

# PROYECTO FIN DE GRADO: PROTOTIPO DE ALOJAMIENTO PROVISIONAL CON TABLEROS OSB

## PROYECTO FIN DE GRADO: TEMPORARY ACCOMMODATION PROTOTYPE WITH OSB BOARDS

Rafael Salcedo Garrote. Universidad de Sevilla.  
Santiago Lloréns Corraliza. Universidad de Sevilla

### RESUMEN

El proyecto fin de Grado constituye una ocasión única para que el alumno pueda aplicar los conocimientos adquiridos durante la carrera al desarrollo de un trabajo de investigación que pueda ser el germen de futuros desarrollos profesionales en el marco de la emprendeduría.

Presentamos aquí el trabajo de un alumno de la escuela de Sevilla que mereció la calificación de matrícula de honor en la convocatoria de septiembre de 2014 y que aborda el desarrollo de un prototipo construido con materiales procedentes de reciclado, de bajo coste y fácil construcción que puede ser útil como alojamiento provisional para catástrofes, transformarse en vivienda de realojo para familias humildes, o simplemente emplearse en cabañas de vacaciones para campings o alojamientos rurales.

#### Palabras Clave:

Construcción sostenible, prefabricación, emprendeduría, wikihouse,

### EL FORMATO DEL PROYECTO FIN DE GRADO

El PFG, según el reglamento y guía existente a tal efecto, en la Escuela de Ingeniería de Edificación de Sevilla, se concibe como “un trabajo au-

*tónomo e individual del alumno equivalente a 12 ECTS (300 horas de trabajo personal) que se realizará bajo la tutela y orientación de un tutor que ha de dar su visto bueno antes de la presentación del mismo. Deberá estar orientado a la aplicación de las atribuciones que otorga el título o basado en las competencias generales y específicas asociadas a la titulación, a capacitar para la búsqueda, gestión, organización e interpretación de datos relevantes de su área de estudio, para emitir juicios que incluyan una reflexión sobre temas relevantes de índole científica o tecnológica y que facilite el desarrollo de un pensamiento y juicio crítico, lógico y creativo”.*

Este modelo de proyecto fin de grado es heredero de los anteriores proyectos fin de carrera, concebidos para que el alumno sintetice los conocimientos adquiridos de un modo parcial durante la carrera y los aplique en la realización de un trabajo en el que se pueda dar cabida a sus aspiraciones como técnico.

### FOMENTAR LA INVESTIGACIÓN

No obstante, la novedad es que en la citada guía para su desarrollo se incluye la modalidad de proyectos de investigación, consistentes en “el desarrollo de un trabajo teórico y experimental de carácter científico-técnico

*que deberá versar sobre algún aspecto relacionado con el proceso edificatorio, intentando contribuir a mejorar las técnicas propias de los diversos campos de la edificación o incluso al conocimiento en este ámbito”.*

Se deja así abierta la puerta a la innovación, que puede desembocar posteriormente en el emprendimiento, como vía de desarrollo personal y profesional de los alumnos.

Este aspecto es muy importante, pues permite el desarrollo de la creatividad, así como la posibilidad de dar respuesta a otras problemáticas de origen social, menos atentas a los requerimientos específicos del mercado de la construcción.

### EL COMPROMISO SOCIAL

Son muchos los alumnos que se preguntan en el momento de concluir sus estudios cómo pueden revertir en la sociedad los conocimientos adquiridos durante su periodo formativo. Recientemente, surge la pregunta de en qué medida puedo contribuir a la sostenibilidad del medio ambiente, la problemática de los residuos generados por el sector de la construcción o a aliviar el sufrimiento de las personas que pierden su hogar a causa de las guerras que asolan el planeta, las catástrofes naturales o los desahucios, producto del paro y la crisis económica.

## EMPRENDIMIENTO

Los trabajos fin de grado, además de suponer un ejercicio académico, pueden constituir el germen de experiencias profesionales de más largo alcance, de modo que en el futuro, puedan desembocar en la formación de empresas que terminen comercializando una patente o un producto concreto, completando así el ciclo de desarrollo del alumnado y su desembarco en el mundo profesional con propuestas personales.

## JUSTIFICACIÓN DEL PROYECTO

“Sostenibilidad”: es ésta la cuestión. Y no es baladí si tenemos en cuenta los tiempos que corren, ya de por sí convulsos, y el futuro que se antoja incierto si hablamos de nuestro entorno

La sostenibilidad no es un concepto unitario sino, por el contrario, un elemento complejo integrado por conductas y directrices cuyo equilibrio nos permitirá mantener la propia vida ahora mismo y, sobre todo, en ese mañana limpio de incertidumbres para todos los seres vivos que pueblen el planeta.

Nuestra meta como integrantes del sector de la construcción, en el que aquél se alza como el factor clave



como industria que moviliza esos recursos de la naturaleza en ingentes cantidades. Y es, por tanto, también nuestra responsabilidad como profesionales mantener el equilibrio con nuestro entorno y modificar en la medida de lo posible todos aquellos procedimientos, protocolos y estándares para acercarnos a ese ideal de progreso y respeto al medio ambiente.

Y qué mejor forma de llevar a cabo este equilibrio que apostar por una bioconstrucción, a la que algunos con certera alusión han tildado de “arquitectura con sentido común”, al apostar por llevar a cabo proyectos en los que son características ineludibles en su implementación factores como tener presente el clima del lugar donde se construirá, la presencia de vegetación o, incluso, los vientos dominantes del entorno constructivo, de tal forma que el diseño haga factible tanto un confort excepcional

para las personas y a la vez que este genere un ínfimo consumo de energía apoyándose en las bondades aprovechables del entorno y sacando partido a las condiciones de insolación, temperatura, viento y humedad ambiente.

No conviene aventurarse en presentar este tipo de construcción como algo revolucionario ya que, aunque para muchos resultará un concepto novedoso, es algo que nuestros ancestros ya ponían en práctica hace decenas de siglos.

Tengamos siempre presente como profesionales que, según datos del “Worldwatch Institute de Washington”, los edificios consumen el 60% de los materiales extraídos de la tierra y su utilización, junto a la actividad constructiva, genera la mitad de las emisiones de dióxido de carbono que se lanzan a la atmósfera. Si este dato ya es de sobra clarificador, el mismo organismo asegura que la construcción también produce la mitad del total de residuos y contaminación con los que se daña a la Tierra.

Sin embargo no son sólo estas constataciones las que empujan a muchos profesionales a sumarse a la corriente de la construcción bioclimática, sino el conocimiento de que algunos materiales utilizados en la creación de edificios contienen importantes cantidades de clorofluorocarburo que causan daños en la capa de ozono y, por otra parte, que el treinta por ciento de las viviendas nuevas o rehabilitadas padecen el síndrome del edificio enfermo.



## OBJETIVOS

Este proyecto, no se concibe sólo como una posible solución más dentro de la Arquitectura y de la Construcción. Su realización pretende además abordar algunos de los problemas que presenta nuestra sociedad y que, casualmente, se manifiestan con severa periodicidad.

Algunos de ellos ya se han expuestos en la presentación:

El fuerte impacto en los ámbitos económico, ecológico, ambiental, político y social que la Arquitectura y las Técnicas de Construcción tradicionales presentan.

Es destacable el fuerte aumento y desarrollo exponencial de la población mundial. Los expertos de la ONU pronostican en uno de sus últimos estudios 'World Population Prospects' ('Perspectivas de la Población Mundial') que para 2050 la población mundial podría alcanzar los 9.600 millones.

Que la población mundial aumente no es sólo un reto de espacio para los Arquitectos e Ingenieros, también es un reto ecológico. Las concentraciones de personas en las grandes urbes aumentan a un gran ritmo y consecuencia de esto, también lo hacen las emisiones nocivas que afectan directamente a nuestro organismo y a nuestro planeta llegando a dañar la capa de ozono.

Estos datos nos dejan aún más claro que el futuro está en buscar nuevas soluciones más eficaces o sostenibles, con igual o mayor confort y



Fig. 2 Campamentos en Haití

mucho menos nocivas para nosotros y para nuestro planeta.

Por otro lado, la propia naturaleza es fuente de catástrofes y fenómenos climatológicos no previstos con la suficiente anticipación para poder responder eficazmente ante ellos y que, por tanto, pueden generar una pérdida masiva de hogares y viviendas difícilmente reemplazables. Con mayor influencia aún sobre los países en vías de desarrollo con escasos recursos con los que poder actuar.

Según datos de la secretaria general de la ONU para la Prevención y Reducción de Riesgos de Catástrofes, en 2013, del total de 100 millones de personas afectadas por catástrofes naturales, 33 millones perdieron sus viviendas. Una de las consecuencias directas de este hecho es que todas esas personas pasan a vivir en alojamientos temporales que desgraciadamente y en la mayoría de los casos "pasan a ser permanentes, y por lo tanto es muy importante que dichos alojamientos sean de calidad", pala-

bras de la representante especial de esta secretaria Margareta Wahlstrom, en un acto celebrado en Ginebra el año pasado.

El ejemplo más claro y cercano de esta situación está en Haití donde después del terremoto en enero de 2010 se levantaron campamentos provisionales de emergencia para alojar a las personas afectadas por la catástrofe. Los alojamientos eran en su gran mayoría tiendas de campaña fabricadas con las telas y chapas disponibles.

Por lo tanto y bajo estas premisas, creo que el verdadero objetivo de este proyecto trasciende más allá del diseño y la construcción de una célula habitable y económica. Realmente, persigue cambiar la mentalidad y concepción arquitectónica y constructiva generada hasta la fecha, fomentando eficiencia, funcionalidad e innovación; dando lugar a una nueva arquitectura bioclimática, sostenible, económica y más accesible.



Menor impacto económico y ambiental.



Catástrofes naturales



Viviendas más accesibles



## MATERIALES

### MADERA RECICLADA

La madera es uno de los primeros materiales empleados en la construcción y a pesar del enorme avance tecnológico y científico en el sector de la arquitectura e ingeniería sigue siendo uno de los materiales más empleados.

Una de las razones a este hecho es que es un material muy polivalente y global, empleado tanto en estructuras, cerramientos, suelos, cubiertas, mobiliario, etc. Y en casi todas las partes del mundo. Estas características sumadas a su carácter natural, su buen reciclado, ligereza y comportamiento estructural y sus virtudes acústicas han sido los ejes sobre los que se han fundamentado la decisión de elegirlo como material principal para la estructura y parte de los cerramientos.

Entre las diversas variantes que presenta la madera, se decide emplearla en forma de tableros de virutas orientadas "OSB" (Oriented Strand Board) de clase 3. Estos tableros son ya una evolución de los tableros contrachapados donde en vez de unir varias láminas de madera, se unen varias capas compuestas de virutas de madera orientadas en una dirección determinada y perpendicular a la de la capa siguiente para mejorar aún más su comportamiento ante dilataciones o esfuerzos en distintas direcciones.



Fig. 3 Tableros de madera OSB reciclados.

Una gran ventaja medioambiental de este tipo de tableros es que se producen a partir del tratamiento de cualquier tipo de madera recuperada (incluso ramas pequeñas). Además en su proceso incorpora muy poca cantidad de resina (menos del 5%) comparado con otras variantes (hasta un 85% en el DM).

Los paneles tendrán un formato de 2.500 x 1.250 mm y un espesor variable de entre 10 y 20 mm según su uso.

### CÁÑAMO

Las propiedades resaltantes del cáñamo son sobre todo sus características térmicas, acústicas y bioclimáticas, que conducen a gran ahorro energético. También es interesante el efecto protector de los materiales ante radiaciones electro-magnéticas.

El beneficio para el medio ambiente es tal en su cultivo como en su empleo en la construcción). Estudios recientes de SaAS (Bcn) confirman

valores negativos de GWP en Canabric (-0,624 kg CO<sub>2</sub>eq/kg), mirando todo el proceso de fabricación y posible transporte de material.

Las características más destacadas de esta fibra natural son sus propiedades térmicas, ya que tiene una conductividad de 0,041 W/m\*k, acústicas, con una absorción de 0,7 y bioclimáticas, ya que su amortiguamiento hace que las temperaturas exteriores, al atravesar el material, se suavicen. Un dato para que hagáis una idea del gran ahorro energético, es capaz de reducir los consumos de calefacción hasta en un 40%.

Es un material 100% reciclable. Incluso tras la demolición de un edificio, puede molerse y ser reutilizado para la producción de bloques de fibra o morteros aislantes.

## DISEÑO DEL PROTOTIPO

### PROYECTO WIKIHOUSE

WikiHouse es un proyecto "open source" (libre) liderado por los arquitectos Alastair Parvin y Nick Lero-diaconou que intenta acercar la arquitectura y la construcción un poco más a las personas. Para ello plantean una serie de alojamientos contrachapados en contrachapado con un sistema de uniones en "S" y un tamaño de piezas limitado por el de una mesa estándar de corte para madera. Este sistema permite a cualquier persona diseñar y construir su propio alojamiento .



Fig. 4: Mantas de cáñamo



Mi propuesta pretende ofrecer una nueva célula habitable real y construable, garantizando, al menos, las exigencias mínimas existentes en nuestro país, utilizando para ello el modelo de construcción de carácter libre o "open source" expuesto anteriormente ya que en nuestro país no se ha desarrollado ningún modelo hasta la fecha por la organización "Wihouse".

### FASE CREATIVA

Las primeras ideas estaban basadas en un diseño muy modular separando los diferentes tipos de dependencias y con una base triangular.

Con el fin de mejorar los problemas de superficie y circulación entre la vivienda se optó por una disposición circular de los módulos inspirado en una tela de araña.

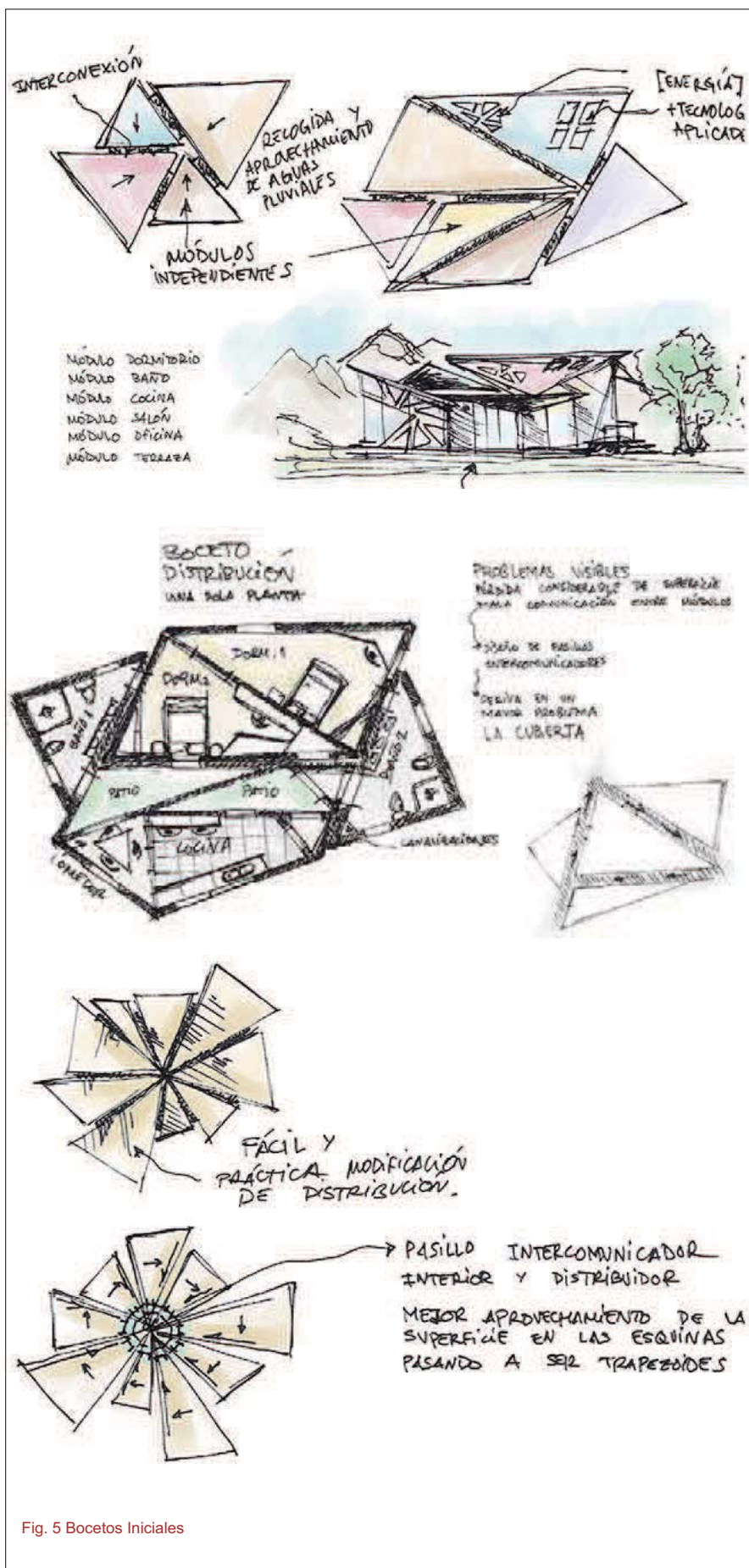


Fig. 5 Bocetos Iniciales



Fig. 6 Esquema Compositivo



El modelo ahora presentaba una mejor disposición, mejor aprovechamiento de los espacios, más flexible en cuanto a la intercambiabilidad de los módulos y mostraba una buena forma de crecimiento o ampliación.

Sin embargo, analizando la viabilidad constructiva presentaba varias dificultades técnicas importantes y de compatibilidad con el sistema elegido. Además su propia geometría obligaba a aumentar el número de piezas diferentes.

Por estos motivos se decidió buscar otras alternativas menos complejas.

Después de desarrollar un poco más este modelo se determina que mejora la viabilidad y lo simplifica considerablemente, disminuyendo así los costes tanto en material como en fabricación.

Este modelo será la referencia y sobre el que se desarrollará el modelo final.

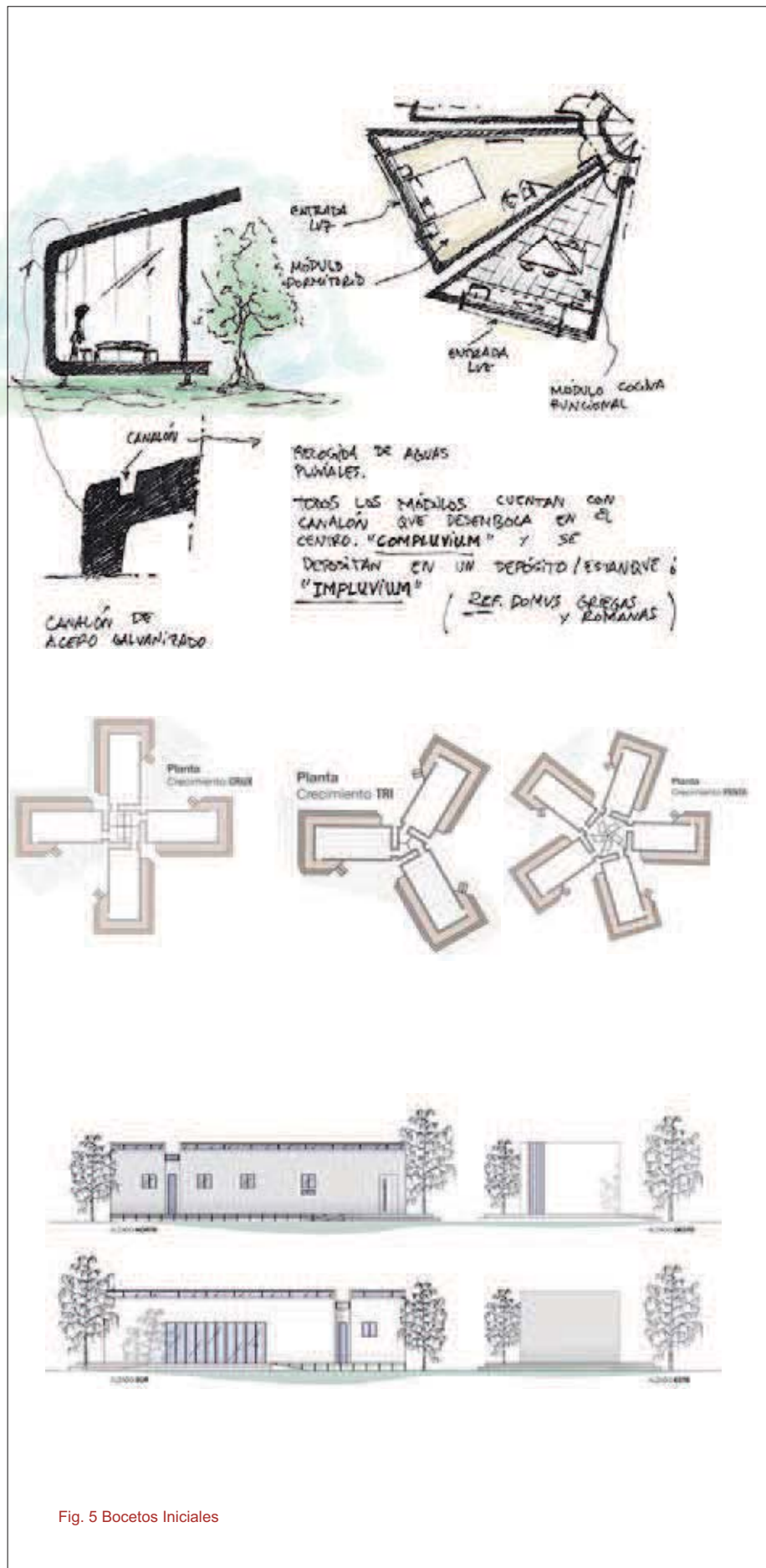


Fig. 5 Bocetos Iniciales

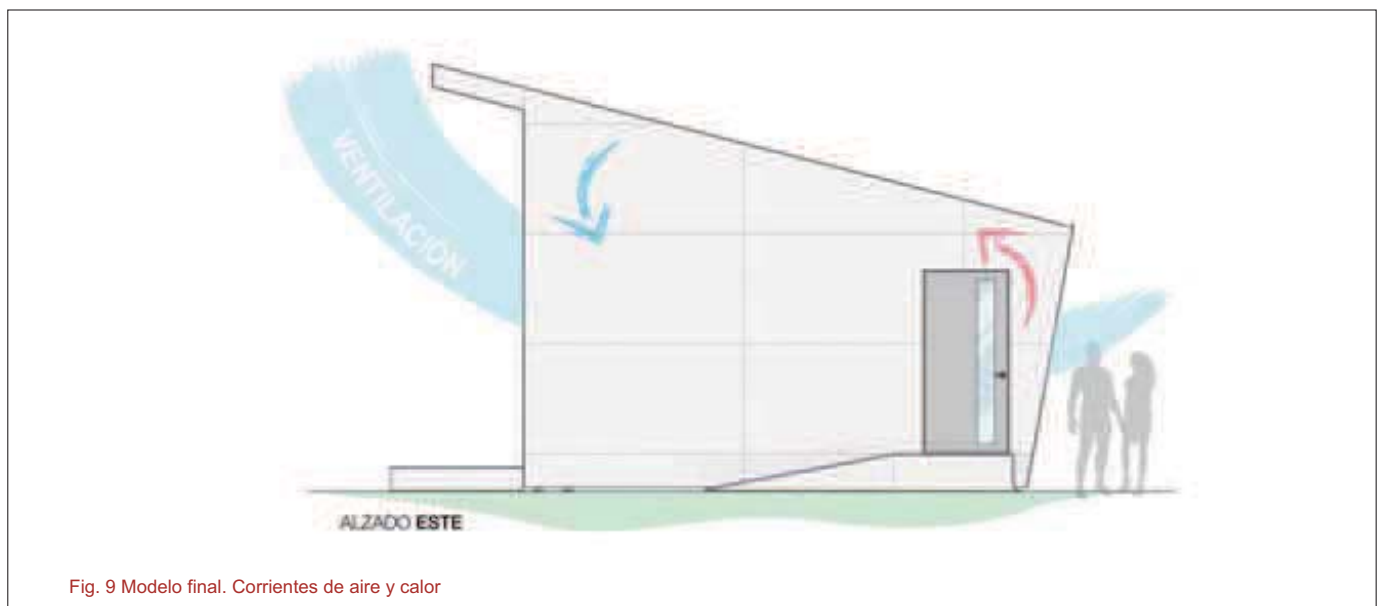
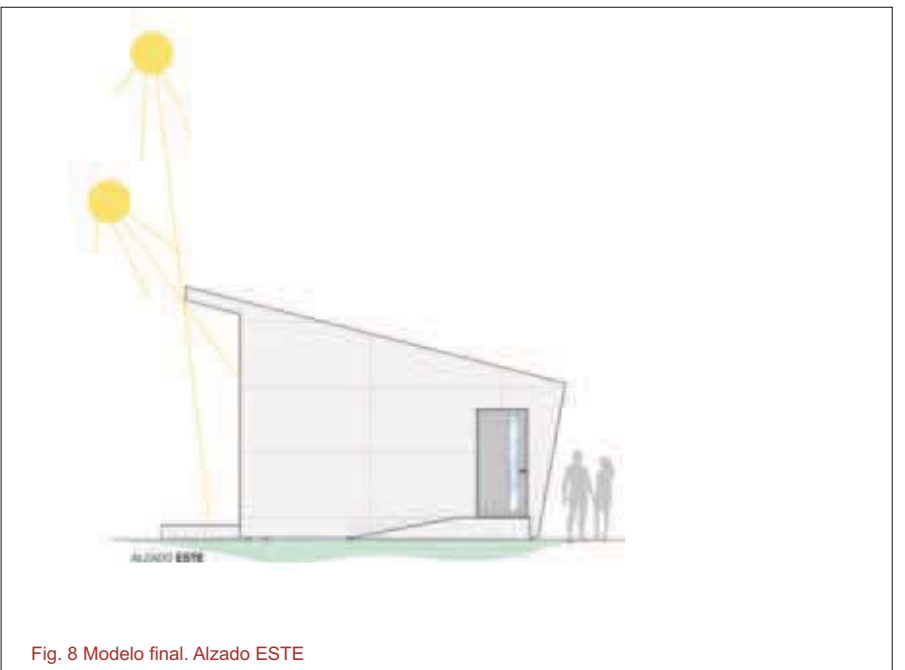
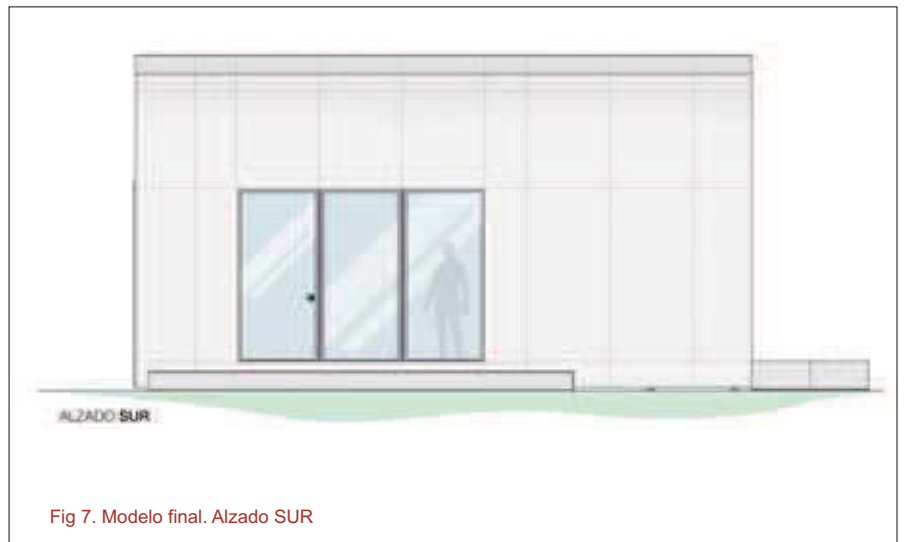
## MODELO DEFINITIVO

El diseño de la sección viene determinado por el soleamiento, dejando una fachada SUR recta y amplia con tres huecos o ventanales para aprovechar al máximo la luz solar.

De la cubierta sobresale un vuelo hacia la fachada SUR para evitar el paso de rayos solares durante el verano y permitir el calentamiento en invierno.

Por otro lado, la fachada Norte se inclina 10º con respecto a la vertical hacia fuera y la célula cuenta con una pendiente en su cubierta del 25%. El objetivo de esta configuración reside en 1: Buscar hacer más grande el interior, 2: Crear un ángulo apropiado de ventilación cruzada y corrientes de aire y 3: Intentar concentrar el calor en la zona Norte.

Se propone una planta diáfana compartimentada por el propio mobiliario.



## EL ENTORNO

El prototipo ubica inicialmente en una zona costera situada al sur de España, en la localidad de Rota (Cádiz), concretamente en Costa Ballena. Sin embargo el carácter temporal con el que cuenta la célula hace posible su rápido montaje y desmontaje y posterior transporte a cualquier otra zona.

En líneas generales el modelo podría adaptarse a multitud de entornos pero para este proyecto se estudia sólo la zona prevista para su colocación:

Localización: Calle Turina 14, Costa Ballena CHIPIONA (Cádiz)

Superficie de solar: 837m<sup>2</sup> Suelo sin edificar Clase: Urbano

## SISTEMA DE SUSTENTACIÓN

Debido al propio carácter temporal del alojamiento se ha decidido no optar por una cimentación enterrada y rígida. La estructura quedará levantada del terreno con un sistema de sustentación de soportes regulables de acero galvanizado.

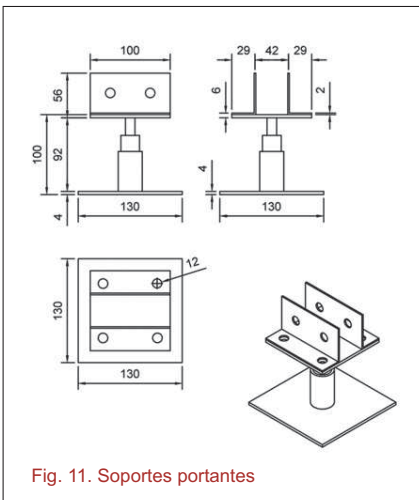


Fig. 11. Soportes portantes

## SISTEMA ESTRUCTURAL

La estructura está compuesta por la sucesión de pórticos ligeros que forman una especie de armazón similar al de los barcos.

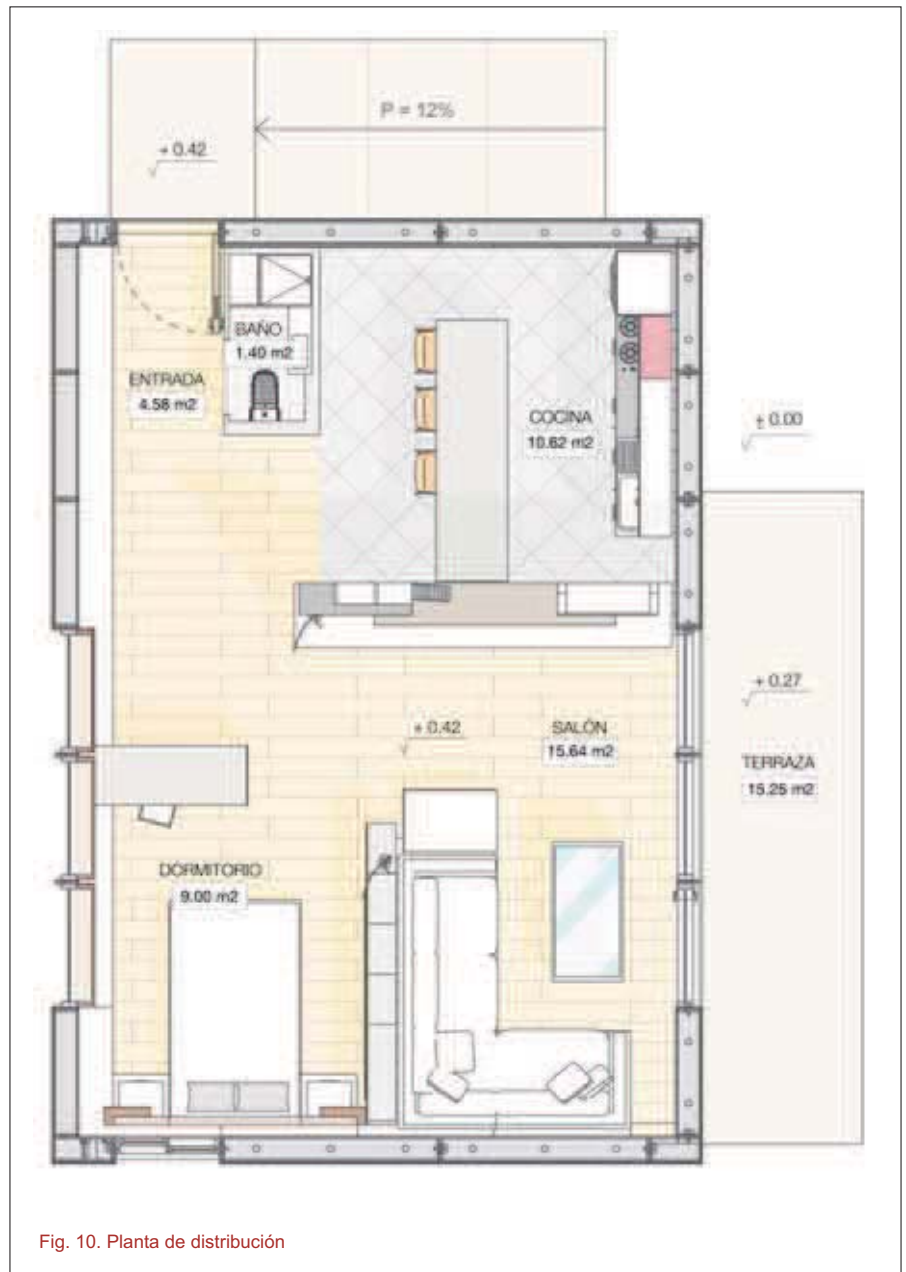


Fig. 10. Planta de distribución

La unión de dichos pórticos forman en la parte inferior un forjado sanitario; en la parte superior, la cubierta, y en la envolvente, los cerramientos.

Toda la estructura está diseñada con paneles de madera OSB de 20 mm de espesor.

## ENVOLVENTE DEL MÓDULO

La fachada, suelo y cubierta se resolverá con los mismos tableros de OSB hidrófugos que la estructura (de 10 y 20 mm de grosor). Para asegurar la estanqueidad de la cubierta se colocará una lámina transpirable impermeabilizante entre la estructura y los paneles.



Fig. 12. Estructura

El aislamiento se resolverá con planchas flexibles de cáñamo e irá en el



huevo que queda entre panel exterior e interior. Estas planchas tendrán un espesor de 70 mm.

Los paneles irán fijados a la estructura con tornillos para madera de 30 y 50 mm.

### COMPARTIMENTACIÓN

El prototipo se presenta de forma diáfana en su interior, la única compartimentación es la del baño prefabricado.

Para lograr una separación efectiva y práctica de los espacios y usos dentro del prototipo se empleará el mobiliario.

### INSTALACIONES

En este proyecto, no se han previsto ni el trazado ni el cálculo de las instalaciones por el hecho de que éstas quedarán definidas por el uso que se le de al prototipo.

### ACABADOS

Los paneles O.S.B. aglomerados suministrados por la empresa AISLECO son hidrófugos y garantizan su comportamiento incluso a la intemperie. La propia empresa ofrece diferentes tipos de acabados de exterior e interior. Se optará por un acabado de madera rústica en su exterior y de placa de yeso en su interior.

### CARPINTERÍAS

Se opta por una carpintería de aluminio suministrada por la empresa Alumafel.

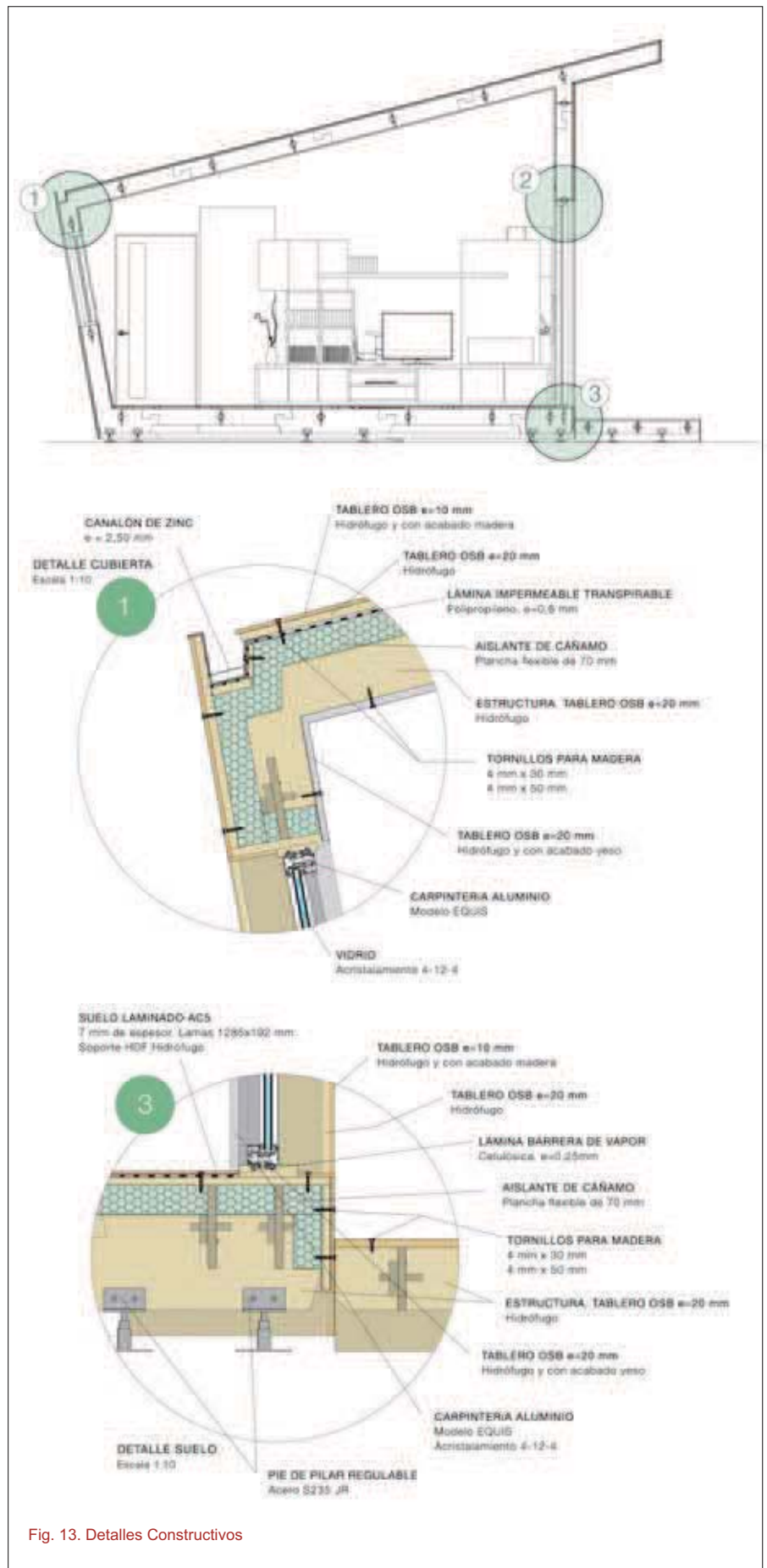


Fig. 13. Detalles Constructivos