

UNIVERSIDAD POLITÉCNICA DE MADRID
Escuela Técnica Superior de Edificación



Prototipo de casa mínima
autosuficiente: el caso de la barraca
murciana

TESIS DOCTORAL

Presentada para optar al título de Doctor por:

Pedro Pina Ruiz

Ingeniero de Edificación - Dr. Arquitecto & Dr. Urbanista

Madrid, 2024



UNIVERSIDAD POLITÉCNICA DE MADRID
Escuela Técnica Superior de Edificación

Doctorado en Innovación Tecnológica en Edificación

**Prototipo de casa mínima
autosuficiente: el caso de la barraca
murciana**

TESIS DOCTORAL

Presentada para optar al título de Doctor por:

Pedro Pina Ruiz

Ingeniero de Edificación - Dr. Arquitecto & Dr. Urbanista

Bajo la dirección de:
Dr. Tomás Gil López

Madrid, 2024

Título: Prototipo de casa mínima autosuficiente: el caso de la barraca murciana

Autor: Pedro Pina Ruiz

Programa de Doctorado: Innovación Tecnológica en Edificación

Dirección de tesis:

Dr. Tomás Gil López, Subdirector del Departamento de Tecnología de Edificación de la Escuela Técnica Superior de Edificación

Revisores externos:

Tribunal de tesis:

Fecha de defensa:

ANTECEDENTES, DEDICATORIA Y AGRADECIMIENTOS

Como antecedente del presente trabajo, se hace referencia al día 5 de noviembre del año 2019, fecha en la que fue aceptada la solicitud de incorporación al Programa de Doctorado en Innovación Tecnológica en Edificación, de la Escuela Técnica Superior de Edificación de la Universidad Politécnica de Madrid.

También, se cita como antecedente con cierta nostalgia y germen de la presente investigación, el Seminario temático que sobre la “Barraca murciana” se desarrolló como trabajo monográfico de Doctorado en la ETSA de Madrid, titulado “*Sistemas constructivos en la arquitectura popular española*”, impartido durante el curso 1995/1996 por el profesor Dr. D. Luis Maldonado.

Posteriormente, el doctorando obtuvo la acreditación D.E.A. (Diploma Estudios Avanzados), expedido por la Universidad Politécnica de Madrid.

En la Resolución de la “Admisión” (Curso 2019 / 2020), en el apartado de Condiciones de incorporación al Programa de Doctorado en Innovación Tecnológica en Edificación, consta expresamente lo siguiente: “*El alumno no tendrá que superar ningún crédito formativo*”.

Con fecha 10 de febrero 2020, contando con la tutela del Director de la Tesis, el Doctor D. Tomás Gil López, se presentó el PLAN DE TRABAJO para el desarrollo de la presente investigación, en el que se describía como objetivo lo siguiente: “*Prevía fase de información de prototipos históricos de viviendas mínimas y análisis de viviendas autosuficientes energéticamente, se propondrán dos modelos de casas mínimas que contengan y sinteticen las virtudes de la arquitectura tradicional y las prestaciones de la tecnología contemporánea*”.

La descripción del Plan de trabajo, contenía los objetivos básicos del Programa de Doctorado en Innovación Tecnológica en Edificación, (R.D. 99/2011), de la Escuela Técnica Superior de Edificación:

- *Estudio de procesos constructivos y nuevos diseños competitivos, con especial énfasis en los aspectos relacionados con la sostenibilidad.*

- *Aplicación práctica de conocimientos en el ámbito tecnológico de la Edificación, en el proyecto y en la ejecución de edificios, profundizando en procesos innovadores.*
- *Aplicación práctica de conocimientos sobre ahorro energético, profundizando en procesos de autosuficiencia.*

Agradecimiento a la Escuela Técnica Superior de Edificación, anteriormente “Escuela de Arquitectura Técnica”, la que al inicio de la década de los setenta , fue mi “primera” Escuela ,...y donde con ilusión, esfuerzo y dedicación , el doctorando obtuvo su primer título Universitario de “*Arquitecto técnico en ejecución de obras y en economía de la construcción*”, campo en el que a lo largo de su vida profesional se fue especializando y desarrollando trabajos, publicaciones e investigaciones relacionadas con la Econometría de la Construcción y el Predimensionado de costes. Fruto de estos trabajos de especialización y publicaciones sobre bancos de precios y costes sintéticos de construcción, el doctorando desarrollo una primera Tesis (Tesis.1).

Posteriormente en base a su experiencia profesional liberal y como funcionario municipal en el Ayuntamiento de Murcia, conocimientos teórico/prácticos como profesor de urbanística en las Escuelas de Arquitectura e Ingeniería de Edificación en la Universidad Politécnica de la UCAM de Murcia, desarrollo una segunda Tesis (Tesis.2), sobre Planes Estratégico/urbanísticos de ámbito Municipal, como alternativa a los obsoletos Planes Generales de Ordenación Urbanística.

Quedamos especialmente agradecidos con el Dr. D. Tomás Gil López, Director de la presente Tesis, por su valiosa orientación y permanente apoyo, con el que durante el desarrollo del presente trabajo tan generosamente nos ha obsequiado.

Y por último, dedico esta Tesis (Tesis.3), a toda mi familia, por su paciencia, amor, y comprensión para con este eterno doctorando (bis).

En Murcia, a 25 de noviembre del año dos mil veinticuatro.

Pedro Pina Ruiz – Ingeniero de Edificación

THESIS: “PROTOTYPE OF A MINIMAL SELF-SUFFICIENT HOUSE: the case of murcian barraca”

ABSTRACT

A minimal house is one that, according to traditional standards for usable areas, meets the maximum ratio of 19.25 m² of usable space per person who habitually resides in it. In the case of a single-story house (Pb) with a lower roof (Bq), and with an occupancy rate of 3–4 inhabitants, the house should have a total usable surface area of a maximum of 67.38 m² (19.25 m² usable per inhabitant × 3.50 inhabitants = 67.38 m² usable). This area does not include auxiliary spaces such as uncovered courtyards, terraces, porches, garages, and storage rooms.

A self-sufficient house is one that is capable of autonomously generating all the necessary energy for its operation, without dependence or connection to public electricity grids, potable water supply, sewage networks, etc. In this research, the aim is to extend its "self-sufficiency" also to a certain level of gastronomic autonomy, through the agricultural use of the land where the house is located and integrated.

The barraca murciana "was" the traditional construction of the farmers who lived and worked in the orchards of Murcia. It is a simple house of small dimensions, self-built by its future inhabitants using local materials, making it a paradigmatic example of a minimal, self-built, and sustainable house.

This research will develop three prototypes of the Murcian barraca with the objective of adapting the model of the minimal self-sufficient house to current construction systems.

The three prototypes/models, developed in increasing sizes and capacity, are named bm.1, Bm.2, and BM.3:

- Prototype .3x6 / Model bm.1 (Single-story (Pb) + lower roof (Bq): 2–3 inhabitants) = 19.71 m² usable + 15.40 m² covered courtyards (north and south) = 35.11 m² usable. (Module = 1 meter: house footprint 3m x 6m).

- Prototype .4x7 / model Bm.2 (Single-story (Pb) + lower roof (Bq): 3–4 inhabitants) = 36.54 m² usable + 21.10 m² covered courtyards (north and south) = 57.64 m² usable. (Module = 1 meter: house footprint 4m x 7m).

- Prototype .5x8 / model BM.3 (Single-story (Pb) + lower roof (Bq): 4–5 inhabitants) = 48.47 m² usable + 26.80 m² covered courtyards (north and south) = 75.27 m² usable. (Module = 1 meter: house footprint 5m x 8m).

The three prototypes have been geometrically defined and graphically developed, making the material execution of all of them feasible through three construction systems:

- In-situ execution system: conformed products (modulation).
- Prefabricated system: component elements (open kit).
- Industrialized system: integral model (closed pack & open kit).

In all three developed prototypes, both the virtues of traditional construction and the benefits of contemporary technology are integrated. All three prototypes are below the maximum occupancy ratios and maximum usable surface areas, and therefore can be considered as "minimal houses."

In summary, the developed prototypes incorporate the characteristics and principles of the Murcian barraca, which are primarily as follows: minimal house dimensions, reasonable economic cost, sustainable construction, and adaptation and integration into the natural environment where the house is located.

Finally, as an objective related to the "case," the research aims to overcome the current situation of neglect of the Murcian barraca and promote it as a cultural and ethnographic heritage, by disseminating this work both regionally and nationally.

TESIS: “PROTOTIPO DE CASA MINIMA AUTOSUFICIENTE: el caso de la barraca murciana”

RESUMEN

Casa mínima es aquella que según los estándares tradicionales de superficies útiles, cumple el ratio máximo de 19,25 m² útiles por persona que reside habitualmente en ella. En el caso de una casa de planta baja (Ip) más bajo cubierta (Bq), y con un índice de ocupación de 3/4 habitantes, la casa deberá disponer de una superficie total máxima de 67,38 m² útiles (19,25 m² útil/habitante x 3,50 habitantes = 67,38 m² útiles), y ello, sin computar en esta superficie útil, las dependencias auxiliares vinculadas a la casa, tales como patios descubiertos, terrazas, porches, garajes y trasteros.

Casa autosuficiente es la que es capaz de generar en modo autónomo toda la energía necesaria para su funcionamiento, sin dependencia ni conexión con las redes públicas de suministro eléctrico, abastecimiento de agua potable, red de saneamiento, incluso, en el presente trabajo se ha pretendido que su “autosuficiencia”, también suponga una cierta autonomía gastronómica, mediante la explotación agrícola de la parcela en la que se ubica e integra la casa.

La barraca murciana “fue” la construcción tradicional de los agricultores que habitaron y trabajaron en la huerta de Murcia. Se trata de una casa sencilla de reducidas dimensiones, autoconstruida por sus futuros moradores con materiales del entorno próximo, siendo un caso paradigmático de casa mínima, autoconstruida y sostenible.

En esta investigación se van a desarrollar tres prototipos de la barraca murciana con objeto de, partiendo del modelo de casa mínima y autosuficiente, adaptarla a los sistemas constructivos actuales.

Los tres prototipos/modelos desarrollados de menor a mayor tamaño y capacidad de acogida, se denominan bm.1, Bm.2 y BM.3:

- Prototipo .3x6 / modelo bm.1 (Pb + Bq: 2/3 habitantes) = 19,71 m² útiles + 15,40 m² útiles patios cubiertos norte y sur = 35,11 m² útiles. (Módulo = 1 metro: huella casa 3m x 6m).

- Prototipo .4x7 / modelo Bm.2 (Pb + Bq: 3/4 habitantes) = 36,54 m²_útiles + 21,10 m² patios cubiertos norte y sur = 57,64 m² útiles. (Módulo = 1metro: huella casa 4m x 7m).

- Prototipo .5x8 / modelo BM.3 (Pb + Bq: 4/5 habitantes) = 48,47 m²_útiles + 26,80 m² patios cubiertos norte y sur = 75,27 m² útiles. (Módulo = 1metro: huella casa 5m x 8m).

Se han definido geoméricamente y desarrollado gráficamente los tres prototipos, siendo viable la ejecución material de todos ellos, mediante tres sistemas constructivos:

- Sistema ejecución in situ: productos conformados (modulación).
- Sistema prefabricado: elementos componentes (kit abierto).
- Sistema industrializado: modelo integral (pack cerrado y kit abierto).

En los tres prototipos desarrollados, se integran tanto las virtudes de la construcción tradicional, como las prestaciones de la tecnología contemporánea, estando los tres prototipos por debajo de los ratios de ocupación máximos, y de superficies útiles máximas, pudiendo ser por tanto considerados como “casas mínimas”.

En resumen, en los prototipos desarrollados se han “volcado” las características y fundamentos de la barraca murciana, siendo estos principios básicamente los siguientes: dimensiones de casa mínima, su razonable coste económico, su sostenibilidad constructiva y su adaptación e integración al medio natural en el que se implanta.

Por último, y como objetivo vinculado al “caso”, se pretende superar la actual situación de olvido de la barraca murciana, y promocionarla como patrimonio cultural y etnográfico, mediante la difusión del presente trabajo, tanto a nivel regional, como nacional.

TESIS: “PROTOTIPO DE CASA MINIMA AUTOSUFICIENTE: el caso de la barraca murciana”

TABLA DE CONTENIDO

- Antecedentes, dedicatoria y agradecimientos.....	II
- Abstract.....	IV
- Resumen.....	VI
- Índice sumario por capítulos.....	VIII
- Índice detallado por epígrafes.....	IX
- Anexos.....	XII
- Lista de figuras/ tablas.....	XIII
- Siglas y abreviaturas.....	XXII

INDICE SUMARIO POR CAPITULOS

1.- INTRODUCCIÓN.....	1
Hipótesis, objetivos, metodología. (Síntesis capítulo 1).	
2.- ESTADO DE LA CUESTIÓN:	6
Casa mínima, barracas huertanas, sostenibilidad y autosuficiencia, superficies y ratios, econometría de costes. (Síntesis capítulo 2).	
3.- DESARROLLO DE LA INVESTIGACIÓN:.....	175
Modulo y dimensiones propuestas para los prototipos contemporáneos de barraca murciana, sistemas de ejecución, instalaciones, presupuesto, integración en el territorio. (Síntesis capítulo 3).	
4.- RESULTADOS Y ANÁLISIS FINAL.....	284
Definición geométrica y gráfica de los prototipos. Análisis de superficies y ratios resultantes, variantes, discusión y reflexiones finales. (Síntesis capítulo 4).	
5.- CONCLUSIONES.....	322
Conclusiones teóricas y practicas. Lineas abierta a futuras investigaciones.	
- BIBLIOGRAFIA / REFERENCIAS.....	330
- ANEXOS: Anexo A al Anexo G.....	(Paginas 1 a 234)

TESIS: “PROTOTIPO DE CASA MINIMA AUTOSUFICIENTE: el caso de la barraca murciana”**TABLA DE CONTENIDO**

- Antecedentes, dedicatoria y agradecimientos.....	II
- Abstract.....	IV
- Resumen.....	VI
- Índice sumario por capítulos.....	VIII
- Índice detallado por epígrafes.....	IX
- Anexos.....	XII
- Lista de figuras/ tablas.....	XIII
- Siglas y abreviaturas.....	XXII
-	

INDICE DETALLADO POR EPIGRAFES

1.- INTRODUCCIÓN.....	1
1.1.- Hipótesis.....	1
1.2.- Objetivos.....	1
1.3.- Metodología.....	2
Síntesis capítulo 1: Introducción.....	5
2.- ESTADO DE LA CUESTIÓN.....	6
2.1.- La casa mínima.....	6
2.1.1.- La cabaña primitiva.....	6
2.1.2.- Refugios prehistóricos y casas vernáculas.....	12
2.1.3.- Casas mínimas contemporáneas.....	29
2.1.4.- Sistemas de ejecución: in situ, prefabricado e industrializado.....	37
2.1.4.1.- Modelos de casas prefabricadas.....	43
2.1.4.2.- Modelos de casas industrializadas.....	48
2.2.- La barraca hortelana tradicional.....	55
2.2.1.- Barracas huertanas.....	55
2.2.2.- Barraca murciana.....	66

2.3.- Principios de sostenibilidad y autosuficiencia.....	81
2.3.1.-Casas sostenibles: concepto, principios básicos y prototipos de referencia.....	81
2.3.2.-Casas autosuficientes: concepto, principios básicos y prototipos de referencia.....	101
2.4.- Cálculos de superficies y ratios de casas mínimas.....	157
2.4.1.- Predimensionado / estimación de superficies y ratios.....	157
2.4.2.- Cálculo pormenorizado de superficie y ratios.....	159
2.4.3.- Tabla síntesis de ratios y dimensiones.....	166
2.5.- Econometría de costes de casas mínimas.....	169
Síntesis capítulo 2: Estado de la cuestión.....	173
3.- DESARROLLO DE LA INVESTIGACIÓN.....	175
3.1.- Prototipos contemporáneos de Barraca murciana: bm.1, Bm.2 y BM.3.....	175
3.1.1.- Módulo y dimensiones propuestas para los tres prototipos.....	176
3.1.2.- Representación gráfica de los prototipos: orientación y composición.....	183
3.2.- Descripción y representación gráfica de sistemas de ejecución y detalles de los prototipos.....	205
3.2.1.- Sistema ejecución in situ: productos conformados (Modulación).....	212
3.2.2.- Sistema prefabricado de hormigón: elementos componentes (Mecano / Kit abierto).....	224
3.2.3.- Sistema industrializado de madera: modelo integral (Pack cerrado y Kit abierto).....	235

3.3.- Descripción y representación gráfica de las instalaciones de los prototipos.....	242
3.3.1.- Instalación solar fotovoltaica e instalación de electricidad.....	242
3.3.2.- Acondicionamiento ambiental: natural /pasivo y artificial / mecánico.....	250
3.3.3.- Abastecimiento de agua (fría y caliente) y red de saneamiento.....	262
3.4.- Presupuestos de ejecución material del prototipo.....	268
3.5.- Integración paisajística y urbanística en el territorio y entorno inmediato: la barraca murciana como patrimonio cultural.....	274
Síntesis capítulo 3: Desarrollo de la investigación.....	280
4.-RESULTADOS Y ANALISIS FINAL.....	284
4.1.- Definición geométrica y gráfica de los prototipos: plantas, alzados, secciones y perspectivas.....	284
4.2.- Análisis de ratios y superficies iniciales y resultantes.....	301
4.3.- Variantes resultantes de los prototipos.....	303
4.4.- Discusión y reflexiones finales.....	313
Síntesis capítulo 4: Resultados y análisis final.....	320
5.- CONCLUSIONES.....	322
5.1.- Conclusiones teóricas.....	322
5.2.- Conclusiones practicas.....	325
5.3.- Líneas abiertas a futuras investigaciones.....	329
BIBLIOGRAFIA / REFERENCIAS	330

ANEXOS: Anexo A al Anexo G.....(Paginas 1 a 234)

- ANEXO A: “*Documentación gráfica sobre la barraca murciana*” 3
- ANEXO B: “*La huerta de Murcia: análisis y diagnóstico desde 1960 hasta 2030 (Evaluación y contraste entre morfología hortelana y ordenanzas urbanísticas de edificación)*”16
- ANEXO C: *Selección de dibujos/croquis a mano alzada, descriptivos del desarrollo y la evolución de los prototipos*” (2019/2024).....49
- ANEXO D: “*Selección de dibujos / croquis a mano alzada, descriptivos del desarrollo de los sistemas de acondicionamiento climático pasivo y activo*” (2020/2024).....77
- ANEXO E: “*Selección de dibujos/croquis a mano alzada y predimensionamiento de la instalación fotovoltaica para autosuficiencia energética*” (2020/2024).....98
- ANEXO F: “*Selección de dibujos/croquis a mano alzada, descriptivos del desarrollo de la modulación y de los sistemas y detalles constructivos*”(2020/2024).....143
- ANEXO G: *ECCUM.11 (2024/ 2025): “Estimación Costes de Construcción por Unidades Métricas*”:.....194

LISTA DE FIGURAS / TABLAS

Figura: 1.4 / 1 : Esquema de la metodología seguida en la Tesis.	3
Figura 2.1.1 / 1: La cabaña primitiva – Laugier, Marc- Antoine (1755).....	6
Figura 2.1.1 / 2: Grabado de la cabaña primitiva de Samuel Wale	8
Figura 2.1.1 / 3: Recreación del origen de la construcción de los edificios y sus progresos.....	9
Figura 2.1.1 / 4: Barraca tradicional de la huerta de Murcia (Siglos XIV-XIX).....	11
Figura 2.1.2 / 1: Dibujo de cobijo nómada anglo-sajón The Family House England	13
Figura 2.1.2 / 2: Dibujo de choza circular con estructura de madera y cubierta con material vegetal.....	13
Figura 2.1.2 / 3: Dibujo de choza de planta rectangular con estructura de trocos de madera, ampliable longitudinalmente al modo de la casa “larga” alemana.....	14
Figura 2.1.2 / 4: Dibujo de choza de planta cuadrada, con estructura de madera y cubierta con material vegetal, primeras chozas de las aldeas que conformaron Roma.	14
Figura 2.1.2 / 5: Recreación de construcción de cabaña primitiva, con elementos vegetales y pétreos.....	15
Figura 2.1.2 / 6: Stonehenge , monumento megalítico construido entre final del Neolítico y principios de la Edad del Bronce.....	15
Figura 2.1.2 / 7: Palafitos del Museo arqueológico al aire libre de Pille Dwelling Museum.....	16
Figura 2.1.2 / 8: Hórreo gallego de piedra situado en Tremeoedo, Villanueva de Arosa, Pontevedra.....	16
Figura 2.1.2 / 9: Cabaña Pasiega.....	17
Figura 2.1.2 / 10: Casa Chaumiére.....	18
Figura 2.1.2 / 11: Casa Ruca.....	18
Figura 2.1.2 / 12: Casa Wigwam.....	19
Figura 2.1.2 / 13: Casa Maloca.....	20
Figura 2.1.2 / 14: Casa Hare Paenga.....	20
Figura 2.1.2 / 15: Casa Izba.....	21
Figura 2.1.2 / 16 : Casa Hanoc.....	22
Figura 2.1.2 / 17 : Casa Minka.....	23
Figura 2.1.2 / 18 : Casa Mudhif.....	24
Figura 2.1.2 / 19 : Casa Plank House.....	25
Figura 2.1.2 / 20: Prototipo Tova básico, impresión 3D (Sistema Crane Wasp).....	27
Figura 2.1.2 / 21: Prototipo Tova en ejecución mediante impresión 3D (Sistema Crane Wasp).....	28
Figura 2.1.2 / 22: Prototipo Tova de casa sostenible, asequible y de rápida ejecución.....	28
Figuras 2.1.3 / 1 y 2: Torres Nagokin Capsule Tower – Vista exterior y Axonometría texturizada..	30
Figuras 2.1.3 / 3: Torres Nagokin Capsule Tower. Vista interior de la capsula tipo.....	30
Figuras 2.1.3 / 4 y 5: Torres Nagokin Capsule Tower. Dibujos de línea: axonometría y planta de la capsula tipo.....	31
Figuras 2.1.3 / 6: Torres Nagokin Capsule Tower. Patologías de las capsulas, desagües y cables de instalaciones por el exterior.....	31

PROGRAMA DE DOCTORADO: INNOVACIÓN TECNOLÓGICA EN EDIFICACIÓN

Figura 2.1.3 / 7: Imagen del manual “La casa. Evolución del espacio doméstico en España.....	34
Figura 2.1.3 / 8: Esquemas de plantas tipo de distribución de casas mínimas.....	36
Figura 2.1.4 / 1: Diez ciudades de nueva planta, propuesta de Leonardo da Vinci – Siglo XV.....	38
Figura 2.1.4 / 2: Esquema de sistemas de construcción modular y prefabricada.....	39
Figura 2.1.4 / 3: Casa Barcelona: cinco elementos componentes (kit abierto).....	42
Figura 2.1.4.1/1: Montaje panel de hormigón de casa prefabricada.....	44
Figura 2.1.4.1/2: Casa prefabricada de hormigón.....	44
Figura 2.1.4.1/3: Casa prefabricada de hormigón.....	45
Figura 2.1.4.1/4: Casa prefabricada de hormigón.....	45
Figura 2.1.4.1/5: Casa prefabricadas construida con elementos componentes bidimensionales: paneles sándwich.....	46
Figura 2.1.4.1/6: Casa prefabricada construida con elementos componentes de madera.....	47
Figura 2.1.4.2 / 1: Transporte por carretera de casa industrializada hasta su emplazamiento.....	49
Figura 2.1.4.2 / 2: Alzados de casa industrializada.....	50
Figura 2.1.4.2 / 3: Planta de casa industrializada.....	50
Figura 2.1.4.2 / 4: Casa industrializada ubicada en un paraje rural.....	51
Figura 2.1.4.2 / 5: Interior de casa industrializada ubicada en un paraje rural.....	51
Figura 2.1.4.2 / 6: Casa mini-living de 15 metros cuadrados construidos.....	52
Figura 2.1.4.2 / 7: Casa de madera industrializada pack cerrado.....	53
Figura 2.1.4.2 / 8: Casa de madera industrializada pack cerrado.....	53
Figura 2.1.4.2 / 9: Casa de madera industrializada pack cerrado.....	54
Figura 2.2.1/ 1: Reconstrucción de Barraca hawaiana.....	55
Figura 2.2.1/ 2: Localización de barracas en el Delta del Ebro.....	56
Figura 2.2.1/ 3: Vista interior de barraca situada en el Delta del Ebro.....	57
Figura 2.2.1/ 4: Vista exterior de barracas situada en el Delta del Ebro.....	58
Figura 2.2.1/ 5 : Barraca situada en arrozal del Delta del Ebro.....	58
Figura 2.2.1/ 6 : Plantas tipo de diferentes barracas valencianas y esquema estructural A.....	60
Figura 2.2.1/ 7: Planta, alzado y sección de barraca valenciana tipo distribuidor longitudinal.....	61
Figura 2.2.1/ 8: Vista exterior de barraca valenciana.....	63
Figura 2.2.1/ 9: Vista interior de barraca valenciana.....	64
Figura 2.2.1/ 10: Vista de barraca valenciana , fachada principal <u>orientación sur</u> con emparrado.....	64
Figura 2.2.1/ 11 : Proyecto Azalea vista desde <u>orientación oeste</u>	65
Figura 2.2.1/ 12 : Proyecto Azalea vista interior.....	65
Figura 2.2.2 / 1: Mapa de situación de la huerta de Murcia a escala nacional, regional y comarcal...66	66
Figura 2.2.2 / 2: Plano del sistema tradicional de riego de la huerta de Murcia	67
Figura 2.2.2/ 3: Plano de las parcelas de Jesús Romero Elorriaga en La Alberca.1953.....	68
Figura 2.2.2/ 4: Plano de solares de la huerta de Murcia. 1945.....	68
Figura 2.2.2/5: Plano de los carriles de la huerta de Murcia de las fincas del Molino y de los Guiraos, con las parcelas que sirven.....	69
Figura 2.2.2/ 6: Dibujo de barraca de la huerta de Murcia.1950.....	69
Figura 2.2.2 / 7: Vistas de barracas murcianas integradas en la huerta de Murcia.....	70
Figura 2.2.2/ 8: Planta baja y planta alta / andana de barraca murciana.....	72
Figura 2.2.2 / 9: Reconstrucción de barraca murciana. Horno de leña.....	73
Figura 2.2.2 / 10: Reconstrucción de barraca murciana. Pozo y tinajas / depositos de agua.....	73

PROGRAMA DE DOCTORADO: INNOVACIÓN TECNOLÓGICA EN EDIFICACIÓN

Figura 2.2.2 / 11: Perspectiva de barraca murciana de tipo mixto (atobas y testers).....	75
Figura 2.2.2/12: Perspectiva barraca murciana del tipo mixto (con emparrado y andana).....	76
Figura 2.2.2 / 13: Barraca murciana - Plantas, Alzados y Secciones.....	77
Figura 2.2.2/ 14: Proyecto de Barraca de emergencia contra las inundaciones para la huerta de Murcia, propuesta en el año 1879 por el arquitecto D. José Marín Baldo.....	78
Figura 2.3.1 / 1: Efecto de impermeabilización de las ciudades que altera el ciclo hidrológico natural.....	83
Figura 2.3.1 / 2: Conductos textiles horizontales, que distribuyen uniformemente el aire acondicionamiento climatizado.....	84
Figura 2.3.1/ 3: Perspectiva axonométrica exterior e interior de casa parásito.....	85
Figura 2.3.1 /4: Norman Foster Foundation y Holcim proyecto Essential Homes.Vista aérea.....	87
Figura 2.3.1/ 5: Norman Foster Foundation y Holcim proyecto Essential Homes.Alzado norte....	88
Figura 2.3.1 / 6: Norman Foster Foundation y Holcim proyecto Essential Homes. Alzado sur,....	89
Figura 2.3.1/7: Norman Foster Foundation y Holcim proyecto Essential Homes. Vista interior..	90
Figura 2.3.1 / 8: Escuela Primaria en Gando (Burkina Faso).....	92
Figura 2.3.1 / 9: Escuela Primaria en Gando (Burkina Faso).....	93
Figura 2.3.1 / 10: Liceo Schorge (2016).....	93
Figura 2.3.1 / 11: Casas para médicos en Léo (Burkina Faso).....	94
Figura 2.3.1 /12: Estructura ordenación urbanística en base al prototipo doméstico de sustitución ecológico en barrios de conformación paulatina.....	96
Figura 2.3.1 / 13: Barrio de Petare o La Vega (Caracas/ Venezuela): propuesta de ordenación urbanística.....	97
Figura 2.3.1 / 14: Esquema de procesos y estrategias de sostenibilidad del prototipo doméstico de sustitución ecológico en barrios de conformación paulatina.....	98
Figura 2.3.1 / 15: Vistas externas en 3D del prototipo doméstico de sustitución ecológico.....	99
Figura 2.3.1 / 16: Plantas y sección del prototipo doméstico de sustitución ecológico.....	100
Figura 2.3.2 / 1: Portada del artículo publicado en 1975 de casa autosuficiente.....	103
Figura 2.3.2. / 2: Artículo año 1975, imagen maqueta casa autosuficiente y foto del autor del proyecto Mr. Alexander Pike, docente de la Universidad de Cambridge.....	104
Figura 2.3.2. / 3: Sección de la casa autosuficiente proyecto Mr. Alexander Pike.....	106
Figura 2.3.2 / 4: Planta alta de la casa autosuficiente, según proyecto de Mr. Alexander Pike.....	106
Figura 2.3.2 / 5: Imagen de maqueta de casa autosuficiente y foto del autor del proyecto Mr. Alexander Pike.....	107
Figura 2.3.2 / 6: Maqueta de casa autosuficiente.....	108
Figura 2.3.2. / 7: Maqueta de casa autosuficiente.....	108
Figura 2.3.2 / 8: Alzados, secciones y plantas de casa autosuficiente.....	109
Figura 2.3.2 / 9: Prototipo de casa autosuficiente construida en un terreno cercano a la Universidad de Cambridge.....	110
Figura 2.3.2 / 10: Casa autónoma vista desde el sur. Blenda y Robert Vale.....	111
Figura 2.3.2 / 11: Sección transversal de casa autónoma. Blenda y Robert Vale.....	112
Figura 2.3.2 / 12: Planta baja y planta primera de casa autónoma. Blenda y Robert Vale.....	113
Figura 2.3.2 / 13: Casa industrializada autosuficiente: Prototipo- Diógenes – Renzo Piano	115
Figura 2.3.2 / 14: Casa industrializada autosuficiente: Axonometría del prototipo - Diógenes – Renzo Piano	115
Figura 2.3.2 / 15: Casa industrializada autosuficiente: Axonometría con despiece de los elementos componentes del prototipo- Diógenes – Renzo Piano.....	116
Figura 2.3.2/16: Casa industrializada autosuficiente: Vista lejana desde el noreste del prototipo- Diógenes – Renzo Piano	117

PROGRAMA DE DOCTORADO: INNOVACIÓN TECNOLÓGICA EN EDIFICACIÓN

Figura 2.3.2/17: Casa industrializada autosuficiente: Vista cercana desde el noreste prototipo -Diógenes – Renzo Piano.....	118
Figura 2.3.2/18: Casa industrializada autosuficiente: Vista desde el noroeste del prototipo - Diógenes – Renzo Piano.....	119
Figura 2.3.2/19: Casa industrializada autosuficiente: Vista interior del espacio principal	120
Figura 2.3.2 / 20: Casa industrializada autosuficiente - Diógenes – vista interior: a la derecha la minicocina y a la izquierda la puerta del aseo. Renzo Piano.....	121
Figura 2.3.2 / 21: Casa industrializada autosuficiente: Vista del espacio superior de la minicocina del prototipo- Diógenes – Renzo Piano	122
Figura 2.3.2 / 22: Casa industrializada autosuficiente: Sistema de transporte del prototipo - Diógenes, desde la factoría hasta el solar / parcela/ terreno,...– Renzo Piano..	123
Figura 2.3.2 / 23: Barraca tradicional de la huerta de Valencia. Fachada frontal principal con emparrado, orientada al sur.....	126
Figura 2.3.2 / 24: Tradicionalmente el emparrado y la fachada frontal esta orientada al sur, y en AZALEA,.....	127
Figura 2.3.2 / 25: Fachada oeste.....	128
Figura 2.3.2 / 26: Fachada sur.....	128
Figura 2.3.2 / 27: Vista interior este-oeste.....	129
Figura 2.3.2 / 28: Vista interior oeste – este.....	129
Figura 2.3.2 / 29: Vista exterior suroeste, con referencia a los tres premios recibidos.....	130
Figura 2.3.2 / 30: Grupo componentes de Azalea.....	130
Figura 2.3.2 / 31: Ecocápsula industrializada autosuficiente, situada en la orilla de un rio,.....	132
Figura 2.3.2 / 32: Ecocápsula industrializada autosuficiente, situadas en un prado,... y paisaje montañoso.....	132
Figura 2.3.2 / 33: Planta de ecocápsula industrializada autosuficiente.....	133
Figura 2.3.2 / 34: Sección longitudinal de ecocápsula industrializada autosuficiente. Versión con ruedas y piscina en la cubierta.....	134
Figura 2.3.2 / 35: Interior de ecocápsula industrializada autosuficiente.....	135
Figura 2.3.2 / 36: Aseo en recinto cerrado de ecocápsula industrializada autosuficiente.....	135
Figura 2.3.2 / 37: Ecocápsula industrializada autosuficiente,situada en primera línea playa.....	136
Figura 2.3.2 / 38: Sistemas de autosuficiencia y transporte de ecocápsula industrializada autosuficiente.....	136
Figura 2.3.2 / 39: Transporte en helicóptero de ecocápsula autosuficiente.....	137
Figura 2.3.2 / 40: Vista aérea de agrupación de casas autosuficientes para la “Era del cambio climático”.....	139
Figura 2.3.2 / 41: Vista interior de casa autosuficiente para la “Era del cambio climático “.....	140
Figura 2.3.2 / 42: Vista interior de casa autosuficiente para la “Era del cambio climático “.....	140
Figura 2.3.2 / 43: Vista aérea de agrupación radial / pequeño poblado de casas autosuficientes para la “Era del cambio climático “.....	141
Figura 2.3.2 / 44: Exterior de la casa «Mars Dune Alpha». Centro Espacial Houston de la NASA.....	143
Figura 2.3.2 / 45: Casa «Mars Dune Alpha» . Centro Espacial Houston de la NASA.....	143
Figura 2.3.2 / 46: Puestos / estaciones de trabajo de la casa «Mars Dune Alpha». Centro Espacial Houston de la NASA.....	144
Figura 2.3.2 / 47: Un dormitorio de la casa «Mars Dune Alpha». Centro Espacial Houston de la NASA.....	144

PROGRAMA DE DOCTORADO: INNOVACIÓN TECNOLÓGICA EN EDIFICACIÓN

Figura 2.3.2 / 48: Invernadero artificial / huerto vertical para abastecimiento de los habitantes de la casa «Mars Dune Alpha». Centro Espacial Houston de la NASA.....	145
Figura 2.3.2 / 49: Casa 1- Casa autosuficiente Zopherus de Rogers, Arkansas. Nasa- Marte.....	146
Figura 2.3.2 / 50: Casa 2 - Casa autosuficiente Marsha, de IA. Space Factory de Nueva York Nasa – Marte.....	147
Figura 2.3.2 / 51: Casa 3 - Kahn Yates de Jackson, Mississippi. Nasa – Marte (2017/2019).....	148
Figura 2.3.2 / 52: Prototipo espacial para viajar a Marte. Promotor Elon Musk.....	150
Figura 2.3.2 /53:Prototipo de casa industrializada construida en factoría. Promotor Elon Musk..	151
Figura 2.3.2 / 54: Prototipo de casa fabricada por BOXABL . Promotor Elon Musk.....	151
Figura 2.3.2 / 55: Vista interior de casa industrializada, mínima y autosuficiente.....	152
Figura 2.3.2 / 56: Vista interior de casa industrializada, mínima y autosuficiente.....	153
Figura 2.3.2 / 57: Cocina de casa industrializada, mínima y autosuficiente.....	154
Figura 2.3.2 / 58: Cama doble con una almohada y ocho cojines en ventana de casa industrializada, mínima y autosuficiente. Promotor Elon Musk . Fabricante Boxabl.....	155
Figura 2.3.2 / 59: Ducha estilo tradicional en casa industrializada, mínima y autosuficiente. Promotor Elon Musk.....	156
Tabla 2.4.2 / 1: Ratios por m ² de superficie útil media por habitante.....	159
Tabla 2.4.2 / 2: Ratios por m ² de superficie útil media por habitante.....	160
Figura 2.4.2 / 3: Representación gráfica de la composición de casas mínimas superficies útiles totales en m ²	161
Tabla 2.4.2 / 4: Cuadro de superficies útiles de una casa mínima en diferentes países.....	162
Tabla 2.4.2 / 5: Superficies útiles mínimas de cada dependencia de casa para cuatro, tres y dos habitantes. VVSS: Viviendas Sociales.....	164
Tabla 2.4.3 / 1 –Índice de ocupación/ratio m ² útiles/ habitantes y superficies “máximas” de casas mínimas.....	166
Tabla 2.4.3 / 2. –Síntesis índice de ocupación / ratio máximo en m ² útiles por habitante y superficies “máximas” de casas mínimas.....	168
Tabla 2.5 / 1: Costes de contrata para diversas superficies construidas.....	169
Figura 2.5 / 2: Representación gráfica de la relación entre m ² construidos y coste de contrata en €/m ² construidos Prestaciones / calidad (N): Normales.....	170
Tabla 2.5 / 3: Resultados costes de ejecución material, según sistemas, prestaciones/calidad y superficies construidas.....	171
Figura 3.1.1 /1: Croquis acotados prototipo inicial con modulo m = 1,50 metros, con tres tamaños / capacidad de acogida y tres sistemas constructivos diferentes.....	176
Figura 3.1.1 / 2: Representación gráfica del módulo básico de BEMIS (M=10x10x10cm) y los multimódulos.....	178
Figura 3.1.1 / 3: Croquis acotados de las dimensiones modulares y usos funcionales del prototipo bm.1 = huella 4 módulos de 3 x 3 metros.....	180
Figura 3.1.1 / 4: Croquis acotados de dimensiones modulares de prototipos bm.1, Bm.2 y BM.3.....	181

PROGRAMA DE DOCTORADO: INNOVACIÓN TECNOLÓGICA EN EDIFICACIÓN

Figura 3.1.2 / 1: Croquis previos de plantas y secciones de los prototipos y sus posibles versiones en dos plantas, más bajo cubierta.....	184
Figura 3.1.2 / 2: Croquis previos de plantas y secciones de los prototipos y sus posibles versiones en dos plantas, más bajo cubierta.....	185
Figura 3.1.2/ 3: Croquis previos de sección acotadas del prototipo (no seleccionado) desarrollado en dos plantas y bajo cubierta.....	186
Figura 3.1.2/ 4: Croquis previos de sección acotadas del prototipo seleccionado desarrollado en planta baja, más altillo bajo cubierta.....	187
Figura 3.1.2/ 5: Croquis previos de plantas acotadas del prototipo bm.1 desarrollado en planta baja más bajo cubierta y 3 metros de ancho.....	188
Figura 3.1.2 / 6: Croquis previos de plantas acotadas de los prototipos Bm.2 y BM.3 desarrollados en planta baja más bajo cubierta, con 4 y 5 metros de ancho respectivamente.....	189
Figura 3.1.2/ 7: Croquis previo de sección acotada del prototipo de una planta más bajo cubierta.....	191
Figura 3.1.2 / 8: Sección acotada del prototipo de una planta más bajo cubierta.....	192
Figura 3.1.2 / 9: Sección acotada del prototipo Bm.2.....	193
Figura 3.1.2 / 10: Plantas del prototipo bm.1: composición y modulación.....	197
Figura 3.1.2 / 11: Plantas del prototipo Bm.2: composición y modulación.....	200
Figura 3.1.2 / 12: Plantas del prototipo BM.3: composición y modulación.....	203
Figura 3.2 / 1: Croquis previos muros de inercia térmica, fabricas a la capuchina y puentes térmicos forjado / fachada.....	206
Figura 3.2 / 2: Croquis muro de inercia térmica, fabrica a la capuchina, y muro macizo de ladrillo 40 cm. aparejo inglés.....	207
Figura 3.2 / 3: Croquis alternativas instalaciones vistas y muros de inercia térmica, variantes de aislamiento integral de la envolvente.....	208
Figura 3.2 / 4: Ideas iniciales de los tres sistemas de ejecución: (A) In situ. (B) Prefabricado hormigón. (C) Industrializado madera.....	210
Figura 3.2 / 5: Ideas conceptuales de los tres sistemas constructivos: (A) In situ. (B) Prefabricado hormigón blanco. (C) Industrializado madera.....	211
Figura 3.2.1 / 1: Ladrillo panal con pestaña para empujes horizontales. Variante de ladrillo semimacizo con colocación en seco, o con adhesivo / pegamento.....	213
Figura 3.2. 1 / 2: Ideas conceptuales de variante del sistema de ejecución: (A) In situ: pieza única con espesor igual ancho del muro. Muro a la capuchina con la cámara por el exterior, y parte resistente al interior.....	214
Figura 3.2. 1 / 3: Ideas conceptuales del sistema de ejecución: (A) In situ. Superladrillo / bloque capuchino, con resaltes de enlace en vertical y en horizontal.....	215
Figura 3.2.1 / 4: Ideas conceptuales del sistema de ejecución (A) in situ: piezas especiales y sistema de armado / encadenado horizontal y vertical.....	216
Figura 3.2. 1 / 5: Ideas conceptuales del sistema de ejecución (A) In situ: piezas especiales y sistema de armado / encadenado horizontal y vertical.....	217
Figura 3.2. 1 / 6: Dimensiones del superladrillo del sistema de ejecución (A) In situ: reducir longitud e incrementar espesor. Resalte para no invadir / cegar la cámara de aire.....	218
Figura 3.2. 1 / 7: Dimensiones del superladrillo del sistema de ejecución (A) In situ: resalte para no invadir / cegar la cámara de aire con la lechada de mortero / cemento de unión de las piezas.....	219

PROGRAMA DE DOCTORADO: INNOVACIÓN TECNOLÓGICA EN EDIFICACIÓN

Figura 3.2. 1 / 8: Ideas previas del sistema de ejecución (A) In situ: forjado integral vigueta y media bovedilla, losa armada con y sin bovedilla.....	220
Figura 3.2.1 / 9: Ideas previas del sistema de ejecución (A) In situ: forjado integral vigueta y media bovedilla, losa armada sin bovedilla.....	221
Figura 3.2. 1 / 10: Forjado propuesto para sistema de ejecución (A) In situ: semilosa de 5 cm, armada, conectores de hormigonado, y tubos para climatización por aire, dentro de la capa de compresión.....	222
Figura 3.2.2 / 1: Ideas conceptuales de los tres sistemas estructurales: (A) In situ. (B) Prefabricado hormigón: en parte central de la figura. (C) Industrializado madera.....	226
Figura 3.2. 2 / 2: Ideas conceptuales del sistema constructivo: (B) Uniones/ensamblaje de muro hormigón prefabricado y correa de cimentación.....	227
Figura 3.2. 2 / 3: Ideas conceptuales del sistema constructivo: (B) Uniones/ ensamblaje de paneles hormigón prefabricado entre sí, y con el forjado.....	228
Figura 3.2.2 / 4: Ideas conceptuales del sistema constructivo: (B). Sistema de transporte y montaje de paneles en formato abierto “kit”.....	229
Figura 3.2.2 / 5: Ideas conceptuales del sistema constructivo: (B) Sección tipo panel de fachada 1 m por 3 m, y/ o 3 m por 3 m, losa alveolar estructural y capa exterior de aislamiento térmico.....	230
Figura 3.2.2 / 6: Ideas conceptuales del sistema constructivo: (B) sistema de uniones / ensamblaje de paneles prefabricados de hormigón armado blanco con alveolos / cámara de aire.....	231
Figura 3.2.2 / 7: Ideas conceptuales del sistema constructivo: (B) Ensamblaje / uniones entre muros ventilados y forjados ventilados.....	232
Figura 3.2.2 / 8: Propuesta acotada del sistema constructivo prefabricado (B): Ensamblaje / uniones entre muros y forjados ventilados.....	233
Figura 3.2.3 / 1: Ideas conceptuales de las fachadas y forjados de los tres sistemas constructivos: (A) in situ. (B) Prefabricado hormigón. (C) Sistema industrializado madera: en parte inferior de la figura.....	237
Figura 3.2.3 / 2: Dibujo acotado y modulado de la estructura de fachadas y forjados del sistema industrializado con madera: tableros verticales exterior e interior, y tableros horizontales por encima y por debajo de las vigas / tablón.....	239
Figura 3.2.3 / 3: Dibujo acotado de detalles constructivos ensambles atornillados de las uniones de pilares y vigas/ tablón, anclaje de pilar /tablón a la cimentación y sistema de acondicionamiento climático por cámaras de aire del sistema industrializado con tableros y tablonés de madera.....	240
Figura 3.3.1 / 1: Plantas de la versión inicial del prototipo con esquema del sistema de climatización natural / pasiva y módulo de 0,90 metros.....	243
Tabla 3.3.1 / 2: Síntesis de las características de los componentes de la instalación fotovoltaica de los tres prototipos: paneles + regulador + baterías + inversor + instalación eléctrica casa.....	245
Figura 3.3.1 / 3: Sección de instalación eléctrica: placas solares fotovoltaicas y bandejas metálicas registrables / colgadas del techo de la planta baja.....	247
Figura 3.3.1 / 4: Plantas de instalación eléctrica: placas solares fotovoltaicas, patinejos de instalaciones, cuarto de instalaciones y bandejas metálicas registrables / colgadas del techo de la planta baja.....	248
Figura 3.3.1 / 5: Instalación eléctrica: cableado en bandejas metálicas registrables / colgadas del techo de la planta baja.....	249

PROGRAMA DE DOCTORADO: INNOVACIÓN TECNOLÓGICA EN EDIFICACIÓN

Figura 3.3.1 / 6: Instalación eléctrica: cableado en bandejas metálicas registrables / colgadas del techo de la planta baja.....	249
Figura 3.3.2 / 1 : Esquema inicial del sistema de climatización de los prototipos: invernadero sur / umbría norte.....	251
Figura 3.3.2 / 2. : Esquema inicial de funcionamiento del sistema de climatización flujos de aire de los prototipos: invernadero sur / umbría norte.....	253
Figura 3.3.2 / 3 : Esquemas iniciales del sistema de circulación del aire en los prototipos: (color verde) Verano – flujo aire fresco de norte hacia el sur	254
Figura 3.3.2 / 4 : Esquemas iniciales del sistema de circulación del aire en los prototipos: (color rojo). Invierno – flujo aire caliente de sur hacia el norte.....	255
Figura 3.3.2 / 5 : Esquemas finales del sistema de climatización de los prototipos: ventilación cruzada e invernadero / umbría. Plenum en doble altura.....	257
Figura 3.3.2 / 6 :Propuesta final del sistema de climatización de los prototipos: invernadero / umbría. Plenum en doble altura y geotermia subterránea en patio norte.....	258
Figura 3.3.2 / 7 :Propuesta final del sistema de climatización de los prototipos: invernadero / umbría, dos chimeneas solares y geotermia subterránea en patios y bajo la casa.....	259
Figura 3.3.2 / 8 : Esquema final del sistema de climatización de los prototipos: invernadero / umbría.Plenum en doble altura, dos chimeneas solares y sistema geotermia natural.....	261
Figura 3.3.3 / 1 : Deposito / aljibe y pozo de captación. Red abastecimiento agua fría (color azul) y agua caliente (color rojo).....	264
Figura 3.3.3 / 2 : Detalle red de abastecimiento agua fría (color azul) y agua caliente (color rojo).....	265
Figura 3.3.3 / 3 : Captadores torre de agua de niebla en el barranco El Anden - Isla de El Hierro (Gran Canarias).....	266
Figura 3.3.3 / 4 : Captadores torre de agua de niebla en el barranco El Anden - Isla de El Hierro (Gran Canarias).....	266
Figura 3.3.3 / 5 : Red de aguas residuales separativa: aguas negras y aguas grises. Captadores y acumulación agua de lluvia / niebla.....	267
Tabla 3.4/ 1: Costes de ejecución material por m ² construido y totales de los prototipos: in situ, prefabricado e industrializado, según prestaciones/calidad y superficies construidas.....	271
Tabla 3.4/ 2 : Coste analítico por capítulos / unidades de obra del prototipo Bm.2.....	273
Figura 3.5 / 1: Sistema tradicional de riego de la huerta de Murcia.....	274
Figura 3.5 / 2: Vistas de barracas murcianas integradas en la huerta de Murcia.....	276
Figura 3.5 / 3: Propuesta de ordenación en una parcela tipo de 3.960 metros cuadrados, del prototipo de barraca contemporanea Bm.2	277
Figura 4.1 / 1 : Definición geométrica del prototipo bm.1: Plantas.....	285
Figura 4.1 / 2 : Definición geométrica del prototipo Bm.2: Plantas.....	286
Figura 4.1 / 3 : Definición geométrica del prototipo BM.3: Plantas.....	287
Figura 4.1 / 4 : Definición geométrica del prototipo Bm.2: Alzados.....	288
Figura 4.1 / 5 : Definición geométrica del prototipo Bm.2: Alzado este y sección longitudinal.....	289
Figura 4.1 / 6 : Definición geométrica del prototipo Bm.2: Alzado oeste y perspectiva exterior.....	290
Figura 4.1 / 7 : Definición geométrica del prototipo Bm.2: perspectiva interior.....	291
Figura 4.1 / 8 : Definición gráfica del prototipo Bm2 :definición de la modulación.....	292
Figura 4.1 / 9 : Definición gráfica del prototipo Bm2 :planta baja.....	293
Figura 4.1 / 10 :Definición gráfica del prototipo Bm2 : planta bajo cubierta.....	294
Figura 4.1 / 11 :Definición gráfica del prototipo Bm2 : planta cubierta.....	295
Figura 4.1 / 12: Definición gráfica del prototipo Bm2 : sección, alzado sur y norte.....	296

PROGRAMA DE DOCTORADO: INNOVACIÓN TECNOLÓGICA EN EDIFICACIÓN

Figura 4.1 / 13: Definición gráfica del prototipo Bm2 : alzado este y sección longitudinal.....	297
Figura 4.1 / 14: Definición gráfica del prototipo Bm2 : alzado oeste.....	298
Figura 4.1 / 15: Definición gráfica del prototipo Bm2: perspectiva interior (3D).....	299
Figura 4.1 / 16: Definición gráfica del prototipo Bm2: perspectiva interior (3D).....	299
Figura 4.1 / 17: Definición gráfica del prototipo Bm2: perspectiva exterior (3D)	300
Figura 4.1 / 18: Definición gráfica del prototipo Bm2: perspectiva exterior (3D)	300
Tabla 4.2 / 1: Valores de superficies y ratios iniciales y finales resultantes.....	302
Figura 4.3 / 1: Dibujos/croquis a mano alzada .1 descriptivos del desarrollo y la evolución de los prototipos.....	304
Figura 4.3 / 2: Dibujos/croquis a mano alzada .2, descriptivos del desarrollo y la evolución de los prototipos.....	305
Figura 4.3 / 3: Dibujos/croquis a mano alzada .3, descriptivos del desarrollo y la evolución de los prototipos.....	306
Figura 4.3 / 4: Dibujos/croquis a mano alzada .4, descriptivos del desarrollo y la evolución de los prototipos.....	307
Figura 4.3 / 5: Dibujos/croquis de las plantas acotadas de la variante para 5/6 habitantes, en dos plantas más bajo cubierta.....	308
Figura 4.3 / 6: Proyecto de Barraca de emergencia contra las inundaciones para la huerta de Murcia, propuesta en el año 1879 por el arquitecto D. José Marín Baldo..	309
Figura 4.3 / 7: Dibujos/croquis a mano alzada, descriptivos del desarrollo en árbol de las variantes de los prototipos, y apuntes posibles variante de Bm “sobre pilares”.....	310
Figura 4.3 / 8: Dibujos/croquis a mano alzada acotados, de una variante inicial del prototipo bm.....	311
Figura 4.3 / 9: Dibujos/croquis a mano alzada acotados, de una variante inicial del prototipo bm.....	312
Figura 4.4 / 1: Superficies útiles mínimas de casas en España.....	315
Tabla 4.4 / 2: Valores de superficies y ratios finales resultantes.....	316
Tabla 4.4 / 3: Intervalos de m ² útiles en relación con el número de habitantes, para una casa mínima.....	317

SIGLAS Y ABREVIATURAS

AHPM	Archivo Historico Provincial de Murcia
bm.1	Prototipo barraca murciana.1 / 46,96 m2 construidos
Bm.2	Prototipo Barraca murciana.2 / 69,76 m2 construidos
BM.3	Prototipo Barraca Murciana.3 / 96,99 m2 construidos
Bq	Bajo cubierta
CAPD	Comisión Académica Programa Doctorado
CINIE	Congreso Internacional de Innovación Educativa
CITE	Congreso Internacional Tecnología de Edificación
COAMU	Colegio Oficial de Arquitectos de Murcia
COATIEMU	Colegio Oficial de Aparejadores, Arquitectos Técnicos e Ingenieros de Edificación de Murcia
CONSTRUMAT	Salón Internacional de la Construcción Feria de Barcelona
CP	Conclusiones Prácticas
CSIC	Consejo Superior Investigaciones Cientificas
CT	Conclusiones Teóricas
DEA	Diploma Estudios Avanzados
ECCUM	Banco costes sintéticos de Edificación y Urbanización
m2c	Metro cuadrado construido
m2u	Metro cuadrado útil
NASA	Administración Nacional de Aeronáutica y el Espacio (EE.UU)
PASSIVHAUS	Casa pasiva
SATE	Sistema Aislamiento Térmico Exterior
Sc	Superficie construida
Su	Superficie útil
UCAM	Universidad Catolica San Antonio de Murcia
UIOF	Unión Internacional Organismos Familiares
UPM	Universidad Politécnica de Madrid
VV.AA	Varios Autores
VV.SS	Viviendas Sociales

1.- INTRODUCCIÓN

1.1.- HIPOTESIS

La hipótesis fundamental que se plantea en la presente investigación, partiendo de la tradicional barraca murciana como elemento arquitectónico de superficie mínima, autosuficiente, sostenible, y perteneciente al patrimonio cultural, es la siguiente:

¿Es posible actualizar el modelo de barraca murciana tradicional, de forma que cumpliendo el estándar de casa de superficie mínima, autosuficiente y sostenible, tenga un coste razonable, y que se integre urbanísticamente en el territorio?

Para dar respuesta a esta hipótesis, se pretende idear un prototipo de casa mínima, con una envolvente exterior con imagen de casa tradicional cubierta a dos aguas,... espacio interior de estancia a doble altura, tal y como era la dependencia principal de salón/cocina/comedor de la tradicional barraca murciana, y todo ello, ponderando a la baja las superficies útiles de las dependencias.

Se parte de la idea de que sus moradores van de residir en la casa durante largos periodos de tiempo o la mayor parte del día, por teletrabajo u otras circunstancias coyunturales, por tanto, el “espacio interior” del prototipo, será mínimo pero suficiente para garantizar un estándar razonable de comodidad y de habitabilidad.

1.2.- OBJETIVOS

Los objetivos del trabajo, son los siguientes:

1º.-Previo análisis / síntesis de las innovaciones contenidas en los modelos y prototipos existentes (históricos y contemporáneos), se propondrá un prototipo de barraca murciana “contemporánea” que cumpla las condiciones y requisitos de casa mínima, autosuficiente, sostenible, de coste razonable, que se pueda construir con técnicas constructivas actuales, y también, que se pueda fabricar industrialmente.

En el prototipo que se proponga, se integraran tanto las virtudes de la construcción tradicional, como las prestaciones de la tecnología contemporánea.

2º.- Que el prototipo de barraca murciana contemporánea resultante de la investigación desarrollada, cumpla la normativa edificatoria actual y se integre en el territorio de la huerta de Murcia, así como en otras posibles situaciones urbanas extensivas o periurbanas metropolitanas.

3º.- También, es objetivo de la Tesis, propiciar la difusión de las virtudes de la “barraca murciana”, tanto a nivel local, como nacional e internacional.

En síntesis, las virtudes fundamentales de la barraca murciana son, sus dimensiones de “casa mínima”, su razonable coste económico y su sostenibilidad constructiva.

1.3.- METODOLOGIA

La metodología empleada en el desarrollo de la presente investigación, se ha estructurado en las tres fases tradicionales del proceso de investigación científica:

FASE (A): INTRODUCCIÓN – antecedentes – estado de la cuestión - referencias / bibliografía – anexos.

FASE (B): ANALISIS – casas mínimas - casas autosuficientes – análisis barracas – sostenibilidad y econometría – prototipos existentes.

FASE (C): SINTESIS – prototipo propuesto – conclusiones – líneas abiertas a futuras investigaciones,...

Las referidas tres fases de la metodología, quedan representadas en el esquema / figura 1.4 / 1:

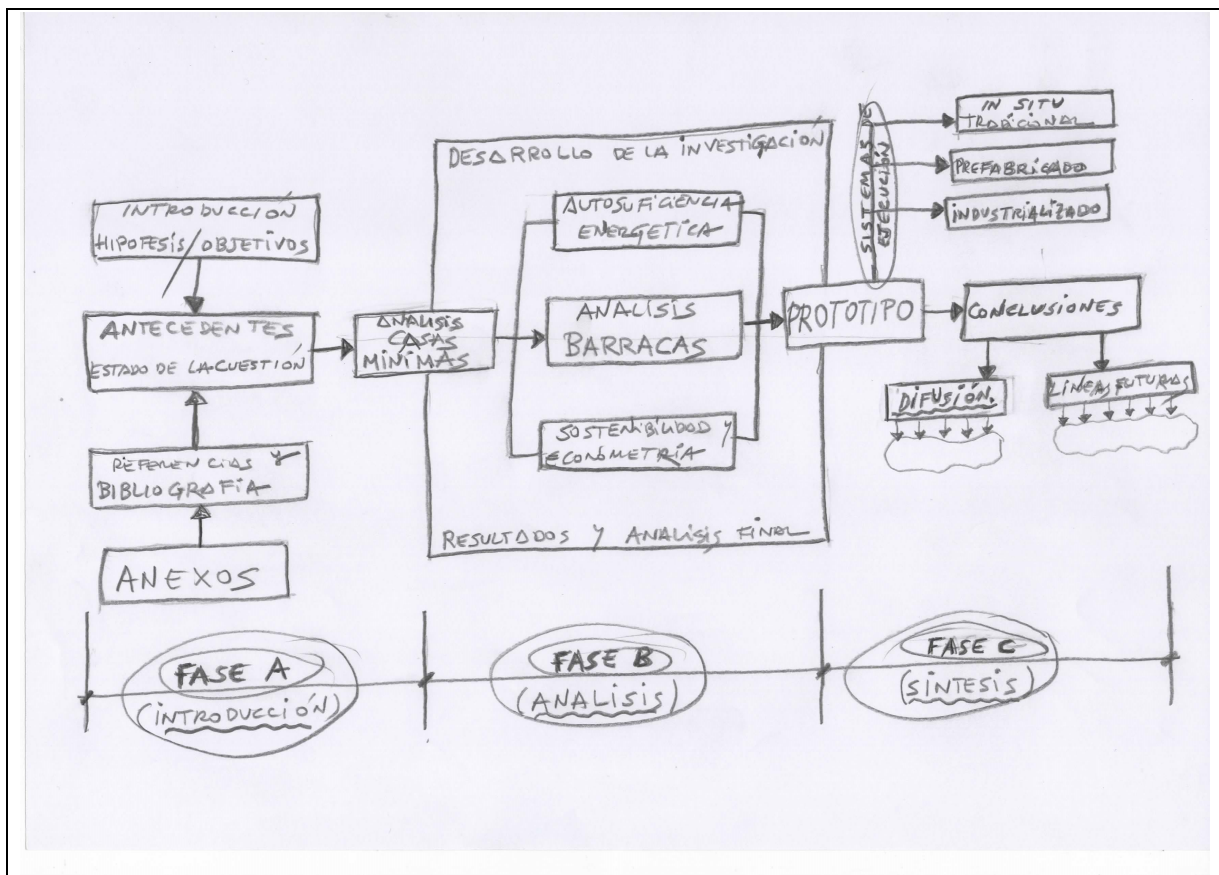


Figura: 1.4 / 1 - Esquema de la metodología seguida en la Tesis.

Fuente: elaboración propia del autor (2020)

FASE (A) : INTRODUCCIÓN, tal y como se ha hecho referencia anteriormente en el epígrafe 1.2.- Objetivos, se recopilan los antecedentes existentes de casas mínimas autosuficientes de las referencias y bibliografía consultada sobre esta temática, así como, del estudio de la documentación histórica y contemporánea de las barracas a modo de “estado de la cuestión”. En esta primera fase del trabajo, se efectúa la búsqueda y localización de la información “global y sectorial” precisa para el desarrollo del trabajo, y para que posteriormente a su análisis, posibilite el logro de los objetivos propuestos, así como, la validación de la hipótesis formulada.

También, en la FASE (A), se hará referencia por su gran importancia a los ANEXOS, con singular mención a la “*Documentación gráfica*” síntesis del Anexo 1, por ser el germen de esta Tesis: “*La Barraca murciana*”, trabajo

monográfico de doctorado, desarrollado por el doctorando en el Seminario impartido durante el curso 1995 /1996 por el Dr. D. Luis Maldonado, en la Escuela Técnica Superior de Arquitectura de Madrid , seminario titulado “*Sistemas constructivos en la arquitectura popular española*”, y al que se ha hecho referencia en “Antecedentes, dedicatoria y agradecimientos”.

FASE (B): ANÁLISIS, superada la primera fase de búsqueda, localización y recogida de datos sobre “el estado de la cuestión”, en esta segunda fase (B), se procederá al análisis de toda la información recopilada, estructurándola en los siguientes apartados:

B1.- Superficies de casas mínimas.

B2.- Barracas huertanas.

B3.- Sostenibilidad.

B4.-Autosuficiencia.

B5.- Prototipos existentes de casas autosuficientes.

B6.- Econometría y costes.

B7.- Discusión y reflexiones finales.

B8.- Líneas abiertas a futuras investigaciones.

En la tercera y última FASE (C): SÍNTESIS, se propondrá un prototipo de Barraca murciana que cumpla las virtudes de casa mínima, autosuficiente, sostenible , de coste razonable,... y que se pueda construir mediante tres técnicas : tradicional, prefabricada, e industrializada.

Además, se aportaran unas reflexiones finales sobre casas mínimas autosuficientes, y se propondrán mecanismos para su integración en el territorio, y en su caso, adaptación o modificación de la normativa urbanística vigente.

En las Conclusiones y como fruto del desarrollo de la Tesis, se sintetizan los aspectos más representativos del trabajo desarrollado.

Síntesis capítulo 1: Introducción

La hipótesis formulada es la siguiente: ¿Es posible actualizar el modelo de barraca murciana tradicional, de forma que cumpliendo el estándar de casa de superficie mínima, autosuficiente y sostenible, tenga un coste razonable, y que se integre urbanísticamente en el territorio?

El objetivo fundamental de la Tesis, es proponer un prototipo de barraca murciana “contemporánea” que cumpla las condiciones y requisitos de casa mínima, autosuficiente, sostenible, de coste razonable, que se pueda construir con técnicas constructivas actuales, y también, que se pueda fabricar industrialmente.

La metodología empleada en el desarrollo de la presente investigación, se ha estructurado en las tres fases tradicionales del proceso de investigación científica:

Fase (A): INTRODUCCIÓN – antecedentes – estado de la cuestión - referencias / bibliografía – anexos.

Fase (B): ANALISIS – casas mínimas - casas autosuficientes – análisis barracas – sostenibilidad y econometría – prototipos existentes.

Fase (C): SINTESIS – prototipo propuesto – conclusiones – líneas abiertas a futuras investigaciones,...

2.- ESTADO DE LA CUESTIÓN

2.1.- LA CASA MÍNIMA

2.1.1.- LA CABAÑA PRIMITIVA



Figura 2.1.1 / 1: La cabaña primitiva – Laugier, Marc- Antoine (1755)

Fuente: Essay on Architecture (Editorial: Hennessey & Ingalls, 1977)

En el año 1752, Marc - Antoine Laugier abad jesuita, en su tratado “Essai sur l’architecture” publicado en el año 1755, propone la imagen de la “cabaña primitiva” como representación simbólica del origen de la casa mínima, construida con materiales tomados de la naturaleza, con referencia al fuego en erupción de la cabeza del niño,...como consecuencia de la necesidad del hombre de calentarse, también, como recurso para resguardarse de las inclemencias meteorológicas , mediante la cubierta / frontispicio, y con la madre naturaleza sentada sobre restos de arquitectura clásica, metafóricamente señalando el camino a seguir,... (Laugier, 1977).

En su tratado Marc - Antoine Laugier, justifica el origen de la casa del hombre primitivo a partir de sus necesidades de protección de la “naturaleza hostil”, y en contraposición con la “imaginación arquitectónica”, idea creativa que rechaza desde la óptica conceptual y constructiva de la cabaña primitiva.

La imagen de la cabaña primitiva la sitúa en un entorno natural, proponiendo una forma simbólica ideal, basada en la razón y en la lógica de la construcción vernácula, y no en significados arquitectónicos, ni en las reglas formales de la composición arquitectónica.

Por tanto, la cabaña primitiva es una idea abstracta más metafísica que una simple representación gráfica (Laugier, 1977), siendo referencia constructiva de la casa, necesaria para el bienestar, cobijo familiar, y fruto resultante de las necesidades funcionales de sus moradores.

En la representación gráfica de la cabaña primitiva de Samuel Wale (Figura 2.1.1 / 2), al igual que en la cabaña primitiva de Marc - Antoine Laugier, se aprecia el entorno natural en el que se recrea. En ambos casos los materiales de construcción son tomados de la naturaleza, y la técnica constructiva se fundamenta en la inteligente manipulación y ejecución de sus partidas de obra, siguiendo las reglas vernáculas de la construcción tradicional:

- (a) Talado y conformación constructiva de elementos de madera.
- (b) Pilares conformados con troncos de árboles.
- (c) Extracción y amasado con agua, de tierras arcillosas excavadas en el entorno próximo.
- (d) Construcción de forjados de techo con viguetas / escuadrías de madera.
- (e) Formación de cubierta a dos aguas / frontispicio.
- (f) Cubrición / impermeabilización de cubierta, con material vegetal y argamasa de tierra compactada.
- (g) Medios auxiliares elementales: escalera de madera, palitroque para elaborar la masa, hacha para trabajar la madera,...

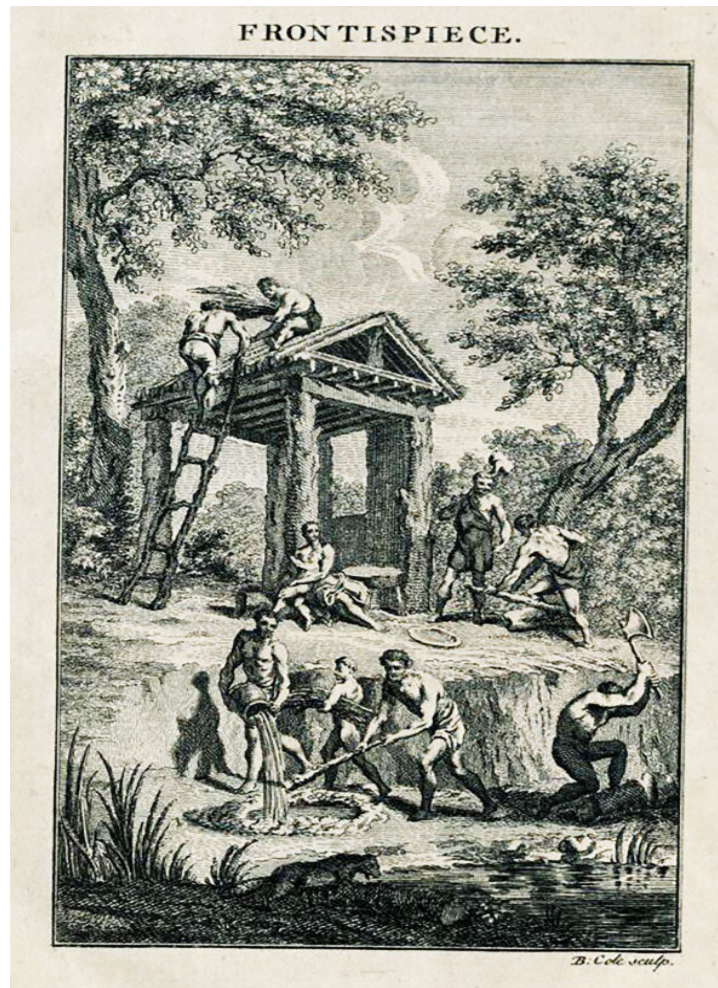


Figura 2.1.1 / 2: Grabado de la cabaña primitiva de Samuel Wale

Fuente: Tratado de Laugier: "Essay on Architecture". Londres: Gray's Inn, 1755, consultado en <https://archive.org/details/essayonarchitect00laugrich> el 9 de octubre de 2020.

Mediante la sintética descripción del proceso constructivo referenciado, se han edificado chozas y cabañas a lo largo de la historia, en muy diferentes culturas y emplazamientos alejados entre sí, siendo imposible transmitir la "técnica constructiva" de los unos y los otros. Por tanto, la edificación mediante la utilización de los materiales del entorno natural próximo, se produce a lo largo de la historia de modo lógico y racional, pudiendo ser considerado este hecho como el origen de la construcción sostenible (kilómetro cero), y de la economía circular primaria.



Figura 2.1.1 / 3: Recreación del origen de la construcción de los edificios y sus progresos.
Fuente : Vitruvio - Edición de Giambattista Caporali , 1536

Según Agustín Blánquez, profesor de la Universidad de Barcelona y autor de la traducción directa del latín de “Los diez libros de Arquitectura” de Marco Lucio Vitruvio Polión , “...*la obra iba acompañada de figuras, unas al final de las páginas y otras al final de cada capítulo. Todas las figuras se han perdido desgraciadamente,...*”. (Blánquez , 2007, pp. XII, 271). Por tanto, las figuras que han llegado hasta nuestros días, son recreaciones basadas en las pormenorizadas descripciones literales de los textos contenidos en los libros de Vitruvio.

La figura (2.1.1 / 3), es un grabado sobre madera, resultado de la interpretación gráfica del texto contenido en el capítulo primero del libro segundo de Vitruvio, (Blánquez, 2007, pp. 35-39), donde se describe gráficamente el “*origen de los edificios y de sus progresos*”.

En el capítulo primero del libro segundo de “Los diez libros de Arquitectura” de Vitruvio, anteriormente referenciado, que se titula “*De la vida de los hombres primitivos y de los principios de la Humanidad, así como del origen de los edificios y de sus progresos*”, (Blánquez , 2007, pp. 35 - 39) , Marco

Lucio Vitruvio Polión justifica el fuego como origen de la vida en común y describe el sistema constructivo de las “chozas y cabañas primitivas”.

A continuación se transcribe literalmente como síntesis de este capítulo del libro segundo de Vitruvio, los conceptos básicos del texto original escrito entre los años 37 y 26 antes de Cristo:

*“Luego, si en el Libro Primero he tratado de los deberes de la profesión, en este segundo deberé tratar del uso que demandan las propiedades naturales de la madera. En efecto, este segundo libro no enseña donde ha tenido origen la Arquitectura, sino de donde han nacido **los principios de las construcciones**, como han ido mejorando y como han llegado a su actual perfección. Así pues, está claro que siguiendo el debido orden, éste es el lugar que corresponde al presente Libro (...)*”

“Los hombres, primitivamente, nacían, como las fieras, en las selvas, en los bosques y en las cuevas, y pasaban su vida alimentándose con los frutos naturales de la tierra. Y ocurrió que en un determinado lugar, unos árboles que estaban muy juntos los unos contra los otros, agitados por un viento tempestuoso, al rozarse unas ramas con otras se encendieron: y entonces los que estaban en las proximidades, aterrados por la violencia de las llamas, se pusieron en fuga. Pero poco después, mitigado el fuego y recobrada la tranquilidad, se fueron aproximando, y dándose cuenta de que aquel calor templado era de gran comodidad, añadieron leña, mantuvieron el fuego, y llamando a otros hombres, por señas les dieron a entender los provechos que podrían obtenerse de aquel fuego (...)”

*“Por tanto, con ocasión del fuego surgieron entre los hombres las reuniones, las asambleas y la vida en común, que cada vez fueron más concurridas en un mismo lugar; y como a diferencia de los demás animales, los hombres han recibida de la Naturaleza primeramente el privilegio de andar erguidos y no inclinados hacia la tierra y el poder de contemplar la magnificencia del mundo y de las estrellas; y secundariamente, la aptitud de hacer con sus manos y los órganos de su cuerpo todo cuanto de proponen, comenzaron unos a procurarse techados utilizando ramas y otros a cavar grutas bajo los montes, y algunos a hacer, **imitando los nidos de golondrinas con barro y ramas**, recintos donde poder guarnecerse. Luego, otros observando los techos de sus vecinos y añadiendo ideas nuevas, fueron de día en día mejorando los tipos de sus chozas (...)*”

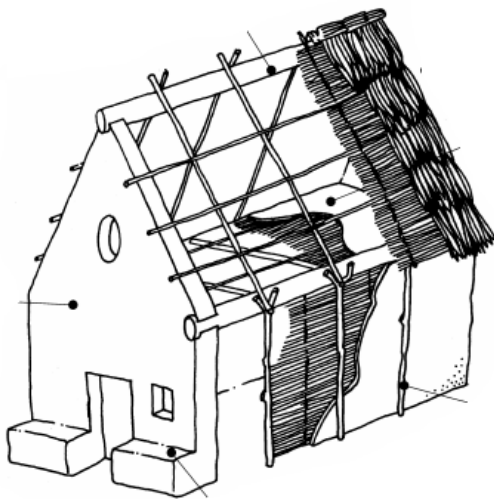
“Al principio plantaron horcones, y entrelazándolos con ramas, levantaron paredes que cubrieron de barro; otros edificaron con terrones y céspedes secos, sobre los que se colocaron maderos cruzados, cubriendo todo ello con cañas y ramas secas para resguardarse de las lluvias y del calor; pero para que semejantes techumbres pudieran resistir las lluvias invernales, las remataban en punta y las cubrían con barro para que merced a los techos inclinados, resbalase el agua (...)”

“Algunos también cubren sus chozas con juncos, y de esta manera u otra semejante, cada pueblo según los países, hacen sus cabañas poco más o menos de idéntica manera (...)”

“Habiendo sido estos, pues, los principios, y como la Naturaleza no solo había dotado a los hombres de sentidos, como a los demás seres vivientes, sino también había armado su inteligencia con la facultad de pensar y de raciocinar y sometido a todos los demás animales a su poder, fueron elevándose gradualmente de la construcción de edificios a otros conocimientos y prácticas de otras artes, pasando de una vida inculta y agreste a otra pacífica y estable. Y eso hizo que, uniendo a estos hechos pensamientos más altos nacidos de la variedad de conocimientos que las ciencias les proporcionaban, comenzaran

a levantar no ya chozas y cabañas, sino también casas con cimientos, con paredes de adobe o de piedras y con techumbres de maderos y de tejas (...)”

Mil novecientos años después de que Vitrubio describiese la construcción de la choza primitiva, “...imitando los nidos de las golondrinas con barro y ramas, recintos donde poder guarecerse...”, el arquitecto murciano D. José Marín Baldo, en el año 1879, también describe la tradicional barraca murciana, “... como un nido de golondrinas, que se fabrica con barro, cañas y yerbas secas, por los mismos que han de habitar en ella...”.



(Izquierda) Figura 2.1.1 / 4: Barraca tradicional de la huerta de Murcia (Siglos XIV-XIX)
Fuente: Ayuntamiento de Murcia – Concejalía de Cultura, Educación y Turismo (1993)

(Derecha) Figura 2.1.1 / 5: Recreación de cabañas primitivas : primeros edificios de madera de los habitantes de las Cólquides (Costa oriental del Mar negro - Georgia). Grabado sobre madera atribuido a Virgil Solis , ejecutado en el siglo XVI. (Según descripción contenida en libros de Vitruvio : siglo I antes de Cristo)
Fuente : Teoria de la Arquitectura – página 487, tomo 2 – Editorial TASCHEN (2011)

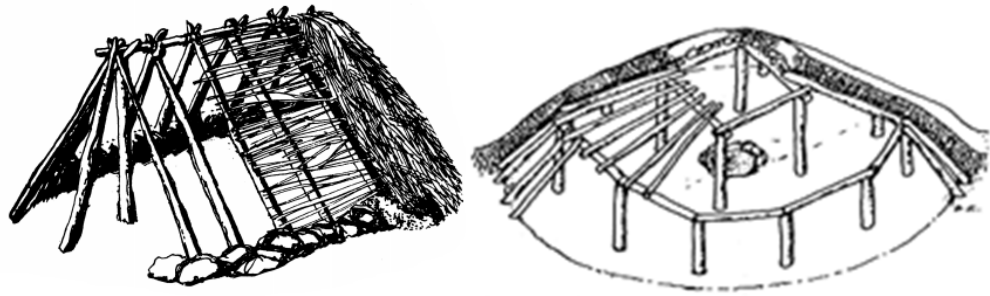
Desde el siglo XIV hasta final del siglo XIX, (Soldevila, 2001, p.42) la Barraca murciana fue la construcción tradicional de los agricultores que habitaron y trabajaron en la huerta de Murcia, casa sencilla y de reducidas dimensiones, autoconstruida por sus futuros moradores con materiales naturales, recolectados en el entorno en el que se implantaba, pudiendo ser considerada como paradigma de construcción sostenible y como “casa mínima”.

Entre la barraca de la figura (2.1.1 / 4) y el grabado sobre madera según descripción de Vitruvio de la figura (2.1.1 / 5), ha transcurrido un intervalo temporal de XV siglos (Siglo - I :Vitruvio + Siglo XIV: Barraca = XV siglos), a pesar de ello, se aprecian evidentes similitudes en cuanto a sus sistemas constructivos, basados en la lógica de emplear materiales de su entorno inmediato y, estar ejecutados mediante el sistema tradicional de las construcciones vernáculas, por lo que se evidencia que este sistema constructivo se ha estado utilizando por el hombre a lo largo de la historia en muy diferentes y distantes emplazamientos, para satisfacer sus necesidades de seguridad, cobijo y bienestar.

2.1.2.- REFUGIOS PREHISTORICOS Y CASAS VERNACULAS:

Durante el periodo Paleolítico, el hombre y el grupo basaba su supervivencia y alimentación en la caza y la recolección de los frutos que la naturaleza les ofrecía. Su vida era nómada y sus “refugios” cuevas y grutas naturales o cobijos temporales de corta duración, contruidos de forma tosca y sin cimentación, con materiales básicos, como troncos y ramas de árboles, cubrición de materia vegetal o pieles, y con basamento perimetral compuesto por alineación de piedras.

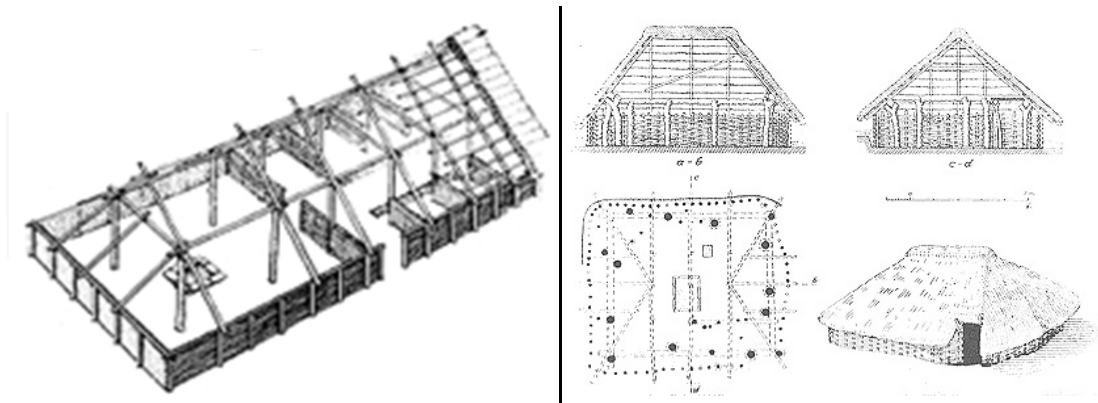
Por su condición de nómadas, su vida itinerante suponía que no residían mucho tiempo en el mismo lugar, siendo por tanto sus construcciones de refugio de fácil montaje y desmontaje (figuras 2.1.2 / 1 y 2.1.2. / 2), habitualmente de forma piramidal o circular (Cobijo, 1993, p.19).



(Izquierda) Figura 2.1.2 / 1: Dibujo de cobijo nómada anglo-sajón The Family House England
Fuente: COBIJO – (Estructuras primitivas) .Ediciones Hermann Blume / Thursen - 1993

(Derecha) Figura 2.1.2 / 2: Dibujo de choza circular con estructura de madera y cubierta con material vegetal.
Fuente: COBIJO – (Estructuras primitivas).Ediciones Hermann Blume / Thursen - 1993

Con el desarrollo de la agricultura y la ganadería, en el periodo Mesolítico se aposentan y pasan de nómadas a sedentarios, residiendo durante largos periodos de tiempo en el mismo lugar, por lo que sus construcciones son perfeccionadas y más duraderas (figuras 2.1.2 / 3 y 4), ejecutadas con materiales naturales, madera, tierras arcillosas, vegetación, piedras del lugar,...materiales que recolectan de su entorno inmediato, siendo normalmente las chozas y cabañas resultantes de este sistema constructivo de forma rectangular, y con cubierta a dos aguas (Cobijo, 1993, p.19) .



(Izquierda) Figura 2.1.2 / 3: Dibujo de choza de planta rectangular con estructura de trocos de madera, ampliable longitudinalmente al modo de la casa “larga” alemana.

Fuente: COBIJO – (Estructuras primitivas).Ediciones Hermann Blume / Thursen - 1993

(Derecha) Figura 2.1.2 / 4: Dibujo de choza de planta cuadrada, con estructura de madera y cubierta con material vegetal, primeras chozas de las aldeas que conformaron Roma.

Fuente: COBIJO – (Estructuras primitivas).Ediciones Hermann Blume / Thursen - 1993

Posteriormente, en el Neolítico con la incorporación de la piedra como material de construcción, se construyen “casas” con mayor seguridad y estanqueidad, pero aun sin cimentación (figuras 2.1.2 / 5 y 6). También en esta época se desarrollan y perfeccionan las herramientas y el menaje de hogar, con el empleo de metales: hierro, cobre y bronce.



(Izquierda) Figura 2.1.2 / 5: Recreación de construcción de cabaña primitiva, con elementos vegetales y pétreos, según descripción capítulo primero del libro segundo de Vitruvio. Grabado sobre madera.

Fuente: Teoría de la Arquitectura – página 69, tomo 1 – Editorial TASCHEN

(Derecha) Figura 2.1.2 / 6: Stonehenge , monumento megalítico construido entre final del Neolítico y principios de la Edad del Bronce, situado cerca de Amesbury, en el condado de Wiltshire, Inglaterra, a trece kilómetros al norte de Salisbury. Reino Unido.

Fuente: Wikipedia - fechas de construcción entre el 3100 a. C. y el 2000 a. C.

Por orden cronológico de los tipos de “refugios mínimos” que se utilizaron en las construcciones Prehistóricas, y como síntesis, se detalla lo siguiente:

- (1) Grutas y cavernas, que normalmente eran naturales, si bien, se han descubierto cavernas excavadas en montañas estratégicas,...en ambos casos, las grutas y las cavernas fueron acondicionadas con construcciones auxiliares y mobiliario doméstico en su interior, con madera, pieles, huesos y vegetación.
- (2) Chozas y cabañas , construidas con estructura y cubrición de madera , y que en su interior se fue acondicionando y compartimentando para uso funcional de hombres y animales, también, utilizando los materiales del entorno natural, madera, tierras arcillosas, vegetación, ...tratados con herramientas básicas de piedra .

- (3) Construcciones palafíticas, bien en zonas pantanosas o como medio de defensa y seguridad, ante posibles ataques de animales. Son cabañas apoyadas sobre pilotes de madera clavados en el fondo del pantano o lago, o hincados sobre el propio terreno, quedando la edificación elevadas y aisladas de humedades por capilaridad (figuras 2.1.2 / 7 y 8). También, la elevación tenía como objetivo mantener a resguardo los alimentos y las cosechas de las humedades y de los roedores, como en el caso del hórreo gallego, con la planta baja diáfana, sobre pilares de piedra o troncos de madera.



(Izquierda) Figura 2.1.2 / 7: Palafitos del Museo arqueológico al aire libre de Pille Dwelling Museum, en la orilla del lago Constanza.

Fuente: Wikipedia- Strandpromenade 6, 88690 Uhldingen-Mühlhofen, Alemania

(Derecha) Figura 2.1.2 / 8: Hórreo gallego de piedra situado en Tremoedo, Villanueva de Arosa, Pontevedra

Fuente : Wikipedia

- (4) Casas cuadradas o rectangulares, siguiendo las técnicas constructivas de las cabañas, pero más depurada en las uniones y articulaciones entre las piezas de madera que conforman la estructura, incorporando la cubiertas plana y cimentaciones superficiales excavadas en el terreno.

Más tarde, y como desarrollo de la técnica del adobe, (ladrillos macizos compuestos de arcilla y paja, apisonados y secados al sol), se mejora la seguridad estructural y el aislamiento térmico de las cabañas y casas primitivas. Esta técnica ha llegado hasta final del siglo XIX (Soldevila , 2001, p.42), en

concreto en la construcción de Barracas en la costa levantina (Delta del Ebro, Valencia y Murcia).

Tal y como se expuso anteriormente, el origen de la barraca fue la cabaña primitiva, y surge de modo natural según el D. Jose Marin Baldo que en el año 1879 , la describe del siguiente tenor literal. *«como un nido de golondrinas, que se fabrica con barro, cañas y yerbas secas, por los mismos que han de habitar en ella».*

No obstante, a continuación, se hace referencia a once casas vernáculas de diversos continentes, y que tienen una cierta semejanza con la barraca en cuanto a imagen y materiales empleados para su construcción.

1.- Cabaña Pasiega

Ubicación: Cantabria (España)

Uso: vivienda y establo.

Materiales: madera.



Figura 2.1.2 / 9: Cabaña Pasiega.

Fuente:www.quizlet.com. Diferentes tipos de casas en el mundo (Sharon,2024)

2.- Casa Chaumière

Ubicación: Francia (Normandía y Brière), Reino Unido y Alemania.

Uso: vivienda

Materiales: vigas de roble y cubierta de paja.



Figura 2.1.2 / 10: Casa Chaumière.

Fuente:www.quizlet.com. Diferentes tipos de casas en el mundo (Sharon,2024)

3.- Casa Ruca

Ubicación:Chile y Argentina (Tribus mapuches)

Uso: residencial de gran tamaño entre 120 y 240 metros cuadrados, con una sola puerta orientada a este.

Materiales: naturales. Techos con junquillos / paja brava.



Figura 2.1.2 / 11: Casa Chaumière.

Fuente:www.quizlet.com. Diferentes tipos de casas en el mundo (Sharon,2024)

4.- Casa Wigwam

Ubicación: Estados Unidos (Pueblos indígenas del suroeste y oeste)

Uso: vivienda / refugio de los primeros colonos.

Materiales: palos de madera, cubiertos con cañas, paja, juncos, corteza de árboles. Algunos pueblos utilizaban para la cubrición pieles de animales.



Figura 2.1.2 / 12: Casa Wigwam.

Fuente:www.quizlet.com. Diferentes tipos de casas en el mundo (Sharon,2024)

5.- Casa Maloca

Ubicación: Amazonas (Pueblos indígenas)

Uso: casa comunal de gran tamaño, donde se cocina, conviven, y almacenan la caza y la siembra.

Materiales: estructura con madera de eucaliptus.



Figura 2.1.2 / 13: Casa Maloca.

Fuente: www.quizlet.com. Diferentes tipos de casas en el mundo (Sharon, 2024)

6.- Casa Hare Paenga

Ubicación: Isla de Pascua

Uso: casa comunal con una sola puerta de acceso por el centro de la fachada lateral. Forma de barca alargada.

Materiales: techo construido con material vegetal con tres capas: totora + hoja de caña de azúcar + capa de hierba.



Figura 2.1.2 / 14: Casa Hare Paenga..

Fuente:www.quizlet.com. Diferentes tipos de casas en el mundo (Sharon,2024)

7.- Casa Izba

Ubicación: Rusia (Granjas convencionales)

Uso: vivienda tradicional, con con una gran estufa en el centro de la casa, sobre la cual se colocan tablones para dormir sobre ellos.

Materiales: tablas de madera, unidas entre sí mediante cuerdas.



Figura 2.1.2 / 15: Casa Izba.

Fuente:www.quizlet.com. Diferentes tipos de casas en el mundo (Sharon,2024)

8.- Casa Hanoc

Ubicación: Corea

Uso: vivienda tradicional

Materiales: barro, vigas de madera, tejas y clavos.



Figura 2.1.2 / 16: Casa Hanoc.

Fuente:www.quizlet.com. Diferentes tipos de casas en el mundo (Sharon,2024)

9.- Casa Minka

Ubicación: Japón

Uso: casa tradicional de agricultores, artesanos y comerciantes.

Materiales: estructura de grandes vigas de madera inclinadas / entrelazadas formando la cubierta, para no necesitar pilares en el interior de la casa.



Figura 2.1.2 / 17: Casa Minka.

Fuente:www.quizlet.com. Diferentes tipos de casas en el mundo (Sharon,2024)

10.- Casa Mudhif

Ubicación: Madan (Arabes que viven en los pantanos al sur de Irak)

Uso: casa comunal en forma de tunel, pagada por el jeque local para uso de huéspedes.

Materiales: Cañas gruesas tejidas y entrelazadas, para la estructura y las cañas más finas para las paredes y fachadas.



Figura 2.1.2 / 18: Casa Mudhif.

Fuente:www.quizlet.com. Diferentes tipos de casas en el mundo (Sharon,2024)

11.- Casa Plank House

Ubicación: Indonesia y Estados Unidos (Pueblos indígenas al noroeste del Pacífico).

Uso: casa comunal.

Materiales: Cubierta que recogía el agua de lluvia, construida con tablones de madera de cedro.



Figura 2.1.2 / 19: Casa Plank House.

Fuente:www.quizlet.com.Diferentes tipos de casas en el mundo (Sharon,2024)

Se hace a continuación especial mención, a un proyecto de investigación del Instituto de Arquitectura Avanzada de Cataluña, (Figuras 2.1.2 / 20, 21 y 22), que para la construcción de una casa sostenible, asequible y kilómetro cero, ha empleado tierras arcillosas como material básico, mediante tecnología de impresión 3D (Sistema Crane Wasp):

*“El edificio ha sido construido en las instalaciones de Valldaura Labs, y conecta en un solo prototipo el pasado y el presente con la utilización de **arquitectura vernácula de barro y la tecnología de impresión 3D a gran escala**. No solo servirá para cambiar la arquitectura venidera, sino que será de gran utilidad a la hora de hacer frente a la actual crisis climática y de vivienda en todo el mundo”.*

*“La construcción tardó 7 semanas en completarse y se emplearon solo **materiales de kilómetro cero** y una grúa Wasp, es decir una impresora 3D arquitectónica”.*



Figura 2.1.2 / 20: Prototipo Tova básico, impresión 3D (Sistema Crane Wasp).
Fuente: DPAARQUITECTURA . Valldaura Labs_ . 29 de septiembre 2022

*“El proceso de construcción no ha generado residuos, ya que los materiales se obtuvieron en un radio de 50 metros. La estructura fue realizada con barro local, mezclado con aditivos y enzimas. La cimentación es de geopolímero y el techo es de madera. Para garantizar la durabilidad, se agregó una capa impermeable, utilizando materias primas como el aloe y las claras de huevo. El edificio tiene en cuenta las condiciones climáticas del Mediterráneo: **el volumen es compacto para protegerse del frío en invierno, pero se puede abrir y expandir durante las otras tres estaciones del año para disfrutar del exterior**”.*

*“Demuestra una prometedora técnica que abre la puerta a solucionar los problemas de acceso a la vivienda en zonas vulnerables o en asentamientos temporales, ofreciendo opciones para la **creación de espacios asequibles y más sostenibles**. Este ejemplo de edificación rápida podría servir para dar respuesta a necesidades urgentes y masivas de vivienda como podría ser el caso de **las comunidades para los solicitantes de asilo**, o como refugios en caso de **catástrofes naturales por su rapidez de ejecución**”.*



Figura 2.1.2 / 21: Prototipo Tova en ejecución mediante impresión 3D (Sistema Crane Wasp): kilómetro cero / tierras arcillosas.
Fuente: DPAARQUITECTURA . Valldaura Labs_ . 29 de septiembre 2022



Figura 2.1.2 / 22: Prototipo Tova de casa sostenible, asequible y de rápida ejecución mediante impresión 3D (Sistema Crane Wasp): kilómetro cero / madera y tierras arcillosas.
Fuente: DPAARQUITECTURA . Valldaura Labs_ . 29 de septiembre 2022

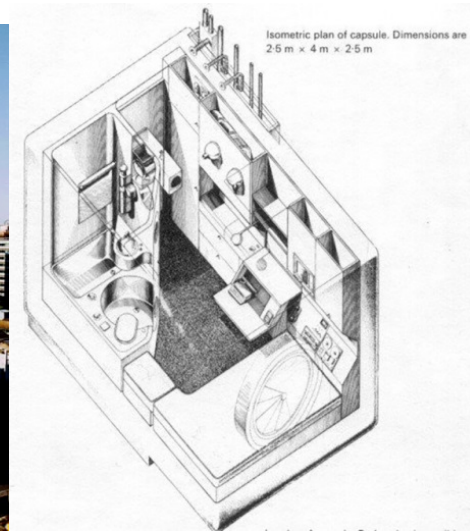
2.1.3.- CASAS MÍNIMAS CONTEMPORANEAS

Como referencia de ratio por habitante de una “vivienda mínima unipersonal”, se parte de las capsulas del edificio “Nagokin Capsule Tower” (figuras 2.1.3 / 1 a 6), que miden 4,00 m x 2,50 m x 2,50 m, es decir, que tienen una superficie construida de 10 metros cuadrados, y una superficie útil de 8,74 m² (3,80 m x 2,30 m).

El edificio estaba situado en Tokio y compuesto por dos torres, una de 10 plantas y otra de 13 plantas, con un total de 140 módulos prefabricados (capsulas unipersonales), construidos para una vida útil de 25 años, siendo el programa inicial para uso de una persona que trabajase en Tokio , y resida en las capsulas durante la semana laboral, para evitar largos recorridos diarios de su casa al puesto de trabajo,...también, según el proyecto inicial, se podrían conectar entre si dos o más capsulas, pero esto no se ha producido durante los 50 años que las torres han estado en pie.

Los módulos / capsulas se fabricaron en una factoría externa a la obra, y se anclaban en la obra mediante cuatro pernos de alta resistencia al núcleo central de hormigón armado ejecutado “in situ” mediante encofrados deslizantes. En el interior de los dos núcleos centrales, se alojan los ascensores, las escaleras y los tendidos de las redes generales de las instalaciones.

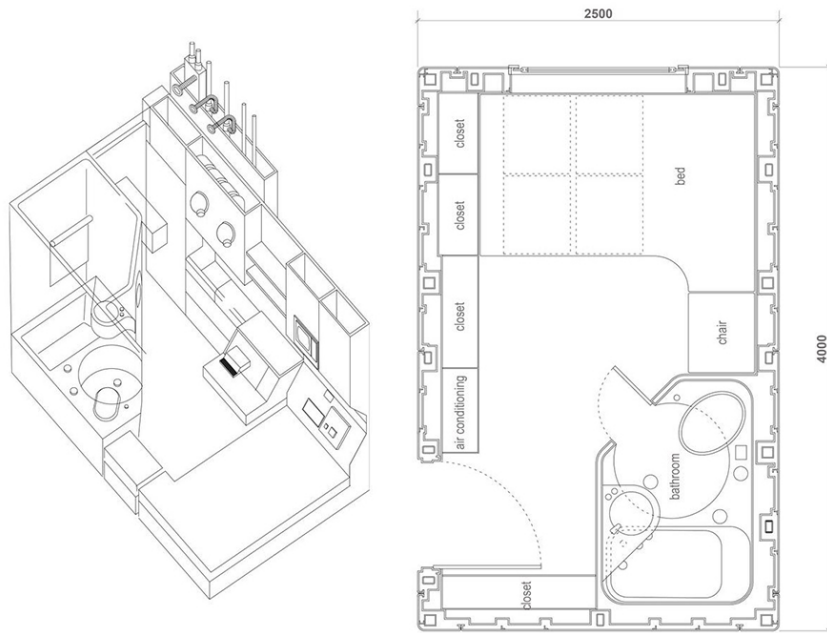
Fue diseñado por el arquitecto Kishō Kurokawa, terminada la obra en el año 1972 e iniciando su demolición el 12 de abril de 2022,... 50 años después de su construcción, es decir, el doble de la su vida útil prevista inicialmente, y ello, ante su deterioro exterior e interior, y los altos costes de la reparación de las patologías que sufrían las capsulas: más de 6 millones de yen por cada una de ellas, aproximadamente 4.350 Euros por metro cuadrado construido.



Figuras 2.1.3 / 1 y 2: Torres Nagokin Capsule Tower – Vista exterior y Axonometría texturizada.
Fuente: ARREVOL – Julio A. Romero Alonso – 21 marzo 2016



Figuras 2.1.3 / 3: Torres Nagokin Capsule Tower. Vista interior de la capsula tipo.
Fuente: ARREVOL – Julio A. Romero Alonso – 21 marzo 2016



Figuras 2.1.3 / 4 y 5: Torres Nagokin Capsule Tower. Dibujos de línea: axonometría y planta de la capsula tipo.

Fuente: ARREVOL – Julio A. Romero Alonso – 21 marzo 2016



Figuras 2.1.3 / 6: Torres Nagokin Capsule Tower .Patologías de las capsulas, desagües y cables de instalaciones por el exterior.

Fuente: ARREVOL – Julio A. Romero Alonso – 21 marzo 2016

La superficie de este prototipo de “capsula mínima” de 10 m² construidos y 8,74 m² útiles, es muy baja para nuestra civilización occidental, y específicamente para nuestro país.

El referido ratio de “capsula mínima”, incumple el mínimo legal vigente para un habitáculo unipersonal en Madrid, según la ordenanza que el Ayuntamiento aprobó el pasado 17 de julio 2023 (Carabante,2023) , mediante una modificación de las normas urbanísticas , no permitiendo con carácter general construir viviendas de menos de 40 metros cuadrados útiles ,y en el caso de viviendas colectivas tipo “cohousing” , la superficie mínima de las viviendas será de 30 m² útiles , incrementado con zonas comunes hasta llegar a los 40 m² útiles por unidad de vivienda.

Específicamente según la referida ordenanza del Ayuntamiento de Madrid, para “coliving”, la “unidad de alojamiento privativo” para una persona, no podrá ser inferior a 15 m², sin incluir en este cómputo las superficies de las dotaciones de espacios comunes.

Tal y como se expuso en el epígrafe 2.1.1.” *La cabaña primitiva*”, a lo largo de la historia de la humanidad, el hombre y su grupo se ha procurado refugios naturales o artificiales en modo “cabaña primitiva”, que cubriese sus necesidades primarias de cobijo y protección de las inclemencias meteorológicas, de sus enemigos humanos y de animales salvajes.

Esta evidencia histórica de cubrir necesidades primarias, actualmente ha evolucionado hacia los siguientes requerimientos de los habitantes de la casa contemporánea:

- Autosuficiencia energética.
- Respeto al medio ambiente.
- Sostenibilidad constructiva.
- Econometría de costes.
- Ergonomía, ajustando las superficies mínimas de confort y habitabilidad.
- Acondicionamiento, renovación, y ventilación de aire interior.
- Aislamiento térmico y acústico.
- Ahorro energético e hídrico.

- Abastecimiento de agua potable e instalaciones de saneamiento y depuración.
- Instalaciones de higiene / aparatos sanitarios / lavaderos.
- Autonomía / almacenaje/ autoabastecimiento gastronómico.
- Cocina inclusiva: usos mixtos.
- Compatibilidad y simultaneidad de espacios funcionales.
- Teletrabajo,...

Estos aspectos y requerimientos contemporáneos, serán tratados en los siguientes epígrafes de este trabajo, En esta línea, se transcribe a continuación un extracto del manual (figura 2.1.3 / 7): “La casa. Evolución del espacio doméstico en España (VV.AA., 2006):

” ...así como también para experimentar los inventos más actuales de la tecnología doméstica, aplicados a mejorar las condiciones de habitabilidad de la casa mediante la incorporación paulatina de instalaciones para la conducción y desagüe de aguas limpias y sucias, la evacuación de humos, la transformación y conservación de alimentos, el control de la temperatura, la iluminación artificial, la ventilación natural... todo aquello que contribuye a potenciar la comodidad y a facilitar la vida del individuo, mejorando asimismo su salud corporal y su estado de ánimo”.

“...y en relación con los modos de habitar. Estos modos, por su parte, se han transformado al ritmo en que evolucionaba la sociedad y lo permitían los adelantos tecnológicos aplicados al perfeccionamiento y facilidad de la vida doméstica y de su espacio”.

“...y su reflejo en los modos de habitar la casa, y la propia casa en su evolución, perfeccionada mediante sucesivas conquistas destinadas a procurar la funcionalidad, el confort y la belleza o armonía imprescindibles para el desarrollo de la vida humana,...”

“En España, el término «casa» va más allá de la circunscripción espacial y arquitectónica, pues alude tanto al edificio como al espacio doméstico que alberga y en el que se mora, incluyendo un marco privado emocional y psicológico. Equivale a lo que en el ámbito anglosajón se denomina «home» y en español se designa como hogar, ambas palabras con connotaciones alusivas a la confortabilidad, la armonía y el desarrollo placentero de la existencia”. (VV.AA., 2006).



Figura 2.1.3 / 7: Imagen del manual “La casa. Evolución del espacio doméstico en España.
Fuente: Varios autores – Ediciones El Viso. Madrid. (2006)

Como ejemplos de casas “mínimas contemporáneas”, se hace referencia a los modelos contenidos en el Trabajo final de grado de D^a Rocío Narváez : “ *Vivienda mínima del siglo XXI: soluciones en Holanda y Japón*”, trabajo presentado en la Escuela de Arquitectura de Madrid, que contiene como antecedentes de la vivienda mínima, tres casos paradigmáticos y como casos de estudio, ocho modelos de casas mínimas (figura 2.1.3 / 8), situadas cuatro en Holanda (Occidente), y cuatro en Japón (Oriente) .

Antecedentes de la vivienda mínima contemporánea (Narváez, 2018):

- (1).- II Congreso CIAM (1929) . Cocina mínima Frankfurt: 3,40 m x 1,90 m. = 6,46 m^{2c}. Arquitecta Magarete Schutte-Lihotzky (1920)
- (2).- Viviendas en Hoek Van Holland – J.J.P. Oud (1924)
- (3).- Nagakin Capsule Tower en Tokio, Japón: 4,00 m x 2,50 m =10 m^{2c}. Arquitecto Kishō Kurokawa (1972).

Modelos de casas mínimas (Narváez, 2018):

(a).- Viviendas Contenedor Keetwonen – Tempohousing (Holanda, 2002) : 29 m^{2c} = 19,33 m^{2c} / habitante.

(b).- Vivienda en Shinhuku – Junipei Nosaku (Japón, 2005): 45 m^{2c} = 22,50 m^{2c} / habitante.

(c).- Lucky Drops – Atelier Tekuto (Japón, 2005):

$48 \text{ m}^{2c} = 19,50 \text{ m}^{2c} / \text{habitante}$.

(d).- Viviendas en Nerima. Go Hasegawa (Japón, 2010):

$23,50 \text{ m}^{2c} = 23,50 \text{ m}^{2c} / \text{habitante}$.

(e).- Casa Abiko – Siquero Fuse (Japón, 2011):

$60 \text{ m}^{2c} = 24,00 \text{ m}^{2c} / \text{habitante}$.

(f).- Viviendas en Blaricum – Casanova + Hernandez (Holanda , 2012):

$44 \text{ m}^{2c} = 22,00 \text{ m}^{2c} / \text{habitante}$.

(g).- Villa Mokum – Kampman architecten (Holanda,2014):

$28 \text{ m}^{2c} = 18,67 \text{ m}^{2c} / \text{habitante}$.

(h).- Viviendas Loftwonen – Architecten En (Holanda, 2017):

$58 \text{ m}^{2c} = 23,20 \text{ m}^{2c} / \text{habitante}$.

De las superficies construidas $\text{m}^{2\text{construidos}}$, y de los ratios de $\text{m}^{2\text{construidos}} / \text{habitante}$ referenciados, se extraen las siguientes conclusiones:

1º.- El intervalo entre sus valores máximo y mínimo, **en m^2 construidos por habitante**: $[24,00 \text{ m}^{2\text{construidos}} / \text{habitante} - 18,67 \text{ m}^{2\text{construidos}} / \text{habitante}]$.

En m^2 útiles por habitante, aproximadamente:

$[20 \text{ m}^{2\text{útiles}}/\text{habitante} - 16 \text{ m}^{2\text{útiles}}/\text{habitante}]$.

2º.- El valor medio del ratio, en m^2 construidos por habitante:

$21,59 \text{ m}^{2\text{construidos}} / \text{habitante}$.

En m^2 útiles, aproximadamente valor medio : $18 \text{ m}^{2\text{útiles}}$.

3º.- El intervalo entre sus valores máximo y mínimo, **en m^2 construidos por casa**: $[60,00 \text{ m}^{2\text{construidos}} - 23,50 \text{ m}^{2\text{construidos}}]$

En m^2 útiles, aproximadamente: $[50 \text{ m}^{2\text{útiles}} - 20 \text{ m}^{2\text{útiles}}]$

4º.- El valor medio de superficie construida por casa:

$41,94 \text{ m}^{2\text{construidos}}$.

En m^2 útiles, aproximadamente valor medio : $35 \text{ m}^{2\text{útiles}}$.

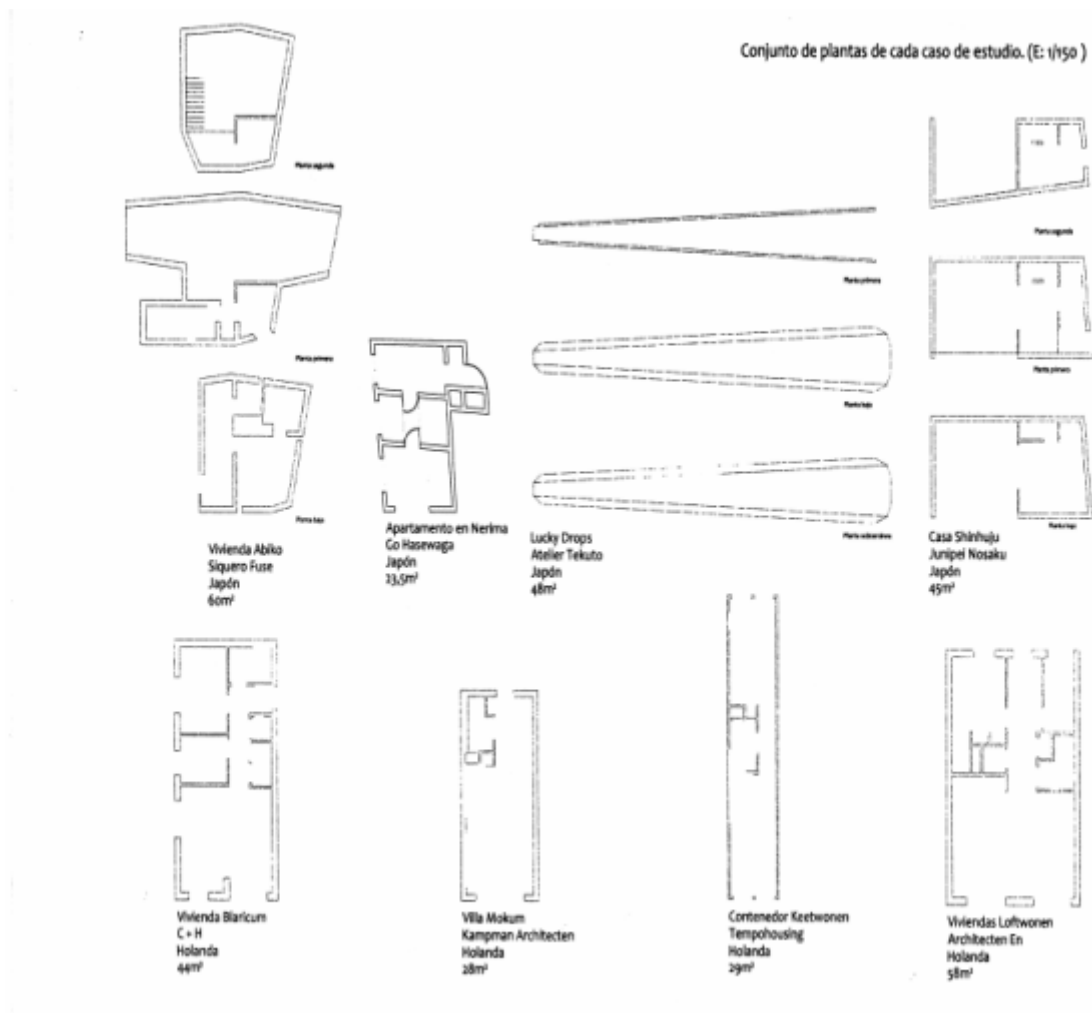


Figura 2.1.3 / 8: Esquemas de plantas tipo de distribución de casas mínimas.

Fuente: Roció Narváez Jiménez Poyato PFG: “Vivienda mínima del siglo XXI: soluciones en Holanda y Japón”. Madrid (2018).

2.1.4.- SISTEMAS DE EJECUCIÓN: IN SITU, PREFABRICADO E INDUSTRIALIZADO

En el sector de la construcción el término prefabricación significa que un producto conformado, o un elemento componente, se ha elaborado en taller o en fábrica “previamente” a su puesta en obra (ABC, 2022):

- “Si un producto o un elemento constructivo, únicamente se puede hacer en obra, se le define como producto elaborado in situ”.

- “Si un producto o elemento se puede confeccionar en obra, pero se realiza en fábrica, se le considera un elemento prefabricado”.

- “Y si un módulo 3D solo puede ser elaborado en fábrica, se le considera un compuesto industrializado”.

La prefabricación de productos y elementos para su posterior colocación en obra, es utilizada desde la antigüedad, como es el caso de “prefabricación” de adobes, piezas prismáticas conformadas con arcilla y paja, secadas al sol, que se colocaban “in situ” en la construcción de muros de carga, divisiones y cerramientos de casas tradicionales.

En el siglo XV (1480), Leonardo da Vinci proyectó comunicadas mediante un “anillo viario” en torno a Milán, diez ciudades de nueva planta, en el centro de cada una de ellas, se situaba el “taller” de prefabricación de productos y elementos con los cuales se ejecutaban las diversas edificaciones de la nueva ciudad (figura 2.1.4 / 1).

La propuesta (no ejecutada), contenía innovaciones tales como viario de conexión /circunvalación, red de abastecimiento de agua potable, la red de saneamiento, recogida de basuras y el comercio, tal y como el propio Leonardo da Vinci dejó escrito respecto a Milán:

"La idea es dispersar su gran aglomeración de personas, que están abarrotadas como cabras, una detrás de la otra, llenando cada lugar con fétidos olores y sembrando semillas de pestilencia y muerte".

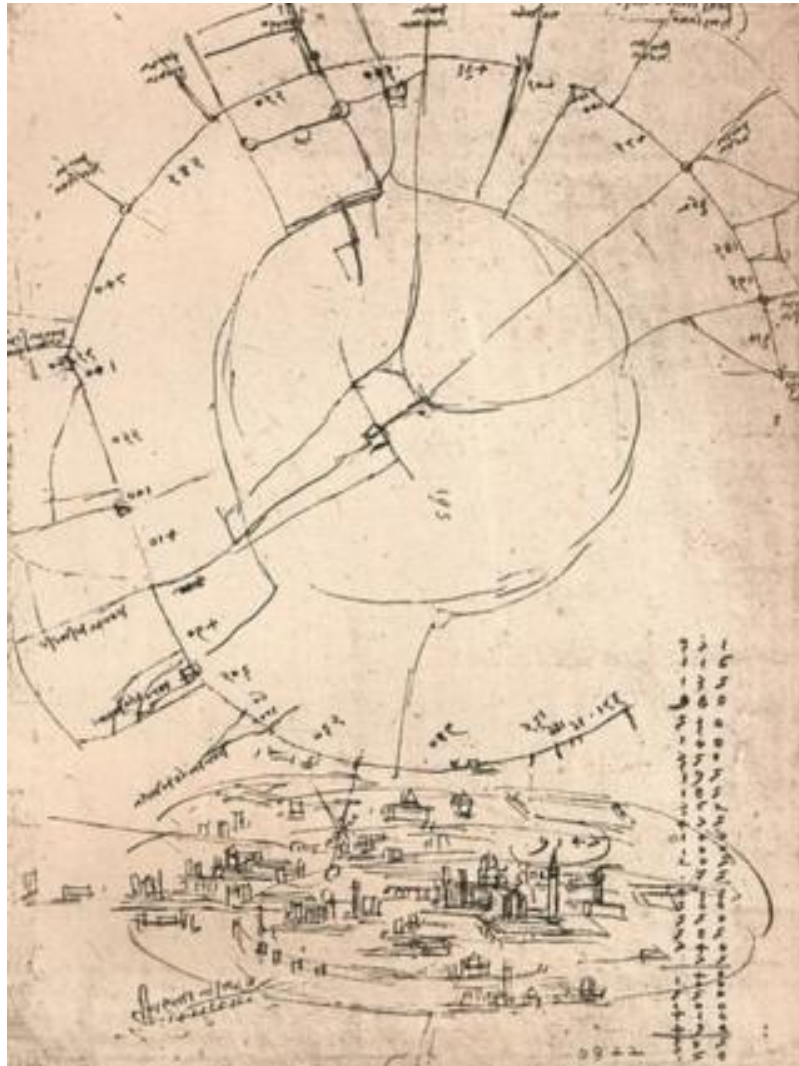


Figura 2.1.4/ 1: Diez ciudades de nueva planta, propuesta de Leonardo da Vinci – Siglo XV.

Fuente: Wikipedia. Leonardo de Vinci – prefabricación.

En sentido amplio, la prefabricación básicamente parte de un material amorfo (normalmente, un conglomerante), dándole una forma “predeterminada” en estado pastoso, adquiriendo solidez mediante el fraguado o endurecimiento del conglomerante, resultando de este proceso elementos componentes en kit abierto, aptos para su ensamblaje en obra.

En sentido estricto, la industrialización es un proceso integral que se ha de realizar necesariamente en una factoría, donde al final de su cadena de montaje

da como resultado módulos compuestos 3D en pack cerrado y aptos para su uso y funcionalidad directa, sin necesidad de ser completados en obra.

Lo anteriormente expuesto, queda representado gráficamente en la figura 2.1.4 / 2. (ABC, 2022):



Figura 2.1.4 / 2: Esquema de sistemas de construcción modular y prefabricada.

Fuente: ABC-Arquitectura Modular | Construcción Industrializada (Junio, 2022).
<https://www.abcm modular.com>

Los productos conformados, se clasifican según su forma, tamaño y transformación (Paricio, 1979):

(A) Según su forma:

(A1) Amorfos (Cementos, áridos,...)

(B) Según su tamaño:

(B1) Pequeños elementos conformados (Ladrillos, tejas,...)

(B2) Grandes elementos conformados (Paneles prefabricados, forjados autoportantes,...)

(C) Según su transformación:

(C1) Semiproductos (Placas plegadas,...)

(C2) Componentes: lineales, planos y tridimensionales (Pilares, tabiques cartón/yeso, bañeras,...).

Los elementos componentes, se clasifican según su tamaño y situación en el edificio (Águila, 1992, p. 21):

(A) Partes del edificio / método de elementos. Industrialización abierta por componentes.

(A1) Pilares, vigas, forjados industrializados.

(A2) Bloques de instalaciones.

(A3) Cerramientos de la envolvente.

(A4) Divisiones interiores.

(B) El edificio / método de modelos, en sistema cerrado.

(B1) Grandes paneles prefabricados de hormigón.

(B2) Sistema de encofrado túnel.

(B3) Sistema tridimensional pesado o ligero.

En base a las clasificaciones a las que se ha hecho referencia anteriormente y en relación con los tres sistemas constructivos que se prevén para la ejecución material del prototipo, se propone para el desarrollo de este trabajo la siguiente estructuración:

- Sistema de ejecución in situ: **Productos conformados** (Modulación / normalización) – construcción tradicional.
- Sistema prefabricado: **Elementos componentes** (Mecano / kit abierto)
- Sistema industrializado: **Modelo integral** o módulos compuestos - ensamblados (Pack cerrado y kit abierto)

En la edición Construmat del año 2001, se presentó el proyecto de investigación y desarrollo tecnológico denominado Casa Barcelona, que contenía cinco propuestas de “elementos componentes (kit abierto)” que se pueden integrar en casas existentes o en casas de nueva construcción (figura 2.1.4 / 3).

Los elementos componentes que se detallan a continuación, fueron fruto de la estrecha relación y colaboración de técnicos y empresas de reconocido prestigio:

- 1.- *La ventana perfectible: Technal Ibérica & Ben van Berkel.*
- 2.- *El tabique desmontable o móvil: Toyo Ito.*
- 3.- *El pavimento registrable: Simón & Lluís Clotet e Ignacio Paricio.*
- 4.- *La cocina modular, crecedera y de montaje en seco: Fagor & Dominique Perraut.*
- 5.- *El baño mueble fácil y pared técnica modular de fontanería: Ideal Standard & David Chipperfield.*

Por tanto, el proyecto no propone el diseño de una “casa”, sino que son elementos constructivos que perfeccionan y mejoran sus condiciones técnicas y funcionales, transformando el espacio doméstico tradicional, en casas más flexibles y contemporáneas.

En una edición posterior de Construmat del año 2003 (Barcelona, 2004), se ampliaron los cinco elementos referenciados, con propuestas de productos para los espacios intermedios de transición entre el interior y el exterior de la casa: porches, patios, terrazas cubiertas y pérgolas.



Figura 2.1.4 / 3: Casa Barcelona: cinco elementos componentes (kit abierto): 1.- La ventana perfecta. 2.- El tabique desmontable o móvil. 3.- El pavimento registrable. 4.- La cocina modular, crecedera y de montaje en seco. 5.- El baño mueble fácil y pared técnica modular de fontanería.
Fuente: El País (21/04/2001). Salón Internacional de la Construcción Feria de Barcelona (2001)

2.1.4.1.- MODELOS DE CASAS PREFABRICADAS

En el epígrafe 2.1.4, se definió la prefabricación de un producto conformado de la siguiente manera:

-“Si un producto o elemento se puede confeccionar en obra, pero se realiza en fábrica, se le considera un elemento prefabricado”. (ABC, 2022)

Ampliando el tamaño del prefabricado, desde producto conformado a casa prefabricada, la definición propuesta por el autor es la siguiente:

-“Si una casa se puede construir in situ, pero sus elementos componentes se confeccionan en una factoría, y posteriormente mediante sistema de kit abierto (tipo mecano) se ensamblan en obra, la casa tiene la consideración de prefabricada”

El elemento componente habitualmente utilizado en el sistema prefabricado, es el hormigón armado en sus diversas composiciones en cuanto a capas que conforman los paneles y forjados.

Los paneles de hormigón se fabrican en factoría, se transportan a obra, donde mediante ensamble, conforman la estructura de la casa (figura 2.1.4.1 / 1).

Posteriormente se complementa la estructura “in situ” con las instalaciones y acabados (figura 2.1.4.1 / 2 a 4).

También, es posible que en la factoría se le incorporen a los elementos componentes las instalaciones y acabados, incluso en sistema de kit abierto, se pueden integrar en la casa los bloques/ módulos sanitarios de baños y cocinas.



Figura 2.1.4.1/1: Montaje panel de hormigón de casa prefabricada.

Fuente: Evowall YZ HUB web: www.yzhub.es



Figura 2.1.4.1/2: Casa prefabricada de hormigón.

Fuente: www.hormipresa.com. Modelo L6



Figura 2.1.4.1/3: Casa prefabricada de hormigón.

Fuente: www.construimostucasa.com



Figura 2.1.4.1/4: Casa prefabricada de hormigón.

Fuente: www.casasinHAUS.com . Modelo Jaca

Las casas prefabricadas, también se pueden construir con elementos componentes bidimensionales diferentes al hormigón, tales como paneles sándwich o paneles de madera (figura 2.1.4.1 / 5 y 6).



Figura 2.1.4.1/5: Casa prefabricadas construida con elementos componentes bidimensionales: paneles sándwich.

Fuente: www.lacasaprefabricada.net . Modelo Margo



Figura 2.1.4.1/6: Casa prefabricada construida con elementos componentes de madera.
Fuente: www.termu.com

2.1.4.2.- MODELOS DE CASAS INDUSTRIALIZADAS

En el epígrafe 2.1.4, quedó definida la industrialización de un módulo 3D, de la siguiente manera:

-“Y si un módulo 3D solo puede ser elaborado en fábrica, se le considera un compuesto industrializado”. (ABC, 2022)

Además de módulos compuestos en tipo kit abierto apilables del tipo baño, cocina,...también pueden ser fabricados mediante procedimientos industrializados “modelos integrales” de casa completamente terminadas, en modo pack cerrado (tipo capsula de reducidas dimensiones), que se transportan y colocan directamente en su emplazamiento.

El transporte se efectúa normalmente por carretera, mediante autorización genérica, específica o excepcional, según las dimensiones de la casa.

El Reglamento que regula las autorizaciones para el transporte de casas prefabricadas, en síntesis, es el siguiente:

Artículo 108.3 del Reglamento general de vehículos en carretera.

. Solicitud Autorización Complementaria de Circulación:

- *Grupos 1 y 3 (VERTE y vehículos especiales y sus conjuntos de obras y servicios)*
- ***Genérica***, cuando el conjunto y su carga no supere los ***20,55×3×4,5 m de largo, ancho y alto*** respectivamente, 45 T de masa total de conjunto y valores del anexo IX del RGV de masa por eje según tipo de vehículo y eje. A efectos de expedición de las ACC, el único parámetro a tener en cuenta para la clasificación del tipo de eje será la distancia entre líneas de eje adyacentes.
- ***Específica***, cuando el conjunto y su carga supera alguno de los valores anteriormente establecidos para las ACC de categoría genérica y en ningún caso excede los ***40×5×4,70 m de largo, ancho y alto*** respectivamente y las 110 T de masa total de conjunto.
- ***Excepcional***, cuando el conjunto y su carga ***rebasa alguno de los valores máximos de largo, ancho, alto o masa total de conjunto*** considerados para las ACC de categoría específica.

Los vehículos que superen los valores máximos de masas y dimensiones establecidos en el reglamento general de vehículos podrán circular previa

solicitud de una Autorización Complementaria de Circulación (ACC) (Fecha actualización: 28/06/2022):

“Los vehículos, incluida la carga que transporten, deben cumplir los valores máximos de masas y dimensiones que el anexo IX del Reglamento General de Vehículos establece para vehículos a motor, remolques, semirremolques o, en su caso, conjuntos de vehículos.

No obstante, cuando sea inevitable superar alguno de esos valores máximos, el vehículo podrá circular al amparo de una Autorización Complementaria de Circulación (ACC) que podrás obtener si la solicitas a la autoridad competente en materia de tráfico y seguridad vial que proceda”.

Se considera inevitable superar alguno de esos valores máximos cuando el vehículo o conjunto de vehículos:

- ***Debe transportar carga indivisible***
- *Está destinado a la prestación o realización de unos servicios o funciones específicos y para el correcto desempeño de los mismos, superan por construcción esos valores máximos de masas y dimensiones*

A modo de ejemplo, se referencian a continuación modelos de casas industrializadas, ubicadas en diferentes emplazamientos (figura 2.1.4.2 / 1 a 5):



Figura 2.1.4.2 / 1: Transporte por carretera de casa industrializada hasta su emplazamiento.
Fuente: Casa Abatón

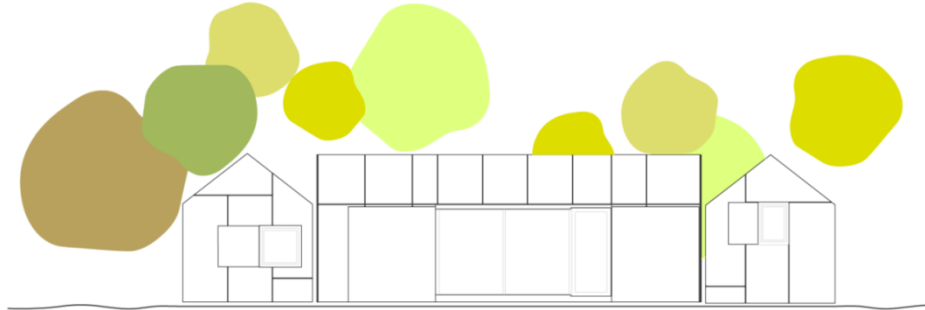


Figura 2.1.4.2 / 2: Alzados de casa industrializada.

Fuente: Casa Abatón

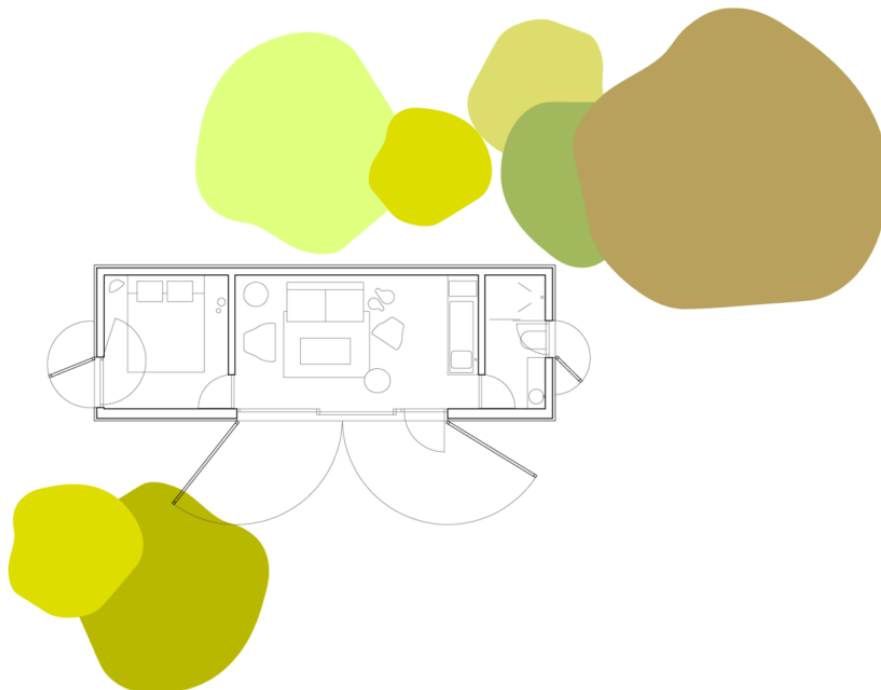


Figura 2.1.4.2 / 3: Planta de casa industrializada.

Fuente: Casa Abatón



Figura 2.1.4.2 / 4: Casa industrializada ubicada en un paraje rural.

Fuente: Casa ecocápsula ovalada



Figura 2.1.4.2 / 5: Interior de casa industrializada ubicada en un paraje rural.

Fuente: Casa ecocápsula ovalada

Ante la demanda de minicasas construidas con procedimientos industrializados, y por sus similitudes con los procesos de fabricación de los coches, empresas automovilísticas han irrumpido en el sector de la construcción.

Es el caso de BMW, que en el año 2018, lanzó un prototipo de 15 metros cuadrados construidos, denominado casa mini-living, en colaboración con el arquitecto Dayong Sun (figura 2.1.4.2 / 6).

La casa mini-living de forma circular, está compuesta por una zona acristalada abierta al exterior, donde se sitúa la sala de estar y el dormitorio, y otra zona más cerrada, donde se ubica la cocina y el baño.



Figura 2.1.4.2 / 6: Casa mini-living de 15 metros cuadrados construidos

Fuente: BMW Redacción 19 Octubre 2018, 7:54

También se hace referencia a modelos de casas de madera industrializadas, fabricadas integralmente en factoría, y posteriormente transportadas a su emplazamiento (figura 2.1.4.2 / 7 a 9).



Figura 2.1.4.2 / 7: Casa de madera industrializada pack cerrado

Fuente: www.pineca.es Modelo Nantes



Figura 2.1.4.2 / 8: Casa de madera industrializada pack cerrado

Fuente: www.pineca.es – Modelo Sally



Figura 2.1.4.2 / 9: Casa de madera industrializada pack cerrado

Fuente: www.pineca.es Modelo Megan

2.2.- LA BARRACA HORTELANA TRADICIONAL

2.2.1.- BARRACAS HUERTANAS

Tal y como quedó expuesto en el epígrafe 2.1. 1, la cabaña primitiva fue la primera “casa mínima”, que hizo la función de refugio a los hombres prehistóricos, además de proporcionarle cobijo y protección.

Las barracas son el resultado de la evolución histórica y constructiva de las “chozas de planta rectangular”, según se argumentó y desarrolló en el epígrafe 2.1.2.- “Refugios mínimos prehistóricos”.

En el caso concreto de las barracas hortelanas, existen referencias históricas de su existencia desde que el hombre, transforma su modo de vida y alimentación, evolucionando de cazadores nómadas, a agrícolas sedentarios e implantan sus casas “in situ”, en enclaves favorables para cultivos y explotaciones ganaderas (figura 2.2.1 / 1).

Las barracas, se situaron en muy diversos emplazamientos y lugares, con mayor intensidad en climas cálidos.



Figura 2.2.1/ 1: Reconstrucción de Barraca hawaiana.

Fuente: Wailua, Kaua'i, HI 96746. <https://villagekauai.com/>

En el ámbito nacional / mediterráneo, hay indicios de barracas en la península Ibérica desde el siglo XIV (Soldevila, 2001, p.42), no obstante, el desarrollo de este epígrafe se centra en los tres siguientes emplazamientos:

- (A) Barracas en el Delta del Ebro.
- (B) Barracas en la huerta y Albufera de Valencia.
- (C) Barracas en la huerta de Murcia.

(A) Barracas en el Delta del Ebro:

En el año 1992, D^a María Carme Queralt Tomas, conservadora de Etnología del Museo de Montsia (Tarragona), publica un artículo titulado “*Las barracas del Delta del Ebro. Un modelo de hábitat tradicional*”, en el que incluye un plano (figura 2.2.1 /2) con la localización de treinta barracas situadas en el Delta del Ebro (Queralt, 1992).

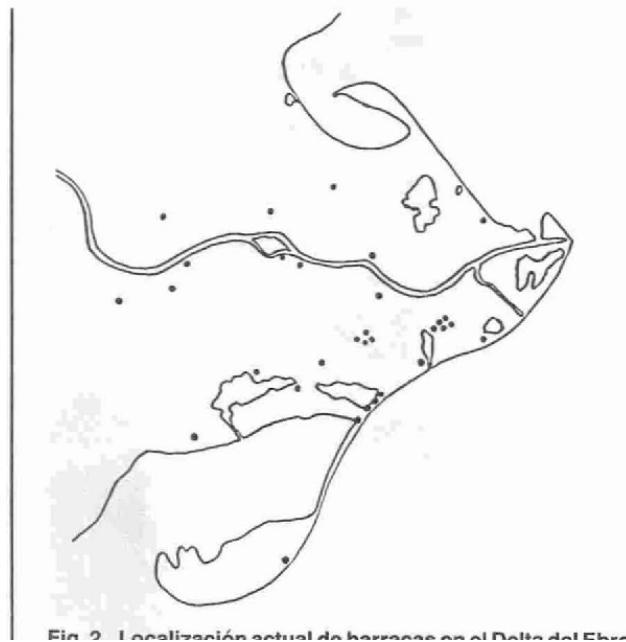


Figura 2.2.1/ 2: Localización de barracas en el Delta del Ebro.

Fuente: Museo de Etnología de Montsia (Tarragona). D^a María Carme Queralt Tomas.(1992)

El Delta del Ebro, fue un enclave con abundantes recursos naturales, que lo hicieron adecuado para el asentamiento de barracas, dado que disponían sus moradores / habitantes de terrenos aptos para cultivos, zonas de pesca y de caza. También disponían los pobladores del Delta de terrenos para el desarrollo de la ganadería y para el pastoreo.

El tipo de construcción de la barraca, fue muy elemental, normalmente de forma rectangular, con cubierta a dos aguas, y con unas dimensiones aproximadas de tres/ cuatro metros de ancho, y seis/ocho metros de largo, es decir de menor tamaño que las barracas valencianas, y de dimensiones similares a las barracas murcianas.

Los materiales empleados, al igual que en las valencianas y murcianas, fueron los del entorno inmediato, es decir, madera, cañas, barro y paja (figura 2.2.1 / 3 y 4).

Su distribución interior fue de dos espacios separados por una pared sin puerta. Un espacio de acceso utilizado como sala/comedor/cocina, y otro espacio a continuación para los dormitorios de padres e hijos, con separación con material textil (Queralt, 1992), en el caso de la barraca murciana, una simple sabana.



Figura 2.2.1/3: Vista interior de barraca situada en el Delta del Ebro.

Fuente: Museo de Etnología de Montsia (Tarragona).

Al exterior, se situaba el horno, el pozo de agua, y la cocina exterior.

Cuando se necesitaba más superficie, al no ser posible su ampliación, se construía otra barraca adosada, o en disposición en “ele”.



Figura 2.2.1/ 4: Vista exterior de barracas situada en el Delta del Ebro.
Fuente: Museo de Etnología de Montsia (Tarragona).

Se tiene conocimiento de la existencia de barracas en el Delta del Ebro, desde el siglo XVI (Queralt, 1992), pero el asentamiento adquiere su máximo desarrollo con los cultivos de arroz durante el siglo XIX, convirtiéndose la barraca en la residencia habitual y permanente de los pobladores (figura 2.2.1 / 5).



Figura 2.2.1/ 5 : Barraca situada en arrozal del Delta del Ebro.
Fuente: Windows Live Photo Gallery.

(B) Barracas en la huerta y Albufera de Valencia:

Según definición del Diccionario de Historia del Arte: “*La barraca de la huerta valenciana responde a un tipo muy definido, que apenas ha sufrido variación con el paso del tiempo.*

Es de planta rectangular, de unos 9 x 5,50 m, y cubierta a dos aguas con caballete perpendicular a la fachada —casi siempre orientada al mediodía—, que está en uno de los lados menores.

La distribución es siempre parecida: una puerta, situada a un lado de la fachada, da acceso a un amplio paso, que recorre toda la longitud de la barraca y termina con otra puerta en la fachada opuesta, para facilitar la circulación de aire.

Este corredor sirve de cocina, estancia y almacén de aperos. En la otra crujía se distribuyen los dormitorios, generalmente tres. Al desván o andana, que antiguamente se destinaba a la cría de gusanos de seda, se sube por una escalera de mano.

La construcción se efectúa del modo siguiente: la zanja para los cimientos, de 40 cm de anchura, se rellena con adobes y, si se tienen a mano, con cascotes.

Las paredes, de unos 2,50 m de altura, se hacen con adobes, llamados gasons, que se colocan en asta entera o en media asta, según la economía que se persiga.

Estas paredes se coronan con un tablón de plano (cadorsa), al que se clavan los pares de la cubierta de parhilera, separados de 1 a 2 m.

Los tirantes se empalman sobre el tabique central. Sobre los pares (costelles) se clavan los cañizos que forman el faldón, a los que se sujetan—desde el alero hasta la cumbrera—los haces de paja o de juncos con que se teje la cubierta (polsera).

Sobre los tirantes se disponen unos cañizos para formar el cielo raso horizontal, suelo de la andana, sobre el que se circula mediante unos pasos de tablas (costers)”.

Históricamente existían dos tipos de barracas, la de “pescadores” (La Albufera) y la de “labradores” (La Huerta), con similar aspecto exterior, y diferentes distribuciones por el interior (Figura 2.2.1/ 6).

Tal y como se ha definido anteriormente, la estructura es de muros de carga, que están armados “interiormente” con troncos de madera, separados al igual que los pares de la cubierta entre 1 y 2 metros.

La barraca valenciana (figura 2.2.1 / 6 a 8), en su interior se distribuía de tres formas diferentes:

1º.- Con distribuidor lateral / longitudinal, a través del cual se accedía a todas las habitaciones y dependencias.

2º.- En dos mitades, un espacio de acceso como sala/comedor /cocina, y otro espacio a continuación con los dormitorios.

3º.- Todo el interior como un espacio único, donde se desarrollan todas las actividades familiares.

En las tres opciones, también disponía de un altillo o “andana”.

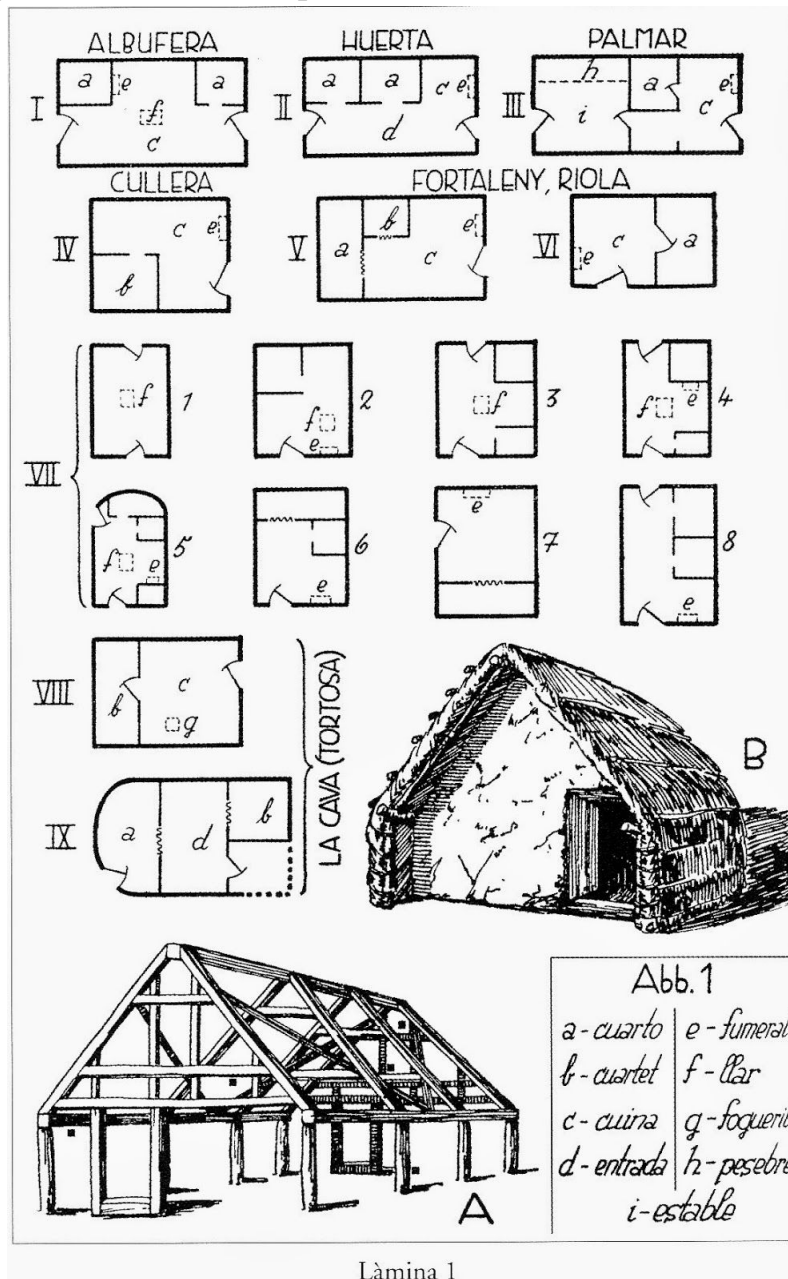


Figura 2.2.1/ 6 : Plantas tipo de diferentes barracas valencianas y esquema estructural A.

Fuente: La vivienda rural valenciana. Francisco Almela y Vives (1960)



Figura 2.2.1/ 7: Planta, alzado y sección de barraca valenciana tipo distribuidor longitudinal.
Fuente: pintorest.com

En la figura 2.2.1/ 7, se representa en planta, sección y alzado la barraca valenciana en su tipología de distribuidor longitudinal, con dimensiones en planta de 6 metros de fachada y 9,70 metros de largo, es decir, de dimensiones superiores a la barraca murciana (4,60 m por 6,60 m).

La barraca valenciana, respecto a la barraca murciana se diferencian básicamente por su tamaño, siendo la murciana de menores dimensiones como anteriormente ha quedado justificado, y también se diferencian por su distribución interior, disponiendo la valenciana de diversas distribuciones (figura 2.2.1/ 6), y sin embargo, la distribución interior de la barraca murciana fue mayoritariamente de planta única y reiterativa a lo largo de su historia (figuras 2.2.2/ 8 y 2.2.2/13).

Ambas barracas, presentan en común los siguientes atributos (Rosaleny,2021):

- (a).- Las dos tienen como origen la «Cabaña primitiva», hipótesis avalada por la descripción de Vitrubio contenida en el capítulo primero de su libro segundo (Epigrafe 2.1.1.- La Cabaña primitiva).
- (b).- Las razones por las cuales se ha abandonado su construcción y uso , han sido la mejora del nivel de vida de sus habitantes, las dificultades de evolución y mantenimiento de las barracas a lo largo de su vida útil y la pérdida del oficio de «barraquer».
- (c).- En ambos casos, sus habitantes sufrieron de economía precaria, vinculados normalmente a la agricultura, «pero» orgullosos de su barraca.
- (d).- Sistema constructivo sencillo, flexible y modular, utilizando para su construcción materiales disponibles en su entorno inmediato, siendo por tanto paradigmas de construcciones sostenibles y resilientes.
- (e).- También , tienen en común sus reducidas dimensiones, si bien, ambas se pueden ampliar, adosar o duplicar, ... por incremento del número de hijos y/o como construcción auxiliar de la principal.
- (f).- Las dos disponían de un espacio «polifuncional» de usos diversos, salón, cocina, comedor, relación social, ...espacio situado en el acceso de la barraca,

pasante/longitudinal (barraca valenciana) , u ocupando la mitad de la superficie de la planta baja en el acceso principal (barraca murciana), en ambos casos, también aprovechando el espacio bajo cubierta o «andana» como almacén de apoyo a la actividad principal de los ocupantes de la barraca, altillo que en el caso murciana, se situaba en la parte superior de los dormitorios, por tanto, de menor altura que el espacio «polifuncional».

La fachada principal de la barraca valenciana, por soleamiento estaba orientada a sur, y la puerta de entrada descentrada, por imperativos estructurales del pilar / tronco central situado en el eje de la fachada (figura 2.2.1/8 y ver dibujo A al pie de la figura 2.2.1/6).



Figura 2.2.1/ 8: Vista exterior de barraca valenciana

Fuente: Barraca El Palmar. labarracadenovella@gmail.com

Los materiales empleados en la construcción de la barraca valenciana, al igual que en las barracas del Delta del Ebro y las barracas murcianas, fueron los materiales preexistentes en su entorno inmediato, es decir, madera, cañas, barro y paja.

Por su interior, aprovechando el espacio bajo cubierta se accedía a la «andana / altillo» por una escalera de pronunciada pendiente (figura 2.2.1/9)



Figura 2.2.1/ 9: Vista interior de barraca valenciana

Fuente: Barraca El Palmar. labarracadenovella@gmail.com

La fachada principal, como anteriormente se ha citado, estaba orientada a sur por motivos de aprovechamiento solar, y estaba dotada de un emparrado de hoja caduca, para proporcionar sombra en verano y calor de los rayos solares en invierno (figura 2.2.1 / 10).



Figura 2.2.1/ 10: Vista de barraca valenciana , fachada principal orientación sur con emparrado.

Fuente: Barraca El Palmar. labarracadenovella@gmail.com

Por último, se hace referencia al proyecto Azalea, que se describirá con detalle en el epígrafe 2.3.2.-“Casas *autosuficientes*”, estando este proyecto de casa autosuficiente, inspirado en la barraca valenciana.

El proyecto y la construcción del prototipo Azalea, con un presupuesto de 500.000 euros, fue desarrollado durante los años 2017/2019, por un equipo multidisciplinar de estudiantes y recientes egresados de la Universidad Politécnica de Valencia, siendo un paradigma en lo relativo a sostenibilidad y autosuficiencia, y así fue reconocido y premiado en el Certamen Internacional Solar Decathlón Europa 2019 (figuras 2.2.1 / 11 y 12).



Figura 2.2.1/11 : Proyecto Azalea vista desde orientación oeste.
Fuente: Certamen Internacional Solar Decathlón Europa (2019).



Figura 2.2.1/12 : Proyecto Azalea vista interior
Fuente: Certamen Internacional Solar Decathlón Europa (2019).

(C) Barracas en la Huerta de Murcia:

Este subepígrafe se desarrolla a continuación en el epígrafe 2.2.2.- Barraca murciana.

2.2.2.- BARRACA MURCIANA

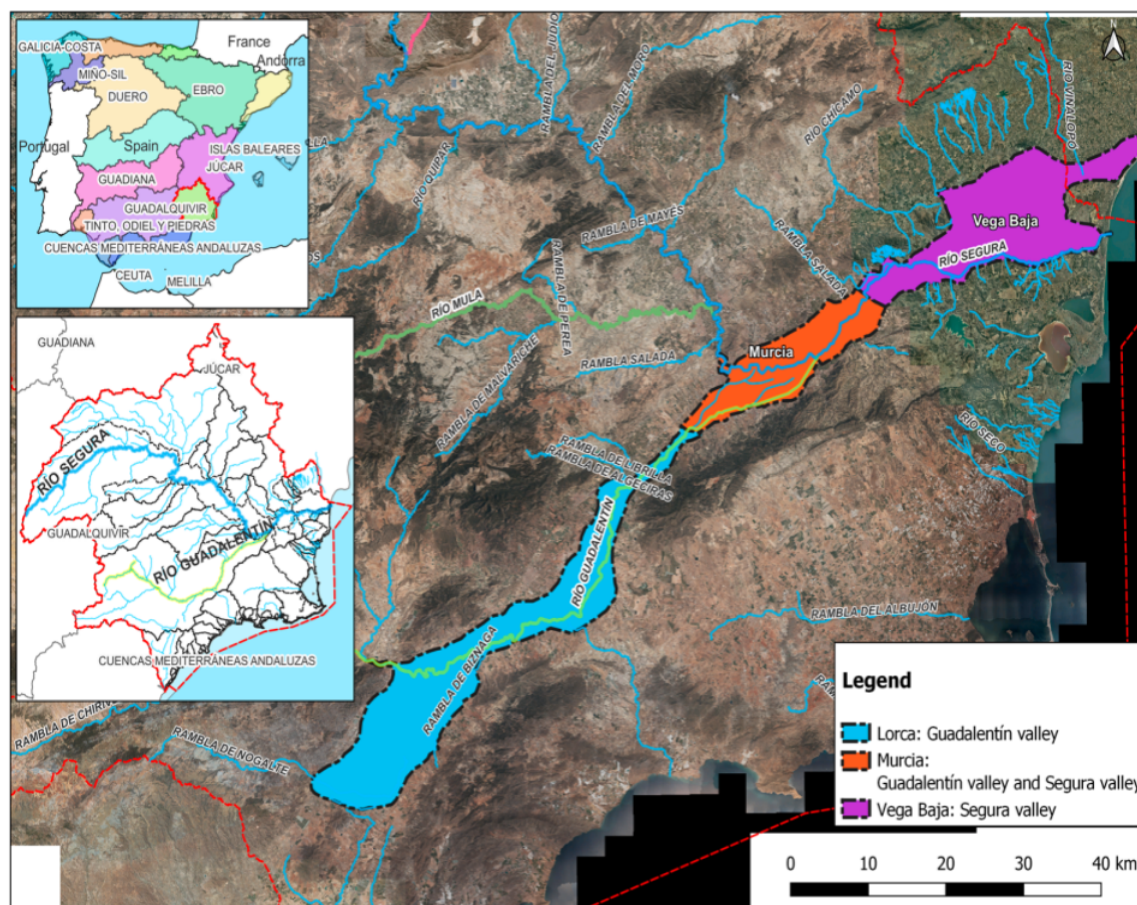


Figura 2.2.2 / 1: Mapa de situación de la huerta de Murcia a escala nacional, regional y comarcal. Fuente: Oliva,A.; Olcina.J. (2023) Instituto Geográfico Nacional (IGN) y Confederación Geográfica del Segura (CHS)

La huerta de Murcia, está situada al sureste de España, esta referenciada gráficamente en color naranja en la figura 2.2.2/ 1, y ubicada en un valle conformado por los depósitos aluviales del Río Segura.

Está delimitada por el norte y por el sur, por dos cadenas montañosas, y de oeste a este, discurre el referido Río Segura, que posibilita el riego de los terrenos de huerta aptos para el cultivo, y donde históricamente, se situaban las tradicionales barracas murcianas.

Su sistema de canales de riego se denomina «acequias». El agua no consumida, se reconducía de nuevo hacia el Río Segura mediante un ingenioso sistema conformado por azarbes, ladronas y meranchos (figura 2.2.2/2).

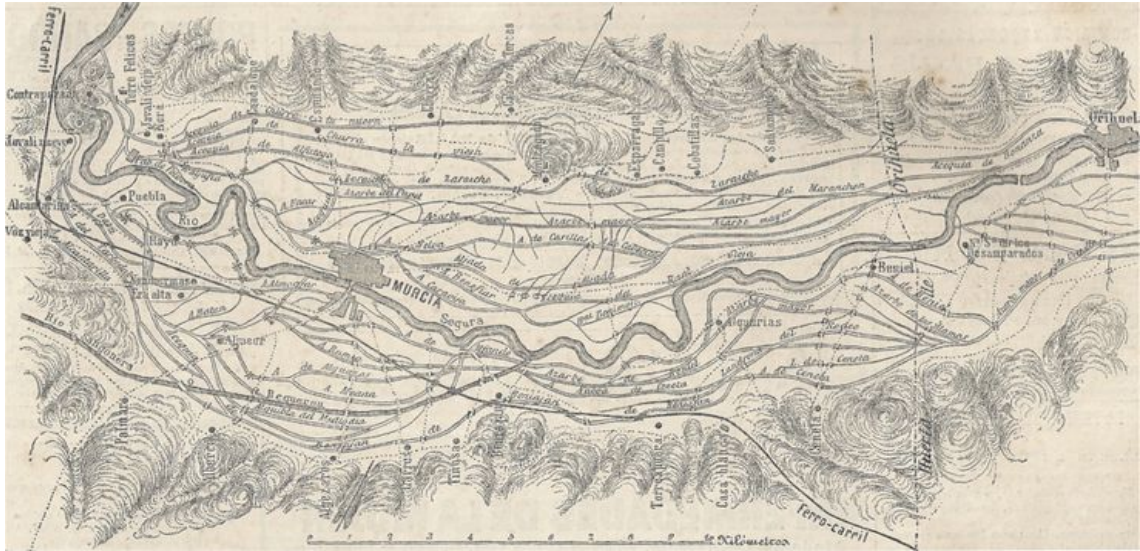


Figura 2.2.2 / 2: Plano del sistema tradicional de riego de la huerta de Murcia
Fuente: Suplemento de La Ilustración Española y Americana. 30 de octubre de 1879.

En cuanto al parcelario de la huerta de Murcia (figuras 2.2.2/ 3 a 2.2.2/6), por su propia configuración y sistema de herencia «a partes iguales» entre todos los hermanos / herederos, está muy fragmentada por lo que se hace difícil su regulación urbanística, estando actualmente del orden del doble de la edificación «legalmente» admitida por el Plan General vigente, ante lo cual, en el epígrafe 3.5 se propondrá posibles alternativas de solución a esta problemática preexistente en la huerta de Murcia.



Figura 2.2.2/ 3: Plano de las parcelas de Jesús Romero Elorriaga en La Alberca. 1953
Fuente: Oliva,A., Olcina,J. (2024). Archivo Histórico Provincial de Murcia. Juzgados,7620_28.

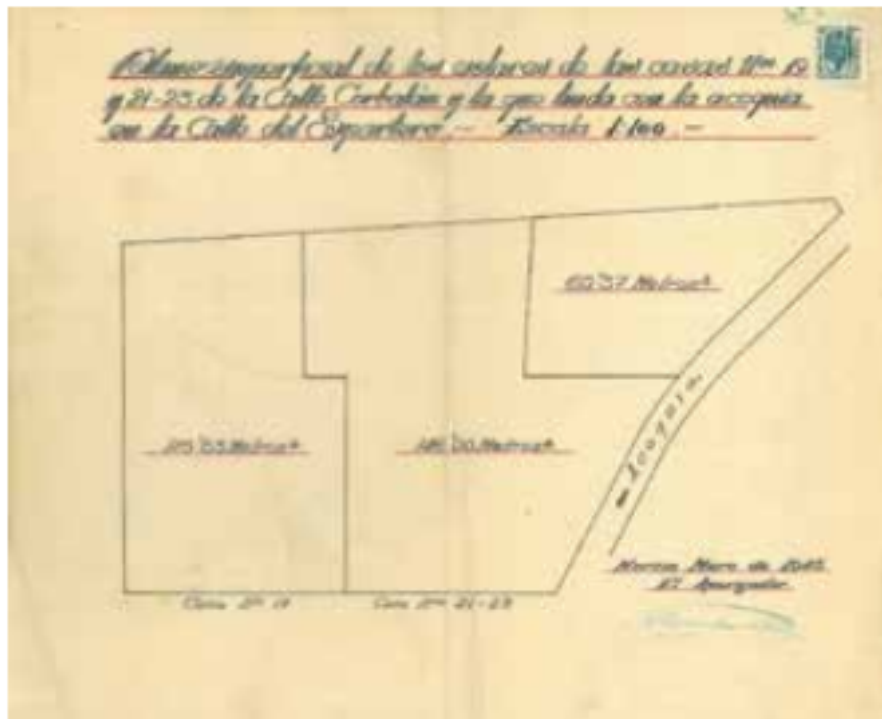


Figura 2.2.2/ 4: Plano de solares de la huerta de Murcia. 1945
Fuente: Oliva,A., Olcina,J. (2024). Archivo Histórico Provincial de Murcia. Juzgados,11136_195

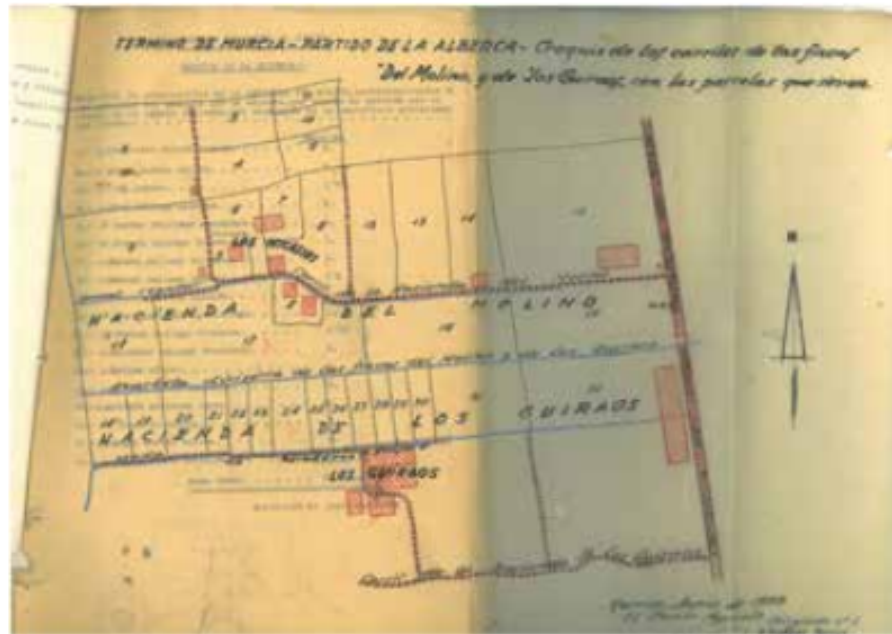


Figura 2.2.2/ 5: Plano de los carriles de la huerta de Murcia de las fincas del Molino y de los Guiraos, con las parcelas que sirven.

Fuente: Oliva,A., Olcina,J. (2024). Archivo Histórico Provincial de Murcia. Juzgados, 24/195

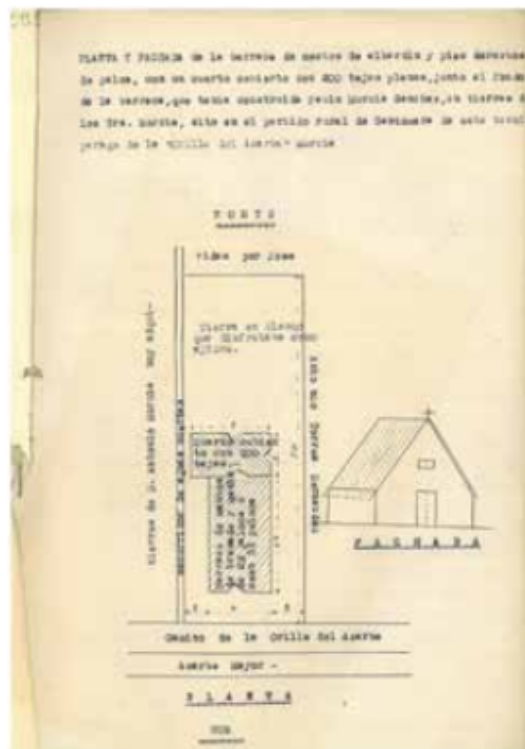


Figura 2.2.2/ 6: Dibujo de barraca de la huerta de Murcia.1950

Fuente: Oliva,A., Olcina,J. (2024). Archivo Histórico Provincial de Murcia. Juzgados, 267 / 1950

En el año 1879 el arquitecto D. José Marín Baldo, describía la barraca murciana del siguiente tenor literal: “...un nido como el de las golondrinas, que se fabrica con barro y cañas y yerbas secas, por los mismos que han de habitar en ella...”

D. Isidoro Reverte Salinas en su manual dedicado a la vivienda popular de la Región de Murcia (Reverte,1974), define la barraca de la siguiente forma (figura 2.2.2 / 7):

“La barraca es la vivienda elemental en la que vive una familia de modestos agricultores intensivos, cavadores y no labradores, jardineros más que agricultores, que apenas tienen productos que guardar porque los venden a diario o semanalmente en los mercados; que viven de día y de noche al cuidado de sus delicados cultivos y que pueden alimentarse, de un modo casi autóctono, con los productos que le da, en tres o cuatro mil metros cuadrados de terreno, la más exuberante agricultura europea que, en el suelo aluvial más fecundo, produce el sol más luminoso del continente”.



Figura 2.2.2 / 7: Vistas de barracas murcianas integradas en la huerta de Murcia.
Fuente: Tarjetas postales de los siglos XIX y XX

Del mismo tenor literal es la definición conceptual del Catedrático D. Francisco Javier Flores Arroyuelo, que en su libro “Murcia: Vida y Cultura”, donde analiza la huerta de Murcia, define al huertano y a la barraca de la siguiente manera (Flores, 1977):

“El huertano murciano ha pertenecido siempre a una modesta clase social, que ha vertido su esfuerzo en las tres o cuatro tahúllas de las que por término medio ha sido propietario o arrendatario, pasando después a descansar en sus pequeñas casas construidas siguiendo, en su mayoría, el prototipo llamado barraca. Era la barraca murciana un edificio de planta rectangular (8 x 4 ó 5 metros) con los frontales en forma de pentágono, con el ángulo superior muy agudo y lomera de cubierta. Sobre cimentación poco profunda se alzaban sus muros de atoba o adobes pesados, trabajados a pie de obra al mezclar barro con paja y secados al sol en moldes de madera enrasados con las manos y enluciéndolos con yeso. El suelo solía ser de tierra apisonada hasta quedar liso, siendo regado en los calurosos días de verano para procurar un poco de fresco. Sobre los dos vértices se tendía una viga que servía de lomera para soportar la cubierta tendida sobre ligeros palos de chopo o de tronco de girasol cuando no de liceras, cañas atadas entre sí para formar cuerpo; después se tendía un manto de paja, sisca y de albardín, esparto fino, escalonado desde el muro a lo alto.”

En ambas definiciones conceptuales, se aprecia que el terreno “vinculado” a la barraca, era en torno a 3.000/ 4.000 m² (Reverte,1974), o de 3 / 4 Tahúllas es decir 3.354/4.472 m² (Flores,1977), una media aproximada de 3’5 Th equivalente a 3.913m², redondeando en torno a 4.000 m² de “parcela de bancal” vinculado a la modesta unidad de vivienda, cuál era la barraca murciana en torno 30 metros cuadrados construidos en planta baja, más la andana ó altillo que ocupaba aproximadamente el 50% de la superficie en planta, es decir una vivienda en torno a 45 metros cuadrados construidos (figura 2.2.2 / 8).

A la barraca murciana, se accedía a través de la fachada principal orientada a sur para aprovechar el soleamiento y con emparrado en el exterior como zona de transición exterior / interior. La zona de relación familiar se ubicaba en la primera dependencia, situado en el acceso de la planta baja, cuyo uso funcional era el de cocina y comedor, y disponía de una superficie aproximada de 16 metros cuadrados, con altura de suelo a cumbre. A través de esta dependencia principal se accedía por un marco de madera, a la zona de dormitorios de aproximadamente 14 metros cuadrados, la separación entre camas, se realizaba mediante una simple cortina o sabana.

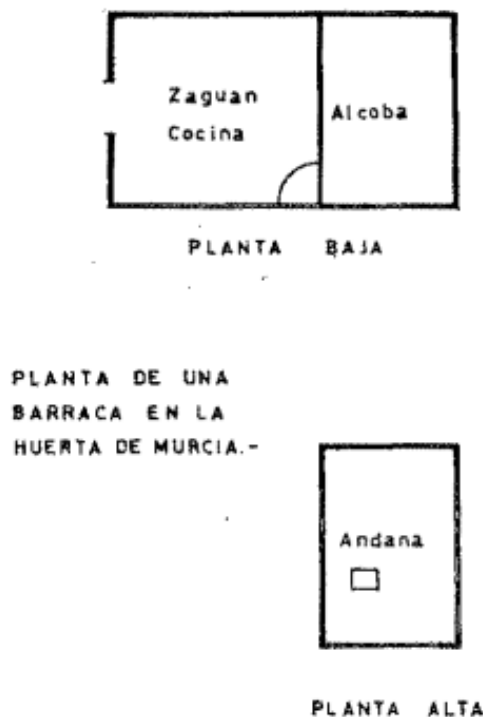


Figura 2.2.2/ 8: Planta baja y planta alta / andana de barraca murciana.

Fuente: Continuidad y cambio en la huerta de Murcia. Edición Academia Alfonso X el Sabio – Autor: Francisco Calvo García – Tornel. (1975, p.153)

Sobre la zona de dormitorios se situaba la andana o altillo, donde se almacenaban las cosechas, el grano y temporalmente, se criaba el gusano de seda, y al que se accedía por una escalera de travesaños situada en la esquina noreste de los dormitorios.

Ante sus reducidas dimensiones, al exterior se ubicaban las construcciones auxiliares complementarias a la barraca murciana, tales como, horno, pozo, bancadas de asiento en fachada sur, cocina exterior; incluso otra barraca auxiliar para la crianza de ganado: cerdo, gallinas, conejos, ... y para almacén de los productos y aperos de cultivo (figuras 2.2.2/ 9 y 2.2.2/ 10).



Figura 2.2.2 / 9: Reconstrucción de barraca murciana. Horno de leña.
Fuente: Museo de la Huerta – Alcantarilla (Murcia)



Figura 2.2.2 / 10: Reconstrucción de barraca murciana. Pozo y tinajas / depósitos de agua.
Fuente: Museo de la Huerta – Alcantarilla (Murcia)

En cuanto a su sistema constructivo, existieron tres tipos de Barracas:

- De atobas
- De testeros
- Mixto

El tipo de atobas, se construía con adobes de 40 x 35 x 5 cm fabricados con barro y paja apisonados y secados al sol. Sobre cimentación corrida de 50 por 40 cm, rellena con tierra compactada, se colocaban las atobas en las cuatro fachadas, que se ejecutaban como una fábrica aparejada de ladrillo y revocada con yeso.

El tipo de testeros, la fachada y contrafachada, estaban ejecutadas con entramado de troncos de morera a 40 o 50 centímetros de separación. Las fachadas laterales o “testeros”, también estaban ejecutadas con “laeros” o troncos de moreras, se empotraban en el terreno unos 40 o 50 cm, y entre ellos, se disponía cañizos revestidos con yeso o barro.

En el tipo mixto (figura 2.2.2 / 11 y 12), las fachadas principal y trasera, estaban ejecutadas con atobas, y las fachadas laterales o “testeros” estaban ejecutadas con “laeros”, troncos de moreras que se empotraban en el terreno unos 40 o 50 cm, y entre ellos, como en el tipo de testeros, se terminaban con cañizos revestidos con yeso o barro, al modo del tipo de testeros.

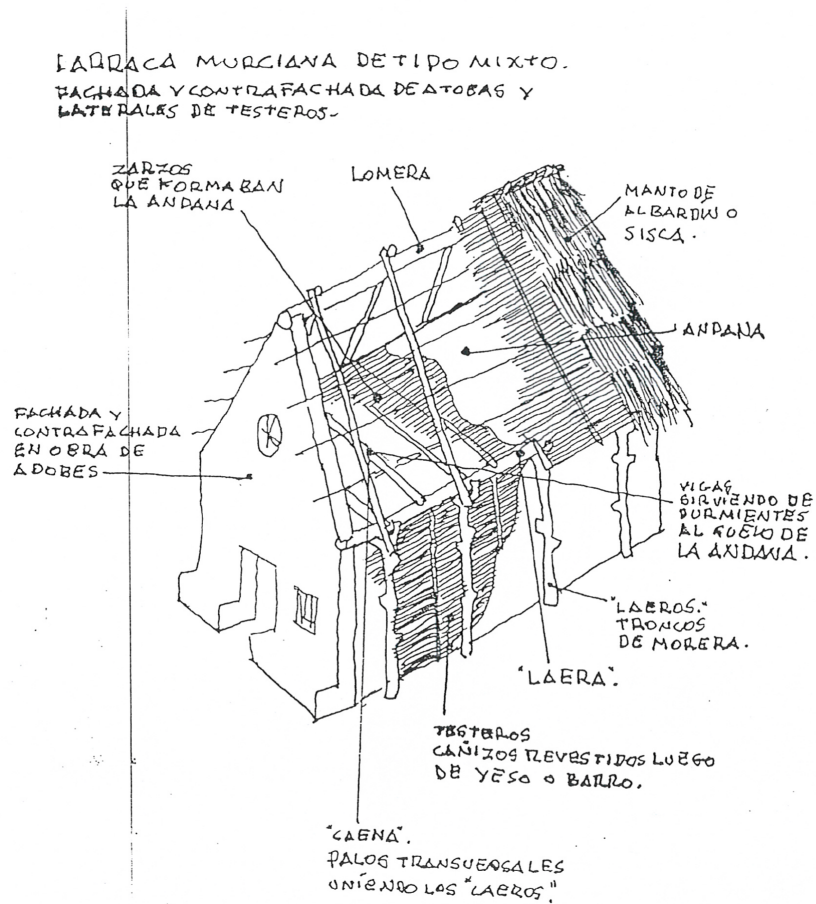


Figura 2.2.2 / 11: Perspectiva arraca murciana de tipo mixto (atobas y testeros). Origen siglo XIV hasta final del siglo XIX, (Soldevila, 2001, p.42)
Fuente: Fondo documental del Museo de la Huerta – Alcantarilla (Murcia) - (1970, p.34)

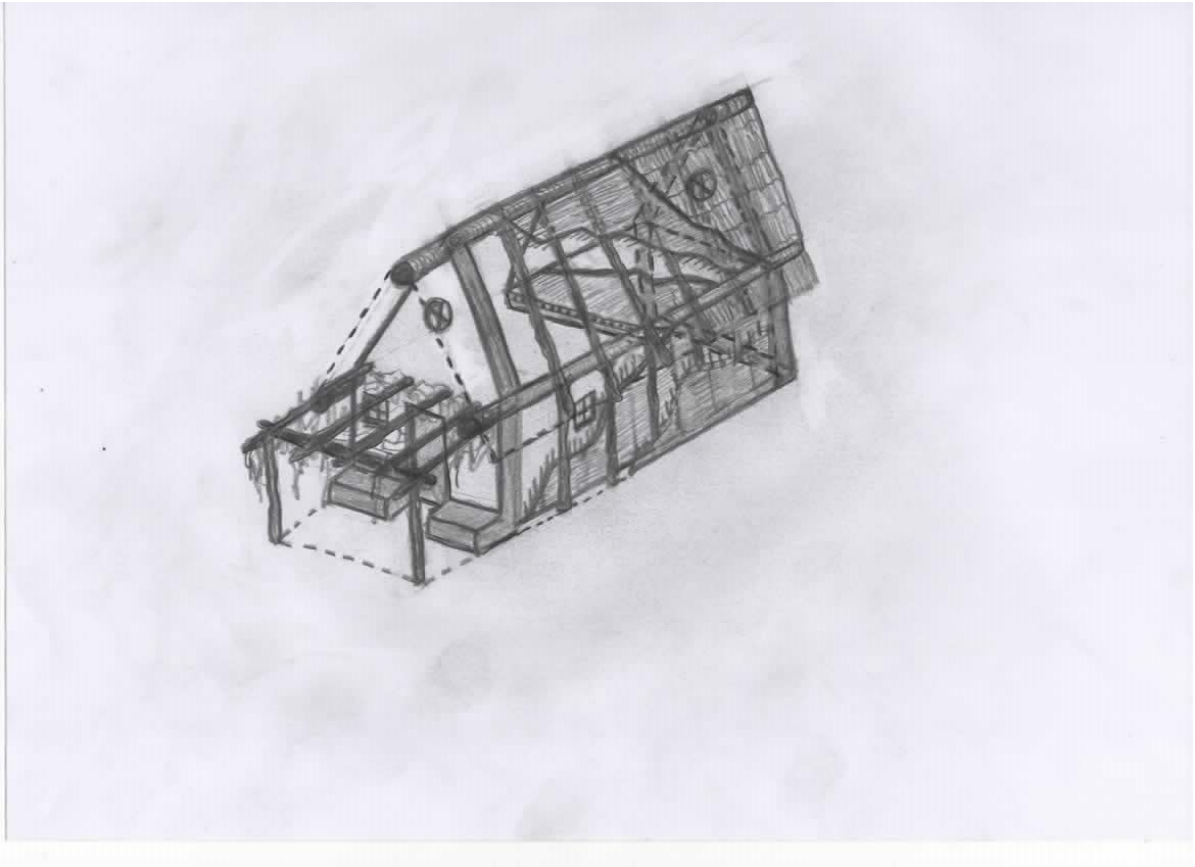


Figura 2.2.2/12: Perspectiva de barraca murciana del tipo mixto (fachadas norte y sur de atobas aparejadas y fachadas este / oeste - testeros construidos con troncos normalmente de morera y doble cañizo interior y exterior revestidos con barro o yeso).

Fuente: Elaboración propia del doctorando (Adenda a figura 2.2.2/11: pérgola-emparrado a sur y andana ocupando la mitad de la planta)

De la descripción y representación de los diversos elementos constructivos de la barraca murciana (figuras 2.2.2 / 11, 12 y 13), se deduce su sistema de ejecución y acabados:

Suelo: tierra arcillosa apisonada.

Cubrición: viga lomera y cerchas de madera poco trabajadas, cubiertas con un manto de esparto / albardín sobre cañizo.

Carpintería de madera: dos pequeñas ventanas y dos puertas a norte y sur, las cuales se componían de «dos» mitades para producir ventilación cruzada,

mediante la apertura de las «dos» mitades superiores. La ventilación cruzada natural, también era posible mediante la apertura de las dos ventanas circulares situadas en las fachadas norte y sur.

En síntesis, la barraca murciana se autoconstruía por sus futuros moradores, con materiales extraídos del entorno inmediato (kilómetro cero), y con ayuda de un familiar o amigo experto barraquista.

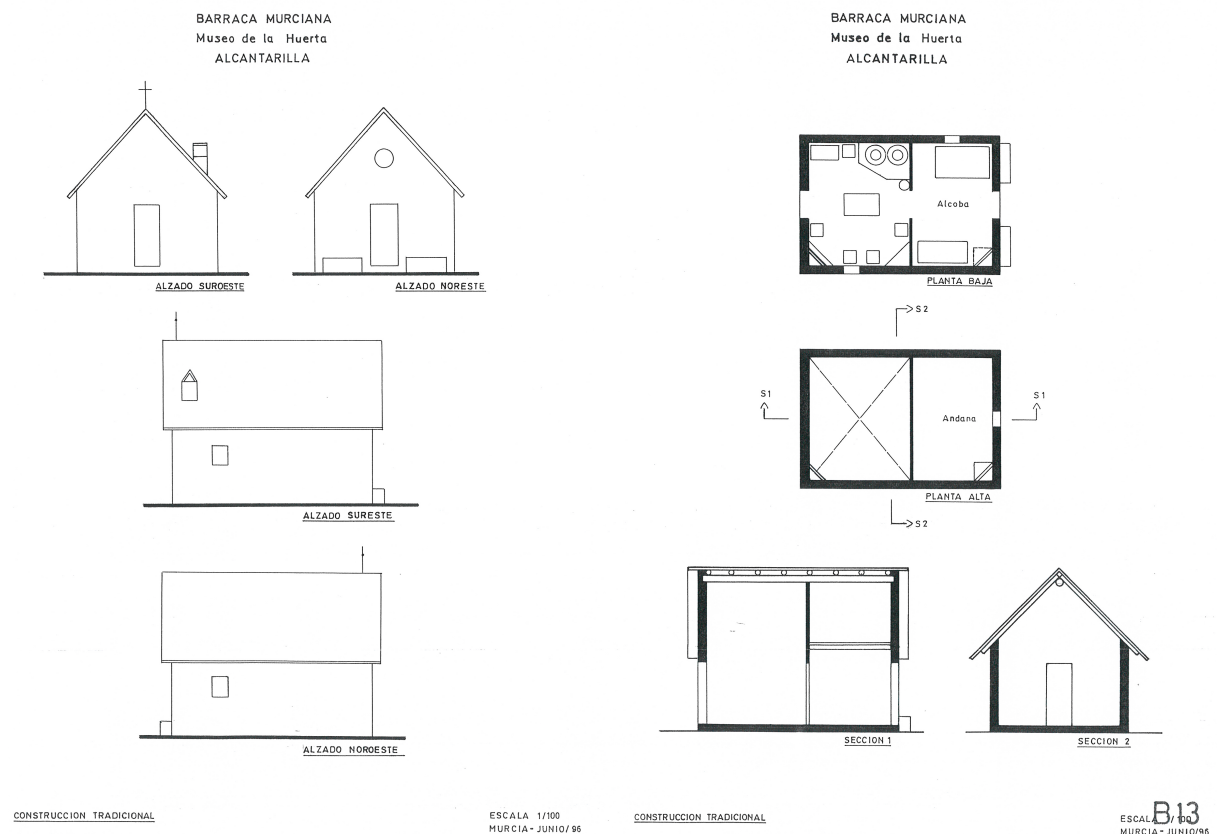


Figura 2.2.2 / 13: Barraca murciana - Plantas, Alzados y Secciones

Fuente: Museo de la Huerta (Alcantarilla) y elaboración propia del autor (1996)



Figura 2.2.2/ 14: Proyecto de Barraca de emergencia contra las inundaciones para la huerta de Murcia, propuesta en el año 1879 por el arquitecto D. José Marín Baldo
Fuente: Junta de Socorro de Madrid (1879)

En la figura 2.2.2/ 14, se representa el proyecto de barraca de emergencia contra las inundaciones para la huerta de Murcia, propuesta en el año 1879 por encargo de la Junta de Socorro de Madrid, al arquitecto D. José Marín Baldo, que ante el peligro histórico que suponía las riadas en la huerta de Murcia, y en concreto por los efectos producidos por la riada de Santa Teresa del año 1879,

propuso la construcción de la barraca elevada sobre pilares con la planta baja diáfana , y con una pequeña balsa en su parte posterior que permitiese la evacuación de los habitantes de la barraca , en el caso de que la altura del agua llegase hasta la planta superior,...(esta idea de barraca sobre pilares, se desarrollara en el epígrafe 4.3, dedicado a variantes de los prototipos).

A continuación, se sintetizan los 17 atributos de la barraca murciana, que serán incorporados en el diseño del prototipo, integrando en las virtudes que tradicionalmente caracterizaron a la barraca murciana, paradigma de casa mínima, autoconstruida y sostenible:

- (1) Orientación fachada principal a sur.
- (2) Materiales de construcción “tomados” del entorno inmediato.
- (3) Distribución espacial interna con doble altura.
- (4) Ventanas de reducidas dimensiones.
- (5) Ventilación cruzada mediante dos ventanas circulares y dos “medias” puertas en fachadas sur y norte.
- (6) Cubierta con pendientes a dos aguas, y aleros volados.
- (7) Programa funcional / familiar mínimo e integrado.
- (8) Tres sistemas constructivos: de atobas, de testeros y mixto.
- (9) Aprovechamiento / uso del altillo abuhardillado bajo cubierta.
- (10) Imagen de casa que se integra en el paisaje lejano y en su entorno inmediato.
- (11) Cocina integrada en salón / comedor y en torno a la chimenea para cocinar y calentar la casa a “plenum” en el doble espacio de acceso.
- (12) Acumulación de agua potable en grandes tinajas, y mediante aljibe / pozos.
- (13) Mobiliaria mínimo y austero.
- (14) Bajos costes de construcción / autoconstrucción.
- (15) Orgullo de los habitantes de la tradicional barraca murciana, para con “su” casa.
- (16) Materiales de construcción sostenible, reciclables y con 2º ciclo de vida.
- (17) Sistemas constructivos con lógica estructural de muros de carga y pilares en el interior de la fachada, protegidos por dos hojas de cerramiento con cañas y yeso, por el exterior y por el interior de los muros testeros.

Por último, se hace especial referencia al Anexo A, como antecedente del presente trabajo: “*Documentación gráfica sobre la barraca murciana*”, síntesis gráfica del trabajo monográfico de doctorado titulado: “*Sistemas constructivos en la arquitectura popular española*”, impartido durante el curso 1995/1996 por el profesor Dr. D. Luis Maldonado.

2.3.- PRINCIPIOS DE SOSTENIBILIDAD Y AUTOSUFICIENCIA

2.3.1.- CASAS SOSTENIBLES: CONCEPTO, PRINCIPIOS BASICOS Y PROTOTIPOS DE REFERENCIA

Una casa se considera que es sostenible, cuando para su construcción se ha empleado la energía y recursos “mínimos” necesarios para cubrir las necesidades básicas de sus moradores, siendo respetuosa con el medio ambiente y no causar ningún impacto ambiental, es decir que la casa:

- Se ha construido con materiales sostenibles/renovables, fabricados en factorías próximas a su ubicación.
- Está orientada a sur/mediodía, para un buen soleamiento y tener ventilación cruzada natural.
- Dispone de dispositivos pasivos que le permiten ahorrar energía, mecanismos para un consumo mínimo de agua potable, y depósitos de almacenamiento del agua de lluvia.
- Es de volumetría compacta, envolventes con aislamiento térmico y acústico, una distribución/estructuración modulada y de reducida superficie.

Los principios básicos a los que han de responder las casas sostenibles, son los siguientes (Jourda, 2012):

- (A).- ¿Es optima la orientación del edificio?
- (B).- ¿Es suficientemente compacto el volumen del edificio?
- (C).- ¿Es posible la ventilación natural del edificio?
- (D).- ¿Existen espacios amortiguadores que protejan del sol?
- (E).- ¿Pueden recogerse/reciclar las aguas residuales y pluviales?
- (F).- ¿Son desmontables la estructura y los elementos de fachada?
- (G).- ¿Tiene el edificio suficiente masa térmica?
- (H).- ¿Es posible un enfriamiento/ ventilación natural?
- (I).- ¿Son renovables los materiales?
- (J).- ¿Se facilita el mantenimiento?

Por tanto, para que una casa sea considerada “sostenible”, ha de responder positivamente a los principios básicos anteriormente referenciados.

Como muestra de sistemas y materiales sostenibles, a continuación, se hace referencia a:

- Mecanismos y estrategias para un consumo mínimo de agua.
- Conductos textiles para difusión homogénea de aire.

En el artículo técnico “*Como diseñar una vivienda sostenible en el uso del agua*” (Martin, 2015), se aportan como conclusiones para ahorro de agua, los siguientes mecanismos y estrategias:

- 1.- Optimización de la red de fontanería: aireadores en grifos y duchas. Cisterna de doble descarga. Urinarios masculinos para el hogar. Circuito de recirculación del agua caliente sanitaria (ACS), al estar normalmente el depósito en la cubierta, lejos de los puntos de consumo.
- 2.- Diseño sostenible del jardín y optimización del riego: red de riego por goteo autocompensado, con diseño de hidrozonas con especies de consumo similar.
- 3.- Control de evaporación de la piscina: lona de cubrición de la piscina. No situar la piscina en zonas de mucho viento.
- 4.- Aprovechamiento de aguas pluviales: con una superficie de cubiertas y terrazas de 189 m², se pueden acumular aproximadamente 100.000 m³ de agua/año, y ello en función de la zona climática donde se situó la casa.
- 5.- Reutilización de aguas tratadas: regeneración de aguas grises procedentes del lavabo y la ducha. Regeneración de aguas residuales, procedentes del váter y del fregadero.
- 6.- Drenaje aplicando sistemas urbanos sostenibles (figura 2.3.1 / 1): recargar los acuíferos, procurando infiltrar el agua de lluvia en el jardín, y no impermeabilizar las ciudades, ni desaguar las aguas pluviales a la red general de alcantarillado.

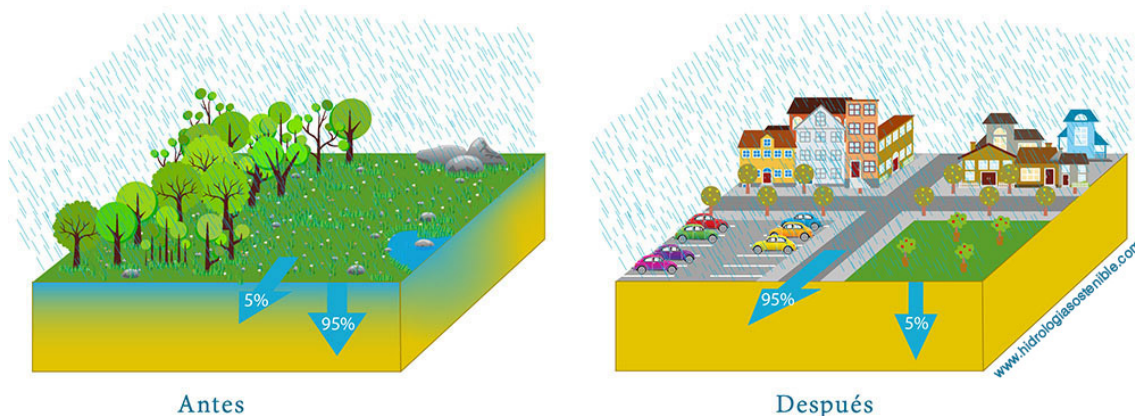


Figura 2.3.1 / 1: Efecto de impermeabilización de las ciudades que altera el ciclo hidrológico natural.

Fuente: www.hidrologiasostenible.com

7.- Otras medidas para ahorro de agua:

- Captación de aguas subterráneas y superficiales.
- Desalinización a pequeña escala.
- Depuración de aguas residuales por métodos extensivos, ...

Para un periodo de seguimiento de 8 años, con las medidas detalladas (1 a 6), se ha conseguido un ahorro de agua del 44%, y un ahorro económico del 55% en la factura (Martin, 2015).

Otro artículo técnico titulado “*Conductos textiles que proporcionan aire fresco y homogéneo*”, (FabricAir, 2024), presentado en Rebuild / 2024, Carlos Alonso

- Country manager de FabricAir, expuso lo siguiente (figura 2.3.1 / 2):

“...nuestra orientación actual, es reducir la huella de carbono, mejorar el confort y facilitar el mantenimiento y la higiene de los edificios”.

“...los sistemas de difusión textil, son el fruto de 50 años de investigación y ofrecen a los diseñadores de nuevos espacios, una oportunidad para innovar mediante diseños estéticos ilimitados, formas revolucionarias y mejoras frente a los sistemas tradicionales”.



Figura 2.3.1 / 2: Conductos textiles horizontales, que distribuyen aire de acondicionamiento climático uniformemente.

Fuente: FabricAir y Infoconstrucción (2024)

Por último, en este epígrafe, se hace referencia a varios prototipos de casas sostenibles, ordenadas de menor a mayor tamaño, y en relación con sus cualidades de casas sostenibles:

- 1º.- Casa Parasito: mínima, modular y sostenible. Autor: El Sindicato-arquitectura (2019).
- 2º. - Casa proyecto Essential Homes. Autores: Norman Foster Foundation y empresa Holcim (2023).
- 3º.- Centros escolares y casas sostenibles. Autor: Francis Kéré (2022).
- 4º.- Barrio residencial sostenible. Autor: Distopía – Laboratorio de Ciudad (2022).

PRIMERO: Casa Parasito: mínima, modular y sostenible. Autor: El Sindicato-arquitectura (2019)

La casa parásito, se compone de los siguientes espacios funcionales según leyenda de la figura 2.3.1 / 3:

- 1.- Rectángulo central, espacio para estar parado, ducha.
- 2.- Trapezoide adjunto, baño, almacenamiento al oeste.
- 3.- Trapezoide adjunto, cocina al este.
- 4.- Triangulo adjunto, cama y mesita de noche.

Dispone de una superficie de 12 metros cuadrados, siendo las cualidades básicas de casa “sostenible”, su modulación y las dimensiones mínimas de su composición, siendo su lugar previsto de ubicación las terrazas de edificios existentes,...a modo de parásito (Sindicato, 2019).



Figura 2.3.1 /3: Perspectiva axonométrica exterior e interior de casa parásito.

Fuente: El Sindicato - arquitectura

SEGUNDO: Casa proyecto Essential Homes. Autores: Norman Foster Foundation y empresa Holcim (2023)

La casa Essential Homes, fue presentada en el año 2023, en la XVIII Bienal de Arquitectura de Venecia, con la pretensión de ser *“la casa prefabricada del futuro, económicamente asequible y 100% sostenible”*.

El prototipo ha sido desarrollado por Norman Foster Foundation ,y la empresa Holcim, y pretende ser un paradigma de *“hogar , que ofrezca durabilidad, seguridad, dignidad y bienestar”*.

La casa tiene forma de iglú longitudinal, con 54 m² de superficie: (6 módulos de 1,50 m por 6 m = 9 m² por 6 módulos = 54 m²).

Según Norman Foster, es una *“casa pensada para refugiarse, si hay una tormenta, un tifón o un terremoto, pero también se podría habitar en condiciones normales”*. (Foster, 2023)

La iluminación natural, se prevé mediante cuatro claraboyas circulares que se sitúan en el eje superior de la cubrición / envolvente, toda ella, de forma semielipsoidal, y que está conformada por láminas de hormigón ondulado aislado con espuma mineral (Figuras 2.3.1 / 4 a 2.3.1 / 7)



Figura 2.3.1 / 4: Norman Foster Foundation y Holcim proyecto Essential Homes. Vista aérea
Fuente: XVIII Bienal Arquitectura de Venecia (2023).



Figura 2.3.1 / 5: Norman Foster Foundation y Holcim proyecto Essential Homes. Alzado norte
Fuente: XVIII Bienal Arquitectura de Venecia (2023).



Figura 2.3.1 / 6: Norman Foster Foundation y Holcim proyecto Essential Homes. Alzado sur.
Fuente: XVIII Bienal Arquitectura de Venecia (2023).



Figura 2.3.1/ 7: Norman Foster Foundation y Holcim proyecto Essential Homes. Vista interior.
Fuente: XVIII Bienal Arquitectura de Venecia (2023).

TERCERO: Centros escolares y casas sostenibles. Autor: Francis Kéré (2022)

Francis Kéré, es considerado como el artífice de un nuevo paradigma de sostenibilidad, y fue reconocido con el premio Pritzker Architecture en el año 2022, por sus obras en Alemania y en África occidental, “...*implicándose en la mejora de la sociedad a través de la construcción sostenible,... estamos interrelacionados y las preocupaciones sobre el clima, la democracia y la escasez de recursos, son preocupaciones de todos nosotros*”.(Kéré, 2022)

“*Procuro no frustrarme imaginando un nuevo modo de hacer arquitectura que no sea rápido*”, comenta Kéré a propósito de la conveniencia de fabricar ladrillos “in situ”, como en la construcción de escuelas en la Alemania “preindustrial”, aplicando esta idea a las escuelas que construye en Burkina Faso, su país natal.

A continuación, se hace referencia literal y gráfica, a tres proyectos representativos de la obra “sostenible” de Francis Kéré:

- Escuela Primaria en Gando (Burkina Faso)
- Liceo Schorge (2016)
- Casas para médicos en Léo (Burkina Faso)

Escuela primaria en Gando: escuela que se ventila de modo natural (Figuras 2.3.1 / 8 y 2.3.1 / 9):

- Diseño modesto, sencillo y eficiente.
- Ladrillo híbrido fabricado “in situ”, compuesto de arcilla y cemento, que proporciona un buen aislamiento y resistencia estructural, mediante muros de carga.
- La escuela se asienta sobre una plataforma elevada de piedra.
- La cubierta superior, es de chapa metálica con amplios aleros, a modo de “paraguas/sombrilla”, para protegerse de la lluvia y del sol.
- La cubierta inferior, situada debajo de la de chapa, es de ladrillo formando bóveda, creando entre las dos cubiertas una cámara por donde circula el aire y evita el calentamiento de la cubierta de ladrillo, sustituyendo de forma natural al aire acondicionado por maquinaria industrial.

- La ventilación cruzada vertical, se realiza a través de las ventanas, y sale al exterior por las perforaciones situadas en la cubierta /techo de ladrillo “logrando que el edificio respire y se ventile por sí mismo”. (Kéré, 2022).

Con el sistema constructivo detallado, se consigue superar las dificultades de la escasa disponibilidad de recursos, bajos costes, rigores climáticos,...y lograr la viabilidad de las construcciones “sostenibles”.

El sistema constructivo se extendió y aplicó en otras escuelas como por ejemplo en el Liceo Schorge (2016), escuela secundaria de Koudougou (Burkina Faso), y en las casas para médicos situadas en Léo (Burkina Faso). (Figuras 2.3.1 / 10 y 2.3.1 / 11)



Figura 2.3.1 / 8: Escuela Primaria en Gando (Burkina Faso).
Fuente: Kéré Architecture (cortesía de Pritzker Architecture Prize)



Figura 2.3.1 / 9: Escuela Primaria en Gando (Burkina Faso).
Fuente: Kéré Architecture (cortesía de Pritzker Architecture Prize)



Figura 2.3.1 / 10: Liceo Schorge (2016).
Fuente: Kéré Architecture (cortesía de Pritzker Architecture Prize)



Figura 2.3.1 / 11: Casas para médicos en Léo (Burkina Faso)
 Fuente: Kéré Architecture (cortesía de Pritzker Architecture Prize)

Como conclusión de este subepígrafe, dejar constancia “...*que esta concepción constructiva “sostenible” y ecológica, a la vez que elegante por su sencillez y austeridad, es otra forma de entender la construcción en África*” (Kéré, 2022), en síntesis:

- Adecuación a las condiciones, necesidades locales y recursos del lugar.
- Construcción de tipo artesanal, con aprendizaje y aplicación de técnicas tradicionales, a la actualidad.
- No limitar la construcción a los sistemas constructivos europeos industrializados.
- Muros de ladrillo híbrido: compuestos in situ con arcilla y cemento.
- Doble cubierta ventilada.
- Iluminación natural directa e indirecta: filtros de luz, espacios de sombra.
- Estrategias pasivas para flujos de aire fresco: ventilación cruzada, torres eólicas,...
- Uso de materiales del entorno próximo: arcilla, madera, cañas,...
- “...*mi contribución es una pequeña gota de agua en el desierto de arena: es esperanza*” (Kéré, 2022).

CUARTO: Barrio residencial sostenible. Autor: Distopía – Laboratorio de Ciudad (2022). Figuras 2.3.1 / 12 a 16

“En Latinoamérica, y específicamente en Venezuela, el problema ecológico, si bien agravado por la sobrepoblación de algunas de sus ciudades, es un mal menor en las grandes extensiones territoriales, deshabitadas o muy poco pobladas, que componen alrededor del 75% del espacio geográfico venezolano”.(Distopía, 2022)

“ Un intento masivo dentro del subdesarrollo ha sido formalizar lo variado del barrio, el problema antes ésta situación es que se ha visto al mismo como una masa estructurada, y no como una criatura amorfa y cambiante, de manera que las soluciones deben partir del barrio y no hacia éste”.

“La vivienda integra, a su entorno doméstico, un proceso de sustitución que permitiría actuar sobre tejido barrial consolidado de alta densidad, como sería el caso de Petare o La Vega, por mencionar alguno, basándose en un contenedor que actúe como un recinto donde se acumulen todos los sistemas sostenibles”.

“La sostenibilidad humana busca que ambiente y hombre se solapen, que su atención ocurra al unísono e incluso, que una acción pueda aludir a ambas figuras. En la medida en que seamos capaces de atender las necesidades de nuestra población, podremos también solventar las de nuestro medio ambiente, siempre y cuando se llegue al estadio donde una de ellas no tiene por qué ir en detrimento de la otra”. (Distopía , 2022)



Figura 2.3.1 /12: Estructura ordenación urbanística en base al prototipo doméstico de sustitución ecológico en barrios de conformación paulatina.
Fuente: Giuliano Pastorelli y Distopía – Laboratorio de Ciudad.

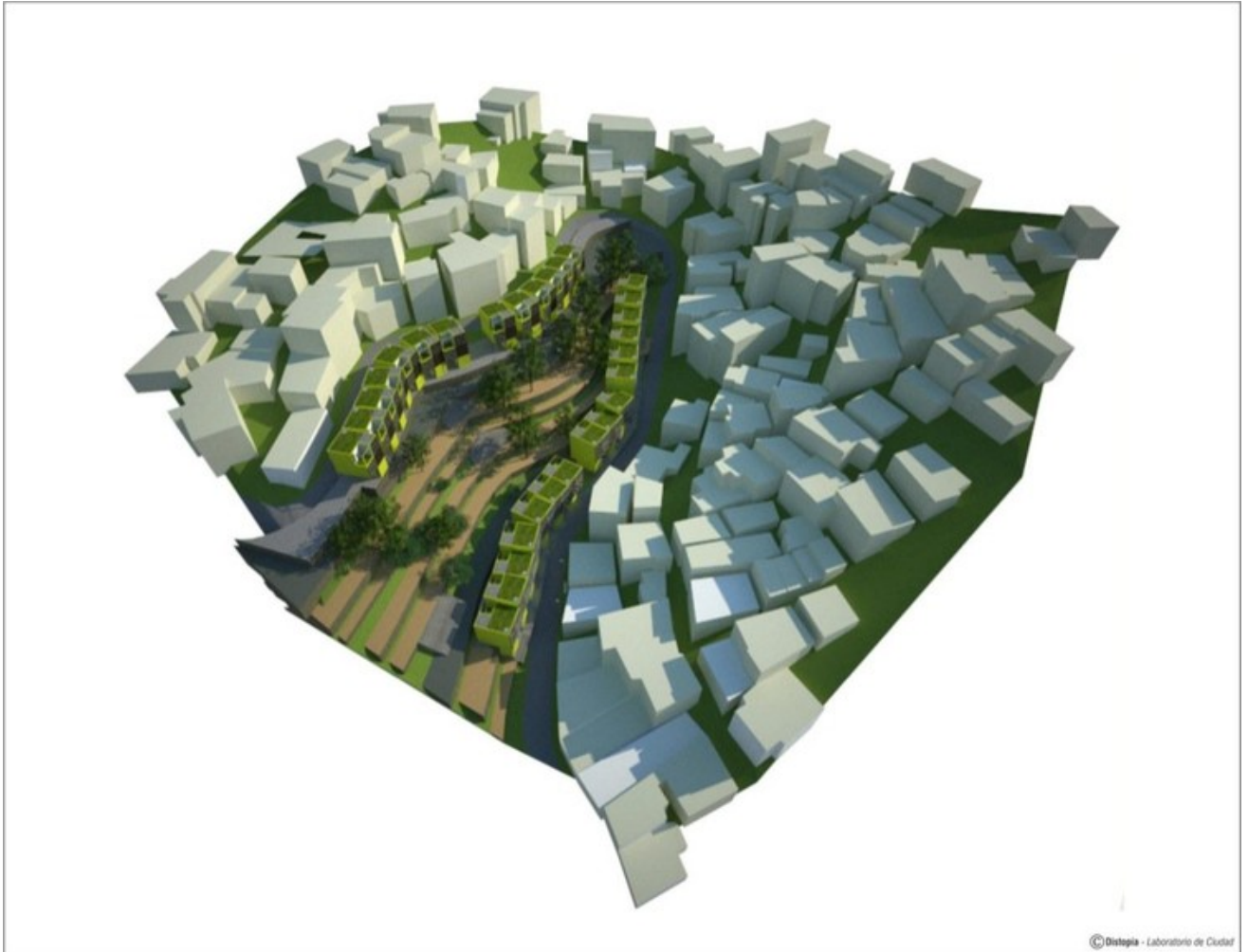


Figura 2.3.1 / 13: Barrio de Petare o La Vega (Caracas/ Venezuela): propuesta de ordenación urbanística, con el prototipo doméstico de sustitución ecológico en barrios de conformación paulatina.

Fuente: Giuliano Pastorelli y Distopía – Laboratorio de Ciudad.



Figura 2.3.1 / 14: Esquema de procesos y estrategias de sostenibilidad del prototipo doméstico de sustitución ecológico en barrios de conformación paulatina.

Fuente: Giuliano Pastorelli y Distopía – Laboratorio de Ciudad.



Figura 2.3.1 / 15: Vistas externas en 3D del prototipo doméstico de sustitución ecológico en barrios de conformación paulatina.

Fuente: Giuliano Pastorelli y Distopía – Laboratorio de Ciudad.



Figura 2.3.1 / 16: Plantas y sección del prototipo doméstico de sustitución ecológico en barrios de conformación paulatina.

Fuente: Giuliano Pastorelli y Distopía – Laboratorio de Ciudad.

2.3.2.-CASAS AUTOSUFICIENTES: CONCEPTO, PRINCIPIOS BASICOS Y PROTOTIPOS DE REFERENCIA

Una casa se considera autosuficiente cuando es capaz de generar en modo autónomo toda la energía necesaria para su funcionamiento, sin dependencia ni conexión con las redes públicas de suministro eléctrico, abastecimiento de agua potable, red de saneamiento,... incluso, en el presente trabajo se pretende que su “autosuficiencia”, suponga una cierta autonomía de productos para el consumo humano, mediante la explotación agrícola de la parcela en la que se ubica e integra, es decir, que la casa:

- Dispone de sistema de captación solar y/o eólica.
- Está aislada en toda su envolvente.
- Las carpinterías son estancas y con dimensiones reducidas.
- Depósitos acumuladores de agua potable y recogida de agua de lluvia.
- Recicla las aguas residuales para riego.
- Huerto vinculado a terreno donde se sitúa la casa, con instalación de riego por goteo autocompensado, para autosuficiencia gastronómica.

Los principios básicos a los que ha de responder una casa autosuficiente, son los siguientes (Vale, 1977; Vale, 2005; Heywood, 2015):

- (1).- ¿La casa está orientada a sur / mediodía? ¿Se utiliza para alumbrado bombillas LED de bajo consumo?
- (2).- ¿Tiene instalación solar fotovoltaica, mediante placas o techo solar, para autosuficiencia energética de la casa?
- (3).- ¿Dispone de aerogeneradores / turbinas eólicas, chimenea solar y/o sistema de geotermia?
- (4).- ¿La casa, está bien aislada en todas sus envolventes exteriores, siguiendo el patrón conceptual de Casa Passivhaus? (Wassouf, 2019)
- (5).- ¿Tiene invernadero? ¿Y acumulador solar para agua caliente sanitaria?
- (6).- ¿La carpintería es estanca, sin puentes térmicos y cristal doble, con dimensiones reducidas/ajustadas a iluminación natural?
- (7).- ¿Dispone de depósitos acumuladores de agua potable, pozo de suministro y recogida de agua de lluvia, con circuitos separativos?
- (8).- ¿Recicla y utiliza las aguas residuales, previo tratamiento de depuración?

(9).- ¿Tiene barreras vegetales arbustivas o arboladas para protección del viento y/o para formalizar recintos de umbría?

(10).- ¿Dispone de huerto vinculado a terreno donde se sitúa la casa, con instalación de riego por goteo autocompensado (horizontal), y de riego hidropónico (vertical), para autosuficiencia gastronómica?

Por tanto, para que una casa sea considerada “autosuficiente”, ha de responder positivamente a los principios básicos anteriormente referenciados.

Prototipos de referencia de casas autosuficientes:

A continuación se detallan diez prototipos de referencia de casas autosuficientes, ideados y desarrollados entre el año 1971 y el año 2024:

1º.- Casa autosuficiente Mr. Alexander Pike (1971 / 1979).

2º.- Casa autosuficiente de Brenda y Robert Vale (1972 / 1977)

3º.- Casa autosuficiente Vitra - Mr. Renzo Piano (2009 / 2013).

4º.- Casa autosuficiente Azalea – Valencia- Solar Decathlón Europe 2019 (2017/2021).

5º.- Casa autosuficiente “ecocápsula ovalada” (2016/2018).

6º.- Casa autosuficiente para la “Era del cambio climático “(2021).

7º.- Casa 1-Casa autosuficiente Zopherus de Rogers, Arkansas. Nasa- Marte (2017/2019).

8º.- Casa 2-Casa autosuficiente Marsha, de IA. Space Factory de Nueva York Nasa – Marte (2017/2019).

9º.- Casa 3 - Casa autosuficiente de Kahn Yates de Jackson, Mississippi. Nasa – Marte (2017/2019).

10º.- Casas autosuficientes de Elon Musk (2024).

PRIMERO: Casa autosuficiente Mr. Alexander Pike (1971 / 1979).

El 20 de agosto del año 1975, se publica en la revista “Arte y Cemento” (figuras 2.3.2 / 1 y 2), un artículo titulado “*La casa autónoma de Mr. Pike, que se abastece por sí misma*”, en cuyos contenidos se difundía documentación gráfica y descripción literal de las características del “prototipo” propuesto por Mr. Alexander Pike, profesor de la Facultad de Arquitectura de la Universidad de Cambridge. (Pike, 1975)

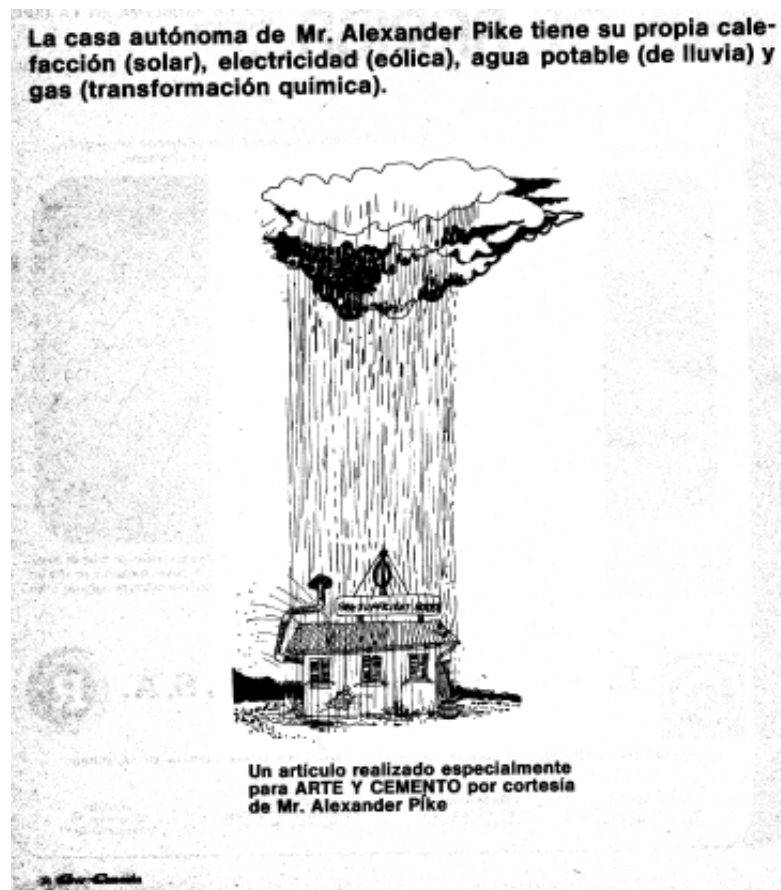


Figura 2.3.2 / 1: Portada del artículo publicado en 1975 de casa autosuficiente.

Autor Mr. Alexander Pike, docente de la Universidad de Cambridge.

Fuente: Arte y Cemento – número 1.076 de 20.08.1975.



Mr. Alexander Pike, autor del proyecto, junto a una maqueta preliminar de su casa autónoma.

Continuando con nuestra serie de artículos dedicados a los diferentes sistemas de ahorrar energía, hoy contamos con una interesante colaboración: la de Mr. Alexander Pike, director de un proyecto que se ha realizado en la Facultad de Arquitectura de la Universidad de Cambridge. El proyecto viene avalado por el patrocinio del Consejo de Investigaciones Científicas y el Departamento del Medio Ambiente, todo lo cual ya da idea de que no se trata de un ensayo caprichoso, sino de un estudio serio y práctico.

Pero digamos, en fin, de qué se trata: es una casa. Una vivienda de reducidas dimensiones en su exterior, pero con un aprovechamiento integral del espacio interno y, sobre todo, con un detalle que la convierte en caso de excepción: no necesita energía exterior de ningún género para ninguno de sus servicios. Ella sola se lo hace todo y se proporciona sus propios medios energéticos, contando tan sólo con la colaboración del sol, la ayuda del viento y la aportación de las nubes.

Mr. Alexander Pike, director del proyecto, ha tenido la gentileza de enviarnos una amplia documentación del mismo, a través de la cual podemos captar el gran interés de este trabajo, en el que ha contado con valiosas colaboraciones.

El proyecto comenzó sus estudios preliminares en 1971, pasó por la etapa de maqueta y, finalmente, se hizo realidad allí mismo, cerca de la Universidad, en un pequeño terreno donde se puede ver y admirar el diseño y funcionamiento de esta excepcional vivienda, donde una familia puede vivir perfectamente sin electricidad, sin agua, sin gas y sin ninguna aportación energética exterior. La electricidad, el gas, el agua, la calefacción, el agua caliente, etc., etc., lo consigue por sus propios sistemas autónomos,

tal como vamos a ver en la breve descripción de cada uno de estos procedimientos.

Ante todo, veamos el plano de la vivienda. Es una casa de dos plantas con dos dormitorios, salón living, comedor y servicios. Dispone, además, como puede verse de un ala que ocupa la altura de las dos plantas y que está destinada a un pequeño jardín que sirve también para recinto de juego de los niños, pero que tiene su césped y hasta sus árboles.

Observando desde el exterior el inmueble vemos en la parte superior un curioso aparato a modo de pararrayos: es el rotor generador de fuerza eólica que proporciona electricidad para la iluminación y cuenta con las correspondientes baterías de acumuladores con el fin de almacenar la electricidad en las horas de viento y suministrarla a lo largo de su utilización.

El agua caliente, calefacción y climatización están garantizados, naturalmente, por medio de los paneles solares instalados en el tejado y paredes de uno de los lados del inmueble orientados convenientemente.

Un adecuado diseño del tejado y canales recoge el agua de la lluvia. En el tejado, una serie de paneles solares accionan un alam-

Arte y Cemento 37

Figura 2.3.2. / 2: Artículo publicado en 1975, con imagen de maqueta de casa autosuficiente y foto del autor del proyecto Mr. Alexander Pike, docente de la Universidad de Cambridge. Fuente: Arte y Cemento – número 1.076 de 20.08.1975- pg. 37

El prototipo de casa autónoma, dispone de calefacción (solar), electricidad (eólica), agua potable (de lluvia), y gas (transformación química), es decir, que la casa autónoma de Mr. Pike, era “independiente” de las fuentes de energía tradicionales, con conexión a las redes generales de suministro eléctrico, gas y agua potable (figuras 2.3.2 / 3 a 9).

“La Casa Autónoma fue un proyecto experimental creado en 1974. La estructura fue concebida y diseñada por la División de Investigación Técnica del Departamento de Arquitectura de la Universidad de Cambridge (bajo la égida de Alexander Pike, el director del programa) para ser altamente eficiente energéticamente. El pensamiento principal fue crear una casa para el futuro que pueda existir por sí misma, generando sus propias fuentes de energía solo de la naturaleza. El aspecto de la independencia de los sistemas externos de electricidad, gas, petróleo, agua y alcantarillado es particularmente importante si asumimos que el mundo se enfrenta a una enorme escasez de energía nueva. A raíz del efecto invernadero y la crisis energética mundial, encontrar fuentes de energía limpia y alternativa y desarrollar aplicaciones para la vida cotidiana se han convertido en tareas urgentes.

En las casas intervienen dos atributos: El concepto era combinar muchos principios que anteriormente se usaban de forma aislada en un sistema integrado: la energía solar para proporcionar calor, el viento para proporcionar energía, la lluvia para satisfacer las necesidades de agua, los excrementos y los desechos del jardín para proporcionar gas para cocinar y nuevos diseños, recuperar y reciclar el calor y el agua perdidos. (Pike, 2015)

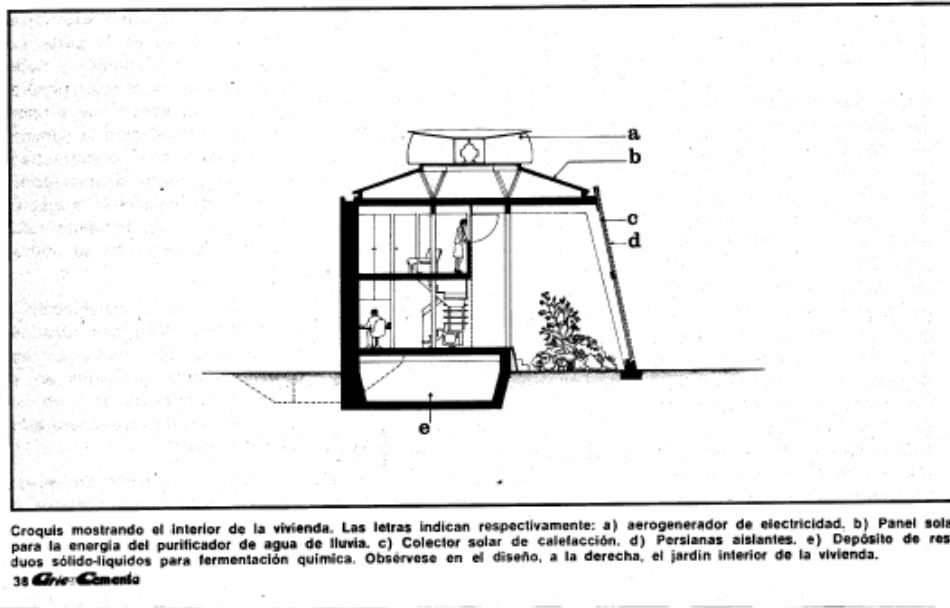


Figura 2.3.2. / 3: Sección de la casa autosuficiente proyecto Mr. Alexander Pike, docente de la Universidad de Cambridge.

Fuente: Arte y Cemento – número 1.076 de 20.08.1975.

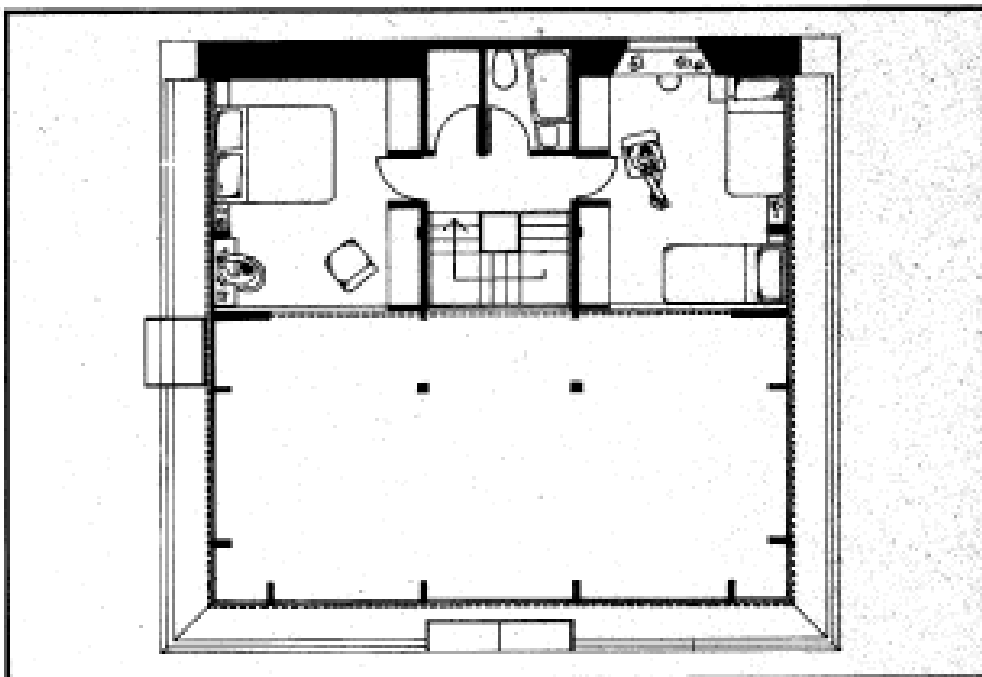


Figura 2.3.2 / 4: Planta alta de la casa autosuficiente, según proyecto de Mr. Alexander Pike, docente de la Universidad de Cambridge.

Fuente: Arte y Cemento – número 1.076 de 20.08.1975



Alexander Pike en la maqueta de la maison autonome, 1913.

Figura 2.3.2 / 5: Imagen de maqueta de casa autosuficiente y foto del autor del proyecto Mr. Alexander Pike, docente de la Universidad de Cambridge.

Fuente: Arte y Cemento – número 1.076 de 20.08.1975- pg. 37



Figura 2.3.2 / 6: Maqueta de casa autosuficiente. Autor del proyecto Mr. Alexander Pike: Fuente: Archifuturos. Habitar.1 De futuros y casas (7 abril 2015)



Figura 2.3.2. / 7: Maqueta de casa autosuficiente. Autor del proyecto Mr. Alexander Pike: Fuente: Archifuturos. Habitar.1 De futuros y casas (7 abril 2015)

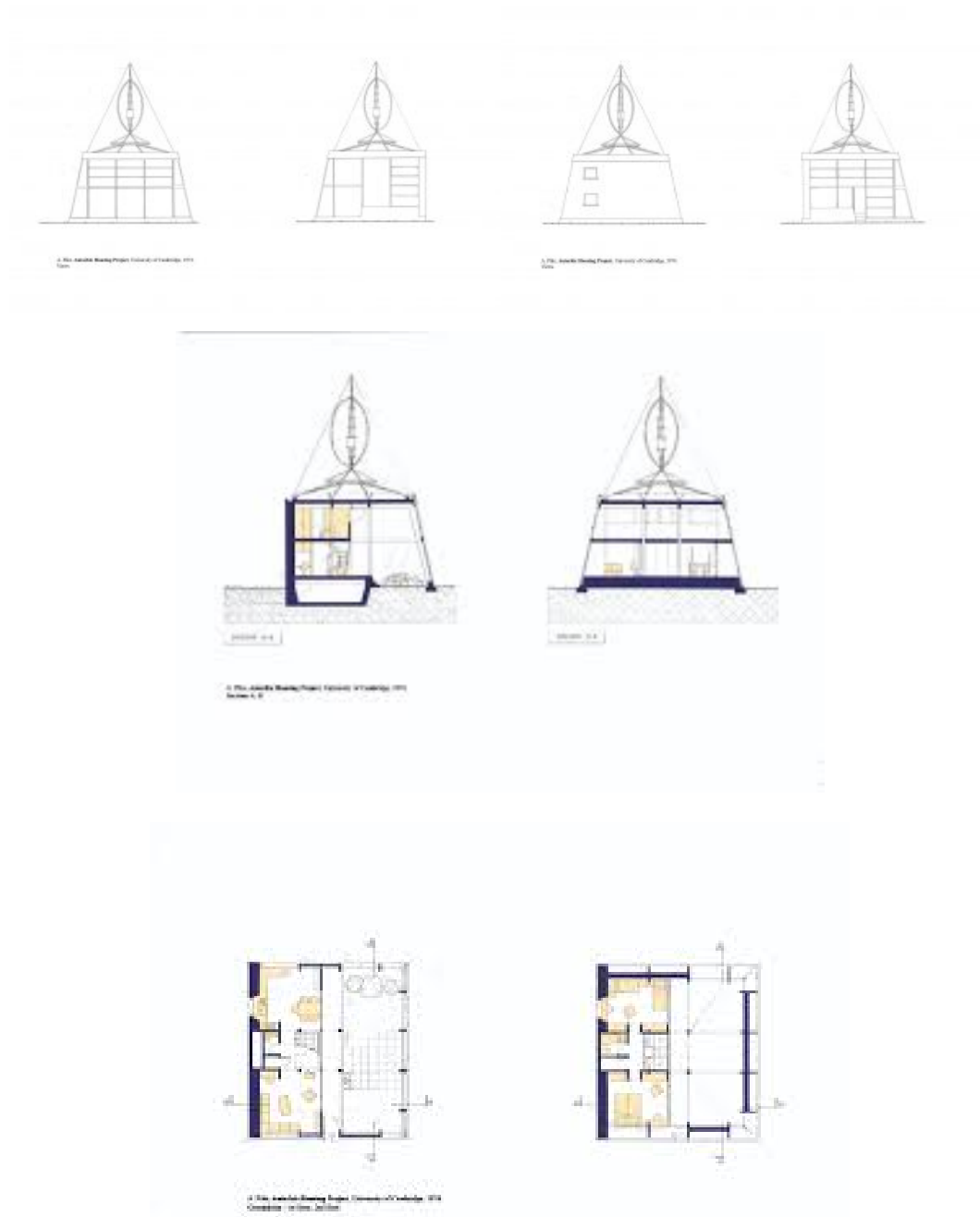


Figura 2.3.2 / 8: Alzados, secciones y plantas de casa autosuficiente. Autor del proyecto Mr. Alexander Pike.

Fuente: Archifuturos. Habitar.1 De futuros y casas (7 abril 2015)



Figura 2.3.2 / 9: Prototipo de casa autosuficiente construida en un terreno cercano a la Universidad de Cambridge.

Fuente: Arte y Cemento – número 1.076 de 20.08.75

SEGUNDO: Casa autosuficiente de Brenda y Robert Vale (1972 / 1977)

En el año 1972, el matrimonio inglés Brenda y Robert Vale, deciden hipotecar todos sus bienes para dedicarse exclusivamente a investigar sobre la “Casa autónoma: diseño y planificación para la autosuficiencia”, recopilando sus experiencias personales en una publicación pionera en la materia, que lleva dicho título. (Vale, 1975).

Superada la fase de investigación y experimentación directa y personal, recogen todo su trabajo en una nueva publicación con 25 capítulos, en los cuales desarrollan un prototipo de “casa autónoma” (figuras 2.3.2 / 10 y 11) , de forma amplia y detalladamente, mediante dibujos a mano alzada, donde se explican los mecanismos y procedimientos de autoconstrucción de numerosos artilugios para lograr la autonomía de una casa, desde el montaje de placas solares, hasta métodos de depuración de aguas residuales, depósitos de agua de lluvia, etc... (Vale, 2005)

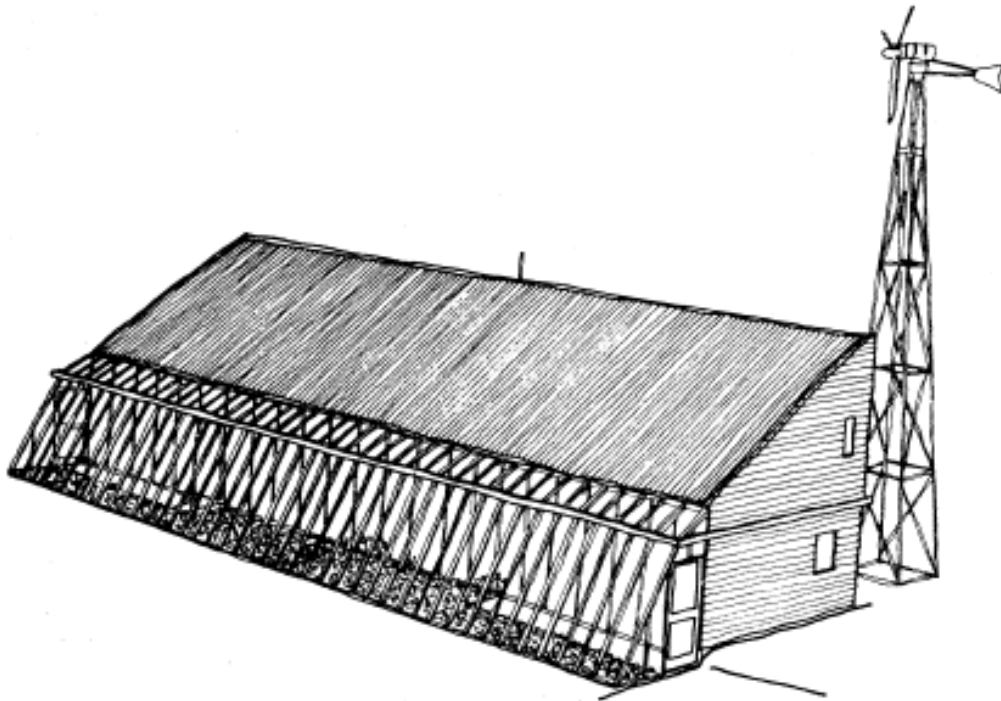


Figura 2.3.2 / 10: Casa autónoma vista desde el sur. Blenda y Robert Vale.

Fuente: La casa autónoma. Diseño y planificación para la autosuficiencia. (Vale, 1975, p.171)

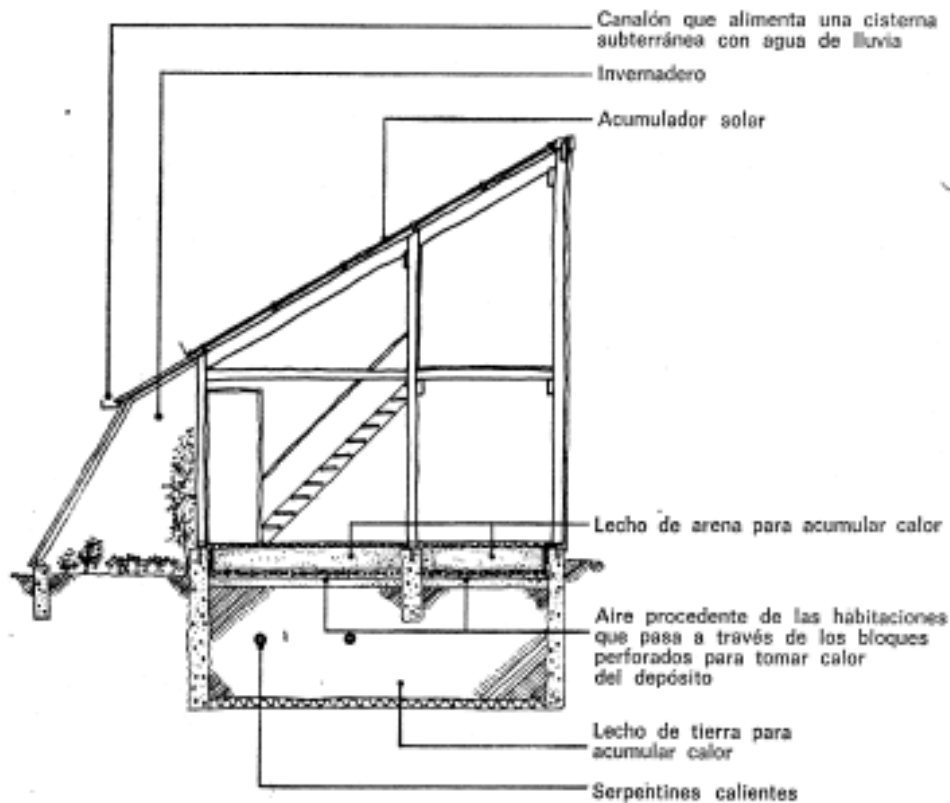


Figura 2.3.2 / 11: Sección transversal de casa autónoma. Blenda y Robert Vale.

Fuente: La casa autónoma. Diseño y planificación para la autosuficiencia. (Vale, 1975, p.171)

La casa se diseñó para cuatro personas, sobre un terreno de 5.000 metros cuadrados (media hectárea), tiene un elevado aislamiento térmico para evitar fugas de calor / frío, y cuenta con un invernadero en “toda” su fachada sur, que será una fuente de aire calentado por el sol, ... pudiendo ser también utilizado como jardín interior (figura 2.3.2 / 12).

El agua de lluvia, se recoge y purifica para beber, y el agua de lavado, también será purificada y usada de nuevo.

La fachada norte, tiene pocas ventanas, para reducir las pérdidas caloríficas.

La energía eléctrica es generada por un molino de viento, y se acumula en baterías. (Vale, 1975).

PROGRAMA DE DOCTORADO: INNOVACIÓN TECNOLÓGICA EN EDIFICACIÓN

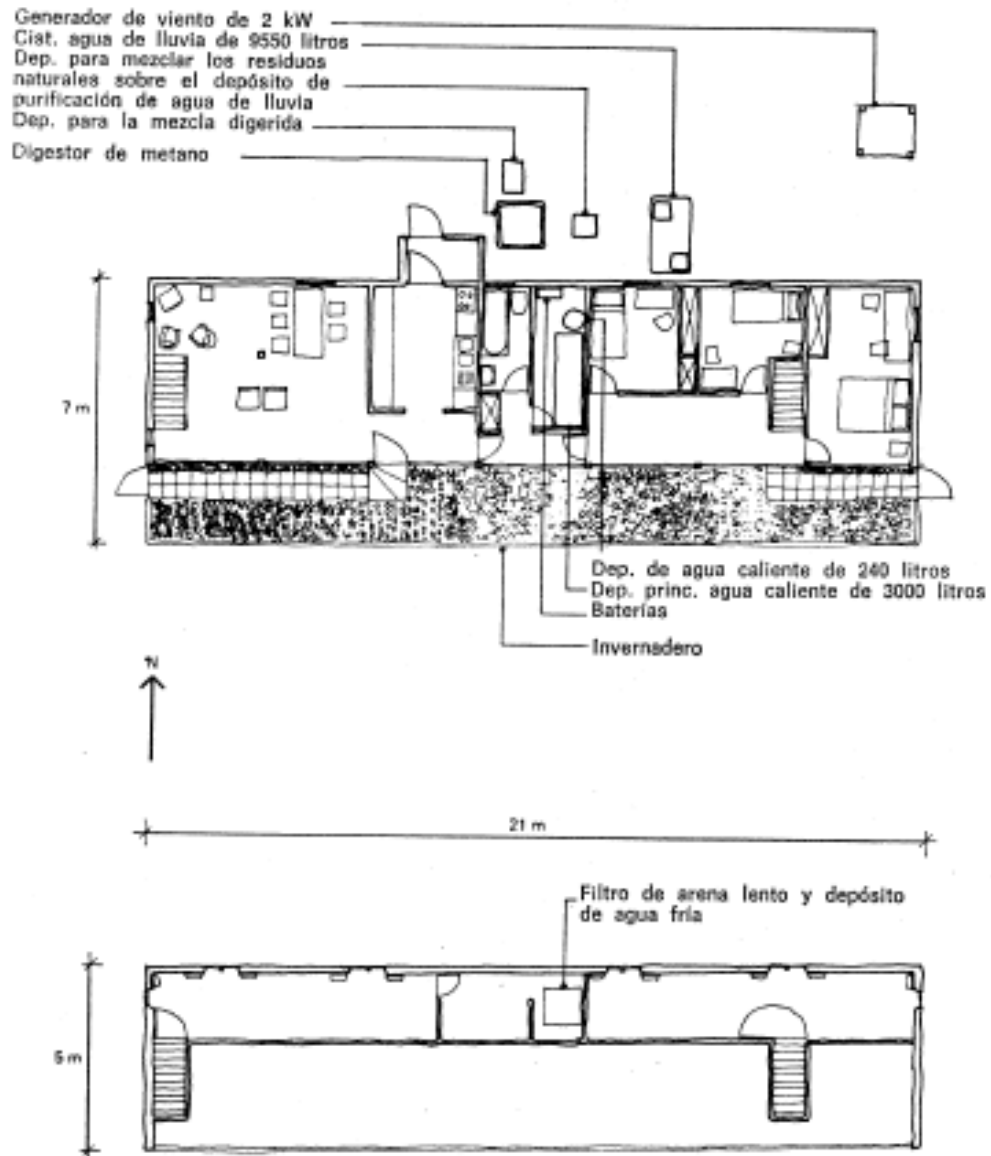


Figura 2.3.2 / 12: Planta baja y planta primera de casa autónoma. Blenda y Robert Vale.
 Fuente: La casa-autónoma. Diseño y planificación para la autosuficiencia. (Vale, 1975, p.172)

TERCERO: La casa autosuficiente VITRA de Renzo Piano (2009 / 2013).

La casa autosuficiente “Diógenes”, diseñada por Renzo Piano, forma parte del Campus VITRA, situado en Weil am Rhein (Alemania).

Según la publicación DOMUSXL, es una casa mínima de 9 m² construidos (2,50 m por 3,60 m), transportable en camión. Consta de un espacio principal con cama, mesa plegable y silla, y un anexo, tras una pared de separación, con una minicocina y un aseo compacto. El interior es de madera y el exterior está recubierto de aluminio, con uniones remachadas y cantos/esquinas redondeadas. La cubierta es a dos aguas, al sur con paneles solares y al norte una ventana panorámica rectangular, situada sobre la cama, ...

El prototipo fue publicado por Renzo Piano en el año 2009 en la revista italiana HABITARE, interesándose por Diógenes el presidente de VITRA, Rof Fehlbaum, que fue el mecenas / financiador de la construcción, siendo el prototipo presentado en la feria Art Basel en el año 2013 (figuras 2.3.2 / 13 a 22).

La casa Diógenes, es autosuficiente dado que:

- 1.- Genera y almacena la energía eléctrica que necesita, mediante un sistema fotovoltaico.
- 2.- Bajo el suelo dispone de depósitos de reserva de agua y también, recoge el agua de lluvia, la depura y emplea como suministro de agua potable.
- 3.- Superficie mínima: nueve metros cuadrados.
- 4.-, Ventilación natural, w.c., biológico, y triple acristalamiento.

Piano define su prototipo Diógenes, apto para muy diversas coyunturas, usos y emplazamientos, de la siguiente manera: “...romántico, que ofrece calma espiritual. Diógenes proporciona lo que es realmente necesario, nada más”. (Piano, 2009).

(Nota: El filósofo Diógenes, elige la opción de vivir en un tonel, renunciando a los espacios y lujos de las casas señoriales, ...)



Figura 2.3.2 / 13: Casa industrializada autosuficiente: Prototipo- Diógenes – Renzo Piano
Fuente: Casa Vitra (2013)

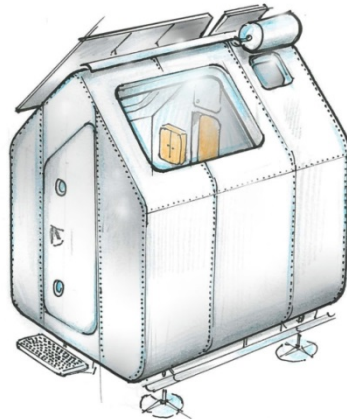


Figura 2.3.2 / 14: Casa industrializada autosuficiente: Axonometría del prototipo- Diógenes – Renzo Piano
Fuente: Casa Vitra (2009)

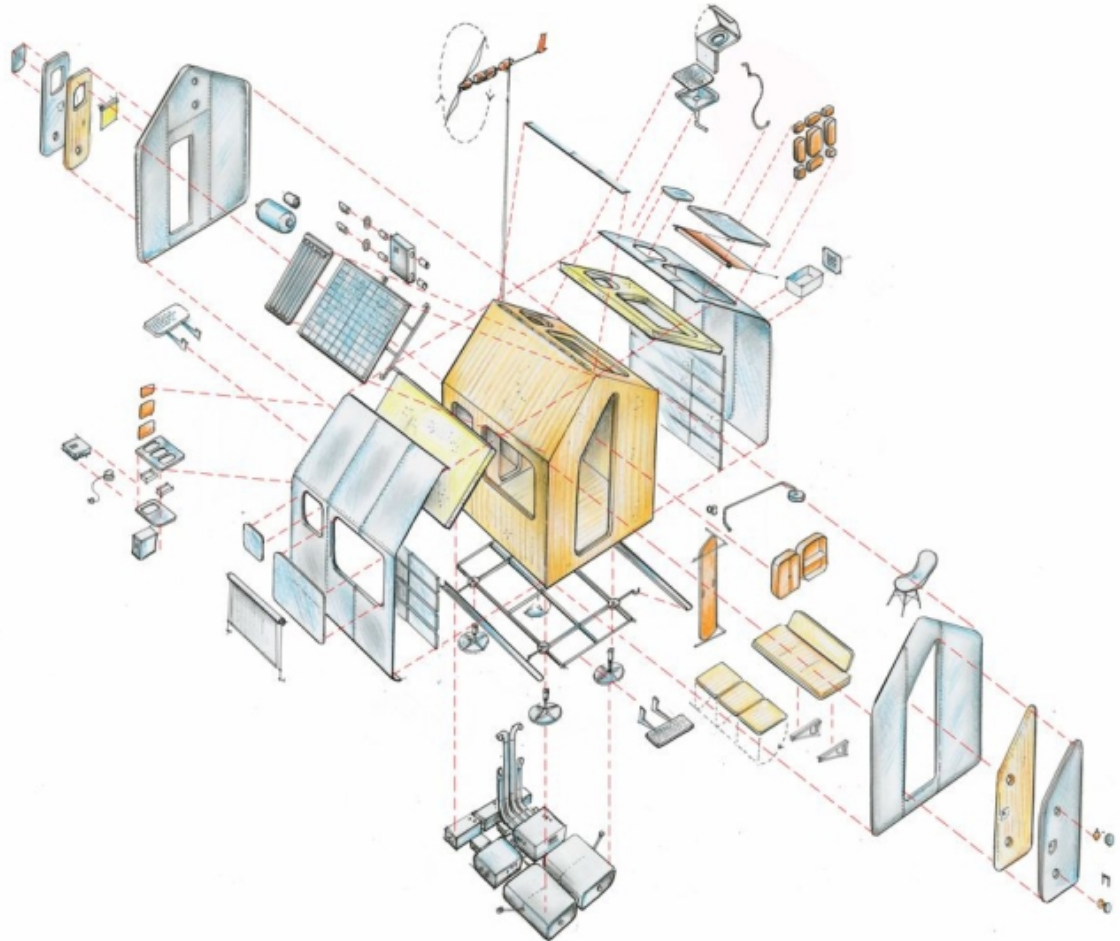


Figura 2.3.2 / 15: Casa industrializada autosuficiente: Axonometría con despiece de los elementos componentes del prototipo- Diógenes – Renzo Piano
Fuente: Casa Vitra (2009)



Figura 2.3.2 / 16: Casa industrializada autosuficiente: Vista lejana desde el noreste del prototipo-Diógenes – Renzo Piano
Fuente: Casa Vitra (2013)



Figura 2.3.2 / 17: Casa industrializada autosuficiente: Vista cercana desde el noreste Prototipo-Diógenes – Renzo Piano
Fuente: Casa Vitra (2013)



Figura 2.3.2 / 18: Casa industrializada autosuficiente: Vista desde el noroeste del prototipo-Diógenes – Renzo Piano
Fuente: Casa Vitra (2013)



Figura 2.3.2 / 19: Casa industrializada autosuficiente: Vista interior del espacio principal del prototipo- Diógenes – Renzo Piano
Fuente: Casa Vitra (2013) © Vitra (Fotografía: Julien Lanoo).



Figura 2.3.2 / 20: Casa industrializada autosuficiente: Vista interior del espacio anexo del prototipo-Diógenes – a la derecha la minicocina y a la izquierda la puerta del aseo. Renzo Piano
Fuente: Casa Vitra (2013) © Vitra (Fotografía: Julien Lanoo).



Figura 2.3.2 / 21: Casa industrializada autosuficiente: Vista del espacio superior de la minicocina del prototipo- Diógenes – Renzo Piano
Fuente: Casa Vitra (2013) © desingboom



Figura 2.3.2 / 22: Casa industrializada autosuficiente: Sistema de transporte del prototipo- Diógenes, desde la factoría hasta el solar / parcela/ terreno,... – Renzo Piano
Fuente: Casa Vitra (2013) © desingboom

CUARTO: Casa autosuficiente Azalea – Valencia- Solar Decathlon Europe 2019 (2017/2021)

El prototipo Azalea, fue desarrollado por un equipo formado por 48 estudiantes y egresados de 16 titulaciones diferentes de la Universidad Politécnica de Valencia.

El objetivo del proyecto y construcción del prototipo, fue participar en el concurso “Solar Decathlon Europe 2019”, contando con el patrocinio de cuatro Organismos Oficiales y con más de 50 empresas del sector, con un presupuesto aproximado de 500.000 euros.

El proyecto y el prototipo fue desarrollado durante los años 2017 a 2019, fecha de celebración del Concurso y año en el que se habría de construir el prototipo en Hungría, sede del Concurso.

El equipo de trabajo se dividió en cinco grupos: arquitectura, energía, electrónica, gestión y comunicación.

El proyecto Azalea, está inspirado en la barraca valenciana (figuras 2.3.2 / 23 y 24), como construcción vernácula en peligro de “extinción”, lo que motiva y sensibiliza al equipo para iniciar una aventura que culmina con éxito, tanto para la huerta de Valencia, como para la sociedad que avalo el proyecto.

La casa autosuficiente Azalea (figuras 2.3.2 / 25 y 26), dispone de 80 metros cuadrados (7,50 m por 10,50 m), es decir, con más superficie que la tradicional barraca valenciana, que tiene 50 metros cuadrados.

En su interior, a similitud con la disposición funcional de la tradicional barraca valenciana, se conforma mediante dos zonas longitudinales, una polivalente diáfana que ocupa aproximadamente el 70% de la superficie total, y el otro 30% lo ocupa otra banda lineal de usos compartimentados para la cocina, baño y un dormitorio (figuras 2.3.2 / 27 a 30).

Además del sistema fotovoltaico de captación solar mediante 18 paneles, que garantizan la autosuficiencia de energía “limpia” de la casa, también dispone de:

- Sistema de filtrado verde y cultivos con riego hidropónico del huerto y plantaciones perimetrales e interiores de la casa.
- Sistema de depuración y reutilización de aguas grises.
- Cubierta norte y sur, cubiertas con polímero ligero orgánico.
- Fachadas ventiladas (la sur, con doble piel y motorizada)
- Motorización de las ventanas superiores, para ventilación interior y control térmico.
- Sistema estructural de madera laminada (GL-24h), modular y desmontable.
- Fachadas recubiertas por módulos autoportantes de tableros de contrachapado, con corcho triturado en su interior, que se elaboró con más de 300.000 tapones de corcho, ...suministrados por ciudadanos y establecimientos hosteleros de Valencia.
- Suelo, aislado con corcho y recubierto con hormigón.

Según Alina Marín, portavoz del equipo Azalea:

“...el conflicto con la huerta valenciana hay que abordarlo integrando diferentes puntos de vista y esto que nosotros planteamos, puede ser una solución”.

“...queremos una huerta viva, activa. No queremos solo admirarla, sino que se adapte al porvenir”.

“...igual la casa del futuro es la barraca”.

“...vivienda sostenible, como primer paso para reducir nuestro impacto en el medio ambiente, mediante la unión de tecnología, naturaleza, confort, sostenibilidad y tradición”.

El proyecto casa Azalea, fue reconocido y premiado en el concurso “Solar Decathlon Europe 2019 con tres premios:

1º premio en la Categoría de Arquitectura.

2º premio en la Categoría de Eficiencia Energética.

3º premio en la Categoría de Ingeniería y construcción.

Y ello, por ser Azalea un paradigma y ejemplo a seguir en cuanto a sostenibilidad y autosuficiencia.



Figura 2.3.2 / 23: Barraca tradicional de la huerta de Valencia. Fachada frontal principal con emparrado, orientada al sur.

Fuente: Proyecto casa AZALEA. Universidad Politécnica de Valencia. Certamen Internacional Solar Decathlon Europa (2019).



Figura 2.3.2 / 24: Tradicionalmente el emparrado y la fachada frontal esta orientada al sur, y en AZALEA por rendimiento y situación de las placas solares fotovoltaicas , es la fachada lateral la que esta orientada a sur.

Fuente: Proyecto casa AZALEA. Universidad Politécnica de Valencia. Certamen Internacional Solar Decathlón Europa (2019).



Figura 2.3.2 / 25: Fachada oeste.

Fuente: Proyecto casa AZALEA. Universidad Politécnica de Valencia. Certamen Internacional Solar Decatlón Europa (2019).



Figura 2.3.2 / 26: Fachada sur.

Fuente: Proyecto casa AZALEA. Universidad Politécnica de Valencia. Certamen Internacional Solar Decatlón Europa (2019).



Figura 2.3.2 / 27: Vista interior este-oeste.

Fuente: Proyecto casa AZALEA. Universidad Politécnica de Valencia. Certamen Internacional Solar Decatlón Europa (2019)



Figura 2.3.2 / 28: Vista interior oeste – este.

Fuente: Proyecto casa AZALEA. Universidad Politécnica de Valencia. Certamen Internacional Solar Decatlón Europa (2019).



Figura 2.3.2 / 29: Vista exterior suroeste, con referencia impresa a los tres premios recibidos.

Fuente: Proyecto casa AZALEA. Universidad Politécnica de Valencia. Certamen Internacional Solar Decathlón Europa (2019).



Figura 2.3.2 / 30: Grupo componentes de Azalea.

Fuente: Proyecto casa AZALEA. Universidad Politécnica de Valencia. Certamen Internacional Solar Decathlón Europa (2019).

QUINTO: Casa autosuficiente “ecocápsula ovalada” (2016/2018)

La “ecocápsula” por su mínima superficie (8,20 metros cuadrados) y por su instalación fotovoltaica y eólica, puede ser considerada como un paradigma de minicasa autosuficiente.

También, por sus forma ovalada y por sus dimensiones (2,20 m por 4,67 m), se puede transportar en un camión, incluso en helicóptero (Figura 2.3.2.5/ 9), y también en modo remolque con ruedas (figuras 2.3.2 / 31 y 32).

Interiormente dispone de una zona de estar/dormitorio con un sofá cama visto, y otra cama bajo la vista, que es extraíble, una mesa con dos sillas, una minicocina abierta y un aseo en recinto cerrado, con wc, ducha y lavabo (figuras 2.3.2 / 33 a 37).

También la “ecocapsula” cuenta con zona de almacenaje interior y otra zona de almacenaje exterior.

Su sistema de autosuficiencia energética, es mediante cédulas solares fotovoltaicas situadas en su parte superior y una hélice sobre mástil, para captar energía eólica. Bajo el suelo, dispone de depósitos de agua potable y de sistema de recogida/ tratamiento de agua de lluvia (figura 2.3.2 / 38).

Por sus reducidas dimensiones y autosuficiencia, la ecocápsula se puede transportar y situar en los más variados emplazamientos posibles, incluso al no ser su instalación fija, puede ser itinerante: río, playa, prado, montaña, ...y ello, por periodos de tiempo que el o los habitantes a bien lo tengan (figura 2.3.2 / 39).



Figura 2.3.2 / 31: Ecocápsula industrializada autosuficiente, situada en la orilla de un río,...
Fuente: Nice architect. Casa capsula ovalada (2018).



Figura 2.3.2 / 32: Ecocápsula industrializada autosuficiente, situadas en un prado y paisaje montañoso.
Fuente: Nice architect. Casa capsula ovalada (2018).

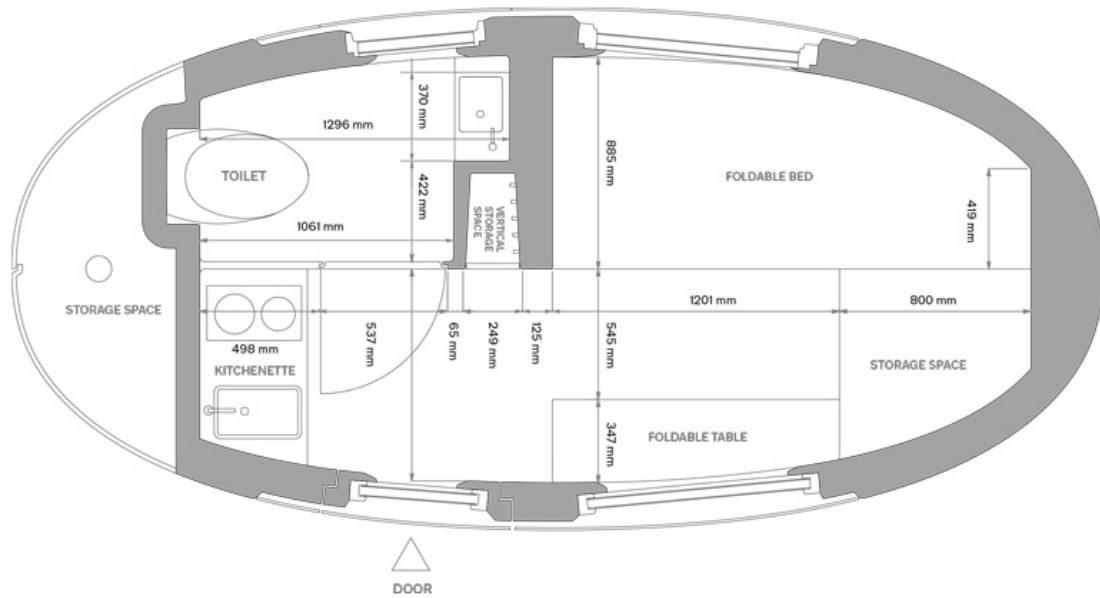


Figura 2.3.2 / 33: Planta de ecocápsula industrializada autosuficiente.
Fuente: Nice architect. Casa capsula ovalada (2018).

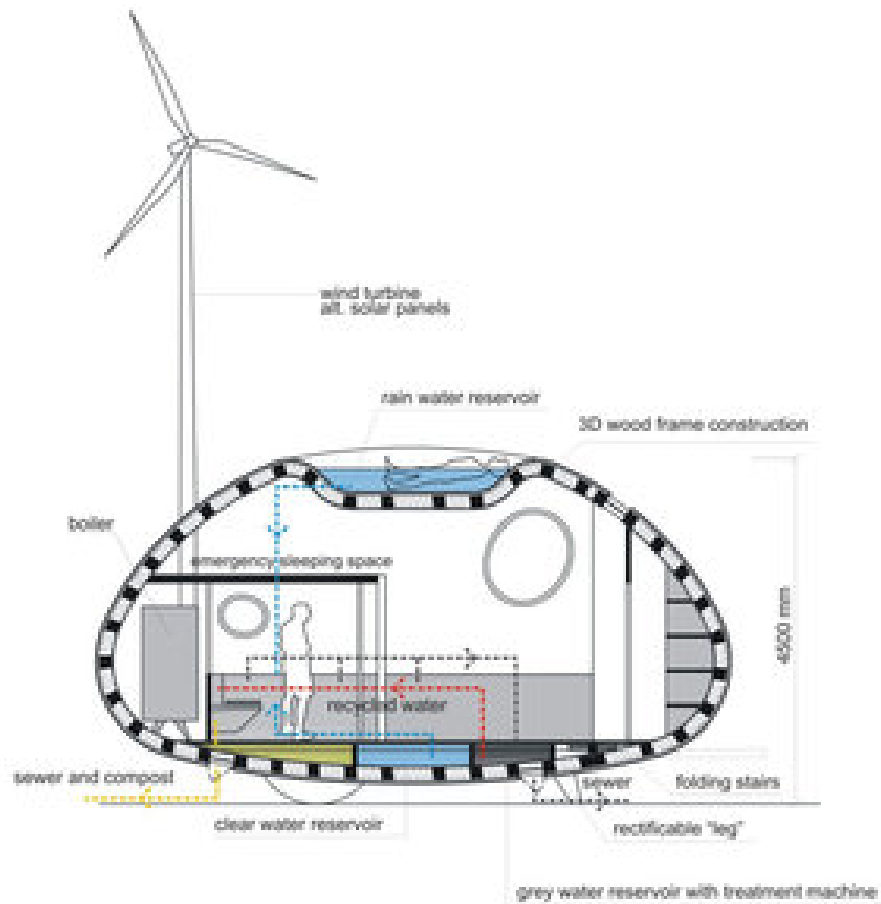


Figura 2.3.2 / 34: Sección longitudinal de ecocapsula industrializada autosuficiente. Versión con ruedas y piscina en la cubierta.

Fuente: Nice architect. Casa capsula ovalada (2018).



Figura 2.3.2 / 35: Interior de ecocápsula industrializada autosuficiente.
Fuente: Nice architect. Casa capsula ovalada (2018).



Figura 2.3.2 / 36: Aseo en recinto cerrado de ecocápsula industrializada autosuficiente.
Fuente: Nice architect. Casa capsula ovalada (2018).



Figura 2.3.2 / 37: Ecocápsula industrializada autosuficiente, situada en primera línea de playa.
Fuente: Nice architect. Casa capsula ovalada (2018).

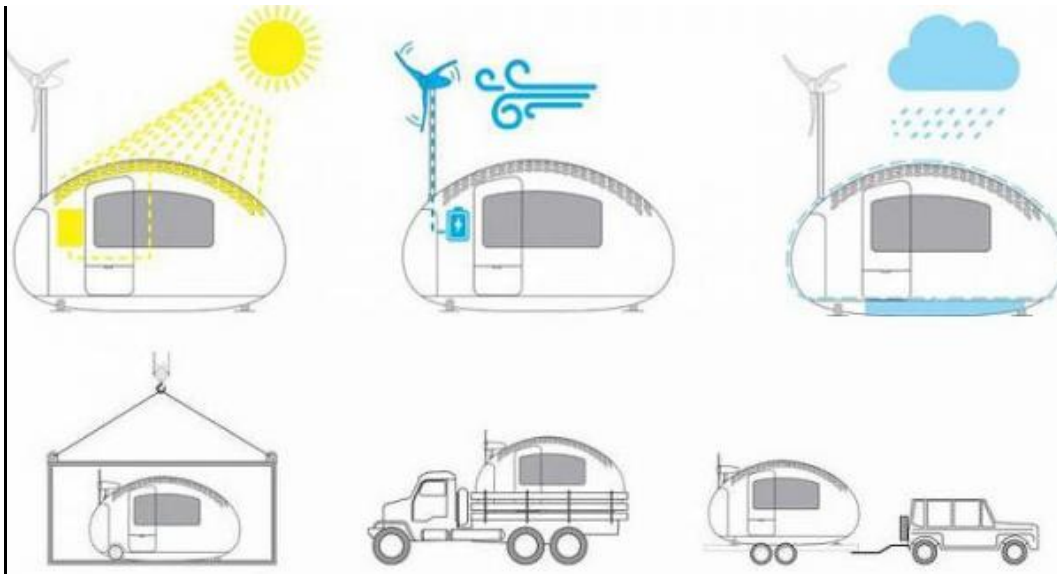


Figura 2.3.2 / 38: Sistemas de autosuficiencia y transporte de ecocápsula industrializada autosuficiente.
Fuente: Nice architect. Casa capsula ovalada (2018).



Figura 2.3.2 / 39: Transporte en helicóptero de ecocápsula autosuficiente.
Fuente: Nice architect. Casa capsula ovalada (2018).

SEXTO: Casa autosuficiente para la “Era del cambio climático “(2021)

El equipo de arquitectos e ingenieros W-LAB, han propuesto una casa autónoma para la “Era del cambio climático”.

Pronostican que en las próximas décadas, el planeta Tierra, y específicamente Europa, se va a transformar en una zona árida /desértica, ...por el efecto del actual cambio climático.

Proyectan pequeños asentamientos “ecológicos”, conformados con “casas mínimas y autosuficientes” con forma ovalada, transportables desde la fábrica hasta su emplazamiento. Las casas están dotadas de energía solar y eólica, para su autonomía energética, y baterías colocadas bajo el suelo de las casas.

Para el suministro de agua, prevén pequeñas desalinizadoras solares, el cultivo de alimentos en el interior de las casas (invernadero), y también al exterior, para autoabastecerse de alimentos con autonomía propia.

Están construidas con biomateriales y son resilientes ante las agresiones atmosféricas límite.

“...queríamos saber cómo sería vivir en un escenario post cambio climático, en el que reinaran los climas extremos”, declaran los promotores del proyecto. (W-LAB, 2021)

“...las casas autosuficientes, totalmente desvinculadas de las redes generales de suministro, serán muy valoradas por la escasez de recursos”, afirman desde W-LAB.

Los futuros asentamientos, *“...deberán planificarse más pequeños, no masificados, sostenibles, autosuficientes e hiperconectados”,* para ofrecer unas condiciones de vida saludable a sus habitantes. (W-LAB, 2021)

Las casas a modo de poblados, estarían dispuestas de forma radial en torno a un espacio central para actividades comunitarias al exterior, ... rodeando e integrando en el poblado, plantaciones masivas de palmeras, y de vegetación

autóctona del desierto, con muros perimetrales para protección de los vientos y tormentas de arena, todo ello, bajo el modelo de “oasis artificial”, como pequeñas comunidades resilientes y autosuficientes. (figuras 2.3.2 / 40 a 43).



Figura 2.3.2 / 40: Vista aérea de agrupación de casas autosuficientes para la “Era del cambio climático”

Fuente: <https://www.wds-lab.com/blog/w-lab-bioconstrucciones-autosuficientes> y www.verdeyazul.diarioinformación.com



Figura 2.3.2 / 41: Vista interior de casa autosuficiente para la “Era del cambio climático “
Fuente: <https://www.wds-lab.com/blog/w-lab-bioconstrucciones-autosuficientes> y www.verdeyazul.diarioinformación.com



Figura 2.3.2 / 42: Vista interior de casa autosuficiente para la “Era del cambio climático “
Fuente: <https://www.wds-lab.com/blog/w-lab-bioconstrucciones-autosuficientes> y www.verdeyazul.diarioinformación.com



Figura 2.3.2 / 43: Vista aérea de agrupación radial / pequeño poblado de casas autosuficientes para la “Era del cambio climático “

Fuente: <https://www.wds-lab.com/blog/w-lab-bioconstrucciones-autosuficientes> y www.verdeyazul.diarioinformación.com

SEPTIMO, OCTAVO Y NOVENO: Bases del concurso convocado por la NASA, sobre casas autosuficientes a construir en Marte - Proyectos premiados. (2017/2019).

La superficie de Marte es árida, si bien, recientemente se ha descubierto la existencia de agua bajo la superficie del planeta rojo, por lo que los científicos están estudiando la posibilidad de que pueda ser habitado por los humanos, situando la NASA esta posibilidad en el horizonte del 2030,...

La Agencia Espacial Estadounidense, convocó en el año 2015, un concurso de proyectos de casas autosuficientes, que se pudiesen construir en Marte.

Su superficie sería de 300 metros cuadrados, se construirían con tecnología 3D, tomando los materiales del entorno inmediato donde se implantaría la futura “colonia humana”, formada inicialmente por astronautas y científicos, para realizar en una primera fase trabajos de investigación.

La casa/refugio tendría capacidad para cuatro astronautas, también debería de disponer de un almacén para alojar maquinaria precisa para la misión.

Posteriormente, en marzo del año 2023 la NASA ha construido una casa con impresora 3D, para simular la vida humana en Marte. La casa se la denomina «Mars Dune Alpha» y se sitúa en el Centro Espacial Johnson de la NASA en Houston.

La casa dispone de 160 metros cuadrados, por tanto, de menor superficie que la prevista en el concurso convocado en 2015 que fue de 300 metros cuadrados, se compone de cuatro dormitorios y un gimnasio, *«donde vivirán confinados durante un año cuatro personas, simulando la vida en el planeta Marte»*, según Grace Douglas, investigadora principal del proyecto denominado Chapea.

Las instalaciones incluyen un huerto vertical, una sala médica, una zona de relajación y cuatro puestos / estaciones de trabajo, y también, una estación meteorológica y un invernadero.

La fecha probable del viaje, según Bill Nelson administrador de la NASA, será *«a finales de la década de 2030»*.

Los cuatro habitantes de la casa, estarán sometidos a pruebas de esfuerzo, estrés, restricciones de agua y cuantas contingencias se pudiesen producir durante los años que durase el viaje, la estancia y la vuelta al planeta Tierra, según manifiesta Grace Douglas.



Figura 2.3.2 / 44: Exterior de la casa «Mars Dune Alpha». Centro Espacial Houston de la NASA
Fuente: DW- Ciencia Global- Philipp Böll (13/04/2023).



Figura 2.3.2 / 45: Casa «Mars Dune Alpha» . Centro Espacial Houston de la NASA
Fuente: DW- Ciencia Global- Philipp Böll (13/04/2023).



Figura 2.3.2 / 46: Puestos / estaciones de trabajo de la casa «Mars Dune Alpha». Centro Espacial Houston de la NASA

Fuente: DW- Ciencia Global- Philipp Böll (13/04/2023).



Figura 2.3.2 / 47: Un dormitorio de la casa «Mars Dune Alpha». Centro Espacial Houston de la NASA

Fuente: DW- Ciencia Global- Philipp Böll (13/04/2023).



Figura 2.3.2 / 48: Invernadero artificial / huerto vertical para abastecimiento de los habitantes de la casa «Mars Dune Alpha». Centro Espacial Houston de la NASA
Fuente: DW- Ciencia Global- Philipp Böll (13/04/2023).

SEPTIMO: Casa 1- Casa autosuficiente Zopherus de Rogers, Arkansas. Nasa- Marte (2017/2019)

El primer premio del concurso fue para el equipo Zopherus de Arkansas, que propuso un modelo con aterrizaje sobre patas similares a una araña, que mediante tecnología 3D, y previo escaneado del entorno y ayudado por robots autónomos, que le suministrarían el material necesario a la impresora 3D, tomándolo de la superficie de Marte (figura 2.3.2 / 49).

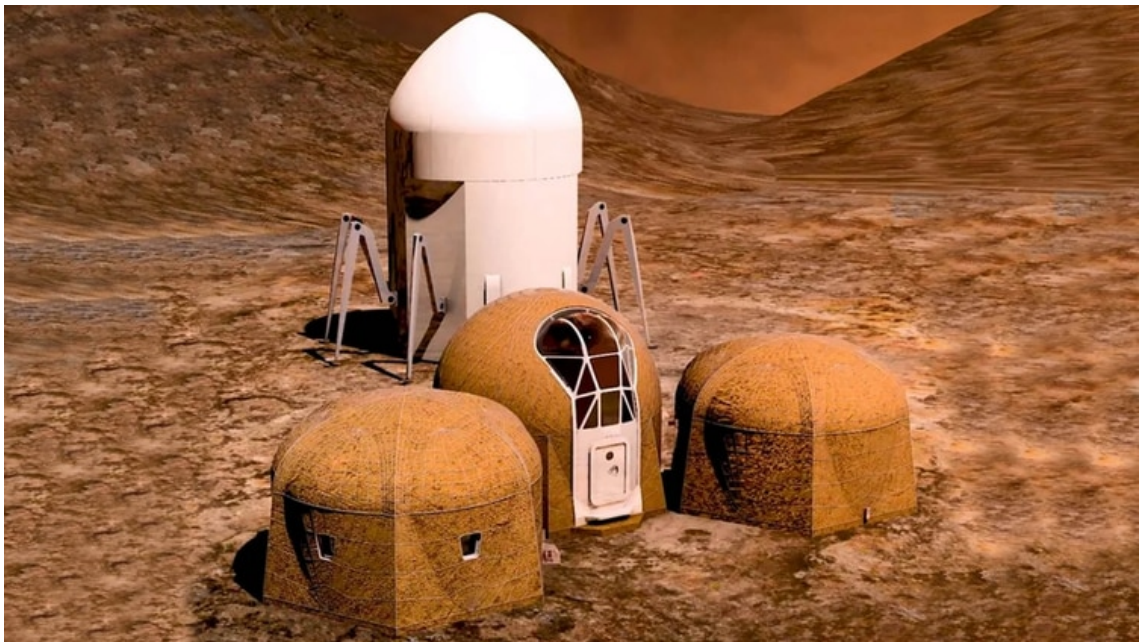


Figura 2.3.2 / 49: Casa 1- Casa autosuficiente Zopherus de Rogers, Arkansas. Nasa- Marte
Fuente: vingrassia@infobae.com

OCTAVO: Casa 2- Casa autosuficiente Marsha, de IA. Space Factory de Nueva York Nasa – Marte (2017/2019)

El proyecto Marsha de Spacefactory (Nueva York), obtuvo el segundo premio del concurso.

El proyecto tiene forma de elipse alargada, seccionado por su parte inferior y superior.

Para paliar los efectos térmicos de Marte, la envolvente dispone de una doble capa. Se construye mediante una impresora 3D por círculos circulares de abajo hacia arriba y utilizando los materiales existentes en Marte, tales como fibra de basalto extraída de las rocas marcianas y bioplástico renovable, fruto de las plantas que se pueden cultivar en este planeta (figura 2.3.2 / 50).



Figura 2.3.2 / 50: Casa 2 - Casa autosuficiente Marsha, de IA. Space Factory de Nueva York Nasa – Marte
Fuente: vingrassia@infobae.com

NOVENO: Casa 3 - Casa autosuficiente de Kahn Yates de Jackson, Mississippi. Nasa – Marte (2017/2019)

El tercer premio fue para el proyecto de Kahn Yates, con sede en Mississippi.

La vivienda prefabricada llegaría a Marte dentro de un módulo espacial y mediante un brazo de impresión, imprimiría una capa de hormigón en forma de casquete esférico, y mediante bocas secundarias, imprimiría a los lados de la estructura base, capas de poliuretano de alta densidad (HDPE). Las partes huecas de las envolventes, se cerrarían con capas de plástico de alta resistencia, que deja pasar la luz (figura 2.3.2 / 51).

Toda esta composición estructural está proyectada para minimizar el impacto de las tormentas de polvo, frecuentes en el planeta Marte.



Figura 2.3.2 / 51: Casa 3 - Kahn Yates de Jackson, Mississippi. Nasa – Marte (2017/2019)
Fuente: vingrassia@infobae.com

DÉCIMO: Casas autosuficientes de Elon Musk. (2024)

El extravagante multimillonario Elon Musk , propietario de Tesla y SpaceX, se ha trasladado a vivir a Boca Chica (Texas), cerca de donde está desarrollando la cápsula espacial SpaceX, que tiene previsto enviar a Marte antes del año 2030 (Figura 2.3.2 / 52).

Musk, se ha instalado a vivir en una pequeña casa de aproximadamente 37 metros cuadrados, de planta cuadrada (6 m por 6 m), y una altura de 3 metros. Se trata de una minicasa que ha fabricado la empresa BoxAbl, por encargo del propio Elon Musk , casa que es transportable en camión en formato “pack plegado”, y se puede montar en una hora, según publicita la empresa fabricante.

Su precio de venta estará en torno a 47.000 / 50.000 euros, y ya dispone de una lista de espera de más de 50.000 solicitudes.

“La casita” (así la denominan los promotores), tiene una distribución tipo “abierto”, y está compuesta por un pequeño salón/comedor, cocina equipada con electrodomésticos tradicionales, una cama doble y un baño independiente.

Se construye íntegramente en la factoría en versión pack cerrado / terminada y también se fabrica como anteriormente se hizo referencia, en “pack plegado”, para su transporte y montar / desplegar en la parcela, solar o terreno donde se ubique la casa.

Para la iluminación natural, dispone de ventanas en sus cuatro fachadas (todas iguales, lo cual ha supuesto la necesidad de colocar 8 cojines en el cabecero de la cama, para tapar la ventana, según se aprecia en la figura 2.3.2/58).

La luz artificial de bajo consumo, consiste en una serie lineal de focos en el techo, situados en todo el perímetro interior de la casa, en alineación paralela a sus cuatro fachadas.

Según se aprecia en las figuras (figuras 2.3.2 / 53 a 59), la planta es abierta, teniendo únicamente compartimentad el baño de estilo tradicional, como también lo es la cocina, y la cama. Por tanto, “La casita” no tiene interiormente aspecto de casa del futuro.

El sistema de autosuficiencia energética, se prevé mediante paneles fotovoltaicos, situados en la cubierta plana de la casa.

Las fachadas presentan una imagen de casa “modular” prefabricada, ejecutada mediante conformados de paneles de hormigón, con acabado cerámico.



Figura 2.3.2 / 52: Prototipo espacial para viajar a Marte. Promotor Elon Musk.
Fuente: Boxabl - Kevorkdjansezian



Figura 2.3.2 / 53: Prototipo de casa industrializada construida en factoría. Promotor Elon Musk.
Fuente: Boxabl - Kevorkdjansezian



Figura 2.3.2 / 54: Prototipo de casa fabricada por BOXABL . Promotor Elon Musk.
Fuente: Boxabl - Kevorkdjansezian



Figura 2.3.2 / 55: Vista interior de casa industrializada, mínima y autosuficiente.

Promotor Elon Musk.

Fuente: Boxabl - Kevorkdjanezian



Figura 2.3.2 / 56: Vista interior de casa industrializada, mínima y autosuficiente.

Promotor Elon Musk.

Fuente: Boxabl - Kevorkdjansezian



Figura 2.3.2 / 57: Cocina de casa industrializada, mínima y autosuficiente.

Promotor Elon Musk.

Fuente: Boxabl - Kevorkdjanszian



Figura 2.3.2 / 58: Cama doble con ocho cojines en ventana de casa industrializada, mínima y autosuficiente.

Promotor Elon Musk . Fabricante Boxabl.

Fuente: Boxabl - Kevorkdjansezian



Figura 2.3.2 / 59: Ducha estilo tradicional en casa industrializada, mínima y autosuficiente.
Promotor Elon Musk.
Fuente: Boxabl - Kevorkdjansezian

2.4.- CÁLCULOS DE SUPERFICIES Y RATIOS DE CASAS MINIMAS

2.4.1.- PREDIMENSIONADO / ESTIMACIÓN SUPERFICIES Y RATIOS DE CASAS MINIMAS

Como primera aproximación al cálculo de la superficie de una casa mínima en relación con el número de personas que la habitan, se propone una formulación empírica para estimar / predimensionar dicha superficie útil, al modo y manera de los modelos y métodos sintéticos de predimensionado de estructuras, y de predimensionado de costes.

Para la composición de una casa mínima, se opera con las siguientes estimaciones de superficies por zonas, siendo N el número medio de personas que habitan la casa:

- zona salón / comedor y cocina $3\text{m} \times 4\text{m} = 12 \text{ m}^2$ más 3 m^2 por cada habitante = $(12 + 3 \times N)$
- zona dormitorios de $3\text{m} \times 2\text{m} = 6 \text{ m}^2$ por cada habitante = $(6 \times N)$
- zona de pasillo y distribuidor = 3 m^2 por habitante = $(3 \times N)$
- zona de aseo = 2 m^2 por habitante = $(2 \times N)$
- zona de escalera = $1,5 \text{ m}^2$ por habitante = $(1,5 \times N)$

$$\text{Superficie m}^2 \text{ útil} = (12 + 3 \times N) + (6 \times N) + (3 \times N) + (2 \times N) + (1,5 \times N)$$

N = número medio de personas que habitan la casa.

En aplicación de esta formulación empírica, se obtienen los siguientes cálculos estimativos del predimensionado de la superficie de una casa mínima (con parte proporcional de escaleras), según el número medio de personas que van a habitar la casa (tabla 2.4.1 / 1):

$S_{\text{útil}} \text{ para } 4/5 \text{ hab} = (12 + 3 \times 4,5) + (6 \times 4,5) + (3 \times 4,5) + (2 \times 4,5) + (1,5 \times 4,5) = 81,75 \text{ m}^2 \text{útiles: } 4,5 \text{ hab} = 18,17 \text{ m}^2 \text{hab} = \underline{+/- 18 \text{ m}^2 \text{habitante.}}$
$S_{\text{útil}} \text{ para } 3/4 \text{ hab} = (12 + 3 \times 3,5) + (6 \times 3,5) + (3 \times 3,5) + (2 \times 3,5) + (1,5 \times 3,5) = 66,25 \text{ m}^2 \text{útiles: } 3,5 \text{ hab} = 18,93 \text{ m}^2 \text{hab} = \underline{+/- 19 \text{ m}^2 \text{habitante.}}$
$S_{\text{útil}} \text{ para } 2/3 \text{ hab} = (12 + 3 \times 2,5) + (6 \times 2,5) + (3 \times 2,5) + (2 \times 2,5) + (1,5 \times 2,5) = 50,75 \text{ m}^2 \text{útiles: } 2,5 \text{ hab} = 20,30 \text{ m}^2 \text{hab} = \underline{+/- 20 \text{ m}^2 \text{habitante.}}$
$S_{\text{útil}} \text{ para } 1/2 \text{ hab} = (12 + 3 \times 1,5) + (6 \times 1,5) + (3 \times 1,5) + (2 \times 1,5) + (1,5 \times 1,5) = 35,25 \text{ m}^2 \text{útiles: } 1,5 \text{ hab} = 23,50 \text{ m}^2 \text{hab} = \underline{+/- 23 \text{ m}^2 \text{habitante.}}$

Tabla 2.4.1 / 1: Predimensionado de la superficie de una casa mínima en función del número medio de habitantes que la ocupan.

Fuente: Elaboración propia del autor.

Resumen predimensionado m² útiles por habitante:

<u>Predimensionado / estimación</u>	Superficie útil 4/5 habitantes = 18 m²hab
<u>Predimensionado / estimación</u>	Superficie útil 3/4 habitantes = 19 m²hab
<u>Predimensionado / estimación</u>	Superficie útil 2/3 habitantes = 20 m²hab
<u>Predimensionado / estimación</u>	Superficie útil 1/2 habitantes = 23 m²hab

2.4.2.- CÁLCULO PORMENORIZADO SUPERFICIE Y RATIO DE CASAS MÍNIMAS

Para un cálculo más detallado de ratios de m²útiles/habitante de casas mínimas, se referencian a continuación los datos contenidos en la Resolución de Colonia [U.I.O.F., 1957], la cual considera que una casa es “mínima”, cuando su superficie en relación con su índice de ocupación / número de habitantes, es menor a las que se reseñan en la siguiente tabla.

En ella, partiendo de las superficies útiles de la citada Resolución de 1957, según datos síntesis contenidos en la publicación “Las medidas de la vivienda”, se han calculado los ratios por m² de superficie útil media por habitante:

Índice de ocupación: 3 / 4 habitantes < 60,50 m ² útiles.
(Media sobre 3,50 habitantes = 17,28 m² útil x habitante)
Índice de ocupación: 2 / 4 habitantes < 56,50 m ² útiles.
(Media sobre 3,00 habitantes = 18,83 m² útil x habitante)
Índice de ocupación: 2 / 3 habitantes < 51,50 m ² útiles.
(Media sobre 2,50 habitantes = 20,60 m² útil x habitante)

Tabla 2.4.2 / 1: Ratios por m² de superficie útil media por habitante.

Fuente: Steegmann. “Las medidas de la vivienda” (1986) y Resolución de Colonia (U.I.O.F., 1957),

Las superficies y ratios numéricos anteriormente referenciados en la tabla 2.4.2/ 1, son los mismos que contiene el diagrama de la representación gráfica por habitaciones y usos funcionales de la U.I.O.F.: “Unión Internacional Organismos Familiares”, publicado en 1959, es decir, dos años después de la Resolución de Colonia del año 1957, (Tabla 2.4.2 / 2).

En el diagrama del año 1957, se detalla mediante representación gráfica las dependencias que componen las casas mínimas (figura 2.4.2 / 3), y también se detalla la suma de las superficies útiles de cada tipo de vivienda, y ello, para diferentes índices de ocupación de cada casa, pero sin computar la parte proporcional de comunicación vertical / escalera.

Índice de ocupación: 4 / 7 habitantes < 86,70 m ² útiles: 5,5 = 15,76 m²hab
Índice de ocupación: 4 / 6 habitantes < 80,20 m ² útiles: 5 = 16,04 m²hab
Índice de ocupación: 3 / 6 habitantes < 76,20 m ² útiles: 4,5 = 16,93 m²hab
Índice de ocupación: 3 / 5 habitantes < 69,20 m ² útiles : 4 = 17,30 m²hab
Índice de ocupación: 3/4 habitantes < 60,50 m ² útiles: 3,5 = 17,28 m²hab
Índice de ocupación: 2 / 4 habitantes < 56,50 m ² útiles: 3 = 18,83 m²hab
Índice de ocupación: 2/3 habitantes < 51,50 m ² útiles:2,5 = 20,60 m²hab

Tabla 2.4.2 / 2: Ratios por m² de superficie útil media por habitante.
Fuente: Unión International Organismos Familiares (U.I.O.F., 1957)

Posteriormente a la primera Resolución de Colonia del año 1957, los ratios que contenía la referida primera Resolución, se revisaron al alza en la siguiente Resolución del año 1971 (Tabla 2.4.2 / 3), con un 23 % de incremento, pasando el programa de 3/4 habitantes de los 60,50 m² del año 1957, a 74,50 m² en la revisión del año 1971, e incrementando los valores de sus ratios para 3/ 4 habitantes, de 17,28 m² útiles habitante (1957), a 21,29 m² útiles habitante (1971).

PROGRAMA DE DOCTORADO: INNOVACIÓN TECNOLÓGICA EN EDIFICACIÓN

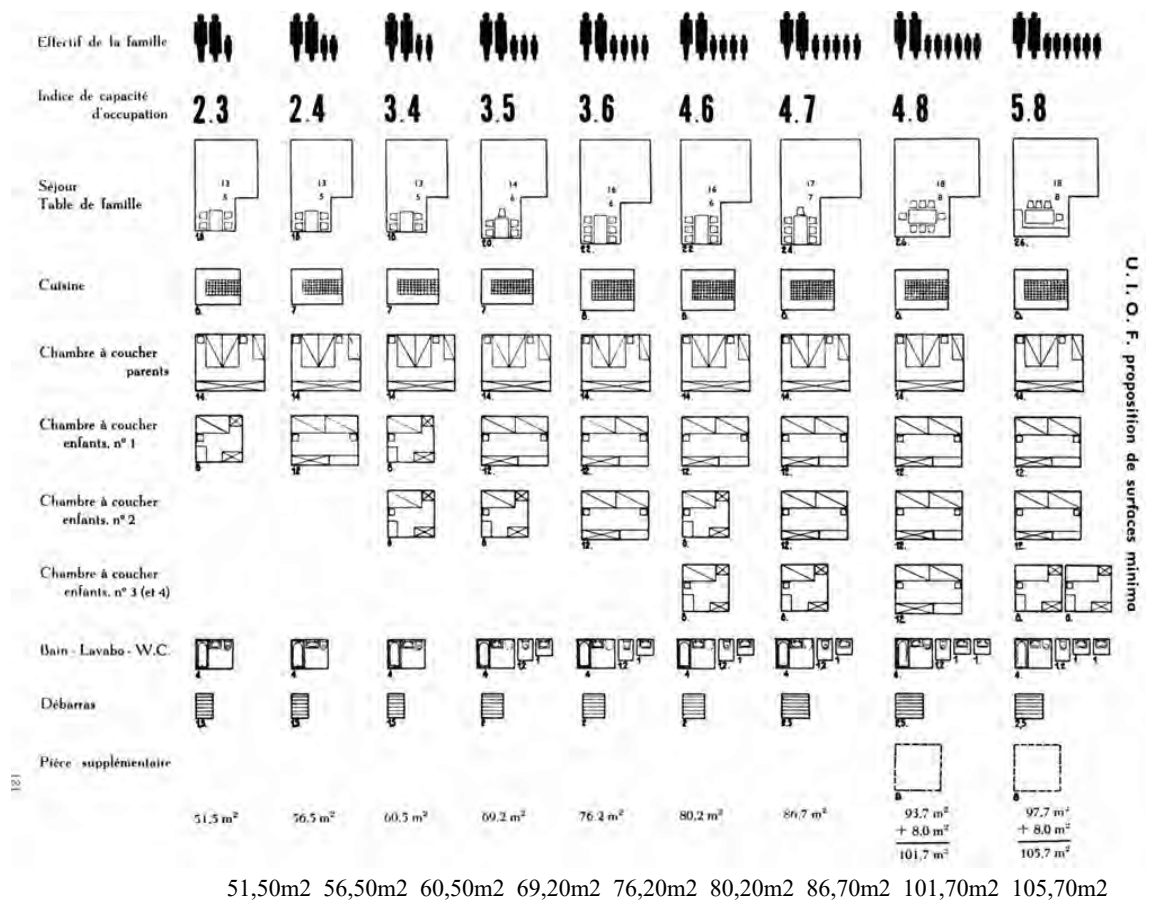


Figura 2.4.2 / 3: Representación gráfica de la composición de casas mínimas superficiales útiles totales en m².
 Fuente: Unión Internacional Organismos Familiares (U.I.O.F., 1959, p.121- diagrama / planos)

Los “ratios” obtenidos a partir de la Resolución de Colonia del año 1957, (los mismos que se publican en el año 1959 por la U.I.O.F, en formato diagrama/planos), pueden ser considerados como una referencia de partida en cuanto a superficies útiles totales y de las diversas dependencias de una casa mínima, y ello, en relación con la tendencia a reducir la superficie de las casas, por cuestiones de economía, funcionalidad, reducción del número de habitantes de la casa, flexibilidad en la planta,... así como, por la demanda en el sector inmobiliario de “casas mínimas” de reducidas dimensiones.

A los ratios referenciados en las tablas 2.4.2 / 1 y 2.4.2 / 2, hay que incrementar la parte proporcional de escaleras, dado que según se desprende de la representación gráfica por dependencias contenida en la figura 2.4.2 / 3, en la suma las superficies no están consideradas las escaleras de la casa:

Resolución Colonia 1957: Índice de ocupación: 3 / 6 habitantes (media 4,5) <76,20 m²útiles: 4,5hab = 16,93 m²hab: (16,93 m² útiles x habitante más parte proporcional de escalera (1,10 m x 4,50 = 4,95 m² / 4,5 hab = +1,10 m²) = **18,03 m²útiles**

Resolución Colonia 1957: Índice de ocupación: 3/4 habitantes (media 3,5) <60,50 m²útiles: 3,5 hab = 17,28 m²hab: (17,28 m² útiles x habitante más parte proporcional de escalera (1,10 m x 4,50 = 4,95m² / 3,5 hab = +1,41 m²) = **18,69 m²útiles**

Resolución Colonia 1957: Índice de ocupación: 2/3 habitantes (media 2,5) <51,50 m²útiles: 2,5hab = 20,60 m²hab: (20,60 m² útiles x habitante más parte proporcional de escalera (1,10 m x 4,50 = 4,95m² / 2,5hab = +1,98 m²) = **22,58 m²útiles.**

Cuadro comparativo de las superficies útiles mínimas en diferentes países para las viviendas del sector público

Índice de ocupación	$\frac{0}{1}$	$\frac{1}{2}$	$\frac{2}{3}$	$\frac{2}{4}$	$\frac{3}{4}$
Resolución de Colonia	–	–	51,5	56,5	60,5
Revisión (R) 1971	35,5	51,0	64,5	69,5	74,5
Alemania (D)	–	–	56,5	61,3	64,3
Bélgica (B)	27,0	44,0	52,9	57,9	62,0
España (E) (●)	–	36	46	56	56
Francia (F) (●●)	14 (16)	25 (28)	42 (46)	55 (60)	55 (60)
Inglaterra (GB) (●●●)	32,5	47,5	60	70,5	70,5
Suecia (S)	–	–	54,3	58	62,0
Menor superficie citada	14 (F)	25 (F)	42 (F)	55 (F)	55 (F)
Mayor superficie citada	35,5 (R)	51,0 (R)	64,5 (R)	70,5 (GB)	74,5 (R)

(●) Actualmente sin vigencia desde Enero de 1979.

(●●) entre paréntesis la propuesta de modificación en 1974 de los estándares superficiales mínimos y del modelo de composición distributiva de las "Habitations a Loyers Moderés".

(●●●) Se ha tomado como referencia la superficie fijada para "Flats".

FUENTE: E. Steegman. *Las medidas de la vivienda*. CAC. Barcelona 1986

Tabla 2.4.2 / 4: Cuadro de superficies útiles de una casa mínima en diferentes países. Fuente: Steegmann. "Las medidas de la vivienda" (1986) - Revisión (R) de Colonia 1971

A los ratios de la tabla 2.4.2 / 3 , correspondientes a la Revisión de Colonia del año (R)1971, también hay que incrementarle la parte proporcional de

escaleras, dado que no están consideradas en las superficies útiles mínimas de viviendas en el sector público:

Revisión Colonia 1971: Índice de ocupación: 3 / 6 habitantes (media 4,5) < 93,73 m²útiles (76,20 + 23% = 93,73m²) m²útiles: 4,5hab = 20,83 m²hab: (20,83 m² útiles x habitante más parte proporcional de escalera (1,10 m x 4,50m = 4,95m² / 4,5hab = +1,10 m²) = **21,93 m²útiles.**

Revisión Colonia 1971: Índice de ocupación: 3/4 habitantes (media 3,5) <74,50 m²útiles: 3,5hab =21,29 m²hab: (27,55 m² útiles x habitante más parte proporcional de escalera (1,10 m x 4,50m = 4,95m² / 3,5hab = +1,41 m²) = **25,70 m²útiles**

Revisión Colonia 1971: Índice de ocupación: 2/3 habitantes (media 2,5) <64,50 m²útiles:2,5hab =25,80 m²hab : (25,80 m² útiles x habitante más parte proporcional de escalera (1,10 m x 4,50m = 4,95m² / 2,5hab = +1,98 m²) = **27,78 m²útiles.**

A continuación, para calcular pormenorizadamente por dependencias la superficie útil de una casa mínima, se opera con las dimensiones contenidas en las “Normas técnicas de diseño y calidad”, para las Viviendas Sociales, publicadas por el Ministerio de la Vivienda de España (Viviendas Sociales, 1976).

Sí se computan las superficies útiles mínimas de cada dependencia de la vivienda, según las referidas Normas Técnicas de Diseño del Real Decreto 2278/ 1976, resultan las superficies útiles referenciadas en la tabla 2.4.2/5.

Los resultados con esta aproximación al ratio de m² útiles por persona en España, para un índice de ocupación de **2/3 habitantes, 19,43 m²útiles / habitante** (media entre 2 y 3 hab=19,93 m² + 18,92m² / 2 = 19,43 m²) , para un índice de ocupación de **3/4 habitantes, 18,43 m²útiles / habitante** (media entre 3 y 4 hab= 18,92 m² + 17,94m² / 2 = 18,43 m²) , y para un índice de ocupación de **4/5 habitantes, 17,43 m²útiles / habitante** (incrementando al valor 3/4 los m² de diferencia entre 3/4 y 2/3 = 18,43 m² + (18,43 m² - 19,43 m²) = 17,43 m²).

PROGRAMA DE DOCTORADO: INNOVACIÓN TECNOLÓGICA EN EDIFICACIÓN

	<u>4 habitantes</u>	<u>3 hab</u>	<u>2 hab</u>
- Salón/estancia.....	9 m ²	6m ²	4m ²
- Comedor.....	8,10 m ²	6m ²	4m ²
- Cocina.....	8 m ²	6m ²	4m ²
- Dormitorio doble conyugal.....	10 m ²	10m ²	no
- Dormitorios individuales (6m ²).....	12 m ²	6m ²	12m ²
- Cuarto de Aseo (2x4m ² y 1x3 m ²).....	8 m ²	8m ²	3m ²
- Vestíbulo.....	1,40 m ²	1,40m ²	1,40m ²
- Almacenamiento general(0,30xhab)..	1,20 m ²	0,90m ²	0,60m ²
- Armarios roperos (1,60 m ² xhab).....	6,40 m ²	4,80m ²	3,20m ²
- Pasillo (no computado en NTDyC , ni en U.I.O.F.).....	2,70 m ²	2,70m ²	2,70m ²

<u>SUMA m2 utiles (1 planta).....</u>	<u>66,80 m²</u>	<u>51,80m²</u>	<u>34,90m²</u>
<u>SUMA m² útiles(con pp de escalera)..</u>	<u>71,75 m²</u>	<u>56,75m²</u>	<u>39,85m²</u>
<u>Ratio m² útiles x habitante(VVSS) =</u>	<u>17,94m²</u>	<u>18,92m²</u>	<u>19,93m²</u>

Tabla 2.4.2 / 5: Superficies útiles mínimas de cada dependencia de casa para cuatro, tres y dos habitantes. VVSS: Viviendas Sociales.

Fuente: “Normas técnicas de diseño y calidad”, que para las Viviendas Sociales (VVSS) público el Ministerio de la Vivienda, (1976) , y elaboración propia del autor.

En el manual VR (tabla 2.4.4 / 4): “Vivienda reducida”, que editó y coordinó D. Luis Moya , en el capítulo “Análisis del objeto” desarrollado por D. Emilio Ontiveros (Moya, 2007, pp. 77-78), se hace una propuesta de superficies para “*Viviendas flexible / adaptable*”, para el caso de viviendas aisladas en medio rural, de 55 m² para una ocupación de 2 / 3 personas (Media sobre 2,50 personas = 22,00 m² útiles x habitante) y de 66 m² para una ocupación de 3 / 4 personas (Media sobre 3,50 personas = 18,86 m² útiles x habitante), incrementándole a estos ratios la parte proporcional de escaleras resulta:

VR ocupación de 2 / 3 personas (22,00 m² útiles x habitante más pp escalera +1,98 m²) =
23,98 m²útiles

VR ocupación de 3 / 4 personas (18,86 m² útiles x habitante más pp escalera +1,41 m²) =
20,27 m²útiles

Considerando también como referencia otros países de Europa, para el programa familiar de 3/4 habitantes en una planta (Steeermann, 1986):

Alemania.....	64,30 m ² útil
Bélgica.....	62,00 m ² útil
Francia.....	60,00 m ² útil
Inglaterra.....	70,50 m ² útil
Suecia.....	62,00 m ² útil

Resulta un valor medio de 63,76 m² de superficie útil (1 planta)

(Ratio europeo: $63,76 \text{ m}^2 \text{ útiles} / 3,5 = 18,22 \text{ m}^2 \text{ útiles}$ para 3 / 4 habitantes, sin parte proporcional de escalera)

Ratio europeo: $63,76 \text{ m}^2 \text{ útiles} / 3,5 = 18,22 \text{ m}^2 \text{ útiles}$ para 3 / 4 habitantes, <u>con</u> parte proporcional de escalera: $+ 1,41 \text{ m}^2 + 18,22 \text{ m}^2 = \mathbf{19,63 \text{ m}^2 \text{ útiles por habitante}}$
--

2.4.3.- TABLA SÍNTESIS DE RATIOS Y DIMENSIONES DE CASAS MINIMAS

Como resumen de los cálculos desarrollados anteriormente en los epígrafes 2.4.1 y 2.4.2., los resultados de dichos cálculos se sintetizan en la siguiente tabla 2.4.3 / 1. (Pina y Gil, 2024b):

Numero habitantes de casa II plantas	2/3 habitantes	3/4 habitantes	4/5 habitantes
Resolución de Colonia 1957	22,58(*x1) m ² útiles/habit 56,45 m ² útiles	18,69 m ² útiles/habit 65,42 m ² útiles	18,03 m ² útiles/habit 81,05 m ² útiles
Revisión de Colonia 1971 (No casa mínima)	27,78 m ² útiles/habit 69,45 m ² útiles	25,70 m ² útiles/habit 89,95 m ² útiles	21,93 m ² útiles/habit 98,69 m ² útiles
Normas técnicas diseño y calidad España 1967	19,93 (*x3) m ² útiles/habit 48,58 m ² útiles	18,92 m ² útiles/habit 64,51 m ² útiles	17,94 m ² útiles/habit 78,44 m ² útiles
Vivienda reducida	23,98(*x1) m ² útiles/habit 59,95m ² útiles	20,27 m ² útiles/habit 70,95 m ² útiles	- m ² útiles/habit -
Países de Europa	- m ² útiles/habit - m ² útiles	19,63 m ² útiles/habit 68,71 m ² útiles	- m ² útiles/habit - m ² útiles
Ratio medio “máximo” m² útiles por habitante	20,97 (*) m²útiles/habit	19,25 m²útiles/habit	17,73 m²útiles/habit
Valor “máximo” m² útiles de casa mínima	52,43 m²útiles	67,38 m²útiles	79,79 m²útiles

Tabla 2.4.3 / 1 –Índice de ocupación/ratio m² útiles/ habitantes y superficies “máximas“ de casas mínimas. (Se han referenciado en **letra negrita**, los ratios calculados, en m² útiles / habitante y los m² máximos de una casa mínima.

Fuente: elaboración propia del autor

Nota sobre la tabla 2.4.3 /1:

- 1.- (* x n) Se han ponderado los valores por el numero “n”, que se referencia junto al signo x.
- 2.- El valor máximo en m² útiles de casa, es el resultado de multiplicar el ratio máximo de m² útiles por habitante, por el valor medio de habitantes de la casa.

A modo de resumen y contraste de ratios calculados:

(1) Los resultados obtenidos en el epígrafe 2.4.1.- “Predimensionado / estimación superficies y ratios de casas mínimas”, son los siguientes:

<u>Predimensionado / estimación</u>	Superficie útil 4/5 habitantes =	18 m²hab
<u>Predimensionado / estimación</u>	Superficie útil 3/4 habitantes =	19 m²hab
<u>Predimensionado / estimación</u>	Superficie útil 2/3 habitantes =	20 m²hab
<u>Predimensionado / estimación</u>	Superficie útil 1/2 habitantes =	23 m²hab

(2) Los resultados obtenidos en el epígrafe 2.4.2.- “Cálculo pormenorizado superficie y ratio de casas mínimas”, son los siguientes:

Bm (4/5 habitantes): Ratio superficie casa mínima para índice de ocupación **4/5 habitantes:**
menor a $< 79,79 \text{ m}^2$ útiles = $< \mathbf{17,73 \text{ m}^2}$ útiles por habitante.
(En estas superficies útiles, NO se consideran incluidos los cuartos de instalaciones, trasteros, residuos/reciclaje, aparcamientos, porches, ni terrazas)

Bm (3/4 habitantes): Ratio superficie casa mínima para índice de ocupación **3/4 habitantes:**
menor a $< 67,38 \text{ m}^2$ útiles = $< \mathbf{19,25 \text{ m}^2}$ útiles por habitante.
(En estas superficies útiles, NO se consideran incluidos los cuartos de instalaciones, trasteros, residuos/reciclaje, aparcamientos, porches, ni terrazas)

bm (2/3 habitantes): Ratio superficie casa mínima para índice de ocupación **2/3 habitantes:**
menor a $< 52,43 \text{ m}^2$ útiles = $< \mathbf{20,97 \text{ m}^2}$ útiles por habitante.
(En estas superficies útiles, NO se consideran incluidos los cuartos de instalaciones, trasteros, residuos/reciclaje, aparcamientos, porches, ni terrazas)

bm (1/2 habitantes): Ratio superficie casa mínima para índice de ocupación **1/2 habitantes:**
menor a $< 34,04 \text{ m}^2$ útiles = $< \mathbf{22,69 \text{ m}^2}$ útiles por habitante.
(En estas superficies útiles, NO se consideran incluidos los cuartos de instalaciones, trasteros, residuos/reciclaje, aparcamientos, porches, ni terrazas)

En virtud de todo lo anteriormente expuesto, en el presente trabajo se considera que una casa es “mínima” cuando tiene como máximo las superficies **marcadas en negrita** en la última fila de la Tabla 2.4.3 / 1, en cuanto a su superficie habitable “útil” y también, cumple el ratio máximo de ocupación, contenido en la tabla/síntesis 2.4.3 / 2, ubicada al final de este epígrafe, ratio máximo medido en m² útiles por habitante.

A modo de ejemplo, una casa con 3 / 4 habitantes, su superficie máxima de referencia es 67,38 m² útiles, equivalentes a un ratio de ocupación máximo de 19,25 m² útiles por persona que habita la casa.

Como conclusión, se aprecia que existe similitud entre los ratios resultantes del epígrafe 2.4.1.- *Predimensionado / estimación ratios de casas mínimas*: **[23 m²útil / habitante - 18 m²útil / habitante]**, con los valores referenciados en el epígrafe 2.1.3.- *Casas mínimas contemporáneas*: **[20 m²útil / habitante - 16 m²útil / habitante]**.

Y también, existen similitudes, entre los valores de 2.4.1. y los valores resultantes de la tabla 2.4.3 / 1: **[22,69 m²útil / habitante – 17,73 m²útil / habitante]**, que también están dentro de los intervalos anteriores. Por tanto, *tras* el contraste de dichos valores, se concluye que los valores contenidos en **negrita** en la tabla 2.4.3/2 son adecuados al objeto que se persigue en este trabajo.

En la referida tabla 2.4.3 / 2 se sintetiza el índice de ocupación / ratio medio máximo de m² útiles por habitante, y superficies “máximas” de casas mínimas, que van a ser tenidos en cuenta en cálculos posteriores de los prototipos:

Numero habitantes de la casa	1/2 habitantes	2/3 habitantes	3/4 habitantes	4/5 habitantes
Ratio medio “máximo” m ² útiles por habitante	22,69 m ² útiles/habitante (x 1,50 hab =)	20,97 m ² útiles/habitante (x 2,50 hab =)	19,25 m ² útiles/habitante (x 3,50 hab =)	17,73 m ² útiles/habitante (x 4,50 hab =)
Valor “máximo” m² útiles de casa mínima	34,04 m ² útiles	52,43 m ² útiles	67,38 m ² útiles	79,79 m ² útiles

Tabla 2.4.3 / 2. –Síntesis índice de ocupación / ratio máximo en m² útiles por habitante y superficies “máximas” de casas mínimas.

Fuente: elaboración propia del autor

Nota sobre la tabla 2.4.3 /2:

1.- Cálculo ponderado m² útiles para 1/2 habitantes = valor 2/3 habitantes (20,97), más 1,72 (20,97 para 2/3) menos 19,25 para 3/4) = 1,72) = **22,69 m² útiles por habitante** x 1,50 habitantes = 34,04 m² útiles máximo de casa mínima.

2.5.- ECONOMETRÍA DE COSTES DE CASAS MÍNIMAS

Se referencia mediante tabla y gráficamente, el cálculo del coste por metro cuadrado construido de diferentes viviendas unifamiliares aisladas, según las bases de precios de Madrid, precio Centro de Guadalajara y el banco de costes Eccum.10 (Pina y Gil, 2023).

En este cálculo, se aprecia una progresión de costes de contrata por metro cuadrado construido inversamente proporcional a las superficies para los casos estudiados, tal y como se muestra en la tabla 2.5 / 1:

1- Madrid (uso unifamiliar aislada +/- 700 m ² c)	1.414 €/m ² c
2- Guadalajara (casa unifamiliar de 378 m ² c)	1.468 €/m ² c
3- Eccum.10 (casa unifamiliar de 350 m ² c)	1.477 €/m ² c
4- Eccum.10 (casa unifamiliar de 150 m ² c)	1.505 €/m ² c
5- Eccum.10 (casa : 97 m ² c)	1.534 €/m ² c
6- Eccum.10 (casa : 70 m ² c)	1.562 €/m ² c
7- Eccum.10 (casa: 47 m ² c)	1.605 €/m ² c
8- Eccum.10 (casa unifamiliar de 20 m ² c)	1.661 €/m ² c

Tabla 2.5 / 1: Costes de contrata para diversas superficies construidas.
Fuente: Elaboración propia.

Es decir, que a menor superficie construida de la casa, mayor es su coste unitario por metro cuadrado construido.

Estos valores se representan gráficamente en la figura 2.5 / 2. En el eje de abscisas (x), se muestran los casos estudiados y en el eje de ordenadas (y), se compara la superficie construida (m²construidos) con el precio por metro cuadrado construido (€/m²construido).

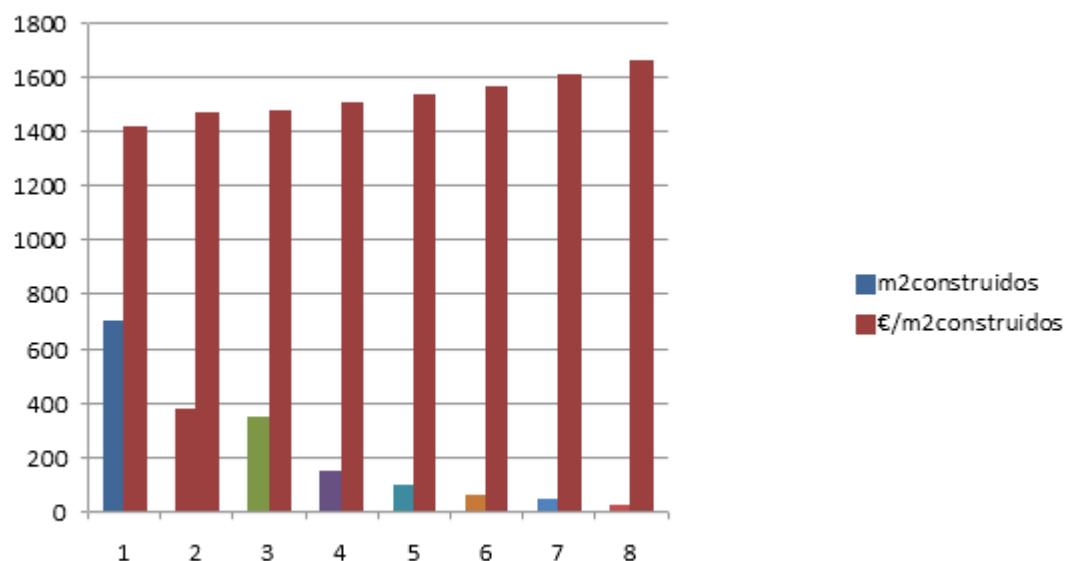


Figura 2.5 / 2: Representación gráfica de la relación entre m²construidos y coste de contrata en €/m²construidos Prestaciones / calidad (N): Normales.

Fuente: ADENDA ECCUM.10 y CITE 2023 (Pina y Gil, 2023)

Los prototipos que se van a analizar, se singularizan cada uno de ellos, por sus diferentes superficies construidas (47 m²c para 2/3 habitantes, 70 m²c para 3/4 habitantes y 97 m²c para 4/5 habitantes), y también se diferencian por el sistema de ejecución empleado (in situ, prefabricado e industrializado). Por consiguiente, cada prototipo tendrá un coste de ejecución material diferente.

En base a los elementos componentes de cada prototipo y sistema de ejecución, se han calculado los siguientes costes econométricos de ejecución material, tomando como referencia los costes de ejecución material contenidos en el Anexo G: “ECCUM.11 (2024/ 2025): “Estimación Costes de Construcción por Unidades Métricas”, incrementándoles la parte proporcional correspondiente a la instalación fotovoltaica, no prevista en las prestaciones / calidad normal (N) del banco de costes ECCUM.11.

Los valores calculados se muestran en la tabla 2.5 / 3:

COSTES EJECUCIÓN MATERIAL PROTOTIPO IN SITU (Prestaciones / calidad normal (N))		
	Coste m2 construido de casa	Coste m2 construido patios cubiertos
(47m2c) 2/3 habitantes	1.450 €/m2c	725 €/m2c
(70m2c) 3/4 habitantes	1.409 €/m2c	705 €/m2c
(97m2c) 4/5 habitantes	1.364 €/m2c	682 €/m2c
COSTES EJECUCIÓN MATERIAL PROTOTIPO PREFABRICADO (Prestaciones / calidad normal (N))		
	Coste m2 construido de casa	Coste m2 construido patios cubiertos
(47m2c) 2/3 habitantes	1.530 €/m2c	765 €/m2c
(70m2c) 3/4 habitantes	1.470 €/m2c	735 €/m2c
(97m2c) 4/5 habitantes	1.420 €/m2c	710 €/m2c
COSTES EJECUCIÓN MATERIAL PROTOTIPO INDUSTRIALIZADO (Prestaciones / calidad sencilla (S))		
	Coste m2 construido de casa	Coste m2 construido patios cubiertos
(47m2c) 2/3 habitantes	1.116 €/m2c	558 €/m2c
(70m2c) 3/4 habitantes	1.086 €/m2c	543 €/m2c
(97m2c) 4/5 habitantes	1.066 €/m2c	533 €/m2c
COSTES EJECUCIÓN MATERIAL PROTOTIPO INDUSTRIALIZADO (Prestaciones / calidad buena (B))		
	Coste m2 construido de casa	Coste m2 construido patios cubiertos
(47m2c) 2/3 habitantes	1.583 €/m2c	792 €/m2c
(70m2c) 3/4 habitantes	1.541 €/m2c	771 €/m2c
(97m2c) 4/5 habitantes	1.513 €/m2c	757 €/m2c

Tabla 2.5 / 3: Resultados costes de ejecución material, según sistemas, prestaciones/calidad y superficies construidas.
Fuente: Elaboración propia.

Los costes referenciados de la tabla 2.5 / 3, se aplicarán a los prototipos resultantes de la investigación, en el epígrafe 3.4: *Presupuestos de ejecución material de los prototipos*”

Contraste entre resultados costes econométricos y coste de prototipo externo:

(A) La tabla 2.5 / 3, contiene los cálculos econométricos efectuados con el banco de costes ECCUM.11 (2024 / 2025), incrementándoles la parte proporcional correspondiente a la instalación fotovoltaica, no previstas en las prestaciones / calidad normal (N) del banco de costes ECCUM.11

(B) El prototipo autosuficiente industrializado propuesto por Elon Musk : BOX ”A” BL, (Musk, 2024) tiene un coste de ejecución material de 49.500 € : $37\text{m}^2\text{c} = \underline{1.338 \text{ €uros m}^2 \text{ construido}}$, siendo la casa BOX ”A” BL del mismo tamaño que el prototipo bm.1.

(C) Contraste entre coste medio del prototipo autosuficiente industrializado bm.1, con prestaciones / calidad entre Sencilla (S) y Buena (B) = $[1.116 \text{ €/m}^2 \text{ (Sencilla)} + 1.583 \text{ €/m}^2 \text{ (Buena)} / 2] = \underline{1.349 \text{ €uros m}^2 \text{ construido de coste econométrico del prototipo bm.1, valor equivalente a los 1.338 €uros m}^2 \text{ construido coste del prototipo BOX “A” BL.}$

Síntesis capítulo 2: Estado de la cuestión.

(2.1) **Casa mínima** es aquella que respetando los estándares de habitabilidad, cumple el ratio máximo de 19,25 m² útiles por persona que reside habitualmente en ella. Es decir, que para un índice de ocupación de 3/4 habitantes, la superficie total para una casa en dos plantas, deberá ser menor a 67,38 m² útiles, y ello, sin computar en esta superficie útil, las dependencias auxiliares tales como, terrazas, porches, aparcamiento, trasteros, dependencias para residuos / reciclaje, cuartos de instalaciones, ...

(2.1.4) **Los sistemas de ejecución** propuestos para los prototipos son tres:

- 1.- Sistema ejecución IN SITU
- 2.- Sistema PREFABRICADO
- 3.- Sistema INDUSTRIALIZADO.

(2.2.2) **La barraca tradicional de la huerta de Murcia**, era una pequeña construcción de planta rectangular y cubierta a dos aguas, siendo su superficie total construida de 45,54 m² construidos, y sus dimensiones en planta de 6,60 metros de longitud y 4,60 de ancho, es decir, que por su superficie puede ser considerada como un paradigma de “casa mínima”.

(2.3.1) **Casa sostenible:** una casa se considera que es sostenible, cuando para su construcción se ha empleado la energía y recursos “mínimos” necesarios para cubrir las necesidades básicas de sus moradores, siendo respetuosa con el medio ambiente y no causar ningún impacto ambiental.

-Mecanismos y estrategias para un consumo mínimo de agua.

-Conductos textiles para difusión homogénea de aire.

1º.- Casa Parasito: mínima, modular y sostenible. Autor: El Sindicato-arquitectura (2019).

2º.- Casa proyecto Essential Homes. Autores: Norman Foster Foundation y empresa Holcim (2023).

3º.- Centros escolares y casas sostenibles. Autor: Francis Kéré (2022).

4º.- Barrio residencial sostenible. Autor: Distopía – Laboratorio de Ciudad (2022).

(2.3.2) **Casa autosuficiente** es la que es capaz de generar en modo autónomo toda la energía necesaria para su funcionamiento, sin dependencia ni conexión con las redes públicas de suministro eléctrico, abastecimiento de agua potable, red de saneamiento,...

1º.- Casa autosuficiente Mr. Alexander Pike (1971 / 1979).

2º.- Casa autosuficiente de Brenda y Robert Vale (1972 / 1977)

3º.- Casa autosuficiente Vitra - Mr. Renzo Piano (2009 / 2013).

4º.- Casa autosuficiente Azalea – Valencia- Solar Decatlón Europe 2019 (2017/2021).

5º.- Casa autosuficiente “ecocápsula ovalada” (2016/2018).

6º.- Casa autosuficiente para la “Era del cambio climático” (2021).

7º.- Casa 1-Casa autosuficiente Zopherus de Rogers, Arkansas. Nasa- Marte (2017/2019).

8º.- Casa 2-Casa autosuficiente Marsha, de IA. Space Factory de Nueva York Nasa – Marte (2017/2019).

9º.- Casa 3 - Casa autosuficiente de Kahn Yates de Jackson, Mississippi. Nasa – Marte (2017/2019).

10º.- Casas autosuficientes de Elon Musk (2024).

(2.4) Síntesis superficies máximas y ratios mínimos:

Numero habitantes de la casa	1/2 habitantes	2/3 habitantes	3/4 habitantes	4/5 habitantes
Ratio medio “máximo” m ² útiles por habitante	22,69 m ² útiles/habit (x 1,50 hab =)	20,97 m ² útiles/habit (x 2,50 hab =)	19,25 m ² útiles/habit (x 3,50 hab =)	17,73 m ² útiles/habit (x 4,50 hab =)
Valor “máximo” m ² útiles de casa mínima	34,04 m ² útiles	52,43 m ² útiles	67,38 m ² útiles	79,79 m ² útiles

(2.5) Los costes de ejecución material, según sistemas, prestaciones/calidad y superficies construidas de (70 m² construidos), son los siguientes:

COSTES EJECUCIÓN MATERIAL PROTOTIPO IN SITU (Prestaciones / calidad normal (N))		
	Coste m2 construido de casa	Coste m2 construido patios cubiertos
(70m ² c) 3/4 habitantes	1.409 €/m ² c	705 €/m ² c
COSTES EJECUCIÓN MATERIAL PROTOTIPO PREFABRICADO (Prestaciones / calidad normal (N))		
	Coste m2 construido de casa	Coste m2 construido patios cubiertos
(70m ² c) 3/4 habitantes	1.470 €/m ² c	735 €/m ² c
COSTES EJECUCIÓN MATERIAL PROTOTIPO INDUSTRIALIZADO (Prestaciones / calidad sencilla (S))		
	Coste m2 construido de casa	Coste m2 construido patios cubiertos
(70m ² c) 3/4 habitantes	1.086 €/m ² c	543 €/m ² c
COSTES EJECUCIÓN MATERIAL PROTOTIPO INDUSTRIALIZADO (Prestaciones / calidad buena (B))		
	Coste m2 construido de casa	Coste m2 construido patios cubiertos
(70m ² c) 3/4 habitantes	1.541 €/m ² c	771 €/m ² c

3.- DESARROLLO DE LA INVESTIGACIÓN

Antonio Gaudí Cornet (1852 – 1926):

“La originalidad consiste en el retorno al origen, así pues, original es aquello que vuelve a la simplicidad de las primeras soluciones”

3.1.- PROTOTIPOS CONTEMPORANEOS DE BARRACA

MURCIANA: **bm.1, Bm.2 y BM.3**

Se han desarrollado gráficamente tres prototipos, para cumplir el intervalo de capacidad de acogida comprendido entre 2 y 5 habitantes (bm 2/3hab - Bm 3/4hab - y BM 4/5hab), que posibilita la oferta de los prototipos, para diferentes composiciones familiares.

La ejecución material de los prototipos referenciados, es viable mediante tres diferentes sistemas constructivos:

- Sistema ejecución in situ: productos conformados (modulación).
- Sistema prefabricado: elementos componentes (kit abierto).
- Sistema industrializado: módulos compuestos (pack cerrado y kit abierto).

En los tres prototipos desarrollados, se integran tanto las virtudes de la construcción tradicional, como las prestaciones de la tecnología contemporánea, estando los tres prototipos por debajo de los ratios de ocupación máximos, y de la superficie útil máxima, pudiendo ser por tanto considerados casas mínimas.

Con el doble espacio que se conforma con la andana o altillo, al ocupar esta únicamente el 50 % de la planta baja, se logra la integración del espacio interior de la barraca murciana en su versión contemporánea, propiciando la funcionalidad y el flujo entre los diferentes usos, conectando y comunicando entre sí, para crear una percepción de continuidad e integración espacial, y posibilitar su acondicionamiento climático mediante “plenum”.

En Anexo F: “*Selección de dibujos/croquis a mano alzada, descriptivos del desarrollo de la modulación y de los sistemas y detalles constructivos*”, se muestra la evolución gráfica de la modulación y el desarrollo de los sistemas de ejecución y sus detalles constructivos.

3.1.1.- MÓDULO Y DIMENSIONES PROPUESTAS PARA LOS TRES PROTOTIPOS: bm.1, Bm.2 y BM.3

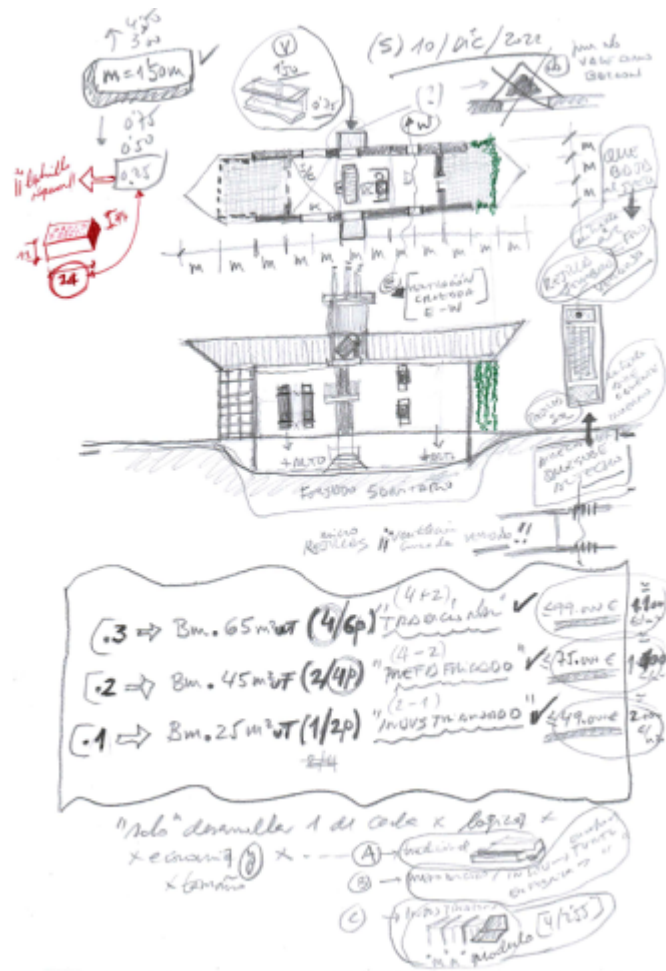


Figura 3.1.1 /1: Croquis acotados prototipo inicial con modulo $m = 1,50$ metros, con tres tamaños / capacidad de acogida y tres sistemas constructivos diferentes.

Fuente: elaboración propia del autor (2022)

Tras estudio y análisis gráfico de diversas modulaciones: 0,80 m, 0,90 m, 1,00 m, 1,50 m, 2,60 m, 3,20 m,... (Véase Anexo F y figura 3.1.1 / 1), se adopta como modulo básico $M = 10$ centímetros, por lógica constructiva, simplicidad y eficiencia para con los tres sistemas constructivos propuestos en los prototipos. Esta medida se denomina módulo de “Bemis”: “*Elemento tridimensional básico de medida en el que se apoyaron los primeros estudios modulares europeos y americanos*”. (Águila, 1992, p.63).

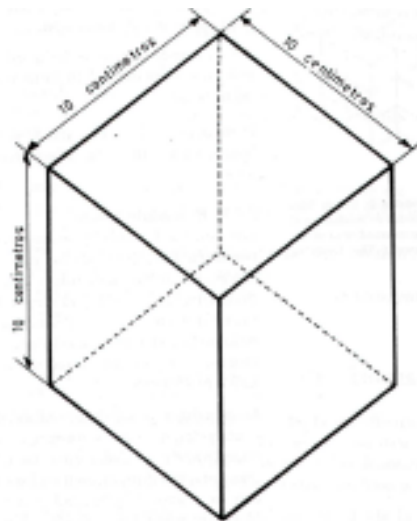
El profesor Alfonso del Águila García, define el “modulo base” como:” *La unidad de coordinación modular cuyo tamaño se ha elegido con el fin de lograr una coordinación dimensional de los elementos constructivos y conjuntos de obra con la mayor flexibilidad y del modo más conveniente, con vistas a la Normalización y a la Tipificación de la Edificación”.*

También aconseja el Profesor del Águila, respecto al módulo base lo siguiente (Águila, 1992, pp.63-67):

1º.- *“El modulo ha de ser suficientemente grande, de tal forma que se pueda lograr una correlación conveniente entre las dimensiones modulares de los elementos y los espacios modulares que figuran en los planos”.*

2º.- *“El modulo básico ha de ser suficientemente pequeño para que sus múltiplos puedan corresponder a las dimensiones que se dan en los diferentes elementos de la gama industrial, y para formar una unidad de crecimiento de una dimensión modular a la siguiente”.*

3º.- *“Que la dimensión del módulo base se exprese con un numero entero y se halle en una relación numérica simple con el sistema de medidas a que se refiere”.*



MÓDULO BÁSICO
M = 10 cm.

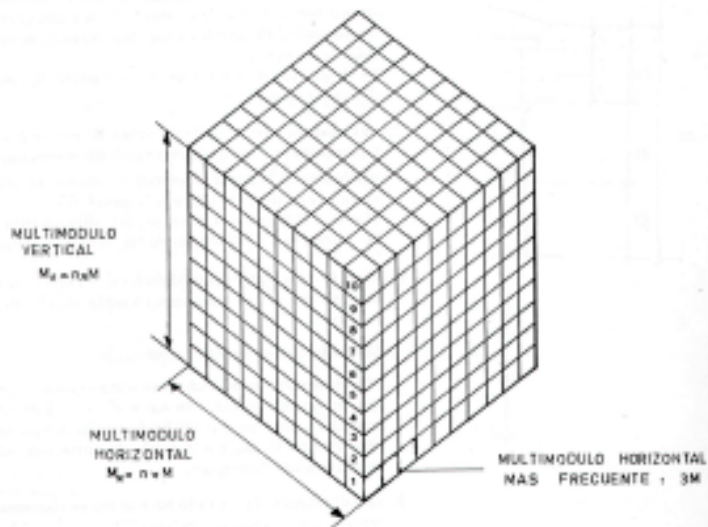


Figura 3.1.1 / 2: Representación gráfica del módulo básico de BEMIS ($M=10 \times 10 \times 10 \text{ cm}$) y los multimódulos ($M \times n = 10 \times 10 = 1 \text{ metro}$ / $10 \times 30 = 3 \text{ metros}$).

Fuente: Águila García, Alfonso del. (1992). *Las tecnologías de la Industrialización de los edificios de viviendas*. Página 64.

El módulo base de 10 centímetros (figura 3.1.1 / 2), se representa internacionalmente con la letra M, conformándose con este módulo, los multimódulos ($n \times M$), que en el caso de los prototipos desarrollados son los siguientes:

- 10M ($10 \times 10 = 100 \text{ cm} = \underline{1 \text{ metro} = 1\text{m}}$) para la modulación básica de las plantas, en sus dos direcciones largo y ancho.
- 30M ($30 \times 10 = 300 \text{ cm} = \underline{3 \text{ metros} = 3\text{m}}$) para la modulación funcional de las superficies de los usos globales en planta.
- 30M ($30 \times 10 = 300 \text{ cm} = \underline{3 \text{ metros} = 3\text{m}}$), para las secciones y alzados.

El submódulo (M/n) seleccionado es $= 10M : 2 = 5M = 5 \times 10 = \underline{50 \text{ centímetros}}$, submódulo convenido para la estandarización de las dimensiones interiores y ventanas exteriores.

Para el sistema constructivo “in situ”, las cuatro envolventes están moduladas a 10M (1 metro = 1m), el submódulo adoptado es $10M : 4 = 2,50M = 2,5 \times 10 = \underline{25 \text{ centímetros}}$, siendo este submódulo la dimensión del ancho del ladrillo / bloque capuchino integral, propuesto para el sistema constructivo “in situ”.

A partir del módulo universal de 1 metro adoptado para los prototipos, aplicando el módulo de usos funcionales de 3 x 3 metros (9 metros cuadrados), se ha compuesto el prototipo bm.1 (2/3 habitantes), según se representa gráficamente en la figura 3.1.1 / 3, con la siguiente lógica de modulación funcional:

- 3 x 3 m = Salón/comedor/cocina.
- 3 x 3 m = Aseo / cuarto instalaciones/ dormitorio individual.
- 3 x 3 m = Dormitorio en altillo bajo cubierta.
- 3 x 3 m = Patio sur / invernadero.
- 3 x 3 m = Patio norte / umbría.

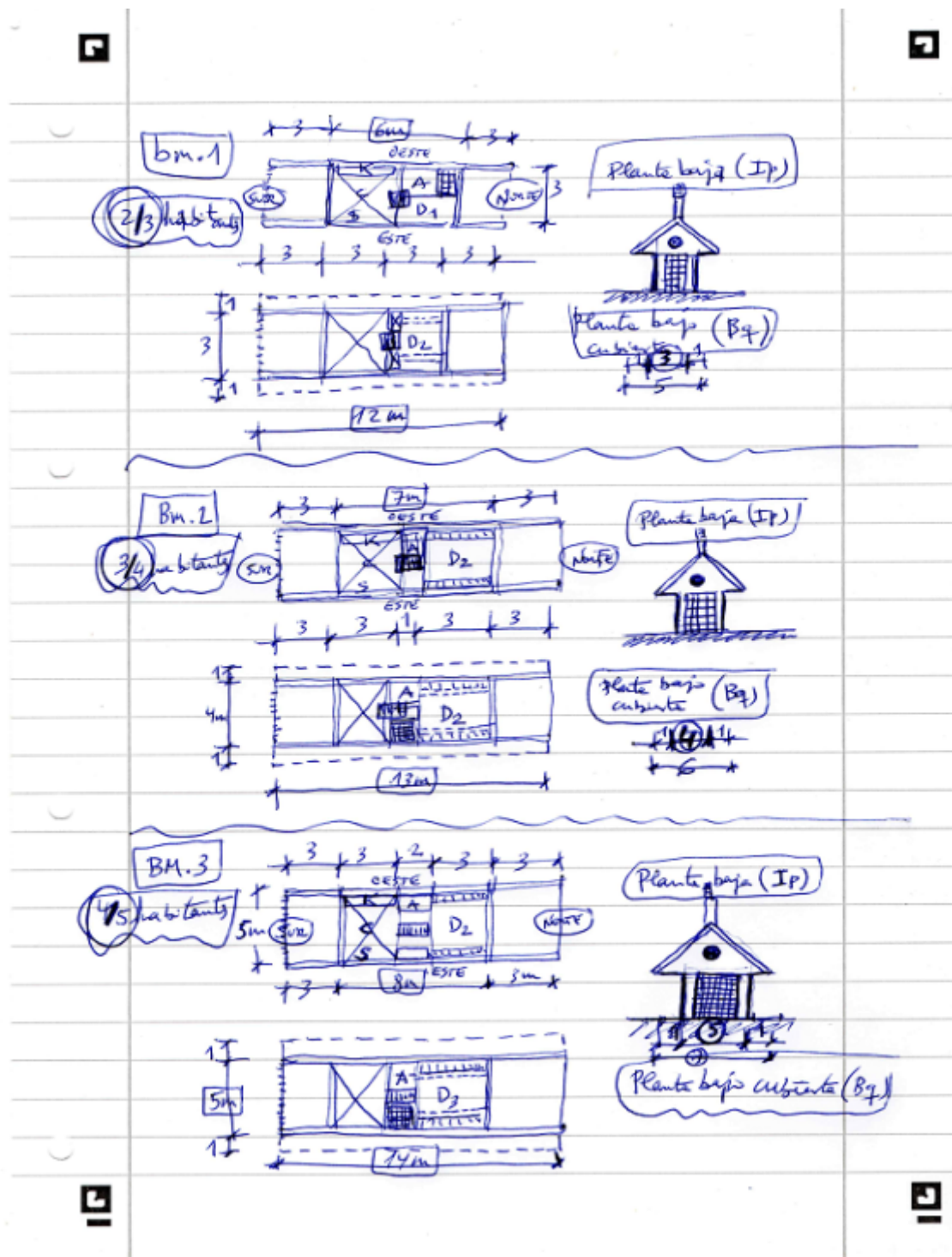


Figura 3.1.1 / 4: Croquis acotados de dimensiones modulares de prototipos bm.1, Bm.2 y BM.3. Fuente: elaboración propia del autor (2022/2023)

Por lo anteriormente expuesto y como síntesis en cuanto a multimódulos y módulos funcionales, las dimensiones de huellas y alturas de usos globales de los prototipos, son las que se detallan a continuación:

Prototipo bm.1 : huella de la casa = 3 x 6 metros. Altura módulo de sección y fachada = 3 metros. Patios cubiertos 3 x 3 metros.

Prototipo Bm.2 : huella de la casa = 4 x 7 metros. Altura módulo de sección y fachada = 3 metros. Patios cubiertos 3 x 4 metros.

(El Prototipo Bm.2, es el resultado de incrementar al bm.1, una unidad de crecimiento de la dimensión modular: + 10M (1 metro) de la planta, en sus sentidos longitudinal y transversal).

Prototipo BM.3 : huella de la casa = 5 x 8 metros. Altura módulo de sección y fachada = 3 metros. Patios cubiertos 3 x 5 metros.

(El Prototipo BM.3, es el resultado de incrementar al Bm.2, una unidad de crecimiento de la dimensión modular: + 10M (1 metro) de la planta, en sus sentidos longitudinal y transversal).

3.1.2.- REPRESENTACIÓN GRÁFICA DE LOS PROTOTIPOS: ORIENTACIÓN, COMPOSICIÓN Y SUPERFICIES

Se parte de la idea inicial de que los moradores van a residir en la casa durante largos periodos de tiempo y / o la mayor parte del día, por tanto, el “espacio interior” propuesto para los prototipos es del tipo “mixto”, es decir, mezcla de espacios funcionales mínimos “comprimidos”, pero con un puesto de trabajo para cada uno de los habitantes de la casa, y un espacio interior “expandido” a doble altura en dependencias compartidas y de relación (salón/cocina/comedor,...). También en esta tipología espacial expandida a doble altura pertenecen los dos patios cubiertos situados al sur (invernadero) y al norte (umbría) de los prototipos, a modo de espacios de intermediación entre el exterior y el exterior de la casa, como gesto / recuerdo histórico del emparrado de la tradicional barraca murciana, y como mecanismos pasivos para aprovechamiento climático durante el invierno y el verano.

Durante el proceso de ideación de los prototipos, (Véase - ANEXO C: *Selección de dibujos/croquis a mano alzada, descriptivos del desarrollo y la evolución de los prototipos*”), se han desarrollado analítica y gráficamente diversas opciones tipológicas, de modulación, de alturas, de número de habitantes, ... es decir, ha quedado representada gráficamente la evolución del proceso desarrollado, según se representa a modo de muestra, en uno de los croquis a mano alzada del trabajo (Figura 3.1.2 /1).

Durante el desarrollo de los prototipos en dos plantas, más altillo bajo cubierta inclinada, se han descartado los que no cumplen la condición de “casa mínima”: 93,30 m² útiles y 125,08 m² construidos. (Figura 3.1.2 / 2).

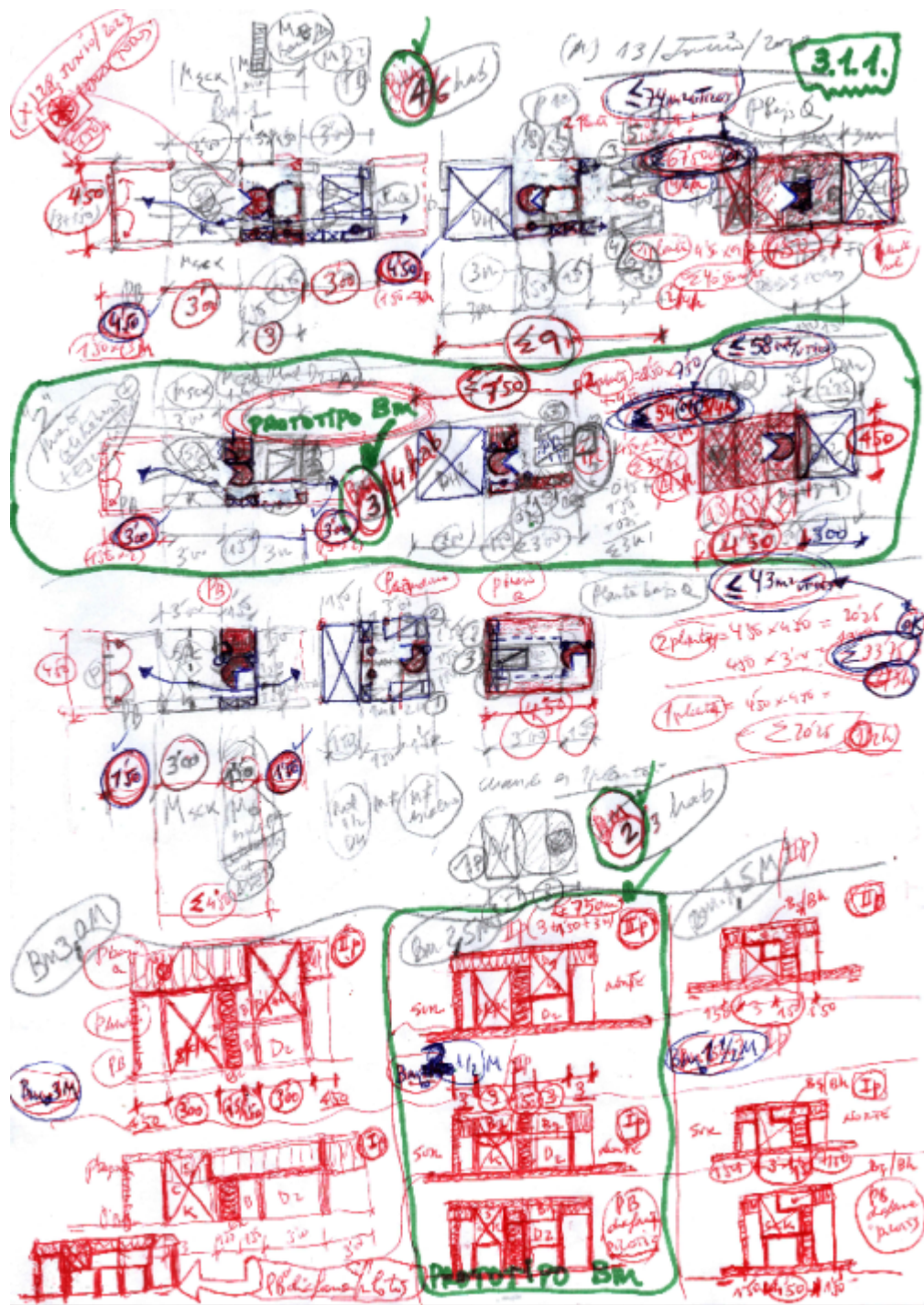


Figura 3.1.2 / 1: Croquis previos de plantas y secciones de los prototipos y sus posibles versiones en dos plantas, más bajo cubierta.

Fuente: elaboración propia del autor.

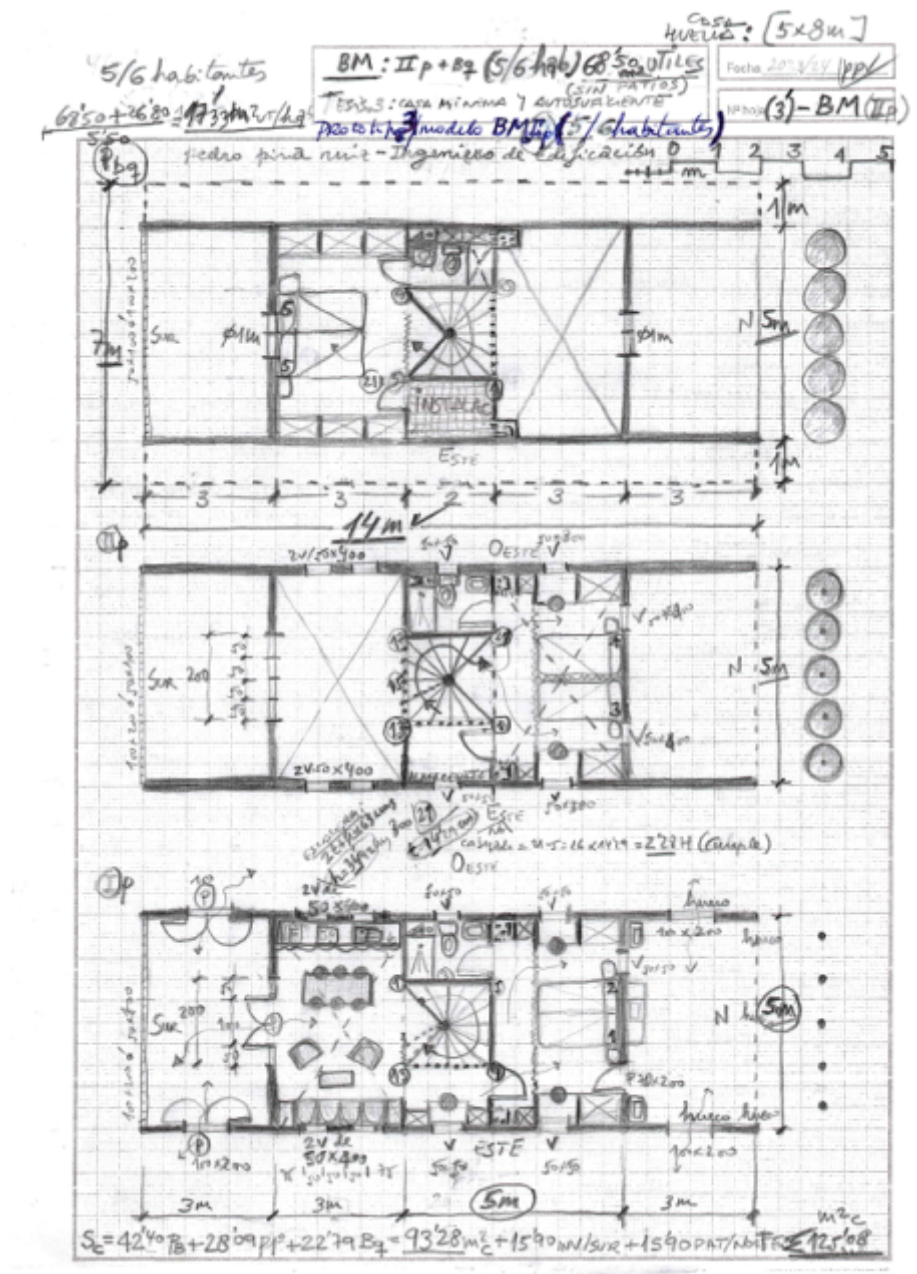


Figura 3.1.2 / 2: Croquis previos de plantas acotadas del prototipo (no seleccionado) de dos plantas más bajo cubierta, para 5 / 6 habitantes, de 93,30 m² útiles (casa y patios cubiertos), y 125,08 m² construidos de casa más patios cubiertos.

Fuente: elaboración propia del autor.

Relacionando las secciones de dos plantas y bajo cubierta (Figura 3.1.2 / 3), con la sección de una planta más bajo cubierta (Figura 3.1.2 / 4), también se aprecia la conveniencia (por economía, funcionalidad y eliminar un tramo de escalera), de desarrollar los prototipos (al igual que en la tradicional barraca murciana), en una sola planta baja, más “andana” o altillo abuhardillado bajo la cubierta inclinada.

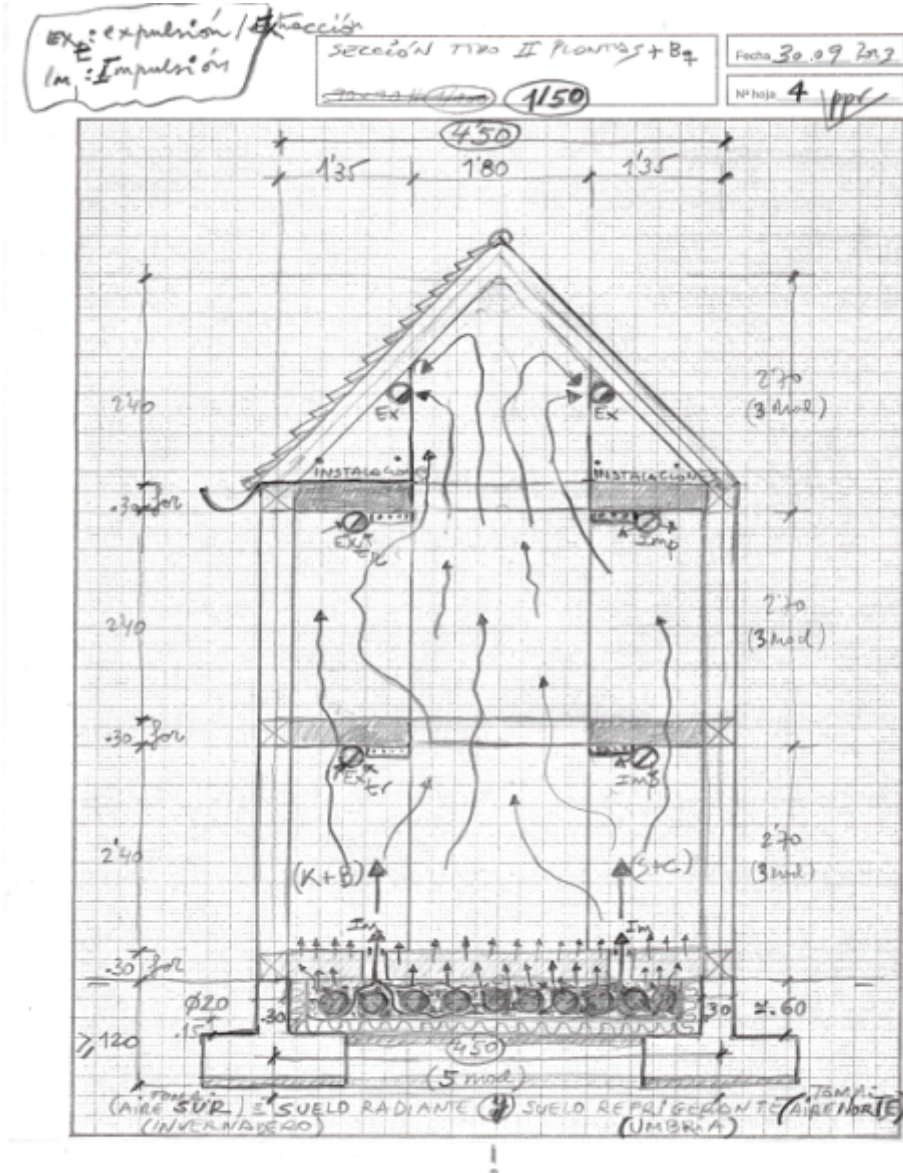


Figura 3.1.2/ 3: Croquis previos de sección acotadas del prototipo (no seleccionado) desarrollado en dos plantas y bajo cubierta.

Fuente: elaboración propia del autor.

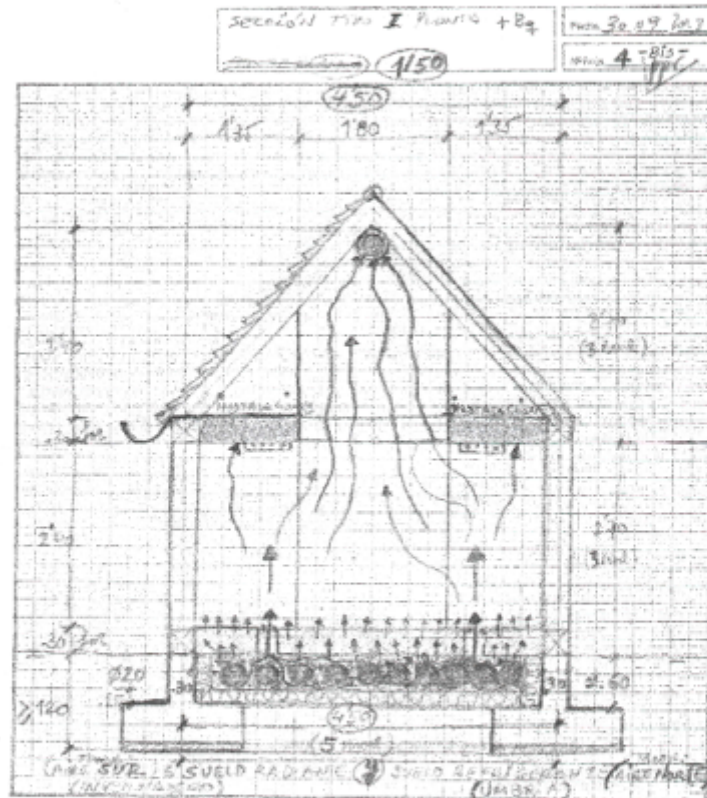


Figura 3.1.2/ 4: Croquis previos de sección acotadas del prototipo seleccionado desarrollado en planta baja, más altillo bajo cubierta.
Fuente: elaboración propia del autor.

Los tres prototipos se representan a nivel de croquis acotados, en las figuras 3.1.2 / 5 y 3.1.2 / 6, con apuntes de ideas previas sobre su modulación y divisibilidad para el transporte en módulos tridimensionales o bidimensionales, en formato pack o kit.

Las virtudes fundamentales de la tradicional barraca murciana, fueron básicamente las siguientes: sus dimensiones de casa sencilla/mínima, orientación norte-sur, ventilación cruzada, doble altura en espacio de relación, cubierta a dos aguas, bajo coste económico, autonomía gastronómica, candiles para iluminación y tinajas para depósitos de agua, sostenibilidad constructiva y adaptación e integración al medio en el que se ubicaba e implantaba.

Todas estas virtudes se han implementado e integrado en los diseños de los tres prototipos desarrollados. De entre todas estas virtudes de la tradicional barraca murciana, se hace especial referencia por su importancia en cuanto a aprovechamiento solar y acondicionamiento climático pasivo, a su orientación norte - sur. Norte como fachada posterior “umbría”, y sur como fachada principal “soleada”, donde se situaba el emparrado a modo de filtro solar y funcional, espacio de transición entre el exterior y el interior de la “casa”, y como ámbito de relación social y familiar, con dos bancos de asiento / contrafuertes estructurales del muro / fachada sur.

Al sur de los prototipos se ubica el patio cubierto y acristalado por la fachada, a modo de “invernadero” y al norte, se sitúa otro patio cubierto y abierto por su fachada, a modo de “umbría” y con arbolado en alineación.

Los dos patios, están cerrados con muros de inercia en sus fachadas este y oeste, para generar dos microclimas diferentes. El patio sur “invernadero”, para climatizar en invierno la casa, mediante la inyección de aire “caliente” en su interior. Y el patio norte “umbría”, para climatizar en verano la casa, mediante la inyección de aire “fresco” en su interior.

Una primera aproximación al sistema de climatización pasiva de los prototipos, queda referenciado en el esquema del sistema de acondicionamiento pasivo, representado gráficamente en las secciones tipo de las figuras 3.1.2 / 7 y 8. El sistema se desarrolla con mayor detalle en el epígrafe 3.3.2. *“Acondicionamiento ambiental: natural/pasivo y artificial/mecánico”*.

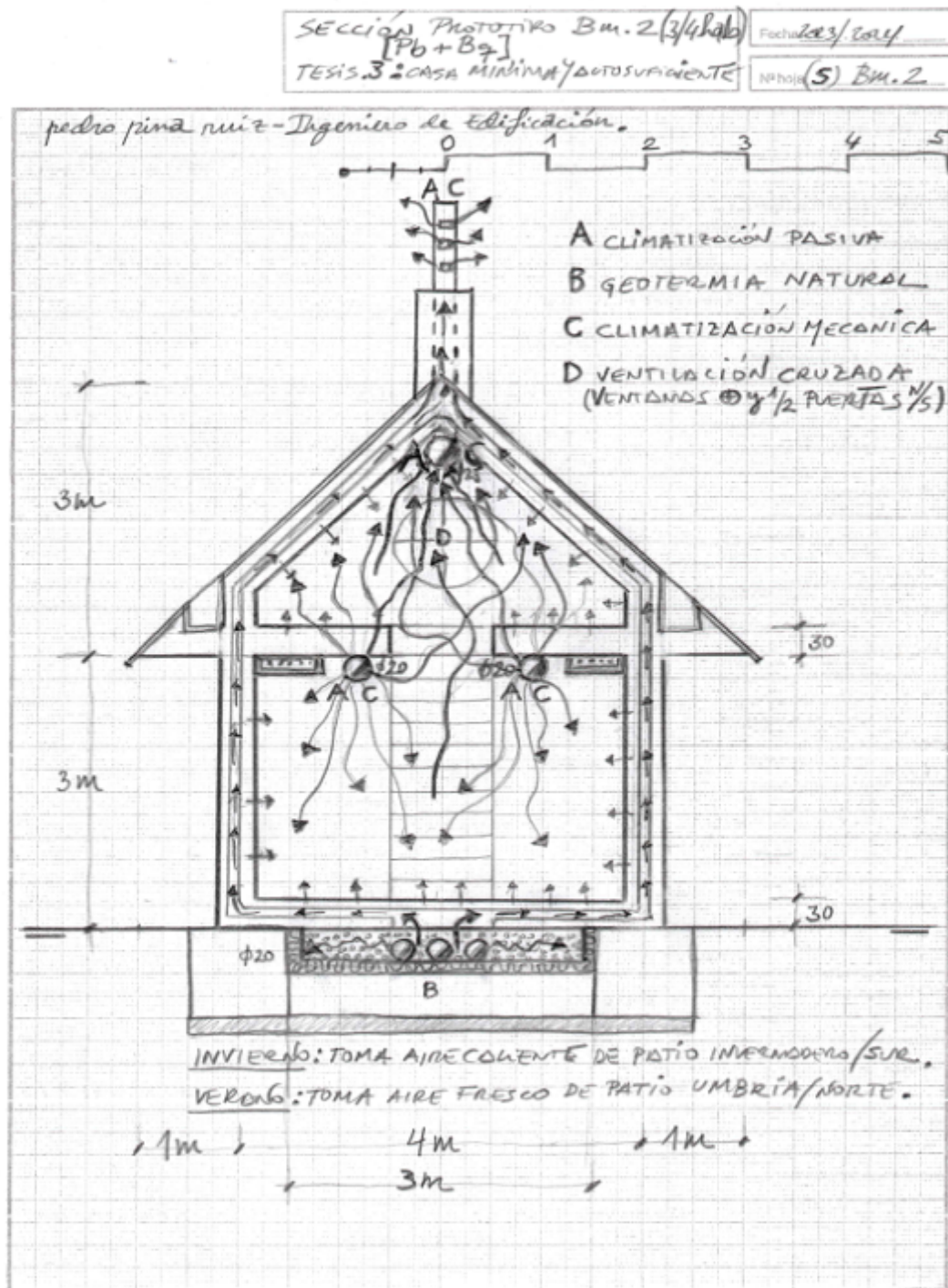


Figura 3.1.2 / 9: Sección acotada del prototipo Bm.2. Detalles de acondicionamiento climático de geotermia subterránea (B), con distribución de aire por cámaras de muros de inercia y cámara de la cubierta. Sistemas pasivo y mecánico de climatización (A) y (C), con extracción del aire por conducto situado bajo la cumbre de la cubierta, conectado a dos chimeneas solares.
Fuente: elaboración propia del autor.

En la figura 3.1.2 / 9, se ha representado gráficamente la sección acotada del prototipo Bm.2, donde se muestran los detalles del acondicionamiento climático mediante geotermia subterránea (B), con distribución de aire por las cámaras de los muros de inercia y la cámara de la cubierta. Se incorporan sistemas pasivo y mecánico de climatización (A) y (C) respectivamente, con extracción del aire por el conducto situado bajo la cumbrera de la cubierta, conectado a las dos chimeneas solares.

La extracción del aire del sistema pasivo (A) y del sistema mecánico (C), se produce a través del conducto horizontal microperforado situado bajo la cumbrera de la cubierta, y está conectado a las chimeneas solares. Este conducto extrae el aire en invierno (aire caliente inyectado desde el invernadero) y lo expulsa por la chimenea situada sobre la fachada interior norte (umbría). En verano, este mismo conducto extrae el aire fresco (inyectado desde la umbría) y lo expulsa por la chimenea solar situada sobre la fachada interior sur (invernadero).

La figura 3.1.2 / 9, es el producto final de la evolución de la “sección” de los prototipos propuestos, que sintetiza y recoge la tradicional imagen de los faldones de la cubierta de la barraca murciana. Los dos voladizos de los aleros de ancho igual a 1 metro (módulo unitario) posibilitan la necesidad funcional y ergonómica de una mayor altura y superficie de la planta bajo cubierta / andana.

Según lo anteriormente expuesto, la composición y superficie de cada uno de los tres prototipos es la siguiente:

Prototipo bm.1 : COMPOSICIÓN Y SUPERFICIES

El prototipo bm.1, está compuesto de los siguientes espacios funcionales (Figura 3.1.2 / 10):

PLANTA BAJA (Pb): Huella de la casa 3 x 6 metros más dos patios de 3 x 3 metros. Descripción de la composición, de sur a norte.

- Patio invernadero cubierto con doble altura, fachada acristalada a sur y muros de inercia al este y oeste, con dos puertas de acceso.
- Salón, comedor y cocina con doble altura, y ventanas modulares al este y oeste. Puertas modulares de acceso, y ventanas en la fachada sur interior.
- Escalera vertical de acceso a dormitorio doble / bajo cubierta.
- Dormitorio individual orientado a este y norte, con acceso a patio umbría.
- Aseo y cuarto de instalaciones, orientados a oeste y norte.
- Patio umbrío cubierto con doble altura, fachada diáfana al norte, y muros de inercia al este y oeste, con dos huecos de acceso. Lavadero, aljibe subterráneo y arbolado en alineación.

PLANTA BAJO CUBIERTA (Bq): Descripción de la composición, de sur a norte.

- Doble altura del invernadero, y del salón, comedor / cocina.
- Escalera vertical de acceso a dormitorio doble / bajo cubierta.
- Dormitorio doble bajo cubierta, orientado a norte – sur, con armarios y ventana circular a patio umbría.
- Doble altura del patio umbría, fachada diáfana/ abierta al norte, y muros de inercia al este y oeste.

El prototipo bm.1, está compuesto por las siguientes superficies útiles y construidas:

SUPERFICIES ÚTILES bm.1:

PLANTA BAJA (Pb): Huella de la casa 3 x 6 metros más dos patios de 3 x 3 metros. (2/3 habitantes).

- Salón, comedor, cocina (2,70 x 2,70) 7,29 m² útiles
- Dormitorio 1(2,70 x 1,30).....3,51 m² útiles
- Aseo (1,80 x 1,30).....2,34 m² útiles
- Cuarto de instalaciones (0,90 x 1,30).....1,17 m² útiles
- Suma superficie útil planta baja.....14,31 m² útiles

PLANTA BAJO CUBIERTA (Bq):

- Dormitorio 2 (2,70 x 2,00).....5,40 m² útiles
- Suma superficie útil planta bajo cubierta.....5,40 m² útiles

SUMA superficie útil casa bm.119,71 m² útiles

- Patios sur y norte (2,85 x 2,70 por dos).....15,40 m² útiles

SUPERFICIE ÚTIL bm.1 con patios.....35,11 m² útiles

SUPERFICIES CONSTRUIDAS bm.1:

PLANTA BAJA (Pb) y BAJO CUBIERTA (Bq): Huella de la casa 3 x 6 metros más dos patios de 3 x 3 metros. (2/3 habitantes).

- Planta baja (3,30 x 6,00).....19,80 m²construidos
- Planta bajo cubierta(2,30 x 3,20).....7,36 m²construidos

SUMA superficie construida casa bm.127,16 m²construidos

- Patios sur y norte (3,00 x 3,30 por dos).....19,80 m²construidos

SUPERFICIE CONSTRUIDA bm.1 con patios.....46,96 m²construidos

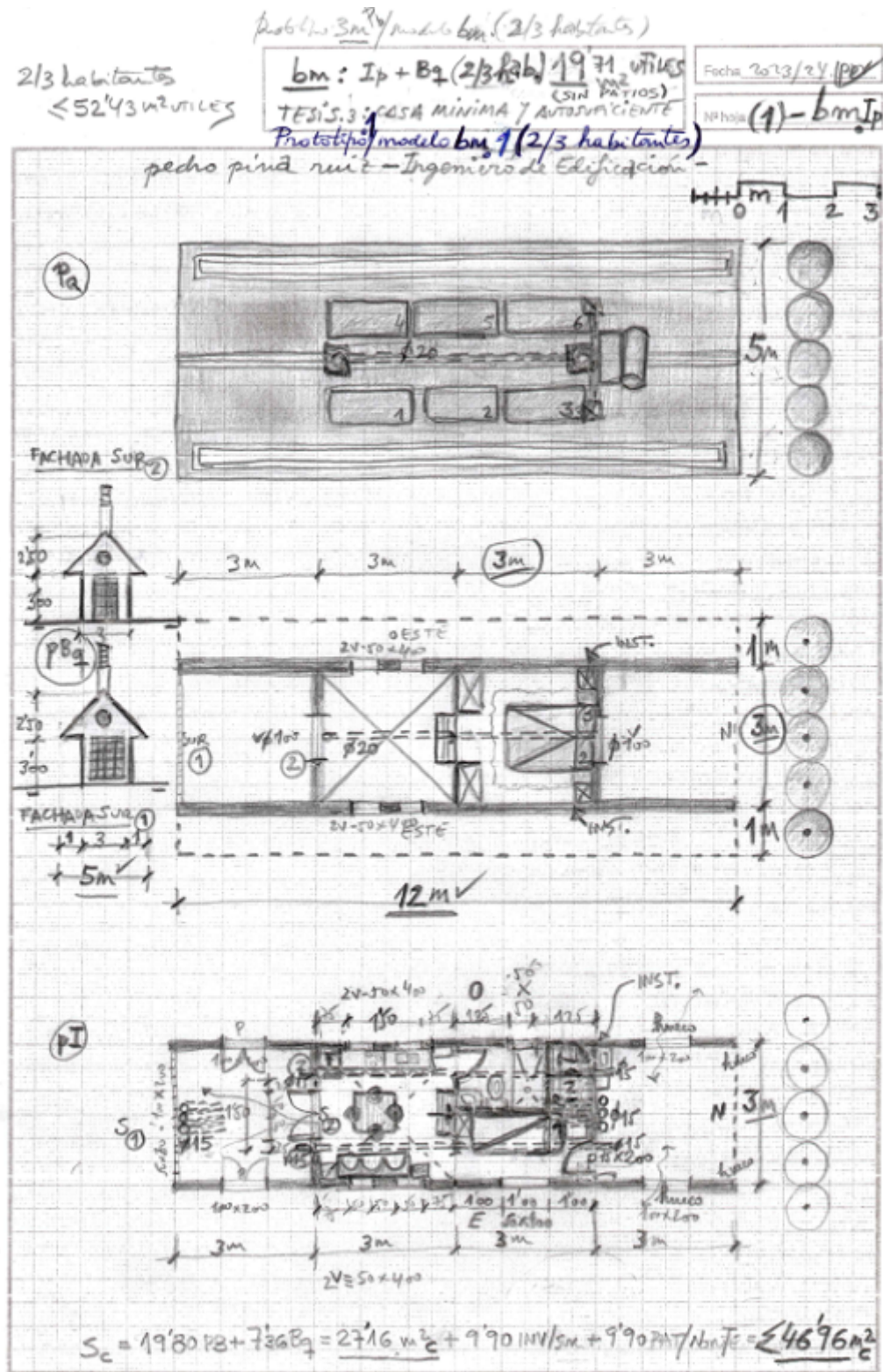


Figura 3.1.2 / 10: Plantas del prototipo $6m^2$: composición y modulación.

Fuente: elaboración propia del autor

Prototipo Bm.2 : COMPOSICIÓN Y SUPERFICIES

El prototipo Bm.2, está compuesto de los siguientes espacios funcionales (Figura 3.1.2 / 11):

PLANTA BAJA (Pb): Huella de la casa 4 x 7 metros más dos patios de 3 x 4 metros. Descripción de la composición, de sur a norte.

- Patio invernadero cubierto con doble altura, fachada acristalada a sur y muros de inercia al este y oeste, con dos puertas de acceso.
- Salón, comedor y cocina con doble altura, y ventanas modulares al este y oeste. Puerta modular de acceso, y ventanas en la fachada sur interior.
- Escalera vertical de acceso a dormitorio doble / bajo cubierta.
- Aseo con ventana al oeste, y puesto de trabajo / paso a dormitorio doble con ventana al este.
- Dormitorio doble con armarios y dos puestos de trabajo orientados a este y oeste, con salida por el norte a patio umbría.
- Patio umbrío cubierto con doble altura, fachada diáfana al norte, y muros de inercia al este y oeste, con dos huecos de acceso. Lavadero, aljibe subterráneo y arbolado en alineación.

PLANTA BAJO CUBIERTA (Bq): Descripción de la composición, de sur a norte.

- Doble altura del invernadero, y del salón, comedor / cocina.
- Escalera vertical de acceso a dormitorio doble / bajo cubierta.
- Aseo, acceso a dormitorio bajo cubierta y cuarto de instalaciones.
- Dormitorio doble bajo cubierta, orientado a norte – sur, con armarios, dos puestos de trabajo y ventana circular a patio umbría.
- Doble altura del patio umbría, fachada diáfana/abierta al norte, y muros de inercia al este y oeste.

El prototipo Bm.2, está compuesto por las siguientes superficies útiles y construidas:

SUPERFICIES ÚTILES Bm.2:

PLANTA BAJA (Pb): Huella de la casa 4 x 7 metros más dos patios de 3 x 4 metros. (3/4 habitantes).

- Salón, comedor, cocina (2,70 x 3,70)9,99 m² útiles
- Dormitorio doble y paso (2,70 x 3,70).....9,99 m² útiles
- Aseo (0,90 x 2,40).....2,16 m² útiles
- Puesto de trabajo y paso (0,90 x 1,30).....1,17 m² útiles
- Suma superficie útil planta baja.....23,31 m² útiles

PLANTA BAJO CUBIERTA (Bq):

- Dormitorio 2 (2,70 x 3,30).....8,91 m² útiles
- Acceso a dormitorio (1,30 x 1,20)..... 1,20 m² útiles
- Aseo (1,30 x 1,20)..... 1,56 m² útiles
- Cuarto de instalaciones (1,30 x 1,20)..... 1,56 m² útiles
- Suma superficie útil planta bajo cubierta.....13,23 m² útiles

SUMA superficie útil casa Bm.2.....36,54 m² útiles

- Patios sur y norte (2,85 x 3,70 por dos).....21,10 m² útiles

SUPERFICIE ÚTIL Bm.2 con patios.....57,64 m² útiles

SUPERFICIES CONSTRUIDAS Bm.2:

PLANTA BAJA (Pb) y BAJO CUBIERTA (Bq): Huella de la casa 4 x 7 metros más dos patios de 3 x 4 metros. (3/4 habitantes).

- Planta baja (4,30 x 6,00).....30,10 m²construidos
- Planta bajo cubierta (3,30 x 4,20).....13,86 m²construidos

SUMA superficie construida casa Bm.2.....43,96 m²construidos

- Patios sur y norte (3,00 x 4,30 por dos).....25,80 m²construidos

SUPERFICIE CONSTRUIDA Bm.2 con patios.....69,76 m²construidos

Prototipo BM.3 : COMPOSICIÓN Y SUPERFICIES.

El prototipo BM.3, está compuesto de los siguientes espacios funcionales (Figura 3.1.2 / 12):

PLANTA BAJA (Pb): Huella de la casa 5 x 8 metros más dos patios de 3 x 5 metros. Descripción de la composición, de sur a norte.

- Patio invernadero cubierto con doble altura, fachada acristalada a sur y muros de inercia al este y oeste, con dos puertas de acceso.
- Salón, comedor y cocina con doble altura, y ventanas modulares al este y oeste. Puerta modular de acceso, y ventanas en la fachada sur interior.
- Aseo con ventana al oeste, y acceso a dormitorio doble.
- Escalera inclinada de acceso a dormitorios doble e individual / bajo cubierta.
- Acceso a patio norte.
- Almacenaje con ventana al este.
- Dormitorio doble con armarios y dos puestos de trabajo orientados a este y oeste, con salida por el norte a patio umbría.
- Patio umbrío cubierto con doble altura, fachada diáfana al norte, y muros de inercia al este y oeste, con dos huecos de acceso. Lavadero, aljibe subterráneo y arbolado en alineación.

PLANTA BAJO CUBIERTA (Bq): Descripción de la composición, de sur a norte.

- Doble altura del invernadero, y del salón, comedor / cocina.
- Aseo de los dormitorios bajo cubierta.
- Escalera inclinada de acceso a dormitorios doble e individual / bajo cubierta.
- Cuarto de instalaciones.
- Dormitorios doble e individual / bajo cubierta, orientados a norte-sur, con armarios, puestos de trabajo y ventanas a patio umbría.
- Doble altura del patio umbría, fachada diáfana/abierta al norte, y muros de inercia al este y oeste.

El prototipo BM.3, está compuesto por las siguientes superficies útiles y construidas:

SUPERFICIES ÚTILES BM.3:

PLANTA BAJA (Pb): Huella de la casa 5 x 8 metros más dos patios de 3 x 5 metros. (4/5 habitantes).

- Salón, comedor, cocina (2,70 x 4,70)12,69 m² útiles
- Aseo (0,84 x 1,80)..... 1,51 m² útiles
- Acceso a dormitorio doble (1,00 x 1,80).....1,80 m² útiles
- Escalera inclinada (1,00 x 1,80).....1,80 m² útiles
- Paso a patio norte (1,00 x 1,80).....1,80 m² útiles
- Almacenaje (0,84 x 1,80).....1,51 m² útiles
- Dormitorio doble y paso (2,70 x 4,70).....12,69 m² útiles
- Suma superficie útil planta baja..... 33,80 m² útiles

PLANTA BAJO CUBIERTA (Bq):

- Dormitorio 3 (2,70 x 3,70).....9,99 m² útiles
- Aseo (1,30 x 1,80)..... 2,34 m² útiles
- Cuarto de instalaciones (1,30 x 1,80)..... 2,34 m² útiles
- Suma superficie útil planta bajo cubierta.....14,67 m² útiles

SUMA superficie útil casa BM.3.....48,47 m² útiles

- Patios sur y norte (2,85 x 4,70 por dos).....26,80 m² útiles

SUPERFICIE ÚTIL BM.3 con patios..... 75,27 m² útiles

SUPERFICIES CONSTRUIDAS BM.3:

PLANTA BAJA (Pb) y BAJO CUBIERTA (Bq): Huella de la casa 5 x 8 metros más dos patios de 3 x 5 metros. (4/5 habitantes).

- Planta baja (5,30 x 8,00).....42,40 m²construidos
- Planta bajo cubierta (4,30 x 5,30)..... 22,79 m²construidos

SUMA superficie construida casa Bm.2.....65, 19 m²construidos

- Patios sur y norte (3,00 x 5,30 por dos)..... 31,80 m²construidos

SUPERFICIE CONSTRUIDA BM.3 con patios.....96,99 m²construidos

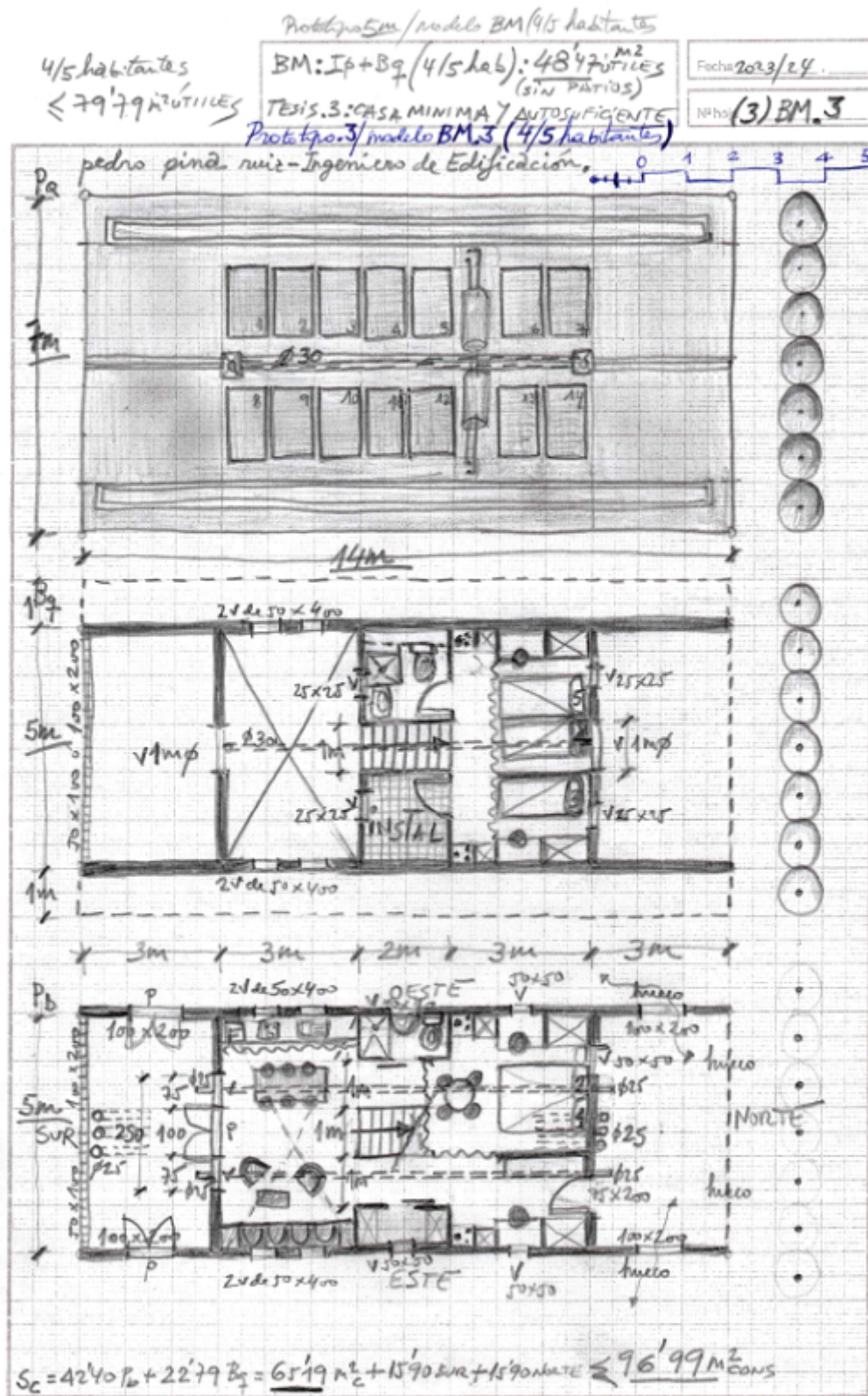


Figura 3.1.2 / 12: Plantas del **prototipo** BM.3: composición y modulación.

Fuente: elaboración propia del autor

Por último, se hace especial referencia a que en los tres prototipos resultantes de “casas mínimas y autosuficientes”, se han implementado e integrado las virtudes fundamentales de la tradicional barraca murciana, que eran básicamente las siguientes: sus dimensiones de casa sencilla y huecos mínimos, orientación norte-sur, ventilación cruzada, doble altura en espacio de relación, cubierta a dos aguas, asequible coste económico, autonomía energética, gastronómica e hídrica, sostenibilidad constructiva y adaptación e integración al medio en el que se ubica e implanta, y todo ello, incorporando a los prototipos, innovaciones aplicadas a los sistemas constructivos in situ, prefabricado e industrializado y las prestaciones de la tecnología contemporánea, como se detalla en el siguiente epígrafe.