

# Máster Universitario en Edificación Sostenible - MUES -

## *“Arkit-lur o Earthship en el País Vasco”* *¿Utopía o realidad?*

**Trabajo de Fin de Máster**

**PRESENTA**

*D. Oier Juez Uriagereka*

**TUTOR**

*Dr. Santiago Muñiz Gómez*

**2019-2020**





## Información básica

<b>Nombre del proyecto</b>	“Arkit-lur o Eartship en el País Vasco: ¿Utopía o realidad?”
<b>Año</b>	2019-2020, Convocatoria de Septiembre
<b>Fecha de entrega y fecha de presentación</b>	<b>Entrega del trabajo para la defensa N.º 2</b> 23 de septiembre del 2020 <b>Presentación</b> 30 de septiembre del 2020
<b>Máster</b>	Máster Universitario en Edificación Sostenible (MUES) <a href="https://mastermues.com/">https://mastermues.com/</a>
<b>Modalidad / lugar de ejecución</b>	No presencial
<b>Facultad y departamento</b>	Escuela Universitaria de Arquitectura Técnica Teléfono: (+34) 981 16 70 00 ext 2774 Correo electrónico: <a href="mailto:administracion.euatac@udc.es">administracion.euatac@udc.es</a>
<b>Equipo de trabajo</b>	<b>Coordinador del proyecto</b> Nombre y apellidos: Dr. Santiago Muñoz Gómez Contacto: <a href="mailto:santiago.muniz@udc.es">santiago.muniz@udc.es</a> Teléfono: 881012731 / 881015209  <b>Alumno</b> Nombre y apellido: D. Oier Juez Uriagereka Contacto: <a href="mailto:oier.juez@udc.es">oier.juez@udc.es</a> Teléfono: +34 689492302



## Declaración de autoría y originalidad

Considerando que la presentación de un trabajo hecho por otra persona o la copia de textos, fotos y gráficas sin citar su procedencia se considera plagio, el abajo firmante D./Dña. OIER JUEZ URIAGEREKA con DNI 44341503X, que presenta el Trabajo Fin de Máster con el título: - *“Arkit-lur o Earthship en el País Vasco” ¿Utopía o realidad?*- declara la autoría y asume la originalidad de este trabajo, donde se han utilizado distintas fuentes que han sido todas citadas debidamente en la memoria.

Y para que así conste firmo el presente documento en Ermua a 23/09/2020

El autor:



## Agradecimientos

*A todas las personas que, de una forma u otra, han tomado parte en esta aventura.*

*A mi familia, amigos y amigas.*

*Agradecer la ayuda y los consejos recibidos por profesionales en este proyecto.*

*A mis compañeros y compañeras del máster que han sido de gran apoyo.*

*A un nuevo método de estudio desconocido para mí.*

*Por una educación a favor del medioambiente.*

*Por una educación de calidad.*

***¡MUCHAS GRACIAS!***



## RESUMEN

### Palabras Clave

Nave tierra, País Vasco, edificación sostenible

### Resumen

La edificación sostenible es una forma más responsable de garantizar que la construcción se mantenga al día satisfaciendo la demanda del mercado sin el profundo impacto ambiental que se está dando hasta el momento. Hay otras formas de realizar los proyectos. La construcción sostenible se enfoca en satisfacer las necesidades de los seres humanos sin comprometer a las generaciones futuras.

Pero ¿se adaptan estos diseños a todo tipo de climatologías? El enfoque del trabajo se centra por tanto en estudiar y analizar las edificaciones de tipo nave tierra o *Earthship* en el entorno del País Vasco sometido a unas condiciones atmosféricas específicas. Así, se analizan los pros y contras de este tipo de construcciones. Mediante este trabajo, se pretende poner en valor las diferentes oportunidades que se ofrecen desde el mundo de la arquitectura y la construcción sostenible.

La escala aplicada al estudio abarcará desde una perspectiva de detalle, estudiando la composición y características constructivas de los elementos existentes en un núcleo, pasando por el conjunto de la edificación y de sus características de implantación bioclimática, hasta un análisis a escala territorial a nivel de núcleo que valore la potencialidad del entorno, con un claro y firme acento en la consecución de un alto nivel de confort, de nivel de vida, para sus habitantes y usuarios. Cabe destacar que a pesar de que la viabilidad de las naves tierra en el País Vasco pueda llegar a ser posible, su elevado coste es comparable al de una vivienda unifamiliar tradicional siendo este tipo de viviendas no tan ecológicas como a priori dicen ser.

### Key words

*Earthship, Basque Country, sustainable building*

### Abstract

*The impact of currently established building methods has a substantial negative effect on the environment. In detail, the negative issue can be seen throughout the building live-cycle reaching from material sourcing, over energy efficiency with respect to climatisation during use to deconstruction and the final storage of environmental unfriendly materials. To cope with this issue a multitude of sustainable building methods have been shown to be successful.*

*Sustainable building is a more responsible way of ensuring that construction keeps up to date by meeting market demand without the profound environmental impact that is occurring so far. Sustainable construction focuses on meeting the needs of human beings without compromising future generations.*

*One promising sustainable building approach is the so called Earthship. Earthships stand for a brand of passive solar earth shelter that is made of both natural and upcycled materials such as earth-packed tires, pioneered by architect Michael Reynolds. Until now*

Oier Juez Uriagereka | 44341503X

*“Arkit-lur o Earthship en el País Vasco “¿Utopía o realidad?”*



*the feasibility has been shown in (sub-tropical/Continental climate). But are these designs adapted to all types of climate? Hence there is further work required on determining the general feasibility of this concept. As such, this work focuses providing an exemplary case study by analysing the applicability and therewith related pros and cons of the Earthship-type buildings in Basque Country.*

*The scale applied to the study will cover from a detailed perspective, studying the composition and constructive characteristics of the existing elements in a nucleus, going through the whole of the building and its bioclimatic implantation characteristics, to an analysis at a territorial scale at the level of nucleus that values the potential of the environment, with a clear and firm emphasis on achieving a high level of comfort and standard of living for its inhabitants and users. The study concludes that the feasibility of the Earthships in Basque Country is possible even if they are not as sustainable as they seem. Moreover, the real cost of such buildings might be more expensive compared to a traditional stand-alone or single detached dwelling house.*



## ÍNDICE DE CONTENIDOS

Resumen .....	5
Índice de Contenidos .....	7
Capítulo I. Preliminares .....	12
1.1 Introducción .....	12
1.2 Antecedentes (motivación) .....	18
1.3 Justificación y descripción de la solución adoptada .....	19
1.4 Preguntas de investigación .....	21
1.5 Objetivos .....	22
1.5.1 Objetivos generales .....	22
1.5.2 Objetivos específicos .....	23
1.6 Hipótesis del trabajo .....	24
1.7 Metodología .....	25
1.7.1 Metodología aplicada para la redacción del proyecto .....	25
1.7.2 Análisis de la literatura .....	27
1.7.3 Alcances y limitaciones .....	27
Capítulo II. Fundamentos teóricos de la arquitectura sostenible .....	29
2.1 Análisis de ciclo de vida, gestión e impacto ambiental y gestión de residuos .....	29
2.1.1 Residuos Sólidos en la Naturaleza .....	31
2.2 Sostenibilidad y desarrollo en la arquitectura .....	34
2.2.1 Concepto de sostenibilidad .....	34
2.2.2 Objetivos de desarrollo sostenible .....	37
2.2.3 Desarrollo sostenible en la arquitectura .....	39
2.3 Arquitectura mediante un diseño pasivo y bioclimático .....	41
2.3.1 ¿Qué es el diseño pasivo y bioclimático? .....	41
2.3.2 La necesidad de estrategias de edificación sostenible .....	44
2.4 Climatología y los factores climáticos .....	45
2.5 Sistemas constructivos avanzados y materiales de construcción innovadores y eficientes .....	46
2.6 Sistemas de energías renovables en la edificación sostenible .....	48
Capítulo III. Earthship .....	49
3.1 ¿Qué es un earthship o nave tierra y cómo funciona? .....	49



3.2 Enfoques de vivienda sostenible y casas autosuficientes que influyen a las naves tierra .....	53
3.3 La relación de las casas nave tierra y las Passivhaus.....	54
3.4 Los Principios básicos para su construcción según Michael Reynolds y su verdad (su filosofía) .....	55
3.5 Modelos de casas nave tierra .....	74
3.5.1 Ejemplos.....	75
3.6 Proceso de construcción .....	83
3.7 Ventajas y desventajas de las naves tierra .....	84
3.7.1 Ventajas.....	84
3.7.2 Desventajas .....	86
Capítulo IV. La vivienda en detalle. Diseño y construcción de una arkit-lur .....	89
4.1 Introducción.....	89
4.2 Análisis de los aspectos sociales, económicos y ambientales referentes al desarrollo sostenible de la arquitectura del País Vasco .....	90
4.3 Análisis del lugar .....	94
4.3.1 Ubicación. El emplazamiento y orientación .....	94
4.3.2 Análisis de los parámetros y elementos físicos-climáticos.....	95
4.4 Estudio de viabilidad económica de las propuestas.....	107
4.5 ¿Están las leyes preparadas para las nave tierra?.....	114
4.6 Problemática que plantean las naves tierra en el País Vasco. Viabilidad de las naves tierra ¿de verdad sí o no? .....	116
Capítulo V. Conclusiones y limitaciones de la investigación .....	121
Capítulo VI. Futuras líneas de trabajo: referentes .....	123
Referencias bibliográficas .....	127
Índice de Figuras .....	135
Índice de Tablas.....	138
Anexo I. Mapas .....	139
Anexo II: Ejemplo de proyecto básico de ejecución de una vivienda unifamiliar autónoma aislada nave tierra en el País Vasco .....	142
Capítulo I. Memoria .....	148
1.1 Memoria descriptiva .....	148
1.1.1 MD 1 Agentes .....	148
1.1.2 MD 2 Información previa .....	148
1.1.3 MD 3 Descripción del Proyecto.....	150
1.2 Memoria constructiva .....	154





1.2.1 MC 1 Sustentación del edificio .....	154
1.2.2 MC 2 Sistema estructural .....	154
1.2.3 MC 3 Sistema envolvente .....	158
1.2.4 MC 4 Sistema de compartimentación .....	159
1.2.5 MC 5 Sistema de acabados .....	159
1.2.6 MC 6 Sistemas de acondicionamiento e instalaciones.....	159
1.3 Cumplimiento del CTE.....	162
1.3.1 DB-SE Exigencias básicas de seguridad estructural.....	162
1.3.2 DB-SI Exigencias básicas de seguridad en caso de incendio .....	165
1.3.3 DB-SUA Exigencias básicas de seguridad de utilización y accesibilidad .....	166
1.3.4 DB-HS Exigencias básicas de salubridad .....	167
1.3.5 DB-HR Exigencias básicas de protección frente el ruido.....	168
1.3.6 DB-HE Exigencias básicas de ahorro de energía.....	169
1.4 Cumplimiento de otros reglamentos y disposiciones .....	171
1.4.1 Ley de ordenación de la edificación .....	171
1.4.2 Habitabilidad.....	171
1.4.3 Accesibilidad y supresión de barreras.....	171
1.4.4 Normativa de obligado cumplimiento.....	171
1.4.5 Baja Tensión .....	171
1.4.6 Telecomunicaciones.....	171
1.5 Anejos a la Memoria.....	172
1.5.1 Información geotécnica.....	172
1.5.2 Cálculo de la estructura.....	172
1.5.3 Protección contra el incendio .....	172
1.5.4 Instalaciones del edificio.....	172
1.5.5 Eficiencia energética .....	172
1.5.6 Estudio de impacto ambiental .....	172
1.5.7 Plan de control de calidad .....	172
1.5.8 Estudio Básico de Seguridad y Salud .....	172
1.5.9 Estudio de gestión de residuos de construcción y demolición.....	172
1.5.10 Diligencias de coordinación.....	172
Capítulo II. Pliego de condiciones .....	173
2.1.1 Pliego de cláusulas administrativas.....	173
2.1.2 Disposiciones generales .....	173



2.1.3 Disposiciones facultativas.....	173
2.1.4 Disposiciones económicas .....	173
2.1.5 Pliego de condiciones técnicas particulares .....	173
2.1.6 Prescripciones sobre los materiales.....	173
2.1.7 Prescripciones en cuanto a la ejecución por unidades de obra .....	173
2.1.8 Prescripciones sobre verificaciones en el edificio terminado .....	173
Capítulo III. Mediciones y presupuesto .....	174
3.1.1 Presupuesto aproximado .....	174
3.1.2 Presupuesto detallado.....	177
Capítulo IV. Planos .....	178
4.1.1 Plano de situación .....	179
4.1.2 Plano de urbanización y emplazamiento.....	179
4.1.3 Plantas generales .....	180
4.1.4 Alzados y secciones .....	181
4.1.5 Memorias gráficas.....	183
4.1.6 Otros.....	187
4.1.7 Planos de definición constructiva .....	187
4.1.8 Planos de cubiertas.....	187
4.1.9 Planos de estructura .....	187
4.1.10 Planos de instalaciones.....	187



# CAPÍTULO I. PRELIMINARES

## 1.1 Introducción

La urbanización, un fenómeno que se está dando en todo el mundo, se considera como el rápido crecimiento de las ciudades y sus adaptaciones (Ritchie & Roser, 2018). Este rápido crecimiento puede ser justificado de una manera muy simple. La industria atrajo a la gente y muchas ciudades sufrieron un rápido crecimiento como se observa en la Figura 1.

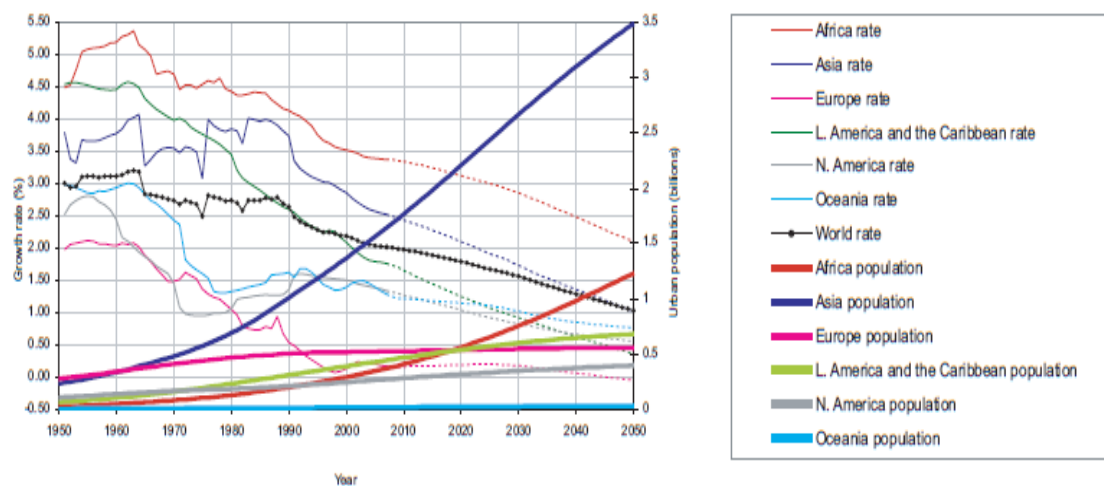


Figura 1. Crecimiento urbano (Seto, 2010).

En muchas ocasiones, este movimiento fue dado en las cercanías de las vías fluviales y marítimas ya que proporcionaban un transporte fácil de la mercancía. Tras la migración del campo a la ciudad las ciudades del mundo aumentaron su tamaño de una manera masiva y no tan organizada, amenazando a la sostenibilidad del planeta.

Actualmente, la mayoría de la población vive en asentamientos urbanos desde ciudades pequeñas hasta grandes metrópolis que están en constante crecimiento. Analizando la tendencia del gráfico de la Figura 2 se espera que para el año 2030 el 60% de la población mundial viva en zonas urbanas. Además, tal y como Mark Swilling también menciona en su artículo “the curse of urban sprawl : how cities grow, and why this has to change” (Swilling, 2016) se espera que la población urbana actual de alrededor de 3.9 (2016) crezca alrededor de 6.34 millardos para 2050, dando como resultado una población global total de al menos 9.5 millardos.

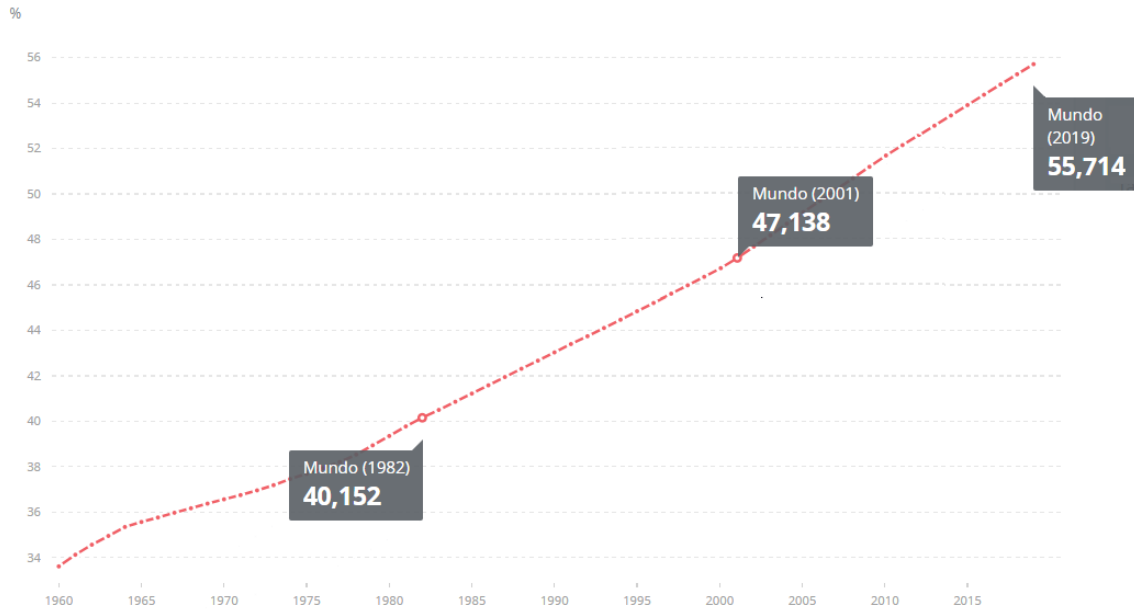


Figura 2. Población urbana (% del total). Naciones Unidas, Perspectivas de la urbanización mundial (1960-2019) (Mundial, 2020).

En consecuencia, las poblaciones mundiales y los asentamientos urbanos empiezan a tener gran densidad dificultando la habitabilidad de las ciudades de una forma ordenada. Por lo tanto, planteando una visión de futuro, el planeta no dispone de recursos limitados a antojo de los diseñadores, ingenieros y arquitectos. Existen diversos factores que afectan a la evolución del urbanismo directa e indirectamente entre los cuales se encuentran:

- El Aumento de la pobreza y deterioro de la calidad de vida y la salud.

Existe una relación indudable entre la salud y el lugar en el cual se habita, el proceso de industrialización y desarrollo producido ya mencionado anteriormente ha generado un importante crecimiento de los núcleos urbanos y de la población que los habita. Así, los vínculos entre la planificación urbana y la salud son muchos y variados. La planificación urbana y las profesiones relacionadas juegan un papel importante en la configuración de esas condiciones que se explican en el documento de la “World Health Organization, Healthy cities and the city planning process” (World Health Organization (WHO), 2015/2020).

- Aumento del cambio climático, contaminación ambiental, degradación del ecosistema y los desastres: una preocupación mundial.

El progreso tecnológico, ha desarrollado un desarraigo en la sociedad urbana con los ecosistemas y el medio ambiente muy grande. A este movimiento se añade, además, la problemática del cambio climático. Es por ello por lo que no cabe duda de que existe una preocupación acerca del fenómeno del cambio climático en relación con el planteamiento urbanístico. Carlos Verdaguer explica el camino por recorrer en este sentido en su trabajo a cerca del cambio climático, sostenibilidad y urbanismo (Viana-Cárdenas, 2015). Se concluye por lo tanto que conservar y restaurar el medioambiente y los servicios que ofrece en las zonas urbanas puede reducir las huellas ecológicas mejorando directamente la vida de los habitantes.

- Infraestructuras, servicios urbanos y problemas sociales y de desigualdad.

La rápida urbanización, así como los cambios demográficos y tecnológicos, son las principales culpables que rediseñan las ciudades. Debido al superávit de la población en general y la creciente demandas de hogares, impactan el mercado inmobiliario en las principales ciudades. Estos factores están contribuyendo al aumento de los precios de la vivienda y a la escasez de viviendas a un precio razonable. Estos problemas a su vez amenazan no solo la estabilidad del mercado financiero, sino también la calidad de vida y a la integración de los habitantes. Las ciudades deben comenzar a centrarse en crear, una gama más diversa de opciones de habitabilidad con el fin de satisfacer todo tipo de demanda en base a los diferentes niveles de ingresos. Aplicando principios sostenibles, se pueden crear entornos urbanos integrados que se adaptan a una gama de ingresos y grupos de población diversa y que contribuyan a mejorar la ciudad cumpliendo con diseños de infraestructura y servicios urbanos óptimos.

- Problema de contra urbanización.

Carlos Ferás y Yolanda García de la Universidad de Santiago de Compostela explican en su trabajo (Vazquez & Sexto, 2015) el concepto de contra urbanización como un proceso de movimiento de personas y actividades económicas desde las áreas urbanas hacia las rurales. Brian Berry (1976) expone la contra urbanización como un fenómeno que surge en los años setenta en Estados Unidos para dar nombre a un proceso contrario al de urbanización, es decir, frente al proceso clásico de urbanización que conllevaba movimientos centrípetos de población y flujos económicos hacia las principales ciudades y grandes áreas metropolitanas, comienza a despuntar un proceso de sentido contrario, de movimientos centrífugos desde las grandes ciudades hacia los pequeños asentamientos urbanos y rurales.

- Alta demanda de infraestructura y los centros urbanos

Los problemas de urbanización se concentran en los centros urbanos o CBD (en inglés *Central Business District* o distritos comerciales centrales). Las áreas metropolitanas han experimentado una presión masiva para transformarse en ciudades destacadas y en consecuencia son uno de los focos más importantes a tener en cuenta. En algunos casos está empezando a ser un problema para el medio ambiente y la ciudad teniendo centros muy colapsados y sin espacios para poder disfrutar y relajarse cómodamente pudiendo desconectar.

- Áreas urbanas Brownfield y Greenfield.

La urbanización está devorando los sitios de Brownfield y Greenfield: los sitios de Brownfield a menudo son terrenos en desuso o abandonados; son valiosos ya que el sitio existente ya ha sido desarrollado. Sitios Greenfield Son sitios que no se han construido previamente. Esto incluye la tierra verde alrededor de las ciudades (Neha Bansal, 2015).



En resumen, existen diversos factores preocupantes que invitan a reflexionar. Por una parte, las ciudades no disponen de espacio para expandirse debido al escaso terreno construable y su gestión no adecuada. Por otra parte, el aumento de la población generará en consecuencia, el aumento de los recursos naturales necesarios para construir las ciudades, generando claramente una situación que no es nada sostenible. Estos problemas no se deben reducir a una sola dimensión, como puede ser la gran densidad de población. Un ejemplo claro de ello es China la cual no ha obtenido ningún tipo de solución aparente tras sus restricciones demográficas. Se deduce por lo tanto que, el sector de la AEC (Arquitectura, Ingeniería y Construcción) debe replantear su modus operandi. Esto implica un nuevo modelo en la toma de decisiones, de gestión, y de respuesta de las instituciones públicas. Existen ejemplos de ciudades como la de Barcelona que intentan compatibilizar la alta densidad de la población con gran diseño urbanístico interesante y funcional.

Brian Edwards en su libro “guía básica de la sostenibilidad – segunda edición revisada y ampliada- Editorial Gustavo Gili 2008” muestra el peor de los panoramas para el año 2050. El autor predice que a no ser que se tomen las medidas adecuadas lo antes posible las siguientes consecuencias serán una triste realidad:

- Aire irrespirable
- Agua no apta para beber
- Residuos imposibles de gestionar
- Combustibles fósiles agotados
- Planeta no apto para la vida

En esta línea, Edwards menciona que “solo mediante el uso de tecnologías más inteligentes, un mayor respeto por los recursos naturales y el paso de la explotación de recursos no renovables a las prácticas renovables y autosuficientes podrá hacerse frente a la presión sobre el medio ambiente”.

No cabe duda por lo tanto que se debe de generar una fusión entre el sector de la AEC y el medio ambiente como clave para hacer frente a esta problemática. En este punto es donde entra en juego el papel de la arquitectura y el diseño ingenieril. Pero, llegados a este punto ¿qué significa la palabra arquitectura? Es una pregunta que muchos y muchas se hacen y que no cabe duda de que se le debe dar respuesta. Desde un punto de vista técnico, el término de arquitectura puede describir edificios y otras estructuras físicas. También puede representar el arte y la ciencia del diseño de edificios y algunas estructuras no edificables. Además, representa el estilo de diseño y método de construcción de edificios y otras estructuras físicas., el conocimiento de arte, ciencia, tecnología y humanidad. (Wikipedia, Arquitectura, 2020) (Clive , Dennis, 2010). En la Convención AIA “Emerging Professionals Interchange” (Convención AIA “Emerging Professionals Interchange, 2016), desarrollaron diferentes propuestas de lo que significaba la arquitectura. Los profesionales emergentes transforman una red vacía en un mosaico de temas importantes que envuelven la definición como:

- La arquitectura es medio ambiente
- La arquitectura es cultura
- La arquitectura es gente



- La arquitectura es innovación

No obstante, la Real Academia Española (RAE) , también define la arquitectura como el arte de proyectar y construir edificios. Pero, todas estas ideas mencionadas anteriormente, ¿hasta qué punto se pueden considerar una buena forma para definir el concepto de arquitectura y su profesión?

La revista de arquitectura y diseño Arch20 (Architecture&Design, 2020) propone citas de arquitectos y diseñadores famosos a lo largo de la historia que han ayudado a reforzar el concepto y que además sirven de inspiración para este proyecto.

Para comenzar, Le Corbusier creía que el objetivo de la arquitectura es generar belleza, para él *“La arquitectura es el juego aprendido, correcto y magnífico, de formas ensambladas en la luz”* (Quoteload). Esta cita pone de manifiesto el camino que impulso al humano a la tendencia de complicar las cosas. Sin embargo, volviendo a los principios, Leonardo da Vinci puede que tuviera razón cuando mencionaba su famosa cita, *“la simplicidad es la máxima expresión de sofisticación”* (TuNuevaInformación). Por ello los diseñadores lo consideran importante ya que la eliminación de elementos innecesarios aporta simplicidad a los proyectos de ahí que Mies van der Rohe proponga que *“Menos, es más”* (Wikipedia).

Ahora más que nunca la profesión de la arquitectura debe dar respuesta a la problemática social, económica y medioambiental. En palabras de Norman Foster, *“Como arquitecto, diseñas para el presente, con conciencia del pasado, para un futuro que es esencialmente desconocido”* por lo tanto, surge la necesidad de una arquitectura sostenible. (Lázaro, 2020)

Este término también nombrado arquitectura verde, eco arquitectura y arquitectura ambientalmente consciente, es un modo de concebir el diseño arquitectónico de manera sostenible, buscando optimizar recursos naturales y sistemas de la edificación, de manera que minimiza el impacto ambiental de los edificios sobre el medio ambiente y sus habitantes (Wikipedia).

Los principios de la arquitectura sustentable incluyen:

- La consideración de las condiciones climáticas, la hidrografía y los ecosistemas.
- La eficacia y moderación en el uso de materiales de construcción.
- La reducción del consumo de energía, incluyendo además energías renovables.
- La minimización del balance energético global de la edificación, abarcando las fases de diseño, construcción, utilización y final de su vida útil.
- El cumplimiento de los requisitos de confort higrotérmico, salubridad, iluminación y habitabilidad de las edificaciones.

Los arquitectos deben contribuir de una forma muy significativa a repensar la arquitectura y su impacto tanto en la sociedad, como en la economía y el medio ambiente. Según Eileen Gray, *“Para crear, primero hay que cuestionarlo todo”*. Marc Sherratt, arquitecto profesional y director gerente de “Marc Sherratt, sustainability Architects” (MSSA) analiza la evolución del significado de la palabra arquitecto y arquitecta.





Sherratt explica como la palabra “Arquitecto” se deriva originalmente del griego que significa “Maestro” o “Constructor”. Con el desarrollo del dibujo ortográfico, éstos pudieron comunicar sus ideas a través del lenguaje gráfico, lo que llevó a un aumento en la escala y sofisticación de los edificios, los cuales en consecuencia tardaron mucho en completarse. Luego, las universidades se hicieron cargo de la educación de los arquitectos y, por lo tanto, la profesión se separó de la práctica de construir físicamente un edificio. En este momento los arquitectos comenzaron a convertirse en artistas y empezaron a trabajar con la clase alta. En la actualidad, Sherratt menciona que poco parece haber cambiado. Los famosos arquitectos de hoy son criticados por ser reservados para los ricos y tener un deseo insaciable de ser el “artista” que se preocupa más por la originalidad de la forma que por el diseño del espacio para que las personas prosperen. Sin embargo, la realidad para la mayoría de los arquitectos es difícil. Su responsabilidad se ha dividido entre una serie de profesiones diferentes, debido en parte al ritmo del desarrollo tecnológico. En consecuencia, la profesión de arquitecto ahora tiene una pequeña parte de la responsabilidad espacial, de construcción e ingeniería original que alguna vez tuvo.

La prestigiosa arquitecta Zaha Hadid define la Arquitectura como *“Un concepto que trata realmente de bienestar. Creo que la gente quiere sentirse bien en un espacio ... Por un lado, se trata de refugio, pero también de placer. Hay 360 grados, así que ¿Por qué ceñirse a uno?”* (Eri, 2020).

En la actualidad se presentan grandes desafíos sociales además de la amenaza del cambio climático contra ecología del planeta. El futuro de la arquitectura por lo tanto se debe de plantear desde ahora con unos cimientos sólidos basados en conceptos sostenibles respetando siempre una serie de principios como el medio ambiente, la historia cultural, y la conciencia.

La arquitectura habla mucho de quiénes somos y en qué creemos ya que consiste en envolver un espacio que genere confort, en otras palabras, el hogar. Es momento por lo tanto de auto reflexionar sobre lo que se está diseñando y utilizar las herramientas tecnológicas y aplicar los conocimientos fundamentales de la ciencia, como lo plantea el sistema constructivo basado en naves tierra que se plantea en este trabajo.

Ante esta disyuntiva, es hora de que la sociedad de un paso al frente y que los arquitectos asuman una mayor responsabilidad por respetar los espacios que habitamos ofreciendo respeto al medio ambiente y calidad y confort de vida. La insostenibilidad de los modelos actuales se agrava cada vez más y la habitabilidad y el confort de las personas es cada vez un tema que se vuelve más interesante. Para abordar esta problemática, el presente proyecto plantea el concepto de aplicación de la sostenibilidad en la edificación mediante el análisis constructivo de los sistemas nave tierra también conocidos como Earthship, siempre desde la perspectiva del bajo impacto ambiental ya que si se continúa diseñando y construyendo como si el planeta pudiera proporcionar todo sin ninguna consecuencia la problemática real actual de la sostenibilidad en este mundo globalizado seguirá aumentando.



## 1.2 Antecedentes (motivación)

En la última etapa de la carrera de Ingeniería Civil, comencé a cuestionarme muchas situaciones y es ahí donde desarrollé una mirada al desarrollo sostenible. Empecé a reflexionar sobre la preocupación mundial por el medio ambiente sobre todo al ver las enormes consecuencias que producían las infraestructuras de gran envergadura en la naturaleza.

Surgen entonces proyectos como EkoHack de la diputación de Gipuzkoa basados en como reconectar a los jóvenes con la naturaleza en el cual tuve la oportunidad de participar (Gipuzkoa, 2018). Posteriormente, el máster me otorga la oportunidad de desarrollar mis conocimientos en el sector de la edificación sostenible.

Al encontrar este tipo de iniciativa se abrió una posibilidad que no había contemplado anteriormente y pensé que sería muy interesante intentarlo. Una visión diferente comienza a tomar parte de mis pensamientos demostrándome que no todo es blanco o negro. Así he desarrollado una corriente de pensamiento ambientalista que me ha abierto la mente a informarme y cuantificar los problemas actuales, me ha enseñado a observar los cambios necesarios, y me ha capacitado con los conocimientos técnicos necesarios para tomar acciones prácticas para solucionar los problemas medioambientales no solo desde el punto de vista de la edificación sostenible, sino que desde un punto que abarca muchos más campos.

Actualmente vivimos en una sociedad que cada vez está más tecnificada. De ahí que sea muy importante arraigar la esencia del carácter social y humano en todos los avances que sea realicen en el futuro en la sociedad. Por lo tanto, otro motivo por el que me decidí por estos estudios fue la necesidad de encontrar una ingeniería más concienciada con el medio ambiente y más humana. No se debe de olvidar que, sin un hábitat confortable, estamos condenados a desaparecer.



### 1.3 Justificación y descripción de la solución adoptada

El presente Trabajo de Fin de Máster titulado “*Arkit-lur o Earthship en el País Vasco “¿Utopía o realidad?”*” supone la culminación de los estudio del Máster Oficial Universitario en Edificación Sostenible (MUES) por la Universidad de A Coruña. Una vez establecida la línea y el tema para tratar, así como la problemática del proyecto, se propone denominarlo “Arkit-lur” con el fin de aportar una identidad personal. Expone en vasco una analogía con el Eartship. La palabra “Arkit” proviene de “arkitektura”, que significa arquitectura en español. La palabra “lur” en cambio, proviene de la palabra tierra en castellano. Es un proyecto tutorizado por Santiago Muñiz, profesor del Departamento de Construcciones y Estructuras Arquitectónicas, Civiles y Aeronáuticas de la Universidad de A Coruña. El proyecto, por lo tanto, se enmarca en el ámbito de la sostenibilidad en la edificación por el que también posee un importante carácter social. Las motivaciones que me llevaron a realizar el estudio de un Earthship en el marco climático del País Vasco son varias y muy variadas.

En primer lugar, responde a la necesidad de evaluar un proyecto de esta índole en un contexto social determinado. Actualmente, existe un desarraigo de las personas con la naturaleza y eso se traslada a una mala gestión para vivir en equilibrio con el planeta y así profundizando los problemas medioambientales. Por una parte, esto implica el origen de problemas en la ciudad como: la superpoblación, el efecto invernadero y su incremento, la destrucción de la capa de ozono a causa de las emisiones de gases nocivos, la modificación radical del paisaje y la falta de biodiversidad producida por la destrucción de entornos naturales. Por otra parte, a escala más general, se encuentran, los cambios en el sistema productivo, la problemática del agua, los residuos y el suministro energético, el sector de la AEC y del transporte, etc.

En segundo lugar, y al hilo de lo comentado se demuestra por lo tanto la intención de estudiar mediante este proyecto la posibilidad de poder llevar una vida totalmente autosuficiente, sin poseer conexión a ningún tipo de red de abastecimiento de electricidad y agua y de saneamiento procedente del exterior.

En tercer lugar, este estudio argumenta la importancia de un pensamiento con fundamentos sostenibles bien consolidados y enmarcados en un propósito bioclimático. La idea del aprovechamiento de los recursos naturales de una manera lógica es básica y elemental para desarrollar una edificación basada en principios de la sostenibilidad. Para que todo este proceso tenga sentido, se propone el uso de materiales naturales y reciclados a poder ser de carácter local y a su vez, disminuir la implicación de los recursos energéticos empleados en la construcción,

En cuarto lugar, se plantea no solo desde un punto de vista positivo, sino que también se contemplan los aspectos negativos que puede llegar a tener construir este tipo de edificaciones en el País Vasco teniendo en cuenta su adaptabilidad al clima y al entorno. Partiendo de este punto, la cultura constructiva de una zona permite el mejor aprovechamiento de todos los recursos y garantiza a su vez un funcionamiento más adecuado de los sistemas constructivos.

En quinto lugar, el máster me ha enseñado la importancia de una construcción sostenible basada en el conocimiento constructivo realizado por técnicos especialistas ya



que es muy importante valorar y dimensionar todo tipo de materiales y sistemas constructivos acordes con los objetivos propuestos. Por lo tanto, es de vital importancia ofrecer la máxima calidad, procurando obtener un diseño que ofrezca brinde el mayor potencial posible mediante un óptimo funcionamiento.

De esta forma, todas estas características se presentan como punto de partida muy importante en el ámbito de la edificación sostenible, de hecho, las construcciones nave tierra ofrecen varios puntos de armonía con el medio ambiente. Un Earthship o nave tierra es un tipo de casa pasiva hecha de materiales naturales o reutilizados. Se reutilizan llantas de autos viejas, botellas de vidrio y latas, las mismas cumplen una función similar a los ladrillos. Estos hogares minimizan el uso de energía y combustibles fósiles. Por una parte, se fusionan con el paisaje debido a sus diseños basados en materiales naturales y reciclados sin mostrar ningún tipo de divergencia con el entorno que las rodea. Por otra parte, teniendo en cuenta que son diseños que proceden de una arquitectura tradicional, vernácula, arquitectura sin arquitecto existe cierto vínculo entre la arquitectura tradicional del País Vasco y este tipo de edificaciones. Se considera que pueden ser aceptadas por la sociedad y, por lo tanto, se plantea muy interesante el estudio de estas en el País Vasco.

La Hoja de Ruta de Edificación Sostenible del País Vasco: Bultzatu 2025 (Manu Salinero Gobierno Vasco, 2020) se plantea como un instrumento de apoyo a la planificación estratégica y a la implementación de actuaciones en un horizonte de actuación a largo plazo para avanzar hacia un sistema más respetuoso con el medio ambiente,, el cual se concibe como un proyecto estratégico que debe de tener continuidad.

Por tal motivo, esta investigación beneficiará en la identificación de los materiales y técnicas de construcción en las edificaciones de tipo nave tierra para la climatología del País Vasco, incorporando procesos de sustentabilidad, que partan de las condiciones físico-espaciales de la comunidad y permitan generar impactos positivos e identificar los impactos negativos en las realidades ambientales actuales

## 1.4 Preguntas de investigación

Del planteamiento anterior surge la motivación de esta investigación, la cual parte de las siguientes preguntas de investigación iniciales que se utilizaron para proporcionar una guía para el estudio que serán respondidas a lo largo del trabajo en su debida sección.

Tabla 1. Preguntas de investigación

<b>PI1</b>	¿En qué consisten las naves tierra?
<b>PI2</b>	¿Cómo se construyen las naves tierra?
<b>PI3</b>	¿Cuánto tiempo aproximadamente dura su construcción?
<b>PI4</b>	¿Qué primeros pasos deben tenerse en cuenta antes de construir una nave tierra?
<b>PI5</b>	¿Por qué se consideran las naves tierras buenas para el medio ambiente?
<b>PI7</b>	¿Deben ser construidas por profesionales o pueden construirse por cualquier persona?
<b>PI8</b>	¿Cuáles son las ventajas y desventajas principales de las naves tierra?
<b>PI9</b>	¿Cuánta energía consumen en comparación con una casa unifamiliar tradicional O normal?
<b>PI10</b>	¿Cómo de difícil es vivir en una de ellas en comparación con una vivienda unifamiliar tradicional/normal?
<b>PI11</b>	¿Con qué materiales principales se construyen?
<b>PI12</b>	¿Cuál es el precio medio de compra de una vivienda de este tipo?
<b>PI13</b>	¿Cuál puede ser la diferencia de precio entre la nave tierra más barata y más cara?
<b>PI14</b>	¿Cuál es el período de construcción medio de una nave tierra? ¿Tarda más en construirse que una vivienda normal?
<b>PI15</b>	¿Cuál es el lugar del mundo más adecuado para su construcción? ¿Y el peor?
<b>PI16</b>	¿Cuál es el proceso de demolición de una nave tierra?
<b>PI17</b>	¿Es la construcción de las naves tierras viable en cualquier lugar?
<b>PI18</b>	¿Son las naves tierra viables en el País Vasco?
<b>PI19</b>	¿Cómo se relacionan con el concepto de estar desconectadas de la red u “off-grid”?



## 1.5 Objetivos

En base a los conocimientos teórico prácticos adquiridos en el Máster Universitario en Edificación Sostenible y teniendo como horizonte el marco contextual previamente mencionado en la introducción, se presentan a continuación los objetivos a alcanzar en el desarrollo del TFM.

En la literatura se pueden encontrar numerosos análisis sobre las naves tierra en diferentes climas y para diferentes partes del mundo. Sin embargo, la aplicabilidad de este tipo de edificaciones en España, y más concretamente en el País Vasco, necesita ser investigada en más detalle. Es por ello por lo que este trabajo realiza un estudio a modo de análisis de la posible viabilidad de las naves tierra y todos los aspectos que se deberán de tener en cuenta para el futuro análisis detallado de un caso de estudio profundamente.

### 1.5.1 Objetivos generales

Partiendo del marco de la edificación sostenible, como punto de arranque se persiguen los siguientes objetivos principales en este proyecto:

- 1) Estudiar la viabilidad de medidas sostenibles, ecológicas y de eficiencia energética a escala de una edificación nave tierra (Eartship). El propósito es evaluar y encontrar posibles errores de funcionamiento y diseño.
- 2) Estudiar la adecuación e integración de este tipo de edificaciones en un entorno que contenga el clima del País Vasco.
- 3) Plantear posibles soluciones que sirvan de ayuda en futuros proyectos. Así mismo, estudiar la efectividad de las propuestas realizadas en lo respectivo a la autosuficiencia partiendo desde la unidad de un edificio, pero sin descartar futuras líneas con un enfoque colectivo.
- 4) Estudiar la viabilidad económica de las propuestas realizadas

Al final del trabajo, se deben conocer los principios básicos que constituyen una nave tierra y se sacarán conclusiones que sintetizen potenciales causas que puedan motivar la empleabilidad de este tipo de edificaciones concretamente en el clima del País Vasco, proponiendo posibles soluciones o mejoras que produzcan un avance.



### 1.5.2 Objetivos específicos

Para poder cumplir con el objetivo general y comprender el tema en su totalidad se abordarán ciertos objetivos específicos los cuales se enlistan a continuación.

- 1) Analizar los impactos sociales, económicos y ecológicos que podría tener el desarrollo sostenible en el diseño de viviendas este tipo, con materiales sostenibles, naturales y reciclados.
- 2) Concienciar sobre la economía circular de los materiales y la necesidad de ofrecer una nueva cuna a esos desechos plásticos. (ACV)
- 3) Analizar las técnicas de diseño de construcción con tierra y neumáticos.
- 4) Proponer la implicación de medidas pasivas y estrategias tradicionales de eficiencia energética en la construcción alternativas a las utilizadas actualmente.
- 5) Generar una actitud ambiental proactiva.
- 6) Identificar el grado de cumplimiento de los objetivos en cuanto a cuidado y respeto del medio ambiente. Determinar si se podrían cumplir un mayor número de objetivos de carácter medio ambiental, así como si los que se cumplen se podrían cumplir de una manera más efectiva.
- 7) Estudio del cumplimiento de la legislación.
- 8) Identificar los problemas o ventajas que aporta este tipo de edificaciones y más concretamente la propuesta en el clima del País Vasco
- 9) Valorar si este tipo de proyectos pudieran repercutir en el desarrollo de las comunidades beneficiadas.
- 10) Elaborar un informe en el que se expongan una serie de diseños y propuestas alternativas que mejoren la eficiencia de este tipo de edificaciones en el clima del País Vasco
- 11) Visión de futuro. Proponer aplicaciones y líneas de estudio futuras y determinar si se podrían cumplir de una manera más efectiva. Determinar si se podrían cumplir un mayor número de objetivos en relación con el medio ambiente, así como si se podrían cumplir de una manera más efectiva los empleados en esta investigación.



## 1.6 Hipótesis del trabajo

Se han redactado dos hipótesis para explicar el propósito del estudio y guiar la investigación:

### (Hi) Hipótesis de Investigación

El desarrollo de viviendas tipo naves tierra (Earthship), con materiales reciclados, sostenibles o procedentes de la naturaleza, si es viable en el marco climático del País Vasco y si está directamente relacionado con aspectos sociales, económicos y aspectos propios del territorio. De esta forma, se reduce el impacto ambiental provocado por el proceso de construcción actual en otro tipo de edificaciones.

### (Ho) Hipótesis negativa de Investigación

El desarrollo de viviendas tipo naves tierra (Earthship), con materiales reciclados, sostenibles o procedentes de la naturaleza, no es viable en el marco climático del País Vasco y no está directamente relacionado con aspectos sociales, económicos y aspectos propios del territorio. De esta forma, no se reduce el impacto ambiental provocado por el proceso de construcción actual en otro tipo de edificaciones.



## 1.7 Metodología

En este apartado se plantea la metodología utilizada para la realización del proyecto. Tal y como se ha hecho referencia en los apartados anteriores, este trabajo aborda la viabilidad de las naves tierra o Earthships en el País Vasco, aunque se realizarán menciones pertenecientes a otras áreas de estudio al estar relacionadas con el área principal a investigar. Para ello, se ha tenido en cuenta todo el conocimiento adquirido a lo largo de las diferentes asignaturas que este máster ofrece.

De acuerdo con los objetivos expuestos en el apartado 1.5, y tomando como base el análisis bibliográfico previo a la redacción, la metodología empleada para alcanzar los objetivos propuestos en el siguiente trabajo se organiza en siete fases de acción.

### 1.7.1 Metodología aplicada para la redacción del proyecto

Esta investigación consta de 8 capítulos definidos como:

#### *Capítulo I. Preliminares*

Se procede en primer lugar a presentar los preliminares en donde se exponen la introducción, los antecedentes (motivación), la justificación y descripción de la solución adoptada, las preguntas de investigación, los objetivos en donde se justifica brevemente el proyecto la hipótesis del trabajo, el marco de referencia y la explicación de la metodología.

#### *Capítulo II. Fundamentos teóricos*

En segundo lugar, se estudian los fundamentos teóricos de las naves tierra en donde se estudia el trasfondo del proyecto siguiendo los fundamentos teóricos generales y de objeto de estudio. Se lleva a cabo un análisis de aspectos que intentan dar respuesta a las preguntas de investigación presentadas en el apartado 1.4. Entre ellos, se desarrolla el concepto de las nave tierra (earthship), en donde se analizan en primer que son y en qué consisten las naves tierra, sus principios básicos, el proceso constructivo, ejemplos de construcción, los pros/contras, la relación de las casas nave tierra con las viviendas sostenibles, las diferencias con las casas pasivas y, sobre todo, se profundiza en el concepto de Earthship introducido por Mike Reynolds y su verdad sobre este tipo de edificaciones.

#### *Capítulo III. Earthship*

Una vez de haber presentado las características principales de los Earthship, que son, en qué consisten, la relación del tipo de edificaciones con los sistemas pasivos y con los sistemas desconectados de la red, los principios básicos, la problemática que plantean, etc.

#### *Capítulo IV. La vivienda en detalle. Diseño y construcción de una arkit-lur*

De esta forma, se analizan estas características y su aplicabilidad en el País Vasco tratando de dar respuesta a las preguntas de investigación planteadas. En este apartado se estudia la propuesta, su viabilidad técnica, económica y ambiental, la posibilidad de implantación en una empresa, las condiciones y normativas, y las ventajas/ desventajas



*Capítulo V. Conclusiones y limitaciones de la investigación*

A continuación, se presentan las conclusiones, se evalúan los resultados obtenidos los cuales sirven para identificar posibles futuras líneas de trabajo de estos.

*Capítulo VI. Futuras líneas de trabajo: referentes*

Para concluir, se proponen diferentes líneas de estudio futuras.

*Capítulo VII. Referencias bibliográficas*

*Capítulo VIII. Anexos*

*ANEXO I Se adjunta el mapa eólico de España*

*ANEXO II: Se presenta un ejemplo de proyecto básico de ejecución de una nave tierra en el País Vasco*

### 1.7.2 Análisis de la literatura

Durante la realización del proyecto se han llevado a cabo reuniones con el profesor vía mail, exámenes de entrevistas y de vídeos, así como análisis de artículos, a las que se les ha dado un gran peso en el desarrollo técnico del proyecto. De cualquier manera, el proyecto consiste en analizar cómo las naves tierra pueden contribuir en la edificación sostenible y en identificar su viabilidad en climas como el del País Vasco.

En primer lugar, se ha utilizado un proceso de evaluación específico con el fin de revisar toda la documentación otorgada en la plataforma Moodle por los profesores del máster y varias referencias externas de gran interés como conferencias asociadas, proyectos europeos, españoles, y a nivel mundial. En segundo lugar, se ha realizado la búsqueda de manuales con amplia información acerca de la temática trabajada en la memoria. Se ha considerado, además, dentro de este análisis la posibilidad de error por azar o la no correcta interpretación de los resultados obtenidos. Cumpliendo rigurosamente con las pautas implantadas para la redacción del trabajo, el proyecto parte de una adecuada identificación de la problemática ofreciendo soluciones de forma razonada argumentándolo con diferentes autores expertos en la temática.

### 1.7.3 Alcances y limitaciones

En este apartado se analiza todo lo que se espera o que aspectos se pretenden alcanzar mediante un proyecto de investigación de esta índole. Se presentan por lo tanto un conjunto de expectativas que describen el resultado final del proyecto con el fin de producir un resultado completo y eficiente. Así, se facilita la comprensión del trabajo proporcionando información esencial y básica.

Alcances:

- Este trabajo se enfocará directamente en el estudio de las casas naves tierra
- Se realiza el análisis de las percepciones de una edificación de tipología nave tierra por Michael E. Reynolds, arquitecto estadounidense y se estudian sus posibles carencias.
- Las estrategias aplicadas en el desarrollo de este trabajo estarán aplicadas para un entorno determinado ya que los espacios de objeto de estudio se establecen en el País Vasco.

Limitaciones:

- No tiene como objetivo la creación de un proyecto constructivo.
- Las estrategias creadas en este documento no aplicaran a otros lugares sin la debida adecuación al entorno y el clima de estos.
- El proyecto se limitará a analizar cómo las naves tierra pueden contribuir a la edificación sostenible y la viabilidad de las naves tierras en climas como el del País Vasco, Cabe destacar que este trabajo no abarcará las fases de implementación y evaluación de las estrategias.



Futuro:

- La ejecución de las estrategias planteadas en este estudio se podrá llevar a cabo en un futuro si se desea, mediante la redacción de un proyecto consolidado en base a las conclusiones tanto positivas como negativas obtenidas como resultado de este trabajo.

## CAPÍTULO II. FUNDAMENTOS TEÓRICOS DE LA ARQUITECTURA SOSTENIBLE

### 2.1 Análisis de ciclo de vida, gestión e impacto ambiental y gestión de residuos

Según la RAE se entiende por residuo cuando se habla de una sustancia u objeto cuyo poseedor desecha o tiene la intención o la obligación de desechar (RAE, Real Academia Española: residuo, 2020). El Análisis del Ciclo de Vida (ACV) estudia la vida útil del producto, esto es, los aspectos medioambientales y los impactos potenciales durante todo el ciclo de vida.

En un estudio sobre el ACV se analizan todas las fases necesarias para llegar a elaborar un producto hasta el fin de su vida útil. A pesar de que actualmente, los ACV puedan ser abordados desde diferentes tipos de vista, este proyecto se centrará en el análisis de la cuna a la tumba y su reconversión a un ACV de la cuna a la cuna.

La Figura 3 detalla todas las fases para la fabricación de un producto utilizando la metodología de la economía lineal. Ésta también es conocida como la metodología de fabricación de un producto aplicando la teoría de la cuna a la tumba y consiste las siguientes etapas: la obtención de las materias primas, la producción, la distribución y el uso que se le da hasta el final de vida.

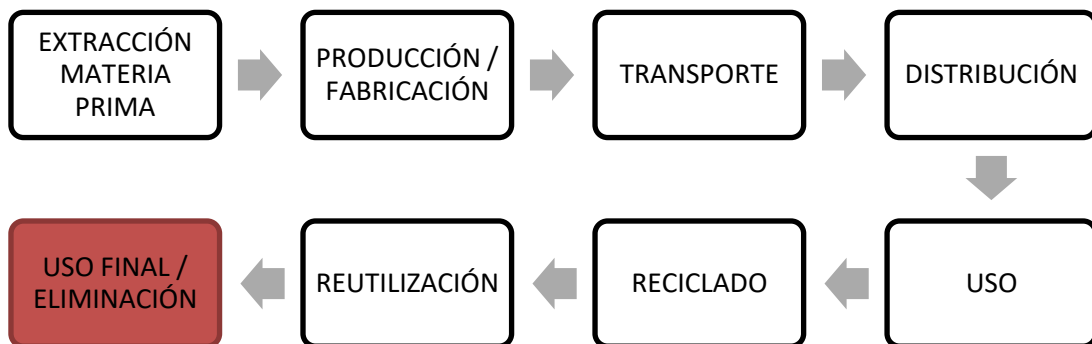


Figura 3. Fases para la fabricación de un producto.

Tal y como se puede apreciar en La Figura 3, se comienza desde la extracción de las materias primas considerado como el punto de nacimiento del producto. Esta primera etapa es conocida también como la cuna, momento en el que comienza a cobrar vida el producto elaborado. Tras un proceso en el cual no puede volver a ser utilizado, acaba siendo destruido en su totalidad.

A diferencia del concepto de la cuna a la tumba, el punto de vista de la cuna a la cuna es un proceso que analiza toda la fase del ciclo de vida del producto y además incluye la gestión final y su reutilización como materia prima para que se reinicie el ciclo. En la Figura 4, se observan todas las fases para la fabricación de un producto desde su

nacimiento, hasta que se le vuelve a dar la oportunidad de generar una nueva cuna la cual dará una nueva vida al material.

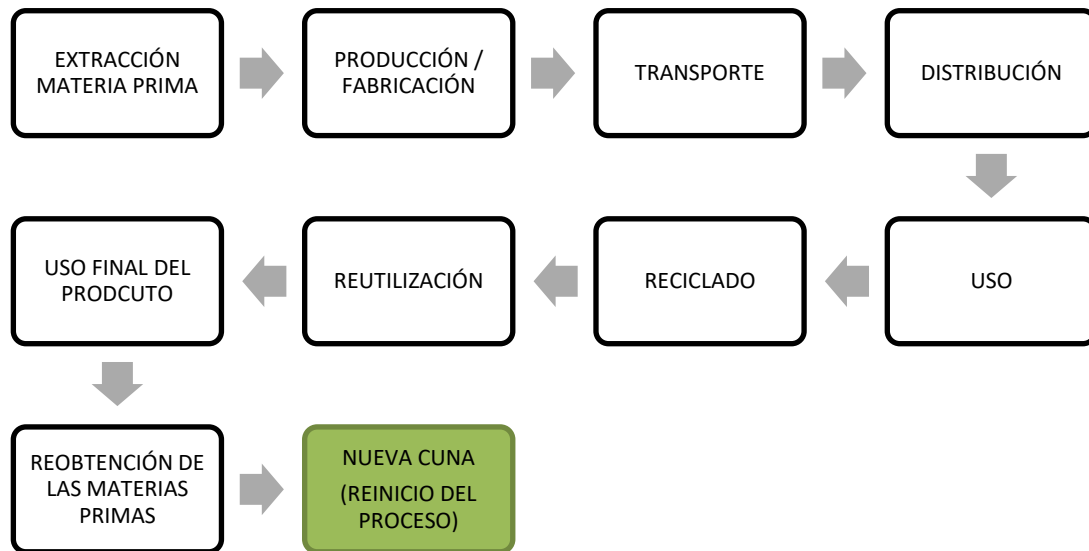


Figura 4. Concepto de la cuna a la cuna.

Este modelo medioambiental, plantea rediseñar el método de producción lineal, a un método de producción circular. El concepto de la cuna a la cuna representa una forma de diseño que no solamente tiene en cuenta el presente, sino que se preocupa también por el futuro de los materiales. Teniendo en cuenta que algunos países y algunas empresas en concreto han empezado a adoptarlo, existen normativas desde la cual se contempla el ciclo de vida como un conjunto de etapas consecutivas e interrelacionadas. Uno de los estándares más significativos es el denominado como ISO 14001:2015 (ISO, 2015). Este estándar internacional de carácter voluntario permite a las organizaciones a obtener la certificación para sus sistemas de gestión ambiental. Cabe destacar que, aunque exista un estándar internacional, cada área geográfica mundial puede llegar a disponer de su propia normativa. En definitiva, estas normativas se observan como herramientas que ayudan a la planificación de estrategias medioambientales.

Debido a diversos intereses económico-industriales o quizá simplemente por no aplicar la normativa existente de una normativa eficiente, en muchos casos se genera una gestión de los procesos productivos insostenible. Es más, el mero desconocimiento de las sociedades entorno al reciclado eficiente de los residuos, genera que esto se convierta en una tendencia o bien en una moda en vez de generar una verdadera reacción ante el calentamiento global. Todo ello hace que muchas veces, simplemente son capaces de cumplir la primera visión del ACV, esto es, de la cuna a la tumba y no la segunda de ellas i.e. de la cuna a la cuna. Sin embargo, ¿qué significa realmente, el hecho de producir en base a una economía circular utilizando la metodología “de la cuna a la cuna”? Desde un punto de vista objetivo, significa que las empresas tienen que ejercer una responsabilidad sobre el método de fabricación de sus productos estudiando desde el principio el posible futuro de las materias primas utilizadas para ofrecerles la posibilidad de tener una nueva vida. De esta forma, el ciclo de vida del producto desde su nacimiento hasta su desecho cambiaría de una manera consistente. Se quitaría directamente la opción de ser desechado

y haría que el ciclo entero se repitiera garantizando una solución realmente sostenible que en el mercado actual ofrece unas ventajas muy competitivas.

Al fin y al cabo, de acuerdo a autores como Michael Braungart, químico de procedencia alemana y William McDonough, arquitecto estadounidense, “los productos deben concebirse de manera inteligente y con la intención de que su final sea como el de un elemento natural, que cuando muere, inicia un nuevo ciclo de vida, pues en la naturaleza no se pierde nada, sino que se transforma y reutiliza todo” (McDonough, 2019) (McDonough, 2003).

### 2.1.1 Residuos Sólidos en la Naturaleza

Un rápido crecimiento demográfico trae consigo su correspondiente aumento en la generación de residuos. Un crecimiento del consumo basado en una economía lineal de un solo uso, donde abunda lo desechable. La cantidad generada año tras año va en aumento y es por ello por lo que los residuos constituyen actualmente uno de los principales problemas de la contaminación del medioambiente.

#### Generación de residuos por actividades.

Según la (RAE, Real Academia Española, s.f.) se entiende como residuo sólido el material que queda como inservible después de haber realizado un trabajo. Los residuos pueden clasificarse de diferentes modos, pero en la Figura 5 se muestra la clasificación de estos según la actividad económica (Eurostat, 2016). Teniendo en cuenta que esta asignatura forma parte del Máster Universitario en Edificación Sostenible se observa clarísimamente que el 34,8% de dichos residuos son provenientes de la construcción.

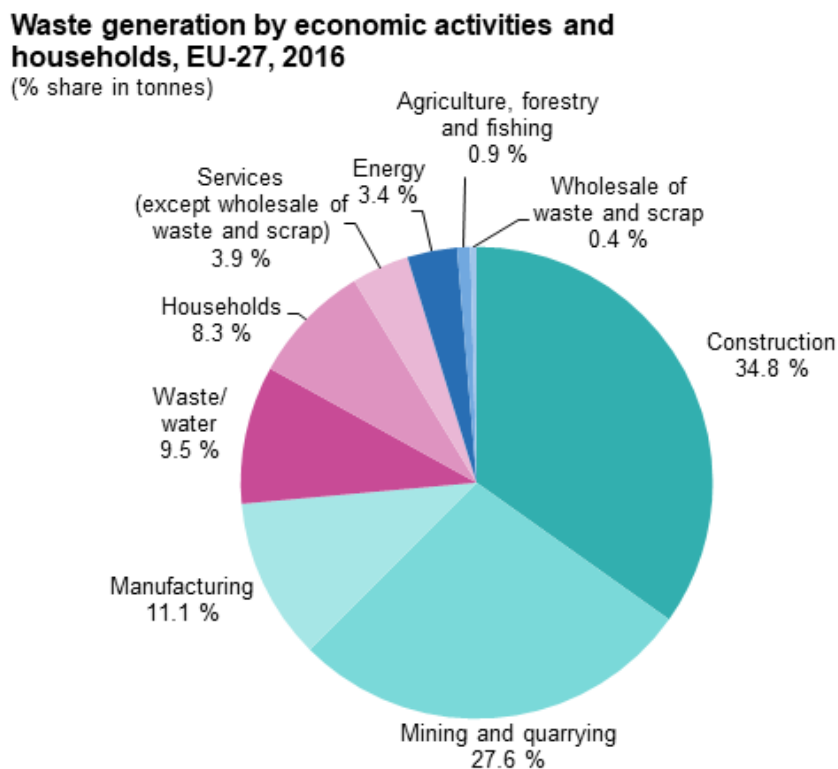


Figura 5. Generación de residuos por actividades económicas y hogares 2016 (Fuente: Eurostat).

### Gestión y composición de los residuos sólidos urbanos

Debido tanto a la cantidad limitada de materiales como a la capacidad que tiene nuestro planeta para guardar y conservar los residuos, la gestión adecuada de los mismos sigue siendo un factor muy importante a tener en cuenta. Aprender a cómo separar estos residuos puede ser un punto de partida muy interesante a llevar a cabo. Es decir, un paso muy importante para poder entender la necesidad de una economía circular.

A continuación, se mencionan los residuos según su naturaleza:

- Desechos en general
- Orgánicos
- Envases de vidrio
- Plásticos y envases metálicos
- Papel
- Residuos hospitalarios infecciosos

Como se puede apreciar en la Figura 6, la distribución de residuos en Europa y el porcentaje de reciclado es bastante reducido, sin superar el 28%.



Figura 6. Distribución de la gestión de residuos municipales en EU-28 y en España en 2014 (CANTOS, 2019). (Fuente: Eurostat).

### Generación de Residuos por Región a Nivel Global

En la Figura 7, se observa la generación de residuos por región según los datos del año 2016 del Banco Mundial. Partiendo de estas estadísticas, se espera que en los próximos años los datos de generación de basura a nivel mundial aumenten. El método de producción y por consecuencia de consumismo basado en el paradigma de la cuna a la tumba está llenando el entorno natural de basura y por consecuencia la necesidad de un cambio brusco es más que evidente. Ahora más que nunca la transición de una economía basada en una producción lineal a una economía que tenga como principio convertirse en circular es fundamental.



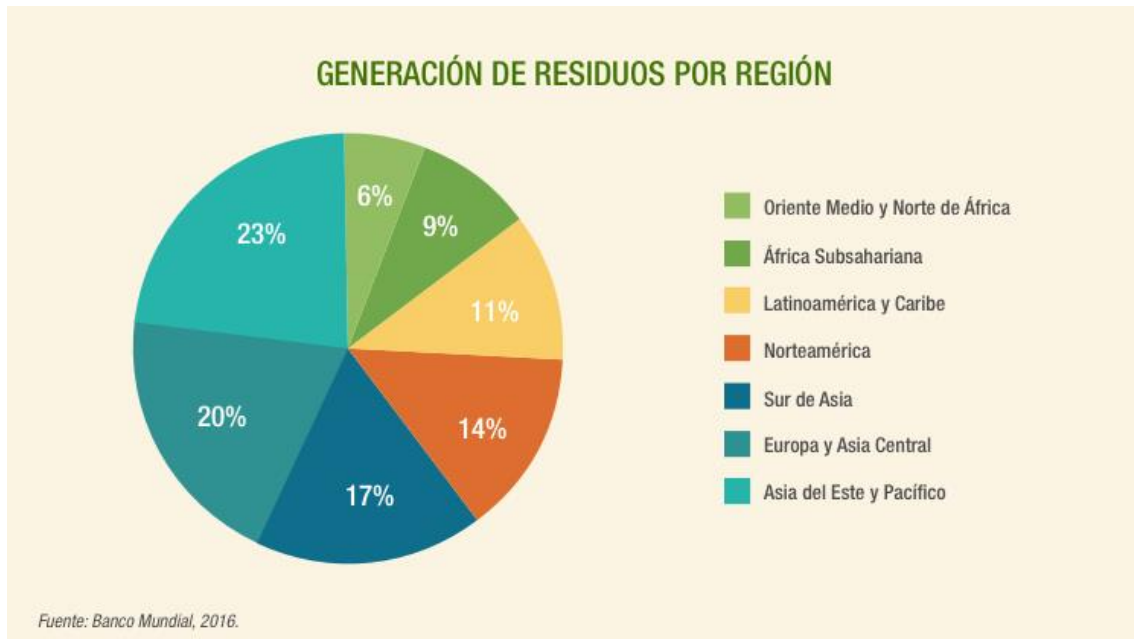


Figura 7. Generación de residuos por región durante 2016, Banco Mundial (Iberdrola, 2019).

La generación de residuos es un problema más que evidente el cual se encuentra en constante crecimiento. Tal y como afirman Sana et al. (SaSana, et al., MANAGING THE ENVIRONMENTAL HAZARDS OF WASTE TIRES, 2014) en su artículo “MANAGING THE ENVIRONMENTAL HAZARDS OF WASTE TIRES” los residuos generados por los neumáticos representan un peligro real. A pesar de que los residuos relacionados con los neumáticos representan solamente el 2% en peso del total de residuos (Zhang, X., Wang, T., Ma, L., Chang, J., 2020) su gestión está atrayendo un interés creciente en los países desarrollados. Este tipo de residuosexigen valiosas espacio de relleno sanitario y puede resultar en incendios accidentales con emisiones contaminantes. Tales incendios son difíciles de manejar debido a la alta inflamabilidad de los neumáticos. Con el continuo aumento mundial de la producción de automóviles y camiones, la tasa de generación de residuosneumáticos está aumentando drásticamente tal y como se puede apreciar en la siguiente figura:

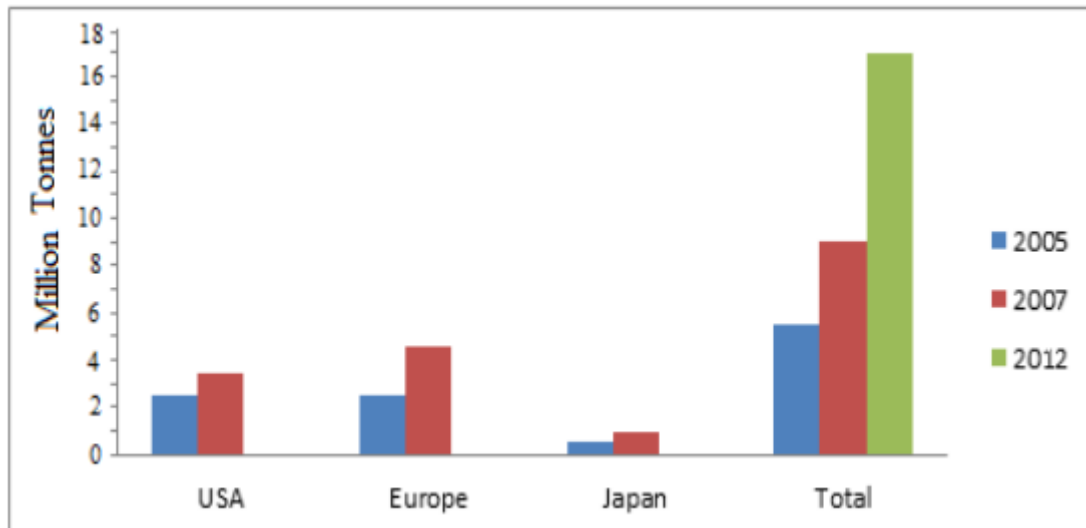


Figura 8. Generación de residuos neumáticos (SaSana, et al., Managing the environmental hazards of waste tires, 2014).

## 2.2 Sostenibilidad y desarrollo en la arquitectura

### 2.2.1 Concepto de sostenibilidad

La cantidad de sentidos y significados que puede adquirir el concepto de sostenibilidad genera en grandes ocasiones importantes quebraderos de cabeza. La amplia gama de definiciones representa una dificultad para la selección de la definición más acertada para concretar esta idea.

Una definición lógica y por lo general considerablemente utilizada de desarrollo sostenible se puede considerar según The Brundtland Report (pag.43) "el desarrollo que satisfaga las necesidades del presente sin comprometer la capacidad de la generación futura para satisfacer sus propias necesidades" (Report, 1987). Cuando se analiza el uso de los términos sostenibilidad según el artículo "Analysis of meanings of the concept of sustainability" de Walter Alfredo Salas-Zapata y Sara Milena Ortiz-Muñoz se aportan diferentes significados que engloban la sostenibilidad.

Figura 9 que se observa en la parte inferior, muestra la integración del concepto sostenibilidad dentro del factor económico, ambiental y social contenidos en el ámbito de la construcción para protegerlos recursos de cara a un futuro. Se pueden identificar cuatro significados diferentes en base al área en el que se quiera aplicar el concepto.

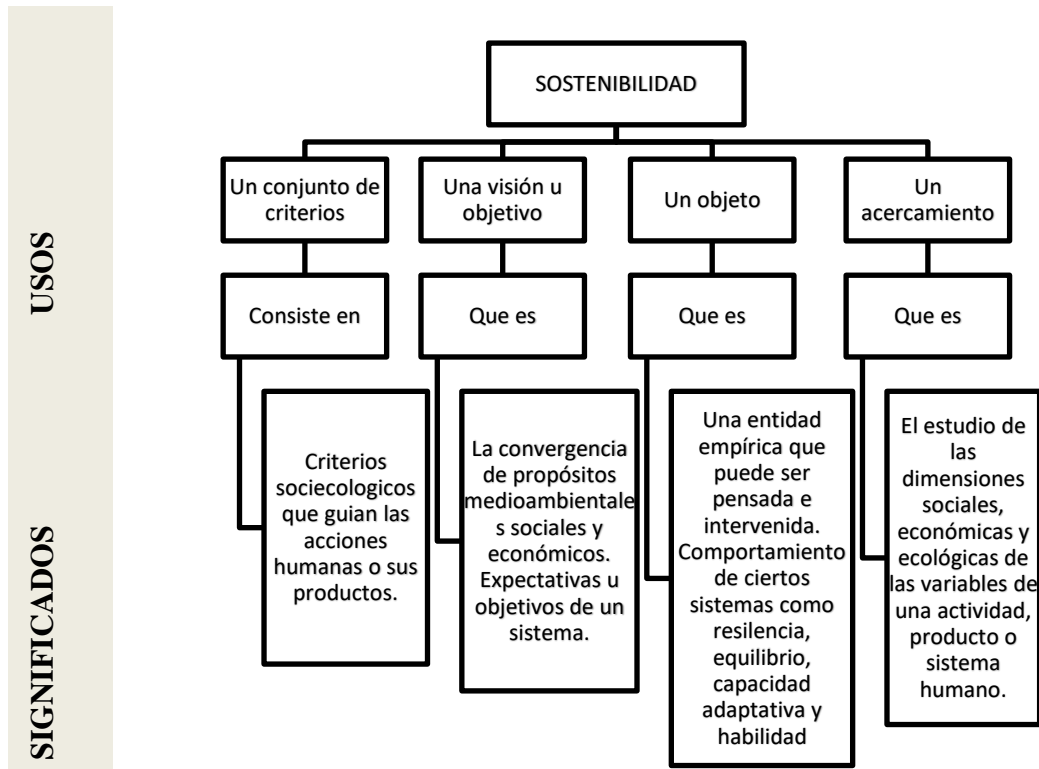


Figura 9. Significados sostenibilidad. Fuente: (Salas-Zapata & Ortiz-Muñoz, 2017).

Por lo tanto, según (Salas-Zapata & Ortiz-Muñoz, 2017) se identifica la sostenibilidad como:

- Como un conjunto de criterios para la acción humana.

De alguna manera implica a los seres humanos y a los ecosistemas. Dicho de otra forma, en este apartado la sostenibilidad se entiende como “la integración o la aplicación de criterios o cualidades socio ecológicos a las etapas de planificación, diseño y funcionamiento de ciertos sistemas de referencia”

- Como meta de la humanidad.

Los profesionales afirman que un sistema es sostenible porque tiene ciertos objetivos, propósitos y valores tanto sociales, ambientales como económicos. Es por eso por lo que esta definición muestra un significado teleológico. La teleología es la rama de la ciencia que se dedica al estudio de los fines o propósitos. (Wikipedia, Teleología, 2020) .

- Como objeto

La sostenibilidad como objeto, puede ser utilizada para referirse al comportamiento de algunos sistemas de referencia. Los términos empleados para dar cuenta de este comportamiento no son sinónimos, pero todos hacen referencia a la capacidad de los sistemas para mantener ciertas características y funciones a largo plazo. Pueden ser la resiliencia, la capacidad de adaptación, la robustez, el equilibrio o la capacidad para mantener el ritmo de las perturbaciones y el mantenimiento de los sistemas socio ecológicos.

- Como enfoque de estudio

Los términos sostenibilidad también se utilizan para referirse o caracterizar el estudio de las variables sociales, económicas y ambientales de un sistema de referencia o de una determinada actividad, producto o proceso humano como sistema de referencia. Por lo tanto, se infiere que los términos sostenibilidad se utilizan para indicar la intención de los investigadores de tratar con variables para evaluar el desempeño ambiental, social y ecológico de un sistema de referencia.

Estas cuatro definiciones mostradas arriba permiten realizar la identificación de la sostenibilidad con cuatro significados en principio que muestran ser aislables entre sí. Pero el problema se basa en que la clara realidad es que no se deben de interpretar por separado ya que no son mutuamente excluyentes.

Walter Alfredo Salas-Zapata y Sara Milena Ortiz-Muñoz en su artículo mencionan que puede haber dos razones para esta situación. En primer lugar, los significados de sostenibilidad no se aportan a través de la descripción de definiciones sino más bien a través del uso del término. En segundo lugar, firman que el concepto de sostenibilidad no está claro debido a sus significados diversos, confusos y a veces contradictorios, Además de las múltiples formas de definiciones que dependen del contexto en el que se emplea el término. Puede haber dos razones para nuestros hallazgos: primero, los significados de sostenibilidad presentados en este cada significado pueden tener ciertas características que podrían ser interpretadas de formas diversas para el mismo concepto.

Después de considerar estas definiciones queda claro que el desafío para los profesionales del sector de la AEC es involucrar todos esos conceptos a la vez en un mismo concepto. La metodología se debe de basar en proporcionar servicios profesionales que no solo tengan en cuenta la aplicación de la sostenibilidad en un ámbito en concreto, sino que la interacción de los aspectos ambientales sociales y económicos entrelazados deben de generar la concepción de la sostenibilidad (véase Figura 10).

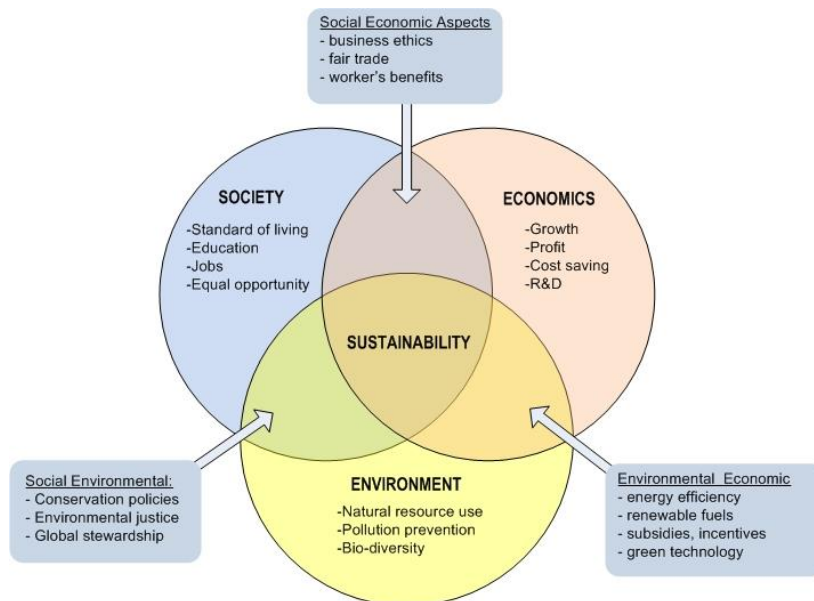


Figura 10. Interacción de los aspectos ambientales, económicos y sociales del desarrollo sostenible. (C.U. Becker, 2012).



A finales del siglo XX, el tema de la sostenibilidad y la preocupación por el medio ambiente ganó suficiente importancia como para convertirse en el foco de discusión debido a la preocupación por el rápido deterioro del medio ambiente, la pobreza, el super habitio demográfico, y otros factores que afectan a los recursos del planeta. Este movimiento ha generado que diversas organizaciones generen agendas de guía global con una larga gama de acciones y movimientos de toma de decisiones importantes con la intención de implementar mejoras futuras,

El trabajo asociado entre profesionales de diferentes sectores es considerado un factor no solo importante, sino que también necesario para generar colaboraciones de trabajo efectivas. Pero para poder llegar a cumplimentar estos ideales de una forma efectiva, es necesario que los técnicos y participantes sean especializados en la temática. De esta manera, el reto para los profesionales es ofrecer asistencia técnica no solo en el marco temporal presente, sino que también tengan en cuenta la generación futura interconectando los tres conceptos de sostenibilidad.

### 2.2.2 Objetivos de desarrollo sostenible

Naciones Unidas (UN) define los objetivos de desarrollo sostenible (ODS) como una llamada a la acción a todos los países para erradicar la pobreza y proteger el planeta, así como garantizar la paz y la prosperidad.” El 25 de septiembre de 2015, con horizonte 2030, en el seno de las Naciones Unidas se aprobaron un conjunto de objetivos globales que buscan aunar fuerzas para avanzar en la consecución de un mundo más sostenible, con el crecimiento centrado tanto en aspectos ambientales y sociales como económicos, trabajando para erradicar la pobreza, luchar contra la corrupción y, en definitiva, alcanzar un mundo más próspero y justo. Para ello, se creó la Agenda 2030 donde se recogen 17 Objetivos del Desarrollo Sostenible (ODS) que contienen metas específicas de actuación. A continuación, se muestran los objetivos, los cuales están interrelacionados y los esfuerzos volcados en uno tienen repercusión sobre el resto (cf. Figura 11).

- Objetivo 1: poner fin a la pobreza
- Objetivo 2: hambre y seguridad alimentaria
- Objetivo 3: salud
- Objetivo 4: educación
- Objetivo 5: igualdad de género y empoderamiento de la mujer
- Objetivo 6: agua y saneamiento
- Objetivo 7: energía
- Objetivo 8: crecimiento económico
- Objetivo 9: infraestructura
- Objetivo 10: reducir las desigualdades entre países y dentro de ellos
- Objetivo 11: ciudades
- Objetivo 12: producción y consumo sostenibles
- Objetivo 13: cambio climático
- Objetivo 14: océanos
- Objetivo 15: bosques, desertificación y diversidad biológica
- Objetivo 16: paz y justicia
- Objetivo 17: alianzas



Figura 11. Objetivos de desarrollo sostenible.

Dos de las problemáticas principales que existen hoy en día en el ámbito medioambiental son las siguientes. En primer lugar, tal y como afirma la Comisión Europea, los grandes índices de emisiones de gases invernadero que genera el transporte en la UE es una realidad que siguen aumentando. En segundo lugar, el sector de la Arquitectura, Ingeniería y Construcción (AEC por sus siglas en inglés Architecture, Engineering and Construction) genera unas considerables emisiones globales de carbono ocasionando así una gran carga medioambiental. Por ejemplo, el constante mantenimiento de las carreteras y de los edificios para asegurar su seguridad y confort para los usuarios, hace que dichos niveles se eleven de manera considerable. Junto con los anteriores puntos, cabe destacar la exposición general de los habitantes a niveles altos de contaminación tanto en zonas periféricas como urbanas. Esto hace que el concepto de reciclar materiales para su uso en la construcción esté ganando un gran interés en la sociedad actual.

Partiendo de esta problemática se cree que la construcción ecológica puede contribuir al cumplimiento de los Objetivos de Desarrollo Sostenible como se observa en las infografías propuestas por World Green Building Council en la Figura 12.



Figura 12. Objetivos de Desarrollo Sostenible (Worldgbc, 2020).

Por lo general, pensar en la huella de vivir en una casa tradicional no es un pensamiento al que se le dedica la suficiente atención y se le da la importancia que requiere. Pero teniendo en cuenta las emisiones que suponen el uso de la calefacción, la refrigeración, el uso de la electricidad, el uso del agua y otros factores es más importante de lo que parece. Por este motivo los Earthships fueron diseñados por Mike Reynolds para mitigar la huella ecológica (Angoh, 2020). Por lo tanto, estas construcciones de estilo de vivienda innovador y poco convencionales claramente contribuyen en gran medida a obtener dichos logros que favorecen directamente al desarrollo sostenible.

Por lo general, pensar en la huella de vivir en una casa tradicional no es un pensamiento que toma parte de nuestra conciencia lo suficiente. Pero teniendo en cuenta las emisiones que suponen el uso de la calefacción, la refrigeración, el uso de la electricidad, el uso del agua y otros factores es más importante de lo que parece. Por este motivo los Earthships fueron diseñados por Mike Reynolds para mitigar la huella ecológica (Angoh, 2020). Por lo tanto, estas construcciones de estilo de vivienda innovador y poco convencionales claramente contribuyen en gran medida a obtener dichos logros que favorecen directamente al desarrollo sostenible.

### 2.2.3 Desarrollo sostenible en la arquitectura

Las edificaciones e infraestructuras toman parte de la actividad humana diaria y por este motivo el sector de la AEC toma un papel importante en el desarrollo de cada país. La función que presentan los edificios en la arquitectura es esencial para un desarrollo sostenible, pero, no se debe de olvidar que el suelo es un bien limitado y no renovable por lo tanto la ocupación de éste para satisfacer las necesidades de la manera más óptima debe de ser bien reflexionada. La sociedad cambia y por consecuencia el sector de la AEC se tiene que adaptar. Sin embargo, existe la problemática de que por lo general no es así y la construcción humana hace uso de los recursos materiales del entorno natural de una manera inadecuada. Los recursos contaminación y clima son conocidos y se saben sus futuras consecuencias. El transcurso del tiempo ha puesto en evidencia la despreocupación de la sociedad en general por la problemática real del medioambiente. Brian Edwards en su libro *Guía básica de la sostenibilidad* (Edwards, 2008), plantea dos puntos clave para tener en cuenta y sobre los cuales reflexionar.

- La vida útil de los edificios. Desde los acabados con un  $T=10$  años hasta las infraestructuras y ciudades con un  $T=100-500$  años.
- Los edificios como grandes consumidores de materias prima
  - Materiales: el 60% de los recursos destinado a construcción
  - Energía: el 50% de la energía generada se utiliza para calentar iluminar, ventilar los edificios y construirlos.
  - Agua: el 50% de los recursos de agua se utiliza para abastecer las instalaciones sanitarias.
  - Tierra: el 80% de la mejor tierra cultivable deja de utilizarse para ser utilizada en la construcción.
  - Madera: el 60% de los recursos de madera mundiales se utilizan en la construcción

Según Edwards el valor a largo plazo de un edificio depende de su capacidad de satisfacer las necesidades de los usuarios, de condiciones medioambientales variables y de la evolución de las expectativas sobre la calidad del proyecto. Por una parte, es lógico entender los edificios como fuente de riqueza que generan capital, pero, por otra parte, no se debe de desarraigar los avances hacia el desarrollo sostenible en el diseño de este tipo de edificios ya que se encuentran directamente relacionados.

Analizando algunos datos, una mejor construcción y uso de edificios en la Unión Europea influiría en el 42% del consumo de energía final según el estudio “Material Efficiency of buidin Construction” (Ruuska & Häkkinen). Aproximadamente el 35% de nuestras emisiones de gases de efecto invernadero y más del 50% de todos los materiales extraídos. También podría ayudar a ahorrar hasta un 30% del consumo de agua.

El informe “*Global Material Resources Outlook to 2060*” (OECD, 2019) presenta proyecciones globales del uso de materiales que se observan en la Figura 13 y sus consecuencias ambientales, proporcionando una perspectiva cuantitativa hasta 2060 a nivel global, sectorial y regional para 61 materiales.

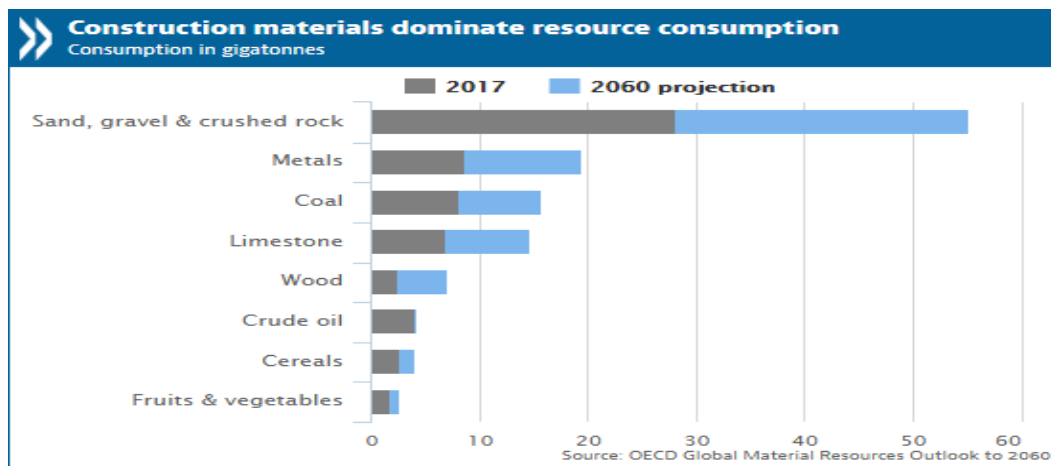


Figura 13. Los materiales de construcción y el consume de recursos (OECD, 2019) (OECD, Environment: raw materials, 2018).

Actualmente se está empezando a dar más importancia a la situación actual, en vez de ignorar el agotamiento de los materiales en la evaluación ambiental o de sostenibilidad de los edificios. Así se generan preguntas muy interesantes que invitan a reflexionar como:

- ¿Son significativos los efectos relacionados sobre el uso de la tierra, el uso de energía y las emisiones nocivas en la construcción?
- ¿Deberían utilizarse indicadores en los materiales que muestren la eficiencia de estos?

Lo que es cierto, es el hecho de que actualmente el calentamiento global producido por las emisiones de gases de efecto invernadero es un problema real con impacto directo en la producción de los materiales industriales y de construcción. Desde un punto de vista objetivo, la eficiencia del material debería centrarse en los impactos globales significativos y no en los factores individuales de éstos.





## 2.3 Arquitectura mediante un diseño pasivo y bioclimático

### 2.3.1 ¿Qué es el diseño pasivo y bioclimático?

En la asignatura impartida por Santiago Pintos Pena se remarca que la arquitectura pasiva no consiste en ahorrar energía, sino que es un modo de entender la arquitectura donde se ponen en común aspectos como el medio, el territorio, la historia y la huella que se deja en el día a día para las generaciones futuras.

Aunque últimamente la humanidad se ha decantado por conseguir el confort por medios artificiales y en el consumo indiscriminado en lugar de poner preferencia a la sostenibilidad este tipo de arquitectura es más que una realidad.

En la asignatura el profesor realiza diferentes reflexiones sobre la arquitectura pasiva y bioclimática que se presentan a continuación:

- No consiste en ahorrar kW.
- Es una manera de entender la arquitectura de una forma más sostenible teniendo en cuenta la huella ecológica que se deja para generaciones futuras.
- La arquitectura pasiva surge de la arquitectura anónima. Se trata de la manera razonable en la que se deben de actuar y diseñar, de forma correcta, basadas en la arquitectura anónima.
- Consiste en olvidar los medios artificiales de confort y consumo indiscriminado reincorporado el conocimiento y volviendo eficientes las medidas aplicadas en el edificio.
- Para conseguir objetivos reales, es indispensable una base sólida de conocimientos. Los técnicos especializados son de vital importancia para un conseguir un proyecto exitoso.

En relación con la arquitectura pasiva también existe una visión desordenada de la semántica léxica. A continuación, se exponen en la Tabla 2 y en la Tabla 3 una serie de definiciones impartidas por Pintos según la RAE, el “glosario de términos sobre el medio ambiente” (UNESCO, 2020), el “glosario de sostenibilidad en la construcción” de la Agencia Española de Normalización (Reyes, Navarro, Martínez, Azevedo, & Salto-Weis, 2007), etc. , con el fin de ayudar a comprender el verdadero significado de arquitectura pasiva y bioclimática ya que el uso del lenguaje debe ser correcto.

Santiago define apoyado en el análisis léxico de las tablas, la Arquitectura Pasiva y Bioclimática como “una arquitectura que se adapta a las necesidades de sus usuarios sin la intervención de mecanismos o agentes externos, reduciendo al mínimo la demanda de energía gracias a la comprensión del entorno en el que se construye. Es decir, hablamos de un tipo de arquitectura se sustenta en dos pilares, el aprovechamiento de las posibilidades del entorno y el funcionamiento sin consumo de recursos”.



Tabla 2. Definiciones proporcionadas en la asignatura de “Estrategias Constructivas en Arquitectura Pasiva y Bioclimática” por Santiago Pintos

Concepto	Definición
<b>Autosuficiente</b>	De auto- y suficiente. 1. adj. Que se basta a sí mismo.
<b>Bioclimático, ca:</b>	De bio- y climático. 1. adj. Biol. Relacionado con el clima y los organismos vivos. Condiciones bioclimáticas. 2. adj. Dicho de un edificio o de su disposición en el espacio: Que trata de aprovechar las condiciones medioambientales en beneficio de los usuarios. Viviendas bioclimáticas. Urbanismo bioclimático.
<b>Bioconstrucción</b>	Bio Del gr. βιο- bio- y -βιος -bios. 2. elems. compos. Significa 'biológico, que implica respeto al medio ambiente'. Biocombustible, bioagricultura. Construcción Del lat. constructio, -ōnis. 1. f. Acción y efecto de construir.
<b>Eco-eficiente</b>	eco- Del gr. oiko- oiko-.  1. elem. compos. Significa 'casa', 'morada' o 'ámbito vital'. Ecología, ecosistema. 2. elem. compos. Significa 'ecológico'. Ecoturismo, ecotransporte. eficiente Del lat. efficiens, -entis. 1. adj. Que tiene eficiencia. causa eficiente
<b>Economía circular</b>	Economía Del lat. mediev. oeconomia, y este del gr. οικονομία oikonomía, de οἶκος oikos 'casa' y νέμειν némein 'distribuir', 'administrar'; cf. lat. oeconomia 'disposición de una obra literaria'. 3. f. Ciencia que estudia los métodos más eficaces para satisfacer las necesidades humanas materiales, mediante el empleo de bienes escasos. Circular Del lat. circulāris.3. adj. Dicho de un proceso: Que parece no tener fin porque acaba en el punto en que empieza.
<b>Medioambiental</b>	1. adj. Perteneciente o relativo al medio ambiente (1. m. medio (l conjunto de circunstancias exteriores a un ser vivo)
<b>Pasivo, va:</b>	Del lat. passīvus. 1. adj. Que implica falta de acción o de actuación.
<b>Sostenible:</b>	2. adj. Especialmente en ecología y economía, que se puede mantener durante largo tiempo sin agotar los recursos o causar grave daño al medio ambiente. Desarrollo, economía sostenible.
<b>Verde:</b>	Del lat. virīdis. 15. adj. ecologista. Apl. a pers., u. t. c. s.



Tabla 3. Definiciones proporcionadas en la asignatura de “Estrategias Constructivas en Arquitectura Pasiva y Bioclimática” por Santiago Pintos

Concepto	Definición
<b>Arquitectura autosuficiente</b>	La arquitectura Autosuficiente, es una arquitectura autárquica e independiente que no necesita depender de terceros para resolver sus necesidades. En términos energéticos, el objetivo es no depender de suministradores y que la edificación sea capaz de generar sus propios recursos, pero esto se puede conseguir independientemente de la huella ecológica, los materiales utilizados, etc. El mayor error en la consideración de este tipo de arquitectura es creer que al no consumir recursos externos durante su vida útil, es un tipo de arquitectura ejemplar desde el resto de los puntos de vista. Si lo que medimos es su huella ecológica, una edificación autosuficiente energéticamente podría ser un maravilloso ejemplo, ...o un desastre medioambiental. Por ejemplo, en ocasiones un sin sentido es el hecho de que la fabricación de un panel solar tiene mayor huella ecológica que la que ayudará a reducir durante toda su vida útil,
<b>Arquitectura bioclimática</b>	Es un tipo de arquitectura que busca integrarse con el clima del lugar en el que se construye, entendiendo y aprovechando sus características. En términos energéticos, buscará obtener los máximos recursos del propio entorno, intentando que la demanda de energía sea la mínima posible.
<b>Arquitectura ecológica (verde)</b>	Se centra en las relaciones entre la construcción y el medio en el que se ejecuta. Las decisiones sobre los materiales, recursos naturales, transporte, confort, uso y mantenimiento, impacto paisajístico, etc. influirán en la consideración de ecológico, al influir en el medio en el que la construcción impacta. Al hablar de ecoeficiencia, se señala eficiencia en esas relaciones. Se trata de un concepto amplio que implica una <u>visión global y multidisciplinar</u> .
<b>Arquitectura pasiva</b>	Es una arquitectura que no necesita acción de terceros. Es decir, permite que se resuelva la necesidad planteada sin la presencia de instalaciones o la participación de los usuarios. Este concepto se suele relacionar -por simple traducción- con el sello Passivhaus, que es considerado un estándar desde muchos puntos de vista y no se debe confundir con la palabra “pasiva”.
<b>Arquitectura sostenible</b>	Permite su uso con una correcta limitación de los recursos naturales. Probablemente sea uno de los conceptos más explorados: <ul style="list-style-type: none"><li>- Comisión de Bruntland.1987, “es el desarrollo que satisface las necesidades del presente sin comprometer la habilidad de generaciones futuras de satisfacer sus propias necesidades”</li><li>- Según el Glosario de Sostenibilidad en la construcción (AENOR) es “Aquella que, desde planteamientos respetuosos con el medio ambiente, utiliza adecuadamente el agua y los distintos tipos de energía; selecciona desde el proyecto y aplica eficientemente durante la obra recursos, tecnologías y materiales; evita los impactos medioambientales; gestiona los residuos que genera su ciclo de vida; busca un mantenimiento y conservación adecuados del patrimonio sostenible busca un mantenimiento y conservación adecuados del patrimonio construido; reutiliza y rehabilita siempre que sea posible y, además y finalmente, resulta más saludable”</li><li>- “Versus heritage for tomorrow: Vernacular Knowledge for Sustainable Architecture” fija su mirada en 3 aspectos que deben tenerse en cuenta a la hora de estudiar el desarrollo sostenible: sostenibilidad ambiental, sostenibilidad cultural y sostenibilidad socioeconómica.</li><li>- Aurelio Ramirez, Presidente del Consejo de la Construcción Verde, España (Ramirez, 2009), define la construcción o edificación sostenible se puede definir como aquella que teniendo especial respeto y compromiso con el medio ambiente, implica el uso eficiente de la energía y del agua, los recursos y materiales no perjudiciales para el medioambiente, resulta más saludable y se dirige hacia una reducción de los impactos ambientales .</li></ul>

### 2.3.2 La necesidad de estrategias de edificación sostenible

Una vez habiendo analizado en el apartado anterior una serie de definiciones para comprender el significado de arquitectura pasiva y bioclimática correctamente, se pretende remarcar que este concepto es relativamente nuevo ya que las actuales infraestructuras y edificaciones representan por lo general, grandes impactos ambientales.

Los beneficios que se pueden obtener por incorporar estos criterios de diseño respetuosos con el medio ambiente estiman por lo general grandes cambios. Por ello, a medida que la tecnología evoluciona y se desarrollan nuevos materiales, las fuentes de riqueza aumentan haciendo crecer el capital, pero ¿es este concepto lo único interesante para asegurar una conservación y un desarrollo medioambiental seguro? A medida que la tecnología evoluciona y se desarrollan nuevos materiales y nuevos sistemas de construcción, el estado de los usuarios y de los diseñadores también cambia. Cada vez existe una mayor preocupación en la comparación entre el impacto de la construcción y el uso que se realiza de los mismos y, en consecuencia, la utilidad y la esencia de las edificaciones sostenibles, evoluciona también.

Todo estos conceptos son la base de las estrategias de la edificación sostenible. La construcción sostenible enfatiza una perspectiva de “sistema completo” y considera el proceso de construcción y los primeros costos, hacia la vida útil de un edificio y el interés a largo plazo de los propietarios y ocupantes. La Figura 14 muestra el concepto de ciclo de vida del edificio y los cuatro aspectos principales de la construcción sostenible, para tener en cuenta: la energía, el agua, los residuos y los materiales. (Zabihi, Habib, & Mirsaeedie, 2012)

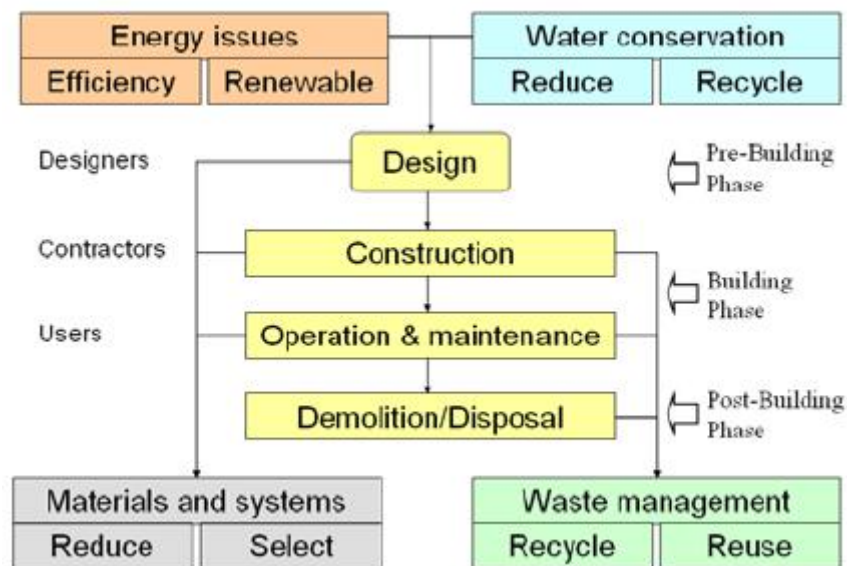


Figura 14. Diseño y operación de HVAC para edificios verdes, In Proc. del Seminario de Shaanxi-Hong Kong Refrigeración y HVAC, págs. A44-51.] (C.M.Hui, 2007).

## 2.4 Climatología y los factores climáticos

En este apartado se analizan a modo resumen los elementos y factores del clima y los tipos de climas que hay en la tierra.

### Elementos del clima

- Temperatura
- Precipitación
- Viento
- Humedad
- Presión atmosférica
- Nubosidad

### Factores del clima

- Latitud
- Circulación atmosférica: vientos planetarios
- Corrientes marinas
- Distancia al mar (factor de continentalidad)
- Altitud
- Relieve

### Climas de la tierra

Las Figura 15 y Figura 16 ilustran los diferentes climas de la tierra:

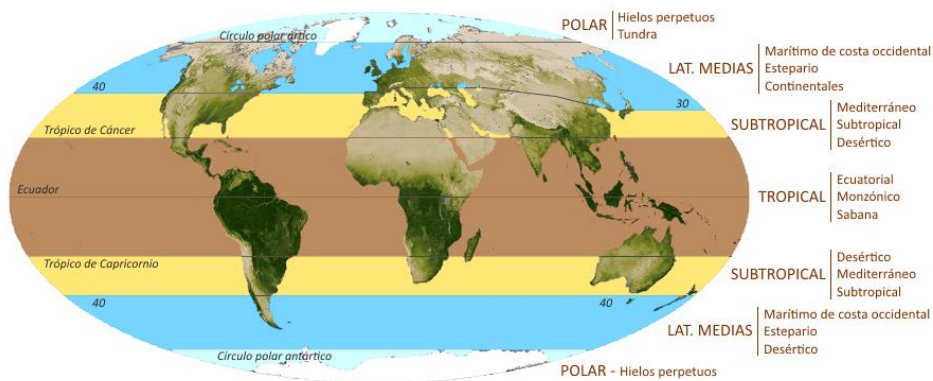


Figura 15. Planisferio de climas por zonas latitudinales (MeteoNavarra, 2020).



Figura 16. Esquema sobre los climas y las zonas climáticas del mundo (Joskat, 2020).

## 2.5 Sistemas constructivos avanzados y materiales de construcción innovadores y eficientes

El futuro de la AEC se encuentra en un punto de reflexión muy importante. Los recursos naturales se están agotando y por lo tanto es necesario que los profesionales piensen, diseñen y reinventen procesos alternativos de sistemas de construcción avanzados y materiales constructivos innovadores y eficientes con el uso de recursos naturales renovables para mantener un equilibrio en el medio ambiente. Visualizando el estado del planeta actual, la sociedad y el propio mundo está cambiando a una velocidad desmesurada. Si se examina a fondo el crecimiento demográfico y considerándola únicamente una de las muchas influencias de la industria de la construcción se observa que, al aumentar la población de las áreas urbanas a gran velocidad, la necesidad de vivienda e infraestructuras es inevitable. Por lo tanto, la industria de la AEC se ve obligada a evolucionar y transformarse rápidamente, mejorando todos los SCA y MCIE. Este avance propenso a acelerar descontroladamente lo más probable es que suponga efectos transformadores que pueden llegar a ser perjudiciales no solo para el medio ambiente, sino que también para la sociedad en general, para los costos de construcción, para la contaminación medioambiental y diversos factores más. Es entonces donde surge la necesidad de reducir toda esta problemática mediante realizando diseños óptimos y así construyendo edificios más eficientes. De este modo, la capacidad de la industria actual es capaz de satisfacer esta necesidad, gracias a diferentes avances en áreas como:

- La digitalización: se refiere a las capacidades de diseño que están disponibles para los diseñadores, como nuevos métodos computacionales (BIM)
- Las tecnologías innovadoras: se refiere a las nuevas tecnologías que pueden introducirse en una instalación que se utiliza para un determinado tipo de construcción como, por ejemplo, los drones, el escaneo, impresiones 3D, etc.
- Las nuevas técnicas de construcción: se refiere a las nuevas tecnologías que se pueden adoptar para construir la instalación, como nuevos equipos o métodos de construcción como, por ejemplo, la autonomía del equipo, los materiales de construcción avanzados, etc.

Es así como, en la planificación de los diseños de AEC es importante reconocer la relación entre los materiales y los sistemas constructivos ya que estos procesos se pueden entender mejor como un sistema integrado. Cuando se dispone de un sistema de este tipo, el diseño y la construcción se simplifica dando pie a examinar varias alternativas desde ambos puntos de vista siempre comprobando su funcionamiento mediante sistemas de viabilidad tecnológica.

Dentro de este marco, la elección de la tecnología y el método de construcción implica decisiones importantes y estratégicas sobre para seleccionar la mejor secuencia de operaciones y el uso de la tecnología más apropiada. A niveles prácticos, la toma de decisiones sobre cómo llevar a cabo diferentes estrategias para realizar las tareas es fundamental. Estas decisiones no siempre pueden llevarse a cabo como se plantean y los tiempos de obra empiezan a modificarse generando complicaciones. Es por eso por lo que la planificación de la construcción es y debe de ser muy importante. Si se analiza el ejemplo de uso de instalaciones y elementos prefabricados representa una toma de decisión muy acertada y estratégica obteniendo varias ventajas como, ahorro de tiempos de construcción, y reducción de costos económicos entre otras.



Atendiendo a estas consideraciones el diseño para asegurar la facilidad del montaje o construcción de los elementos prefabricados modularmente se convierte en una prioriza y se vuelve una preocupación importante en el diseño. De manera que, al poner en práctica estas innovaciones, las empresas aumentarán la productividad, estimularán la gestión y los procedimientos de sus proyectos y mejorarán la calidad y la seguridad.

Con demasiada frecuencia se pierden las oportunidades de reducir el tiempo de programación y los costos porque la construcción opera como un proceso de producción separado por un abismo de la planificación financiera, la programación y el diseño de ingeniería o arquitectura. Demasiados ingenieros, separados de la experiencia de campo, no están actualizados acerca de cómo construir lo que diseñan, o cómo diseñar para que las estructuras y los equipos se puedan construir de la manera más eficiente

Junto a los sistemas de construcción avanzada y sobre todo gracias a las bases adquiridas a cerca de las propiedades de los materiales, comienzan a surgir un conjunto de nuevos materiales para la construcción. Surgen nuevos conocimientos y nuevas técnicas a partir de los materiales existentes.

## 2.6 Sistemas de energías renovables en la edificación sostenible

Además de los diseños pasivos bioclimáticos, las energías renovables cumplen un importante papel en la edificación sostenible. Siguiendo el manual “Sistemas de energía renovables en edificios (Redondo, 2015)” redactado por Oscar Redondo Rivera se sintetizan básicamente los siguientes tipos de energía:

- Tipo I: Energías renovables para uso térmico

- o Biomasa aplicable a edificios:

- Se considera biomasa térmica a toda materia prima orgánica de origen vegetal o animal susceptible de ser aprovechada energéticamente mediante su combustión. Este tipo de energía proveerá de calor a la edificación.

- o Energía solar térmica

- Una de las formas más directas de aprovechar la energía solar es el calentamiento directo de un fluido. Por el efecto de la radiación la temperatura del fluido aumenta para poder emplearla para calefacción o para consumo.

- o Aerotermia y solar termodinámica

- Una bomba de calor es una máquina térmica que permite transferir calor entre una unidad exterior y otra en el interior del edificio, pudiendo funcionar de forma reversible, proporcionando calor en invierno o frío en verano

- o Energía geotérmica:

- La energía geotérmica es una energía renovable que se obtiene mediante el aprovechamiento del calor del interior de la Tierra. Se utiliza tanto para proveer de frío como de calor a edificio.

- Tipo II: Energías renovables para producción de electricidad

- o Solar fotovoltaica

- La energía solar fotovoltaica es una fuente de energía que produce electricidad de origen renovable, obtenida directamente a partir de la radiación solar

- o Sistemas de cogeneración

- La cogeneración es el procedimiento mediante el cual se obtiene simultáneamente energía eléctrica y energía térmica útil. Si además se produce frío se llama regeneración. Si además de esto se capturan las emisiones de dióxido de carbono, se llama cuatrigeneración (Wikipedia, Cogeneración, 2020).

- Tipo III: Posibilidades de combinación de sistemas EERR





## CAPÍTULO III. EARTHSHIP

### 3.1 ¿Qué es un earthship o nave tierra y cómo funciona?

La palabra Earthship o Nave tierra, es una marca registrada por su fundador Michael Reynolds también conocido como Mike Reynolds bajo el nombre Earthship Biotechture desde 1970 con su origen en Nuevo México (Earthshipglobal, 2020) (Reynolds, Earthship: How to Build Your Own., 1990). Michael E. "Mike" Reynolds (nacido en 1945) es un arquitecto estadounidense con sede en Nuevo México, conocido por el diseño y la construcción de casas solares pasivas "nave tierra" y escribiendo cinco libros al respecto. Es un defensor de la "vida radicalmente sostenible". Ha sido un crítico de la profesión de la arquitectura por su adhesión a la teoría y la práctica convencionales. Es más, aboga por la reutilización de materiales de construcción no convencionales de corrientes de residuos, como neumáticos de automóviles, y es conocido por diseños que ponen a prueba los límites de los códigos de construcción. Después de graduarse por la Universidad de Cincinnati en 1969, Reynolds comenzó a producir su provocativa obra. Su tesis fue publicada en Architectural Record en 1971 y al año siguiente construyó su primera casa a partir de materiales reciclados. Las estructuras construidas bajo su dirección utilizan artículos de basura cotidianos como latas de aluminio para bebidas, botellas de plástico y neumáticos usados. Sin embargo, en lugar de utilizar métodos de reciclaje convencionales que consumen energía, Reynolds toma los artículos desechados y los recicla tal como están. Su Thumb House, construida en 1972, usaba latas de cerveza conectadas entre sí para formar "ladrillos", que se juntaban con mortero y luego se enlucían. El diseño de ladrillo fue patentado en 1973.

Aunque Reynolds siempre hizo hincapié en la naturaleza experimental de sus casas, los compradores desilusionados presentaron demandas y quejas por defectos, como techos con goteras y un control climático inadecuado. Estimulado por los numerosos reclamos contra Reynolds, la Junta de Arquitectos del Estado de Nuevo México lo despojó de sus credenciales, diciendo que los diseños de su casa eran ilegales e inseguros. [Reed, Susan; Michael Haederle (January 14, 1991). "Want an Ecologically Correct House? Architect Michael Reynolds Builds Earthships Out of Beer Cans and Tires". People: 105.] En 1990, Reynolds renunció a sus licencias de arquitectura y construcción de Nuevo México después de una disputa de un año con varios clientes ["Controversy Over Green Hero," Architectural Record, June 2000, p. 36].

Los Earthships son edificios solares pasivos que se alimentan de energía renovable, disponen de sistemas de recolección de agua y de alcantarillado. A la vez, están diseñados para estar fuera de la red con una dependencia mínima de los servicios públicos, y utilizando materiales reciclados y materiales naturales Hewitt, M., & Telfer, K. (2012). Earthships in Europe (Second edition). Bracknell: IHS BRE Press.

Este tipo de construcciones que disponen de un casi nulo uso de energía en la extracción, transporte y uso de los materiales para su construcción y por lo tanto no deja rastro de impacto medioambiental asociado también se han construido en países como Sudáfrica, Europa (Bélgica, UK, Francia, Portugal, Holanda, Suiza, Dinamarca, etc.) y América del Sur (Argentina). Sus diseños se fundamentan en las viviendas solares pasivas construidas con materiales provenientes de la naturaleza y reciclados. Las casas nave tierra poseen una característica muy interesante y muy actual que mantiene despierto

Oier Juez Uriagereka | 44341503X

*“Arkit-lur o Earthship en el País Vasco “¿Utopía o realidad?”*

el interés de la sociedad actual, se habla de la desconexión total de cualquier tipo de red de abastecimiento.



Figura 17. Earthships en Europa (TU/e Eindhoven University of Technology) (Lafleur, 2015).

Un Earthship funciona de manera autónoma ya que no requiere estar conectado a ninguna red de abastecimiento ni saneamiento. Además de no estar conectadas a la red eléctrica, son capaces de recoger el agua de la lluvia para después utilizarla y reciclarla. Este proceso consta de cuatro etapas ya que incluye un sistema de tratamiento de aguas residuales. Junto con lo anterior, cabe destacar que se autoabastece ya que es capaz de producir su propia comida además de calentar y enfriar la casa sin ningún tipo de calefacción ni aire acondicionado. Esta fuente de energía la produce aprovechando la radiación solar y el viento. Así, se puede deducir que es una excelente forma de rediseñar el método actual que se utiliza para vivir mediante la aplicación de la teoría muy interesante conocida como las “3 R”: reducir, reutilizar y reciclar. La Figura 18 muestra los principios sub-sistemas de una nave tierra cuyos principios se analizan en el trabajo de “*Feasibility of Translating Earthships in Africa and Future Design Considerations*” (Nabahe, 2017) y se basan en:

- Sistemas de calefacción y refrigeración térmicos regulados de manera natural mediante el uso de neumáticos de tierra o bolsas de tierra. Éstas almacenan el calor del sol durante el día y lo liberan durante la noche. Esto reduce la necesidad de sistemas de calefacción intensivos en energía y reduce la factura de electricidad y las emisiones de carbono asociadas.



- Aprovechamiento de energía de fuentes limpias renovables a través de paneles solares fotovoltaicos, turbinas eólicas y / o pequeñas presas hidroeléctricas fluviales. Esto depende de la ubicación física de la nave terrestre, siendo ciertas áreas más adecuadas que otras para fuentes específicas de energía.
- Separar, almacenar y tratar las aguas residuales para evitar la contaminación cruzada con las fuentes de agua y alimentos mientras se produce la descomposición, lo que da como resultado subproductos de plantas que se pueden utilizar en el jardín. Esto también reduce la dependencia de la infraestructura de alcantarillado público que puede no estar disponible en algunas partes del mundo.
- Utilizar materiales naturales y reciclados para reducir las emisiones producidas durante la construcción y aprovechar los recursos existentes como tierra, botellas y neumáticos. El diseño de la nave tierra convencional es conocido por sus neumáticos empaquetados en tierra que crean las paredes exteriores de la nave tierra y las botellas recicladas que crean hermosas paredes internas.
- Captación y reciclaje de agua con sistemas de captación de agua de lluvia. Esto reduce la dependencia del suministro de agua externo, dependiendo de lo que la tierra puede llegar a proporcionar. La dependencia total o parcial varía según el clima y la ubicación geográfica específica. Para utilizar plenamente el valioso recurso, se implementan sistemas de aguas grises y negras.
- Producción de alimentos en el pequeño invernadero donde se utilizan aguas grises y aguas residuales tratadas para maximizar la producción. La cantidad de alimentos generados y la amplitud del mismo variará con el clima y la cantidad de personas que dependerán de él.

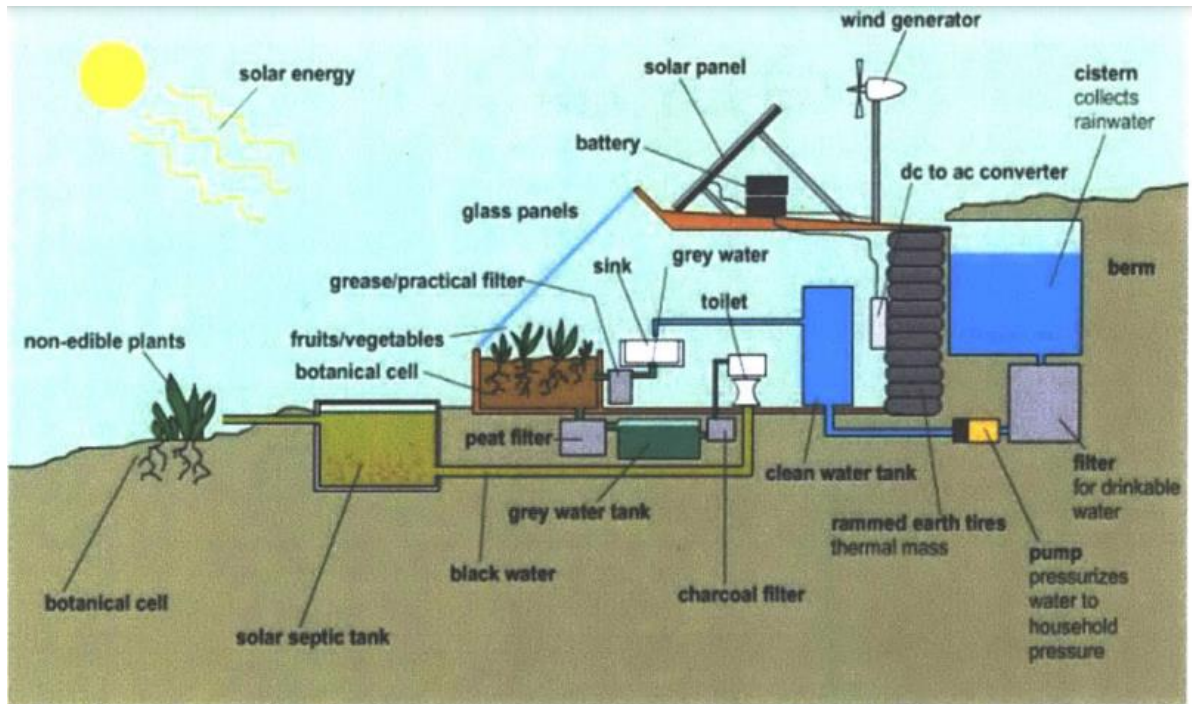


Figura 18 Diagrama de un Earthship y sus subsistemas (Nabahe, 2017).

Pero ¿es todo tan sencillo como parece? El hecho de ser un sistema innovador sin entrar a analizar las partes positivas y las partes negativas hace que la sociedad actual no cualificada, no se encuentre totalmente convencida con este tipo de diseños arquitectónicos como alternativa a las construcciones actuales de viviendas. Tal y como el propio Mike Reynolds argumenta, si bien es un sistema de construcción simple ya que es una casa hecha con recursos humanos básicos basada en teorías simples de la biología y la física existen una serie de principios básicos que se deben de cumplir para caracterizarse como Earthships. A modo resumen, sus principales características y principios básicos son:

- Los materiales naturales y reciclados para la construcción de un Earthship.
- Confort térmico en un Earthship.
- Aprovechamiento de energía renovables.
- Sistema de tratamiento de aguas residuales.
- Aprovechamiento del agua de lluvia y de la nieve.

### 3.2 Enfoques de vivienda sostenible y casas autosuficientes que influyen a las naves tierra

Debido a las reservas limitadas de combustibles fósiles y a los avances tecnológicos para generar electricidad utilizando recursos solares, eólicos, y geotérmicos ha aumentado el interés en los recursos energéticos renovables. Estos rápidos avances justifican su uso en aplicaciones independientes a pequeña escala para uso residencial convirtiéndolos asequibles económicamente. Por este motivo diseñar viviendas “net zero” sin conexión a la red, desde una perspectiva de consumo casi nulo es una opción que resulta interesante y que despierta el interés no solo de los profesionales expertos en el sector, sino que también de la sociedad en general.

Una casa autónoma que se encuentra fuera de la red consiste en no depender de uno o más servicios públicos. El término "fuera de la red" se refiere tradicionalmente a no estar conectado a la red eléctrica, pero también puede incluir otros servicios públicos como sistemas de agua, gas y alcantarillado, y puede escalar desde hogares residenciales hasta pequeñas comunidades.

Los autores del libro “La Casa Autosuficiente” Brenda Vale y Robert Vale (Vale & Vale) definen la casa autónoma como una vivienda independiente de las funciones de cualquier tipo de abastecimiento proveniente del exterior, a excepción de aquellas que provienen del entorno inmediato. La vida fuera de la red permite que los edificios y las personas sean autosuficientes, lo que es ventajoso en lugares aislados donde los servicios públicos normales no pueden llegar y es atractivo para aquellos que desean reducir el impacto ambiental y el costo de vida. Por lo general, un edificio sin conexión a la red debe poder suministrarse energía y agua potable por sí mismo, así como gestionar alimentos, desechos y aguas residuales. A mayores, este tipo de edificaciones pretende mejorar en la selección de materiales, ofreciendo una menor intervención en el sitio, conservando el equilibrio del lugar y manteniendo un importante conocimiento de la zona y sus recursos,

Por lo general se deben de determinar los siguientes aspectos.

- Los puntos cardinales que dan referencia de la salida del sol. De este modo, la casa se calentará de una forma adecuada aprovechando al máximo el uso de la energía solar.
- La dirección de los vientos que ayudan a planificar la ventilación eficiente de la casa. Además, ayudan a comprender la dirección de las lluvias...
- La geografía, para modificar lo menos posible el entorno evitando utilizar material innecesario.
- Los árboles.
- Servicios y abastecimiento. Los afluentes de agua, ríos, arroyos, lagunas, estanques, electricidad, etc.

En este contexto los Earthships utilizan el agua de la lluvia para abastecer de agua potable a los habitantes de ésta a la vez que se utiliza como fuente de riego. Al mismo modo, tiene en cuenta los puntos cardinales que dan referencia a la salida del sol con el fin de calentarla de la manera más eficiente posible.



### 3.3 La relación de las casas nave tierra y las Passivhaus

En este apartado se analiza la relación entre dos sistemas de construcción trabajados en el máster los cuales son los métodos Earthship y Passive House. El concepto de Passivhaus or Passive House fue concebido en Alemania en el año 1983, cuando el Instituto de Casas Pasivas se estableció en la ciudad de Darmstad (Ionescu, 2017) (Feist, Wolfgang, 2014). Por una parte, la construcción de naves terrestres es una opción muy interesante para las áreas no urbanas. Aun así, la aplicación del código técnico de la edificación (CTE) a este tipo de sistemas genera una gran discusión. Como alternativa, la construcción de viviendas pasivas es una buena opción en las ciudades. Las Passivhaus se basan en levantar construcciones que cuenten con gran aislamiento térmico, un riguroso control de infiltraciones, y una máxima calidad del aire interior, además de aprovechar la energía del sol para una mejor climatización, reduciendo el consumo energético del orden del 70 %, sobre las construcciones convencionales (Wikipedia, Passivhaus, 2020). A pesar de ser un estándar muy interesante, aunque todo el mundo construyera según dichos estándares, seguiría existiendo la guerra de los recursos naturales. PassivHaus tiene que ver con la eficiencia energética pero no se centra en reducir la eficiencia de la energía utilizada en la fase de construcción. El razonamiento es fácil de comprender. Las PassivHaus durante la vida útil del edificio ahorran mucha energía por lo que el consumo inicial de alta energía utilizado en su construcción queda justificado. En los Earthships en cambio, los materiales rescatados son la respuesta, especialmente en la ciudad.

Los Earthships necesitan los neumáticos de vehículos, la tierra y el vidrio y las latas como material recuperados y extras como la madera, el cemento, ventanas y vidrios, materiales eléctricos, etc. De esta forma se centran tanto en reducir la eficiencia energética de la energía utilizada en la fase de construcción como la energía utilizada dentro de la vida útil debido a que se encuentran totalmente desconectadas de la red.

¿Existe algún tipo de alternativa para hacer todavía más eficientes las casas PassivHaus? En el campo donde por lo general se construyen las naves terrestres, es muy difícil encontrar materiales recuperados disponibles, en cambio la ciudad está llena de materiales no gestionados debidamente. La idea es sencilla, recuperar los materiales de trabajo utilizados en otras construcciones o demoliciones y ofrecerles una vida útil. La razón por la que sucede esto es muy simple, pero a la vez no tiene sentido, cuesta menos dinero tirarlo y comprarlo cuando lo necesitas que conservarlo para un futuro uso.

La solución a esta problemática es la ya estudiada en la asignatura “Residuos de Construcción y Demolición” impartida por Santiago López Piñeiro que se basa en generar un negocio de almacenamiento de materiales de RCD recuperados valiosos en lugar de tirarlos, muy similares a los sistemas utilizados por los desguaces de coches. De esta forma, se recuperarían materiales como madera vieja, aislamiento, ladrillos, ventanas, etc. Así cuando un arquitecto o contratista necesitase materiales, tendrá la opción de ir a un área de almacenamiento y comprar materiales recuperados.

Desafortunadamente, no se observa una expansión muy grande de esta idea actualmente, pero puede ser un buen punto de partida para relacionar los Earthships con las PassivHaus de una forma legal. Es de esperar que a medida que la concienciación se haga más grande, este tipo de ideas innovativas surgirán con muy buenos resultados.

Oier Juez Uriagereka | 44341503X

*“Arkit-lur o Earthship en el País Vasco “¿Utopía o realidad?”*

### 3.4 Los Principios básicos para su construcción según Michael Reynolds y su verdad (su filosofía)

En este apartado se realiza un análisis de los principios básicos para la construcción de una casa nave tierra. Además, se explican las ideas propuestas por Mike Reynolds y su verdad sobre este tipo de edificaciones en su ponencia “Guerreros de la basura/*Garbage Warriors*” (Guerreros de la basura, *Garbage Warriors*, Michael Reynolds, TEDxCaboPolonio, 2016) de una forma objetiva. Diversos factores han sido los que han influido al autor y su grupo de trabajadores a hacer este proyecto los cuales son:



Figura 19. Michael Reynolds (Letstalkallthingsdesign, 2015).

- La producción y consumo energético se está volteando contra la sociedad y la está destruyendo. La creación de energía está fuera de control y la producción de ésta, afecta directamente al planeta. Argumentan que el consumo de energía fósil está fuera de control.
- Todos los productos que no se les quiere otorgar una segunda vida están siendo apilados en todas partes. Las botellas de vidrio y plástico usadas al igual que los neumáticos usados se están convirtiendo en un problema. Solo en Heyope Wales 10 millones de neumáticos se han quemado en 15 años con todas las emisiones que eso acarrea.
- Las aguas potables municipales se están volviendo tóxicas. Residentes de Michigan, muestran su enfado ya que no pueden tener acceso a agua potable debido a la contaminación. Mike muestra su desconcierto ya que no entiende, como dada esta situación, la gente se para debajo del paraguas para evitar mojarse, en vez de recolectar el agua.



La problemática real no se observa desde un caso aislado, sino que, está sucediendo en todo el mundo, y nade ofrece una alternativa a este sistema. Su grupo plantea una pregunta para reflexionar. Si vinieras aquí de otro planeta, pensarías ¿de verdad puede darse la vida aquí?

El autor plantea y define su proyecto desde los siguientes aspectos básicos:

- *“El derecho fundamental de todo hombre, mujer y niño es tener acceso a la autonomía y una vida sostenible para ellos y sus familias en este planeta”*
- *“Somos un grupo de personas que recorren el mundo tratando de ayudar a hacer esto posible, podemos hacerlo en cualquier país, ese es el punto. Espacios como estos que no están conectados a ninguna “red”, espacios que produzcan alimentos, que ofrezcan confort a las personas, en general, crean/hacen “vida” para las personas (they madre life for people). Esto es posible, llevamos haciéndolo durante 45 años y todavía lo estamos haciendo.*
- *“Es una selva tropical autónoma que produce comida, posible en cualquier lugar del mundo”.*

Aunque es un proyecto muy ambicioso, por diferentes motivos, Michael Reynolds ha arruinado sus credenciales para ejercer como arquitecto. Por lo tanto, ha con la ayuda de su grupo se plantea e inventa un método de construcción alternativo denominado *Biotecture*. En este aspecto, la biotecnología está logrando un sustento basado en la autonomía, (concepto de sostenibilidad autónoma) a través de los fenómenos de la tierra como la lluvia, el viento, el sol, la gravedad, la condensación, masa térmica, tormentas, arcoíris, todos los aspectos biológicos y físicos del planeta etc., ya que los plantean como honestos e indiscutibles. Se plantean simplemente como “la verdad” sin hacer promesas que no se van a cumplir. Por este motivo, el grupo de trabajo está tratando de hacer edificios llamados naves terrestres o naves tierra, para facilitar este proceso, en todo el mundo y en cualquier clima.

Michael Reynolds propone como la mejor “criatura” de la tierra al árbol como se observa en la Figura 20.

*“Dejan caer sus hojas y hacen tierra, para crear más árboles. Tienen raíces que actúan como tuberías que recogen el agua. Realizan un proceso de intercambio con los animales ya que los árboles aportan oxígeno y los animales emiten CO<sub>2</sub>. Cosechan energía del sol. En resumen, son totalmente autónomos. Si tuviera que modelar mi vida y pudiera elegir que ser, después de todo, sería un árbol. La mitad del tiempo me siento avergonzado de ser un humano talando arboles”.*





Figura 20. El árbol: el modelo de vida a seguir en la tierra (Building An Earthship, Rubén Cortés, 2020).

El proyecto se ha encontrado con seis problemas reales que la gente tiene que afrontar y lo han sintetizado todo en un programa educativo impartido en una academia que es una especie de exploración y enseñanza de todo esto. Por lo tanto, para obtener la autonomía se observan seis conceptos básicos en los cuales es de vital importancia centrarse para obtener el confort máximo y óptimo para el ser humano tal y como se observa en la Figura 21.

- Un hogar cómodo sin combustible
- Agua
- Energía
- Tratamiento de residuos fecales
- Basura.
- Comida



Oier Juez Uriagereka | 44341503X

“Arkit-lur o Earthship en el País Vasco “¿Utopía o realidad?”



Figura 21. Confort óptimo. Fuente: (Biotope E. , 2020).

Michael Reynolds remarca un hecho que es indiscutible. Se trata de la no adecuada dirección en la que se dirige la sociedad en este momento en el planeta ya que se encuentra en el camino de la destrucción. Por ello él y su grupo han decidido que no continúe así y lo están analizando y sus aplicaciones con soluciones de diseño al respecto están funcionando según su opinión. Para tomar esa otra dirección y diseñar las naves tierra de una forma adecuada, se plantean estas seis categorías básicas diferentes de análisis que se explican en las conferencias “Garbage Warriors / Guerreros de la basura” (Guerreros de la basura, Garbage Warriors, Michael Reynolds, TEDxCaboPolonio, 2016) en 2016 y en el Documental Bioconstrucción, el guerrero de la basura (Youtube, 2014)



Figura 22. Los principios básicos de los Earthships. TEDxCaboPolonio



## **1. Construido con materiales naturales y reutilizados**

Reynolds y su grupo construyen la primera casa que se observa en la Figura 23 utilizando latas de cerveza en 1970. A partir de ahí comienzan a construir muchas más casas hechas de basura utilizando: latas de aluminio, neumáticos y botellas. Un Earthship se construye con materiales naturales y también reciclados. La naturaleza de los materiales de construcción según la web Certificadosenergeticos (Energéticos, 2020) se fundamenta en las siguientes características:

- Materiales regionales
- Materiales fabricados con poca o nula energía
- Masa térmica
- Durabilidad
- Resistencia con capacidad de recuperación
- Habilidades y técnicas sencillas para su uso e instalación

Los muros estructurales se componen principalmente de los neumáticos reutilizados llenos de tierra prensada que aguantan peso y presión, por lo tanto, son fantásticos para utilizarlos como ladrillos ya que actúan excelentemente en compresión como para aguantar grandes cargas de peso. Así, terminan pareciendo muros de adobe fuertes y resistentes. Con esta técnica se levantan muros de casi un metro de espesor con resistencia suficiente como para construir una vivienda y soportar los esfuerzos necesarios a lo largo de su vida útil.

Pero ¿Por qué usar neumáticos como primera opción? Como señalan Mike Reynolds, cuando se golpean los neumáticos usados, se convierten en la mejor fuente autóctona y gratuita de entorno a unas 300 libras con cinturón de acero y revestimiento de caucho, convirtiéndose en ladrillos disponibles en cualquier lugar. Como tal, estos neumáticos sirven no solo como la espina dorsal inamovible sino también a prueba de terremotos. También actual como la principal fuente de almacenamiento masico de calor en invierno y almacenamiento masivo de frio en verano así, ambos almacenamientos se filtran al interior para equilibrar su temperatura.

Con las botellas recicladas y las latas de aluminio en cambio, se realizan muros con el mismo concepto por ejemplo para levantar paredes interiores no estructurales. De esta forma, los muros trabajan en asociación con un sistema de tragaluces, ventanas y cortinas de invernadero junto con sus salidas de aire. Se debe añadir que las botellas también sirven también sirven para decoración y como tragaderos de luz. La Figura 23 ilustra el primer edificio construido por Michael Reynolds en 1970 denominado “Thumb House”.



Figura 23. "Thumb House": primer edificio diseñado por -Michael Reynolds (Fuente: Wikipedia).

Los neumáticos se utilizan en todo el mundo y existe una gran cantidad de almacenaje de estos inutilizables. Así mismo sucede exactamente algo parecido con las botellas de plástico y vidrio de un solo uso. Reynolds plantea construir con ellos en lugar de talar árboles y malgastar recursos que en principio no son necesarios. Este fenómeno se conoce como:

*“this is what we call garbage, we invented garbage, garbage didn't exist before human comes here and we are trying to make not exist again”*

En definitiva, el autor con esta frase se refiere a lo que llamamos basura. La basura fue inventada por el ser humano ya que no existía con anterioridad. Por ello su grupo trata de hacer que no exista haciendo que desaparezcan las latas de aluminio e incluso las partes de aluminio de las lavadoras, cocinas y frigoríficos que pueden ser recuperados de los vertederos.

Hay muchas opciones de reciclado que pueden ser reutilizadas. Las partes se pueden utilizar para hacer techos e incluso algún que otro revestimiento, decoración, etc. Las botellas también pueden ser usadas para decorar el suelo. Las cajas de cartón se pueden usar como material de aislamiento de la insolación.

*“everything we think is garbage, is really a natural resource” so this is definitely a phenomenon on this planet”.*

## **2. Calefacción y refrigeración térmica y solar**

En este apartado se abarca la idea de cómo se pueden calentar y enfriar estructuras controlando la temperatura ambiente por refrigeración y calefacción utilizando conceptos de masa térmica y energía solar. La Figura 24 ilustra la base del funcionamiento que utiliza este tipo de construcción para aprovechar la masa térmica y la ventilación natural cruzada. Esto permite regular la temperatura interior a la vez que garantiza el confort térmico.



Figura 24. Principios de la calefacción y refrigeración térmica y solar.

Si bien es cierto que la gente no se da cuenta que se puede calentar y enfriar un hogar sin usar combustible manteniendo el confort térmico, Mike y su grupo afirman que se puede crear un hogar confortable ya que la casa puede recoger y almacenar energía. Existen diagramas que ilustran como se puede controlar la temperatura ambiente en cualquier lugar del planeta y en cualquier tipo de clima usando los principios de física termo-solar, creando autonomía.

Hay toda una ciencia para la térmica solar y la masa térmica teniendo en cuenta la ganancia solar tanto para calor como para frío. En primer lugar, un Earthship se construye en forma de herradura o en forma de “U” para garantizar el máximo aprovechamiento de luz natural y a su vez aprovechar al máximo las ganancias recibidas del sol sobre todo durante el invierno. Para ello se diseña con grandes cristalerías orientadas al sur. Estas superficies acristaladas se orientan de forma que la radiación solar forme un ángulo de 90° respecto a las superficies acristaladas.

Gracias a la optimización de la radiación solar se obtienen las máximas ganancias posibles en invierno y las mínimas en verano. Reynolds afirma que este sistema integrado de ganancia solar y almacenamiento de masa térmica mantiene una temperatura ambiente de entre 60 y 70 grados F en inviernos fríos, así como en veranos calurosos. Tal y como se ha mencionado anteriormente, los neumáticos apisonados con tierra de los que se constituyen las paredes de las naves tierra, son capaces de almacenar calor con propiedades igual de buenas que el hormigón, adobe hormigón, bolsas de tierra o piedra. Estos materiales almacenan el calor durante el día y lo emiten durante la noche.

Por una parte, en climas más cálidos es necesario hacer uso de elementos de sombreado como el muro trombé o los lucernarios. Esto ayuda a bloquear las ganancias solares y, por lo tanto, a mantener el confort térmico interior de la nave tierra. Por otra parte, en climas más fríos se utilizan elementos aislados de oscurecimiento de las superficies acristaladas con el fin de prevenir la pérdida de calor hacia el exterior. Además, en este tipo de climas más fríos conviene aislar el suelo.

La vivienda incorpora aislamiento térmico suficiente en la cara exterior de los muros además de un súper aislamiento en la cubierta para la transmisión de calor hacia el interior de la vivienda durante el verano, mientras que el efecto de inercia térmica también se

puede potenciar enterrando parte de la construcción en la tierra. En climas más fríos en cambio puede ser recomendable aislar también el suelo de la vivienda.

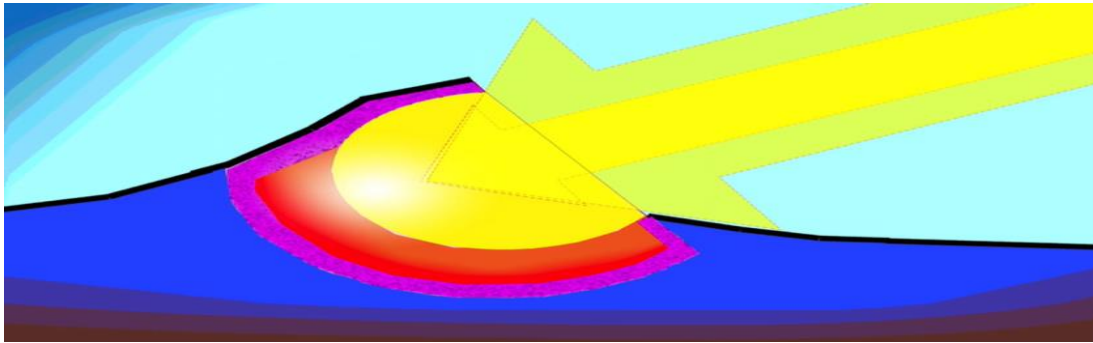


Figura 25. La casa puede recoger y almacenar energía.

Además, aclaran que incluso en invierno como se observa en la Figura 26 el sol puede calentar la masa térmica del hogar, creando un ambiente confortable y cómodo.

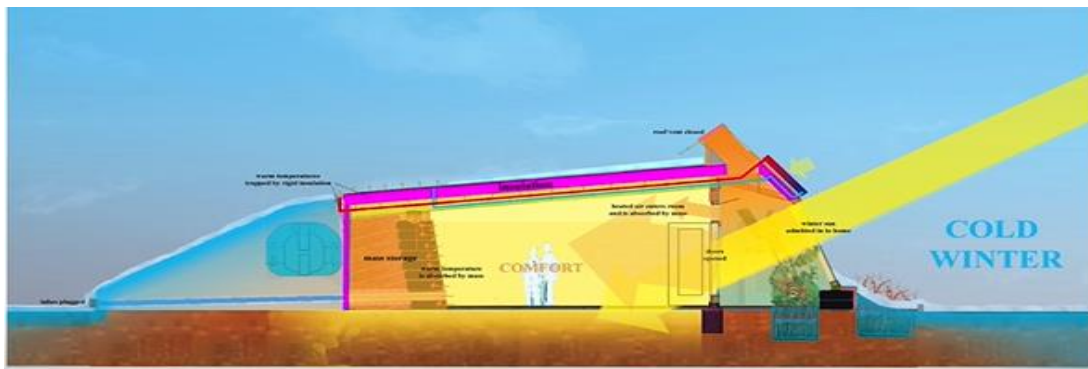


Figura 26. La energía y la masa térmica en invierno.

Cuando bajan las temperaturas de noche, la energía almacenada gracias a la masa térmica de los muros de neumáticos calienta el hogar tal y como se observa en la Figura 27.



Figura 27. La energía y la masa térmica en invierno.

En lo referente a la ventilación, la vivienda consta de un mecanismo de refrigeración natural para los meses en los que la temperatura es más elevada. Para ello dispone de tubos de ventilación para airear y así oxigenar el ambiente. El aire entra por la zona trasera o posterior de la vivienda como se observa en la izquierda de la Figura 28 y atraviesa la

masa de tierra que modifica su temperatura antes de entrar en el interior de la vivienda. De esta forma, la masa de aire se desplaza hacia la zona caliente por donde asciende produciendo el conocido efecto chimenea y sale a través de los huecos habilitados para ello en el techo del invernadero.



Figura 28. A la izquierda los tubos de ventilación en la parte posterior de la casa y a la derecha la ventilación de techo en el invernadero.

En ocasiones la pared norte, abrazada por tierra, se cubre con tragaluces en el techo para permitir que la luz y el aire fluyan hacia el lado norte de cada habitación como se observa en la Figura 29 se observa como la caja del medio alberga una batería la cual almacena energía solar capturada para la generación de electricidad. Además, las ventanas a lo largo de la pared del invernadero del lado sur se pueden diseñar para ser abiertas o cerradas en base a la hora del día y el clima. Aprender cuándo hacer esto es importante en una nave terrestre, ya que ese proceso ayuda con la regulación de la calefacción y la refrigeración

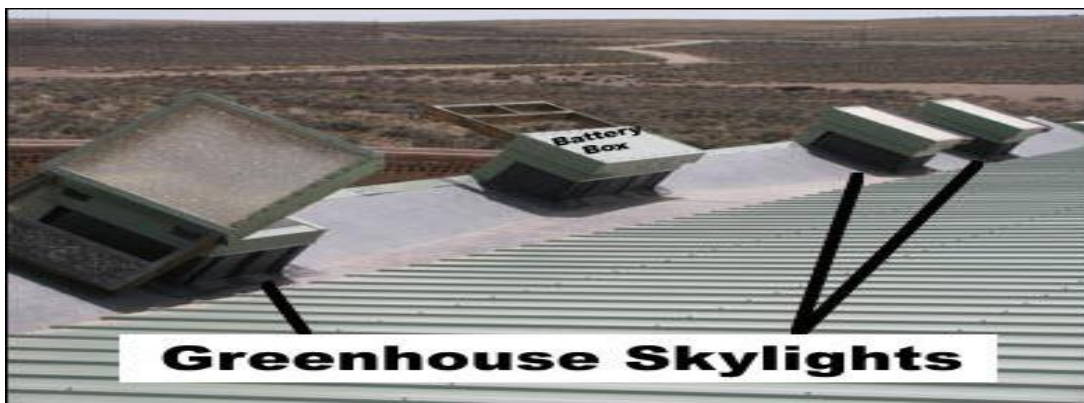


Figura 29. Sistema de tragaluces a las esquinas junto a una batería en el medio (Attaguile, 2013).

En cuanto a la temperatura media de un Earthship, ésta se mantiene estable a lo largo de todo el año. Es más, no requieren de combustible debido al hecho de que las temperaturas muy bajas y las temperaturas muy altas están totalmente estabilizadas en un edificio que está construido con mucha masa térmica e insolación.

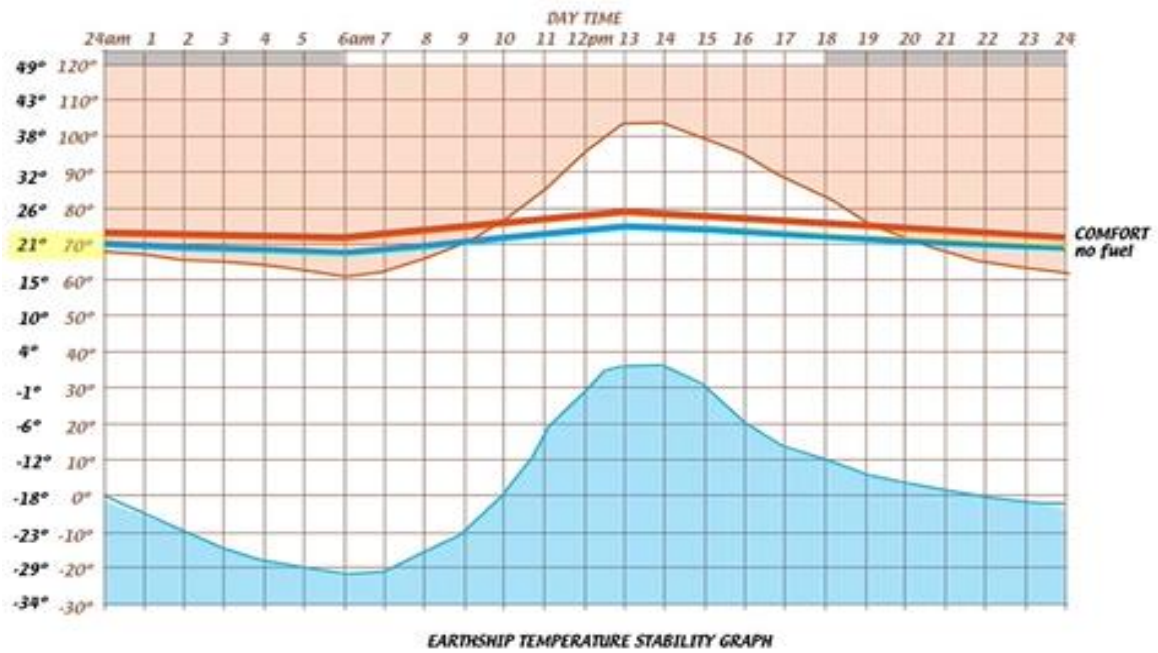


Figura 30. Temperatura estable de un Earthship en un periodo de 24 horas.

Estos principios físicos incluso se pueden adaptar a casas construidas en laderas y en todo tipo de terrenos.

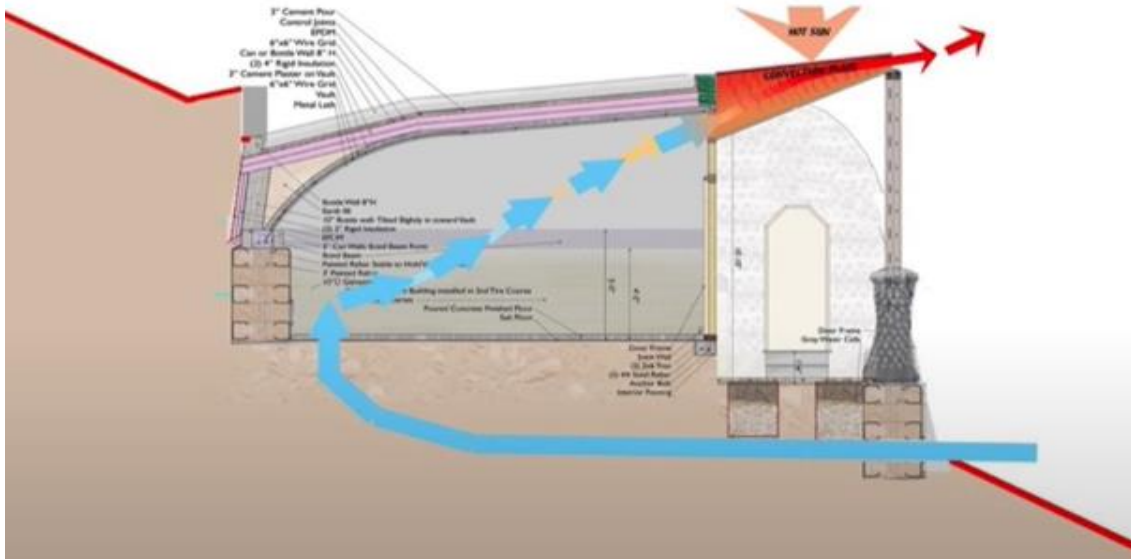


Figura 31. Adaptación del funcionamiento del almacenaje de calor de una casa construida en una ladera.

### 3. Electricidad solar y eólica

Las energías renovables son fuente de energía abundante y con un gran potencial. Un Earthship generalmente se autoabastece aprovechando dichas energías. En este apartado se explica cómo este tipo de construcciones obtiene la energía solar o a la energía del viento para generar su propia energía eléctrica que posteriormente se almacena en baterías ubicadas en un espacio perfectamente diseñado para esta actividad.

Oier Juez Uriagereka | 44341503X

“Arkit-lur o Earthship en el País Vasco “¿Utopía o realidad?”



Las placas solares fotovoltaicas y las turbinas eléctricas son los sistemas más comunes en este tipo de construcción para la generación de energía eléctrica a partir de fuentes renovables y por lo general disponen de una instalación y conexión muy sencilla para su funcionamiento y aprovechamiento. Se debe remarcar que no existen equipos de apoyo pasivos como aparatos de refrigeración ni de climatización en la vivienda, ya que el diseño arquitectónico de la vivienda permite mantener el confort térmico. Por lo tanto, la electricidad generada de forma renovable se utiliza para otro tipo de aparatos eléctricos.



Figura 32. Ejemplo de instalación de sistema de energías renovables en una nave tierra.

Michael Reynolds y su equipo declaran que han investigado durante años la energía solar y la energía eólica. De esta forma, han producido sus propios sistemas de alternadores, producen sus propios molinos de viento, mucho más efectivos y silenciosos que los molinos comunes según sus palabras textuales.

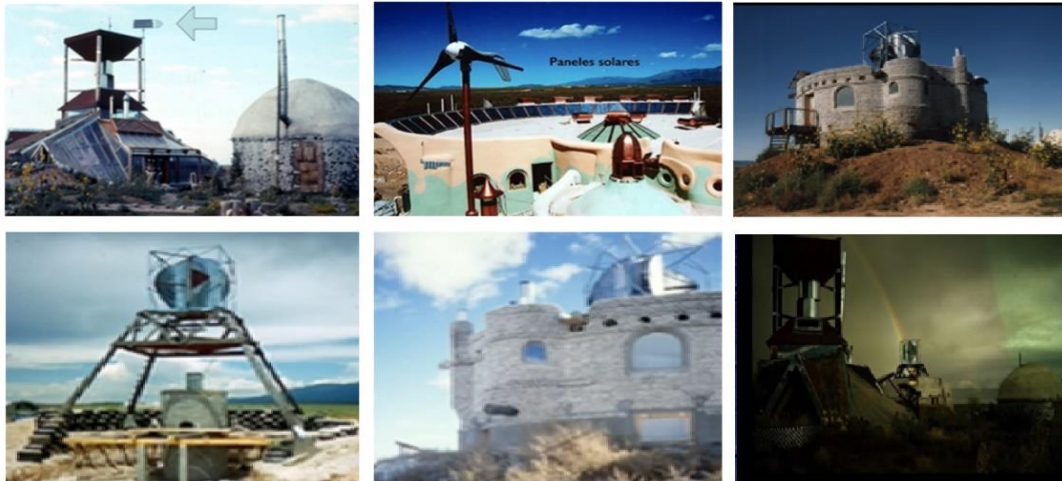


Figura 33. Sistemas minieólicos I.

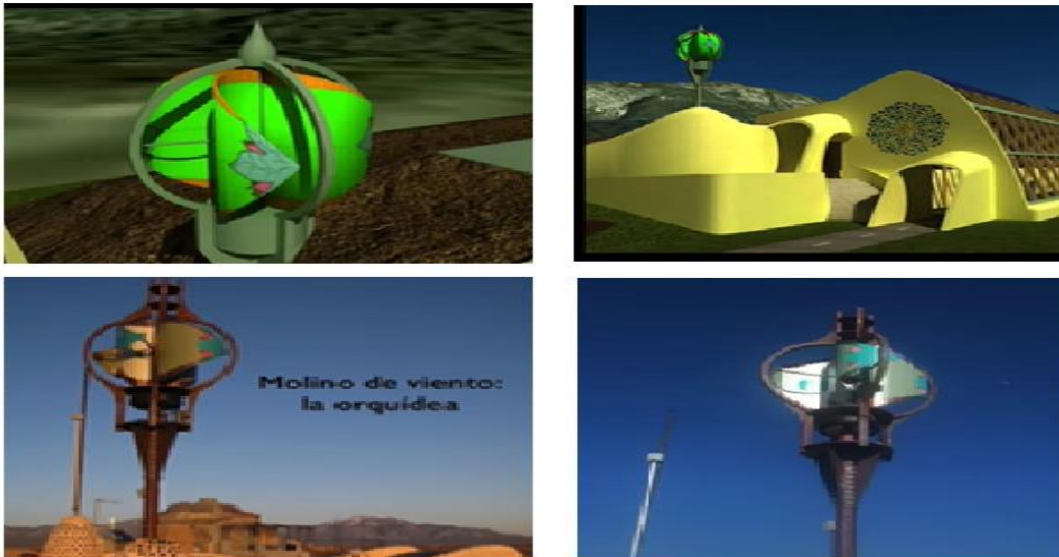


Figura 34. Sistemas minieólicos II (Molino de viento la orquídea).



Figura 35. Sistemas minieólicos III (Turbina de viento casera en invierno).

La energía recolectada de paneles solares y molinos de viento carga un banco de baterías alojadas en una caja en el techo de la nave terrestre. Luego, esa energía se distribuye por toda la casa, utilizando un módulo de organización de energía, que se parece a la Figura 36. Esta unidad está atornillada a la pared y la nave terrestre está conectada a ella. Puede tener potencia adicional conectando un molino de viento.



Figura 36. Módulo de organización de energía (Fuente: Frontlinecopy).



Figura 37. Ejemplo de instalación de los paneles solares (Fuente: Frontlinecopy).

#### 4. Recolección de agua

Según *Worldwildlife* (Worldwildlife, 2020), del 70% el agua de nuestro planeta solo el 3% es agua dulce y dos tercios de esa cantidad están escondidos en glaciares congelados o directamente no están disponibles para el uso humano. Existen personas que carecen de agua potable, otras al menos durante un mes del año y junto a esto se suma el saneamiento inadecuado que sufren algunas personas exponiéndose a enfermedades. Para el 2025 dos tercios de la población mundial podrían enfrentar escasez de agua. En la ponencia se explica como la recolección del agua no es ciencia, sino algo que por alguna razón nadie hace. Cada vez se observa más el hecho de que muchos lugares disponen de agua contaminada por eso Reynolds propone que los Earthship, además de generar su propia energía, se diseñan también para sacar el máximo aprovechamiento de la recolección del agua de lluvia, de la nieve y de la condensación para su posterior reutilización dándole la inclinación necesaria al tejado como se observa en la Figura 39. Así, se evita la necesidad de estar conectado a la red de abastecimiento de agua otorgando una autonomía a la misma en este aspecto. Por lo tanto, la recolección de agua se convierte en parte del diseño del edificio mediante un sistema muy sencillo. Se aprovecha toda la superficie del techo para evacuar y recoger el agua de lluvia del techo tal y como se observa en la Figura 38, se dirige a las canaletas y se almacena en tanques y depósitos cisterna. La cisternas se convierten en el lugar donde se almacena el agua recogida.



Figura 38. Ejemplo de evacuación y recolección de agua procedente de la lluvia

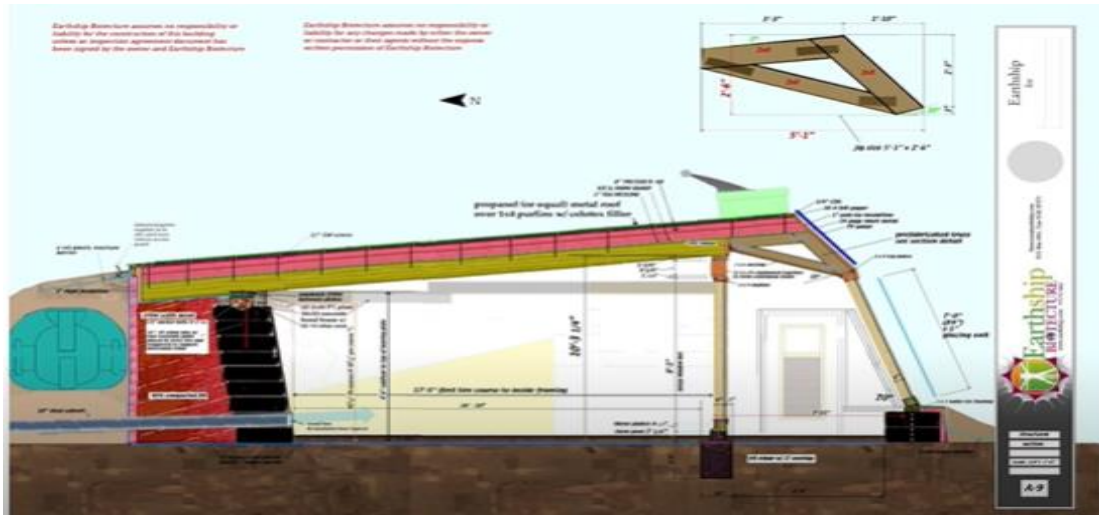


Figura 39. Ejemplo de inclinación del tejado para evacuar el agua procedente de la lluvia.

Existen además otro tipo de almacenajes de agua ya que una casa puede recoger y almacenar agua de lluvia, creando otro paso hacia la autonomía de sus habitantes mediante estanques y piscinas. Esto se observa en la Figura 40.



Figura 40. Ejemplo de almacenaje de agua de lluvia.

Durante la construcción inicial, grandes cisternas se entierran bajo tierra detrás de la pared norte de la nave terrestre (cf. Figura 41). Estos están preparados para capturar cada centímetro de humedad de los techos diseñados para arrojar agua con la mayor eficiencia posible.



Figura 41. Sistema de cisternas para recolección de agua con su debido aislamiento.

Por lo general existen dos tipos de aguas, las aguas grises y las aguas negras.

- Las aguas grises. Las aguas grises se generan en el propio Earthship con el fin de utilizarla en las cisternas de los inodoros. Este tipo de agua se oxigena y se filtra mediante un sistema biológico denominado celda botánicas. Para ello se hace uso de bacterias y plantas que filtran dicho agua. Una vez de haber pasado por el filtro se almacena en un depósito para su posterior uso.
- Las aguas negras: se explican a posteriori.

Una vez recolectada el agua, un módulo de organización del agua supervisa el proceso de filtración y lo organiza mediante un simple sistema que se observa en la Figura 42 para poder ser utilizada.

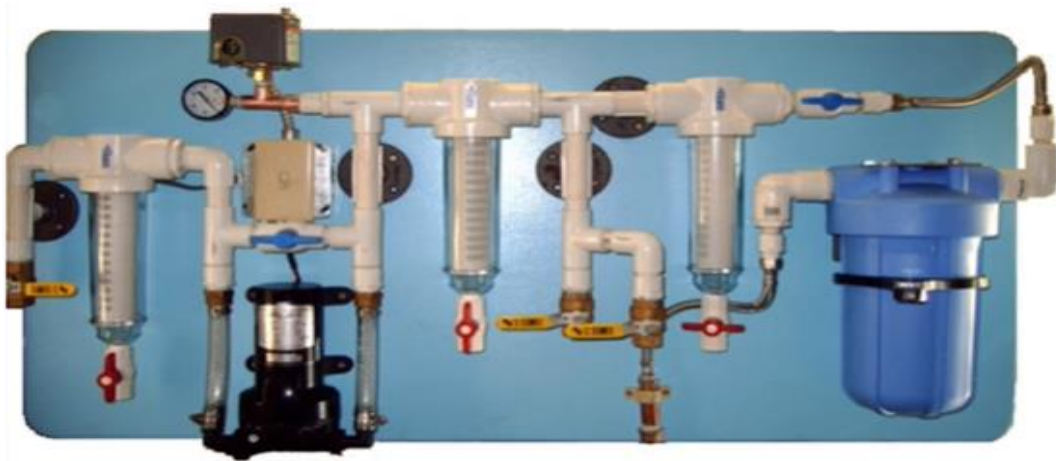


Figura 42. Sistema de filtrado de agua para consumo humano.

Es un sistema de depuración natural que potabiliza el agua para su consumo que queda integrado en la propia instalación de fontanería de la vivienda. Analizando el sistema de la Figura 43 el agua de lluvia, el agua proveniente de la nieve, o el agua proveniente de la condensación, se recolecta a través de la cubierta de la vivienda (roof)

y se almacena en un depósito (cistern). Desde este punto, se dirige a un módulo que la distribuye para cualquier tipo de uso excepto las cisternas de los inodoros, ya que el agua utilizada en estos aparatos proviene de las aguas grises una vez que han sido regeneradas. El proceso de regeneración de las aguas grises es sencillo. El agua gris generada pasa a las celdas botánicas en donde se recicla aplicando principios de biología básicos para poder ser reutilizada. En cambio, las aguas negras se envían a la fosa séptica para su posterior tratamiento y canalización al exterior. Es un proceso que se repite de manera continua cíclicamente pasando por diferentes fases para poder sacar el máximo partido a cada gota de agua. La Figura 43 muestra un sistema de instalación de fontanería de la vivienda:

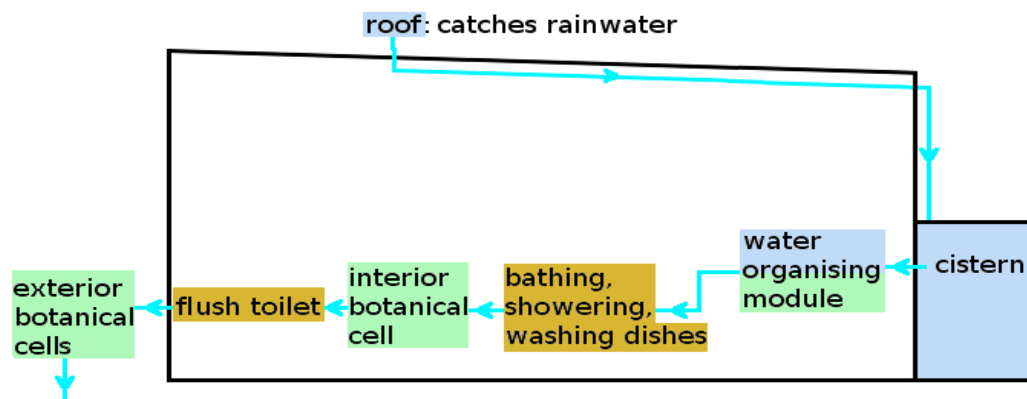


Figura 43. Sistema de instalación de fontanería de la vivienda (Fuente: Wikimedia).

## 5. Tratamiento de aguas residuales contenidas

Como se ha comentado en el punto anterior Michael Reynolds asegura que usando principios de biología básica se puede contener y transformar las aguas residuales del hogar para su uso creando autonomía para los habitantes mediante una planta de depuración natural de tratamiento de aguas dentro del propio hogar. Según estos profesionales, los conceptos de 8º curso de biología producen plantas si se aplican bien creando un sistema de tratamiento de aguas residuales ya que incluye mecanismos naturales, como humedales e hidropónicos, para el tratamiento insitu del agua residual.

Las aguas negras se envían a una fosa séptica donde se tratan a través de un proceso de digestión anaeróbica. Después el agua regenerada se canaliza bien hacia una zona exterior de drenaje para la eliminación de impurezas y contaminantes, o bien hacia un sistema biológico similar al utilizado para la regeneración de aguas grises. Una alternativa a los inodoros que utilizan agua son los inodoros secos también potenciados mediante el aprovechamiento de la radiación solar. Por lo tanto, el proyecto de tratar las aguas residuales en la propia sala de estar, como el ejemplo de la Figura 44 permite producir vida y a su vez producir alimentos. En este punto entra uno de los argumentos en contra de la filosofía de Michael Reynolds que no defienden muchos arquitectos convencionales que consiste en cruzar las aguas convencionales por la vivienda.



Figura 44. Ejemplo de invernadero de una nave tierra.

Por lo tanto, el agua utilizada en un Earthship, se utiliza una serie de veces cumplimentando todo un ciclo como se observa en la Figura 45, pasando por el proceso de uso, filtración, verduras y hortalizas, aguas grises y reutilización en el inodoro.

En primer lugar, es utilizada por los aparatos de la casa. Las partículas de aguas grises de la ducha, la lavadora y el fregadero se filtran antes de drenar en los sistemas de jardinería de la nave tierra y así, producir comida, ya que las plantas utilizan el agua que necesitan para obtener sus nutrientes y filtran el excedente de agua. De este modo las raíces de las plantas filtran las aguas grises lo suficiente para que una vez lleguen al otro extremo de las macetas, esta agua se utilice para la cisterna del baño. Mediante el diagrama de la Figura 45 se muestra el uso y funcionamiento del sistema.

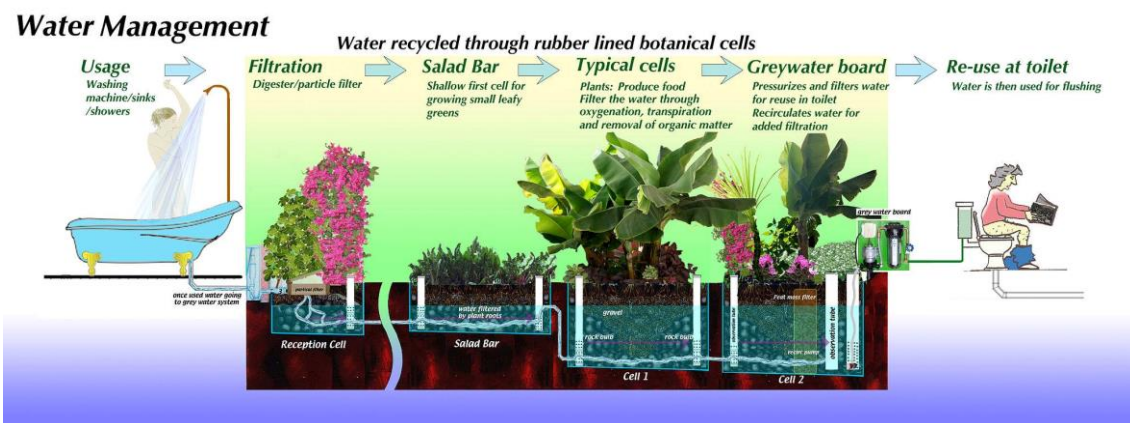


Figura 45. Sistema de administración del agua (Arch2o, 2020).

Pero ese no es el final ya que una vez realizado todo el proceso el agua negra descargada entra en un tanque séptico en espera. Este tanque procesa las aguas negras hasta el punto en que el desbordamiento no contaminado drena hacia las macetas exteriores que pueden usarse para una mayor producción de alimentos. De esta forma se convierten los desiertos, en desiertos verdes como se observa en la Figura 46 solo de sus propias aguas residuales y está controlado no es solo... “una planta depuradora de aguas negras se convierte en un hogar para la fauna natural”.

De esta forma Reynolds afirma que no hay necesidad de plantas de tratamiento de aguas residuales centralizadas. No se derrama en ríos y arroyos y por lo tanto simplemente se realiza un excelente uso, reutilización y gestión de aguas negras con grandes resultados. El tratamiento de aguas negras en el exterior de la casa se ilustra en Figura 46.



Figura 46. Tratamiento de aguas negras en el exterior de la casa.

## 6. Producción alimentaria

Una mitad de la casa sirve de alojamiento para sus habitantes, la otra mitad produce alimento para sus habitantes. Esta planta de la producción alimentaria de una nave tierra se puede observar en Figura 47.



Figura 47. Planta de la producción alimentaria de una nave tierra.

Las plantas solamente se riegan con el agua usada en el hogar. Se puede cultivar durante todo el año, dado que los hogares crean un ambiente tropical. El concepto de conservación de alimentos producidos en el propio hogar, También se agrega proteína, como es el ejemplo de los peces, como es el caso del estanque. Por ejemplo, el enseña a su hijo “Fenix” como cazar tu propio pez en tu propia casa. También por supuesto, se pueden cultivar pollos, nidos, peces, tortugas, etc.

Oier Juez Uriagereka | 44341503X

*“Arkit-lur o Earthship en el País Vasco “¿Utopía o realidad?”*





Figura 48. Alimentos producidos en un earthship con el sistema de reutilización de agua. Fuente imagen de la derecha (Frontlinecopy, 2013).

Se utilizan sistemas aquabotánicos en donde las plantas dan oxígeno a los peces y las heces de los peces alimentan a las plantas Figura 49. De esta forma, se crea una conexión directa entre la naturaleza y el ser humano.

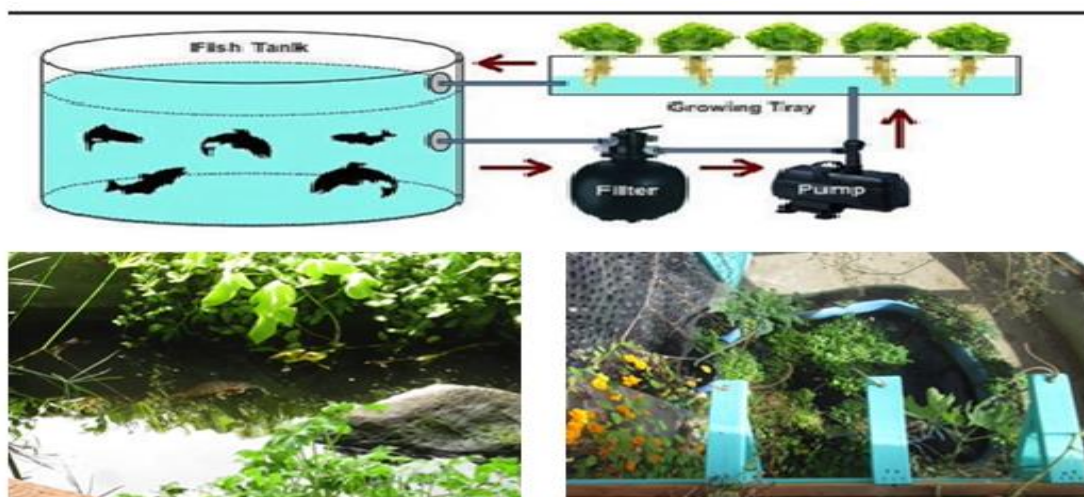


Figura 49. Representación de la vida silvestre por medio de un sistema aquabotánico.

Por lo tanto, se ponen estas 6 cosas en un edificio que es una “vasija” que te cuida “a vasij that takes care of you”.

### 3.5 Modelos de casas nave tierra

En la combinación de técnicas conocidas como la masa térmica y las casas pasivas se encuentra el origen de las primeras naves terrestres. Las técnicas, los sistemas y los diseños utilizados en este tipo de construcciones han cambiado a lo largo de los años intentando mejorar cada nuevo modelo en comparación con el modelo anterior.

Cecilia Fernandez Quintana en su trabajo “Earthship – Do they have a future in Denmark” (Fernandez Quintana, 2012) presenta los diferentes modelos de naves tierra que se observan en la Tabla 4, además de analizar la viabilidad de este tipo de estructuras en dicho Dinamarca.

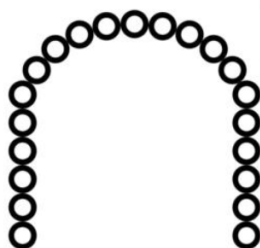
Tabla 4. Modelos de naves tierra

#### Modelo “Hut”



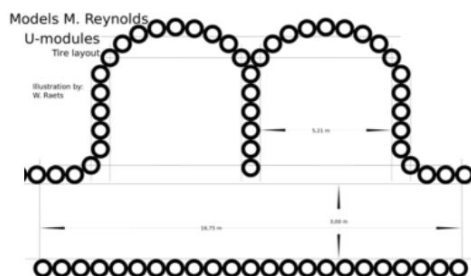
- Es el primer modelo que fue creado.
- Posee una geometría simple con forma de circunferencia que se asemeja a la forma de un neumático.

#### Modelo “U”



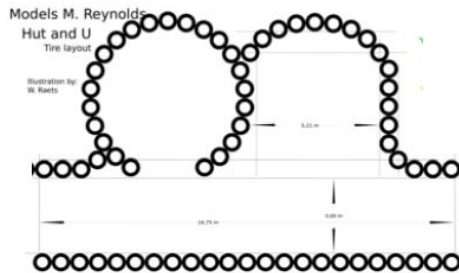
- Posee una geometría simple con forma de “U” y se fundamenta como la base de todos los earthship futuros construidos después del modelo “Hut”
- En este diseño las paredes cobran una tendencia paralela. De esta forma, se agrega el invernadero.

#### Modelo M.Reynolds modulos “U”



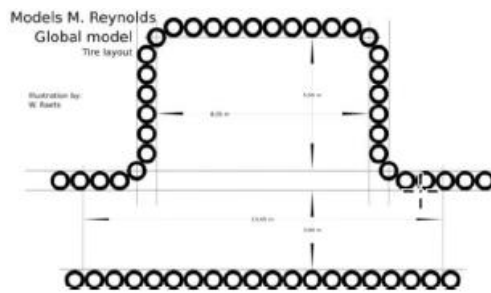
- Partiendo del modelo “U” se crea una casa a gusto del cliente pudiendo agregar un invernadero.

### Modelo M.Reynolds módulos “Hut” y “U”



- Partiendo del modelo “U” y “Hut”, se crea una casa a gusto del cliente pudiendo agregar un invernadero

### Modelo global M.Reynolds



- La última modificación.
- Cambios estéticos y cambios en los componentes de la edificación. Se introduce el sistema de ventilación, colocación de aislamiento en climas fríos, cambios y optimizaciones en materiales de construcción, mejora de sistemas de filtración de agua, etc.
- Posee una geometría simple con forma rectangular con la fachada sur vidriada.

## 3.5.1 Ejemplos

### El modelo global Earthship

Teniendo en cuenta todos los aspectos mencionados en los apartados anteriores, se genera un diseño de hogar muy simple el cual Michael y su grupo de trabajo tratan de aplicar por todo el mundo. El modelo global de un Earthship se ilustra en la Figura 50.



Figura 50. El modelo global Earthship.

El primer diseño se realizó en 1970 en Nuevo México. Los diseños se han utilizado en todo el mundo y se han construido diferentes naves tierra. Hay miles de Earthships en todo el mundo y al menos uno en cada uno de los 50 estados de Estados Unidos como se observa en la Figura 51 y en la Figura 52.



Figura 51. Ejemplos de Earthship alrededor del mundo I.



Figura 52. Ejemplos de Earthship alrededor del mundo II.

### Ejemplo N.º 1. Earthship ejemplar, El Phoenix.

Este ejemplo está diseñado como un ave integrando todas las características de los Earthships y así incorporando todos los conceptos explicados previamente.



Figura 53. Earthship ejemplar: El modelo Phoenix.

### Ejemplo N.º 2. Ushuaia, Argentina

Además de los diseños realizados en Estados Unidos, existen varios diseños en otros lugares de la tierra. Los creadores de este proyecto encuentran mucha gente interesada a lo largo de diferentes continentes y países como es el caso de Ushuaia, Argentina (cf. Figura 54). Por este motivo, buscan una autonomía total absoluta sostenible, a ser posible en todo el planeta, y que en realidad es una cosa divertida de hacer, dar vueltas y tratar de hacerlo por todo el mundo. Reynolds lo describe de alguna forma como un circo ambulante.



Figura 54. Earthship en Ushuaia, Argentina.

### Ejemplo N.º 3. India

En India, concretamente en las Islas Andaman, después del tsunami que destruyó el lugar en 2005 el grupo de los Earthship se acercó para intentar aplicar la tecnología de este tipo de construcciones y así ayudar a las víctimas de la catastrófica ola (cf. Figura 55).



Figura 55. Earthship en la India.

### Ejemplo N.º 4. Guatemala, China, Haiti, Sierra Leona

La Figura 56 muestra otros ejemplos de Earthship en diferentes partes del mundo:



*Dear all, Here is the Goderich Waldorf School, Sierra Leone, built with love.  
With deepest gratitude to Mike Reynolds' gift to the world  
and everyone whose hands and/or hearts helped to make this dream a reality.*

*Pema x  
Pema Clark  
The Dhana Trust (UK)  
for The Goderich Waldorf School, Sierra Leone*

**Escuela Waldorf terminada por los habitantes del  
lugar a partir de lo aprendido de Earthship.**



Figura 56 Earthship en Guatemala, China, Haiti, Sierra Leona.

### Ejemplo N.º 5. Malawi, Isla de Pascua

También se han realizado muchas escuelas. Además, este tipo de edificaciones hace que los estudiantes piensen en conjunto y que realmente aprendan conceptos de sostenibilidad según Reynolds. Se presenta en la Figura 57 Filipinas después de los tifones y la construcción de una cabaña a penas casi sin recursos, pero con las características de un Earthship. Todas estas características son aplicables a cualquier clima en cualquier país, como se ve en la Figura 57 en Filipinas, Nueva Zelanda, Vanuatu, etc. Lo hacen ellos con sus propios recursos y en muchos casos con un diseño de una sola habitación.



Figura 57. Earthship en Malawi, Isla de Pascua.

### Ejemplo N.º 6. La primera escuela ahora en Hari Gabourey

Hari Gabourey y es la primera escuela sustentable. El grupo de trabajo se impresiona por el apoyo que hay para esto ya que Uruguay es un país que realmente está abrazando todo esto y por ello se encuentran contentos.



Figura 58. Uruguay: construcción de la primera escuela sustentable de Latinoamérica 01-26 febrero 2016.



### Ejemplo N.º 7. Proyectos futuros

Las Figura 59 y Figura 60 ilustran futuros proyectos en diferentes partes del mundo tal como el Reino Unido donde las naves tierra se proyectan no solamente a título individual, sino que de comunidad. Este proyecto en Reino Unido fue cancelado al encontrarse huesos al excavar para comenzar el proyecto.



Figura 59. Proyecto Brighton, Reino Unido.

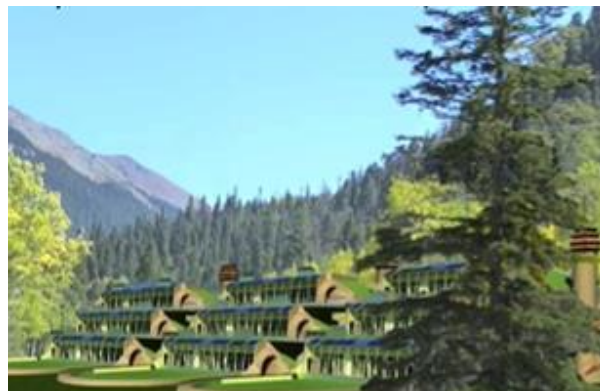


Figura 60. Proyecto futuro de la Comunidad Eartship.

### Ejemplo N.º 8. Proyecto futuro, ciudad de nueva york. Urban Sky Autonomy

Esto es en el centro de Manhattan, es una propuesta, pero parece que si pudiera pasar. Naves tierras urbanas, aplicabilidad en la ciudad.

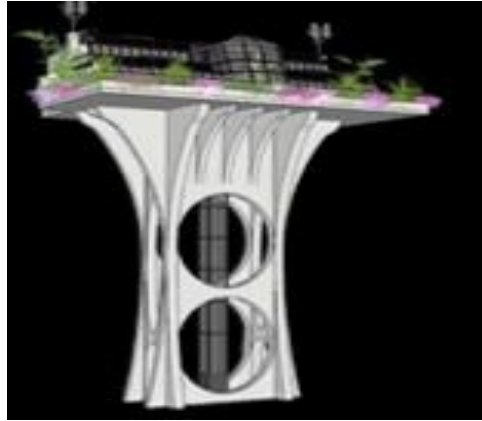


Figura 61. Proyecto futuro de la ciudad de Nueva York. Urban SkyAutonomy.

### Ejemplo N.º 9. Nepal

En Nepal se plantea un proyecto de supervivencia simple con nada más que una habitación. Es un proyecto muy prometedor de Reynolds y su equipo (cf. Figura 62).



Figura 62. Proyecto futuro: Edificio resistente a terremotos en Nepal.

### 3.6 Proceso de construcción

El proceso constructivo se detalla en el documento adjunto.

Las naves tierra se construyen a partir de materiales de la zona. Cabe destacar que las técnicas utilizadas para su construcción deberían ser asequibles para una persona convencional, si consideramos el coste económico además de las habilidades necesarias para construirla. Por otro lado, también es importante utilizar la menor cantidad de energía para convertir un objeto natural o recuperado en un material de construcción. La Figura 63 presenta la descomposición de un Earthship básico:

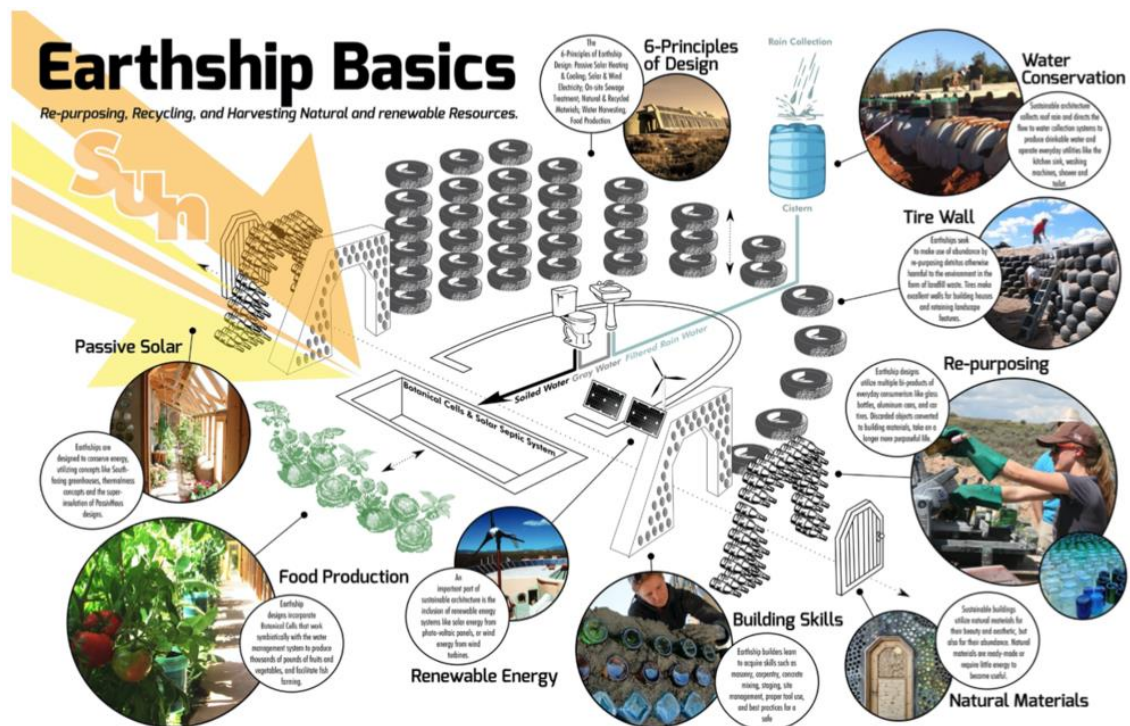


Figura 63. Descomposición de una nave tierra básica (Global, 2020).



## 3.7 Ventajas y desventajas de las naves tierra

### 3.7.1 Ventajas

A continuación, se describen las ventajas más importantes de este tipo de edificaciones:

- Eficiencia energética: Los edificios pueden utilizar calor solar y / o geotérmico, refrigeración y agua caliente, y proporcionar lluvia y recolección de aguas grises (Archinia, 2020).
- Auto sustentabilidad: cultivo de vegetales en interiores, uso y reutilización del agua y minimizar su impacto en el medio ambiente (Archinia, 2020).
- Fácil de construir: en principio, cualquiera puede construir una nave tierra (Archinia, 2020).
- "Reciclaje": algunos de los materiales usados en una nave tierra provienen de productos usados que de otro modo llenarían un vertedero. (Archinia, 2020).
- Abundante luz natural, aunque en la parte de atrás por la berma puede llegar a estar oscuro, frío y sombrío (Archinia, 2020).
- Formas orgánicas extraordinarias y masas interesantes son las características del éxito del diseño (Archinia, 2020).
- Ahorro de mucho dinero al no tener que pagar los servicios públicos. Las naves terrestres están diseñadas para generar su propia electricidad, calefacción, refrigeración, agua, etc. (Truthsurvival).
- Autoconsumo de alimentos generados en la propia nave tierra a través de invernaderos interiores o de huertas. Toda esa vegetación interior también mejora el aspecto de sus habitaciones (Truthsurvival).
- Reutilización de materiales consumibles de un solo uso como las latas, botellas de vidrio y neumáticos de goma (Truthsurvival).
- La iluminación y las vistas son increíbles. La mayoría de los diseños de Earthships requieren al menos una pared completa de ventanas. Estas superficies de vidrio orientadas al sur están diseñadas para recolectar calor y energía para la regulación de la temperatura interna y el crecimiento de las plantas. Sin embargo, también mejoran la iluminación general dentro de estas casas de tierra (Truthsurvival).
- Son visualmente atractivas y estéticamente enriquecedoras. Es difícil ignorar la belleza y la mística general de estas casas ecológicas. Los exteriores de tierra suave, las grandes paredes de vidrio, las numerosas plantas de interior y los coloridos detalles de vidrio son realmente impresionantes (Truthsurvival).
- Construcciones originales, únicas y de genial aspecto (Smith, 2017).
- Independencia de la red de abastecimiento de energía. Se puede vivir fuera de la red, ya que el diseño le brinda el entorno ideal para cultivar sus alimentos, recolectar su agua y generar su energía (Smith, 2017).
- Estructura sólida y duradera (Smith, 2017).
- Temperaturas agradables

Uno de los mayores atractivos del hogar Earthship es la capacidad de mantener temperaturas agradables durante todo el año. Desde temperaturas heladas hasta climas abrasadores, las naves terrestres rondan los 70 grados Fahrenheit durante



todo el año. Esto se debe a que el calor solar se absorbe y se almacena en una masa térmica (neumáticos llenos de suciedad), que es la base de la estructura de Earthship. La masa térmica funciona como un disipador de calor que absorbe calor cuando el interior se enfría y aísla cuando el interior necesita calor. Las ventanas del invernadero en el frente de la casa miran al sur, permitiendo que el sol caliente la masa térmica durante el día. (Architizer, 2020).

- Servicios modernos

Cuando la mayoría de la gente escucha la palabra sustentable, piensa en una vivienda primitiva que está alejada de las comodidades del siglo XXI. Hasta el modelo de hogar Earthship, la mayoría de las soluciones sostenibles se ajustaban a esta descripción. Por otro lado, Earthships ofrece todas las comodidades de los hogares modernos, solo que toda la casa es sostenible. casa miran al sur, permitiendo que el sol caliente la masa térmica durante el día. (Architizer, 2020).

- Materiales reciclados

La mayoría de los materiales utilizados para construir una nave terrestre se reciclan. La estructura se construye primero con neumáticos llenos de tierra. Con miles de vertederos de neumáticos en todo el mundo, no hay escasez de neumáticos usados. Las paredes sobre las llantas están construidas con botellas de plástico y vidrio colocadas dentro de concreto. En los países en desarrollo, estas botellas se pueden recoger literalmente de la calle para ayudar a limpiar el vecindario y construir una casa (Architizer, 2020).

- Energía renovable

Con paneles solares que recubren el techo y turbinas eólicas en el patio trasero, la casa Earthship te permite recolectar electricidad de forma natural: del sol y el viento. Esto asegurará que nunca le falte energía y eliminará el costo de comprar energía de la compañía eléctrica (Architizer, 2020).

Libertad financiera

Debido a que todas las necesidades básicas se brindan desde el hogar, hay pocas o ninguna factura de servicios públicos cada mes. No es necesario realizar un trabajo temido solo para sobrevivir. Esto le brinda libertad financiera y la libertad de disfrutar la vida. Imagínese si el mundo tuviera la capacidad de concentrarse en mejorar el entorno que lo rodea en lugar de tratar de (Architizer, 2020).

- Hace lo suficiente solo para sobrevivir. Esto mejoraría todo para ti y tus vecinos.

- Comida gratis

Con uno o dos invernaderos en el lugar que pueden producir cultivos durante todo el año, independientemente del clima, puede alimentarse con plantas que crecen dentro de su hogar. Para obtener una fuente regular de carne fresca o huevos, simplemente construya un estanque de peces o un gallinero en su propiedad (Architizer, 2020).

- Materiales económicos

Además del dinero que se ahorra en las facturas de servicios públicos mensuales, los Earthships son significativamente más baratos que las casas tradicionales. Si tiene la capacidad de construir la casa usted mismo, entonces los modelos más básicos de Earthship comienzan en alrededor de \$ 20,000 con modelos más glamorosos que van desde \$ 70,000 o más, según sus preferencias de decoración.



Con estos bajos costos, las Earthships se ajustan al presupuesto de casi todas las personas, desde los menos privilegiados hasta los mundanos (Architizer, 2020).

- Construcción sencilla

Usando planos impresos sin conocimientos previos, puede construir una nave terrestre de tres pisos en tan solo tres meses. No es necesario contratar asistencia profesional ni comprar herramientas costosas para completar el trabajo más rápido. Simplemente siguiendo los planos impresos con herramientas básicas, puede tener un hogar sostenible en tan solo un cuarto de año (Architizer, 2020).

- Reciclaje de agua

Otra increíble hazaña de la ingeniería está en el sistema de reciclaje de agua. Incluso los climas más áridos pueden proporcionar suficiente agua para el uso diario utilizando un sistema de recolección de lluvia. El techo canaliza el agua de lluvia a la cisterna, que la bombea al lavabo y la ducha. Luego, el agua usada se bombea al invernadero y, por lo tanto, se riegan las plantas que limpian el agua bombeándola nuevamente al baño para usarla como inodoro. Una vez que se descarga esta agua, ahora se considera agua negra y se bombea al jardín para proporcionar nutrientes al paisaje no comestible. (Architizer, 2020).

### 3.7.2 Desventajas

Una vez de haber abordado las ventajas de las naves tierra, se listan las diferentes desventajas de este tipo de viviendas:

- Se puede llegar a decir que Las naves terrestres no funcionan como deberían. Ni siquiera aquí en Nuevo México. Cuanto más te alejas de Nuevo México, más problemas tienen. No existe un "modelo global" de NINGÚN tipo de arquitectura. Cualquiera que intente vender esa idea está vendiendo aceite de serpiente (Archinia, 2020).
- No es posible cultivar toda la comida que se requiere (Archinia, 2020).
- A pesar de que a mucha gente le guste pensar que las naves terrestres son "naturales" ese pensamiento no es del todo exacto. Sin embargo, más de la mitad del volumen de materiales utilizados en la construcción es hormigón relacionado con el 10% de los gases de efecto invernadero del mundo y eliminando el oxígeno del aire que respira; esto puede ser un problema real si tiene problemas respiratorios o alergias (Archinia, 2020).
- El coste real de construcción de una Earthship puede llegar a aproximarse al coste real de una casa convencional a no ser que uno pueda realizar todo el diseño y construcción por uno mismo (Archinia, 2020).
- Existe el mito de que se puede construir una nave terrestre por poco dinero y revenderla por mucho dinero. Sin embargo, esto no es del todo cierto ya que un agente inmobiliario estima el tiempo medio de venta en unos 3 años. Del mismo modo, según una investigación realizada por RealAssetsJunkie.com, la pérdida por la venta de una nave terrestre puede llegar a ser de \$ 57.800 (Archinia, 2020).
- El coste medio por hora de un técnico EB/MR puede llegar a ser de 150\$ (Archinia, 2020).



- Los neumáticos pueden llegar a expulsar gases a medida que se van desgastando. Estos gases se acumulan en paredes permitiendo liberar vapores tóxicos haciendo que los habitantes pueden llegar a enferma (Archinia, 2020).
- En un ambiente seco, como Nuevo México, no es físicamente posible recolectar suficiente agua de lluvia. Esto hace que muchos inquilinos tengan que conducir 30 minutos hasta la ciudad en cada sentido para comprar agua (Archinia, 2020).
- Las naves tierra solamente funcionan en algunos tipos de clima. Las naves terrestres tradicionales están hechas de neumáticos de tierra apisonada densamente compactados. Estos materiales funcionan bien en climas cálidos y áridos, como el de Taos, Nuevo México. Sin embargo, es probable que estas casas de tierra fracasen en climas húmedos y lluviosos (Truthsurvival).
- Sus paredes de neumáticos de tierra apisonada no pueden soportar cambios de temperatura intensos. Lo mismo ocurre con factores como la humedad. En lugares más fríos, a veces cuentan con sistemas de calefacción de respaldo. Desafortunadamente, estos sistemas a veces usan combustibles fósiles o madera (Truthsurvival).
- Las Earthships son viviendas de marca y es difícil superar el hecho de que las Earthships se venden como hogares personalizados. Reynolds puede tener maravillosas intenciones para el mundo. Sin embargo, es difícil ver cómo sus viviendas de marca pueden tener un impacto tan grande cuando se venden con ganancias tan elevadas (Truthsurvival).
- Puede que no sean tan verdes como parecen. En primer lugar, vale la pena señalar que la mayoría de los elementos de basura que se utilizan ya forman parte del sistema de reciclaje posconsumo. Muchos de estos artículos presentan riesgos potenciales para la salud a medida que se descomponen (Truthsurvival).
- El moho puede ser un problema. Algunos habitantes de Earthship han informado problemas con el crecimiento de moho y algas dentro de sus viviendas. Estos problemas pueden ser costosos de reparar llegando a causar problemas de salud (Truthsurvival).
- Funcionan mejor en áreas donde el clima se mantiene cálido durante todo el año (Smith, 2017).
- Insuficiencia en el sistema de agua para beber, regar, bañarse y limpiar no es adecuado. Esto incluye el no disponer de suficiente agua potable (Truthsurvival).
- A pesar de todos los rumores de que Earthships es asequible o “gratis”, a menos que no lo construya con sus propias manos y los recursos que usted mismo recolecte, puede convertirse en una casa muy cara de construir (Smith, 2017).
- A pesar de todos los rumores de que Earthships es asequible o “gratis”, a menos que no lo construya con sus propias manos y los recursos que usted mismo recolecte, puede convertirse en una casa muy cara de construir (Smith, 2017).
- Una nave terrestre puede tardar de 2 a 3 años en encontrar su temperatura media (Smith, 2017).
- Vender una nave terrestre puede ser un desafío a menos que encuentre a alguien a quien le guste su estilo y el estilo de vida amigable con la tierra (Smith, 2017).
- A menos que tenga una fuente de calor de respaldo, la nave terrestre puede enfriarse cuando los días son con poco sol (Smith, 2017).



- Una de las mayores desventajas es que la mano de obra necesaria para golpear la tierra en los neumáticos para las paredes es extremadamente intensiva, muy agotadora y requiere mucho tiempo. Además, muchas de las naves terrestres, especialmente los diseños anteriores con vidrio inclinado tienden a sobrecalentarse en climas cálidos. Y pueden tardar uno o dos años de uso antes de que se calienten lo suficiente en la estación fría. Además, a muchas personas no les gusta la idea de vivir en neumáticos usados ... (Greenhomebuilding, 2020).
- Precio: pueden llegar a costar el mismo precio que una casa convencional (Greenhomebuilding, 2020).



## CAPÍTULO IV. LA VIVIENDA EN DETALLE. DISEÑO Y CONSTRUCCION DE UNA ARKIT-LUR

### 4.1 Introducción

La idea de analizar la vivienda en detalle en el País Vasco, haciendo hincapié en la aplicabilidad de este tipo de vivienda en un determinado clima, nace de los análisis realizados en los puntos anteriores sobre los Earthships y la necesidad de apostar por la sostenibilidad en la construcción con el fin de fomentar la reducción del impacto ambiental. Se pretende comprobar las carencias que puede tener este tipo de edificaciones y demostrar su adaptabilidad tanto positiva como negativa a diferentes entornos climáticos. Por tanto, se propone el análisis y estudio de la viabilidad un Earthship en el País Vasco.

A modo recordatorio este tipo de edificaciones son casas que usan paredes de neumáticos reciclados y rellenas con tierra para retener una berma en tres lados de la casa. El acristalamiento en cambio se sitúa en el lado sur en el hemisferio norte, y en el lado norte en el hemisferio sur ya que representa el lado soleado de la casa y así permite que el calor solar ingrese al interior de la casa (cf. Figura 64).



Figura 64. A la izquierda y en el centro, bermas en un dique y entre terraplenes. Bermas (A), Zanja (B), Dique (C), Terraplén (D) (Fuente: Wikipedia). A la derecha modificación de foto (Reynolds, Global Earthship, 2020) explicación en de la aplicación en los Earthship.

De esta forma esta parte del proyecto “*Arkit-lur o Earthship en el País Vasco “¿Utopía o realidad?*” analiza el diseño y la aplicación de las naves terrestres y evalúa la viabilidad de las naves terrestres como lugares de residencia sostenibles y saludables en el País Vasco. Para ello se analizan varios aspectos con el fin de poder estudiar los retos que conlleva este tipo de construcción en esta zona climática. Se comienza realizando un análisis social y económico para proseguir con un análisis del lugar de aplicación en donde se estudian aspectos como, la ubicación y los parámetros físicos del entorno. A continuación, se explica el modelo elegido como ejemplo para poder estudiar los aspectos del diseño que contribuyen a la sostenibilidad como la construcción de la envolvente térmica y su efecto en el confort térmico de los ocupantes, la capacidad del edificio para aprovechar la energía renovable, el sistema de reutilización y abastecimiento de agua entre otros aspectos. Así, se pretende determinar su viabilidad analizando y observando si el diseño satisface la demanda de confort, electricidad y agua, las implicaciones financieras para la construcción y operación de una nave tierra en cada ubicación en comparación con una casa estándar con estructura de madera.

## 4.2 Análisis de los aspectos sociales, económicos y ambientales referentes al desarrollo sostenible de la arquitectura del País Vasco

El efecto socioeconómico, la arquitectura y el medio ambiente siempre deben responder entre sí. Aunque por lógica general las interpretaciones arquitectónicas se derivan de las condiciones socioeconómicas y ambientales, cuando es al revés, no siempre se cumplen creando así desequilibrios en la sociedad de gran preocupación.

Retomando la cuestión analizada anteriormente sobre lo que es la arquitectura, existen diferentes percepciones, por lo que este aspecto depende en parte, de la condición socioeconómica de las personas.

Como definición de base y volviendo a tiempos primitivos, la arquitectura ha sido considerada un espacio que envuelve un entorno habitable, por lo general buscando la habitabilidad en condiciones de confort lo más óptimas posibles para cada situación. Pero, la evolución influenciada por el poder adquisitivo ha creado esa desconexión y esa despreocupación por el medio ambiente. Es cierto que para cada uno el lujo es diferente, por lo tanto, la mayor preocupación no es que las personas busquen el lujo egoístamente, sino que éste sea a favor o en contra del medio ambiente.

Es indiscutible que el respeto hacia el medio ambiente es un factor común a tener en cuenta como sociedad y en consecuencia debe ser respetado en comunidad. Por lo tanto, la respuesta a estos problemas está en la forma de diseñar los edificios.

La realidad es que se plantean dos escenarios:

- Por una parte, en el caso de los edificios públicos, los arquitectos y técnicos especialistas deben responder a través de la expresión arquitectónica a la sociedad y el medio ambiente, con el mayor respeto posible.
- Por otra parte, están las intervenciones arquitectónicas privadas las cuales responden a la elección y el entorno del cliente. De este modo se diseña para cumplir con los requisitos actuales solicitados. Aun así, no se debe diseñar considerando solo una generación presente sino también la generación futura. Por lo tanto, se debe minimizar el uso inadecuado de los recursos y utilizar técnicas sostenibles. No hay nada malo en la rentabilidad de un negocio siempre y cuando no se engañe al consumidor en base a los efectos que dicha edificación posee y se cuiden los aspectos sociales y medioambientales. De esta forma, se genera conciencia social.

En cuanto al desarrollo inmobiliario, depende mucho de los precios del terreno en donde se pretende desarrollar el proyecto. En consecuencia, las diferentes clases económicas de las ciudades y pueblos se dividen en base al precio variable de estos terrenos. Aunque el País Vasco no experimentó el boom del ladrillo como la de otras comunidades. Según datos de elDiario (Azumendi, 2015), el sector pasó de una media de 7.000 viviendas iniciadas a principios de los noventa a más de 14.000 en los siguientes 15 años. Además, los datos indican que, de una revisión de 17.250 viviendas nuevas en 2007, se pasó a las 3.573 levantadas el 2015. La actividad inmobiliaria instaló la creencia



de que era imbatible, pero, si se observa la realidad construcción vasca actualmente muestra un declive. Además, el hecho de haber realizado muchas construcciones supone para los pueblos y ciudades con poco terreno actualmente apenas disponer de espacio libre dentro del área edificable. Junto a esto, existe la problemática de la pandemia actual del Covid-19 ya que sea frenado literalmente un sector que iniciaba la recuperación de la crisis del ladrillo, paralizando la actividad en gran parte. De esta forma, ha sido comprometida la viabilidad de muchas empresas, poniendo en riesgo muchos puestos de trabajo.

Con el fin de salir de este estancamiento actual, ¿puede existir una necesidad de replantearse el diseño arquitectónico del País Vasco? Demostrando la preocupación que existe en España como en otros países de la comunidad europea y del mundo, las distintas modalidades de la construcción sostenible y de las viviendas bioclimáticas adquieren, poco a poco un mayor auge cosa que se extrapola directamente a la comunidad del País Vasco.

Puede que fomentar el desarrollo sostenible a través del uso racional de los recursos naturales, prestando especial atención a las tecnologías de ahorro, el uso eficiente del agua y la producción de energías renovables sean los objetivos que ayuden a impulsar el sector de la construcción en plena crisis.

Es importante tener aspectos de impacto medio ambiental y desarrollo sostenible que incidan en el diseño y edificación en mente para poder avanzar como comunidad y evolucionar de una manera respetuosa con el entorno a su vez que se da un crecimiento económico en el sector.

Javier Cenicacelaya en su trabajo “Arquitectura y urbanismo en el País Vasco entre 1975 y 2005” (Cenicacelaya, 2018) destaca que desde 1975 la arquitectura y el urbanismo del País Vasco han seguido las tendencias internacionales. Remarca también la mejora del medio ambiente construido, los centros históricos y el paisaje. Además, resalta la muy importante repercusión del “Efecto Guggenheim” y el proceso de renovación urbana de Bilbao, con un efecto mundial sin precedentes, también la emergente sensibilidad hacia el desarrollo sostenible.

Cecinacelaya explica como desde el 1975 en la arquitectura existen algunas proposiciones que han demostrado que no conducen a ninguna parte, más allá del efímero espectáculo y a llamar la atención. Con la crisis del petróleo, se ha comenzado a generar una concienciación ecológica sobre el medio generando preocupación por el desarrollo sostenible que no para de aumentar a medida que los problemas medioambientales crecen.

Ante esta situación la preocupación actual debe de ser generar una transición desde la arquitectura glamurosa a una arquitectura totalmente sostenible y respetuosa con el entorno asegurando una calidad de habitabilidad excelente. En otras palabras, no significa que se debe de abandonar la belleza, sino que se deben de tomar en consideración aspectos como, el ahorro energético, los nuevos materiales sostenibles, los sistemas de construcción avanzados, etc. con la finalidad de diseñar modelos urbanos adecuados para el ahorro de los recursos naturales de una forma racional.

Por lo tanto, la expresión arquitectónica puede responder a problemas sociales y ambientales mediante un desarrollo inmobiliario viable. En este marco, el gobierno vasco ha implementado algunas políticas de desarrollo. Posee la Hoja de Ruta para la Edificación Sostenible, ‘Bultzatu 2025’ (EuskoJaurlaritza-Gobierno Vasco), que fija las líneas de actuación del Plan de Edificación Sostenible.

Este Plan tiene por objetivos:

- Establecer una dinámica de Innovación en el ámbito de la Edificación. En el diseño de Bultzatu 2005 y debido a que abarca actuaciones de diferentes áreas, han participado los Departamentos de Vivienda, Industria, Empleo y Asuntos Sociales y Medio Ambiente, junto con otras Instituciones, Agentes Sociales, Económicos y Profesionales
- Alinear las políticas de vivienda, innovación, empleo, energía y medio ambiente con las políticas europeas actuales y futuras, fijando para ello unos compromisos de resultados y una planificación de actuaciones para alcanzarlos, tanto en nueva construcción como en rehabilitación.
- Su horizonte de desarrollo es a medio-largo plazo y se fija unos objetivos a alcanzar en el 2025
- Se pretende alcanzar una reducción del 8,7% del consumo de energía del sector residencial para el 2020 con respecto a la evolución tendencial. (Estrategia Energética Vasca 3E2020)

En resumen, es un plan que pretende atender:

- Las necesidades de vivienda al mínimo coste.
- Una edificación y una vivienda con un papel central en la atención y calidad de vida de mayores y dependientes.
- Hacer frente al cambio climático y los riesgos de la dependencia energética.
- Una importante oportunidad de mercado con capacidad para impulsar la reconversión del sector de la construcción.
- Uno de los principales nichos de empleo.
- Una inversión con importantes retornos fiscales y oportunidades de financiación

Los edificios bien diseñados tienen el poder no solo de hacer sentir bien a los habitantes de estos, sino que, también, poseen la capacidad de hacer reflexionar acerca de la identidad de cada individuo con preguntas como, ¿quiénes somos?, ¿Por qué vivimos en esta edificación?, etc. ayudando así a lograr mejores resultados como comunidad respetuosa con el medio ambiente. Por este motivo es tan importante generar una conexión óptima el diseño arquitectónico y la calidad de vida, ya que es importante que el desarrollo tanto de nueva construcción como de rehabilitación contribuya positivamente a la calidad. Para que el País Vasco sea uno de los mejores países para vivir el gobierno tiene que tomarse estos aspectos muy en serio.

Existen alternativas de construcción como los Earthships que conviven en armonía con el medio ambiente ya que son viviendas que están desconectadas de la red y debido a su diseño no demandan una gran cantidad de energía tanto durante el proceso de construcción como después ya que se caracterizan como estructuras autosuficientes



utilizando la energía proveniente de fuentes como el sol, el viento y el agua para alimentar el hogar.

A la hora de analizar los aspectos ambientales que inciden en el diseño y edificación de este tipo de edificaciones se encuentran dos fundamentales:

- Construcción y diseño

Las naves tierra contienen materiales tanto reciclados como naturales, muchas veces recolectados de vertederos. De esta forma, se convierten en hogares descritos con la etiqueta de emisiones “carbono cero”. Así, la mezcla de llantas viejas con tierra compactada crea un material excepcionalmente fuerte adecuado para paredes exteriores y paredes interiores de carga. Las latas de aluminio pueden ser el material principal utilizado para construir otras paredes interiores. Estas casas utilizan en ocasiones paneles desechados de electrodomésticos en su construcción.

Además de los aspectos del reciclado de materiales, los Earthships también están diseñados para estar en armonía y coexistir con el entorno natural que los rodea. La envolvente térmica de la vivienda ayuda a regular la temperatura del interior aportando un confort térmico excelente para los habitantes minimizando al cero el uso de combustible fósil para calentar la vivienda. Se debe mencionar también, que el diseño del techo permite la recolección de agua de lluvia para desviarla hacia el hogar adaptándola para su consumo mediante un sistema de filtrado.

- Generación de residuos, uso de la energía y uso del agua.

Los Earthships son construcciones autónomas que producen la energía necesaria para su calefacción, refrigeración, generación de agua, calentamiento de agua, alcantarillado, iluminación y electricidad en general, mediante la instalación de módulos de paneles solares y molinos de viento. De esta forma recolectan la energía del sol y del viento ahorrando en cualquier tipo de energía contaminante para el hogar.

Existen otro tipo de acciones respetuosas con el medio ambiente como los módulos de organización de agua que filtran y bombean el agua residual para su posterior expulsión al exterior de la vivienda.

## 4.3 Análisis del lugar

### 4.3.1 Ubicación. El emplazamiento y orientación

Para elegir y planificar un edificio bioclimático como el caso de un earthship, es fundamental la elección del terreno y la adaptación del edificio al mismo. Por este motivo, se deben de tener en cuenta varios aspectos como, el viento, el sol, la topografía, las vistas, la vegetación, el agua, el clima, el abastecimiento, la geología del terreno, si existen o no construcciones adyacentes y la integración del edificio en el entorno entre otros. Estos, son fundamentales para conseguir un edificio en armonía y plenamente respetuoso con el entorno.

Desde este punto de vista del emplazamiento, el proyecto se sitúa en el País Vasco. A causa de las montañas y su efecto, Euskalmet, (Euskalmet, Climatología del País Vasco, 2011) divide el clima en tres áreas diferentes que se observan en la Figura 65.



Figura 65. División del clima del País Vasco (modificada por el autor).

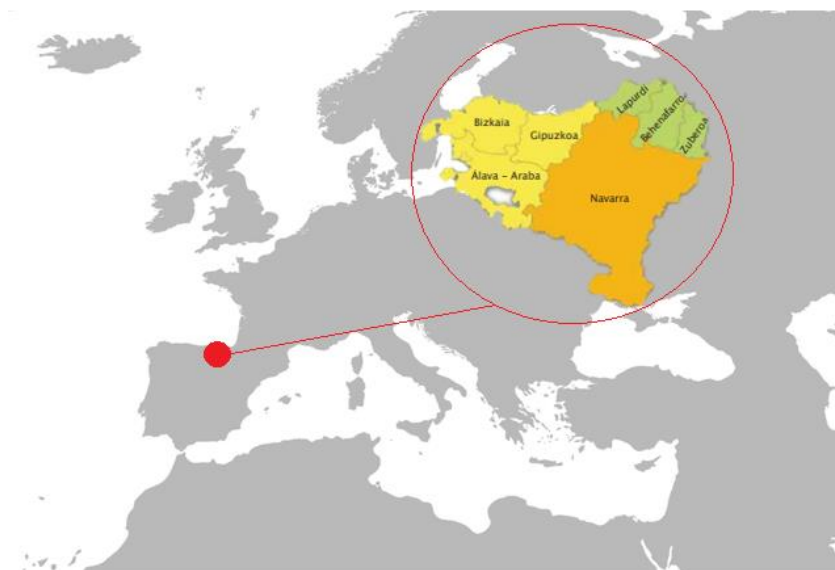


Figura 66. Euskal Herria - País Vasco, BlankMap-Europe modificación propia. (Fuente: Wikipedia) (Vasco, Eusko Jaurlaritz/Gobierno, 2009).

La vertiente atlántica que comprende las provincias de Bizkaia, Gipuzkoa y el norte de Álava se representa al norte con el color amarillo. Presenta un tipo de clima mesotérmico, moderado en cuanto a las temperaturas (T media anual 14°, Máximas puntuales de 40°C), y muy lluvioso (entre 1.200 mm y más de 2.000 mm de precipitación media anual) denominado clima templado húmedo sin estación seca, o clima atlántico debido a la influencia del océano Atlántico.

La zona media en el centro o zona de transición de Euskal Herria representada con el color verde muestra la transición entre el clima oceánico y el clima mediterráneo. Por lo general este clima ocupa gran parte de Álava. En la parte norte, predomina las características del clima subatlántico con menores precipitaciones. En la parte sur, predomina el clima mediterráneo con un clima templado con verano más cálido y algo más seco, y con lluvias anuales moderadas.

El extremo sur, entrando en la depresión del Ebro y Rioja Alavesa posee un clima con verano claramente seco y caluroso del tipo mediterráneo o de interior, aunque con un invierno bastante frío y con escasas precipitaciones (inferiores a los 50 mm). En verano se superan los 22°C en las temperaturas medias de algunos meses y en invierno las bajas temperaturas facilitan las heladas y la creación de nieblas.

#### 4.3.2 Analisis de los parámetros y elementos físicos-climáticos

##### CLIMA

###### Bilbao (Valores climáticos normales aeropuerto)

- Altitud (m): 42
- Latitud y longitud del lugar: Latitud: 43° 17' 53" N - Longitud: 2° 54' 23" O
- Factores climáticos (periodo 1981-2010)
  - Tipo de clima: Clima oceánico templado y húmedo sin estación seca, o clima atlántico (Köppen-Geiger Cfb- marítimo, atlántico o británico)
  - Temperatura máxima media
    - Verano: 25 y 26 ° C
    - Invierno: 6 y 7 ° C
  - Temperatura máxima (mes más cálido): 42 ° C (julio)
  - Temperatura mínima (mes más frío): - 8, 6 (febrero)
  - Precipitaciones: Abundantes. Chubascos y lloviznas muy finas (sirimiri)
    - Días de lluvia 45% del total de los días anuales.
    - Días cielo cubierto 41% del total de los días anuales.
  - Temporada más lluviosa: entre los meses de octubre y abril
    - Mes más lluvioso: Noviembre
  - Nevadas: no son frecuentes.
  - Granizo: 10 días al año (meses de invierno)
  - Estaciones. Las dos estaciones más definidas son el verano y el invierno.
  - Horas de sol
    - Mes más soleado: Julio, 186 horas de sol.
    - Mes menos soleado: Diciembre, 72 horas de sol.

- Humedad. Se mantiene una humedad relativa similar durante todos el año entorno al 68-73 %
  - Mes más húmedo: Noviembre
  - Mes menos húmedo: Marzo

La Tabla 5 presenta los parámetros climáticos promedio de Observatorio del aeropuerto de Bilbao:

Tabla 5. Parámetros climáticos promedio de Observatorio del Aeropuerto de Bilbao (municipio de Lujua) (42 msnm) (Periodo de referencia: 1981-2010, extremas: 1947-2020) (Aemet, 2020).

Mes	Ene.	Feb.	Mar.	Abr.	May.	Jun.	Jul.	Ago.	Sep.	Oct.	Nov.	Dic.	Anual
Temp. máx. abs. (°C)	23.4	26.9	29.8	33.1	36.4	41.2	42.0	41.9	41.7	33.4	27.7	24.6	42.0
Temp. máx. media (°C)	13.4	14.3	16.5	17.6	20.8	23.4	25.4	26.0	24.6	21.4	16.6	13.9	19.5
Temp. media (°C)	9.3	9.7	11.5	12.6	15.7	18.4	20.4	20.9	19.2	16.4	12.4	9.9	14.7
Temp. mín. media (°C)	5.1	5.1	6.4	7.6	10.6	13.4	15.4	15.7	13.8	11.4	8.1	5.9	9.9
Temp. mín. abs. (°C)	-7.6	-8.6	-5.0	-1.2	0.4	3.6	6.6	6.8	3.8	0.6	-6.2	-7.4	-8.6
Precipitación total (mm)	120.0	85.7	89.8	106.7	78.3	59.5	50.5	76.5	73.2	111.1	146.6	121.9	1133.5
Días de precipitaciones (≥ 1 mm)	12.6	10.6	10.5	12.5	10.5	7.2	7.0	7.9	8.3	10.8	12.7	12.3	124.0
Días de nevadas (≥ )	0.7	0.7	0.3	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.1	0.3	2.2
Horas de sol	85	97	132	138	169	181	186	179	160	127	88	78	1610
Humedad relativa (%)	72	69	68	69	69	70	71	72	71	71	73	72	70

- Posición/localización

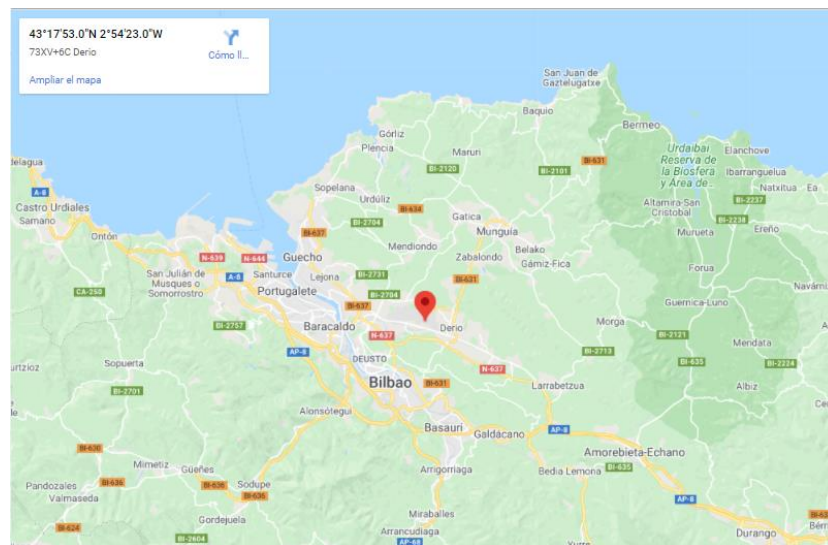


Figura 67. Captura de la ciudad de Bilbao (Fuente: Google Maps).

Vitoria-Gasteiz (Valores climáticos normales. Foronda Txokiza)

- Altitud (m): 513
- Latitud y longitud del lugar: Latitud: 42° 52' 55" N - Longitud: 2° 44' 6" O
- Factores climáticos (periodo 1981-2010)
  - Tipo de clima: transición entre clima oceánico y clima mediterráneo (Köppen-Geiger Cfb- marítimo, Atlántico o británico)
  - Temperatura máxima media
    - Verano: 25 y 26 °C

Oier Juez Uriagereka | 44341503X

“Arkit-lur o Earthship en el País Vasco “¿Utopía o realidad?”





- Invierno: 1 y 2 ° C
- Temperatura máxima (mes más cálido): 40 ° C (julio)
- Temperatura mínima (mes más frío): - 17,8 (enero)
- Precipitaciones: -
  - Días de lluvia - % del total de los días anuales.
  - Días cielo cubierto - % del total de los días anuales.
- Temporada más lluviosa: entre los meses de octubre y abril
  - Mes más lluvioso: Abril
- Nevadas: -
- Granizo: -
- Estaciones. Se establece un microclima de inviernos fríos y húmedos y veranos frescos
- Horas de sol
  - Mes más soleado: Julio, 244 horas de sol.
  - Mes menos soleado: Diciembre, 75 horas de sol.
- Humedad Se mantiene una humedad relativa similar durante todos el año entorno al 70-84 %
  - Mes más húmedo: Diciembre
  - Mes menos húmedo: Junio-Agosto.

La Tabla 6 define los parámetros climáticos del observatorio del aeropuerto de Vitoria:

Tabla 6. Parámetros climáticos promedio de Observatorio del Aeropuerto de Vitoria (513 msnm) (Periodo de referencia: 1981-2010, extremas: 1973-2019) (Aemet, Aemet:servicios climáticos Foronda, 2020).

Mes	Ene.	Feb.	Mar.	Abr.	May.	Jun.	Jul.	Ago.	Sep.	Oct.	Nov.	Dic.	Anual
Temp. máx. abs. (°C)	18.7	22.6	26.6	29.1	33.0	39.7	38.9	40.8	37.2	29.3	22.2	20.3	40.8
Temp. máx. media (°C)	8.7	10.3	13.7	15.4	19.3	23.0	25.7	25.9	23.1	18.3	12.4	9.1	17.1
Temp. media (°C)	4.9	5.7	8.2	9.8	13.3	16.6	19.0	19.2	16.6	12.9	8.2	5.5	11.7
Temp. mín. media (°C)	1.2	1.1	2.7	4.1	7.2	10.2	12.3	12.5	10.1	7.5	4.0	1.9	6.2
Temp. mín. abs. (°C)	-17.8	-15.4	-9.2	-3.8	-2.2	1.0	3.2	0.8	0.2	-2.7	-9.4	-11.5	-17.8
Precipitación total (mm)	75.0	62.7	62.9	72.8	69.8	43.2	37.6	38.7	40.9	70.6	90.9	81.5	742.5
Días de precipitaciones (≥ 1 mm)	10.4	9.5	8.4	11.2	9.2	6.0	4.1	4.6	6.3	9.3	10.5	10.5	99.3
Días de nevadas (≥ )	2.8	3.4	1.6	0.9	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.9	1.7	11.4
Horas de sol	83	108	149	163	196	218	244	226	178	144	92	75	1887
Humedad relativa (%)	83	79	72	72	71	70	70	70	72	77	82	84	75

- Posición/localización

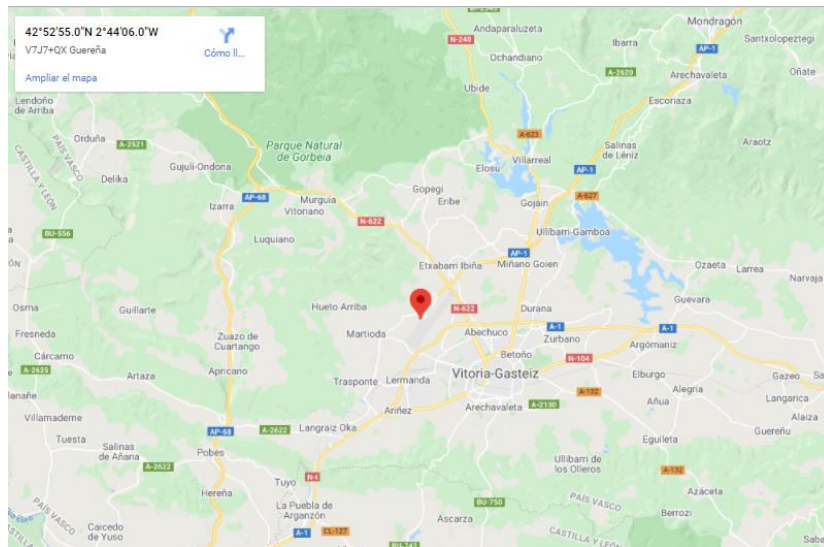


Figura 68. Captura de la ciudad de Vitoria-Gasteiz (Fuente: Google Maps).

*Donostia-San Sebastian (Valores climáticos normales. Igueldo)*

- Altitud (m): 251
- Latitud y longitud del lugar: Latitud: 43° 17' 53" N - Longitud: 2° 54' 23" O
- Factores climáticos (periodo 1981-2010)
  - Tipo de clima: Clima oceánico templado y húmedo sin estación seca, o clima atlántico (Köppen-Geiger Cfb- marítimo, Atlántico o británico)
  - Temperatura máxima media
    - Verano: 22 ° C
    - Invierno: 5,9 ° C
  - Temperatura máxima (mes más cálido): 39 ° C (julio)
  - Temperatura mínima (mes más frío): - 12,1 (febrero)
  - Precipitaciones: -
    - Días de lluvia - % del total de los días anuales.
    - Días cielo cubierto - % del total de los días anuales.
  - Temporada más lluviosa: entre los meses de octubre y abril
    - Mes más lluvioso: Noviembre
  - Nevadas: -
  - Granizo: -
  - Estaciones. -
  - Horas de sol
    - Mes más soleado: Julio, con 196 horas de sol.
    - Mes menos soleado: Diciembre, con 93 hora de sol.
  - Humedad: Se mantiene una humedad relativa similar durante todos el año entorno al 74-83 %
    - Mes más húmedo: Agosto
    - Mes menos húmedo: Febrero, Marzo

La Tabla 7 indica los parámetros climáticos promedio del Observatorio de San Sebastián el cual está situado en Igeldo.

Tabla 7. Parámetros climáticos promedio del Observatorio de San Sebastián (Igeldo) (251 msnm) (Periodo de referencia: 1981-2019) (Aemet, Aemet: servicios climáticos Donostia, 2020).

Mes	Ene.	Feb.	Mar.	Abr.	May.	Jun.	Jul.	Ago.	Sep.	Oct.	Nov.	Dic.	Anual
Temp. máx. abs. (°C)	21.0	25.6	28.0	30.5	33.2	38.0	39.0	38.6	36.3	30.0	25.6	22.0	39.0
Temp. máx. media (°C)	11.0	11.5	13.4	14.5	17.7	20.0	21.8	22.5	21.1	18.5	14.0	11.6	16.5
Temp. media (°C)	8.5	8.7	10.3	11.3	14.4	16.9	18.9	19.5	18.0	15.5	11.3	9.1	13.5
Temp. mín. media (°C)	5.9	5.9	7.2	8.1	11.1	13.8	16.0	16.5	14.8	12.4	8.7	6.6	10.6
Temp. mín. abs. (°C)	-10.0	-12.1	-5.5	-0.4	1.6	6.1	9.4	9.4	8.0	0.8	-3.4	-8.4	-12.1
Precipitación total (mm)	141.4	110.4	113.2	137.8	119.9	90.4	86.4	116.7	111.4	159.3	168.8	151.1	1506.7
Días de precipitaciones (≥ 1 mm)	13.2	11.6	12.4	13.4	12.2	10.6	9.8	10.5	10.1	11.8	13.0	12.4	141.1
Días de nevadas (≥ )	1.3	1.6	0.3	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.2	0.5	4.0
Horas de sol	98	107	144	157	181	189	196	190	179	140	102	93	1816
Humedad relativa (%)	75	74	74	77	78	82	82	83	79	75	76	75	78

- Posición/localización

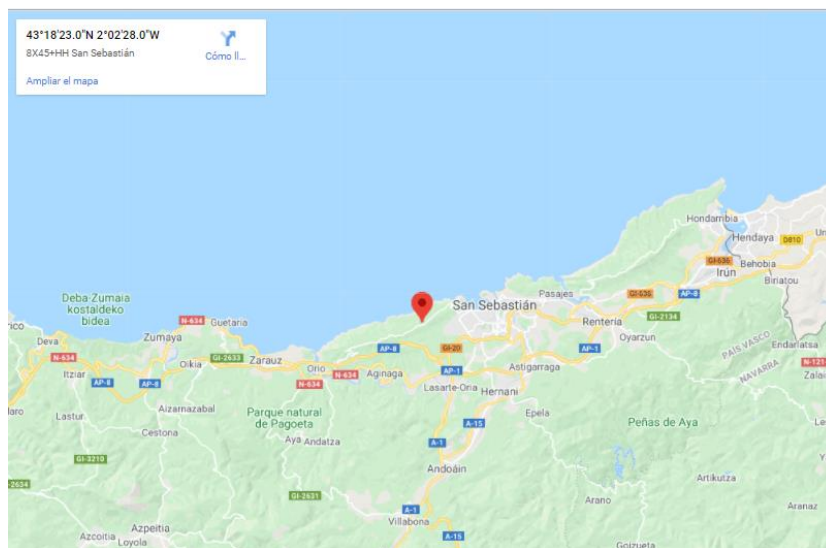


Figura 69. Captura de la ciudad de Donostia-San Sebastian (Fuente: Google Maps).

A continuación, se presentan en la Tabla 8 los parámetros climáticos anuales de las tres ciudades con el fin de calcular la media anual total para posteriores análisis.

Tabla 8. Parámetros climáticos anuales de los observatorios de San Sebastián (Igueldo), Vitoria (513 msnm) y del Aeropuerto de Bilbao (municipio de Lujua) (Periodo de referencia: 1981-2019)

Anual	Bilbao	Vitoria – Gasteiz	Donostia / San Sebastián	Media anual total
<b>Temp. Máx. abs. (°C)</b>	42	40,8	39	40,6
<b>Temp. Máx. media (°C)</b>	19,5	17,1	16,5	17,7
<b>Temp. media (°C)</b>	14,7	11,7	13,5	13,3
<b>Temp. Min. media (°C)</b>	9,9	6,2	10,6	8,9
<b>Temp. Min. abs. (°C)</b>	-8,6	-17,8	-12,1	- 12,83
<b>Precipitación total (mm)</b>	1113,5	742,5	1506,7	1120,9
<b>Días de precipitaciones (<math>\geq 1</math> mm)</b>	124	99,3	141,1	121,46
<b>Días de nevadas (<math>\geq</math>)</b>	2,2	11,4	4	5,87
<b>Horas de sol</b>	1610	1887	1816	1771
<b>Humedad relativa (%)</b>	70	75	78	74,3

## LA RADIACIÓN SOLAR, INSOLACION, ILUMINACIÓN, Y NUBOSIDAD

Para el estudio de la insolación y la radiación solar de un lugar debemos calcular el número medio de horas de sol durante todo el ciclo del año. Este tipo de datos se pueden encontrar en el Atlas climático del País Vasco (Opendata, 2020). El número de horas de sol genera una idea de la cantidad de energía recibida la cual viene definida por (Euskalmet, Análisis de los Elementos Climáticos / Insolación, 2011).

- Latitud. El número de horas de sol es diferente dependiendo de la posición de la Tierra con respecto al Sol ya que la latitud determina las diferencias estacionales y en consecuencia la duración de los días y la forma en la que los rayos inciden en la Tierra. En el País Vasco es de unas 15 horas en el solsticio de verano y de unas 9 horas en el solsticio de invierno.
- El factor climático. Es muy importante comparar mes por mes el número de horas de insolación ya que dependiendo de la nubosidad de la zona esta cantidad varía. Durante la primavera y el verano hay un tercio más de horas de sol en la Rioja/Errioxa que en Bilbao. En el otoño y el invierno las diferencias de insolación son más pequeñas entre la costa y el sur del País Vasco. La nubosidad en Bilbao y San Sebastián/Donostia es parecida para ambas capitales surgiendo diferencias en Vitoria-Gasteiz

- Relieve, pendiente y orientación. Las diferencias de insolación debido a las sombras creados por el terreno durante las primeras y las ultimas horas del día se deben de tener en cuenta especialmente en la zona costera ya que afecta a la vegetación natural y a la actividad agrícola. Un buen aprovechamiento de la insolación es importante en este aspecto.

El mapa de insolación de la Figura 70 muestra la radiación solar en vatios por metro cuadrado. En el País Vasco varía de 150 y 200 W/m<sup>2</sup>.

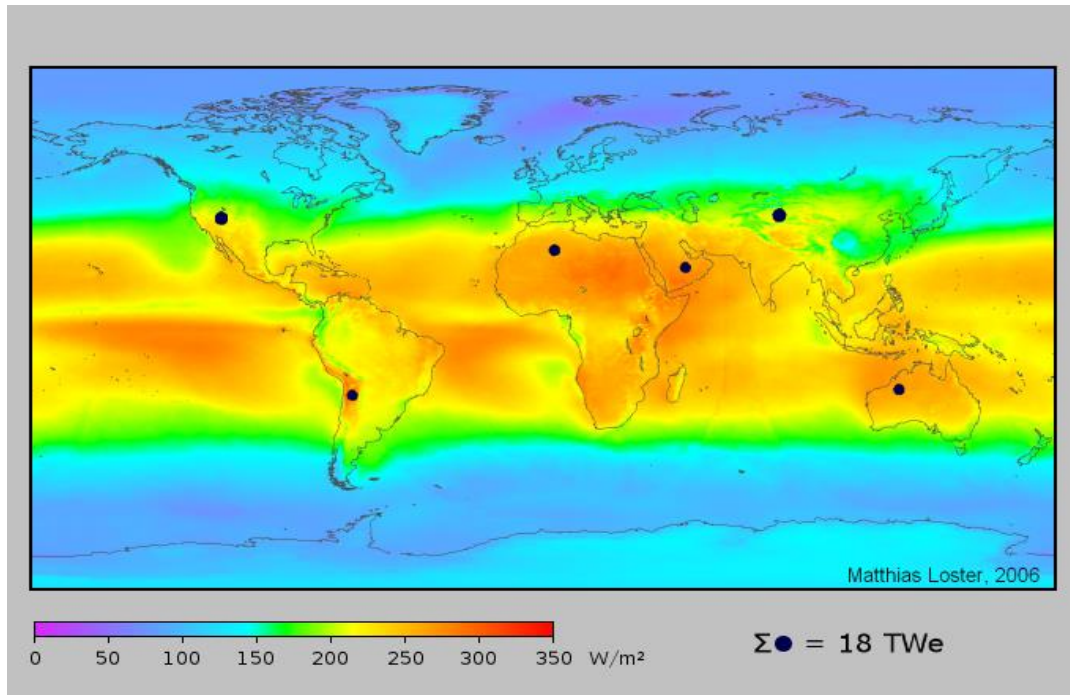


Figura 70. Mapa de radiación solar en vatios por metro cuadrado en el mundo (Smienergias, 2011).

Existen también unos mapas solares proporcionados por el CTE (Código Técnico de Edificación) para conocer la viabilidad de montar una instalación solar.

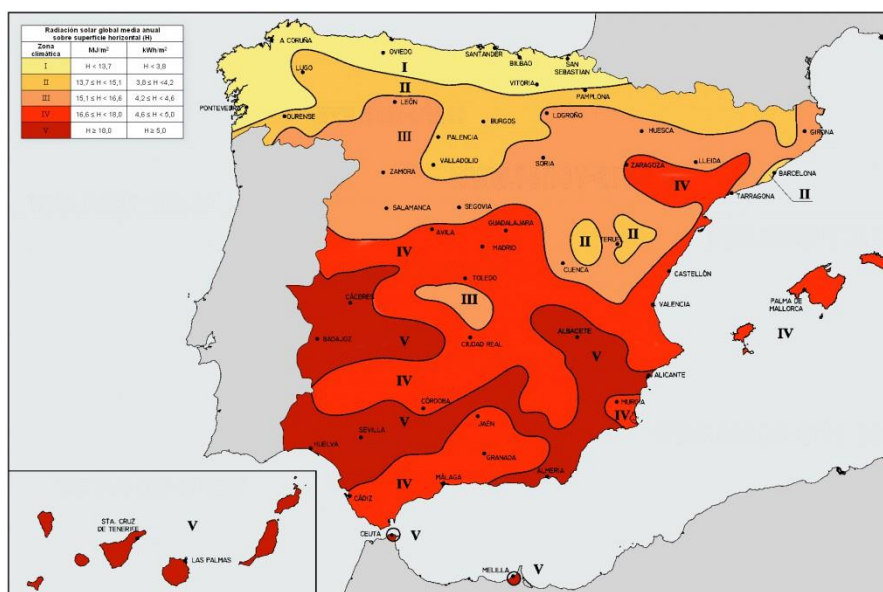


Figura 71. Mapa España radiación solar (CTE) (Efimarket, 2015).

En el mapa de la Figura \_ se observan dos cifras por cada provincia. La cifra superior es el número de kW hora por metro cuadrado y por año. La cifra inferior muestra el número de horas anuales de sol efectivo

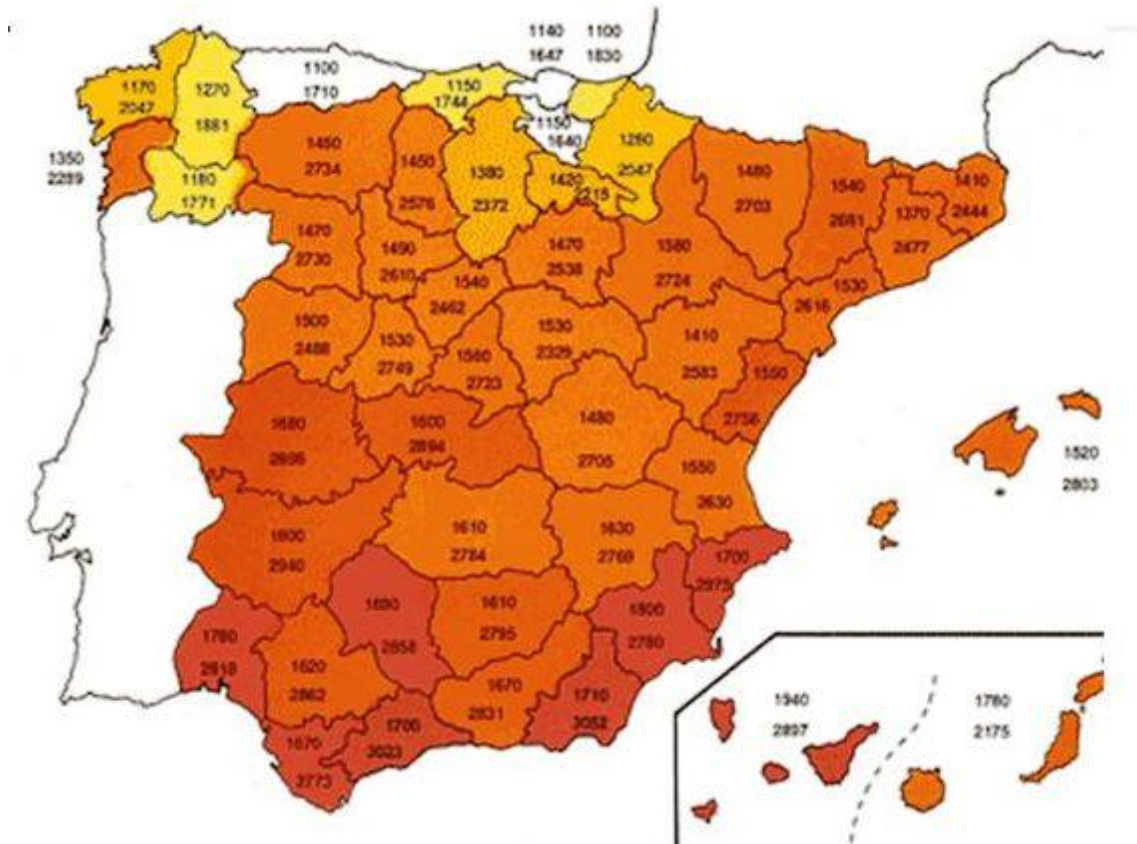


Figura 72. Mapa España radiación solar (CTE) (Efimarket, 2015).

En la Tabla 9 se observa que el CTE clasifica el territorio español en cinco zonas climáticas definidas teniendo en cuenta la radiación solar global media diaria anual sobre superficie horizontal. Además, el CTE también proporciona la clasificación por provincias y localidades perteneciendo así las ciudades de Bilbao, Donostia/San Sebastián y Vitoria-Gasteiz a la zona climática I.

Tabla 9. Zonificación climática (CTE) (Efimarket, 2015)

Alava/Araba	Guipuzcoa/Gipuzkoa	Vizcaya/Bizkaia	Radiación solar media diaria anual
<b>Vitoria-Gasteiz</b>	I	Arrasate o Mondragon Donostia-San Sebastian Eibar Errenteria Irun	I
		Barakaldo Basauri Bilbao Durango Erandio Galdakao Getxo Leioa Portugalete Santurtzi Sestao	I

Zona climática	MJ/m <sup>2</sup>	kWh/m <sup>2</sup>
I	H < 13,7	H < 3,8
II	13,7 ≤ H < 15,1	3,8 ≤ H < 4,2
III	15,1 ≤ H < 16,6	4,2 ≤ H < 4,6
IV	16,6 ≤ H < 18,0	4,6 ≤ H < 5,0
V	H ≥ 18,0	H ≥ 5,0



## EL VIENTO Y LA VENTILACIÓN

El viento define gran parte del clima de una región. Según datos de la agencia vasca de meteorología (Euskalmet, Análisis de los Elementos Climáticos / Viento, 2011) el País Vasco, es recorrida por vientos generales del oeste. Pero a diferencia de los alisios, que soplan de forma bastante regular, los vientos del oeste describen amplios meandros, de tal forma que corrientes de aire del sur o del norte, e incluso contracorrientes del este, pueden afectar temporalmente a regiones de las latitudes medias. En invierno, afecta la circulación del oeste debido a las borrascas y sus frentes nubosos. En otoño y primavera, el tiempo se vuelve cambiante con semanas en las que dominan las corrientes cálidas del sur, seguidas por otras en las que soplan húmedos y frescos vientos del norte. En verano, el flujo general de vientos del oeste se aleja hacia el norte y se debilita. A menudo, debido a que el País Vasco se encuentra en el lado oriental del anticiclón los vientos veraniegos predominantes son del norte y se refuerzan las brisas diurnas. Existen los siguientes tipos de vientos.

- Vientos superficiales. En superficie, los relieves locales y el rozamiento con el terreno tienden generalmente a que la velocidad del viento disminuya y a que su dirección varíe con vientos muy fuertes con velocidades de 50 km/h y una frecuencia del 4%, escaseando los vientos moderados. Los vientos en invierno, tanto del sector norte como del sector sur, son mucho más fuertes que los del verano. Dividendo la rosa del viento estudiada en la asignatura de “Estrategias Pasivas de Arquitectura Bioclimática” en los siguientes sectores:
  - o El viento del norte con 21.4%, (fuerza inferior al del noroeste, 11.4 km/h)
  - o El viento del noroeste con 17.6% (fuerza superior al del norte, 20.4 km/h)
  - o El viento sur es el viento más veloz: 22.1 km/h de velocidad media.
  - o El viento del noroeste es un viento sinóptico, movido por el flujo general, mientras que el viento del norte es frecuentemente debido a las brisas locales.
  - o En el resto de los observatorios considerados la velocidad media anual del viento es bastante menor. Oscila entre los 10 km/h y los 13 km/h. Las direcciones más frecuentes difieren en cada localidad, dependiendo de la topografía de la zona.
  - o En otros casos, en situaciones muy persistentes de viento sur o sudoeste moderado, el cielo permanece despejado con un azul puro y profundo.
- El viento del sur. Muy típico en la vertiendo norte en los meses de octubre y noviembre.
- La galerna. Vientos típicos que afectan especialmente a la costa sudeste del cantábrico y que aparecen repentinamente con ráfagas de fuerza entre 8 y 9 y velocidades entre 60 y 85 km/h. Se debe a temperaturas anómalas entre 23 °C y 30° C matutinas que no provienen de vientos del sur. El cielo suele estar despejado o muy poco nuboso. Puede haber galernas desde Marzo hasta Octubre, pero las más frecuentes se producen en los meses del verano, aproximadamente dos al mes por término medio. La hora suele ser más bien a la tarde, aunque también pueden ocurrir galernas nocturnas.

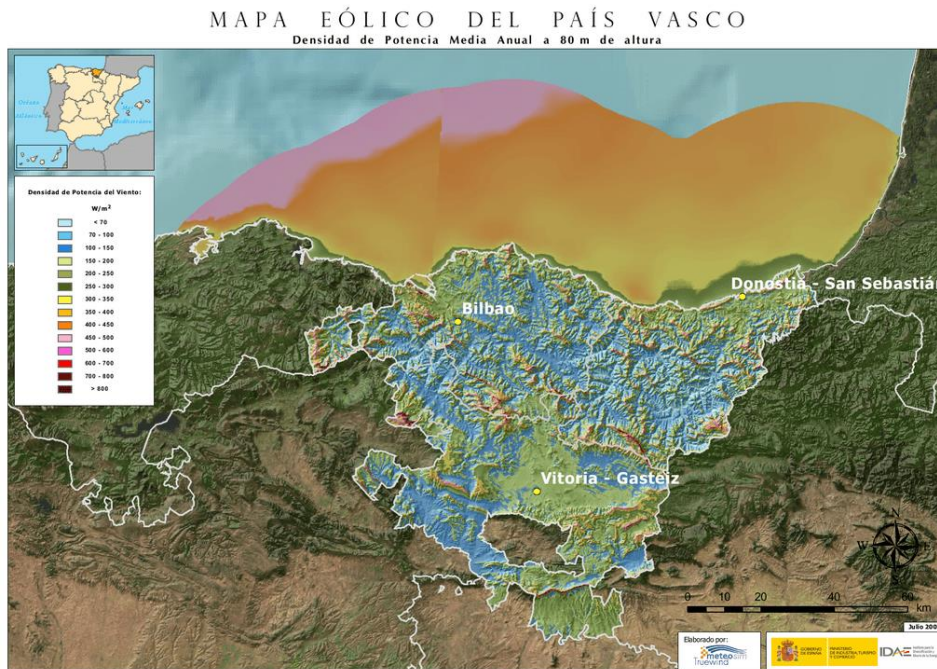


Figura 73. Mapa eólico del País Vasco (Studylib, 2010).

## VEGETACIÓN

El País Vasco, es el punto de unión entre las comunidades vegetales pirenaicas relictas, las formaciones costera y la vegetación semi-esteparia de su extremo sur y en consecuencia es una zona muy rica en vegetación y formación de vegetales. Se sitúa entre dos zonas biogeográficas diferentes. Por una parte, la zona Norte, hasta la divisoria de aguas cantábrico-mediterránea, la región eurosiberiana, típica de la mayor parte de Europa, con bosques de caducifolios como los diversos robledales o hayedos y sus tonos verdes durante la mayor parte del año. En la zona sur, se encuentra la región mediterránea, en la cual son frecuentes los bosques de especies perennifolias o marcescentes como las coscojas, carrascas o pinares, los campos de cultivo de cereales y formaciones esteparias. Entre ellas se sitúan las montañas cantábricas que suponen los límites de distribución de muchas especies, tanto eurosiberianas como mediterráneas.

- Los materiales geológicos más típicos de edad creativa son la piedra caliza, la arenisca y las margas sobre todo en zonas costeras.
- La geomorfología del territorio corresponde en gran medida al aspecto general de la zona norte de la península, una cadena montañosa paralela a la costa, de la que nacen una serie de cadenas perpendiculares de menor altitud que van descendiendo hacia la costa separadas por valles más o menos angostos con ríos activos.

Para la clasificación de las zonas geográficas y la descripción de la vegetación y de la litología se ha seguido la división territorial de la guía de “Vegetación de la comunidad autónoma del País Vasco” (Martinez, 1998) (Loidi, Biurrun, Campos, Garcia-Mijangos, & Herrera) .

Las zonas geográficas más relevantes son:

Oier Juez Uriagereka | 44341503X

“Arkit-lur o Earthship en el País Vasco “¿Utopía o realidad?”



- Franja costera
- Valles atlánticos
- Montañas septentrionales
- Valles subatlánticos
- Montañas y altos valles de transición
- Valles submediterráneo
- Montañas meridionales
- Rioja alavesa

A continuación, se presentan los mapas en las Figura 74 y Figura 75.

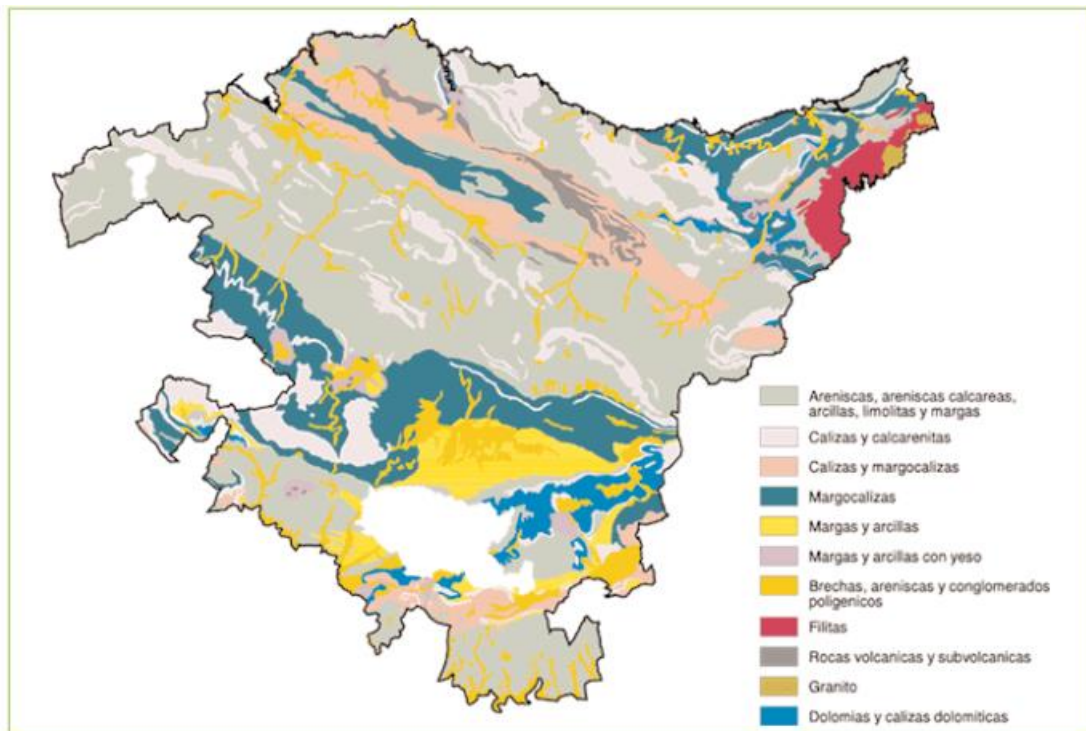


Figura 2. Mapa litológico de la CAPV.

Figura 74. Mapa litológico, pág. 9. La vegetación de la comunidad autónoma del País Vasco (Loidi, Biurrún, Campos, García-Mijangos, & Herrera).

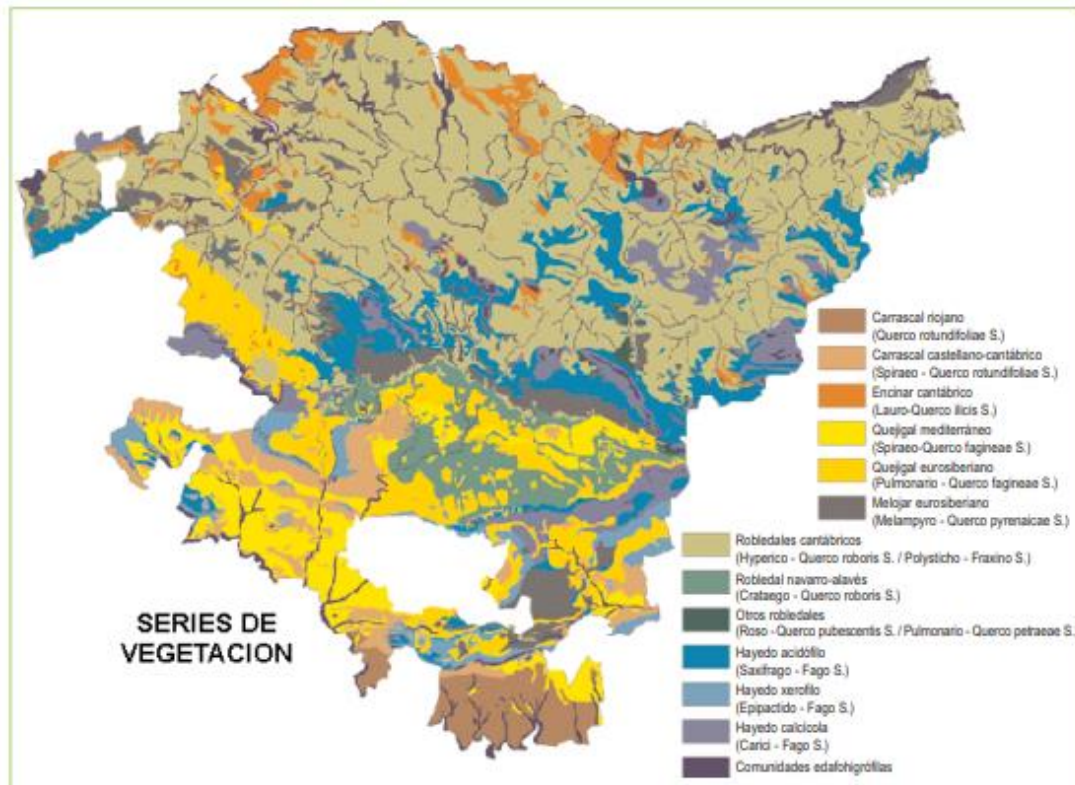


Figura 29. Mapa esquemático de las principales series de vegetación climatófilas de la CAPV.

Figura 75. Mapa esquemático de las principales series de vegetación, pág. 85 La vegetación de la comunidad autónoma del País Vasco (Loidi, Biurrun, Campos, García-Mijangos, & Herrera).

## CONFORT

En la arquitectura bioclimática tomando como ejemplo el cuaderno de formación “Tema 3. Arquitectura Bioclimática (Eadic, Arquitectura bioclimática, 2013)” de “Escuela de Ingeniería y arquitectura de Madrid (Eadic)”, se clasifican los siguientes tipos de confort ambiental que se deben de aplicar y mantener.

- Confort térmico.
- Confort lumínico.
- Confort acústico.
- Confort olfativo.
- Confort psicológico.

## 4.4 Estudio de viabilidad económica de las propuestas

Llegados a este punto se plantea el presupuesto y la viabilidad económica que se debe de tener en cuenta para construir un Earthship, nave tierra o arkit-lur en el País Vasco. Es inevitable cuestionar la comparación entre el costo de una vivienda tradicional frente a la construcción de una casa nave tierra. Se presenta como una cuestión muy interesante ya que todo depende del cómo se construya. En otras palabras, depende del tamaño de la nave tierra, depende si se construye de forma autónoma o mediante una empresa privada, etc.,

Mike Reynolds y su grupo, en defensa de su proyecto han sugerido a menudo que el precio de un Earthship es aproximadamente el mismo que el precio de una casa convencional de tamaño similar ya que se reducen los costos de los materiales de construcción principales al usar productos reciclados. Lo plantean de tal forma que, en una vivienda convencional la inversión inicial es menos elevada, pero durante la vida útil se presentan una variedad de costes como las reparaciones y las facturas en consecuencia de estar conectado a todo tipo de servicios de abastecimiento. En los Earthships en cambio, generalmente el coste económico mayor se produce por adelantado. Cabe destacar que la construcción de la vivienda y la instalación de los servicios del hogar son elevados. Ahora bien, aunque este argumento sea contradictorio, el grupo defiende que los costos se equilibran a la larga ya que una vez que la edificación se encuentra en funcionamiento, desaparecen las facturas de servicios. Así, la capacidad de recolección de agua de lluvia y generación de energía solar fotovoltaica supone un ahorro económico importante.

Es lógico pensar que el fundador de un proyecto defienda el presupuesto de este en comparación con una casa convencional, sin embargo, se debe observar el costo total de propiedad de una nave terrestre y recordar que no es oro todo lo que reluce. Según el análisis que se realiza en torno al libro “Hacking the earthship” de Rachel Preston Prinz (Preston, 2015), en la web sobre el libro (Hacking the earthship, 2020), una construcción realizada en Taos puede rondar los 225 \$ por pie cuadrado, esto es, 2421,8 € por metro cuadrado. En cambio, una casa normal construida en cualquier lugar de los EEUU ronda los 150 \$ por pie cuadrado, esto es 1614,58 € por metro cuadrado. A primera vista, se observa una diferencia notable de 75\$ por pie cuadrado, esto es, 807,3 euros por metro cuadrado.

Estos cálculos numéricos, mínimamente generan una pregunta muy importante, ¿cuánto cuesta realmente construir algo de estas características? Hay muchos factores que afectan al precio de la vivienda, pero según Rasmus (Freedomresidence, 2020) en su análisis sobre el costo real de un Earthship el valor económico puede rondar los 20.000\$ - 1.500.000\$ o 16.897,50 € - 1.267.312,50 € dependiendo de factores como los que se presentan a continuación.



## - Costes laborales

En primer lugar, se observa el factor de los costes laborales. Por una parte, es remarcable el alto costo de la mano de obra ya que están hechas a medida y no con métodos estandarizados ni industrializados. No es lo mismo realizar una construcción simplificada o una construcción mucho más personalizada que se ocupa de patrones y diseños mucho más complejos. Existen factores que ayudan a abaratar este tipo de costos como pueden ser:

- Los patrones estandarizados que facilitan la construcción a los trabajadores. No se debe de olvidar que, aunque existan similitudes entre unos modelos y otros, todo es personalizado para el cliente, factor que contribuye bastante al aumento del costo general del proyecto. Existen muchos elementos que a menudo se hacen a medida para los earthships como los muebles de dormitorio, los armarios y encimeras, los accesorios del baño, las claraboyas, las soluciones para los techos, etc.
- La construcción masiva de casas similares que otorgan planos diseñados para una construcción rápida y eficiente reduciendo los costes laborales. En este punto, los métodos que utiliza Michael Reynolds permite racionalizar los costos ya que las casas construidas a medida y quizá más en el caso de una nave terrestre requieren de un costo adicional debido a la complejidad.

Como es lógico, la construcción de cualquier tipo de proyecto a gran escala requiere de mano de obra especializada y en gran cantidad. En el caso de un proyecto de este tipo, estos requerimientos aumentan gradualmente y pueden llegar a doblarse debido a los métodos utilizados para construirlos. Además, existen tres enfoques clave que encarecen aún más la construcción, los cuales son:

- El uso de material reciclado
- Mantener una construcción respetuosa y sostenible con el medio ambiente
- Ser autosuficiente o tener una vivienda totalmente desconectada de la red.

Por otra parte, el proceso de construcción es menos práctico que los métodos estándar. Existen diversos ejemplos para mostrar que el costo de la mano de obra en general es más elevado que el de una casa estándar. A la hora de construir por ejemplo la pared de una nave terrestre, el tiempo invertido es mayor porque cada llanta debe de colocarse y luego llenarse de tierra compactada. Según Rasmus (Freedomresidence, 2020), algunas personas informan que tarda entre 45 minutos y una hora por neumático, y con varios cientos de neumáticos para una pared, el tiempo se acumula rápidamente.

### - **Requerimiento legislativo: El costo de los permisos y la excavación**

En segundo lugar, se explica la necesidad del cumplimiento de la ley y los costos que esto acarrea. Las naves terrestres son muy diferentes de los métodos constructivos tradicionales utilizados habitualmente para las viviendas que se conocen comúnmente ya que utilizan métodos no estandarizados. Por ello presenta algunos problemas en comparación con los códigos técnicos y permisos de construcción habituales de los gobiernos locales. Se deben de tener varios factores en cuenta que no salen en los CTE como

- Las paredes de las llantas de tierra apisonada pueden no estar en la lista de elementos estructurales aprobados.
- Premios del sistema séptico.
- Aprobaciones de zonificación.
- Estimación del valor del proyecto.
- Permisos de construcción necesarios.

Si bien es cierto que este tipo de construcciones impulsa la autoconstrucción basada en la sostenibilidad y el respeto al medio ambiente, la necesidad de mano de obra cualificada es más que evidente ya que existen leyes y códigos complejos que deben de ser aplicados minuciosamente. Por lo tanto, contratar a un arquitecto o un abogado en el caso de que fuera necesario para asegurarse que sea realmente legal es otro de los factores que puede elevar el presupuesto.

### - **Los costes de los materiales y de las herramientas**

En tercer lugar, se exponen los posibles costos que se deben de tener en cuenta de los materiales y de las herramientas utilizadas para la construcción de la vivienda. Existen acciones fundamentales que se deben de realizar en un proyecto de esta índole que son: nivelar el terreno y recoger suficiente tierra para construir la casa. Por lo tanto, aunque la mayoría de la construcción se realiza a mano por un equipo de personas, existen tareas que requieren de maquinaria pesada y estas suponen costos adicionales de la excavación y de la maquinaria utilizada para realizarla.

Aunque una gran parte del material utilizado es basura reciclada o reutilizada existen elementos de alto costo como

- Las ventanas grandes utilizadas en la fachada debido a sus dimensiones forman y características especiales para soportar la insolación. Por ejemplo, en el caso de necesitar ventanas grandes, de doble panel y del tamaño de una puerta para la parte de la casa con calefacción solar, esto puede generar facturas muy elevadas. Una de las características del Earthship es la necesidad de radiación solar, por este motivo, las ventanas supondrán un coste económico muy importante para tener en cuenta.
- Aunque el material principal son los neumáticos, el vidrio, las latas de aluminio, la tierra y la madera, materiales como el hormigón, que se utilizan en ocasiones para reforzar el muro, sellar de la suciedad y de la humedad



dentro de los neumáticos y para cumplir con los estándares modernos de seguridad y protección estructural pueden llegar a suponer un coste extra.

- Las herramientas utilizadas cuestan dinero y probablemente se necesiten gran cantidad. Son gastos que se van acumulando y que contribuyen a los precios más altos de los Earthships.

#### - **Instalaciones**

En cuarto lugar, los earthships se caracterizan por diferenciarse de prácticas de construcción estándar y por este mismo motivo, las instalaciones también agregan características especiales. Se debe de tener en cuenta la capacidad del Earthship de estar desconectados de las redes de abastecimiento de agua y luz y saneamiento ya que generan que las instalaciones requieran de un trabajo más detallado en comparación con una casa estándar

- El trabajo eléctrico. Aunque un sistema eléctrico desconectado de la red pueda ser instalado en una vivienda común, y teniendo en cuenta que la energía solar es parte del diseño de este tipo de construcciones, es un costo que se debe de tener en cuenta. Gran parte de este costo está relacionado con la inclusión de un sistema solar que requiere de paneles solares, dispositivos de mantenimiento, inversores, paquetes de baterías y controlares de carga, medidores y equipos de mantenimiento, pequeñas reparaciones, etc. Otras complicaciones eléctricas pueden provenir de la comprensión y el diseño especiales que se encuentran en un sistema de baja potencia que generalmente se encuentra en las naves terrestres, como el conocimiento de la mitigación de los drenajes por goteo y las cargas fantasmas.
- Es muy importante también, el diseño de los sistemas de abastecimiento y saneamiento de aguas ya que presentan un desafío importante para el diseño de la vivienda. Factores importantes pueden generar complicaciones como es el tratamiento de las aguas grises y las aguas residuales. Se deben diseñar minuciosamente los sistemas de humedales en los interiores de las casas, los sistemas de tubos que mueven los fluidos, la selección de las bombas que mueven las aguas grises, etc. Teniendo en cuenta que las aguas grises transcurren desde una punta de la casa a la otra como se ha mostrado anteriormente en los diseños de los sistemas se vuelven más complicados que los de una construcción normal.



### - **Clima y medio ambiente local**

En quinto lugar, se estudian los factores climáticos y medio ambientales que afectan al coste de la vivienda. Uno de los principales atractivos a la hora de construir una nave terrestre es la idea errónea de pensar que gran parte de los elementos utilizados para la construcción como los neumáticos, las latas de aluminio o las botellas de vidrio y plástico pueden obtenerse de forma gratuita debido a su caracterización como material reciclado. Se debe de tener en cuenta que, aunque no tengan un costo elevado, probablemente, no sean gratuitos.

Además, existe un factor clave que se debe de tener en cuenta, la geolocalización de la vivienda. No es lo mismo construir en el País Vasco donde el agua abunda, que construir en Alaska donde el almacenamiento solar es un desafío o en ciertas partes de África donde el sol abunda, pero el agua es un desafío. Por lo tanto, en muchos casos se deben de añadir costos extra como las baterías que rondan los 75.000 \$ aproximadamente.

### - **Costos continuos de las naves tierra**

En sexto lugar, una vez realizada la fase de construcción, se analizan los costos que suponen la vida útil de este tipo de construcciones. Las facturas mensuales deberían reducirse drásticamente en consecuencia de estar desconectada de la red y ser autosuficiente. Comenzando con la energía solar y eólica, añadiendo la calefacción y el enfriamiento pasivos junto a los alimentos cultivados en el interior, un Earthship puede ayudar a ahorrar mucho dinero en costos mensuales regulares y así poder ser utilizado en reparaciones costosas como:

- Los problemas presentados por la naturaleza personalizada.
- Reparaciones complicadas de tuberías y electricidad causadas por la forma compleja de la edificación.
- Problemas menores como filtraciones de agua que generan humedad.

Por lo general, el mantenimiento de un Earthship es menos frecuente que el de una casa normal, pero mucho más caro cuando sucede

### - **Financiar y asegurar una nave tierra**

En séptimo y último lugar se estudia las opciones de financiar y asegurar una casa nave tierra.

Por un lado, se encuentran las complicaciones de financiamiento. Teniendo en cuenta que son un tipo de construcción muy diferentes de las casas normales, puede ser difícil convencer a un banco de que te preste dinero para llevar a cabo la construcción. Esto se debe a problemas como las formas novedosas y métodos constructivos no habituales, al ser únicos su venta se vuelve complicada suponiendo pérdidas económicas importantes a la hora de salir al mercado como vivienda de segunda mano, lo que dificulta que un prestamista vea cómo su inversión es segura.

Por otro lado, se encuentran los problemas a la hora de asegurar este tipo de viviendas que se asemejan a los argumentos y razones similares a las anteriores. Una opción interesante como alternativa al financiamiento público es el financiamiento privado ya que como quizás un inversor local que esté interesado en la idea de una nave tierra y se sienta más cómodo con los métodos de construcción ecológicos puede estar interesado.

#### - **El coste social**

La expansión de las ciudades ha producido grandes cambios a la hora de plantearse la vida y decidir la residencia que se desea. Mientras que en grandes ciudades este concepto se aplica para las zonas residenciales de las personas que no tienen más remedio que emigrar en busca de una oferta más económica, existen filosofías sociales que desean alejarse de las metrópolis en busca de otro estilo de vida. En función de las opciones de cada persona se contemplan dos escenarios:

- Residir en las periferias o en el campo.
  - Primera residencia
  - Segunda residencia
- Residir cerca de los núcleos urbanos

A causa de esto, nacen los conjuntos suburbanos de una gran ciudad cuya población laboral se desplaza a diario a su lugar de trabajo según la Real Academia de la lengua Española (RAE) estas áreas son conocidas como las ciudades dormitorio o ciudades satélite.

Las naves tierra están diseñadas para construirse en el campo. Por lo tanto, extrapolando el concepto de ciudad dormitorio a este tipo de edificaciones, posiblemente exista la problemática de la falta de dotaciones urbanas al completo obligando, en cierto modo a encadenarse a otra ciudad cercana para obtener todo lo que no se obtienen en el Eartship autónomamente.

Aunque el concepto de autonomía total utópicamente se presenta como una idea fantástica, la realidad actual es distinta. Se observan problemáticas e inconvenientes que pueden repercutir en gran medida a la hora de decidir llevar este estilo de vida. En primer lugar, se presentan los problemas de carácter edificativo por encontrarse en zonas periféricas por lo general más descuidadas. En segundo lugar, los problemas graves de transporte ya que quizá no dispongan de línea o no estén previstas en el Plan General de Ordenación Urbana vigente. La accesibilidad de la vivienda junto al transporte que se dispone es un concepto que puede resultar muy perjudicial en momentos de necesidad de emergencia como puede ser un incendio, o cuando se necesita acudir al hospital. Por todo ello, este tipo de viviendas acogen la necesidad de disponer de un seguro que cubra gran parte de estas situaciones.

Al fin y al cabo, esto demuestra que los habitantes de las urbe son cada vez más dependientes del transporte, sobre todo del automóvil, porque se necesita además de para acudir al colegio y al trabajo, para cualquier actividad externa.





Si bien es cierto que las casas nave tierra están diseñadas para ser completamente autónomas, ¿hasta qué punto se cumple al 100%? La verdad es que, aunque esté completamente desconectado de la red, siempre puede existir la necesidad de complementarse de alguna forma en base a las necesidades de cada diseño. Puede darse el caso de existir una dificultad real debido a la necesidad de desarrollo urbano en el entorno de las edificaciones como por ejemplo la falta de colegios y sus consecuentes problemas de escolarización que exigen transporte privado, falta de bares, farmacias de guardia y calles iluminadas, etc. Por lo tanto, la problemática de la falta de infraestructura de abastecimiento de agua, electricidad o cualquier otro servicio, es un hándicap que se debe tener en cuenta.

En resumen, el concepto de casa autónoma significa no basarse en servicios públicos municipales de abastecimiento de agua, alcantarillado, gas natural, red de energía eléctrica o similares. Entonces supone que una verdadera edificación de este tipo puede ser totalmente independiente, pero ¿qué sucede entonces con todas las necesidades externas? ¿qué sentido tiene hacer una casa autónoma como diseño de edificación sostenible que lucha para ayudar el cambio climático si somos dependientes de servicios privados como el coche para todo?

Los costes de todo esto y la huella ecológica son sin duda alguna, un concepto a estudiar pausadamente, ya que, en vez de estar luchando para promover la sostenibilidad, existen ciertos aspectos que mínimamente generan reflexionar ya que simula estar en contra de ésta luchando.

## 4.5 ¿Están las leyes preparadas para las nave tierra?

En pocas palabras, vivir fuera de la red significa llevar un estilo de vida en un hogar que prescinde del abastecimiento de agua municipal, alcantarillado, gas y electricidad. Actualmente la opción de considerar vivir desconectado de las redes es un tema que despierta el interés social, pero ¿por dónde se debe empezar si se desea construir un edificio desconectado de la red como un Earthship? En una primera reflexión rápida, teniendo en cuenta todas las leyes, obligaciones, costumbres y usos que se deben de tener en cuenta, puede resultar un proyecto utópico con una aplicabilidad complicada ya que es difícil cumplir todos los requisitos necesarios.

Saber por dónde empezar y qué preguntas hacer puede ser una tarea complicada. Construir una casa en el País Vasco puede implicar a varios profesionales como, promotores, las instituciones y especialistas de varios sectores. Se deben de tener varios conceptos básicos claros sobre como iniciar el proceso que se enlistan a continuación, sobre todo para saber qué es lo que se puede llevar a cabo y que es lo que no se puede llevar a cabo.

- El emplazamiento del proyecto

El primer paso cuando está considerando una nueva construcción es investigar un poco para encontrar una propiedad y comprender todas las reglas y restricciones legales asociadas. En este apartado herramientas utilizadas en la asignatura SIG BIM Y TARGET, pueden resultar útiles permitiendo obtener información a considerar para la construcción como las dimensiones del área, la zonificación, descubrir si la zona es inundable, las características topográficas, los servicios públicos de la zona (agua, alcantarillado, electricidad), etc. Para ello, las ciudades disponen de un visor SIG (sistema de información geográfica) que proporciona una gran cantidad de información. El País Vasco, presenta su información geográfica dentro de la infraestructura de datos espaciales (IDE) de Euskadi (GeoEuskadi, 2020). Esta IDE se compone de un conjunto de datos, herramientas y servicios que pretenden facilitar el acceso y consumo de la información geográfica de la Comunidad Autónoma del País Vasco (EuskoJaurlaritza-GobiernoVasco)

- El papel del arquitecto o diseñador

Si tener una casa más sostenible es importante para alguien que considera un diseño de este tipo, todo se reduce a un diseño y una construcción de calidad. Para ello es más que necesaria la experiencia en esta área ya que puede marcar la diferencia entre un proyecto exitoso y un proyecto nefasto. Por lo tanto, en el segundo paso, se explica la importancia de tener esos conocimientos adquiridos para poder llevar a cabo el proyecto y para ello existen dos opciones:

- o Mano de obra profesional. Cuando se pretende construir una casa, existe la opción de cometer errores que no solo acaben con el deseo de poseer esa casa, sino que puede pasar algo peor, que se acabe el presupuesto ya que un error puede ser muy caro. Por todo ello es



recomendable involucrar a un profesional que sea capaz de asesorar como construir un Earthship de una forma correcta.

- Escuela academia de Michael Reynolds. La otra opción es adquirir dicha experiencia en la escuela que dirige Reynolds aprendiendo de los equipos expertos en Earthships aprendiendo nuevas habilidades que pueden otorgar los conocimientos para saber cómo construir y promover este tipo de edificios sostenibles.

Teniendo bien claros todos los aspectos anteriores, según las leyes del País Vasco, se explica a continuación lo que legalmente está permitido. Ya que hay varias leyes y códigos que se deben tener en cuenta para construir una casa de este tipo.

- RDL 10/2020 de 22 de mayo Texto Refundido de la Ley del Suelo.
- RDL 01/2020 de 23 de enero Texto Refundido de la Ley del Suelo (País Vasco).
- Ley 38/1999, de 5 de noviembre, de Ordenación de la Edificación.
- Ley 4/1990, de 31 de mayo, de Ordenación del Territorio del País Vasco.
- Ley 2/2006, de 30 de junio, de Suelo y Urbanismo del País Vasco.
- Decreto 46/2020, de 24 de marzo, de regulación de los procedimientos de aprobación de los planes de ordenación del territorio y de los instrumentos de ordenación urbanística.
- Normativa sectorial de aplicación en los trabajos de edificación.
- Real Decreto 732/2019 de 20 de diciembre, Código Técnico de la Edificación.

## 4.6 Problemática que plantean las naves tierra en el País Vasco. Viabilidad de las naves tierra ¿de verdad sí o no?

A la hora de analizar la problemática que plantean las naves tierra en el País Vasco hay que tener en cuenta aspectos del territorio como, aspectos sociales y económicos, análisis del lugar en donde se tiene en cuenta la ubicación y el emplazamiento, análisis de los parámetros físicos como el clima, la vegetación, el confort, la iluminación y el soleamiento.

Cualquier edificio sostenible diseñado de una forma correcta como puede ser el caso de un Earthship ayuda a lograr un estilo de vida más respetuoso con la naturaleza y más confortable en comparación con los estilos que se ha ofrecido hasta hoy día. ¿Pero, hasta qué punto no deja de ser esto un ideal? En este apartado se pretende desmentir las creencias o suposiciones “erróneas” y las problemáticas que plantean las naves tierra en el País Vasco.

Antes de todo, los Earthship es un sistema de construcción basado en creencias y suposiciones que se transmiten por medio de Michael Reynolds y el grupo de trabajo de la marca Earthship Biotecture. En este punto se debe de analizar desde dos puntos de vista. Por un lado, como marca, es más que normal que quieran expandir y compartir sus creencias a todo el mundo, pero, por otro lado, para no caer en la “trampa” de la utopía, es más que importante analizar todo a fondo con el fin de debatir la realidad de las casas nave tierra. En resumen, se debe de debatir esta realidad:

*¿Teniendo en cuenta cómo funcionan las naves terrestres, los edificios hacen lo que aspiran y los ideales que están inspirados para hacer realidad?*

A continuación, se desglosa tema por tema cada parte importante de análisis:

### - **Primer factor de análisis: El tema económico**

Existe la creencia de que teniendo en cuenta la vida útil total del edificio más la construcción de este en comparación con un hogar convencional no sostenible, las casas naves tierra resultan más económicas. A lo largo del trabajo se ha observado como Reynolds propone las naves tierra como una vivienda a un precio asequible y al alcance de cualquiera. ¿Pero, respaldan esta creencia los datos en comparación con los precios de la vivienda en el País Vasco?

En la Figura 78 se observa como el precio por metro cuadrado de la vivienda en el País Vasco se sitúa en el rango de los 2500 €/m<sup>2</sup> – 3000 €/m<sup>2</sup> con una tendencia ligeramente creciente durante el periodo 2015-2020.

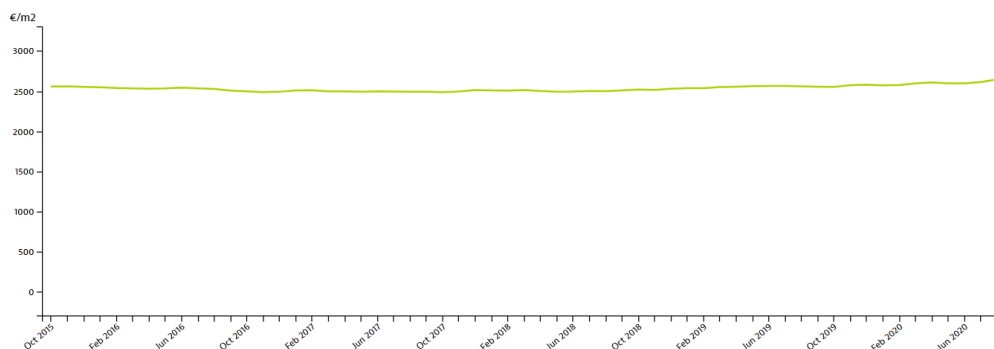


Figura 76. Evolucion del precio de la vivienda en Euskadi (octubre 2015- junio 2020) (Idealista, 2020).

En EEUU los precios de compra por metro cuadrado de la vivienda se sitúan entre 2100 \$ y 3100 \$ depende si la vivienda se encuentra en el centro de la ciudad o en las afueras.

Producto	Dólar (\$)	Euro (€)
Comprar vivienda en las afueras de la ciudad (precio por m2)	2100,00\$	1757,84€
Comprar vivienda en el centro de la ciudad (precio por m2)	3100,00\$	2594,90€
Vivienda (3 habitaciones) en las afueras	1700,00\$	1423,01€
Vivienda (3 habitaciones) en centro de la ciudad	2200,00\$	1841,54€
Apartamento (1 dormitorio) en las afueras	1100,00\$	920,77€
Apartamento (1 dormitorio) en el centro de la ciudad	1400,00\$	1171,89€

Figura 77. Precios de compra de vivienda en Estados Unidos (Preciosmundi)

La escritora Rachel Preston Prinz en su libro de análisis de este tipo de edificaciones “Hacking the earthship” (Preston, 2015) (Hacking the earthship, 2020) menciona que el costo por metro cuadrado de una casa nave tierra ronda los 2421,8 €/m<sup>2</sup>. En efecto, cabe destacar que el costo de una nave tierra normalmente se calcula para una nave tierra básica. Estos costes pueden llegar a agravarse teniendo en cuenta los siguientes aspectos:

- Espacio: Debido a cómo están constituidas las naves tierra requieren de grandes espacios de terreno. Para combatir esto, muchos han cometido el error de comprar terrenos baratos para su construcción. Sin embargo, cabe mencionar que la tierra barata no suele ser ideal para el asentamiento.
- Los planos y permisos
- Excavación
- Herramientas



- El hormigón contrario a la creencia popular constituye la mayoría de los materiales utilizados en el edificio.
- Entramado de madera y vigas, techado.
- Tubos de enfriamiento, aislamiento y envoltura térmica.
- Cisternas, acabados interiores, acristalamientos para dos paredes de ventanas, persianas, puertas de vidrio, electrodomésticos y los sistemas, fabricados a medida y con un costo más alto.
- Costes extra como el tiempo empleado, conducción, kilometraje y mantenimiento y aseguración de los voluntarios.
- Viajes diarios para comprar todos los extras durante la obra.
- Agua extra utilizada durante la obra junto con los costos del combustible para la obra. En esta línea, hay que considerar también el respaldo de suministro de agua y fuente de alimentación
- Reparaciones anuales de revoque de tierra, limpieza de fosas sépticas, reemplazo de baterías fotovoltaicas (cada 15 años) reemplazo de paneles cada 25 años, etc.
- Los costes pueden incrementarse si la nave tierra no es hecha por uno mismo. Es decir, la contratación de mano de obra extra puede incrementar los gastos de manera reseñable.

En definitiva, la diferencia de precio entre una casa convencional y una nave tierra no es tan grande pudiendo ser incluso más alto el presupuesto de la construcción sostenible. Además, el esfuerzo que conlleva la construcción de una nave tierra es algo que no debe dejarse pasar por alto. A pesar de que Reynolds no lo tenga en cuenta en su análisis, este tipo de estructuras son muy laboriosas y requieren de mano de obra cualificada en el mundo de la autoconstrucción. La buena noticia es que, al liderar por un diseño más sostenible y natural, se mejoran las posibilidades de que otros usen lo que se comprueba que funciona.

- **Segundo factor de análisis: los materiales reciclados y naturales de construcción**

Las naves tierras son conocidas por ser casas construidas al 45% por materiales reciclables. Eso significa que el 45% de los materiales utilizados se elimina de la corriente de reciclaje. Además, el 58% de lo que constituye el Earthship es material virgen, que debe ser cosechado, extraído, fabricado, y / o transportado al sitio. Este tipo de edificios se realizan con materiales naturales como la berma, los yesos, los armazones y las vigas. Sin embargo, no todos los materiales de los cuales se constituye un Earthship provienen de un origen natural. En concreto, las instalaciones, entre las cuales se encuentran las tuberías, la plomería, y las ventanas, pueden llegar al doble de los materiales utilizados en una casa tradicional.



- **Tercer factor de análisis: el tiempo empleado y el método “fácil” de construcción**

Las naves terrestres requieren cantidades extraordinarias de tiempo, paciencia y autoeducación. Si bien las naves tierra parecen fáciles de construir, la mano de obra técnica cualificada es fundamental para un proyecto exitoso ya que no existe ninguna promesa de producir un resultado bien construido. Es sencillo de comprender ya que, las personas que nunca han construido nada no sabrán cual es la forma correcta de realizar las cosas. De todas formas, es difícil encontrar un experto en construcción de naves terrestres en el País Vasco que pueda satisfacer las necesidades y que además no resulte costoso.

Además, la leyenda dice que una nave terrestre se puede construir en unas pocas semanas, pero la realidad es que esa no parece ser la experiencia de la mayoría de la gente. Aunque la mayoría de las veces, los proyectos dirigidos por constructores necesitan de unas pocas semanas a meses, cuando se elige la autoconstrucción, una nave terrestre puede tardar fácilmente años en construirse.

- **Cuarto factor de análisis: la venta y el abandono de las viviendas**

Como cuarto factor cabe destacar el fenómeno del abandono de las naves tierra. Se conoce que más de un tercio de las personas que empiezan a construir este tipo de edificaciones dejan la construcción a mitad de camino. Además, al ser una construcción tan peculiar y personal, lo más probable es que la venta suponga pérdidas.

- **Quinto factor de análisis: El funcionamiento**

A pesar de que el fundador del concepto de las naves tierra defiende que funcionan igual de bien en cualquier parte del mundo y clima, esto no es del todo cierto. La realidad es que no todos los edificios y tipos de Arquitectura son igual de eficientes en cualquier parte del planeta.

- **Sexto factor de análisis: se genera una comunidad impresionante**

No siempre los que deciden construir con esta metodología son idealistas y tal vez solo se interesan por las modas y no tanto por los ideales, pero, aun así, es una actitud que impulsa al cambio. En el caso del País Vasco, aunque existen profesionales que se dedican al sector, no existe ninguna comunidad de Earthships comúnmente conocida.

- **Séptimo factor de análisis: proporciona lo necesario para sobrevivir**

El invernadero Earthship no solamente está diseñado para proporcionar un espacio para recolectar el calor natural y la luz del sol. También está destinado a ser utilizado como invernadero para cultivar su propia comida. En la actualidad, no existen muchos casos que puedan corroborar este aspecto.



- **Octavo factor de análisis: el confort térmico**

Aunque sea una casa autónoma, el usuario, en ocasiones debe pagar durante la vida útil de su hogar aspectos como calefacción de respaldo, paneles solares, controles de humidificación y refrigeración, etc. Además, los Earthships. Además, puede darse el caso de que se necesite respaldo por la climatología del País Vasco.

- **Noveno factor de análisis: el diseño personalizado**

No todo el mundo quiere o puede pagar por el diseño personalizado de una casa nave tierra en el País Vasco. Para ofrecer una alternativa más asequible, los diseñadores de Earthship Biotecture ponen a la venta planes estándar. Por una parte, la facilidad de los planos existe, pero no la mano de obra ni la cualificación técnica.

- **Decimo factor de análisis: construirlo por personas que están dispuestas a pagar**

Pedirle a la gente que invierta en tu vivienda puede ser una forma común de intentar recaudar dinero y alimentar y albergar a los voluntarios. La realidad es que es complicado encontrar voluntarios, y costear la manutención que conllevan.





## CAPÍTULO V. CONCLUSIONES Y LIMITACIONES DE LA INVESTIGACIÓN

Desde un punto de vista objetivo, las personas logran obtener confort cuando satisfacen las necesidades básicas de comida, agua, y hábitat en condiciones de calidad favorables. En consecuencia, de esta perspectiva nace la necesidad de la edificación sostenible.

Las naves tierra o Earthships han evolucionado con diferentes tipos de diseño que pueden coexistir en armonía con el medio ambiente. No es un concepto nuevo ya que detrás de la teoría de este tipo de edificaciones hay cantidad de investigación. ¿Pero, hasta qué punto son aplicables en todos los lugares del mundo? ¿hasta qué punto son aplicables en el País Vasco? Aunque en la literatura se encuentran numerosos análisis en diferentes partes del mundo, la aplicabilidad de este tipo de edificaciones en España y concretamente en el País Vasco, necesita ser investigada en más detalle. Por ese motivo, a lo largo de este trabajo se ha tratado de mostrar una evaluación del resultado constatable del modelo de edificación sostenible que representa las naves tierra además de proponer un estudio de análisis futuro en los anexos para estudiar la viabilidad total en base a su legitimidad. Se ha centrado dicha evaluación en el ámbito territorial de la Comunidad Autónoma del País Vasco, aunque el panorama puede ser extrapolable a buena parte del estado español realizando algunas adaptaciones climáticas.

Reynolds se establece como el cerebro número uno fundado de Earthship Bioteecture detrás del concepto de Earthships. Su visión ha implicado redefinir la Arquitectura para construir viviendas desconectadas de la red, que no necesitan energía o que necesitan muy poca energía, tanto durante el proceso de construcción como después. Esto significa que utilizan fuentes de energía renovables como el sol, el viento y el agua para alimentar el hogar, además de producir su propia comida.

Se propone este Trabajo de Fin de Máster con el fin de analizar las realidades actuales de este tipo de edificaciones en el mercado. Además, se incluye una propuesta de caso de estudio de una nave tierra en la localidad de Ermua, País Vasco. Para ello se realiza el esquema de una memoria técnica y descriptiva las cuales pueden elaborarse en mas detalle en futuras líneas de estudio.

Tras el estudio de la funcionalidad de los Earthships y su aplicación en el clima del País Vasco, se observa como estos tienen ciertas carencias que se podrían resolver, tratando así también de minimizar el efecto sobre el medio ambiente.

Reynolds plantea que la calidad de vida de sus habitantes se refleja en un estado de bienestar interesante ya que, según sus palabras, viven fuera de la red, sin facturas, cultivando sus propios alimentos y viviendo en armonía consigo mismos y con la naturaleza. Se concluye en este apartado que la realidad queda lejos de ser así ya que el diseño además de los pros también dispone de varias contraindicaciones y carencias que no se deben pasar por alto. Por lo tanto, este proyecto demuestra que el concepto Earthship es un modelo de construcción sostenible con una proyección de análisis futura muy interesante, para analizar la viabilidad como ejemplo de calidad de vida sostenible y su incidencia tanto positiva como negativa.

Oier Juez Uriagereka | 44341503X

*“Arkit-lur o Earthship en el País Vasco “¿Utopía o realidad?”*



Como puntos para tener en cuenta se presentan, el precio de la vivienda que acaba siendo muy elevado, el alto precio del terreno que se desea adquirir, el consumo de la energía y recursos que se necesita para su construcción. Además, en algunos casos de la literatura analizada la calidad de vida ofrecido a los habitantes no parece ser el descrito por Reynolds, creando grandes debates acerca de la viabilidad real de este tipo de edificaciones.

Los avances sociales han supuesto grandes cambios en la sociedad empezando por el papel, pasando por las máquinas de vapor, la electricidad y llegando por ejemplo a la revolución actual del internet. Esto demuestra que las progresiones abren pasos muy grandes como por ejemplo a nuevos materiales constructivos innovadores y a los sistemas constructivos avanzados. Por lo tanto, se concluye que esto demuestra la necesidad de ampliar el enfoque de análisis y estudio de las viviendas en el ámbito de la edificación sostenible y de esta forma no solo mejorar el efecto en los seres humanos, sino que también reducir el impacto ambiental y también fomentar la economía circular con la mayor aplicabilidad posible.

La innovación es el fundamento principal para conseguir un cambio y la mejora supone entonces un proceso constante de evolución. Este tipo de tecnología constructiva continúa creciendo y expandiéndose y aunque se puede estar o no de acuerdo con la filosofía del concepto Earthship, es un gran paso para comenzar a encontrar una calidad de vida sostenible.

Después de todo lo expuesto a lo largo del trabajo queda claro que algunos aspectos del concepto de las naves tierra de Reynolds no han surgido como alternativas prácticas a las viviendas convencionales. Teniendo en cuenta que para ser considerada como una edificación sostenible debe brindar a los usuarios de las mismas confort de habitabilidad, en este estudio se desea destacar que la idea principal lo largo del trabajo es hacer un análisis de la literatura existente y abrir puertas a un proyecto real en el País Vasco. Se pretende crear un sistema que apueste por cuidar el medio ambiente, que sea innovador y utilizar material reciclado y proveniente de la naturaleza como base principal cumpliendo tanto el CTE como todas las leyes.

## CAPÍTULO VI. FUTURAS LÍNEAS DE TRABAJO: REFERENTES

De las conclusiones arriba expuestas se desprenden claramente tres importantes futuras líneas de trabajo y de investigación que no solo resultan interesantes a nivel del País Vasco, sino que también a nivel español, europeo y mundial. Para ello, se pretende realzar la inclusión de estos proyectos en marcos de investigación, innovación y desarrollo de tal forma que, como medidas para optimizar y mejorar este tipo de proyectos, se sugieren:

- **Primera línea de estudio:** las naves terrestres de múltiples biorregiones. *The multi bio región Earthships* (Permaculturenews, 2014)

Se presenta esta línea de trabajo con el fin de estudiar la adaptabilidad real de los Earthship en cualquier lugar de la tierra para cualquier zona climática.



Figura 78. *La nave tierra de multiple regiones* (Permaculturenews, 2014).

- **Segunda línea de estudio:** Las naves tierras urbanas. Los Earthships en las ciudades

En la segunda línea de trabajo se pretende estudiar la adaptación de las casas naves tierra a las ciudades. En la Figura 79 se observa un ejemplo de adaptación de un earthship en la ciudad para la construcción de una vivienda pasiva. El futuro, conseguir que las casas pasivas se conviertan en el estándar de edificios para las grandes ciudades.

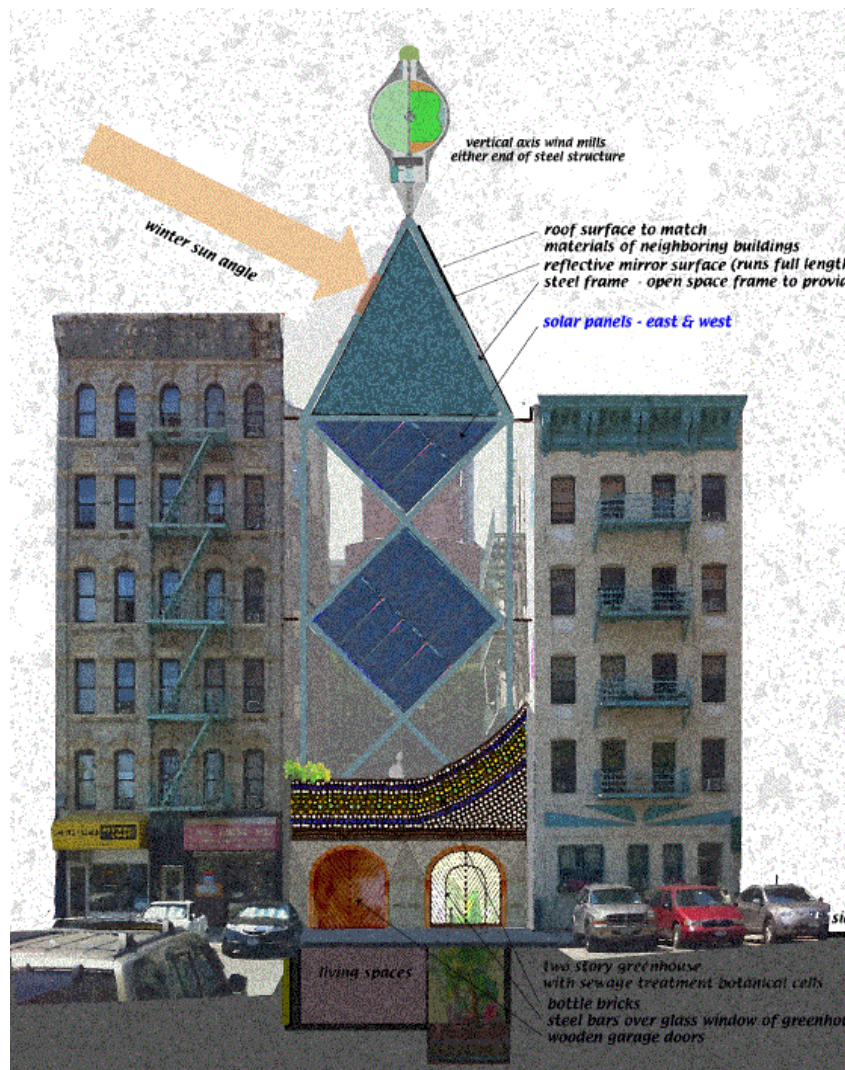


Figura 79. Edificio Earthship Eco Brooklyn involucrado en Lower East Side de Manhattan (Brooks-Church, 2011).

- **Tercera línea de estudio:** los Earthship en comunidad.

Tomando como concepto principal la crisis mundial de refugiados y refugiadas, la idea de encontrar una solución para proporcionar vivienda a todos y todas mediante la planificación de prototipos de vivienda como los que se observan en la Figura 80 con el fin de construir una ciudad digna resulta una interesante.

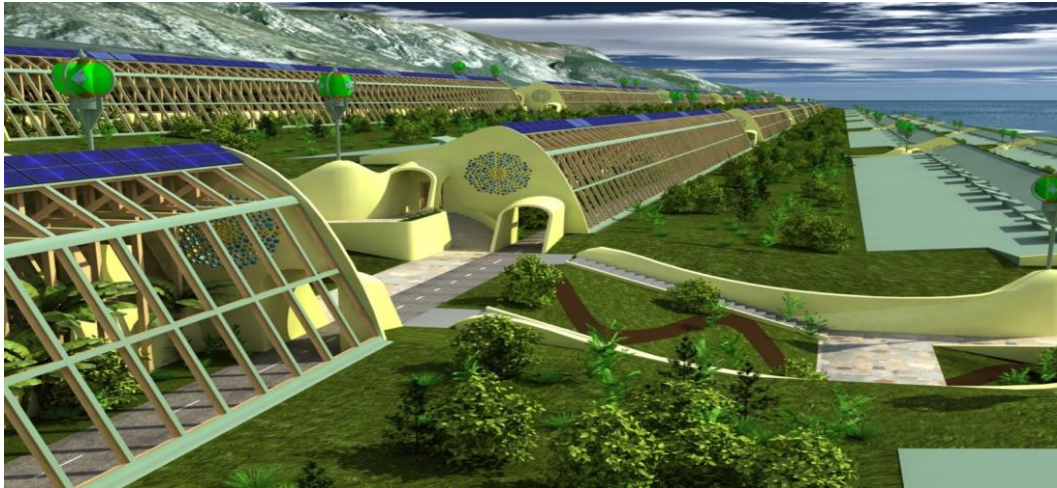


Figura 80. Proyecto “Earthship Refugee (Biotecture, 2020)”.

Partiendo de este punto en esta línea de investigación se pretende expandir el concepto de Earthship a un sistema de vida en comunidad siguiendo el ejemplo de la eco aldea moderna de Ardehuizen (Ecoinventos, 2020) que se observa en la Figura 81.



Figura 81. Moderna eco aldea de naves tierra en Aardehuizen (Ecoinventos, 2020).



- **Otras líneas de estudio posibles:**

- 1) Evaluar la comerciabilidad de las naves tierra
- 2) Realizar una verificación del modelo térmico.
- 3) Modelado de una nave terrestre que genera energía para su posterior venta.



## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Aemet. (2020). *Aemet Servicios climáticos*. Obtenido de Valores climatológicos normales. Bilbao Aeropuerto: <http://www.aemet.es/es/serviciosclimaticos/datosclimatologicos/valoresclimatologicos?l=1082>
- Aemet. (2020). *Aemet: servicios climáticos Donostia*. Obtenido de Valores climatológicos normales. Donostia/San Sebastián, Igueldo: <http://www.aemet.es/es/serviciosclimaticos/datosclimatologicos/valoresclimatologicos?l=1024E&k=>
- Aemet. (2020). *Aemet:servicios climáticos Foronda*. Obtenido de <http://www.aemet.es/es/serviciosclimaticos/datosclimatologicos/valoresclimatologicos?l=9091O>
- Angoh, S. (05 de 06 de 2020). *Naturesvalleytrust*. Obtenido de The Future is Self-Sufficient Housing: A Spotlight on Earthships: <https://www.naturesvalleytrust.co.za/blog/the-future-is-self-sufficient-housing-a-spotlight-on-earthships/>
- Arch2o. (2020). *Earthship homes Michael Reynolds*. Obtenido de <https://www.arch2o.com/earthship-homes-michael-reynolds/>
- Archinia. (2020). *Earthship Pros Cons*. Obtenido de Earthship Pros Cons: <https://archinia.com/earthships/earthship-pros-cons>
- Architecture&Design. (2020). *Most Famous Architects Quotes of All Time*. Obtenido de Most Famous Architects Quotes of All Time: <https://www.arch2o.com/famous-architects-quotes-time/>
- Architizer. (2020). *the-benefits-of-living-in-an-earthship-home*. Obtenido de the-benefits-of-living-in-an-earthship-home: <https://architizer.com/blog/inspiration/collections/the-benefits-of-living-in-an-earthship-home/>
- Attaguile, F. (2013). *EARTHSHIPS: Sustainable Pockets of Freedom for Everyone*. Obtenido de <http://frontlinecopy.com/2013/06/earthships-sustainable-pockets-of-freedom-for-everyone/>
- Azumendi, E. (03 de 07 de 2015). *El Diario: ¿Qué ha quedado del ‘boom’ inmobiliario en Euskadi?* Obtenido de [https://www.eldiario.es/euskadi/euskadi/quedado-boom-inmobiliario-euskadi\\_1\\_2590741.html](https://www.eldiario.es/euskadi/euskadi/quedado-boom-inmobiliario-euskadi_1_2590741.html)
- Bioteecture. (2020). *Earthship Refugee Project*. Obtenido de Earthship Refugee Project: <https://www.bioteectureplanetearth.org/refugee/>
- Bioteecture, E. (2020). *Earthshipglobal*. Obtenido de <https://www.earthshipglobal.com/>



- Brooks-Church, G. (20 de 11 de 2011). *Earthship And Passive House*. Obtenido de <https://brookschurch.com/earthship-passive-house/>
- Building An Earthship*, Rubén Cortés (2020). [Película]. Obtenido de <https://www.youtube.com/watch?v=6t6rn1a-t6E>
- C.M.Hui, S. (09 de 2007). Sustainable building technologies for hot and humid climates. pág. [https://www.researchgate.net/publication/252462829\\_Sustainable\\_building\\_technologies\\_for\\_hot\\_and\\_humid\\_climates](https://www.researchgate.net/publication/252462829_Sustainable_building_technologies_for_hot_and_humid_climates). Obtenido de [https://www.researchgate.net/publication/252462829\\_Sustainable\\_building\\_technologies\\_for\\_hot\\_and\\_humid\\_climates](https://www.researchgate.net/publication/252462829_Sustainable_building_technologies_for_hot_and_humid_climates)
- C.U. Becker. (2012). Chapter 2: Meaning of Sustainability. En *Sustainability Ethics and Sustainability Research* (págs. 9-15). Springer. Obtenido de <https://www.education.psu.edu/eme807/node/575>
- CANTOS, M. E. (2019). *Hacia una gestión sostenible de los plásticos en la Universidad de Alicante Diagnóstico y propuestas de actuación, Tesis Doctoral, Universidad de Alicante*.
- Cenicacelaya, J. (07 de 08 de 2018). *Arquitectura y urbanismo en el País Vasco entre 1975 y 2005*. Obtenido de <http://hedatuz.euskomedia.org/7402/1/26037063.pdf>
- Clive , Dennis. (2010). Gran enciclopedia del saber - Arquitectura. National Geographic Society.
- Convención AIA “Emerging Professionals Interchange* (2016). [Película]. Obtenido de <https://www.youtube.com/watch?v=aMUecpzeilk>
- Eadic. (s.f.). Obtenido de <https://www.eadic.com/>
- Eadic. (2013). *Arquitectura bioclimática*. Obtenido de <http://eadic.com/wp-content/uploads/2013/09/Tema-3-Confort-Ambiental.pdf>
- Earthshipglobal. (2020). *Academy sessions*. Obtenido de <https://www.earthshipglobal.com/academy-sessions>
- Ecoinventos. (01 de 03 de 2020). *Aardehuizen, la moderna ecoaldeia* . Obtenido de <https://ecoinventos.com/aardehuizen-ecoaldeia/>
- Edwards, B. (2008). *Guía básica de la sostenibilidad*. Editorial GG Gustavo Gili SL.
- Efimarket. (2015). *Radiacion solar en España*. Obtenido de <https://www.efimarket.com/blog/radiacion-solar-en-espana/>
- Energéticos, C. (2020). *Earthship principio básicos construcción*. Obtenido de <https://www.certificadosenergeticos.com/earthship-principio-basicos-construccion>
- Eri, D. b. (2020). *Zaha Hadid*. Obtenido de <http://www.designbyeri.com/zaha-hadid.html>
- Eurostat. (2016). *Waste statistics*. Obtenido de [https://ec.europa.eu/eurostat/statistics-explained/index.php?title=Waste\\_statistics](https://ec.europa.eu/eurostat/statistics-explained/index.php?title=Waste_statistics)
- Oier Juez Uriagereka | 44341503X  
“Arkit-lur o Earthship en el País Vasco “¿Utopía o realidad?”



- Euskalmet. (2011). *Análisis de los Elementos Climáticos / Insolación*. Obtenido de [https://www.euskalmet.euskadi.eus/s07-5853x/es/contenidos/informacion/ana\\_insolacion/es\\_7268/es\\_insolacion.html](https://www.euskalmet.euskadi.eus/s07-5853x/es/contenidos/informacion/ana_insolacion/es_7268/es_insolacion.html)
- Euskalmet. (2011). *Análisis de los Elementos Climáticos / Viento*. Obtenido de [https://www.euskalmet.euskadi.eus/s07-5921/es/contenidos/informacion/ana\\_viento/es\\_7279/es\\_viento.html#:~:text=Dividiendo%20la%20rosa%20de%20vientos,frente%20a%2011.4km%2Fh.&text=El%20viento%20sur%20es%20el,km%2Fh%20de%20velocidad%20media](https://www.euskalmet.euskadi.eus/s07-5921/es/contenidos/informacion/ana_viento/es_7279/es_viento.html#:~:text=Dividiendo%20la%20rosa%20de%20vientos,frente%20a%2011.4km%2Fh.&text=El%20viento%20sur%20es%20el,km%2Fh%20de%20velocidad%20media)
- Euskalmet. (2011). *Climatología del País Vasco*. Obtenido de [https://www.euskalmet.euskadi.eus/s07-5921/es/contenidos/informacion/clima\\_euskadi/es\\_9759/r01hRedirectCont/contenidos/informacion/cla\\_clasificacion/es\\_7264/es\\_clasificacion.html](https://www.euskalmet.euskadi.eus/s07-5921/es/contenidos/informacion/clima_euskadi/es_9759/r01hRedirectCont/contenidos/informacion/cla_clasificacion/es_7264/es_clasificacion.html)
- EuskoJauraritza-GobiernoVasco. (s.f.). Obtenido de [https://www.euskadi.eus/contenidos/informacion/bultzatu\\_2050/es\\_def/adjuntos/Bultzatu%202025\\_Completo\\_hojaruta\\_cas.pdf](https://www.euskadi.eus/contenidos/informacion/bultzatu_2050/es_def/adjuntos/Bultzatu%202025_Completo_hojaruta_cas.pdf)
- EuskoJauraritza-GobiernoVasco. (s.f.). Obtenido de [https://www.euskadi.eus/web01-s2oga/es/contenidos/informacion/informacion\\_geografica\\_visor\\_g/es\\_def/index.shtml](https://www.euskadi.eus/web01-s2oga/es/contenidos/informacion/informacion_geografica_visor_g/es_def/index.shtml)
- Feist, Wolfgang. (2014). *The world's first Passive House*. Darmstadt-Kranichstein, Germany: 10.13140/RG.2.1.4012.7526. .
- Fernandez Quintana, C. (25 de 05 de 2012). *EARTHSIHP: Do they have a future in Denmark?* págs. Obtenido de [http://lebenshaus-verbund.de/images/sampled/4.bauen/lebenshaus/3.workshop/Cecilia\\_Fernandez\\_Earthship.pdf](http://lebenshaus-verbund.de/images/sampled/4.bauen/lebenshaus/3.workshop/Cecilia_Fernandez_Earthship.pdf) de [http://lebenshaus-verbund.de/images/sampled/4.bauen/lebenshaus/3.workshop/Cecilia\\_Fernandez\\_Earthship.pdf](http://lebenshaus-verbund.de/images/sampled/4.bauen/lebenshaus/3.workshop/Cecilia_Fernandez_Earthship.pdf)
- Freedomresidence, R. (2020). *How Much Do Earthships Actually Cost to Build?* Obtenido de <https://freedomresidence.com/how-much-do-earthships-actually-cost-to-build/>
- Frontlinecopy. (s.f.). Obtenido de <http://frontlinecopy.com/2013/06/earthships-sustainable-pockets-of-freedom-for-everyone/>
- Frontlinecopy. (06 de 2013). Obtenido de <http://frontlinecopy.com/2013/06/earthships-sustainable-pockets-of-freedom-for-everyone/>
- GeoEuskadi. (2020). *geoEuskadi, Infraestructura de Datos Espaciales (IDE) de Euskadi*. Obtenido de <https://www.geo.euskadi.eus/s69-15375/es/>
- Gipuzkoa, D. F. (18 de 12 de 2018). *Ingurumena: EcoHack*. Obtenido de <https://www.gipuzkoa.eus/es/web/ingurumena/-/ekohack-ekimeneko-kideek-naturarekin-bat-egiteko-proiektuak-aurkeztu-dituzte>
- Global, E. (09 de 2020). *Earthship Global:design principles*. Obtenido de <https://www.earthshipglobal.com/design-principles>



- Greenhomebuilding. (2020). *Earthship Questions and Answers*. Obtenido de <http://www.greenhomebuilding.com/QandA/earthshipQandA.htm>
- Guerreros de la basura, Garbage Warriors, Michael Reynolds, TEDxCaboPolonio* (2016). [Película]. Obtenido de <https://www.youtube.com/watch?v=zqMeqiGZw9Y>
- Hacking the earthship. (2020). *Quick and dirty what does earthship*. Obtenido de <http://hackingtheearthship.blogspot.com/2015/08/quick-and-dirty-what-does-earthship.html>
- Iberdrola. (2019). *TRATAMIENTO DE BASURA*. Obtenido de <https://www.iberdrola.com/medio-ambiente/tratamiento-basura>
- Idealista. (2020). *Informes precio vivienda*. Obtenido de <https://www.idealista.com/sala-de-prensa/informes-precio-vivienda/venta/euskadi/>
- Ionescu, G.-L. (2017). Passive House. *Journal of Applied Engineering Sciences*, págs. 7. 10.1515/jaes-2017-0003. .
- ISO. (2015). *ISO 14001:2015 Environmental management systems*. Obtenido de ISO 14001:2015 Environmental management systems — Requirements with guidance for use: <https://www.iso.org/standard/60857.html>
- Joskat, E. (2020). *Las zonas cálidas*. Obtenido de <https://enciclopedia-joskat.webnode.es/products/las-zonas-calidas/>
- Lafleur, R. (2015). Earth-ship based home: graduation design for a modified earthship to encourage the method of building with soil-based materials. págs. <https://research.tue.nl/en/studentTheses/earth-ship-based-home>. Obtenido de <https://research.tue.nl/files/47017714/791754-1.pdf>
- Lázaro, S. (13 de 04 de 2020). *De Norman Foster a los Eames: cuando el DISEÑO SALVA VIDAS*. Obtenido de <https://www.revistaad.es/decoracion/disenio/articulos/norman-foster-eames-cuando-diseno-salva-vidas/25612#:~:text=Norman%20Foster%20dijo%3A%20%22Como%20arquitecto,futuro%20que%20esencialmente%20es%20desconocido%22.&text=Los%20Obreros%20A1nicos%20no%20han%20s>
- Letstalkallthingsdesign. (08 de 05 de 2015). Obtenido de <https://letstalkallthingsdesign.wordpress.com/2015/05/08/garbage-warrior-architect-michael-reynolds-2/>
- Loidi, J., Biurrun, I., Campos, J. A., Garcia-Mijangos, I., & Herrera, M. (s.f.). *Eusko Jaurlaritza-Gobierno Vasco*. Obtenido de [https://www.euskadi.eus/contenidos/documentacion/series\\_vegetacion/es\\_def/ad-juntos/Vegetacion\\_CAPV.pdf](https://www.euskadi.eus/contenidos/documentacion/series_vegetacion/es_def/ad-juntos/Vegetacion_CAPV.pdf)
- M.R.Website. (s.f.). Obtenido de <https://www.earthshipglobal.com/>



- Manu Salinero Gobierno Vasco. (2020). *Hoja de ruta de edificación sostenible del País Vasco: 2025*. Obtenido de [https://www.euskadi.eus/contenidos/informacion/bultzatu\\_2050/es\\_def/adjuntos/resumen\\_hoja\\_ruta\\_edif\\_sostenible.pdf](https://www.euskadi.eus/contenidos/informacion/bultzatu_2050/es_def/adjuntos/resumen_hoja_ruta_edif_sostenible.pdf)
- Martinez, J. (1998). *Vegetación del País Vasco*. Obtenido de <http://www6.uniovi.es/usr/juantxo/VegetacionPV/index.shtml#vegetacion>
- McDonough. (2019). *Cradle to Cradle: Remaking the Way We Make Things*. Obtenido de <https://www.mcdonough.com/cradle-to-cradle/>
- McDonough, M. B. (2003). *Cradle to Cradle: Remaking the Way We Make Things*.
- MeteoNavarra. (2020). *Elementos y factores del clima. Tipos de climas*. Obtenido de <http://meteo.navarra.es/definiciones/elementosFactores.cfm>
- MSSA. (s.f.). *LinkedIn*. Obtenido de <https://www.linkedin.com/pulse/what-sustainability-architect-marc-sherratt/>
- Mundial, B. (2020). *Población urbana*. Obtenido de <https://datos.bancomundial.org/indicador/SP.URB.TOTL.IN.ZS?end=2019&start=1960&view=chart>
- Nabahe, S. K. (06 de 2017). *Feasibility of Translating Earthships in Africa and Future Design Considerations, Submitted to the Department of Mechanical Engineering, MASSACHUSETTS INSTITUTE OF TECHNOLOGY*. Obtenido de <https://dspace.mit.edu/bitstream/handle/1721.1/112553/1013183424-MIT.pdf?sequence=1>
- Neha Bansal, V. S. (2015). *Smart Urbanization -Key to Sustainable Cities*. . Obtenido de [corp.at/archive/CORP2015\\_27.pdf](http://corp.at/archive/CORP2015_27.pdf)
- OECD. (2018). *Environment: raw materials*. Obtenido de <https://www.oecd.org/environment/raw-materials-use-to-double-by-2060-with-severe-environmental-consequences.htm>
- OECD. (12 de Febrero de 2019). Obtenido de <https://www.oecd.org/environment/global-material-resources-outlook-to-2060-9789264307452-en.htm>
- Opendata. (2020). *Atlas climático del País Vasco*. Obtenido de <https://opendata.euskadi.eus/catalogo/-/informes-estudios/atlas-climatico-del-pais-vasco/>
- Permaculturenews. (2014). *Multi bioregion earthship*. Obtenido de <https://www.permaculturenews.org/2014/05/02/multi-bioregion-earthship/>
- Preciosmundi. (s.f.). Obtenido de <https://preciosmundi.com/estados-unidos/precio-vivienda-salarios>
- Preston, R. (2015). *Hacking the Earthship: In Search of an Earth-Shelter that WORKS for Everybody Paperback*. ISBN-13 : 978-0986115523.



- Quoteload. (s.f.). Obtenido de <https://www.quoteload.com/es/citas/autores/le-corbusier/76573-la-arquitectura-es-el-juego-aprendido-correcto-y-magnifico-de-formas-ensambladas-en-la-luz>
- RAE. (s.f.). Obtenido de <https://dle.rae.es/arquitectura>
- RAE. (s.f.). Obtenido de <https://dpej.rae.es/lema/ciudad-dormitorio>
- RAE. (2020). *Real Academia Española: residuo*.
- RAE. (s.f.). *Real Academia Española*. Obtenido de <https://dle.rae.es/srv/fetch?id=W9sEaKE>
- Ramirez, A. (2009). La construcción sostenible. *Física y Sociedad*, págs. 30-33. Obtenido de [https://www.cofis.es/pdf/fys/fys13/fys13\\_30-33.pdf](https://www.cofis.es/pdf/fys/fys13/fys13_30-33.pdf)
- Redondo, O. (Mayo de 2015). Obtenido de <http://construye2020.eu/plataforma-sobre-formacion-profesional/recurso-de-formacion/sistema-energia-renovables-edificios/descarga>
- Report, T. B. (1987). Obtenido de [https://www.are.admin.ch/are/en/home/sustainable-development/international-cooperation/2030agenda/un-\\_-milestones-in-sustainable-development/1987--brundtland-report.html](https://www.are.admin.ch/are/en/home/sustainable-development/international-cooperation/2030agenda/un-_-milestones-in-sustainable-development/1987--brundtland-report.html)
- Reyes, M. C., Navarro, J. G., Martínez, L. M., Azevedo, M. d., & Salto-Weis, I. (2007). *Glosario de sostenibilidad en la construcción*.
- Reynolds, M. (1990). *Earthship: How to Build Your Own*. Vol. 1. Solar Survival Press. ISBN 978-0-9626767-0-3.
- Reynolds, M. (2020). *Global Earthship*. Obtenido de <https://urbannext.net/global-earthship/>
- Ritchie, A., & Roser, M. (2018). *Urbanization*. Obtenido de <https://ourworldindata.org/urbanization>
- Ruuska, A., & Häkkinen, T. (s.f.). Obtenido de [https://www.researchgate.net/publication/264859687\\_Material\\_Efficiency\\_of\\_Building\\_Construction](https://www.researchgate.net/publication/264859687_Material_Efficiency_of_Building_Construction)
- Salas-Zapata, y. A., & Ortiz-Muñoz, S. M. (18 de 07 de 2017). Obtenido de <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/epdf/10.1002/sd.1885>
- SaSana, K., Paraschiv, M., Kuncser, R., Tazerout, M., PRISECARU, M., Zagrouba, F., & GEORGESCU, I. (2014). Managing the environmental hazards of waste tires. *Journal of Engineering Design.*, pág. 20. 10.29081/jesr.v20i4.52.].
- SaSana, K., Paraschiv, M., Kuncser, R., Tazerout, M., PRISECARU, M., Zagrouba, F., & GEORGESCU, I. (2014). MANAGING THE ENVIRONMENTAL HAZARDS OF WASTE TIRES. *Journal of Engineering Design*, pág. 20. 10.29081/jesr.v20i4.52.



- Seto, K. &.-R. (2010). *The New Geography of Contemporary Urbanization and the Environment*. *Annual Review of Environment and Resources*. 35. 10.1146/annurev-environ-100809-125336.
- Smienergias. (2011). *La energía solar en el mundo*. Obtenido de <https://smienergias.wordpress.com/2011/05/17/la-energia-solar-en-el-mundo/>
- Smith, M. (2017). *The Good and the Bad About Earthships*. Obtenido de <https://www.motherearthnews.com/green-homes/the-good-and-bad-about-earthships-zbcz1707>
- Studylib. (2010). *Mapa eólico del País Vasco*. Obtenido de <https://studylib.es/doc/6521044/mapa-e%C3%B3lico-del-pa%C3%ADs-vasco>
- Swilling, M. (12 de July de 2016). *Urban sprawl how cities grow change sustainability urban age*. Obtenido de <https://www.theguardian.com/cities/2016/jul/12/urban-sprawl-how-cities-grow-change-sustainability-urban-age>
- Truthsurvival. (s.f.). Obtenido de <http://www.truthsurvival.com/earthship-pros-and-cons/>
- TuNuevaInformación. (s.f.). Obtenido de <https://www.tunuevainformacion.com/gente-y-mundo/370-la-sabiduria-de-leonardo-da-vinci-en-frases-como-esta-la-simplicidad-es-la-maxima-sofisticacion.html#:~:text=La%20sabidur%C3%ADa%20de%20Leonardo%20Da,simplicidad%20es%20la%20m%C3%A1xima%20sofisticaci%C3>
- UN. (s.f.). Obtenido de <https://www.un.org/sustainabledevelopment/es/cities/#:~:text=Los%20objetivos%20de%20desarrollo%20sostenible,la%20paz%20y%20la%20prosperidad>
- UNESCO. (2020). *Glosario de términos sobre medio ambiente*. Obtenido de <https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000085533>
- Vale, B., & Vale, R. (s.f.). *La casa autosuficiente*. Hermann Blume Ediciones.
- Vasco, Eusko Jaurlaritza/Gobierno. (2009). *Conocer el País Vasco*. Obtenido de [https://www.euskadi.eus/contenidos/noticia/presentacion\\_pais\\_08/es\\_p\\_pais/adjuntos/conocer\\_pais\\_vasco\\_es.pdf](https://www.euskadi.eus/contenidos/noticia/presentacion_pais_08/es_p_pais/adjuntos/conocer_pais_vasco_es.pdf)
- Vazquez, Y. G., & Sexto, C. F. (Marzo de 2015). Obtenido de [https://www.researchgate.net/publication/323935316\\_Contraurbanizacion](https://www.researchgate.net/publication/323935316_Contraurbanizacion)
- Viana-Cárdenas, C. V. (2015). *Cambio climático, sostenibilidad y urbanismo: un marco de referencia*. Obtenido de [http://oa.upm.es/35568/7/Cambio\\_Climatico\\_Sostenibilidad\\_Urbanismo.pdf](http://oa.upm.es/35568/7/Cambio_Climatico_Sostenibilidad_Urbanismo.pdf)
- Wikipedia. (s.f.). Obtenido de [https://es.wikipedia.org/wiki/Arquitectura\\_sustentable](https://es.wikipedia.org/wiki/Arquitectura_sustentable)
- Wikipedia. (s.f.). Obtenido de [https://es.wikipedia.org/wiki/Menos\\_es\\_m%C3%A1s](https://es.wikipedia.org/wiki/Menos_es_m%C3%A1s)
- Wikipedia. (2020). *Arquitectura*. Obtenido de <https://en.wikipedia.org/wiki/Architecture#:~:text=Architecture%20can%20mea>



n%3A,buildings%20and%20other%20physical%20structures.&text=Knowledge%20of%20art%2C%20science%2C%20technology%2C%20and%20humanity.

Wikipedia. (2020). *Cogeneración*. Obtenido de <https://es.wikipedia.org/wiki/Cogeneraci%C3%B3n>

Wikipedia. (2020). *Passivhaus*. Obtenido de <https://es.wikipedia.org/wiki/Passivhaus>

Wikipedia. (2020). *Teleología*. Obtenido de <https://es.wikipedia.org/wiki/Teleolog%C3%ADa>

World Health Organization (WHO). (2015/2020). Obtenido de [http://www.euro.who.int/\\_\\_data/assets/pdf\\_file/0009/101610/E67843.pdf](http://www.euro.who.int/__data/assets/pdf_file/0009/101610/E67843.pdf)

Worldgbc. (2020). *Green building sustainable development goals*. Obtenido de [www.worldgbc.org/green-building-sustainable-development-goals](http://www.worldgbc.org/green-building-sustainable-development-goals)

Worldwildlife. (2020). *Water scarcity: overview*. Obtenido de <https://www.worldwildlife.org/threats/water-scarcity>

Youtube. (2014). Obtenido de <https://www.youtube.com/watch?v=cGsnUF3HEIk>

Zabihi, H., Habib, F., & Mirsaedie, L. (12 de 2012). Obtenido de [https://www.researchgate.net/publication/236033739\\_Sustainability\\_in\\_Building\\_and\\_Construction\\_Revising\\_Definitions\\_and\\_Concepts](https://www.researchgate.net/publication/236033739_Sustainability_in_Building_and_Construction_Revising_Definitions_and_Concepts)

Zhang, X., Wang, T., Ma, L., Chang, J. (2020). Vacuum pyrolysis of waste tires with basic additives. *Waste Management*, págs. vol. 28, 2008, p. 2301 – 2310.



## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Crecimiento urbano (Seto, 2010).....	12
Figura 2. Población urbana (% del total). Naciones Unidas, Perspectivas de la urbanización mundial (1960-2019) (Mundial, 2020). ....	13
Figura 3. Fases para la fabricación de un producto.....	29
Figura 4. Concepto de la cuna a la cuna.....	30
Figura 5. Generación de residuos por actividades económicas y hogares 2016 (Fuente: Eurostat). ....	31
Figura 6. Distribución de la gestión de residuos municipales en EU-28 y en España en 2014 (CANTOS, 2019). (Fuente: Eurostat).....	32
Figura 7. Generación de residuos por región durante 2016, Banco Mundial (Iberdrola, 2019).....	33
Figura 8. Generación de residuos neumáticos (SaSana, et al., Managing the environmental hazards of waste tires, 2014). ....	34
Figura 9. Significados sostenibilidad. Fuente: (Salas-Zapata & Ortiz-Muñoz, 2017). ....	35
Figura 10. Interacción de los aspectos ambientales, económicos y sociales del desarrollo sostenible. (C.U. Becker, 2012).....	36
Figura 11. Objetivos de desarrollo sostenible. ....	38
Figura 12. Objetivos de Desarrollo Sostenible (Worldgbc, 2020).....	38
Figura 13. Los materiales de construcción y el consume de recursos (OECD, 2019) (OECD, Environment: raw materials, 2018).....	40
Figura 14. Diseño y operación de HVAC para edificios verdes, In Proc. del Seminario de Shaanxi-Hong Kong Refrigeración y HVAC, págs. A44-51.] (C.M.Hui, 2007). ....	44
Figura 15. Planisferio de climas por zonas latitudinales (MeteoNavarra, 2020). ...	45
Figura 16. Esquema sobre los climas y las zonas climáticas del mundo (Joskat, 2020). ....	45
Figura 17. Earthships en Europa (TU/e Eindhoven University of Technology) (Lafleur, 2015).....	50
Figura 18 Diagrama de un Earthship y sus subsistemas (Nabahe, 2017).....	52
Figura 19. Michael Reynolds (Letstalkallthingsdesign, 2015).....	55
Figura 20. El árbol: el modelo de vida a seguir en la tierra (Building An Earthship, Rubén Cortés, 2020). ....	57
Figura 21. Confort óptimo. Fuente: (Bioteecture E. , 2020).....	58
Figura 22. Los principios básicos de los Earthships. TEDxCaboPolonio.....	58
Figura 23. "Thumb House": primer edificio diseñado por -Michael Reynolds (Fuente: Wikipedia). ....	60
Figura 24. Principios de la calefacción y refrigeración térmica y solar. ....	61
Figura 25. La casa puede recoger y almacenar energía.....	62
Figura 26. La energía y la masa térmica en invierno. ....	62
Figura 27. La energía y la masa térmica en invierno. ....	62
Figura 28. A la izquierda los tubos de ventilación en la parte posterior de la casa y a la derecha la ventilación de techo en el invernadero. ....	63
Figura 29. Sistema de tragaluces a las esquinas junto a una batería en el medio (Attaguile, 2013).....	63



Figura 30. Temperatura estable de un Earthship en un periodo de 24 horas. ....	64
Figura 31. Adaptación del funcionamiento del almacenaje de calor de una casa construida en una ladera. ....	64
Figura 32. Ejemplo de instalación de sistema de energías renovables en una nave tierra. ....	65
Figura 33. Sistemas minieólicos I. ....	65
Figura 34. Sistemas minieólicos II (Molino de viento la orquídea). ....	66
Figura 35. Sistemas minieólicos III (Turbina de viento casera en invierno). ....	66
Figura 36. Módulo de organización de energía (Fuente: Frontlinecopy). ....	66
Figura 37. Ejemplo de instalación de los paneles solares (Fuente: Frontlinecopy). ....	67
Figura 38. Ejemplo de evacuación y recolección de agua procedente de la lluvia. ....	67
Figura 39. Ejemplo de inclinación del tejado para evacuar el agua procedente de la lluvia. ....	68
Figura 40. Ejemplo de almacenaje de agua de lluvia. ....	68
Figura 41. Sistema de cisternas para recolección de agua con su debido aislamiento. .....	69
Figura 42. Sistema de filtrado de agua para consumo humano. ....	69
Figura 43. Sistema de instalación de fontanería de la vivienda (Fuente: Wikimedia). .....	70
Figura 44. Ejemplo de invernadero de una nave tierra. ....	71
Figura 45. Sistema de administración del agua (Arch2o, 2020). ....	71
Figura 46. Tratamiento de aguas negras en el exterior de la casa. ....	72
Figura 47. Planta de la producción alimentaria de una nave tierra. ....	72
Figura 48. Alimentos producidos en un eartship con el sistema de reutilización de agua. Fuente imagen de la derecha (Frontlinecopy, 2013). ....	73
Figura 49. Representación de la vida silvestre por medio de un sistema aquabotánico. .....	73
Figura 50. El modelo global Earthship. ....	75
Figura 51. Ejemplos de Earthship alrededor del mundo I. ....	76
Figura 52. Ejemplos de Earthship alrededor del mundo II. ....	76
Figura 53. Earthship ejemplar: El modelo Phoenix. ....	77
Figura 54. Earthship en Ushuaia, Argentina. ....	78
Figura 55. Earthship en la India. ....	78
Figura 56 Earthship en Guatemala, China, Haiti, Sierra Leona. ....	79
Figura 57. Earthship en Malawi, Isla de Pascua. ....	80
Figura 58. Uruguay: construcción de la primera escuela sustentable de Latinoamérica 01-26 febrero 2016. ....	80
Figura 59. Proyecto Brighton, Reino Unido. ....	81
Figura 60. Proyecto futuro de la Comunidad Eartship. ....	81
Figura 61. Proyecto futuro de la ciudad de Nueva York. Urban SkyAutonomy. ...	82
Figura 62. Proyecto futuro: Edificio resistente a terremotos en Nepal. ....	82
Figura 63. Descomposición de una nave tierra básica (Global, 2020). ....	83
Figura 64. A la izquierda y en el centro, bermas en un dique y entre terraplenes. Bermas (A), Zanja (B), Dique (C), Terraplén (D) (Fuente: Wikipedia). A la derecha modificación de foto (Reynolds, Blobal Earthship, 2020) explicación en de la aplicación en los Earthship. ....	89





Figura 65. División del clima del País Vasco (modificada por el autor). .....	94
Figura 66. Euskal Herria - País Vasco, BlankMap-Europe modificación propia. (Fuente: Wikipedia) (Vasco, Eusko Jaurlaritza/Gobierno, 2009). .....	94
Figura 67. Captura de la ciudad de Bilbao (Fuente: Google Maps). .....	96
Figura 68. Captura de la ciudad de Vitoria-Gasteiz (Fuente: Google Maps). .....	98
Figura 69. Captura de la ciudad de Donostia-San Sebastian (Fuente: Google Maps). .....	99
Figura 70. Mapa de radiación solar en vatios por metro cuadrado en el mundo (Smienergias, 2011). .....	101
Figura 71. Mapa Espala radiación solar (CTE) (Efimarket, 2015). .....	101
Figura 72. Mapa Espala radiación solar (CTE) (Efimarket, 2015). .....	102
Figura 73. Mapa eólico del País Vasco (Studylib, 2010). .....	104
Figura 74. Mapa litológico, pág. 9. La vegetación de la comunidad autónoma del País Vasco (Loidi, Biurrun, Campos, Garcia-Mijangos, & Herrera). .....	105
Figura 75. Mapa esquemático de las principales series de vegetación, pág. 85 La vegetación de la comunidad autónoma del País Vasco (Loidi, Biurrun, Campos, Garcia- Mijangos, & Herrera). .....	106
Figura 76. Evolucion del precio de la vivienda en Euskadi (octubre 2015- junio 2020) (Idealista, 2020). .....	117
Figura 77. Precios de compra de vivienda en Estados Unidos (Preciosmundi) ....	117
Figura 78. <i>La nave tierra de multiple regiones</i> (Permaculturenews, 2014). .....	123
Figura 79. Edificio Earthship Eco Brooklyn involucrado en Lower East Side de Manhattan (Brooks-Church, 2011). .....	124
Figura 80. Proyecto “Earthship Refugee (Biotecture, 2020)” .....	125
Figura 81. Moderna eco aldea de naves tierra en Aardehuizen (Ecoinventos, 2020). .....	125
Figura 82. Nomenclatura de los neumáticos (Fuente: Tyremarket). .....	155
Figura 83. Estructura de madera del invernadero (Fuente: SailingheearthWordpress). .....	156
Figura 84. Invernadero (Fuente: Gardenbetty) .....	157



## ÍNDICE DE TABLAS

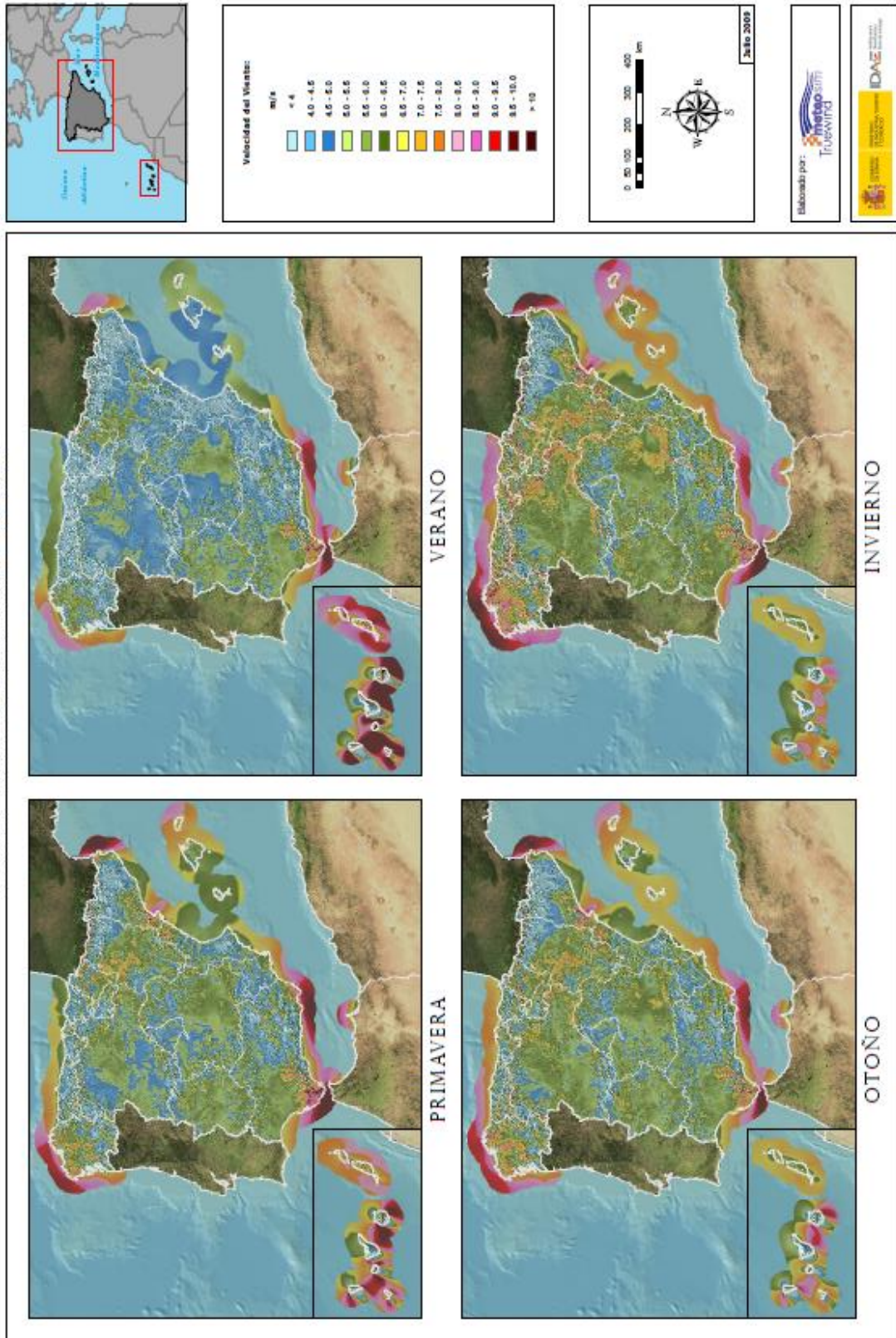
Tabla 1. Preguntas de investigación .....	21
Tabla 2. Definiciones proporcionadas en la asignatura de “Estrategias Constructivas en Arquitectura Pasiva y Bioclimática” por Santiago Pintos .....	42
Tabla 3. Definiciones proporcionadas en la asignatura de “Estrategias Constructivas en Arquitectura Pasiva y Bioclimática” por Santiago Pintos .....	43
Tabla 4. Modelos de naves tierra.....	74
Tabla 5. Parámetros climáticos promedio de Observatorio del Aeropuerto de Bilbao (municipio de Lujua) (42 msnm) (Periodo de referencia: 1981-2010, extremas: 1947-2020) (Aemet, 2020). .....	96
Tabla 6. Parámetros climáticos promedio de Observatorio del Aeropuerto de Vitoria (513 msnm) (Periodo de referencia: 1981-2010, extremas: 1973-2019) (Aemet, Aemet:servicios climáticos Foronda, 2020). .....	97
Tabla 7. Parámetros climáticos promedio del Observatorio de San Sebastián (Igeldo) (251 msnm) (Periodo de referencia: 1981-2019) (Aemet, Aemet: servicios climáticos Donostia, 2020). .....	99
Tabla 8. Parámetros climáticos anuales de los observatorios de San Sebastián (Igeldo), Vitoria (513 msnm) y del Aeropuerto de Bilbao (municipio de Lujua) (Periodo de referencia: 1981-2019).....	100
Tabla 9. Zonificación climática (CTE) (Efimarket, 2015).....	102



## **ANEXO I. MAPAS**

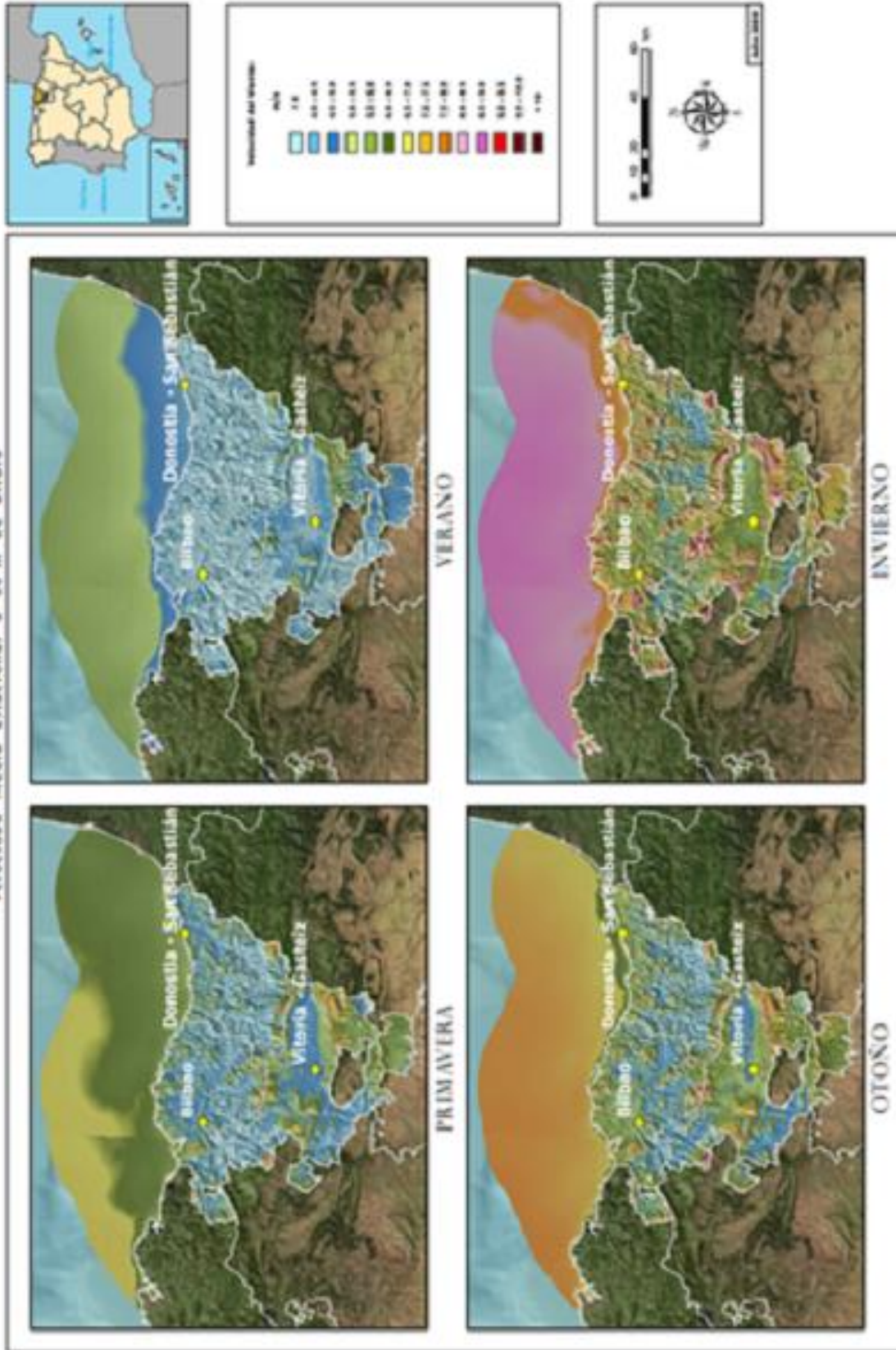
# MAPA EÓLICO DE ESPAÑA

Velocidad Media Estacional a 80 m de altura



# MAPA EÓLICO DEL PAÍS VASCO

Velocidad Media Estacional a 80 m. de altura





## **ANEXO II: EJEMPLO DE PROYECTO BÁSICO DE EJECUCIÓN DE UNA VIVIENDA UNIFAMILIAR AUTÓNOMA AISLADA NAVE TIERRA EN EL PAÍS VASCO**

**Máster Universitario en Edificación Sostenible**  
**- MUES -**

*EJEMPLO DE PROPUESTA DE PROYECTO  
BÁSICO DE EJECUCIÓN DE UNA  
VIVIENDA UNIFAMILIAR AUTÓNOMA  
AISLADA NAVE TIERRA EN EL PAÍS VASCO*

**Trabajo de Fin de Máster**

**PRESENTA**

*D. Oier Juez Uriagereka*

**DIRECTOR DE TESIS**

*Dr. Santiago Muñiz Gómez*

**2019-2020**



## INDICE

Resumen .....	5
Índice de Contenidos .....	7
Capítulo I. Preliminares.....	12
1.1 Introducción.....	12
1.2 Antecedentes (motivación) .....	18
1.3 Justificación y descripción de la solución adoptada.....	19
1.4 Preguntas de investigación .....	21
1.5 Objetivos.....	22
1.5.1 Objetivos generales .....	22
1.5.2 Objetivos específicos .....	23
1.6 Hipótesis del trabajo .....	24
1.7 Metodología.....	25
1.7.1 Metodología aplicada para la redacción del proyecto.....	25
1.7.2 Análisis de la literatura .....	27
1.7.3 Alcances y limitaciones .....	27
Capítulo II. Fundamentos teóricos de la arquitectura sostenible.....	29
2.1 Análisis de ciclo de vida, gestión e impacto ambiental y gestión de residuos .....	29
2.1.1 Residuos Sólidos en la Naturaleza .....	31
2.2 Sostenibilidad y desarrollo en la arquitectura.....	34
2.2.1 Concepto de sostenibilidad .....	34
2.2.2 Objetivos de desarrollo sostenible .....	37
2.2.3 Desarrollo sostenible en la arquitectura .....	39
2.3 Arquitectura mediante un diseño pasivo y bioclimático .....	41
2.3.1 ¿Qué es el diseño pasivo y bioclimático? .....	41
2.3.2 La necesidad de estrategias de edificación sostenible .....	44
2.4 Climatología y los factores climáticos.....	45
2.5 Sistemas constructivos avanzados y materiales de construcción innovadores y eficientes .....	46
2.6 Sistemas de energías renovables en la edificación sostenible .....	48
Capítulo III. Earthship.....	49
3.1 ¿Qué es un earthship o nave tierra y cómo funciona? .....	49
3.2 Enfoques de vivienda sostenible y casas autosuficientes que influyen a las naves tierra.....	53
3.3 La relación de las casas nave tierra y las Passivhaus.....	54





3.4 Los Principios básicos para su construcción según Michael Reynolds y su verdad (su filosofía) .....	55
3.5 Modelos de casas nave tierra .....	74
3.5.1 Ejemplos.....	75
3.6 Proceso de construcción .....	83
3.7 Ventajas y desventajas de las naves tierra .....	84
3.7.1 Ventajas.....	84
3.7.2 Desventajas .....	86
Capítulo IV. La vivienda en detalle. Diseño y construcción de una arkit-lur .....	89
4.1 Introducción.....	89
4.2 Análisis de los aspectos sociales, económicos y ambientales referentes al desarrollo sostenible de la arquitectura del País Vasco .....	90
4.3 Análisis del lugar .....	94
4.3.1 Ubicación. El emplazamiento y orientación .....	94
4.3.2 Análisis de los parámetros y elementos físicos-climáticos.....	95
4.4 Estudio de viabilidad económica de las propuestas.....	107
4.5 ¿Están las leyes preparadas para las nave tierra?.....	114
4.6 Problemática que plantean las naves tierra en el País Vasco. Viabilidad de las naves tierra ¿de verdad sí o no? .....	116
Capítulo V. Conclusiones y limitaciones de la investigación .....	121
Capítulo VI. Futuras líneas de trabajo: referentes .....	123
Referencias bibliográficas .....	127
Índice de Figuras .....	135
Índice de Tablas.....	138
Anexo I. Mapas .....	139
Anexo II: Ejemplo de proyecto básico de ejecución de una vivienda unifamiliar autónoma aislada nave tierra en el País Vasco .....	142
Capítulo I. Memoria .....	148
1.1 Memoria descriptiva .....	148
1.1.1 MD 1 Agentes .....	148
1.1.2 MD 2 Información previa .....	148
1.1.3 MD 3 Descripción del Proyecto.....	150
1.2 Memoria constructiva .....	154
1.2.1 MC 1 Sustentación del edificio .....	154
1.2.2 MC 2 Sistema estructural.....	154
1.2.3 MC 3 Sistema envolvente .....	158



1.2.4 MC 4 Sistema de compartimentación .....	159
1.2.5 MC 5 Sistema de acabados .....	159
1.2.6 MC 6 Sistemas de acondicionamiento e instalaciones.....	159
1.3 Cumplimiento del CTE.....	162
1.3.1 DB-SE Exigencias básicas de seguridad estructural.....	162
1.3.2 DB-SI Exigencias básicas de seguridad en caso de incendio .....	165
1.3.3 DB-SUA Exigencias básicas de seguridad de utilización y accesibilidad .....	166
1.3.4 DB-HS Exigencias básicas de salubridad .....	167
1.3.5 DB-HR Exigencias básicas de protección frente el ruido.....	168
1.3.6 DB-HE Exigencias básicas de ahorro de energía.....	169
1.4 Cumplimiento de otros reglamentos y disposiciones .....	171
1.4.1 Ley de ordenación de la edificación .....	171
1.4.2 Habitabilidad.....	171
1.4.3 Accesibilidad y supresión de barreras.....	171
1.4.4 Normativa de obligado cumplimiento.....	171
1.4.5 Baja Tensión .....	171
1.4.6 Telecomunicaciones.....	171
1.5 Anejos a la Memoria.....	172
1.5.1 Información geotécnica.....	172
1.5.2 Cálculo de la estructura.....	172
1.5.3 Protección contra el incendio .....	172
1.5.4 Instalaciones del edificio.....	172
1.5.5 Eficiencia energética .....	172
1.5.6 Estudio de impacto ambiental .....	172
1.5.7 Plan de control de calidad .....	172
1.5.8 Estudio Básico de Seguridad y Salud .....	172
1.5.9 Estudio de gestión de residuos de construcción y demolición.....	172
1.5.10 Diligencias de coordinación.....	172
Capítulo II. Pliego de condiciones .....	173
2.1.1 Pliego de cláusulas administrativas.....	173
2.1.2 Disposiciones generales .....	173
2.1.3 Disposiciones facultativas.....	173
2.1.4 Disposiciones económicas .....	173
2.1.5 Pliego de condiciones técnicas particulares .....	173



2.1.6 Prescripciones sobre los materiales.....	173
2.1.7 Prescripciones en cuanto a la ejecución por unidades de obra .....	173
2.1.8 Prescripciones sobre verificaciones en el edificio terminado .....	173
Capítulo III. Mediciones y presupuesto .....	174
3.1.1 Presupuesto aproximado .....	174
3.1.2 Presupuesto detallado.....	177
Capítulo IV. Planos .....	178
4.1.1 Plano de situación .....	179
4.1.2 Plano de urbanización y emplazamiento.....	179
4.1.3 Plantas generales .....	180
4.1.4 Alzados y secciones .....	181
4.1.5 Memorias gráficas.....	183
4.1.6 Otros.....	187
4.1.7 Planos de definición constructiva .....	187
4.1.8 Planos de cubiertas.....	187
4.1.9 Planos de estructura .....	187
4.1.10 Planos de instalaciones.....	187

# CAPÍTULO I. MEMORIA

## 1.1 Memoria descriptiva

### 1.1.1 MD 1 Agentes

- **Promotor:** Nombre y apellidos
- **Arquitecto:** Nombre y apellidos
- **Director de obra:** Nombre y apellidos
- **Director de la ejecución de obra:** Nombre y apellidos
- **Director ejecución e instalaciones:** Nombre y apellidos
- **Seguridad y salud:** Nombre y apellidos

### 1.1.2 MD 2 Información previa

- **Antecedentes y condiciones de partida**

Por encargo del Promotor/es, en nombre propio y en calidad de propietario, se redacta el presente Proyecto de Ejecución de una Vivienda unifamiliar autónoma aislada nave tierra en el País Vasco, situada en parcela S/N de la urbanización Betiondo, de Ermua (Bizkaia).

La documentación del presente proyecto, tanto gráfica como escrita, se redacta para establecer todos los datos descriptivos, urbanísticos y técnicos, para conseguir llevar a buen término, la construcción de la vivienda unifamiliar, según las reglas de la buena construcción y la reglamentación aplicable y para lo cual se pretende solicitar la licencia urbanística.

- **Emplazamiento y entorno físico**

- Emplazamiento
  - Dirección: Calle Betiondo S/N
  - Localidad: Ermua
- Entorno físico
  - La Parcela es de forma semi-rectangular con frente a vía pública de la urbanización y demás lados a parcelas colindantes.
  - La parcela de referencia está situada dentro de la Urbanización.
  - Se desarrolla el presente proyecto condicionado no solamente a las características del solar y a la Normativa Urbanística aplicable de la localidad de Ermua, sino también al planteamiento definido por la propiedad.
- Topografía
  - La Parcela con forma semi rectangular, presenta una topografía prácticamente plana en sus vértices, ya que se ha realizado importantes movimientos de tierra dejando el terreno a la cota correspondiente de la parcela.
  - No se presenta plano topográfico en el proyecto.



- Linderos
  - Superficie total = 1243 m<sup>2</sup>.
  - Superficie total edificable = 240 m<sup>2</sup> y caseta de apeos de 15 m<sup>2</sup>.
  - Acceso vía urbana.
  - A 500 m del núcleo urbano más cercano.
- Geotecnia
  - Se presupone un terreno urbano (solar).
  - Calificado para residencial unifamiliar.
  - 2 plantas edificables.
  - Terreno cota parcela.
- Servidumbres existentes
  - No existen servidumbres conocidas en este proyecto.
- Urbanización e infraestructuras existentes.
  - Se presenta una vivienda unifamiliar nave tierra totalmente autónoma, aunque, existe red de saneamiento en la calle de la urbanización
  - La calle se encuentra urbanizada con algunos servicios por completar. El solar cuenta con los siguientes servicios existentes:
    - Acceso. Ejecutada. Consta de una calzada, pavimentada, con aceras y bordillos.
    - Abastecimiento de agua. Ejecutado. Red potable de la urbanización y cuenta con canalización para las acometidas en frente de cada parcela. No se realiza conexión.
    - Saneamiento: Existe red de saneamiento. No se realiza conexión.
    - Telecomunicaciones. No ejecutado.
    - Red eléctrica. Ejecutado. No se realiza conexión.
    - Red de gas natural. Ejecutado. No se realiza conexión.
    - Alumbrado público. Ejecutado.

- **Normativa urbanística:**

- RDL 10/2020 de 22 de mayo Texto Refundido de la Ley del Suelo.
- RDL 01/2020 de 23 de enero Texto Refundido de la Ley del Suelo (País Vasco).
- Ley 38/1999, de 5 de noviembre, de Ordenación de la Edificación.
- Ley 4/1990, de 31 de mayo, de Ordenación del Territorio del País Vasco.
- Ley 2/2006, de 30 de junio, de Suelo y Urbanismo del País Vasco.
- Decreto 46/2020, de 24 de marzo, de regulación de los procedimientos de aprobación de los planes de ordenación del territorio y de los instrumentos de ordenación urbanística.
- Normativa sectorial de aplicación en los trabajos de edificación.
- Real Decreto 732/2019 de 20 de diciembre, Código Técnico de la Edificación.



### 1.1.3 MD 3 Descripción del Proyecto

#### - Descripción general del edificio:

Se trata de un edificio compuesto por 1 vivienda unifamiliar aislada de 1 planta sobre rasante, de la Urbanización de Betiondo en Ermua (País Vasco) y con cubierta plana en dos niveles.

#### - Programa de necesidades:

El programa de necesidades a petición de la propiedad y a desarrollar en el presente Proyecto se adapta a un programa de edificio de vivienda unifamiliar de gestión privada.

#### Vivienda:

En planta se proyecta el estudio, salón comedor, lavandería, cocina, 3 dormitorios, 2 cuartos de baño.

- Uso característico del edificio: Residencial vivienda unifamiliar aislada autónoma.
- Otros usos previstos: no se proyectan.
- Relación con el entorno: El edificio proyectado se sitúa en un entorno urbano consolidado de la urbanización. Las parcelas colindantes a ambos lados están construidas. Se cumplen con los retranqueos obligados por normativa.

#### - Cumplimiento del CTE y otras normas específicas:

Descripción de las prestaciones del edificio por requisitos básicos y en relación con las exigencias básicas del CTE:

Son requisitos básicos, conforme a la Ley de Ordenación de la Edificación, los relativos a la funcionalidad, seguridad y habitabilidad. Se establecen estos requisitos con el fin de garantizar la seguridad de las personas, el bienestar de la sociedad y la protección del medio ambiente, debiendo los edificios proyectarse, construirse, mantenerse y conservarse de tal forma que se satisfagan estos requisitos básicos.

- Requisitos básicos relativos a la funcionalidad:
  - Utilización
  - Accesibilidad
  - Acceso a los servicios
  - Facilitación para el acceso de los servicios postales
- Requisitos relativos a la seguridad:
  - Seguridad estructural
  - Seguridad en caso de incendio
  - Seguridad de utilización
- Requisitos básicos relativos a la habitabilidad:
  - Higiene, salud y protección del medio ambiente
  - Protección frente al ruido
  - Ahorro de energía y aislamiento térmico



- Otros aspectos funcionales
- Cumplimiento de otras normas específicas:
  - Estatales
    - EHE
    - NCSE-02
    - REBT
    - RITE
    - Telecomunicaciones
  - Autonómicas.
    - Habitabilidad. Se cumple el Decreto 189/1997, de 29 de julio, por el que se suprime la cédula de habitabilidad en el País Vasco.
    - Accesibilidad. Se cumpla la Ley 20/1997, de 4 de diciembre, de accesibilidad y supresión de barreras arquitectónicas en el ámbito del País Vasco.
  - Normas disciplina urbanística
    - Ordenanzas municipales. Se cumple con las Ordenanzas para Suelo Urbano CONSOLIDADO de las Normas Generales de la Edificación de las Normas Urbanísticas de Ermua para uso residencial como vivienda unifamiliar aislada y autónoma.
    - El diseño y dimensiones de todos los elementos y espacios privativos que componen el edificio se ajustan a las especificaciones del planeamiento urbanístico vigente.
- Descripción de la geometría del edificio:
  - Descripción de las viviendas y volumen:
    - El volumen del edificio es el resultante de la aplicación de la ordenanza urbanística, quedando por debajo de los valores máximos admisibles, y de los parámetros relativos a habitabilidad y funcionalidad.
    - La vivienda consta sobre una planta sobre rasante.
  - Accesos y evacuación.
    - La vivienda posee acceso peatonal y rodado desde la calle a la Urbanización.



- **Cuadro de superficies**

<b>Planta</b>	<b>Superficies</b>	
<b>Vivienda</b>	Salón comedor	m <sup>2</sup>
	Dormitorio 1	m <sup>2</sup>
	Dormitorio 2	m <sup>2</sup>
	Dormitorio 3	m <sup>2</sup>
	Baño 1	m <sup>2</sup>
	Baño 2	m <sup>2</sup>
	Recibidor	m <sup>2</sup>
	Pasillo	m <sup>2</sup>
	Cocina	m <sup>2</sup>
	Sala colada	m <sup>2</sup>
	TOTAL DISTRIBUIDA	m <sup>2</sup>
	<b>Terraza</b>	Terraza
<b>Garaje</b>	Garaje	m <sup>2</sup>
<b>Invernadero</b>	Invernadero	m <sup>2</sup>
	TOTAL VIVIENDA	m <sup>2</sup>

- **Listado extras instalaciones**

- Caldera
- Módulo de organización de electricidad
- Módulo de organización de aguas
- Tanques de presión
- Tanque fosas sépticas
- Purificadores de agua de lluvia
- Biodigestores





Dada una vivienda unifamiliar situada en el País Vasco que tiene que atender a la demanda de los servicios en corriente alterna que se describen a continuación. Basando los datos en la proposición de un ejercicio la asignatura “sistemas e instalaciones basadas en energías renovables y micro cogeneración” se expone el siguiente cuadro adjunto con las necesidades energéticas diarias

Elemento	Uds.	Potencia (W)	Horas	Consumo diario (W)	Consumo corregido (W)
Alumbrado 1	8	13	2	208	249,60
Alumbrado 2	5	10	5	250	300
TV	1	225	4	900	1080
Ordenador	1	120	4	480	576
Frigorífico	1	160	12	1920	2304
Lavadora	1	650	1	650	780
Pequeños electrodomésticos cocina	1	400	2	800	960
			Suma	5208	6249,60

**Consumo anual: 6249,6 Wh x 365 días = 2.281.104 Wh/año = 2.281,1 kWh/año**

## 1.2 Memoria constructiva

Las peculiaridades de una vivienda unifamiliar autónoma aislada del tipo constructivo nave tierra son bastante relevantes si lo comparamos con un edificio convencional. Cuentan con la ventaja económica y medioambiental que suponen los materiales reutilizados ya que pueden llegar a obtenerse gratuitamente recuperándolos de vertederos ahorrando así la necesidad de fabricarlos.

### 1.2.1 MC 1 Sustentación del edificio

#### La cimentación

La cimentación de una nave tierra tiene la misma forma que su muro, el neumático y se sitúa en la primera hilada del muro. Una de las características de las cimentaciones de las naves tierra es que se rellenan de hormigón en vez de utilizar tierra con el fin de aportar mayor rigidez y estabilidad a la estructura. De esta forma transmiten la carga recibida al terreno.

### 1.2.2 MC 2 Sistema estructural

#### La estructura principal

##### - Muro de neumáticos

Descripción del sistema: La estructura proyectada es una estructura de tierra compactada en neumáticos de vehículos. Con cimientos de neumáticos esta vez rellenos de hormigón en función de los planos correspondientes.

Parámetros: Los aspectos básicos que se tienen en cuenta a la hora de adoptar el sistema estructural para la edificación son principalmente la resistencia mecánica y estabilidad, la seguridad, la durabilidad, la economía y la facilidad constructiva. La edificación dispone de una planta bajo rasante.

La casa se encuentra enterrada en tres cuartas partes con una única orientada al sur con el fin de captar la máxima radiación solar posible. Se debe de tener en cuenta que en zonas demasiado cálidas la orientación del edificio puede variar. Los muros que envuelven el inmueble son parte de la estructura y están formados por:

- Geotextil: ejemplo 2,2 mm
- Aislante
  - Poliestireno expandido: ejemplo 200 mm
  - Polietileno de baja densidad: ejemplo 1,5 mm
- Neumático con tierra comprimida: ejemplo 642,9 mm
- Mortero a base de cemento y tierra 642,9 mm
- Adobe 50 mm

En el relleno de los neumáticos compactamos la tierra de manera manual hasta alcanzar densidades de entorno 1700 kg/m<sup>3</sup>; el neumático funciona como encofrado.

Gracias al espesor y a los materiales utilizados los muros poseen una resistencia térmica importante alrededor de alrededor de 5919 m<sup>2</sup>.k/W, comparándolo con un cerramiento habitual de una vivienda del País Vasco supone casi el doble.

### Los neumáticos

Un neumático se forma en su gran mayoría por caucho existiendo dos tipos de cauchos, el sintético y el natural. En base al tipo de esfuerzo que sean sometidos, las dimensiones y forma pueden variar.

Los neumáticos utilizados en la casa nave tierra corresponden a la siguiente nomenclatura:

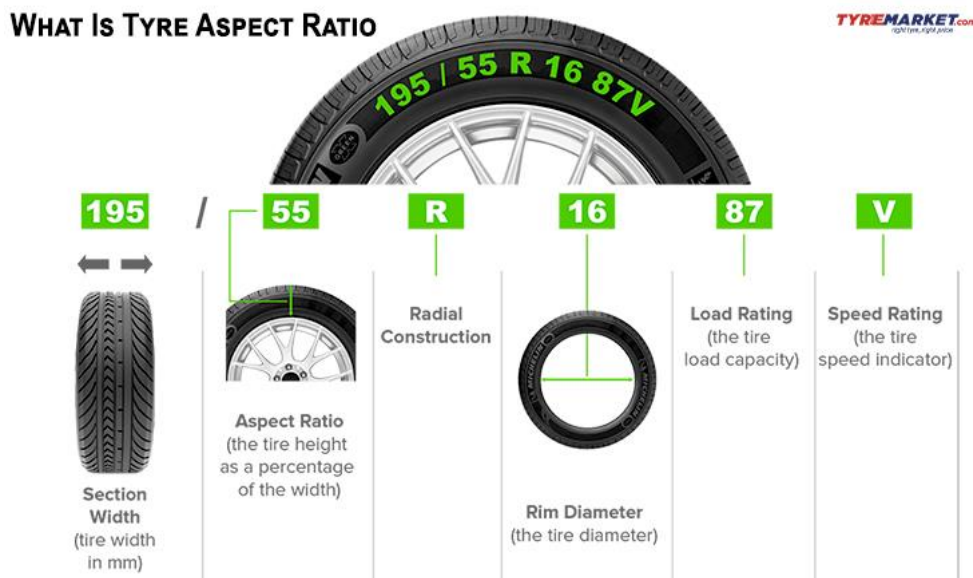


Figura 82. Nomenclatura de los neumáticos (Fuente: Tyremarket).

### El muro

Para construir una nave tierra es importante dar con una calidad óptima de tierra. Existen varias maneras de utilizar la tierra en función de las características deseadas. En este proyecto se aplican dos sistemas básicos. Por un lado, la tierra batida mediante la cual se comprime la tierra utilizando un molde del tamaño de la pared que se desea construir y por otro lado el adobe, que consiste en la mezcla de tierra paja y materiales vegetales, moldeados y dejados a secar durante varias semanas.

Para el earthship se utiliza la tierra batida, mediante un mazo de acero para comprimir la tierra utilizando un neumático como molde. Para el acabo de interior se utiliza adobe, mediante la mezcla de arcilla, arena, limo y paja. De esta forma se consigue resistencia a tracción y se ocultan los neumáticos.

### Aislamiento: geotextil y lamina impermeabilizante

El geotextil es una tela que se utiliza como capa de separación entre el aislamiento y la tierra. Con el fin de garantizar un aislamiento adecuado, se realiza una excepción con este tipo de medida utilizando como aislante poliestireno expandido y polietileno de baja intensidad (PEED) que, aunque no es ecológico, sí que es económico.

### Las estructuras secundarias

#### - Estructura de madera

Además de la estructura del muro principal existe una estructura de madera que sostiene el invernadero y la cubierta. La madera es un material natural, sostenible y renovable. Entre todas las especies, dada la localización de la nave tierra y su cercanía, la estructura se forma a base de madera de pino, tanto las vigas y nervios que sostienen la cubierta, como los soportes y pilares donde se apoyan éstas.

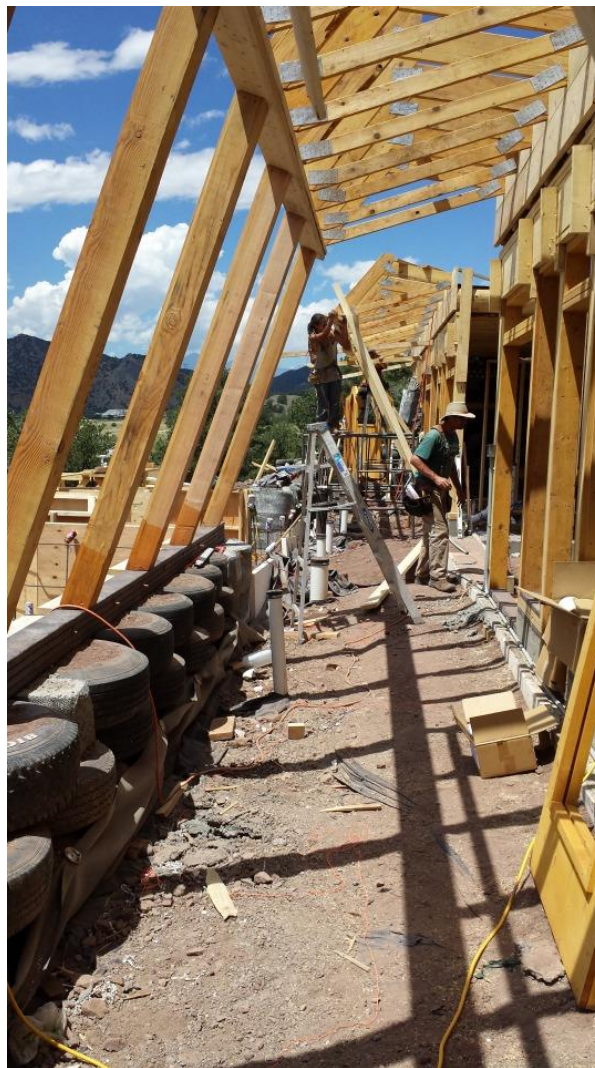


Figura 83. Estructura de madera del invernadero (Fuente: SailingheearthWordpress).

## - Invernadero

El invernadero se trata de la parte más importante del edificio ya que es el corazón y la esencia del tipo de construcción. Por esta parte de la casa, se efectúa la entrada de luz y calor a la vez que es el principal puente térmico, encargado de gestionar el calor acumulado. Desde una perspectiva material se consideran las grandes cristaleras que son necesarias para realizar el cerramiento de la estructura de madera. Por el motivo explicado anteriormente de los puentes térmicos, es necesario utilizar vidrios específicos en base al resultado que se desea obtener.



Figura 84. Invernadero (Fuente: Gardenbetty)



### 1.2.3 MC 3 Sistema envolvente

La envolvente edificatoria se constituye de todos los cerramientos del edificio. Los cerramientos del edificio que separan los recintos habitables del ambiente exterior y los interiores componen la envolvente térmica. Con el fin de describir el esquema de la envolvente térmica de la nave tierra se tienen en cuenta los siguientes puntos aplicando el CTE, DB-HE.

#### Fachadas

Para que las fachadas dispongan de la seguridad estructural necesaria, se deben de tener en cuenta aspectos como el peso propio, la sobrecarga de uso y acciones climáticas como por ejemplo el viento. En lo referente a la salubridad, hay que garantizar la protección contra la humedad. Para ello, se ha tenido en cuenta los datos pluviométricos y el grado de exposición del viento en la que se ubica la nave tierra ya que ésta se encuentra ubicada en una colina. Para resolver las soluciones constructivas se tendrá en cuenta las características del revestimiento exterior previsto y del grado de impermeabilidad recomendado por las CTE.

Además, se debe garantizar, la seguridad en caso de incendio con el fin de que los ocupantes de la nave tierra puedan desalojar el edificio en unas condiciones seguras.

La fachada debe garantizar la seguridad de utilización. Es decir, ningún elemento fijo debe sobresalir de la misma con el fin de asegurar las zonas de circulación. Junto a esto también debe garantizarse el aislamiento acústico y la demanda energética (para ello se ha tenido en cuenta la ubicación del edificio en la zona climática y la transmitancia de los muros neumáticos).

#### Carpintería exterior

La nave tierra está constituida por una estructura secundaria de madera. Se hace uso de madera local para apoyar a la sostenibilidad mediante el uso de materiales de km 0.

#### Cubiertas en contacto con aire exterior

Es una cubierta inclinada pensada para canalizar el agua de lluvia a los tanques. Se asegura la estructura mediante la medición del peso propio, sobrecarga de uso y factores climáticos acorde al CTE.

## Suelos apoyados sobre terreno

La edificación se apoya sobre un sistema de pavimento continuo, sobre cimientos de neumáticos y hormigón. La seguridad estructural se garantiza midiendo el peso propio, la sobrecarga de uso y las condiciones climáticas.

### 1.2.4 MC 4 Sistema de compartimentación

Se definen en este apartado los elementos de cerramiento y particiones interiores. Los elementos seleccionados cumplen con las prescripciones del Código Técnico de la Edificación cuya justificación se desarrolla en la memoria de proyecto de ejecución en los apartados específicos de cada Documento Básico.

El sistema de compartimentación se basa en la utilización de botellas de vidrio y latas reforzadas y enlucidas con adobe. La seguridad estructural se garantiza midiendo el peso propio, la sobrecarga de uso y las condiciones climáticas. La descripción del sistema es la siguiente:

- Particiones internas: tabiquería divisoria dentro de la vivienda formado por botellas y latas.
- Partición 2: tabiquería divisoria de diferentes estancias y cuartos de máquinas.

### 1.2.5 MC 5 Sistema de acabados

- Revestimientos exteriores: el revestimiento exterior se realiza con adobe garantizando el cumplimiento del CTE y manteniendo la seguridad estructural, la seguridad en caso de incendio y la seguridad de utilización y aislamiento acústico.
- Revestimientos interiores: el revestimiento interior se realiza mediante un enlucido de adobe pudiendo realizarse alicatados y con azulejos de diferentes formatos tanto reciclados como nuevos en el baño y en la cocina. garantizando el cumplimiento del CTE y manteniendo la seguridad estructural, la seguridad en caso de incendio y la seguridad de utilización y aislamiento acústico.

### 1.2.6 MC 6 Sistemas de acondicionamiento e instalaciones

- Sistema de condiciones ambientales: todos los materiales elegidos cumplen las condiciones de higiene, salud y protección del medio ambiente con el fin de garantizar las condiciones aceptables de salubridad y estanqueidad en el ambiente interior del edificio.
  - HS 1 Protección frente a la humedad (CTE).

Oier Juez Uriagereka | 44341503X

*“Arkit-lur o Earthship en el País Vasco “¿Utopía o realidad?”*



- HS 2 Recogida y evacuación de residuos: obligado cumplimiento por normativa local.
- HS 3 Calidad del aire interior: obligado cumplimiento por normativa local.

La siguiente lista especifica los sistemas de servicios externos al edificio con el fin de garantizar el correcto funcionamiento de la nave tierra:

### Fontanería de la nave tierra

El abastecimiento y la evacuación de agua se realiza de manera autónoma. La nave tierra dispone de un sistema de almacenamiento y tratamiento de aguas. Por lo tanto, la pendiente de la cubierta es esencial ya que dirige el agua a los tanques o bidones enterrados en la parte posterior.

#### - **Captación del agua de lluvia**

Tras ser recogida en la cubierta, se canaliza hasta las cisternas que están enterradas para protegerse del sol las cuales se dimensionan en función del clima y de las necesidades. Se llenan por gravedad y mediante una bomba el agua es introducida en un tanque de presión. Los filtros limpian el agua para consumo y limpieza, dato característico de las naves tierra.

#### - **Uso y reutilización del agua de lluvia**

El agua en un segundo uso y después de su tratamiento es utilizada para la limpieza del cuerpo y utensilios de cocina. El tercer uso va destinado al inodoro. Después de éste, se trata nuevamente y se utiliza una cuarta vez en el riego de plantas.

#### - **Agua caliente sanitaria (ACS)**

Las placas o captadores solares sirven para calentar el agua demandada por medio de la energía solar. El agua caliente es recirculada cuando se detecta en algún punto de la instalación que se ha enfriado. Para ello se utiliza, el módulo de organización de agua. Este sistema alberga una serie de filtros que son limpiados periódicamente para tener agua en buenas condiciones de consumo y uso humano. Durante el invierno, se precisará de un sistema auxiliar a base de una caldera de biomasa, teniendo en cuenta las características climáticas de la zona.



## - Tratamiento de aguas

Las naves tierra almacenan, utilizan y reutilizan las aguas residuales en celdas de tratamiento cubiertas o al aire libre. Se dispone de un sistema de humedales de cuatro fases para el tratamiento de agua. Para comenzar, se destina a todos los aparatos sanitarios, excepto al inodoro. Después, se destinan al inodoro. Finalmente, con estas aguas tratadas se destina producimos alimentos y evitamos la contaminación de acuíferos. Cabe destacar que por lo tanto no se conecta al sistema de saneamiento ya que es totalmente autónoma.

### Electricidad

La nave tierra dispone paneles fotovoltaicos y mini generadores con el fin de producir su propia electricidad. Se debe calcular la disposición de los paneles por medio del CTE. La energía generada se almacena en baterías que permiten suministrar la energía requerida a los diferentes puntos de la casa. Todo ello hace que la nave tierra sea autosuficiente.

### Climatización

La climatización se consigue por medio de las estrategias que forman la vivienda, aportando así eficiencia térmica. Esto significa que se mantienen temperaturas adecuadas y confortables a través de estrategias pasivas que garantizan la máxima eficiencia térmica.

Las naves tierra se consideran casas con una gran masa térmica, esto es, casas solares. En esta línea, no necesita combustibles fósiles para mantener una temperatura agradable. El sol calienta toda la masa de tierra por la que está compuesta la casa, almacenando el calor atrapado gracias al aislamiento y así se regula la temperatura de la casa.

En lo referente a la ventilación, ésta se consigue de forma natural a través de las ventanas del invernadero ya que permite que el aire no se acumule alcanzando temperaturas demasiado elevadas. Para poder conseguirlo, las ventanas elegidas son adecuadas ya que son acordes a la zona climática

### Telefonía y telecomunicaciones

La parcela no dispone de este servicio, pero puede ser adaptado.

### Recogida de basura

La parcela dispone de este servicio.

## 1.3 Cumplimiento del CTE

En este apartado se realizan las comprobaciones precisas para garantizar el cumplimiento de las exigencias del CTE. Se estudia que la edificación proyectada puede llegar a alcanzar los niveles mínimos exigibles para el uso previsto en proyecto.

Ámbito de aplicación:

1. El CTE será de aplicación, en los términos establecidos por la LOE y con las limitaciones que en el mismo se determinan, a las edificaciones públicas y privadas cuyos proyectos precisen disponer de la correspondiente licencia o autorización legalmente exigible.

2. El CTE se aplicará a todas las obras de edificación de nueva construcción, excepto a aquellas construcciones de sencillez técnica y de escasa entidad constructiva, que no tengan carácter residencial o público, ya sea de forma eventual o permanente, que se desarrollen en una sola planta y no afecten a la seguridad de las personas

### 1.3.1 DB-SE Exigencias básicas de seguridad estructural

#### SE 1 Resistencia y estabilidad

##### - SE seguridad estructural (DB SE)

El ámbito de aplicación de este DB es el que establece con carácter general para el conjunto del CTE en su artículo 2 (Parte I)

“El CTE será de aplicación, en los términos establecidos por la LOE y con las limitaciones que en el mismo se determinan, a las edificaciones públicas y privadas cuyos proyectos precisen disponer de la correspondiente licencia o autorización legalmente exigible”.

#### SE 2 Aptitud al servicio

##### SE-AE Acciones en la edificación (DB SE- AE)

Ámbito de aplicación:

- El campo de aplicación de este Documento Básico es el de la determinación de las acciones sobre los edificios, para verificar el cumplimiento de los requisitos de seguridad estructural (capacidad portante y estabilidad) y aptitud al servicio, establecidos en el DE- SE
- Están fuera del alcance de este Documento Básico las acciones y las fuerzas que actúan sobre los elementos tales como aparatos elevadores o puentes grúa, o construcciones como los silos o los tanques
- En general, las fuerzas de rozamiento no se definen en este Documento Básico, ya que se consideran como efectos de las acciones
- Salvo que se indique lo contrario, todos los valores tienen el sentido de característicos
- Los tipos de acciones y su tratamiento se establecen en SE



## SE-C Cimentaciones (DB SE- C)

El ámbito de aplicación de este DB- C es el de la seguridad estructural, capacidad portante y aptitud al servicio, de los elementos de cimentación y, en su caso, de contención de todo tipo de edificios, en relación con el terreno, independientemente de lo que afecta al elemento propiamente dicho, que se regula en los Documentos Básicos relativos a la seguridad estructural de los diferentes materiales o a la Instrucción EHE

## SE-A Estructuras de acero (DB SE- A)

Este DB se destina a verificar la seguridad estructural de los elementos metálicos realizados con acero en edificación. No se contemplan, por tanto, aspectos propios de otros campos de la construcción (puentes, silos, chimeneas, antenas, tanques, etc..). Tampoco se tratan aspectos relativos a elementos que, por su carácter específico, requieren consideraciones especiales

Este DB se refiere únicamente a la seguridad en condiciones adecuadas de utilización, incluidos los aspectos relativos a la durabilidad, de acuerdo con el DB-SE. La satisfacción de otros requisitos (aislamiento térmico, acústico, resistencia al fuego) quedan fuera de su alcance. Los aspectos relativos a la fabricación, montaje, control de calidad, conservación y mantenimiento se tratan, exclusivamente, en la medida necesaria para indicar las exigencias que se deben cumplir en concordancia con las hipótesis establecidas en el proyecto de edificación

## SE-F Estructuras de fábrica (DB SE- F)

El ámbito de aplicación de este DB es el de la verificación de la seguridad estructural de muros resistentes en la edificación realizados a partir de piezas relativamente pequeñas, comparadas con las dimensiones de los elementos, asentadas mediante mortero, tales como fábricas de ladrillo, bloques de hormigón y de cerámica aligerada, y fábricas de piedra, incluyendo el caso de que contengan armaduras activas o pasivas en los morteros o refuerzos del hormigón armado

Quedan excluidos de es DB los muros de carga que carecen de elementos destinados a asegurar la continuidad con los forjados (encadenados), tanto los que confían la estabilidad al rozamiento de los extremos de las viguetas, como los que perpendiculares sin colaboración de los forjados. También quedan excluidas aquellas fábricas construidas con piezas colocadas en seco (sin mortero en las juntas horizontales) y las de piedra cuyas piezas no son regulares (mampuestos) o no se asientan sobre tendeles horizontales, y aquellas en las que su grueso se consigue a partir de rellenos amorfos entre hojas de sillares

La satisfacción de otros requisitos (aislamiento térmico, acústico, o resistencia al fuego) quedan fuera del alcance de es DB. Los aspectos relativos a la fabricación, montaje, control de calidad, conservación y mantenimiento se tratan en la medida necesaria para indicar las exigencias que se deben cumplir en concordancia con las bases de cálculo.



## SE-M Estructuras de madera (DB SE- M)

### Ámbito de aplicación:

1. El campo de aplicación de este DB es el de la verificación de la seguridad de los elementos estructurales de madera en edificación

2. La satisfacción de otros requisitos (aislamiento térmico, acústico, o resistencia al fuego), quedan fuera del alcance de este DB. Los aspectos relativos a la fabricación, montaje, control de calidad, conservación y mantenimiento se tratan en la medida necesaria para indicar las exigencias que se deben cumplir en concordancia con las bases de cálculo

NCSE Norma de construcción sismorresistente

EHE Instrucción de hormigón estructural

EFHE Instrucción para el proyecto y la ejecución de forjados unidireccionales de hormigón estructural realizados con elementos prefabricados



### 1.3.2 DB-SI Exigencias básicas de seguridad en caso de incendio

Ámbito de aplicación DB SI: El ámbito de aplicación de este DB es el que se establece con carácter general para el conjunto del CTE en su artículo 2 (Parte I) excluyendo los edificios, establecimientos y zonas de uso industrial. Este DB está formado por las siguientes exigencias básicas:

SI 1 Propagación interior

SI 2 Propagación exterior

SI 3 Evacuación de ocupantes

SI 4 Detección, control y extinción del incendio

SI 5 Intervención de los bomberos

SI 6 Resistencia al fuego de la estructura

### 1.3.3 DB-SUA Exigencias básicas de seguridad de utilización y accesibilidad

Ámbito de aplicación del DB SU: El ámbito de aplicación de este DB es el que se establece con carácter general para el conjunto del CTE en su artículo 2 (Parte I)

#### SUA 1 Seguridad frente al riesgo de caídas

- Resbaladicidad del suelo: Se aplicará en los edificios o zonas de uso sanitario, docente, comercial, administrativo, aparcamientos y pública concurrencia (excluidas las zonas de uso restringido).
- Discontinuidades en el pavimento: Sólo se excluyen las zonas de uso restringido
- Desniveles: Aplicables a todos los desniveles
- Escaleras y rampas: Aplicables a todas las escaleras y rampas (según su uso)
- Limpieza de los acristalamientos exteriores: Aplicables a todos los edificios, pudiendo darse dos casos: cuando su limpieza es desde el interior, o cuando su limpieza esté prevista desde el exterior, o sean fácilmente desmontables.

#### SUA 2 Seguridad frente al riesgo de impacto o de atrapamiento

El ámbito de aplicación es el que se establece con carácter general para el conjunto del CTE en su artículo 2 (Parte I)

#### SUA 3 Seguridad frente al riesgo de aprisionamiento

El ámbito de aplicación es el que se establece con carácter general para el conjunto del CTE en su artículo 2 (Parte I)

#### SUA 4 Seguridad frente al riesgo causado por iluminación inadecuada

- Alumbrado normal en zonas de circulación: aplicables en todas las zonas
- Alumbrado de emergencia: obligatorio en:
  - Recintos con ocupación > 100 personas
  - Recorridos de evacuación (Anejo A del DB SI)
  - Aparcamientos cerrados o cubiertos con sup.>100m<sup>2</sup>. (incluidos pasillos y escaleras que conduzcan al exterior o zonas generales del edificio)
  - Locales que alberguen equipos generales de las instalaciones de protección contra incendios y los de riesgo especial indicado en el DB SI 1
  - Aseos generales de planta en edif. Públicos.
  - Lugares donde se ubican cuadros de distribución o de accionamiento de la instalación de alumbrado de las zonas antes citadas
- Las señales de seguridad.

## SUA 5 Seguridad frente al riesgo causado por situaciones con alta ocupación

Aplicables a graderíos de estadios, pabellones polideportivos, centros de reunión, otros edificios de uso cultural, etc. Previstos para más de 3.000 espectadores de pie (considerando la densidad de ocupación 4 personas/m<sup>2</sup>). En lo relativo a condiciones de evacuación también se aplica el DB SI 3.

## SUA 6 Seguridad frente al riesgo de ahogamiento

Aplicable a piscinas de uso colectivo, salvo las destinadas exclusivamente a competición o enseñanza. Quedan excluidas la piscinas de viviendas unifamiliares, así como baños termales, centros de tratamiento de hidroterapia y otros dedicados a usos exclusivamente médicos, los cuales cumplirán lo dispuesto en su reglamentación específica.

## SUA 7 Seguridad frente al riesgo causado por vehículos en movimiento

Aplicable a zonas de uso Aparcamiento y vías de circulación de vehículos existentes en los edificios, con excepción de aparcamientos de viviendas unifamiliares.

## SUA 8 Seguridad frente al riesgo causado por la acción del rayo

Será necesaria la instalación de un sistema de protección contra el rayo cuando la frecuencia esperada de impactos Ne sea mayor que el riesgo admisible Na. (Estos datos se obtienen a partir de los datos y expresiones que nos facilita el propio CTE en su DB 8.

## SUA 9 Accesibilidad

### 1.3.4 DB-HS Exigencias básicas de salubridad

Ámbito de aplicación del DB HS: exigencias básicas de salubridad, higiene, salud y protección del medio ambiente.

#### HS 1 Protección frente a la humedad

Esta sección se aplica a los muros y los suelos que están en contacto con el terreno y a los cerramientos que están en contacto con el aire exterior (fachadas y cubiertas) de todos los edificios incluidos en el ámbito de aplicación general del CTE. Los suelos elevados se consideran suelos que están en contacto con el terreno. Las medianerías que vayan a quedar descubiertas porque no se ha edificado en los solares colindantes o porque la superficie de estas excede a las de las colindantes, se consideran fachadas. Los suelos de las terrazas y los de los balcones se consideran cubiertas.

#### HS 2 Recogida y evacuación de residuos

Oier Juez Uriagereka | 44341503X

*“Arkit-lur o Earthship en el País Vasco “¿Utopía o realidad?”*



Esta sección se aplica a edificios de viviendas de nueva construcción, tengan o no locales destinados a otros usos, en lo referente a la recogida de los residuos ordinarios generados en ellos.

Para los edificios y locales con otros usos la demostración de la conformidad con las exigencias básicas debe realizarse mediante un estudio específico adoptando criterios análogos a los establecidos en esta sección.

### HS 3 Calidad del aire interior

Esta sección se aplica, en los edificios de viviendas, al interior de estas, los almacenes de residuos, los trasteros, los aparcamientos y garajes; y, en los edificios de cualquier otro uso, a los aparcamientos y los garajes. Se considera que forman parte de los aparcamientos y garajes las zonas de circulación de los vehículos.

Para los locales de otros tipos la demostración de la conformidad con las exigencias básicas debe verificarse mediante un tratamiento específico adoptando criterios análogos a los que caracterizan las condiciones establecidas en esta sección

### HS 4 Suministro de agua

Esta sección se aplica a la instalación de suministro de agua en los edificios incluidos en el ámbito de aplicación general del CTE. Las ampliaciones, modificaciones, reformas o rehabilitaciones de las instalaciones existentes se consideran incluidas cuando se amplía el número o la capacidad de los aparatos receptores existentes en la instalación.

### HS 5 Evacuación de aguas residuales

Esta sección se aplica a la instalación de evacuación de aguas residuales y pluviales en los edificios incluidos en el ámbito de aplicación general del CTE. Las ampliaciones, modificaciones, reformas o rehabilitaciones de las instalaciones existentes se consideran incluidas cuando se amplía el número o la capacidad de los aparatos receptores existentes en la instalación.

## 1.3.5 DB-HR Exigencias básicas de protección frente el ruido

### NBE-CA-88 Condiciones acústicas en los edificios





### 1.3.6 DB-HE Exigencias básicas de ahorro de energía

El ámbito de aplicación en este DB HE se especifica, para cada sección de las que se compone el mismo, en sus respectivos apartados

#### HE 1 Limitación de demanda energética

Esta sección se aplica en:

- Edificios de nueva construcción
- Modificaciones, reformas o rehabilitaciones de edificios existentes con una superficie útil superior a 1000 m<sup>2</sup>, donde se renueve más del 25% del total de sus cerramientos.
- Se excluyen del campo de aplicación:
- Aquellas edificaciones que por sus características de utilización deban permanecer abiertas
- Edificios y monumentos protegidos oficialmente por ser parte de un entorno declarado debido a su particular valor arquitectónico o histórico, cuando el cumplimiento de tales exigencias pudiese alterar de manera inaceptable su carácter o aspecto
- Edificios utilizados como lugares de culto o actividades religiosas
- Construcciones provisionales con un plazo previsto de utilización igual o inferior a 2 años
- Edificios aislados con una superficie útil total inferior a 50 m<sup>2</sup>

#### HE 2 Rendimiento de las instalaciones térmicas (RITE)

Los edificios dispondrán de instalaciones térmicas apropiadas destinadas proporcionar el bienestar térmico de sus ocupantes, regulando el rendimiento de estas y de sus equipos. Esta exigencia se desarrolla actualmente en el RITE, y su aplicación quedará definida en el proyecto del edificio

#### HE 3 Eficiencia energética de las instalaciones de iluminación

Esta sección se aplica en las instalaciones de iluminación interior en:

- Edificios de nueva construcción
- Rehabilitaciones de edificios existentes con una superficie útil superior a 1000 m<sup>2</sup>, donde se renueve más del 25% de la superficie iluminada
- Reformas de locales comerciales y de edificios de uso administrativo en los que se renueve la instalación de iluminación
- Se excluyen del campo de aplicación:
- Edificios y monumentos con valor arquitectónico o histórico reconocido, cuando el cumplimiento de estas exigencias pudiese alterar de manera inaceptable su carácter o aspecto
- Construcciones provisionales con un plazo previsto de utilización igual o inferior a 2 años
- Instalaciones industriales, talleres y edificios agrícolas no residenciales



- Edificios independientes con una superficie útil total inferior a 50 m<sup>2</sup>
- Interiores de viviendas.
- Alumbrados de emergencia. (en los casos excluidos, del a) al e), en el proyecto se justificarán las soluciones adoptadas, en su caso, para el ahorro de energía en la instalación de iluminación)

#### HE 4 Contribución solar mínima de agua caliente sanitaria

Esta sección se aplica a los edificios de nueva construcción y rehabilitación de edificios existentes de cualquier uso en los que exista una demanda de agua caliente sanitaria y/o climatización de piscina cubierta. La contribución solar mínima determinada en aplicación de la exigencia básica que se desarrolla en esta sección, podrá disminuirse justificadamente en los casos establecidos en el punto 1.1, apartado 2, de este DB.

#### HE 5 Contribución fotovoltaica mínima de energía eléctrica

Los edificios de los usos indicados, a los efectos de esta sección, en la tabla siguiente, incorporarán sistemas de captación y transformación de energía solar por procedimientos fotovoltaicos cuando superen los límites de aplicación establecidos en la tabla.

Esta potencia mínima determinada en aplicación de la exigencia básica que se desarrolla en esta sección podrá disminuirse justificadamente en los casos establecidos en el punto 1.1, apartado 2, de este DB

Tipos de uso:

- Hipermercado (límite de aplicación: 5.000 m<sup>2</sup>)
- Multitienda y centro ocio (límite de aplicación: 3.000 m<sup>2</sup>)
- Nave almacenamiento (límite de aplicación: 10.000 m<sup>2</sup>)
- Administrativos (límite de aplicación: 4.000 m<sup>2</sup>)
- Hoteles y hostales (límite de aplicación: 100 plazas)
- Hospitales y clínicas (límite de aplicación: 100 camas)
- Pabellones de recinto ferial (límite de aplicación: 10.000 m<sup>2</sup>)



## **1.4 Cumplimiento de otros reglamentos y disposiciones**

### **1.4.1 Ley de ordenación de la edificación**

Linea de estudio futura

### **1.4.2 Habitabilidad**

Linea de estudio futura

### **1.4.3 Accesibilidad y supresión de barreras**

Linea de estudio futura

### **1.4.4 Normativa de obligado cumplimiento**

Linea de estudio futura

### **1.4.5 Baja Tensión**

Linea de estudio futura

### **1.4.6 Telecomunicaciones**

Linea de estudio futura



## **1.5 Anejos a la Memoria**

### **1.5.1 Información geotécnica**

Linea de estudio futura

### **1.5.2 Cálculo de la estructura**

Linea de estudio futura

### **1.5.3 Protección contra el incendio**

Linea de estudio futura

### **1.5.4 Instalaciones del edificio**

Linea de estudio futura

### **1.5.5 Eficiencia energética**

Linea de estudio futura

### **1.5.6 Estudio de impacto ambiental**

Linea de estudio futura

### **1.5.7 Plan de control de calidad**

Linea de estudio futura

### **1.5.8 Estudio Básico de Seguridad y Salud**

Linea de estudio futura

### **1.5.9 Estudio de gestión de residuos de construcción y demolición**

Linea de estudio futura

### **1.5.10 Diligencias de coordinación**

Linea de estudio futura



## CAPÍTULO II. PLIEGO DE CONDICIONES

Pliego de cláusulas administrativas	-
Disposiciones generales	-
Disposiciones facultativas	-
Disposiciones económicas	-
Pliego de condiciones técnicas particulares	-
Prescripciones sobre los materiales	-
Prescripciones en cuanto a la ejecución por unidades de obra	-
Prescripciones sobre verificaciones en el edificio terminado	-

### **2.1.1 Pliego de cláusulas administrativas**

Linea de estudio futura

### **2.1.2 Disposiciones generales**

Linea de estudio futura

### **2.1.3 Disposiciones facultativas**

Linea de estudio futura

### **2.1.4 Disposiciones económicas**

Linea de estudio futura

### **2.1.5 Pliego de condiciones técnicas particulares**

Linea de estudio futura

### **2.1.6 Prescripciones sobre los materiales**

Linea de estudio futura

### **2.1.7 Prescripciones en cuanto a la ejecución por unidades de obra**

Linea de estudio futura

### **2.1.8 Prescripciones sobre verificaciones en el edificio terminado**

Linea de estudio futura



## CAPÍTULO III. MEDICIONES Y PRESUPUESTO

Presupuesto aproximado	X
Presupuesto detallado	-

### 3.1.1 Presupuesto aproximado

#### Costos base

	Costo \$	Costo €
Excavación	\$ 20,000.00	16.859,10 €
Herramientas	\$ 5,000.00	4.214,77 €
Techo	\$ 35,000.00	29.503,42 €
Concreto y barras de refuerzo	\$ 17,000.00	14.330,24 €
Tubos de enfriamiento	\$ 20,000.00	16.859,10 €
Cisternas	\$ 7,000.00	5.900,69 €
Envoltura térmica y láminas de polietileno	\$ 10,000.00	8.429,55 €
Paquete de sistemas	\$ 60,000.00	50577,30 €
<b>Total precio base</b>	<b>\$ 179,000.00</b>	<b>150.888,95 €</b>

#### Costo terreno

	Costo \$	Costo €
Terreno	\$ 330,305.53	280.000,00 €
<b>Total precio terreno</b>	<b>\$ 330,305.53</b>	<b>280.000,00 €</b>

#### Costo neumáticos

Se necesitan para construir una casa nave tierra de estas características un promedio de 900 neumáticos. Se considera que los neumáticos se han conseguido gratuitamente. De no ser así, se debe estudiar el costo de transporte y el costo de estas.

	Costo \$	Costo €
Neumáticos	\$ -	- €
<b>Total costo neumáticos</b>	<b>\$ -</b>	<b>- €</b>



### Costo planos

Un precio inicial de \$ 8,000.00 actualmente rebajado.

	Costo \$	Costo €
Planos	\$ 1.095,00	927,65 €
<b>Total costo planos</b>	<b>\$ 1.095,00</b>	<b>927,65 €</b>

### Costo mano de obra

Se considera que la mano de obra ha sido gratuita ya que ha sido autoconstruido.

	Costo \$	Costo €
Mano de obra	\$ -	- €
<b>Total mano de obra</b>	<b>\$ -</b>	<b>- €</b>

### Costo materiales extra

Se necesitan un promedio de 10.000 latas y unas 2.000 botellas para construir una casa nave tierra de estas características sin romper ni triturar. Se considera que las botellas de vidrio y las latas se han conseguido gratuitamente. De no ser así, se debe estudiar el costo de transporte y el costo de estas.

	Costo \$	Costo €
Botellas de vidrio	\$ -	- €
Latas	\$ -	- €
<b>Total costo materiales extra</b>	<b>\$ -</b>	<b>- €</b>

### Costo tierras

Se considera que las tierras se han conseguido gratuitamente del propio terreno

	Costo \$	Costo €
Tierra vegetal	\$ -	- €
Adobe	\$ -	- €
<b>Total costos ocultos</b>	<b>\$ -</b>	<b>- €</b>



## Costo ocultos

Se consideran los siguientes costos ocultos que pueden incrementar el presupuesto total.

	Costo \$	Costo €
Kilometraje y costos de combustible	\$ -	- €
Tiempo utilizado	\$ -	- €
Voluntarios y manutención	\$ -	- €
Suministro de agua de respaldo	\$ -	- €
Fuente de alimentación de respaldo	\$ -	- €
Enlodar el yeso de la tierra anualmente	\$ -	- €
Teñir, pintar, engrasar la madera anualmente	\$ -	- €
Limpiezas periódicas fosas sépticas	\$ -	- €
Limpiezas periódicas cisternas	\$ -	- €
Reemplazo baterías cada 15 años (promedio)	\$ -	- €
Reemplazo paneles fotovoltaicos cada 25 años (promedio)	\$ -	- €
<b>Total costos ocultos</b>	<b>\$ -</b>	<b>- €</b>

## Costo total

Costos	Costo \$	Costo €
Coste base	\$ 179,000.00	150.888,95 €
Costes terreno (sin impuestos)	\$ 330,305.53	280.000,00 €
Impuestos terreno	\$ 15311,16	12.988 €
Coste terreno (con impuestos)	\$ 345,394.76	292.988 €
Coste neumáticos	\$ -	- €
Costo planos	\$ 1.095,00	927,65 €
Costo mano de obra	\$ -	- €
Costo materiales extra	\$ -	- €
Costo tierras	\$ -	- €
Costos ocultos	\$ -	- €
<b>Total costo</b>	<b>\$ 524,366.80</b>	<b>444.804,6 €</b>





### 3.1.2 Presupuesto detallado

Linea de estudio futura



## CAPÍTULO IV. PLANOS

Plano de situación	X
Plano de emplazamiento y urbanización	X
Plano de urbanización	X
Planos generales	X
Planos de cubiertas	-
Alzados y secciones	X
Planos de estructura	-
Planos de instalaciones	-
Planos de definición constructiva	-
Memorias graficas	X
Otros	-

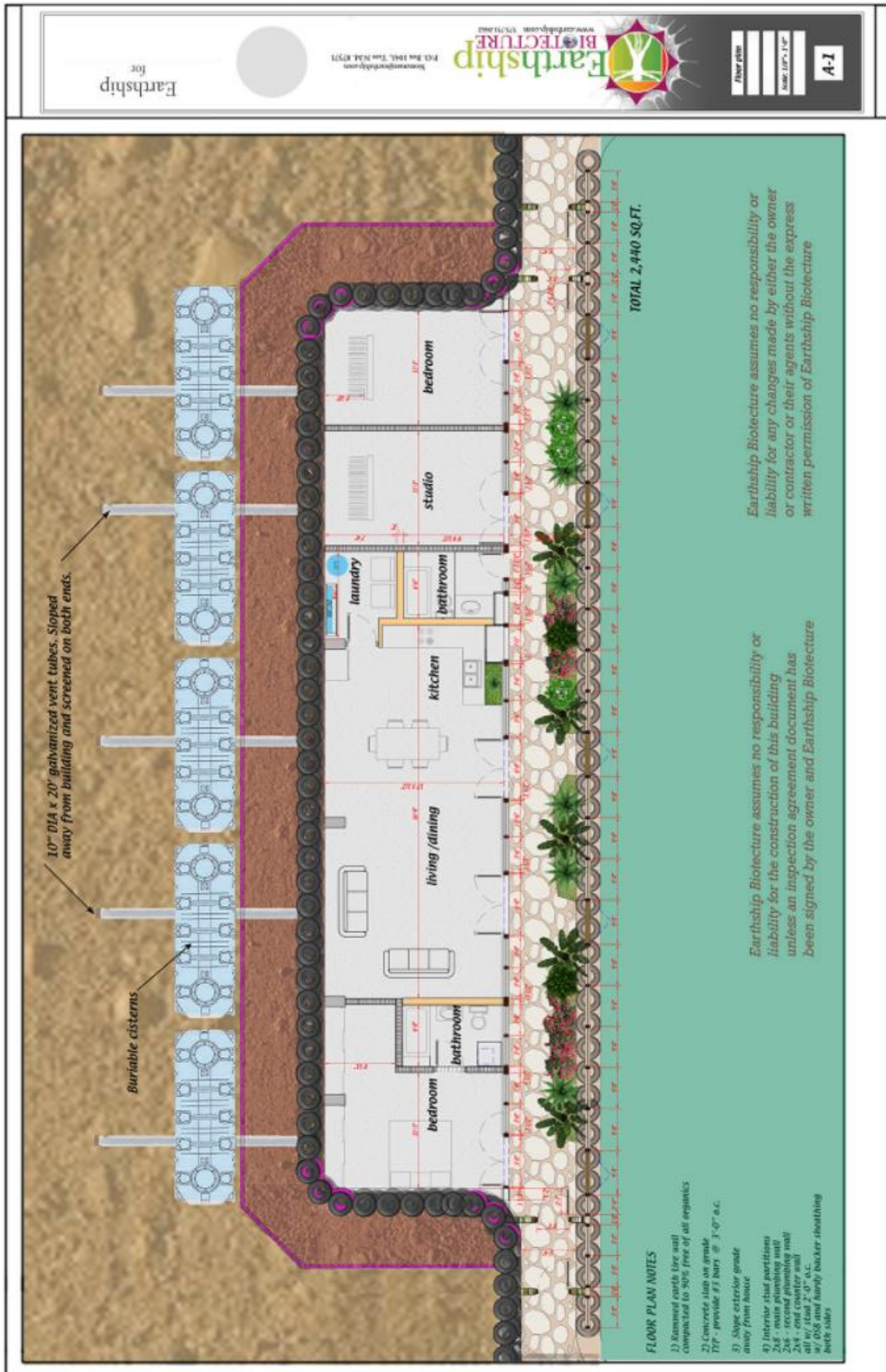
#### 4.1.1 Plano de situación



#### 4.1.2 Plano de urbanización y emplazamiento



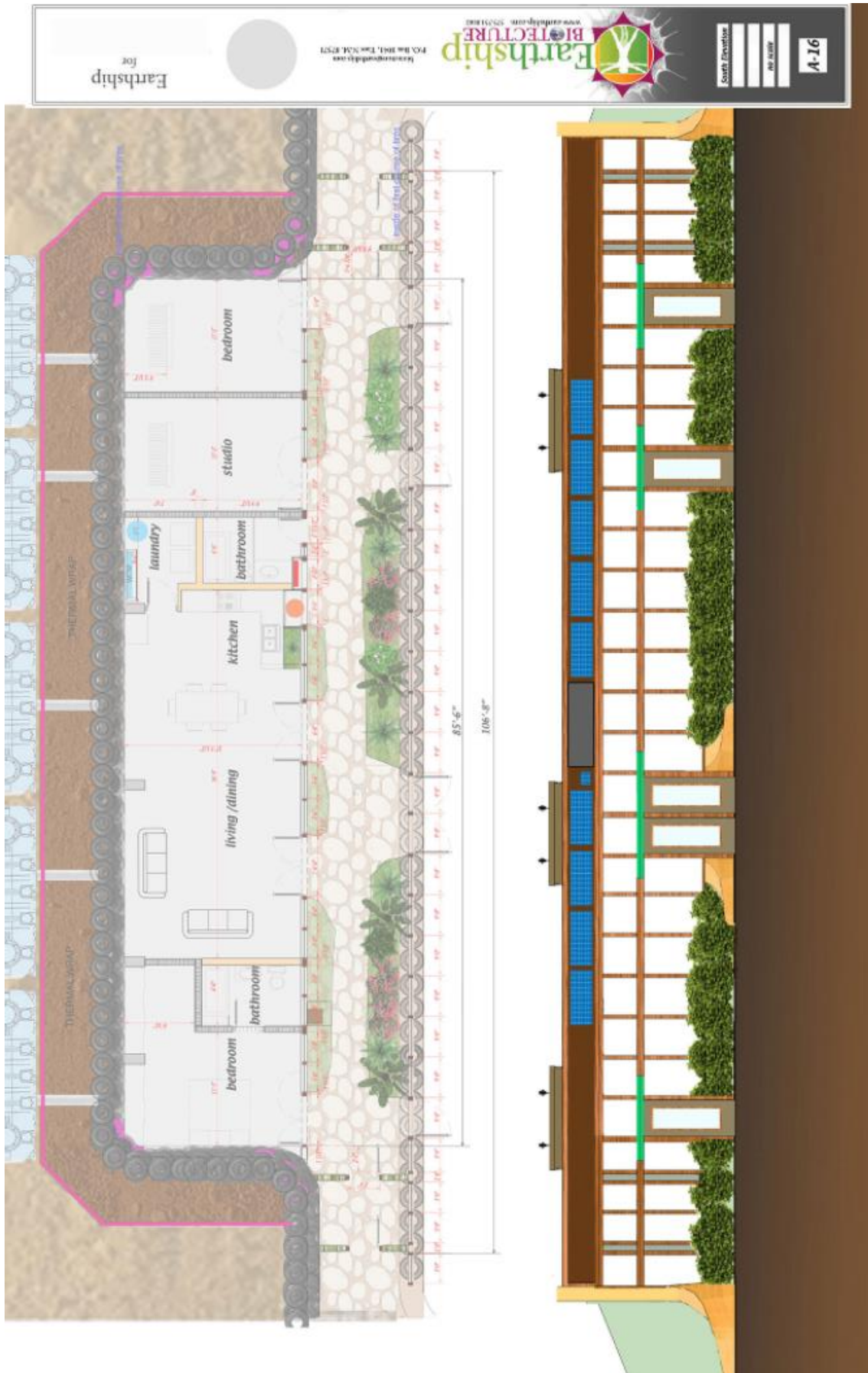
### 4.1.3 Plantas generales



Oier Juez Uriagereka | 44341503X

“Arkit-lur o Earthship en el País Vasco “¿Utopía o realidad?”





Oier Juez Uriagereka | 44341503X

“Arkit-lur o Earthship en el País Vasco “¿Utopía o realidad?”

#### 4.1.5 Memorias gráficas

Parcela



Oier Juez Uriagereka | 44341503X

*“Arkit-lur o Earthship en el País Vasco “¿Utopía o realidad?”*



Oier Juez Uriagereka | 44341503X

*“Arkit-lur o Earthship en el País Vasco “¿Utopía o realidad?”*



## Prototipo nave tierra



Oier Juez Uriagereka | 44341503X

*“Arkit-lur o Earthship en el País Vasco “¿Utopía o realidad?”*



Oier Juez Uriagereka | 44341503X

*“Arkit-lur o Earthship en el País Vasco “¿Utopía o realidad?”*



#### **4.1.6 Otros**

Linea de estudio futura

#### **4.1.7 Planos de definición constructiva**

Linea de estudio futura

#### **4.1.8 Planos de cubiertas**

Linea de estudio futura

#### **4.1.9 Planos de estructura**

Linea de estudio futura

#### **4.1.10 Planos de instalaciones**

Linea de estudio futura