



UNIVERSITAT  
POLITÀCNICA  
DE VALÈNCIA



ESCUELA TÉCNICA  
SUPERIOR DE  
ARQUITECTURA

# INTEGRACIÓN DE SISTEMAS PREFABRICADOS EN ALTURA PARA LA FLEXIBILIZACIÓN DEL HÁBITAT URBANO

AUTOR | ANDRÉS PASTRANA BONILLO  
TUTOR | JOSÉ LUIS ALAPONT RAMÓN

Valencia, Septiembre 2017



## RESUMEN

En pleno siglo XXI el concepto de hogar ha cambiado radicalmente. La sociedad ha dejado de entender por hogar el espacio donde se genera el fuego en la vivienda; sin embargo, ciertos prejuicios siguen apareciendo en los diseños de las viviendas como legado de antaño. Este trabajo pretende aproximar la realidad sociocultural actual de la población a la vivienda, y contribuir a un mejor desarrollo de lo que hoy día entendemos por hogar.

Palabras clave : *Flexibilidad, prefabricación, habitar, edificación en altura.*

## RESUM

En ple segle XXI el concepte de llar ha canviat radicalment. La societat ha deixat d'entendre per llar l'espai on es genera el foc en l'habitatge; no obstant això, certs prejudicis segueixen apareixent en els dissenys dels habitatges com a llegat d'antany. Aquest treball pretén aproximar la realitat sociocultural actual de la població a l'habitatge, i contribuir a un millor desenvolupament del que avui dia entenem per llar.

Paraules clau : *Flexibilitat, prefabricació, habitar, edificació en altura.*

## SUMMARY

In the 21st century the concept of home has changed radically. Society has stopped believing that home is where the fireplace is generated in a house; nevertheless, some prejudices still remain in our homes as a legacy from another time. This dissertation hopes to bring closer together the social and cultural reality with how we design and understand our homes.

Key words : *Flexibility, prefabrication, dwelling, multi-storey buildings.*

# INDICE

6-7

8-9

10-29

30-53

54-65

66-75

76-79

80-86

## 01 INTRODUCCIÓN

## 02 OBJETIVOS DEL TRABAJO Y METODOLOGÍA A SEGUIR

## 03 REVISIÓN SELECTIVA DE SISTEMAS PREFABRICADOS EN VIVIENDA

- 3.1. Planteamiento inicial
- 3.2. Pionero
- 3.3. Archigram
- 3.4. Metabolismo japonés y sus descendentes
- 3.5. Soluciones contemporáneas

## 04 IDENTIFICACIÓN DE SISTEMAS ESTRUCTURALES EN TORRES COMPATIBLES CON LA PREFABRICACIÓN DE VIVIENDAS

- 4.1. Sucinta introducción histórica al desarrollo estructural en altura
- 4.2. Tipologías de soluciones estructurales en altura
  - 4.2.1. *Estructura de Muros de Carga o Pantalla*
  - 4.2.2. *Estructuras colgadas con Forjados Técnicos*
  - 4.2.3. *Estructura de Núcleo Rígido y pisos en voladizo*
  - 4.2.4. *Apilamiento de piezas rígidas*
- 4.3. Reflexión para el desarrollo del proyecto

## 05 MECANISMOS DE FLEXIBILIZACIÓN DEL ESPACIO DOMÉSTICO

- 5.1. Reflexión acerca de la flexibilización en el hogar
- 5.2. Transformaciones del espacio doméstico
- 5.3. Transformaciones del espacios comunitario

## 06 PROPUESTA DE FLEXIBILIZACIÓN DEL HABITAT A TRAVÉS DE LA PREFABRICACIÓN EN EDIFICIOS DE ALTA DENSIDAD CON BAJA OCUPACIÓN DE SUELO

## 07 BIBLIOGRAFÍA

## 08 CRÉDITOS DE LAS IMÁGENES

# 01 INTRODUCCIÓN

El conformismo parece que se ha apoderado del pensamiento del hombre, que con mayor frecuencia considera que para subsistir lo único necesario es, como su propio nombre indica, lo indispensable, y del mismo modo, que el gozo de ciertos placeres está asociado a una posición social, o limitado a un tiempo de uso vacacional y efímero.

Como si de un sueño se tratara creemos que ciertas alternativas a la hora de habitar solo recaen en viviendas lujosas lejos del poder adquisitivo de la inmensa mayoría, y que cada espacio está configurado para un único uso concreto haciendo que la mayor transgresión posible sea cenar tumbado en el sofá tras una dura jornada.

La flexibilización de la vivienda no es un privilegio. Es más, debería ser una necesidad a satisfacer; y el no caer en la monotonía o adaptarse a ciertas necesidades según el momento, un derecho al que no deberíamos renunciar.



El objetivo de este trabajo es la búsqueda de alternativas para la creación de espacios flexibles en tipologías residenciales en altura a través de la prefabricación, tratando de superar la rigidez que pueda existir en el sistema constructivo además de en la propia tipología edificatoria.

Dicha flexibilidad es considerada desde el punto de vista de la transformación de espacios según la función requerida del día a día, como de la reconfiguración espacial de la vivienda en su superficie según las necesidades de las personas en determinadas etapas de sus vidas.

Para ello planteamos un análisis focalizado en tres aspectos especialmente relevantes para el objetivo perseguido: viviendas creadas a partir de la prefabricación, sistemas estructurales para torres que sean compatibles con lo propuesto y ejemplos en los cuales la flexibilidad del modo de habitar es claramente notoria.

## 3.1 - PLANTEAMIENTO INICIAL

La distribución de la vivienda tipo actual se ha convertido en una serie de nombres asignados a ciertos espacios en los cuales el único que parece seguir prestando un poco de ambigüedad funcional es el comedor-estar. La tendencia de sectorizar la casa en sus distintos usos acaba transformando el sentido de la palabra casa en "útiles", espacios en los cuales se satisface una necesidad para la cual se han construido y nada más. Como bien dice Xavier Monteys en su "Casa Collage" <sup>(1)</sup>, "los niños son los principales miembros del hogar que evidencian esta tendencia 'restrictiva' con sus actividades transgresoras, y ponen en evidencia que existen otros caminos por desarrollar".

Cierto es que el paso del tiempo y las nuevas generaciones van cambiando los estándares de "vida normal" de nuestra sociedad, y parecemos encaminarnos a un tipo de vida nómada más propia de nuestros antepasados que de nuestros predecesores más cercanos.

Esto resulta primordial en el tema que se pretende desarrollar. Por un lado una sociedad que tiene arraigada una forma de distribución de su vivienda muy poco dada a la flexibilidad del espacio; y por otro, una nueva percepción del habitar sin un lugar permanente que nos ancle al terreno, y por supuesto, con distintas necesidades a lo largo de su trayectoria.

Actualmente la compra de una casa viene muy condicionada por el número de dormitorios que esta tiene, y malentendemos la flexibilidad en la mayoría de los casos como que uno de esos dormitorios será el cuarto de plancha o un estudio hasta que tenga que ser reacondicionado rápidamente para cumplir la función de dormitorio (para la cual se pensó con mayor o menor fortuna). Condiciones que hacen prever un futuro de vida a largo plazo, cosa que parece completamente ilógica en una sociedad que cada vez más vive de proyectos a futuro inmediato.

Cobra fuerza pues la posibilidad de generar nuevos lugares de residencia que puedan cumplir con mayor fortuna las necesidades habitacionales de los usuarios. Necesidades tan variables a lo largo de su vida, y que parecen no tenerse en cuenta para nada por los cánones de construcción de vivienda, que llegan incluso a hacer ver como natural una futura reforma del espacio, de ser necesario un cambio drástico que no se predijo sobre ese futuro a largo plazo a la hora de la compra. Tema que parece cada vez más ilógico, puesto que queda patente en una sociedad tecnológica y basada en el desarrollo que el futuro cada vez es más incierto.

<sup>(1)</sup> Xavier Monteys y Pere Fuster (2001). **Casa Collage**. Barcelona: Gustavo Gil.

Pasamos el 86% de nuestra vida en espacios bajo techo. En edificios que no cambian, y que en la mayoría de los casos no interactúan con el usuario adecuadamente. Evolucionan los móviles y los cambiamos cada dos años, y junto a ellos coches, ordenadores, televisores y un largo cúmulo de materiales que utilizamos diariamente y que si miráramos décadas atrás difícilmente imaginaríamos sus formas, diseños, mejoras o incluso existencia. Pero sin embargo una casa es una casa, y un dormitorio sigue siendo un dormitorio. No hay avance.

A todo lo comentado podemos sumar la preocupación obvia del agotamiento del suelo fruto de una construcción masiva a lo largo de la historia que ha ido agotando los espacios generadores de "ciudad" para primar la construcción sin límites.

Por lo tanto, no parece descabellada la idea de plantear una torre capaz de albergar una alta densidad habitacional en su interior, ocupando la mínima huella posible en el terreno, y cediendo éste para espacios de uso de los ciudadanos a cota cero. Si además le sumamos la posibilidad de utilizar espacios que surgen en las entrañas de los edificios, no necesariamente de uso privativo para sus habitantes, conseguiríamos una ciudad mucho más dinámica y atractiva para el viandante.

Además, a esa alta densidad de habitantes que reside en su interior, se les debe dar la posibilidad de transformar su vivienda según las necesidades del momento en el que viven, dotando de nuevas funciones las diferentes estancias según sus requerimientos; añadiendo la posibilidad de que estas viviendas partan de una base ampliable mediante el alquiler o la compra de nuevas piezas, que añadidas a la pieza base dotarán de mayor flexibilidad al conjunto, e incluso pudieran ser desplazadas a otros puntos del país en los que el sistema fuera el mismo.

De este modo estaríamos consiguiendo un resultado extraordinario para la forma de vivir del futuro ser humano.

## 3.2 - PIONEROS

Parece que el tema de la prefabricación de elementos para habitar es un concepto "de moda" asociado a situaciones de necesidad absoluta en zonas en las cuales la intervención debe ser rápida y efectiva, como pueden ser catástrofes naturales o zonas de muy bajos recursos con necesidades de cobijo primordialmente. Solo asumimos prefabricación cuando se habla de elementos constructivos que faciliten o agilicen la obra. Somos reacios todavía a hablar de prefabricación total, o casi total del elemento arquitectónico, como si ello nos fuera a alejar de los aspectos creativos de nuestra profesión. A priori podría pensarse que la ingeniería dominaría la construcción arquitectónica como tal, al estar hablando intrínsecamente de desarrollos mucho más mecanizados e industrializados, pero que nos haría caer en el error principal que se comete al hablar del tema pensando únicamente en la producción, y no en la calidad de vida.

Ya por los primeros años de la segunda década del siglo XX **Walter Gropius**, fundador de la **Bauhaus** en 1919, junto a Adolf Meyer, está pensando en lo que sería el **Baukasten im Großen** (módulo de gran tamaño). Un proyecto no construido desarrollado por ambos mientras ejercen como profesores de la escuela, que consiste en presentar un nuevo sistema constructivo que revolucionará por completo el concepto de casa, y sobre todo del habitar.

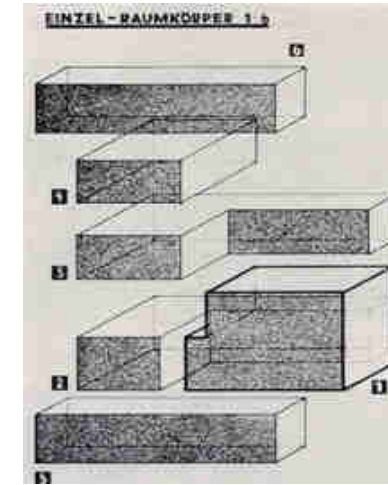
El modelo consiste en 6 módulos diferentes cuya combinación desarrolla un número de habitáculos distintos según las necesidades concretas de los residentes. Pese a estar planificados como módulos estandarizados, siguiendo uno de los principios claves de la Bauhaus, y cómo no del movimiento moderno, éstos permiten una gran flexibilidad en su disposición, creando un gran número de posibilidades distintas [Fig 1].

La organización del espacio se crea en torno a una pieza principal (módulo 1) al que se añaden a su alrededor los distintos volúmenes restantes, cuyas combinaciones dan las diferentes tipologías [Fig 2 y 3].

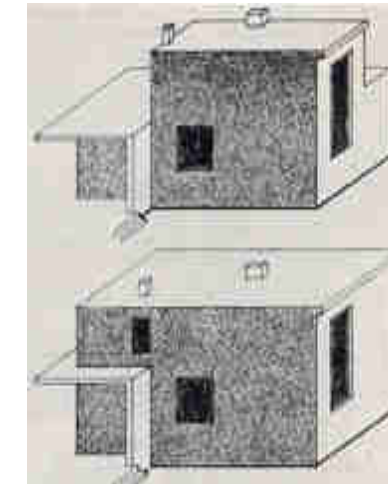
Esta propuesta materializa por primera vez las consideraciones sobre la construcción económica enunciados por el director de la Bauhaus en 1910 en las cuales citaba:

"El logro de objetivos de la construcción residencial, superando las tendencias contrarias, es la máxima estandarización posible y la máxima variedad posible de la vivienda. Estandarización de los elementos básicos de construcción, que podrán agregarse según distintos módulos de viviendas"<sup>[2]</sup>.

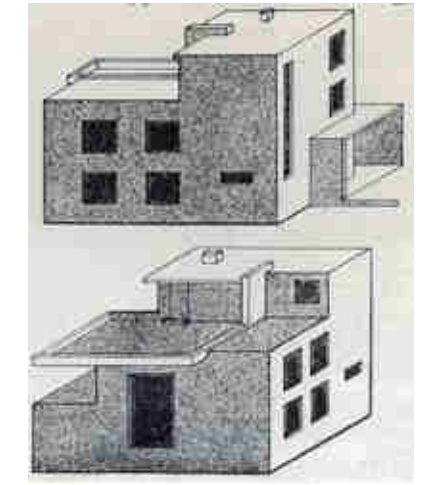
Este proyecto se presentó en 1923 y desencadenó en la realización de otros proyectos relacionados de Gropius, como es el presentado en la Exposición Universal de 1931 de Berlín, denominado **Casa de Cobre**, que consiste en un sistema prefabricado de casa ampliable y desmontable [Fig 4], o **The Packaged House System** en 1942, sistema mediante el cual con un único elemento estandarizado, y gracias a un sistema de unión diseñado para la ocasión, se consigue que las posibilidades de unión y de creación sean máximas [Fig 5].



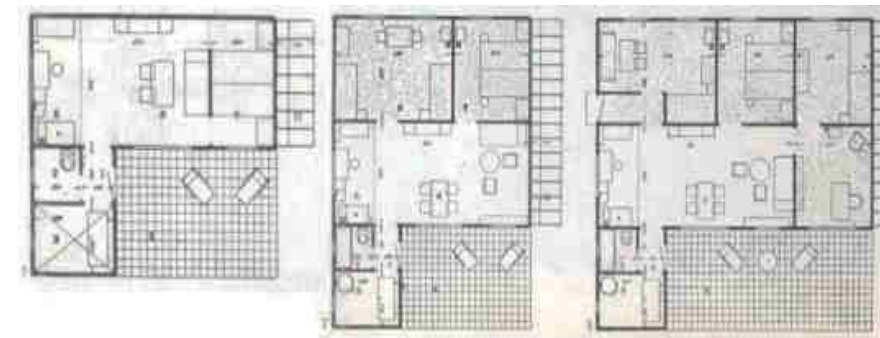
[Fig 1]



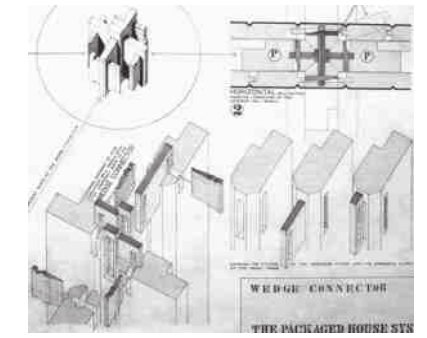
[Fig 2]



[Fig 3]



[Fig 4]



[Fig 5]

[Fig 1] [Fig 2] [Fig 3] Walter Gropius y Adolf Meyer, **Baukasten im Großen**, Weimar, 1922.

[Fig 4] Walter Gropius, **Casa de Cobre**, Berlín, 1931.

[Fig 5] Konrad Wachsmann y Walter Gropius, **The Packaged House System**, New York, 1942.

[2] Walter Gropius (1910).



Seis años después de que Gropius hiciera patente su sistema modular, en 1928 se funda el congreso internacional de arquitectura moderna "**CIAM**" encabezado por Le Corbusier como líder de un grupo de 28 arquitectos [Fig 6] los cuales plantean que la arquitectura es un arte social y una herramienta económica y política que puede usarse para mejorar el mundo a través del diseño de edificios y la planificación urbana.

En el año 1933, el CIAM se celebró en Atenas. En él, el grupo discute los principios de la denominada "ciudad funcional". Planteamiento que pretende ampliar la acción del congreso hacia la planificación urbanística, y que se basa en el análisis de 33 ciudades en las que proponen soluciones a los problemas sociales mediante enormes bloques de edificios separados por amplias áreas libres. Este pronunciamiento trajo consigo tensiones internas en el grupo, dando como resultado la no publicación del manifiesto de ese año. Tuvieron que pasar 9 años hasta que Le Corbusier lo editara individualmente bajo el nombre de "La Carta de Atenas".

Estas ideas son utilizadas en gran parte de ciudades Europeas durante el proceso de reconstrucción tras la II Guerra Mundial, pero no son aceptadas por todo el colectivo, apareciendo así movimientos de protesta en varias ciudades que se oponen a las reconstrucciones siguiendo el criterio que el CIAM plantea una década atrás. Un claro ejemplo es el de la ciudad de Dresden, donde se decía que los planteamientos del CIAM son peor que los propios bombardeos de la guerra. Destacan en estas cuestiones las figuras del CIAM, Alison y Peter Smithson, quienes no están de acuerdo con los criterios de los planificadores estatales del momento.

Como fruto de estas repudias se forma en el 1953 el conocido como **Team X** [Fig 7] fruto del CIAM de 1951, donde se produce una discusión entre Le Corbusier y los Smithson iniciada en la ya comentada Carta de Atenas y por la cual Le Corbusier renuncia a su membresía en el Congreso. El Team X se crea como una parte del CIAM destinada a los arquitectos jóvenes, que es su camino hacia la desaparición, pues las discusiones entre los miembros más veteranos y el grupo del Team X produjo la disolución del grupo en 1959.



[Fig 6]



[Fig 7]

[Fig 6] Congreso Internacional de Arquitectura Moderna (CIAM), Atenas, 1933.

[Fig 7] Team X, Países Bajos, 1959.

El Team X entre los que se encuentra además de los Smithson figuras como Aldo Van Eyck o Georges Candilis funciona hasta 1981, con la muerte de Bakema, quien fue el conductor del equipo. Curiosamente el Team X no deja un legado teórico importante, ni tampoco funda una escuela en su sentido más tradicional. Sin embargo, sus miembros se buscaban unos a otros para sus desarrollos individuales, apareciendo proyectos comunes como los apartamentos en Marruecos de Candilis y Woods o los conocidos proyectos realizados por los Smithson.

Pero lo que realmente tiene importancia en lo que a nuestro desarrollo concierne es ver la transición desde las ideas de Gropius, que datamos en principios de la década de los veinte, hasta 1958, año en el cual desaparece por completo el CIAM. A raíz de las disputas internas dentro del congreso y la futura segregación de arquitectos jóvenes con nuevas ideas hacia el Team X, se forman dos importantes grupos que serán los impulsores de las ideas de flexibilidad y de futurismo; por un lado, en Europa el famoso grupo conocido como Archigram, y por otro, en Japón, el grupo metabolista, ambos claramente influenciados por las ideas jóvenes y transgresoras del Team X.

### 3.3 - ARCHIGRAM

**Architecture + telegram** es uno de los movimientos que nace fuertemente influenciado por el Team X y que se desarrolla paralelamente al metabolismo japonés, recibiendo parte de influencia también de este último. Se trata de un colectivo fundado por figuras de la arquitectura británica de los 60 como Michael Webb, Peter Cook o Warren Chalk que promueve la creación de ciudades móviles o de casas que se usan como si de una vestimenta se tratara. Su medio de difusión fue una revista creada por el propio colectivo llamada "Archigram", en la cual añaden desde elementos psicodélicos y referencias a tecnologías espaciales hasta conceptos hippies que empezaban a aflorar. Es obvio que los proyectos del grupo rebasan los límites de las posibilidades arquitectónicas del momento, y obviamente nunca fueron construidos, pero sí fueron un punto focal para la nueva arquitectura al redefinir el propósito de lograr una arquitectura capaz de crear un hábitat "amplificado" solo entregando el equipamiento necesario para lograr dicho fin.

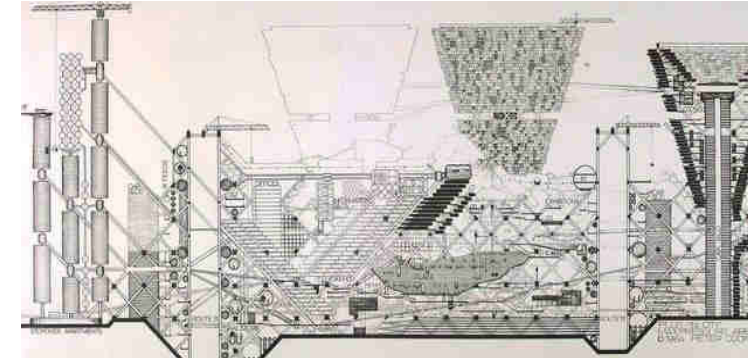
Un clásico de este colectivo, como no podría ser de otro modo, y que expresa muy bien la idea de flexibilidad a una escala que se aleja considerablemente de las posibilidades arquitectónicas, pero no así de las automovilísticas, que parece ser un sector con las ideas de avance y renovación mucho más claras, es la **Plug-in City** de Peter Cook [Fig 8].

Propuesta en 1964, la Plug-In City ofrecía un enfoque nuevo de urbanismo que invertía la percepción tradicional de la infraestructura de la ciudad. El proyecto planteaba un plan general que sugiere una hipotética ciudad que contiene unidades residenciales modulares conectadas a una maquinaria central de mega infraestructura que evoluciona constantemente al incorporar nuevos residentes u otro servicio necesario en la propia ciudad. Todo ello articulado gracias a grúas gigantes que moverían esta enorme máquina.

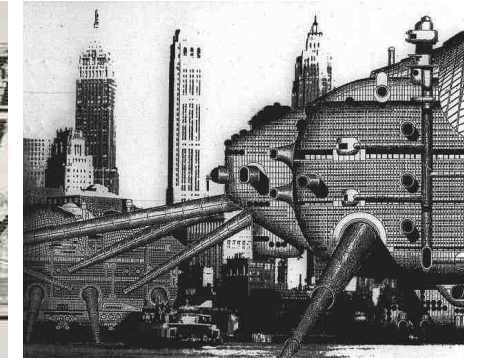
Seguramente es fruto de un razonamiento de reconstrucción de un continente demacrado tras la guerra y de las insatisfacciones con lo que se estaba haciendo, que permitía soñar a los más futuristas con un escenario urbano alternativo. Pero lo que está claramente patente en este proyecto de Archigram, junto a otros que experimentan el mismo tema, como por ejemplo **"The Walking City"** [Fig 9] es que no tiene nada de novedoso el sugerir un planteamiento móvil que podríamos incluso catalogar como nómada y que cambiara el concepto de habitar en una ciudad del siglo XXI.



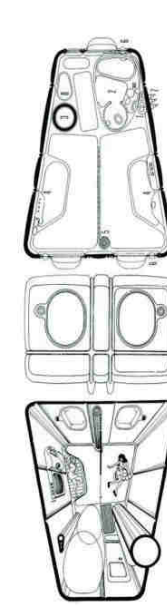
Pero además de los proyectos urbano-futurísticos de Archigram, debemos resaltar también una de las ideas de Warren Chalk dentro del equipo, las **Capsule Houses**. Proyecto que consiste en una torre que se conforma con módulos prefabricados de fácil montaje y que forma una unidad independiente [Fig 10]. Pretenden remplazarse mediante grúas guiados por una estructura central, que hace sencilla la conexión entre las piezas nuevas y el esqueleto de la torre. El concepto fundamental que pretendemos rescatar de este planteamiento es que las unidades por sí mismas permiten un maclaje capaz de generar unidades más grandes según las necesidades, ya que inicialmente las medidas de las cápsulas eran muy reducidas [Fig 11], y lo más importante, pretendían que esas propias piezas pudieran cambiarse de torre, o incluso de ciudad. Concepto muy interesante planteado en 1964, y que no parece descabellado en una sociedad actual que parece cada vez más nómada.



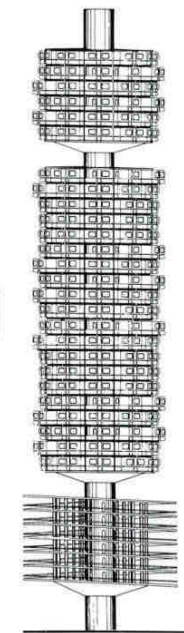
[Fig 8]



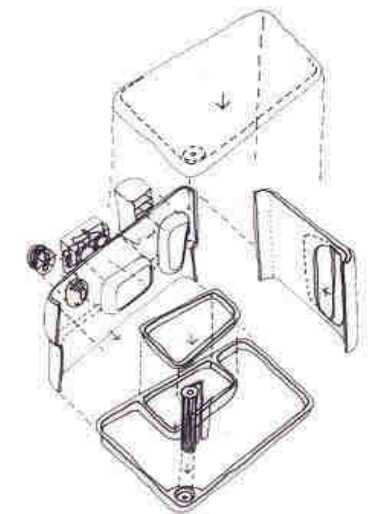
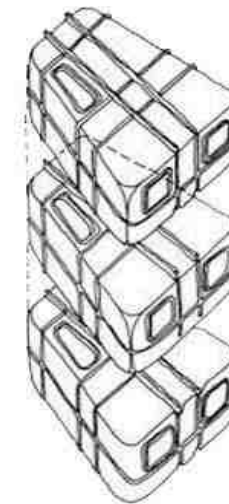
[Fig 9]



[Fig 10]



[Fig 11]



[Fig 8] Peter Cook, **Plug-in City**, 1964.

[Fig 9] Ron Herron, **The Walking City**, 1964.

[Fig 10] Warren Chalk, **Capsule Houses**, 1964.

[Fig 11] Warren Chalk, **Módulo Capsule Houses**, 1964.

### 3.4 - METABOLISMO JAPONÉS Y SUS DESCENDENTES

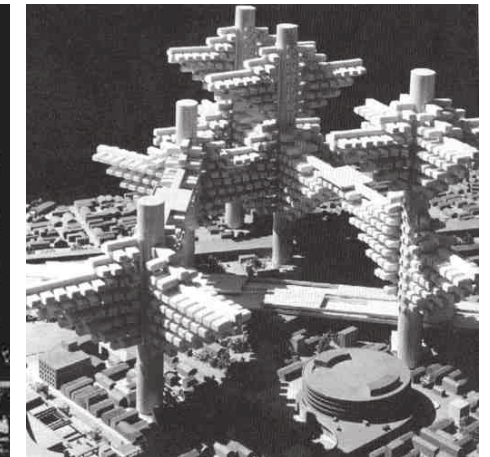
Paralelamente al desarrollo del grupo Archigram, un grupo de arquitectos y urbanistas japoneses forman el movimiento conocido como Metabolista. La visión de futuro del grupo metabolista, como si de una idea de escala Corbusierana se tratara, se basa en la percepción de una ciudad como una enorme estructura, flexible y dinámica, capaz de crecer de una forma orgánica, pero con el convencimiento de que las propuestas modernas de forma y función han quedado obsoletas. Su planteamiento es que las leyes del espacio y de la transformación funcional son el futuro para la sociedad y por ello hay que apoyarse en los avances tecnológicos y en los nuevos conceptos de diseño de la construcción, como son las megaestructuras modulares.

El colectivo que tiene como representantes principales a Kisho Kurokawa, Arata Isozaki o Noburu Kawazoe. Reconoce como influencia principal la figura de Kenzo Tange junto a los planteamientos que se están dando en Europa, piensa que la ciudad ha de experimentar un crecimiento basado en mega edificios que creen nodos en los que el crecimiento de los mismos edificios sea el causante del desarrollo urbanístico. Estas ideas las experimentan claramente tanto Kisho Kurokawa en su **Ocean City** [Fig 12], proyecto que se extiende desde 1958 hasta 1963, como Arata Isozaki en su **City in the Air** (1962) [Fig 13] proyectos que plantean una ciudad con forma orgánica definida a base de torres residenciales que tratan de asemejarse a árboles cuyas ramas son las piezas adosadas a éstas, las cuales generan la vida en la ciudad.

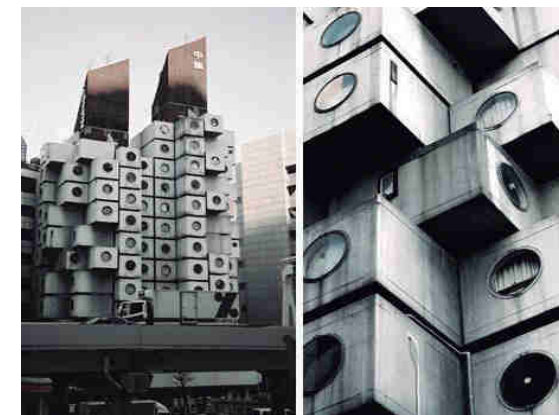
Destacamos precisamente la figura de Kisho Kurokawa por además ser el principal redactor del manifiesto metabolista y la persona que más ideas y teorías acerca de la ciudad ha traspasado. Su **Nakagin Capsule Tower** finalizada en 1972 es el ejemplo construido que más se acerca a las ideas planteadas. El proyecto conceptualmente se basa en dos megaestructuras de comunicaciones y servicios que soportan un número de células prefabricadas que son reemplazables y reubicables [Fig 14], muy próximo al concepto plug-in de Warren Chalk que comentamos anteriormente, y con pequeños guiños al planteamiento del botellero de Le Corbusier para la Unite d'habitation de Marsella. La torre consta de 14 plantas, con 140 módulos de 4x2,5m que fueron prefabricados en tan solo 4 meses e instalados posteriormente mediante grúas y atornillados a las dos torres que forman el esqueleto estructural [Fig 15]. Cada célula es un apartamento distinto con una ventana circular que refleja la inspiración en los módulos espaciales que también tenían en mente desde Archigram. Pero hay que resaltar que la flexibilidad propuesta teóricamente por Kurokawa no se consiguió, ya que nunca se realizó ningún replazo ni movimiento de cápsulas.



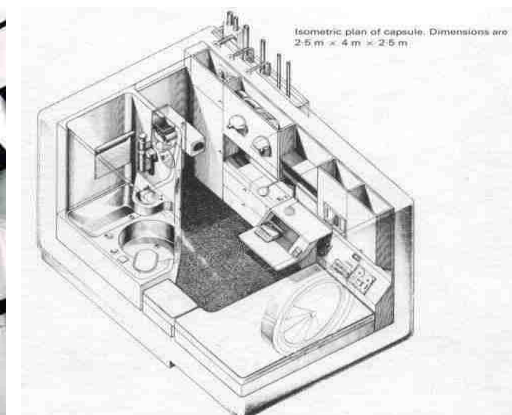
[Fig 12]



[Fig 13]



[Fig 14]



[Fig 15]

[Fig 12] Kisho Kurokawa, **Ocean City**, 1958-63.

[Fig 13] Arata Isozaki, **City in the Air**, 1962.

[Fig 14] Kisho Kurokawa, **Nakagin Capsule Tower**, Tokio, 1970-72.

[Fig 15] Kisho Kurokawa, **Módulo Nakagin Capsule Tower**, Tokio, 1970-72.



El papel desarrollado por los metabolsitas japoneses traspasa un legado de pensamientos e ideas al resto del mundo, que ven como desde lejos planteamientos que en Europa parecen fantásticos y con exceso de futurismo se realizan siguiendo sus principios en mayor o menor grado.

La influencia del movimiento metabolista japonés traspasó fronteras, y hoy en día son referencia obligada antes de abordar un tema relacionado con la flexibilidad o la prefabricación.

Seguramente el ejemplo que más rápido aflore a nuestra mente al hablar de proyectos desarrollados siguiendo los principios de este movimiento, es el creado por **Moshe Safdie** para la Exposición Universal de 1967, conocido como **Habitat 67** [Fig 16].

El proyecto consiste en una reinterpretación del proyecto de Kurokawa. 354 bloques de hormigón, con medidas de 11,8 x 5,3 x 3,5 m cada uno dispuestos en lo que a primera vista parece un caos estructural, pero que siguen una trama estratégicamente calculada. Cada una de las células que conforman el proyecto se construyó en una fábrica, mediante hormigón, y fueron colocadas a posteriori mediante grúas [Fig 17]. De este modo, con el maclaje de los bloques se forma un total de 158 viviendas que oscila entre los 60 y los 460 m<sup>2</sup>.

Safdie comparte criterios de desarrollo urbano propios del metabolismo japonés, con ello quería resolver el problema de los suburbios que proliferaban en América en los años 50 sin tener que consumir demasiado terreno circundante a la ciudad. Pero no por ello renunciando a unas condiciones favorecedoras, puesto que cada una de las viviendas posee su propia terraza construida sobre el techo del vecino. Esta circunstancia hace aún más notorio el efecto de ingravidez total del proyecto. Hay que mencionar que la propuesta inicial además de las 10 plantas de residencia que desarrolla contemplaba otras 22 de comerciales, capaces de abastecer por completo a los miembros de la comunidad.

Obviamente el proyecto de Habitat 67 es un aliciente más para el desarrollo de proyectos que siguen los mismos patrones de prefabricación, modulación y posibilidades espaciales que hacen que los espacios sean ricos y flexibles. No cabe ninguna duda que el proyecto de Safdie fue un claro referente para Antonio Cortés, por su creación de espacios comunes interiores y las circulaciones que se producían, a la hora de desarrollar su proyecto de Espai Verd (1991); pero es más notoria la presencia de estos conceptos, indiscutiblemente junto a los de Kurokawa, en **Richard Rogers**, arquitecto que tanto ha hablado de la prefabricación de viviendas con el fin de conseguir una vivienda digna para todo el mundo, y que ya en el 1992 planteaba el **Sistema Industrial de Viviendas para Corea del Sur**.



[Fig16]



[Fig17]

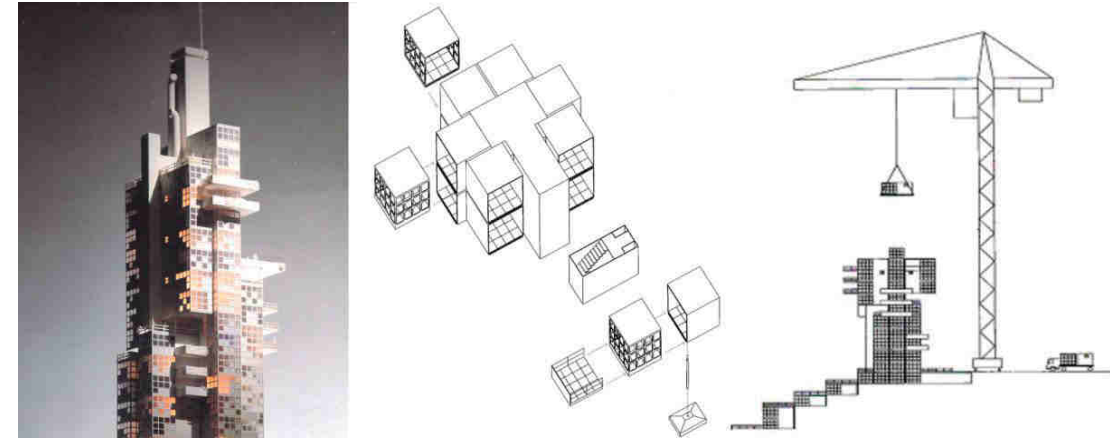
[Fig 16] Moshe Safdie, **Habitat 67**, Montreal, 1967.

[Fig 17] Moshe Safdie, **Construcción de Habitat 67**, Montreal, 1967.

El sistema refleja los objetivos sociales de la arquitectura moderna: "como crear el mayor número de viviendas posibles, utilizando el mínimo coste a la hora de la construcción. El objetivo era construir 100.000 unidades residenciales a una quinta parte del precio de la vivienda convencional". El proyecto se basa en un apilamiento de bloques realizados con láminas de acero que pueden disponerse tanto en vertical para formar torres, como horizontalmente formando complejos más extensos debido a la geometría accidentada del país. El concepto del proyecto es conseguir que la ciudad funcionara como si de un puerto de contenedores de mercancía se tratara, montando las piezas en fábricas, moviéndolas por la ciudad con camiones, y colocándolas apiladas gracias a unas grúas [Fig 18].

Ya entrado el siglo XXI, **Horder cherry Lee y Haack + Arquitects Hopfner** desarrollan un proyecto conocido como **Micro Compact Home**, en 2001. El concepto se basa en un "árbol aldea" como si de un proyecto de Archigram se tratase, capaz de disponer 30 cápsulas montadas sobre una columna de acero que forman el núcleo de circulación vertical [Fig 19]. El proyecto se presentó en el MoMA en 2008, en el que se aclaró, como en el proyecto Nakagin Tower, que las unidades podrían ser remplazadas por mantenimiento o sustitución. El proyecto engloba un mayor volumen de actividades en su interior con respecto al diseñado por Kurokawa, siendo menor la superficie utilizada.

Junto a las dos últimas propuestas comentadas, y siguiendo con el concepto de contenedor apilable, se encuentra el proyecto para la firma **Freitag** a manos de **Spillmann Echsle Architekten**. Esta tienda localizada en Zurich materializa arquitectónicamente las ideas comentadas anteriormente. En este caso, el proyecto se realiza apilando 17 remolques de camión reciclados de la propia marca alcanzando los 26 metros de altura y que albergan 4 salas destinadas a la venta de los bolsos y zonas de almacenaje. La obra consigue plasmar el concepto de producción en masa con un gran control de calidad que permite al cliente una más fácil elección y comprensión del proyecto materializado [Fig 20].



[Fig 18]



[Fig 19]



[Fig 20]

[Fig 18] Richard Rogers, **Sistema Industrial de Viviendas para Corea del Sur**, 1992.

[Fig 19] Horder cherry Lee y Haack + Arquitects Hopfner, **Micro Compact Home**, 2001.

[Fig 20] Spillmann Echsle Architekten **Freitag Store**, Zurich, 2006.

Ya en el año 2017, parece que los avances tecnológicos van a ser capaces de realizar cualquier proyecto que el ser humano sea capaz de imaginar por inverosímil que este sea. El último ejemplo que aquí planteamos es el que se supone será en un futuro el único rascacielos prefabricado del mundo, **The Dynamic Tower** concebido por **David Fisher** para Dubai. La estructura, como la mayoría de las comentadas anteriormente, consta de un núcleo central al que se le añaden células prefabricadas (40 por planta) que forman el rascacielos [Fig 21]. Plantas, que para fantasear más con las posibilidades tecnológicas del momento y sobrepasar las ideas futurísticas tanto de metabolistas como del colectivo Archigram, oscilan cada una de ellas sobre su eje independientemente, completando un giro completo cada 90 minutos.

Parecían locas las ideas del colectivo Archigram hace poco más de medio siglo. Pero el paso del tiempo no solo les ha dado parte de razón tanto a Archigram como al movimiento metabolista, sino que sus ideas y principios se han desarrollado hasta prácticamente plasmarse todos ellas en distintos proyectos, llegando incluso a diseñarse torres completas que giran para buscar las mejores orientaciones posibles. No es para nada descabellado pensar pues en un proyecto en el cual el desarrollo de las afueras de las ciudades se viera involucrado, creciendo éstas bajo el concepto de movilidad de hogar y flexibilidad máxima para la generación del futuro.



[Fig 21]

[Fig 21] David Fisher, **Dynamic Tower**, Dubai, 2017-...

#### 4.1 - SUCINTA INTRODUCCIÓN HISTÓRICA AL DESARROLLO ESTRUCTURAL EN ALTURA

El sistema estructural es un punto fundamental a abordar para el desarrollo de la idea que planteamos. Muchas de las respuestas estructurales que se dan para el desarrollo de estos proyectos, basados en la prefabricación, responde a una solución constructiva del tipo torre; a pesar de contar también con ejemplos que no podemos incluir en este grupo, como es el caso de Habitat 67, por no cumplir con las condiciones de esbeltez ni de predominio de acciones horizontales.

Parece razonable pensar que la mejor manera de adecuar la solución a los problemas que estamos planteando es mediante las posibilidades que la edificación en altura nos proporciona. De este modo, además de conseguir la liberación máxima del suelo siguiendo uno de los principios fundamentales de la arquitectura moderna, la mayor densificación permite un espacio urbano para el ciudadano mucho más grato, cediendo espacios públicos tanto para los habitantes del lugar, como para el resto de la población.

El desarrollo histórico de la edificación en altura surge muy poco a poco, y paralelamente al crecimiento de la población fruto de la revolución industrial comenzando en la primera veintena del siglo XIX. El proceso de industrialización, y la evolución de los sistemas en altura (el primer ascensor eléctrico fue diseñado en 1853 por **Elisha Otis**) [Fig 22] junto al desarrollo de nuevas instalaciones y materiales son uno de los motores principales para el comienzo de la construcción en altura.

Tras el fatídico incendio de Chicago en 1871 la ciudad tiene que volver a crecer, y es entonces cuando aparece la figura de **LeBaron Jenney**, quien da los primeros pasos en este tipo de construcciones con el considerado primer ejemplo de edificación en altura, el **Frist Leiter Building** [Fig 23] en el año 1879 donde se empieza a adivinar un desarrollo modular en altura, y una construcción transparente a pesar de contar todavía con forjados de madera y columnas de fundición; o en 1884 con el considerado primer rascacielos de la historia, el **Home Insurance Building** [Fig 24] de 55 m de altura.

Gracias a los primeros aportes de LeBaron Jenney y sus enseñanzas compositivas sobre **Wellborn Root** y estructurales sobre **Daniel Hudson Burnham** se forma la empresa más famosa del siglo XIX en Chicago "**Burnham and Root**".

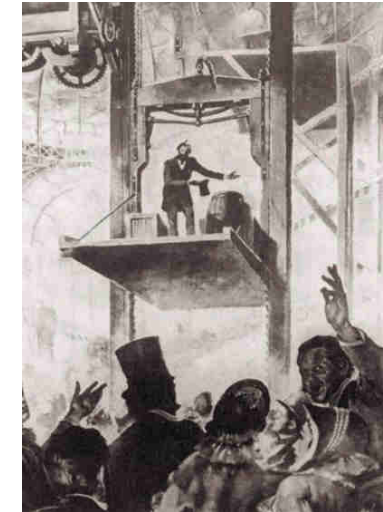


El equipo, es el principal creador de arquitectura en altura en los orígenes de ésta. Sus primeras soluciones estructurales para las nuevas construcciones se basan en el empleo de fábricas de ladrillo; solución que con el paso del tiempo se comprueba que no es la más adecuada para su desarrollo, pues el espesor del muro que se alcanza en planta baja aumenta considerablemente con la altura de la torre. Un claro ejemplo de esto es su **Monadnock Building** en Chicago en 1891 [Fig 25] que para una altura de 16 plantas tiene espesores de muro en su planta baja de 180 cm.

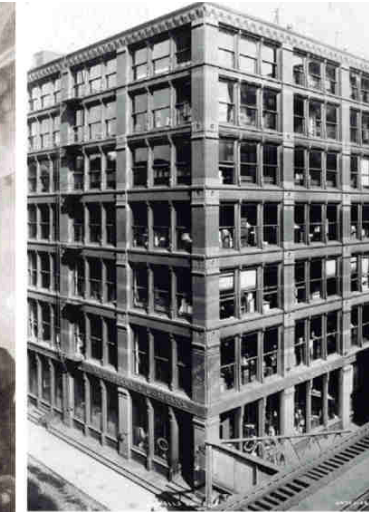
Por ello poco a poco el acero y el vidrio en combinación con los muros de carga fueron conviviendo como elementos estructurales de estas soluciones, hasta llegar el momento en el cual el ladrillo paso a cumplir únicamente funciones de cerramiento, y posteriormente dejar a los dos primeros como protagonistas principales; tanto estructural como constructivamente. Ejemplo de esto último es el **Flatiron Building**, en Manhattan también diseñado por **Daniel Burnham** (Wellborn Root había muerto en 1891) del año 1902 [Fig 26].

El hormigón empieza a utilizarse como material estructural en este tipo de construcciones en 1890 tomando protagonismo poco a poco en la construcción de los edificios en altura. Inicialmente se imita a la estructura de acero, pero después de la segunda Guerra Mundial, el hormigón empieza a adquirir una identidad propia en estos sistemas edificatorios. Aparece en 1891 el concepto de pantalla vertical, diseño nuevamente creado por Burnham y Root. Del mismo modo, para aumentar la rigidez ante las fuerzas horizontales que se producen en sus estructuras se fueron introduciendo arriostramientos diagonales en fachadas, creando una estructura triangulada vertical que se combina con las pantallas contraviento.

La nueva base constructiva junto a los avances en el sector de la construcción impulsa a nuevos estudios a realizar proyectos hasta entonces impensables e incluso en muchos casos utópicos. El vidrio comienza a ser el material principal compositivo en fachada junto a los montantes y travesaños que permiten soportar el cerramiento mediante un muro cortina, dejando el papel estructural al margen de la fachada.



[Fig 22]



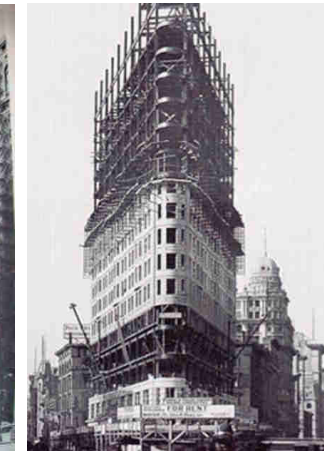
[Fig 23]



[Fig 24]



[Fig 25]



[Fig 26]



[Fig 22] Elisha Otis, **Primer ascensor eléctrico**, Nueva York, 1853.

[Fig 23] LeBaron Jenney, **Frist Leiter Building**, Chicago, 1879.

[Fig 24] LeBaron Jenney, **Home Insurance Building**, Chicago, 1884.

[Fig 25] Burnham and Root, **Monadnock Building**, Chicago, 1891.

[Fig 26] Daniel Burnham, **Flatiron Building**, Manhattan, 1902.

A lo largo del siglo XX aparecen pues nuevas arquitecturas formalmente mucho más puras que los ejemplos comentados con anterioridad, como por ejemplo los rascacielos del equipo **SOM**, estudio pionero en la proyectación de edificios prismáticos de vidrio, creadores del **Lever House** en 1952 [Fig 27] entre otros muchos proyectos. Este último ejemplo muy similar en su composición al **Seagram Building** de **Mies van der Rohe** [Fig 28] comenzado dos años después que su vecino de Parck Avenue.

Las cajas de vidrio empezaron a proliferar a lo largo del mundo, con una formalidad muy rotunda e incluso con proyectos que se escapaban de los límites constructivos del momento. El rascacielos del **Friedrichstraße** del propio Mies [Fig 29], proyectado en 1921, y caracterizado por los paños de vidrio, que ya se habían comenzado a ver en la Turbinhalle de Peter Behrens o la Fábrica Fagus de Gropius y Meyer, y que claramente fueron un ejemplo a seguir por los arquitectos modernistas. Este proyecto es ejemplo de lo que se conoce como el denominado *wave of americanism* y por supuesto de la arquitectura expresionista del siglo XX.

Tenía que llegar el 1956 para ver el mayor ejemplo de utopía constructiva hasta el momento. El **One Mile High** de **Frank Lloyds Right** [Fig 30] con como su propio nombre indica 1609 m de altura es el ejemplo del pensamiento utópico del momento. Una torre de televisión que gracias a los avances de la época según Wright podía realizarse con los cimientos en forma de raíz pivotante que resultaron exitosos en las torres Johnson y Price, losas de hormigón en suspensión y cables de acero a lo largo del borde de estas losas para reforzar la estabilidad.



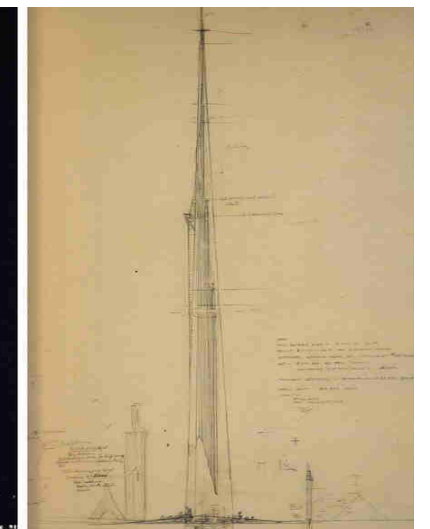
[Fig 27]



[Fig 28]



[Fig 29]



[Fig 30]

[Fig 27] SOM, **Lever House**, Nueva York, 1952.

[Fig 28] Mies van der Rohe **Seagram Building**, Nueva York, 1954-58.

[Fig 29] Mies van der Rohe, **Friedrichstraße**, 1921.

[Fig 30] Frank Lloyd Wright, **One Mile High**, 1956.

El proyecto de Wright fue utópico en su día, pero un referente para los proyectos de nuestra época. Proyectos como el **Burj Khalifa** del 2010 [Fig 31], el cual basa gran parte de su sistema estructural en las ideas del maestro estadounidense para su rascacielos, o el último proyecto de **Santiago Calatrava** también en Dubai que pretenderá en 2020 ser el edificio más alto del mundo, la **Creek Harbour** [Fig 32], con casi 1000 m de altura total

Visto este rápido desarrollo histórico podemos llegar a la conclusión de que en el mundo de la construcción toda idea, por muy utópica que sea, puede acabar siendo realidad. Proyectos que quizá no han podido surgir en la época en la cual han sido pensados por cuestiones económicas o tecnológicas, dejan de ser en muchos casos descabellados para comenzar a ser partes referenciales de una futura arquitectura por la que los países más acaudalados están apostando.



[Fig 31]



[Fig 32]

[Fig 31] Skidmore Owings & Merrill, **Burj Khalifa**, Dubái, 2004-10.

[Fig 32] Santiago Calatrava, **Creek Harbour**, Dubái.



## 4.2- TIPOLOGÍAS DE SOLUCIONES ESTRUCTURALES EN ALTURA

La elección de la solución estructural deseada no puede ser fruto de arbitrariedad o formalidad. Existen unos condicionantes de diseño que acotan la decisión sobre el sistema a desarrollar. Con el punto que vamos a abordar a continuación pretendemos poner encima de la mesa los sistemas estructurales que más se ajustan a la idea proyectual que estamos buscando.

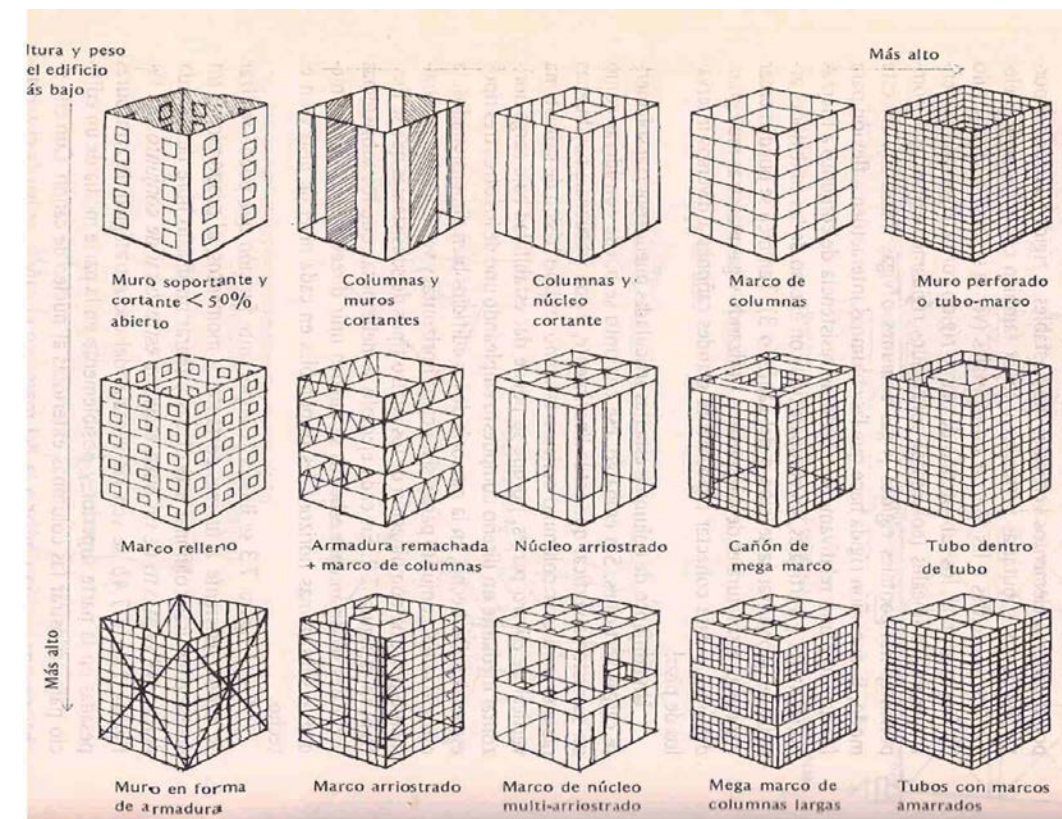
Tenemos que prestar atención a las condiciones del terreno en el cual pretendemos realizar nuestra torre, ya que los esfuerzos que a él van a llegar son mucho más importantes que si se tratara de una estructura convencional. Y paralelamente a ello, a la relación existente entre la altura y la anchura, pues influye claramente en la rigidez del edificio en función de la esbeltez que planteemos.

No podemos olvidar del mismo modo prestar atención a cuestiones relacionadas con el desarrollo de la construcción del edificio como son: los sistemas planteados para la elevación de los elementos, la distribución de las instalaciones (suponen en estos casos aproximadamente un tercio del coste del edificio) o los sistemas de protección contra el fuego.

Las tipologías estructurales más usadas para el caso de edificación en altura van desde las estructuras porticadas en las cuales se produce un entramado espacial de núcleos rígidos, hasta la solución mediante sistemas tubulares en las que los elementos estructurales verticales se disponen muy próximos entre sí formando de ese modo una fachada que parece un tubo perforado. Sin olvidarnos de soluciones como las combinaciones de pórticos con pantallas o las que además incluyen celosías de atado.

Si bien, este trabajo no pretende hacer un desarrollo en cuanto a la forma de trabajo que tienen las múltiples posibilidades estructurales que aparecen como alternativas en la construcción. En la imagen adjunta [Fig 33] se puede observar una primera aproximación a esta gran variedad de posibilidades que se tiene al desarrollar una propuesta. En el dibujo se pretende orientar de forma rápida sobre la posible solución a adoptar según la altura y el peso que el edificio vaya a tener.

Dicha gran variedad de alternativas posibles hace muy interesante la solución final, pues ésta se verá claramente influenciada formalmente por su estructura, y es que forma y función van siempre cogidas férreamente de la mano a la hora de plantear un desarrollo en altura.



[Fig 33]

[Fig 33] Oscar Juárez, *Sistemas Estructurales Verticales*, 2012

Por lo que respecta a nuestro trabajo vamos a acotar el gran abanico de soluciones constructivas centrándonos en las cuatro soluciones que entendemos se adecuan mejor a lo planteado por ser los desarrollos utilizados con mayor frecuencia en los múltiples ejemplos de edificación en altura :

- Estructura de Muros de Carga o Pantalla
- Estructuras Colgadas con forjado técnico
- Estructuras de Núcleo Rígido y pisos en voladizo
- Apilamiento de piezas rígidas.

#### 4.2.1- ESTRUCTURA DE MUROS DE CARGA O PANTALLA

Las estructuras de muros de carga o pantallas consisten en una serie de elementos verticales planos (muros o pantallas) que pueden disponerse tanto longitudinalmente (formando parte de la fachada principal de la construcción) como transversalmente (no interviniendo en la fachada principal) o incluso en ambas direcciones.

La respuesta estructural depende de los materiales empleados y del tipo de interacción entre el plano horizontal del forjado con el plano vertical, formado por muros o pantallas. Las cargas verticales se transmiten por flexión del forjado, generando en los muros o pantallas unas tensiones de compresión que dependen tanto del ancho del vano como de la altura, del tipo de edificio y de las dimensiones y disposición de los muros o pantallas.

Las cargas horizontales se distribuyen a lo largo de los forjados que actúan como un diafragma, hasta llegar a las pantallas paralelas a la acción de la fuerza. Estas pantallas responden como una viga de gran canto debido a su rigidez, reaccionando a cortante y a flexión contra el vuelco.

Las luces de los vanos que conforman el conjunto suelen estar comprendidas entre 3,6 y 7,5 m, en función de la capacidad portante y de la rigidez de los muros.

Esta tipología suele utilizarse en el caso de edificación de altura intermedia, comprendida normalmente entre 10 y 20 plantas, pudiendo llegar hasta 50 en el caso en el que las pantallas se realicen de hormigón). Es la forma más efectiva de disposición en el caso de que se necesite una subdivisión del espacio, como en hoteles o en viviendas.

Un ejemplo de esta tipología estructural es la **Torre Lugano** en Benidorm finalizada en el 2007, y que cuenta con 43 plantas, siendo su altura de 143 m [Fig 34].



[Fig 34]

[Fig 34] Adolfo Rodríguez, **Torre Lúgano**, Benidorm, 2004-07.

Este proyecto de **Adolfo Rodríguez López** destaca por disponer sus plantas mediante una geometría de flecha con una costilla de hormigón vertical, que como si de una quilla se tratara sobresale en su coronación para estabilizar el edificio ante las acciones horizontales a modo de contrapeso. Esta costilla sumada a las cinco primeras plantas encastradas parcialmente en la roca de la montaña minimiza los desplazamientos horizontales tan problemáticos en estas soluciones.

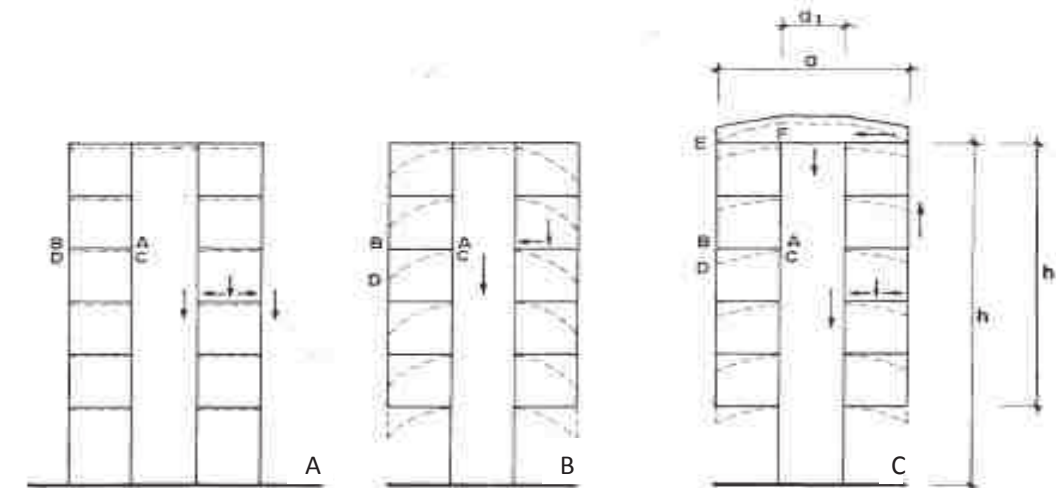
Este ejemplo muestra claramente dos de los puntos que más pueden influenciar los desarrollos que siguen esta tipología. Por un lado, cada cierto número de plantas ha de disponerse una planta técnica capaz de albergar las instalaciones del edificio. Esto no implica que dichas plantas solo deban estar destinadas a esta función, pues en el ejemplo mostrado se combinan con apartamentos. Por otro lado, la fachada del edificio manifiesta al exterior claramente la disposición estructural pues el edificio queda fragmentado en 4 partes al ser las plantas técnicas de diferente altura a las destinadas a vivienda. Además, como es costumbre en apartamentos con vistas al mar, cada vivienda tiene una gran terraza con vistas a él, por lo que su disposición estructural se intuye aun más si cabe.

Por lo tanto, si pensamos en este sistema estructural para el desarrollo de nuestra propuesta tendremos que prestar una importante atención a las cuestiones relativas a la flexibilidad y a la forma del edificio, puesto que es una solución a priori bastante rígida en cuanto a su distribución, que permite una disposición modular que la hace propicia para el desarrollo que planteamos, pero que puede generar problemas si pensamos en transformación constante de espacios ya que los muros no deberán subdividir interiormente las viviendas.

#### 4.2.2- ESTRUCTURAS COLGADAS CON FORJADO TÉCNICO

Otra tipología estructural que se puede plantear para la solución que pretendemos dar es la de núcleo rígido al que se anclan los pisos técnicos que funcionan a modo de voladizo. Sobre estos forjados se cuelgan a su vez los pisos restantes que quedan por debajo de éste hasta un número de plantas determinado en función de las condiciones de la planta técnica. También es posible colgar los forjados de unas celosías planas de altura igual a la de una planta, por medio de cables situados en el perímetro. Las cargas actuantes sobre las plantas se dividen así en dos partes: una se transmite directamente al núcleo; la otra sube por los tirantes para bajar después por el núcleo central.

En la siguiente figura [Fig 35] podemos observar el planteamiento resistente de los edificios colgados. Los bordes exteriores de las plantas se liberan de soportes gracias a los tirantes que cuelgan de la parte superior del edificio (B y C); idea que se contrapone al planteamiento resistente de un edificio normal en



[Fig 35]

[Fig 35] Oscar Juárez, **Sistemas Estructurales Verticales**, 2012.



el cual las cargas de los bordes de la edificación están conectadas directamente con la cimentación por medio de múltiples pilares (A).

Esta solución es más propia de edificios de oficinas o comerciales, pues su mayor flexibilidad en planta al generar espacios mucho más diáfanos que los muros de carga, permite unas plantas mejor preparadas para trabajar con unas condiciones de flexibilidad mayores a las que se podrían obtener de utilizar un sistema de muros.

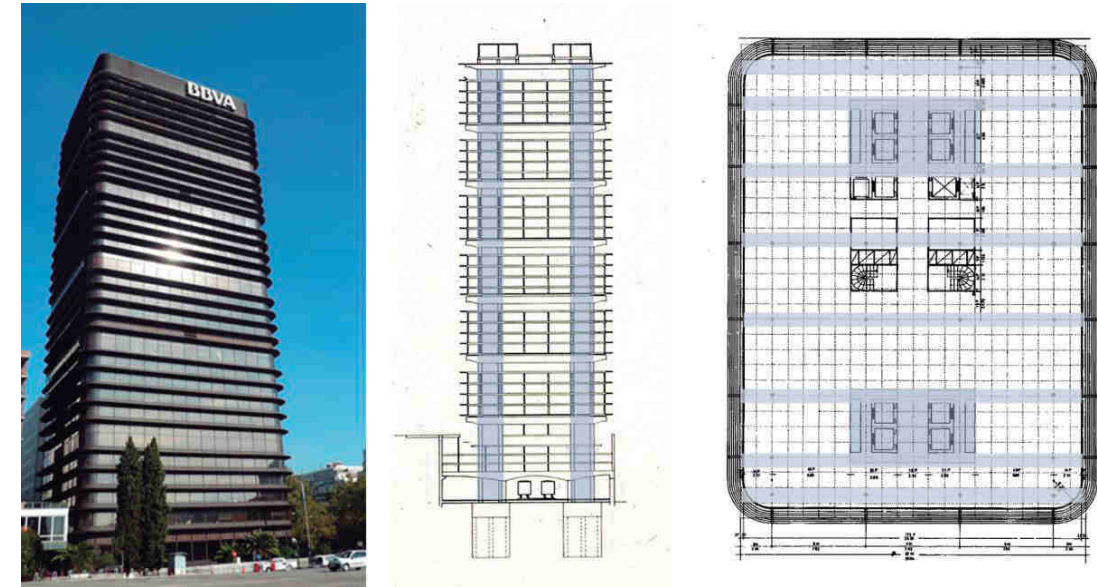
En estos casos, los sistemas de comunicación vertical y los sistemas de distribución energética y de servicio (tales como ascensores, escaleras, instalaciones...), pueden formar parte del núcleo rígido de la estructura, no siendo necesaria a priori la disposición de estos en la planta técnica.

El núcleo rígido funciona como las pantallas de la tipología anterior, confiriéndole la estabilidad lateral necesaria al edificio ya sea este núcleo de hormigón, acero o una combinación de ambos. Por lo tanto no es necesaria la utilización de un contrapeso como veíamos en el ejemplo de Torre Lugano que forma parte de la envoltura del edificio.

Frente a las acciones horizontales, en este caso los núcleos actúan como grandes vigas en voladizo empotradas sobre el terreno a modo de ménsula, por lo que las tensiones de flexión y cortante que se generan son similares a las de una viga en cajón. Como el núcleo también es el encargado de soportar las cargas gravitatorias, las fuerzas inducidas de compresión contrarrestan las tracciones que produce el momento debido a las cargas laterales, aumentando de este modo la capacidad resistente frente al cortante.

Uno de los ejemplos más conocidos que resuelve el proyecto mediante esta tipología estructural es el **Banco de Bilbao** en Madrid, construido entre 1978-81 por el arquitecto **Francisco Javier Saenz de Oiza** [Fig 36].

En este proyecto de 30 pisos de altura se crean dos núcleos rígidos de hormigón armado, situación a la cual se llega fruto de los problemas generados en el subsuelo por el paso de los túneles del metro madrileño. Sobre estos núcleos se apoyan siete plataformas de vigas pretensadas de hormigón, generando de este modo unas plantas técnicas. Éstas son las encargadas de soportar cinco plantas en el caso de las plataformas tipo, cuatro plantas en la penúltima plataforma, y dos plantas en el caso de la última de la cubierta.



[Fig 36]

[Fig 36] Francisco Saenz de Oiza, **Banco de Bilbao**, Madrid, 1978-81.

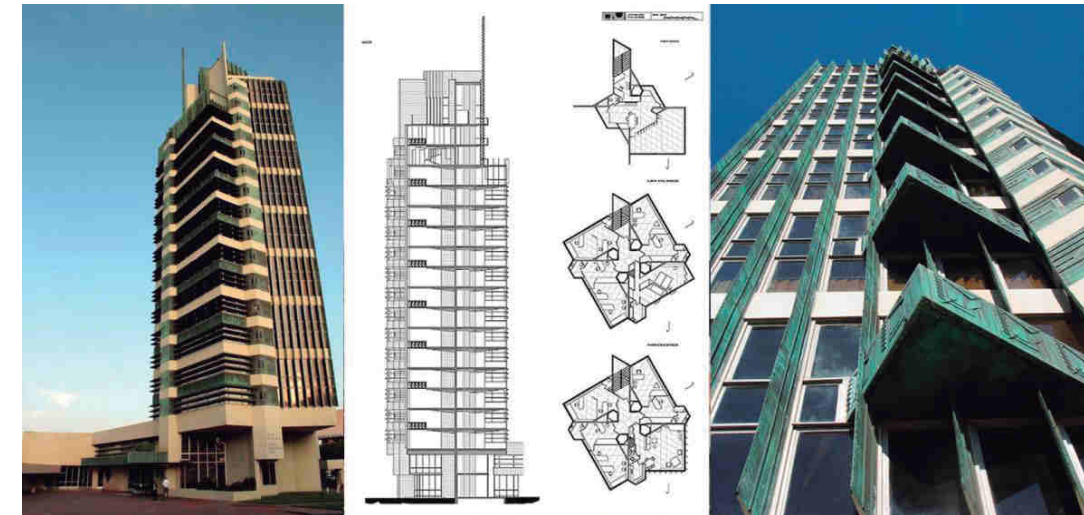
Los forjados técnicos de esta estructura, realizados mediante vigas pretensadas en forma de I, tienen un canto de 2m que salvan una luz de 19 m entre núcleos, y vuelan en cada uno de sus lados casi 5m. En la dirección perpendicular se disponen una distribución de ocho vigas pretensadas secundarias, que se separan entre los 3,2 y los 6,6 m, que sirven de apoyo a los perfiles metálicos que conforman los pilares de las plantas que soporta la plataforma. Los forjados de cada planta se realizan con chapa plegada apoyados sobre perfiles metálicos tipo HEB y tipo IPE.

De este modo, la solución que comentamos sería más adecuada para nuestro trabajo, pues la disposición de un núcleo rígido podría llegar a almacenar todas las instalaciones y comunicaciones necesarias para un sistema en altura, generándose plantas mucho más permeables, y que aceptan mejor cambios constantes en su configuración. Como en el ejemplo de la Torre de Bilbao, la luz natural puede entrar en toda la superficie de la planta si el núcleo se coloca en el centro de la edificación, consiguiéndose también espacios que pueden pasar a ser públicos en el momento en el cual no sea necesario su aprovechamiento privado. Un posible inconveniente es que forzosamente se ha de disponer cada determinado número de plantas una técnica, que condicionaría su aspecto final.

#### 4.2.3- ESTRUCTURA DE NÚCLEO RÍGIDO Y PISOS EN VOLADIZO

Similar al caso que tratábamos anteriormente aparece esta nueva tipología de estructura colgada. En este caso los distintos forjados no cuelgan de una planta técnica, sino que cada una de las diferentes plantas se empotra sobre el núcleo rígido trabajando a modo de ménsula. La colaboración estructural del conjunto se puede dar mediante el uso de tirantes en fachada que trabajan como ayuda al núcleo rígido. Como veíamos para el caso anterior esta idea también se contrapone al planteamiento resistente de un edificio normal, en el cual el soporte de los bordes exteriores está construido por pilares que transmiten la carga directamente a la cimentación.

El funcionamiento de esta tipología se puede ver claramente en el edificio diseñado por Frank Lloyds Wright en el año 1956 y que lleva por nombre **Price Tower** ubicado en Oklahoma [Fig 37].



[Fig 37]

[Fig 37] Frank Lloyd Wright, **Price Tower**, Oklahoma, 1956.

El proyecto, de 67 m de altura es el único edificio en altura construido por el arquitecto, y es conocido como el "árbol que escapo del bosque lleno" por su sistema estructural; siendo el tronco el núcleo central de la estructura de la cual surgen una serie de ramas que producen los 19 forjados que alberga el proyecto.

El núcleo central se materializa mediante una columna de hormigón hueca que al igual que en el ejemplo anterior alberga los núcleos de comunicación vertical y las instalaciones a la vez que organiza la estructura en planta en cuatro cuadrados girados que dividen la planta que vuela sobre dicho núcleo.

Esta solución permite construir con un uso menor de material, haciendo la construcción más económica. La liberación de la planta de muros con capacidad portante permite ganar ligereza en la solución, y a su vez es un gran acierto en cuanto al abanico de posibilidades para la creación de espacios en su interior.

Para esta solución estructural un tema que puede preocupar a simple vista es la flecha en el extremo del voladizo [Fig 35, caso B] . Estas flechas serían todas iguales si no fuera porque el núcleo también experimenta descensos diferentes en la parte superior e inferior. Estos descensos tienden a ser igualados por los soportes laterales en los forjados, que ocasionan un intercambio de cargas entre plantas. Pero por lo general, este intercambio es muy pequeño, ya que también lo son los descensos diferenciales en el núcleo rígido; y si se cargan todas las plantas con un nivel de fuerzas similar el papel que jugarían los soportes en esta cuestión sería prácticamente nulo.

Otro de los problemas fundamentales de este tipo de edificación es el precio. Esta tipología estructural resulta cara pues cada planta tiene que tener una rigidez suficiente para resistir su voladizo. Por ello, resulta ventajoso establecer una diferencia grande de rigideces entre un elemento y los demás; de esta manera el elemento rígido, debido a su poca flexibilidad, servirá de soporte al resto de las plantas, llegando así a la solución que comentábamos en para estructuras colgadas con forjado técnico.

#### 4.2.4- APILAMIENTO DE PIEZAS RÍGIDAS

Vistas las diversas posibilidades que permiten las tres tipologías comentadas anteriormente surge la necesidad de comentar una nueva tipología estructural que viene derivada de lo que hemos visto en los ejemplos anteriores.

El apilamiento de piezas rígidas prefabricadas ha sido empleado desde el metabolismo japonés hasta la actualidad con el fin de generar edificaciones en altura sin renunciar a la prefabricación y la velocidad de ejecución, junto a los mejores acabados que ello supone.

Lo cierto es que este último planteamiento responde a una reinterpretación de dos de los sistemas que comentábamos anteriormente.

Por un lado, como veíamos en los ejemplos de Habitat 67 [Fig 16] o de la tienda Freitag [Fig 20], esta solución se puede plantear mediante la disposición de piezas fijas, siendo imposible el movimiento de ellas pues el carácter resistente total requiere del aporte que unas piezas generan sobre otras. O por otro lado, como veíamos en el ejemplo de la Nakagin Tower [Fig 14], permitiendo la posibilidad de desplazamiento o sustitución de las diversas células pues la tipología estructural se asemeja mucho más a un sistema de núcleo rígido.

Por lo tanto, en un vistazo general podemos clasificar estos dos supuestos como tipología de estructuras mediante pantallas en el primer caso y de núcleo rígido en el segundo, pero con el matiz de que ambas aprovechan estos sistemas para adoptarlos a un modelo de construcción en el cual la prefabricación toma un papel más notorio y la flexibilidad empieza a ser patente. Ciertamente es que esta flexibilidad que planteamos no parece tanta en el caso en el cual el desarrollo necesite de la ayuda estructural de unas piezas sobre otras, ya que esta se reduce a la fusión de un número determinado para la ampliación o transformación de la célula inicial. Pero sí parece muy interesante como método de transformación del espacio la posibilidad de movimiento o sustitución de una pieza por otra como planteaba Kisho Kurokawa.

El proyecto de la **Container City** del estudio **MVRDV** estudia esta última posibilidad [Fig 38]. Este desarrollo se compone de 3500 contenedores concebidos como si de un gran hangar se tratara junto al puerto de Schiedam, en Rotterdam. Los contenedores se utilizan como envolvente de un espacio central de gran extensión, cuya configuración permite la variación de espacios inicialmente propuestos.

Estructuralmente, el proyecto se formaliza mediante un sistema de cables que es capaz de conectar las diferentes unidades entre sí según las necesidades, sometiendo estos tirantes a tensión, formando grandes vigas que salvan la luz del espacio diáfano interior que se quiere generar. De este modo, la

sustitución de las células, o el movimiento de éstas, solo viene condicionado por la disposición de nuevos cables o el mayor tensado de los existentes. Gracias a esta disposición de cables se consigue llegar a una libertad de movimiento de los contenedores tanto en su plano horizontal como en el vertical, que da como resultado un proyecto en el cual el dinamismo está muy presente. Los muros se configuran mediante el apilamiento de un máximo de quince unidades, confiando en la capacidad portante que presentan los contenedores, no siendo necesario el apoyo de perfiles de ayuda que restringirían más los temas de movilidad.

El proyecto ofrece una solución cuyo espacio interior puede variar fácilmente gracias a un sistema de grúas móviles sin afectar a la capacidad portante del edificio consiguiendo un gran abanico de posibilidades funcionales tales como hoteles, restaurantes, viviendas, salas de conferencias...

Es cierto que el núcleo central en este caso es inexistente pues el desarrollo del conjunto es principalmente horizontal. Pero es obvio que el desarrollo del edificio sigue los cánones que hemos visto hasta el momento de "botellero", en este caso con un esqueleto transformable.



[Fig 38]

[Fig 38] MVRDV, **Container City**, 2001-02.



### 4.3- REFLEXIÓN PARA EL DESARROLLO DEL PROYECTO

A pesar de que el ejemplo de Tokio ha sido duramente castigado por las críticas sobre su imposibilidad de sustitución de las células, lo cierto es que la idea de esqueleto sobre el cual las piezas pueden disponerse libremente como si de una sobrecarga que se mueve sobre un forjado fijo se tratara parece muy adecuada sobre el papel, desde el punto de vista de la flexibilidad; y es que la idea de botellero que ya planteaba el maestro Le Corbusier parece acercarse mucho más a las necesidades de dinamismo que pretendemos desarrollar.

Por lo tanto, llegados a este punto, parece adecuado habiendo barajado las cuatro posibilidades que más se adecuan a lo planteado, que una buena opción para el desarrollo estructural de nuestro proyecto es la utilización de un esqueleto rígido capaz de albergar en su interior tanto las distribuciones verticales como las instalaciones necesarias, y que deje libre la mayor superficie en planta posible, para que las piezas se coloquen sobre ella y se muevan libremente.

Hemos enumerado una gran cantidad de proyectos en los cuales la prefabricación es más que notoria, pero todos ellos parecen no considerarla correctamente en su totalidad. En todos los ejemplos vistos las piezas prefabricadas se instalan en su totalidad directamente ya montadas sobre los forjados. Esta idea parece francamente apropiada en ejemplos como la Dynamic Tower o la Micro Compact Home, pues estos proyectos no pretenden ser transformados a lo largo de su historia. Su condición de prefabricación está pensada para acelerar los procesos constructivos y mejorar su calidad única y exclusivamente; no pretenden dotar de una mayor flexibilidad al espacio.

Si bien, cuando el ideal del proyecto es dotar de movimiento al conjunto prefabricado, como pretendía el grupo Archigram, al igual que si de una auto caravana se tratara, los problemas empiezan a aparecer fruto de la dificultad de movimiento de esas piezas. A pesar de tener un alto grado de prefabricación, una vez han sido instaladas pierden toda capacidad de la flexibilidad. **Robert Venturi** sostenía que *"la flexibilidad que hay que fomentar es la flexibilidad perceptiva, no la flexibilidad física"*<sup>[3]</sup>, y recalca que *"la ambigüedad válida fomenta la flexibilidad útil"*<sup>[3]</sup>. Una mesa no es más flexible porque pueda cambiar de posición en un salón sino porque puede ser desde un soporte para comer como un estudio improvisado para los niños. Por lo tanto, el problema fundamental es que esas piezas prefabricadas no consiguen una flexibilidad perceptiva, y además tampoco parecen prefabricadas a simple vista.

<sup>[3]</sup> **Robert Venturi** (1995). Complejidad y Contradicción en la Arquitectura. Barcelona: Gustavo Gil

En 1942 **Walter Gropius** ya había creado el Packaged House System; pero parece que ese concepto de prefabricación se ha ido evaporando de las referencias en estos proyectos, porque todos ellos confían

la movilidad a grandes grúas capaces de mover cajas pesadas a 50 metros de altura. Esta no es la solución como se ha podido observar.

Ahora bien, nos parece completamente normal ir a unos grandes almacenes Noruegos a llevarnos un mueble que tenemos que montar nosotros en casa. Y es incluso mejor en muchas ocasiones, porque si tenemos que cambiar de vivienda sabemos cómo desmontarlo y montarlo porque ya lo hemos hecho antes. Se nos antoja complicado desmontar y volver a montar el mueble del salón de nuestros abuelos, pero sin embargo nuestros escritorios seguro que nos los llevaríamos a nuestras nuevas casas.

Por lo tanto, el confiar la prefabricación a un módulo ampliable y desmontable parece la solución a priori. El máximo problema podría ser el ensamblaje, pero ya hemos comentado que se vienen desarrollando soluciones desde hace 75 años. A partir de aquí nos queda investigar sobre como dotar de flexibilidad al conjunto.

## 5.1 - REFLEXIÓN ACERCA DE LA FLEXIBILIZACIÓN EN EL HOGAR

En 1993, bajo el título "**Réflexions sur le logement contemporain**" se publica un debate entre los arquitectos M. Alder, R. Diener, M. Morgen, R. Senn y M. Steinmann. En dicho debate una de las ideas que surge es la creciente duda sobre la especialización de los espacios domésticos y la oposición a las normativas que obligan a diferenciar mediante el tamaño la sala de estar del resto de las habitaciones. Curiosamente algunas casas de finales del XIX presentaban indeterminaciones entre las piezas, pudiendo cualquiera de ellas cumplir indistintamente ambas funciones, y siendo sin duda el espacio mucho más grato.

Según **Xavier Monteys** "*esta discusión se puede extender a todos los espacios que resultarían más eficiente planteados de otro modo; distinto al habitual, sin especializaciones. Por ejemplo, un pasillo sirve en tanto que hay habitaciones a las que hay que llegar, convirtiéndose éste en un simple espacio de paso*"<sup>[1]</sup>; pero funcionalmente, sería mucho más conveniente concebirlo como una pieza común que permitiera otros usos además del propio paso, como por ejemplo una biblioteca.

Las viviendas urbanas europeas del siglo XIX del ensanche de Barcelona son un ejemplo de lo que el autor comenta. Las estancias comunicadas entre sí caracterizan su planta de distribución en el pasillo y recibidores, teniendo éstas unas dimensiones suficientemente grandes como para permitir un gran número de actividades. Actividades imposibles en las viviendas construidas posteriormente debido a sus reducidas dimensiones que lo único que consiguen son espacios estrictamente de paso.

Como comentábamos en la introducción a nuestro trabajo, para el ciudadano medio las ordenanzas actuales, la incomprensión del espacio en el mayor número de ocasiones, o la especialización funcional de los espacios que componen su hogar hacen que su vivienda no suela estar dotada de mayor flexibilidad que la que puede ofrecer el salón-estar. Pero, ¿cómo llamaríamos a una pieza que cumple funciones tanto de paso como de estar? ¿O de paso y vestidor? Así, la aparición en sus hogares de piezas que sirven para distintos usos puede ser un camino más fructífero y un modo correcto de entender la flexibilidad.

Esta flexibilidad parece estar asociada a algo móvil en la actualidad, cuando en realidad, como comentábamos anteriormente citando a Venturi, la flexibilidad debe ser perceptiva, no física. Es más bien una cuestión de cómo de potente puede ser un espacio con doble o triple función, no de cuanta gente puede hacer uso de él al mismo tiempo.

**George Nelson y Henry Wright**, en 1958 dedicaron un capítulo de su libro "**La vivienda del mañana. Cómo planear ahora su hogar para el futuro**" a la aparición de una pieza a la que ellos llaman la

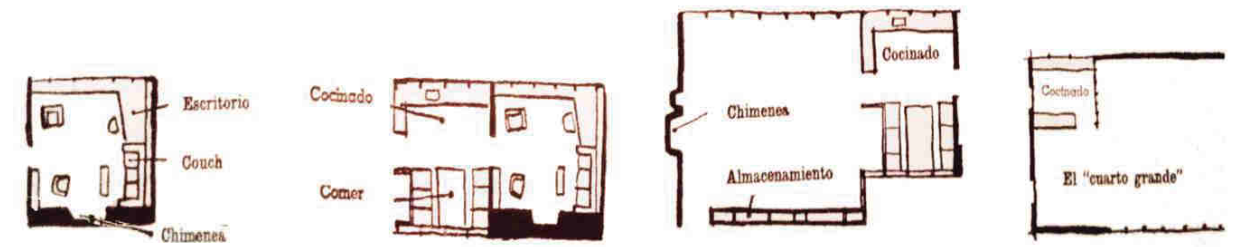


habitación sin nombre [Fig 39]. Una gran habitación en la cual no hay miedos de estropear algún mueble; una comparación con la cual poner en relación al living americano. La función de recibir visitas de lo que sería la antigua salita en nuestros hogares imposibilita el uso despreocupado del espacio, pues requiere de un mantenimiento constante ya que las visitas pueden aparecer en cualquier momento. Con esta habitación sin nombre, lo que se pretende no es hacer ver que no tener un uso determinado en un espacio permita albergar distintas actividades a la vez, sino, que el disponer de varias piezas encadenadas, aunque sean pequeñas, permite un uso mucho más versátil del hogar.

El arquitecto **Herman Hertzberg** ha dedicado parte de su tiempo a observar el comportamiento de la gente en lugares muy variados. En su texto "**Lessons for students in architecture**" aparece un gran número de esos comportamientos, siendo ejemplos conocidos el de una pareja de adultos improvisando un comedor en el maletero de un autobús [Fig 40] o los visitantes del Vaticano descansando en las basas de las columnas de la plaza de Bernini.

Pero el más claro ejemplo de flexibilidad de espacio, y cuestionamiento de especialización de este es el que un niño llega a proponer. Para ellos, el espacio bajo la mesa puede ser una nueva habitación, el interior del armario un escondite secreto, o incluso el fregadero de la cocina una bañera improvisada. Pero no nos equivoquemos, esto no es solo una cuestión de actividad transgresora de los más pequeños de la familia. Nuestro clima mediterráneo nos permite hacer uso y disfrute de los espacios de la vivienda descubiertos. Y de no tenerlos, es suficiente con sacar unas sillas plegables al portal para improvisar un nuevo espacio doméstico [Fig 41].

Una cosa está clara, y es que la especialización del espacio lo único que conlleva es a una distribución de un conjunto de piezas "útiles" que juntas no aportan nada nuevo. Hay muchos nuevos caminos por desarrollar. Y es que en múltiples ocasiones el discurso que se hace sobre la casa se basa en destacar la gran cantidad de cambios recientes en los usos y costumbres de nuestra sociedad en relación a las actividades domésticas, y las repercusiones que las viviendas especializadas suponen para ello. Sin embargo seguimos creando viviendas como si el cambio continuado de éstas no fuera un estado natural en las casas, como si no fuera un tema preocupante. Obviamente no pretendemos crear un único modelo de vivienda, puesto que las necesidades reales para cada persona son diversas, y sería volver a caer en el mismo error de los ideales modernos; pero este planteamiento que venimos comentando puede influir en la ambigüedad de las piezas que componen la casa, incidiendo pues en cuestiones como el tamaño que deben tener cada una de ellas, la posición que deben adoptar en el conjunto, o las relaciones que deben guardar entre sí.



[Fig 39]



[Fig 40]



[Fig 41]

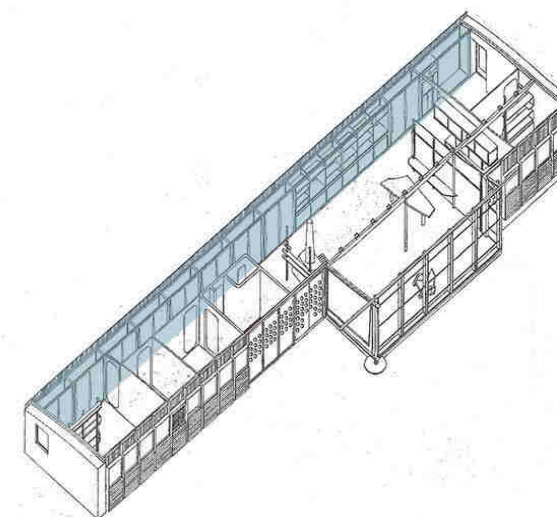
[Fig 39] George Nelson y Henry Wright, **La Habitación del Mañana**, 1958.  
 [Fig 40] Herman Hertzberg, **Lessons for Students in Architecture**, 1991.  
 [Fig 41] **Ancianos tomando el fresco**, Valencia, 2017.

## 5.2- TRANSFORMACIONES DEL ESPACIO DOMÉSTICO

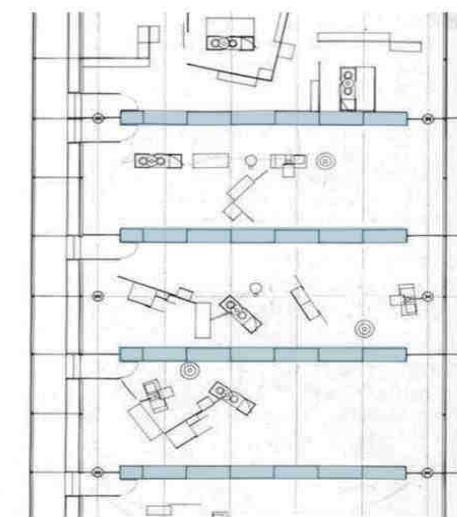
Uno de los puntos de partida para conseguir una flexibilización en el hogar es la que comporta pensar en la habitación como una célula dentro del hogar; siendo esta célula algo más que una simple superficie delimitada por un perímetro de tabiques, y mucho menos el negativo del perímetro que definen las habitaciones vecinas (para el caso de espacios servidores). Xavier Monteys defiende que las habitaciones deben trazarse sobre el papel de manera autónoma, incluso dejando que los grosores de los intersticios generados sean el lugar de colocación de los servicios que presta la habitación. Para este tipo de planteamiento se tiene que pensar en cada habitación como un elemento autónomo; un espacio con independencia. Si lo pensamos de este modo, la ventana, la cama o el armario podrán incluso, llegados el momento, formar parte de un ámbito mucho mayor si se prescinde de una sola puerta en la habitación. Concebir una habitación en estos términos supone que la casa es el resultado de una operación de agregación, en lugar de una subdivisión del espacio en piezas especializadas.

Esta solución implica que el centro de cada pieza debe dejarse libre, y este nutrirse de los servicios que están instalados en los espacios perimetrales. El espacio doméstico queda de este modo vacío para ser utilizado de cualquier forma. Este vacío sugiere que la casa se va colonizando, no ocupándose, pues no existen particiones que puedan delimitar un espacio para un único uso, sino que parecen ser unidades nómadas que permiten concentrar una actividad a su alrededor.

La **casa en Nancy** de **Jean Prouvé** [Fig 42] que construyó para su uso propio en el 1954 utiliza este sistema. Una banda de 27 m de armarios recoge los diferentes usos en la pared norte de la casa, siendo pared y almacenaje una sola unidad; un gigante armario empotrado. Del mismo modo, **Ábalos y Herreros** para el concurso de la **vivienda y ciudad en Barcelona** [Fig 43] apuntaban en 1998 también a un desarrollo con una banda de armarios en disposición grecada a modo de medianera entre dos viviendas.



[Fig 42]



[Fig 43]

[Fig 42] Jean Prouvé, **Casa en Nancy**, Nancy, 1954.

[Fig 43] Abalos y Herreros, **Vivienda y ciudad en Barcelona**, 1998.

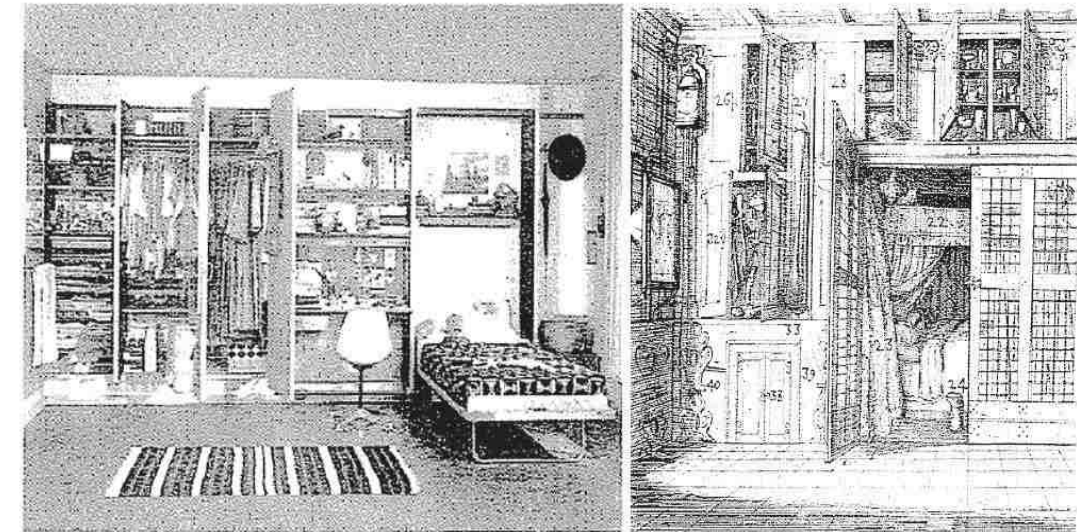
En estos ejemplos aparecen ligeras pinceladas de la idea de que los muebles ocupan el lugar de las paredes. Incluso entendemos como "mueble separativo" la mesa o la cama, que pueden ser abatibles, o incluso escamoteables bajo el armario, o bajo el balcón como algunos ejemplos de casa mínima en la capital Francesa se pueden observar; o la **habitación muestra** de **Charles y Ray Eames** [Fig 44] en 1961 en la que proponen una pared de puertas que ocultan el mobiliario y los enseres.

Estamos hablando de ejemplos de aproximadamente mediados del siglo XX, pero no nos equivoquemos, estos planteamientos no son para nada novedosos. La Caravana moderna data del año 1931, por lo que la industria automovilística ya planteaba soluciones a un problema que todavía no las tiene en el mundo arquitectónico 85 años después. Incluso en el siglo XVII **Cornelius Meyer** [Fig 45] desarrolló una casa en la cual los muebles se esconden y convierten el hogar en una construcción del entorno diferente según la necesidad.

Hemos de tratar con cuidado este tipo de soluciones las cuales en primaria instancia parecen olvidarse del tema de la privacidad, pues como hemos comentado con anterioridad sería un error plantear un sistema que no se adecuara a las características de la sociedad actual.

Y es que en nuestra sociedad se da cada vez más el caso en cual la emancipación de los hijos se retrasa en mayor grado, por lo que el desproteger todo el espacio de cerramientos completamente opacos, a priori, no resulta una buena idea en el momento en el cual no se piense en una vivienda para dos. E incluso lo que más preocupante parece es que cada vez entendemos como normal que el único espacio íntimo del hogar sea la propia habitación.

Esto último podría plantear sendos problemas. Por un lado, la intimidad en la habitación propia puede llevarnos a cometer el error de que el habitante, que necesita en un momento dado de esa intimidad, se refugie en su habitación y entienda ésta como una unidad en la cual todas sus necesidades quedan cubiertas en gran medida gracias a la utilización de un dispositivo electrónico. De este modo, no solo sería ocupar un lugar, en contrapartida a utilizarlo, sino más bien poseerlo, un error que llevaría a que los vínculos familiares cada vez se fueran alejando mucho más. Pero por otro lado es obvio que no podemos pretender que gran parte de nuestra sociedad adopte las costumbres de la sociedad japonesa, capaces de gozar de un grado completo de privacidad con un simple movimiento de cortinas.



[Fig 44]

[Fig 45]

[Fig 44] Charles y Ray Eames, **Habitación muestra**, 1961.

[Fig 45] Cornelius Meyer, **Sistema de Muebles**, S.XVII.



Porque no solo debemos entender flexibilidad con movimiento de paramentos y por ello inexistencia de puertas. La versatilidad de los espacios no solo depende de estos movimientos, sino de cómo son sus puertas o sus equipamientos. Una puerta de una hoja sugiere cerrarse, mientras que una de dos hojas muestra un vínculo con la siguiente, que se acentúa si comparten paneles de vidrio. Un espacio a una altura diferente puede sugerir un cambio funcional entre ellos, pero también una ampliación del primer espacio tanto visual como funcional de ser necesario. Los muebles son los encargados de determinar el uso, ellos decidirán si en ese espacio se cocina, se duerme, se habla o se trabaja.

La incorporación sistemática de elementos mueble o de cualquier mecanismo que garantice su posible transformación atendiendo a las diversas necesidades invita a pensar en ellos como elementos que no deben tener un lugar fijo dentro del hogar. Pues a diferencia de los elementos de cocina o baño estos serán los que dotarán de un uso concreto del espacio y los que pondrán de manifiesto la manera de entender la flexibilidad tanto física como perceptiva, y es ahí a donde debemos llegar.

### 5.3- TRANSFORMACIONES DEL ESPACIO COMUNITARIO

Los ejemplos más notables de residencia que incorporaban servicios comunes han desaparecido paulatinamente de los nuevos proyectos probablemente fruto de las innumerables suspicacias que comporta lo colectivo o el mal mantenimiento de éstos. En el contexto actual existen muchos elementos que dificultan la aplicación de soluciones comunitarias, y algunos son el reflejo de cambios que han surgido en la sociedad desde finales de la década de los cuarenta, que imposibilitan cualquier similitud a la situación de la posguerra europea. Pero a pesar de que edificios como la **Unité d'Habitation de Marsella** o el **Narkomfin** a día de hoy no tengan parangón, hay elementos actuales que deben estudiarse, pues servirán como orientación para el futuro.

Si bien es cierto que estos elementos comunitarios pueden entenderse a día de hoy bajo los cánones de sostenibilidad, de la gestión de energía o de los desperdicios, con mucha dificultad éstos van a poder generar nodos dentro de una comunidad, del mismo modo que los generaban en los ejemplos anteriores las tiendas, guarderías e incluso cocinas.

Por lo tanto, el conseguir generar nuevos espacios comunitarios cuya función sea la correcta vendrá dado no por asignar a una caja el nombre de lavandería o de estudio, sino por basarse en la premisa de que la casa no es ya una unidad compacta dentro del edificio. Como hemos venido comentando, las unidades podrán ser modificadas en cierto modo, y por lo tanto los espacios comunitarios también lo serán. Las células habitables estarán dispuestas sobre el forjado, y su negativo será el espacio común que se encargará de formar nuevos vínculos entre los habitantes de la torre, recuperando en parte el carácter de vecindad que se viene perdiendo con los nuevos desarrollos, y a su vez potenciando las relaciones familiares.

En los orígenes de los apartamentos de alquiler los inquilinos arrendaban piezas sueltas según sus necesidades y posibilidades. Piezas que no necesariamente eran contiguas. Y es que como si de una pila de **Casas Moriyama** [Fig 46] se tratase, lo que pretendemos es que estudio, despacho, taller, trasteros, terrazas o habitación del hijo adolescente lleguen en un momento dado a poder desprenderse de la caja madre; y llegado ese momento, el espacio negativo pase a ser un lugar en el cual se desarrollen las relaciones familiares. Esto supone un paso más allá de una vivienda con doble entrada que puede vincularse a unas dependencias comunes. Estaremos ante un espacio completamente flexible, una casa difusa. Una casa abierta que como diría Gerardo Ragone reconoce que la actividad doméstica ya no se corresponde solo a los límites de la casa, sino que se extiende, tanto al trabajo, como a segunda vivienda o recreo. Además **Le Corbusier** ya plantea este concepto de casa difusa en Marsella dotando a la cuarta planta de un espacio hotel para alojar

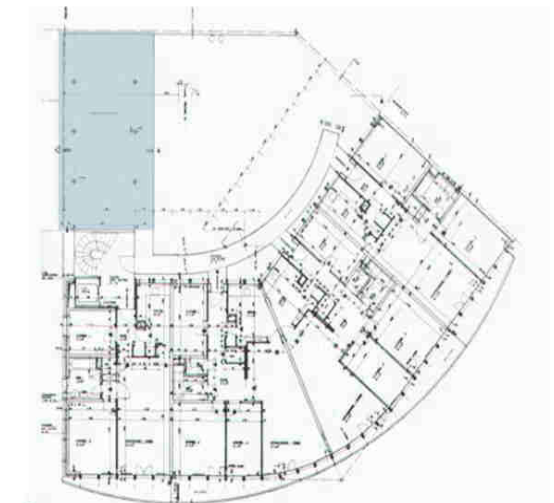
las visitas pero fuera del núcleo central del hogar. **Herzog y de Meuron** apuestan por agrupar una grande terraza común para todos en su proyecto de Basilea **Residencial Schwitter** [Fig 47].

Lógicamente esta segregación implica que esas piezas han de transformarse al separarse, en cierto modo para disponer de un equipamiento que en principio tiene la célula principal y que se pierde al separarse. Y es que hay cierto grado de autonomía que debe garantizarse.

De este modo la torre deja de tener como único elemento independiente su estructura. Cualquier elemento del espacio puede ser independiente en casi su totalidad. Nuestro estudio va a poder moverse de una planta a otra si hay un sitio vacante en otro forjado; y esto se podrá conseguir gracias a que la persona que ha dejado su sitio ha podido incluso llevarse su estudio a otra torre en otra ciudad. La fachada mostrará así la actividad que se da en la torre, y será una fachada completamente dinámica, pues el movimiento entre las piezas independientes de los usuarios lo favorecerá; contemplativamente podemos asimilar esto a las viñetas de **Francisco Ibañez** en **13 Rue del Percebe**. Los vínculos entre los individuos, familiares o no, son los que establecerán la forma y el grado de dispersión de las piezas. La torre se modificará. Esta es la flexibilidad.



[Fig 46]



[Fig 47]

[Fig 46] Ryue Nishizawa, **Casa Moriyama**, Tokio , 2010.

[Fig 47] Herzog y De Meuron, **Residencial Schwitter**, Basilea, 1985-88



# 06

PROPUESTA DE FLEXIBILIZACIÓN DEL HABITAT  
A TRAVÉS DE LA PREFABRICACIÓN EN  
EDIFICIOS DE ALTA DENSIDAD CON BAJA  
OCUPACIÓN DE SUELO

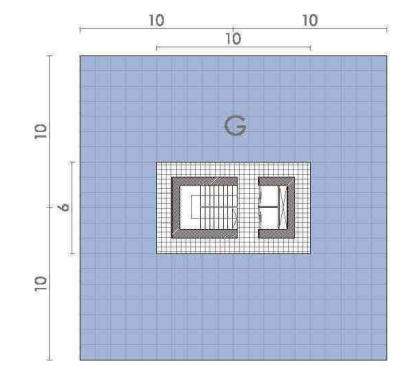
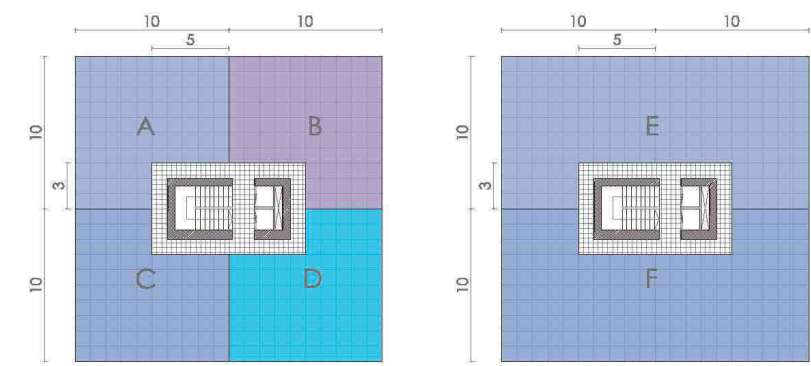
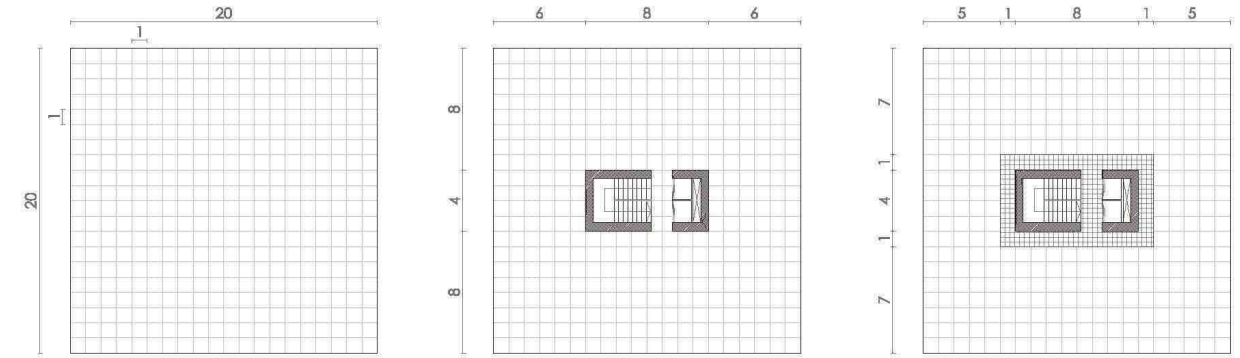
Como hemos venido comentando a lo largo del trabajo realizado, nuestra intención es plantear, de un modo conceptual, como se podría materializar una propuesta que englobara tanto la flexibilización del habitat como la prefabricación; teniendo presente que las necesidades del momento encauzan la propuesta hacia un desarrollo vertical en altura.

Según reflejamos en el apartado 4.3, nuestra propuesta pretende generar una edificación tipo torre, la cual se sustente gracias a un núcleo rígido central capaz de albergar en su interior tanto la parte sustentante como las instalaciones necesarias para las viviendas, dejando libre toda la superficie de los forjados y no siendo necesaria la utilización de forjados técnicos.

Hemos recalcado con anterioridad que nuestra intención es desarrollar un proyecto que se adecúe a las necesidades de la población actual, y que permita a los usuarios gozar de las prestaciones y las comodidades que a nuestro parecer son una necesidad en pleno siglo XXI, y no una cuestión de posición social. Para ello, nuestra propuesta pretende acercarse a una vivienda unifamiliar en lo que respecta a la relación con el exterior; pero que se base en la ampliación progresiva del espacio según las necesidades del momento, y no en la previsión de lo necesario en un futuro. De este modo, el habitante dispondrá de una "parcela" entre forjados sobre la que podrá ir ampliando o reduciendo las prestaciones de su casa. Inicialmente la vivienda solo estará equipada por un módulo básico que albergará una pieza en duplex y una simple. El duplex contendrá un espacio diáfano en planta baja y un dormitorio con un baño en planta superior; la pieza simple albergará la cocina con un espacio para comer. Esta distribución permitirá disponer hasta cuatro viviendas en el mismo nivel como punto de partida para las futuras ampliaciones. Es más, podría darse el caso en el cual un nivel completo perteneciera a una familia, pues la repetición de un módulo básico sería suficiente para garantizar la intimidad; compartiendo los usos restantes y favoreciendo así las relaciones familiares [Fig 48].

Estando claras las premisas del proyecto podríamos llegar a la conclusión de que las posibilidades para el desarrollo son infinitas, pues cada usuario tendría la libertad de colocar las piezas en la posición que más le convenga. Es cierto que el abanico de disposiciones espaciales es muy amplio, pero no debemos caer en el error de entender que la creación del hogar termina en el simple montaje de un mueble, pues la disposición de las piezas tendrá que venir regida por cuestiones de luz, ventilación, privacidad y espacialidad que deben ser confiadas a un arquitecto.

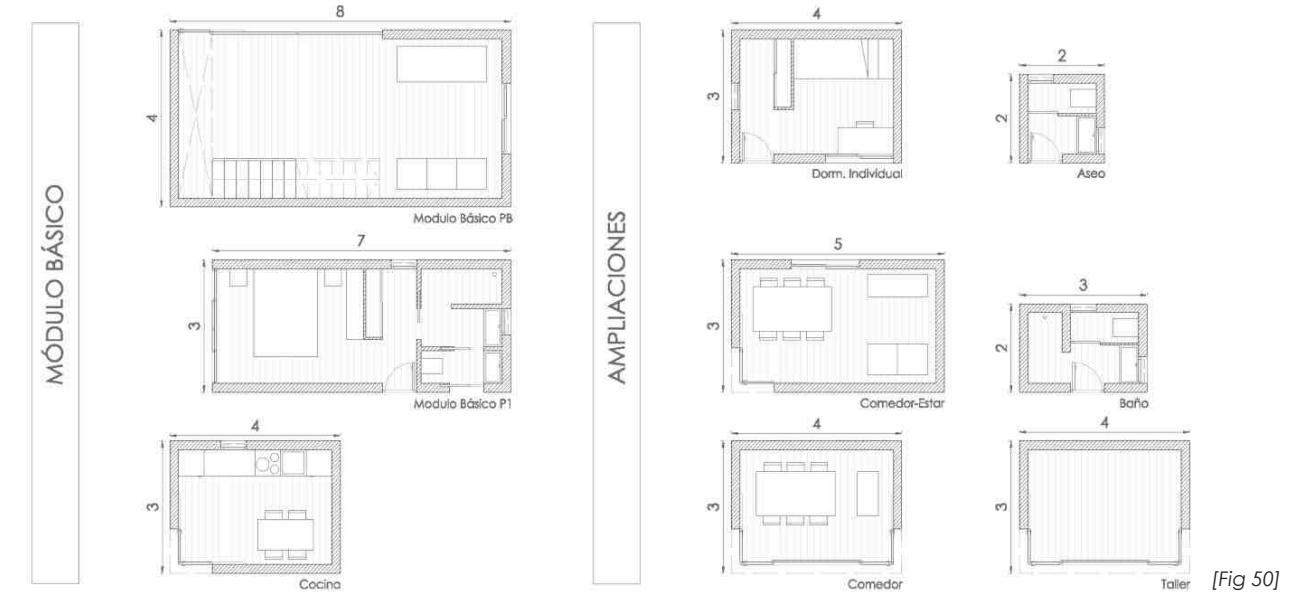
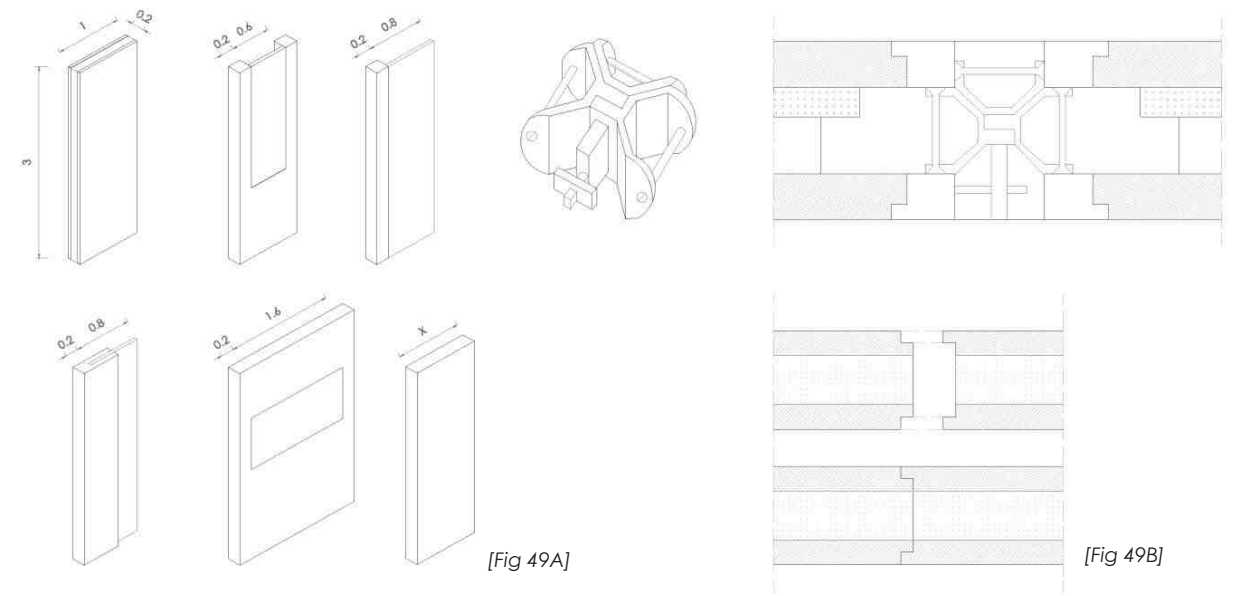
Por ello proponemos la ampliación de las células básicas con nuevas cajas que alberguen funciones complementarias como talleres, comedores, salones o aseos [Fig 50]; pero no pretendemos que estas disposiciones sean únicas, pues cada habitante tendrá unas necesidades propias que darán como fruto nuevas piezas. Piezas que conservaran su módulo inicial gracias al sistema constructivo, pero que permitirán dotar de personalidad propia a cada vivienda. Y lo que es más importante, no arraigarán a una persona en un lugar fijo, pues de ser necesario estas podrán ser desmontadas y puestas en otra torre de una ciudad diferente.



[Fig 48]

[Fig 48] Propuesta de Modulaci3n, 2017.

Las piezas que confeccionarán las casas podrán adquirirse mediante el arrendamiento a otros usuarios, que han dejado de necesitarlas, o la compra de nuevas; pero todas ellas basarán su disposición constructiva en la prefabricación. Prefabricación que no consistirá en la instalación de una pieza ya montada y equipada, sino que se basará en el concepto de "Do It Yourself". De este modo, el cambio de una pieza entre forjados, o la instalación de un nuevo módulo para la vivienda será equiparable al montaje de un nuevo mueble para el hogar. El montaje de estas piezas se facilitará utilizando un módulo tipo de panel que podrá ser utilizado tanto para suelo como para pared o techo. Esto será posible gracias al empleo de piezas semejantes al Packaged House System de Walter Gropius, que comentábamos en la página 14, o uniones machiembradas [Fig 49B], gracias a las cuales se garantizará el ensamblaje en todas las dimensiones posibles facilitando el montaje y dotando al usuario de una flexibilidad máxima a la hora de configurar su hogar. Inicialmente el sistema constará de seis módulos de 3x1x0,2m compuesto por un panel estándar con aislante térmico interior, dos tipos de puerta y de ventana (abatible y corredera) y un panel de vidrio que podrá variar en su longitud para adecuarse a las necesidades de ventilación o acceso [Fig 49A].

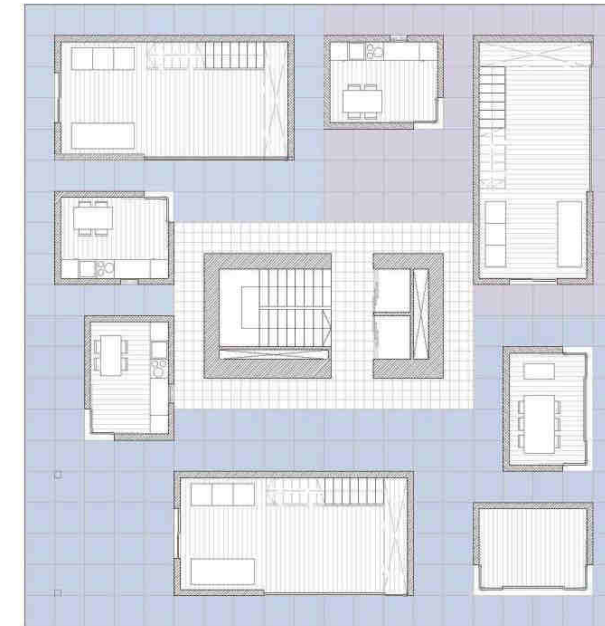


[Fig 49] Propuesta de Montaje, 2017.  
 [Fig 50] Propuesta de Usos, 2017.

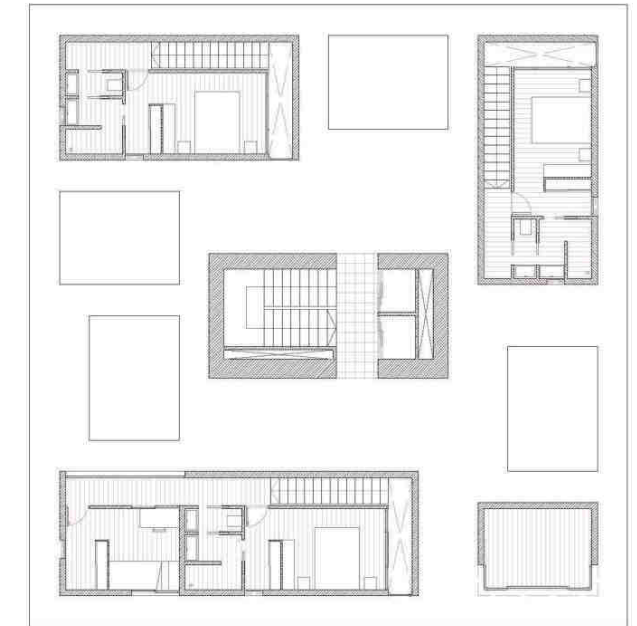
Las imágenes que adjuntamos a continuación [Fig 51] es una visión inicial de cómo podría funcionar espacialmente la propuesta que planteamos. En ella se ha plasmado una posible solución de forjado en la cual se encontrarán dos viviendas con únicamente el módulo inicial y una que haya ampliado su programa hasta poseer dos parcelas iniciales según veíamos en los esquemas anteriores [Fig 48].

Los módulos iniciales (64+12m<sup>2</sup>), han sido dispuestos tanto de forma paralela entre sí como perpendicular, siendo los espacios vacíos completamente distintos para cada una de las viviendas. Junto a ellas, la otra vivienda se ha ampliado con una habitación extra, un taller y un comedor (64+12+12+15) así como una ampliación del espacio exterior que favorece todo tipo de actividades. Todas las piezas se han dispuesto entre dos bandas de un metro situadas en el perímetro del forjado y en el del núcleo vertical; de este modo, la flexibilidad espacial que se tiene es máxima, y desde ningún punto se tiene una sensación de encajonamiento en la vivienda, pues la relación visual en todo el espacio es máxima (siempre teniendo en cuenta las cuestiones de privacidad).

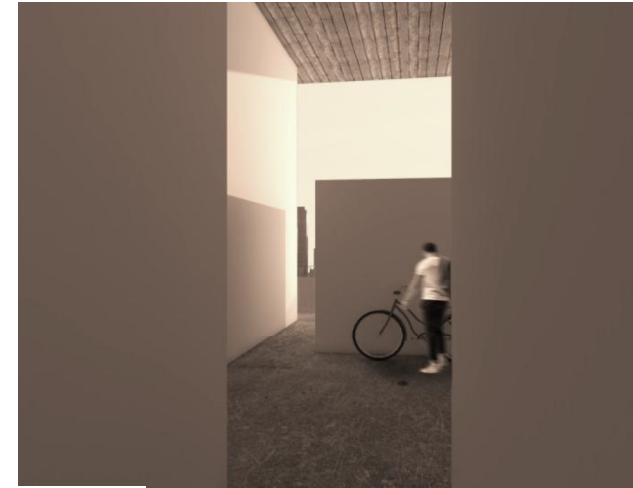
El dinamismo que adquiere la propuesta es elevado, pues se consigue una solución que favorece tanto el movimiento como las relaciones entre las personas; y si a esto le sumamos la posibilidad de intercalar niveles "lúdicos" para uso común de los habitantes estemos consiguiendo un resultado que mejorará drásticamente la flexibilidad en el habitat del ser humano.



[Fig 51]



[Fig 51] Propuesta de Distribució, 2017.



[Fig 52]



[Fig 53]



[Fig 54]

[Fig 51] [Fig 52] [Fig 53] Imágenes de la propuesta, 2017.



# 07 BIBLIOGRAFÍA

## o BIBLIOGRAFIA

- Casa Collage (2001). **Xavier Monteys y Pere Fuster**. Barcelona: Gustavo Gil. **[Pag 11 y 55-64]**
- Gilbert Lupfer (2006). **Walter Gropius Propagandista del Nuevo Diseño**. Madrid: Taschen. **[Pag 13-14]**
- AV (140), Obra mínima, 50 Small Works (2009). **Luis Fernandez-Galiano**. Madrid: Arquitectura Viva S.L **[Pag 26]**
- AV Monografías (189-90), MVRDV (2016). **Luis Fernandez-Galiano**. Madrid: Arquitectura Viva S.L **[Pag 49-50]**
- Complejidad y Contradicción en la Arquitectura (1995). **Robert Venturi**. Barcelona: Gustavo Gil **[Pag 52]**
- Frank Lloyd Wright (2013). **Frank Lloyd Wright Foundation**. Madrid: Taschen **[Pag 34]**
- Mies van der Rohe (2007). **Alexander Calder, El Lissitzky y Paul Klee**. Paris: Éditions Hazan **[Pag 34]**
- Tesis Doctoral: Evolución del Tipo Estructural Torre en España (2009). **María Concepción Pérez Gutiérrez**. ETSAM **[Pag 38-44]**
- Historia de la Arquitectura II (2009). **Apuntes de la ETSAV** **[Pag 31-34]**
- Modelos estructurales y diseño estructural (1998). **Basset, L y Abdilla, E**. Servicio de Publicaciones SPUPV-98.268, **[Pag 31,38,42,46 y 49]**

- **WEBS DE CONSULTA**

- **Raúl Arroyo Morejón**, Baukasten im Großen.  
<<https://proyectos4etsa.wordpress.com/tag/gropius/>>. **[Pag 13]**
- **Ramiro Mansilla**, Casa Exposición en Berlín.  
<<https://proyectos4etsa.wordpress.com/tag/gropius/>> . **[Pag 14]**
- **José María Correa**. The Packaged House System.  
<<https://proyectos4etsa.wordpress.com/tag/gropius/>> . **[Pag 14]**
- **Carlos Fuensalida**. El Movimiento Metabolista.  
<<https://es.slideshare.net/jeancarlosugarteherreira/el-ciam-archigramel-metabolismo-japones/>>. **[Pag 15-22]**
- **DesignBoom**, Nakagin Tower.  
<<https://www.designboom.com/architecture/kisho-kurokawa-nakagin-capsule-tower-building/>>. **[Pag 22]**
- **Gili Merin**, Habitat 67.  
<<http://www.archdaily.com/404803/ad-classics-habitat-67-moshe-safdie>>. **[Pag 24]**
- **Anónimo**, Plug-in Architecture Loses an Icon.  
<<http://www.architakes.com/?p=1441>>. **[Pag 24-26]**
- **Carmen Morón Ruiz**, Sistema industrializado de vivienda.  
<<https://proyectos4etsa.wordpress.com/2012/02/14/housing-abalos-herrero/>>. **[Pag 26]**
- **KHL Video Archive**, Dynamic Tower.  
<<https://www.youtube.com/watch?v=0E9cFVnSLlg>>. **[Pag 28]**
- **Oscar Juárez**, Sistemas Estructurales Verticales  
<<https://prezi.com/n7pmsxhfvkgv/sistemas-estructurales-verticales/>>. **[Pag 38-40]**
- **Marta Mompó García**, La Torre del Banco de Bilbao de Saénz de Oiza  
<<https://www.arquitecturayempresa.es/noticia/la-torre-del-banco-de-bilbao-de-saenz-de-oiza>>. **[Pag 44-46]**
- Andrew Kroll, AD Classics: Price Tower / Frank Lloyd Wright.  
<<http://www.archdaily.com/124191/ad-classics-price-tower-frank-lloyd-wright>>. **[Pag 46-48]**

## o IMAGENES

- [Fig 0] Skyline, Mink Mingle, 2017  
<<https://unsplash.com/photos/JAGx5wAd0d0>>. [Portada]
- [Fig 1] Walter Gropius y Adolf Meyer, **Baukasten im Großen**, Weimar, 1922.  
<<https://proyectos4etsa.files.wordpress.com/2011/10/blog1.jpg>>. [Pag 15]
- [Fig 2] Walter Gropius y Adolf Meyer, **Baukasten im Großen**, Weimar, 1922.  
<<https://proyectos4etsa.files.wordpress.com/2011/10/blog1.jpg>>. [Pag 15]
- [Fig 3] Walter Gropius y Adolf Meyer, **Baukasten im Großen**, Weimar, 1922.  
<<https://proyectos4etsa.files.wordpress.com/2011/10/blog1.jpg>>. [Pag 15]
- [Fig 4] Walter Gropius, **Casa de Cobre**, Berlín, 1931.  
<<https://proyectos4etsa.files.wordpress.com/2012/07/52.jpg>>. [Pag 15]
- [Fig 5] Konrad Wachsmann y Walter Gropius, The Packaged House System General Panel Corporation, New York, 1942.  
<<https://proyectos4etsa.files.wordpress.com/2012/04/conector-packaged-house.jpg>>. [Pag 15]
- [Fig 6] **Congreso Internacional de Arquitectura Moderna** (CIAM), Atenas, 1933.  
<<http://hasxx.blogspot.com.es/2013/02/los-ciam-congresos-internacionales-de.html>>. [Pag 17]
- [Fig 7] **Team X**, Países Bajos, 1959.  
<[https://en.wikipedia.org/wiki/Team\\_10](https://en.wikipedia.org/wiki/Team_10)>. [Pag 17]
- [Fig 8] Peter Cook, **Plug-in City**, 1964.  
<<http://www.archdaily.mx/mx/02-302799/clasicos-de-arquitectura-the-plug-in-city-peter-cook-archigram/51d71ca6e8e44ecad700002a-ad-classics-the-plug-in-city-peter-cook-archigram-image>>. [Pag 21]
- [Fig 9] Ron Herron, **The Walking City**, 1964.  
<<http://walkingthecityupolis.blogspot.com.es/2011/03/guest-post-archigrams-walking-city.html>>. [Pag 21]
- [Fig 10] Warren Chalk, **Capsule Houses**, 1964.  
<<http://bolboreta33.tumblr.com/post/113459142509/proyecto-capsule-houses-arquitecto-warren-chalk>>. [Pag 21]

- [Fig 11] Warren Chalk, **Capsule Houses**, 1964.  
<<https://es.pinterest.com/pin/146789269077034943/>>. [Pag 21]
- [Fig 12] Kisho Kurokawa, **Ocean City**, 1958-63.  
<<http://agraphiablog.blogspot.com.es/2009/08/p15-metabolists-1959.html>>. [Pag 23]
- [Fig 13] Arata Isozaki, **City in the Air**, 1962. <<http://nakagincapsuletower.tumblr.com/>>. [Pag 23]
- [Fig 14] Kisho Kurokawa, **Nakagin Capsule Tower**, Tokio, 1970-72.  
<<http://www.plataformaarquitectura.cl/cl/765975/clasico-de-la-arquitectura-nakagin-capsule-tower-kisho-kurokawa/5037ff7128ba0d599b00081a-clasico-de-la-arquitectura-nakagin-capsule-tower-kisho-kurokawa-foto>>. [Pag 23]
- [Fig 15] Kisho Kurokawa, **Nakagin Capsule Tower**, Tokio, 1970-72.  
<<https://www.designboom.com/architecture/kisho-kurokawa-nakagin-capsule-tower-building/>>. [Pag 23]
- [Fig 16] Moshe Safdie, **Habitat 67**, Montreal, 1967.  
<[https://es.wikipedia.org/wiki/Habitat\\_67#/media/File:Montreal\\_-\\_QC\\_-\\_Habitat67.jpg](https://es.wikipedia.org/wiki/Habitat_67#/media/File:Montreal_-_QC_-_Habitat67.jpg)>. [Pag 25]
- [Fig 17] Moshe Safdie, **Construcción de Habitat 67**, Montreal, 1967.  
<<http://www.archdaily.com/404803/ad-classics-habitat-67-moshe-safdie/51e85669e8e44e33c300001d-ad-classics-habitat-67-moshe-safdie-image>>. [Pag 25]
- [Fig 18] Richard Rogers, **Sistema Industrial de Viviendas para Corea del Sur**, 1992.  
<<https://proyectos4etsa.wordpress.com/2012/02/14/housing-abalos-herrero/>>. [Pag 27]
- [Fig 19] Horder cherry Lee y Haack + Architects Hopfner, **Micro Compact Home**, 2001.  
<<http://www.microcompacthome.com/projects/?con=tree>>. [Pag 27]
- [Fig 20] Spillmann Echsle Architekten **Freitag Store**, Zurich, 2006.  
<<https://www.treehugger.com/sustainable-product-design/freitag-recycled-shipping-container-store-in-zurich.html>>. [Pag 27]
- [Fig 21] David Fisher, **Dynamic Tower**, Dubai, 2017-...  
<<http://3.bp.blogspot.com/z3RWokcppjM/UV9j0Wf0a2l/AAAAAAAAABo/x5gKPA2T21l/s1600/torre+giratoria+dubai.jpg>>. [Pag 29]

- [Fig 22] Elisha Otis, **Primer ascensor eléctrico**, Nueva York, 1853.  
<<http://www.otis.com/site/es-esl/Pages/Ascensores-Otis-Elisha-Graves-Otis-Desarrollo-ascensor-moderno.aspx>>. [Pag 33]
- [Fig 23] LeBaron Jenney, **Frist Leiter Building**, Chicago, 1879.  
<<http://www.artehistoria.com/v2/obras/16979.htm>>. [Pag 33]
- [Fig 24] LeBaron Jenney, **Home Insurance Building**, Chicago, 1884.  
<<http://www.jmhdezhdz.com/2013/04/home-insurance-building-chicago.html>>. [Pag 33]
- [Fig 25] Burnham and Root, **Monadnock Building**, Chicago, 1891.  
<<http://www.ce.jhu.edu/perspectives/protected/ids/Buildings/Monadnock%20Building/main.JPG>>. [Pag 33]
- [Fig 26] Daniel Burnham, **Flatiron Building**, Manhattan, 1902.  
<[https://en.wikipedia.org/wiki/Flatiron\\_Building#/media/File:Flatiron\\_Building\\_Construction,\\_New\\_York\\_Times\\_-\\_Library\\_of\\_Congress,\\_1901-1902\\_crop.JPG](https://en.wikipedia.org/wiki/Flatiron_Building#/media/File:Flatiron_Building_Construction,_New_York_Times_-_Library_of_Congress,_1901-1902_crop.JPG)>. [Pag 33]
- [Fig 27] SOM, **Lever House**, Nueva York, 1952.  
<[http://www.som.com/projects/lever\\_house](http://www.som.com/projects/lever_house)>. [Pag 35]
- [Fig 28] Mies van der Rohe **Seagram Building**, Nueva York, 1954-58.  
<<http://www.plataformaarquitectura.cl/cl/02-364394/clasicos-de-arquitectura-seagram-building-mies-van-der-rohe/53834622c07a80946d00037b-seagram-building-mies-van-der-rohe-image>>. [Pag 35]
- [Fig 29] Mies van der Rohe, **Friedrichstraße**, 1921.  
<[https://es.wikipedia.org/wiki/Rascacielos\\_del\\_Friedrichstra%C3%9Fe#/media/File:FriedrihStrasse.jpg](https://es.wikipedia.org/wiki/Rascacielos_del_Friedrichstra%C3%9Fe#/media/File:FriedrihStrasse.jpg)>. [Pag 35]
- [Fig 30] Frank Lloyd Wright, **One Mile High**, 1956.  
<<https://es.pinterest.com/pin/292663675759537926/>>. [Pag 35]
- [Fig 31] Skidmore Owings & Merrill, **Burj Khalifa**, Dubái, 2004-10.  
<<http://www.hln.be/hln/nl/2/Reizen/article/detail/1452672/2012/06/12/De-tien-hoogste-uitkijplatformen-ter-wereld.dhtml>>. [Pag 37]
- [Fig 32] Santiago Calatrava, **Creek Harbour**, Dubái.  
<<https://www.arquitecturayempresa.es/noticia/torre-dubai-creek-harbour-arquitectura-de-santiago-calatrava-en-dubai>>. [Pag 37]



- [Fig 33] Oscar Juárez, **Sistemas Estructurales Verticales**, 2012.  
<<https://prezi.com/n7pmsxhfvkgv/sistemas-estructurales-verticales/>>. [Pag 39]
- [Fig 34] Adolfo Rodríguez, **Torre Lúgano**, 2004-07.  
<<http://www.urbanity.es/2007/torre-lugano-benidorm-enero-2007/>>  
<[https://elpais.com/diario/2010/06/15/cvalenciana/1276629478\\_850215.html](https://elpais.com/diario/2010/06/15/cvalenciana/1276629478_850215.html)>  
<<https://www.emporis.com/buildings/189845/torre-lugano-benidorm-spain>>. [Pag 41]
- [Fig 35] Oscar Juárez, **Sistemas Estructurales Verticales**, 2012.  
<<https://prezi.com/n7pmsxhfvkgv/sistemas-estructurales-verticales/>>. [Pag 43]
- [Fig 36] Francisco Saenz de Oiza, **Banco de Bilbao**, Madrid, 1978-81.  
<<http://artchist.blogspot.com.es/2015/06/torre-del-banco-bilbao-en-madrid-saenz.html>>. [Pag 45]
- [Fig 37] Frank Lloyd Wright, **Price Tower**, Oklahoma, 1956  
<<http://www.archdaily.com/124191/ad-classics-price-tower-frank-lloyd-wright>>  
<<https://es.wikiarquitectura.com/edificio/torre-price/>>. [Pag 47]
- [Fig 38] MVRDV, **Container City**, 2001-02.  
<[http://www.vg-hortus.it/index.php?option=com\\_content&view=article&id=382:mrvdv-container-city-&catid=12:progetti&Itemid=2](http://www.vg-hortus.it/index.php?option=com_content&view=article&id=382:mrvdv-container-city-&catid=12:progetti&Itemid=2)>. [Pag 51]
- [Fig 39] George Nelson y Henry Wright, **La Vivienda del Mañana**, 1958. [Pag 57]
- [Fig 40] Herman Hertzberg, **Lessons for Students in Architecture**, 1991.  
<<https://es.pinterest.com/pin/545568942333269060/>>. [Pag 57]
- [Fig 41] **Ancianos al Fresco**, 2017. [Pag 57]
- [Fig 42] Jean Prouvé, **Casa en Nancy**, Nancy, 1954.  
<[http://arquiscopio.com/archivo/wp-content/uploads/2013/01/130112\\_Prouve-Nancy\\_AXNs.jpg](http://arquiscopio.com/archivo/wp-content/uploads/2013/01/130112_Prouve-Nancy_AXNs.jpg)>. [Pag 59]
- [Fig 43] Abalos y Herreros, **Vivienda y ciudad en Barcelona**, 1998.  
<<http://hacedordetrampas.blogspot.com.es/2011/11/proyecto-en-la-diagonal-de-abalos.html>>. [Pag 59]
- [Fig 44] Charles y Ray Eames, **Habitación muestra**, 1961.

< Casa Collage (2001). **Xavier Monteys y Pere Fuster**. Barcelona: Gustavo Gil.  
>. [Pag 61]

- [Fig 45] Cornelius Meyer, **Sistema de Muebles**, S.XVII.  
< Casa Collage (2001). **Xavier Monteys y Pere Fuster**. Barcelona: Gustavo Gil.  
>. [Pag 61]
- [Fig 46] Ryue Nishizawa, **Casa Moriyama**, Tokio , 2010.  
<[https://eliinbar.files.wordpress.com/2012/06/100504\\_moriyama\\_plan.jpg](https://eliinbar.files.wordpress.com/2012/06/100504_moriyama_plan.jpg)>. [Pag 65]
- [Fig 47] Herzog y De Meuron, **Residencial Schwitter**, Basilea, 1985-88.  
<<https://atfpa3y4.files.wordpress.com/2014/03/planta-atico.jpg>>. [Pag 65]
- [Fig 48] Propuesta de Modulación, 2017. [Pag 69]
- [Fig 49] Propuesta de Montaje, 2017. [Pag 71]
- [Fig 50] Propuesta de Usos, 2017. [Pag 71]
- [Fig 51] Propuesta de Distribución, 2017. [Pag 73]
- [Fig 52] Imagen de la propuesta, 2017. [Pag 75]
- [Fig 53] Imagen de la propuesta, 2017. [Pag 75]
- [Fig 54] Imagen de la propuesta, 2017. [Pag 75]

