



UNIVERSITAT
POLITÈCNICA
DE VALÈNCIA



ESCUELA TÉCNICA
SUPERIOR DE
ARQUITECTURA

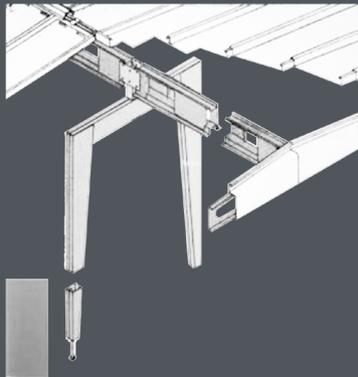
Células prefabricadas de bajo coste. Arquitecturas industrializadas del siglo XX

Estudios de tipos

Alejandro Rausell Olivares

Trabajo Fin de Grado

Tutor: José M^a Fran Bretones



Universitat Politècnica de València

Escuela Técnica superior de Arquitectura

Grado en Fundamentos de la Arquitectura. Curso 2017/2018

Células prefabricadas de bajo coste. Arquitecturas industrializadas del siglo XX

Estudios de tipos

Alejandro Rausell Olivares



UNIVERSITAT
POLITÈCNICA
DE VALÈNCIA



ESCUELA TÉCNICA
SUPERIOR DE
ARQUITECTURA

Células prefabricadas de bajo coste. Arquitecturas industrializadas del siglo XX

Estudios de tipos

Alejandro Rausell Olivares

Trabajo Fin de Grado

Tutor: José M^a Fran Bretones

Universitat Politècnica de València

Escuela Técnica superior de Arquitectura

Grado en Fundamentos de la Arquitectura. Curso 2017/2018

Resumen

La prefabricación y la aparición de la arquitectura modular, muy de moda en la actualidad, tiene una trayectoria que se remonta años atrás y su origen se debe para satisfacer unas necesidades sociales y culturales, relacionadas directamente con la rapidez y el bajo coste de la construcción.

La Segunda Guerra Mundial, así como los diferentes acontecimientos trágicos resultantes de ésta, provocaron la necesidad de crear refugios prefabricados y ligeros, fáciles de enviar y que pudieran ser ensamblados rápidamente.

El objetivo del presente trabajo es realizar una reconstrucción gráfica y detallada del sistema de construcción que se empleó en algunos de los primeros proyectos y construcciones que protagonizaron este cambio.

Palabras clave: prefabricación, arquitectura industrializada, arquitectura modular, segunda guerra mundial.

"La arquitectura moderna no significa el uso de nuevos materiales, sino utilizar los materiales existentes en una forma más humana" Alvar Aalto 1898-1976

Resum

La prefabricació i l'aparició de l'arquitectura modular, molt de moda en l'actualitat, té una trajectòria que es remunta anys enrere i el seu origen es deu per satisfer unes necessitats socials i culturals, relacionades directament amb la rapidesa i el baix cost de la construcció.

La Segona Guerra Mundial, així com els diferents esdeveniments tràgics resultants d'aquesta, van provocar la necessitat de crear refugis prefabricats i lleugers, fàcils d'enviar i que pogueren ser assemblats ràpidament.

L'objectiu del present treball és realitzar una reconstrucció gràfica i detallada del sistema de construcció que es va emprar en alguns dels primers projectes i construccions que van protagonitzar aquest canvi.

Paraules clave: prefabricació, arquitectura industrialitzada, arquitectura modular, segona guerra mundial.

"L'arquitectura moderna no significa l'ús de nous materials, sinó utilitzar els materials existents en una forma més humana" Alvar Aalto 1898-1976

Abstract

The appearance of prefabricated and modular architecture, which is really in fashion nowadays, has a long trayectory over the years. It is used to satisfy social and cultural needs and it is relacionated whith the promptness and low priced constructions.

The second world war, and its tragic results, induced to create prefabricated and lightweight refugees, easy to send and join together.

The objective of this proyect is to redraw the detailed constructions used in some of the first proyects and constructions which starred this change.

Key words: prefabrication, industrialized architecture, modular architecture, Second World War.

"Modern architecture does not mean the use of new materials, it means the use of new materials in a more human way" Alvar Aalto 1898-1976

Índice de contenidos

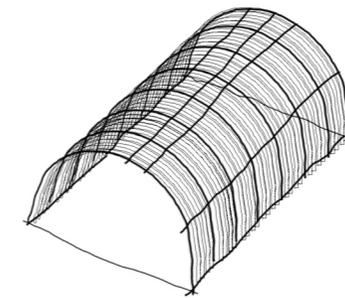
Objetivos y metodología	15
Prefabricación en tiempos de guerra. El "Boom" de la prefabricación	19
Quonset Hut	27
Jamesway Hut	35
Primeros prototipos de prefabricación de células habitacionales	45
Jean Prouvé. Casa Desmontable 6x6	51
Buckminster Fuller. Unidad Habitacional Desplegable Dymaxion	59
Prototipos de prefabricación y viviendas de emergencia	69
Universidad CEU San Pablo. Proyecto VEM	75
Shigeru Ban. Paper Log House	83
Conclusiones	91
Bibliografía y web sites	93
Procedencia de las imágenes utilizadas	98

Objetivo y Metodología

El presente trabajo tiene como punto de partida un doble objetivo. Por un lado, una vertiente teórica que pretende conocer la situación histórica y los datos técnicos de algunos de los primeros proyectos de arquitecturas prefabricadas.

Tras esta primera introducción histórica y técnica de los proyectos, se pretende desarrollar el objetivo principal del trabajo, que consiste en la reconstrucción gráfica y constructiva de todos y cada uno de los proyectos en cuestión, entendiendo esta labor como actualización de la información existente. Por tanto, se pretende ofrecer una visión más técnica y detallada de los diferentes acabados y procesos constructivos realizados en cada obra.

Para ello, en primer lugar, se procederá al análisis de la información existente y en base a la misma y con la referencia de otros proyectos y/u obras construidas con técnicas idénticas o muy similares, pudiendo obtener los conocimientos para poder desarrollar posteriormente la reconstrucción gráfica. En segundo lugar, se generará un modelo tridimensional, para obtener la información planimétrica.



Prefabricación en tiempos de guerra. El "Boom" de la prefabricación

Introducción

Durante el siglo XX tuvieron lugar una serie de acontecimientos que lo caracterizan como el período más sangriento en la historia de la humanidad provocado por los conflictos bélicos, con enormes pérdidas en vidas humanas y materiales. En la primera mitad de este siglo nos encontramos con dos guerras mundiales (Primera Guerra Mundial 1914-1918 y Segunda Guerra Mundial 1939-1945), en las cuales la gran demanda armamentística provoca un impresionante avance tecnológico, que tuvo como resultado la aparición de una gran variedad y eficiencia tecnológica.

La Segunda Guerra Mundial fue un conflicto armado que se extendió prácticamente por todo el mundo como consecuencia, de las graves disputas que la Primera Guerra Mundial había dejado sin resolver, colocando a la economía norteamericana en una situación de liderazgo absoluto.

“de 1923 a 1929 el conjunto de la producción industrial de los EE.UU aumentó en un 64%, siendo especialmente reseñables los avances presentados en ciertos sectores como por ejemplo el del acero cuyo aumento del 156% y el de los productos químicos un 95%. Por otra parte, la industria de bienes de consumo progresó al mismo ritmo: el símbolo era el automóvil, cuya producción, duplicada en 7 años, alcanzó en 1929 los 5.300.000 vehículos”.⁰¹

Un ejemplo característico de este boom en la producción industrial de los EE.UU sería la fábrica automovilística “Ford Motor Company”. El sistema de producción en masa estandarizado introducido por Henry Ford en la década de los 20 optimizó la productividad de la industria automotriz, reduciendo la mano de obra y los costes de producción; esta nueva metodología de producción se extendía rápidamente hacia todos los procesos de producción en masa de otras industrias.

01 . Serrano Segarra María. La crisis económica de 1929: Roosevelt y el New Deal. Revista de Sociales y Jurídicas. (2010), Rectorado y biblioteca de la Universidad de Valencia. Volumen I, nº6, págs. 112-130.



Fig.01 Fotografía cadena de ensamblaje automotriz modelo Ford T, 1926

Durante el período de entreguerras EE.UU se convertía en una importante fuente de financiación para la economía alemana otorgando préstamos para pagar las reparaciones de guerras; impulsando su economía y el movimiento de arquitectura de reforma.

La bonanza americana fue evidente con el rápido aumento de los salarios y el consecuente incremento en la capacidad adquisitiva de la población que se acostumbró a un nuevo estilo de vida americano. El creciente consumismo se vio reflejado en la constante oferta de la industria.

En 1929, tras la caída de la bolsa, el país se sumió en una crisis económica de gran importancia. La producción industrial descendió constantemente y las quiebras y el paro descendieron proporcionalmente derrumbándose el sistema financiero.

“La bolsa de Nueva York, el mayor mercado de valores del mundo, se hundió y arrastró a la ruina a miles de inversores desatando una crisis que condujo a la depresión de los años 30. Una gran cantidad de la producción, tanto local como internacional, especialmente en los años 20, estaba financiada a través del crédito. La crisis se manifestó en todos los campos de la economía y de la sociedad y su principal consecuencia fue la dislocación del sistema económico con la quiebra en cadena de todos los sectores. Se produjo un crecimiento espectacular del paro y apareció la pobreza en una nación que había vivido años de prosperidad”.⁰¹

Al inicio de la guerra, EE.UU consiguió mantenerse en un estado de indiferencia ante los acontecimientos bélicos que se estaban llevando a cabo en Europa, hasta noviembre de 1939, cuando la Ley de Neutralidad estadounidense fue enmendada para conceder un “cash and carry” a los Aliados permitiendo la compra de armas y suministros.

01 . Serrano Segarra María. La crisis económica de 1929: Roosevelt y el New Deal. Revista de Sociales y Jurídicas. (2010), Rectorado y biblioteca de la Universidad de Valencia. Volumen I, nº6, págs. 112-130.



Fig.02 Fotografía del pánico del Jueves Negro. "New Deal: Roosevelt salva América", 1929

La derrota de Francia provocó un drástico cambio en la postura estadounidense. La rapidez con la que se estaba desarrollando la guerra y la aparente e inminente derrota de Gran Bretaña pusieron de manifiesto la debilidad militar de América. En respuesta a la invasión del ejército alemán en Europa Continental, los EE.UU apresuró la movilización para la guerra en junio de 1940. El Congreso destinó más de un billón de dólares para la construcción de plantas de municiones, la fabricación de armas y la creación de defensas en ambas costas.

En septiembre del mismo año fue establecido el servicio militar obligatorio y de un ejército de 227.000 soldados en 1939, se pasó a uno de 1,2 millones en junio de 1940. Esto exigió la construcción inmediata de una media docena de nuevos cuarteles. El puro volumen de las estructuras de movilización necesarias hizo preciso un método eficiente de construcción. Un objetivo que se cumplió a través de la estandarización de las edificaciones de construir. La prefabricación había parecido una respuesta lógica a los programas de construcción a gran escala, sobre todo en los edificios temporales necesarios durante emergencias nacionales, pero a principios de los años 40 no era un método muy popular.

Para el inicio de la Segunda Guerra Mundial, EE.UU era la nación más industrialmente avanzada del mundo. La industria del transporte (automovilística y aviación) hacía tiempo que empleaba técnicas de línea de montaje para la producción masiva. Sin embargo, en la víspera de la guerra, la única industria que no había logrado avanzar era la de la construcción. Mientras que en Europa había distintos tipos de estímulos públicos a la prefabricación de viviendas públicas, y apoyo gubernamental para investigación, en EE.UU el sistema de construcción seguía siendo de madera tradicional y el apoyo por parte del gobierno para el diseño modular era prácticamente inexistente.

El aumento de la construcción de viviendas de defensa provocado por la migración en tiempo de guerra impulsó el prolongado interés de EE.UU en viviendas prefabricadas. Arquitectos, ingenieros y fabricantes respondieron inventando esquemas residenciales inusuales y el modelo de prefabricación se aplicó también a otros artículos. En Dearborn, Michigan, en la planta Ford, los aviones fueron producidos a un ritmo de uno por hora. Los bombarderos, al igual que los barcos, fueron construidos en piezas más pequeñas que posteriormente se ensamblaban de una sola pieza en una gran aeronave.



Fig. 03 Fotografía del modelo "SBD-5" en la cadena de montaje, 1943

Quonset Hut

Estados Unidos, 1942

El ejército de los EE.UU era consciente de que la guerra era inminente y para ello necesitarían una manera rápida de alojar personas y proteger material en bases lejanas. Las construcciones debían ser baratas, ligeras y portátiles para que pudieran ser enviadas a cualquier lugar y poder ser ensambladas rápidamente.

Durante la Primera Guerra Mundial, los británicos desarrollaron una estructura ligera prefabricada llamada Nissen Hut la cual reunía parte de los requisitos deseados. Para marzo de 1941 el gobierno había encargado a Pedro Dejongh y Otto Brandenberger de George A. Fuller Company el diseño y producción de un Hut.

La Marina de Guerra estableció el cumplimiento de dos condiciones en el diseño. En primer lugar, los refugios tenían que presentar forma en arco, por su resistencia y la deflexión de las composiciones curvas; y, por último, la estructura debía de presentar una forma sencilla, con suficiente simpleza para que pudiera ser ensamblada de forma rápida por personal no capacitado en lugares remotos.

Dejongh y Brandenberger adaptaron el diseño británico con metal corrugado y costillas de acero arqueadas semicirculares. Las mejoras con respecto al modelo inglés residían en el interior, donde se encontraba revestido en Masonite, aislante térmico y un suelo de madera contrachapada sobre un marco de metal elevado. La diferencia vital entre la Nissen y la Quonset se encontraba en la composición del cerramiento debido a que una queja común fue la falta de aislamiento adecuado, que dejó estructuras demasiado frías en invierno y calurosas en verano.

Con respecto al término **Masonite** se define: tablero de fibras de madera altamente comprimida y sometida a vapor, empleada para el aislamiento, la instalación de paneles, puertas o tabiques, así como soporte para la pintura.



Fig.04 Fotografía del interior de los barracones en el Campamento Hanford, 1944

El diseño original fue semicircular de 16 pies de ancho por 36 pies de largo (5x11 m) y construido de acero denso de una pulgada de espesor con secciones en T de acero de 2x2x1/4 de pulgada y cubiertas de metal corrugado. Los T-Rib Huts, eran incómodas de empacar y demasiado pesadas para el envío. Por ello, se utilizó el Stran Steel desarrollado a principios de 1930 por Great Steel Corporation, cuyo uso no se había popularizado por su elevado precio. Era una banda de acero soldada de 2x3x5/8 pulgadas con una ranura central ondulada que contenía clavos especiales con sellos de plomo.

El nuevo Quonset Hut era tan fácil de montar que cualquier persona podía ensamblarlo. A partir de 1942 todas las Huts utilizaban costillas Stran Steel y con ello se redujo el espacio de carga y el peso del tonelaje.

El modelo Stran Steel 20'x48', se convirtió en la versión más producida y construida durante la guerra. Sus dimensiones eran de 6x15 m y 3 m de radio, permitiendo 67 m² de superficie útil. El espacio interior flexible, estaba abierto, lo que permitió que fueran utilizados para diversas aplicaciones. Cuando surgía la necesidad de adaptación de las edificaciones para un nuevo uso, los detalles eran elaborados y revisados. En total, se prepararon 86 diseños de interiores distintos; y en muchos casos fue necesario el desarrollo de equipamiento interior especial, para adaptarse a la forma curva.

Para junio de 1941, un total de 450.000 yardas cúbicas de materia prima y suministros con un valor de aproximado de 1,2 millones de dólares estaba listo para su uso. En menos de un mes, George A. Fuller & Company había creado un centro de producción en masa de Huts en pleno funcionamiento a una escala que representaba una producción anual de 22 millones de dólares.

Todo este proceso se inició mucho antes de que EE.UU entrara oficialmente en la Segunda Guerra Mundial, el 8 de diciembre de 1941, y al final de la guerra, se estima que 150.000 Quonset Huts se habían construido a lo largo del territorio americano y alrededor del mundo.



Fig.05 Fotografía de la construcción modelo Quonset Hut 20'x48'

Proceso Constructivo

Teniendo en cuenta las instrucciones de montaje que aparecen recogidas en el manual redactado por el *Great Lakes Steel Corporation*, el proceso consta de cuatro partes:

CIMIENTOS. En primer lugar, se nivela el terreno mediante una capa de gravas sobre el que se disponen cinco vigas de sección I con una separación igual a 5 pies. A continuación, se atornillan sobre éstas una serie de viguetas perpendiculares de sección I y espaciadas cada 2 pies. Finalmente, se colocan canales en C hacia arriba atornillados a la cara superior de las viguetas, en paralelo con los marcos exteriores y en toda su longitud, los cuales recibirán los extremos de las costillas arqueadas que constituyen la estructura.

ESTRUCTURA. Cada costilla se une por su parte superior por medio de pernos y placas de juntas. Posteriormente se elevan y se colocan desde el inicio de la plataforma hasta el final cada 2 pies, fijándose a los canales por medio de pernos de anclaje. Para garantizar una mayor estabilidad, se disponen 3 correas centradas en la parte superior de las costillas, atornilladas a conectores por toda la longitud del marco y dos correas laterales a ambos lados atornilladas directamente a la estructura. Para colmatar, se ensamblan los marcos verticales en los extremos.

SOLADO. Sobre las viguetas con sección I se colocan clavadas a éstas unas piezas de madera de 4x8 pies a lo largo de toda la base.

CERRAMIENTO Y REVESTIMIENTO. Se reviste la cara interior mediante tableros de Masonite de 3/16 pulgadas atornillados sobre las costillas arqueadas. Sobre éstos se dispondrá una capa de aislante térmico de una pulgada de espesor que recubrirá toda la cubierta y finalmente, la cara exterior se cubre mediante unas planchas de acero corrugado pre-cortadas fijadas mediante clavos a los marcos y correas. Las juntas se sellan con pistolas de masilla y en el caso de que se solapen, se sujetan mediante tornillos autoenroscantes. Concluyendo el proceso, se instalan puertas de 3x7 pulgadas, ventanas de 2x9 pulgadas y se instalan tapajuntas de acero en las uniones entre pared y techo, y en el perímetro de aberturas de ventanas o puertas.

SECCIÓN CONSTRUCTIVA QUONSET HUT 20'x48'. E:1/30

(Elaboración propia)

ELEMENTOS ESTRUCTURAS Y CERRAMIENTO

ES01.Viga metálica de sección "I" de dimensiones 55x100x1463 mm espaciadas cada 5 pies (1,50m) y ancladas al suelo mediante pernos metálicos.

ES02.Viguetas metálicas de sección "I" de dimensiones 46x80x600 mm espaciadas cada 2 pies (0,60m) y fijadas a la parte superior de las vigas.

ES03.Canal metálico en forma de "U" atornillado a las cabezas superiores de las viguetas de dimensiones 46x46x1460 mm.

ES04.Correa metálica de sección "I" de dimensiones 25x50x600 mm atornillada a las costillas.

ES05.Perno metálico de anclaje de las vigas al suelo con sistema de tuerca enrroscable.

ES06.Conectores superiores atornillados a las cabezas finales de las medias costillas de dimensiones 48x300x2 mm y que reciben a la correa principal.

ES07.Costilla metálica acanalada en forma de doble "W" de dimensiones 46x46 con 3 metros de radio, que permite una mayor resistencia y ligereza en la estructura.

ES08.Correa central superior metálica de dimensiones 25x50x600 fijada a las costillas a través de los conectores.

ES09.Tableros de madera contrachapada de dimensiones 120x240x25 mm fijados a las cabezas superiores de las viguetas.

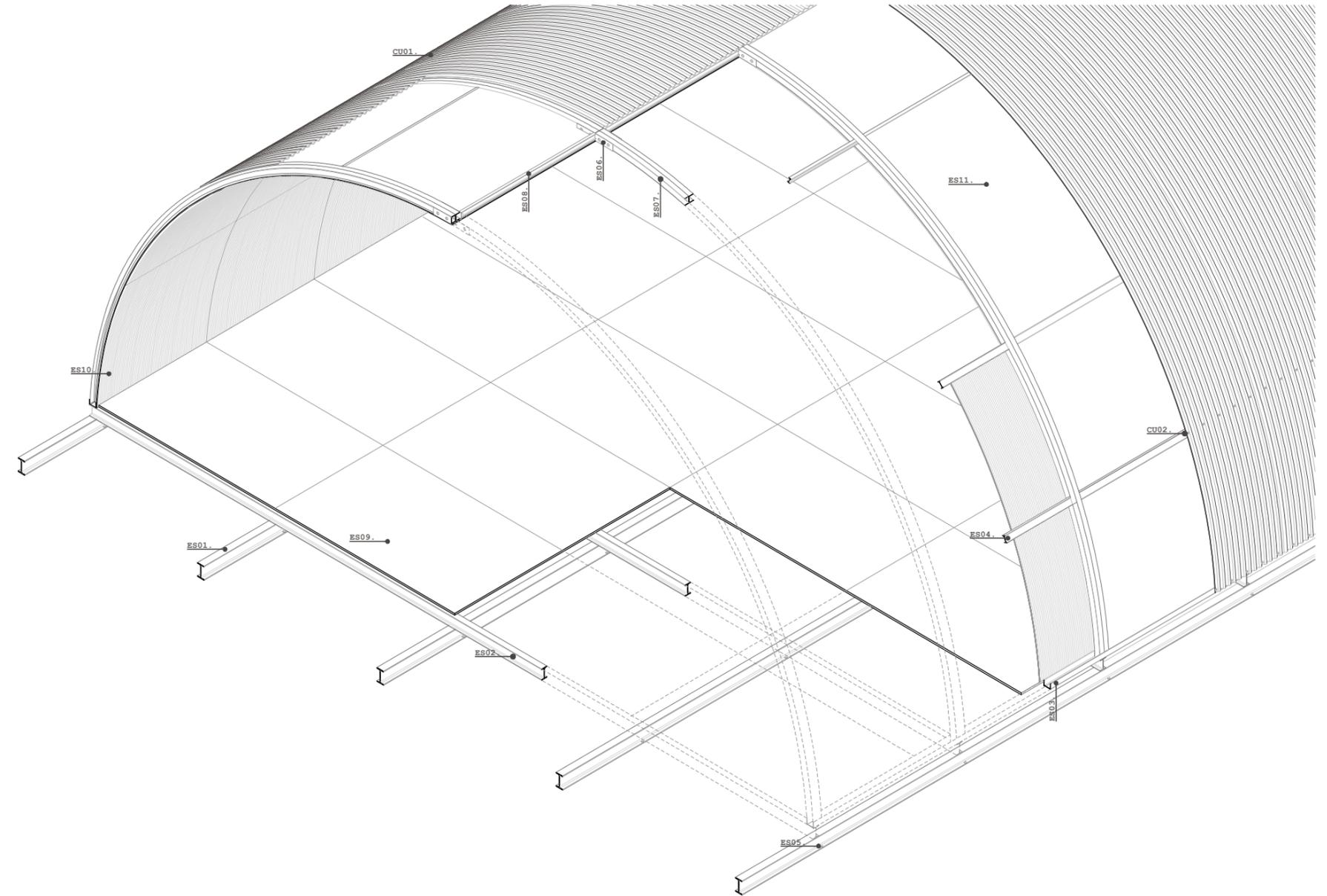
ES10.Revestimiento interior de paneles de masonite de anchura 600 mm y de $\frac{3}{16}$ ' de espesor fijados directamente a las costillas y correas mediante clavos.

ES11.Material aislante de lana mineral situada entre las costillas y nervios de espesor 30 mm permitiendo liberar un pequeño espacio que actúa como cámara de aire.

CUBRICIÓN

CU01.Plancha de acero corrugado fijado a las correas metálicas mediante clavos de cabeza doble. Se disponen unas sobre otras para impedir la penetración de agua al interior.

CU02.Clavo de cabeza doble.



Jamesway Hut

Estados Unidos, 1943

Tras el éxito del Quonset Hut por su rápida producción y fácil transporte y ensamblado, el ejército aéreo de los EE.UU demandó una versión aún más ligera y sencilla que pudiera ser almacenada en un único embalaje y que soportara condiciones climáticas árticas.

James Manufacturing Company de Fort Atkinson, Wisconsin, desarrolló una versión del Quonset utilizando como material para la estructura la madera y como cubrición una tela aislante. El diseño satisface las necesidades para las que se proyecta permitiendo realizar bajo condiciones de temperatura fría extrema, el montaje de manera rápida y vistiendo ropa abultada.

El kit también contaba con unas mantas de 3,11 pulgadas hechas con aislante de fibra de vidrio revestido con muselina ignífuga y encerrado en algodón tratado con un plástico resistente al agua, al ataque de insectos y a prueba de fuego. El único componente metálico lo constituían los clavos, sujetadores y barras de conexión que dotaban al paquete en su conjunto de un peso de 1.200 libras (540kg) para un refugio cuadrado de 16 pies de lado.

El soporte de almacenamiento contaba con unas dimensiones de 3,11x7,10 pulgadas de madera contrachapada aislada mediante fibra de vidrio R-7. Estas características determinadas en el diseño permitían que el embalaje pudiera ser reutilizado como suelo proporcionando unas condiciones de fácil manipulación, calidez y limpieza.

Con respecto al término **R-7** se define: el valor R es una medida de resistencia térmica utilizada en la industria de la construcción y cuyas unidades se dan por lo general en kelvin por m² o vatio por m².



Fig.06 Fotografía interior Jamesway Hut

La estructura se componía de unos arcos de 6 pulgadas de madera laminada, unidos a la base por medio de unas bisagras de acero y pasadores extraíbles en forma de tuercas de mariposa, sobre los que se disponía la tela aislante. El diseño presentaba la suficiente resistencia como para soportar el peso de la nieve.

El interior, al igual que el modelo Quonset Hut, era un espacio diáfano de pequeñas dimensiones únicamente limitado por la tela aislante que cubría las costillas. No obstante, como la tela se encontraba firmemente sujeta a la estructura, no existía peligro de se abriera durante episodios de fuerte viento o nevadas.

La cabaña alcanzó la fama, tras conseguir proporcionar el calor y refugio portátil a las Fuerzas Armadas de los EE.UU durante la invasión japonesa a las islas Aleutianas en Alaska. No obstante, el mayor número de unidades fabricadas se desarrolla a finales de la década de los años 40 para su uso en la guerra de Corea.

Su éxito ha permitido que este prototipo haya sido utilizado en numerables ocasiones en operaciones militares llegando a ser utilizado finalmente por el Programa Antártico de los Estados Unidos.



Fig.07 Fotografía exterior Jamesway Hut

Proceso Constructivo

Teniendo en cuenta las instrucciones de montaje que aparecen recogidas en el manual redactado por el *Great Lakes Steel Corporation*, el proceso consta de cuatro partes:

CIMIENTOS. En primer lugar, se nivela el terreno sobre el que se dispondrán los marcos exteriores formando un cuadrado de 16x16 pies de diámetro, sobre los que se atornillarán las costillas.

ESTRUCTURA. Cada costilla se une por su parte superior por medio de pernos y placas de juntas. Para ello, extendemos en el suelo los marcos que se unirán mediante una placa de junta. Posteriormente se elevan y se colocan desde el inicio de los marcos exteriores hasta el final de éstos, fijándose a través de placas de anclaje por medio de pernos. Para garantizar una mayor estabilidad, se disponen 3 correas centradas en la parte superior de las costillas, atornilladas a conectores por toda la longitud del marco y dos correas laterales a ambos lados atornilladas directamente a la estructura.

SOLADO. El kit carecía de un soldado propiamente dicho, no obstante, el diseño del embalaje permite que sea reutilizado como tal dadas sus características hidrófugas. Por ello, se disponen los tableros de 3,11x7,10 pulgadas directamente en contacto sobre el suelo, sin ningún tipo de sujeción entre ellos o sobre la estructura auxiliar, en el caso de existirla.

CERRAMIENTO Y REVESTIMIENTO. Se reviste toda la estructura arqueada mediante una lona impermeable la cual se extiende y se regulariza mediante tensores a los marcos exteriores de la base, fijándose directamente mediante a las costillas de madera mediante pernos.

SECCIÓN CONSTRUCTIVA JAMESWAY HUT. E:1/30

(Elaboración propia)

ELEMENTOS ESTRUCTURAS Y CERRAMIENTO

ES01. Viga de madera de sección rectangular de dimensiones 55x100x1463 mm espaciadas cada 5 pies (1,50m) apoyadas sobre una superficie regularizada.

ES02. Viguetas de madera de sección "I" de dimensiones 55x100x600 mm espaciadas cada 2 pies (0,60m) y fijadas a la parte superior de las vigas.

ES03. Viga perimetral de madera de sección "L" de dimensiones 55x200x1463 mm sobre las que apoyan las viguetas.

ES04. Correa téxtil de tensado y agarre de la lona de cubrición.

ES05. Fleje metálico de tensado y agarre.

ES06. Nervio superior atornillado a las cabezas finales de las medias costillas mediante las placas de anclaje.

ES07. Pletina metálica en forma de "L" con función de atado y sujeción de las medias costillas.

ES08. Tableros de madera contrachapada de dimensiones 120x240x25 mm fijados a las cabezas superiores de las viguetas.

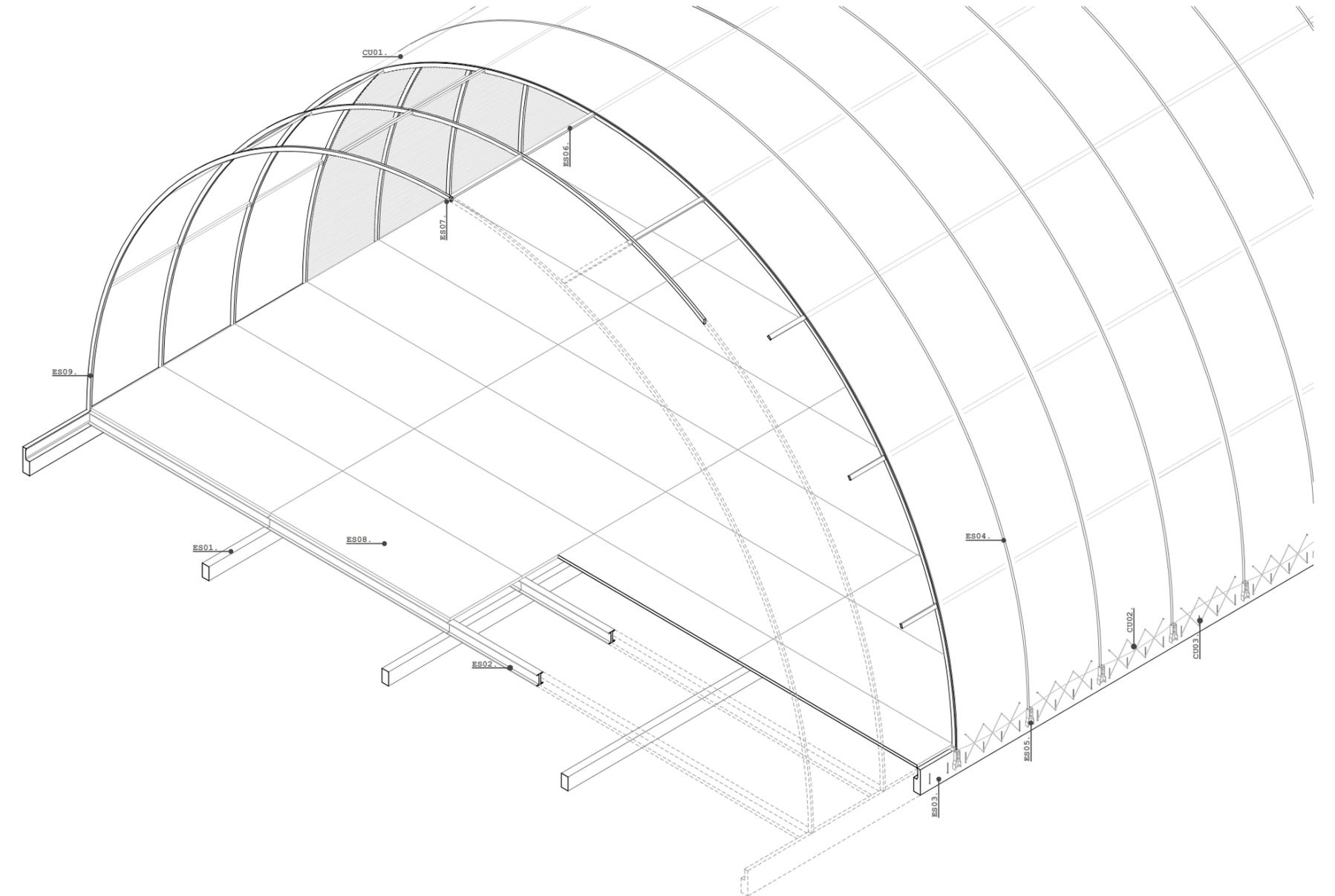
ES9. Costilla de madera laminada sujeta a los marcos perimetrales mediante placas de anclaje.

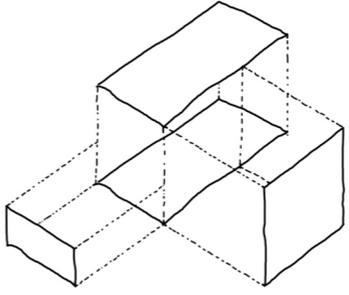
CUBRICIÓN

CU01. Lona extensible impermeable.

CU02. Tensores secundarios de cuerda.

CU03. Estribos metálicos de amarre.





Primeros prototipos de prefabricación de células habitacionales

Introducción

El período de entre guerra dio la oportunidad a arquitectos, ingenieros y otros profesionales del sector al estudio y la exploración de diferentes tipologías de viviendas prefabricadas, siguiendo la misma línea de estandarización de piezas y paneles que se estaba desarrollando en el sector militar.

No obstante, este interés por la búsqueda de un sistema de construcción industrializada es producido por una serie de factores de carácter económico, social y técnico. Por un lado, existía el efecto devastador provocado por la depresión, cuyas consecuencias estimularon la búsqueda de nuevos sectores de inversión y nuevos empleos; y dado que existía una escasez de viviendas y el sector bancario se encontraba en una situación delicada, se vio una gran oportunidad en el sector de las viviendas industrializadas de bajo costo.

Otro aspecto a destacar era que el ingreso promedio familiar anual se encontraba entorno a los 2.000\$ anuales y en regiones rurales, un elevado porcentaje de la población carecía de los recursos mínimos de luz eléctrica y agua potable. Estas razones evidenciaban aún más la incapacidad de las familias americanas de poder adquirir una nueva vivienda, ya que éstas se encontraban fuera de los medios adquisitivos. Pero no fue sólo el interés de invertir en la prefabricación de viviendas como una oportunidad de inversión, sino también por la necesidad de encontrar una salida para el aparente nuevo sector de la industria, tras haber caído en los últimos años en un 10%.

Los tiempos de guerra que se vivían, había provocado la migración de millones de personas y con ello el aumento de la construcción de viviendas de defensa, generando un mayor interés a EE.UU en las viviendas prefabricadas. Este interés desembocó en una respuesta masiva por parte de arquitectos, ingenieros y fabricantes, los cuales estudiaron y desarrollaron numerosos esquemas residenciales. La construcción experimentó un gran avance industrial, y se produjeron múltiples prototipos de viviendas prefabricadas como la "Bubble House", la casa de iglú de Martin Wagner y la casa cilíndrica de Buckminster y Fuller, entre otras.

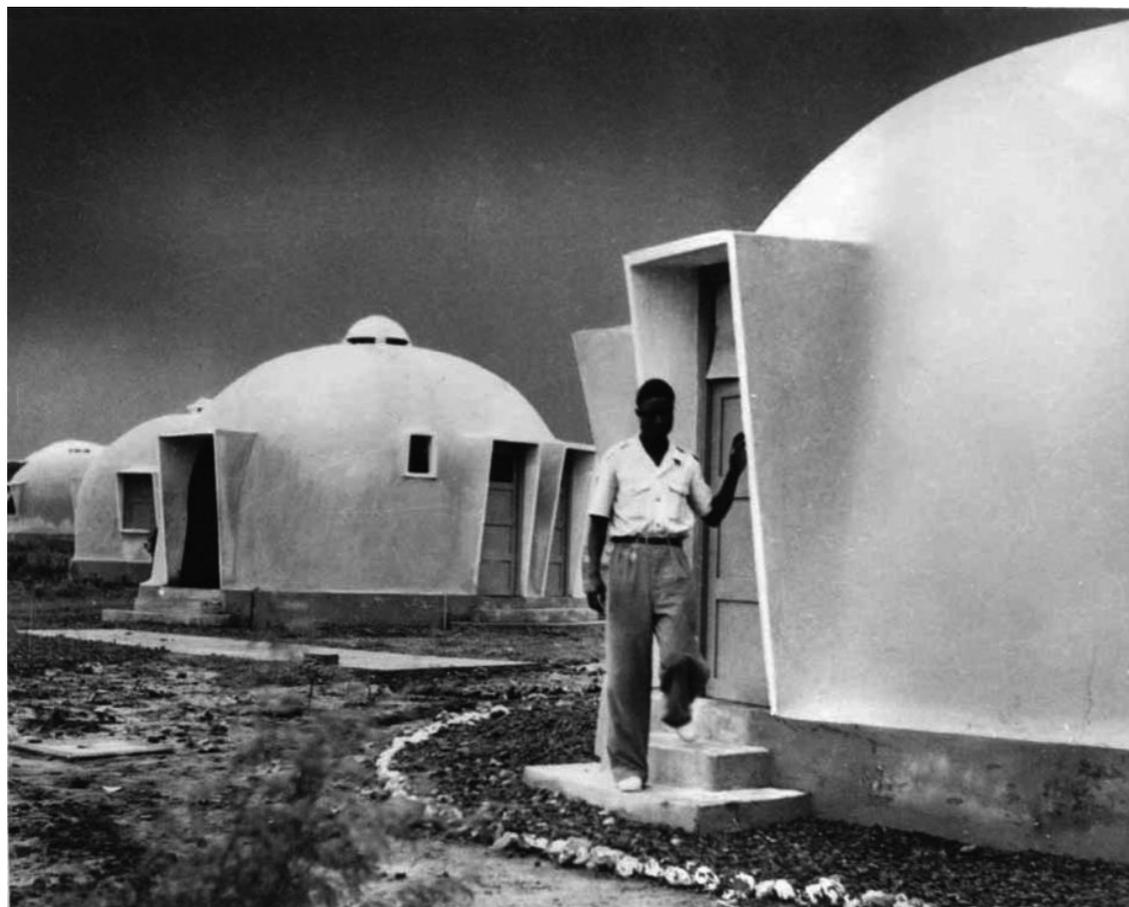


Fig.08 Fotografía Bubble Houses, Wallace Neff

La prefabricación en 1941 se encontraba por primera vez en una situación de producción en masa. Se llevaron a cabo más de 18.000 unidades construidas, una producción mucho mayor que en la década anterior.

Este proceso industrializado fue utilizado en el programa de vivienda de guerra, principalmente por la capacidad de satisfacer tres requisitos de gran importancia: la velocidad, la desmontabilidad y la reducción de la mano de obra. Estos requisitos, que surgieron tras experimentarse diversas situaciones especiales, provocaron la necesidad de aparición de nuevos procedimientos y metodologías relacionadas con la prefabricación. Por ello, se empieza a adoptar esta metodología cuando era necesaria la construcción de un refugio, almacén o vivienda rápidamente, sin supervisión, sin mano de obra cualificado y en zonas de guerra.

La Segunda Guerra Mundial tuvo como efecto positivo la prefabricación. Muchas empresas evolucionaron hasta tal punto que alcanzaron posiciones financieras fuerte incluso llegando a entrar en el sector de la construcción. Tras finalizar la guerra tuvo lugar una oleada de demandas por parte de los consumidores que provocó una explosión de la actividad económica.

En otoño de 1942, la revista Popular Mechanics ya anticipaba una cultura de estética modernista y funcional de diseño de la postguerra con gran disponibilidad de acceso popular. Los futuros compradores se abastecerán de viviendas residenciales:

"suministradas por una empresa de producción en masa que produciría viviendas al igual que las empresas de automóviles producían coches de la línea de montaje antes de la guerra".⁰²

Esta corriente no sólo se extendió por EE.UU sino que también colonizó parte del pensamiento innovador europeo, como respuesta a solucionar el principal problema de escasez de viviendas tras el conflicto.

02 .Autor desconocido. Revista Popular Mechanics (1942)

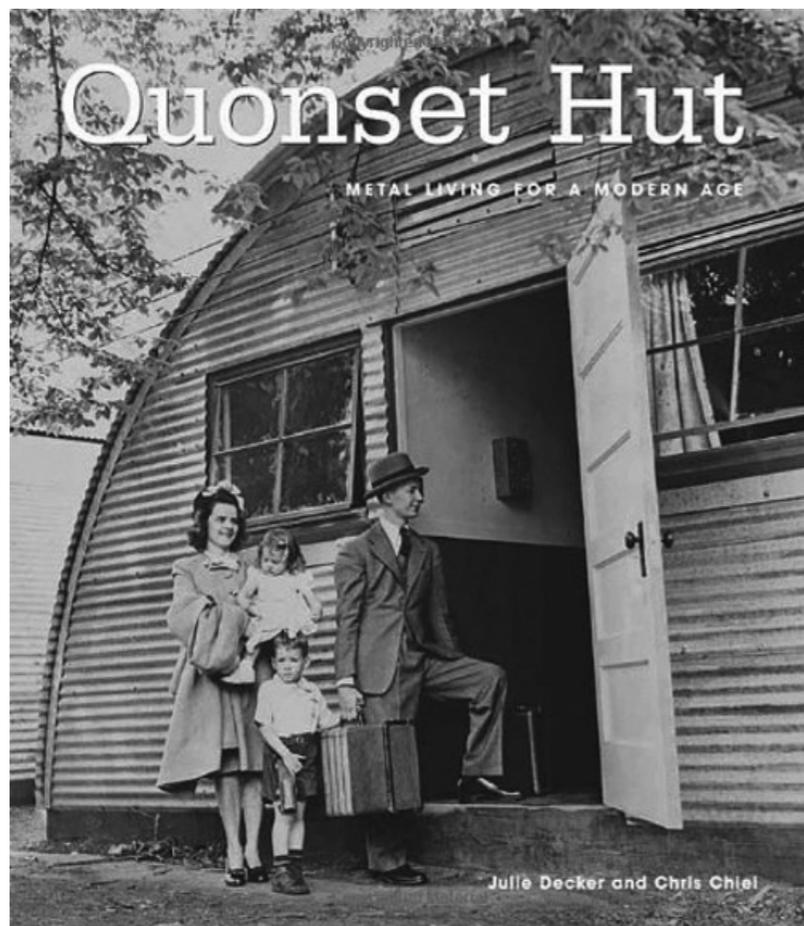


Fig.09 Portada de una revista tras la guerra: adaptación de un Quonset Hut en vivienda

Jean Prouvé. Casa Desmontable 6x6

Francia, 1944

La rápida evolución que experimentaba la industria de los años treinta, donde sus procesos de producción en cadena permitían la producción en serie de cualquier tipo de artículos fascinó la concepción de los edificios de Prouvé.

Prouvé soñaba con una arquitectura industrial que permitiera la obtención de viviendas con la misma precisión que se construían los coches y los aviones de entonces. Realizó numerosos diseños de edificios siguiendo este concepto de "mecanismo para habitar", persiguiendo las ideas de renovación de los procedimientos y las técnicas de construcción. Fue sólo a partir de la Segunda Guerra Mundial, cuando la idea de la prefabricación alcanza su importancia y comienza a ser a tendencia del consumidor.

Tras el devastador resultado de la guerra y aprovechando este sentimiento de prefabricación, desarrolla una casa desmontable en 1944 dirigida a las víctimas en Lorraine, Francia. El diseño era completamente planteado de madera y metal y podría ser transportada y montada por dos personas en un día. La filosofía constructiva de Prouvé prioriza la funcionalidad y fabricación, creando una estética única centrada en dos ideales, donde se pretende que el proyecto pudiera ser enviado y ensamblado fácilmente.

"Mi propuesta era distinta. A mi entender, hay que proponer siempre un conjunto y no un fragmento... Mi idea consistía en que las propuestas debían plantear cosas completas, del mismo modo que un fabricante de neveras o automóviles fabrica un objeto completo. Todos los elementos que lo constituyen son en principio coherentes entre sí, se armonizan, se ensamblan".⁰³

03. Núria Pujol i Valls. Conversaciones con Jean Prouvé. Editorial Gustavo Gili. (2001), Rectorado y biblioteca de la Universidad de Valencia, págs. 36-39.



Fig.10 Fotografía del proceso constructivo de la casa 6x6

El diseño de la vivienda 6x6 es un proyecto perfectamente modulado y compuesto por estructura metálica y paneles de madera. La estructura portante se construye en su totalidad de placas de acero dobladas, del mismo modo que las vigas del solado y el techo. Esta estructura se basa en la capacidad de doblado de la máquina del taller que mecaniza hojas de acero de 3 metros, permitiendo generar espacios dignos para una vivienda de 36m²; que posteriormente aumenta con la vivienda 8x8 a 64m² por módulo.

Además del diseño y la construcción de la vivienda, se encargó del mobiliario interior. Decía que "... en la construcción no hay diferencia entre un mueble y una casa". Su objetivo principal era poner el arte y la industria al alcance de cualquier persona.

Las viviendas desmontables 6x6 y 8x8 fueron revolucionarias en el momento de su creación, y siguen siendo una referencia como recordatorio de que el diseño puede cumplir con la obligación moral de facilitar vivienda de rápida construcción y bajo presupuesto además de conservar una buena estética.

Proceso Constructivo

Siguiendo el sistema de construcción desarrollado por Jean Prouvé recogidos en el manual de *Le Système de Construction de Pavillon Démontable*, consta de seis partes:

PREPARACIÓN DEL TERRENO. Realizamos el replanteado, determinando los 9 puntos de sobre los cuales descansará la estructura auxiliar del solado, en las cuales se desarrolla la excavación para generar los apoyos de hormigón.

CIMENTOS. Una vez desarrollados los apoyos en el terreno, se realizará la colocación del pilote metálico sobre éstos. Se realiza la implantación de las vigas de cimentación disponiéndose cuatro vigas perimetrales de 2,9 metros y otras dos de 6,1 metros, una viga central de 6,1 metros y diez vigas interiores de 2,9 metros.

SOLADO. Se dispone sobre la malla los tableros de madera que constituyen el solado de la vivienda.

ESTRUCTURA. Se dispone el pórtico central, fijado a la viga central del cemento mediante placas de anclaje. A continuación, se dispondrá en su parte superior las vigas centrales, a modo de celosía, afianzando una parte de ellas al pórtico mediante pasadores. Una vez afianzadas, se dispondrán los frontones de chapa metálica, para luego ser elevadas y recibir los primeros paneles del muro. Para dar soporte a la viga y frontones se debe disponer de los cuatro primeros paneles de muro paralelos al pórtico. Una vez dispuestos, se terminará de afianzar las vigas al pórtico mediante los segundos pasadores metálicos. Se colocarán las vigas laterales que darán cabida a los próximos paneles de muro y las cadenas metálicas que darán soporte a las planchas del techo.

CERRAMIENTO Y REVESTIMIENTO. Se ubicarán todos los paneles de muro, dando por finalizado el montaje del cerramiento exterior. De las piezas prefabricadas de madera contrachapa que constituyen los cerramientos, hay una puertas y 4 ventanas, siguiendo una modulación por pieza de 0,98 cm.

CUBRICIÓN. Finalmente se disponen los nervios anclados a la viga central y arriostros unos a otros mediante un perfil metálico en su borde inferior. Las planchas metálicas grecadas que forman la cubierta del pabellón, se fijarán a los nervios mediante tornillos y para evitar la posible entrada de agua, se disponen solapándose los extremos de unas planchas con otras.

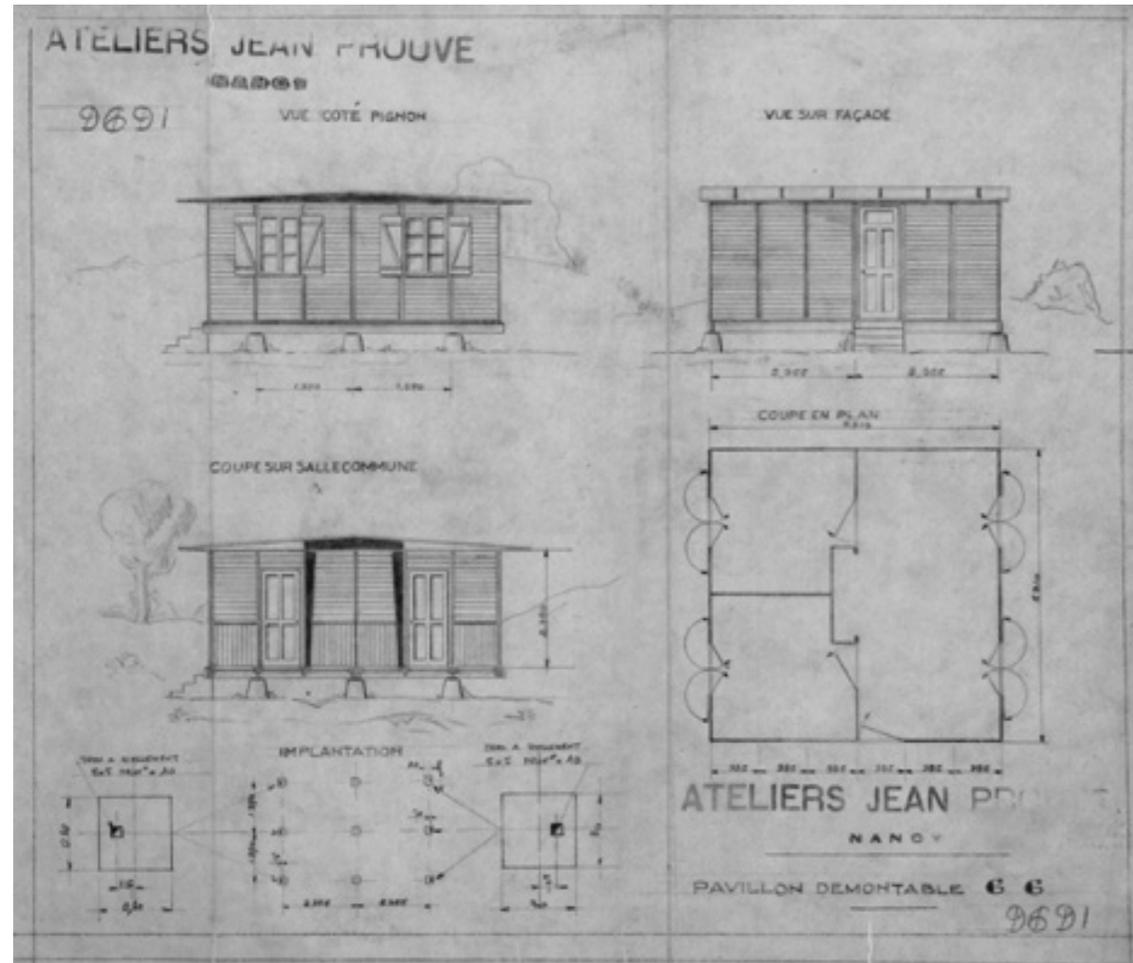


Fig.11 Fotografía del proceso constructivo de la casa 6x6

SECCIÓN CONSTRUCTIVA CASA 6X6. E:1/30

(Elaboración propia)

ELEMENTOS ESTRUCTURAS Y CERRAMIENTO

ES01.Viga de madera laminada perimetral conformada por piezas B,A,C de 26x200x5910;35x200x5910;26x150x5910 mm respectivamente y con un biselado en B de 45°.

ES02.Viga central de madera laminada conformadas por piezas C,A,C de 26x150x5910;35x200x5910;26x150x5910 mm respectivamente.

ES03.Viga de madera laminada perimetral conformada por piezas E,D,H de 26x200x2955;35x200x2955;26x50x2955 mm respectivamente y con un biselado en E de 45°.

ES04.Viguetas de madera laminada conformadas por piezas H,G,H de 26x50x2955;26x150x2955;26x50x2955 mm respectivamente.

ES05.Zapatas trapezoidales de hormigón de dimensiones 30x30x55 mm dispuestas en una cuadrícula de 3x3 hileras de dimensiones 5,91x3,94 metros.

ES06.Pletinas de acero en "L" con dimensiones de 150x50x1 mm fijadas mediante pernos ajustables con rosca.

ES07.Estructura porticada de acero extrusionado de dimensiones 1890x2425x80 mm que actúa como el elemento principal resistente sujeto a la viga central por medio de un perfil en "U" anclado por medio de pasadores.

ES08.Viga central superior de madera de 200x100x2955 anclada en sus extremos al pórtico central y a la viga de canto variable metálica de fachada por medio de placas de anclaje.

ES09.Viga de extremo de acero extrusionado de canto variable con función estructural sustentada por los paneles centrales de cerramiento.

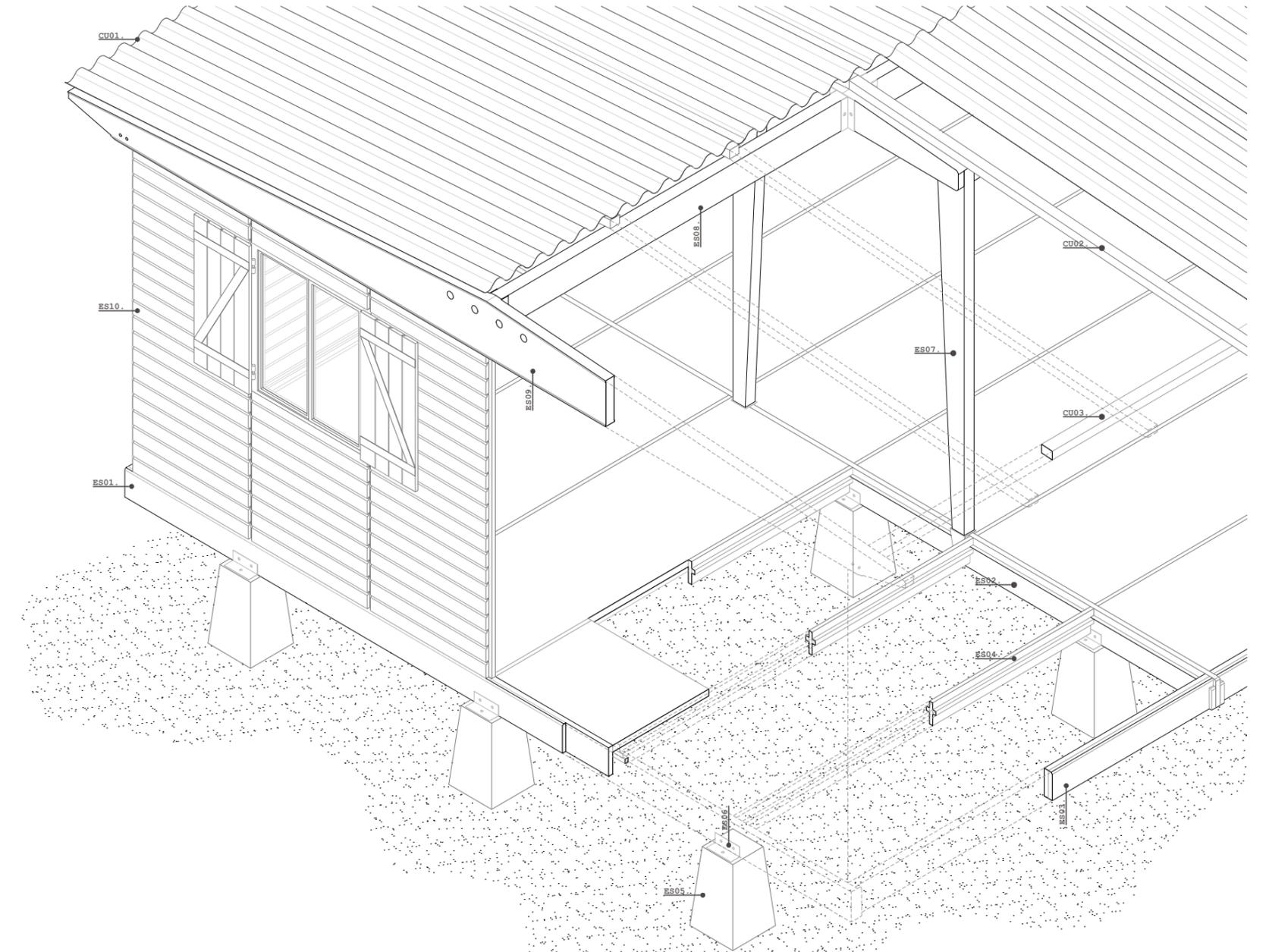
ES10.Paneles exteriores de cerramiento de madera de dimensiones 945x2350x 67 mm compuestos de 24 lámas horizontales machiembradas fijadas a tres montantes verticales que incluyen entre ellos material aislante. El sistema de ensamblaje entre paneles se realiza mediante el encaje de sus extremos con los paneles contiguos, fijados en su parte superior e inferior a las vigas de borde.

CUBRICIÓN

CU01.Chapa metálica ondulada fijada a los nervios de madera. Se disponen unas sobre otras para impedir la penetración de agua al interior.

CU02.Nervios de madera apoyados sobre la viga central y fijados en su extremo inferior a la viga de borde.

CU03.Viga de borde acero extruido sobre el que se apoyan los nervios y anclado en sus extremos a la viga de borde.



Unidad Habitacional Desplegable Dymaxion

Estados Unidos, 1943

Buckminster Fuller fue uno de los arquitectos visionarios que fijó su mirada en la prefabricación de la arquitectura, así como en la eficiencia energética de los edificios, tratando de "hacer más con menos".

Entre sus proyectos más importantes, podemos destacar la serie experimental desarrollada para viviendas, las cuales tenían como concepto la palabra "Dymaxion", abreviación de Dynamic, Maximum, Tension. Con este tipo de casas, Fuller lo que buscaba era cambiar radicalmente el estilo de vida de la sociedad americana, introduciendo a los proyectos de arquitectura de vivienda conceptos como la prefabricación, nuevos materiales con un carácter más industrial como el acero y el aluminio, y nuevas formas geométricas como el hexágono o la planta circular.

La Dymaxion fue un prototipo de vivienda concebida para producirse masivamente, de la manera más sostenible y para ser utilizada de manera temporal. Fue diseñada en 1929 pero no se planteó como respuesta habitacional ante una catástrofe, por ello se plantea una versión más sencilla y construida a partir de materiales reciclados, renombrada como "Dymaxion Deployment Unit". Este nuevo prototipo surge tras ser demandado por el "British War Relief Organization", como refugio de emergencia en los bombardeos que tuvieron lugar en Reino Unido, pero nunca llegaron a ser utilizados.

Por otro lado, el gobierno de los EE.UU solicita la unidad a Fuller como vivienda de emergencia para alojar a los soldados de las Fuerzas Aéreas durante la Segunda Guerra Mundial. Dado el constante avance del diseño, se plantea un último prototipo culminación de las experimentaciones anteriores, La Casa Wichita o Unidad Habitacional Desplegable Dymaxion, demandada por la familia Graham. El proyecto es una versión más refinada y menos radical, que no renuncia a los elementos más significativos e importantes del diseño original, adaptada para que una familia pueda vivir cotidianamente en ella.



Fig. 12 Fotografía agrupación primer prototipo Dymaxion para las Fuerzas Aéreas de EE.UU

La casa se plantea inscrita en una circunferencia de 12 metros de radio, dentro del cual se organizan todos elementos siguiendo un sistema de forma radial. La vivienda se construye en planta baja, existiendo un desnivel entre terreno y acceso de 0,60 metros de altura.

La geometría circular organiza los espacios, situando en el centro el área de servicios, que al mismo tiempo permite distribuir de forma radial el resto de áreas servidas utilizando para ello el mobiliario.

Los baños, al igual que el resto de las piezas que componen la Dymaxion se encuentran diseñados al milímetro. En 1936 presentó este prototipo de cuarto de baño para una compañía automovilística pero que nunca llegó a producirse. Este prototipo consta de una ducha, un WC y un lavamanos, todo diseñado con medidas mínimas, en aluminio, integrando los sistemas, el mobiliario y la estructura del mismo. En la Casa Wichita se colocan dos ubicándolos en la parte central.

Dado el interés de Fuller por la eficiencia y ahorro energético, toma en consideración en el diseño, la utilización de materiales de construcción con una baja transmitancia térmica como el aluminio y el acero y teniendo muy en cuenta el flujo del aire tanto dentro como fuera de la vivienda. Para ello diseña junto con el elemento estructural central, una chimenea que generaba flujos de aire ascendentes y descendentes que permitía la renovación del interior. Esta chimenea junto con la idea de elevar el edificio, evitando su contacto con el terreno y disponiendo una cáscara de remate superior en cubierta, contribuían en la ventilación de los espacios, haciendo que el aire caliente saliera por la cubierta y el frío entrara por la parte inferior.

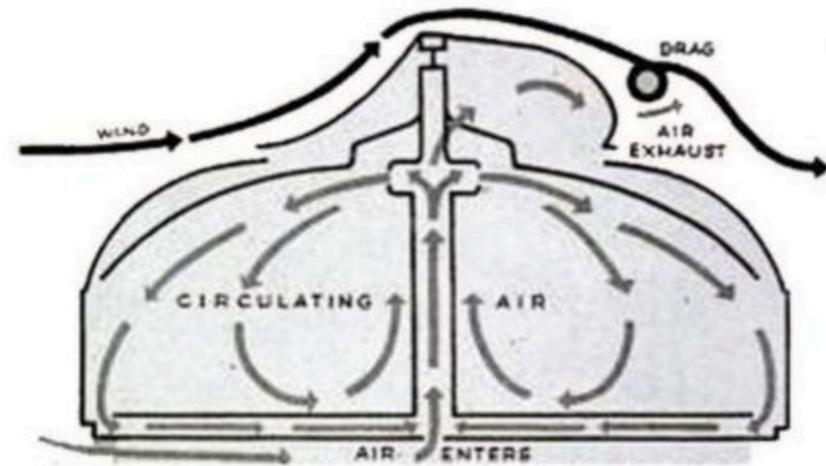


Fig. 13 Dibujo de los flujos del aire en el Dymaxion

Proceso Constructivo

Siguiendo el sistema de construcción desarrollado por Buckminster Fuller, el proyecto se desarrolla en cuatro partes:

CIMIENTOS. En primer lugar, se desarrolla un basamento de hormigón armado sobre el cual se apoyarán y fijarán los soportes que elevan la base metálica de la vivienda.

ESTRUCTURA. Se desarrolla la plataforma metálica dispuesta sobre apoyos, dejando una separación de cámara de aire entre el suelo y el nivel de la casa de 60 cm. A continuación, colocaremos un mástil metálico ubicado en el centro de la plataforma metálica, del cual se fijarán unos tensores que darán soporte a tres anillos estructurales anclados a la estructura perimetral del basamento.

CERRAMIENTO Y REVESTIMIENTO. Se fijan los módulos de la fachada, colocando en primer lugar aquellos compuestos por una base metálica dando rigidez al cerramiento. A continuación, se ensamblará las láminas de vidrio fijadas con perfiles metálicos y finalmente aquellos módulos que se extienden hacia la cubierta y están constituidos por dos láminas metálicas. Estos módulos de fachada se van ensamblando radialmente hasta conformar un total de 32 paneles colocados cada 11 grados del eje central.

CUBRICIÓN. Los paneles que se extienden hacia la cubierta constituirán la cubierta de la vivienda, y la disposición de esta doble piel metálica permite la creación de una cámara de aire que se rematará con un casco metálico que genera la ventilación.

SECCIÓN CONSTRUCTIVA DYMAXION. E:1/50

(Elaboración propia)

ELEMENTOS ESTRUCTURAS Y CERRAMIENTO

ES01.Anillo estructural metálico del basamento constituido por un perfil en "U" de acero de dimensiones 280x95 mm y un diámetro de 12 m.

ES02.Marcos metálicos de sección rectangular de dimensiones 50x100x2100 mm, los cuales sirven de sustento al anillo superior y a los cuales se fijan las carpinterías.

ES03.Viga de madera laminada perimetral conformada por piezas E,D,H de 26x200x2955;35x200x2955;26x50x2955 mm respectivamente y con un biselado en E de 45°.

ES04.Anillo estructural metálico de 6 m de radio y sección circular con un diámetro de 50 mm.

ES05.Soportes regulables de acero fijados al anillo estructural del basamento y atirantado en su extremo superior e inferior.

ES06.Tensores metálicos estructurales.

ES07.Soporte metálico que constituye el basamento y que alberga una cámara de aire de 60 cm para la circulación del aire.

ES08.Mástil metálico central de sección circular y hueco que actúa como el elemento estructural principal. Su sección hueca permite ser utilizado para el paso de las instalaciones.

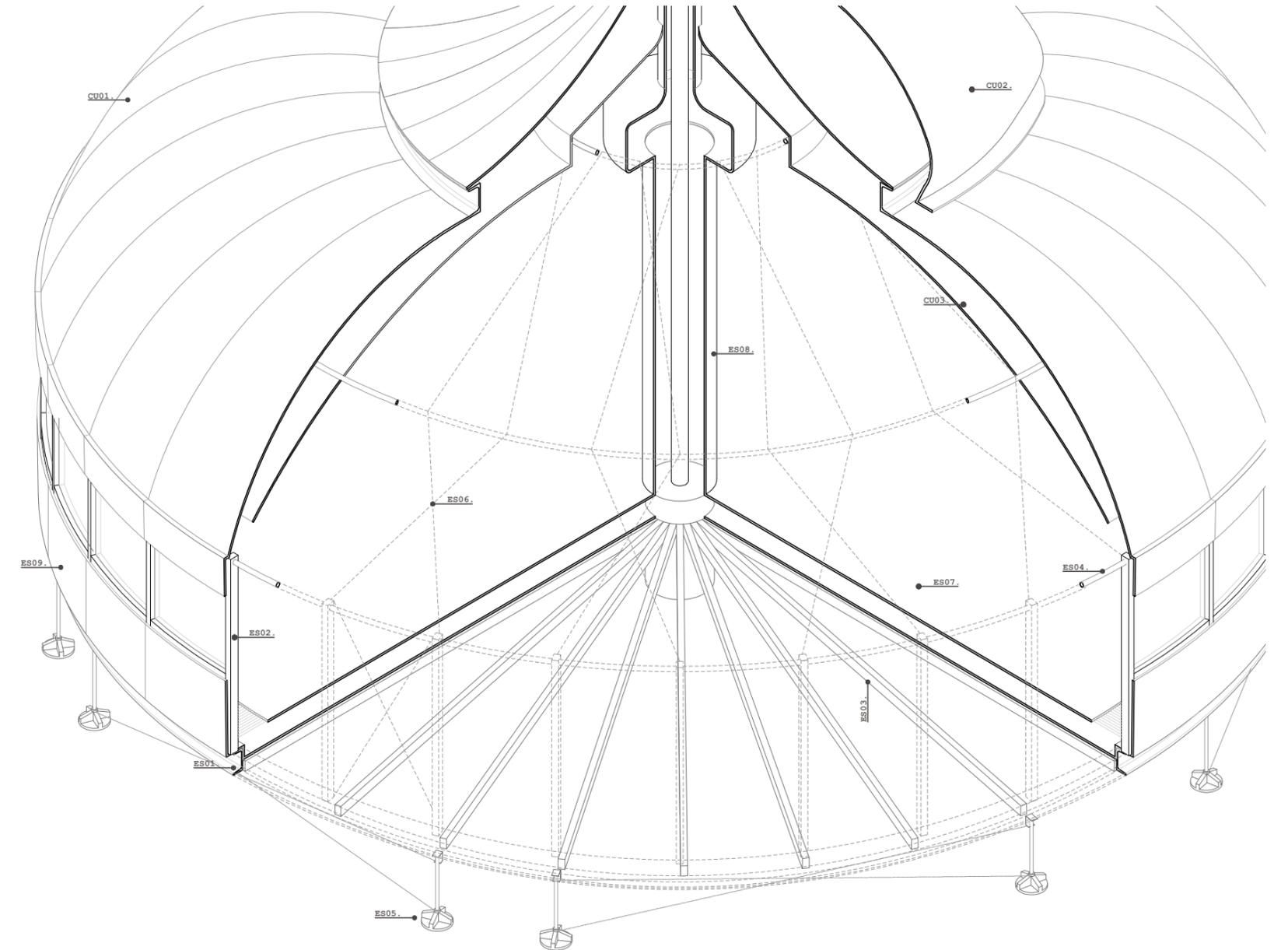
ES09.Paneles exteriores de cerramiento metálicos de dimensiones 400x2200x 115 mm compuestos de una chapa interior metálica dispuesta tanto en la cara exterior como la interior albergando en su interior una cámara de aire junto con un material aislante.

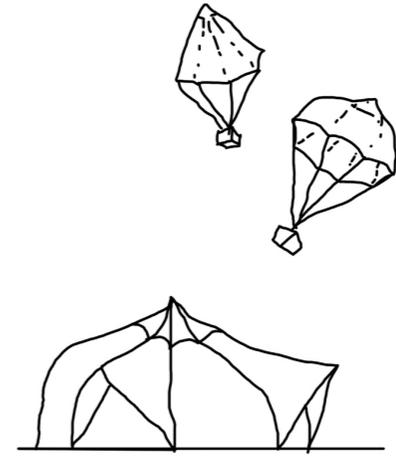
CUBRICIÓN

CU01.Chapa metálica continuación de los paneles de fachada fijada a los anillos metálicos.

CU02.Casco metálico con finalidad para ventilar el aire interior.

CU03.Segunda piel interior de cubierta que constituye el falso techo interior de la vivienda, también metálico y que genera un espacio entre que favorece el flujo y la circulación del aire.





Prototipos de prefabricación y viviendas de emergencia

Introducción

Durante las últimas décadas, los desastres naturales se han convertido en el principal factor que genera mayores pérdidas humanas y materiales. A comienzos de la década de los 70 apareció un gran interés por la ayuda humanitaria, y en especial por los refugios de emergencia.

La vivienda como pieza básica, simple y necesaria, ha sido objeto de análisis, propuestas y estudios de todo tipo, generándose numerosas respuestas caracterizadas por una ausencia de conexión con la realidad y diseñadas para ser utilizadas indiferentemente en función del desastre y la situación geográfica. En el planteamiento de estas viviendas prefabricadas, la propuesta principal consiste en la formalización de un conjunto, y no de fragmentos.

Dado que la arquitectura actual se plantea para perdurar en el tiempo, la prefabricación se relaciona con lo efímero. La prefabricación permite de una manera rápida, barata y sencilla dotar de un alojamiento temporal, satisfaciendo las necesidades mínimas de habitabilidad, y es por ello por lo que se opta como respuesta a los problemas, este tipo de construcciones.

La población afectada por un desastre, en la mayoría de los casos no puede volver a su vivienda. En ocasiones barrios enteros desaparecen y aun cuando se mantienen en pie, es tal el deterioro, que implica un grave peligro el continuar habitando ahí. Es por ello, que una de las principales cualidades de la construcción industrializada sea la rapidez de montaje en obra, así como el control de la calidad, garantizando la seguridad de los futuros habitantes. Entender este sentimiento traumático ha sido fundamental en la ayuda humanitaria, viéndose reflejado en las distintas propuestas proyectuales que se han ido desarrollando a lo largo de las últimas décadas.

Hasta el 26 de diciembre de 2004, cuando se produjo el tsunami del Océano Índico que dejó a su paso más de 260.000 víctimas, la arquitectura como respuesta de emergencia era un tema muy poco tratado. No obstante, esta catástrofe puso en evidencia esta postura y la necesidad de volver a involucrar a la arquitectura en el proceso de recuperación tras una catástrofe o conflicto bélico.



Fig.14 Fotografía Tsunami 2004 del Océano Pacífico

La respuesta mediante la arquitectura no es la prioridad principal en situaciones de catástrofes, aunque *“el alojamiento es un factor determinante e indispensable para la supervivencia en las fases iniciales de un desastre”*.⁰⁴

Tras la fuerte influencia de la arquitectura en tiempos pasados y dado el nuevo carácter de innovación y exploración, aparecen nuevos prototipos diseñados con todo tipo de materiales y procesos constructivos. Los ejemplos más significativos aparecen a finales de los años 90 y son aquellos que se desarrollan a través de materiales reciclados o biodegradables como la *“Global Village Shelter”* o la *“Emergency Sandbag Shelter”* entre otras, por distintas instituciones académicas y sectores privados de la industria.

Las perspectivas de futuro se centran en la preocupación de diseñar prototipos de vivienda, los cuales se encuentren en modo de reserva, para antes de que se produzca cualquier tipo de catástrofe. Además de ello, también existe un gran interés por la fabricación y la investigación de materiales reciclados y de distribución local, evitando los altos costes de producción y reactivando la economía del sector donde se desarrolla la intervención.

04. El proyecto esfera. 2011. *“Carta Humanitaria y normas mínimas para la respuesta humanitaria”*. Pág. 278

Proyecto VEM. Universidad CEU San Pablo

España, 2014

El proyecto VEM nace del entusiasmo de generar una "unidad habitacional mínima" pensada para ser utilizada en entornos de crisis humanitarias, como un sistema arquitectónico adaptable. Se plantea pretendiendo que esta arquitectura humanitaria englobe tanto los procesos de adaptabilidad a las condiciones del medio y contexto, así como la recuperación de la identidad perdida de los afectados.

Una de las principales intenciones durante el desarrollo del VEM, era la posibilidad de que éste pudiera agruparse entre sí dando lugar a una colmena, desarrollada a partir de un módulo de vivienda de 3 metros. Se entiende que la ordenación puede funcionar eficazmente como herramienta para generar espacios que fomenten la seguridad y la asociación de los habitantes proporcionando espacios comunes.

Siguiendo los prototipos de arquitectura capsular desarrollados por Jean Louis Cha-neac y los Zip-Up Enclosures de Richard Rogers, el proyecto se concibe como Arquitectura de Alojamiento Adaptable, Modular y Económico. El resultado final es un producto de uso intenso y temporal, adaptable y flexible, móvil y polivalente, justificando con calidad y criterios de ecología material, energética, funcional y de paisaje, teniendo en cuenta un coste de producción razonable. El objetivo es relacionar la ayuda humanitaria con la aplicación industrial obteniendo como resultado unas unidades modulares extensibles basadas en el ensamblaje de las piezas que las componen y adaptables a las condiciones e irregularidades del terreno.

El diseño parte originalmente del proceso de auto tensado, a partir de la geometría de la forma mediante barras tubulares. Para ello, las fijaciones se plantean como articulaciones rotacionales de la estructura superior de nervios con otra inferior de bastidores rígidos, dando como resultado un sistema geoméricamente rígido.



Fig. 15 Fotografía desembalaje de las "Global Village Shelter"



Fig.16 Módulo de vivienda Proyecto VEM

El sistema básico, se genera a partir de apoyos regulables con 15 posiciones de ajuste, permitiendo la flexibilidad del prototipo a la hora de adaptarse a las irregularidades del terreno, sin necesidad de llevar a cabo una explanación ni regularización horizontal. El rango de ajuste es capaz de absorber una diferencia de hasta el 7% de pendiente, resolviéndose dichos elementos mediante piezas tubulares de acero con un tratamiento anticorrosivo.

Dado su carácter polivalente y modular con capacidad de ser utilizado para diversas funciones, la subestructura inferior que permite que el suelo se encuentre sobre-elevado permite una sobrecarga máxima de 200 kg/m², compuesto por paneles modulados a 2x1 metro y con un espesor de 4 cm.

Otro aspecto importante, era el proceso de embalaje y montaje. La exigencia de no superar los 2 metros de empaquetado, obligó la determinación de los módulos que compondrían el VEM, beneficiando en otros aspectos como una mayor facilidad de montaje y definitivamente un encajado volumétrico útil y bien ajustado a la normativa.

La vivienda se compone de dos unidades estructurales dispuestas en dos empaquetados de dimensiones 200x100x47 cm, con un peso total por unidad de 182,2 kg. En otras condiciones especiales, dichos paquetes pueden subdividirse en otros dos de menores dimensiones (200x100x25,5 cm con un peso de 107,6 kg y 200x100x21,5 cm de 74,6 kg) mucho más ligeros y convenientes para su manejo. Aprovechando su capacidad auto estable, los paneles del suelo se utilizan como elemento de conformación del embalaje final con sus caras planas, favoreciendo el apilamiento.

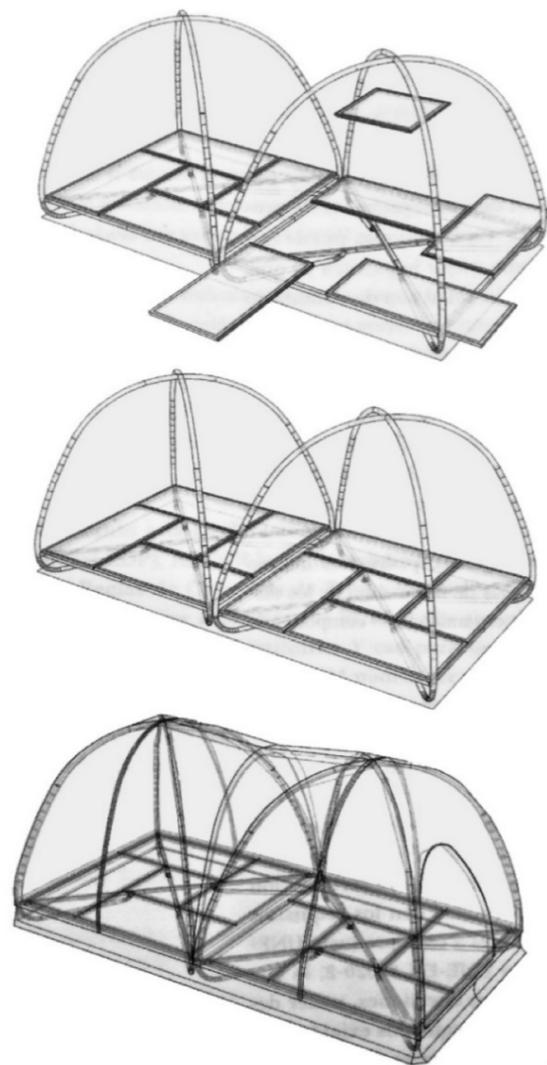


Fig.17 Despiece VEM axonométrica

Proceso Constructivo

Siguiendo el sistema de construcción planteado por la Universidad de Arquitectura del CEU San Pablo, el proyecto se desarrolla en 3 fases principales:

ESTRUCTURA. Se desarrolla una estructura en retícula mediante perfiles metálicos ex en su base, reforzados por otros dos perfiles que atan sus esquinas en "X". Todas las fijaciones se encuentran reguladas por articulaciones que permiten una mayor flexibilidad. Posteriormente se disponen los arcos constituidos por barras tubulares, elementos que abarcan de una pieza desde los soportes de bastidores rígidos hasta los nervios de la estructura superior. Los arcos se fijan a la estructura base por medio del atornillado de éstos a unas pletinas, y en su cucre con el arco opuesto, mediante una pieza especial de atado.

SOPORTE. Se disponen sobre la estructura de retícula 4 panales sandwich de material acero-poliuretano-acero, de tal forma que se deja en el espacio central un panel menor practicable que permite acceder al espacio resultante entre suelo-plataforma. Este espacio resultante es destinado al sistema eléctrico básico o de almacenamiento.

CUBRICIÓN. La cubrición se realiza a partir del autotensado de la envoltete exterior de lona plastificada, la cual adquiere la geometría de la forma de la estructura. Cuenta con un faldón perimetral sujeto a la estructura de la base, la cual impide la penetración de agua y el desplazamiento de la lona.

SECCIÓN CONSTRUCTIVA PROYECTO VEM. E:1/30

(Elaboración propia)

ELEMENTOS ESTRUCTURAS Y CERRAMIENTO

ES01. Tubo rectangular de acero extruido de dimensiones 50x25x2000 mm fijado al soporte central de union y al perimetral.

ES02. Anclaje metálico central con 4 elementos de fijación.

ES03. Tubo rectangular de acero extruido de dimensiones 50x25x2830 mm fijado a los soportes laterales de union en sus extremos.

ES04. Arco tubular de acero extruido de 50 mm de diámetro fijado en sus articulaciones a través de piezas rotacionales que permiten variar la estructura.

ES05. Soporte tubular de acero extruido regulable de 50 mm de diámetro, con 15 posiciones de ajuste.

ES06. Pieza superior de atado entre la estructura de nervios cuatripartitos.

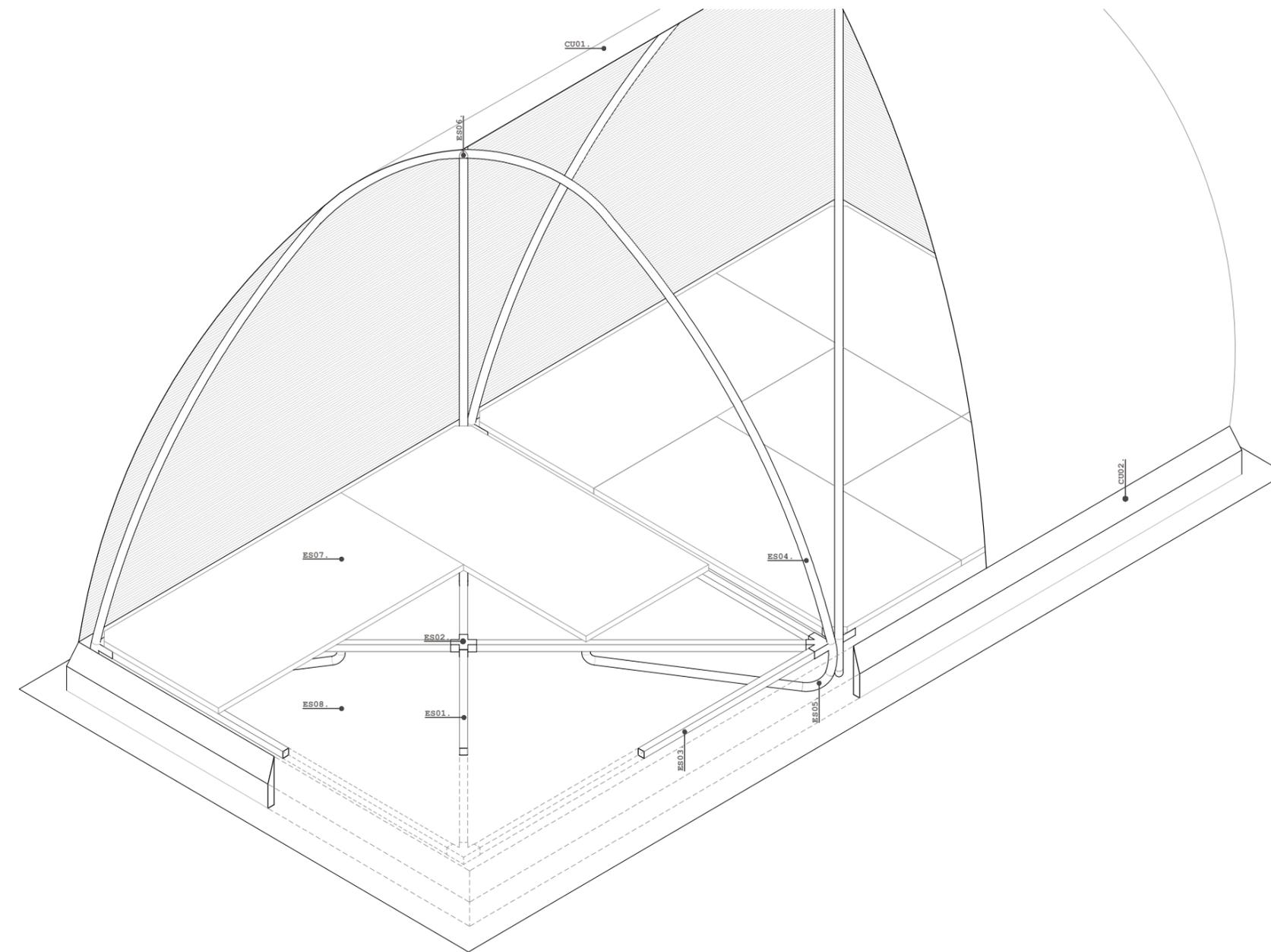
ES07. Panel sándwich acero-poliuretano-acero sobre el que se dispone una lámina antideslizante de fieltro de lana recubierta de polietileno en su parte inferior.

ES08. Espacio resultante entre los tableros que constituyen un habitáculo destinado para almacenar los elementos de dotación básica eléctrica y los kits de emergencia.

CUBRICIÓN

CU01. Envolvente exterior de lona de plastificada resistente compuesta por un tejido 100% poliéster, con revestimiento flexible.

CU02. Faldón perimetral en la sub-base constituida por una lámina geotextil permeable y flexible.



Paper Log House. Shigeru Ban

Japón, 1995

Tras el terremoto de Kobe, en Japón el 17 de enero de 1995, los innumerables daños en la ciudad provocaron un estado de inhabitabilidad. Como respuesta a este desastre, el arquitecto Shigeru Ban diseñó una vivienda prefabricada utilizando el papel como material de construcción principal.

La idea de utilizar el papel como material constructivo nace de las innumerables investigaciones que tuvieron lugar durante los cinco años anteriores en la Universidad de Waseda, Tokio. El papel constituye un material con numerosas prestaciones, principalmente porque es orgánico, barato y reutilizable. Shigeru ha trabajado en los diferentes niveles de respuesta humanitaria/arquitectónica ante diferentes catástrofes, diseñando diferentes prototipos con estructuras de papel y enfocándolas en cierto modo a un diseño de vivienda permanente.

El proyecto se basa en la reutilización de materiales. La cimentación se compone de cajas de cerveza rellenas con sacos de arena; los cerramientos y muros son contruidos a partir de tubos de cartón de 106 mm de diámetro y con un espesor de 4 mm. Como material aislante se utilizó una cinta de esponja impermeable con soporte adhesivo, el cual se intercalaba entre los tubos de papel de las paredes. Finalmente, el techo se compone de una tela plástica, similar al material de una tienda de campaña. Además, para generar una ordenación que favoreciera la inserción y el realojo, se dejó un espacio común de 1,8 metros de separación entre viviendas.

El proyecto tiene la finalidad básica de ser fácil de construir, sin necesidad de mano de obra especializada, así como la capacidad de ser reparado sin complicaciones. Otro aspecto fundamental es la capacidad de reutilización de todos los materiales una vez finalizada su vida útil.



Fig. 18 Fotografía de las viviendas utilizadas en Kobe, Japón en 1995

El costo total de los materiales para una unidad de 52 m² se encuentra por debajo de los 2.000\$ y por ello ha permitido seguir invirtiendo en su investigación, encontrando el diseño óptimo o adaptable.

Dado el éxito y la permeabilidad de su diseño, ha sido reutilizado en Kaynasli, Turquía en el año 2000 y en Bhuj, India en el 2001. Las viviendas temporales han permitido su modificación, adaptándose a las condiciones del momento y del lugar. Su amplio conocimiento en el campo de la arquitectura reciclable para la construcción de refugios de alta calidad y bajo coste para las víctimas de desastres alrededor del mundo, han generado que su obra social y humanitaria reciba el premio "Pritzker" 2014.

*"... La mayoría del tiempo estamos trabajando para las personas privilegiadas que tienen dinero y poder, estamos contratados para visualizar su poder y el dinero con la arquitectura monumental [... pero] yo sabía que muchas personas sufrían después de los desastres naturales, y el gobierno les proporcionaba instalaciones de evacuación muy pobres..."*⁰⁵



Fig. 19 Fotografía proceso constructivo Paper Log House

Proceso Constructivo

Siguiendo la estrategia de elección de los materiales realizada por Shigeru Ban, el proyecto se desarrolla en cinco partes:

CIMIENTOS. En primer lugar, se regulariza la superficie de intervención dónde se dispondrá una retícula de 3,6x3,2 metros de cajas de botellines de plástico de dimensiones 600x400x30 mm, sobre las cuales se depositarán sacos de arena de aproximadamente 20 kg en cada una.

SOPORTE. Sobre la estructura de cajas de plástico se dispondrán tableros de aglomerado de partículas de dimensiones 3600x800x4 mm. Su distribución se realiza en 4 hiladas, apilándose 4 tableros por hilada, obteniéndose un espesor final de soporte de 16 cm. Éstos se fijarán atándose a las cajas de plástico que constituyen la cimentación.

ESTRUCTURA. Una vez dispuesto el soporte base, se disponen los tubos de cartón en posición vertical en cada una de las esquinas y en las posiciones intermedias, generando una retícula. Para impedir el vuelco, se disponen de tubos horizontales que cosen unos soportes con otros por medio del encaje. Se perforan los soportes y por ellos se introduce la cabeza de los tubos de cartón horizontal que actúan como vigas.

CERRAMIENTO Y REVESTIMIENTO. Se fijan los tubos de cartón entre ellos a tope mediante el atado o clavos a los elementos horizontales de atado. Para impedir la penetración de aire al interior, los tubos se rellenan con material de esponja aislante, así como las juntas más singulares.

CUBRICIÓN. Una vez dispuesta la estructura de cubierta a dos aguas de madera, anclada al cerramiento y los soportes a partir del encaje y atado de sus partes, se dispone una lona plastificada resistente fijada a todo el perímetro de la cabaña. Para impedir su movimiento se fija mediante el atado parcial en dos de sus lados, mientras que en los opuestos se deja una apertura que regula el flujo y la renovación de aire al interior, mediante unos tensores de cuerda anclados a la base de la cimentación.

SECCIÓN CONSTRUCTIVA PAPER LOG HOUSE. E:1/30

(Elaboración propia)

ELEMENTOS ESTRUCTURAS Y CERRAMIENTO

ES01.Caja de botellines de plástico de dimensiones 600x400x300 rellenas de sacos de arena de 20 kg.

ES02.Tubo de cartón de sección circular con un diámetro de 106 mm, una altura de 2 m y un espesor de 4 mm.

ES03.Material aislante de esponja impermeable.

ES04.Tablero aglomerado constituido por el apilamiento de varios lotes.

ES05.Carpintería de ventana de madera maciza con vidrio simple de dimensiones 700x110x1000 mm.

ES06.Remate superior de cerramiento constituido a partir de tabloncillos de aglomerado hidrófugo de dimensiones 200x100x20 mm.

ES07.Vigueta de madera maciza de sección 50x50 mm.

ES08.Tubo de cartón de sección circular con un diámetro de 106 mm que constituye el pilar central sobre el que apoyan tanto las vigas principales como secundarias.

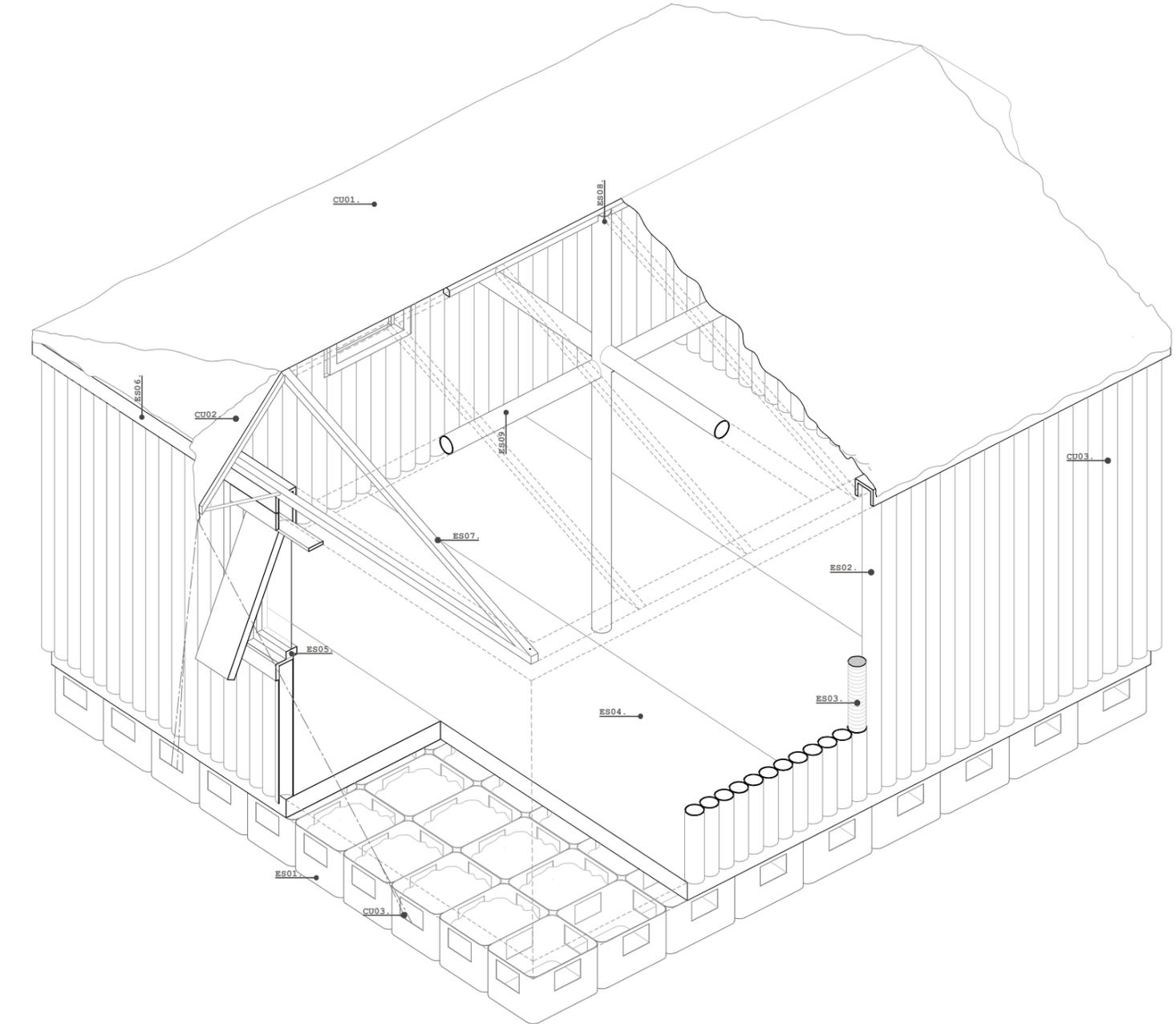
ES09.Tubo de cartón de sección circular con un diámetro de 106 mm que constituye la viga principal.

CUBRICIÓN

CU01.Envoltorio exterior de lona de plastificada resistente.

CU02.Apertura superior de cubierta que permite la circulación del aire a lo largo de la vivienda.

CU03.Tensores de cuerda de 10 mm de diámetro anclados a la base de las cajas plásticas.



Conclusión

Debido al planteamiento del trabajo realizado, las conclusiones se presentan tras estudiar gráficamente los resultados de los proyectos seleccionados. Una vez realizada la tarea de análisis y reconstrucción gráfica axonométrica se puede apreciar la evolución paulatina de los detalles constructivos en cada uno de los casos de estudio, siendo el planteamiento muy similar en todos ellos pero desarrollados en momentos históricos diferentes, lo que caracteriza aún más la transformación.

Para finalizar, es necesario explicar los procedimientos concretos para la obtención de las figuras de elaboración propia. Para la reconstrucción de cada uno de los detalles se ha seleccionado únicamente aquella información gráfica claramente verificada y contrastada, construyendo a partir de ésta, las piezas y el modelado tridimensional.

Existe la posibilidad de que algunos de los detalles desarrollados presenten otro tipo de solución o carezcan de alguno de los elementos originales, ya que dependerá de la fuente de información contrastada.

En términos generales, todo el trabajo pretende poner en manifiesto la evolución de una arquitectura de hoy, poniendo sobre el papel sus inicios, su desarrollo y su futuro.

Bibliografía e imágenes utilizadas

Bibliografía y web sites

Bibliografía citada en el texto

Serrano Segarra, María, La crisis económica de 1929: Roosevelt y el New Deal (2010). Revista de Sociales y Jurídicas. Valencia, España.

Autor desconocido,. Revista Popular Mechanics (1942)

Pujol i Valls, Núria. Conversaciones con Jean Prouvé. (2001). Barcelona, España: Gustavo Gili.

El proyecto esfera (2011). "Carta Humanitaria y normas mínimas para la respuesta humanitaria". Practical Action Publishing, Schumacher Centre for Technology and Development, Bourton on Dunsmore, Rugby, Reino Unido.

Quintal, Becky (24 de marzo 2014). Plataforma Arquitectura. Archiculture Entrevista: Shigur Ban, Premio Pritzker 2014.

Libros

Armelle Lavalou (2006), "Conversaciones con Jean Prouvé"

Bechir, Kenzari (2009), "Architecture and Violence". Barcelona-NY: Actar.

Bernstein, Phillip; Peggy Dreamer (2010), "Building (in) the Future: Recasting Labor in Architecture". New York: Princeton Architectural Press.

Chris Chiel and Julie Decker (1946), "QUONSET HUT: Metal living for the modern age". New York, USA: Princeton Architectural Press.

Davies, Colin (2007), "Casas paradigmáticas del siglo XX: plantas, secciones y alzados (1929)". Barcelona, España: G. Gili.

Davies, Ian (2013), "Arquitecturas de emergencia". Oxford, UK: Gustavo Gili.

Jeffrey, Head (2011), "No Nails, No lumber. The Bubble Houses of Wallace Neff". New York, USA: Princeton Architectural Press.

Mattsson, Helena; Penny Sparke, Joan Ockmann (2010), "Swedish Modernism: Architecture, Consumption and the Welfare State". London, UK: black dog publishing.

Seguin, Galerie Patrick (2012), "Jean Prouvé Architecture". Volumen 3: Pavillon démontable, Demountable house 6x6.

The Luma Foundation, "Jean Prouvé Architect for Better Days". Luma, Arles: Phaidon.

War Shelters, Short-Lived Yet Living On (1941), Archival photo of the Dymaxion Deployment Unit prototype assembled in Washington.

Revistas y artículos

AV Monografías: Monographs N.143 (2010), "Buckminster Fuller: 1895-1983"/Norman Foster, Luis Fernandez-Galiano

C.Quintans (2012), "Global Village Shelters". Ferrara Design, Tectonica-blog.

Morales Revelo, Nataly (2015), "La Arquitectura de Shigeru Ban". Ecuador: Bienes Raíces. CLAVEI.

Serrano Segarra, María, La crisis económica de 1929: Roosevelt y el New Deal (2010). Revista de Sociales y Jurídicas. Valencia, España.

Artículos de prensa

Becky Quintal (24 de marzo de 2014), "La Obra Social y Humanitaria del Premio Pritzker 2014, Shigeru Ban", Plataforma Arquitectura.

David Cabrera (21 de agosto de 2018), "El espacio intermedio", El País. Recuperado de www.elpais.com

Web sites

https://issuu.com/crueda_mpia/docs/michelle_sanchez_de_leon_metrobook_wichita_house_

https://issuu.com/yurichambblas/docs/soluciones_constructivas_aplicadas_

http://oa.upm.es/50510/1/TFG_Valtuenas_Tinoco_Maria.pdf

<https://www.flickr.com/photos/idyllopuspress/with/3434114694/>

<http://quonset-hut.blogspot.com/p/quonset-hut.html>

<https://faircompanies.com/articles/casas-prefab-del-futuro-servicio-y-modularidad-bajo-demanda/>

Procedencia de las imágenes utilizadas

Prefabricación en tiempos de guerra. El "Boom" de la prefabricación Introducción

Fig.01 www.motoryracing.com

Fig.02 www.abc.com

Fig.03 www.guioteca.com

Quonset Hut

Fig.04 www.flickr.com

Fig.05 www.quonset-hut.blogspot.com

Jamesway Hut

Fig.06 www.NationalScienceFundation.com

Fig.07 Chris Chiel and Julie Decker (1946), "QUONSET HUT: Metal living for the modern age". New York, USA: Princeton Architectural Press.

Primeros prototipos de prefabricación de células habitacionales

Introducción

Fig.08 Jeffrey Head (2011), "No Nails, No lumber. The Bubble Houses of Wallace Neff". New York, USA: Princeton Architectural Press.

Fig.09 Chris Chiel and Julie Decker (1946), "QUONSET HUT: Metal living for the modern age". New York, USA: Princeton Architectural Press.

Jean Prouvé. Casa 6x6

Fig.10 Galerie Patrick Seguin. "Jean Prouvé Architecture". Volumen 3: Pavillon démontable, Demountable house 6x6.

Fig.11 Galerie Patrick Seguin. "Jean Prouvé Architecture". Volumen 3: Demountable house 6x6, éléments de construction du modèle exposé.

Unidad Habitacional Desplegable Dymaxion

Fig.12 War Shelters, Short-Lived Yet Living On (1941), Archival photo of the Dymaxion Deployment Unit prototype assembled in Washington.

Fig.13 www.archdaily.com

Prototipos de prefabricación y viviendas de emergencia Introducción

Fig.14 www.flipboard.com

Fig.15 C.Quintans (2012), "Global Village Shelters". Ferrara Design, Tectonica-blog.

Proyecto VEM. Universidad CEU San Pablo

Fig.16 www.uspceu.com

Fig.17 www.rebirthinhabitgrp.com

Paper Log House. Shigeru Ban

Fig.18 Nataly Morales Revelo (2015), "La Arquitectura de Shigeru Ban". Ecuador: Bienes Raíces. CLAVE!.

Fig.19 www.designindaba.com

Valencia

06/09/2018

