



UNIVERSITAT  
POLITÈCNICA  
DE VALÈNCIA



UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE VALÈNCIA

Escuela Técnica Superior de Arquitectura

La arquitectura sobre el agua. Estudio constructivo de  
viviendas flotantes

Trabajo Fin de Grado

Grado en Fundamentos de la Arquitectura

AUTOR/A: Tárraga López, Iván

Tutor/a: Cubel Arjona, Francisco José

CURSO ACADÉMICO: 2023/2024

# LA ARQUITECTURA SOBRE EL AGUA

## Construcción de Viviendas Flotantes

Autor:

Tárraga López, Iván

Tutor:

Prof. Dr. Francisco José Cubel Arjona

### Trabajo Fin de Grado

Grado en Fundamentos de la Arquitectura



ESCUELA TÉCNICA  
SUPERIOR DE  
ARQUITECTURA



UNIVERSITAT  
POLITÈCNICA  
DE VALÈNCIA

---



## RESUMEN

La naturaleza y la arquitectura han de ir siempre de la mano, no se puede hacer arquitectura sin antes reflexionar como varía la situación del medio ambiente. Como buen símbolo de transparencia, permeabilidad y fluidez encontramos el factor del agua. La historia nos cuenta como los humanos teníamos la necesidad de construir cercano a los lagos y ríos para nuestra supervivencia, llegando a sobreponerse a esta por motivos de sobrepoblación y falta de espacio. Sin embargo, hoy en día se buscan otras cosas, el dinamismo, los reflejos y las sensaciones de encontrarse sobre el agua producen bienestar en los usuarios que prueban la experiencia. Desde viviendas unifamiliares a edificios de gran envergadura, el agua ya no es solo un elemento arquitectónico si no que, ha permitido elevar la construcción a otro nivel.

**Palabras clave:** Viviendas Flotantes, Agua, Construcción, Arquitectura, Detalle Constructivo.



## **ABSTRACT**

Nature and architecture must always go hand in hand, you cannot create architecture without first reflecting on how the situation of the environment varies. As a good symbol of transparency, permeability and fluidity we find the water factor. History tells us how humans had the need to build near lakes and rivers for our survival, eventually overcoming this due to overpopulation and lack of space. However, nowadays other things are sought, the dynamism, reflections and sensations of being on the water produce well-being in the users who try the experience. From single-family homes to large buildings, water is no longer just an architectural element, it also has elevated construction to another level.

**Key Words:** Floating Homes, Water, Construction, Architecture, Construction Detail.



## **Agradecimientos**

*A mis padres, hermano y familia.*

*Por todos estos años de apoyo.*



---

## ÍNDICE

<b>1. Introducción .....</b>	<b>3</b>
1.1 Objetivos.....	5
1.2 Metodología.....	6
<b>2. Antecedentes Históricos de la Arquitectura Flotante.....</b>	<b>7</b>
<b>3. Ejemplos de Viviendas Flotantes Actuales .....</b>	<b>16</b>
3.1 COMUNIDADES FLOTANTES .....	16
3.1.1 Barrio Schooncship.....	16
3.1.2 Casas Flotantes de Ijburg NL.....	21
3.2 VIVIENDAS UNIFAMILIARES FLOTANTES.....	24
3.2.1 Lake Union Float Home .....	25
3.2.2 Houseboat Eilbekkanal .....	26
3.2.3 Water villa Ijburg 2 .....	27
3.2.4 Water villa Weesperzijde .....	28
<b>4. Aspectos Constructivos de las viviendas flotantes.....</b>	<b>29</b>
4.1 Proceso Constructivo.....	29
4.1.1 Obras Prefabricadas .....	29
4.1.1 Obras realizadas In situ .....	30
4.2 Estructuras de Flotación. Bases de las viviendas .....	31
4.2.1 Pontones .....	31
4.2.2 Pontón de hormigón armado.....	32
4.2.3 Pontón modular de hormigón.....	32
4.2.5 Pontones Plásticos .....	33
4.2.6 Pontones de Aluminio .....	34
4.2.7 Plataformas Metálicas.....	34
4.2.8 Grandes Pontones.....	35

---

4.3 Cerramientos Exteriores.....	36
4.3.1 Vidrios y Carpinterías.....	37
4.4 Compartimentación Interior.....	38
4.4.1 Suelos .....	39
4.4.2 Falsos Techos .....	40
4.5 Cubiertas .....	40
4.6 Sistemas de Anclaje Y Rompeolas .....	42
4.6.1 Sistemas de Anclaje entre pontones.....	44
4.7 Instalaciones.....	44
4.7.1 Electricidad y Energía .....	44
4.7.2 Suministro de Agua .....	46
4.7.3 Tratamiento de aguas residuales.....	46
<b>5. Propuesta Constructiva de Vivienda Flotante .....</b>	<b>48</b>
<b>6. Objetivos de Desarrollo Sostenible.....</b>	<b>56</b>
<b>7. Conclusiones.....</b>	<b>60</b>
<b>8. Bibliografía .....</b>	<b>61</b>
8.1 Fuentes Webs.....	61
8.2 Libros y Artículos .....	63

## 1. Introducción

La arquitectura flotante es una fascinante manifestación de diseño que desafía las convenciones tradicionales al construir estructuras sobre el agua en lugar de sobre tierra firme. Este enfoque innovador no solo ofrece soluciones prácticas para la creciente escasez de espacio urbano, sino que también abre nuevas posibilidades para la sostenibilidad y la adaptación al cambio climático.

Desde antiguas comunidades lacustres hasta proyectos contemporáneos de vanguardia, la arquitectura flotante ha sido una parte integral de la historia humana en regiones con acceso al agua. Sin embargo, en los últimos años, ha experimentado un resurgimiento significativo gracias a avances tecnológicos y una mayor conciencia ambiental.

La arquitectura flotante ofrece beneficios a las zonas costeras más vulnerables ya que por su naturaleza, se aprovechan numerosos recursos acuáticos y no tiene un fuerte impacto en el suelo. Además, tiene la capacidad de adaptarse perfectamente al aumento del nivel del mar causado por la erosión de los hielos a nivel mundial.

En resumen, la arquitectura flotante presenta un cambio innovador en el diseño y la tecnología con la sostenibilidad ambiental. Cada vez hay más cambios en la sociedad que ensalzan este tipo de construcciones para ofrecer soluciones creativas para un prometedor futuro.

Desde el punto de vista estructural, las construcciones flotantes se definen como toda aquella estructura ya sea residencial u otro tipo de uso que queda flotando sobre el agua mediante un sistema de soportes que actúan como cimentación sobre la corteza acuática.

Pueden estar construidas desde una simple plataforma residencial hasta complejas plataformas que engloben comunidades más grandes que funcionen de manera autosuficiente. Por otro lado, estas pueden ser fijas o temporales, según las necesidades del entorno acuático donde se sitúen.

Por lo tanto, la estructura está directamente expuesta a los efectos químicos y físicos negativos que el agua puede ocasionar sobre esta, ya sean por el propio ataque continuado de las olas, las sales, la propia temperatura del agua y los valores de Ph que contiene. Para ello hoy en día se continúan desarrollando nuevos materiales que se comporten de una mejor manera a estas situaciones que pueden comprometer el estado de la estructura y de la propia construcción en sí.

Todo esto supone un problema serio para el acero y el cemento usado durante la construcción, por lo que se debe proteger en todo momento hasta que se garantice que los niveles de seguridad a afrontar estén asegurados.

Otros problemas a los que se enfrenta este tipo de construcciones son la radiación solar y el viento, puesto que la mayoría de las viviendas o edificios de mayor envergadura quedan totalmente expuestos, sin ningún tipo de pantalla que pueda reducir estos efectos del clima.

## 1.1 Objetivos

El objetivo principal de este estudio es analizar la historia cercana de las viviendas flotantes y de su proceso constructivo. Desde sus inicios en Ámsterdam hasta la necesidad de su construcción en los distintos distritos alrededor del mundo. Para poder abordar este tema de la mejor forma posible se tratan los siguientes temas específicos:

- Estudio de los diferentes antecedentes históricos más relevantes que dieron pie a fomentar la construcción en diferentes países.
- Analizar la normativa vigente, a la cual se deben sujetar las diferentes construcciones flotantes.
- Numerar y estudiar diferentes ejemplos modernos que reflejen cambios relevantes en la historia de este tipo de viviendas.
- Discutir sobre los sistemas constructivos y materiales utilizados para soportar las acciones perjudiciales que genera el agua, el viento y el soleamiento del lugar, desde la propia base de la vivienda hasta su compartimentación interior.
- Realizar una propuesta de vivienda flotante en un lugar con capacidad para su construcción.

## 1.2 Metodología

Para la resolución de este trabajo, en primer lugar, se analiza como he mencionado anteriormente las diferentes características que nos ofrecen los numerosos ejemplos que han sido elaborados desde hace años hasta el momento actual. Conocer cómo se comportan ante los diferentes agentes físicos y químicos al que están expuestos, para poder comprender su comportamiento y el porqué del uso de los diferentes materiales y sistemas constructivos que las componen.

En segundo lugar, comparar los diferentes ejemplos que se analizan durante el trabajo con el fin de sacar conclusiones acerca de los mejores sistemas para su construcción.

Por último, se procede a realizar una propuesta de una vivienda sobre el agua propia como símbolo de lo que sería una vivienda flotante como total adaptación al mundo acuático que la rodea.

## 2. Antecedentes Históricos de la Arquitectura Flotante

La arquitectura flotante tiene sus inicios a partir de la Segunda Guerra Mundial y procede de muchas de las culturas existentes en el planeta. Toda construcción y técnica de este estilo vendrá condicionada por las condiciones climáticas, la cultura y por los diferentes materiales existentes en el lugar elegido para su construcción. (Stopp, Strangfeld, 2016)

Durante el paso del tiempo se ha notado un elevado crecimiento del nivel del mar a causa del deshielo de los polos y el hundimiento de la tierra, lo que genera que estemos perdiendo terreno con respecto al océano. A esto se le suma la necesidad humana de construir viviendas, puesto que la población continúa aumentando y en muchos puntos de la tierra se llega a rozar la sobrepoblación. Con la tesitura que se plantea, la idea de intentar construir sobre el agua se convierte en un opción óptima y real. Nos remontamos a la historia para conocer donde surgió la idea de las viviendas flotantes, por ello, es necesario viajar hasta los Países Bajos (Holanda), los verdaderos pioneros de este tipo de construcciones. Un país con más de 100 kilómetros de ríos y canales. (Stopp, Strangfeld, 2016)



FIG 1\_Canal de Ámsterdam



FIG 2\_Canal del Príncipe (Ámsterdam)

Tras la segunda guerra mundial, las familias se encontraron con bastantes dificultades para obtener una vivienda en la capital del país. Esa falta de espacio tras el conflicto bélico obligó a las familias a mirar diferentes alternativas para poder vivir dignamente. Los canales que rodeaban la ciudad eran en ese momento fue la mejor opción para todas ellas, por lo que fueron ocupando los barcos viejos que permanecían en las orillas. (Stopp, Strangfeld, 2016)

Poco después, esta tipología de vivienda se le conocería como Casas Arca que, tras la modernización de los barcos holandeses se convirtieron en unos de los aspectos más cautivadores de Ámsterdam. Holanda tiene más de dos tercios bajo el nivel del mar, con lo cual se ha realizado barreras de ingeniería para frenar el aumento del nivel del agua. En el año 1986, el arquitecto Foherman Hertzberger diseñó su primera casa flotante. Tras unos pocos años combino ese mismo diseño con la tecnología con la que se sustentaban las plataformas de petróleo en mar abierto. Además de tener un sistema con el que soportar grandes cargas en la vivienda, permitía poder acondicionar la casa al gusto de los propietarios y poder ubicarla con la orientación que precisaba en cada momento del año. Las viviendas se adaptaban al hombre, además de relacionarse con el agua de la mejor forma posible consiguiendo optimizar el uso de energía. (Sergio Bertinat, 2011)

En la actualidad, más de 2500 familias viven alrededor de estos canales en las famosas viviendas flotantes, que, siendo barcos sin motor, se han convertido en iconos de la ciudad. Se consideran viviendas legales, pues, al recibir un permiso llamado Ligplaat, reconoce a los propietarios el derecho a poder vivir sobre estos canales. Es cierto, que al cabo de los años la mayoría se han cimentado bajo el agua, pero otras, siguen siendo simplemente barcos, con los problemas que supone, mantenimiento más costoso y con la obligación de pasar revisiones anuales. (Sergio Bertinat, 2011)

Las viviendas flotantes cuentan con todas las instalaciones previsibles para este tipo de construcción, ya sea, calefacción, sistemas de climatización, wifi y todo tipo de decoración, desde la más tradicional hasta la más actual. Teniendo en cuenta que Ámsterdam nació como un pequeño pueblo de pescadores localizado entre el río Amstel y la bahía de IJburg hace casi mil años, ha trascendido lo impensable para conseguir adaptarse a todo tipo de cambios y convertirse en una ciudad histórica. (Web Viajar Ámsterdam, 2011)

Muchos arquitectos han estudiado las formas más recomendables de construir viviendas flotantes durante los últimos años. Uno de los más destacados fue el arquitecto Koen Olthuis, el cual, formó su propio estudio en 2002 dedicándose prácticamente en su totalidad a la arquitectura flotante. Su estudio, Waterstudio, comenzó diseñando este tipo de casa mediante tecnología sencilla, las viviendas se apoyarían sobre plataformas flotantes de hormigón y materiales plásticos como el poliestireno. A esta estructura se colocaban instalaciones sanitarias y eléctricas que pudiesen acompañar los movimientos de la vivienda ya que, con la subida y bajada del nivel del mar, la casa podría verse afectada con una subida de hasta 4 metros de altitud.



Su principal idea se enfocaba en construir barrios y ciudades con características similares a las viviendas en terreno firme. *“ Cuanto más grande se construye más estable se hace la construcción ”* Koen Olthuis.



FIG 3 \_Watervilla Koen Olthuis



FIG 4\_Watervilla Leiden (Olthuis)

Al sur de Ámsterdam, se construyeron una unidad de viviendas, concretamente en el barrio de Ijburg. Se trata de complejos de tres plantas apoyadas sobre una enorme plataforma flotante. Olthuis lo expresó como una solución para los países que hoy sufren problemas de inundaciones, por lo tanto, empezó a considerar que no existen límites para este tipo de construcciones. Uno de los países que durante muchos años ha sido devastado por el cambio climático ha sido la República de las Maldivas, donde, Olthuis presentó un proyecto sobre cómo luchar contra el cambio climático y la congestión urbana. Allí fue donde, con la ayuda de varias empresas holandesas, comenzó la construcción de varias instalaciones flotantes como: hoteles, centros de ocio, conferencias y campos de golf. (Sergio Bertinat, 2011)

Entre todos estos proyectos, no solo se comenzaron a diseñar viviendas flotantes sino también, casas anfibas, estas contienen las principales funciones de una casa flotante pero construidas sobre terreno firme o en entre ambos entornos y se adaptan perfectamente tanto a la sequía como al agua. Su estructura trata de varios apoyos sobre pilares y losas huecas de hormigón. Cuando el agua tiende a subir, la vivienda tiende a flotar mediante ciertos mástiles en ambas partes de la vivienda que hace que mantengan la posición y la estabilidad en todo momento. Más adelante conoceremos ciertas viviendas de estas características con las que Waterstudio ha dado a conocer unas verdaderas maravillas de este campo de la construcción. (Sergio Bertinat, 2011)

Por otro lado, en Asia también hay ciudades que adaptaron esta forma de vida por las mismas razones mencionadas anteriormente. Uno de los casos de estudio es Camboya, un país del Sudeste Asiático, que comparte frontera junto a Vietnam. Lake Tonle Sap es una gran masa de agua que se encuentra en el centro del país. Para entender este caso que data del siglo IX debemos profundizar en su clima tropical, en el cual destacan de una forma clara dos tipos de estaciones. Una estación lluviosa desde principios de junio hasta finales de octubre y una estación totalmente seca desde el mes de noviembre hasta el mes de mayo.



FIG 5\_Vivienda flotante en Camboya



FIG 6\_Barrío en el Lago Tonle Sap

Esta cantidad de lluvia durante largos años ha permitido que el lago esté cerca de doblar su superficie de agua hasta unos 250 kilómetros de largo y unos 100 kilómetros de ancho con unas profundidades que varían hasta un máximo de 10 metros. Este efecto ha conseguido que sea unos de los lugares con mayor biodiversidad del país y que gracias a estas condiciones, cerca de 85.000 personas vivan en las zonas inundables del lago.

Las villas construidas históricamente consisten en su totalidad en edificios que flotan sobre balsas de bambú y en algunos casos sobre barriles de metal, cada una con un diseño único. Son viviendas parcialmente abiertas ya que los propietarios prefieren interactuar en el exterior de estas donde se localiza en su totalidad la zona de día de las viviendas. Además, estas aberturas les permiten socializar de una forma más cercana con las viviendas adyacentes. Hoy en día, esta pequeña villa ha sufrido ciertas transformaciones y grandes avances que favorecen a la educación, la cultura y su principal fuente de alimentación, la pesca, con la construcción de colegios flotantes e incluso sus propias granjas flotantes.

Otro ejemplo histórico tiene lugar en América de Sur, concretamente en Perú, el cual posee grandes lagos por toda su superficie, pero en este caso de estudio nos vamos a centrar en el Lago Titicaca, donde sorprenden unas grandes islas denominadas islas flotantes de los Uros. Se encuentran en el lado oeste de este lago un total de 80 pequeños islotes que proporcionan hogar a los pueblos indígenas del lugar, los Uros. (Ismael Dono, 2023)



FIG 7\_Uso de la totora (Uros)



FIG 8\_Islote comunitario de los Uros

Son islotes amarillentos cuya base se encuentra anclada al fondo de la laguna y que están fabricadas con totora, una especie de planta que crece en las orillas del lago Titicaca. Fueron los propios habitantes de esta isla los que poco a poco fueron construyendo una gran capa flotantes donde posteriormente se adaptarían las viviendas para, más tarde, poder habitarlas. Cabe destacar que el uso de la totora no solo se centra en ser indispensable para el anclaje de sus bases sino también para el recubrimiento de los techos, revestimiento en las paredes o incluso para la realización de sus puertas de acceso. Se calcula que estos islotes viven un total de 270 familias, en cada una de las plataformas pueden llegar a vivir un máximo de 10 núcleos familiares y un mínimo de 3. Su método principal de desplazamiento es mediante barcas de totora y ocasionalmente de madera para ir de una isla a otra, ya que, en algunas de ellas se encuentran los centros educativos y otros edificios sociales. (Ismael Dono, 2023)



FIG 9\_Perspectiva de la comunidad de los Uros



FIG 10\_Perspectiva de la comunidad de los Uros

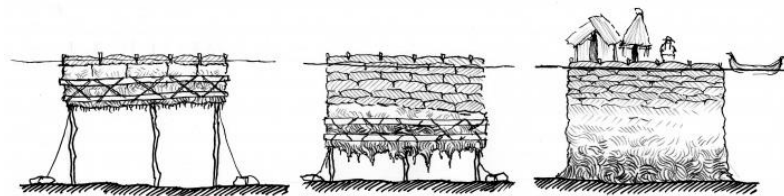


FIG 11\_Ilustración construcción flotante mediante la totora

Si realizamos un viaje hasta África Occidental podremos encontrar más tipologías parecidas a las actuales viviendas flotantes. Un ejemplo claro se encuentra en la ciudad de Ganvié, una población icónica de Benín, al oeste de África. Se ha llegado a comparar con la cultura y la forma de vida de Venecia, hasta tal punto que ha sido considerada la Venecia africana. Estamos hablando de las viviendas flotantes que se localizan en el lago Nokoué.

Fue fundado durante el siglo XVII, por los habitantes de la zona, los cuales estaban intentando escapar de la guerra que los rodeaba intentando rescatarlos como esclavos para su propio beneficio. Este lago en cuestión estaba considerado como sagrado por lo que el pueblo decidió refugiarse en esta zona. (Ismael Dono, 2023)

Ya una vez allí empezaron a construir sus propias viviendas flotantes y nombrado a la propia población como Ganvié cuyo significado es "libertad en el agua". Una vez la guerra llegó a su fin, los habitantes de este lago comenzaron a acomodarse y no tenían ninguna intención de abandonar lo que había sido un refugio para ellos durante tanto tiempo, por lo que se adaptaron de la mejor forma posible a vivir en la zona. A lo largo del tiempo, más de 40.000 personas viven en el lago donde también se encuentran edificios de carácter social como escuelas, hospitales y mercados. Su método principal de transporte se basa en unas canoas de madera. (Ismael Dono, 2023)

Las viviendas se encontraban totalmente fijadas al terreno acuático, sin rango de poder realizar ningún movimiento, gracias a una serie de troncos. Los revestimientos de las fachadas eran mediante una disposición de placas de madera o metal que cubrían casi en su totalidad la piel de la vivienda. Mas tarde, se incorporó la construcción mediante pilotes de hormigón en algunas de estas viviendas. Una de las fuertes características de esta zona es que no contaban con una fuerte instalación eléctrica, con lo cual, solo podían disponer de una serie de placas solares para poder crear zonas de carga de dispositivos. (Ismael Dono, 2023)



FIG 12\_Comunidad flotante de Benín



FIG 13\_Vivienda tipo de Ganvié

Por otro lado, si ponemos la mirada en América del Norte, podremos comentar algunas referencias históricas que proceden de Estados Unidos. Unas viviendas flotantes que se crean entre el siglo XX y el siglo XXI. Algunos de estos ejemplos podrían ser las viviendas del lago Union de Seattle, creadas como una solución cómoda para los trabajadores del lugar. Las viviendas fueron construidas mediante plataformas de troncos desechados que provenían de aserraderos de la zona. (Ismael Dono, 2023)

Estos, al estar quemados, proporcionaban durabilidad y protección a la base de la vivienda, además de permitir que flotaran correctamente. Sobre esta plataforma se construían casa de madera con los detalles y función que cada familia requería en ese momento. Para asegurar unas buenas condiciones de vida el gobierno tuvo que limitar la llegada de más habitantes a la zona para no sobrepasar el máximo de terreno que podría suponer un riesgo para la zona del lago en sí, influyendo en la biodiversidad e incluso que las familias ya asentadas en el lugar. Por lo tanto, a mitad de siglo había un total de 2.000 viviendas construidas. (Ismael Dono, 2023)

Mas tarde algunas viviendas fueron destruidas para poder incentivar la creación de nuevos barrios flotantes y con ello nuevas comunidades son mayor autosuficiencia, que cumpliesen correctamente la normativa impuesta durante estos años. Hoy en día, más de 500 viviendas flotantes han formado una comunidad como asociación llamada "Asociación de viviendas flotantes" que refuerza todavía más esta nueva forma de habitar.



FIG 14\_Comunidad flotante de Seattle



FIG 15\_Viviendas en la ciudad de Seattle

Otro claro ejemplo de viviendas flotantes en Estados Unidos se encuentra en California, en el pueblo de Sausalito. Muy cerca de San Francisco, justo al otro lado del Golden Gate se encuentra este gran pueblo millonario. Ya en la Segunda Guerra Mundial se comenzaron a construir barcos de guerra, y los trabajadores necesitaban vivir cerca de la zona por lo que se llenó de pequeñas casas flotantes de madera. Las cuales tenían características de casas anfibas, para, en el supuesto caso de que hubiese una inundación, poder evitar daños. Cuando la guerra acabó, muchos trabajadores abandonaron la zona y estas casas fueron ocupadas por otro tipo de etnia social. Hippies y otra clase de artistas crearon una comunidad habitando este tipo de viviendas. (Ismael Dono, 2023)

A finales de los años 80, estos también comenzaron a mancharse por las numerosas demandas recibidas hacia los barrios flotantes, ya que, en muchos casos no cumplían con las normas de seguridad. Sin embargo, muy pocos grupos decidieron luchar contra la desaparición de lo que era hasta el momento, su hogar. Políticos y empresarios aun intentan, hoy en día, convertir este barrio de pequeñas casas flotantes en un millonario barrio de mansiones flotante. Uno de los países pioneros en esta construcción fue Canadá. Un país con un gran perímetro de costa y grandes lagos en su interior que desde hace muchos siglos empezó a adoptar este tipo de comunidades flotantes.

Todo viene fomentado por la gran afinidad que tienen sus habitantes con el mundo de la pesca, ya sea profesional o recreativa. La ciudad para destacar en este aspecto es Vancouver. (Ismael Dono, 2023)



FIG 16\_Pueblo flotante de Sausalito

FIG 17\_Pasarelas del pueblo de Sausalito

FIG 18\_Vivienda tipo de Sausalito

Durante este trabajo de estudio acerca de las viviendas flotantes de nuestro tiempo, relacionaremos los aspectos fundamentales que nos llevaron a su construcción y analizaremos las múltiples características que, desde muchos años atrás, han supuesto un gran avance tecnológico y arquitectónico en nuestro entorno y en la vida de aquellos que habitan hoy en día este tipo de viviendas. En la última parte del estudio trabajaremos sobre un proyecto que se acerque, en la medida de lo posible a lo que sería una vivienda flotante ideal y represente los valores de respeto y cuidado al entorno que lo rodea.

### 3. Ejemplos de Viviendas Flotantes Actuales

Son muchas las viviendas que se han ido construyendo alrededor de nuestras costas, lagos y ríos, cada una de ellas con sus propio detalles y técnicas constructivas que las hacen especiales y únicas para esta tipología. Se va a realizar un análisis acerca de algunas de estas obras, desde ejemplos de viviendas unifamiliares hasta algún proyecto de gran envergadura donde se necesiten sistemas constructivos y distribuciones más complejas.

#### 3.1 COMUNIDADES FLOTANTES

##### 3.1.1 Barrio Schoonschip

El barrio de Schoonschip Ámsterdam se encuentra en uno de los más modernos de la ciudad, el barrio de Noord. Antiguos almacenes, fábricas y barcos se convirtieron en fabulosos hoteles y restaurantes y con todo esto, los canales en lugares habitables. Estos cambios fueron los que por primera vez fomentaron la creación de una comunidad residencial multifuncional a orillas del río. (Meritxell Batlle, 2021)

- **Proyecto:** Barrio Flotante Schoonschip
- **Arquitectos:** Space&Matter
- **Año:** 2008 - 2021
- **Ubicación:** Ámsterdam (Países Bajos)



FIG 19\_Barrío de Schoonschip



FIG 20\_Vistas de Schoonschip



Schoonschip ha dado la oportunidad a un total de 105 habitantes que residen en las 46 viviendas que, actualmente hay construidas. Todo nació de la idea de los propios habitantes de vivir en las cercanías del canal, por lo que cada uno ha contratado un arquitecto distinto, para el desarrollo y diseño de su hogar. Se trata de una organización colectiva-privada que sugiere un proyecto lo suficientemente sostenible para ser una envidia por toda Europa. (Meritxell Batlle, 2021)

Estas viviendas están interconectadas mediante 5 muelles que crean una distribución de conexiones con la calle principal. Al no ser un eje lineal aparecen espacios entre viviendas que se utilizan como espacios comunes de la vivienda y en las que aparecen elementos como espacios verdes, jardines flotantes, piscinas y otros servicios. Además, aparecen otros edificios que comunes que sirven como servicio de lavandería, cocina y mercados que ayudan fundamentalmente a las residencias del barrio. (Meritxell Batlle, 2021)

El nombre del barrio, que se traduce como "barco limpio", refleja desde el principio la filosofía del proyecto. Se busca lograr una sostenibilidad completa en todos los aspectos, minimizando la demanda de recursos externos y la generación de residuos. Entre sus objetivos se incluyen estrategias como el uso de coches eléctricos compartidos para la movilidad, la compra colectiva de alimentos a productores locales para reducir el transporte y los residuos, y la educación y difusión de los valores que inspiraron la creación del barrio. (Meritxell Batlle, 2021)

Hablamos de un ecosistema natural adaptado al tejido real de la ciudad, el cual, maximiza la energía ambiental y minimiza los residuos de la comunidad. Además, crean espacios para la enorme biodiversidad natural de los alrededores y entre sus propios vecinos fomentan la autosuficiencia de una forma paralela al resto de la ciudad. Entre sus principales características observamos:

1. Construcción mediante materiales ecológicos.
2. Paneles solares y baterías en el sótano.
3. Intercambiador de energía entre viviendas.
4. Zonas verdes con posibilidad de cultivo.
5. Biorrefinerías para el tratado de aguas residuales.

El espacio que se genera en torno al agua se transforma en una oportunidad para la creación de una zona para la ecología del agua y la recreación de sus habitantes con la propia naturaleza. Se distinguen entre espacios secos y espacios húmedos que permiten a la fauna que se puedan reproducir y anidar de una forma natural. (Meritxell Batlle, 2021)

### **Diseño y Construcción.**

El barrio tiene una superficie de 2500 m<sup>2</sup> y el muelle en total alrededor de unos 600 m<sup>2</sup>. Los servicios comunes ocupan unos 215 m<sup>2</sup> y por aprovechar al máximo la superficie hay un total de 100 m<sup>2</sup> de cubiertas que se convierten en zonas verdes y se disponen de paneles solares. Se construyen tres tipologías de viviendas:

- Tipo A: Embarcaciones de 70 m<sup>2</sup> que varían de unifamiliares de dos o tres plantas o incluso con dos viviendas.
- Tipo B: De 105 m<sup>2</sup> que varían entre dos y tres plantas y con una y hasta tres viviendas en cada una.
- Tipo C: De 108m<sup>2</sup> con dos plantas y dos propietarios.

El proyecto se sitúa en un emplazamiento flotante en el cual, al no disponer de cimientos, se reduce la huella en la naturaleza y puede ser una intervención completamente reversible. Al construirse en los talleres cercanos a la ubicación también se reduce el ruido de las obras que podrían molestar al vecindario. (Sergio Restra, 2019)



FIG 21\_Ilustración barrio de Schoonschip

Se pueden observar tres fases distintivas en el desarrollo del barrio:

- En una primera fase, se construyen los muelles de atraque y se disponen a la espera de la llegada de los barcos de transporte, conforme vayan llegando los barcos se van extendiendo la construcción de los muelles. La primera llegada es la del edificio de servicios.
- En una segunda fase, cuando todos los barcos están en su ubicación se dispone la inversión de energías renovables. Mediante un servicio online todos los vecinos tendrán controlados su demanda energética y su producción de desechos.
- En la tercera fase, se plantean las mejoras y las innovaciones en el barrio. Se optimizan las redes de energía y la producción de alimentos. Serán los espacios comunes los últimos en llegar al barrio. (Sergio Restra, 2019)

### Diseño del muelle.

Se realizan muelles de pasarelas no ortogonales, los cuales permiten una mayor versatilidad a la hora de distribuir los espacios entre viviendas. Los anchos varían entre 3 y 5 metros dependiendo de los espacios. Además, el muelle sirve de contenedor del sistema de tratamiento del agua, el agua vertida discurre por el hasta llegar directamente al canal, donde se acaba depurando y filtrando el agua hasta aumentar su calidad de forma pasiva. (Sergio Restra, 2019)



FIG 22\_Pasarelas del muelle (Schoonschip)



FIG 23\_Diseño del muelle (Schoonschip)

## Gestión energética y de residuos.

En lo que a energía eléctrica se refiere, se espera instalar unos 500 paneles solares que captaran la energía para posteriormente almacenarla en baterías de carácter individual en cada una de las viviendas.

Para calentar o enfriar la vivienda se utilizan 30 bombas de calor que aprovechan el volumen del canal para maximizar su rendimiento. Se instalan recuperadores de calor para las pérdidas por ventilación y además este calor se podrá acumular para elevar las temperaturas de las viviendas en invierno. El agua de las viviendas se calienta mediante una caldera de biogás que se produce a partir de los desechos de los inodoros.

En cuanto a los residuos, los restos orgánicos se convierten en compost para los huertos y en el caso de los residuos de los baños serán tratados mediante degradación biológica para la obtención de biogás. Las aguas grises, como ya hemos mencionado anteriormente, serán tratadas para devolverlas, una vez ya depuradas, al canal. (Sergio Restra, 2019)

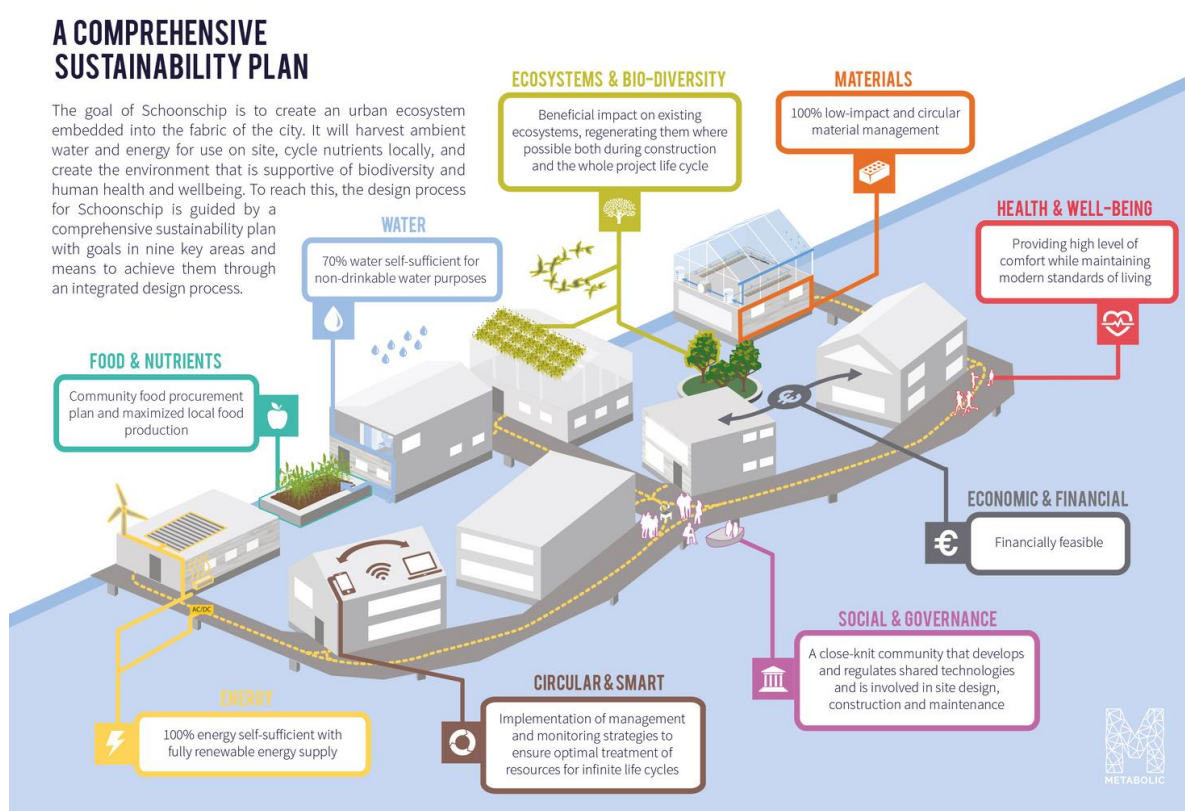


FIG 24\_Plan de gestión energética (ArchDaily)

### 3.1.2 Casas Flotantes de Ijburg NL

Este barrio flotante en cuestión es uno de los más grandes de Europa. Está ubicado al oeste de la ciudad de Ámsterdam y está insertado en el Waterbuurt. Se compone de viviendas unifamiliares de lujo, en total son 158 casas, pero individuales solo son 55 de estas, las restantes 103 viviendas son de promoción privada. Se extiende de la ciudad mediante pequeñas islas artificiales en el lago IJmeer. El reto urbanístico al que se enfrentaban era dar al agua el carácter protagonista que merece ya que es el rasgo más identificativo de la zona. (Marlies Rohmer, 2012)

- **Proyecto:** Casas Flotantes de Ijburg NL
- **Arquitectos:** Architectenbureau Marlies Rohmer
- **Año:** 2001 - 2011
- **Ubicación:** Ámsterdam (Países Bajos)



FIG 25\_Barrío flotante de Ijburg



FIG 26\_Viviendas de Ijburg

Su composición viene dada fundamentalmente por un edificio que amarra las casas flotantes mediante plataformas que actúan como recorridos hacia las viviendas. Este edificio (Edificio Quay) actúa como una barrera física y acústica para el barrio. Además, tiene como función albergar aparcamiento para todas las viviendas del muelle. Se interrumpe por unas aberturas que conectan con los distintos muelles. Además, también alberga más de 80 apartamentos y 13 oficinas.

Algunas viviendas están acopladas en hileras que acogen un total de 2 o 3 casas. Son tres viviendas de pilotes las que marcan los acentos visuales del vecindario en general y los tres puentes que construyen el embarcadero. El emplazamiento está diseñado para que todas las casas tengan visuales a través del agua tanto a norte como a sur. (Marlies Rohmer, 2012)

## Diseño y Construcción.

Su construcción se basa en cubiertas de aluminio, las cuales abarcan toda la instalación eléctrica y de saneamiento. Se levantan sobre una base a forma de cajón de hormigón prefabricado. Solo en algunas de las viviendas se levantan mediante un sistema de flote de Styrofoam, que permite que la totalidad flote por encima del nivel del agua. (Sergio Restra, 2019)

Cada vivienda está anclada al terreno mediante dos postes de amarre en diagonal que permiten movimientos por la posible subida del agua, pero a la vez proporciona una completa estabilidad. Las fachadas son principalmente de madera y aluminio de color blanco con aberturas acristaladas y molduras principalmente de plásticas que tienen un acabado de acero. El sistema constructivo es muy versátil por lo que los propios residentes tienen esa total influencia sobre la distribución interior. Esta comunidad cuenta con pequeños proyectos de ampliación para poder resolver el exterior al gusto de los habitantes, ya sea, para la construcción de porches, terrazas flotantes, etc...

En este caso en concreto podemos observar como la nivelación de las viviendas no solo depende de la estructura que la condiciona sino también al mobiliario interior y su distribución dentro del hogar. En muchos casos estos eran un factor fundamental para la correcta estabilidad de la vivienda. (Marlies Rohmer, 2012)



FIG 27\_Fachadas de las viviendas



FIG 28\_Conjunto de viviendas de IJburg

## Diseño del muelle.

El diseño del muelle se basa en una red de pasarelas, que, aunque parece que están a flote, no es así, se levantan mediante pilotes de hormigón y albergan las instalaciones en su interior. Su sección está formada por una superficie de aluminio y una estructura de hormigón con forma de canalón.

Para poder cumplir la normativa de incendios, se coloca una tubería con hidrantes para que los bomberos puedan conectarse a esta con los camiones y puedan llegar a todos los puntos del embarcadero.

Las pasarelas cuentan con una anchura de 3 metros salvo en su último tramo donde se realiza con una anchura mayor para la incorporación de barreras de protección al final del embarcadero, las cuales solo se interrumpen en el caso de que haya una entrada a la vivienda, donde, además se incorporan las cajas de registro de las instalaciones. Es necesario salvar el hueco en altura entre el muelle en sí y la entrada a la vivienda por lo que se opta por una escalinata que se articula. Con todo esto, se consigue un muelle moderno y con un gran respeto hacia el entorno acuático. (Sergio Restra, 2019)

## Transporte.

Como ya se ha comentado los elementos de las viviendas son prefabricados por lo que no están en contacto con los agentes atmosféricos, Además de que son sometidas a múltiples controles de calidad y disminuyen mucho el riesgo de error. Los talleres se sitúan a pocos kilómetros del lugar en cuestión y a orillas del río lo que facilita mucho el transporte a la bahía. Para el transporte de cada una de las viviendas se necesitan dos barcos remolcadores que las llevan hasta su punto de amarre. En viviendas más pequeñas se necesitaron colocar en planta baja tanques de agua para asegurar su estabilidad y no provocar la descomposición de la casa, una vez ya en el lugar, se amarran junto a otras de características similares. (Marlies Rohmer, 2012)



FIG 29\_Transporte de las viviendas flotantes

FIG 30\_Transporte de un pontón prefabricado

### **3.2 VIVIENDAS UNIFAMILIARES FLOTANTES**

Hoy en día, son muchas las personas en el mundo que optan por una vivienda con un carácter más sostenible y ecológica como pueden ser las viviendas flotantes. Estas viviendas se adaptan en su totalidad a las diferentes necesidades de aquellas personas que las habitan.

Suelen estar ubicadas en lugares con una gran belleza, entre canales y ríos con maravillosas vistas y grandes parajes. Y es por esto por lo que cada vez más gente elige esta opción como la más adecuada para su estancia. En cuanto a la construcción de estas casas la mayoría están situadas sobre una plataforma de hormigón, la cual aporta flotabilidad y estabilidad a la estructura. Pueden estar ancladas a un lugar fijo o incluso pueden variar su localización siendo remolcadas o con sus propios motores, convirtiéndose de esta manera en casa móviles. En este apartado resumo algunas de las viviendas más influyentes de esta tipología.



### 3.2.1 Lake Union Float Home

- **Proyecto:** Lake Union Float Home
- **Arquitectos:** Designs Northwest Architects
- **Año:** 2010
- **Ubicación:** Seattle (Washington, USA)



La casa se encuentra en el lago Union, en uno de los muelles aún disponibles. La ubicación presenta un desafío que permite diseñar una vivienda que refleja, en cierta medida, la historia del lugar. En lo que a la construcción se refiere, la vivienda tiene un carácter portuario con acabados industriales. Su base es diseñada mediante un pontón de hormigón y son sus cuatro laterales los que esconden la estructura portante, dejando la planta baja libre. Sus respectivas plantas se conectan por una escalera de un tramo que se apoya sobre un solo reborde. Toda la vivienda está conectada mediante puertas y ventanas de cristal basculantes. La primera planta se ha acabado mediante hormigón pulido, con calefacción por suelo radiante. La estructura es de acero fresado, al igual que la escalera y los suelos son construidos sobre vigas de madera laminada y tarima de madera de abeto. A la cubierta plana con carácter de azotea se accede desde el exterior y está acabada con césped artificial para su uso recreativo. (Anna Minguet, 2018)



FIG 31\_Vista Lake Union Float Home

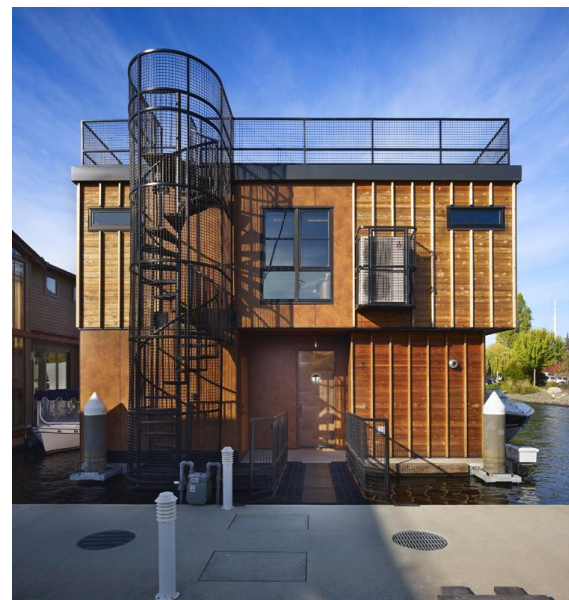


FIG 32\_Fachada principal de la vivienda

### 3.2.2 Houseboat Eilbekkanal

- **Proyecto:** Houseboat On the Eilbekkanal
- **Arquitectos:** Martinoff Architekten
- **Año:** 2010
- **Ubicación:** Hamburgo (Alemania)



La vivienda se encuentra en el canal de Eilbek, Hamburgo. Se trata de una casa flotante privada de carácter unifamiliar que cuenta con una superficie de 6 x 20 metros y una altura de 5,75 metros por encima del agua. Se accede mediante la cubierta mediante una pasarela móvil de madera y acero. En cuanto a la base de la vivienda se construye mediante un pontón de hormigón reforzado con un revestimiento de madera ligera del que posteriormente le dará el carácter a la vivienda, puesto que todos los cerramientos exteriores son del mismo material, además de la cubierta y los falsos techos. Se compone la fachada principal de grandes ventanales de doble vidrio que van de suelo a techo iluminando cada tramo de la vivienda y generando una agradable amplitud en su interior. Cuenta con un pontón trasero que sirve de terraza y de embarcadero. Se trata de una vivienda con una identidad propia y muy distintiva. (Anna Minguet, 2018)



FIG 33\_Vista Houseboat Eilbekkanal



FIG 34\_Vista Houseboat Eilbekkanal



FIG 35\_Fachada principal de la vivienda

### 3.2.3 Water villa Ijburg 2

- **Proyecto:** Villa Ijburg Plot 13
- **Arquitectos:** Waterstudio.NL
- **Año:** 2008
- **Ubicación:** Ámsterdam (Países Bajos)



Esta vivienda de Ámsterdam se compone de tres plantas. La planta inferior está prácticamente bajo el nivel del agua y es donde se proyecta la zona de noche. En la planta principal se ubica la entrada y se encuentra la zona de día y es en la tercera planta donde la geometría pasa a un segundo plano creando curvaturas que favorecen la visión del entorno. En lo que la construcción se refiere, la vivienda cuenta con un pontón de hormigón semisumergible con refuerzo en el perímetro de la vivienda justo hasta el nivel del agua donde ya sobresalen las ventanas para la iluminación de las estancias de planta baja. Se crea una estructura metálica lacada en blanco a forma de caja que contiene la vivienda y la que se van adhiriendo los grandes ventanales que rodean la totalidad de las plantas superiores mediante perfiles metálicos. Su interior está completamente revestido con placas de yeso laminado, con un suelo cerámico en toda su superficie. La cubierta es totalmente plana y está compuesta por un aislamiento térmico, impermeabilización en toda la superficie y un acabado metálico. (Anna Minguet, 2018)



FIG 36\_Vista de la vivienda de Ijburg 13

### 3.2.4 Water villa Weesperzijde

- **Proyecto:** Water villa Weesperzijde
- **Arquitectos:** +31ARCHITECTS
- **Año:** 2015
- **Ubicación:** Ámsterdam (Países Bajos)



Es el río Amstel el que acoge esta amplia vivienda de 200 metros cuadrados. Esta villa contiene un gran frente de fachada totalmente abierto mediante grandes puertas corredizas de vidrio que conectan el agua con la zona de día de la vivienda. Para poder fomentar la relación con el agua se incorpora una terraza flotante que recorre la totalidad de la fachada. El suelo de la terraza se extiende por toda la vivienda creando una sensación de continuidad y amplitud. Mediante una escalera de escalones flotantes se accede a la planta inferior que cuenta con la zona de noche. Uno de los detalles distintivos de la vivienda son los parasoles integrados en la cubierta los cuales con solo un botón las pantallas se mueven y crean un efecto refrescante en el interior. Su fachada esta revestida mediante paneles de aluminio, además en una de ellas se decide perforarla para resaltar una zona con luces LED en la oscuridad de la noche. Todo ello sobre un pontón ligera a modo de caja que recoge la vivienda desde la planta sótano. (ArchDaily, 2015)



FIG 37\_Fachada principal de la vivienda



FIG 38\_Vista Interior de la vivienda



FIG 39\_Vista Exterior de la vivienda

## **4. Aspectos Constructivos de las viviendas flotantes**

Las numerosas obras flotantes pueden distinguirse principalmente mediante el proceso constructivo que se lleva a cabo o mediante los elementos constructivos que la componen. En este apartado se llevará a cabo una distinción entre los diferentes aspectos constructivos que permiten la posibilidad de construir viviendas flotantes.

### **4.1 Proceso Constructivo**

Como en tierra firme podemos destacar entre dos tipos de métodos constructivos para las obras arquitectónicas flotantes: las obras prefabricadas o las obras realizadas in situ, ambas válidas para el desarrollo de las viviendas flotantes.

#### **4.1.1 Obras Prefabricadas**

Este tipo de construcciones no se realizan en el lugar donde se vayan a ejecutar las obras, sino que se realizan en un taller, a ser posible, cercano y por una empresa especializada. Se mantiene un control exhaustivo del proceso desde el ámbito industrial. Suelen ser proyectos modulares que permiten facilitar el proceso de diseño y el de posterior ejecución, reduciendo los tiempos de construcción. Estos módulos pueden combinarse y adaptarse a cualquier necesidad del proyecto. El proceso de prefabricación permite que un uso mucho más eficiente de los materiales ya que se reduce el desperdicio y el impacto ambiental. En general, mediante la eficiencia en el uso de materiales y la rapidez de la ejecución, se reducen considerablemente los costes generales de la obra. (Ross Burrel, 2018)

Existen numerosas aplicaciones de este tipo de construcción, desde las pequeñas viviendas unifamiliares hasta obras de ingeniería civil como puentes y túneles. Hay que destacar que, si se construyen las distintas fases en un entorno controlado, minimiza los accidentes en el lugar de la obra. También podemos destacar algunas desventajas de esta forma de construcción como las limitaciones en el transporte, la percepción pública ya que suelen estar vistas como de menor calidad y la necesidad de precisión ya que el posterior ensamblaje de las piezas tiene que ser perfecto. (Ross Burrel, 2018)



FIG 40\_Ejemplo de vivienda prefabricada



FIG 41\_Colocación vivienda prefabricada

#### 4.1.1 Obras realizadas In situ

Las obras realizadas "in situ" son aquellas construcciones que se llevan a cabo directamente en el lugar donde se ubicará la estructura final. A diferencia de las obras prefabricadas, todos los procesos de construcción, incluyendo la preparación de materiales y el ensamblaje, se realizan en el sitio de la obra. Este método tradicional de construcción es común en muchos tipos de proyectos, desde viviendas hasta grandes infraestructuras. (Ross Burrel, 2018)

Este tipo de construcción permite una cierta flexibilidad mediante cambios de diseño durante el proceso de construcción y una mayor capacidad de personalización y adaptación a las necesidades del cliente. Los materiales se manipulan directamente en el sitio de la obra y para ello se necesita gran cantidad de mano de obra incluyendo distintos especialistas. Por lo tanto, la construcción se demora bastante más tiempo que con el proceso de prefabricación, además de las interrupciones climáticas que puedan existir durante el proceso. La calidad puede ser variable debido a las variaciones en las habilidades de la mano de obra y las condiciones del sitio. Con la generación de numerosos desperdicios, se detecta un mayor impacto ambiental en el entorno inmediata al lugar donde se desarrolla la obra. (Ross Burrel, 2018)



FIG 42\_Ejemplo vivienda realizada in situ

## **4.2 Estructuras de Flotación. Bases de las viviendas**

Entre las diferentes estructuras de flotación a gran escala podemos diferenciar entre los pontones y las plataformas semisumergibles. Estas plataformas tienen una forma estructural más gruesa que los pontones y llevan desarrollándose en estas tipologías desde la década de los 70s. Estas se elevan por encima del nivel del mar mediante tubos en forma de columnas o compartimentos estructurales de lastre estancos en la base para compensar los efectos de la marea y las olas ocasionadas. Mientras que algunas son totalmente fijas, existen numerosos ejemplos híbridos entre una estructura flotante totalmente estática y aquellas con un sistema de propulsión para poder transportarlas, son aquellas que se anclan al fondo del mar mediante cables o cadenas. (Shuja Rehman, 2019)

### **4.2.1 Pontones**

Los pontones son losas flotantes cuya característica principal es su relativa poca anchura. Son usados principalmente en aguas cercanas a la costa ya sea en las cercanas a los puertos, en las calas o en las lagunas. También en las zonas donde se construyen instalaciones de protección para proteger la estructura de las acciones marítimas. Para poder actuar contra los movimientos laterales, esta se ancla al fondo del mar mediante el uso de cadenas, cuerdas, anclas o simples ataduras. Normalmente los pontones tienen un coste bajo de fabricación y además son relativamente fáciles de mantener y reparar. Los principales componentes de los pontones son: El cuerpo flotante, el acceso principal, la estructura flotante y el rompeolas. (Shuja Rehman, 2019)

Los materiales más exitosos a la hora de la construcción de pontones son aquellos que podemos considerar ligeros, fáciles de desplazar y que pueden repararse de forma rápida y sencilla. En la actualidad, los más populares son el acero, el compuesto de hormigón, hormigones avanzados y los plásticos. Es muy importantes limitar el efecto de la corrosión por lo que el hormigón marino y el impermeable suelen ser los elegidos. (Shuja Rehman, 2019)

### 4.2.2 Pontón de hormigón armado

Este tipo de pontones son los más tradicionales para la ejecución de vivienda flotantes ya sea en entornos marinos o aquellos de carácter fluvial, por lo general, se ejerce una muy buena flotabilidad y estabilidad. Su construcción se realiza mediante una estructura tipo cajón de hormigón armado con un revestimiento plástico. El volumen de agua que se desplaza por la irrupción del cajón genera una fuerza hacia arriba que mantiene la estructura a flote. Gracias a su peso y construcción ofrece una potente amortiguación a la fuerza de las olas, si este aumenta su ancho se refuerza el efecto de amortiguación. Sin embargo, siempre ha de tener unas dimensiones que puedan soportar las cargas flotantes, si la propia plataforma aumenta su anchura, tendrá mayor superficie y capacidad de carga. Las grandes ventajas que ofrece este tipo de pontón son los cortos tiempos de construcción, gran facilidad para su transporte de fábrica, la durabilidad por el tipo de material y además son una alternativa del todo ecológica. Son completamente insumergibles y tienen una línea constante de flotación. Las cubiertas se pueden revestir con materiales cerámicos o incluso madera para aportarle un mejor acabado. (Daniel Gutiérrez, 2020)



FIG 43\_Pontón de Hormigón



FIG 44\_Perímetro de pontón de hormigón armado

### 4.2.3 Pontón modular de hormigón

En esta tipología no se considera el pontón una figura unitaria individual, sino que un sistema modular ente varios pontones que se encuentran unidos y que por lo general suelen ser de menos tamaño. El sistema se usa cuando las aguas son tranquilas y funciona adecuadamente por su alto eso y por tener un centro de gravedad generalmente bajo. En primer lugar, una grúa coloca los módulos que van construyendo el pontón uno al lado del otro y es cada empresa la que decide el método de anclaje entre ellos. (Daniel Gutiérrez, 2020)



#### **4.2.4 Pontón Monolítico de hormigón**

Los pontones monolíticos están compuestos por un hormigón impermeable de alto rendimiento una espuma de polietileno de alta densidad que aporta capacidad de flotación. Se arman de una sola pieza, evitando así las juntas de construcción y futuras posibles filtraciones a través de estas. La ejecución de las piezas viene directamente de fábrica y requieren de los operarios para la fijación de las armaduras y el uso de grúas para la proyección del hormigón en e encofrado de la base, el cual se encuentra desde primera instancia flotando sobre el agua.

Estos pontones de hormigón armado son los más estables del mercado debido a su mayor masa, resistencia al agua salada y durabilidad. Sin embargo, no son ideales para estructuras flotantes recreativas, ya que su peso impide que sean controlados por un motor, lo que limita significativamente su movilidad. Un edificio construido sobre pontones de hormigón generalmente se atraca en una ubicación de manera semipermanente, ya que solo puede ser trasladado por el agua si es remolcado por otra embarcación. (Daniel Gutiérrez, 2020)

#### **4.2.5 Pontones Plásticos**

Son pontones principalmente de polietileno, un material ligero e impermeable que permie la flotación para estructuras de menor peso. Los pontones se caracterizan por su bajo peso y destacan por su duración y su relación de calidad-precio. Se rellenan con una espuma de poliestireno de alta densidad y son capaces de flotar, aunque se produzcan grietas en su superficie. La estructura que componen este tipo de pontones trata de dos flotadores longitudinales de 1,5 y 2 metros de ancho y una altura de 1 o 1,5 metros. En aguas tranquilas estos flotadores generan una flotabilidad realmente buena y es resistente hasta un oleaje de 1 metro de altura provocado por el viento.

En caso de que resulten dañaos, al ser dos flotadores completamente diferenciados se podrán sustituir rápida y fácilmente. También están diseñados para soportar bajas temperaturas, aunque no podrá resistir impactos por placas de hielo en aguas congeladas. tanques de tratamiento. (Daniel Gutiérrez, 2020)



FIG 45\_Pontón modular de hormigón armado

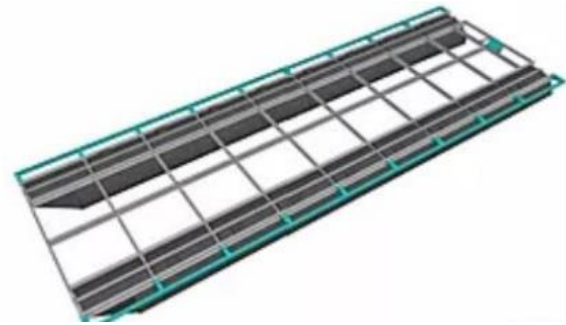


FIG 46\_Ejemplo de pontón plástico

#### 4.2.6 Pontones de Aluminio

Los pontones de este tipo están constituidos principalmente de aleaciones de aluminio ligeras. Se construyen a partir de varios módulos que varían sus dimensiones entre 800 y 1500 milímetros, que en muchos casos están sobredimensionados para garantizar la total seguridad en el caso de posibles daños en los módulos elegidos.

Los pontones de aluminio son muy resistentes y adecuados para las viviendas flotantes que incorporen su propio otor de propulsión, además de ser ideal para un entorno acuático con una carga excesiva de olas. Sin embargo, tiene como desventaja el ser excesivamente caro comparado con los de hormigón o incluso que los de polietileno mencionados anteriormente. (Daniel Gutiérrez, 2020)

#### 4.2.7 Plataformas Metálicas

Las plataformas metálicas son una opción más que asequible aun para la variedad de pontones que tenemos hoy en día. Son unas plataformas que ofrecen seguridad y un nivel de flotación óptimo para las viviendas flotantes. Además de su estabilidad también ofrecen una base duradera para las casas. Estas van a depender del tipo de agua donde permanezcan en flotación, puede ser agua dulce o agua salada, en función de esta característica, su estructura puede ser de metal pintado o usarse una plataforma de metal galvanizado para protegerse del óxido, respectivamente.

Una gran ventaja es la de su capacidad desmontable, lo que mejora el transporte desde la fábrica hasta su posterior montaje en la zona en cuestión, así como también el ahorro de costes y las restricciones que se producen. Cada modelo de plataforma se personaliza según las necesidades del cliente, considerando aspectos como la potencia del motor acoplado y la inclusión de bocas de inspección en el piso. Este tipo de plataforma tiene una vida útil aproximada de 30 años, aunque requiere una inspección en tierra cada 5 o 10 años, dependiendo del modelo. (Daniel Gutiérrez, 2020)



FIG 47\_Ejemplo de pontón de aluminio



FIG 48\_Ejemplo de plataforma metálica

#### 4.2.8 Grandes Pontones

Este tipo de pontones son placas de enorme tamaño que apoyan sobre la superficie del mar. Cuentan con una gran superficie y su espesor es relativamente pequeño con lo que se comportan elásticamente bajo la acción de las olas. Para el diseño de estas superestructuras denominadas también VLFS (Very Large Floating Structure) se realiza un análisis de carácter hidroeléctrico para controlar el movimiento y las tensiones dinámicas que lo someten dependiendo del lugar donde se localice y la acción del oleaje. Este tipo de pontones no se usan para el desarrollo de urbanizaciones residenciales, si no que surge a partir de la escasez de terreno durante muchos años en ciudades de gran envergadura y la necesidad de construir distintas infraestructuras en los océanos o en los mares próximos. Se trata de una solución mejor desde el punto de vista ambiental ya que tradicionalmente la necesidad de comer terreno al agua ha resultado muy negativa para las costas y el ecosistema acuático. (Shuja Rehman, 2019)

Estas estructuras suelen tener al menos una longitud de 60 metros, pero sus dimensiones reales suelen estar entre los 500 y 5000 metros de longitud y una anchura de entre 100 y 1000 metros con un espesor mínimo de 2 metros y un máximo de 10 metros. Se construyen de materiales como el acero o el hormigón reforzado o pretensado. Están sobredimensionados para soportar acciones del viento o el oleaje en mar abierto y además se amarran al fondo del mar de una forma segura para evitar movimientos que puedan ser dañinos en su base. Entre las infraestructuras que más se construyen con este tipo de pontón se encuentran los campos de golf, las granjas, terminales de cruceros, aeropuertos, plataformas de aterrizaje de cohetes y algunos complejos residenciales. (Shuja Rehman, 2019)



FIG 49\_Gran pontón para aterrizaje de aviones



FIG 50\_Gran pontón para cohetes

### 4.3 Cerramientos Exteriores.

Lo más común en este tipo de viviendas es la construcción de sus cerramientos mediante estructuras de madera acabado con un panelado por el exterior. Estos acabados también suelen ser de madera y dentro de este gran abanico de posibilidades es el propio cliente el que suele decidir acorde a sus necesidades y sus gustos. Para garantizar un clima saludable en el interior se evitan los productos químicos para la unión de las piezas, que se acoplan una a otra mediante uniones totalmente mecánicas. Para que la vivienda actúe como un ambiente sostenible, es el cerramiento exterior el que, junto a la tabiquería interior y el falso techo, trabajan conjuntamente para el correcto aislamiento térmico.

Actualmente, otra opción que se usa mucho actualmente en el mercado para el acabado es la madera quemada, pintada o incluso placas decorativas de cemento.

También se pueden ejecutar con paneles tipo sándwich tricapa con espesores de 20-30 milímetros y con aislamiento térmico en su interior de 10 centímetros de láminas de corcho aglomerado expandido. (Daniel Gutiérrez, 2020)

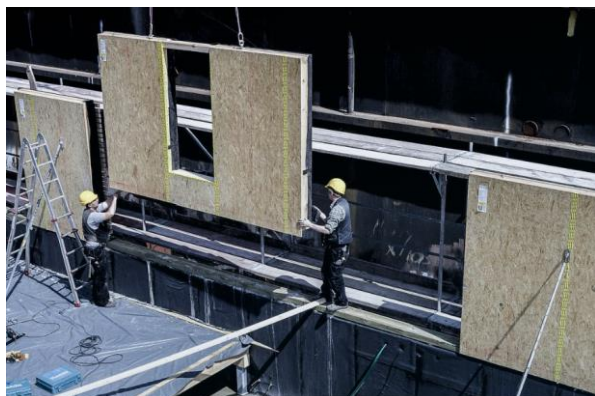


FIG 51\_Cerramiento exterior de madera



FIG 52\_Colocación de la tabiquería Interior

#### 4.3.1 Vidrios y Carpinterías.

En este tipo de vivienda se usa por lo general vidrio templado transparente tratado, equipado con control solar. Se puede tratar de diferentes maneras como añadiendo teñidos y sombreados que permitan una mayor protección frente al soleamiento. El sistema más normalizado de ventanas se basa en paneles de vidrio con una cámara de gas argón y dos vidrios templados en sus caras. Para la ejecución de este sistema en una carpintería metálica se utiliza el sistema Plantherm con dos paneles de 16 milímetros y el gas argón en su interior.

Entre las ventajas de este sistema encontramos la persistencia del calor interior de la vivienda y la reducción de la exudación del vidrio, sobre todo cuando hay grandes variaciones de temperatura en ambos lados del acristalamiento como pasa en los cuartos húmedos. Si la vivienda se piensa como un edificio a corto plazo es posible aplicar soluciones mediante un vidrio completo, donde incluso las puertas están materializadas con vidrios, lo que genera una fuerte sensación de amplitud y un diseño excelente. Muchas constructoras utilizan perfiles sintéticos en el diseño de las puertas y ventanas, estos son adecuados a la normativa vigente dependiendo de la ubicación de la vivienda.

Son habituales las puertas antirrobo con el fin de asegurar las posesiones de los propietarios, ya que estas casas están expuestas al tránsito habitual de las personas, para

ello, se utilizan materiales como el acero inoxidable por su durabilidad y resistencia. (Daniel Gutiérrez, 2020)

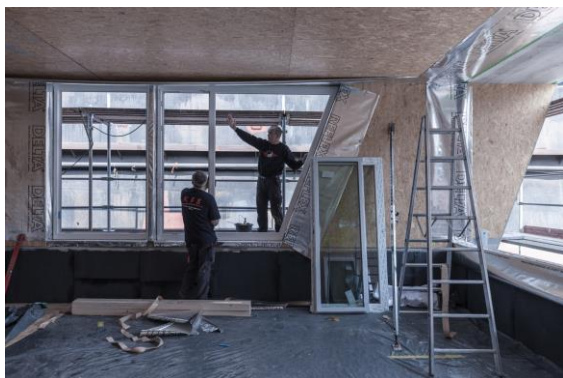


FIG 53\_Colocación de carpinterías



FIG 54\_Colocación de vidriera de gran formato

#### 4.4 Compartimentación Interior.

Los tabiques interiores de cualquiera de estas viviendas se construyen mediante paneles de madera sustentados por una estructura prefabricada con un marco de madera. Permiten que en su construcción se puedan hacer numerosas configuraciones y así poder adecuar la organización de la casa de acuerdo con las necesidades del cliente. Es gracias a los módulos y la prefabricación de este tipo de tabiques la posible transformación de una vivienda de planta libre a una cuyos espacios se delimiten multifuncionalmente en un breve periodo de tiempo.

Entre los materiales más comunes en la construcción de estos tabiques está la madera de abeto o de pino, aunque en muchos otros casos se suelen utilizar madera tricapa o paneles tipo sándwich con un aislamiento de lana de roca en su interior. El aislamiento suele variar entre unos 100 o 150 milímetros, además incluso pueden incorporar una barrera corta vapor para evitar condensaciones en su interior. Todos los detalles serán al gusto del cliente, ya sea la sección y grosor de los tabiques como la decoración o el recubrimiento final, el cual puede ser pitado, grabado, liso, etc. Los paneles se encuentran sobre unos perfiles metálicos de aluminio que se encontrarán en su interior. (Daniel Gutiérrez, 2020)



FIG 55\_Colocación de carpinterías interiores

FIG 56\_Vista interior de una vivienda flotante  
en construcción

#### 4.4.1 Suelos

##### 4.4.1.1 Suelos Interiores

Actualmente, los suelos interiores suelen ser de paneles de madera de pino que se colocan sobre un aislamiento de hasta 150 milímetros. Este aislamiento puede ser compuesto de lana de roca o de poliuretano, aunque también suele ser habitual utilizar placas de poliéster.

Como ya hemos mencionado anteriormente el cliente era el que elija en su medida la composición y el grosor del pavimento interior. Las características del tipo de pavimento que se coloca en la vivienda vendrán determinadas por su resistencia a agua puesto que estamos hablando de terrenos acuáticos y muchas de estas maderas no son lo suficientemente resistentes a la humedad a no ser que se opte por tratarlas adecuadamente. Casi todas estas maderas vendrán de una forma laminada, aunque hoy en día con la cantidad de propuestas que hay pueden aparecer en distintos formatos. (Daniel Gutiérrez, 2020)

##### 4.4.1.2 Suelos Exteriores

Los suelos exteriores se distinguirán de los interiores ya que estos están constantemente en contacto con la humedad, el soleamiento continuo e incluso a la presencia de microorganismos agresivos. Por lo tanto, estos suelos estarán totalmente

tratados frente a las condiciones mencionadas. Es usual para maderas de exterior el uso de tableros de madero de alerce u otros tipos, tableros compuestos, revestimientos sintéticos, césped artificial o incluso alfombras. Se complementan estos materiales mediante sales metálicas para afrontar las condiciones de la humedad y la intemperie. (Daniel Gutiérrez, 2020)

#### **4.4.2 Falsos Techos**

Las opciones para la instalación de falsos techos en viviendas flotantes son tan variadas como en las viviendas terrestres. Se trata de estructuras modulares con paneles que integran diversas soluciones, según la empresa constructora y las preferencias del cliente. Generalmente, se utilizan paneles de madera combinados con un aislante en la parte superior. Entre las soluciones disponibles en el mercado se encuentran los paneles TRICAPA WOOD de 8 milímetros de espesor, sobre los cuales se aplica una capa aislante de 10 centímetros de corcho aglomerado expandido.

Otros revestimientos para falsos techos incluyen paneles de madera de pino y abeto, acompañados de un aislamiento de lana de roca o lana mineral de aproximadamente 150 milímetros. El grosor del aislamiento es orientativo y puede ajustarse según las especificaciones del cliente y la ubicación de la vivienda. También existen techos modulares con particiones metálicas galvanizadas y placas OSB impermeables. Las placas que conforman el falso techo se ensamblan con un material sellante especial para techos, garantizando una impermeabilización completa y duradera, crucial para las viviendas flotantes que se encuentran en entornos húmedos. El drenaje de agua en la parte superior de los techos se resuelve mediante bajantes que permiten evacuar rápidamente el agua desde la cubierta plana, evitando la formación de charcos durante fuertes lluvias. (Daniel Gutiérrez, 2020)

#### **4.5 Cubiertas**

La vivienda se caracteriza a sí misma desde la construcción de la base, pasando por los cerramientos y compartimentación interior hasta llegar a la construcción de la cubierta, por lo tanto, el diseño de esta no puede dejar perder la esencia de esta. Son muchos los casos que, por cuestión de habitabilidad o restricciones constructivas y urbanísticas han de tener más de una cubierta siendo alguna de ellas de paso o incluso de acceso a la vivienda.



Esas características afectan a su tipología constructiva y a su posterior materialidad. Los forjados suelen ser de hormigón armado respetando también la materialidad de la estructura y del pontón utilizado. Lo más normal es que las cubiertas planas transitables se materialicen de la misma manera que la mencionada anteriormente con los suelos exteriores, siempre para fortalecer la cubierta contra los agentes atmosféricos, la humedad y el soleamiento. Se pueden plantear cubiertas con vistas generales a la ciudad utilizando elementos de protección, también, se pueden incorporar elementos y pavimentos para fines recreativos, ya sea mediante un pavimento adecuado como pueda ser el césped artificial o algún material antideslizante.

En el caso de las cubiertas inclinada estarán construidas con tipologías parecidas a las viviendas terrestres, con materiales basados en madera, cerámicos y plásticos en algunas de las viviendas. En cualquier caso, siempre llevaran incorporados su respectivo aislamiento térmico, la barrera corta vapor y demás elementos que favorezcan la estancia en el interior. En todas las cubiertas se incorporan elementos de drenaje de aguas pluviales para evitar la estanqueidad del agua en su superficie. (Anna Minguet, Floating Houses, 2018)



FIG 56\_Colocación de forjado en primer piso

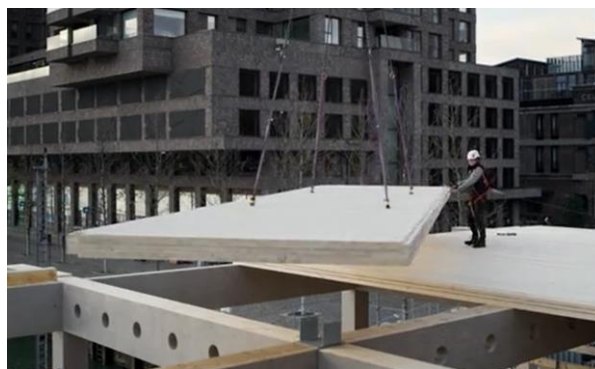


FIG 57\_Colocación de forjado de hormigón

## 4.6 Sistemas de Anclaje Y Rompeolas

Un sistema de amarre (o mantenimiento de estación) se utiliza para asegurar una estructura flotante a un muelle o embarcadero manteniéndola en posición bajo las olas y otras acciones dinámicas. El amarre evita los movimientos horizontales y, hasta cierto punto, el movimiento vertical. Con frecuencia se ha analizado el efecto de los sistemas de amarre sobre el comportamiento hidro elástico de estructuras flotantes. Las condiciones de operación y factores ambientales como las olas, las fuerzas del viento y la profundidad determinan el tipo de sistema de amarre a elegir. El tipo más común de métodos de amarre incluye marco-guía, cadena/cable, muro de muelle, pilote de amarre, pata tensora y amarres sin tirones. (Shuja Rehman, 2019)

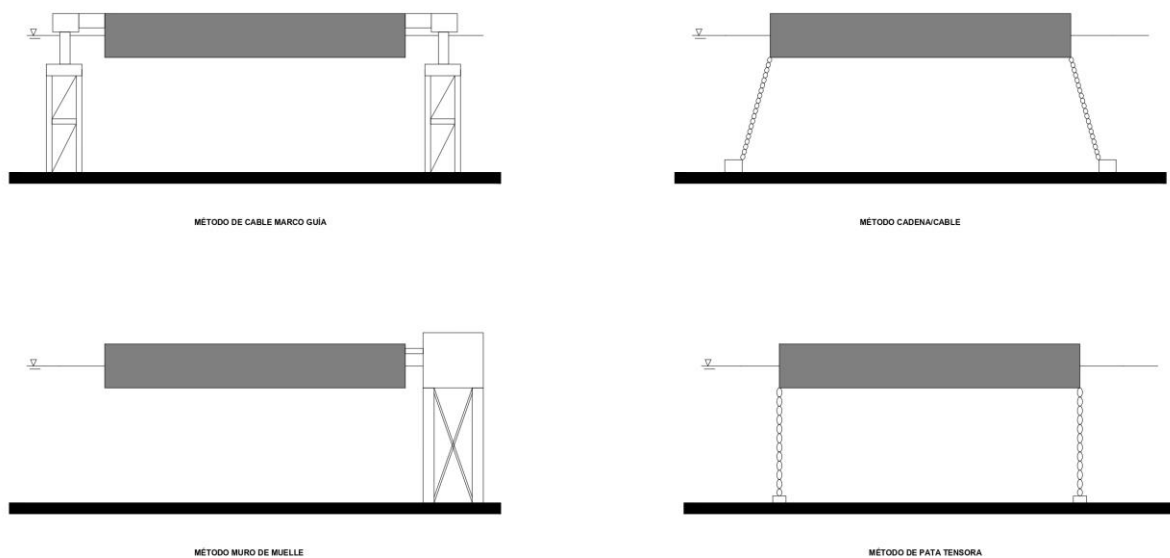


FIG 58\_ Ilustración de los tipos de anclaje

Las viviendas flotantes requieren siempre un anclaje que dependerá de la región, la legislación, las condiciones locales, la tipología y el tamaño de la vivienda en cuestión. Todos ellos, deberán permitir que la vivienda pueda moverse de arriba abajo cuando cambia el nivel de agua, de lo contrario esto podría producir una inundación en la casa flotantes. Los soportes que mantienen los cables utilizados soportan cargas de hasta 50 kN por unidad por lo que han de ser lo suficientemente resistentes. (Daniel Gutiérrez, 2020)

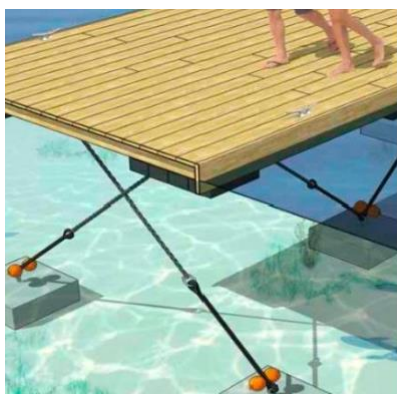


FIG 59\_Anclaje tipo cable



FIG 60\_Anclaje en marco guía

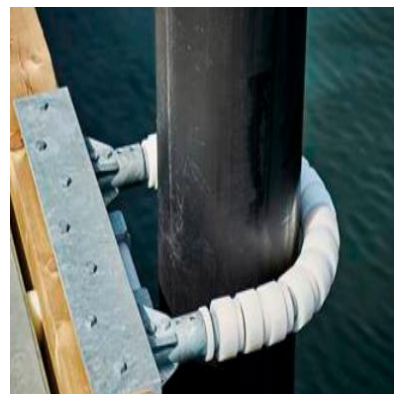


FIG 61\_Anclaje tipo

Los rompeolas son necesarios para proteger las estructuras flotantes cuando las condiciones del mar son duras. Una regla general es disponer de un rompeolas cuando la altura significativa de la ola es superior a 4 m. Un rompeolas puede ser de tipo fondo inclinado (montículos), de tipo vertical, de tipo compuesto o de bloques disipadores de energía de las olas.

El tipo de pendiente más básico es un rompeolas de múltiples capas sobre montículos de escombros. El material para el montículo suele ser arena recuperada, escombros y bloques de hormigón. También pueden modificarse como vías de acceso a una estructura flotante. Estos son susceptibles al impulso de las olas y a la socavación y se prefieren sólo en aguas poco profundas. Los rompeolas de tipo vertical son más adecuados para aguas profundas. (Takahashi 1996).

Para reducir la reflexión de las olas y la fuerza de las olas rompientes en la pared vertical, se colocan bloques de hormigón delante de ella. Sin embargo, los cajones necesitan un fondo marino duro. Aunque los rompeolas son muy eficaces para mitigar la respuesta de las estructuras flotantes, sus impactos ambientales son severos ya que destruyen el fondo marino, afectan la vida marina e interrumpen las corrientes oceánicas. Además, el dragado de arena y la tecnología de construcción implicada son costosos y requieren muchos recursos. Para hacer frente a estas limitaciones, se han propuesto rompeolas flotantes. (Shuja Rehman, 2019)

### 4.6.1 Sistemas de Anclaje entre pontones

La unión entre los pontones de hormigón se puede realizar mediante un sistema de acoplamiento conocido como Solid Ground, que conecta unas plataformas con otras. Este sistema proporciona una estabilidad máxima entre los pontones interconectados y está diseñado para ofrecer una resistencia a la rotura de 70 toneladas en cada lado, lo que permite una gran capacidad de carga. (Daniel Gutiérrez, 2020)



FIG 62\_Anclaje entre pontones

## 4.7 Instalaciones

Las viviendas flotantes son una solución sostenible para enfrentar problemas de escasez de tierra y adaptación a condiciones climáticas extremas, como ocurre en áreas con posibles inundaciones. Este tipo de viviendas no solo representa un enfoque arquitectónico creativo, sino que también implica una serie de consideraciones especiales en términos de instalaciones y servicios básicos. La correcta implementación de sistemas de instalaciones como agua, electricidad, saneamiento y calefacción es esencial para asegurar la habitabilidad y eficiencia de estas innovadoras viviendas.

### 4.7.1 Electricidad y Energía

Las instalaciones eléctricas en viviendas flotantes requieren un enfoque específico debido a su ubicación sobre el agua y la necesidad de garantizar la seguridad y eficiencia energética. Aquí se detallan los principales aspectos y consideraciones para la instalación de sistemas eléctricos en estas viviendas.

Por lo general las viviendas son dependientes de la red general municipal para su abastecimiento y todas incluyen un aserie de interruptores en su superficie además de los distintos enchufes que abarcaran toda la vivienda. Toda la instalación eléctrica está equipada con fusibles y con un interruptor principal del panel de control que permite desconectar a todos los consumidores garantizando una seguridad total en el caso de que se requiera una desconexión completa del sistema energético. El cableado de la instalación se sitúa entre los paneles de la tabiquería interior y los falsos techos que discurren por la vivienda.

En el caso de la iluminación encontramos distintos tipos:

1. Iluminación LED: Este tipo de luces son una buena opción debido a su bajo consumo de energía y su larga vida. Estas luces son ideales para reducir la demanda energética y son perfectas para el entorno de una vivienda flotante, donde la eficiencia es clave.
2. Iluminación Natural: Para la entrada de la luz natural y minimizar el uso de la artificial se usan grandes ventanales de vidrio y claraboyas creando un ambiente más acogedor en el interior de la vivienda.
3. Controles Inteligentes de Iluminación: Los sistemas de iluminación no solo mejora la comodidad, sino que también contribuye a la eficiencia energética al asegurarse de que las luces se utilicen solo cuando es necesario.

Por otro lado, podemos encontrar sistema de acumulación de energía captados por los distintos sistemas solares incorporados en la vivienda. Los cuales generan una reserva de energía que pueden ser de utilidad durante el día. Es normal que las viviendas flotantes se ubiquen en lugares donde el acceso a la red eléctrica pueda ser bastantes costoso por lo que los paneles solares ayudan a conseguir autosuficiencia energética. Los paneles suelen ocupar la superficie de las cubiertas de las viviendas, lo que supone una amplia zona expuesta al soleamiento durante el día. Este sistema tiene un impacto ambiental positivo pues no produce ningún tipo de emisión durante su producción de energía.

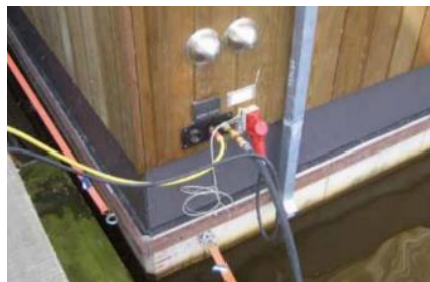


FIG 63\_Sistema de instalaciones interior

FIG 64\_Sistema de Instalación exterior

### 4.7.2 Suministro de Agua

El sistema de agua potable puede ser suministrado por la vía pública o por cualquier equipo de producción que se instale previamente en la vivienda. Si la vivienda está atracada al muelle se puede construir una red de evacuación de aguas hacia el alcantarillado y un suministro a través de la red pública. Existe una tipología de tanques de almacenamiento de agua para viviendas de mayor complejidad o con una ubicación más alejada de este tipo de conexiones que son capaces de asegurar el suministro de litro por persona diarios.

El agua caliente sanitaria se suministra mediante un calentador eléctrico, en cambio las viviendas con recursos mas avanzados pueden proceder a su calentamiento mediante sistemas de paneles solares y una bomba de calor. Son sistemas compuestos por válvulas de seguridad que controlen el flujo y la presión del agua.

Otra serie de viviendas que se sitúan mayoritariamente en entornos fríos, el agua se recoge en una caldera de acero que procede a calentarse mediante el horno de la vivienda sin ningún tipo de coste de energía.



FIG 65\_Bomba tipo para el suministro

### 4.7.3 Tratamiento de aguas residuales

El sistema de recogida y tratamiento de las aguas residuales dependen en su totalidad de la configuración de la vivienda flotante, suelen estar incorporados bajo la vivienda, escondidos a la vista de los residentes. Existen numerosos equipos con muy buenas prestaciones a la hora de la depuración de las aguas grises, pero entre ellos cabe destacar uno de los tratamientos que más se integran con el entorno.

Este tratamiento se basa principalmente en la fitodepuración, un proceso que, mediante los filtros de cañas y las plantas acuáticas permiten devolver el agua en las mejores condiciones al mundo natural, ríos y lagos. En este caso el tratamiento puede realizarse por debajo de las viviendas o en las cubiertas vegetales. También puede realizarse mediante una terraza que se anexa a la vivienda o en su perímetro. (Aquatiris, 2019)

Las ventajas principales de este tratamiento son:

- Gastos de funcionamiento bajos.
- No usa ningún tipo de reactivo químico.
- Se integra en el paisaje.
- Favorece la biodiversidad.
- Es ecológico y sostenible.

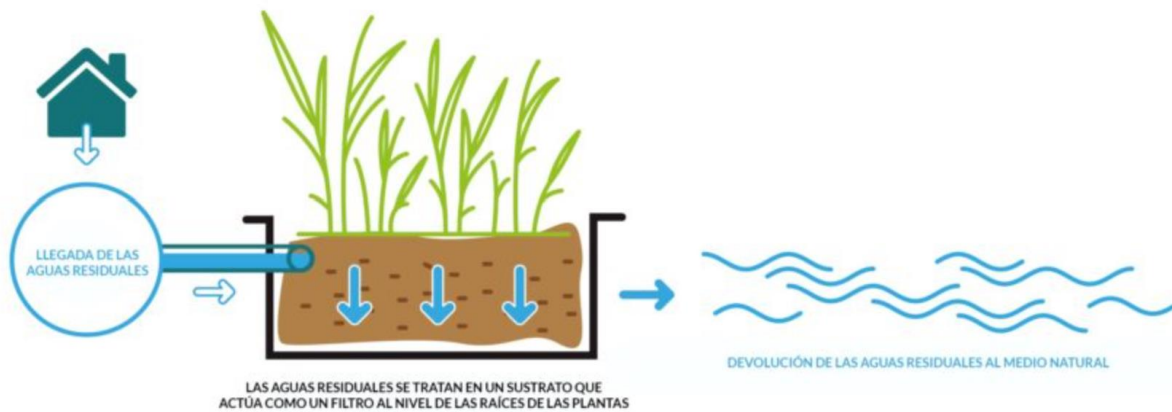


FIG 66\_Proceso de Fitodepuración

## 5. Propuesta Constructiva de Vivienda Flotante

La finalidad del proyecto es crear una propuesta de una vivienda flotante en el ámbito residencial, de carácter unifamiliar, que sirva de vivienda temporal para una pareja o una familia pequeña, que ponga en contexto todo lo elaborado anteriormente, desde la propuesta de una base lo suficientemente estable y económica hasta el diseño de una sección constructiva que resulte lo más sostenible posible y logre que los ocupantes de la vivienda mantengan una estancia del todo agradable.

En primer lugar, para cualquier proyecto flotante es importante conocer la masa de agua donde se ubica y las condiciones del lugar en cuestión. La estructura de flotación vendrá condicionada por el diseño y el tamaño de la vivienda y suelen diseñarse mediante materiales duraderos que sean resistentes a la corrosión y a los diferentes efectos que el agua pueda provocar en ellos. En este caso, la vivienda ocupa una superficie total de 65,3m<sup>2</sup>, tiene un perímetro de 35 metros y consta de un comedor, un baño, una cocina totalmente equipada, una estancia de almacenamiento y una habitación con cama de matrimonio. Se utilizará un pontón a base de flotadores de hormigón o concreto flotante que vienen incorporados en su interior y los cuales se recubren mediante un sistema de cerchas metálicas que actúen como un perímetro flotante para la vivienda que ajusta el pontón frente a los movimientos variables del agua. Además, el pontón actúa de terraza en todo el perímetro de la vivienda y que ocupa un área de 119,3m<sup>2</sup> y un volumen de 179m<sup>3</sup>.

’ - Los flotadores:

- Se diseñará con cámaras de aire internas que proporcionan flotabilidad.



- Proporciona resistencia a las inclemencias meteorológicas y alta durabilidad.
- Se combinará con algún otro material para evitar filtraciones. (Espuma de polietileno).

Es cierto que la vivienda proyectada no será de un peso elevado, pero en muchos casos lo más importante es fortalecer la base para que soporte cualquier inconveniente que pueda suceder en los años futuros, además el pontón de hormigón no necesita de un mantenimiento constante. Sin embargo, puesto que la vivienda es ligera también podríamos usar pontones de acero o de polietileno expandido, dependiendo de si nos encontramos en aguas de movimientos constantes o en aguas tranquilas.

El sistema de anclaje del pontón estará dispuesto mediante cables tensados a bloques de hormigón que se dispondrán en el fondo del puerto, sin embargo, también estará anclado al nivel de la pasarela mediante una rampa que permitirá el acceso a la vivienda flotante.

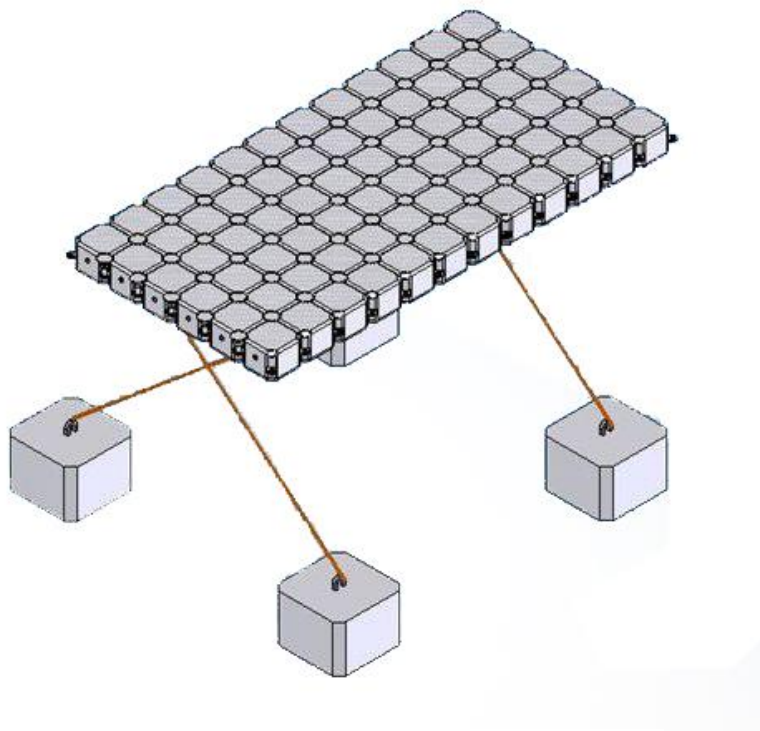
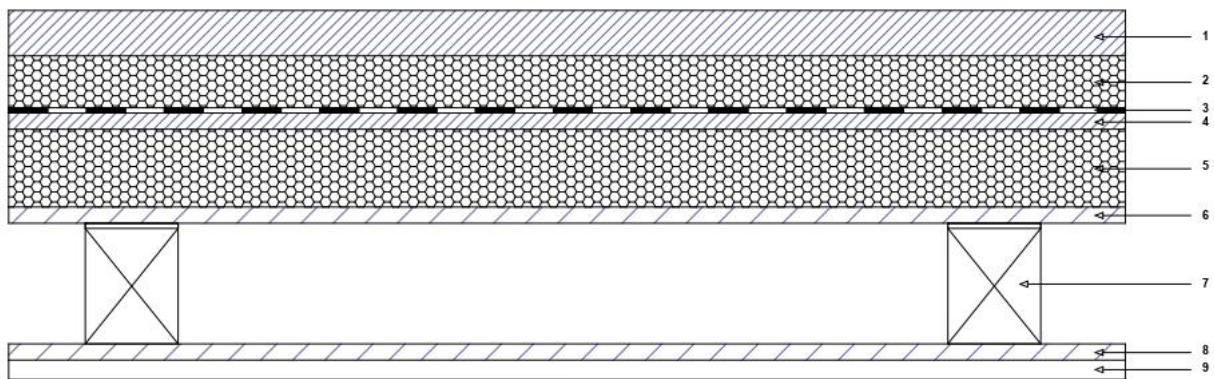


FIG 67\_Anclaje mediante cables del pontón

Se proyecta una estructura de aluminio en la que se colocan unos paneles de madera con aislamiento que servirá de fachada, además del acristalamiento pertinente que se colocará por las cuatro fachadas con el fin de conseguir una gran iluminación en el interior de la vivienda como ventilación cruzada en ambas caras de la casa flotante. Como estructura portante se proyecta una cercha de acero en ambos laterales del pontón que sostiene la cubierta plana y transfiere la carga de esta sobre el pontón de hormigón.

La vivienda tiene acceso a la cubierta transitable mediante una escalera de aluminio, donde se encuentra una zona de descanso al aire libre. La cubierta será totalmente prefabricada y se trasportará en su totalidad. Se compone de una losa filtrante que se constituye por un pavimento de hormigón poroso, la cual actúa como una protección mecánica con un aislamiento de polietileno extruido.



**Cubierta Transitable**

FIG 68\_Sección de la Cubierta Transitable

1_Hormigón Poroso 35mm (Losa)	6_Fiboyeso 12.5mm
2_XPS de 40mm	7_Estructura Metálica
3_Impermeabilización	8_Fibroyeso 15mm
4_Fibro cemento de 12.5mm	9_Cartón Yeso 15mm
5_XPS de 60mm	

La cubierta tiene un espesor de 30 centímetros, un peso que oscila entre 121 y 126 kg/m<sup>2</sup> y su reacción al fuego es EI 90. Las piezas se colocan a tresbolillo mediante 3 apoyos y 3 tornillos por apoyo.

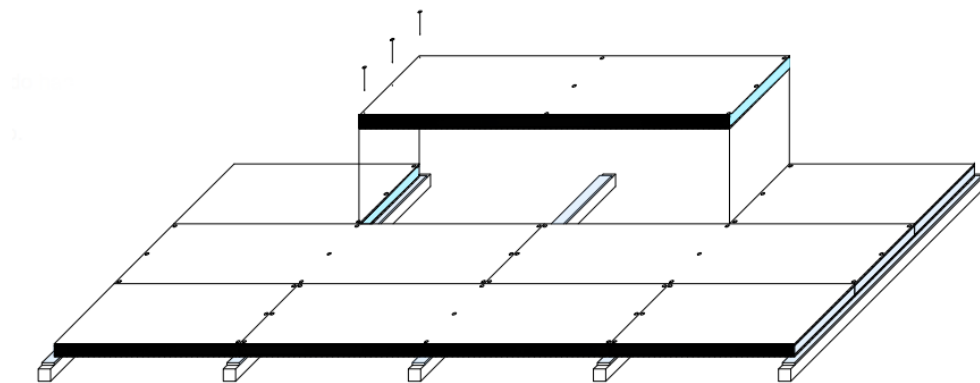
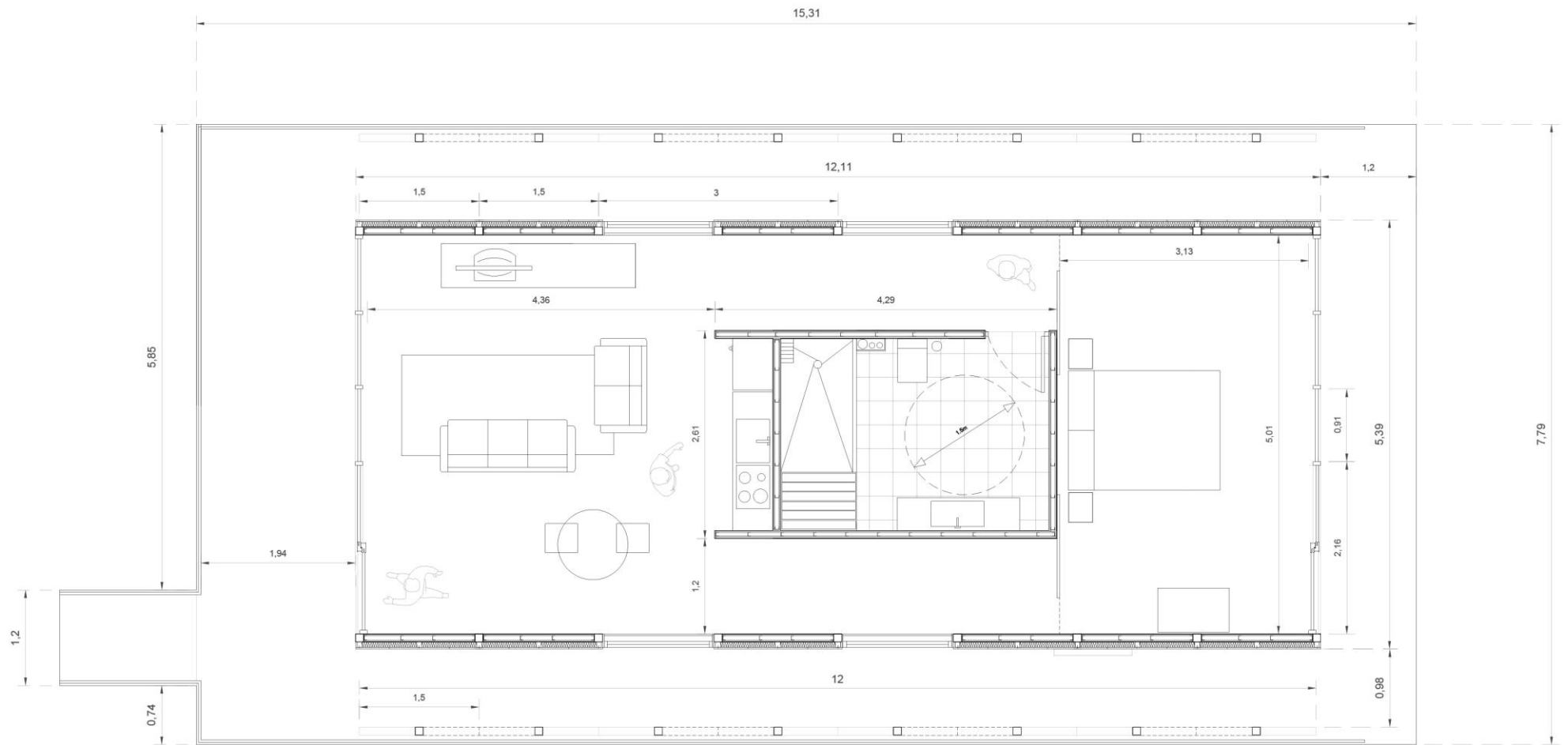
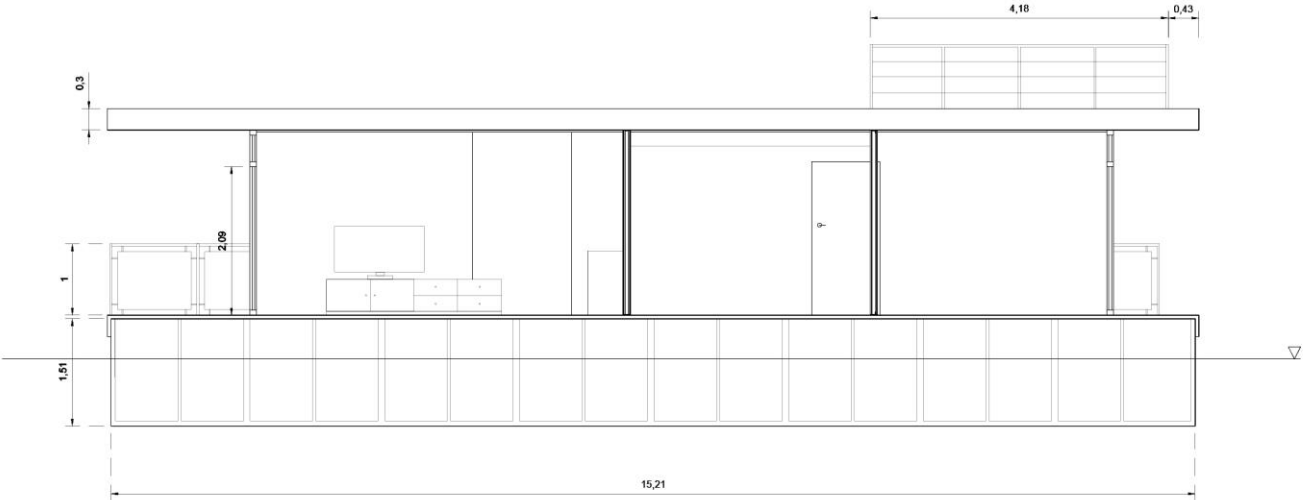


FIG 69\_Detalle Constructivo 3D de la Cubierta

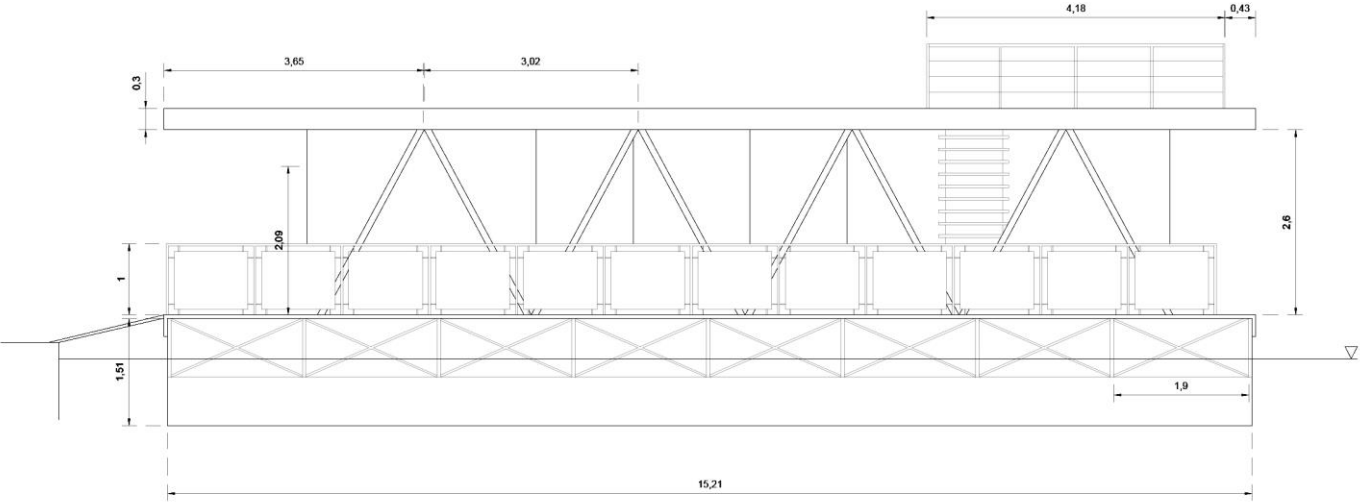
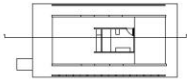
Bajo la estructura de la cubierta interior se colocarán paneles de cartón yeso de unos 15 milímetros y en las zonas exteriores el acabado será de madera laminada tratada contra las inclemencias del tiempo y la intemperie. Será, por la cámara de aire que se crea por encima de estos paneles y por detrás de los paneles de madera del cerramiento, por donde se dispondrán el cableado eléctrico que proporcionará energía a la vivienda. Para el tratamiento de los residuos se utilizará un proceso de fitodepuración mediante una terraza anexa.



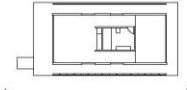
PLANO1\_Planta Baja ESC: 1/100

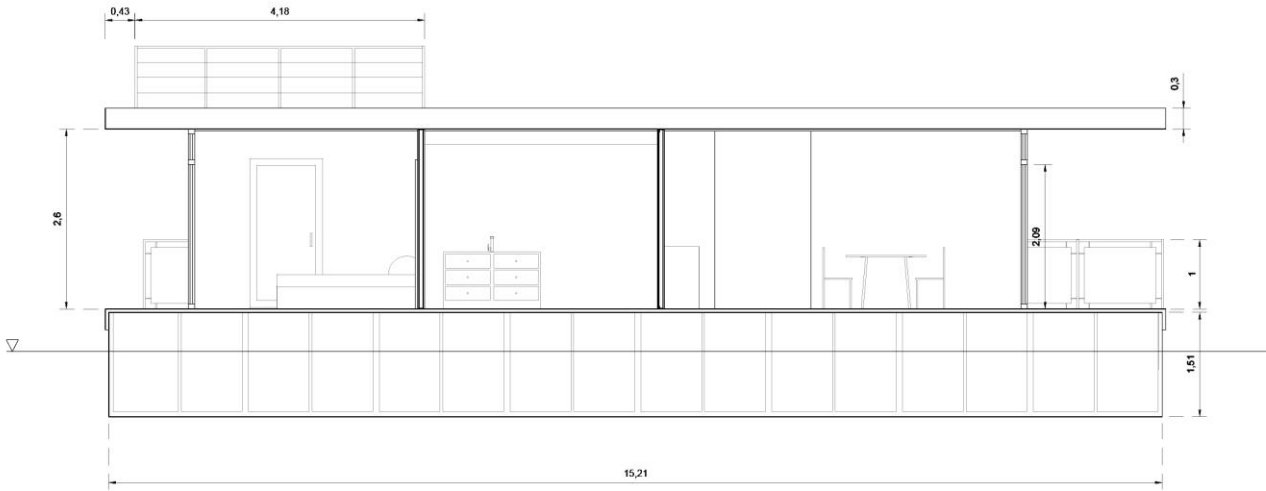


PLAN02\_Sección longitudinal A-A ESC: 1/100

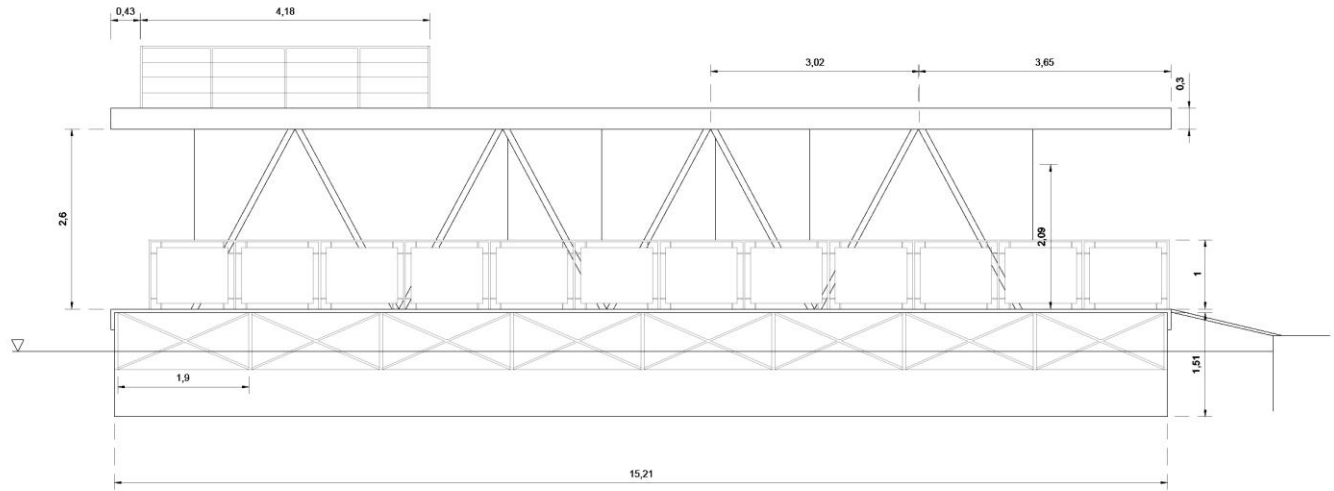
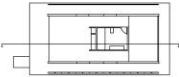


PLAN03\_Alzado A-A ESC: 1/100



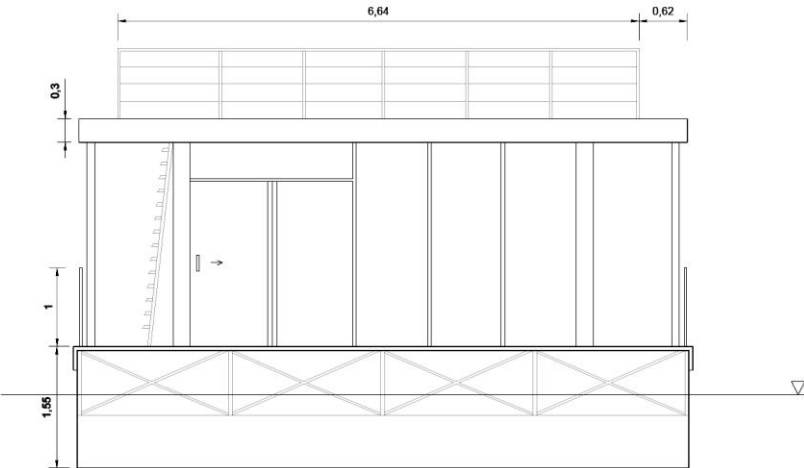


PLANO4\_Sección longitudinal B-B ESC: 1/100

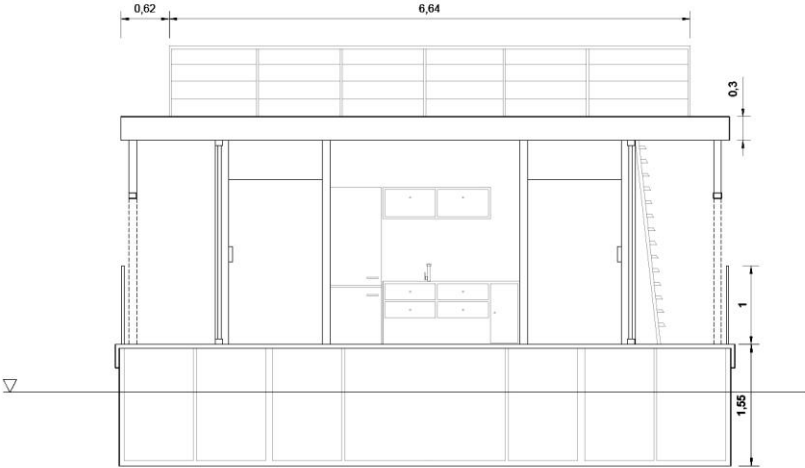
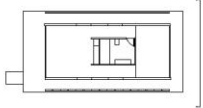


PLANO5\_Alzado B-B ESC: 1/100

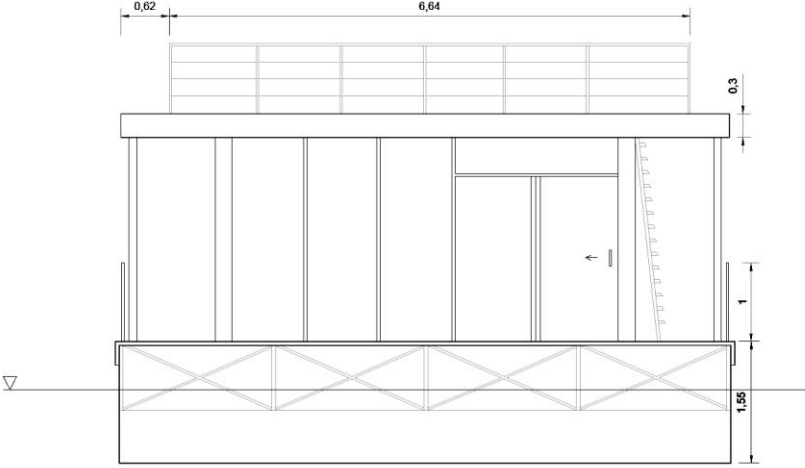
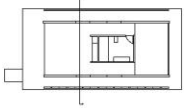




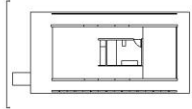
PLAN06\_Alzado C ESC: 1/100



PLAN07\_Sección transversal C-C ESC: 1/100



PLAN08\_Alzado D ESC: 1/100



## 6. Objetivos de Desarrollo Sostenible

### 1 FIN DE LA POBREZA



#### 1. FIN DE LA POBREZA

Uno de los objetivos esenciales en este desarrollo. Lo podemos asemejar al proyecto de la vivienda puesto que las viviendas flotantes en muchos casos se diseñan para favorecer el acceso a la vivienda de las familias con un poder adquisitivo bajo, con el fin de que todos puedan vivir en unas condiciones estables.

### 2 HAMBRE CERO



#### 2. HAMBRE CERO

Objetivo ligado al primero de los objetivos. Sin embargo, a pesar de su importancia, no se vincula del todo con la construcción de este tipo de viviendas.

### 3 SALUD Y BIENESTAR



#### 3. SALUD Y BIENESTAR

El cumplimiento de este objetivo es primordial para el desarrollo de las personas hacia una vida más cómoda y relajada y por ello, el uso de este tipo de viviendas favorece a ello mediante un proyecto que se asemeje a las necesidades de sus habitantes y unas buenas condiciones en el ámbito tecnológico.

### 4 EDUCACIÓN DE CALIDAD



#### 4. EDUCACIÓN DE CALIDAD

Este objetivo no se engloba dentro del desarrollo de la tipología de viviendas flotantes. Sin embargo, podría verse reflejado en el aprendizaje sobre las mismas.



## 5 IGUALDAD DE GÉNERO



### 5. IGUALDAD DE GÉNERO

La desigualdad de género es uno de los temas más comentados hoy en día en nuestra sociedad, pero no es una cuestión por la que este tipo de viviendas pueda verse influenciada.

## 6 AGUA LIMPIA Y SANEAMIENTO



### 6. AGUA LIMPIA Y SANEAMIENTO

Tiene una máxima influencia en este ámbito, esto se debe a la necesidad del suministro de agua limpia a este formato de viviendas como el necesario saneamiento de las aguas sucias que se vierte al medio ambiente.

## 7 ENERGÍA ASEQUIBLE Y NO CONTAMINANTE



### 7. ENERGIA ASEQUIBLE Y NO CONTAMINANTE

Otro de los objetivos con una gran influencia en este tipo de construcciones. Siempre con una mirada puesta en la movilidad de energías renovables para reducir las graves emisiones al medio ambiente, además de su coste.

## 8 TRABAJO DECENTE Y CRECIMIENTO ECONÓMICO



### 8. TRABAJO DECENTE Y CRECIMIENTO ECONÓMICO

Se puede observar cómo mediante la construcción de viviendas de este tipo se abren numerosas puertas a la innovación y aprendizaje de los ámbitos que engloba, generando así nuevos puestos de trabajo.

**9** INDUSTRIA,  
INNOVACIÓN E  
INFRAESTRUCTURA



**9. INDUSTRIA, INNOVACIÓN E INFRAESTRUCTURA**

En cierta medida la construcción de viviendas flotantes supone un crecimiento económico que se puede ver reflejado en la industria y las infraestructuras de alrededor.

**10** REDUCCIÓN DE LAS  
DESIGUALDADES



**10. REDUCCIÓN DE LAS DESIGUALDADES**

Un objetivo relacionado con el cuarto objetivo, sin embargo, no es un tema que se trate desde el punto de vista de la construcción. Solo el respeto y la educación serán relevantes en este asunto.

**11** CIUDADES Y  
COMUNIDADES  
SOSTENIBLES



**11. CIUDADES Y COMUNIDADES SOSTENIBLES**

Se trata de un objetivo vinculado totalmente en la construcción. Hoy en día, ya encontramos distintas comunidades flotantes y muchos lugares del mundo.

**12** PRODUCCIÓN  
Y CONSUMO  
RESPONSABLES



**12. PRODUCCIÓN Y CONSUMO RESPONSABLES**

Solo se relacionará con los cosas de las materias primas que se utilizan en su construcción.

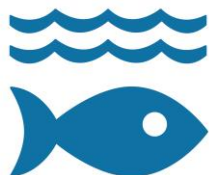
**13** ACCIÓN  
POR EL CLIMA



**13. ACCIÓN POR EL CLIMA**

Este objetivo está vinculado al tema tratado desde el punto de vista de la reducción de la contaminación, muy reducida hoy en día mediante sistemas de construcción avanzados.

## 14 VIDA SUBMARINA



### 14. VIDA SUBMARINA

Es un objetivo con una fuerte vinculación a la construcción de las viviendas flotantes, ya sea desde el punto de vista del vertido de aguas tratadas al fondo de lagos, ríos o mares, como los sistemas de anclaje que de alguna forma afecta a los microorganismos que viven por alrededor.

## 15 VIDA DE ECOSISTEMAS TERRESTRES



### 15. VIDA DE ECOSISTEMAS TERRESTRES

La vinculación con este tipo de ecosistemas no es del todo nula pero no se refleja de una forma directa.

## 16 PAZ, JUSTICIA E INSTITUCIONES SÓLIDAS



### 16. PAZ, JUSTICIA E INSTITUCIONES SÓLIDAS

Es un objetivo primordial que difiere en el resto de los objetivos tratados. La paz y a justicia debe permanecer en todo momento en cualquier ámbito de trabajo.

## 17 ALIANZAS PARA LOGRAR LOS OBJETIVOS



### 17. ALIANZAS PARA LOGRAR LOS OBJETIVOS

Si analizamos todos los puntos de vista de los distintos objetivos en el mundo de la construcción se pueden ver la fuerte relación que existen entre ellos y por lo tanto podemos trabajar para llevar a cabo mejoras en cada uno de ellos dentro del tema tratado.

## 7. Conclusiones

La construcción de viviendas flotantes son una innovadora solución que plantea unos desafíos técnicos y ofrece un enfoque totalmente flexible en la vida moderna de los entornos acuáticos. Las conclusiones de este tipo de construcción son las siguientes:

1. Incremento del suelo urbano: Las viviendas flotantes ofrecen una alternativa eficiente para aprovechar el espacio sobre el agua sin necesidad de urbanizar áreas terrestres.
2. Solución eficaz al cambio climático: Con una mayor frecuencia de inundaciones, las viviendas flotantes representan una solución resistente. Estas construcciones están diseñadas para flotar en función de las variaciones del nivel del agua, lo que reduce el riesgo de daños por inundaciones.
3. Uso sostenible de los recursos: La sostenibilidad es uno de los principios más importantes de este tipo de construcciones. Mediante uso de placas solares y una gestión de aguas residuales, aumentamos la eficiencia de los recursos utilizados.
4. Innovaciones en materiales: Otra gama de materiales son utilizados día tras día en las construcciones de los sistemas flotantes, materiales tratados frente a la corrosión y a las consecuencias de los entornos acuáticos.
5. Vida Alternativa: Este tipo de viviendas suelen utilizarse como segundas residencias en muchos casos ofreciendo un nuevo estilo de vida más cercano a la naturaleza y la vida acuática.
6. Tecnología: La construcción de viviendas flotantes requiere tecnologías especializadas, como cimientos flotantes y estructuras ligeras pero resistentes a las condiciones climáticas.

Por lo tanto, las viviendas flotantes son, hoy en día, una solución totalmente eficiente para el futuro de la urbanización global.

## 8. Bibliografía

### 8.1 Fuentes Webs

- Casas Mudhif: arquitectura de paja, lodo y bambú | Arquitectura  
(<https://arquitecturayempresa.es/noticia/casas-mudhif-arquitectura-de-paja-lodo-y-bambu>)
- Water Dwelling Tonle Sap Cambodia - Tonlé Sap - Wikipedia, la enciclopedia libre
- Las Islas flotantes de los Uros (tectonica.archi)
- El pueblo flotante de Ganvie: Un modelo de urbanismo socioecológico | ArchDaily
- Floating and Moving Houses: A Need of Tomorrow - MGS Architecture
- Floating Houses IJburg | Marlies Rohmer | Archello
- <https://www.archdaily.com/1010820/climate-lessons-from-the-floating-villages-of-cambodia>
- <https://www.viajaramsterdam.com/canales-de-amsterdam/>
- [https://viajes.nationalgeographic.com.es/lifestyle/schoonschip-barrio-flotante-que-sintetiza-futuro-amsterdam-y-planeta\\_16375](https://viajes.nationalgeographic.com.es/lifestyle/schoonschip-barrio-flotante-que-sintetiza-futuro-amsterdam-y-planeta_16375)
- [https://www.elconfidencial.com/viajes/2021-04-28/las-sorprendentes-islas-flotantes-del-lago-titicaca\\_3051255/](https://www.elconfidencial.com/viajes/2021-04-28/las-sorprendentes-islas-flotantes-del-lago-titicaca_3051255/)
- <https://africanlanders.com/es/benin-es/benin-ganvie-la-venecia-africana-2/>
- <https://www.idealista.com/news/inmobiliario/internacional/2016/01/29/740780-la-ultima-comuna-hippie-un-barrio-de-casas-flotantes-rodeado-de-mansiones>
- Marlies Rohmer Arquitectura y Urbanismo – Casas Flotantes IJburg NL

- [https://www.archdaily.com/775827/watervilla-plus-31architects?ad\\_source=search&ad\\_medium=projects\\_tab](https://www.archdaily.com/775827/watervilla-plus-31architects?ad_source=search&ad_medium=projects_tab)
- Powerhouse Company - Oficina Flotante de Róterdam (FOR) (powerhouse-company.com)
- Sistemas de Amarre. Marinas y Puertos Deportivos. Lindley
- <https://www.floatinghomes.de/haustypen/typ-a.html>
- 2021 Seattle Floating Home Market Report - Houseboats of Seattle | Sotheby's International Realty
- <https://amsterdamdo.com/canales/>
- <https://www.abcwaterwoningen.nl/>
- <https://www.floatinghomes.de/ausstattung/pontons.html>
- <https://www.premiersubstructures.com/prefabricated-steel/in-situ-concrete-vs-prefabricated-steel-pros-and-cons-to-consider/>
- <https://blog.framecad.com/blog/offsite-construction-the-difference-between-modular-prefabrication>
- <https://newatlas.com/fraunhofer-floating-home-energy-self-sufficient/40758/>
- <https://www.housingevolutions.eu/project/1798/>
- <https://www.aquatiris.fr/es/nuestros-productos/phytoflotante/>

## 8.2 Libros y Artículos

- Anna Minguet, (2018). "Floating Houses. Living over the water" Instituto Monsa de Ediciones (Barcelona, Spain). ISBN: 9788416500734.
- Lisa Baker, (2015). "Built on water: Floating architecture + design" Editorial Braun. ISBN: 9783037681787.
- Mark Fletcher, (2009). "Islas: Arquitectura Contemporánea sobre el agua" Editorial Konigswinter (Alemania). ISBN: 9783833155949.
- Ryan Zoe, (2010). "Building with water: concepts, typology, design" Editorial Basel. ISBN: 9783034601566.
- Shuja Rehman, (2019). "Floating Architecture" (New Delhi) Facultad de Arquitectura de Nueva Delhi. TFG guiado por Ar. Mansi Bedi.
- Ismael Dono, (2022). "As formas da arquitectura flotante, História e técnica" Escuela Técnica superior de Arquitectura de La Coruña. Trabajo final de Grado.
- H. Stoop y P. Strangfeld, (2010), "Floating Houses, chances and problems" Department of Building Physics, Universidad de ciencias aplicadas de Lausitz (Alemania).
- Daniel G, (2020). "Arquitectura Residencial Flotante, Nuevas formas de vida sobre el agua" Escuela Técnica Superior de Arquitectura de Valladolid. Trabajo Final de Grado.
- H. Stoop, P. Strangfeld y Anna M, (2016), "Floating Architecture and Structures – an answer to the Global Changes " Artículo, ISBN: 9783950417319.
- Changho M, (2014). "Renewable Energy Application in Floating Architecture " Kunsan National University. (Korea).

- Changho M, (2011). "Sustainable Characteristics of Floating Architecture " Kunsan National University (Korea).
- A. Ambica y K. Venkatraman, (2015). "A Design on Hydrophilic Floating House for Fluctuating Water Level" Departamento de Ingenieria Civil, Universidad de Chennai, (India).
- Sebastian Alonso A, (2021). "Arquitectura flotante. Nuevos análisis. Estadía segura y sostenible. Las viviendas de los Uros, IJburg y de Massbommel" Universidad de Arquitectura de Lima.
- Lorena Aba, (2023). "Particularidades estructurales de las viviendas flotantes" Universidad Politécnica de Madrid. Trabajo final de Grado.
- Patricia Pérez C, (2019). "Arquitectura Holandesa. Adaptación de las viviendas a las nuevas formas de habitar" Departamento de Composición Arquitectónica. Universidad Politécnica de Valencia, UPV.



