baja con un plano oblicuo marcado por el tramo de escalera y el antepecho, mientras que el armario frente al tramo superior de la escalera alcanza el techo de una manera totalmente perpendicular.

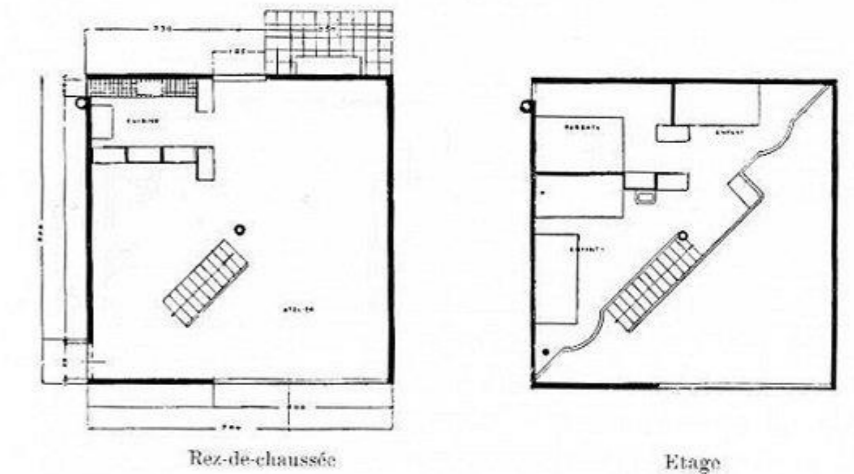


Fig. 20 Plantas de distribución de la vivienda

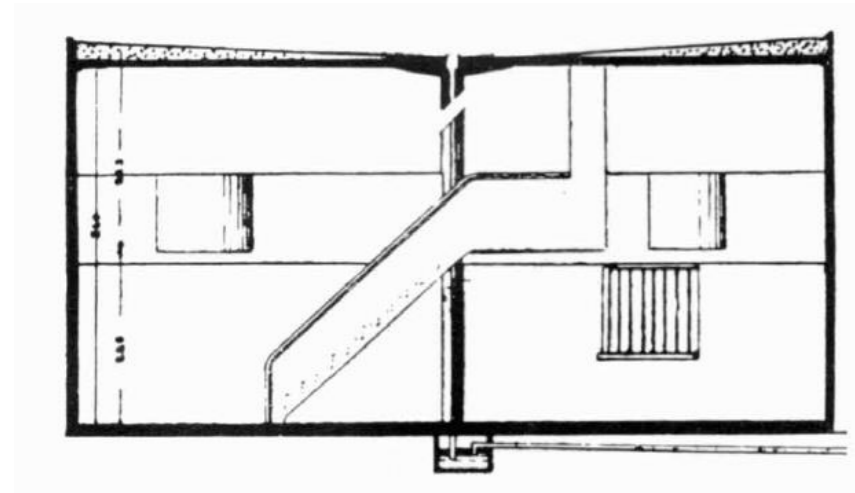


Fig. 21 Sección diagonal

La relación entre la diagonal y el pilar parece ser una competición por el protagonismo compositivo, dado que los dos son elementos principales para la ordenación del espacio. Sin embargo, la integridad de dichos elementos se resuelve coherentemente marcando mediante el pilar tanto el centro del cuadrado como el centro de la diagonal, punto en el que concurren la cubierta y el ábaco que la recibe. La diagonal divide el espacio y el pilar en cierto modo lo unifica; al crear una diagonal creamos dos espacios con forma triangular que se distinguen por las alturas. El triángulo de doble altura es el espacio destinado al taller, mientras que el triángulo con altillo se dedica a vivienda. El pilar pasa justo por el medio y salva las dos alturas unificando un espacio con otro.

Los mecanismos empleados por Le Corbusier no solo pretenden generar un espacio visiblemente más grande, sino también expresar una relación con el trabajo, el hombre y el habitar.

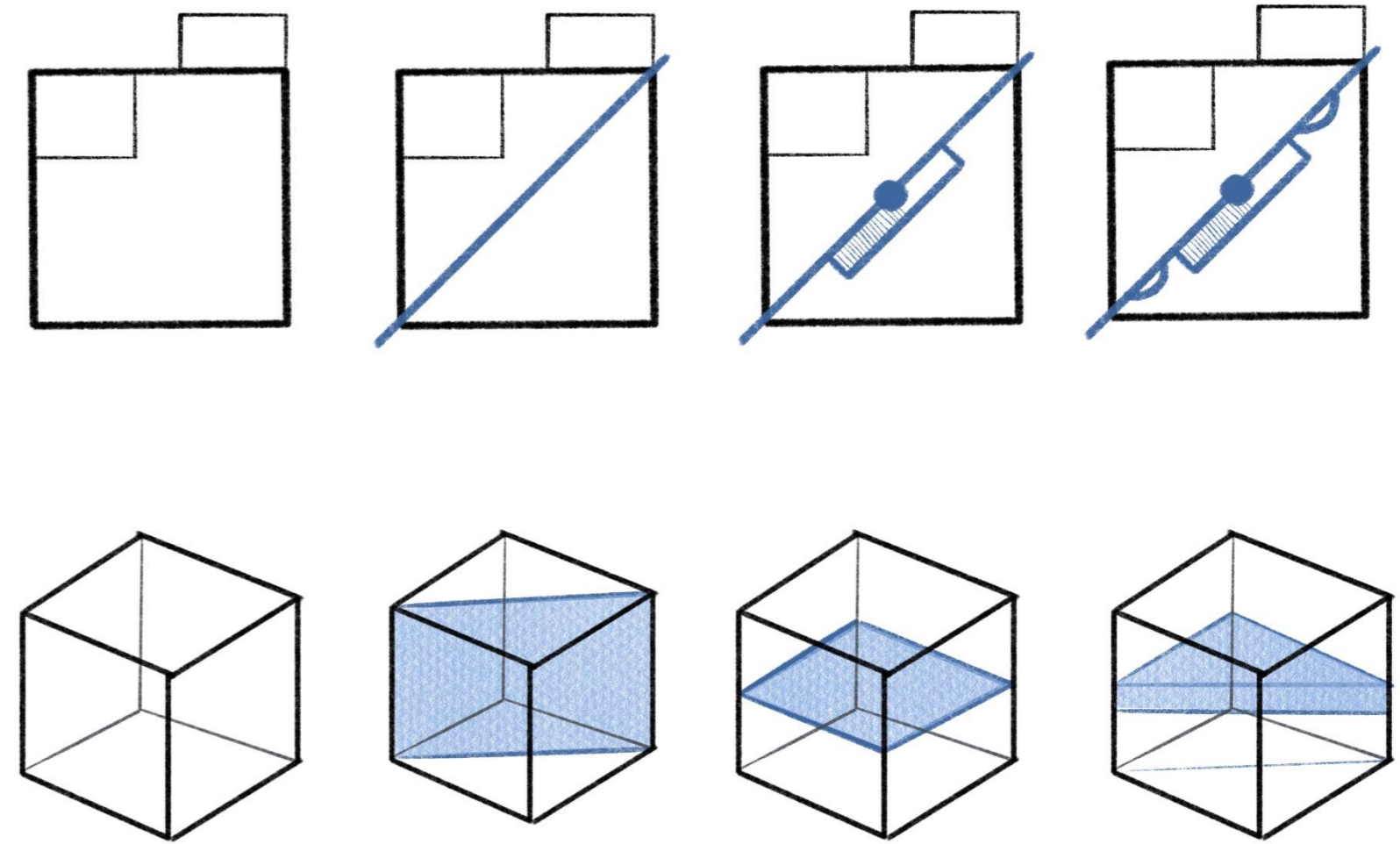


Fig. 22 Esquema de desarrollo geométrico

RUPTURA DEL PLANO HORIZONTAL

BIBLIOTECA JUSSIEU

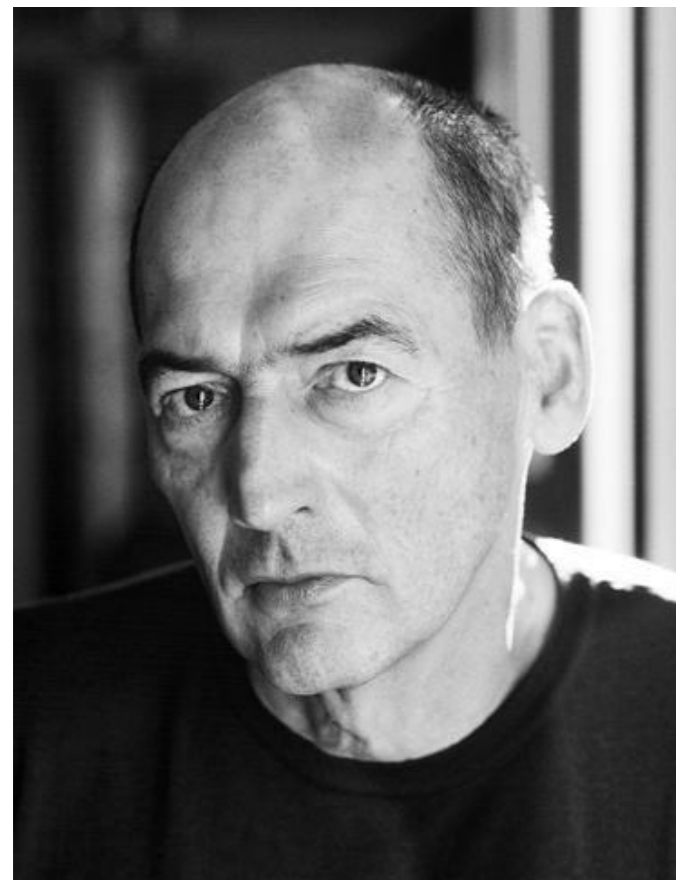


Fig. 23 Rem Koolhaas

ARQUITECTO

Rem Koolhaas (17 de Noviembre de 1944) Róterdam. Galardonado con el premio Pritzker en el año 2000, es un arquitecto clave para comprender el desarrollo de la arquitectura contemporánea. Empezó como periodista; más tarde, estudió arquitectura en Londres, donde conoció a Madelon Vriesendorp, Zoe Zenghelis y Elia Zenghelis, con quienes más tarde fundó O.M.A. (*Office for Metropolitan Architecture*).

CONTEXTO

La biblioteca se proyecta para un concurso en la ciudad de París en el año 1992. El objetivo era la creación de una biblioteca para el campus universitario de Jussieu situado en el V distrito de París. A pesar de no llegar a construirse nunca, el proyecto ha servido de referente y de inspiración a muchos otros arquitectos. El objetivo principal del proyecto pretendía hacer frente a las consecuencias que tuvo el detener las construcciones del campus en Mayo del año 68. (El Croquis, 1996)

DESCRIPCIÓN

El proyecto debía recuperar parte del significado del proyecto de *el parvis* de Albert -La cubierta del podio-. Rem Koolhaas pretende crear una red tri-dimensional sobre la cual las conexiones entre espacios resulten interminables aportando una continuidad espacial que abarca todo el edificio. (El Croquis, 1996)

En el proyecto, Rem Koolhaas intenta hacer desaparecer la fachada para así evitar una cobertura que compacte todo el espacio interior. Por eso, pretende crear cerramientos realmente ligeros, los cuales ni siquiera aparecen representados en los modelos creados a escala, evidenciando así la intención de desmaterializarlos. De esta manera, no se interrumpe la percepción de la idea del proyecto, la cual se basa en las circulaciones, los recorridos basados en la continuidad. (Iglesias, 2015)

Los edificios con formas complejas dependen de la industria del muro cortina, o de los cada vez mas efectivos adhesivos y sellantes que convierten cada edificio en una mezcla de camisa de fuerza y cámara de oxígeno. El uso de la silicona –“estamos estirando las fachadas tanto como den de sí” – ha reducido el espesor de todas las fachadas, vidrio pegado a una piedra, acero, u hormigón, en una impureza de la era espacial. (Koolhaas, 2006)

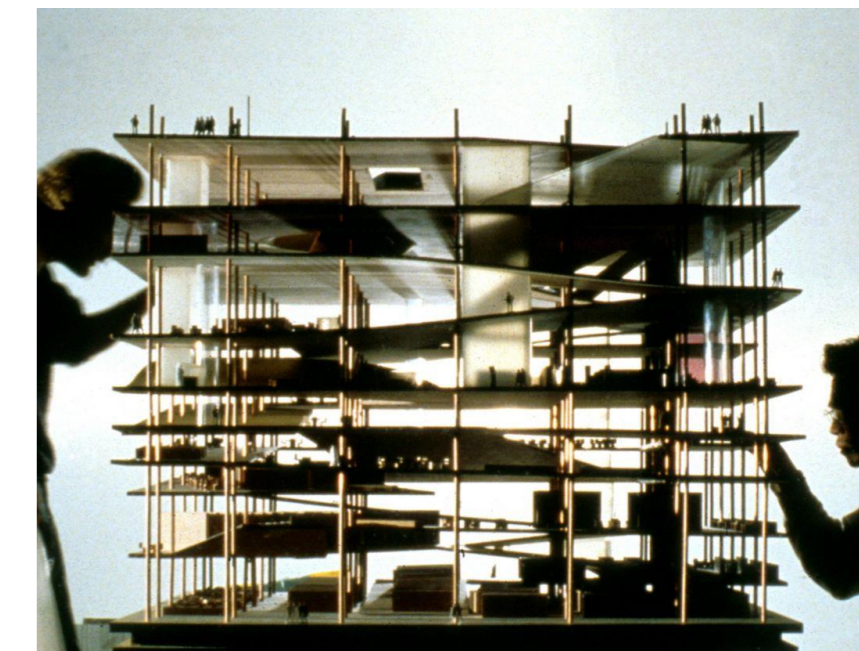


Fig. 24 Maqueta de la biblioteca de Jussieu

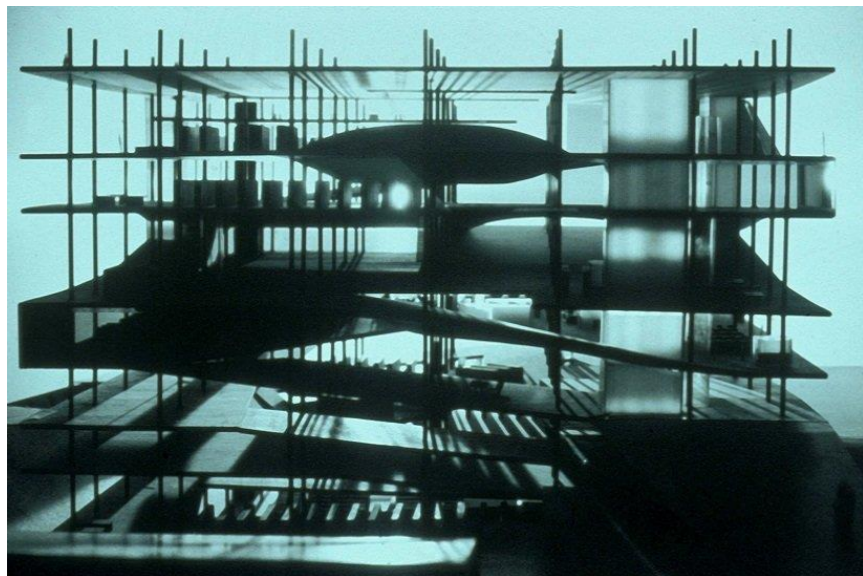


Fig. 25 Maqueta de la biblioteca de Jussieu

En el proyecto, la búsqueda por relacionar el suelo social público con el espacio más privado resultaba una necesidad, conseguir llevar la propia calle al interior del edificio. Rem Koolhaas crea superficies plegadas generando un espacio y recorrido continuo y sin interrupciones. (Canales, 2014) El arquitecto lo describe de la siguiente manera:

Todos los planos están conectados por una sola trayectoria, un bulevar deformado que expone y se relaciona con todos los elementos programáticos. El visitante se convierte en un flâneur de Baudelaire, que inspecciona y se deja seducir por un mundo de libros e información – por el escenario urbano. (Koolhaas, 1993)

ANÁLISIS GEOMÉTRICO

El proyecto parece partir de una transformación del esquema Domino de Le Corbusier, donde la geometría partía de un esquema estático, recto y estable, para convertirse en un recorrido fluido y lleno de interacciones. Se separa del programa de las dos bibliotecas para crear un único elemento que también escapa al tipo habitual para este tipo de edificios. En el proyecto Rem Koolhaas soporta mediante pilares los forjados con una tipología parecida a las rampas de un garaje consiguiendo así que las plantas que en el sistema Domino se encontrarían inconexas, se unifiquen en una única superficie. Los elementos interiores que dan forma al programa interrumpen el recorrido de tal manera que recuerdan a las circulaciones de una ciudad. Las interrupciones de unas losas con otras permiten ver y observar los espacios que se generan tanto en la parte superior como en la inferior, rompiendo así la línea de horizonte que se genera en los esquemas Domino previamente mencionados, creando una malla de horizontes distintos y cambiantes. (Kipnis, 1996)

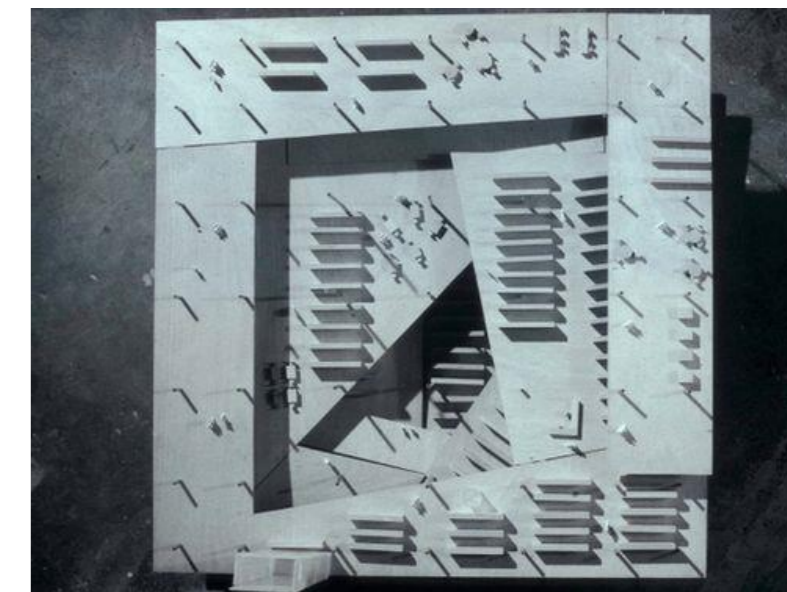


Fig. 26 Maqueta biblioteca de Jussieu, planta tipo



Fig. 27 Esquema de forjados a papel

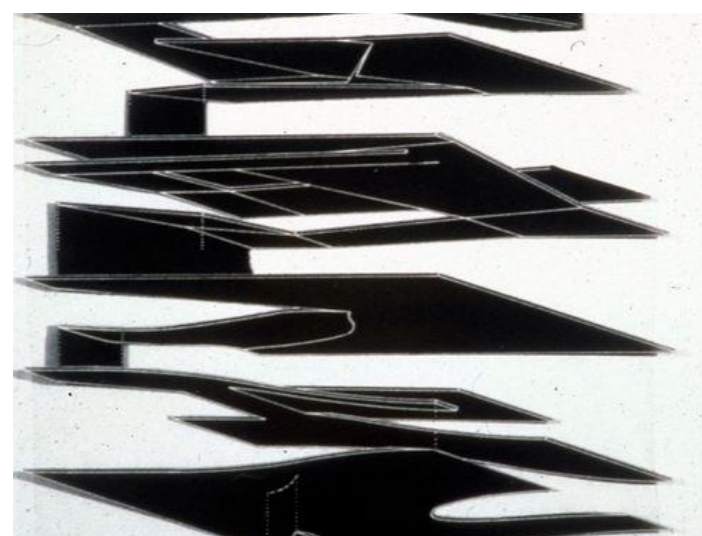


Fig. 28 Esquema conceptual de los forjados

Para entender las deformaciones en el proyecto partiremos del esquema Domino de Le Corbusier, en este caso, los elementos de sustentación como los pilares se rigen por una posición completamente perpendicular al suelo manteniendo el paralelismo entre ellos. Sin embargo, a diferencia de los forjados que podemos observar en el Domino y en la gran mayoría de edificios, los forjados no son horizontales en su plenitud, ni intersecan en ángulo recto con los pilares, ni mantienen el paralelismo entre ellos.

A pesar de que en planta se puede apreciar perfectamente que partimos de un cuadrado que respeta perfectamente los ángulos rectos y la ortogonalidad, y que a su vez su volumetría general recuerda a un cubo sin ninguna deformación aparente, el interior del edificio se basa en recorridos inclinados y espacios que se aproximan a la inestabilidad.

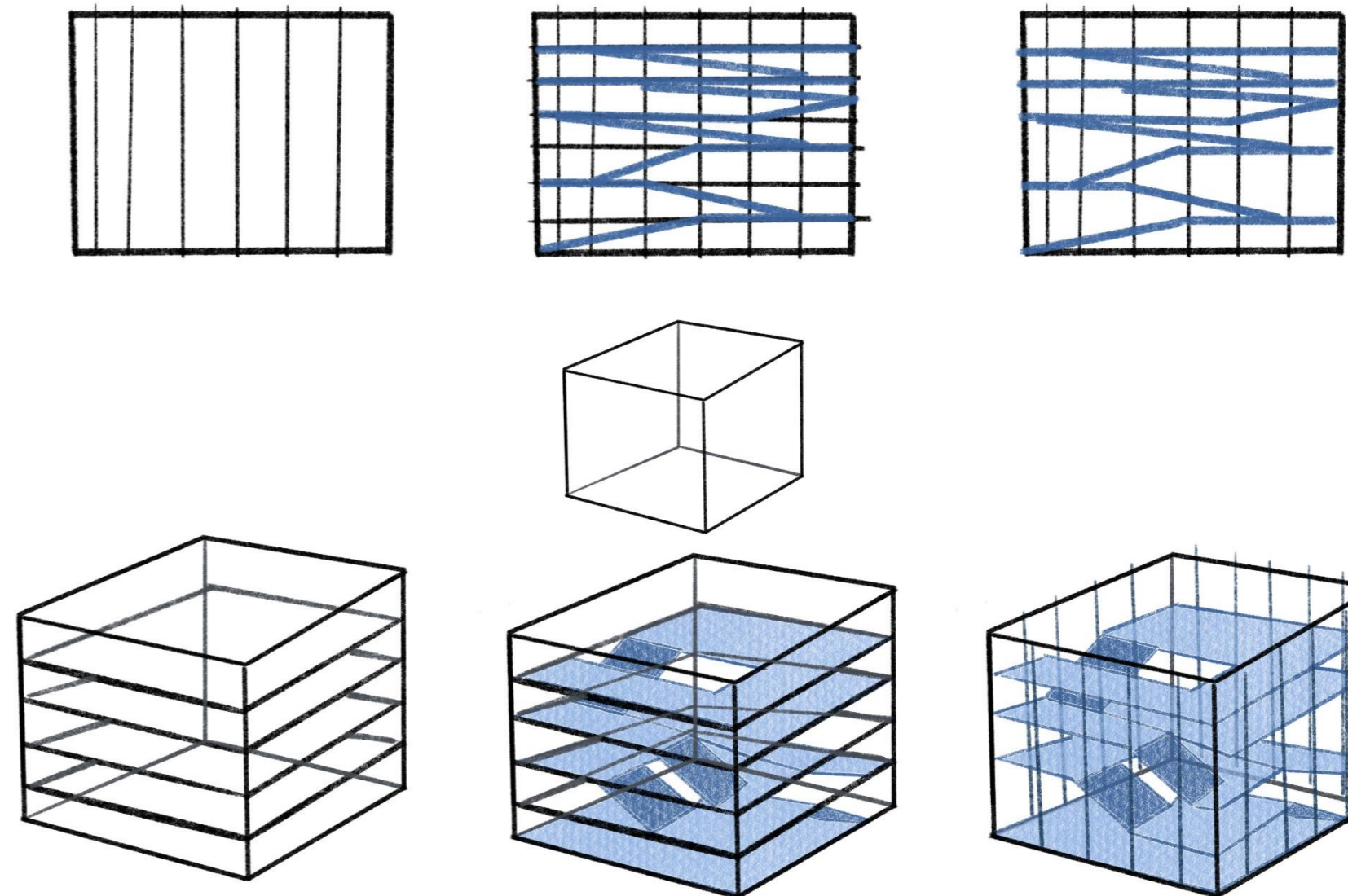


Fig. 29 Esquema de desarrollo geométrico

TERMINAL MARÍTIMA EN YOKOHAMA



Fig. 30 Alejandro Zaera y Farshid Moussavi

ARQUITECTOS

El equipo que diseñó la terminal marítima de Yokohama (Japón) es FOA (Foreign Office Architects), estudio inglés formado por Alejandro Zaera (Madrid, 1963) y por la arquitecta Farshid Moussavi (Shiraz, Irán, 1965).

Los dos fundadores del estudio estudiaron un máster en Harvard. Más tarde, trabajaron en OMA junto a Rem Koolhaas, de quien asimilaron su manera de trabajar. Alejandro también fue durante esta época crítico para la revista *El Croquis*. (García, 2014)

CONTEXTO

El proyecto se sitúa en la ciudad japonesa de Yokohama, región de Kanto en la isla de Honshu. Es la segunda ciudad más habitada del país, después de su capital, Tokio. El edificio fue ganador de un concurso presentado en 1995 para la realización de una terminal que conectase la ciudad con el transporte marítimo. Una de las bases del concurso estaba basada en el concepto japonés de *eni-wa-minapo*, lo que se conoce como una unión entre el puerto y el jardín, los ciudadanos de la ciudad y el resto del mundo. (García, 2014)

El concurso internacional para la terminal llegó a ser una de los más relevantes del país hasta el momento, al que se presentaron más de 660 participantes. (Langdon, 2014)

DESCRIPCIÓN

Las dimensiones del proyecto llegan a ser de 430 de largo, todo esto sobre el mar. Se tardaron ocho años en verse finalizado. De hecho, FOA trasladó su estudio a la ciudad de Yokohama para poder supervisar y llevar a cabo la construcción.

La idea del proyecto pretende unificar la ciudad con el océano directamente. Por tanto, se relega el concepto de edificio para convertirse en una propuesta donde el espacio urbano es el protagonista, siendo el nexo entre la densa población de Yokohama y el mar abierto. Para ello se proyectó de tal manera que los conceptos de interior, exterior, planta baja, terraza, plaza, se confundan por la propia geometría con la que se diseña, de tal manera que más que una terminal portuaria se conciba como una gran plaza capaz de organizar y gestionar todos los flujos y recorridos intensos que suelen haber en este tipo de equipamientos y, más aún, en ciudades tan habitadas como Yokohama. (Terminal marítima de Yokohama, s.f.)

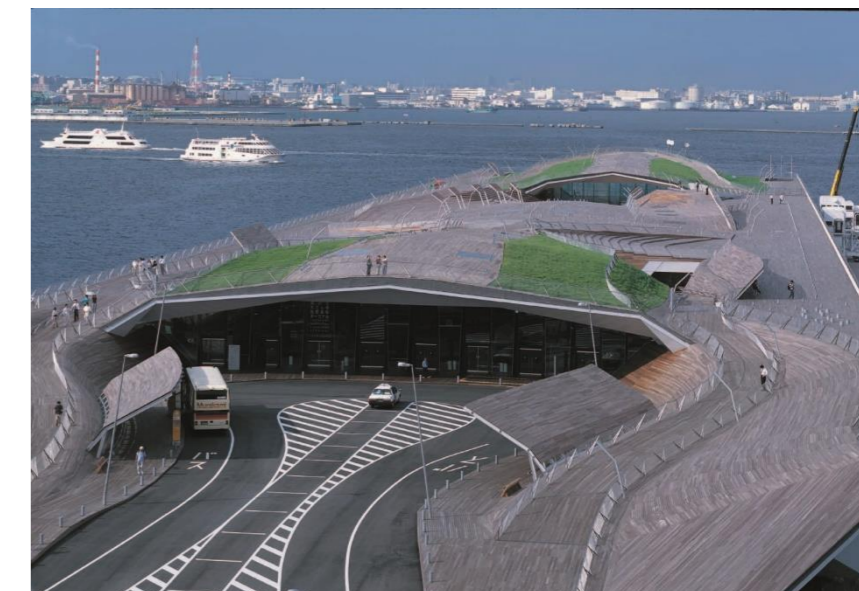


Fig. 31 Vista aérea Terminal de Yokohama

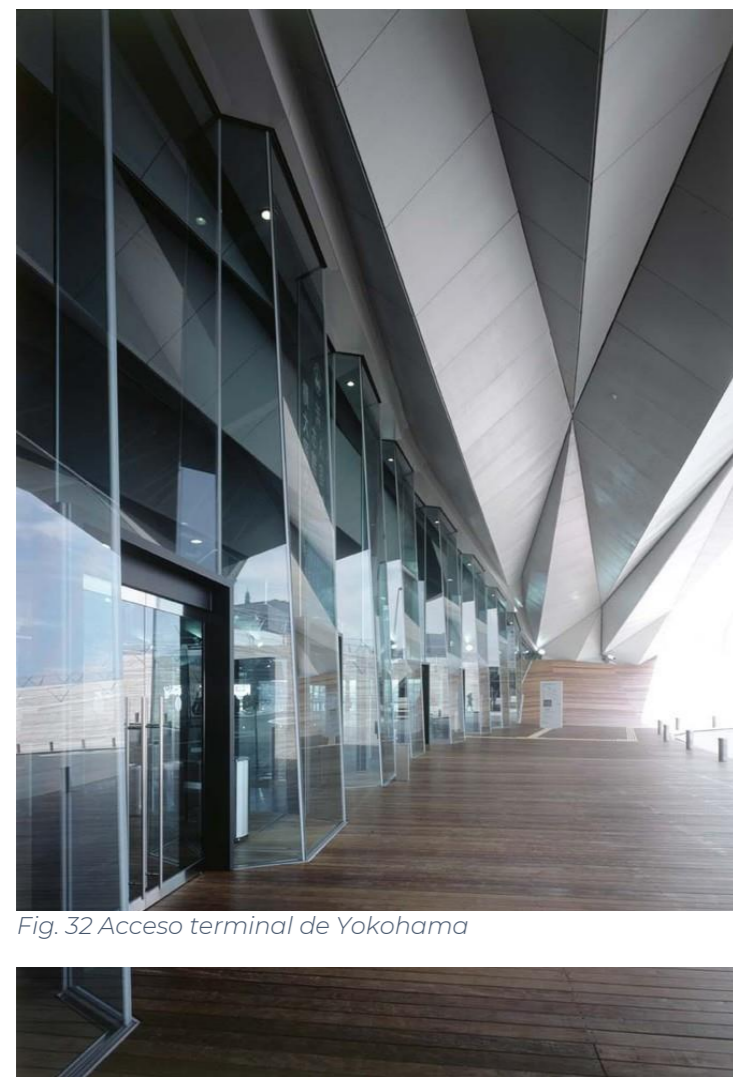


Fig. 32 Acceso terminal de Yokohama

Para entender la composición de la construcción, podemos dividirlo en tres niveles superpuestos. El inferior está dedicado a aparcamiento y salas de máquinas. El intermedio aloja los vestíbulos de salidas y llegadas, zonas de espera, restaurantes y tiendas, así como las oficinas. La planta superior consiste en una gran terraza de madera que aporta las vistas y experiencias más urbanas al complejo, ya que está concebida como una plaza desde la cual se puede apreciar perfectamente el mar y los movimientos entre los barcos y los pasajeros, sin necesidad de viajar o hacer un uso explícito de lo que una terminal marítima supone. En ese sentido, el proyecto aporta a la ciudad un espacio urbano de alta calidad (Terminal marítima de Yokohama, s.f.). Los tres niveles se conectan entre sí mediante un sistema de rampas con ligera pendiente que favorece las dinámicas espacio-temporales de canalización de los distintos flujos. (Langdon, 2014)

ANÁLISIS GEOMÉTRICO

El proyecto basado en el dinamismo y los recorridos inclinados, apoyado sobre el concepto de pliegue, no podía respaldarse sobre un diseño estructural basado en polares, ya que estos rigidizarían las formas y geometrías del proyecto, por lo tanto, los arquitectos diseñan un sistema estructural basado en la propia deformación de las superficies utilizadas, la propia geometría utilizada para la generación de dichas formas ofrece zonas de una alta resistencia no solo a cargas verticales, sino también a las horizontales producidas por los sismos frecuentes que sufre la región. (García, 2014)

El proyecto de la terminal surge a partir de diagramas abstractos y morfológicos en lugar de partir de metas de tipo estético, político o ético. De esta manera es como FOA genera las geometrías y da cuerpo a las formas. La idea principal nace a partir de la idea de «ola», la cual se vincula directamente con las circulaciones y la propuesta programática.

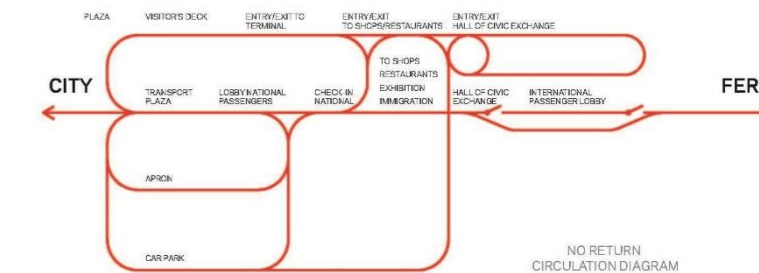


Fig. 33 Esquema de funcionalidad

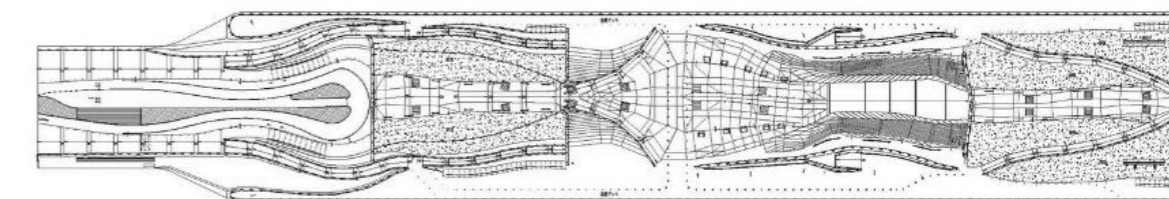


Fig. 34 Planta Terminal de Yokohama



Fig. 33 Espacio de circulación exterior

Concebido como espacio transitorio entre la ciudad y el resto del mundo, FOA trata de reinterpretar el concepto de lugar en un no-lugar como es una estación de intercambio. La idea de una puerta de entrada y salida al mundo exterior se crea a partir de una ampliación de la ciudad, sin la interposición de ningún elemento plenamente divisorio, sino, todo lo contrario, buscando una vinculación flexible entre interior y exterior, entre el mar y la ciudad.

Una de las particularidades más importantes del proyecto se basa en las conexiones continuas que se generan con el suelo, de tal manera que las circulaciones permiten a los usuarios cambiar de un espacio a otro de manera continuada y difuminada, casi sin darse cuenta.

Partiendo de diagramas abstractos y suelos conectivos, la materialización del proyecto se desarrolla mediante el concepto de pliegue y repetición, acumulando una secuencia de capas y niveles topográficos que da paso a una serie de espacios continuos. (García, 2014)

El diseño de la terminal se puede entender mediante la sección, donde se aprecian las distintas superficies curvadas y plegadas para generar espacios tanto habitables y de circulación. Se distancia de cualquier espacio que genere líneas rectas y ortogonalidad, lo cual permite que la percepción del espacio y, sobre todo, de los materiales empleados genere vértigo y dinamismo. (Langdon, 2014)

Observando el proyecto en planta, se advierte la formación de un cuerpo rectangular que se adentra en el mar manteniendo una ortogonalidad constante y sobre el cual se apoya la terminal en sí. Desfasándose unos metros de los límites del cuadrilátero aparecen las geometrías que dan forma al proyecto. Para entender dichas formas, partiremos de los conceptos del diagrama previamente mencionado y el de ola.

A partir del desfase creado sobre la línea que se encuentra con el mar, donde empieza el edificio, se marcan unos límites muy evidentes que también se rigen por una serie de elementos lineales y ortogonales entre sí, pero es a partir de aquí donde las superficies empiezan a tener un carácter más dinámico y orgánico.

Estas curvas y desniveles pueden parecer geometrías caprichosas o aleatorias; sin embargo, buscan alcanzar un equilibrio entre las distintas escalas que convergen en la terminal, desde la envergadura de una ciudad tan grande como Yokohama, hasta la inmensidad del océano al cual se abre, pasando por el tamaño de los vehículos que entran vía terrestre, el de los barcos, o la escala de los propios usuarios que recorren la terminal a pie.



Fig. 34 Espacio de circulación exterior 2

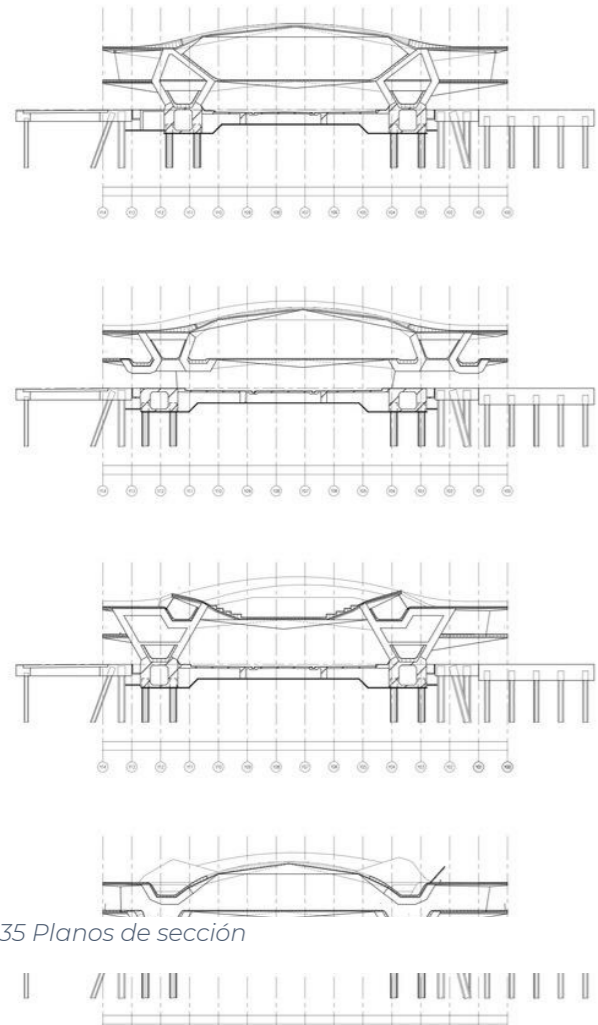


Fig. 35 Planos de sección

La cubierta es uno de los elementos más característicos del edificio, con una serie de pliegues que generan bucles y recorridos sinuosos que se elevan y descienden, pero también se curvan respecto a su propia sección transversal (como la pista de un velódromo), acercándose y alejándose de los lindes de la terminal con el mar. Es una manera de entrar y salir (interior-exterior) sin perder la continuidad ni encontrarse con un obstáculo que irrumpa el movimiento. Una ambigüedad que trata de romper con tres claros convencionalismos: la diferenciación entre suelo y techo, la distinción entre exterior e interior, y el discernimiento entre cerramiento y estructura.

En sección transversal, siempre cambiante, se observa que el diseño de los forjados es en gran parte curvo, y ello tanto para forzar esa ubicua tensión oblicua, como por motivos estructurales, habiendo de salvar grandes luces y hacer frente a eventuales movimientos sísmicos.

La geometría busca adaptarse a un programa donde el movimiento se presenta como protagonista. Las superficies curvas y plegadas incitan a un movimiento continuo y azaroso, de manera que se antoja impensable e innecesario para el usuario cambiar de sentido por el mismo camino transitado, pues la complejidad de bifurcaciones y recorridos invita a experimentar con los múltiples recorridos. Este dinamismo se asocia metafóricamente a la oscilación inestable, incesante e irrepetible del oleaje del mar, frente a la estaticidad y estabilidad que supone la ciudad asentada en tierra firme.

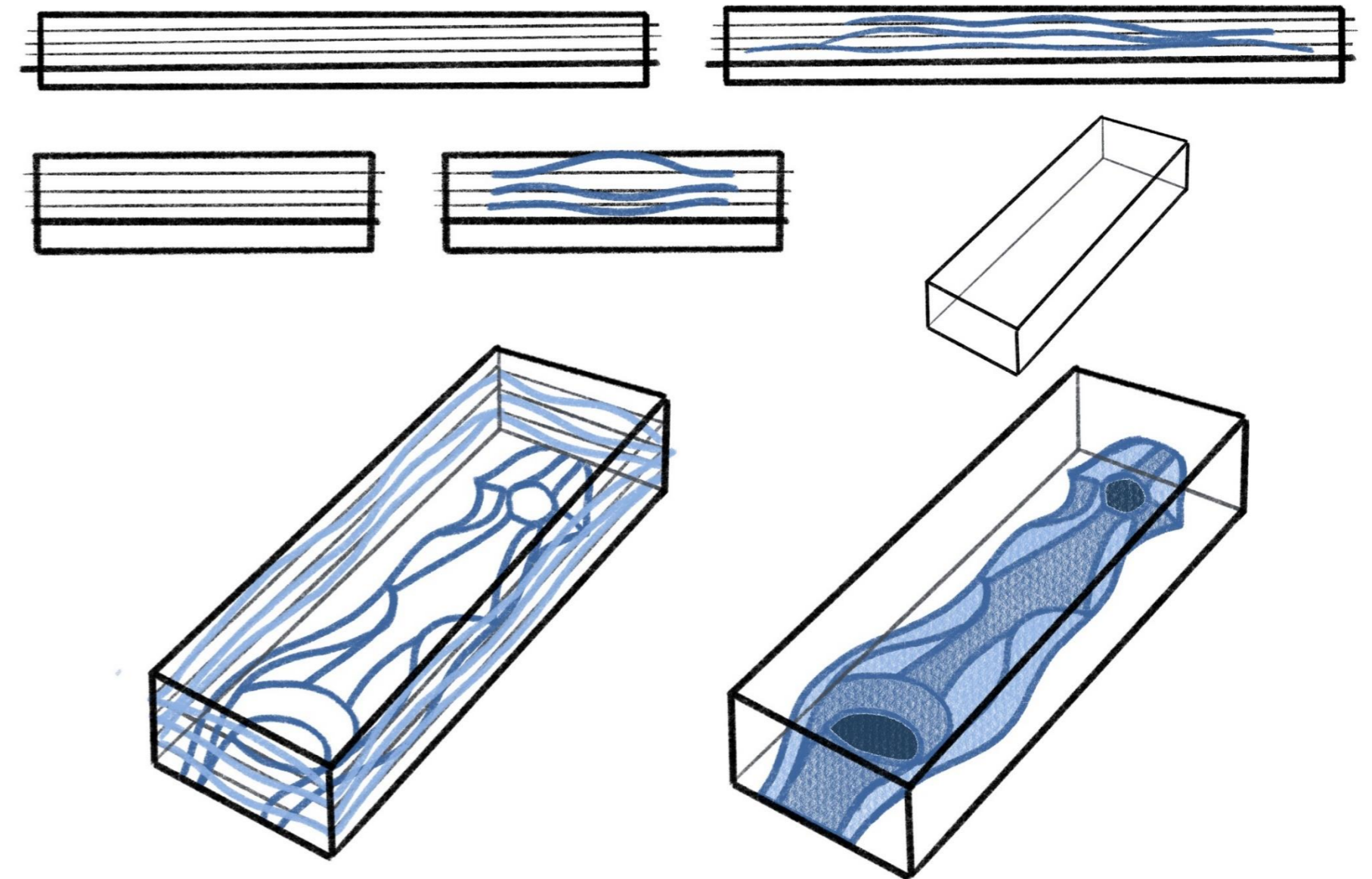


Fig. 36 Esquemas de desarrollo geométrico

LA DIAGONAL EN SECCIÓN

DOS CASAS EN PONTE DE LIMA



Fig. 37 Eduardo Souto de Moura

ARQUITECTO

Eduardo Souto de Moura (Oporto, 1952). Premio Pritzker 2011.

En 1980 obtiene la titulación por la Escuela de Arquitectura de Oporto, en donde ejercerá como profesor entre 1981 y 1991. Ha sido invitado a distintas universidades como la de Navarra, París-Belville, Dublín, Harvard, Lausana y Zurich. Entre 1974 y 1979 trabaja con Álvaro Siza, y en 1980 crea su propia oficina en Oporto.

CONTEXTO

El proyecto de Dos Casas en Ponte de Lima se encuentra en Quinta de Anquiao. El proyecto data del año 2001. Las dos viviendas se sitúan en un terreno muy inclinado, albergan el mismo programa y tienen unas dimensiones muy similares. Souto de Moura afronta el proyecto como dos temas sobre los cuales ensayar: adosarse al desnivel del terreno creando una vista próxima a la rasante, y separarse de las curvas de nivel para levantarse, provocando un punto de vista alto y distante. (TC cuadernos nº 64, 2004)

El proyecto aborda 2 viviendas aisladas independientes. Sin embargo, no podrían interpretarse por separado, ya que albergan el mismo programa de vivienda unifamiliar y se crean en contraposición una respecto de la otra en parcelas contiguas para tratar las dos modalidades que el arquitecto propone para resolverla inserción sobre un terreno inclinado. (TC cuadernos nº 64, 2004)

DESCRIPCIÓN

Compartiendo el mismo programa de vivienda unifamiliar de 4 habitaciones, las dos viviendas se encuentran en una ladera. Empezaremos hablando sobre la «casa horizontal», la cual se sitúa al Norte. Todo su programa se desarrolla en una planta única manteniendo la horizontalidad de tal manera que vuela sobre el terreno generando un espacio debajo del voladizo, el cual se aprovecha mediante una zona ajardinada con césped que se extiende hasta la piscina. (Arquitectura Viva, 2004)

La segunda casa, conocida como la «casa inclinada», se sitúa al Sur del emplazamiento. A diferencia de la casa horizontal, la vivienda se distribuye en dos niveles. En la planta superior se encuentran los espacios de uso como la cocina-comedor y un espacio para labores del hogar, mientras que en la parte inferior se dispone el salón y los dormitorios, los cuales se vinculan entre sí mediante una terraza longitudinal. (Arquitectura Viva, 2004)

Las dos viviendas no solo comparten programa y dimensiones; también se resuelven constructivamente con materiales idénticos, tanto la estructura basada en muros y losas, como los acabados interiores, tratados con resina en los suelos y revoco en los paramentos verticales. (Arquitectura Viva, 2004)



Fig. 38 Vista de las dos viviendas

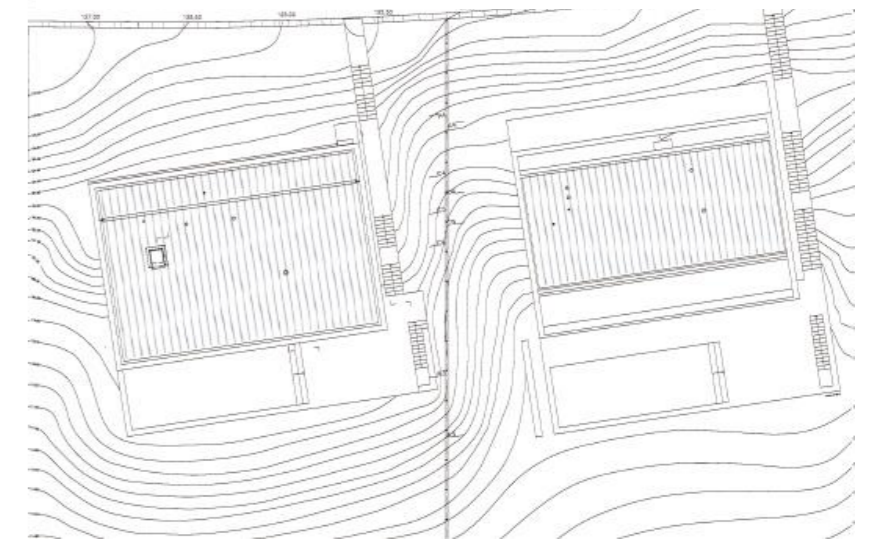


Fig. 39 Plano de cubiertas de las dos viviendas

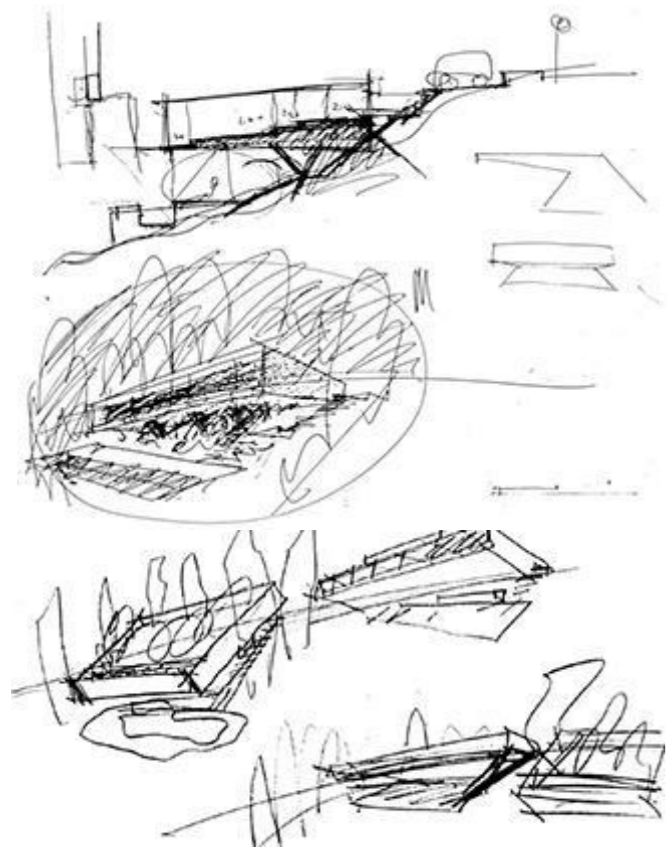


Fig. 40 Dibujos a mano alzada de Souto de Moura

ANÁLISIS GEOMÉTRICO

Souto de Moura diseña las viviendas en sendas parcelas contiguas con una inclinación muy pronunciada, siendo este uno de los condicionantes de proyecto más acusados. Sin embargo, el arquitecto afronta el reto como una oportunidad para experimentar con la composición de dos volúmenes puros que, aun aparentemente autónomos a primera vista, dependen en realidad el uno del otro. La manera en la que afronta la geometría busca dos formas de afrontar la relación con el plano de apoyo: una más natural, donde la vivienda parece reposar directamente sobre el terreno, y otra más forzada, donde la casa se inclina y vuela sobre el desnivel existente.

Para poder analizar geométricamente el proyecto, dividiremos el análisis en dos y mostraremos las diferencias y similitudes que existen entre las viviendas, sabiendo que albergan el mismo programa y que a nivel constructivo tienen una gran similitud. La «Casa Horizontal», como su propio nombre indica, se crea como un prisma que se mantiene horizontal sobre el terreno sin ninguna inclinación o tensión que pueda apreciarse a primera vista tanto en el volumen como en planta. Observamos que mantiene ortogonal toda la distribución interior y que mantiene en planos completamente verticales todos los cerramientos de la vivienda. Como comentamos previamente, la inserción de esta casa se basa en la idea de romper con lo natural, es decir, alzarse sobre el paisaje elevándose sobre las vistas que el propio desnivel aporta.

Uno de los puntos más importantes de esta vivienda y que particularmente interesa a la hora de hablar de las tensiones que puede generar un cuerpo tan recto, parte del gran voladizo que supone la vivienda en sí y en cómo se resuelve. Durante el proceso de diseño, Souto de Moura le planteó al ingeniero resolver la estructura con un sistema que a primera vista parece desafiar las leyes de la gravedad, con una clara percepción de inestabilidad. Aquí es donde se puede ver la tensión y los elementos oblicuos del proyecto. La estructura está inspirada en un soporte inclinado para botellas de vino, donde el propio peso de la botella es capaz de mantener un equilibrio perfecto de una manera completamente horizontal apoyada en un soporte inclinado, de tal manera que el centro de gravedad del elemento volado se encuentra directamente sobre el apoyo y el momento que genera la unión de los dos elementos mantiene el equilibrio. De hecho, el soporte no es capaz de mantenerse en pie si no es por la botella.

Esta estructura tan sencilla es la inspiración de Souto para resolver el proyecto de la «Casa Horizontal». Proyecta una losa de cimentación de unas dimensiones considerables situada justo debajo del volado; después, con una inclinación de aproximadamente 35°, salva la diferencia de altura entre el plano de la piscina y la planta de la vivienda. La estructura se encuentra enterrada en el terreno, se rellena la parte inferior donde se apoya el cuerpo creando un desnivel más pronunciado que el del propio terreno para así poder aprovechar mejor el espacio que se genera. Aproximadamente un tercio de la planta se empotra en el terreno.



Fig. 41 Zona inferior y exterior de la Casa Horizontal



Fig. 43 Casa Inclínada



Fig. 42 Acceso Casa Horizontal

En la «casa inclinada» se busca una integración más natural en el entorno, de modo que el cuerpo construido parece deslizarse sobre la propia inclinación del terreno. El prisma, de unas dimensiones muy similares al de su homóloga horizontal, presenta una inclinación muy similar a la del terreno, generándose dos cerramientos volados que mantienen la misma geometría que su vecina, pero en una disposición distinta. La inclinación de la vivienda permite distribuir el programa en dos plantas, si bien no colmata en su totalidad el espacio que esta geometría aporta.

La estructura de la vivienda se plantea con una losa de cimentación que, a diferencia de la horizontal, se encuentra mucho más próxima al cuerpo habitable sobre la que se conforma un sistema portante completamente vertical. Sin embargo, tanto el muro inferior como el superior se mantienen ortogonales a la forma del prisma, de tal manera que forman un ángulo recto con la inclinación de la vivienda y, por ende, no son verticales. Este basculamiento geométrico genera dos puntos de tensión e incluso de incertidumbre, ya que desde el exterior parece que sean espacios totalmente opacos que condenan el acceso y las vistas a la parcela y se desvinculan del contexto. Estos paramentos están volados, pues ninguno de sus extremos entra en contacto con el suelo.

En el volado superior, el prisma deja de tener un carácter másico y se convierte en una geometría de planos que se libera del suelo y el techo. A medida que el usuario se aproxima desde fuera se desvela la existencia de una segunda piel interior de carpintería por la cual se accede al interior de la vivienda.

Por su parte, el volado inferior corresponde a la zona donde los dormitorios y la sala de estar se abren a una terraza adyacente. Esto no se aprecia desde el exterior, que más bien presenta un volumen abstracto y hermético que se cierra completamente al exterior. Sin embargo, el nivel del forjado está lo suficiente elevado como para no interrumpir la visual y la continuidad de ese espacio hacia el paisaje.

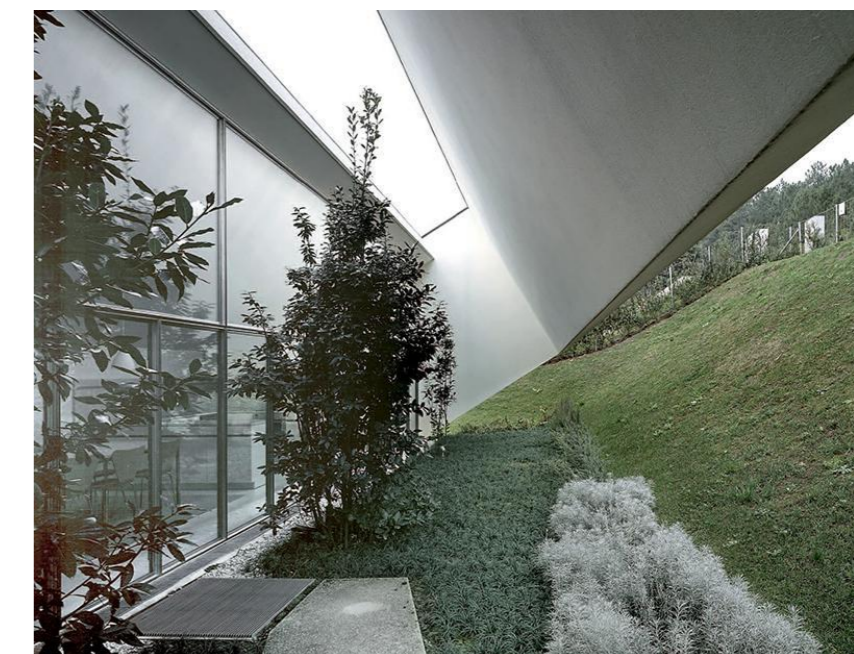


Fig. 44 Acceso Casa Inclínada

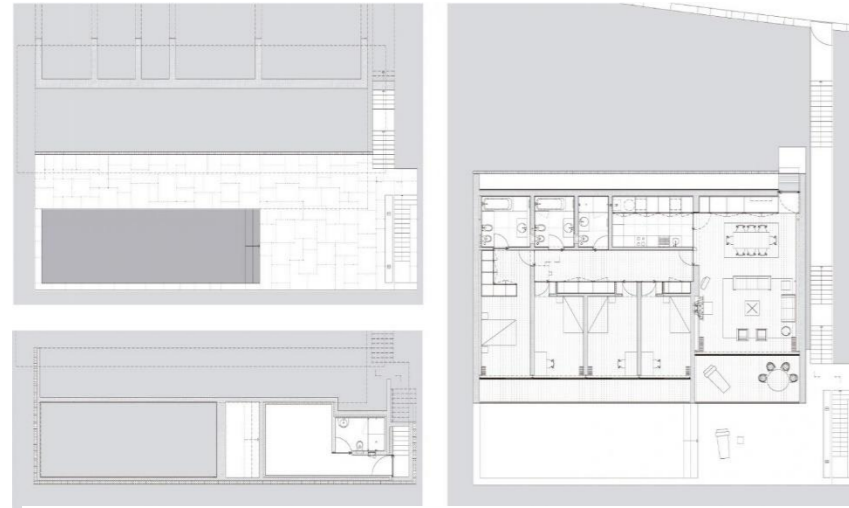


Fig. 46 Planos Casa Horizontal

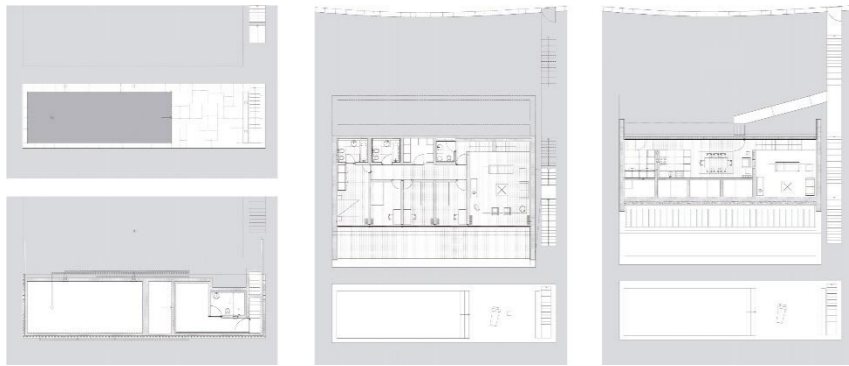


Fig. 45 Planos Casa Inclínada

En definitiva, las dos viviendas están proyectadas y pensadas para coexistir: no se entiende la una sin la otra en ese juego compositivo en el que se contraponen dos maneras de resolver la implantación de una «caja» en desnivel. Una, adoptando una estructura inclinada para generar un cuerpo horizontal; otra, diseñando una estructura vertical y horizontal para sustentar un volumen inclinado. La idea de inestabilidad subyace en la génesis del proyecto; en el primer caso, por el pronunciado voladizo sobre un terreno ya de por sí tensionado por la pendiente; en el segundo, por la sensación de deslizamiento que se percibe ante un cuerpo regular apoyado sobre un plano inclinado. Inestabilidad que viene enfatizada por la percepción de las aristas inferiores de la caja, que las separa del suelo y las hace levitar. Por otra parte, y con el fin de evidenciar ese binomio plano-inclinado, la radicalidad geométrica y abstracta y la uniformidad material resultan claves.

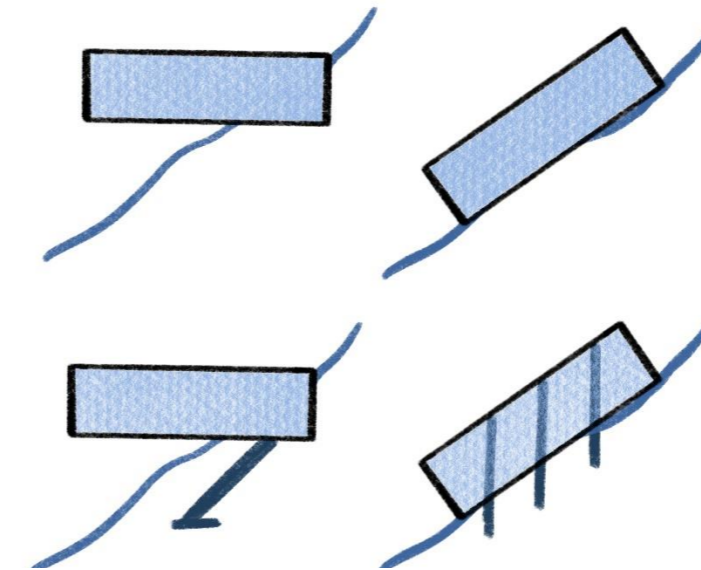
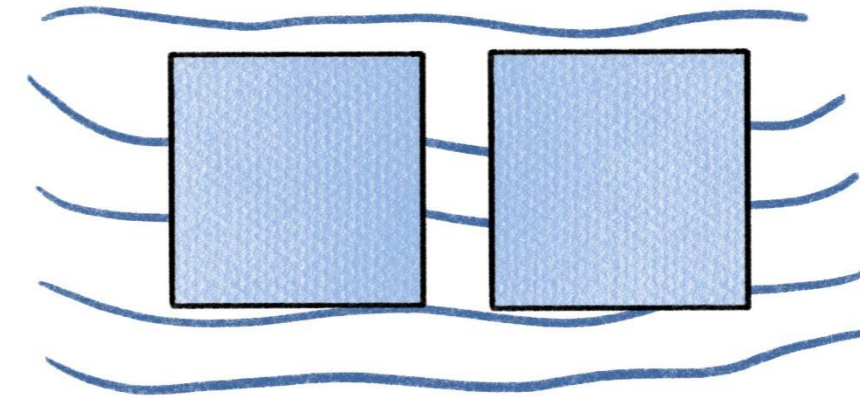
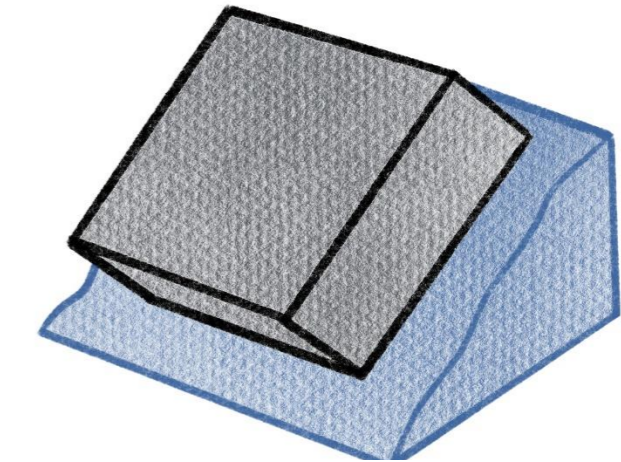
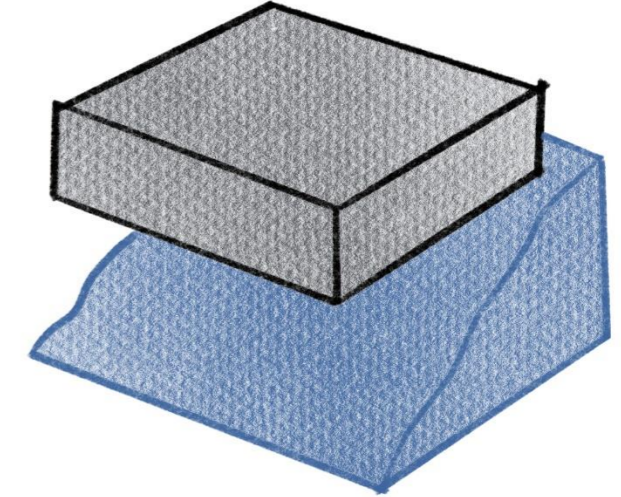


Fig. 47 Esquema de desarrollo geométrico



MUSEO DE BELLAS ARTES DE CASTELLÓN

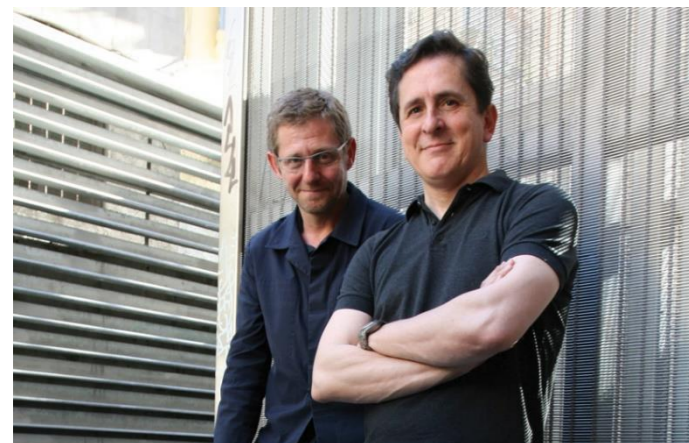


Fig. 48 Luis Moreno Mansilla y Emilio Tuñón Álvarez

ARQUITECTO

Mansilla + Tuñón arquitectos. Fundado en 1992 por Luis Moreno Mansilla (Madrid 1959 - Barcelona 2012) y Emilio Tuñón Álvarez (Madrid 1959). Tras la muerte del primero el gabinete pasó a denominarse Tuñón Arquitectos. Anteriormente, trabajaron en el estudio de Rafael Moneo.

Han desarrollado gran parte de su recorrido académico en el Departamento de Diseño Arquitectónico de la Escuela de Arquitectura de Madrid como docentes. También han sido profesores invitados en distintas universidades como la escuela de Arquitectura de la Universidad de Princeton en los años 2008, 2009 y 2010, Harvard Graduate School of Design en el año 2006, Barcelona Architecture International School en 2001 y 2002, además de otras universidades.

Han sido galardonados con distintos premios como: Premio Aplus 2011, Premio Mies van de Rohe en 2007, Premio de Arquitectura Española en 2003, Premio Bienal Iberoamericana de Arquitectura e Ingeniería en el año 1998, Premio AD Architectural Digest en 2009 entre muchos otros galardones. (TC cuadernos, s.f.)

CONTEXTO

El proyecto se encuentra en la ciudad de Castellón de la Plana, Comunitat Valenciana. Fue construido entre mediados de 1998 y noviembre del año 2000. El programa que alberga se organiza siguiendo la tipología de museo donde funciona todo en torno a un claustro ajardinado que previamente pertenecía a un colegio. El programa del museo se puede dividir en cuatro bloques muy característicos en función de su privacidad o uso: público, semipúblico, trabajo y finalmente almacenamiento. (Informes de la Construcción, 2000)

El proyecto se realiza en una plaza situada al este de la ciudad con un carácter racionalista, emergiendo como un volumen gris que sugiere una composición moderna. Una de las intenciones de los arquitectos es la de recrear un espacio seguro en el que custodiar celosamente, cual una esfinge acorazada, los tesoros de la ciudad.



Fig. 49 Vista exterior Museo Bellas Artes



Fig. 50 Vista desde el claustro

DESCRIPCIÓN

A partir de la idea de claustro y de la ordenación de los cuatro tipos de usos mencionados se generan tres edificaciones diferenciadas entre sí. El edificio claustral se encuentra –como su propio nombre indica– en torno al claustro ajardinado, y contiene distintas dependencias del museo a puerta cerrada y zonas destinadas a las oficinas, formando un conjunto de carácter semipúblico (Revista de Arquitectura del COAM, 2001). Adosado al edificio claustral, se sitúa un edificio de nueva planta, compacto y hermético, con geometría cúbica, donde se disponen las salas de exposición permanente. Dicho espacio tiene un carácter público. En la parte oeste del emplazamiento se crea una pieza longitudinal donde se desarrollan las actividades de restauración, es decir, se trata de una zona destinada al trabajo. Finalmente, bajo el pabellón destinado a la restauración, en el sótano, se encuentran los espacios destinados a almacenamiento, además de servir de nexo entre las exposiciones y la zona de trabajos de restauración. (Revista de Arquitectura del COAM, 2001)

EL edificio principal se construye siguiendo una retícula con unas dimensiones de 7,30 x 6,60 m con módulos de 5 x 4, con forjados de una altura libre de 3.30 m y 6.90 para los de doble altura. El cerramiento se resuelve con un muro ventilado con acabados metálicos realizados con paneles de aluminio reciclado. Todas las piezas contienen una marca que permite identificar el edificio para el que se construyeron. (Planelles)

ANÁLISIS GEOMÉTRICO

El edificio principal objeto del análisis se compone de cinco niveles destinados a salas de exposición permanente, las cuales se ven concatenadas por una serie escalonada de dobles alturas que ofrecen una visión transversal de todo el volumen a modo de diagonal espacial, desde la última planta hasta el patio del semisótano. Este recurso compagina la compacidad del edificio con una disposición espacial en la que se juega con tres escalas distintas: las salas que se encuentran entre forjados, las dobles alturas, y la diagonal que atraviesa el proyecto a modo de cascada entre los distintos niveles (Planelles). A diferencia de otros proyectos con espacio central de múltiples alturas, como el Guggenheim de Nueva York, en Castellón la escala está más controlada.

Como comentamos anteriormente, proyecto se divide en tres edificaciones, la central, se organiza a modo de claustro respetando el arbolado preexistente. Donde se ubican las exposiciones temporales, el auditorio, la cafetería, la biblioteca y las dependencias del museo. Mantiene una geometría ortogonal respetando la forma cuadrada del claustro con unas cubiertas que se inclinan hacia el interior.

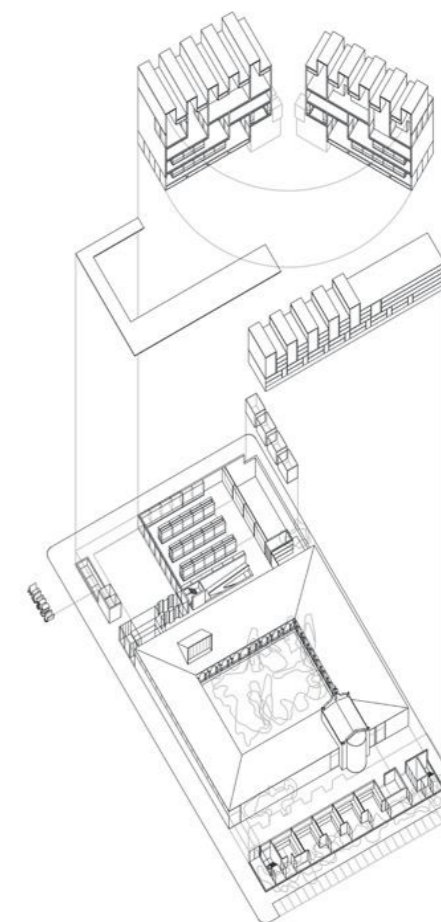


Fig. 51 Esquema volumétrico

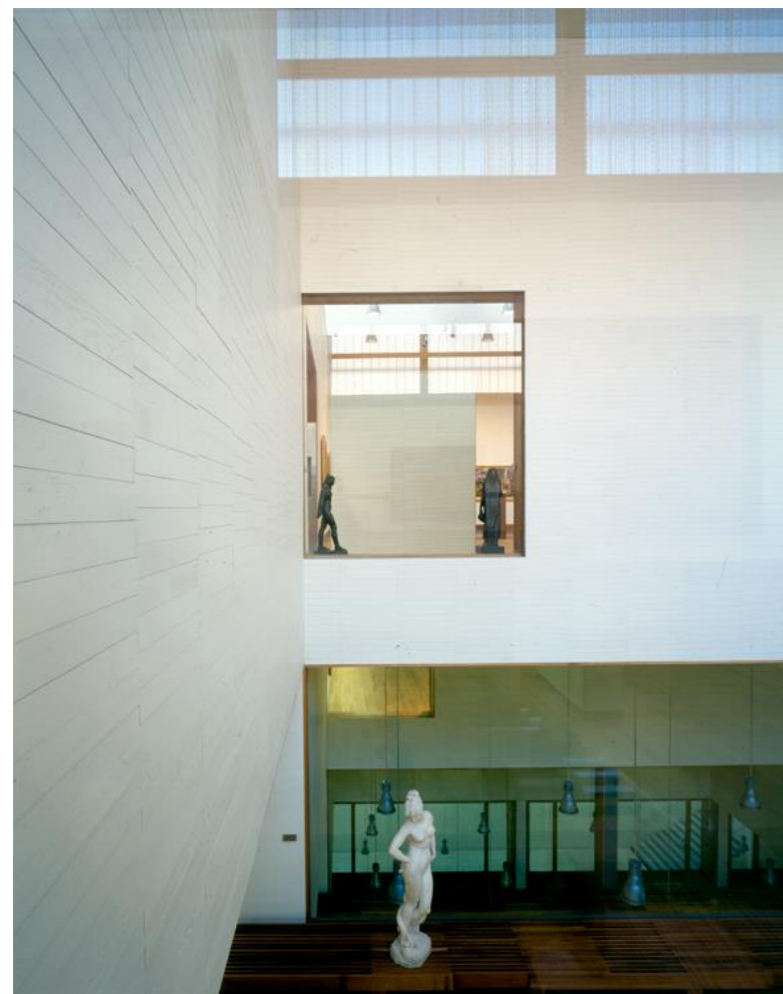


Fig. 52 Vista diagonal interior

A la zona Oeste de la parcela se construye un edificio de nueva planta con forma de prisma rectangular donde se puede evidenciar la nueva materialidad. En este bloque aparecen una serie de prismas rectangulares en la cubierta que se alternan coronando la cubierta y caracterizando el volumen.

Desde el exterior y a primera vista no se aprecia ningún tipo de rotura del espacio cartesiano, como tampoco se vislumbra ningún indicio de tensión oblicua.

Los lucernarios situados en la cubierta forman una silueta dentada, los módulos tienen una geometría rectangular, con una altura similar a la distancia entre forjados y una anchura que se aproxima a la mitad de cada pórtico. En sección podemos observar como a cada lucernario le corresponde un desfase de forjado distinto de tal manera que, cada forjado da continuidad a un espacio de doble altura para permitir una visión global de todo el edificio mediante una diagonal completa.

La diagonal se crea respetando todos los ángulos rectos y la ortogonalidad de todos los elementos construidos, no hay ningún paramento o forjado que se incline o se deforme respecto a los ejes cartesianos. El espacio transversal se genera a partir de una serie de desfases del forjado creando un espacio interior a modo de cascada para iluminar i mantener una visual continua entre todas las plantas.

El espacio diagonal se percibe como una serie o ritmo, gracias a la modulación y a la uniformidad de las dobles alturas: todas tienen la misma anchura, la misma longitud y la misma altura, aunque no todas están completamente abiertas (las inferiores están acristaladas). Pero esta no es la única serie. También los lucernarios se alternan con la cubierta del edificio formando un ritmo binario que se enfatiza en la fachada a la calle Clara Campoamor.

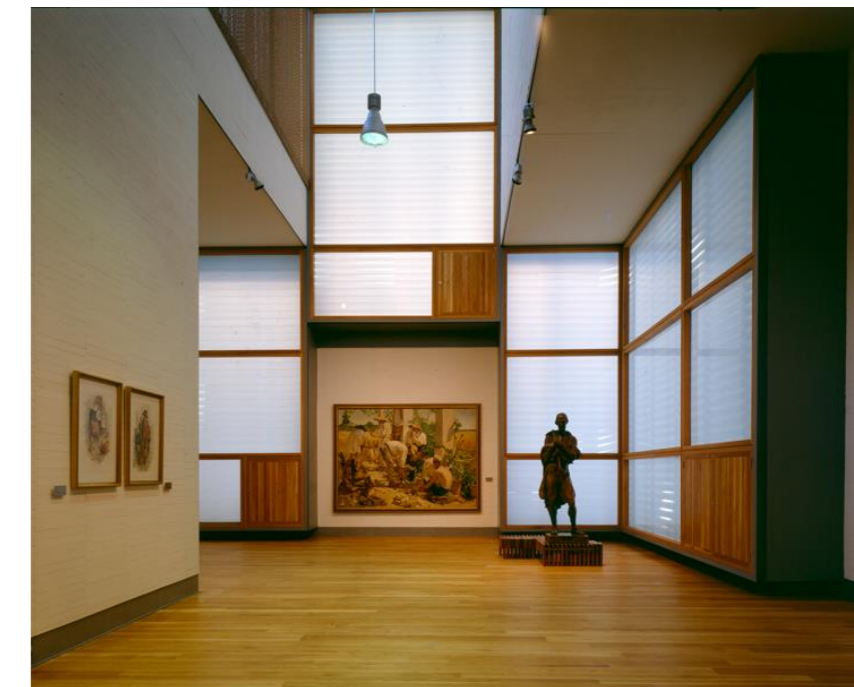


Fig. 53 Vista interior del museo



Fig. 54 Vista diagonal interior 2

Desde el punto de vista funcional, la cascada espacial reúne varias ventajas. Por un lado, permite el descenso hacia las plantas inferiores de un torrente de luz difusa, captada por los lucernarios orientados a norte. Por otro lado, constituye para el visitante un elemento central de orientación en su deambular por el museo, un punto de referencia interior en cada planta, que logra superar el habitual desconcierto que se sufre al recorrer las salas carentes de vistas externas en la mayoría de los museos. Finalmente, el vacío consigue descomprimir interiormente el espacio contenido en el volumen hermético e impenetrable dedicado a las exposiciones permanentes, condición por otra parte inevitable por necesidades de protección de las preciadas obras de arte.

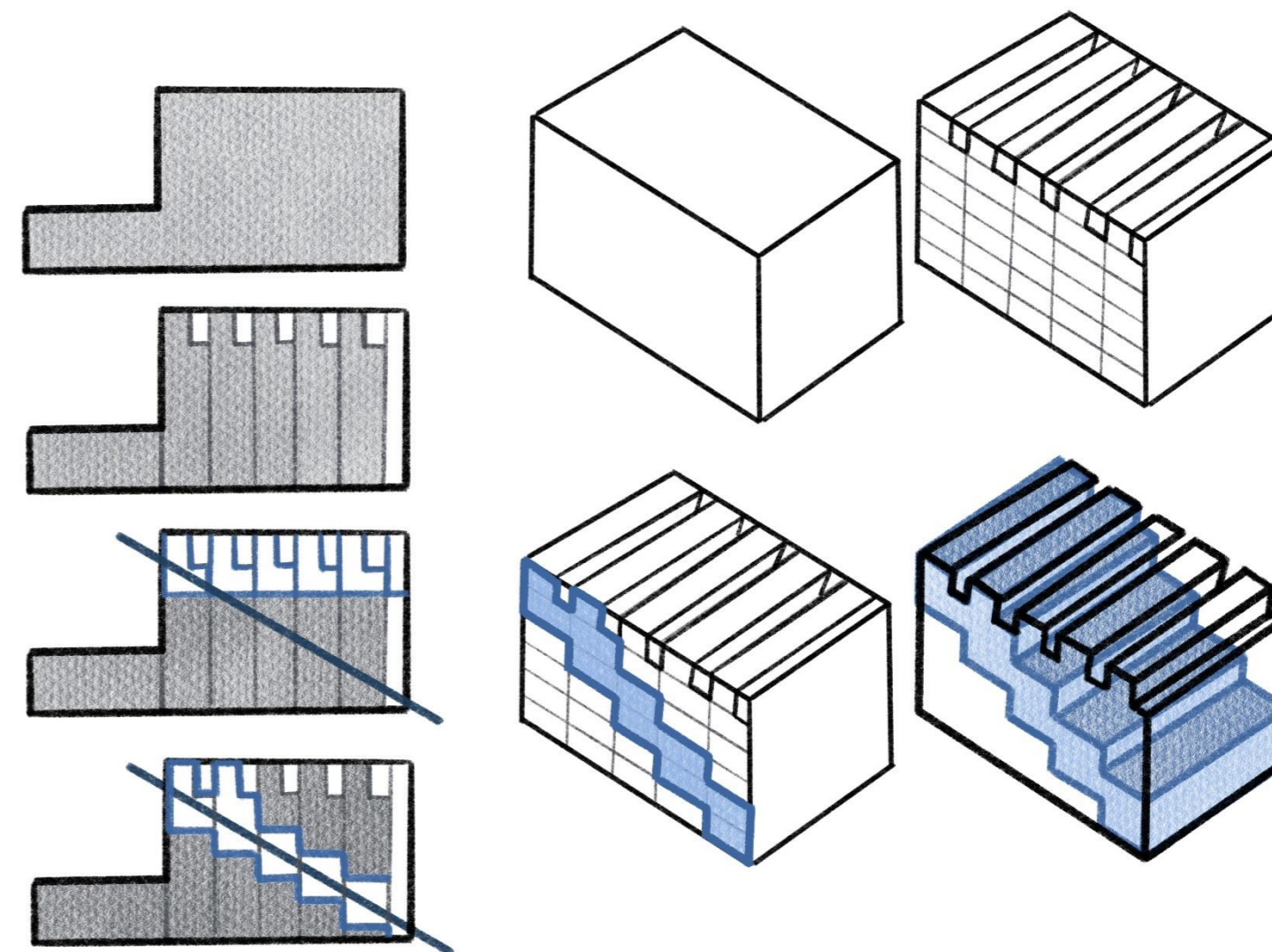


Fig. 55 Esquema de desarrollo geométrico

VICTORIA AND ALBERT MUSEUM



Fig. 56 Daniel Libeskind

ARQUITECTO

Daniel Libeskind (Lodz, 1946). Estudió música en el conservatorio de Lodz, su ciudad natal, piano y acordeón en Israel. Más tarde se instaló en Nueva York para proseguir sus estudios como músico. Poco después de su llegada a Estados Unidos comenzó a estudiar arquitectura.

En 1968 fue aprendiz de Richard Meier. En 1989 fundó el estudio Daniel Libeskind junto a su esposa, Nina, para el concurso para el Jewish Museum de Berlín. Después de ganar el concurso recibió una serie de encargos como el Imperial War Museum North en Manchester o la Felix Nussbaum Haus en Osnabrück.

Fue profesor en la U.C.L.A. y la Academia de Artes de Cranbrook, en la Universidad de Toronto para la cátedra Frank O. Gehry, en la Hochschule für Gestaltung en Karlsruhe, en la Universidad de Pennsylvania para la cátedra Cret y en la cátedra Louis Kahn de la Universidad de Yale. Ha sido investido doctor *honoris causa* de las universidades de Edimburgo, Berlín y Chicago.

CONTEXTO

En 1852 se fundó el museo Victoria & Albert por sir Henry Cole gracias a los fondos de la Exposición Universal de 1851. El museo se sitúa en el barrio de Kensington, en el centro de Londres, y fue diseñado por el arquitecto sir Aston Webb. A día de hoy es uno de los centros de artes decorativas más importantes del mundo. El patronato del museo y el director Alan Borg plantearon una ampliación del museo y para ello convocaron un concurso restringido al que se invitó a algunos de los arquitectos más renombrados del momento. (Arquitectura Viva, 1996)

La propuesta diseñada por Libeskind respondía de manera muy atrevida a la dialéctica entre pasado presente y futuro rompiendo bruscamente el entorno histórico y decimonónico plenamente consolidado. (Arquitectura Viva, 1996)

En la antigua entrada del museo están grabadas las palabras: *imaginación y conocimiento* aludiendo a la inspiración de la idea, un museo que se abre al siglo veintiuno enfrentándose a un desafío de construir una ampliación en la que se incluyen salas de exposición, equipamientos educativos y también espacios donde la experimentación de nuevos métodos de interacción son los protagonistas. Pretende aportar una nueva visión y un nuevo significado a las tradiciones rompiendo la relación hasta entonces existente entre el público y las artes. (El Croquis, 1998)



Fig. 57 Vista virtual exterior

El proyecto de Libeskind fue el primer premio del concurso, superando las propuestas de arquitectos como Norman Foster, Nicholas Grimshaw, Zaha Hadid, Eva Jiricna. Cuando en mayo de 1996 se difundió el proyecto, recibió una serie de críticas por parte de los críticos más conservadores de Londres. Sin embargo, el V&A escogió este proyecto radical para así contribuir a impulsar la institución hacia las nuevas corrientes artísticas y tecnológicas más avanzadas que el nuevo siglo podría ofrecer. Con todo, el proyecto nunca llegó a construirse. (Cohn, 1998)



Fig. 58 Planta tipo del museo

DESCRIPCIÓN

El proyecto pretende integrarse en la ciudad ajustándose a la historia y a la escala del entorno, adaptándose a las cumbreras y aleros de los edificios colindantes, siempre buscando una proporción con el paisaje que lo rodea. Hay seis conexiones que se sitúan de manera centrífuga que vinculan la ampliación con los edificios adyacentes, mediante accesos directos, lo cual genera un nuevo abanico de recorridos por todo el museo. (El Croquis, 1998)

La ampliación del museo se divide en 7 plantas, la planta baja y la planta primera se destinan a la entrada, puntos de información y cafetería. De la planta segunda hasta la quinta se albergan las distintas salas de exposición hasta llegar a la sexta, donde se proyecta un laboratorio para el aprendizaje, y finalmente un observatorio y cafetería en la séptima planta. La organización simple y abierta aporta gran flexibilidad permitiendo distintos eventos innovadores fuera de los horarios ya que cada espacio puede funcionar de manera independiente. (El Croquis, 1996)

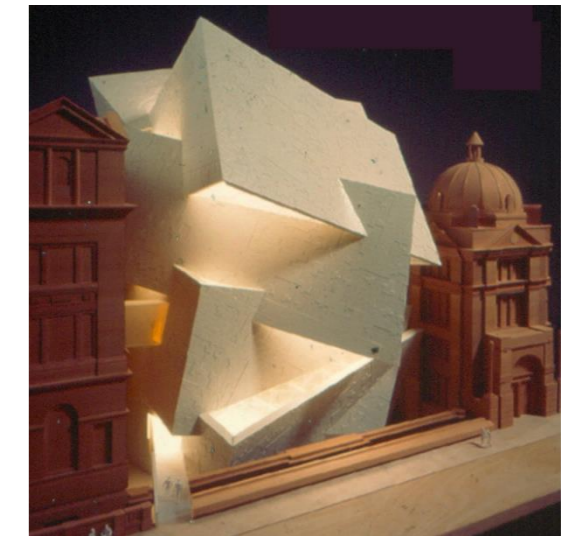


Fig. 59 Vista virtual exterior 2

La ampliación se organiza en base a tres actuaciones distintas: el movimiento espiral del arte y la historia, la trabazón interior y exterior, y finalmente el laberinto del descubrimiento. La espiral del arte y la historia se refleja en un cerramiento que crea una envolvente continua que, al girar sobre un eje central y vertical, traza un movimiento en espiral, lo cual provoca que el usuario se implique en el movimiento y dinamismo del museo. En el interior se muestra la trabazón con una serie de desplazamientos sinuosos, y hacia el exterior se relaciona al usuario con la ciudad, su presente y el propio museo. El laberinto refleja un sistema heterogéneo y flexible de la organización para proporcionar una serie de distintas experiencias relacionadas en el sistema complejo. (Quaderns, 1999)

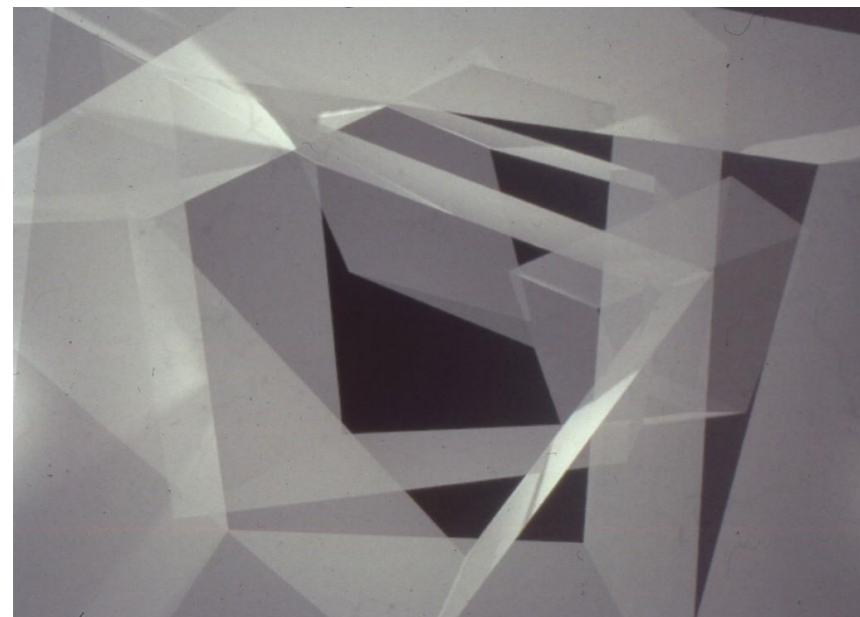


Fig.60 Maqueta composición de la fachada

ANÁLISIS GEOMÉTRICO

El diseño de Libeskind surge a partir de la creación de una espiral caótica, cuyo planteamiento geométrico es distinto de la espiral convencional (aquella que se plantea como una serie de movimientos que se generan en torno a un centro fijo donde las percepciones de discontinuidades por los cambios bruscos de dirección son realmente mínimas).

Para la creación de una espiral caótica partimos de una circunferencia donde de manera aleatoria se plantean una serie de puntos que se unen al centro a modo de radios. Al unir estos puntos se genera un polígono irregular.

A continuación, de la misma manera que se realiza con la espiral clásica, pero con los radios generados con el polígono irregular, los radios se giran progresivamente doblando el giro del antecedente a partir de un grado de 30° , de manera que el primero gira 30° , el segundo 60° , el tercero 120° y así sucesivamente con los radios restantes.

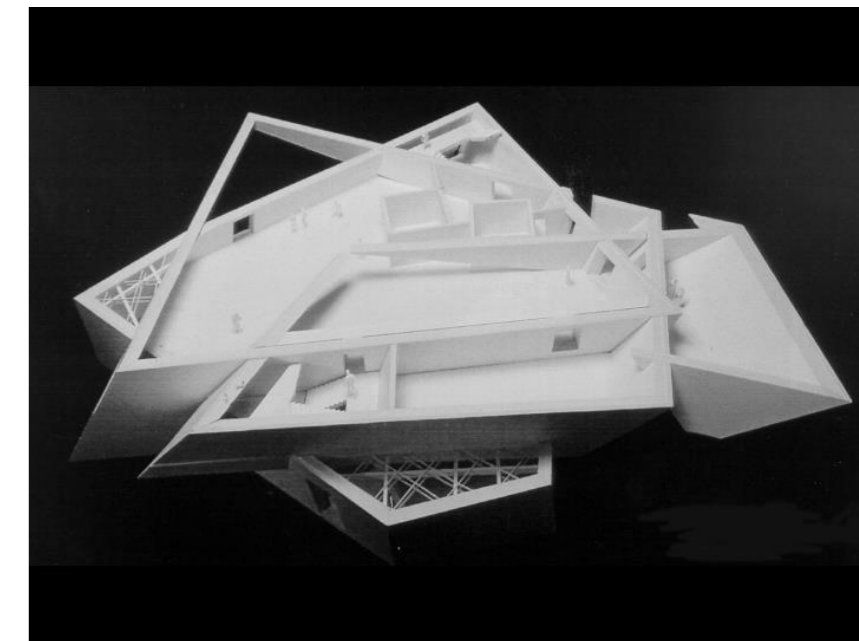


Fig.61 Sección horizontal de la maqueta

En el tercer paso se varía la posición del centro de la circunferencia inicial en el plano XY, con un desplazamiento negativo respecto del eje X, de manera también progresiva al desplazamiento inicial.

A partir de esta geometría básica, Libeskind plantea la espiral caótica en tres dimensiones formando un helicoide caótico. Con estas geometrías resuelve los tres objetivos principales de su función: simbolizar el movimiento espiral entre el arte y la historia, crear un trabado visual entre los espacios interiores y exteriores, y generar un laberinto de descubrimiento a través de un recorrido lineal.

Los planos inclinados que se generan a partir del helicoide caótico se intersecan entre sí creando una serie de cerramientos que confunden el inicio y el final de cada uno, ya que todos los planos parten de la misma secuencia. Además su posición resuelve la estructura que calcula el ingeniero.

El cerramiento se resuelve con un revestimiento de azulejo llamado *fractile*, que se crea a partir de una geometría diseñada por Cecil Balmond, el mismo que calcula la estructura del edificio. Esta geometría permite una gran variedad de configuraciones a partir de una única pieza geométrica. (Arquitectura Viva, 1996)

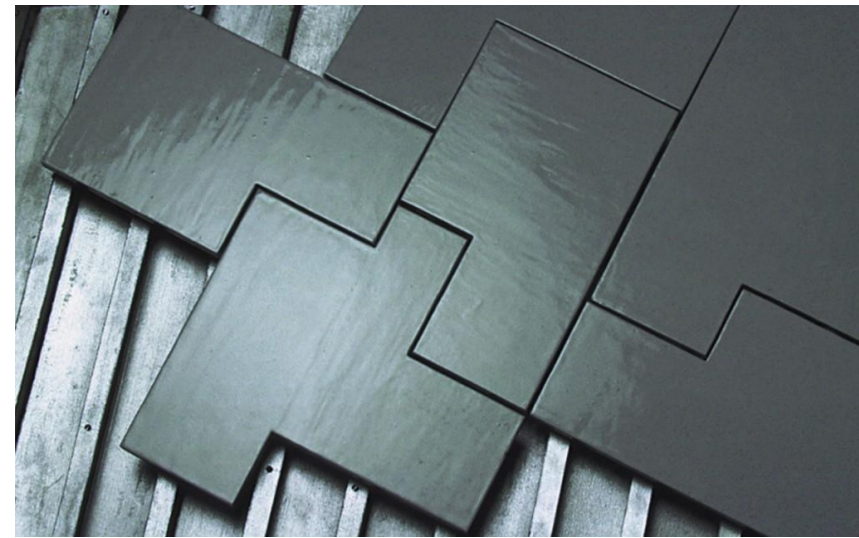


Fig.62 Azulejo de revestimiento exterior

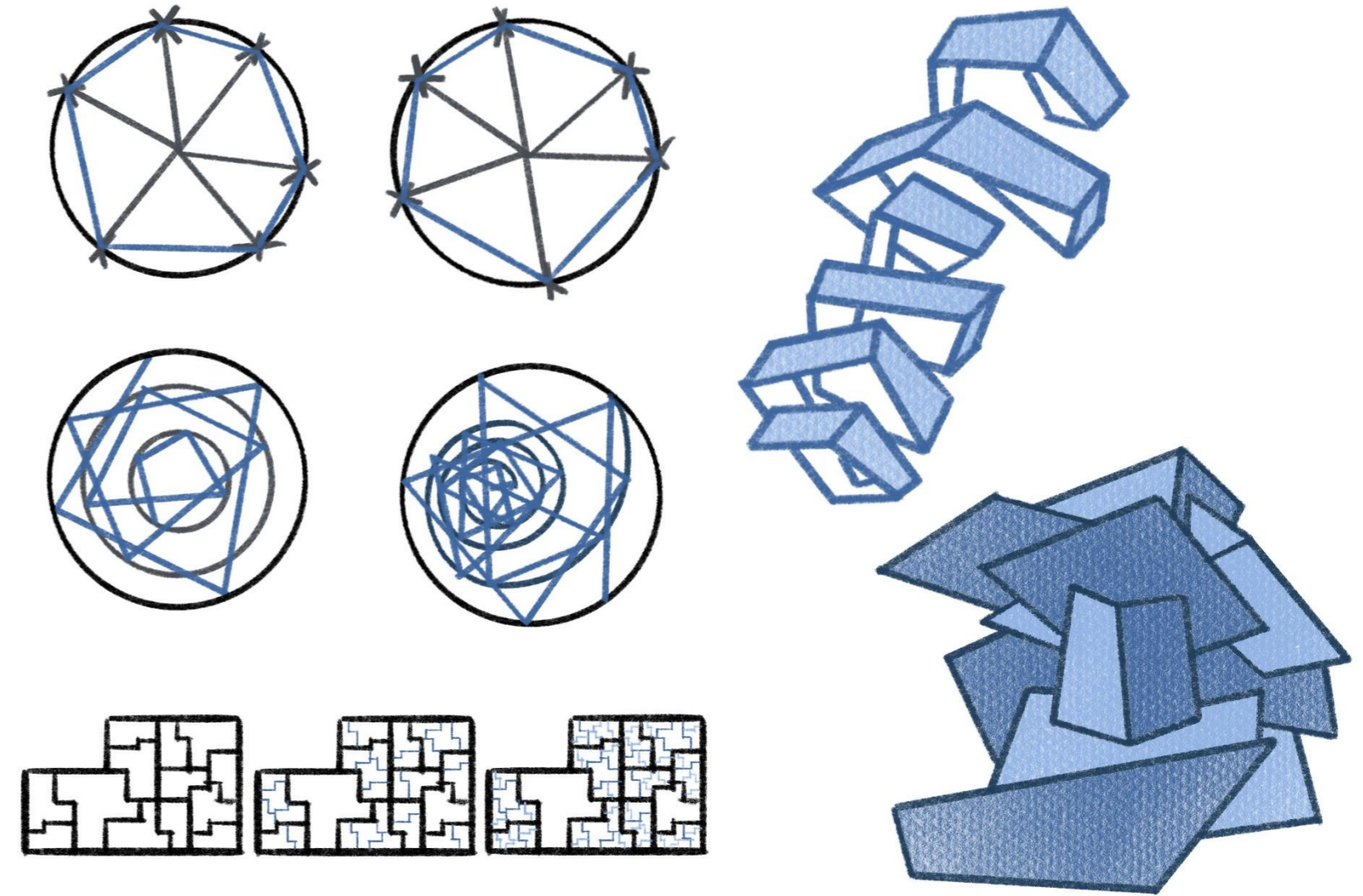


Fig.63 Esquema de desarrollo geométrico

RUPTURA DEL PLANO VERTICAL

PUERTA DE EUROPA



Fig.64 John Burgee y Philip Johnson

ARQUITECTO

John Burgee (Chicago, 1933) y Philip Johnson (Cleveland, 1906 - New Canaan, 2005)

El edificio fue encargado al arquitecto ganador del Primer premio Pritzker de la historia en el año 1979, Philip Johnson, el cual fue discípulo de Mies van der Rohe. Desde 1967 hasta 1991 se asoció con John Burgee para fundar Johnson/Burgee en Manhattan.

CONTEXTO

La idea de crear una puerta en la ciudad viene de la época donde Madrid era una ciudad amurallada. A partir del siglo XVIII empieza el desarrollo urbanístico de la , que dio lugar a que las puertas de las murallas pasasen a ser elementos conmemorativos. Haciendo referencia a esta tradición, se plantea incluir en el paisaje la conocida como Puerta de Europa, también llamada Torres Kío, situadas frente a la Plaza de Castilla y al norte del Paseo de la Castellana. (Torres Kio, s.f.)

La zona donde se sitúa el proyecto resulta una ampliación de la ciudad de Madrid que empieza a final de los años veinte y primeros de los treinta donde se pretende prolongar el eje de la Avenida de la Fuente Castellana, conocido hoy como el Paseo de la Castellana. En los proyectos urbanísticos que se crean a partir de entonces ya se muestra la idea de construir dos rascacielos en el extremo de la ampliación. A partir de 1987 el Ayuntamiento de Madrid define las actuaciones urbanísticas que posteriormente permitirán el desarrollo arquitectónico. (Informes de la Construcción, 1996)



Fig.65 Vista desde el Paseo de la Castellana



Fig.66 Vista aérea

DESCRIPCIÓN

El proyecto consiste en dos torres inclinadas simétricas respecto al Paseo de la Castellana. Las dos torres tienen tres niveles de sótano. En el primero se encuentran las salas de control y seguridad, centro de mensajería, central frigorífica y la centralización de contadores e instalaciones telefónicas. En el segundo sótano se sitúan los vestuarios y aseos del personal de mantenimiento. En el tercer y último sótano se encuentran los equipos de fontanería, aljibes, extractores, almacenes y usos varios. También se disponen en la zona exterior de los sótanos todos los aparcamientos, centros de transformación energética y acometidas. (Informes de la Construcción, 1996)

En la planta baja se crea una plaza con un espacio urbano peatonal, a partir del cual una serie de rampas conectan con el interior de las torres por los accesos principales dando paso a unos vestíbulos imponentes que rodean el acceso al resto de plantas. El resto de las 24 plantas existentes está destinado a oficinas. Desde el vestíbulo encontramos un núcleo de 8 ascensores de los cuales cuatro permiten el acceso desde la planta baja hasta la planta decimotercera, el resto permiten desde planta baja hasta la trece, y los siguientes hasta la planta veinticuatro. Esta división se debe a la inclinación del edificio, que impide la continuidad en su totalidad. (Informes de la Construcción, 1996)

Las plantas destinadas a oficinas son distintas entre sí debido a la inclinación de la torre; todas ellas se

presentan diáfanos para poder realizar la distribución que el usuario crea conveniente. Disponen de tres salidas distintas, una a los ascensores y otras dos que abren directamente a las escaleras de emergencia que se encuentran en fachada, las cuales desembarcan en el vestíbulo de la planta baja. En la planta veinticinco se encuentra gran parte de las instalaciones del edificio como las calderas, refrigeración y demás. El propio entramado metálico de esta planta sirve para soportar el sistema de limpieza de fachada.

Inicialmente, la solución para la fachada fue diseñada con vidrio y granito rosa de Porriño, un material que fascinó al arquitecto John Burgee, pero que por motivos estructurales fue rechazado, ya que suponía un exceso de peso considerable. Finalmente se optó por la combinación de vidrio, aluminio y acero inoxidable.

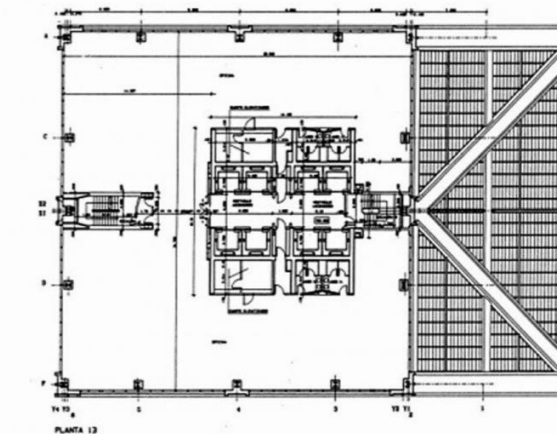


Fig.67 Planta tipo



Fig.68 Vista aérea proceso de construcción

La estructura del edificio fue diseñada por las oficinas de Leslie E. Robertson Associates (LERA). Los forjados del proyecto funcionan como cualquier edificio transmitiendo las cargas a los pilares de una manera convencional solo que una parte de estos pilares están inclinados. La geometría del propio edificio provoca que tienda a caer en dirección a la otra torre. Por tanto, uno de los objetivos estructurales consistirá en atirantar el edificio por la parte exterior para transmitir las fuerzas de manera vertical hasta la cimentación.

La estructura se divide en: una estructura metálica triangulada que transmite los esfuerzos aportando una gran rigidez frente a acciones laterales; una estructura de hormigón armado donde se encuentran los ascensores e instalaciones, y que funciona como un mástil que proporciona un 80% de la rigidez total del edificio; y finalmente, una serie de cables postesados que se encuentran adosados a los pilares de la fachada trasera y que terminan en la coronación del edificio, donde se disponen vigas metálicas a modo de celosía que se encarga de repartir las fuerzas horizontales.

ANÁLISIS GEOMÉTRICO

El diseño del proyecto pretende escapar de la idea de rascacielos verticales, y por ello se propuso el diseño de dos torres inclinadas, una idea innovadora, rompedora y sobre todo arriesgada. Según Gunnar Birkets, «la liberación del edificio vertical para dejar atrás el papel tradicional de la adaptación funcional, la complacencia visual y las actitudes generales de las estructuras en gran altura» fue uno de los motivos más importantes a la hora de tomar la decisión de inclinar las torres, entre otros como la adaptación al entorno mediante la forma. (Informes de la Construcción, 1996)

Desde un inicio, la idea de las torres planteaba una gran separación entre ellas para la organización urbanística en planta baja, pero, de esta manera, la distancia entre las torres impediría percibir el proyecto como una unidad, sino más bien como dos elementos separados. Además, la idea de crear puerta más a la ciudad pretendía evitar totalmente el mecanismo de repetición de bloques de edificios geoméricamente convencionales. A pesar de la distancia en planta entre las torres, la idea de inclinar las torres de manera simétrica genera inmediatamente una relación directa entre ellas que se asocia con una gran puerta (Informes de la Construcción, 1996).



Fig.69 Vista aérea 2

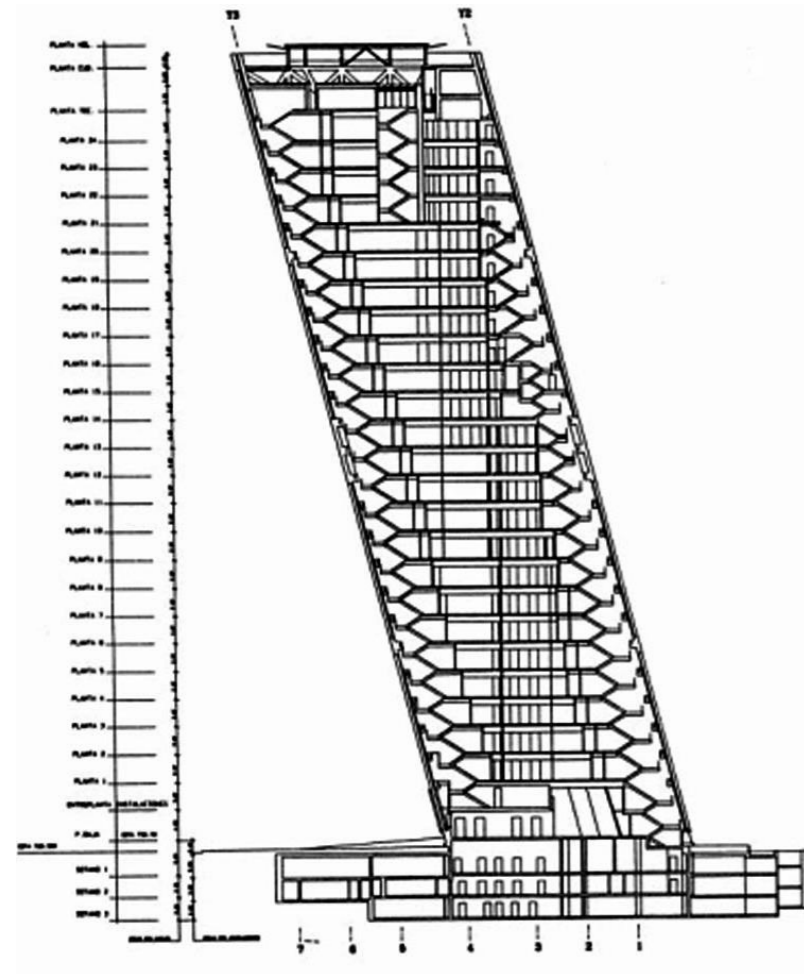


Fig.70 Plano de Sección

La asociación mental de las dos torres como una puerta se puede explicar por la Teoría perceptiva de la Gestalt, en concreto, por la ley de la simetría, por la que «las imágenes simétricas son percibidas por el cerebro como iguales y, a la distancia, como un solo elemento». En ese sentido, si las dos torres estuviesen inclinadas en la misma dirección en lugar de en direcciones opuestas se seguiría percibiendo como conjunto, pero la imagen de puerta se desvanecería. Por otro lado, por la ley de la pregnancia, basada en el hecho de que nuestro cerebro intenta organizar los elementos que percibe mediante figuras simples, la percepción mental de las dos figuras prismáticas tiende a componer con ellas un triángulo.

La geometría de las torres es la de un paralelepípedo esviado con bases, forjados y cubiertas horizontales y cuadradas con unas dimensiones de 35 metros de lado, una altura total es de 115 metros y una inclinación de fachadas de $14,3^\circ$. La inclinación de las torres respecto a su altura provoca un desfase de 5 metros en la cubierta respecto a la base de 30 metros (este es el voladizo), dejando simplemente una banda de 5 metros que une la planta baja con la cubierta de manera totalmente vertical. (Informes de la Construcción, 1996)

Para analizar la geometría de las torres y sus deformaciones, partimos de la idea de dos rascacielos con base cuadrada que se elevan de una manera totalmente vertical generando un prisma esbelto. La deformación se percibe como un empuje lateral desde la parte superior de la torre hacia su homogénea de manera que la base queda anclada al suelo, pero las cubiertas de las dos torres tienden a unirse entre ellas manteniendo toda la horizontalidad de los forjados existentes.

La geometría de las torres genera en el observador una impresión de inestabilidad, pues parece que las dos torres vayan a vencerse y que lo único que pueda frenar el completo derrumbe sea el encontrarse la una sobre la otra en su caída. Esta tensión se evidencia con el tratamiento de las fachadas laterales, que, aunque perfectamente verticales, acusa en sus bordes el desplome del edificio hasta en tres escalas diferentes: una primera, con el remarcado de los nervios con paneles de acero inoxidable (sobre fondo negro), incluyendo los bordes inclinados, el pilar central vertical y las líneas de zunchado (horizontal); en segundo lugar, mediante una retícula sobre la carpintería marcada en rojo; y finalmente, mediante la cuadrícula de descomposición de la carpintería en color negro.

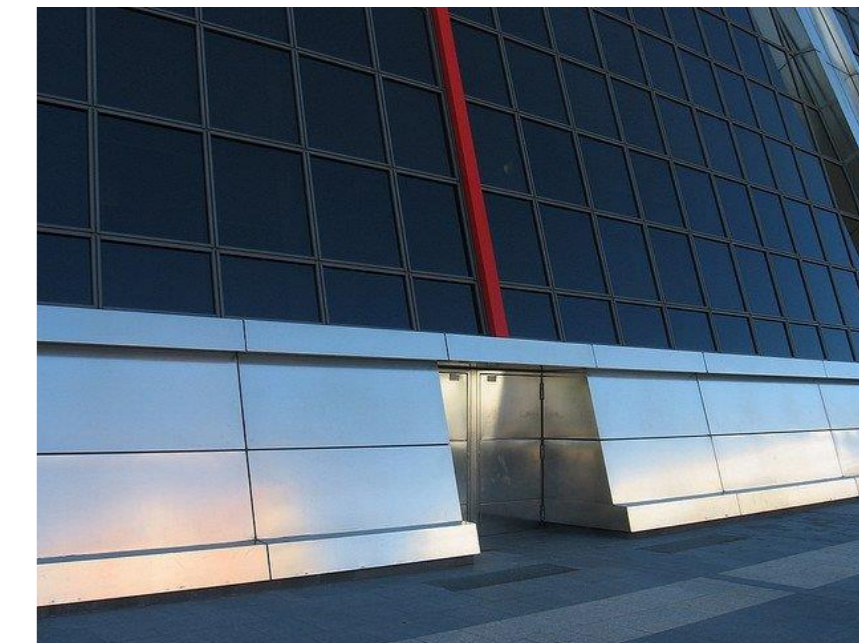


Fig.71 Acceso zona trasera

Esta intención tensional se lleva también a las caras inclinadas (interior y exterior). Aunque su geometría no da lugar a irregularidades, pues su forma es perfectamente rectangular, los arquitectos introducen de nuevo la diagonal por medio de gigantescas cruces de San Andrés, tratadas de la misma manera que el resto de los hipertrofiados nervios.

Seguramente si el secreto de la estabilidad de las torres quedara al descubierto, el impacto por la inestabilidad sería mucho menor. De ahí que los arquitectos se hayan guardado mucho de poner las cartas cara arriba. El «secreto» no es otro que el del juego de contrapesos: un gran volumen de hormigón enterrado y unos tensores que consiguen centrar las cargas desde la cara externa. El núcleo central de hormigón, completamente vertical e invisible desde el exterior, contribuye en gran medida a la estabilidad, como ya se ha mencionado.



Fig.72 Acceso zona interior

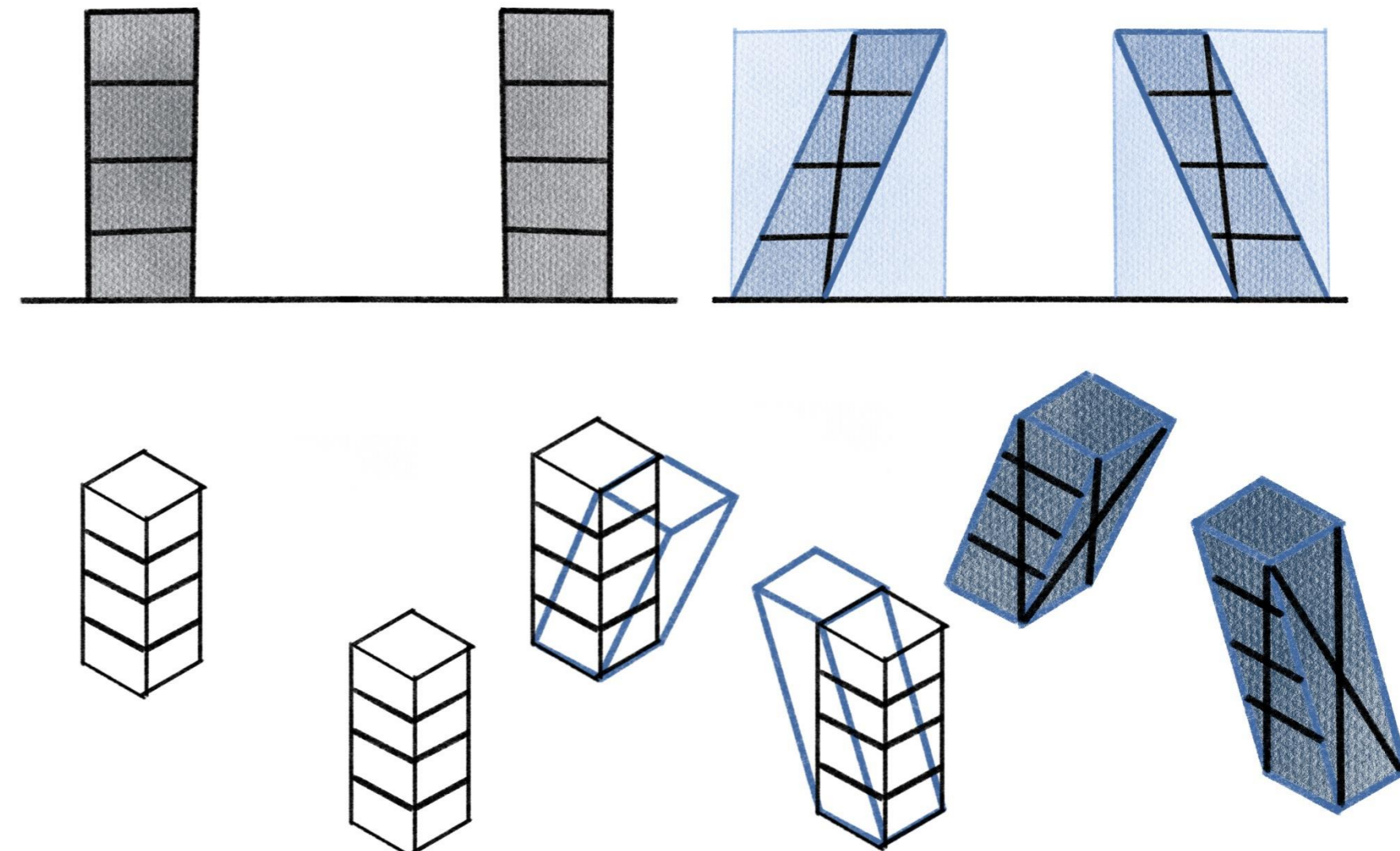


Fig.73 Esquemas de desarrollo geométrico

LABORATORIOS JORBA



Fig.74 Miguel Fisac

ARQUITECTO

Miguel Fisac Serna (Daimiel, 1913 - Madrid, 2006)

Arquitecto, urbanista y pintor. En el año 1942 obtiene el título por la Escuela Técnica Superior de Arquitectura de Madrid. Fue uno de los grandes transformadores de la arquitectura española durante las décadas de los años cincuenta, sesenta y setenta cuando el lenguaje clasicista dominaba en el país. Fisac contribuyó a romper los estándares planteando una arquitectura moderna y personal.

Una de las características más destacadas de su obra es el uso del hormigón armado pretensado y postensado. La capacidad de diseño con estos elementos mediante una serie de encofrados versátiles permitía al arquitecto construir con gran ligereza y jugar con la iluminación. Fisac también diseñaba el mobiliario de sus obras. Proyectó distintos edificios como la iglesia del Espíritu Santo en Madrid, el edificio de la Biblioteca Pública del Estado en Cuenca, la Embajada de Indonesia en Madrid y una serie de complejos religiosos entre muchos otros programas.

Fue galardonado con la Medalla de Oro en la Exposición de Arte Sacro de Viena por su proyecto de la iglesia de Arcas Reales en Valladolid, la Medalla de Oro de la Arquitectura por el Consejo Superior de los Colegios de Arquitectos de España, también con el Premio Nacional de Arquitectura en el año 2003 a sus noventa años. Tras su muerte en 2006 se constituye la Fundación Miguel Fisac por iniciativa del Colegio de Arquitectos de Ciudad Real. (Fundación Miguel Fisac, s.f.)

CONTEXTO

También conocida como "La Pagoda" el edificio de los Laboratorios Jorba se ubicaba paralela a la carretera de Barcelona, en la M-30, por una de las salidas de Madrid hacia el aeropuerto de Barajas. Fue un encargo para albergar la sede de la farmacéutica en la ciudad de Madrid. Por parte del cliente se pidió que la propia torre fuese un símbolo publicitario importante, por eso mismo Miguel Fisac diseñó la torre con esa misma geometría. (Fernández, 2019)

Este proyecto resultó ser el final de la relación de Fisac con la industria farmacéutica después de dieciocho años proyectando edificios para dicho sector (Sánchez, 2015)

El edificio iba a ser un laboratorio farmacéutico, tema del que sé mucho, pues aparte de ser hijo de boticario he estado haciendo los laboratorios Alter (...) y luego los Made: es un programa que conozco bastante bien pero yo he comprado un solar que tiene una parte elevada y querría que me sirviera como anuncio. (Miguel Fisac, 1969)

Finalmente, el edificio fue derribado en el verano de 1999. La gente no era consciente del porqué de su derribo. De hecho, la inmobiliaria que iba a construir allí un bloque de oficinas quería mantener el edificio. Sin embargo, por no cumplir normativa de incendios entre otros motivos, el edificio fue demolido, perdiendo con ello un icono arquitectónico de la capital española. (Aroca, 1999)



Fig.75 Vista de la torre Jorba



Fig.76 Vista de todo el edificio

DESCRIPCIÓN

El proyecto se componía de dos volúmenes distintos: las naves destinadas a almacenamiento, con una geometría longitudinal, cubiertas por una serie de “vigas hueso” que el propio Fisac había diseñado; y la torre exenta, situada en la parte más cercana a la calle, donde se albergaban las oficinas, espacios para la administración e incluso una biblioteca (Fernández, 2019)

El edificio tenía planta de sótano y semisótano donde se encontraba la cafetería, un cuerpo rectangular con dos líneas de pilares, dejando libre un espacio de grandes luces (naves) al otro extremo. La torre se conformaba por ocho pilares céntricos situados en la proyección de las plantas, rematado por un pináculo situado sobre el núcleo central de las comunicaciones. (Sánchez, 2015)

Tiene en cada una de sus partes la disposición más conveniente para que se puedan realizar los diferentes trabajos de forma óptima y así desde la entrada de materias primas y envases, los productos recorren un itinerario ininterrumpido de mínimo recorrido y fáciles transportes, tanto verticales como horizontales, hasta su salida de los almacenes y de la zona de empaquetado y embalaje. (Miguel Fisac, 1969)

Este edificio pertenece a una serie de edificios que con su geometría marcaron tendencia y rompieron con las corrientes que durante el régimen franquista habían predominado en los años 50. (Fernández, 2019)

ANÁLISIS GEOMÉTRICO

El proyecto se puede entender como un complejo compuesto por dos volúmenes diferentes, las naves de almacenamiento y la torre, siendo esta última la protagonista en el análisis geométrico. La idea de Fisac parte de una rotación de las plantas cuadradas 45 grados respecto a la anterior superponiendo las plantas de tal manera que se crea una secuencia de plantas unidas entre sí por paraboloides hiperbólicos. (Fernández, 2019)

El paraboloides hiperbólico (conocido popularmente como «silla de montar») es un tipo de paraboloides consistente en una superficie reglada de doble curvatura de tipo sinclástico, puesto que las curvaturas se encuentran en distinto lado de la superficie. Al ser una superficie reglada puede construirse a partir de rectas, por lo tanto, dentro de su complejidad aparente, es posible generar encofrados utilizando listones rectilíneos, sin necesidad de acudir a encofrados curvos.

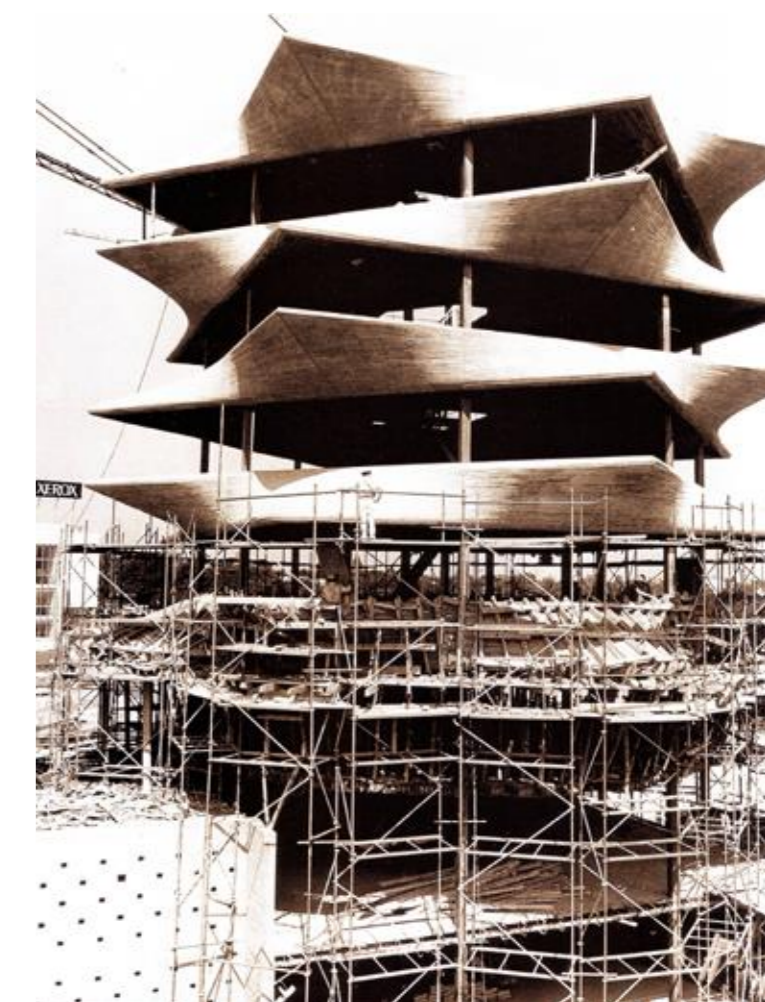


Fig.77 Proceso constructivo

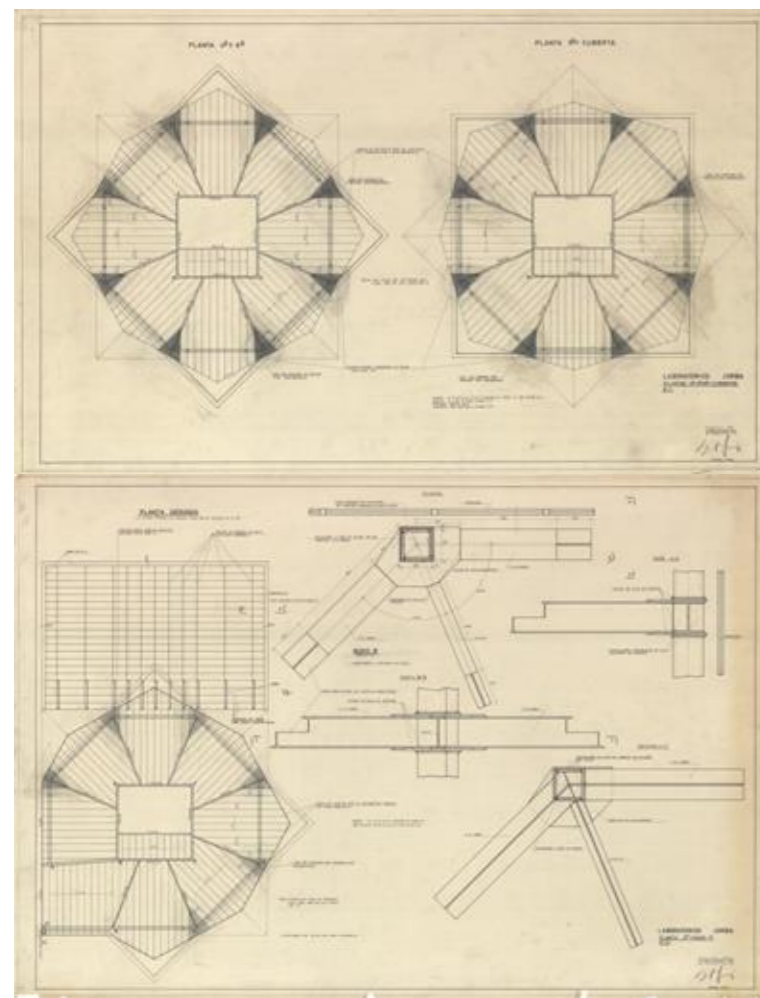


Fig.78 Planos y detalles

Veo que me encuentro con un cuadrado de 16 metros de lado, lo empiezo a rotar 45° y me empiezan a salir unas superficies muy queridas en geometría: paraboloides hiperbólicos, que tienen la ventaja de no tener que hacer moldes curvos, sino utilizar unas tablillas que van girando. Organizo allí los trozos de paraboloides hiperbólico para que puedan entrar en la geometría; entonces queda una cosa llamativa. El objetivo final era precisamente eso: que fuera llamativo. (Miguel Fisac, 1969)

Las cinco plantas de la torre van rotando 45 grados respecto a la inmediatamente inferior. A pesar de ser cuadradas, la figura del cuadrado parece difuminarse entre las superficies regladas que consiguen adaptar el giro de una planta a otra. Lo único que parece realmente recto son los paramentos verticales que se abren con cristalerías corridas al exterior. Esta distorsión perceptiva debida a la omnipresencia de las curvas contradice sin embargo la realidad de una construcción que no utiliza más que la línea recta.

La tensión oblicua en este caso se produce a través de un movimiento sugerido de tipo rotacional o de torsión. El observador percibe la torre como el resultado de haber aplicado sobre un volumen prismático inicial una deformación progresiva (45° , 90° , 135° , 180° ...) sucesivamente) o intermitente (45° , 0° , 45° , 0° ...). Para ello, las superficies que enlazan una planta con otra se presentan como un material elástico, capaz de adaptarse a dicha torsión. El volumen deformado genera un ritmo y un dinamismo sorprendente, en el que se acusan los voladizos alternos en punta. Para coronar la cubierta, Fisac termina con unas cerchas emergentes también en punta que generaban una curiosa forma en la continuidad del muro.

Las membranas de hormigón de la torre que conforman paraboloides solucionan los problemas por cortante que surgen a la hora de diseñar una torre (Lampreave, 2013). Curiosamente, la ejecución de esta piel se realizó de arriba hacia abajo, tal como atestiguan las fotografías de la época.

En este proyecto la economía de recursos formales y materiales resulta clave para alcanzar un alto grado de contundencia: dos únicos elementos se alternan en altura: los tersos planos de vidrio y las superficies tensadas de hormigón. El edificio deviene en puro gesto formal.

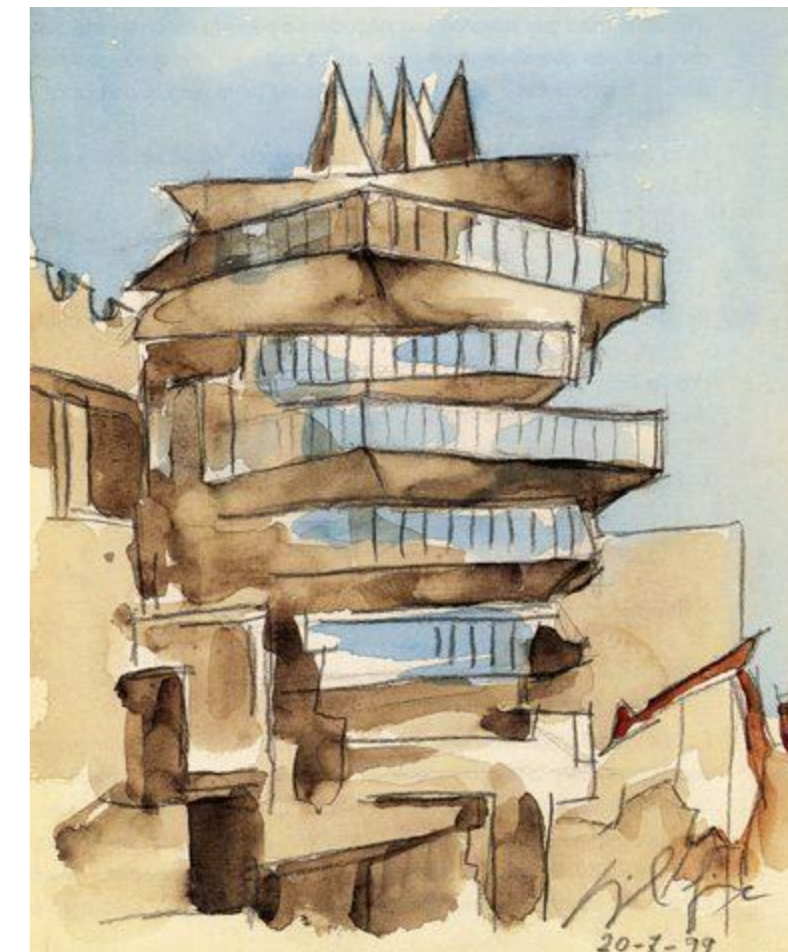


Fig.79 Acuarela de la torre

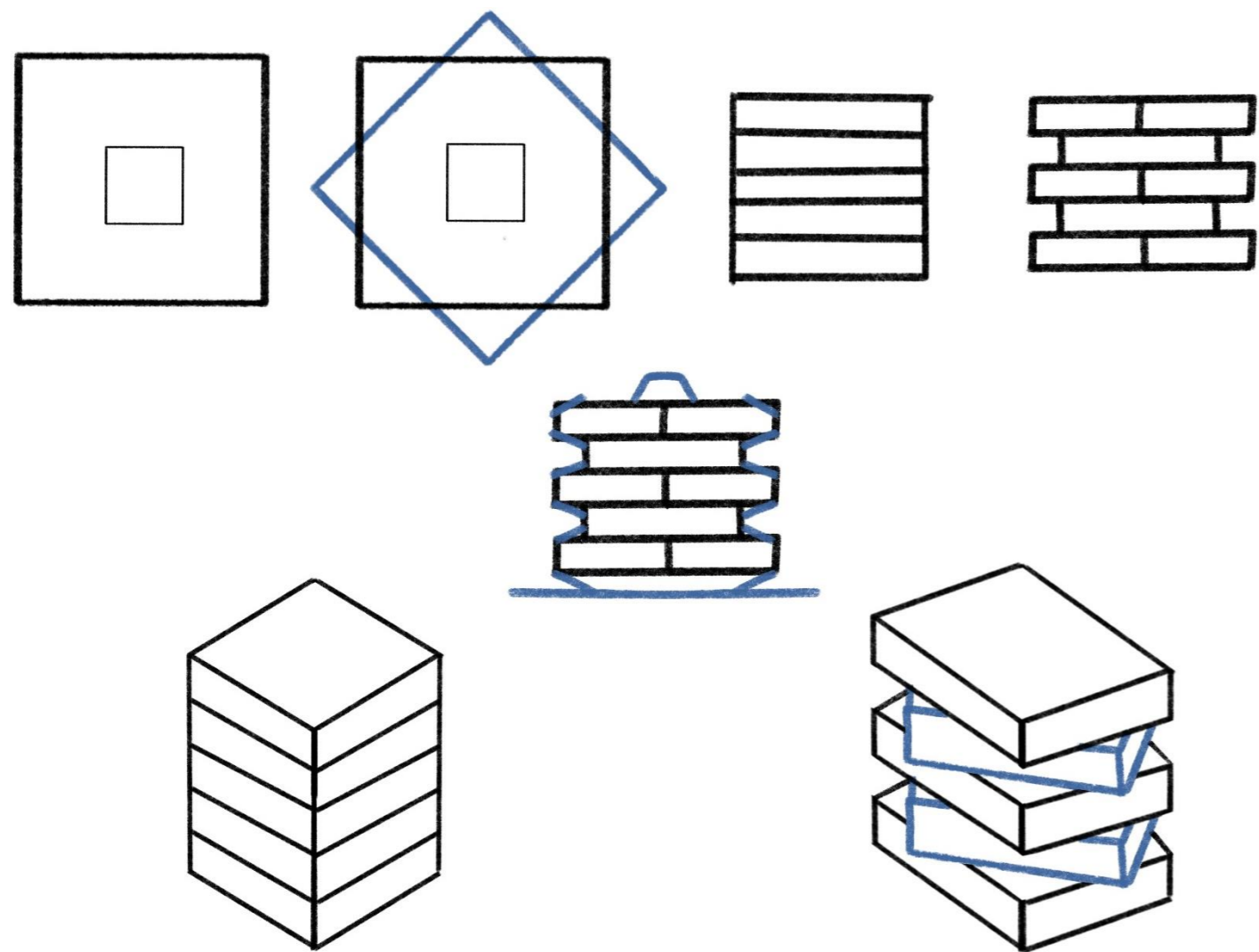


Fig. 80 Esquema desarrollo geométrico

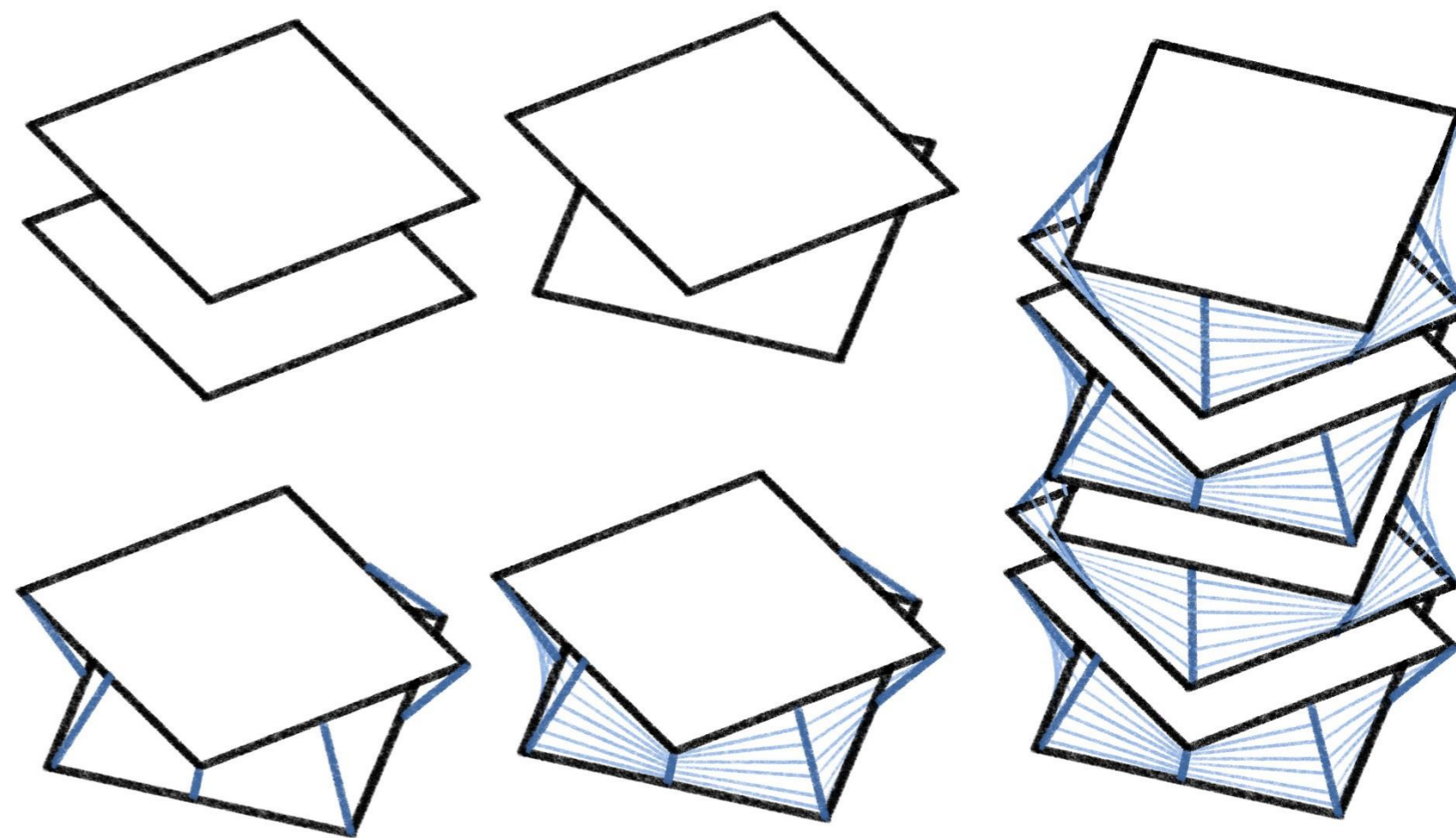


Fig. 81 Esquema de desarrollo geométrico

capítulo III

conclusiones

CONCLUSIONES

Una vez finalizado el Trabajo Final de Grado, la recopilación de los casos analizados y el estudio de otras obras no reflejadas en estos análisis, aportan una serie de recursos y referencias a modo de biblioteca que influirán en el continuo desarrollo profesional y artístico. Partiendo de las inquietudes iniciales del trabajo, avanzando con el respaldo teórico y compositivo de muchos autores se pretende clasificar e interpretar de manera acotada un elenco de recursos interconectados que comparten arquitecturas que, por un motivo u otro, se proyectan con la ruptura del espacio cartesiano. Tras interpretar las distorsiones y deformaciones desde las aportaciones teóricas y filosóficas hasta los proyectos más ambiciosos se entiende los motivos por los que un arquitecto decide escapar del ángulo recto buscando otro tipo de soluciones geométricas a la hora de crear espacios invadidos por la luz. Podemos afirmar entonces que estos recursos no son obra del azar o de caprichos del propio arquitecto que los proyecta, más bien vienen dados por una serie de condicionantes o circunstancias que dan paso a una proyección con deformaciones o distorsiones. Entendemos pues, que las decisiones proyectuales que conducen a generar espacios no ortogonales son adaptaciones que aportan una serie de elementos que superan las propias dificultades constructivas que implican el diseño de estas geometrías.

Las inquietudes iniciales no parecen haberse saciado. El adentrarse en un campo medianamente desconocido solo provoca la necesidad de aprender y entender más. A medida que uno avanza va descubriendo nuevos submundos que provoca la apertura de nuevas puertas repletas de curiosidades. Como arquitectos esta sed debe ser permanente, e incluso me atrevería a decir que exponencial. La necesidad de saber, de aprender, de formarse ha de ir siempre en aumento para así mantener una capacidad analítica y compositiva respaldada por una amplia base. Con el aprendizaje adquirido se ha conseguido comprender el porqué de muchas geometrías.

A pesar de los análisis mostrados durante el trabajo, se sintetizan los motivos por los que los autores decidieron provocar estas deformaciones:

- En el pabellón soviético de Melnikov el uso de las diagonales viene dado por los movimientos vanguardistas de la época, de esta manera, el arquitecto logra ponerse al frente estas vanguardias. Dinamismo, ruptura con lo establecido, provocación...
- En las Casas en Serie para Artesano de Le Corbusier, la diagonal es un elemento compositivo que permite ordenar espacialmente la vivienda-taller aportando una calidad espacial muy amplia en un volumen muy concreto.
- En la biblioteca de Jussieu la ruptura del plano horizontal provoca una continuidad sin apenas interrupciones en todo el recorrido del edificio, permitiendo así que el interior se fusione directamente con la traba urbanística y los espacios públicos de la ciudad.
- La terminal de Yokohama de Zaera no solo mantiene su geometría para ser lo más eficiente posible frente a las acciones sísmicas, sino también nace a partir de un esquema de funcionalidad y pretende ser un nexo orgánico entre la ciudad y el mar, camuflando sus formas entre los movimientos del agua.

- En las dos Casas de Ponte de Lima de Souto de Moura, el uso de la diagonal en sección viene dada por las condiciones del terreno, las cuales aprovecha el arquitecto para realizar una especie de experimentación, probando distintas maneras de afrontar un terreno inclinado. La composición está muy ligada a la estructura en este caso.
- En el Museo de Bellas artes de Castellón de Tuñón y Mansilla, se incorpora la diagonal en el edificio con el objetivo de conectar todas las plantas mediante una visión continua y una luz ininterrumpida.
- En el museo Victoria & Albert de Londres, Libeskind rompe el entorno para responder de una manera muy atrevida a la dialéctica establecida entre el pasado y el futuro.
- En las Torres Puerta de Europa de John Burgee y Philip Johnson la idea se centra en crear una Puerta a la ciudad de Madrid, pero debido a la gran distancia entre ellas, se inclina una hacia la otra para dar sensación de unificación y proximidad.
- En los Laboratorios Jorba de Miguel Fisac, la rotación generada pretende ser un icono, un edificio fuertemente llamativo que, aparte de rotar sobre un eje central, genera superficies curvas entre plantas.

El análisis realizado nos permite entender las intenciones de los autores y el porqué de estas geometrías como herramienta para solucionar la problemática de un espacio concreto, evidenciando la infinidad de soluciones dentro de la arquitectura. Ciertamente parece precipitado obtener conclusiones categóricas a partir del análisis de solo nueve obras. Una gran cantidad de proyectos podrían haber sido objeto de estudio para este trabajo sin embargo, y dado el alcance limitado de un TFG, se ha seleccionado una serie de mecanismos para las deformaciones y, dentro de estos mecanismos, obras que pudiesen representar la idea de una manera correcta y evidente.

Se ha llegado a la conclusión de que la distorsión y la deformación han sido herramientas que han estado siempre presentes en el mundo de la arquitectura y que, de alguna manera, han sido justificadas por distintos condicionantes, ya que una diagonal o una curva sin ningún tipo de contexto o condición evidencia un desconocimiento del autor sobre su proyecto, un capricho, cuando realmente resulta ser una habilidad adaptativa del proyecto a las necesidades a cubrir.

bibliografía

BIBLIOGRAFÍA

Aroca, R. (1999). Una muerte sin anunciar, Crónica de la destrucción de los laboratorios Jorba. *Arquitectura Viva*, 112.

Arquitectura Viva. (1996). Pliegue espiral Ampliación del Museo Victoria & Albert, Londres. *Arquitectura Viva, Lo informe De Eisenman a Gehry, bajo el signo de Bataille*, 42-43.

Arquitectura Viva. (2004). Dos Casas en Ponte de Lima, Quinta de Anquiao. *Arquitectura Viva Monografías 108 La Casa Global*, 94-100.

AV monografías 193-194. (2017). Claude Parent. *AV monografías España 2017*, 237.

Canales, F. G. (Mayo de 2014). Beyond bigness. Sobre las implicaciones críticas de una lectura formal de la obra de Rem Koolhaas (1987-1993). *Proyecto, Progreso, Arquitectura*. Sevilla.

Cohn, D. (1998). Espiral de fractales: Museo Victoria & Albert, Londres. *AV Monografías 71 Museos de Arte*, 86-93.

El Croquis. (1996). Ampliación del Museo Victoria & Albert. *El Croquis 80 Daniel Libeskind*, 168-181.

El Croquis. (1996). Dos bibliotecas en Jussieu. *El Croquis OMA / Rem Koolhaas*, 124-142.

El Croquis. (1998). Daniel Libeskind Museo Victoria & Albert. *El Croquis 91 hacia una arquitectura improbable*, 142-151.

Feo, V. D. (1979). *Arquitectura en la U.R.S.S, LA 1917-1936*. Madrid: Alianza Editorial.

Fernández, B. (25 de Marzo de 2019). *Plataforma arquitectura*. Obtenido de Clasicos de la Arquitectura: Laboratorios JORBA (La Pagoda) Miguel Fisac: <https://www.plataformaarquitectura.cl/cl/913758/clasicos-de-arquitectura-laboratorios-jorba-la-pagoda-miguel-fisac>

Fundación Miguel Fisac. (s.f.). Obtenido de <http://fundacionfisac.com/miguel-fisac/biografia/cronologia/>

García, M. (2014). Edificios con escala de paisaje. Agadir de OMA y Yokohama de FOA. *ACE Arquitectura, ciudad y entorno*.

Gardinetti, M. (Abril de 2016). *Idea y desarrollo de la máquina de habitar*. Obtenido de Veredes: <https://veredes.es/blog/maison-citrohan/>

Iglesias, J. A. (2015). Gordon Matta-Clark a través de Rem Koolhaas, Adición a través de eliminación. *Tesis Doctoral*. Madrid.

Informes de la Construcción. (1996). Las Torres Puerta de Europa, Madrid-España. *Informes de la Construcción, Vol 48 n° 444*, 5-36.

Informes de la Construcción. (2000). Museo de Bellas Artes de Castellón. *Informes de la Construcción, Vol 52 n° 469-470*, 71.

Kipnis, J. (1996). El último Rem Koolhaas. *El Croquis*, 30.

Koolhaas, R. (1993). Inside-Out City Universal Modernization Patent. 79.

Koolhaas, R. (2006). *La ciudad genérica*. Barcelona: Gustavo Gili.

Lampreave, R. S. (2013). Apilamientos en Fisac, juegos de construcción de la forma. *Forma y construcción en arquitectura n°8*, 118-130.

Langdon, D. (8 de Octubre de 2014). *Plataforma arquitectura*. Obtenido de <https://www.plataformaarquitectura.cl/cl/628249/clasicos-de-arquitectura-terminal-internacional-de-pasajeros-de-yokohama-foreign-office-architects-foa>

Ledesma, A. P. (Octubre de 2018). El pabellón Soviético. *Altavoz del Constructivismo en Europa*. Valparaíso, Chile.

López, A. I. (2020). Le Corbusier, el hombre que dio forma a la arquitectura moderna. *AD magazine*.

Martínez, P. H. (03 de Agosto de 2015). *Arquine*. Obtenido de <https://www.arquine.com/revolucion/>

Narváez, M. (2007). Le Corbusier. Desarrollo de la doble altura como mecanismo de orden, 1920-1930.

Planelles, M. (s.f.). Museo de Bellas Artes de Castellón. *Vía arquitectura 09 V*.

Pohl, E. B. (03 de Agosto de 2016). *Plataforma Arquitectura*. Obtenido de <https://www.plataformaarquitectura.cl/cl/733808/konstantin-melnikov>

Quaderns. (1999). Victoria & albert Museum : ampliación. Arq Libeskind. *Quaderns d'arquitectura i urbanisme 222*, 54-61.

Revista de Arquitectura del COAM. (2001). Museo de Bellas Artes de Castellón. *Revista del Colegio Oficial de Arquitectos de Madrid COAM*, 06-15.

Sánchez, D. P. (2015). *MIGUEL FISAC. Arquitecturas para la investigación y la industria*. Madrid: Bubok Publishing S.L.

TC cuadernos n° 64. (2004). Eduardo Souto de Moura *Obra reciente . 2 Viviendas unifamiliares en Ponte de Lima*. Valencia.

TC cuadernos. (s.f.). *tc cuadernos*. Obtenido de https://www.tccuadernos.com/autor/49_mansilla-tunon-arquitectos

CRÉDITOS DE IMÁGENES

Fig. 1 <https://historia-arte.com/obras/la-crucifixion-de-san-pedro>
Fig. 2 <https://historia-arte.com/obras/los-embajadores>
Fig. 3 <http://bdh.bne.es/bnearch/detalle/bdh0000037040>
Fig. 4 <http://bdh.bne.es/bnearch/detalle/bdh0000037040>
Fig. 5 <https://www.arquine.com/claude-parent-1923-2016/>
Fig. 6 <https://bravedrawnworld.net.wordpress.com/2015/11/16/claude-parent-paul-virilio-the-oblique-function/>
Fig. 7 <http://astudejaoublie.blogspot.com/2014/06/versailles-maison-drusch-claude-parent.html>
Fig. 8 <http://cdn.simplesite.com>
Fig. 9 <https://www.urbipedia.org>
Fig. 10 <https://www.urbipedia.org>
Fig. 11 <https://www.urbipedia.org>
Fig. 12 <https://www.urbipedia.org>
Fig. 13 <https://www.urbipedia.org>
Fig. 14 <https://www.urbipedia.org>
Fig. 15 Elaboración propia
Fig. 16 Elaboración propia
Fig. 17 <https://www.biografiasyvidas.com/biografia/c/corbusier.htm>
Fig. 18 <https://tecnne.com/arquitectura/le-corbusier-casas-en-serie-para-artesanos>
Fig. 19 <https://tecnne.com/arquitectura/le-corbusier-casas-en-serie-para-artesanos>
Fig. 20 <https://tecnne.com/arquitectura/le-corbusier-casas-en-serie-para-artesanos>
Fig. 21 <https://tecnne.com/arquitectura/le-corbusier-casas-en-serie-para-artesanos>
Fig. 22 Elaboración propia
Fig. 23 Rem Koolhaas
Fig. 24 ©OMA
Fig. 25 ©OMA
Fig. 26 ©OMA
Fig. 27 ©OMA
Fig. 28 ©OMA
Fig. 29 Elaboración propia
Fig. 30 <https://www.magourban.com/es/productos/disenadores/foreign-officce-architects-farshid-moussavi-alejandro-zaera-polo.html>

Fig. 31 © Satoru Mishima / FOA
Fig. 32 © Satoru Mishima / FOA

Fig. 33 © Satoru Mishima / FOA
Fig. 34 © Satoru Mishima / FOA
Fig. 35 © Satoru Mishima / FOA
Fig. 36 Elaboración propia
Fig. 37 www.arquitecturaydiseño.es
Fig. 38 ©Luis Ferreira Alves
Fig. 39 ©Luis Ferreira Alves
Fig. 40 ©Luis Ferreira Alves
Fig. 41 ©Luis Ferreira Alves
Fig. 42 ©Luis Ferreira Alves
Fig. 43 ©Luis Ferreira Alves
Fig. 44 ©Luis Ferreira Alves
Fig. 45 ©Luis Ferreira Alves
Fig. 46 ©Luis Ferreira Alves
Fig. 47 Elaboración propia
Fig. 48 https://www.tccuadernos.com/autor/49_mansilla-tunon-arquitectos
Fig. 49 <http://www.emiliotunon.com/portfolio/33-museo-de-castellon-1997-2000/>
Fig. 50 <http://www.emiliotunon.com/portfolio/33-museo-de-castellon-1997-2000/>

Fig. 51 <http://www.emiliotunon.com/portfolio/33-museo-de-castellon-1997-2000/>
Fig. 52 <http://www.emiliotunon.com/portfolio/33-museo-de-castellon-1997-2000/>
Fig. 53 <http://www.emiliotunon.com/portfolio/33-museo-de-castellon-1997-2000/>
Fig. 54 <http://www.emiliotunon.com/portfolio/33-museo-de-castellon-1997-2000/>

Fig. 55 Elaboración propia
Fig. 56 <https://www.plataformaarquitectura.cl/cl/766816/en-perspectiva-daniel-libeskind>
Fig. 57 <https://www.baldmondstudio.com>
Fig. 58 <https://www.baldmondstudio.com>
Fig. 59 <https://www.baldmondstudio.com>
Fig. 60 <https://www.baldmondstudio.com>
Fig. 61 <https://www.baldmondstudio.com>
Fig. 62 <https://www.baldmondstudio.com>
Fig. 63 Elaboración propia
Fig. 64 <https://catalogo.artium.eus/book/export/html/7835>
Fig. 65 <https://www.plataformaarquitectura.cl/cl/02-120056/clasicos-de-arquitectura-puerta-de-europa-philip-johnson-john-burgee>
Fig. 66 <https://www.plataformaarquitectura.cl/cl/02-120056/clasicos-de-arquitectura-puerta-de-europa-philip-johnson-john-burgee>
Fig. 67 <https://www.plataformaarquitectura.cl/cl/02-120056/clasicos-de-arquitectura-puerta-de-europa-philip-johnson-john-burgee>

Fig. 68 <https://www.plataformaarquitectura.cl/cl/02-120056/clasicos-de-arquitectura-puerta-de-europa-philip-johnson-john-burgee>
Fig. 69 <https://www.plataformaarquitectura.cl/cl/02-120056/clasicos-de-arquitectura-puerta-de-europa-philip-johnson-john-burgee>
Fig. 70 <https://www.plataformaarquitectura.cl/cl/02-120056/clasicos-de-arquitectura-puerta-de-europa-philip-johnson-john-burgee>
Fig. 71 <https://www.plataformaarquitectura.cl/cl/02-120056/clasicos-de-arquitectura-puerta-de-europa-philip-johnson-john-burgee>
Fig. 72 <https://www.plataformaarquitectura.cl/cl/02-120056/clasicos-de-arquitectura-puerta-de-europa-philip-johnson-john-burgee>
Fig. 73 Elaboración propia
Fig. 74 <http://fundacionfisac.com/laboratorios-jorba/>
Fig. 75 <http://fundacionfisac.com/laboratorios-jorba/>
Fig. 76 <http://fundacionfisac.com/laboratorios-jorba/>
Fig. 77 <http://fundacionfisac.com/laboratorios-jorba/>
Fig. 78 <http://fundacionfisac.com/laboratorios-jorba/>
Fig. 79 <http://fundacionfisac.com/laboratorios-jorba/>
Fig. 80 <http://fundacionfisac.com/laboratorios-jorba/>
Fig. 81 <http://fundacionfisac.com/laboratorios-jorba/>