



**UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE VALENCIA**

**Máster en Arquitectura avanzada , Paisaje , Urbanismo y Diseño**

**Prefabricación ligera por paneles enfocados en la vivienda**

**Trabajo de fin de Máster**

**Sayruvy Lantigua De la Cruz**

**Tutor académico:**

**Dr. Arq. Alberto García-Burgos Vijande**



**UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE VALÈNCIA**

**Màster en Arquitectura avanzada , Paisaje , Urbanismo y Diseño**

**Prefabricación ligera por paneles enfocados en la vivienda**

**Trabajo de fin de Máster**

**Arq. Sayruvy Lantigua De la Cruz**

**Tutor académico:  
Dr. Arq. Alberto García-Burgos Vijande**

---

**UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE VALENCIA**

**Máster en Arquitectura avanzada ,  
Paisaje , Urbanismo y Diseño**

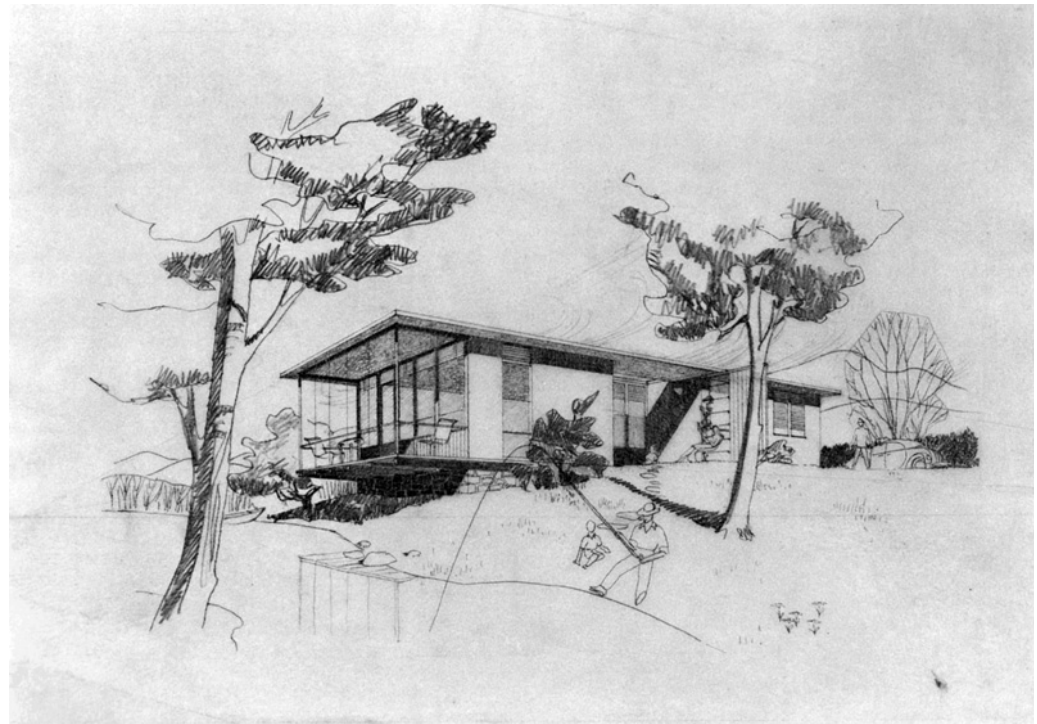
**Trabajo de fin de Máster  
Prefabricación ligera por paneles enfocados  
en la vivienda**

**Arq. Sayruvy Lantigua De la Cruz**

**Tutor académico:  
Dr. Arq. Alberto García-Burgos Vijande**

**Septiembre 2014, Valencia, España  
Todos los derechos reservados ®**

---



*“No esta fuera de lugar, destacar hoy de forma expresa que el problema de la nueva vivienda, es un problema arquitectónico, a pesar de sus aspectos técnicos y económicos. Es un problema complejo y por ello solo resoluble mediante fuerzas creativas, no mediante métodos analíticos, u organizativos”.*

*- Mies Van der Rohe*



## ÍNDICE General.

---

Introducción.

CAPITULO I. Estado del conocimiento.

---

CAPITULO II. Prefabricación y la Industria.  
Movimiento moderno. Sus inicios. Revolución Industrial.

---

CAPITULO III Gropius hacia una prefabricación.  
Prototipos a base de Paneles.

---

CAPITULO IV. La casa panel. The Packaged House.  
CAPITULO V. Consecuencias.

---

## ÍNDICE.

	0. Introducción.	
	Estado de la cuestión	10
	Objetivos:	12
	- General	
	- Específicos.	
<b>CAPITULO I. Estado del conocimiento.</b>	Metodología de la investigación	13
	1.1 Conceptos de prefabricación	16
	1.1.1 Ligereza en Arquitectura y la vivienda	20
	1.2 Antecedentes.	21
	1.2.1 Prefabricación Primitiva	
	1.2.2 Tribus nómadas.	22
	1.2.3 Movimiento y flexibilidad. La Churuata.	23
	1.2.4 Rapidez en montaje. La Yurta.	24
	1.2.5 Los Tuaregs.	25
	1.3 Precedentes de la Arquitectura modular ligera	27
	1.4 La prefabricación de viviendas en madera.	28
	1.4.1 Portable Colonial Cottages.	
	1.4.2 Balloon Frame.	29
	1.4.3 Platform frame.	32
	1.4.4 Post and beam	33
<b>CAPITULO II. Prefabricación y la Industria.</b>		
<b>Movimiento moderno. Sus inicios. Revolución Industrial.</b>	1.1 Industrialización-Concepto.	38
	1.2 La industrialización como acontecimiento	39
	1.3 Arquitectura y Revolución Industrial.	41
	1.3.1 El nuevo lenguaje del hierro y el vidrio	43
	1.4 La vivienda industrializada	47
	1.4.1 La vivienda como kit de partes.	49



<b>CAPITULO III</b>		
<b>Gropius hacia una prefabricación. Prototipos a base de Paneles.</b>	<b>1.1 Walter Gropius y sus inicios hacia la prefabricación.</b>	<b>55</b>
	<b>1.2 Prototipo Casa de acero.</b>	<b>57</b>
	<b>1.3 Casas en la Weissenhof.</b>	<b>58</b>
	<b>1.3.1 Técnica constructiva.</b>	<b>61</b>
	<b>1.3.2 Esqueleto metálico.</b>	<b>62</b>
	<b>1.3.3 Fachadas.</b>	<b>66</b>
	<b>1.3.4 Construcción de cubierta.</b>	<b>67</b>
	<b>1.4 Paneles de cobre (Cooper Houses).</b>	<b>70</b>
	<b>1.4.1 Estructura de la vivienda.</b>	<b>71</b>
<b>CAPITULO IV.</b>		
<b>La casa panel. The Packaged house.</b>		
	<b>1.1 Gropius y Wachsmann.</b>	<b>87</b>
	<b>1.2 Wachsmann y la Cristoph und Unmack AG.</b>	<b>88</b>
	<b>1.3 Desde el Panel Method al General Panel System.</b>	<b>90</b>
	<b>1.4 General Panel Corporation.</b>	<b>92</b>
	<b>1.5 The Packaged House.</b>	<b>94</b>
	<b>1.5.1 Sistema de conexión.</b>	<b>96</b>
	<b>1.5.2 Ensamblaje de piezas.</b>	<b>100</b>
	<b>1.5.3 Detalle de paneles.</b>	<b>104</b>
	<b>1.5.4 Las Partes estructurales.</b>	<b>110</b>
	<b>1.5.5 Primer Prototipo casa panel en Someville.</b>	<b>113</b>
	<b>1.5.6 Unión del General Panel con Celotex</b>	<b>118</b>
	<b>1.6 Fases de montaje.</b>	<b>120</b>
<b>CAPITULO V.</b>		
	<b>Consecuencias.</b>	<b>124</b>
	<b>Conclusiones.</b>	<b>134</b>
	<b>Créditos de ilustraciones.</b>	<b>141</b>
	<b>Detalle de dibujos / Planos.</b>	<b>143</b>
	<b>Bibliografía General</b>	<b>144</b>
	<b>Bibliografía Específica</b>	<b>146</b>
	<b>Libros, Revistas, Paginas Web.</b>	<b>152</b>

## 0. Introducción.

### Estado de la cuestión.

Esta investigación se inicia con una descripción del estado de la cuestión, donde se analizarán algunos conceptos, realizando un recorrido por las propuestas y los ejemplos más significativos de la vivienda industrializada en la historia de la arquitectura moderna. Esta labor está dirigida al ámbito de los precedentes de arquitectura (ligera, aislada y con posibilidades de agregación), que se consideran de interés para el desarrollo de la investigación.

El desplazamiento es un fenómeno que se presenta en todas las culturas sin importar de su grado de desarrollo tecnológico, económico o social. Para la mayoría de los pueblos y tribus nómadas, este modo de vida se ha consolidado con el tiempo. Por esto, se ha hecho necesario disponer de viviendas que pudieran transportarse de un sitio a otro.

En los comienzos las viviendas eran construidas artesanalmente, lo que se conoció como la casa refugio. Vitruvio como otros, hablan de este concepto, del hombre primitivo desde los comienzos de la humanidad, al igual que Christopher Alexander explica en sus escritos sobre una arquitectura sin arquitectos.<sup>-1-</sup>

También Le Corbusier revive el interés de Vitruvio con el módulo, que da un aporte a lo que hoy conocemos como arquitectura modular, así como estos últimos se destacan con ideas revolucionarias para la época.

En los Estados Unidos se aprecia lo que Gideón<sup>-2-</sup> consideró como la gran invención americana; “Balloon frame”. El cual surge como el primer sistema de prefabricación abierta de viviendas. Constituido por bastidores de madera unidos por clavos. Al mismo tiempo en Inglaterra son levantadas las primeras casas con componentes modulares, las cuales se empezaron a vender entre los inmigrantes de Australia durante 1837. Herbert Manning diseñó sus Portable “Colonial Cottages” específicamente para ser transportados en barco.

Estos y otros acontecimientos definen los inicios de la industrialización que ha estado ligada a la prefabricación de viviendas desde sus comienzos.

**Obras que influenciaron significativamente la industria como el Cristal**

<sup>-1-</sup> GILI GALFETTI, Gustau ; “Casas refugio = Private retreats”; Gustavo Gili D.L. , Barcelona: 1995, p.10

<sup>-2-</sup> GIEDION, Sigfried, Espacio, tiempo y Arquitectura: origen y desarrollo de una nueva tradición, Reverté, 1ª.ed.Barcelona : 2009.

---

Palace de J. Paxton considerada como paradigma de la prefabricación y estandarización. En Europa, arquitectos como Mies Van der Rohe, Walter Gropius, Le Corbusier y Alvar Aalto se plantearon, tras la Primera Guerra Mundial, el reto de crear “una nueva arquitectura para una nueva era” y se fijaron en el modelo de la incipiente industria automovilística para automatizar los procesos.

A través de este análisis, observamos la prefabricación de la vivienda desde sus inicios y cómo ésta ha evolucionado por medio de la industria, los sistemas y métodos constructivos modernos, los grandes aportes de arquitectos y las propuestas a distintos niveles de producción. Todo esto sin ser exhaustivos en la materia y solo enfocado en aspectos que se consideran de importancia para el desarrollo del tema propuesto.

Luego, se haW énfasis en los paneles ligeros desde su origen. Concepto que se ha llevado a cabo en muchas construcciones industrializadas, donde arquitectos como Le Corbusier y Gropius buscan una solución eficiente a la rapidez y el montaje.

Así como Le Corbusier había concebido su idea de sistema estructural normalizado para la construcción de viviendas; Gropius se destacó por sus proyectos experimentales, desarrollados en la Bauhaus. Diseñando prototipos de vivienda que dieron impulso a la estandarización y fabricación en serie.

En este caso se identifica algunos proyectos de Gropius que influenciaron de manera significativa en la prefabricación, desarrollando un sistema prefabricado que lleva a la practica. Así como Gropius pone su empeño en la prefabricación y estandarización Konrad Wachsmann también puso su mirada en el diseño industrial. Juntos desarrollaron lo que se llamo el General Panel System, tomando como base sus trabajos previos. Se puede decir que este sistema resume el concepto de industrialización que Gropius perseguía años atrás.

La idea de la industria y la estandarización está estrechamente ligada a una serie de ensayos llevados a cabo por muchos de los arquitectos que conocemos. Wachsmann y Gropius desarrollaron este sistema con la idea de crear algo novedoso, sobre este se basaran análisis y conclusiones así como consecuencias a experimentos posteriores.

## Objetivos:

---

- Generales
- Específicos.

### General.

---

Analizar la prefabricación ligera en la vivienda por medio de sistemas de paneles así como la influencia de Gropius en su desarrollo, aportación en The Packaged House System y su consecuencia.

---

### Específicos.

- Definir los conceptos de prefabricación y la industrialización.
- Determinar los antecedentes de los primeros sistemas prefabricados y de paneles en la vivienda.
- Recopilar y analizar a Walter Gropius, proyectos e influencia en la prefabricación de viviendas.
- Analizar el sistema de la casa panel de W. Gropius y K. Wachsmann en los EEUU.

**Metodología:**

A través de la inmersión en los datos referentes para su análisis, la investigación ha de destilar pautas desde las que construir el proyecto de vivienda industrializada ligera que se pretende para nuestro entorno. Estas pautas son un conjunto de conceptos que agrupamos en torno a categorías principales como eficiencia, tecnología, escala y participación.

La observación directa o análisis de casos concretos de estudio, el cual se realizara a través de la recopilación de datos históricos y actuales que nos permitan conocer a profundidad.

Las fuentes utilizadas serán, publicaciones, libros, tesis e investigaciones y periódicos entre otras.

A partir de los datos técnicos y otros hallazgos analizaremos las propiedades de calidad que llevaron al éxito o fracaso los sistemas en estudio estableciendo una línea evolutiva de los mismos e interpretarlos con la finalidad de establecer las características ideales que deberían tener estos sistemas.



**CAPITULO I**  
Estado del conocimiento

---

## CAPITULO I. Estado del conocimiento.

---

- 1.1 Conceptos de prefabricación
    - 1.1.1 Ligereza en Arquitectura y la vivienda
    - 1.2 Antecedentes.
      - 1.2.1 Prefabricación Primitiva.
      - 1.2.2 Tribus nómadas.
      - 1.2.3 Movimiento y flexibilidad. La Churuata.
      - 1.2.4 Rapidez en montaje. La Yurta.
      - 1.2.5 Los Tuaregs.
  - 1.3 Precedentes de la Arquitectura modular ligera.  
Da Vinci en el Renacimiento.
  - 1.4 La prefabricación de viviendas en madera
    - 1.4.1 Portable Colonial Cottages.
    - 1.4.2 Balloon Frame
    - 1.4.3 Platform frame.
    - 1.4.4 Post and Beam
- 
-

Estado de Conocimiento

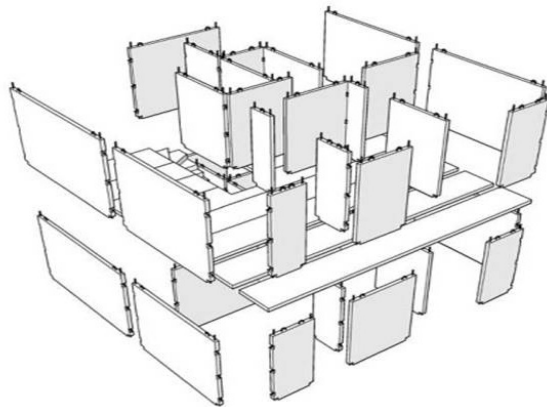


Fig.1. Encaje de piezas prefabricadas en vivienda

Concepto de prefabricación.

Al hablar de prefabricación nos referimos a tecnología de vanguardia en la industria, haciendo énfasis en la posibilidad creativa de obtener diferentes combinaciones constructivas. Son muchos los autores que se destacan con su propia filosofía y sus diversos aspectos referentes a la prefabricación a lo largo de la historia. De aquí las distintas opiniones de como fueron catalogadas desde entonces mientras que la vivienda sigue evolucionado al paso del tiempo.

La Prefabricación es el procedimiento mediante el cual se fabrican por piezas, los elementos y componentes que luego serán llevados a su lugar de montaje; Dichas piezas se unirán a otros elementos para así ser parte de una estructura completa y definitiva.

El termino de "prefabricación", ya sea del tipo (pesada, ligera, abierta ó cerrada) según sea su denominación. Ha dado lugar a muchas discusiones, tantas como para hacer olvidar los motivos primarios de su aparición; que es "contribuir a industrializar una actividad que durante siglos ha permanecido indiscutiblemente bajo el dominio de la artesanía".<sup>1</sup> Koncz<sup>2</sup> define "prefabricación" en el campo de la construcción como: "La fabricación antes de la puesta en obra". En sentido general, esta se aplica a toda fabricación de elementos construidos en taller, a partir de materiales cuidadosamente escogidos y transportados a su destino en obra para ser utilizados<sup>2</sup>.

Uno de los pilares de este desarrollo es la industria, por lo que se tiene que crear la base tecnológica para este fin. La necesidad de construir (fig.1) masivamente, constituyen el reflejo del gran desarrollo económico que experimentan los países que adoptan una política, adecuada para la solución sería de los problemas económicos y sociales de los pueblos.<sup>3</sup>

<sup>1</sup> ARANDES RENU, Ramón; AGUILÓ ALONSO, Miguel; et al.; "Prefabricación, teoría y práctica"; Editores Técnicos Asociados,. 1ª Ed. Barcelona 1974, p. 17

<sup>2</sup> KONCZ, Tihamer; Manual de la construcción prefabricada; Ed. Hermann Blume, 2a. Ed. Tomo 1 ; Madrid, 1973, p. 25



El concepto de prefabricación y de industrialización ha sido objeto de intensas discusiones y es comúnmente mal interpretado, ya que si bien es cierto, que la prefabricación puede lograrse a partir de un proceso industrial. No menos cierto es que la prefabricación tiene orígenes eminentemente artesanales, como se evidencia en registros históricos, donde se encuentran elementos prefabricados como el ladrillo en tiempos tan remotos como los relatos bíblicos.

Encontramos tentativas de prefabricación en todas las épocas históricas; los bloques de piedra con que fueron construidas las pirámides egipcias por ejemplo; llegaban terminados desde distintos lugares para luego ser transportados por esclavos, “montados” según el programa prefijado y dispuestos en la posición en la que lo encontramos hoy.

En la obra de M. Revel se hace constar que la Prefabricación es tan antigua como la construcción humana y se puede recordar que en la torre de Babel “las piedras eran ladrillos, la argamasa, betún” y que los egipcios mucho antes de la era cristiana preparaban perpiños de arcilla armados por medio de juncos.<sup>3</sup>

La Asociación Italiana de Prefabricación la definen como “la fabricación industrial fuera de obra, inmutablemente, (fig. 2) en gran parte del globo hasta de partes de la construcción, aptas para ser utilizadas mediante distintas acciones de montaje”.<sup>4</sup>

Según W. Triebel “Los elementos prefabricados son partes de construcción que no han sido fabricados en el lugar de la obra, tienen que ofrecer la posibilidad de incorporarse a la obra de construcción sin necesidad ulterior de elaboración, empleando al efecto medios de conexión o bien la posibilidad de unidos a la construcción efectuada in situ”.<sup>5</sup>

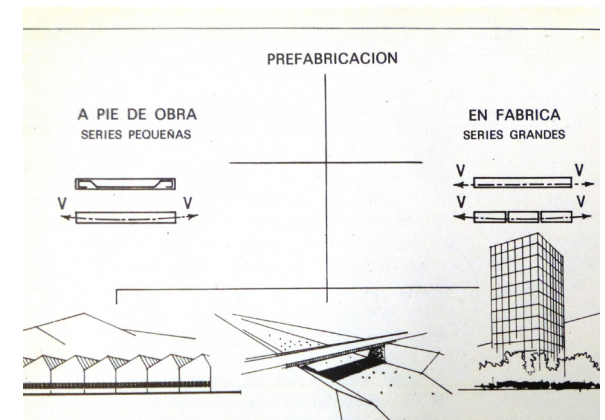


Fig. 2. Proceso de prefabricación de obra a fábrica. Edificio de viviendas construido con piezas prefabricadas, según la patente de John F. Conzelmann. 1912 Fuente: Manual de la construcción prefabricada. Koncs

<sup>3</sup> REVEL, Maurice; Prefabricación en la Construcción; Trad. Gonzalo de Navacerrada; Bilbao: Urmo, 1981, p. 11

<sup>4</sup> OLIVERI, G. Mario; “Prefabricación o metaproyecto constructivo”; Gustavo Gili D.L.; Barcelona, 1972, p.12

<sup>5</sup> Ibid.. p.6

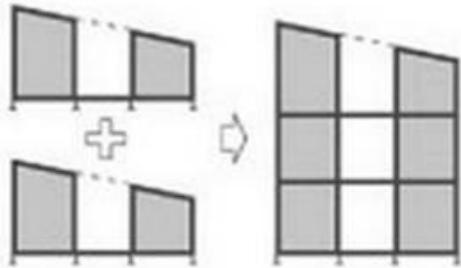


Fig. 3. Esquema de piezas prefabricadas.

<sup>(1)</sup> El Instituto de Ciencias de la Construcción Eduardo Torroja (IETcc) es un Centro del Consejo Superior de Investigaciones Científicas, perteneciente al Área de Ciencia y Tecnología de Materiales. Su función fundamental es llevar a cabo investigaciones científicas y desarrollos tecnológicos en el campo de la construcción y sus materiales.

Gerard Blanchère, nos dice que la prefabricación es uno de los caminos que puede seguir la industrialización en la construcción, pero que este no es el único.

Solo con el conocimiento profundo de la prefabricación y de los sistemas constructivos prefabricados existentes, (fig.3) visualizaremos su aplicación en función de las condiciones objetivas que lo rodean. Por ello no se debe considerar ningún sistema superior a otro, atendiendo solamente a la técnica en sí y adoptarlo como una solución a los problemas constructivos de los diversos proyectos, a los que tiene que enfrentarse el arquitecto en el ejercicio de su profesión.

La prefabricación según el I.E.T.C.C.<sup>(1)</sup> “Es un proceso industrializado de construcción, que utiliza en gran medida elementos fabricados en serie previamente a su colocación en obra.<sup>6</sup> Dentro de este concepto se deben diferenciar sistemas fundamentales:

- **Prefabricación abierta:** Aquella que utiliza elementos fabricados en serie de distinta procedencia, que se prestan al montaje según combinaciones muy variables y por consiguiente intercambiables en cierto grado.
- **Prefabricación cerrada:** Esta utiliza elementos fabricados en serie, no previstos de la posibilidad de intercambiarlos con otros de procedencia ajena al propio sistema, y que exigen una coordinación estricta en las fases de proyecto, fabricación, transporte y montaje de los elementos”.

**R. Meregaglia explica** “La prefabricación es sólo un medio importante pero no decisivo para la industrialización de la empresa de la construcción.<sup>7</sup>

<sup>6</sup> ARANDES RENU, Ramón; AGUILÓ ALONSO, Miguel; et al. ; “Prefabricación, teoría y práctica”; Editores Técnicos Asociados; Barcelona 1974.p 67

<sup>7</sup> BASSO Birules, Francisco, AGUIRRE de Yraola, Fernando; et al. “Prefabricación e industrialización en la construcción de edificios” : Editores Técnicos Asociados, Barcelona 1968

Por medio de la prefabricación la arquitectura resuelve totalmente la experiencia del artesanado y se coloca en el plano de la producción industrial. O sea, en el plano de una total utilización de los medios productivos modernos. Puesto que los elementos prefabricados son formas en potencia; no puede pensarse en ellos como constituyentes de una composición concluida o finita, sino como elementos de una serie ilimitada que se desarrollan según un ritmo de espacio-tiempo, es decir, según el desarrollo de un movimiento o de una función.<sup>8</sup>

“La Construcción prefabricada es aquella cuyas partes constitutivas son en su mayoría ejecutadas en serie y en taller, con la precisión de los métodos industriales modernos para formar un sistema constructivo coherente y satisfactorio según sea su destino. Con condiciones normales de resistencia, estética, habitabilidad, confort y duración, llevadas a cabo con un mínimo de entrenamiento<sup>9</sup>. (fig.4) Esta construcción debe poder, en razón de una fase de montaje preciso y detallado, ser ejecutada por mano de obra no especializada; rápidamente y sin esperas, retoques ni modificaciones. Por medio de operaciones simples de montaje, presentación y unión, reduciendo a un mínimo el trabajo de acabados”.<sup>10</sup>

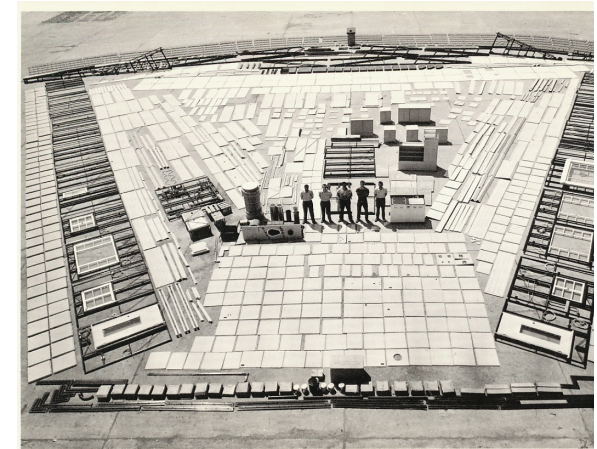


Fig. 4. C. G. Stranlund, piezas de casas Lustron, Columbus, Ohio, 1949 (postal escaneada) fotografía de Arnold Newman; Lustron Home pieces, Ohio, 1949.

<sup>8</sup> ARGÁN, Giulio Carlo; “Walter Gropius y la Bauhaus”, Gustavo Gili ; Barcelona:1983, p.60

<sup>9</sup> MONTEYS, Xavier; “Casa collage. Un ensayo sobre la arquitectura de la casa”, Editorial Gustavo Gili, S. A; Barcelona, 2001, p.56

<sup>10</sup> Unión Sindical de la Prefabricación de Francia .1947

## Ligereza en la Arquitectura y la Vivienda

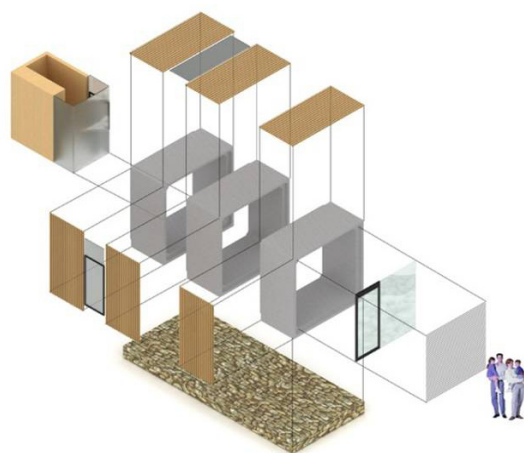


Fig. 5. Unión de módulos prefabricados ligeros para una vivienda

Desde Stonehenge hasta nuestros días, la construcción ha evolucionado progresivamente para ser más ligera. Para Buckminster Fuller, la historia de la arquitectura ha contemplado un progresivo proceso de “efimerización”.<sup>11</sup> (fig.5) Algunos autores han querido ver en nuestro presente la consolidación de los paradigmas de la “fragilidad. La falta de trascendencia, las técnicas convencionales, la inconsistencia y la precariedad incluso física”.<sup>12</sup> Sería en la actualidad la obra residencial de Lacaton y Vassal, la de Shigheru Ban o la de Glenn Murcutt, las más representativas de esta forma de percibir y proyectar el entorno habitado. La experiencia dice que la arquitectura doméstica, en general, es un territorio de lentos cambios. Algunas investigaciones sobre la percepción de la vivienda por sus usuarios; Concluyen que la mayor parte de la gente considera la esfera privada como un refugio contra un mundo inhóspito y también frente a los rápidos e incontrolables cambios de la sociedad. En lo que respecta al espacio interior doméstico; los usuarios suelen ser conservadores.<sup>13</sup>

El usuario considera la casa como algo vivo que requiere de su participación para su mantenimiento.

La elección de la ligereza tiene por otra parte unas implicaciones en la amplitud de las aplicaciones posibles de los sistemas: (fig.4) La vivienda prefabricada ligera puede también dar respuesta a necesidades de alojamientos desmontables. Retirables sin huella en el paisaje.

Elementos prefabricados ligeros pueden también actuar como complementos insertados en estructuras residenciales obsoletas para reciclarlas, actualizando sus prestaciones.

<sup>11</sup> BENDER, Richard ; Una visión de la construcción industrializada, Editorial Gustavo Gili, S. A., Barcelona; 1976 p. 112.

<sup>12</sup> DÍAZ MORENO, Cristina y GARCÍA GR1NDA, Efrén ; “A vueltas con la casa: 25 casos y un diagnóstico”, A V Monografías 90, 2001, p. 110.

<sup>13</sup> ENGEL, Heinrich ; The Japanese House. A Tradition for Contemporary Architecture, Charles E. Tuttle Company, Inc., Vermont, 1964, p. 33

En los antecedentes y estado actual de algunos casos en nuestra historia, es importante diferenciar entre dos categorías distintas; dependiendo de cómo se transporta y ensambla la casa en obra:

Por un lado están las casas conformadas por piezas medidas y cortadas en taller, listas para un ensamblado rápido in situ; suelen ser modelos pertenecientes a catálogos cerrados, con elementos estandarizados.

Por otro lado, se encuentran las casas construidas previamente en fábrica y que se transportan al lugar como volumen definitivo o como módulo que se repite para conformar una construcción mayor.

Friedrich Kiesler dice que “la casa no es una máquina...; La casa es un organismo viviente y no solo una combinación de materiales muertos. “Esta viva en sí misma y en sus detalles.” La casa como toda obra arquitectónica debe tender en efecto a ser constantemente un ser vivo, dentro de un orden siempre nuevo y cambiante de equilibrios conceptuales, estructurales, contextuales. Como la ciudad y el territorio, como el “mundo” de los hombres y de las cosas que constituyen los sistemas dinámicos e integrados de Christopher Alexander.<sup>14</sup>

A lo largo de la historia las múltiples definiciones de las casas han ido cambiando con frecuencia, ya que es algo que va mas allá de un simple suelo y techo para el ser cada vez mas humano.

Cuando estas definiciones se reducen a cobijo y morada, esta idea de arquitectura primitiva se mantiene presente en el pensamiento. Muchos arquitectos de todos los tiempos, retornan a esos orígenes que implica repensar lo que se hace actualmente. Las cabañas primitivas nos remite a un patrón que se preocupa por un edificio en general y por la casa **refugio en particular**.<sup>15</sup>

<sup>14</sup> Citado por ; ARANDES RENU, Ramón; Aguiló Alonso Miguel; et al. “Prefabricación, teoría y práctica”, Editores Técnicos Asociados, Barcelona :1974 p.

<sup>15</sup> GILI GALFETTI, Gustau ; “Casas refugio = Private retreats”; Gustavo Gili D.L. , Barcelona: 1995, p.10

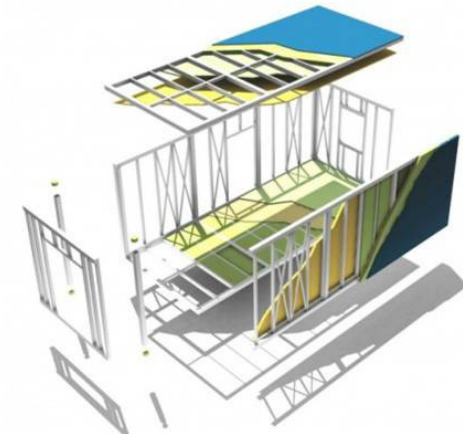


Fig. 6. Composición de elementos en modulo prefabricado.

Tribus nómadas.

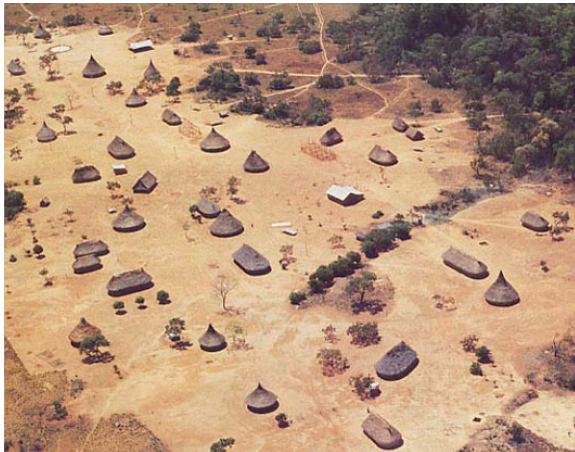


Fig. 7. Vista aérea de Vivienda indígena de la selva amazónica Venezolana

Vivir en movimiento es una necesidad desde tiempos inmemoriales y tan antigua como la humanidad misma. Así como el desarrollo de estilos de vida nómada, su movilidad ha trascendido fronteras, culturas e idioma. Como el deseo o la necesidad de vivir ha llevado a desarrollar soluciones constructivas que prefieren la utilización de materiales ligeros, deformables y transformables que satisfagan las exigencias.

Vitruvio fué uno de los primeros que habla de la choza primitiva como la derivación del fuego protegido en su capítulo “La vida de los hombres primitivos y de los principios de la Humanidad; así como del origen de los edificios y sus progresos”.<sup>16</sup>

La mayoría de los pueblos y tribus nómadas se movilizaban por la caza, el pastoreo y la cosecha, este modo de vida ha consolidado en el tiempo la necesidad de disponer de viviendas que pudieran transportarse de un sitio a otro.

Esta característica de movimiento constituye un aspecto integrado a la identidad de estos pueblos, por ejemplo para los Kirguiz,<sup>17</sup> quienes poseen una gran tradición nómada. (Fig.7)

Christopher Alexander en sus escritos sobre “la arquitectura sin arquitectos”. Plantea el método de la arquitectura doméstica<sup>18</sup>. En los bosques del Amazonas de Sudamérica se encuentran numerosos habitantes nómadas cuyos periodos migratorios varían de acuerdo con las tradiciones étnicas. La velocidad migratoria marca la complejidad o sencillez de la vivienda. Este nomadismo no desarrolla sistemas constructivos móviles a diferencia de los del desierto donde los materiales son escasos; aquí lo que se transporta y se hace portátil es “la idea de la casa”, su técnica constructiva, forma arquitectónica, orientación, implantación sobre el terreno cercano a los lechos de los ríos y su organización interna.

<sup>1</sup>Kirguizistán ex-república soviética de Asia Central)  
La palabra nómada procede de “kochmon”,  
que significa literalmente “persona en movimiento”

<sup>16</sup> GILI, Gustau, “Casas-Refugio”; Editorial Gustavo Gil; Barcelona, 2002, p. 10-56.

<sup>17</sup> LA ROCHE, Pablo M.; “Carbon-Neutral Architectural Design”; CRC Press, Taylor & Francis Group; New York, 2011. p.116

<sup>18</sup> BUNN Stephanie; “Viviendas autóctonas flexibles y móviles, en Living in Motion. Diseño y arquitectura para una forma de vida flexible”. Vitra Desing Museum; Zurich, 2002 p. 133-171

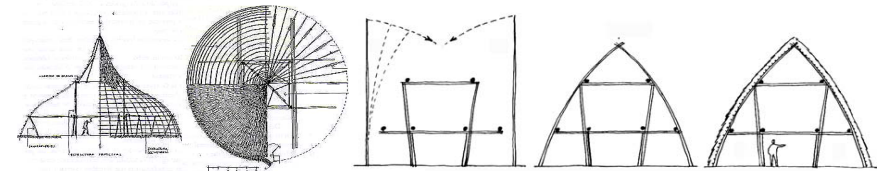
A medida que la velocidad migratoria es más lenta la vivienda se vuelve más compleja tanto en organización social como en técnica constructiva, en este sentido las denominadas “Churuatas”<sup>20</sup>, al ser viviendas más consolidadas, llegan a formar conjuntos de varias Churuatas.<sup>6</sup>(Fig.8)  
 Los refugios de las tribus nómadas, dada su versatilidad, expresan con extraordinaria precisión la condición de movimiento y flexibilidad. Estos refugios o cobijo los podemos definir desde el punto de vista constructivo como un habitáculo cuya cubierta puede montarse o desmontarse de una estructura de soporte, que a su vez también es desmontable, pudiendo transportar todo el conjunto; Realizadas con tejidos de fibras naturales.<sup>20</sup>  
 Existen muchos ejemplos de arquitectura nómada traccionada, como las tiendas y chozas de los indígenas del continente americano; Jaimas de las tribus nómadas árabes y africanas, así como la Yurta de los pueblos nómadas del Asia Central.

La Churuata varia de acuerdo a cada etnia pero todas son de planta circular manteniendo siempre su carácter colectivo. La Churuata Piaróa dado que tiene características constructivas que aportan una referencia para el estudio de componentes estructurales pre-flectados. Además destaca por la geometría anticlástica de la cubierta. La planta es circular de 17 mts. de diámetro por 12 mts.<sup>22</sup>

Movimiento y flexibilidad.  
 La Churuata



Fig. 8. Vivienda indígena de la selva amazónica venezolana



Los horcones de madera son enterrados y luego flectados hasta obtener formas geométricas que contribuyen a la estabilización de la estructura. Luego de flectados son amarrados al esqueleto central del cobijo.

<sup>19</sup> OTTO, Frei; “Grid Shells”; IL-10. Institute for Lightweight Structures; Stuttgart, 1974, p. 10-20  
<sup>20</sup> BUNN Stephanie; “Viviendas autóctonas flexibles y móviles, en Living in Motion. Diseño y arquitectura para una forma de vida flexible”. Vitra Desing Museum; Zurich, 2002; p. 133-171  
<sup>21</sup> VASSAL, Jean Philippe et. Al.; “Lacaton&Vassal. Conversación con Patrice Goulet”; 2G 21;1996, p.126  
<sup>22</sup> VASSAL, Jean Philippe et. Al.; “Lacaton&Vassal. Conversación con Patrice Goulet” 2G 21;1996, p.126

<sup>6</sup> La Churuata, es un tipo de vivienda predominante en los poblados indígenas. La Churuata es una especie de choza, una vivienda colectiva propia de los pueblos panare y piaróa, ubicados en las márgenes del Orinoco, América del Sur.

Rapidez en montaje  
La Yurta.



Fig.9. Vivienda efímera y transformable de Mongolia, Asia Central, denominada Yurta.

En el campo de la rapidez de montaje; los cobijos nómadas de las culturas ubicadas en desiertos, praderas y explanadas en Asia central, constituyen una importante referencia de diseño e inventiva, en función de su capacidad transportable y portátil de poco peso.<sup>23</sup> En este sentido hay que hacer mención a la “Yurta” (fig.9) que constituye, sin duda, uno de los más interesantes y elaborados ejemplos de arquitectura de rápido montaje. Sin embargo, lo más destacable de este refugio, es su enrejado plegable plano, que luego es curvado generando una planta circular.<sup>24</sup> Está formado por listones de madera de 4 a 6 cm de sección, que al ser desplegados conforman un cerramiento vertical circular de 4 a 6 metros de diámetro. El nudo que hace posible este desplegado es formado por un hilo grueso y flexible de piel de camello que conecta las barras pasantes. La cubierta es un cono truncado, formada por barras de madera dispuestas en forma radial, unidas en el perímetro inferior con el cerramiento plegable por ataduras. Y en la parte alta se encuentran con un anillo rígido, similar a una rueda de bicicleta que, a su vez, sirve de respiradero e iluminación del espacio interior. Sobre este esqueleto soportante se colocan esterillas, lonas y fieltros que varían de acuerdo al clima.<sup>25</sup> En invierno se colocan tres capas y en verano se deja medio metro sin cubrir en la parte inferior del enrejado para aumentar la respiración. Estos cerramientos se atan con cuerdas que mantienen unida la piel a la estructura y le otorgan continuidad estructural, aunque en este caso, el cerramiento no contribuye a la rigidez de la estructura y sólo cumple su misión de filtro ambiental.<sup>26</sup>

Todo el conjunto de estructura y cerramiento es transportado por dos camellos cuya capacidad de carga es aproximadamente 700 Kg., el tiempo de montaje es de media hora para el despliegado de la estructura.<sup>27</sup>

<sup>23</sup> GILL, Gustau; “Casas-Refugio”; Editorial Gustavo Gil; Barcelona; 2002, p. 10-56.

<sup>24</sup> BUNN Stephanie; “Viviendas autóctonas flexibles y móviles, en Living in Motion. Diseño y arquitectura para una forma de vida flexible”. Vitra Desing Museum; Zurich, 2002 p. 133

<sup>25</sup> Ibid.p.134-165

<sup>26</sup> OTTO, Frei; “Grid Shells”; IL-10. Institute for Lightweight Structures; Stuttgart,1974,p. 10-20

<sup>27</sup> WILLIAMS, Chris; “The definition of curved geometry for widespan structures”, en Widespan Roof Structures; Spo Press. University of Bath; UK; 2000, p. 41-49.



El cobijo de las tribus nómadas Tuaregs. Están ubicadas en el África septentrional en el desierto del Sahara, con más de 8.000 kilómetros cuadrados. Un espacio incluye las fronteras de Marruecos, Argelia, Libia, Nigeria y Sudán. Estos cobijos son tiendas de “Bóveda”, extremadamente móviles y ligeras que se construyen a partir arcos formados por palos de madera flectados, anclados en el terreno y unidos o atados cerca de la clave del arco. Esto es debido a las dimensiones de las ramas de los árboles del desierto.<sup>28</sup> (fig.10) Los arcos son de diferentes tamaños creciendo hacia el centro y decreciendo hacia la periferia del cobijo alcanzando una cubierta con una luz entre los 8 a los 10 metros.<sup>29</sup> Sobre estos arcos pre-flectados, se colocan otras barras de menor sección formando un entramado en ambos sentidos, tipo malla ortogonal muy ligera, sobre la cual se extiende unas lonas de pelo de cabra y esterillas para su cubrición. Resultando combinación de formas anticlástica y sinclástica que contribuyen a su estabilización estructural y otorgan una extraordinaria belleza formal.<sup>30</sup> El proceso constructivo es realizado por las mujeres.

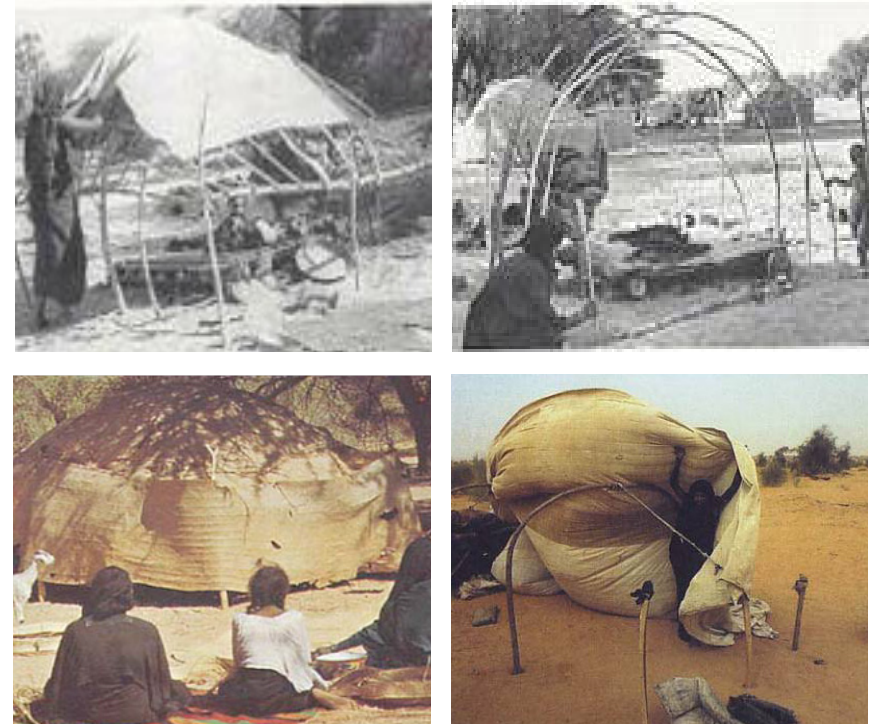


Fig.10. Proceso de montaje de las viviendas hechas por mujeres en las tribus nómadas Tuaregs, en África.

<sup>28</sup> BUNN Stephanie; “Viviendas autóctonas flexibles y móviles, en Living in Motion. Diseño y arquitectura para una forma de vida flexible”. Vitra Desing Museum; Zurich, 2002 p. 133-171.

<sup>29</sup> OTTO, Frei; “Grid Shells”; IL-10. Institute for Lightweight Structures; Stuttgart, 1974, p. 10-20

<sup>30</sup> WILLIAMS, Chris; “The definition of curved geometry for widespan structures”, en Widespan Roof Structures; Spo Press. University of Bath; UK; 2000, p. 42.



Prefabricación ligera por paneles enfocados en la vivienda.

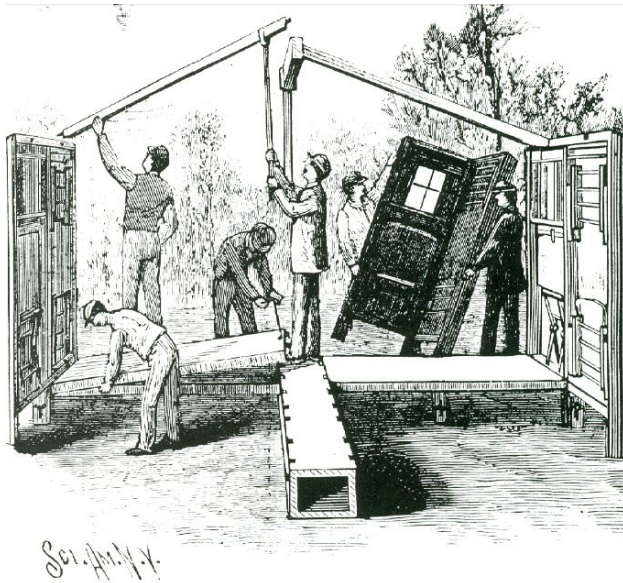


Fig. 11 Hospital de campaña transportable Ducker para la Cruz Roja, 1886

Es interesante trabajar sin pensar que se construye para la eternidad, ni siquiera por los próximos cincuenta años. De esta forma la arquitectura pierde su pesadez.

El habitar la vivienda es un hecho tan vivo como el ser que la ocupa; integra las transformaciones, adaptaciones y situaciones cambiantes de la vida de quien en ella se alberga.

“El problema de la vivienda moderna es, ante todo, arquitectónico, pese a sus aspectos técnicos y económico. Es un complejo problema de planificación, y solo puede ser resuelto con pensamiento creativo, no con cálculo ni organización”.(Rohe, 1927).

A lo largo de la historia hay varios precedentes de prefabricación entre estos cabe mencionar Leonardo da Vinci, quien fue el más completo de los creadores del renacimiento. Realizó las actividades más complejas, como investigaciones sobre planos regionales, inventos de máquinas revolucionarias como grúas giratorias y estudios de hidrodinámica. (fig.12) Descendiendo a niveles más íntimamente ligados a la prefabricación de la construcción, encontramos en pleno siglo XVI, una serie de acontecimientos que, aunque provocados por diferentes premisas, llegan a resultados sorprendentes desde nuestro punto de vista. Quizás el más sobresaliente de ellos en cuanto a modernidad de planteamiento se refiere, lo encontramos en el proyecto que en 1516 realizó Leonardo por encargo de Francisco I de Francia, para la construcción de nuevas ciudades en la región de Loire, Francia. Aparte de la ordenación urbana propuesta, de gran valor histórico-urbanístico. Leonardo proyectó un tipo básico de casa de vecindad, con objeto de simplificar la construcción del conjunto, siendo sin embargo de gran flexibilidad y susceptible de variarse. La construcción de la casa tipo se organizaba a base de unir un pequeño abanico de elementos. Como el programa no consistía en construir una única nueva ciudad sino en realizar varias ciudades dentro de una misma región; Leonardo propuso la construcción de un taller o centro de producción donde se fabricarían los elementos, con un radio de acción que abarcaría todos los parajes donde se realizarían las nuevas ciudades. In situ solamente se construirían los cimientos. Las piezas prefabricadas serían transportadas desde el taller a la obra. Quedando la vivienda construida con una simple operación de montaje y ensamblaje de los elementos prefabricados.<sup>31</sup> En el libro “L’Industrialisation de la construction “ de Simons se explican con detalles.

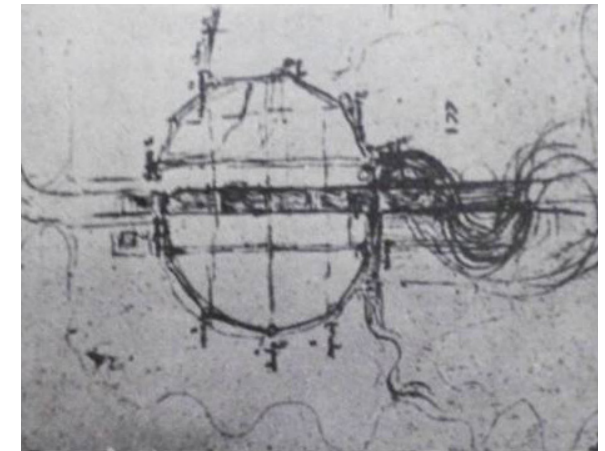


Fig. 12. Propuesta de Leonardo da Vinci para convertir Florencia en un prototipo.

<sup>31</sup> ARANDES RENU, Ramón; AGUILÓ ALONSO, Miguel; et al. “Prefabricación, teoría y práctica”; Editores Técnicos Asociados, 1ª ed. Barcelona;1974, p.97

## La prefabricación de viviendas en madera

## Portable Colonial Cottages

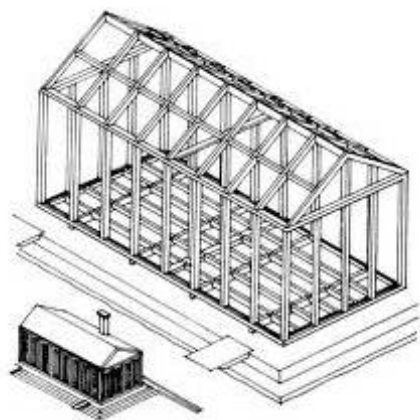


Fig.13. John Manning, Portable Colonial Cottage, 1830

En este ámbito de la prefabricación H. Manning (1833- 1840). A principios del siglo XIX, destaca la experiencia de la denominada Portable Colonial Cottages. (fig.13) Usando como materia prima la madera. Manning ideó y construyó una casa para su hijo, que había emigrando a Australia desde Londres y que se convirtió en el prototipo de lo que sería el primer caso documentado casa prefabricada.

Estas viviendas completamente descompuestas en piezas seriadas, numeradas y embaladas en grandes cajas, eran transportadas por barco hacia las colonias inglesas; especialmente Australia y Sudáfrica, para ser montadas in situ sin la ayuda de carpinteros ni constructores.

La casa se convirtió en un éxito comercial y Manning desarrolló varios modelos, de diferente tamaño y costo. Lo que demostró el hecho de que las casas estaban al alcance para los clientes de diversos niveles de ingresos y la noción de que la casa prefabricada podría ser una medida del estado en el ambiente colonial. La modulación respondía a las necesidades de aprovechamiento de las secciones estandarizadas en la industria de la madera, así como a las medidas de las puertas y paneles de fachada y divisiones interiores más usuales en el mercado inglés en aquel tiempo. Todas las piezas del sistema podían ser manipuladas por una sola persona y gracias a que las herramientas especiales no eran necesarias en el montaje; en algunos casos podían desmontarse y trasladarse a una nueva localización.<sup>32</sup>

Hacia 1850 el sistema había producido una primera variante con chapas corrugadas de acero para el revestimiento en muros y cubiertas. Posteriormente el uso del acero se extendió a la estructura. La necesidad de reducir el peso y el volumen de materiales a transportar y la facilidad de montaje y desmontaje así como la posibilidad de recuperar las partes resultan de interés.<sup>33</sup>

<sup>32</sup> BERGDOLL, Barry y CHRISTENSEN, Peter, Home Delivery: Fabricating the Modern Dwelling, the Museum of modern parte 1, ed. Art, New York, 2008, p.40

<sup>33</sup> BRYAN BURKHART Allison Arieff "Prefab". Layton, Ut. : Gibbs Smith ; 1a ed. N.Y.2002

Balloon Frame

A finales del siglo XIX, los Estados Unidos vivió un período de gran abundancia de materiales y desarrollo, sobre todo en el área de la vivienda; lo que contribuyó a la creación de una nueva estructura; compuesta por un sistema de bastidores de madera llamada *balloon frame*. Sigfried Gideon la consideraba como la “gran invención americana”.<sup>34</sup> Probablemente por tratarse del primer sistema de prefabricación abierta de viviendas. En el que una serie reducida de piezas, pre cortadas en taller, podía ser ensamblada en diferentes configuraciones rápida y económicamente. Esto trajo como consecuencia la anulación del sistema antiguo, que solía ser costoso. Este ultimo a base de uniones de caja y espigas, siendo reemplazado por uno constituido de listones de madera, unidos mediante clavos que al ensamblarse formaban un armazón. Algo que llegó a ser lo bastante revolucionario a la vista de los carpinteros de la época; causando incluso críticas sobre la credibilidad del mismo. Además por su bajo coste y plazos cortos de tiempo de fabricación, en relación con las técnicas manuales habituales; siendo posible la construcción de viviendas hasta de tres plantas.

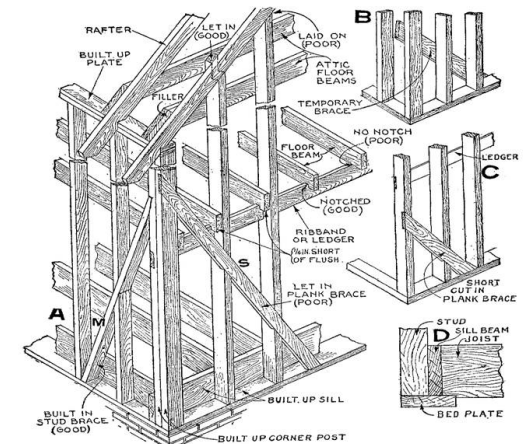


Fig. 14 Construcción Balloon Frame o estructura globo.

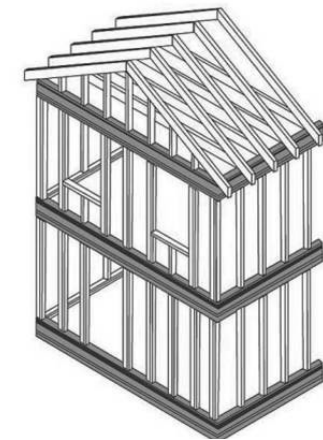


Fig.15: Construcción Balloon Frame o estructura globo de George E. Woodward, Woodward's Country Homes (Nueva York. Woodward, 1969).

<sup>34</sup> GIEDION, Sigfried, Espacio, tiempo y Arquitectura: origen y desarrollo de una nueva tradición, Reverté, 1ª.ed.Barcelona : 2009.

<sup>35</sup> Algunas citas provenientes de Heinrich Waenting, Wirtschaft und Kunst: Eine Untersuchung über Geschichte und Theorie der modernen Kunst gewerbebewegung (jena, 1909). Como el mismo observa en el prologo , Waenting “saco de la vida y de las bibliotecas” los materiales para uno de los pocos estudios realmente agudos del movimiento de las artes y oficios del S. XIX.



Fig.16: Richard Neutra, Casa en Tejas, 1937. Las casas modernas con balloon frame, como esta revelan la elegancia y ligereza que son cualidades innatas de este tipo de esqueleto.

Autor: Aguiló Alonzo, 1974

La evolución del *Balloon frame* permitió avances; Primero en la reducción del número de trabajadores en obra y en segundo termino; provocó poco a poco, la sustitución a mano de obra no cualificada, así como reducción en tiempo de ejecución. Esta marcó un antes y después en la construcción de la vivienda industrializada.

El *Balloon Frame* ó “estructura globo”, (fig 14) están estrechamente ligada al nivel de industrialización que se había alcanzado en los Estados Unidos. Su invención hizo que en la práctica la construcción de madera pasara de ser un oficio complicado, practicado por mano de obra cualificada a convertirse en una industria.<sup>35</sup>

George E. Woodward afirmaba que un hombre y un muchacho podían conseguir el mismo resultado que cuarenta hombres; utilizando el método de la estructura antigua. Recalcando sus ventajas en lo referente a su resistencia estructural como también en la economía de su fabricación y montaje. (fig.15) Ahorrando aproximadamente un cuarenta por ciento en relación al sistema anterior.<sup>36</sup>

Este sistema influyó a otro sistemas de bastidores de madera y/o metálicos, consiguiendo una acelerada implantación, basándose en dos aspectos claves. Tanto la disposición de la madera proveniente de los bosques cercanos junto al desarrollo industrial de la sierra de vapor así como la fabricación industrializada de clavos. De no haber sido por la máquina y el desarrollo de estos, la *balloon frame* no se hubiera considerado económicamente viable. Cuando esto se llevó a cabo se redujo el coste y la calidad se supero, por lo que fue suplantado enteramente el antiguo sistema, cambiando todo esto con la maquinaria y la producción masiva de clavos<sup>37</sup> que impulsaron su extraordinaria difusión y la utilización popular de este sistema.

<sup>36</sup> Estas citas proceden de George E. Woodward, Woodward's Country Homes (Nueva York: Woodward, 1869), p. 152-164.

<sup>37</sup> RUSSELL, Sturgis, Dictionary of Architecture and building, Biographical, Historical, and Descriptive (Nueva York: The Macmillan Company, 1902), volumen III, p. I.125.

A lo largo del tiempo se introdujeron innovaciones y fue empleado sistemáticamente en ciudades de Estados Unidos, como San Francisco y Chicago; hasta que un incendio arrasó el centro de esta ciudad, relegándose el empleo de este sistema a las casas unifamiliares o villas. Según Solón Robinson (1855), “Si no hubiese sido por el conocimiento de la *Balloon frame*, Chicago y San Francisco nunca podrían haber pasado de ser pequeños pueblos a convertirse en grandes ciudades en un solo año, tal como ocurrió”<sup>38</sup>

En cuanto a la invención de *Balloon frame*; aunque hay diversas opiniones sobre cuando comenzó su desarrollo, esto se le atribuye a George W. Snow.<sup>39</sup> G. Woodward afirma que este no pertenece a una sola persona y no está claro quien es el autor del invento. Sin duda que es una de las mejores cosas que se han hecho a favor de la vivienda.

Snow empezó a trabajar con métodos tradicionales y los fue cambiando y adaptándolos a nuevas posibilidades de producción. Así resultó en un sistema tan sencillo como ingenioso. Ha mantenido su vitalidad y durabilidad; Algunas construcciones alcanzaron una vida útil muy larga llegando incluso a desmontarse y volverse a montar en otra localización. Destacan arquitectos como Richard J. Neutra (fig.16). Sus construcciones en Tejas en el sur de California, ponen de manifiesto la ligereza y otras cualidades del sistema.<sup>40</sup>

Sin embargo, no nos queda claro si en todos los casos en los que la vivienda trataba de adoptar una imagen ‘maquinista’ la prioridad fuera el bajo coste alentado por una inquietud social. (fig.17) Es bien sabido que en el programa de construcción de las Case Study House Californianas, a partir de los años 50, generalizó el uso de estructuras de acero, que en realidad encarecía su construcción, frente al método convencional *platform frame* de madera.<sup>41</sup>



Fig. 17. Hombres trabajando en la vivienda con Balloon Frame, Nebraska, 1877

<sup>38</sup> SOLÓN Robinson en el diario *New York Tribune*, t 18 de enero de 1855. Citado de Woodward, *Woodward's Country's Homes*, pág. 151.

<sup>39</sup> Hasta que no se lleven a cabo investigaciones más precisas no puede asegurarse que haya alguien más en el desarrollo de la *Balloon Frame*. Solon Robinson escribió que él ya la estaba usando en 1835. En una tesis realizada en Harvard y titulada ‘Una revisión de la invención de la *Balloon Frame*’, Walter Field muestra lo difícil que es atribuir a Snow todo el mérito de la invención de la *Balloon Frame*. Parece necesario investigar más.

Platform frame

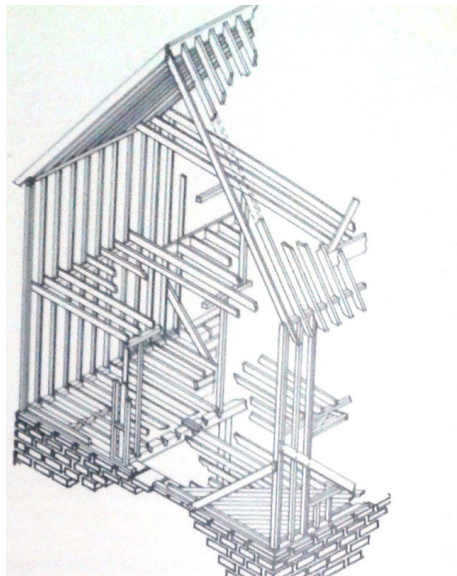


Fig. 18. Esquema de vivienda en construcción.

Luego de que la *Balloon frame* está prácticamente en desuso en la construcción norteamericana. A cambio, la aportación del platform frame es que descompone el complejo conjunto de una casa en varias partes discretas y fáciles de construir y entender. El mérito del platform frame para la edificación residencial es su flexibilidad en obra.

Aportaciones más recientes insisten en que los sistemas del tipo platform frame son idóneos para la prefabricación en taller. Así se declara en la memoria del proyecto de “Edificio de viviendas fabricada en taller” de Marcel Meili y Markus Peter (1993). Eso sí, dejan claro que las restricciones fundamentales son la necesidad de que las fachadas sean estructurales y la limitación en la anchura del forjado.<sup>42</sup> A partir de 1937, Gropius y Breuer le dieron un nuevo valor, en cierto modo un “nuevo regionalismo” en sus proyectos de la costa este norteamericana. Breuer exploró las posibilidades del platform frame estándar, (fig.18) enfatizando el concepto loosiano de “capas” del edificio. Gropius y Wachsmann aceptaron la tecnología existente en la residencia americana y con pequeñas modificaciones, la reelaboraron en la “casa empaquetada” con su sistema de detalles que fue muy influyente posteriormente.

<sup>40</sup> ARANDES RENU, Ramón; et al. “Prefabricación, teoría y práctica”, Barcelona: Editores Técnicos Asociados, 1974.

<sup>41</sup> MEILI, Marcel y PETER, Markus, Un edificio de viviendas fabricado en taller, A+T 10, 1999, p.96

<sup>42</sup> TERRADOS C., F. “Prefabricación ligera. Nuevas premisas”; Universidad de Sevilla Instituto Universitario de Arquitectura y Ciencias de la Construcción; Edit: Universidad de Sevilla. Instituto Universitario Arquitectura y Ciencias de la Construcción D.L ; Sevilla, 2013, p. 118



En la construcción en madera norteamericana, los sistemas más extendidos reproducen la dicotomía entre esqueleto y pared portante. El sistema de esqueleto es el llamado post and beam y los sistemas de pared portante son el balloon frame y el platform frame. (fig.19) Habitualmente los manuales de vivienda prefabricada insisten en el primero como el más apropiado para la industrialización. De hecho, está documentado que el sistema post and beam conoció un renacimiento con la prefabricación.<sup>43</sup> En su “Vocabulario de Prefabricación”, de 1943, R M. Schindler (contradiendo su propia práctica constructiva) sentencia que “todos los sistemas que usan pared estructural son inadecuados.”<sup>44</sup>

También los manuales para el “independent builder” se centran con mayor extensión en este sistema, que es también citado en propuestas de autoconstrucción como la del “Método Segal”, (fig.20) basado en pórticos montados en el suelo e izados (tilt up) a mano por los autoconstructores.<sup>43</sup>

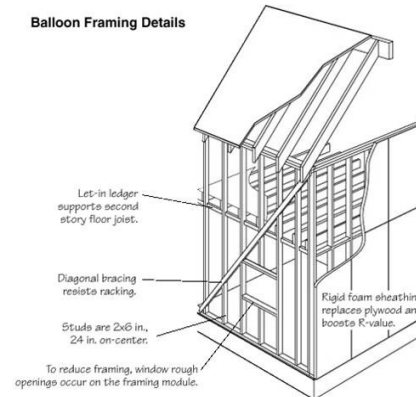


Fig. 19. Detalle constructivo de Balloon Frame, 1877

Fig. 20. Casa Curtis con sistema post and beam, Bel Air, 1950.

<sup>43</sup> WISSINGER, Joanna ;The Best Kit Homes, The Philip Lief Group Inc., New York, 1987, p. 24.

<sup>44</sup> SARNITZ, August ;R M. Schindler, Architect. 1887-1953, Rizzoli International Publications, Inc., New York, 1988 p.57.

<sup>45</sup> CLARK, Sam; Independent Builder. Designing & Building A House Your Own Way, Chelsea Green Publishing, Vermont, 1996, p. 270.

Donde sí se aprecia un evidente progreso es en la evolución de algunos elementos constructivos, ya que las primitivas piezas ligeras a que antes aludíamos dejaron de constituir la unidad prácticamente exclusiva de la construcción, al ir siendo complementadas, a medida que el proceso se iba racionalizando con el tiempo, con otros componentes más complicados tales como cerchas y paneles.

En un principio, la fabricación de estas unidades no requerían inversión alguna en maquinaria o instalaciones de montaje y manipulación, pues dado su tamaño y peso relativamente pequeños, podían ser compuestas en cualquier taller de carpintería simplemente con la ayuda de martillos, clavos y algo de cola.

Con este exiguo equipo, y gracias a que el trabajo dejaba de realizarse en obra, para pasar a llevarse a cabo bajo techo y algo más racionalmente, se lograban rendimientos considerables.

En la misma línea que la utilización generalizada de cerchas para cubiertas, se sitúa el empleo de entramados con los que formar paneles de pared para constituir los cerramientos. Dichos entramados son totalmente idénticos a los de la construcción clásica en madera, pero panelizados y montados en talleres, con dimensiones moduladas que pueden llegar hasta el tamaño de una pared.

Interiormente van rellenos con algún material aislante, cuya naturaleza ha ido variando, desde las primitivas láminas metálicas, al ir apareciendo nuevos materiales más adecuados a estos fines, como lana de vidrio, espumas plásticas, etc.

La cara interior de los paneles se recubre, generalmente en la obra, con planchas de madera sobre las que se aplican directamente los acabados.<sup>45</sup> La cara exterior se cierra con tablones de madera que rigidizan transversalmente el panel, sobre los que se aplica algún tipo de impermeabilización que va finalmente, cubierta por alguno de los variados acabados exteriores en madera, que suelen ser colocados por el mismo obrero de acuerdo con los gustos del cliente.

---

<sup>45</sup> ARANDES RENU, Ramón; et al. "Prefabricación, teoría y práctica", Barcelona: Editores Técnicos Asociados, 1974, p. 428-431

El empleo de paneles y cerchas como elementos constructivos con los que formar las paredes y cubiertas a dos aguas típicas de las casas unifamiliares americanas. Comenzó a generalizarse a finales de la década de los cuarenta y comienzos de la siguiente. Con ellos, los pequeños constructores conseguían disminuir notablemente el período de montaje y aumentar correlativamente los rendimientos, al quedar reducido el proceso en esencia a colocar las cerchas, sin ninguna maquinaria especial, sobre los soportes verticales y cerrar el espacio mediante los paneles de madera para formar las paredes exteriores, suelos, techos y tejados. El esquema estructural no sólo influyó favorablemente sobre la mejor y más variada distribución del espacio, al no ser necesarios los soportes interiores, sino que facilitó mucho las labores de instalación de los servicios sanitarios y mecánicos, que podían ir ocultos y con las pendientes precisas sin obstáculos estructurales que dificultasen su ubicación.

## CAPITULO II

Prefabricación y la Industria.  
Movimiento moderno. Sus inicios. Revolución Industrial.

---

**CAPITULO II. Prefabricación y la Industria.  
Movimiento moderno. Sus inicios. Revolución Industrial.**

---

- 1.1 Industrialización-Concepto.
  - 1.2 La industrialización como acontecimiento
  - 1.3 Arquitectura y Revolución Industrial.
    - 1.3.1 El nuevo lenguaje del hierro y el vidrio
  - 1.4 La Vivienda industrializada.
    - 1.4.1 La vivienda como kit de partes.
- 
-

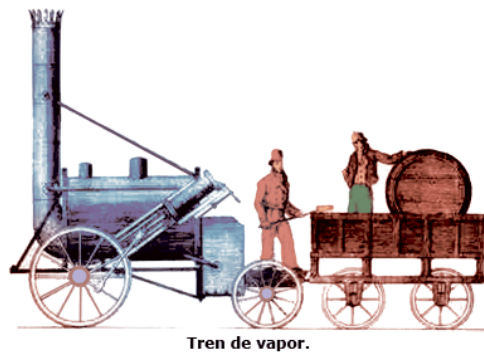


Fig 1. Ilustración Revolución Industrial y la Máquina de vapor.

Para definir la construcción industrializada, se ha creído que no basta con referirse a un alto nivel de prefabricación de los componentes que se montan en obra, ni tampoco la producción en serie, (fig.1) estandarizada y apoyada en procesos técnicos mecanizados. Puesto que frente a determinados sistemas plantea ambigüedades difíciles de resolver.

La RIBA<sup>1</sup> define la idea o proceso de industrialización como: “una organización que aplica los mejores métodos y tecnologías al proceso integral de la demanda, diseño, fabricación y construcción”... “constituyendo un estado de desarrollo de la producción, que lleva consigo una mentalidad nueva y diferente”. Hay que destacar fundamentalmente en esta definición, la idea de aplicación de las mejores técnicas y métodos, entorno a una organización entre los distintos procesos involucrados.

Por lo tanto, según este criterio, a lo largo de la historia del hombre; de forma inconsciente, pudo haber actuado con criterios industriales de producción en muchos procesos constructivos. Efectivamente se podrían extraerse de la historia numerosos casos y ejemplos de realizaciones, donde se han conjugado todos y cada uno de los aspectos de la definición.

Otros autores, definen la industrialización, como una organización del proceso productivo que, de forma racional y automatizada, implica la aplicación de tecnologías avanzadas al proceso integral de diseño, producción, fabricación y gestión, bajo la perspectiva de una lógica. (Del Águila García 2008).

**Industrialización = Mecanización + Racionalización + Automatización**

Otra definición similar, sobre la construcción industrializada: en su más amplia acepción, es el resultado de la elaboración previa, organizada, cíclica y en serie de elementos, para que con un montaje ordenado y continuo se obtengan estructuras completas; buscando satisfacer las normas de calidad, rapidez, economía, resistencia, aspecto, habitabilidad, funcionalidad, confort y duración.

<sup>1</sup> Conocido por sus siglas RIBA, el Real Instituto de Arquitectos Británicos, en inglés Royal Institute of British Architects, es una organización profesional de arquitectos del Reino Unido. Estas definiciones son obtenidas de libro:

<sup>2</sup> ARANDES RENU, Ramón; et al. “Prefabricación, teoría y práctica”, Editores Técnicos Asociados, Barcelona : 1974, p.31

Ricardo Meregaglia define; “La industrialización como un hecho organizativo, una mentalidad. Significa transformar la empresa de construcción de mentalidad artesanal en una verdadera industria”.<sup>2</sup>

**La industrialización como acontecimiento.**

El concepto de industrialización, en el sentido que universalmente se le atribuye. Surge a partir del periodo histórico del que toma su nombre; periodo en que se dieron un conjunto de sucesos y transformaciones. Origen de la era moderna, más comúnmente conocido como “Revolución Industrial”. Ocurrido a finales del siglo XVIII.

Los términos utilizados para describirla son difíciles de definir, ya que su significado varía según las circunstancias de su uso; sin embargo, las técnicas principales incluyen la prefabricación, el transporte y la producción en serie. Aunque generalmente se admite que la construcción industrializada pertenece al siglo XX, es importante señalar que todas estas técnicas ya se habían usado, cada una a su manera, a lo largo de la historia; por lo que en sí misma no constituyen una novedad.

Las bases ideológicas y la nueva concepción del mundo hicieron posible la revolución industrial. (fig.2) Esta había sido definida ya en el renacimiento. Los efectos que provocaron un giro trascendental en el mundo fueron reflejados por Giedión en “Espacio, Tiempo y Arquitectura”.<sup>3</sup>

“La revolución industrial, el brusco aumento de la producción llevado a cabo, por la introducción del trabajo organizado y mecánico. Cambió completamente el aspecto del mundo. Sus efectos sobre el pensar y el sentir fueron tan profundos, que aún hoy día no podemos valorar a cuál profundidad de la íntima naturaleza del hombre llegó a penetrar y cuáles graves cambios en ella le reportaron. Pero es indudable que nadie escapó de su influencia, porque la revolución industrial no fue una conmoción política necesariamente limitada a sus consecuencias. En realidad se apoderó del hombre y del mundo, de una manera total.”<sup>4</sup>

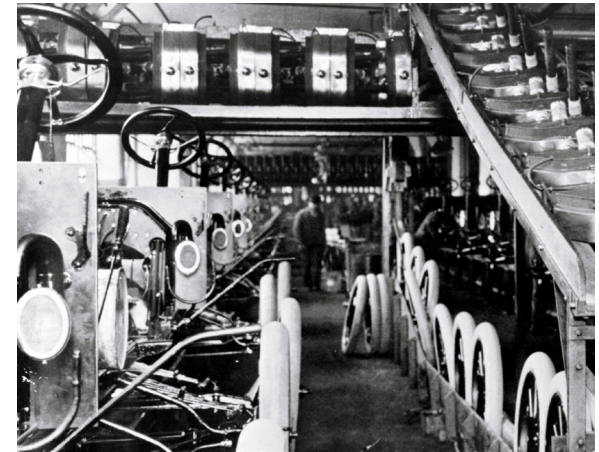


Fig. 2 La construcción industrializada.  
Henry Ford

<sup>3</sup> GIEDION, Sigfried; Espacio, Tiempo y Arquitectura: origen y desarrollo de una nueva tradición; Ed. Reverté; Barcelona; 2009; parte III, p.186-190

<sup>4</sup> Ibid., p. 188.

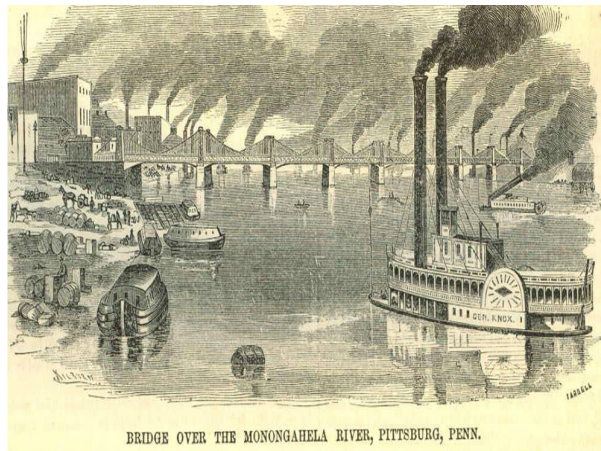


Fig. 3. La industrialización como acontecimiento fundamental.

**La introducción del sistema fabril y la máquina, cambió por completo el aspecto del mundo. Su efecto sobre el pensamiento y la sensibilidad fue tan importante que incluso hoy en día no podemos calcular lo profundo que ha penetrado en la naturaleza misma del hombre y los grandes cambios que ha producido en ella. (fig.3) La Revolución Industrial no fue una revuelta política, necesariamente limitada en sus consecuencias; por el contrario: se apropió de todo el ser humano y de todo su mundo. Asimismo, después de cierto tiempo, las revoluciones políticas se calman hasta alcanzar un nuevo equilibrio social, pero el equilibrio que se perdió en la vida humana con la llegada de la Revolución Industrial todavía no se ha recuperado. La destrucción de la tranquilidad y la seguridad internas del hombre ha quedado como el efecto más llamativo de la Revolución Industrial. El individuo sucumbió ante el avance de la producción; fue devorado por ella”.<sup>5</sup>**

<sup>5</sup> GIEDION, Sigfried; “Espacio, Tiempo y Arquitectura: origen y desarrollo de una nueva tradición”; Ed. Reverté; Barcelona, 2009, parte III, p.185-191



Tihamer Koncz afirma “Industrialización es una tarea muy amplia que significa que el producto debe ser fabricado y almacenado ignorando por quién va a ser comprado y dónde será utilizado”<sup>6</sup>

Es curioso apreciar cómo la idea de industrializar la construcción nace con la revolución industrial, para luego no saber incorporarse a ella y perder así la gran oportunidad que desde entonces se intenta reivindicar. Hacia la mitad del siglo XIX, y al apreciarse que la arquitectura perdía la oportunidad que le ofrecía la industria, se produce desde muchos frentes el fuerte clamor por una nueva arquitectura.

No se puede definir, ni concretar el inicio de la industrialización en la construcción, ante unos inicios inciertos. Para estos se tuvieron que dar una serie de acontecimientos económicos, sociales y tecnológicos, irreversibles en la historia.

Con el escenario de Inglaterra a finales del siglo XVIII, en un proceso de industrialización con los criterios más cercanos a los actuales postulados. En el sector de la elaboración y producción del hierro, así como la aparición de los altos hornos, el cambio de combustible del carbón vegetal al coke (fósil).

Las continuas innovaciones en este campo, que junto con una fuerte demanda de nuevas infraestructuras. Propició, hacia finales del s. XVIII y principios del S. XIX, la utilización de este material: El hierro como elemento estructural: En puentes, ferrocarriles y edificios, entre otros.

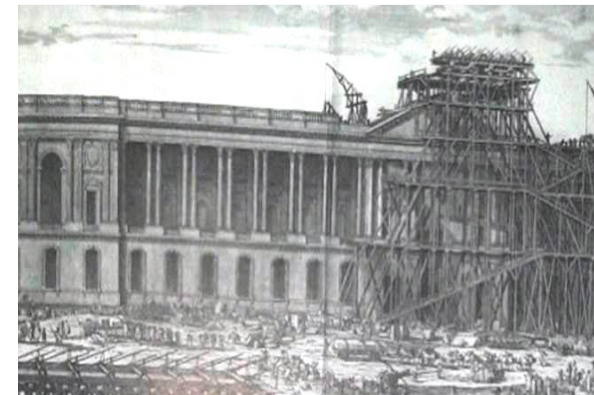


Fig. 4. Columnata del Louvre, Paris, 1670, construida por Claude Perrault. (De Cabinet du Roi: Chateaux du Louvre, 1727; Cortesía de la biblioteca del RIBA, Londres.)

<sup>6</sup> ARANDES RENU, Ramón; et al. “Prefabricación, teoría y práctica”, Editores Técnicos Asociados, Barcelona: 1974 p.97

<sup>7</sup> OLIVERI, G. Mario, “Prefabricación o metaproyecto constructivo”. Barcelona : Gustavo Gili D.L. 1972, p.20

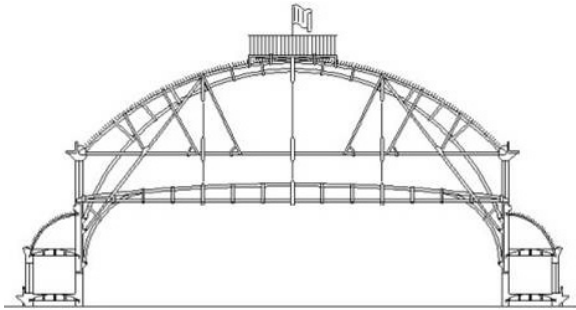


Fig. 5. Victor Louis, Théâtre Français, cubierta de hierro (1786). La forma de las jácenas revela un conocimiento intuitivo de los momentos de, aún sin formulación científica.

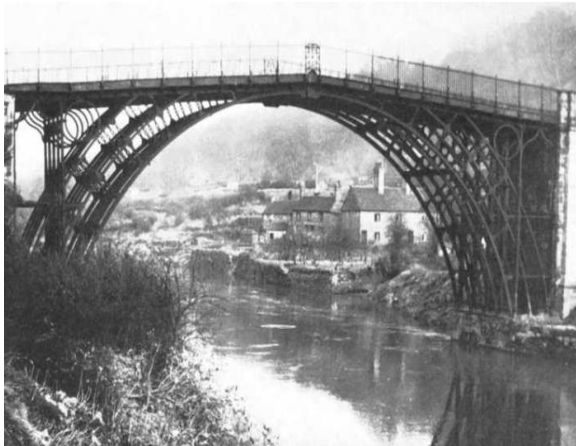


Fig. 6. Abraham Darby III, el primer puente construido con hierro fundido, sobre el Río Severn (1775-1779) Tiene 100.5 pies (30.6m) de luz y 45 pies (13.7 m) de flecha.

Anteriormente, se habían dado pocas expresiones con este material, el hierro, en el campo estructural. Únicamente se utilizaba como material en elementos complementarios, como los refuerzos del Louvre,(fig. 4) para el ornamento u obra civil como el sistema de cañerías de Versalles. Poco a poco se fue desarrollando su técnica hasta llegar a tener notable presencia en los principales sectores de la construcción, la ingeniería y la arquitectura.<sup>7</sup> El hierro como elemento material era propicio para una producción industrializada, ya que se podían elaborar de forma previa o prefabricada elementos estructurales resistentes, para posteriormente ser ubicados en obra, mediante técnicas y sistemas de ensamblaje.

El uso del hierro para su empleo como elemento estructural en los edificios, debe entenderse como parte integral de la revolución industrial. Responde a diversos factores, como el crecimiento de la minería del carbón, el aumento de la producción de hierro, el desarrollo de nuevas técnicas de fabricación y mejora de transportes.<sup>8</sup>

Un ejemplo significativo fue la reconstrucción del teatro del Palais Royal en París (1786-1790), llevada a cabo por Victor Louis.<sup>9</sup> En 1792-1793 se dio un paso importante en la construcción de las estructuras de hierro, gracias a la fábrica de William Strutt en Derby, en la que por primera vez se utilizaron columnas de fundición en lugar de postes de madera para sostener el interior de los seis pisos del edificio. La cara inferior de las viguetas estaba revocada y la de las tablas de madera sostenidas por las bovedillas de ladrillo estaba forrada con chapa de hierro.<sup>10</sup>

Estas mismas cualidades se aprecian en las obras francesas durante más de un siglo después, hasta que la construcción en hierro alcanzó su clásico apogeo en la exposición de París de 1889. La cubierta de hierro forjado del Théâtre Français (fig. 5) merece destacarse por una razón más específica.

<sup>8</sup> STRIKE, James; De la construcción a los proyectos: La influencia de las nuevas técnicas en el diseño arquitectónico, 1700-2000; Reverté; Barcelona 2004. Cap.VIII, p.24

<sup>9</sup> La elegancia de esta construcción se ha admirado desde hace mucho: véase Charles- Louis-Gustave Eck, Traité de l'application du fer; de la fonte et de la tôle dans les constructions civiles (París: J.-C. Blosse, 1841), página 50.

<sup>10</sup> Véase Ron Fitzgerald, 'Save British Heritage', en Marcus Binney y otros, Satanic Mills (Londres: Save Britain's Heritage, [1978])- I

Toda la construcción está contrapesada de tal modo que sólo necesita unos muros relativamente finos para su apoyo.

Así como Abraham Darby III, que levanto el primer puente de fundición sobre el Rio Severn (figura 6). Representa uno de los experimentos más audaces en el uso de este material recientemente disponible.<sup>11</sup>

Otras realizaciones propias de este siglo representativas de la arquitectura y la ingeniería realizadas en hierro, surgieron en el ámbito de las exposiciones mundiales organizadas por los países europeos, escenario propicio para la experimentación arquitectónica y constructiva. El Cristal Palace para la Exposición Universal de 1851 en Londres, de Joseph Paxton. Con un armazón de hierro, y levantado en un tiempo record de seis meses, se puede considerar como paradigma de la prefabricación, la coordinación dimensional y la estandarización de sus elementos repetitivos.

**El nuevo lenguaje del hierro y el vidrio.**

El edificio se construyó enteramente de hierro, madera y vidrio, lo que fue posible gracias a la anulación, en 1851, del impuesto sobre este último material. El diseño de todo el edificio se proyectó en función de la hoja estándar de vidrio mas grande que se fabricaba, que sólo tenía 4 pies [unos 1,2 metros] de longitud.<sup>12</sup> En esa época no se podían hacer hojas mayores. Las hojas usadas en este edificio procedían de la planta de los Chance Brothers, en Birmingham. (El horno usado en este trabajo aún está en funcionamiento.)<sup>13</sup>

Fue precisa una organización sumamente eficaz y una estrecha cooperación entre Paxton y los contratistas; Los elementos estructurales de madera y hierro se fabricaron en diversos talleres de Birmingham y se montaron en obra en Londres, cerca de 100,000 metros cuadrados de vidrio fueron fabricados por la firma Chance Brothers, de Birmingham.<sup>14</sup>



Fig. 7. Crystal Palace, vista de conjunto, fotografía de la época, Joseph Paxton.

<sup>11</sup> GIEDION, Sigfried; *Espacio, Tiempo y Arquitectura: origen y desarrollo de una nueva tradición*; Ed. Reverté; Barcelona, 2009. parte III, p.189-190

<sup>12</sup> *ibid.* p.192

<sup>13</sup> PEVSNER, Nikolaus; "Pioneros del diseño moderno: de William Morris a Walter Gropius"; *Infinito 3ª, 4ª ed. rev. en español*; Buenos Aires 2000, 2003.

<sup>14</sup> Véase Dixon y Muthesius, *Victorian Architecture* pág. 98.

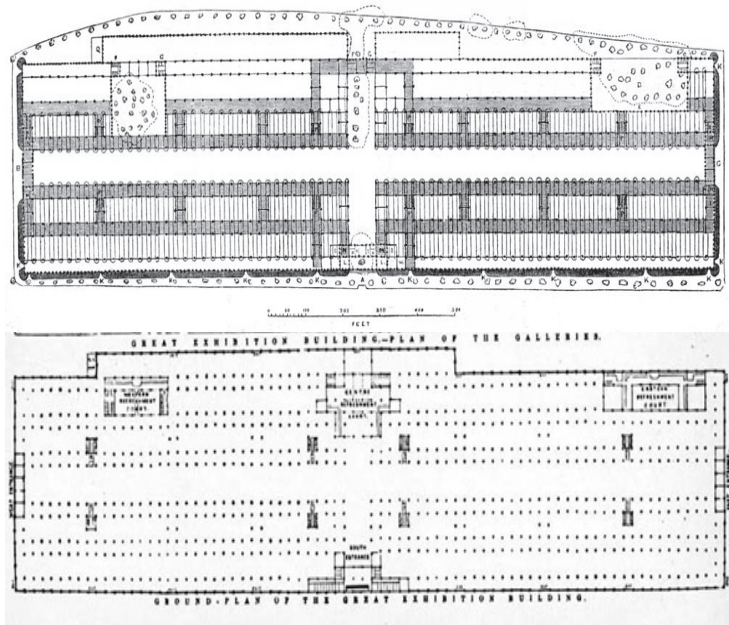


Fig. 8. Crystal Palace, Londres, Planta baja. 800.000 pies cuadrados [unos 74.000 metros cuadrados]. unas cuatro veces la de San Pedro de Roma. Su longitud era de 1.851 pies [unos 563 metros], en correspondencia con la fecha de su construcción. Pese a su belleza arquitectónica el Crystal Palace no hizo una verdadera aportación al problema del abovedamiento de hierro en el siglo XIX, pero supuso la primera aplicación a gran escala de las piezas, prefabricadas y alcanzó una nueva expresión artística gracias al uso del nuevo material: el vidrio plano.

El control dimensional de todo el edificio fue consecuencia de la necesidad de normalizar los componentes para lograr una prefabricación eficaz. El módulo elegido, de 8 pies (unos 2,4 metros), derivaba de la separación máxima entre los 'canales Paxton' del sistema de acristalamiento, a base de limas alternas; esa separación estaba determinada por la longitud máxima de fabricación del vidrio de 16 onzas (por pie cuadrado; unos 5 kg/m<sup>2</sup>, es decir, un espesor de unos 2 milímetros), que en esa época era de 49 pulgadas (algo menos de 125 centímetros).

La modernidad del Crystal Palace (fig.7,8) dividió claramente a los críticos. Pugin, defensor del gótico lo odiaba; lo llamaba «la farsa de cristal» y «el monstruo de vidrio». John Ruskin lo describía como «el invernadero más grande de todos los invernaderos construidos hasta la fecha», y como la prueba definitiva de que la belleza más elevada era «eternamente imposible» en hierro.<sup>15</sup>

No cabe duda el Crystal Palace llevó a un punto crítico el debate acerca del impacto que tendría la industrialización, el uso del hierro y el vidrio en la construcción y sobre las posturas respecto a la arquitectura y el diseño.

<sup>15</sup> PEVSNER, Nikolaus; Pioneros del diseño moderno: de William Morris a Walter Gropius; Infinito 3<sup>a</sup>, 4<sup>a</sup> ed. rev. en español; Buenos Aires 2000, 2003.

<sup>16</sup> Auguste Choisy, Histoire de l'architecture (París: Édouard Rouveyre, 1899); versión castellana: Historia de la arquitectura (Buenos Aires: Víctor Lerú, 1951).

A finales del siglo XIX, Auguste Choisy reconocía que la construcción era un importante ingrediente de la buena arquitectura. Su *'Histoire de Architecture'*<sup>16</sup> que cubre el espectro completo de la arquitectura, desde los griegos hasta el siglo XIX hace hincapié en la necesidad de utilizar un método de construcción auténtico para cada tipo de edificio, lo que llevaría lógicamente a una arquitectura correcta.

Esta idea es interesante en tanto que acepta una relación entre la construcción y la arquitectura, pero se trata de una relación inevitable y situada más allá de la intervención o el control del arquitecto.<sup>17</sup> Este sentido del destino constructivo llegó a ser el tema central de los numerosos manifiestos promulgados durante el primer cuarto del siglo XX, escritos por unos fundamentalistas que llegaron a ser conocidos como los pioneros del **Movimiento Moderno**.<sup>18</sup>



Fig. 9. Proceso de transformación en países industriales avanzados

<sup>17</sup> Véase 'Choisy; "Racionalismo y técnica", capítulo z de Reyner Banham, *Theory and Design in the First Machine Age* (Londres: Architectural Press, 1960); primera versión castellana: *Teoría y diseño arquitectónico en la era de la máquina* (Buenos Aires: Nueva Visión, 1965), en lo sucesivo se hará referencia a esta edición.

<sup>18</sup> Véase PEVSNER, Nikolaus; *Pioneers of the Modern Movement from Will- Morris to Walter Gr* (Londres: Faber & FísWr, 1936); versión castellana: *Pioneros del diseño moderno: de William Morris a Walter Gropius* (Buenos Aires: Infinito, 1958), en lo sucesivo se hará referencia a esta edición.

<sup>19</sup> ARANDES RENU, Ramón; Aguiló Alonso Miguel; et al. "Prefabricación, teoría y práctica", Barcelona : Editores Técnicos Asociados, 1974 p.97

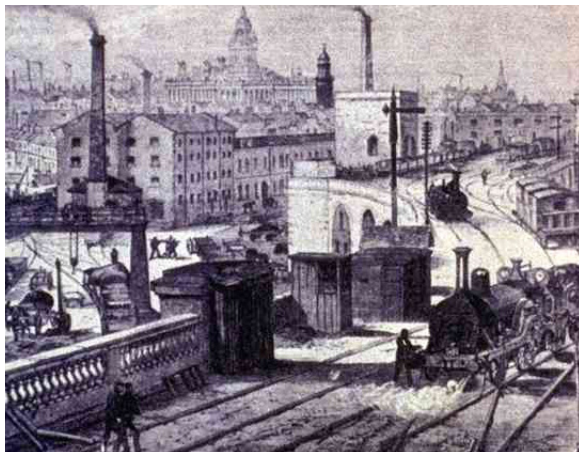


Fig.10 Generación de producción industrial y prefabricados

Reflexiones realizadas a la propia historia de la industrialización, en la construcción que justifican la evolución del hierro y el vidrio, para poder ubicar una primera generación de industrialización, con carácter de globalidad en el sector de la construcción. Apuesta claramente por la vía de la prefabricación, como una de la opciones posibles para una construcción industrializada.

Se tuvieron que dar una serie de circunstancias como la necesidad de una gran producción de vivienda, con las características de urgencia, acabada la Guerra Europea (falta de producción y destrucción), para que surgiese la primera época o generación de producción edilicia basada en los principios de la industrialización. (fig.10)

Esta primera generación de producción industrial en Europa, se basó fundamentalmente en la técnica de prefabricación a base de paneles de gran formato planos, en multitud de variantes y patentes. Sin duda fue la denominada escuela francesa, la que en todos los aspectos marcó más tendencia e influencia que tuvo en otros países, tanto por su producción, compromiso de las administraciones, innovación y participación de los distintos sectores.<sup>19</sup>

Sin olvidar, dentro del discurso teórico a esos intelectuales arquitectos que han sido referencia y han contribuido con su obra e ideario al albor de las nuevas tecnologías, a la transformación de la construcción hacia posiciones de racionalidad, introduciendo nuevas variables en su formulación como la funcionalidad, la productividad, la mecanización, la investigación y la arquitectura en definitiva

Arquitectos como Le Corbusier, Ludwig Mies van der Rohe, Walter Gropius o F. L. Wright serán de los primeros en exaltar los valores de la técnica y sus posibilidades productivas. Reivindicando un distanciamiento respecto de los métodos tradicionales. Esto en favor de criterios de racionalización ante las potencialidades que los nuevos materiales y técnicas recién incorporados a la industria ponían a disposición.<sup>20</sup>

<sup>20</sup> PEVSNER, Nikolaus; Pioneros del diseño moderno: de William Morris a Walter Gropius; Infinito 3ª, 4ª ed. rev. en español; Buenos Aires 2000, 2003.

<sup>21</sup> MAC, Barbara :Richard Neutra. Complete Works, Taschen G mbH, Köln, 2000, p.24

<sup>22</sup> ROSA, Joseph ; Albert Frey. Architect, Princeton Architectural Press. New York, 1999 p, 10

En la construcción industrializada, cuando ésta opta por componentes de dimensiones mayores a las de una habitación, las medidas máximas para el transporte en carretera pasan a ser un dato del diseño. La medida de la carga del camión, la del contenedor, se convierte en un límite contra el que se compacta el interior de los espacios cuando éstos se quieren transportar en una sola pieza. Proliferan explicaciones de los diseños del tipo “se proyectaron para su transporte en carretera”, que justifican la adopción, a veces mecánica, de las medidas del contenedor portuario. (fig.11) La industrialización de la vivienda implica su fabricación alejada de su ubicación final en fábrica o taller. Una cuestión que implica el condicionante del transporte y la elección del tamaño de las piezas.

Descartada una prefabricación del objeto construido completo, el proceso tendrá que ver con el ensamblaje de componentes que vienen de otro sitio. La decisión básica es entonces cuál es el tipo de componente, la respuesta no es unívoca: la vivienda se puede descomponer en mitades, en habitaciones, en la habitual distinción entre estructura, cerramiento, instalaciones... En paredes, techos, tabiques... En porciones reducidas, etc. La decisión tiene que tener en cuenta el equilibrio en la facilidad de fabricación, de transporte y de montaje. Los inicios de la arquitectura moderna mostraron la especial fascinación de los arquitectos por la posibilidad de construir una vivienda con piezas de catálogo. HT Hamilton Harris, colaborador de Richard Neutra, declaraba sobre su maestro: “Para Neutra el catalogo sweet era la Santa Biblia y Henry Ford la Virgen María”<sup>21</sup> El catálogo Sweet era un compendio de los materiales y piezas constructivas industrializadas que podían adquirirse en los años 20 en Estados Unidos. Era muy conocido, incluso en Europa, y solía citarse como el inicio de un futuro industrializado. Muchos de los detalles de la Villa Savoye de Le Corbusier estaban inspirados en el catálogo Sweet.<sup>22</sup> La frase de Harris, aparte de anticipar el interés de los arquitectos norteamericanos de décadas posteriores por la investigación de la arquitectura por componentes, manifestaba en sus términos una contradicción implícita: estar a favor del catálogo Sweet tendría que implicar estar en contra de Henry Ford.<sup>23</sup>

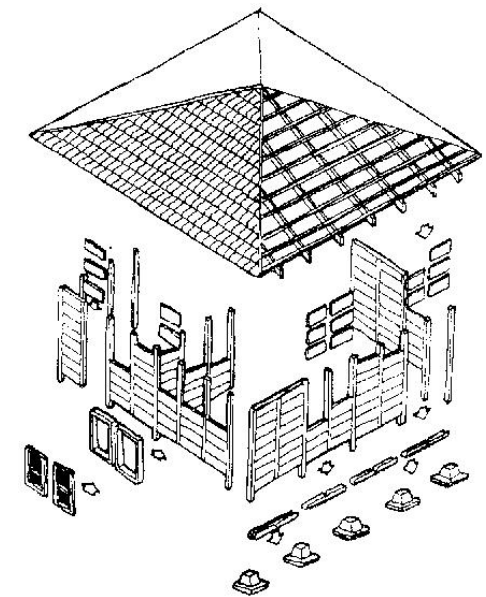


Fig.11 Composición de viviendas en componentes

Con los dos referentes se contraponían dos tipos de creación de productos industriales: la de las piezas de diversa procedencia, que se ensamblan a elección de forma diferente con diversos productos finales, y la prefabricación completa de un producto igual y repetido a gran escala.

Muy tempranamente, en otros países como Suecia, se darían algunos pasos experimentales contruidos en este sentido. La vivienda prefabricada denominada A-Serien Sporthus, del arquitecto Erik Friberger (1936) era un correlato europeo del prototipo Aluminaire, de Albert Frey, pero diseñado para ser producido “por componentes” de un catálogo que quedaba inaugurado con ella. Como la Aluminaire, también estaba imbuida del espíritu higienista que sugería una existencia saludable con mucho contacto con el exterior. Se construyeron algunas unidades y una variante, el prototipo A45 Sporthus. El cual pudo ser desmontado completamente y reinstalado en otra localización. Las investigaciones del taller de Jean Prouvé y su propia vivienda en Nancy constituirán en décadas posteriores el desarrollo europeo más significativo de esta actitud frente a la prefabricación.

La manera cómo las Case Study Houses eran presentadas en la revista Arts & Architecture, de forma muy fragmentaria (Chouses conceived as a bundle of features), además de venir bien al encaje publicitario de los sponsors (cada uno financiaba un componente de la casa) remarcaba el carácter “ensamblado a partir de piezas de catálogo” de los proyectos. En algunos casos se trataba de una presentación algo tendenciosa, mostrando las viviendas como objetos industriales sin un sitio específico o concepción arquitectónica propia; algo sin embargo lejano al interés de los autores.<sup>24</sup>

El propio Craig Ellwood era explícito respecto a la cuestión: en una conferencia de 1957 declaraba que “la mayoría de las viviendas se construirán en fábricas dentro de 155 años”.

La CSH 18 habría de ser la manifestación de este aserto. Antes, en un artículo del número de Febrero 1956 de Arts&Architecture propugnó la sustitución de la construcción convencional de balloon frame por un método basado en componentes prefabricados de catálogo.<sup>25</sup>

<sup>23</sup> TERRADOS CEPEDA, F. “Prefabricación ligera. Nuevas premisas”; Universidad de Sevilla Instituto Universitario de Arquitectura y Ciencias de la Construcción; Edit: Universidad de Sevilla. Instituto Universitario Arquitectura y Ciencias de la Construcción D.L ; Sevilla, 2013, p.152

<sup>24</sup> SMITH, Elizabeth A. T. Blueprints for Modern living, The MIT Press, Cambridge, Massachusetts and London, England, (ed.) 1989 p. 173



El texto de Gilbert Herbert acerca de la historia de la casa prefabricada, al que repetidamente se ha hecho alusión, hace un repaso de las experiencias de los arquitectos del siglo XX, en el terreno de la vivienda industrializada. Su conclusión es pesimista: es un sueño, un conjunto de intentos fallidos y la vivienda prefabricada nunca encuentra el éxito que le permita convertirse en un producto a gran escala. No es tan cierto. Ajena a la atención de la vanguardia, la trayectoria de las empresas de casas por correo, las kit homes by mail norteamericanas, y también en medida parecida las casas “precortadas” suecas y japonesas,(fig.11) es la historia de un éxito comercial. Si hemos de guiarnos por estos antecedentes, la vía más productiva para la prefabricación ligera de viviendas es la adopción, en mayor o menor medida, de un sistema de “kit de componentes”: se trata de descomponer la vivienda en piezas de pequeño tamaño, que se prefabrican en taller, y se ensamblan en obra con un manual de instrucciones. Conviene no obstante indicar que la disponibilidad de la madera en estos países y su tradición tecnológica vinculada a la carpintería facilitan estos procesos.

El concepto de la construcción “empaquetada” tiene varios siglos de antigüedad. En 1926 una casa de dos plantas por componentes, fue enviada desde Inglaterra a Cape Ann, Massachusetts, y construida allí. Se tiene noticia de viviendas remitidas por piezas desde la costa este norteamericana a California durante la fiebre del oro de 1849.<sup>27</sup> La Cruz Roja ya prefabricaba hospitales transportables con un kit de piezas desde 1886. Pero el primer caso documentado de vivienda construida a partir de un kit de componentes es el “Portable Colonial Cottage”1830 como hemos hablado anteriormente.<sup>28</sup>

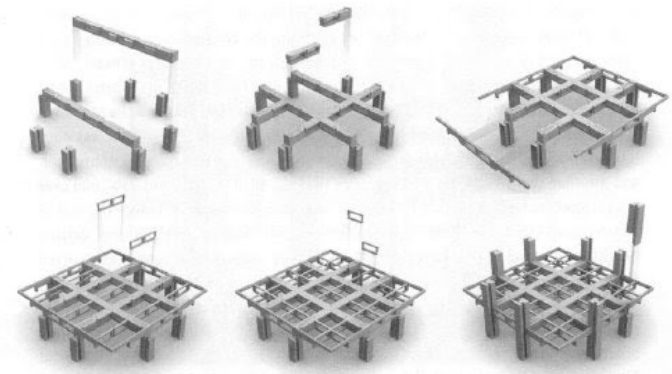


Fig.12 Proceso para desarrollo de vivienda con piezas precortadas

<sup>25</sup>JACKSON, Neil (2002): California Modern. The Architecture of Craig Ellwood, Princeton Architectural Press., New York, p. 98.

<sup>26</sup>ÁBALOS, Iñaki ; La buena vida, Editorial Gustavo Gill, S. A., Barcelona, 2000 , p. 186

<sup>27</sup>WISSINGER, Joanna; The Best Kit Homes; The Philip Lief Group Inc., New York, 1987, p. 7

<sup>28</sup>HERBERT, Gilbert , The Dream of the Factory-Made House. Walter Gropius and Konrad Wachsmann, The MIT Press., Cambridge, Massachusetts, 1984, p. 12.



Fig. 13. Proceso constructivo del catálogo de viviendas de Gordon-Van Tine.

El auge de las empresas de venta de viviendas por correo se produce a partir de los primeros años del siglo XX. La compañía Sears, Roebuck and Co., de Chicago, editó su primer catálogo de “Viviendas Modernas” en 1908. En 1940 había vendido más de 100,000 viviendas en lino 450 diseños diferentes. Otras empresas del mismo sector y de la misma época, también con oferta muy diversas, fueron Montgomery Ward, The i Aladdin Company (que precedió dos años a Sears en la edición de su primer catálogo), Gordon-Van Tine Co. (fig.13) y Ray H. Bennett Lumber Co. Hace varias décadas que estas empresas pioneras cerraron su producción, pero sus catálogos están siendo reeditados en los últimos años para satisfacer la demanda de historiadores y particulares que buscan identificar las viviendas prefabricadas de aquella época que aún subsisten. La venta de casas en kit decreció mucho tras la Segunda Guerra Mundial para encontrar un nuevo impulso a finales de la década de los 60, debido al incremento de los precios de los sistemas de construcción convencionales y al resurgir de la apetencia por la autoconstrucción (la llamada do-it-yourself attitude). Desde entonces, en Estados Unidos (y paralelamente también en Suecia y Japón) la construcción de casas en kit no ha dejado de crecer, de forma que actualmente casi un tercio de las casas construidas en esos ámbitos son casas kit en mayor o menor grado.<sup>29</sup> Le Corbusier veneraba el Modelo T. En contraste, Wright, Aalto y Mies rechazaban la rígida prefabricación que el Modelo T ejemplificaba pero no vislumbraron las posibilidades de la idea de diversificación de Sloan. ; No era el caso de los arquitectos de las Case Study Houses, de los años 50, (Kocnig y Ellwood) en cuya trayectoria (inicialmente animada a la búsqueda de prototipos de vivienda industrializada) se vislumbra una aproximación a la Idea del “catálogo de componentes” de mediana escala que se combinarían de forma diferente según cada proyecto concreto. Se repetirían los componentes pero no la casa.

<sup>29</sup> ÂBALOS, Iñaki ; La buena vida, Editorial Gustavo Gill, S. A., Barcelona, 2000 , p. 186

<sup>29</sup>TERRADOS CEPEDA, F. “Prefabricación ligera. Nuevas premisas”; Universidad de Sevilla Instituto Universitario de Arquitectura y Ciencias de la Construcción; Edit: Universidad de Sevilla. Instituto Universitario de Arquitectura y Ciencias de la Construcción D.L ; Sevilla, 2013, p.215-219

<sup>30</sup>MONTEYS, Xavier y FUERTES, Pere Casa collage. Un ensayo sobre la arquitectura de la casa, Editorial Gustavo Gili, S.A., Barcelona, 2001, p. 56.

La cultura constructiva de Estados Unidos, está muy vinculada a los sistemas prefabricados, en un modo u otro. Una tradición edificatoria basada en la abundancia de la madera, en la disponibilidad de los oficios relacionados con la carpintería y en la pujanza de una industria de la construcción muy dinámica. Todo ello asociado a una forma de ocupar el territorio basada en la “Dream Home”, la vivienda unifamiliar en un urbanismo de suburbio, hace que surjan con naturalidad procesos como el Solar Decathlon. Lo mismo puede decirse en distintos grados, de otros países asiduos a participar en eventos como este: Japón, Alemania, Finlandia, etc.

Probablemente sea la vivienda unifamiliar” el instrumento arquitectónico más adecuado para que la investigación “construida” sea materialmente posible, dado su carácter de primera necesidad, de primera célula de la ciudad, pero también dado lo desmesurado que sería acometer la construcción de modelos experimentales de otros programas más extensos.

No es casual, por tanto, que a lo largo de la historia de arquitectura moderna, la vivienda familiar ha sido el barómetro del estado de la arquitectura y en cada momento un presagio de sus direcciones futuras. Al contrario que los grandes proyectos, que normalmente requieren un amplio consenso social político o corporativo, la vivienda familiar se puede materializar a través de los esfuerzos de un número reducido de personas.

En su recopilación del “lenguaje de patrones”, Christopher Alexander dedica uno de ellos (el número 197) a los “muros gruesos”. Allí establece Alexander que “la identidad de una casa viene de sus paredes”, entendidas éstas como un sustrato con suficiente profundidad para que admitan porque la historia de la vivienda se marca en ellas. La casa se hace personal si “las paredes están tan construidas que cada nueva familia puede dejar una marca en ellas”<sup>30</sup>

## CAPITULO III

Gropius hacia una prefabricación  
Prototipos a base de Paneles

---

**CAPITULO III Gropius hacia una prefabricación.  
Prototipos a base de Paneles.**

---

- 1.1 Walter Gropius y sus inicios hacia la prefabricación.
  - 1.2 Prototipo Casa de acero
  - 1.3 Casas en la Weissenhof.
    - 1.3.1 Técnica constructiva.
    - 1.3.2 Esqueleto metálico.
    - 1.3.3 Construcción de cubiertas.
    - 1.3.4 Fachadas.
  - 1.4 Paneles de cobre (Cooper Houses).
    - 1.4.1 Estructura de la vivienda.
- 
-

Son muchos los casos en los que arquitectos ya mencionados se enfocan en trabajar con materiales ligeros y como se puede observar, a lo largo de la historia, muchos coinciden con un nivel de prefabricación y estandarización de productos lo que ha provocado un auge en el desarrollo de diferentes técnicas así como de métodos que se hacen más convencionales cada día a lo largo de historia.

Así como Le Corbusier había concebido ya en 1914 la idea de un sistema estructural normalizado para la construcción de viviendas. Las casas domino consistían en un esqueleto de serie en hormigón armado que permitía diversos tipos de cerramientos para ofrecer diferentes formas de alojamientos. El montaje en seco de las viviendas Mas<sup>1</sup> que dan un resultado apreciable en cuanto a estandarización total de los elementos construidos.

Cabe mencionar que arquitectos como Walter Gropius del que destacaremos, han contribuido en gran manera, a lo que marcamos arquitectura ligera, ya que siempre promulgaba el desarrollo de nueva arquitectura desde sus comienzos. El concepto, aunque no la realidad, de los sistemas prefabricados para la reconstrucción de las ciudades desempeño un importante papel en este debate y cuyo futuro era proporcionar un futuro ordenado. Los sistemas prefabricados no alcanzaron esos objetivos<sup>2</sup>

Aunque en realidad se habían llevado a cabo muy pocas construcciones industrializadas, todo ello surgió a partir de un debate más animado sobre los principios fundamentales de diseño de los sistemas industrializados. Esta edificación industrializada no fue impulsada por los industriales, sino por unos proyectistas que concentraron sus reflexiones en los principios subyacentes de los sistemas prefabricados, en lugar de hacerlo en los diagramas a plazos o a los márgenes de coste. Las dos principales figuras que impulsaron este esfuerzo por lograr un entendimiento claro y fundamental de la industrialización fueron Le Corbusier y Walter Gropius. Uno y otro luchan por un sentido racionalista y sus proposiciones tienen muchas tesis comunes pero son dos racionalistas contrarios pero que se dirigen a soluciones opuestas mismas del problema.<sup>3</sup>

<sup>1</sup> Véase en FRAMPTON, Kenneth; Le Corbusier; trad. Juan Calatrava, Ed. Akal D.L.; Madrid, 2000, 2002 cap.9

<sup>2</sup>ARGAN, Giulio Carlo Walter Gropius y la Bauhaus, Barcelona: Gustavo Gili 1983, p.11

<sup>3</sup>STRIKE, James, De la construcción a los proyectos: La influencia de las nuevas técnicas en el diseño arquitectónico, 1700-2000. Pág. 132,133

Aunque las casas prefabricadas ya existían desde el S. XIX, fue el alemán Walter Gropius, fundador de la Escuela Bauhaus, quien les dio un verdadero impulso y definió el concepto de casa prefabricada de diseño que conocemos hoy en día. Mientras otros arquitectos coetáneos e incluso posteriores se perdían en diseños futuristas y originales, pero poco prácticos a un nivel industrial. Walter Gropius siguiendo las doctrinas de la Escuela Bauhaus que él mismo había creado en 1919, consiguió aunar diseño y producción.

Con el estímulo de Behrens Gropius, inicio su camino por el deseo de técnica de construcción moderna, así empezó su practica independiente. Con una gran conciencia de responsabilidad y el avance de ideas de sus propias reflexiones resultados de la guerra estas tomaron forma definitiva. Observo que no podía realizar sus ideas sin antes influenciar la industria de su país. Como sería necesario tener apoyo de colaboradores para tener un objetivo de la misma causa en común, desarrollando laboratorios de experimentación en la llamada Bauhaus; donde los diseños prototipos que marcaban pautas de producción y ensamblaje; Para crear tipologías que relacionaran todas las demandas técnicas; estéticas y comerciales; que requeriría un equipo en específico.<sup>4</sup> Behrens valoro y aprovecho la pericia de Gropius, aunque este luego se independizo abriendo su propio estudio, siguió colaborando con Behrens en otros proyectos que más tarde le dieron una síntesis más clara de la nueva arquitectura. Gropius decía al escribir a *The new Architecture and the Bauhaus* que cuando termino sus estudios (1908) en el estudio de Peter Behrens los conceptos y su enseñanza, empezaba a idealizar la verdadera naturaleza del edificio.<sup>5</sup>

El primer encargo importante tras abrir su propio estudio fue el de la fabrica Fagus (fig.1) la que fue una repentina formulación del lenguaje arquitectónico. La que el critico Henry-Russell Hitchcock califica como “la obra mas avanzada de las construidas antes de la guerra”<sup>6</sup>

Gropius presento un memorándum al AEG mientras estuvo en el estudio de Behrens con la finalidad de una industrialización de la construcción de viviendas mediante normalización de elementos constructivos.

Walter Gropius y sus inicios hacia la Prefabricación



Fig. 1 Walter Gropius, Fabrica Fagus, 1911-1913

<sup>4</sup> BENÉVOLO, Leonardo, “Historia de Arquitectura moderna, Barcelona” : Gustavo Gili, 8ª ed. rev. y ampl., 5ª tirada. 2010. Pág. 440

GIEDION, Sigfried, Espacio, tiempo y Arquitectura :origen y desarrollo de una nueva tradición, Barcelona : Reverté,2009. P.475 (pero te manda a otra nota)

<sup>5</sup> GROPIUS, Walter. *The new Architecture and the Bauhaus*. Ver. Trad. La nueva arquitectura y la Bauhaus. Barcelona: Edit.Lumen, 1996. p51-52

<sup>6</sup> Catalogo Modern Architecture (Nueva York; The Museum of modern Art, 1932),p.57.

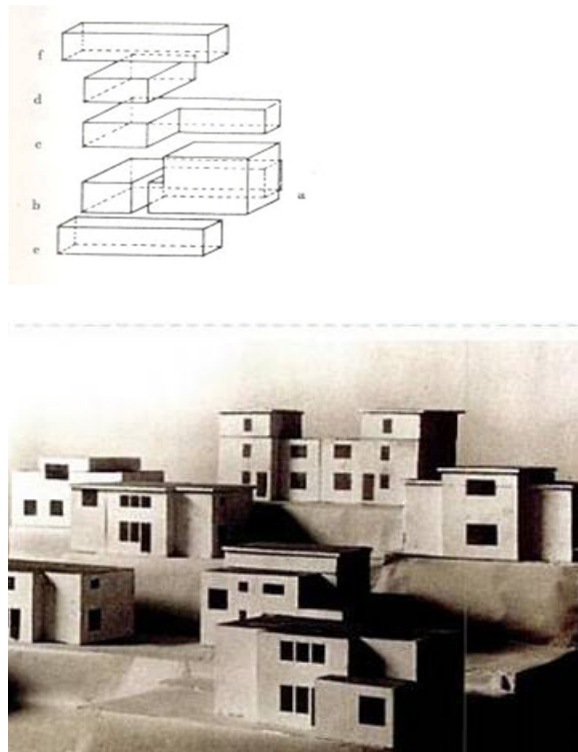


Fig.2 Baukasten im Großen. Variaciones en volumen y planta, la axonometría permite la medición de los volúmenes y planos

Para conseguir la variabilidad, estos componentes deberían venir en diferentes tamaños y materiales: “Con partes intercambiables se puede satisfacer el deseo del público por la variabilidad”. Aunque se refería fundamentalmente a elementos secundarios de la construcción; dejaba abierta la vía a la investigación, de la prefabricación total por componentes diversos e Intercambiables.<sup>7</sup> La idea de ‘taylorización’ le mantuvo por toda su vida profesional, incitando esto hasta experimentar con prefabricación en viviendas. Dicho texto, escrito por Gropius, sigue siendo todavía hoy una de las exposiciones más completas y lúcidas que se han hecho nunca acerca de las condiciones previas esenciales para el éxito de la prefabricación, el montaje y la distribución de viviendas normalizadas.

Gropius concibió los talleres de la Bauhaus de Weimar como laboratorios para la experimentación e impulso proyectos destinados a realizar nuevos diseños de carácter práctico y a perfeccionar prototipos para la fabricación en serie.<sup>8</sup> Tuvo sus primeras experiencias en (el proyecto de la ‘casa seriada’ de 1921), con el objetivo de estudiar las características de variabilidad cuando se enfrenta a las restricciones de la racionalización y la normalización. Aunque los resultados de los experimentos son algo inciertos, la documentación y los diagramas realizados reflejan un intento de lograr entendimiento de los principios básicos.<sup>9</sup> En 1922, Gropius, con ayuda del también arquitecto Adolf Meyer, comenzó un proyecto de casas modulares construidas usando 6 módulos distintos, (fig.2) totalmente personalizables e intercambiables, que se adaptaban a las necesidades del futuro habitante.<sup>10</sup> Aunque finalmente estos prototipos jamás vieron la luz, sí que inspiraron la serie Master Houses, es decir, las Casas de los Maestros, que Gropius diseñaría más tarde para los docentes o “maestros” de la Escuela Bauhaus. En total se construyeron 7 viviendas modulares –dos de ellas, por desgracia, ya no existen en la actualidad– en las que habitaron 7 maestros de la Bauhaus. En las casas vivieron el propio Walter Gropius y su señora, y los artistas Laszlo Moholy-Nagy, Lyonel Feininger, Georg Muche, Oskar Schlemmer, Wassily Kandinsky y Paul Klee.<sup>11</sup>

<sup>7</sup>GIEDION, Sigfried, Espacio, tiempo y Arquitectura: origen y desarrollo de una nueva tradición, Barcelona : Reverté,2009, p.485

<sup>8</sup>PEVSNER, Nikolaus, Pioneros del diseño moderno: de William Morris a Walter Gropius, Buenos Aires: Infinito 2000, 2003 3ª, 4ª ed. rev. en español, p.94

<sup>9</sup>STRIKE, James, De la construcción a los proyectos: La influencia de las nuevas técnicas en el diseño arquitectónico, 1700-2000, Barcelona : Reverté, 2004, p.139

<sup>10</sup>GROPIUS, Walter. La nueva arquitectura y la Bauhaus. Barcelona: Edit. Lumen, 1966, p.60.

<sup>11</sup>HERBERT, Gilbert , The Dream of the Factory-Made House. Walter Gropius and Konrad Wachsmann, The MIT Press., Cambridge, Massachusetts, 1984, p. 33.



Coincidiendo con la inauguración de la nueva Bauhaus construida en Dessau en 1926, se levantó en Torten, el prototipo de la casa de acero (fig. 3). Dirigido por Georg Muehe y el asesoramiento técnico de Richard Paulick, del estudio de Gropius

Es interesante por el uso pionero de la construcción en seco gracias al empleo de la estructura de acero (aunque pesada según las normas modernas) diseñada para una distribución flexible en la planta y por el uso del carton-yeso que se introdujo en la construcción de edificios a mediados de los años veinte.<sup>12</sup>

Carl Kästner (una compañía de cajas fuertes) desarrollo los elementos metálicos Utilizando perfiles verticales en forma de doble T, fijados directamente a la losa de cimentación. Sobre esos perfiles se fijaban paneles de acero de 3 mm de espesor, sujetos mediante un perfil-grapa suplementario, que venían de fábrica para montar in situ las puertas y ventanas. Aún así, el alto grado de prefabricación permitía montar la casa en un tiempo relativamente breve.<sup>13</sup> Daba una sensación de verticalidad al componerse por dos prismas en diferentes alturas siendo las ventanas derivadas del mismo sistema.

Este experimento no resulto ser muy exitoso porque al poco tiempo comenzó a tener fallas técnicas y a la vez que resultaba ser muy calurosa en para el verano y demasiado fría en el invierno, la humedad fue un factor de corrosión a los paneles metálicos

Intentaron desarrollar un modelo de vivienda con posibilidades de crecer en la medida en que fuese necesario, lo que demandaba un perfil especial demasiado costoso en la época, imposibilitando su realización y limitándose a lo que ofrecían las posibilidades constructivas disponibles en ese momento.<sup>14</sup>

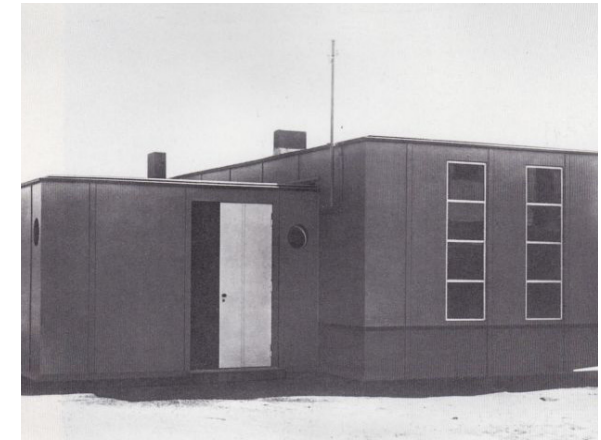


Fig. 3. Experimento de Casa de acero, George Muehe, Paulick, Walter Gropius, 1926.

<sup>12</sup> STRIKE, James, De la construcción a los proyectos: La influencia de las nuevas técnicas en el diseño arquitectónico, 1700-2000, Barcelona : Reverté, 2004, p.139

<sup>13</sup> PAULICK, Richard: "Das Stahlhaus in Dessau" (Form+ Zweck, Berlin, 1976, 28-30

<sup>14</sup> ENGELMANN, Christine, SCHÄDLICH Christian, Die Bauhausbauten in Dessau, Edition Bauhaus: Dessau Verlag für Bauwesen, Berlin, 1991, p.28-30, 69-71



Fig. 4. Plano de distribución de predios por arquitectos Weissenhofsiedlung

<sup>1</sup> Deutscher Werkbund alemana, era una asociación de arquitectos, artistas e industriales con origen en Múnich, 1907. Buscaba mejorar la calidad de vida como consecuencia del desarrollo industrial y pretendía ennoblecer el trabajo del artesano, relacionándolo con el arte y con la industria. De gran importancia para la arquitectura moderna, z fue precursora de lo que sería la Bauhaus.

Proyecto de vivienda Weissenhofsiedlung en Stuttgart, Alemania, 1927. El proyecto total esta compuesto por 63 unidades habitacionales en 21 edificios. En esta participaron los arquitectos Ludwing Mies Van Der Rohe, Le Corbusier, Walter Gropius, J.J.P.Oud, Victor Bourgeois, Adolf Schoneck, Pierre Jeanneret, Ludwing Hilberseimer, Bruno Taut, Hans Poelzig, Max Taut, Richard Ducker, Adolf Rading, Josef Frank, Mart Stam, Peter Behrens y Hans Scharoun.

Incluso después de años de guerra y del periodo de inflación el Werkbund<sup>1</sup> fue capaz de hacer cosas que aseguraban un sitio en la historia. La colonia Weissenhof de 1927, es una prueba de los constantes esfuerzos del grupo por mantener la creatividad en el momento. La razón para todos estos arquitectos, por hacer constantes esfuerzos de forma creativa, es porque Alemania esta empobrecida; tenía una gran escasez de materiales por lo que se hizo el gesto de invitar a muchos artistas a participar en Stuttgart.

Richard Pommer, en su libro *Weissenhof 1927 and the Modern Movement in Architecture*, logra explicar el entorno histórico y arquitectónico del experimento. Los principios básicos que proponía la Werkbund en la exposición, eran los de racionalización, tipificación y rentabilidad, dedicados a la construcción y a la vivienda;<sup>15</sup> Pero sobre todo, el experimento pretendía contribuir a la solución del problema de la escasez de esta. Describe la situación política de la vivienda en Alemania y la manera como la Weissenhofsiedlung responde a las políticas de posguerra municipales en la ciudad de Stuttgart.<sup>16</sup>

Todos los arquitectos participantes tenían libertad en cuanto a sus diseños, permitiéndose la forma libre de expresión, con la única excepción de que la cubierta fuese plana. También se muestran los métodos, los procesos y las aplicaciones de elementos industriales en la fabricación y construcción de este conjunto y la posibilidad de usarlos en la construcción de vivienda. En el póster principal de la exposición aparece el interior de una vivienda tradicional marcada en rojo con un gesto revolucionario y de anulación, que deja claros sus preceptos (fig.5). Gropius recibió la invitación por parte del Deutscher Werkbund de desarrollar dos casas prefabricadas para el barrio experimental Weisenhof, a través de su director Mies van der Rohe. Después de sus experimentos previos, como de la experiencia en Torton, avanza aun mas en el desarrollo del sistema prefabricado, por lo que para este proyecto la Kleinhaus ó Casa pequeña utiliza por primera vez el término de "Trokenmontage"<sup>17</sup>(montaje en seco). (Fig.4)

<sup>15</sup> POMMER, Richard; OTTO, Christian; *Weissenhof 1927 and the modern movement* ; Ed. University of Chicago Press, Chicago, 1991.

<sup>16</sup> GIEDION, Sigfried, *Espacio, tiempo y Arquitectura: origen y desarrollo de una nueva tradición*, Barcelona: Reverté, 2009, p.474.

<sup>17</sup> LUPFER, Gilbert; Sigel, Paul "Propagandista del nuevo diseño". Köln : Taschen cop. 2004. p.13

Gropius ha abogado por la prefabricación de casas en diferentes aspectos ha llevado un sin número de experimentos a la práctica en el campo de la investigación.

El decía que el ensamblaje en seco ofrecía una mejor visión ya que sabía muy bien que la humedad era el principal obstáculo a la hora de construir en obra por lo que considera como una ventaja el montaje en seco,<sup>18</sup> por experiencias previas observaba que las juntas mal encajadas llevaban mas trabajo de improviso, causaban deformaciones y mal ensamblaje en las piezas a la vez que todo eso se convertía en pérdidas tanto económicas como de tiempo.

Así que veía la casa prefabricada por medio de paneles, piezas hechas en fábrica como una ventaja de la construcción racionalizada ya que podía ofrecer calidad superior, ahorro en economía y como un avance en la época.<sup>19</sup>

En estos dos proyectos, Gropius tiene la oportunidad de poner en práctica dichos estudios, siendo coherente con los principios de la Bauhaus de conciliar diseño e industria, para hacer del producto resultado asequible a las masas, y tomando en cuenta la crisis por la que atravesaba el país (Alemania), plantea nuevamente la solución en la industria. Ésta vez, a través de sistemas, técnicas y materiales industrializados y prefabricados, lo cual permitiría la viabilidad económica y de tiempo de los proyectos, y además en una tentativa de dar solución a los problemas de la vivienda. (fig.6)

La racionalización de la casa y su total prefabricación tenían por finalidad proponer, en una forma renovada y económica, el modelo de vivienda que la familia alemana prefería pero que a menudo resultaba inaccesible debido a los costes. Debido a su naturaleza, las dos casas se construyeron en tres meses y diez días, tiempo muy rápido tratándose de viviendas de cuatro y cinco habitaciones. Gropius había terminado de trabajar en los edificios de la Bauhaus en Dessau, y estas casas en la Weissenhof pueden considerarse como resultados de la Bauhaus.



Fig.6 Kleinhaus ('casa pequeña'), Stuttgart, obra de Walter Gropius, vista de la fachada con la entrada, 1927.

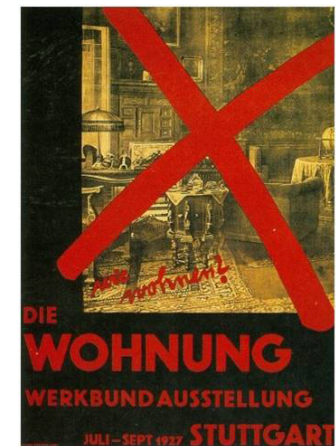
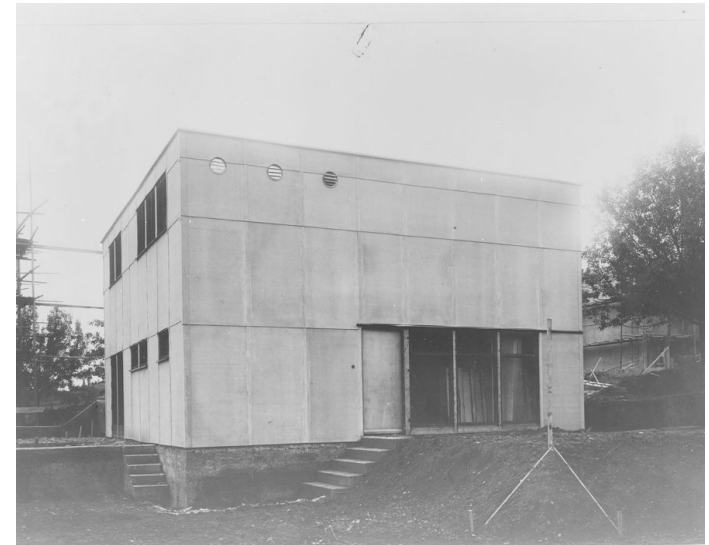


Figura 5. Póster diseñado por Willi Baumeister para la exposición La Vivienda Stuttgart (1927) en la cual se muestra la idea progresista de la Werkbund. Fuente: Museo Weissenhofsiedlung Stuttgart

<sup>18</sup>BERDINI, Paolo, "Exposición del deutscher Werkbund en: Walter Gropius." op. cit., p.81.

<sup>19</sup>GROPIUS, Walter. Ventajas sobre el montaje en seco en: La nueva arquitectura y la Bauhaus. Op.cit.,

p.47.



La racionalización de la casa unifamiliar y su total prefabricación tenían por finalidad proponer, en una forma renovada y económica, el modelo de vivienda que la familia alemana prefería pero que a menudo resultaba inaccesible debido a los costes.

Prefabricación ligera por paneles enfocados en la vivienda.

Gropius ideó soluciones diferentes para cada casa, en lo que parece una progresiva aproximación a la prefabricación.

La vivienda nº16 continuaba la línea marcada en Törten, profundizando la investigación en una línea mixta de baja tecnología, que combinaba estructura metálica y entrepaños de fábrica húmeda de bloques de piedra pómez (Nerdinger 1988).

Sin embargo, la vivienda nº17, avanzaba en el campo de la industrialización, mediante el empleo de productos comerciales estandarizados con junta seca. El uso de la métrica y la modulación en base a la medida estándar de los tableros comerciales se convierte en el leit motiv del proyecto.<sup>20</sup>

Los únicos elementos húmedos son la cimentación y la solera de planta baja. El resto se ejecuta con junta seca, a la cual se le sobrepone un esqueleto de acero de perfiles Z, con cerramientos a base de bloques de corcho de 8 cm de espesor; con un módulo horizontal y vertical de 1,06m<sup>2</sup> según la dimensión menor estándar de tablero comercial de la época, 55 cm aproximadamente (Fig 8).

Este sistema lo utilizó Walter Gropius en la casa 17, manteniendo sus premisas sobre una construcción basada en la vivienda estandarizada, de montaje industrial y económico (Fig.9). Escribe un texto para la exposición titulado “Vía hacia la construcción en serie”<sup>21</sup>

[...] “Se deben encontrar soluciones para el montaje de una solución económica para la construcción de vivienda en serie, con grandes máquinas para su fabricación. Esto funciona muy bien en bloques multifamiliares pero el mismo sistema no es factible para viviendas unifamiliares para el cual se deben buscar soluciones. El enemigo más grande de una casa es la humedad, sea natural “luvia” o el de la construcción, y esta fue la clave para la solución de los problemas, por ejemplo, el yeso se daña si el revoque no está bien seco”. El montaje asegura una ventaja con respecto al clima y al tiempo, generando una normalización para la construcción durante todo el año. También los

<sup>20</sup> ROTH, Alfred, LAHUERTA, Juan José; et.al. Dos casas de Le Corbusier y Pierre Jeanneret : precedido por Le Corbusier ¿Dónde está la arquitectura?; Consideraciones sobre la construcción ;Edt. Colegio Oficial de Aparejadores y Arquitectos Técnicos, Murcia, 1997 p.41

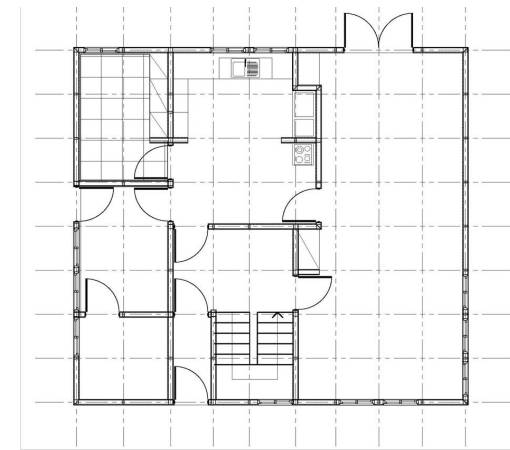


Fig. 8  
Planta baja de la vivienda nº 17 en Weissenhof Siedlungen.  
Coordinación modular (Nerdinger 1988)

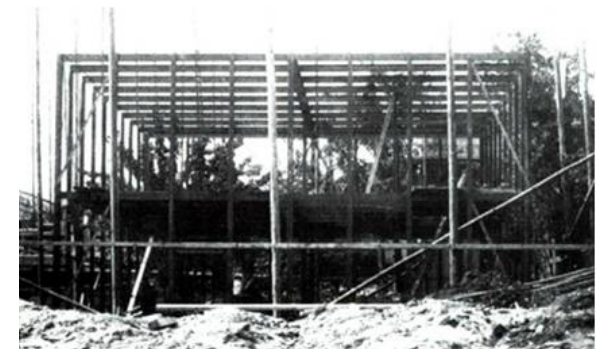


Fig.9 vista de la estructura de la Weissenhof 1927.

Figura 2. Obra de la casa 17, de Walter Gropius. Sencillez del esqueleto metálico construido con perfiles en Z. Aislamiento térmico con paneles de corcho y el recubrimiento final con láminas de fibrocemento (1927)

Prefabricación ligera por paneles enfocados en la vivienda.

## Esqueleto metálico



Fig.10. Casa 17, de Walter Gropius. 1927

Las casas de Gropius pues hace el intento por utilizar al máximo materiales industriales, en una utiliza un sistema en seco y en la otra uno semiseco. Es como una construcción en serie sobre una base de hormigón en la cual construye un esqueleto en acero en perfil en Z, relleno con láminas de corcho y recubierto con láminas de celotex, y lignat. Este uso de numerosos y nuevos materiales se debe mucho a las reflexiones económicas y de métodos de construcción rápida que buscaba la Werkbund.<sup>7</sup>

costos se estandarizan porque los materiales se construyen en serie en fábricas y luego se montan en obra<sup>2</sup>.

Richard Döcker se refirió a este sistema constructivo en la revista *Bauwelt*: “Este sistema es obviamente más costoso que el de madera y es muy útil en construcciones donde se soportará mucho peso. Si es práctico para la vivienda será el futuro quien lo diga. Ya que en las construcciones metálicas el peligro del óxido es muy grande.

Funcionan mejor los perfiles en Z que el doble en T. Además este tipo de perfil es óptimo para aislar las juntas. Se pueden utilizar diferentes cerramientos desde bloques térmicos, ladrillos, láminas de cemento o yeso”.<sup>23</sup> (fig.10)

En el libro *Dos casas de Le Corbusier y Pierre Jeanneret*, en el capítulo “Consideraciones sobre la construcción”, Alfred Roth, quien fue el encargado de su construcción en Stuttgart, dice: La construcción es la unión eficaz y consecuente de los elementos constructivos. Se constituyen industrias y empresas técnicas que se ocupan de fabricar estos elementos, los cuales gracias a la fabricación en serie se vuelven precisos, baratos y buenos. Se pueden fabricar de antemano en cualquier número.<sup>24</sup>

Las industrias se cuidan de complementar y perfeccionar ininterrumpidamente los elementos. Con ello, el arquitecto dispone de una caja de construcción. Su talento arquitectónico se puede manifestar libremente. Solo el talento se caracteriza, a través del programa su arquitectura.<sup>25</sup>

<sup>21</sup> BERDINI, Paolo, “Exposicion del deutscher Werkbund en: Walter Gropius:” op. cit., p.89.

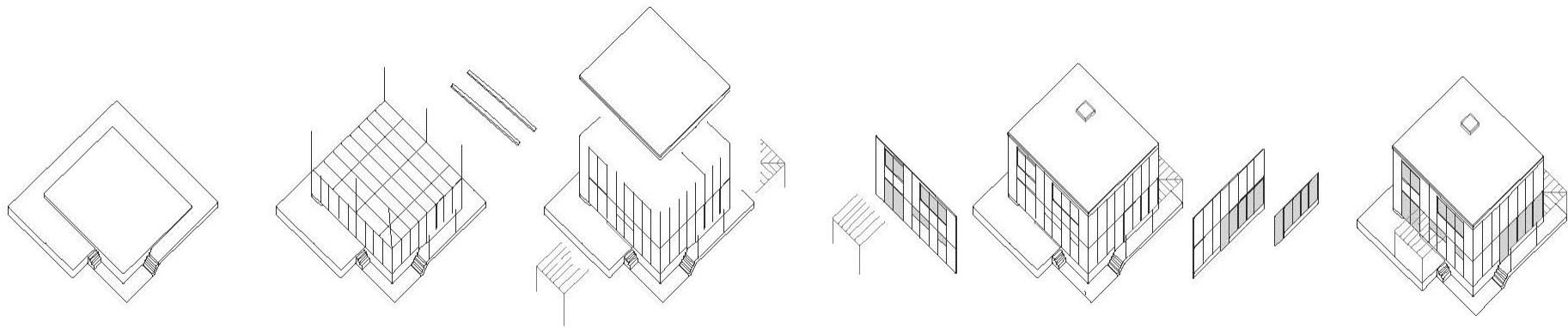
<sup>22</sup> Walter Gropius, texto para la exposición titulado “Vía hacia la construcción en serie”.

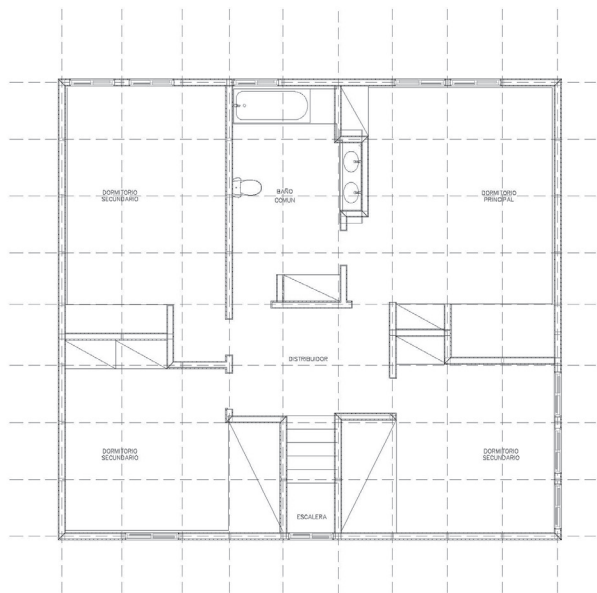
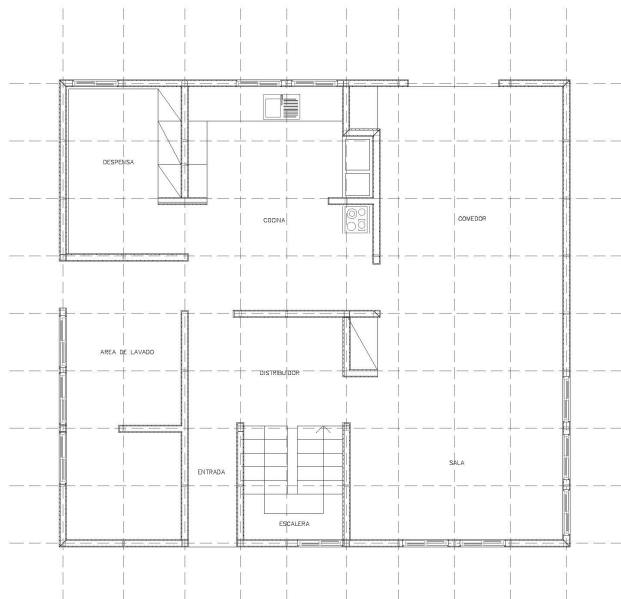
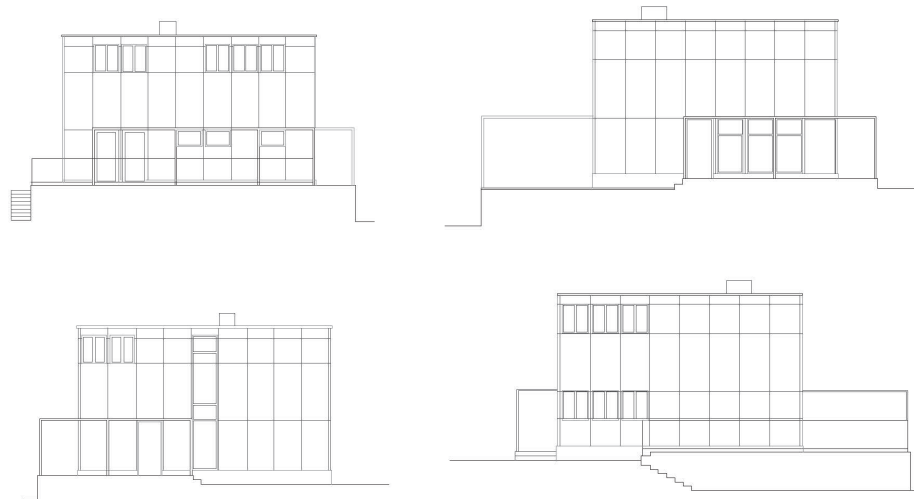
<sup>23</sup>Döcker, Richard. “Bericht uber die Siedlung in Stuttgart am Weissenhof”. *Bauwelt* no. 11 (1928): p.144.

<sup>24</sup>ROTH, Alfred, LAHUERTA, Juan José; et.al. “Consideraciones sobre la construcción” ; *Dos casas de Le Corbusier y Pierre Jeanneret* : precedido por Le Corbusier ¿Dónde está la arquitectura?; Edt. Colegio Oficial de Aparejadores y Arquitectos Técnicos, Murcia, 1997 p.41

<sup>25</sup> BERDINI, Paolo, “Exposicion del deutscher Werkbund en: Walter Gropius:” op. cit., p.82.

<sup>26</sup> Döcker, Richard. “Wirtschaftliches Bauen auf der Stuttgarter”. *Werkbund Ausstellung die Wohnung* no. 36 (1927): 130.

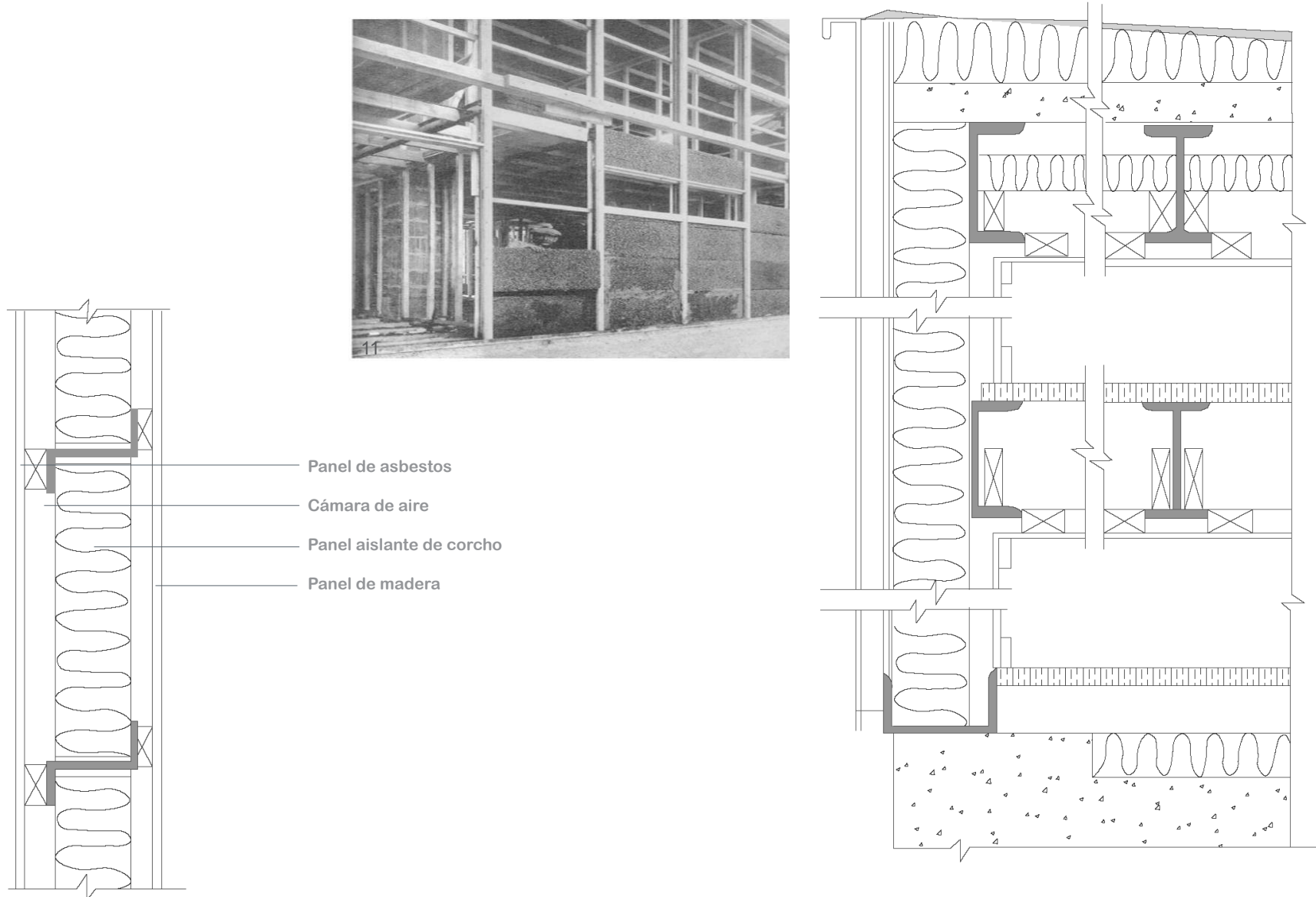




P.2. Casa 17.  
Walter Gropius  
Planta baja, primer nivel, 1927.

Prefabricación ligera por paneles enfocados en la vivienda.





P.3. Sección constructiva de la casa prefabricada de Stuttgart, Walter Gropius, 1927.

Prefabricación ligera por paneles enfocados en la vivienda.

Las fachadas



Fig. 12 Sobre este esqueleto se atornillan listones de madera a los cuales se le fija el recubrimiento exterior, consistente en una lámina de asbesto de 6 mm x 1,20 cm x 2,50 cm. No hace falta utilizar ningún tipo de revestimiento.

Sección constructiva de la vivienda nº 17 en Weisenhof Siedlungen (Berdini 1986)

Las fachadas se ejecutaron con tableros Eternit de fibrocemento, atornillados exteriormente al entramado de acero, al interior éste se trasdosaba con placas de Lignat, producto suizo; altamente resistente a la humedad para el que la compañía Cristoph und Unmack AG adquirió la patente alemana y consistente en un tablero elaborado con amianto, cemento, papel y polímeros (Tomlow 2003). En la cámara entre los dos tableros de acabado se alojaba el aislamiento de corcho. (fig.12)

El forjado de piso se ejecutó con tarima de madera maciza y para el falso techo se emplearon tableros Celotex con estructura vista. Los tableros Celotex se ejecutaban con fibras de bagazo, residuo de tallos vegetales del procesamiento de la caña de azúcar. Se trataba de tableros altamente aislantes desde el punto de vista térmico y acústico (Nerdinger 1988; Berdini1986).

En la publicación tecnológica “Wie bauen? Bau und Einrichtung der Werkbundsiedlung am Weißenhof in Stuttgart 1927” de Heinz y Bodo Rasz, aparecida a raíz de la construcción del Weisenhof-Siedlungen, se constataba como el empleo acrílico de productos de última generación fue común en todos los proyectos,<sup>27</sup> por lo que el valor propositivo de la casa nº17 era cuestionable

<sup>27</sup> Döcker, Richard. “Wirtschaftliches Bauen auf der Stuttgarter”. Werkbund Ausstellung die Wohnung no. 36 (1927): 130.

La construcción de los techos suele ser, en cierto modo, una variante de la pared, con la intrusión obligatoria de un sistema de cobertura eficiente ante las infiltraciones y de una cámara de aire ventilada por encima del aislamiento. Para los climas cálidos, el comportamiento del techo ventilado mejora mucho con un buen coeficiente de reflexión del material de cobertura. Hay estudios que demuestran que es preferible un buen aislamiento y una buena reflexión a una buena inercia térmica en los techos. (fig.13) La eficiencia del techo en climas cálidos se mejora también si el techo está, además, “sombreado”. El comportamiento ambiental de los techos encuentra muchos contrastes en los ejemplos destacados de la arquitectura moderna.<sup>26</sup> Mientras que era muy eficiente, el techo de la pequeña casa de Gropius en la Weissenhofsiedlung de 1927.

La casa de los Eames de 1949 mostraba una solución ligera excesivamente esquemática: un panel aislante de media pulgada sobre el techo metálico tipo deck. En la casa Chamberlain (1941), de Breuer y Gropius, los techos presentan un problema de condensación por la conexión sin barrera de vapor entre el techo de contrachapado y el aislamiento. El llamado “tejado frío” (una cubierta ligera ventilada bien resuelta) es un detalle clásico en los manuales de vivienda autoconstruidas norteamericana .

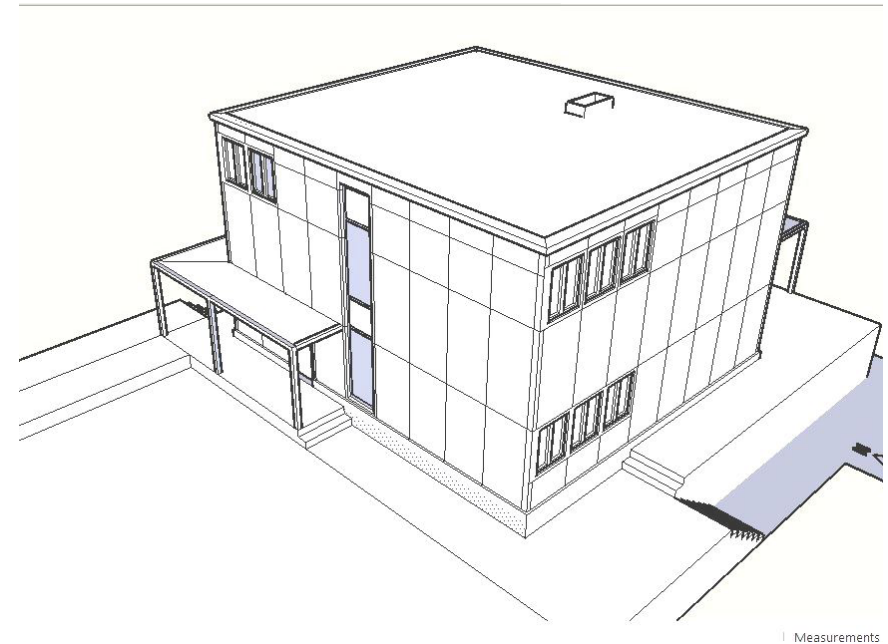
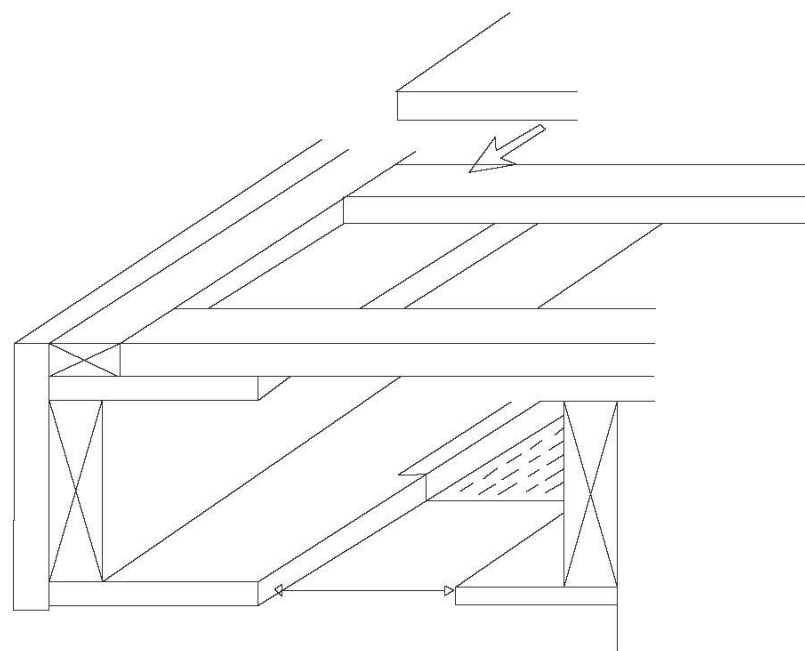
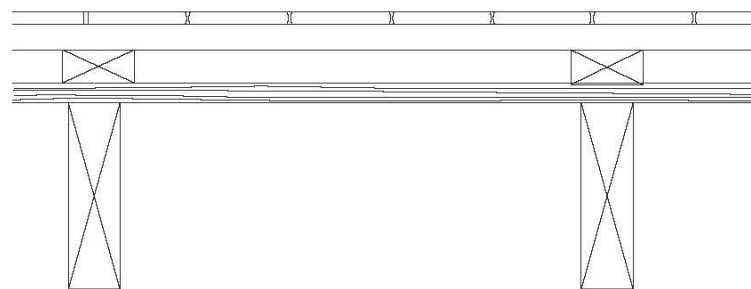


Fig. 13 Composición de Casa 17, de Walter Gropius.

Prefabricación ligera por paneles enfocados en la vivienda.



P.4 Sistema de tejado frío o doble tejado para verano, con dos capas separadas por una cámara de aire ventilada.

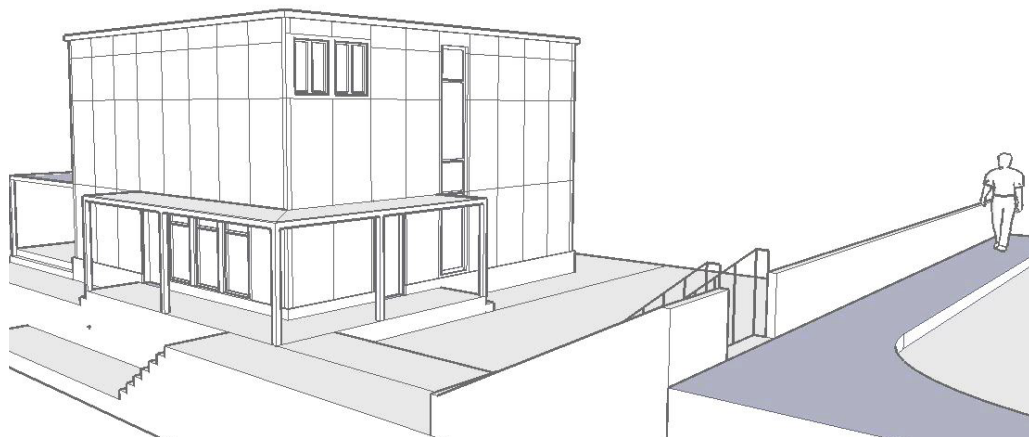


Figura 14. Interiores casa Weinsenhof, 1927.

Prefabricación ligera por paneles enfocados en la vivienda.

Paneles de Cobre.  
(Cooper House).



Fig. 15. Casa de Cobre, Walter Gropius, 1931

A raíz de la crisis de la vivienda en la Alemania de la década de los 20. La firma Aron Hirsch e Hijo, dedicada al latón y al cobre; una de las principales empresas industriales de cobre y latón de Berlín. Se interesó por el negocio de la vivienda en masa. El novedoso sistema de prefabricación aparece como una solución que permitía contar con una casa ampliable y desmontable.<sup>8</sup> En 1931, Gropius puso en práctica todas las experiencias previas en el proyecto de las ‘Casas de chapa de cobre’ (fig.15). Haciendo Uso de un sistema totalmente industrializado, para construir casas de cinco habitaciones que podían ser producidas en fábrica, transportadas y montadas en seco en la obra.<sup>29</sup>

Walter Gropius decía en el libro *Das Wachsende Haus* (la casa crecedera) de M. Wagner: La fabricación de las casas de cobre en la cadena de montaje, según una patente registrada por Foster y Kraft, fue una labor que había sido desarrollada por el mismo, tanto en las técnicas como en lo referente a la organización del proceso; y solo se hizo tras numerosas pruebas y con el respaldo especializado de algunas instituciones científicas<sup>30</sup> Gropius plantea este sistema con soluciones realmente novedosas que suponen un gran punto de inflexión en ese momento, y que serán de vital importancia para investigaciones posteriores.

#### Estructura de la vivienda

Estaba Dotada de una cadena de montaje construida de tal efecto, que el sistema se componía de una estructura de madera, en la que las partes prefabricadas se fijan in situ, aisladas por medio de láminas de aluminio y acabada en el exterior con láminas de cobre reforzadas, con ventanas de vidrio incorporadas y en el interior con placas chapa metálica adornada con los modelos complejos de amianto-cemento o chapa nervada de aluminio.

El sistema de cubierta se compone igualmente de una estructura de madera que forma un emparrillado, sobre el que se coloca el aislamiento

<sup>28</sup> BERGDOLL, Barry y CHRISTENSEN, Peter, *Home Delivery: Fabricating the Modern Dwelling*, the Museum of modern Art, New York, 2008, p.62-65.

<sup>29</sup> NERDINGER, Winfried, *Walter Gropius: Opera completa*, / Milan: Milano Electa, 1989. p.319,320

<sup>30</sup> WAGNER, Martin, “La casa crecedera: *Das Wachsende Haus*”, Berlin y Leipzig: Deutsches Verlagshaus Bong, 1932.

y el tablero también de madera que soportan las planchas de cobre que completan el cerramiento.<sup>31</sup>

Toda la estructura consistió en prefabricados, elementos fácilmente transportables, que podría ser montados dentro de las veinticuatro horas en sitio. Por la alta calidad de los materiales que debido a la producción estandarizada presenta también ventajas económicas, y sobre todo la rapidez en la entrega.

Con la misma idea, Gropius distingue tres modelos de vivienda, según superficies y necesidades en cuanto a estancias.

Una vivienda pequeña de 50m<sup>2</sup> y que contaba con 25m<sup>2</sup> para el exterior. Este se decía que era el modelo mas económico, también tenían el mismo modelo con dos dormitorios mas de 90m<sup>2</sup> y 35m<sup>2</sup> de exterior Si la persona necesita algo mas grande, a esta se le podía añadir al mismo modelo más habitaciones cuatro hasta cinco dormitorios y correspondiéndole 130m<sup>2</sup> mas 50m<sup>2</sup> de exterior (fig.16)

La llamada “casa que crece” la casa Hirsch-Kupfer de Walter Gropius, se describe como ligera y “montable sin maquinaria pesada”. En 1931, las casas de cobre recibieron el Grand Prix de la Exposición Colonial de París.

En el mismo año, Walter Gropius fue contratado para refinar los modelos existentes. En 1932 se presentaron dos de los prototipos que había desarrollado en la Segunda Exposición de construcción alemana, que tuvo lugar en el recinto ferial de Berlín y que muestra el lema “Sol, Aire, y vivienda para todos!” Con respecto a la “tecnología y la organización” que había contribuido a que la Cámara de cobre eminentemente comercial, Gropius se atribuyó una serie de mejoras, incluida la “hoja de cobre corrugado para las paredes exteriores, de aluminio en lugar de acero para el interior, un rincón sencillo conjunta y un aspecto alterado<sup>32</sup> “.

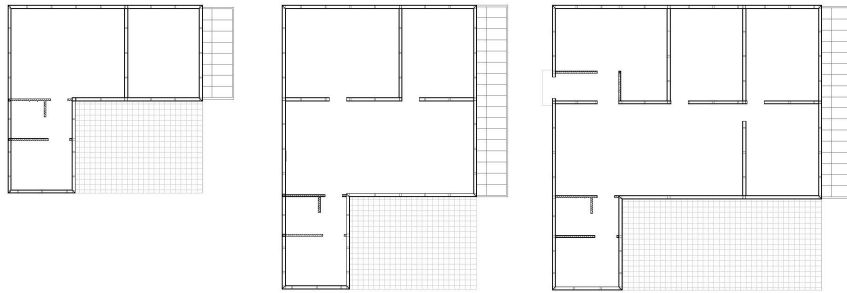


Fig. 16. Transporte para Montaje de casa de Cobre, Walter Gropius, 1931

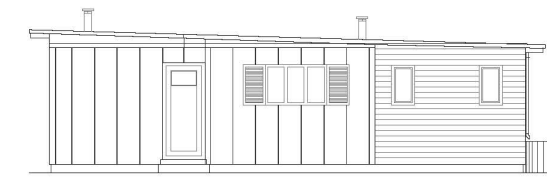
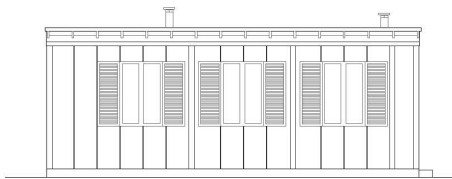
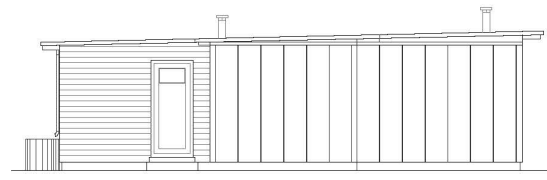
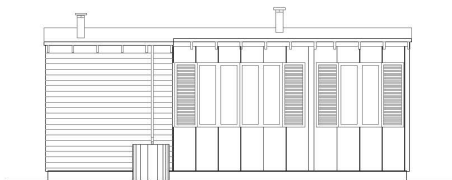
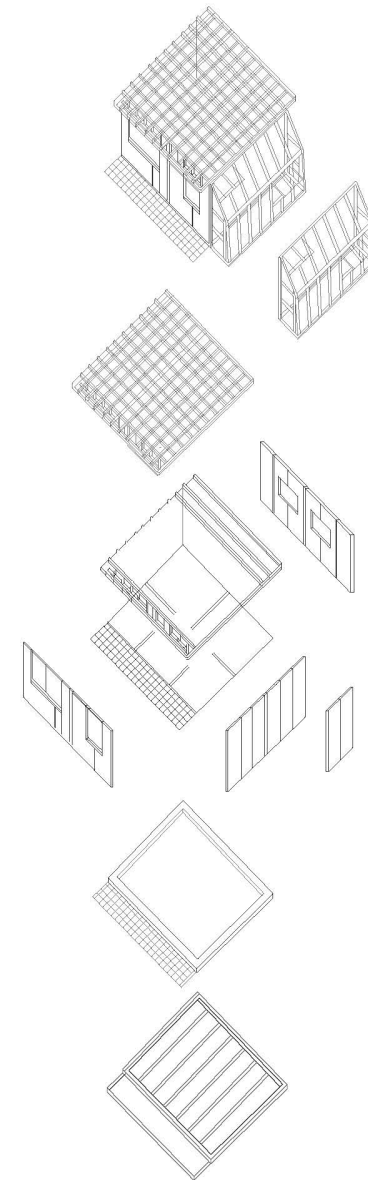
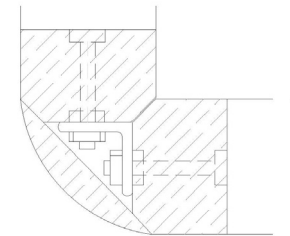
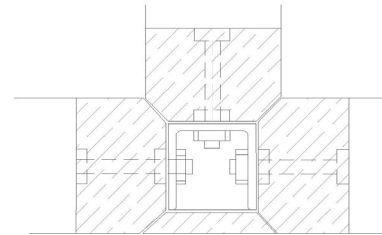
<sup>31</sup> STRIKE, James, De la construcción a los proyectos: La influencia de las nuevas técnicas en el diseño arquitectónico, 1700-2000, Op.cit., p.142

<sup>32</sup> BERDINI, Paolo, Walter Gropius, Barcelona: Gustavo Gili, 1<sup>a</sup>-2<sup>a</sup> ed. 1994-1996, p.128-129.

<sup>33</sup> NERDINGER, Winfried, Walter Gropius: Opera completa, Milano: Electa, 1988, p.319-320



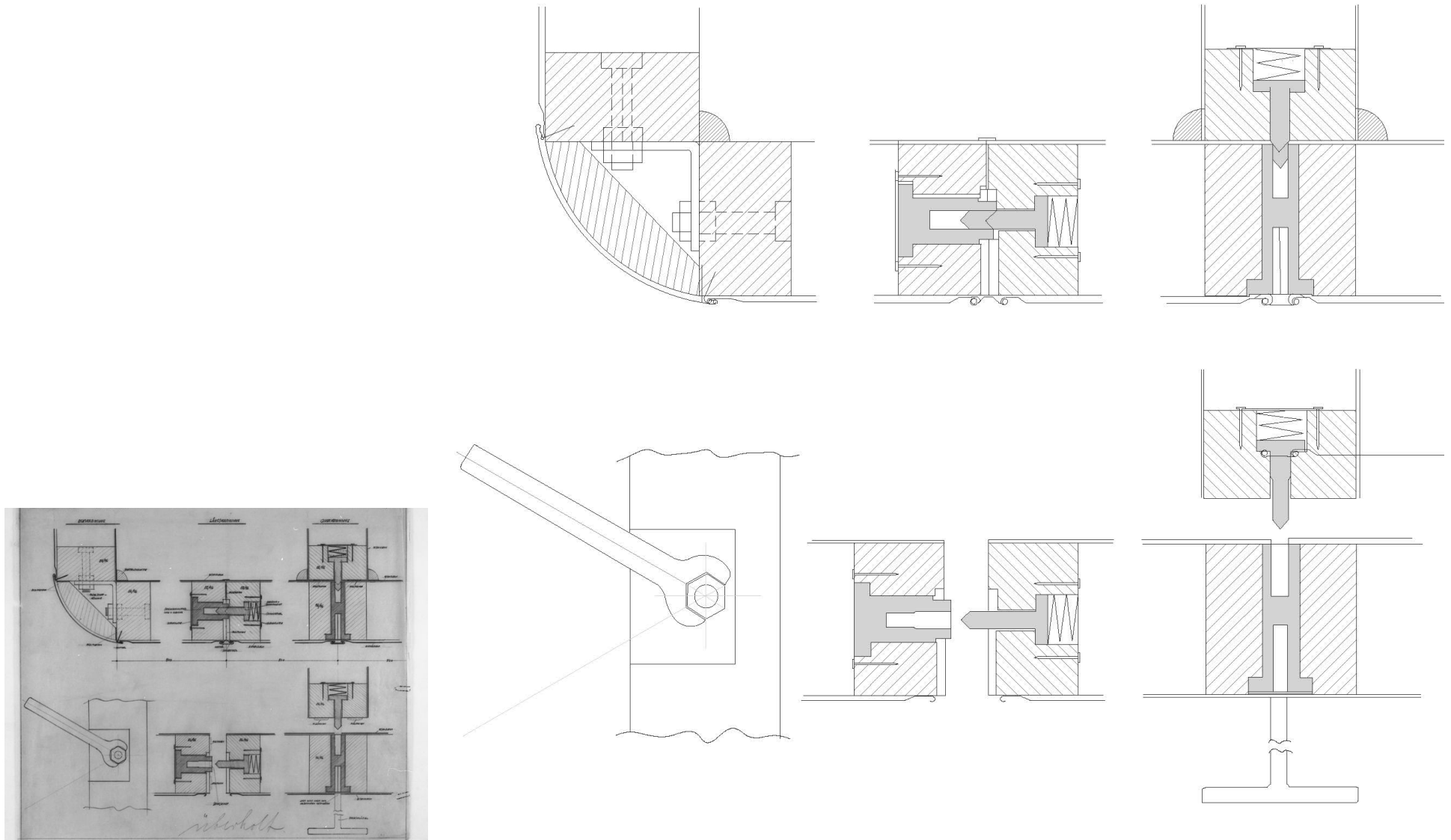
P.5 Planta tipo S y posibles ampliaciones , siguiendo la modulación establecida en los paneles que permite facilidad de montaje y ahorro económico.



P.6. Alzados casa de cobre tipo S

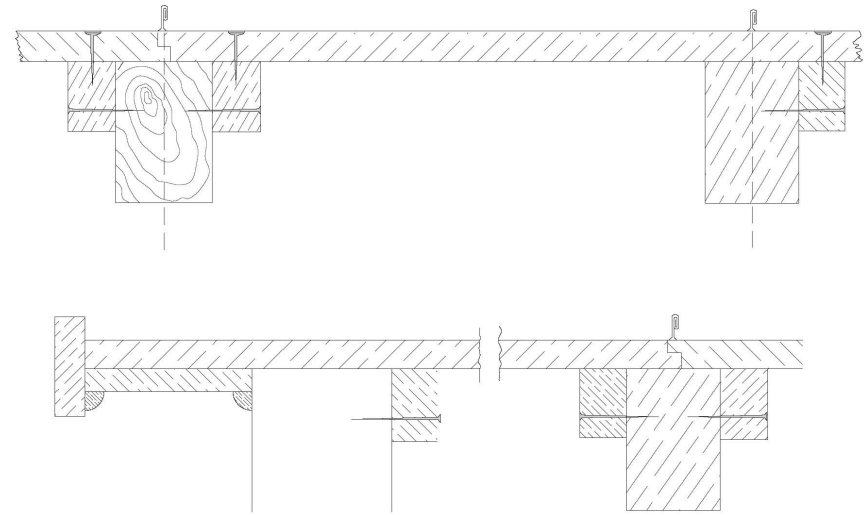
P.7. Esquema de construcción de Cooper House, Fuente. Elaboración propia.



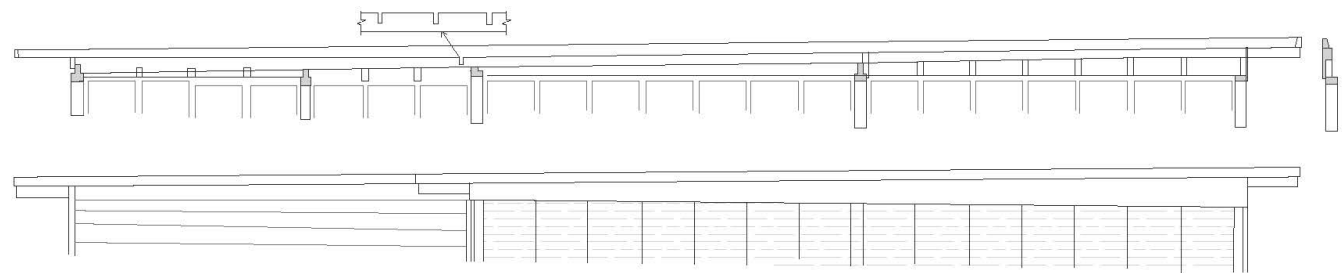


P.8 Detalle de juntas estándar en paneles

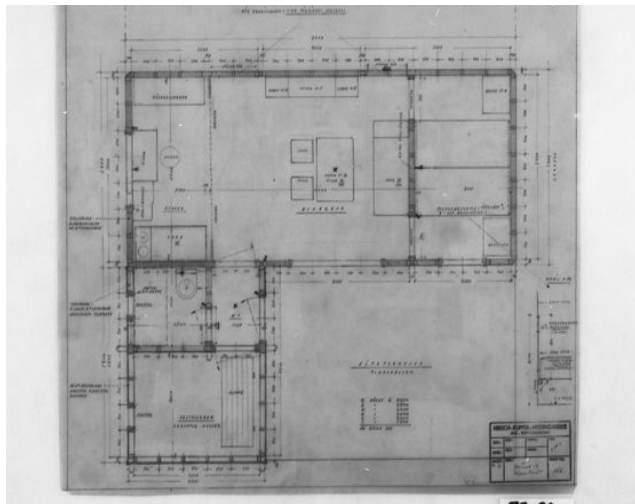
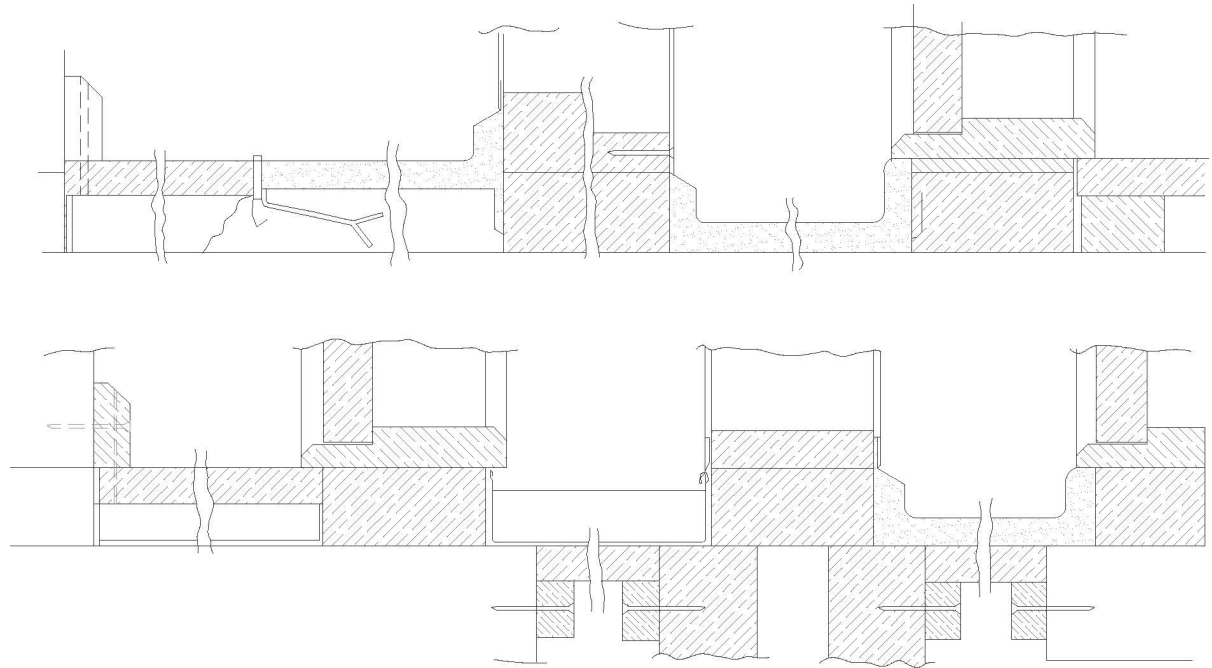
Prefabricación ligera por paneles enfocados en la vivienda.



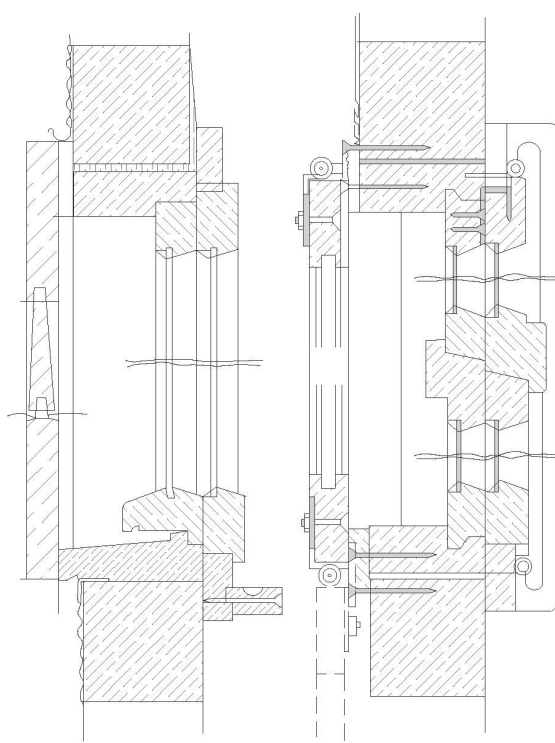
P.9 Detalle de cubierta



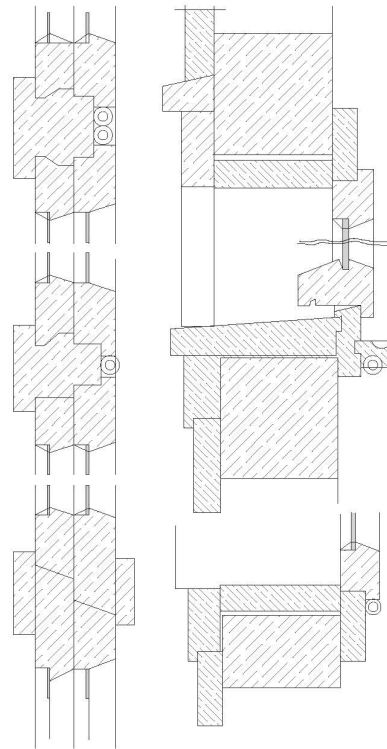
Prefabricación ligera por paneles enfocados en la vivienda.



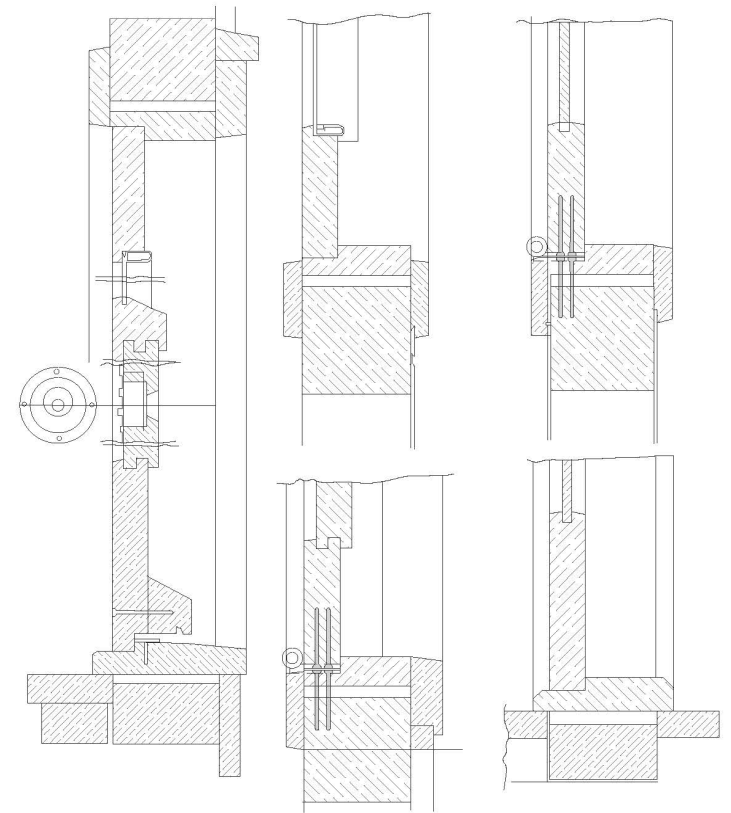
P.10 Detalle sección de piso estándar

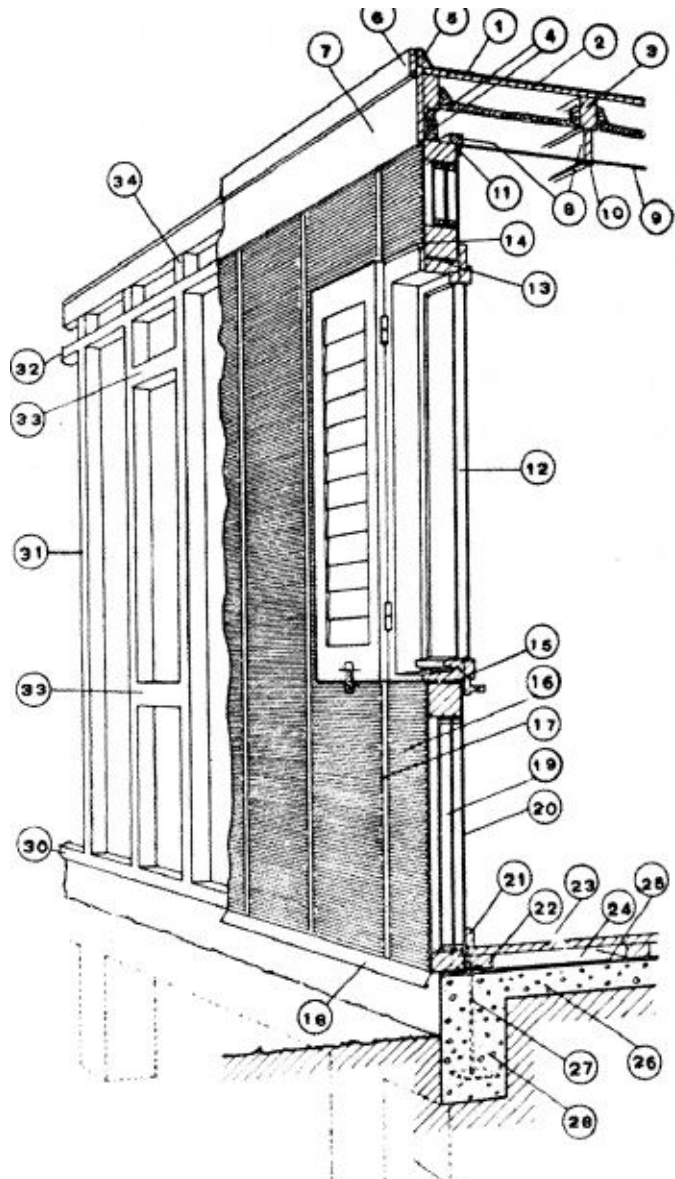


P.11 Detalle de ventana  
Tipo S



P.12 Detalle de puertas,  
Tipo S, S1





P.13 Sección constructiva de la casa de cobre (Casas que crece), Berlín, Walter Gropius, 1931

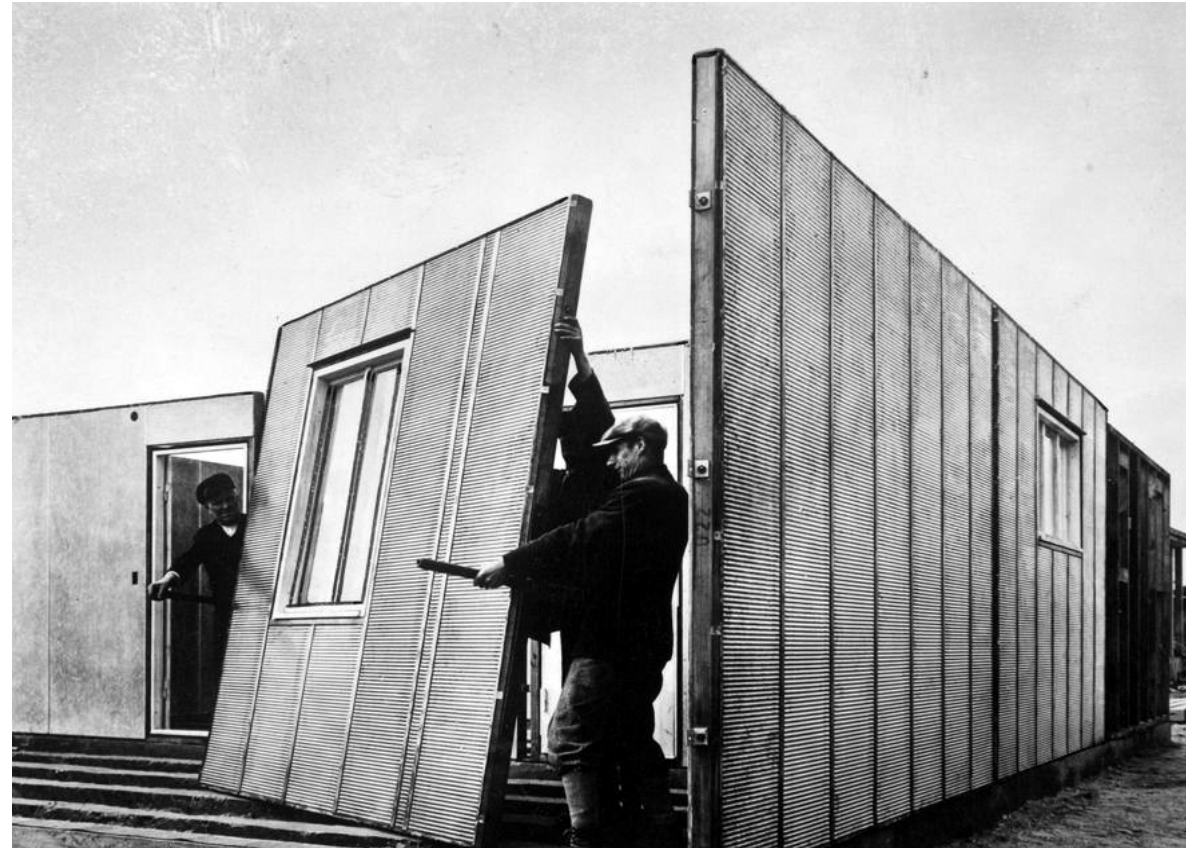


Fig. 20 Montaje de Paneles de la casa de cobre (Casas que crece), Berlín, Walter Gropius, 1931

Prefabricación ligera por paneles enfocados en la vivienda.



Fig. 17 Hirsch-Kupfer, Berlín, Walter Gropius, 1931

Gropius, que para entonces estaba firmando él mismo como director de la división de casas cobre; trató de ponerse en contacto con posibles inversores y clientes. Tanto en Alemania como en el extranjero. Tuvo la visión de grandes proyectos de vivienda con un máximo de cincuenta a doscientos casas de cobre. Varias empresas nacionales estaban interesadas, así como desarrolladores y planificadores en los Estados Unidos y la Unión Soviética. Pero en 1932 la empresa Hirsch se declaró en quiebra.

Tuvo un resurgimiento al año siguiente cuando empezó a emerger un nuevo mercado para los emigrados alemanes judíos en Palestina.

En 1933, la empresa colocó publicidad en el Jüdische Rundschau, semanario de la Federación Sionista<sup>33</sup> (fig.17)

La compañía emitió un catálogo especial, con modelos diseñados específicamente para el mercado de Palestina, llamada “Haifa”, “Jerusalén”, “Tel Aviv” y “Sharon”. El modelo más grande, con una superficie habitable de 2.800 metros cuadrados, fue llamado “el Líbano”. (fig.18)

Al menos catorce casas fueron exportadas hacia el Mandato Británico de Palestina, pero las casas de cobre no se pongan al día más de lo que hicieron otros tipos de viviendas económicas.

Cuando los nacional socialistas comenzaron a rearmarse, luego el cobre llegó a ser escaso, y su exportación estaba prohibida. Se dice que la última casa de cobre entregado se fundió inmediatamente a su llegada el valor del cobre es mayor que el costo de la casa (fig.19). En Alemania también fueron amenazados por la guerra, en 1942 se exige a todos los propietarios de viviendas para notificar a las autoridades de todos los elementos estructurales de cobre. En algunos casos, el cobre se ha retirado y entregado a la industria de armamento.<sup>34</sup> Otros dueños, dispuestos a sacrificar sus hogares por causa de “saqueo de guerra total”, disfrazaron sus casas cobre pintándolas blanco.



Fig. 18 anuncio de la casa prefabricada, Palestina, 1933

Poco se conoce de las casas de cobre. Desde 1984, cuando Gilbert Herbert escribió *the dream of the factory-made house*, ningún estudio importante ha sido publicado. El propio Herbert nunca vio las casas de cobre en la entonces Alemania del Este. Puesto que las casas de cobre son estructuras relativamente poco espectaculares en términos de estética, se han encontrado hasta ahora poca atención en las historias convencionales de la arquitectura.<sup>35</sup>

Esto puede ser, en parte, porque aunque tecnológicamente avanzado, que son conservadores en el diseño y de ninguna manera cumplir con el reclamo a la “unidad del arte y la tecnología” propugnada por Gropius.<sup>36</sup>

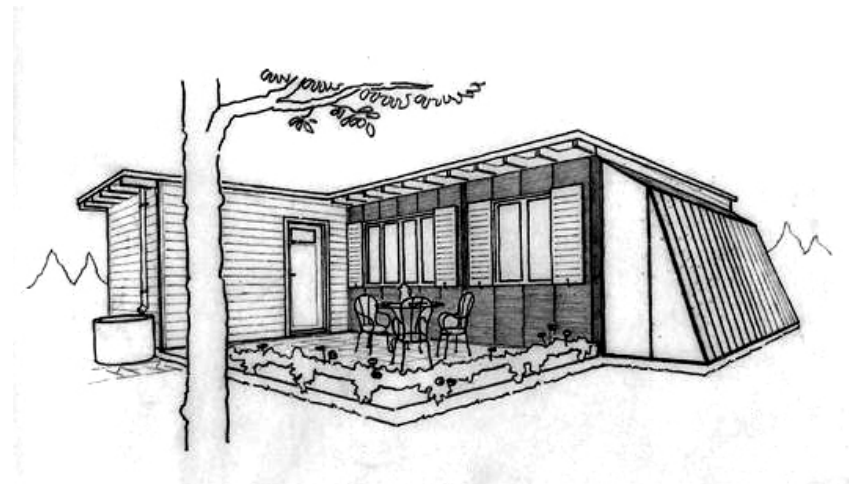


Fig.19 Casa de Cobre tipo S, Walter Gropius, 1932.

<sup>34</sup> BERGDOLL, Barry y CHRISTENSEN, Peter, *Home Delivery: Fabricating the Modern Dwelling*, the Museum of modern Art, New York, 2008, p.62-64.

<sup>35</sup> *Ibid.* p.65

<sup>36</sup> FORD, Edward R. (1996): *The Details of Modern Architecture. 1928 to 1988*, The MIT Press. Cambridge, Massachusetts p38

1. Vivienda menor. 50 m<sup>2</sup>+ 25 m<sup>2</sup> ext. Planta del modelo mínimo.
- Vivienda intermedia . 90 m<sup>2</sup>+ 35 m<sup>2</sup> exterior. Mismo modelo con dos dormitorios más.
3. Vivienda mayor. 130 m<sup>2</sup>+ 50 m<sup>2</sup> exterior. Mismo modelo con cuatro dormitorios.

Prefabricación ligera por paneles enfocados en la vivienda.



Fig. 21 Montaje de una de las Casas que crece, Berlín, Walter Gropius, 1931

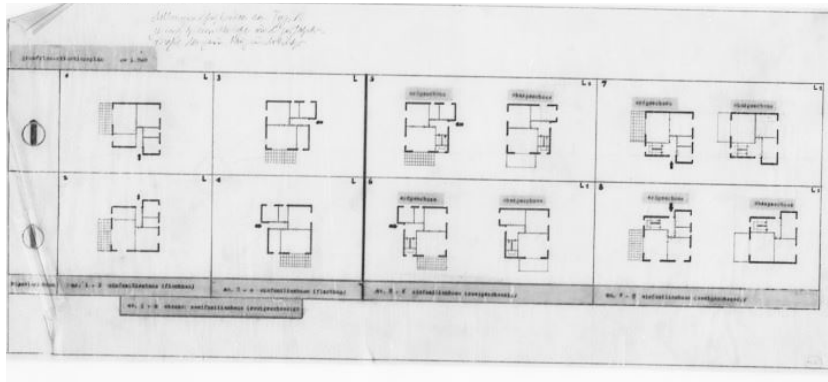
Prefabricación ligera por paneles enfocados en la vivienda.



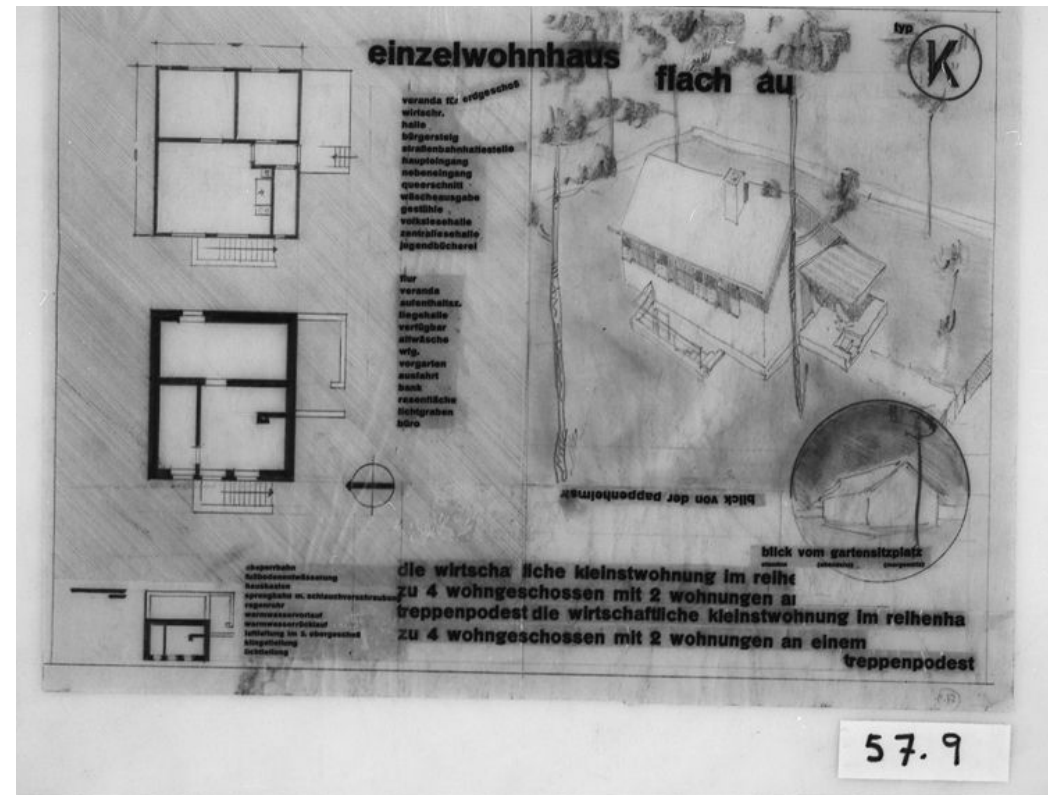


Fig. 22 Cooper House, Berlín, Walter Gropius, 1931

<sup>37</sup> Terrados Cepeda, F. "Prefabricación ligera. Nuevas premisas" Universidad de Sevilla Instituto Universitario de Arquitectura y Ciencias de la Construcción Sevilla : Universidad de Sevilla. Instituto Universitario Arquitectura y Ciencias de la Construcción D.L. 2013 p.227  
 BERGDOLL, Barry y CHRISTENSEN, Peter, Home Delivery: Fabricating the Modern Dwelling, the Museum of modern Art, New York, 2008, p.62-65.

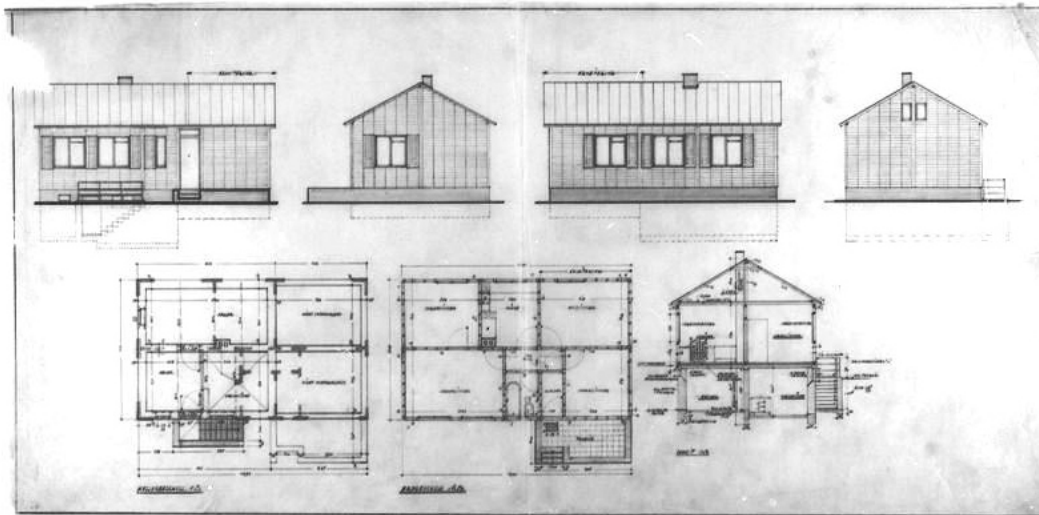


P. 14



Prefabricación ligera por paneles enfocados en la vivienda.

En 1932 la empresa Hirsch Kupfer deja de existir y "de sus cenizas" ; se funda la Deutsche Kupferhaus Gesellschaft que recicla los sistemas de prefabricación de la compañía original. los nuevos catálogos tienen entonces su aplicación en Palestina. En los primeros años del terror nazi se exportaron casas de cobre y otros prefabricados a aquella zona, aún bajo el control británico. Se llegaron a construir 6 tipos de vivienda del catálogo base y demostraron su buen comportamiento al clima subtropical de Oriente Medio. Algunas de las casas permanecieron casi intactas más de cincuenta años.<sup>37</sup>



Csa tipo K

57-16  
P. 15



Prefabricación ligera por paneles enfocados en la vivienda.

**CAPITULO IV**

La casa panel. The Packaged house.

---

## **CAPITULO IV. La casa panel. The Packaged house.**

---

- 1.1 Gropius y Wachsmann.
  - 1.2 Wachsmann y la Cristoph und Unmack AG.
  - 1.3 Desde el Panel Method al General Panel System.
  - 1.4 General Panel Corporation.
  - 1.5 The Packaged house.
    - 1.5.1 Sistema de conexión.
    - 1.5.2 Ensamblaje de piezas.
    - 1.5.3 Detalle de paneles.
    - 1.5.4 Las Partes estructurales.
  - 1.5.5 Primer Prototipo casa panel en Someville.
  - 1.5.6 Unión del General Panel con Celotex
- 
-



En 1934 Walter Gropius sale de una Alemania sumergida en una terrible Guerra y se instala en Gran Bretaña. Estando aquí colaboró con el arquitecto Maxwell Fry, con quien desarrolla algunos proyectos, tomando como base sus propias experiencias en la prefabricación industrializada. En 1937 aceptó la invitación de la Graduate School of Design de la Universidad de Harvard para ser su director y se traslada a los Estados Unidos de América (Nerdinger 1988).

En septiembre 1941 el arquitecto Alemán Konrad Washmann, llega a las costas de Estados Unidos y es acogido por Gropius quien lo establece en su propia casa en Lincoln, Massachusetts. (fig.1) Entre sus pocas posesiones estaban dos rollos de dibujos, con el que soñaba algún día hacer su fortuna. Uno de ellos fue el diseño de un sistema estructural de acero tubular. Este sistema, que más tarde sería conocido como el hangar MOBILAR, fue una de las principales contribuciones de Wachsmann en el arte y la ciencia de la tecnología de la construcción; sus detalles quedan fuera del alcance de este estudio. El segundo rollo de dibujos contenía los planos que delineaban con exquisita precisión un sistema de construcción modular universal.

Washmann deja estos proyectos a un lado, para hacer frente a los problemas inmediatos más urgentes, Gropius le ofreció la oportunidad de trabajar en asociación en dos proyectos arquitectónicos para cuyo diseño le acababan de encargo: un centro de recreación de Key West, Florida, y una casa de “un escritor de éxito.”



Fig. 1, Walter Gropius, y Konrad Wachsmann, 1931

Trabajo para la Cristoph und Unmack AG de Niesky, una empresa alemana que en los años 20, era la más grande y antigua fabricante de casas prefabricadas de madera en Europa. Aunque producía una gran variedad de tipo construidos; el sistema panelizado (basado en una retícula de madera y entrepaños pandados), era el más novedoso técnica y arquitectónicamente. Explotó la tradición centro-europea de construcción con rollizos e importó al tiempo la tradición del Balloon y Platform Frame americanos, para la construcción rápida y económica. Aunque no modificó el sistema constructivo, lo regularizó con el uso de una base de retícula modular, de forma que los usuarios pudieran dibujar sobre ella sus propios diseños. En su autobiografía; Wachsmann afirmaba que “por primera vez en Europa no se ofrecían edificios terminados sino todos los componentes para construirlos”. (fig.2)

Wachsmann explotó su potencial como diseñador para adaptar estos sistemas foráneos a las exigencias alemanas y crear nuevas patentes derivadas de las anteriores.<sup>40</sup>

Al poco tiempo logro hacerse como jefe de la corporación (Wachsmann 1930) y Abogaba por la industria como herramienta. Su concepto de panel portante se trataba verdaderamente de un sistema de prefabricación; eliminando el entramado y el trabajo con clavos para el desarrollo del “General Panel System”. Resultando en la demostración, de que la prefabricación no se traducían directamente en abaratamiento de costes. A diferencia de la experiencia de baja tecnología in situ de Gropius en Törten, la amortización de costosas líneas de producción en la industria sólo se conseguía con grandes volúmenes de salida del producto.<sup>41</sup>

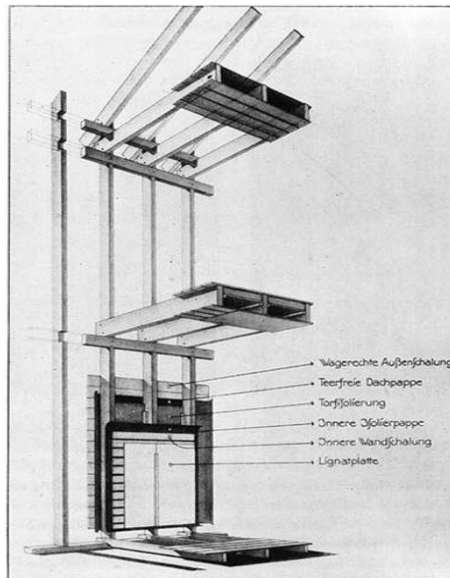


Fig.2. Esquema de la presentación de la construcción de entramado de Madera Alemana Cristoph and Unmack AG, (Wachsmann 1930)

<sup>40</sup> WACHSMANN, Konrad, Holzhausbau. Technik und Gestaltung, Berlin: Ernst Wasmuth Verlag AG, 1930. Reeditado en 1995, Building the wooden house. Technique and design. Basel; Berlín; Boston: Birkhäuser Verlag.

<sup>41</sup> WACHSMANN, Konrad, Building the wooden house. Technique and design, Op.cit., p.18-19



En 1929 convenció a Albert Einstein para utilizar el sistema Christoph und Unmack para construirle una casa en la ciudad de Berlín. Se puede observar en los primeros bocetos que Wachsmann propone para la casa de Einstein, (fig.3) que introducían un lenguaje moderno de sistema de prefabricación en madera. Continuando la línea de investigación que desarrollará un par de años atrás y que resumen a la perfección la capacidad de Wachsmann para asumir un nuevo lenguaje en arquitectura utilizando los métodos constructivos tradicionales en madera.

Luego de estos eventos, Wachsmann muestra a Gropius por primera vez el diseño que había desarrollado, durante el tiempo en el campo de internamiento en Francia. Se trataba de un sistema universal de componentes industrializados de construcción, por supuesto, en el sistema métrico. Consistentes en 13 pequeños dibujos a tinta de ese proyecto, así como 12 dibujos del sistema de estructura de acero tubular que comenzó a desarrollar en Grenoble y continuó “aux Cambreniers”. Todo esto despertó un profundo interés en Gropius quien mostró disposición en ayudar y de hecho a participar en la realización.



Fig.3. Casa construida utilizando el sistema de paneles tipo Cristoph y Unmack,Hans Scharoun,1927

Desde el Panel Method al General Panel System.

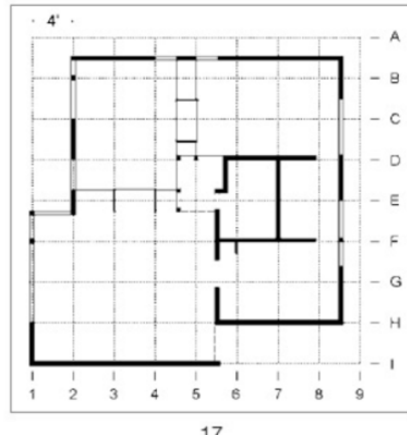


Fig.4. Panel-Post Construction System, R.M. Schindler, 1935

Una parte importante del esfuerzo en diseño creativo necesita enfocarse a los componentes de un edificio "La estrategia de Wachsmann, basada en una retícula de postes con paneles intercambiables está también presente en los trabajos teóricos de R.M. Schindler, que ideó el llamado "Panel-Post Construction System" en 1935, no llevado a la práctica.

“Hoy en día, la casa de madera es producida por maquinas en fabricas, no por el artesano en su tienda.” Con esta declaración programada Wachsmann presenta la primera parte de “Building the Wooden House” fabricación, y al mismo tiempo, hace que el método del panel vaya la vanguardia de la discusión. Este es el método que dominó a todos sus proyectos posteriores, incluyendo el “sistema del panel general”, desarrollado con Gropius en 1941.<sup>42</sup> El sistema fue descrito por Wachsmann, en su libro titulado “Wendepunkt im bauen” (Turning Point de la Construcción), publicado en 1959.

En la construcción de las paredes, el método del panel es básicamente el mismo que el método de marco de madera. (fig.4) Al igual que en el sistema de la plataforma americana, las dimensiones de las secciones transversales de soporte, coinciden con las tablas usadas, pero se colocan horizontalmente en lugar de verticalmente para enmarcar las secciones de pared. Placas superior e inferior proporcionan estabilidad de forma que cada panel se puede manejar por separado. Estos son unidos juntos para formar un marco de la pared, utilizando abrazaderas en las esquinas para proporcionar estabilidad.

Este tipo de panel sirvió de base para el sistema del panel General, que iba a ser desarrollado en varias áreas:

En primer lugar, la línea principal de Wachsmann de la experimentación estaba en la dirección del desarrollo de la articulación de hierro en tres dimensiones. Donde Wachsmann se mostró en su momento más creativo.

Los elementos de madera en forma de cuña están dispuestos de forma asimétrica para permitir la instalación en conjunto de la elaboración de madera y forma, por lo tanto, un conjunto de tres dimensiones en ángulo.<sup>43</sup> Los marcos y paneles se fijan entre sí con articulaciones de hierro fijados en el interior de los marcos.

En segundo lugar, mientras que el suelo y el techo del sistema de paneles se construye de la manera convencional, se integran en el General Panel.

<sup>42</sup> WACHSMANN, Konrad, Holzhausbau. Technik und Gestaltung, Berlin: Ernst Wasmuth Verlag AG, 1930. Reeditado en 1995, Building the wooden house. Technique and design. Basel; Berlín; Boston: Birkhäuser Verlag.

<sup>43</sup> WACHSMANN, Konrad, Building the wooden house. Technique and design, Op.cit., p.18-19

Con este sistema, que no utiliza todavía los paneles prefabricados de taller, sino que sobre el terreno levanta la estructura y clavetea los cerramientos ajustados en obra. Agotará las posibilidades constructivas de la fabricación in-situ, buscando en sus posteriores obras la estandarización, para una mayor optimización de recursos y tiempos de montaje con un panel portante atornillado: el "Panel Method".

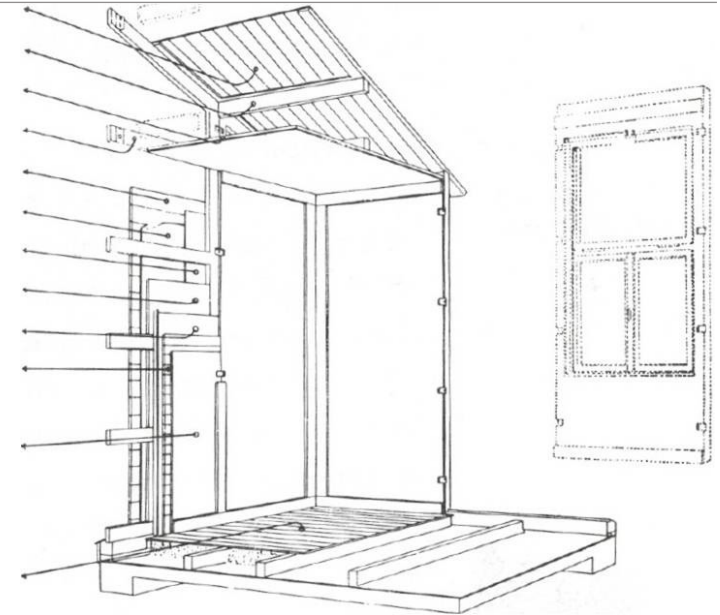


Fig. 5. Diagrama de la Construcción de con el Método de Panel de Cristoph & Unmack AG (Waschmann [1930]1995)

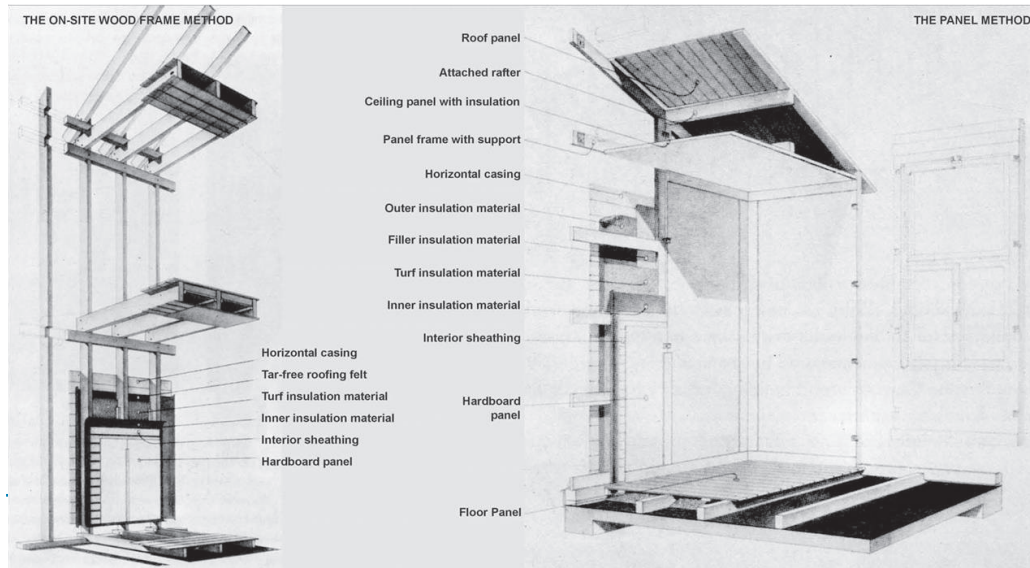


Fig.6. Sistemas constructivos "On-site wood frame method" frente al "Panel method". K. Wachsmann. (Wachsmann, 1930).

The General Panel Corporation

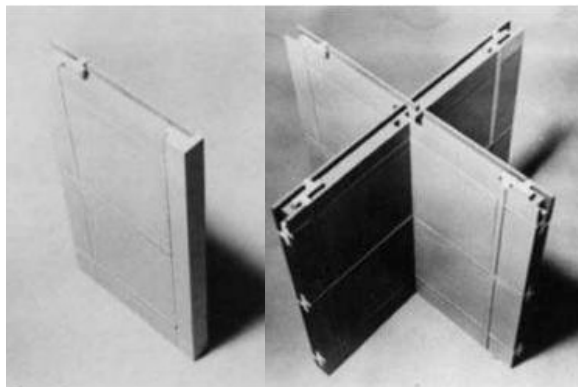


Fig. 7. General Panel Corporation

A partir de 1942, Wachsmann, junto a Gropius, desarrollaron un nuevo sistema de prefabricación viviendas; con referencia en sus trabajos previos. Basado en la construcción de madera; en el que se muestra el valor de una experiencia en torno a la industrialización y comercialización planificada, frente a una construcción convencional con el objetivo de lograr una integración en la construcción y economía del proyecto como un proceso unitario.<sup>38</sup>

Poco después de su llegada a Nueva York, Wachsmann, fue capaz de hacer realidad su versión del sueño americano. Con Gropius, fundó el General Panel Corporation, (fig.7) la primera fábrica para producir en masa los elementos de construcción prefabricados. Cinco trabajadores no calificados podrían ahora en ocho horas la construcción de una casa que no sólo era asequible, sino que podrían ser ocupadas inmediatamente.<sup>39</sup>

La Casa del General panel, que entró en la historia de América como la “casa de sus sueños en tiempos de paz” (“peace-time dream house”), se basaba en los principios que Wachsmann ya había desarrollado en Alemania y durante su año exilio en Italia y Francia.

“Partes estandarizadas que deben ser intercambiables para uso en diferentes tipos de casas.” Ahora la base de un esquema de este tipo, bien concebido y presentado, se puso delante de él. Y sólo podía tener un resultado: una decisión por Walter Gropius y Wachsmann para dedicar todas sus energías en un esfuerzo concertado para desarrollar la propuesta en toda su potencialidad. Gropius, por supuesto, tenía muchas otras obligaciones, por lo que su compromiso directo era limitado, pero Wachsmann era libre para darle al proyecto toda su atención en ese momento. A esta tarea se dedicó en un estudio de diseño creado en el sótano de la casa de Gropius.

<sup>38</sup> WACHSMANN, Konrad, Building the wooden house. Technique and design, Op.cit., p.14

<sup>39</sup> BERGDOLL, Barry y CHRISTENSEN, Peter, Home Delivery: Fabricating the Modern Dwelling, the Museum of modern Art, New York, 2008.

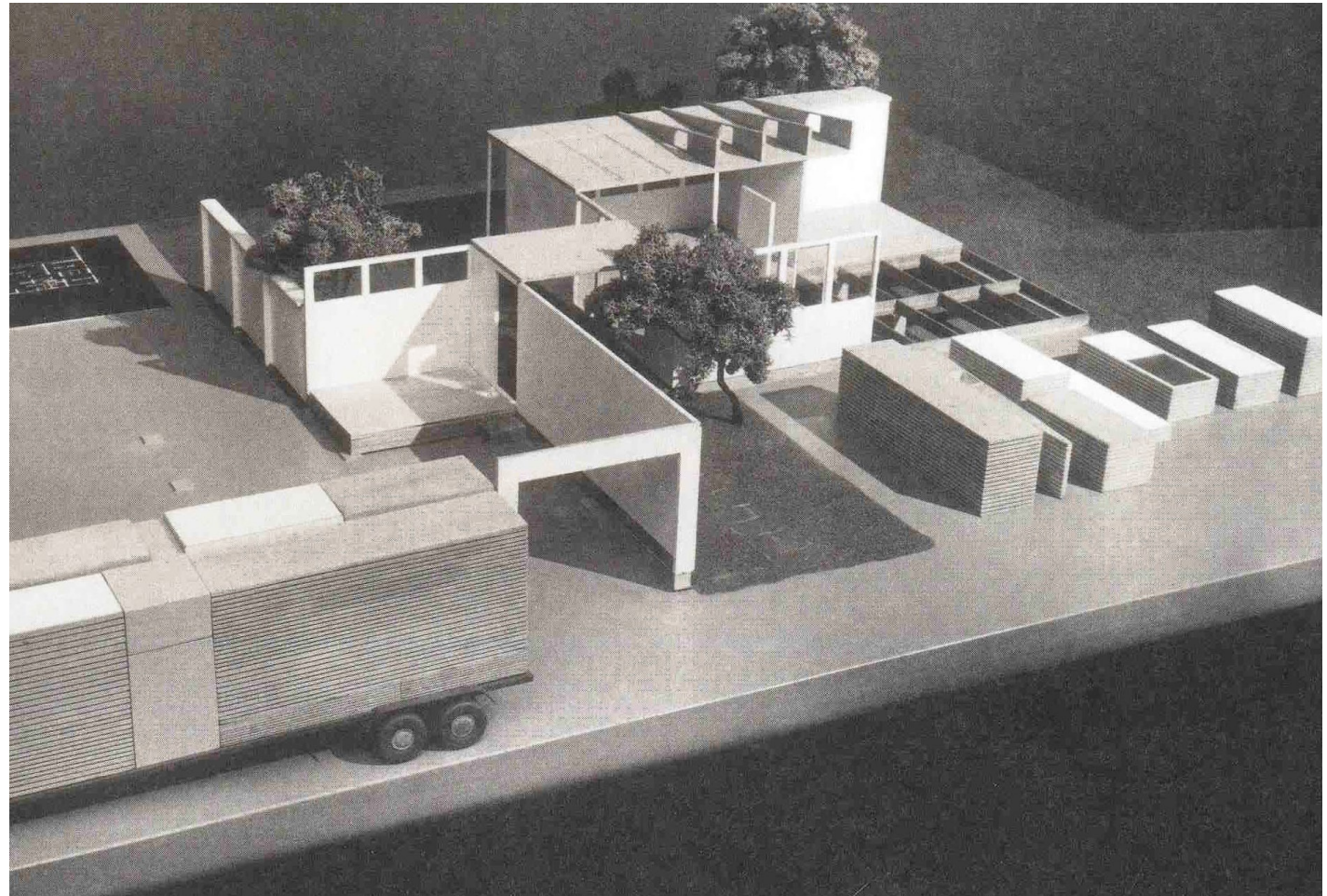


Fig.8. Proceso de montaje y desmontaje de paneles lugar de construcción

Prefabricación ligera por paneles enfocados en la vivienda.

The Packaged house.

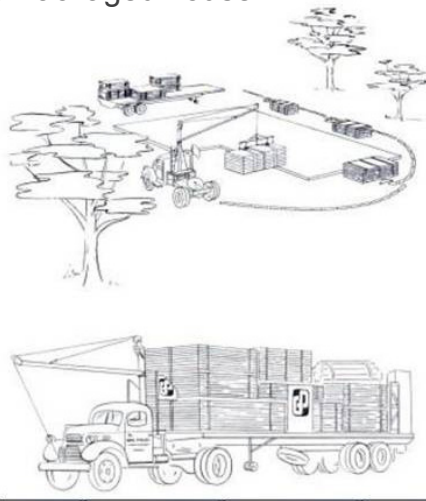


Fig.9. Montaje de la Packed House, obra de Walter Gropius, Konrad Wachsmann, 1942.



Fig.10. Gropius y Wachsmann dirigiendo en Long island una de las primeras realizaciones experimentales por el sistema Packaged House, 1942

El “General Panel System” vendrá caracterizado por su ensamblaje y modulación, dando respuesta a la necesidad de construir viviendas para tiempos de guerra (Herbert, 1965). Fáciles y rápidas de montar. Compuestas por elementos prefabricados, estandarizados, empaquetados, y servidos a pie de obra: las “Packaged Houses”.

Este novedoso sistema resume el concepto de industrialización que Gropius venía persiguiendo años atrás: “la idea de industrializar la construcción de viviendas debe basarse en la repetición de unos mismos componentes, de su estandarización, lo que significa una producción masiva de estos elementos que abaratará los costes’.<sup>45</sup> La flexibilidad del sistema permite múltiples posibilidades y combinaciones de montaje y es aquí donde está la clave para resolver infinidad de programas.

Este sistema es similar al de las casas de cobre en Hirsch (1931). El elemento base son paneles de madera que son utilizados en las paredes, los techos, el suelo y la cubierta. La intención del sistema era diseñar el elemento constructivo prefabricado posible, preparado para un fácil ensamblaje en obra por operarios no cualificados en estructura de una o dos plantas (fig.9).

Wachsmann ya había producido unos dibujos en el exilio en Francia y pasó sus primeras semanas en los EE.UU. Convirtiendo los dibujos de metros a pies y pulgadas, con la esperanza de hacer el proyecto viable comercialmente en los Estados Unidos. Desarrolló una paleta de diez tipos diferentes de paneles de 40-por-120-pulgadas establecidos en tres dimensiones, paneles espacio-marco de 40 pulgadas que forman todas las superficies horizontales y verticales.<sup>46</sup>

<sup>45</sup> NERDINGER, Winfried: The Walter Gropius Archive : an illustrated catalogue of the drawings, prints, and photographs in the Walter Gropius Archive at the Busch-Reisinger Museum, Harvard University. Nueva York: Garland, 1990, volumen 3.

<sup>46</sup> BERGDOLL, Barry y CHRISTENSEN, Peter, Home Delivery: Fabricating the Modern Dwelling, the Museum of modern Art, New York, 2008.

Un sistema de construcción modular universal, que consta de paneles portantes, resistente al agua externamente, enrasado con paneles internos, con aislamiento térmico, y combinando libremente (como lo indican los planos, secciones, alzados y detalles) para generar un plano de la casa se adhiere a una rejilla modular tridimensional rectilíneo.

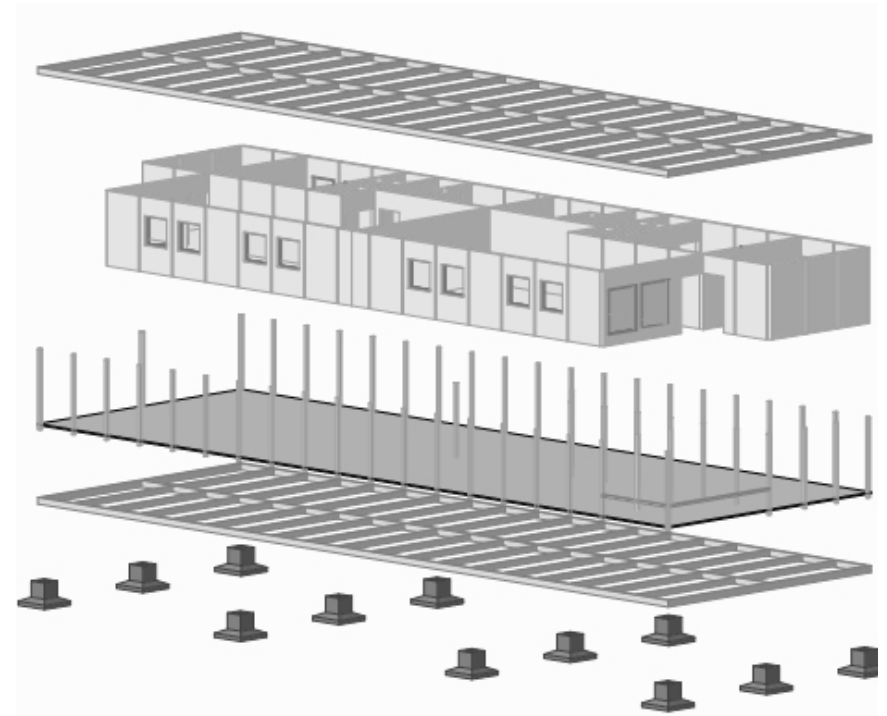
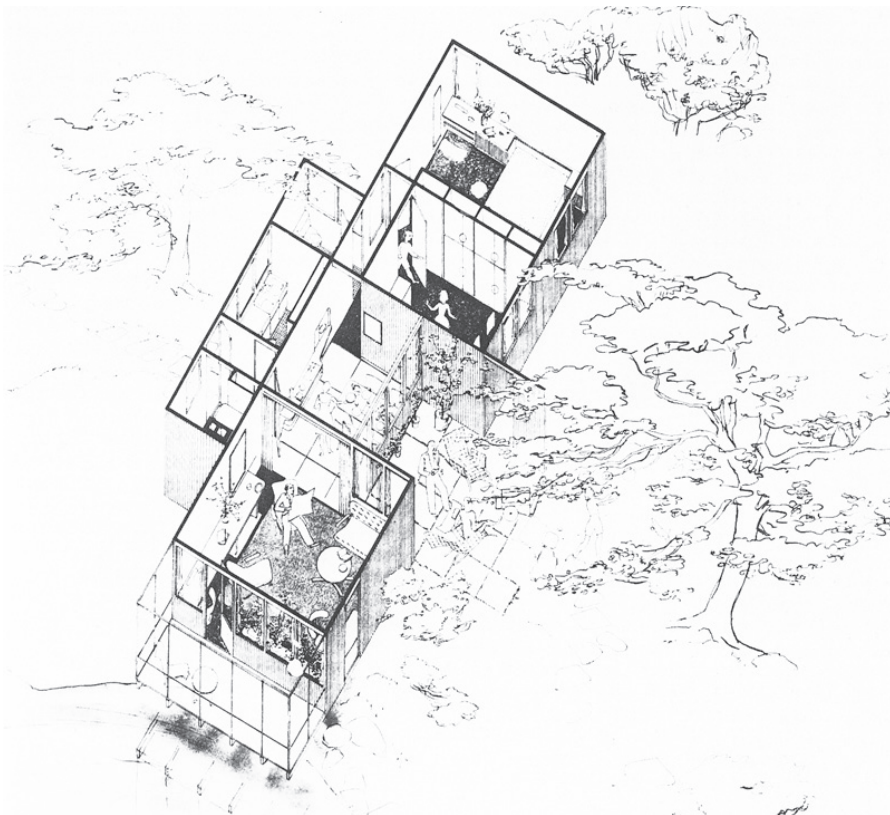


Fig. 11. Esquema de proceso de piezas en construcción.

Sistema de Conexión.



Fig.12. Elementos conectores de la Panel system

Una de las características constructivas más significativas e innovadoras del sistema: era que sus elementos estandarizados podían ensamblarse en más de dos direcciones. De esta manera, la tercera dimensión entraba en escena gracias a este nuevo sistema, puesto que los mismos paneles podían ensamblarse vertical y horizontalmente, para formar paredes, suelos y techos.<sup>47</sup> La idea básica de este sistema, es que se pudieran construir diferentes tipos de viviendas con componentes estándar, de proporciones menores y de fácil ensamblaje. De manera que con el tiempo se pudieran seguir añadiendo módulos a la vivienda y de esta forma la planta creciera dependiendo de los requerimientos de cada familia.(Fig. 12)

Esto era posible, gracias a un sencillo sistema de conexión que permitía una unión en cuatro direcciones, es decir, en uniones tanto de cerramientos entre sí, en varias direcciones como de suelos y particiones.

Los elementos de conexión utilizados eran clips/grapas metálicas enganchables ó engatilladas, que permitían cualquier variación en las conexiones, tanto horizontales como verticales. Se superaba el ensamblaje ordinario de pasadores atornillados y se conseguía un montaje en seco y por encaje de todas las piezas, sin clavos ni tornillos (fig.13,14).

<sup>47</sup> Herbert, G. 1981. The Packaged House: dream and reality. Haifa: Technion-Israel Institute of Technology, Faculty of Architecture and Town Planning, Documentation Unit of Architecture.



Wachsmann desarrolló un marco que podría ser utilizado ya sea como una pared o elemento de suelo a pesar de que el apoyo requerido de estos elementos varía en términos de soporte de carga, rigidez y estabilidad lateral.

Los elementos de suelo se colocan sobre un subsuelo en forma de marco. Con esto, la transición se completa entre el método que utiliza elementos individuales prefabricados y el sistema modular en el cual el principio de unión (rotación) se convierte en el dominado principio arquitectónico, mientras que el método real implicado (el uso de la articulación de hierro) desaparece de la vista.

El alma del sistema está en dos piezas básicas: las conexiones y los paneles.

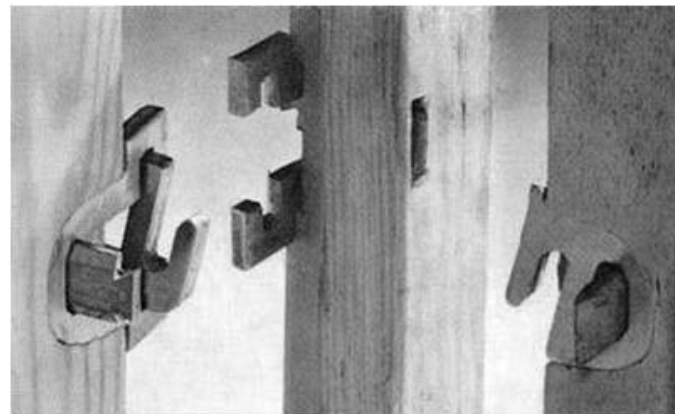


Fig.13. Posición relativa de los elementos metálicos del conector en relación a los rebajes en el canto de los paneles, Waschmann, 1961

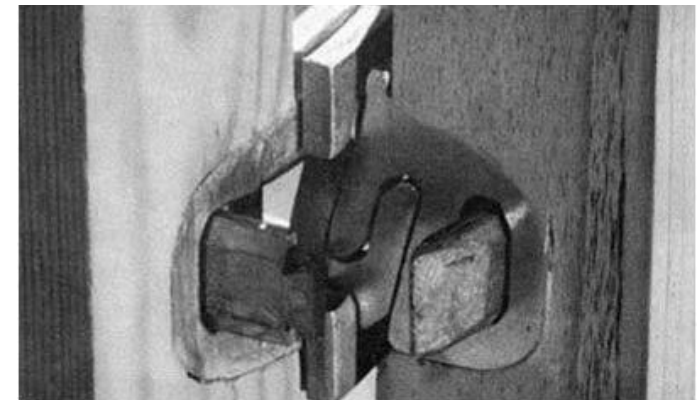
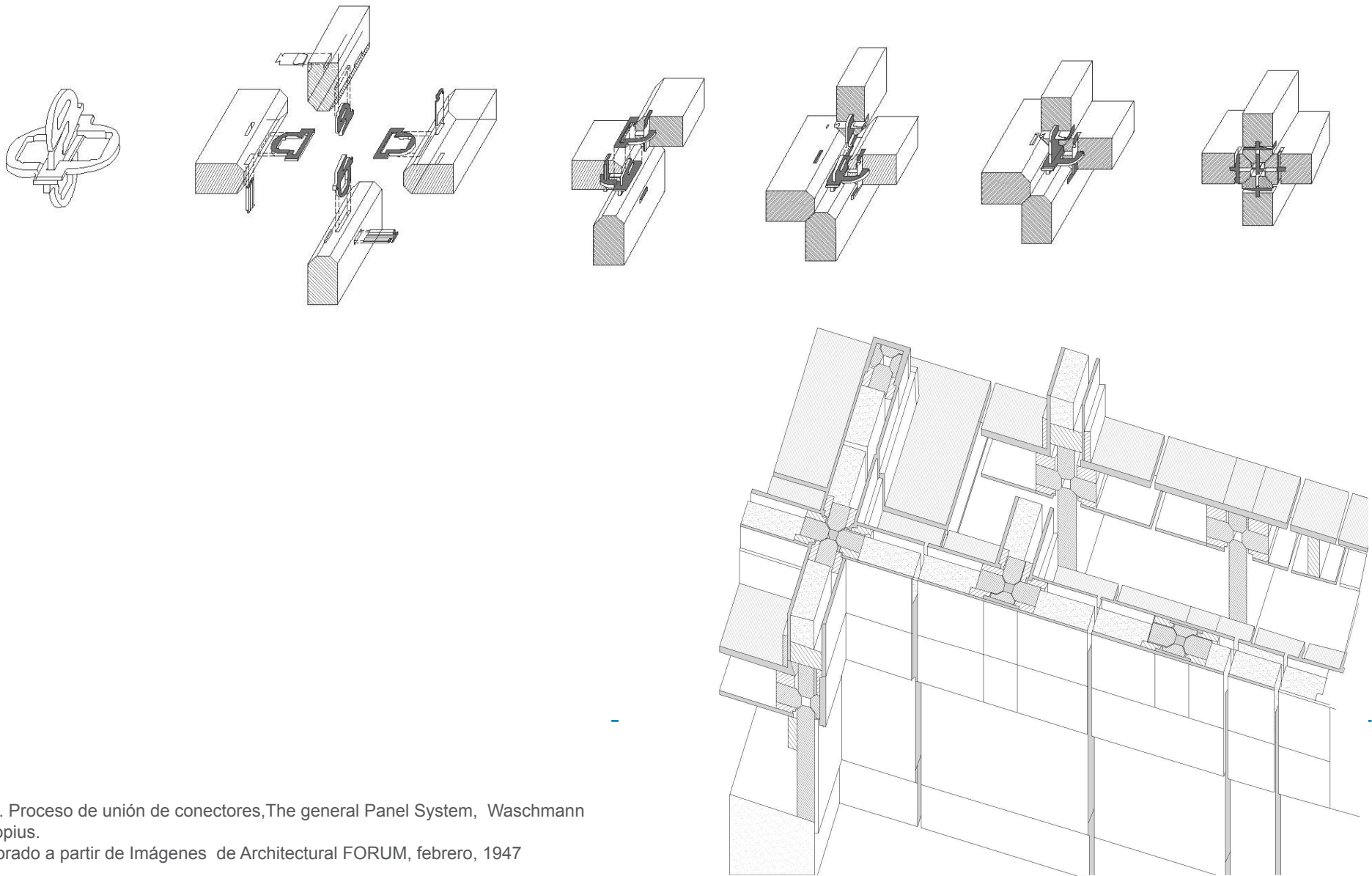
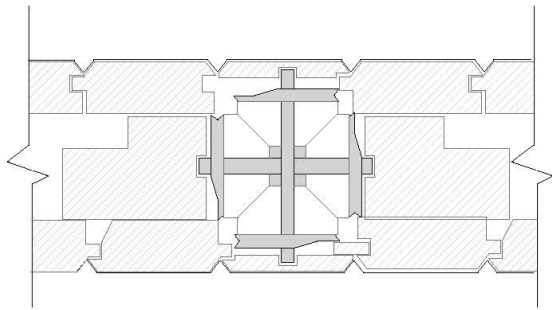


Fig.14. Cierre del conector por resorte en una unión ortogonal de cuatro paneles, Waschmann, 1961.

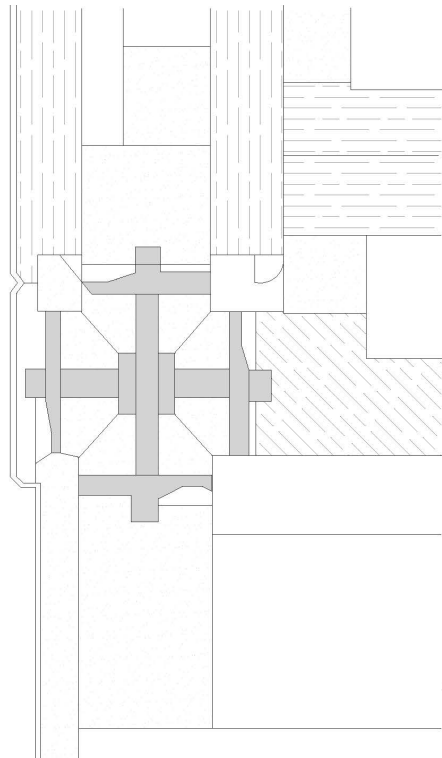


P. 16. Proceso de unión de conectores, The general Panel System, Waschmann y Gropius.  
Elaborado a partir de imágenes de Architectural FORUM, febrero, 1947

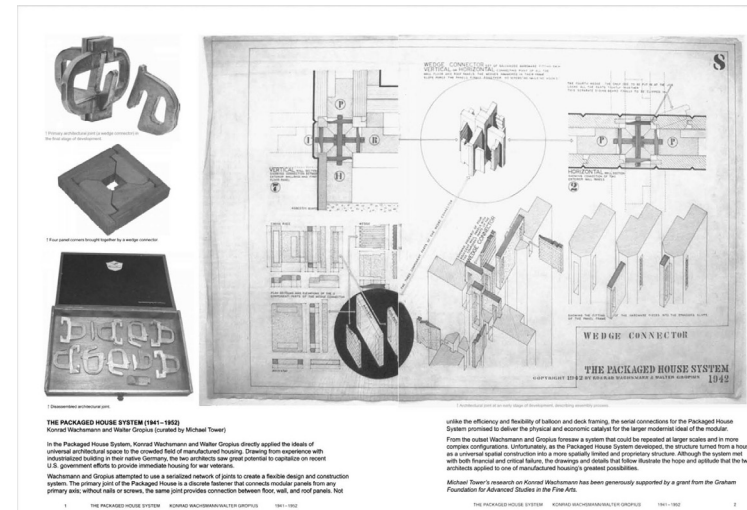
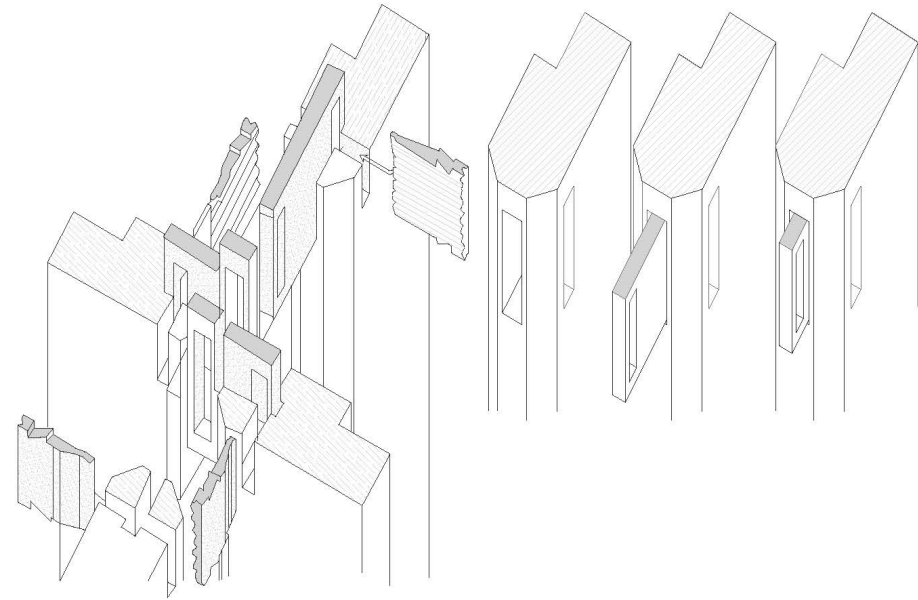
Prefabricación ligera por paneles enfocados en la vivienda.



Sección Horizontal



Sección Vertical



P.17. The Packaged House System (1941-1952). K. Wachsmann y W. Gropius. (Perspecta, Vol.34, 2003).

Prefabricación ligera por paneles enfocados en la vivienda.

Ensamblaje de piezas

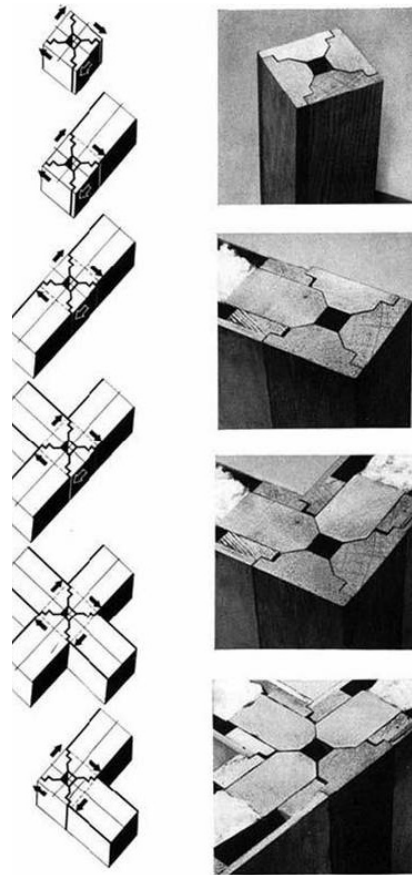


Fig.15. Cierre del conector por resorte en una unión ortogonal de cuatro paneles, , Waschmann,1961

Los paneles se ensamblaban con el discreto sistema de conexión durante su construcción, de manera que la vivienda tomaba forma a voluntad de sus clientes: éstos formaban parte del proceso de diseño.

En las imágenes expuestas se representa el modelo de conexión, (fig. 14) así como todos los paneles y elementos con los que contaba el sistema en uno de los edificios dibujados a modo de ejemplo que, representa de una mejor manera las infinitas posibilidades de elementos que permitía el sistema.<sup>48</sup>

El nuevo sistema utiliza una celosía espacial, cuyos paneles tienen la particularidad de presentar las esquinas cortadas a 45', de modo que puede unirse a cualquiera de las articulaciones y bisagras Y, en tres dimensiones.<sup>49</sup>

Todos los paneles están basados en un mismo módulo dimensional base elegido era de 40" (~ 1 m), que incluía un módulo interno de 4" (~ 10 cm) generando, entonces multitud de paneles modulados para conformar el suelo de las viviendas, cerramientos o combinaciones de huecos, techos, así como cubiertas planas o inclinadas.(fig.15) La unión se aseguraba mediante los mencionados ganchos de resorte que se cerraban en el hueco central del ensamblaje, tres en cada lado largo de panel y uno en el corto.<sup>50</sup> Los tableros eran autoportantes y su ensamblaje idéntico en las tres direcciones del espacio. Sólo se precisaban estructuras especiales para separar el forjado de planta baja de la solera de cimentación y crear las cerchas de cubierta sobre los paneles de falso techo. Aún en esos puntos el ensamblaje era idéntico al empleado entre paneles (Wachsmann 1961). (Fig. 43).

<sup>48</sup> WACHSMANN, Konrad, Building the wooden house. Technique and design, Op.cit., p.22

<sup>49</sup> NERDINGER, Winfried, Walter Gropius: Opera completa, / Milan: Milano Electa, 1989, p.214-215

<sup>50</sup> BERGDOLL, Barry, Home Delivery: Fabricating the Modern Dwelling, [publ. in Conjunction with the Exhibition "Home Delivery: Fabricating the Modern Dwelling", at the Museum of Modern Art, New York, July 20 - October, 20, 2008 ...], Parte 1 p.82

El resultado, además, mostraba que este módulo podía permitir todo tipo de combinación, pudiéndose configurar así desde una planta libre hasta una totalmente compartimentada. (fig.16)

Los nuevos sistemas industrializados también tuvieron sus críticos. Había quienes los consideraban dogmáticos, impersonales y rígidos con respecto a las aspiraciones personales de los proyectistas. Otros se interesaban por las propuestas más recientes no porque desearan contribuir al avance de la industrialización, sino porque veían en ellas unas imágenes nuevas que se podían utilizar a favor de un nuevo estilo de arquitectura; querían que se les considerase modernos.<sup>51</sup>

Sin embargo la visión de la vivienda como producto, resultado de una planificación rigurosa de la línea continua de montaje y sujeto a criterios de eficiencia y economía, resulto en influencia decisiva en el desarrollo de la prefabricación y la construcción modular, junto con las experiencias americanas.

Porque si algo caracterizaba y elevaba al General Panel System sobre otras propuestas era su ensamblaje mediante conectores metálicos tipo gancho que alojados en rebajes en los cantos de los paneles permitían dos o tres variaciones en la conexión entre éstos. El mecanismo de unión evolucionó desde la propuesta francesa tridimensional a la depuración máxima de la patente, bidimensional y práctica.<sup>52</sup>

El ensamblaje era tremendamente simple y permitía el montaje y desmontaje de una vivienda unifamiliar de una planta de proporciones medias en un único día con una pequeña grúa y pocos operarios. Los marcos macizos perimetrales de los paneles tenían un perfil triangular quebrado característico, de forma que al unir cuatro paneles ortogonales se reconstituía un montante cuadrado ideal. La unión se aseguraba mediante los mencionados ganchos de resorte que se cerraban en el hueco central del ensamblaje, tres en cada lado largo de panel y uno en el corto.

<sup>51</sup> STRIKE, James, Sistemas industrializados modernos en: De la construcción a los proyectos, Op.cit., p.142.

<sup>52</sup> BERGDOLL, Barry, Home Delivery: Fabricating the Modern Dwelling, [publ. in Conjunction with the Exhibition "Home Delivery: Fabricating the Modern Dwelling", at the Museum of Modern Art, New York, July 20 - October, 20, 2008 ...], Parte 1 p.82

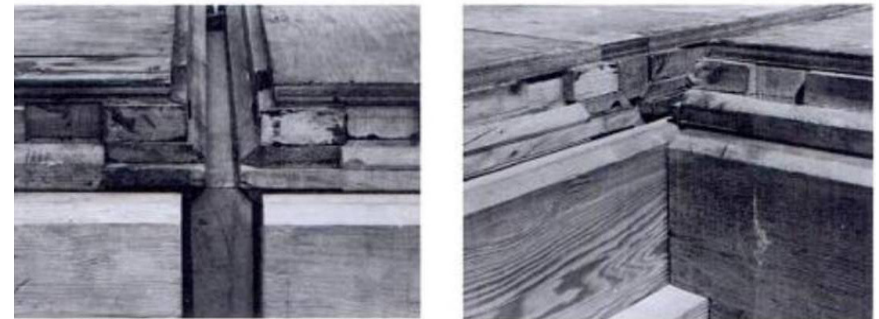
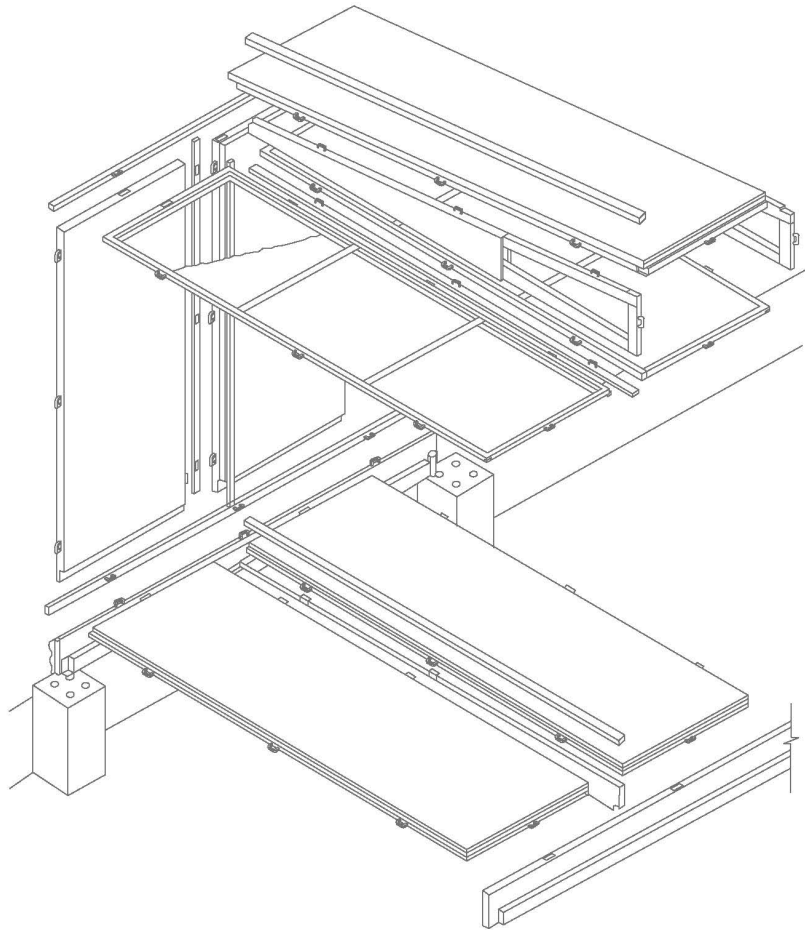
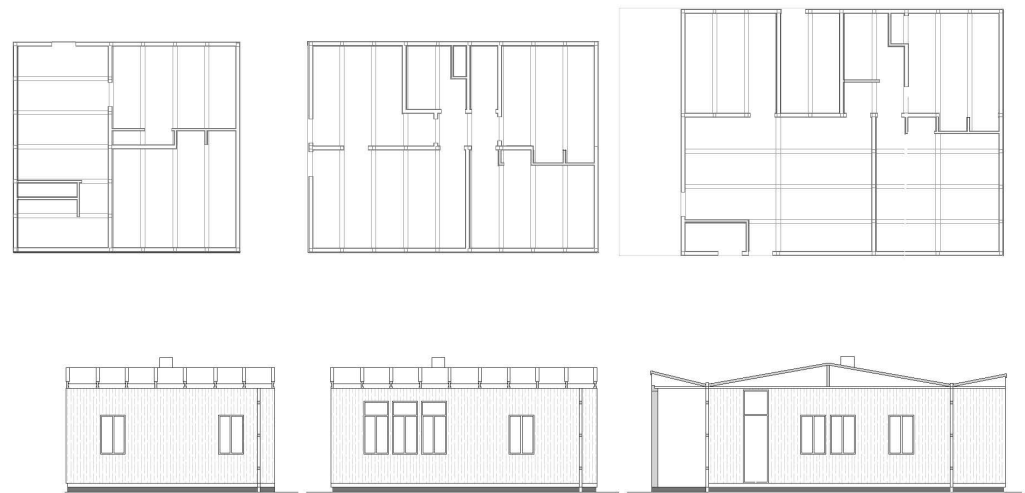


Fig. 16 Sistema de fundación de las esquinas



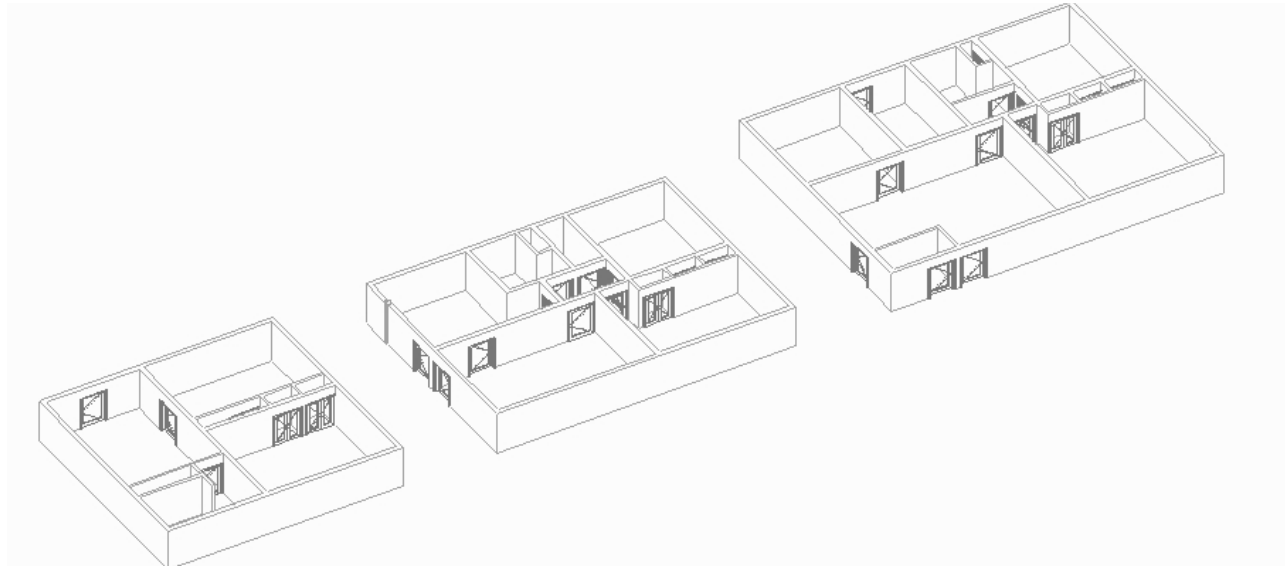
P.18 Diagrama de interrelación entre los distintos paneles y los elementos de ensamblaje, The Packaged House (Waschmann 1961)

En las uniones de dos paneles en esquina, de dos paneles en fachada o de tres paneles en T se necesitaban montantes extra, uno o dos, para cerrar el cuadrado ideal de la unión. Se superaba el ensamblaje ordinario de pasadores atornillados del Método Panel y se conseguía un montaje en seco y por encaje de todas las piezas, sin clavos ni tornillos.



P.19 Planta tipo y posibles ampliaciones, siguiendo la modulación establecida en los paneles que permite facilidad de montaje

Wachsmann así como Gropius entienden el ensamblaje y el módulo como los pilares de cualquier sistema de construcción. Para la coordinación modular tan importante es la propia dimensión del elemento panel como la distribución geométrica de puntos en los que dichos paneles se conectan. Se debían integrar el módulo de juntas y el módulo del panel elemental que no tenían que ser iguales pero sí proporcionales (Wachsmann, 1961).



P.20. La modulación establecida en los paneles que permite facilidad de montaje

El módulo dimensional base elegido era de 40 pulgadas (~ 1 m), (106.6 cm) que incluía un módulo interno de 4" pulg. (~ 10 cm) por recomendación de la industria. Según esa métrica se modulaban los paneles y los puntos de enganche entre los mismos.

Detalle de Paneles

Gropius llevó a cabo las formalidades de tener la patente del sistema, y en 1942 ya se había presentado una solicitud. A pesar de la solicitud de patente reivindica la novedad del conector, que la innovación fundamental del sistema, los puntos subrayados en los objetivos del sistema eran mucho más completo: "La invención tiene como objetivo transferir la mayor parte de la mano de obra necesaria en la construcción, de la sede del propio edificio a una fábrica. (fig.17) "Con el fin de lograr este objetivo," unidades o secciones estándares, cada una compuesta fundamentalmente de un duplicado de la otra "se utilizan para que" cualquier sección o marco se puede intercambiar con cualquier otro. "En este sentido, el sistema fue concebido como universal, con un potencial infinito para la combinación de un conjunto de paneles estándares (siendo las verticales de soporte de carga) entre sí en tres direcciones.

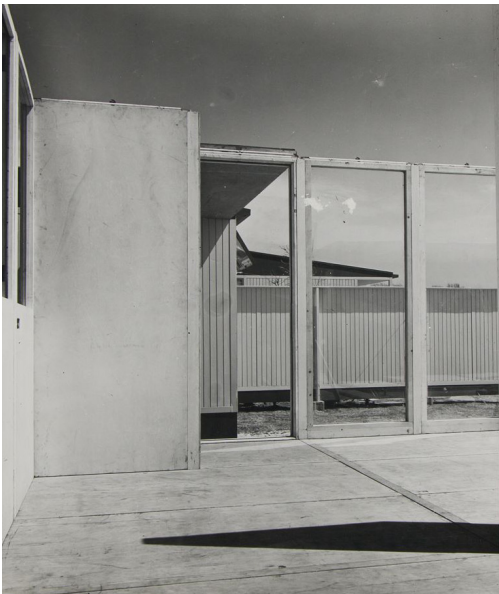
El producto principal de esta línea de producción fue el panel básico universal del sistema: 8 pies de altura y 3'4 "de ancho, de madera enmarcada y con puertas o ventanas, era a la vez la estructura y el cierre, del panel modular. El cual dio un esquema de su flexibilidad, un elemento elegante pero derrochador, con un alto grado de redundancia estructural en el entramado de madera, y de un tamaño que exigía "hojas de madera contrachapada, en lugar de la estándar de 48", el piso, los paneles y el techo eran unidades de largo de una sola cara, con frontones por paneles angulares y cerchas. Gropius ideó un diseño flexible como "crecimiento y disminución de la casa" con elementos modulares del panel general.



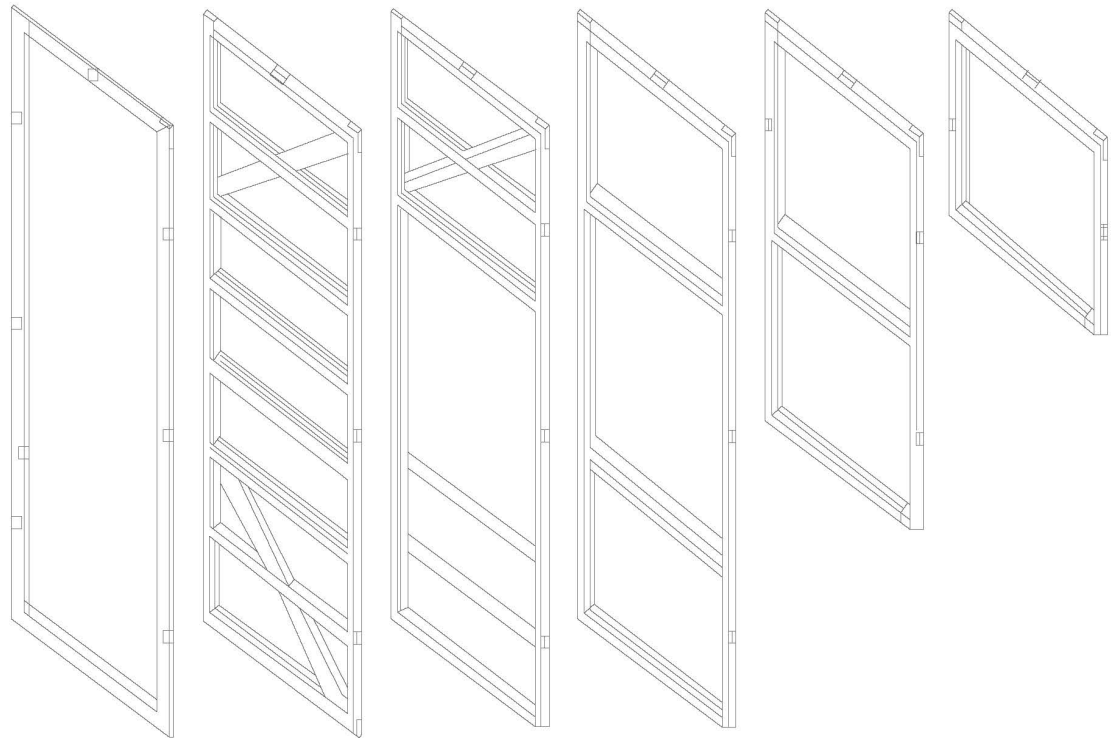
Fig. 17. Paneles almacenados en fábrica para transporte.



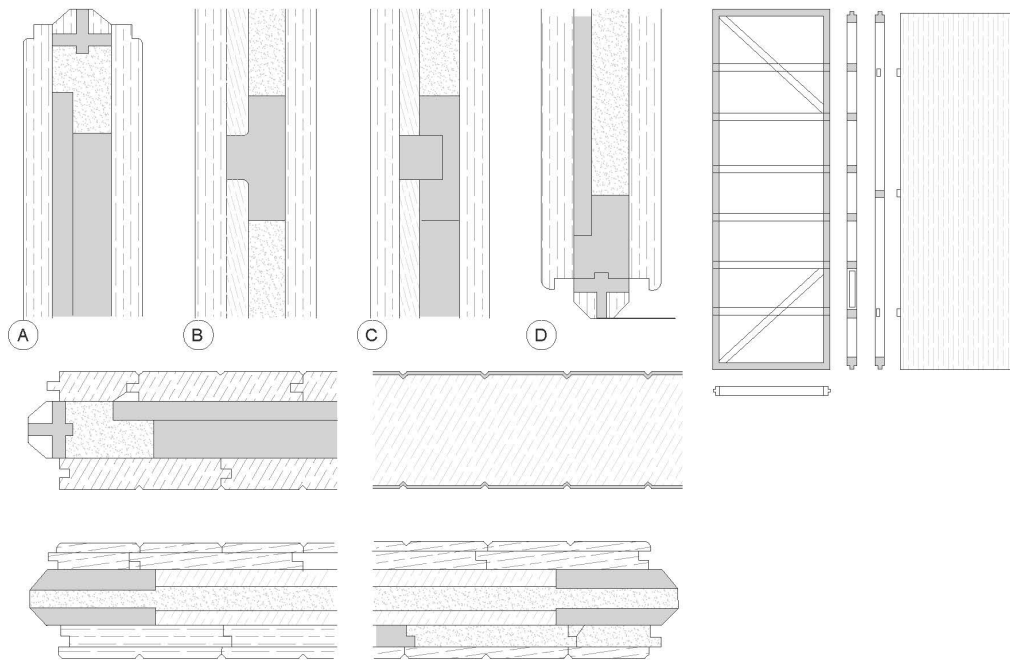
También se había inventado una patente de panel sándwich, por George E. Swenson, que comprende envolturas de láminas de asbesto y un núcleo de dos o tres hojas de fibra vulcanizada. Convencido de que había un futuro en este nuevo componente de construcción (Cemesto, como se llamaba), el futuro parecía brillante cuando la Fundación John B. Pierce lo utilizó como sustituto para contrachapado en su sistema de construcción horizontal experimental para las casas prefabricadas. Este sistema de construcción, podemos notar, de paso, había sido de interés para Walter Gropius en el momento en que la Casa de Unidades estaba siendo desarrollado. Donde se pasaba de un sistema experimental a la realidad en 1941.



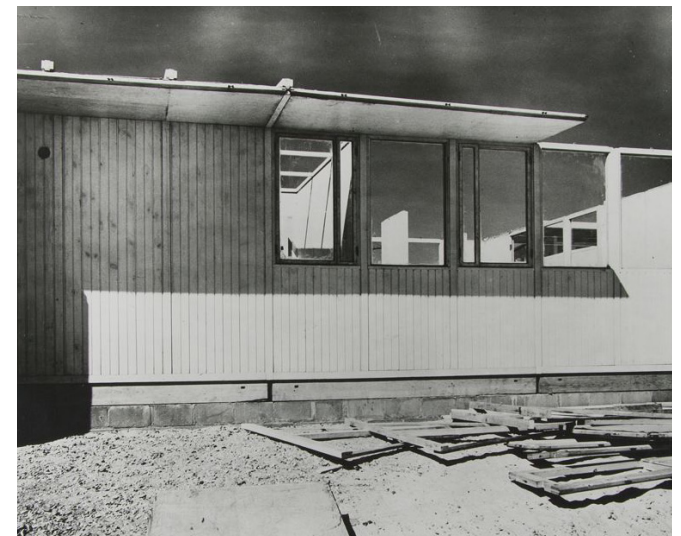
P.21 Esquema de marcos de paneles, 1942



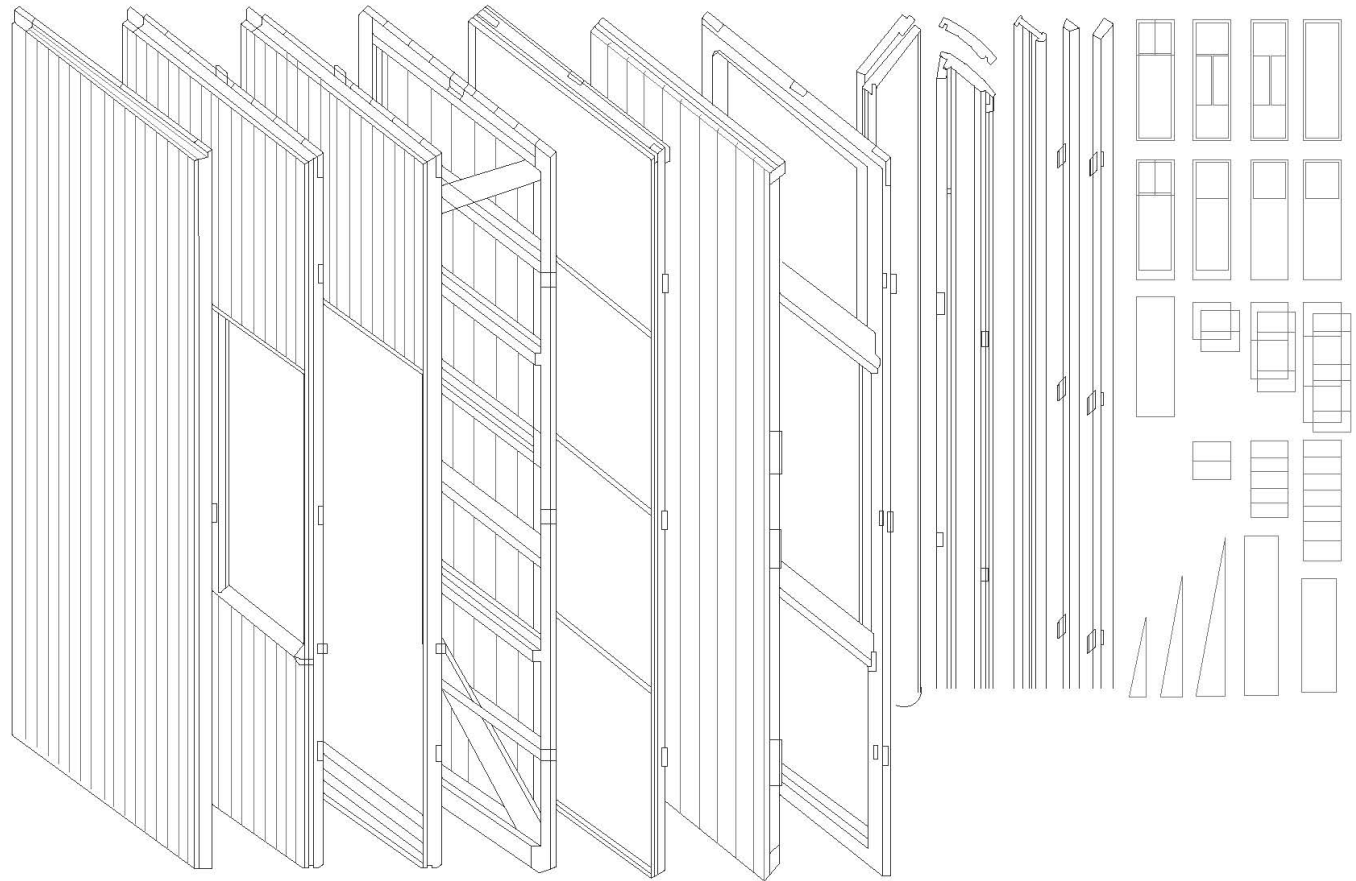
Detalle de Paneles



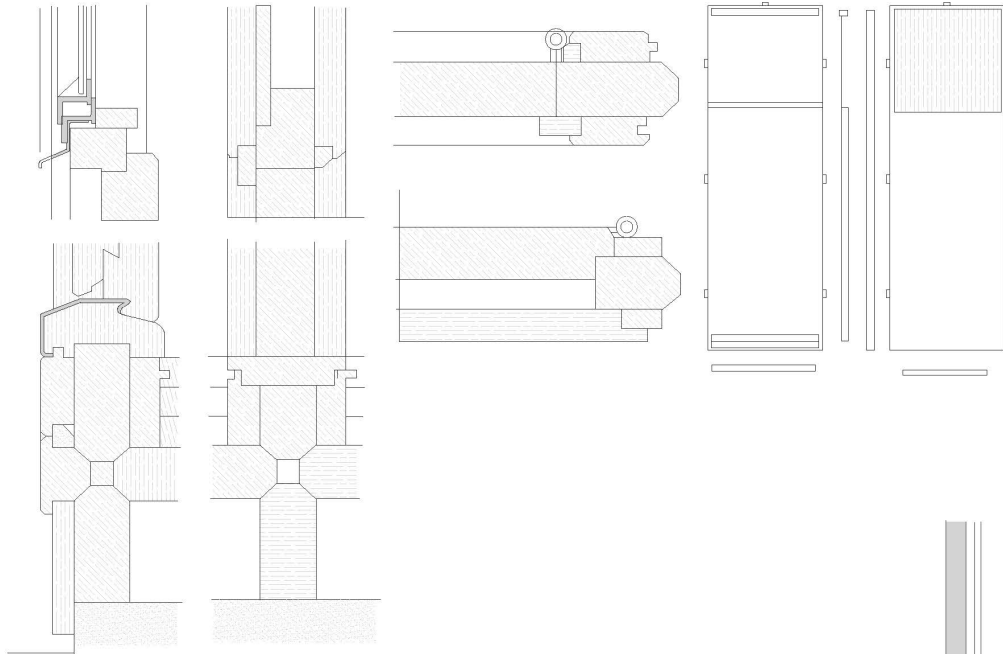
P.22 Detalle Panel de Pared  
The Wall Panel



Prefabricación ligera por paneles enfocados en la vivienda.



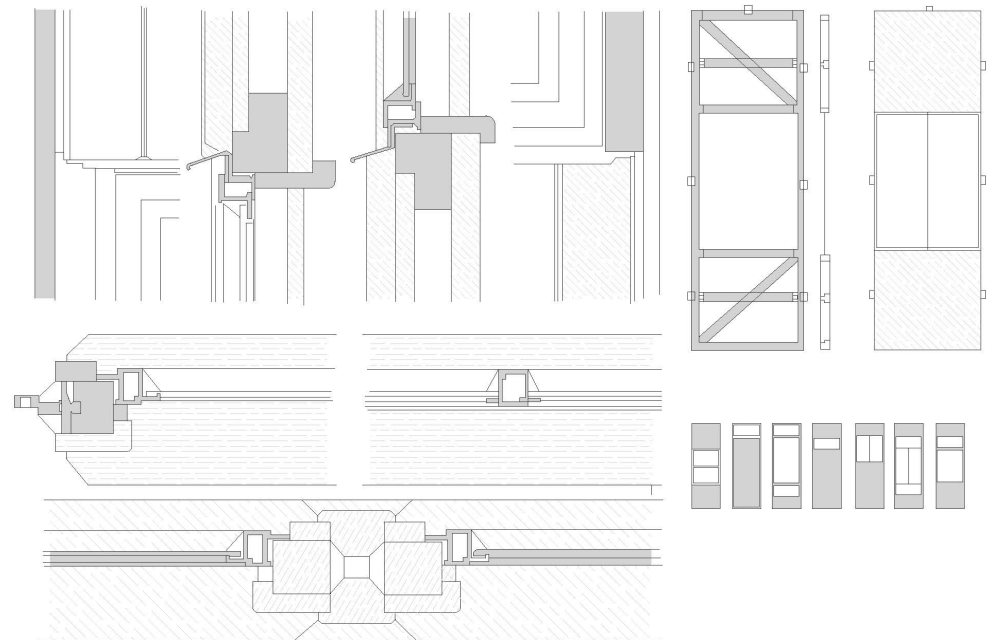
P.23 Producción de panel en  
fábrica



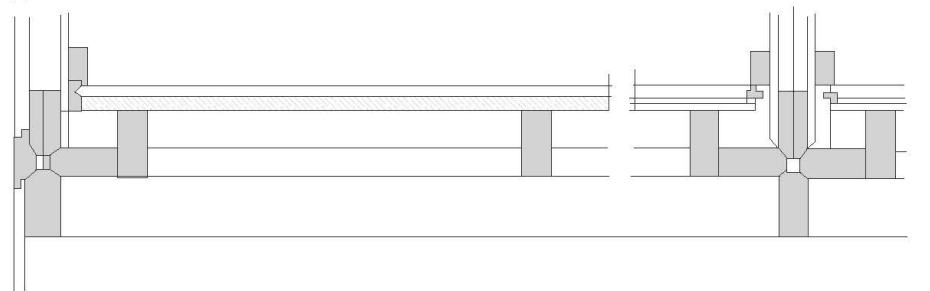
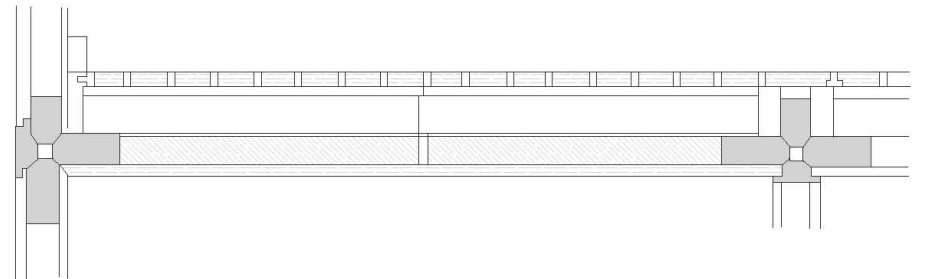
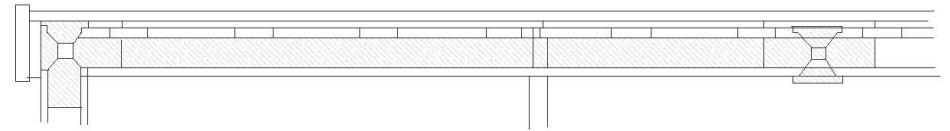
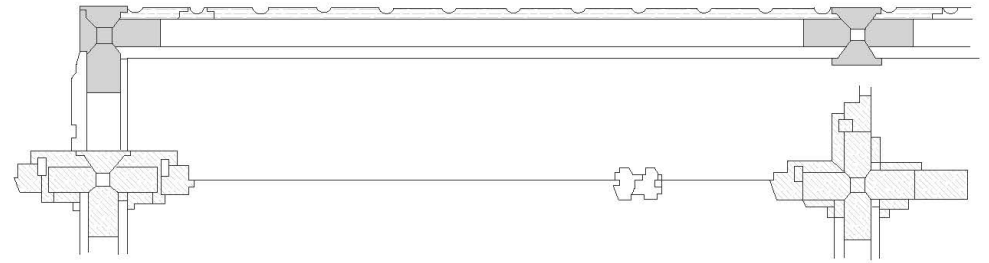
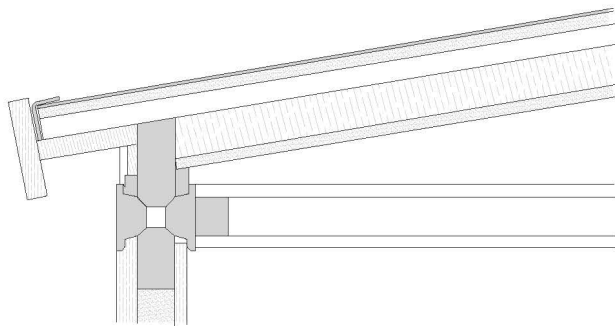
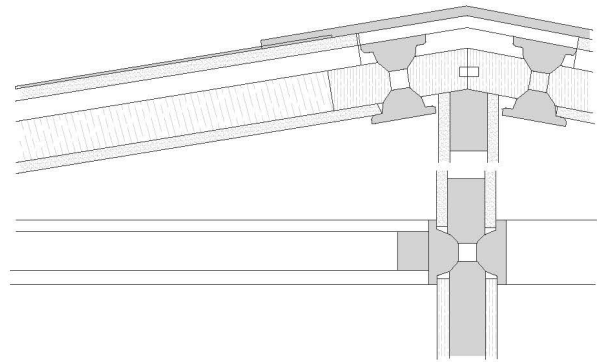
P.24 Panel de Puertas  
The Door Panel



P.25 Panel de ventana  
The Window Panel



Prefabricación ligera por paneles enfocados en la vivienda.



P.26 Detalle de cubierta



Las partes estructurales. Desde Fábrica.

Las partes estructurales, como columnas y los marcos, se moldean a partir de madera sólida de excelente calidad, bajo un procedimiento costoso. Con tiras de relleno, que comprenden miembros estrechos, las cuales sirven para compensar una, dos, o tres combinaciones de paneles, donde es sustituido por los paneles que faltan de los cuatro miembros universales. Estos fueron los elementos que componen las piezas del kit, fuera de los cuales se podría lograr idealmente cualquier diseño lineal y recto basado en un módulo de 3'4 ".

Estos procesos son repetitivos y muy adaptados a la producción de la línea recta, ya que la junta universal significa que todos los paneles, sea para suelos, paredes, tabiques, techos o límites máximos, son estructuralmente similares desde el punto de vista de la producción.

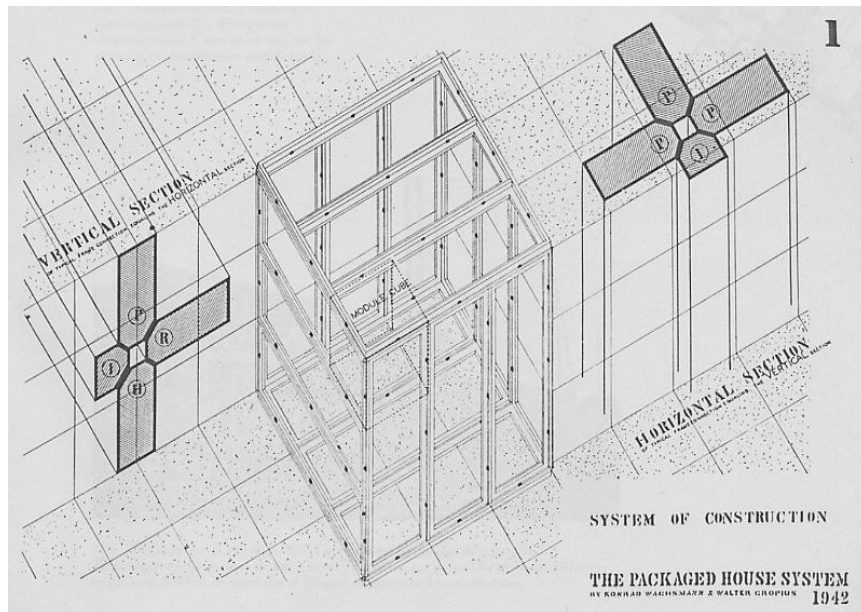
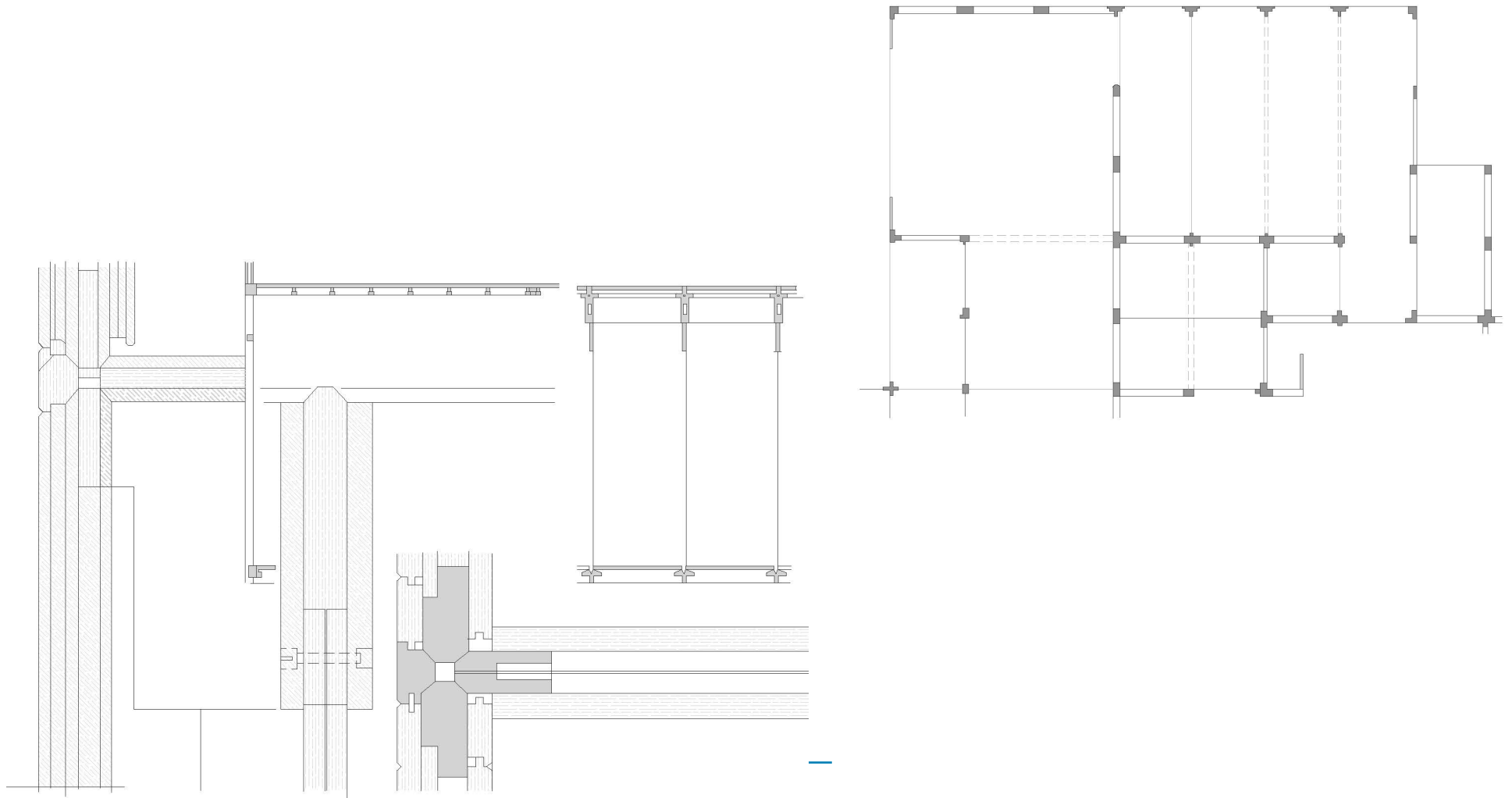


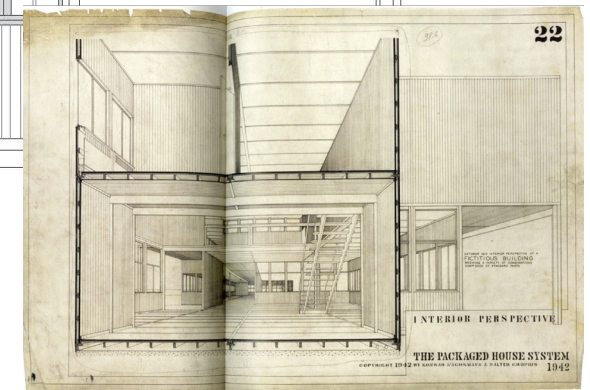
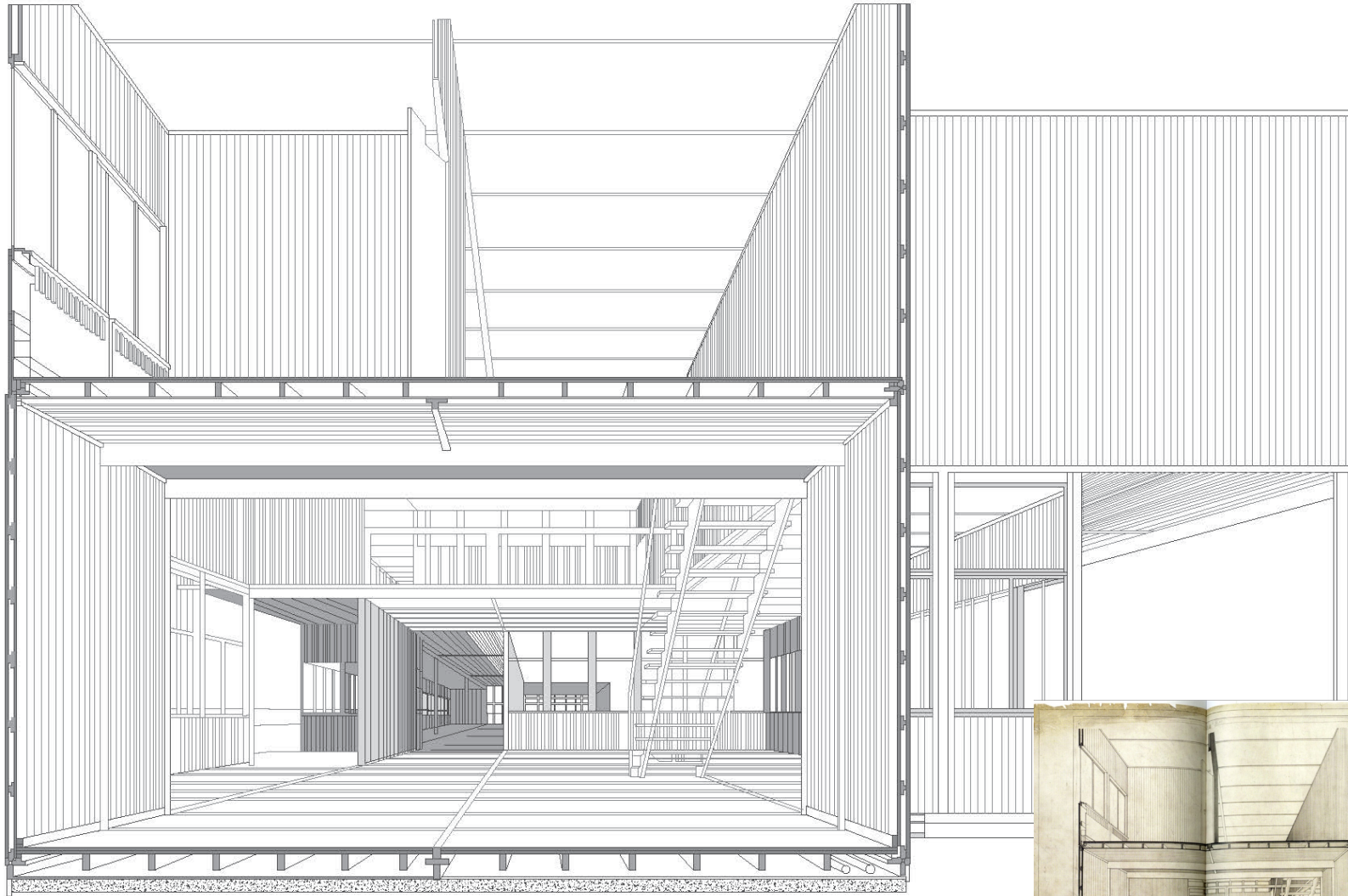
Fig. 18. Detalle del Packaged house estudiado por Gropius y Wachsmann para la General Panel Corp.1942.

Todos los componentes, los armazones, los elementos estructurales, las tiras de relleno, se tomaron luego de tener sus conectores de acero fundido a presión. Los marcos pasaban por esparcidores de cola y se colocaban a continuación en las plantillas de acero; el aislamiento en caso necesario se insertaban, con láminas de contrachapado de abeto llegados por el transportador, (fig.18) todo el panel de revestimiento pasa por una prensa electrónica que le da mejor condición y soporte.-

En todos los elementos se hacen varias capas de pintura, luego los elementos estructurales, y tiras de relleno eran apilados, listos para ser cargados en camiones, “salían de fábrica completa con sus marcos, puertas, cristales, trampillas, rejillas de ventilación, sus aberturas especiales, cableado oculto, y todos los conectores” listo para el montaje final sobre el lugar. En la fábrica, a pesar del alto grado de mecanización, se planeó emplear a unas 500 trabajadores.



P.27 La junta o viga  
The joist or beam



P.28 Vista Interior y exterior de un edificio ficticio, mostrando una variedad de combinaciones compuestas de partes estandares, The packaged house sistem, Konrad Wachsmann y Walter Gropius, 1942.

Prefabricación ligera por paneles enfocados en la vivienda.



## Primer Prototipo en Somerville

La casa se muestra a un grupo de invitados en Somerville, Massachusetts, 1943. Gropius recibió a altos funcionarios que asistieron, junto con los arquitectos interesados e ingenieros.

Esta reunión fue impresionante, ya que la casa de demostración fue montada, y luego bajada de nuevo, todo en un día. (fig.19)

Esta casa, que había sido hecha a mano en Boston, fue planeada de acuerdo con las normas de espacio y los requisitos de una unidad de vivienda temporal.

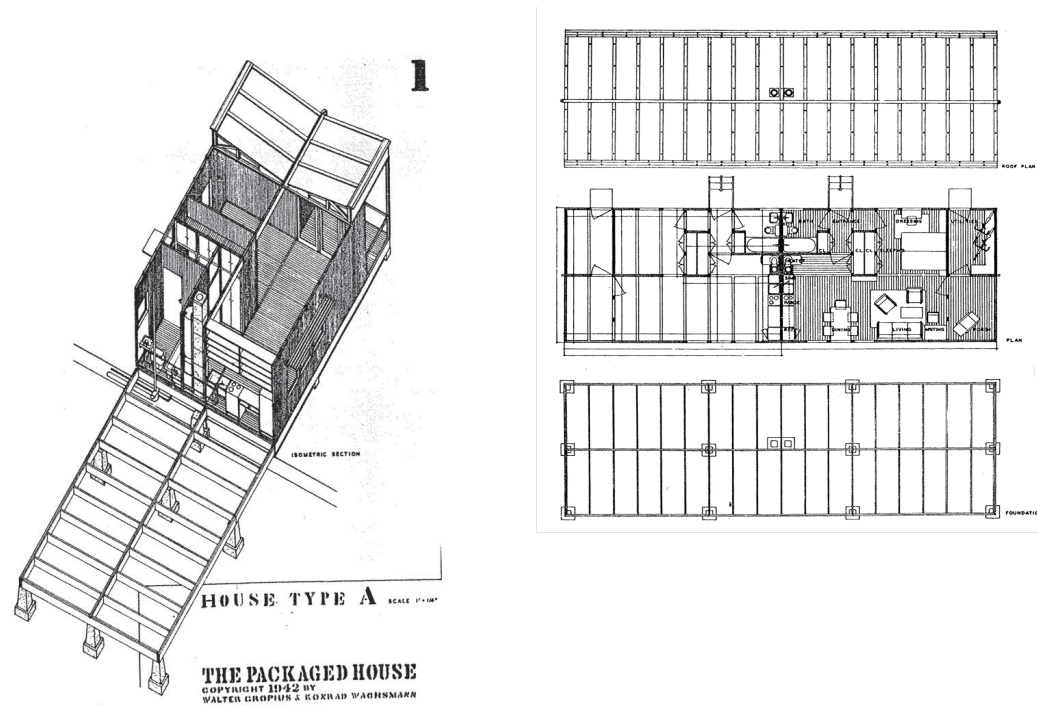
También completados en este momento eran los dibujos Para un cuartel de construcción prefabricado, utilizando componentes estándares del Panel General. Gropius y Wachsmann se emocionaron con los progresos realizados, y se hablaba de ir de inmediato a la producción.

Así llegó el momento de llevar el trabajo de Grupo General a la atención del público, y fue llevado a cabo una campaña de relaciones públicas masivas, probablemente por Walter Gropius, quien tenía todas las conexiones correctas. Esto fue seguido por un artículo de revisión sobre la prefabricación en el Foro de Arquitectura, que hizo generosa referencia a la casa del General Panel.

Estaba las instalaciones técnicas, para producir la casa industrializada. El sistema de producción planificada preveía una línea de fabricación altamente automatizada de piezas estandarizadas.



Fig. 19. Interior de Packaged house ,  
Gropius y Wachsmann.1942.



*The Packaged House: A Wartime Proposal*

La casa Expandible proporcionaba una estructura que tenía el potencial de crecer y adaptarse a los múltiples cambios de ciclo de vida de una familia. Estas eran las ideas de flexibilidad propuestas por Gropius y otros arquitectos modernos, prevista para tener estructuras cambiantes y asociarse con la vida contemporánea.

La casa que Gropius propuso fue estructurada por un sistema de poste modular y vigas acompañado por una junta articulada que podría ser modificado y reconstruido si fuese necesario, con paneles sándwich. El Panel de la Corporación General facilitó el relleno para el sistema estructural.

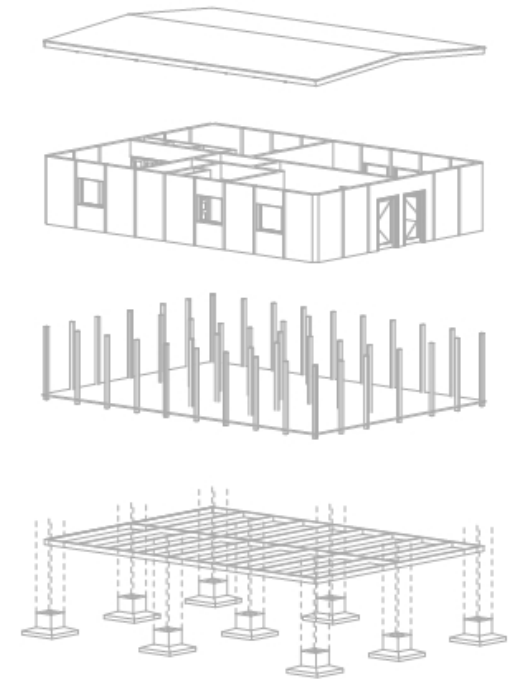


Fig.20. Gropius y Wachsmann, Packaged house, vivienda tipo A, 1942

Prefabricación ligera por paneles enfocados en la vivienda.

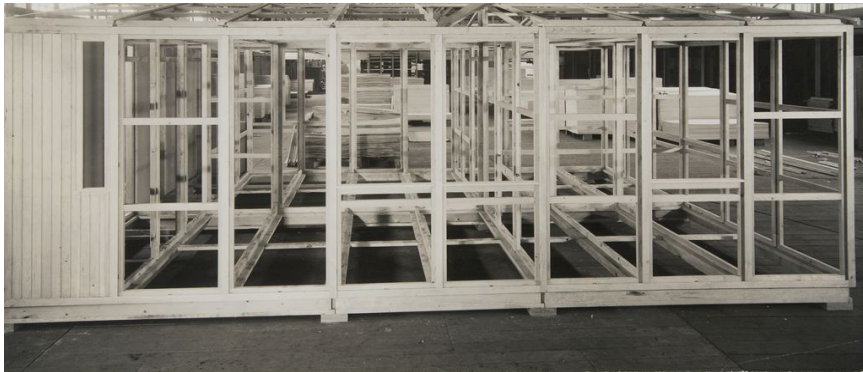
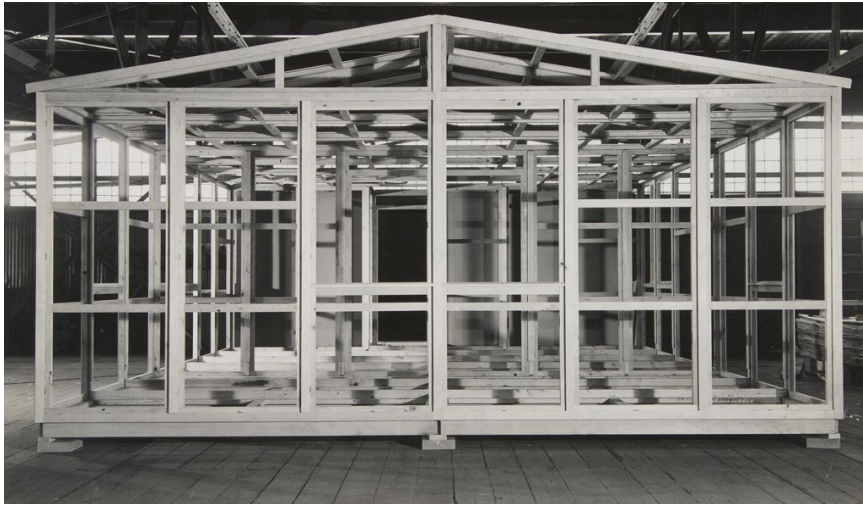


Fig.21. Gropius y Wachsmann, Packaged house, vivienda prototipo, 1942

Prefabricación ligera por paneles enfocados en la vivienda.

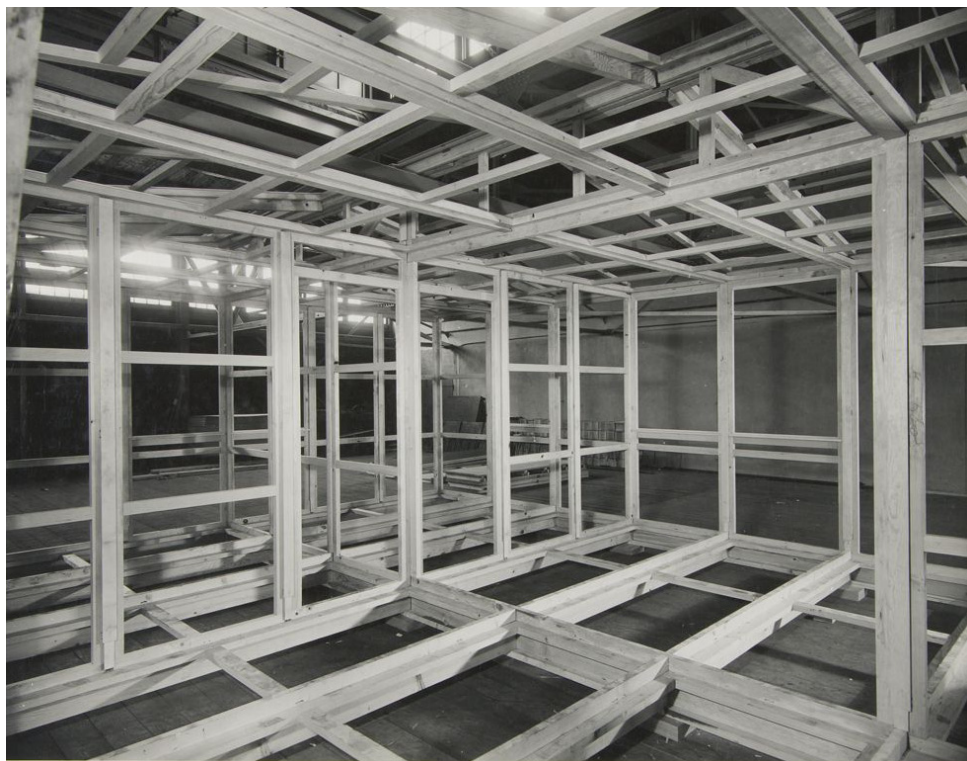


Fig.22. Detalle de construcción, Packaged house, vivienda prototipo, 1942

Prefabricación ligera por paneles enfocados en la vivienda.



Escuela de Diseño, de Harvard, usando componentes del General Panel, 1943.

Walter Gropius, Casa expandible usando los componentes del General Panel, 1944

Como hemos visto, la producción inicial del General Panel, se basa en un solo tipo de casa, el bajo costo del modelo de cuatro habitaciones. Desde el inicio del proyecto de la Packaged House, a pesar de la universalidad del concepto, se ha examinado la traducción del sistema en determinados tipos de edificios, a veces con el máximo detalle. Algunos de ellos, comenzando con la casa experimental en Somerville, Massachusetts. Gropius diseñó los estándares de la casa tipo A (una casa de dos familias) y (una casa en línea continua) fueron preparadas para usar el panel; Luego Wachsmann desarrolló más adelante la casa adosada en mucho más detalle. Se realizaron otros ejemplos donde se aplicaron los paneles prefabricados de la Panel Corporation, en edificaciones, como la Graduate Harvard of Design. La Lincoln house de Gropius, que también fue remodelada con el General panel.

Gropius veía un papel útil para sí mismo en la exploración de las potencialidades de diseño del sistema, y al final del año, emprendió un proyecto de estudio en Harvard para investigar, las cualidades inherentes del sistema General Panel de flexibilidad y variabilidad. En esta preocupación por explotación de arquitectura del sistema, Gropius estaba lidiando con el desafío que había estado postulando desde 1910: ¿Cuántas variedades pueden ser generadas por un sistema de piezas estandarizadas? Esta fue la idea central del trabajo de sus estudiantes y de un conjunto posterior de dibujos preparado bajo su propia dirección, con la etiqueta de la “Casa flexible”.<sup>53</sup>

En estos proyectos Gropius continuaba su vinculación entre la prefabricación y el concepto de flexibilidad, lo que había sido desde el principio uno de sus principales postulados teóricos.

<sup>53</sup> HERBERT, Gilbert; Dreams of the factory-made house: Walter Gropius and Konrad Wachsmann; The MIT Press.; Cambridge, Massachusetts, 1984.

El libro de Herbert es el estudio más comprensivo acerca de la Packaged House, pero otras referencias; Wachsmann, K. “The Turning Point in Architecture”; Cook’s, Peter Experimental Architecture; así como varias publicaciones de L’Architecture d’Aujourd’hui, Architectural Review y New Pencil Points; 1959-1961.

## Unión del General Panel con Celotex

Celotex Corporation se había interesado por mucho tiempo en el General Panel. En 1943, ilustró el diseño de Gropius de una casa prefabricada utilizando el sistema Panel; en uno de sus anuncios: “Celotex inicio del Milagro“. De este modo lo reportó en su propio diario; Celotex News. Luego en 1945, Swenson de Celotex, junto a la Junta general del Grupo, fueron discretamente explorando la posibilidad de una relación de negocio.

Celotex esperaba a corto plazo llevar un panel General a la fase Productiva y tener la mano principal, para la distribución de sus productos. Un objetivo a largo plazo era, sin duda, encontrar un lugar para los materiales producidos Celotex, con el sistema del General Panel. Estos objetivos no son incompatibles con los intereses del Grupo General.

Para mediados de 1946, luego de un año de discusiones, algunos resultados tangibles importantes emergieron.

Gropius no tenía ningún papel oficial en General Panel de California, aunque él seguía siendo el vicepresidente del Grupo General de Nueva York. La relación entre las dos empresas fue de crítica importancia para la historia posterior del General Panel.

El papel de Celotex, como se definió en el contrato que se negoció con el General panel de California; fue comercializar los productos de esa empresa en los estados del oeste. La compañía de Nueva York era dueña de un 10 por ciento de participación en la compañía de California. Aunque las partes en esos acuerdos eran entidades separadas e independientes. No había todavía un grado de superposición funcional y de administración.

Gropius se unió a Wachsmann para inspeccionar los procedimientos y estaba muy satisfecho con el resultado. Un registro fotográfico se hizo de todas las fases de la erección y de los productos finales, así como una impresionante película de todo el procedimiento.

La prensa arquitectónica fue informada de los planes para entrar en producción inmediata, con "un volumen inicial de por lo menos 3.000 casas por año. así comode las intenciones "para construir fábricas en la costa oeste y en otras localidades.

Acto seguido se esperaba cubrir el oeste de Nueva York, así como el estado de California; al tiempo inicia la producción activa. Sin embargo, para lograr esto, se necesitaba una nueva estructura corporativa.



23. Montaje de paneles de cubierta

Prefabricación ligera por paneles enfocados en la vivienda.



Fig. 24. Paneles organizados para la construcción,

Prefabricación ligera por paneles enfocados en la vivienda.





Fig.25. Fundación,  
Construcción fase 1

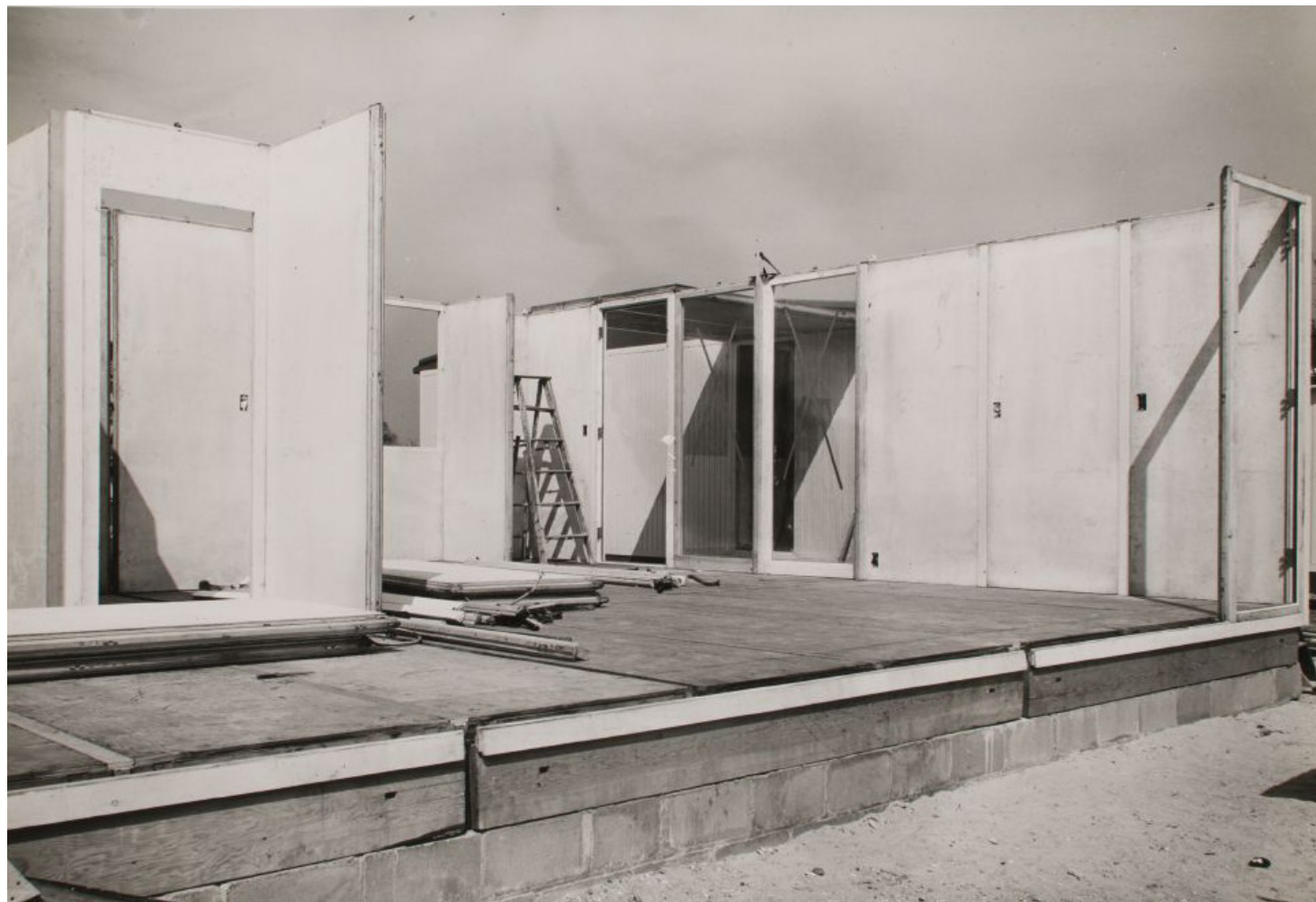


Fig. 26. Construcción fase 2

Prefabricación ligera por paneles enfocados en la vivienda.



Fig. 27 Construcción fase 3

Prefabricación ligera por paneles enfocados en la vivienda.



La evidencia histórica no deja duda alguna de que la Casa de Unidades fue una obra concebida inicialmente por Wachsmann. Gropius confirmó esto con la generosidad característica; atribuyendo a Wachsmann una “parte decisiva en el esquema.” Sin embargo, al decir esto, llegó a afirmar que en el desarrollo de la Casa Panel, él y Wachsmann habían reunido sus experiencias para el logro del objetivo. También de una manera más general y de sentido más significativo, afirmó que la propuesta original de Wachsmann; el sistema francés, es el prototipo de todas las mutaciones y los acontecimientos posteriores. Por lo tanto es producto no sólo del ingenio de Wachsmann, sino de toda una década de experiencia en la prefabricación adquirida por Gropius en Alemania y su dirección teórica privilegiada. Así como también de un gran impulso práctico.

Desde este punto de vista sus contribuciones individuales al esfuerzo conjunto variado en tipo y en cantidad. La contribución de Wachsmann para su desarrollo técnico predominó, y la mayoría de los dibujos, y aquellas decisiones de detalle que son críticos para los proyectos arquitectónicos, fueron hechas por él. Gropius, por supuesto, pudo contribuir de manera significativa aquí. Tenía una sólida comprensión de los detalles técnicos, y a pesar de que su experiencia en Alemania había sido predominante en metales y construcción ligera; había conseguido una extensa experiencia de la construcción en madera desde que llegó a América. Pero teniendo limitado el tiempo a su disposición, su papel era más de crítica y caja de resonancia. Wachsmann, trabajando a tiempo completo, fue el innovador esencial de los detalles. Gropius, por otra parte, siempre en el marco teórico, dio significado arquitectónico al trabajo y le brindó un objetivo humano a los medios técnicos: el marco conceptual de su filosofía de la unidad y variedad, flexibilidad y crecimiento, así como la estabilidad y el cambio, la normalización y la elección individual. También dio a la Packaged House su primera forma arquitectónica, desarrollando un conjunto de dibujos que muestran los posibles tipos de vivienda generados por el sistema de la casa de dos familias y una casa adosada, dos soluciones con unidades de vivienda de diversos tamaños.

Cada uno a su manera respondió a los retos de la tecnología y la industrialización. Expresando Wachsmann, en la Conferencia de Princeton sobre la Creación del hombre moderno, expreso:

“La planificación del medio físico del hombre tiene que basarse en la mejor utilización de la técnica disponible, que a su vez está basada en nuestro conocimiento y nuestra capacidad para la energía de control; en otras palabras, en nuestra economía y en nuestra ciencia. Sólo cuando se utiliza este tipo de medio puede un edificio, en cualquier edad, ser llamado moderno. Cualquier persona que es capaz de mejorar tales métodos, incluso en términos abstractos, es de hecho una artista”.<sup>54</sup>

Existieron varias razones por la cual la General Panel Corp. Tuvo su momento de decadencia y de estancamiento, llevandola a su fracaso como destino final.

La Casa de Unidades; concebida como una respuesta a la crisis de la guerra que se desarrollaba en el momento. Sorprendentemente y a pesar del entusiasmo con el que se inició y continuó; de la genialidad de su diseño; del ingenio de Wachsmann y la reputación de Gropius.<sup>54</sup> Pese a la aclamación profesional y su posterior vinculación con la gestión y experiencia industrial, había pasado por alto la fase de la totalidad de la demanda en tiempos de guerra. La paz había llegado, y el mejor prospecto de la corporación quedo estancado.

Dos fueron las causas principales que explican este estancamiento: la falta de capital suficiente para el desarrollo y la desviación del interés de Wachsmann en proyectos alternativos.

Analizando los intereses de Wachsmann en 1943. El mismo se presta a desarrollar un sistema modular, basado en uniones en forma de “J”, con un enclavamiento ingenioso. -- Un proyecto relacionado con el General panel Corp., Pero desviándose del proyecto de la Packaged House.

En cuanto a la parte financiera y organizativa, la división de la compañía y la unión con Celotex en California no fue provechosa, pues se crearon situaciones de fricción y de potencial confusión en la oficina de Nueva York, cuya función era proporcionar servicios de diseño y de investigación a California por una tarifa.

Pero la división de California prefería crear su propia oficina de investigación técnica.

Se hizo evidente la insatisfacción de Wachsmann con esta división de autoridad. Él ciertamente tenía serias dudas acerca de la dirección de las negociaciones que se habían tomado.

Walter Gropius también tenía razones para la inquietud.

Gropius siempre motivó un vínculo más cercano entre el diseño y la producción. Y la nueva estructura societaria del Grupo General no estaba en concordancia con este modelo. Por el contrario, el capital de inversión, la fabricación y las ventas estaban estrechamente vinculadas en la empresa de California, dejando a los diseñadores de Nueva York, dirigido por Wachsmann, en peligro de ser aislado, o tal vez de ser anulado.

Este fracaso de la compañía en lograr la producción, debe también considerarse en el éxito de la industria de la prefabricación, como un todo en estos tiempos favorables, cuando más de 70 empresas activas (muchas de ellas con una tasa de producción de 1.000 unidades al mes), un total de más de 200.000 unidades prefabricadas se había manufacturado durante la guerra, más de la mitad financiadas. Apuntando a la perfección técnica, un sistema de distribución seguro e instalaciones de producción propia; los Administradores del Grupo General Panel Corp. No tenían ninguna duda, buscaron una sólida base para el futuro, pero a costa de la actual ventaja. Por otro lado, sus esfuerzos se dispersaron en la búsqueda de otros sistemas. Por lo que fueron desviados del objetivo principal. El hecho sigue siendo brutal; el fracaso se debió, en primer lugar a la falta de previsión de la empresa, no creando una organización de venta del producto y en segundo lugar a que el gobierno tras muchas presiones de los sindicatos, no realizó ningún pedido más ignorando la necesidad permanente de vivienda de la población americana. A pesar de las ventajas del sistema, la fábrica tuvo que ser cerrada.

<sup>3</sup> Architectural Forum, The Magazine of Building by time incorporated, 1960.

<sup>54</sup>HERBERT, Gilbert; Dreams of the factory-made House: Walter Gropius and Konrad Wachsmann; The MIT Press.; Cambridge, Massachusetts,1984.

WACHSMANN, K. "The Turning Point in Architecture"; Cook's, Peter Experimental Architecture; L'Architecture d'Aujourd'hui, Architectural Review y New Pencil Points; 1959-1961.

Es de utilidad comparar el fracaso del General Panel, con el colapso de otro riesgo en alta tecnología de la casa de producción. La Lustron Homes; La casa de acero con paneles de Lustron, fue reputada de ser popular entre el público y a pesar del aumento de los precios; se vendía bien una vez que la producción se puso en marcha correctamente.

Lustron Homes fue un ambicioso proyecto dirigido por Carl Stradlund en Chicago. Originalmente creada antes de la guerra, finalmente adquirió críticas excedentes de la fábrica Curtis-Wright, Ohio, en 1946. En el programa iniciado por Wyatt, quien hasta su exclusión del área de vivienda del gobierno, fueron financiados por un préstamo prodigioso a corto plazo, que en 1949 había sido prorrogado. La cuantía de la ayuda fue más grande y la producción proyectada más extensiva (una salida prevista de 100 casas diarias), pero los paralelismos con el Panel general son evidentes:

Como General Panel, Lustron había tenido un largo período de gestación y un comienzo de la posguerra tardía, así como un sistema de producción totalmente mecanizado, altamente complejo y muy caro. Las razones aducidas al fracaso de Lustron en 1950-1951 son un eco de los problemas que acosan a Panel General: altos costos de producción que conducen a la escalada de precios; dificultades con la mano de obra organizada; problemas generados por la diversidad de los códigos de construcción locales y la falta de comprensión y simpatía en su aplicación; así como la necesidad de elaborar un sistema de distribución adecuado y financiado correctamente. La inadecuación de los procedimientos de hipotecas bancarias cuando se aplica a un producto “instantáneo” y no en el aumento de capital suficiente, que los préstamos a corto plazo no lograron aliviar. Y por último, la falta de un mercado garantizado y continuo de volumen adecuado e inherente a un sistema de vivienda libre empresa.



28. Imágenes de Promocionales de viviendas Lustron Homes, 1947

Prefabricación ligera por paneles enfocados en la vivienda.



Todo esto ocurrió en el caso del General Panel System; así como en Lustron, sin perjuicio de la calidad del diseño y la excelencia técnica del producto. Debido a la magnitud de la participación de la administración con Lustron. Su colapso final fue espectacular; contribuyó al debilitamiento de la confianza en otras empresas de fabricación y finalmente eclipsado en la atención pública de la desaparición de General Panel System.

En el inevitable fracaso de las dos empresas, al igual que en sus éxitos; los factores personales estaban en juego. El genio, la imaginación creativa, la voluntad y la unidad tienen una dimensión personal, con connotaciones tanto positivas como negativas. Sin embargo, la evidencia muestra más que el empuje creativo ó constructivo de gran alcance a individuos altamente motivados. También apunta inevitablemente a elementos más amplios; los factores supra personales, las influencias de la política, económicas y las cuestiones sociales, característica de la cultura.

Fig 29. Catálogo Promocional de Lustron Homes.

Prefabricación ligera por paneles enfocados en la vivienda.

Al tratar de colocar la casa empaquetada dentro del marco conceptual, es conveniente considerar por separado dos cuestiones diferentes: la Packaged house como un sistema de construcción y la Packaged house como un sistema de diseño. En términos de construcción fue concebida como un sistema cerrado; es decir, que era totalmente autónomo y compuesto por un conjunto de partes en el que cada elemento componente era de necesidad a tales efectos. Era un sistema racional en el que el número de componentes era muy limitado; pero con todo eso, no intentó aprovechar la amplia gama de componentes de construcción producidos a nivel industrial en el mercado, por su posición, debido a la naturaleza de los paneles y el sistema. Tampoco se ajustaba a las normas industriales, cuando existían estándares tales como el ancho de la madera contrachapada, que era incompatible con su módulo de 3/4". De esta forma se hizo rígido y homogéneo su sistema de construcción, cuyo conjunto limitado de componentes integrados en todo surgió de una única fuente de diseño y en última instancia todas las partes tendrían que ser producidas en fábrica.

Por otro lado, como un sistema de diseño, en relación con el producto final, fue concebido esencialmente en términos mucho más flexible. Aquí se podría describir como de composición abierta. No postulaba un diseño estándar, ni tampoco contemplaba un conjunto estándar de diseños de la casa. Fue pensado para generar una amplia gama de opciones de diseño, que podría no ser así. Estas opciones de diseño, por supuesto, no tenían infinitas posibilidades, por los parámetros del sistema de construcción ortogonal que eran todo recto.

Desde este punto de vista, como un sistema de construcción o un sistema de diseño, era esencialmente un producto orientado. La casa hecha en fábrica es en sí mismo un subsistema de un sistema mucho más amplio, que va mucho más allá del objeto físico y que es en esencia el proceso de producción de la vivienda.

La casa hecha en fábrica es un producto; La vivienda industrializada es un proceso. En ese proceso hay necesidad de otros subsistemas, en relación con la distribución de la producción, la financiación, la legislación, el transporte y la tierra.

La Casa de Unidades, como un producto que se manufactura, aún no se concibe en términos de este contexto más amplio. Como una herramienta para la generación de las casas, y como producto físico, la Casa de Unidades era una concepción única y avanzada, y sin embargo, al igual que muchas otras grandes invenciones, su singularidad fue una síntesis original de elementos conocidos y bien establecidos. A excepción del conector de metal (correctamente reivindicado en la solicitud de patente como “nuevo”), todos los otros aspectos del sistema eran, por 1942, muy bien conocido en la teoría como a menudo había sido demostrado en la práctica. Paneles con marco de madera portantes, independiente de una trama estructural, habían sido utilizados previamente por los Wachsmann y Gropius.

Wachsmann había trabajado con paneles portantes modulares en Christoph y Unmack antes de 1929, y Gropius tenía empleados estos en las casas de cobre Hirsch, basado en la patente Forster y Krafft cuyos bordes biselados fueron, idénticos al diseño del prototipo traído por Wachsmann de Francia.

Había también varios sistemas de este tipo utilizados en la creciente exposición de Casa en Berlín en 1932, que había recibido una amplia publicidad.

Un paralelo interesante en los Estados Unidos fué el sistema Modulok, de Arnold Southwell, un arquitecto que más tarde participa en la historia de la Casa de Unidades. En lo que se refiere a la universalidad unidireccional del sistema, es de interés señalar una propuesta anterior llevada por el arquitecto E. Friberger para el sistema Toreboda, en el que utiliza paneles de 3 x 1 metros que eran estándar a excepción de sus acabados para pisos, techos y paredes. Sólo el conector de metal de cuatro direcciones de Wachsmann era del todo original. Y sin embargo, incluso en este caso, no está libre de precedentes. Algunos ejemplos son particularmente relevantes.

Los paneles de relleno del sistema Uninorm de Construcciones, Demontables Uninorm, de París, de 1938, estaban conectados por un cierre de metal. Los “paneles son fijados el uno al otro por un dispositivo de bloqueo con una llave especial; dos para cada panel. Un dispositivo de bloqueo interesante por su rápida desmontabilidad. “ Utilizados principalmente en refugios temporales y bastidores de barras. Es valido preguntar si por casualidad Wachsmann conoció este método cuando fué internado en Francia en 1939.

Otros ejemplos aún más cerca de casa lo es: “El sistema Hirsch”, el cual bloquea los paneles de pared unidos por pernos a una pequeña sección del canal vertical de acero. Gropius buscó eliminar este elemento de acero al alojar los cierres directamente en el marco del panel de madera. Para este fin en 1931-1932 se diseñó un ingenioso sujetador de metal con resorte; el que sin embargo, no fue adoptado por Hirsch.

Y a continuación, el sistema de Christoph y Unmack, como hemos visto: conecta los paneles por medio de las capturas de metal, “cuatro a cada lado”, en el marco de los paneles. De hecho habían sido utilizando broches metálicos (ganchos, pernos, abrazaderas) desde los primeros días. Hacer mención de estos precedentes aquí, no es ir en detrimento de la contribución real hecha por el General Panel System, el cual destaca por el diseño avanzado de cada elemento proporcional, la separación y la coherencia del conjunto de su concepción general. Nuestro propósito es más bien para mostrar que, inevitablemente, la Packaged House fue un producto de su tiempo; el punto culminante de la evolución de la prefabricación. Como tal, surgió naturalmente de la rica experiencia que se había ganado tanto por Gropius y Wachsmann en sus caminos separada en la maestría en el campo.

Para Wachsmann y Gropius en los Estados Unidos, el sistema se convirtió en su principal preocupación. Construcciones con base en marco tridimensional y experimentos con arreglos espaciales, estaban en el centro de su obra arquitectónica y en especial, la de sus alumnos. A expensas de lo personal e individualista que fue; Wachsmann buscaba lo universal, lo aplicable universalmente, y su objetivo principal fué el diseño “puro.

Con Wachsmann, el concepto se convirtió en el equivalente a la percepción: la idea es que el edificio es lo que se ve; un punto de vista que llevó Wachsmann a un punto de vista cercano al arte conceptual o minimalista. La suya era una arquitectura que se entregó a la estructura interna, la ingeniería, la arquitectura y el valor estético. El resultado es una especie de deconstrucción de la arquitectura.

El arquitecto y constructor francés Jean Prouvé, utilizaría esta forma de trabajar con los materiales; “curvar, plegar, remodelando”, como punto de partida para su trabajo.

Fue especialmente a través de la obra de los arquitectos ingleses en los años 80, que las ideas de Wachsmann se revivieron y se les da una nueva dimensión. Precisamente los nuevos proyectos de Foster y Piano, en colaboración con empresas de ingeniería, tales como Ove Arup and Partners, demuestran cómo la diversidad aparentemente tomada por Wachsmann, Prouvé y Fuller, se pueden poner en una simbiosis útil, entre la alta y la baja tecnología.

Con su curiosidad sin fin, en el estudio de los problemas técnicos del edificio. Y con sus cuestionamientos penetrantes. Konrad Wachsmann establece nuevos estándares para la construcción industrial contemporánea. Es precisamente por este espíritu tentativo y exploratorio que nos sentimos atraídos a ella una y otra vez.

El bloque de construcción en comparación con el sistema de construcción, el enfoque en la construcción de unidades individuales frente, antes de la invención total integrada de todo el edificio - estos enfoques caracterizan la diferencia entre Wright y Wachsmann y Gropius. Sobre todo en la forma en que la madera se manipula, una especie de híbrido, el estilo de baja tecnología se contrasta con un estilo de alta tecnología monolítica. El contraste es también evidente en la forma en el espacio se utiliza: espacios fijos se oponen a una fijación más neutral, indeterminada del espacio. Está dentro de los extremos establecidos por el Sistema de Panel General de Wachsmann y casas Usonianas de Wright que la prefabricación es fija.

Konrad Wachsmann fue capaz de dar la idea de la abstracción de un lugar en el debate arquitectónico, la prefabricación de ese modo avanzado, y en particular de su proceso, hasta el punto de convertirse en la fuerza impulsora de la post-guerra, el estilo internacional. Sin embargo, pensamos que la prefabricación, con sus implicaciones homogéneas, no va a reaccionar a diferentes requerimientos o cambios en el mercado (estos son quizás también razones por las cuales el Sistema General de Grupo no alcanzó la meta en la década de 1940). Ahora en la construcción moderna de madera, se busca un panel universal para el desarrollo de una gran cantidad de elementos diferentes apropiados, que respondan a una variedad de requisitos, incluyendo los ecológicos.



Fig. 30 Madera para usar en juntas.

El hombre desde sus orígenes ha tenido la necesidad crear ambientes controlados que le brinden seguridad ante los peligros del entorno y le proporcionen el confort ante las inclemencias del tiempo, procurando al mismo tiempo la movilidad para establecerse en zonas que posean las condiciones necesarias para su sustento. Estas posiblemente sean las motivaciones principales, inherentes al hombre, que han servido de base para el desarrollo de los distintos sistemas de construcción ligera.

La vivienda ha evolucionado a través del tiempo en su búsqueda de ligereza, dando respuesta a la necesidad de movilidad que es una necesidad de tiempos inmemoriales, tan antigua como la humanidad misma. Este proceso que se originó con la vida nómada, establece una relación entre el hombre y su vivienda de dependencia mutua, pues la razón de ser de la vivienda o morada es servir de hábitat al hombre, por lo tanto la misma es el resultado del cambio permanente en las necesidades de este. A su vez cambian su definición en la medida en que aumenta su complejidad. En el fondo idea inicial de arquitectura primitiva prevalece. Es natural que se retorne con frecuencia a estos conceptos como punto de partida para re pensar lo que se hace actualmente, pues usualmente la realidad de la práctica tiene una relación divorciada de su concepción intelectual.

Hemos mencionado las distintas experiencias en materia de la vivienda prefabricada y su relación de éxito o fracaso ha sido analizado desde el punto de vista de su contexto histórico y las condiciones culturales, sociales y económicas que lo definieron. Desde tiempos de Da Vinci, pasando por las experiencias de Manning en Australia, los Aportes e influencias de la Balloon Frame en los Estados Unidos y la larga carrera de Walter Gropius en la búsqueda incansable de un sistema ligero de prefabricación de viviendas el cual logro finalmente en compañía de Wachsmann, en la Packaged House. . A esta última experiencia le queremos brindar especial atención. El proceso industrial es la fuerza motora que catapultó la actividad de construir viviendas ligeras de manufactura artesanal, llevándola hasta la línea de producción mecanizada, multiplicando exponencialmente la capacidad de producción a una escala masiva.

Conclusión

El protagonista en este sentido deja de ser el obrero o artesano y su lugar lo ocupa la fábrica, en la que se confeccionan los diferentes componentes de la vivienda. La participación del hombre entonces se limita al proceso de ensamblaje, el cual no requiere en la mayoría de los casos de una capacitación especial.

Al mirar atrás en la historia, tenemos la oportunidad de desandar los pasos que como humanidad hemos dado. De este modo podemos analizar los factores que dieron origen a los grandes acontecimientos que han marcado un hito en nuestro recorrido y que en consecuencia han cambiado nuestros paradigmas de forma permanente. Tal es el caso de la prefabricación, la cual se ha venido asomando en nuestro camino desde tiempos inmemoriales y que en si mismo se ha constituido una fuente de inquietudes y necesidades insatisfechas de los seres humanos. Sería lógico pensar que junto al descubrimiento del fuego; el hombre también desarrollo la capacidad de crear una forma de vivienda portátil, que aunque rudimentaria; cumplía con la función para la que fue creada.

Las evidencias de esta exploración y la búsqueda de estos sistemas prefabricados de construcción ligera, han quedado al desnudo en nuestro trabajo. Destacamos sobre todo la visión y persistencia de Walter Gropius en lo que podríamos calificar de cruzada personal. Aunque no fue el único en poder apreciar el potencial contenido en estos sistemas, cuando “aun estaba en el marco teórico y experimental”. Fue sin duda el mayor propulsor de estos, al dedicarle décadas de su vida y esfuerzo. Poniendo en juego su prestigio mismo. Indiscutiblemente que el empuje y enfoque dado por Gropius, puso los sistemas prefabricados de construcción ligera sobre el tapete y despertó el interés del mundo en ese asunto.

La filosofía y los objetivos propios de la Bauhaus, así como los eventos históricos en que vivió Gropius, le proporcionaron las herramientas necesarias para postular los conceptos de Industrialización en prefabricación ligera. De acuerdo a lo analizado en este trabajo, estos conceptos existieron siempre en la mente de los seres humanos.



Gropius; más que nada, hace uso de su mente privilegiada para descubrir lo que era una necesidad latente de gestionar una vivienda, que pudiera ser construida con rapidez y ser costeadada por cualquier persona sin necesidad de ser pudiente económicamente. Hábilmente desarrolla a nivel conceptual los contenidos teóricos y lo convierte en una de las piezas de la arquitectura de mayor interés y renombre en todo el mundo. A la cual todavía recurrimos en pos de ir mejorando las experiencias que hemos ido teniendo con los sistemas prefabricados de construcción ligera.

Si Walter Gropius es uno de los precursores teóricos de la industrialización de los sistemas prefabricados; Konrad Wachsmann viene a ser su principal ejecutor en la práctica. Con su ingenio pudo concebir el ejemplo más acabado y destacado en materia de prefabricación ligera. El General Panel System fue sin duda alguna, la representación más acabada de los sistemas de prefabricación, superando a todos los intentos llevados a cabo antes y durante la puesta en escena de este. Si bien el General Panel System y su aplicación práctica en la Packaged House tuvieron un éxito comercial efímero y cuestionable. Lo cierto es que esto no respondió a debilidades o deficiencias del sistema necesariamente; sino más bien a cuestiones más relacionadas a procesos gerenciales y comerciales, que opacaron la genialidad de este sistema constructivo.

La industrialización fue clave en este proceso de desarrollo, ya que sin ella los sistemas de construcción nunca hubieran salido de dominio artesanal. El hecho concreto es que la prefabricación como tal solo puede ser concebida a través de un proceso industrial de producción en masa. Por lo que la industria se convierte en un eje transversal del proceso de prefabricación. Así mismo la industria le debe a la prefabricación el gran auge que ha tenido en su propio desarrollo, ya que son los productos salidos de las fábricas los principales promotores de sus adelantos tecnológicos. Aunque debemos decir que la prefabricación de elementos para la construcción es solo una, en una interminable gama de objetos que se producen en ellas.

## Conclusión

Hoy día, prácticamente en todas las construcciones existen elementos prefabricados, desde los bloques de cemento, los paneles de plafón, los marcos de ventana, las puertas de diferentes materiales, vigas y columnas, etc. Hasta residencias completas, ya sea el caso, de prefabricación ligera o pesada. La herencia de Gropius y Wachsmann se hace evidente en todas ellas.

Los paneles de Fibroyeso ó Sheet rock y los de fibrocemento por ejemplo, son descendientes directos de estas experiencias. El proceso de instalación es prácticamente el mismo utilizado en la Balloon Frame; cambiando la madera por perfiles metálicos que se unen a través de remaches a cualquier superficie. Con ellos hoy es posible construir una estructura muy ligera completamente auto portante, en tiempos muy breves y a muy bajos costos. Otros elementos comparten los sistemas y métodos de instalación, pero muchas veces se quedan en el ámbito de lo estético. Podemos mencionar las fachadas ventiladas y la utilización de los paneles de aluminio compuesto; el cual tiene un importante auge en las construcciones de hoy día a nivel mundial. Estos son colocados tanto en el interior como en los exteriores de las edificaciones, logrando una superficie de aspecto metálico generalmente y de poco mantenimiento. Aunque cumplen con su cometido. En la práctica, los sistemas antes mencionados solo se integran a las estructuras existentes para complementarlas. Esto en ningún modo quiere decir que no tengan la suficiente capacidad; por si mismos o combinados con otros sistemas compatibles, de poder constituirse en sí mismos en un edificio terminado.

Las condiciones que han motivado el desarrollo de los sistemas prefabricados en los diferentes escenarios y momentos históricos, de alguna manera son los mismos que lo motivan hoy día, habiendo pequeñas diferencias que los distinguen. El argumento de su factibilidad de prefabricación en serie para abaratar costos; la viabilidad de que puedan ser montados y desmontados con facilidad y sin tener preparación técnica especializada; y finalmente el lograr que con la combinación de ambos factores se logre construir edificaciones a menores costes, son

justificaciones completamente aceptables hoy en día. En los últimos tiempos nos topamos con movimientos y manifestaciones a favor de la conservación del medio ambiente. Estas acciones han tenido como resultado el surgimiento de regulaciones y normas que procuran lograr este objetivo limitando sobre todo el impacto que tienen las construcciones sobre el ecosistema. Los sistemas de prefabricación ligera se ajustan perfectamente a estas normativas, convirtiéndose en la solución idónea, ya que la huella dejada sobre el medio ambiente en la mayoría de los casos es escasa. Esto es posible a través de una de las condiciones intrínsecas de los sistemas de prefabricación, que es la movilidad; la que consecuentemente está relacionada a la capacidad de estos sistemas de plantarse sobre el lote sin necesidad de fundaciones permanentes. Esto lo podemos incluir dentro de las ventajas aportadas por los sistemas de prefabricación ligera.

En el campo de la arquitectura de montaña, los sistemas de prefabricación ligera han encontrado uno de sus principales nichos, sobre todo para la construcción de cabañas sobre terrenos de pendientes muy pronunciadas. Aquí es habitual la utilización de perfiles metálicos prefabricados, combinados con paneles de madera o de fibrocemento. Resultado una solución arquitectónica muy ligera, prácticamente suspendida sobre unos pocos pilares que apenas penetra el terreno.

Debemos considerar, sin embargo, que un sistema prefabricado de construcción ligera, para ser viable requiere de una demanda continua de estos, en cantidades suficientes para que los costos de producción sean rentables. Permitiendo de este modo su colocación en el mercado a precios asequibles para los usuarios de cualquier escala social y económica. De las experiencias de la Packaged House y otras similares podemos sacar entre otras cosas, que es necesario aprovechar los productos disponibles en el mercado, que puedan servir de complemento en la construcción, haciendo combinaciones de dos o más sistemas, de esta manera se pudiera evitar el alto costo que representa la creación de todo un sistema autosuficiente de construcción que pudiera no ser tan aceptado, por su costo o su incompatibilidad.

## Conclusión

La compatibilidad entre los distintos sistemas de construcción le ha aportado a la industria la demanda necesaria para que sea posible una producción constante y suficiente, de todos los elementos de prefabricación ligera, como para justificar los costos de producción. Tal como mencionamos, son utilizados total o parcialmente en prácticamente todas las nuevas construcciones que se levantan al día de hoy, en consecuencia este tema está virtualmente resuelto a nuestro modo de ver.

La otra cuestión es la que tiene que ver con la percepción que se tiene de los sistemas prefabricados de construcción ligera. Más que nada por los conceptos de “Prefabricación e Industrialización”, ya que generan reservas, celos y rechazos tanto a arquitectos como a usuarios de edificaciones residenciales. Esto viene dado por la creencia de que la industrialización necesariamente es repetición, calco, monotonía y construcción masiva.

Los desarrolladores aspiran lograr en la práctica arquitectónica; personalidad, carácter y definición de estilos. Así mismo los usuarios se niegan a vivir en conjuntos repetitivos y monótonos de edificios y casas con apariencia barata o de baja calidad. Percepciones completamente licitas si el caso siguiera siendo el mismo.

Si bien esto representaba la única realidad posible, en los arboles del surgimiento de los sistemas prefabricados de construcción ligera, dadas las limitaciones tecnológicas de los sistemas de producción disponibles en el momento. Los avances tecnológicos han permitido dar un giro a esta realidad.

Sin embargo, a pesar de la creciente evolución que ha tenido en los últimos tiempos el mundo de la edificación y, por ende, de la construcción. Prefabricación e industrialización son conceptos similares pero diferentes, que siguen navegando sobre las aguas de la confusión. Tal es así que en numerosas publicaciones, informes y catálogos, se suele utilizar expresiones del tipo “sistemas constructivos industrializados” y “elementos prefabricados” como si fuesen sinónimos.

**Diseño y Producción:** contra la idea de que la prefabricación es eminentemente producción, hay que tener en cuenta que se han de disponer una serie de fases previas igualmente importantes: investigación, innovación, planificación, diseño, optimización, etc. Las principales ventajas que trae consigo la prefabricación nacen de considerar el diseño y la ejecución del conjunto arquitectónico como un único proceso coordinado, permitiendo abordar todos los condicionantes constructivos y organizativos globalmente.

Al final debemos entender que desde el proceso de nacimiento y desarrollo de los sistemas prefabricados de construcción ligera, hasta llegar a su pubertad y adultez. Se han superado innumerables retos. Hoy estos sistemas se integran con un mimetismo casi imperceptible y junto al resto de la construcción conforman una unidad inseparable, integrándose en función y belleza a estas. La diversidad de formas en que pueden ser concebidos son innumerables, por lo que es seguro que el camino hacia su evolución y definición final aún no termina; pero innegablemente están hoy son una realidad que día a día toma cuerpo y gana espacio en la confianza e interés de los arquitectos y usuarios de este.

Se cita referencia bibliográfica (autor, año) o autor de la ilustración.

### Cap. I.

- Fig. 1 - Encaje de piezas prefabricadas en vivienda
- Fig. 2 - Manual de la construcción prefabricada. Koncs, 1912
- Fig. 3 - Esquema de piezas prefabricadas.
- Fig. 4 - Postal escaneada fotografía de Arnold Newman; Lustron Home pieces, Ohio, 1949.
- Fig. 5 - Unión de módulos prefabricados ligeros para una vivienda
- Fig. 6 - Composición de elementos en módulo prefabricado.
- Fig. 7 - Vista aérea de Vivienda indígena de la selva amazónica Venezolana
- Fig. 8 - Vivienda indígena de la selva amazónica venezolana
- Fig. 9 - Vivienda efímera y transformable de Mongolia, Asia Central, denominada Yurta.
- Fig. 10 - Proceso de montaje de las viviendas hechas por mujeres en las tribus nómadas Tuaregs, en África.
- Fig. 11 - Bender, 1976.
- Fig. 12 - Propuesta de Leonardo da Vinci para convertir Florencia en un prototipo.
- Fig. 13 - Herbert, 1972.
- Fig. 14 - Construcción Balloon Frame o estructura globo.
- Fig. 15 - George E. Woodward, Woodward's Country Homes (N.Y. Woodward, 1969).
- Fig. 16 - Aguiló Alonzo, 1974
- Fig. 17 - Hombres trabajando en la vivienda con Balloon Frame, Nebraska, 1877
- Fig. 18 - Aguiló Alonzo, 1974
- Fig. 19 - Detalle constructivo de Ballon Frame, 1877
- Fig. 20 - Casa Curtis con sistema post and beam, Bel Air, 1950.

### Cap. II

- Fig. 1 - Ilustración Revolución. Industrial y la Máquina de vapor.
- Fig. 2 - La construcción industrializada. Henry Ford
- Fig. 3 - La industrialización como acontecimiento fundamental.

- Fig. 4 - Claude Perrault. (De Cabinet du Roi: Chasteaux du Lovre, Biblioteca del RIBA, Londres.) 1727
- Fig. 5 - Victor Louis, Théâtre Français, cubierta de hierro, 1786.
- Fig. 6 - Abraham Darby III, el primer puente construido con hierro fundido, sobre el Río Severn, 1775-1779.
- Fig. 7 - Crystal Palace, vista de conjunto, Joseph Paxton.
- Fig. 8 - Planta Crystal Palace, Londres.
- Fig. 9 - Proceso de transformación en países industriales avanzados
- Fig. 10 - Generación de producción industrial y prefabricados
- Fig. 11 - Composición de viviendas en componentes
- Fig. 12 - Proceso para desarrollo de vivienda con piezas precortadas.
- Fig. 13 - Gordon-Van Tine, 1992.

### Cap. III

- Fig. 1 - Walter Gropius, Fabrica Fagus, 1911-1913
- Fig. 2 - Baukasten im Großen, Walter Gropius, 1922
- Fig. 3 - Casa de acero, George Mucho, Paulick, Walter Gropius, 1926.
- Fig. 4 - Karin Kirsch, redibujado, de Weissenhofsiedlung, 1927.
- Fig. 5 - Museo Weissenhofsiedlung Stuttgart, 1927.
- Fig. 6 - Kleinhaus ('casa pequeña'), Stuttgart, obra de Walter Gropius, vista de la fachada con la entrada, 1927.
- Fig. 7 - Harvard museum. W. Gropius, 1927.
- Fig. 8 - Redibujo de Nerdinger, 1988
- Fig. 9 - Casa 17, de Walter Gropius. 1927
- Fig. 10 - Estructura. Weissenhof, Walter Gropius. 1927
- Fig. 11 - Berdini, 1986
- Fig. 12 - Berdini, 1986
- Fig. 13 - Composición de la Casa 17, de Walter Gropius. 1927.
- Fig. 14 - Interiores casa Weissenhof, 1927.
- Fig. 15 - Casa de Cobre, Walter Gropius, 1931
- Fig. 16 - Transporte para Montaje de casa de Cobre, Walter Gropius, 1931

- 
- Fig. 17 - Hirsch-Kupfer, Berlín, Walter Gropius, 1931.  
Fig. 18 - Anuncio de la casa prefabricada, Palestina, 1933.  
Fig.19 - Casa de Cobre tipo S, Walter Gropius, 1932.  
Fig. 20 -Paneles de casa de cobre, Walter Gropius, 1931.  
Fig. 21 - Montaje de una de las Casas que crece, Berlín, Walter Gropius, 1931.  
Fig. 22 Cooper House, Berlín, Walter Gropius, 1931.

#### Cap. IV

-

- Fig. 1 - Walter Gropius, y Konrad Wachsmann, 1931.  
Fig. 2 - Entramado de Madera Alemana Cristoph and Unmack AG, Wachsmann 1930.  
Fig.3 - Casa construida utilizando el sistema de paneles tipo Cristoph y Unmack,Hans Scharoun,1927  
Fig.4 - Panel-Post Construction System, R.M. Schindler, 1935  
Fig. 5 - Diagrama de la Construcción de con el Método de Panel de Cristoph & Unmack AG (Waschmann [1930] 1995)  
Fig.6 - Sistema On-site Wood Frame Method. K. Wachsmann, 1930.  
Fig. 7. General Panel Corporacion, 1942.  
Fig.8. Proceso de montaje y desmontaje de paneles lugar de construcción  
Fig.9. Montaje de la Packed House, Walter Gropius, Konrad Wachsmann, 1942.  
Fig.10 - Gropius y Wachsmann en prototipo Packaged House, 1942  
Fig. 11 - Esquema de proceso de piezas en construcción. Fuente propia.  
Fig.12. Elementos conectores de la Panel system  
Fig.13. Posición relativa de los elementos metálicos del conector en relación a los rebajes en el canto de los paneles, Waschmann, 1961.  
Fig.14. Cierre del conector por resorte en una unión ortogonal de cuatro paneles,-Waschmann, 1961.  
Fig. 15 - Waschmann,1961  
Fig. 16 - Sistema de fundación de las esquinas, 1961.  
Fig. 17 - Paneles almacenados en fábrica para transporte.

- Fig 18 - Detalle del Packaged House estudiado por Gropius y Wachsmann para la General Panel Corp.1942.  
Fig. 19 - Interior de Packaged House, 1942.  
Fig. 20 - Gropius y Wachsmann, Packaged House, vivienda tipo A,1942  
Fig. 21 - Gropius y Wachsmann, Packaged House, vivienda prototipo, 1942  
Fig. 22 - Detalle de construcción, Packaged House, vivienda prototipo, 1942  
23 - Montaje de paneles de cubierta, 1942.  
Fig. 24 - Paneles organizados para la construcción,  
Fig. 25 - Fundación, Construcción fase 1  
Fig. 26- Construcción fase 2  
Fig. 27 - Construcción fase 3  
Fig. 28 - Imágenes de Promocionales de viviendas Lustron Homes,1947  
Fig 29. Catálogo Promocional de Lustron Homes, 1947.  
Fig. 30 Madera para usar en juntas. Harvard Museum, 1960.

P.1. Esquema de montaje de piezas vivienda Weinsenhof, elaboración propia.  
P.2. Planos Casa 17. Walter Gropius, Planta baja, 1er nivel. Redibujado de 'The Weinsenhofsiedlung, experimental Housing build for the Deutscher Werkbund, Stuttgart, 1927' Karin Kirsch.  
P.3. Sección constructiva de la casa prefabricada de Stuttgart, Walter Gropius, 1927. Elaboración propia. Berdini, 1986.  
P.4. Sistema de tejado frío o doble tejado para verano, con dos capas separadas por una cámara de aire ventilada. Elaboración propia. Prefabricación ligera de viviendas.  
P.5. Planta tipo S y posibles ampliaciones , siguiendo la modulación establecida en los paneles que permite facilidad de montaje y ahorro económico. Elaboración propia.  
P.6. Alzados casa de cobre tipo S, en base a Harvard Art museum.  
P.7. Esquema de construcción de Cooper House, elaboración propia, en base de Harvard Art Museum.  
P.8. P.8 Detalle de juntas estándar en paneles, elaboración propia, en base de Harvard art Museum.  
P.9. P.9 Detalle de cubierta, imagen y dibujo en base de Harvard Art Museum.  
P.10 Planta casa de cobre prefabricada, 1931-1932 y detalle de sección de piso estándar, elaboración propia, en base de Harvard Art Museum.  
P.11 Detalle de ventana tipo S, elaboración propia, en base de Harvard Art Museum.  
P.12 Detalle de puertas, tipo S, S1, elaboración propia, en base de Harvard Art Museum.  
P.13 Sección constructiva de la casa de cobre (Casas que crece), Berlín, Walter Gropius, 1931.  
P.14. Modelos de viviendas cooper houses, tipo K para ventas, Gropius. Harvard Art Museum.  
P.15. Perspectiva y alzados, vivienda tipo K. Harvard Art Museum.  
P. 16. Proceso de unión de conectores, The general Panel System, Waschmann y Gropius.  
Elaborados a partir de Imágenes pertenecientes a Architectural FORUM, febrero, 1947.

P.17. Detalles. The Packaged House System (1941-1952). K. Wachsmann y W. Gropius. Elaboracion propia, base. Perspecta, Vol.34, 2003.  
P.18 Diagrama de interrelación entre los distintos paneles y los elementos de ensamblaje, The Packaged House, Redibujado, Waschmann 1961.  
P.19 Planta tipo y posibles ampliaciones , siguiendo la modulación establecida en los paneles que permite facilidad de montaje. Redibujado en base a Home Delivery: Fabricating the Modern Dwelling ; Museum of Modern Art.  
P.20. La modulación establecida en los paneles que permite facilidad de montaje. Elaboración propia.  
P.21 Esquema de marcos de paneles, 1942, elaboración propia, en base de Harvard Art Museum.  
P.22 Detalle Panel de Pared, elaboración propia, en base de Harvard Art Museum.  
P.23 Producción de panel en fábrica, elaboración propia, en base de Harvard Art Museum.  
P.24 Panel de Puertas, elaboración propia, en base de Harvard Art Museum.  
P.25 Panel de ventana, elaboración propia, en base de Harvard Art Museum.  
P.26 Detalle de cubierta, elaboración propia, en base de Harvard Art Museum.  
P.27 La junta o viga. The joist or beam, elaboración propia, en base de Harvard Art Museum.  
P.28 Vista Interior y exterior de un edificio ficticio, mostrando una variedad de combinaciones compuestas de partes estandares, The packaged house sistem, 1942. Elaboración propia, en base de Harvard Art Museum.



- ALEXANDER, Christopher;** El modo intemporal de construir; editorial Gustavo Gili, Arquitectura/ Perspectivas, Barcelona 1980
- BENEVOLO, L.;** Historia de la Arquitectura Moderna; editorial Gustavo Gili, Barcelona 1972
- BENEVOLO, L. Y OTROS;** La proyectación de la ciudad moderna; editorial Gustavo Gili, Barcelona 1978.
- BOESIGER, W. ;** Le Corbusier. Ouvre complete; editorial Gisberger, Zurich, 1953.
- CURTIS, William;** La Arquitectura moderna desde 1900; Ed. Hermann Blume, Barcelona 1986
- DE LA SOTA, Alejandro;** Alejandro de la Sota : escritos, conversaciones, conferencias; edición a cargo de Moisés Puente, Barcelona; Madrid, Fundación Alejandro de la Sota; editorial Gustavo Gili, Barcelona 2002
- FERNANDEZ ALBA, A.** Neoclasicismo y Post-Modernidad. En torno a la última arquitectura; editorial Hermann Blume, Barcelona 1983. Biblioteca básica de arquitectura.
- FRAMPTON, K.;** Historia crítica de la arquitectura moderna; editorial Gustavo Gili, Barcelona 1992
- GALLEGO, Manuel;** de la Sota, viviendas en Alcudia, Mallorca, 1984; cuaderno de investigación de la exposición 20 Arquitecturas ausentes del siglo XX; Ed. Ministerio de la Vivienda. Editorial Rueda, Madrid, 2004
- GIEDION, Siegfried;** BEFREITES Wohnem, 1929; manifiesto incluido en GRASSI, La construcción lógica de la arquitectura, editorial COAC, Barcelona 1973
- HITCHCOCK, Henry Russell y JOHNSON, Philip;** El Estilo internacional : arquitectura desde 1922; prólogo de Maria Teresa Muñoz ; traducción de Carlos Albisú; Comisión de Cultura del Colegio Oficial de Aparejadores y Arquitectos Técnicos : Galería-Librería Yerba : Consejería de Cultura y Educación de la Comunidad Autónoma de Murcia 1984

---

HEREU / MONTANER / OLIVERAS; Textos de arquitectura de la modernidad; Editorial Nerea, Madrid 1994

JENKS, Charles; El Lenguaje de la Arquitectura Posmoderna; editorial Gustavo Gili, Barcelona 1980

KAHN, Louis I.; Conversaciones con estudiantes; editorial Gustavo Gili, Barcelona 2002

LE CORBUSIER; Modulor 2; Boulogne, L'Architecture d'Aujourd'hui, 1955; traducido, editorial Poseidón, Barcelona 1976

LYNCH, Kevin; ¿De qué tiempo es este lugar?. editorial Gustavo Gili, Barcelona 1975

LOOS, Adolf; Ornamento y delito y otros escritos. Recogido en "Adolf Loos, Escritos I" 1897/1909. Viena 1987. ; El Croquis Ed., Madrid 1993

MIES VAN DER ROHE; Paperback; editorial Gustavo Gili, Barcelona 1982.

NEUMEYER, Fritz; Mies van der Rohe. La palabra sin artificio. Reflexiones sobre la arquitectura 1922 /1968. 1986; El Croquis Editorial, Madrid 1995

NEUTRA, Richard; Auftrag für Morgen, Hamburgo, 1962

PALLADIO, Andrea; "Il Quattro Libri dell'architettura". (1562); Ulrico Hoepli. Milano, 1951. (facsimile); Los cuatro libros de la Arquitectura

PAWSON, John; La expresión sencilla del pensamiento complejo; El Croquis nº 127, número monográfico, Madrid 2005

PEVSNER, N.; Los orígenes de la arquitectura moderna; Editorial Gustavo Gili, Barcelona 1969

ROSSI, Aldo ; La arquitectura de la ciudad. (1ª ed.1966); editorial Gustavo Gili, Barcelona 1979

ZEVI, Bruno; Historia de la arquitectura moderna; Editorial Emecé, Buenos Aires 1954

ZUMTHOR, Peter; Atmósferas; editorial Gustavo Gili, Barcelona 2006 (1ª edición)

VITRUVIO, M. L.; Los diez libros de Arquitectura. ; Alianza editorial, Madrid 1995.

- ÂBALOS, Iñaki ; La buena vida, Editorial Gustavo Gili, S. A.; Barcelona, 2000
- ARANDES RENU, Ramón; Aguiló Alonso Miguel; et al. “Prefabricación, teoría y práctica”; Editores Técnicos Asociados; Barcelona, 1974.
- ARGAN, Giulio Carlo; Walter Gropius y la Bauhaus; Gustavo Gili; Barcelona, 1983.
- ASENSIO Cerver, Francisco; Bahamón, Alejandro; “Arquitectura alternativa: móvil, ligera, desmontable, modular”; H Kliczkowski; Madrid, 2002
- ALEXANDER, Christopher y otros; Un lenguaje de patrones. Ciudades, edificios y construcciones ; editorial Gustavo Gili, Barcelona 1980
- BAN, Shigeru; “Entrevista con Shigeru Ban”;Quaderns 226; Barcelona,2000
- BASSO Birules, Francisco, AGUIRRE de Yraola, Fernando; et al. “Prefabricación e industrialización en la construcción de edificios”; Editores Técnicos Asociados; Barcelona, 1968
- BERDINI, Paolo; “Una nota en el anuario del Deutscher Werkbund” en: Walter Gropius”; Gustavo Gili, S.A; Barcelona, 1986.
- BERDINI, Paolo; “Walter Gropius”; Gustavo Gili, 1ª-2ª ed.; Barcelona, 1994-1996.
- BENÉVOLO, Leonardo; “Historia de Arquitectura moderna,”; Gustavo Gili, 8ª ed. rev. y ampl., 5ª tirada. Barcelona, 2010.
- BENDER, Richard; Una visión de la construcción industrializada; Editorial Gustavo Gili, S. A., Barcelona; 1976
- BERGDOLL, Barry y CHRISTENSEN, Peter; Home Delivery: Fabricating the Modern Dwelling parte 1; edit. Basel ; Museum of Modern Art : Birkhäuser; New York, 2008
- BERGDOLL, Barry y DICKERMAN, Leah; “Bauhaus 1919-1933 Workshops for modernity”; ed.1964 Museum of Modern Art cop; New York, 2009
- BURKHART, Bryan; ARIEFF, Allison; “Prefab”. Layton, editorial, Ut. Gibbs Smith; 1a ed. New York, 2002

- BUNN Stephanie; “Viviendas autóctonas flexibles y móviles”, en Living in Motion. Diseño y arquitectura para una forma de vida flexible. Vitra Desing Museum; Zurich, 2002
- DEL AGUILA, García, Alfonso; “La prefabricación aplicada a España”; Sindicato Nacional de la Construcción Departamento de Industrialización Madrid; España, 1974
- DÍAZ MORENO y GARCÍA, Cristina, Efrén; “A vueltas con la casa: 25 casos y un diagnóstico”, A V Monografías 90, 2001
- DÖCKER, Richard. “Bericht uber die Siedlung in Stuttgart am Weissenhof”. Bauwelt no. 11 Stuttgart, 1928.
- DÖCKER, Richard. “Wirtschaftliches Bauen auf der Stuttgarter”. Werkbund Ausstellung die Wohnung no. 36, Siedlung, 1927
- ENGELMANN, Christine; SCHÄDLICH, Christian, “Die Bauhausbauten in Dessau”; Edition Bauhaus, DessauVerlag für Bauwesen; Berlin,1991.
- ENGEL, Heinrich ; TheJapanese House. A tradition for Comtemporary Architecture; Charles E. Tuttle Company, Inc.; Vermont, 1964
- FERNÁNDEZ R. , Luisa ; SOLER, M. Carlos ; El General Panel System de Konrad Wachsmann y Walter Gropius, 1941. Actas del Séptimo Congreso Nacional de Historia de la Construcción. Santiago de Compostela; Eds. S. Huerta, I. Gil, S. García, M. Taín; Madrid, Instituto Juan de Herrera ; 2011
- FORD, James and MORROW FORD, Katherine; Classic modern Homes of the thirties 64 Design by Neutra, Gropius, Breuer, Stone And others; Dover publications, inc.; New York,1940
- FORD, Edward R.; The Details of Modem Architecture. 1928 to 1988; The MIT Press. Cambridge, Massachusetts, 1996.
- FRAMPTON, Kenneth; Le Corbusier; trad.Juan Calatrava, Ed. Akal D.L.; Madrid, 2000, 2002
- FRIEDMAN, Donald; Historical building construction :design, materials & technology; W.W. Norton cop. 2nd ed.; New York, 2010

---

**GIEDION, Sigfried; Espacio, tiempo y Arquitectura: origen y desarrollo de una nueva tradición; Ed. Reverté; Barcelona, 2009.**

**GILI GALFETTI, Gustau; Casas refugio = Private retreats; Gustavo Gili D.L.; Barcelona, 1995.**

**GÓMEZ-Jáuregui, Valentín; “Habidite: viviendas modulares industrializadas” (en español); Informes de la Construcción; Vol 61, No 513, 33-46; Enero-marzo, 2009**

**GROPIUS, Walter; “Alcances de la arquitectura integral”; editorial La Isla 6a.ed.; Buenos Aires, 1970**

**GROPIUS, Walter; “Apolo en la democracia”; editorial Monte Avila; Caracas,1986**

**GROPIUS, Walter; “Arquitectura y planeamiento”; ed. Infinito, 2a.ed. Buenos Aires, 1962**

**GROPIUS, Walter; La nueva arquitectura y la Bauhaus; Edit. Lumen; Barcelona, 1996.**

**HERBERT, Gilbert; Dreams of the factory-made house: Walter Gropius and Konrad Wachsmann; The MIT Press.; Cambridge, Massachusetts, 1984.**

**HERBERT, G.; The Packaged House: dream and reality; Haifa: Technion-Israel Institute of Technology, Faculty of Architecture and Town Planning, Documentation Unit of Architecture; 1981.**

**IMPERIALE , Alicia; “An american wartime dream: the packaged house system of konrad wachsmann and walter gropius”; ACSA , Fall Conference; E.U. Philadelphia , 2012**

**JAHN,Oliver, 1970; et.al.; “Prefab Houses”; Köln; Taschen cop.; London, 2010**

**JACOBS, Jane; The Death and Life of Great American Cities; New York: Random House, 1961 Muerte y vida de las grandes ciudades; Barcelona: Península, 1967**

**JACKSON, Neil; The Modern Steel House; Ed: E & FN Spon; London, 1996.**

- KIRSCH, Karin and Gerhard; *The weissenhofsiedlung: experimental housing built for the Deutcher Werkbund, Stuttgart 1927*; Ed. Axel Menges; Stuttgart, London, 2012.
- LA ROCHE, Pablo M.; *Carbon-Neutral Architectural Design*; CRC Press, Taylor & Francis Group; New York, 2011
- LUPFER, Gilbert; SIGEL, Paul; “Propagandista del nuevo diseño”, Köln : Taschen cop.; London, 2004
- LLEO, Blanca; *El Sueño de Habitar*, editorial Gustavo Gili, Barcelona 2005.
- MAC, Barbara; *Richard Neutra. Complete Works*; Taschen G mbH, Köln; London, 2000
- MIES VAN DER ROHE, Ludwig; “Casas con arte 4 : Eames house, Charles y Ray Eames : viaje a Los Ángeles”; Unidad editorial Revistas; Madrid, 2011
- MIES VAN DER ROHE; *Discurso de ingreso como director del Departamento de Arquitectura del Armour Institute of Technology (AIT) el 20 de Noviembre de 1938; con ocasión del Testimonial Dinner en el Palmer House, Chicago. Manuscrito conservado en LoC; reproducido en Philip Johnson: Mies van der Rohe”, Nueva York 1947, págs. 196 200; Werner Blaser: “Mies van der Rohe, Lehre und Schule “, Studgart/Basilea 1977, págs. 28 30. Tomado aquí de NEUMEYER, Fritz; Mies van der Rohe. La palabra sin artificio. Reflexiones sobre la arquitectura 1922 /1968. 1986; El Croquis Editorial, Madrid 1995; páginas 479 y ss.*
- MIES VAN DER ROHE; *conversaciones con*; editorial Gustavo Gili, 2006;
- MONTEYS, Xavier y fuentes pere; *Casa collage. Un ensayo sobre la arquitectura de la casa*, Editorial Gustavo Gili, S. A; Barcelona, 2001.
- NERDINGER, Winfried; *The Walter Gropius Archive: an illustrated catalogue of the drawings, prints, and photographs in the Walter Gropius Archive at the Busch-Reisinger Museum; Harvard Universiy; Ed.Garland, volumen 3; Nueva York, 1990*
- NERDINGER, Winfried; *Walter Gropius: Opera completa*; Ed.Milano Electa, Milán 1989, 1993

---

NORBERG-SCHULZ, Christian; “Los principios de la Arquitectura moderna”; Trad. y edición: Jorge Sainz; Reverté D.L.; Barcelona, 2005

OLIVERI, G. Mario; “Prefabricación o metaproyecto constructivo”; Gustavo Gili D.L.; Barcelona, 1972

PALMA CARRASO, Ignacio Javier;  
Sistema de plataforma con entramado ligero de madera:  
“platform frame” aplicado a viviendas unifamiliares; ed. Bellisco;  
Madrid, 2008

PEVSNER, N.; Historia de las tipologías arquitectónicas; editorial Gustavo Gili, Barcelona 1979

PEVSNER, Nikolaus; Pioneros del diseño moderno: de William Morris a Walter Gropius; Infinito 3ª, 4ª ed. rev. en español; Buenos Aires 2000, 2003.

POMMER, Richard; OTTO, Christian; Weissenhof 1927  
and the modern movement ; Ed. University of Chicago Press; Chicago, 1991

REVEL, Maurice; “Prefabricación en la construcción”; Trad. Gonzalo de Navacerrada; Bilbao : Urmo, 1981.

ROTH, Alfred, LA HUERTA, Juan José; et.al. Dos casas de Le Corbusier y Pierre Jeanneret; precedido por Le Corbusier ¿Dónde está la arquitectura?; Edt. Colegio Oficial de Aparejadores y Arquitectos Técnicos, Murcia, 1997

ROSA, Joseph ; Albert Frey. Architect, Princeton Architectural Pres;. New York, 1999.

RUSSEL, Barry; buildings systems, industrialización and architecture; Wiley; 1ª edition ; December 29, 1981

SEGUÍ de la Riva, Javier; “Arquitectura y planteamiento”; Instituto Juan de Herrera D.L.; Madrid 2000

- STARR, Kevin; *Americans and the California Dream*; ed. Oxford University Press; USA, 2003
- STRIKE, James; *De la construcción a los proyectos: La influencia de las nuevas técnicas en el diseño arquitectónico, 1700-2000*; Reverté; Barcelona 2004.
- SMITH, Elizabeth; *Blueprints for Modern living*; The MIT Press, A.T.(ed.); Cambridge, Massachusetts and London, England, 1989
- TERRADOS CEPEDA, F.; “*Prefabricación ligera. Nuevas premisas*”; Edit: Universidad de Sevilla. Instituto Universitario Arquitectura y Ciencias de la Construcción D.L; 1ª ed. Sevilla, 2013
- KONCZ, Tihamer; *Manual de la construcción prefabricada*; Ed. Hermann Blume, 2a. ed. Madrid, 1973
- TOREKULL, Bertil; *Leading by design. The IKEA story*; Ed. Harper Collins Publishers, Inc.: New York, 1999.
- VAN DER ROHE; Ludwig Mies “*Case study houses: 1945-1966; el impulso californiano*”. Unidad editorial Revistas; Madrid, 2011
- VASSAL, Jean Philippe et. Al.; “*Lacaton&Vassal. Conversación con Patrice Goulet*” 2G 21; 1996
- VVAA; *Invitación a la Arquitectura; Diálogos con Oriol Bohigas, Juan Navarro Baldeweg, Oscar Tusquets, Albert Viaplana y Peter G. Rowe*; Edición de Joaquim Español, RBA, Barcelona 2002
- WAGNER, Martin; “*La casa crecedera: Das Wachsende Haus*”; Berlin y Leipzig: Deutsches Verlagshaus Bong; Berlin, 1932.
- WACHSMANN, Konrad; *Holzhausbau. Technik und Gestaltung*, Berlin: Ernst Wasmuth Verlag AG; Reeditado en 1995; *Building the wooden house. Technique and design*; Basel; Berlín; Boston: Birkhäuser Verlag; Berlin, 1930
- WACHSMANN, Konrad Christa Grüning; Michael Grüning; Christian Sumi Basel, etc “*Building the Wooden house: technique and design*”; Basel, etc.; Birkhäuser, cop. 1995
- WISSINGER, Joanna; *The Best Kit Homes*; The Philip Lief Group Inc., New York, 1987.



---

## Páginas Web.

Ultimas Consultas web. Julio - Agosto 2014.

<http://blog.preservationnation.org/2013/07/29/lustrons-building-an-american-dream-house/#.VB4amvmSySq>

<http://hpmhawaii.com/home-packages/>

<http://images.lib.ncsu.edu/luna/servlet/view/all/when/Modern/>

<http://books.google.com.do/books>

<http://archrecord.construction.com/>

<http://www.ncmodernist.org/lustron.htm>

<http://www.lustronpreservation.org/lounge>

<http://www.ietcc.csic.es/index.php/es/>

[http://javierterrados.com/blog/?page\\_id=381](http://javierterrados.com/blog/?page_id=381)

<http://www.euskomedia.org/aunamendi/74085#9>

<http://iprojecta.es/es-momento-de-industrializar-la-construccion/>

<http://www.harvardartmuseums.org/art/>

[http://www.archweb.it/dwg/arch\\_arredi\\_famosi/Gropius/unifamiliare\\_Weissenhof/casa\\_unif\\_weissenhof.htm](http://www.archweb.it/dwg/arch_arredi_famosi/Gropius/unifamiliare_Weissenhof/casa_unif_weissenhof.htm)

<http://www.lustronpreservation.org/>