

ARQUITECTURA E AUTONOMÍA ENERGÉTICA.

RECONVERÇÃO DE CONTENTORES MARÍTIMOS EM HABITAÇÃO EM MORUXO, GALIZA.

MESTRADO INTEGRADO EN ARQUITETURA E URBANISMO

NEREA ALVEDRO REVUELTA

Dissertação de Mestrado Integrado em Arquitetura e Urbanismo

Orientação: Professora Doutora Susana Milão
Professor Engenheiro Nuno Esteves

MARÇO, 2025



UNIVERSIDADE PORTUCALENSE

Do conhecimento à prática.

IMP.GE.260.0

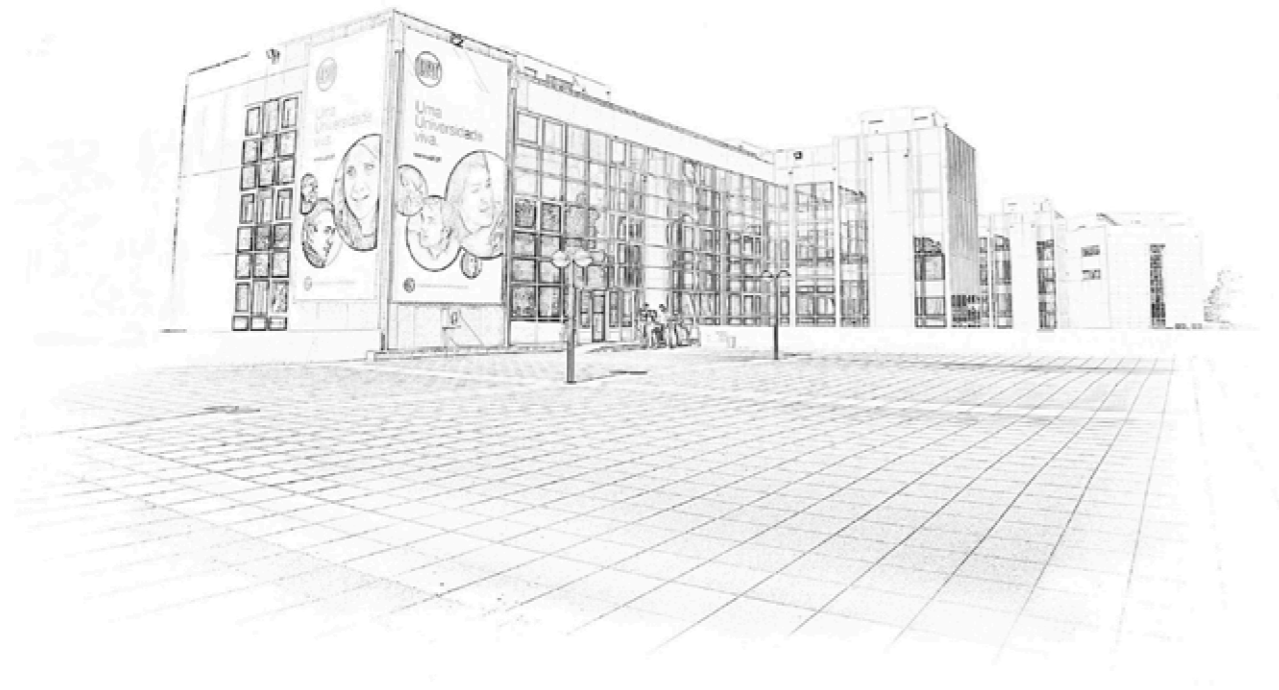
Nerea Alvedro Revuelta

ARQUITECTURA E AUTONOMÍA ENERGÉTICA.
RECONVERÇÃO DE CONTENTORES MARÍTIMOS EM HABITAÇÃO EM MORUXO, GALIZA

MARÇO 2025



UNIVERSIDADE PORTUCALENSE



Arquitectura e autonomía energética.

Reconversión de contenedores marítimos en una vivienda en Moruxo, Galiza_Vol.I

Arquitectura e autonomía energética.

Reconversión de contenedores marítimos en una vivienda en Moruxo, Galiza_Vol.I

Arquitectura e autonomía energética.

Reconversión de contenedores marítimos en una vivienda en Moruxo, Galiza_Vol.I

Dedicatoria

“La arquitectura ocurre en varios tiempos: antes, durante y después” Enric Miralles.

Arquitectura e autonomía energética.

Reconversión de contenedores marítimos en una vivienda en Moruxo, Galiza_Vol.I

Preámbulo

El presente trabajo fue desarrollado en el ámbito de la UC A50 Projeto-Dissertação del Mestrado Integrado em Arquitetura e Urbanismo (MIAU) para la Universidade Portucalense Infante Don Henrique durante el año lectivo 2023/2024, siendo orientado por la Profesora Doctora Arquitecta Susana Milão y por el Ingeniero Nuno Esteves.

La investigación se centra en el uso de contenedores marítimos para proyectos habitacionales, basándose en principios de sostenibilidad, eficiencia y autonomía energética. La intención es establecer una estrategia de intervención que responda al concepto de vivienda evolutiva intergeneracional, utilizando contenedores, y que también garanticen calidad de vida de sus usuarios.

Recientemente, se ha finalizado un curso de formación profesional superior en Eficiencia Energética y Energía Solar Térmica, en el que se ha obtenido el carné conforme al Reglamento de Instalaciones Térmicas en los Edificios. Esta cualificación capacita para diseñar este tipo de instalaciones y realizar los respectivos cálculos.

Como parte de esta investigación, se ha realizado un proyecto arquitectónico de una vivienda evolutiva en tres fases. Este proyecto demuestra la aplicación práctica de los conceptos estudiados, centrándose en la adaptabilidad y la sostenibilidad. Cabe destacar que, para los propósitos de este trabajo, solo se ha desarrollado la fase 1 a escala de proyecto de ejecución. Esta fase inicial proporciona una base sólida para comprender cómo los principios de diseño evolutivo pueden implementarse en la práctica, sentando las bases para futuras expansiones y adaptaciones de la vivienda.

Arquitectura e autonomía energética.

Reconversión de contenedores marítimos en una vivienda en Moruxo, Galiza_Vol.I

Agradecimientos.

A mis padres y a mi hermana porque sin su apoyo y ayuda incondicional no estaría aquí. Gracias por acompañarme estos años y darme la oportunidad de cumplir mis metas.

A mi familia, especialmente a mis abuelos que me han ayudado en todos los trámites. A mis grandes amigos de A Coruña, Ramon, Iria, Carmen y Lucía, y también a los de Vilagarcía de Arousa por escucharme y aconsejarme en los momentos difíciles. Me habéis enseñado que esta travesía merece la pena.

A mis orientadores, Susana y Nuno, por los conocimientos, las reflexiones, las críticas, la dedicación y el cariño hacia este trabajo.

A mis profesoras del F.P de Eficiencia energética, María, Lucía, Sandra, Eugenia, Vanessa, Eduardo y Mayra, por transmitirme los conocimientos, la preocupación y la experiencia, tanto en el aula y en el taller como en las charlas fuera de hora de clase, por la energía y por el agua. Agradecerle también al centro y en especial, a Eugenia, por los préstamos de libros de la Biblioteca. He aprendido mucho este año, y espero seguir explorando sobre estos temas que estoy descubriendo gracias a vosotras.

A mis compañeros de clase de eficiencia, en especial al Equipo Solar, por ser mis compañeros de trabajos, por escucharme, ayudarme y levantarme el ánimo.

A Adrián, por su constante paciencia y cariño, gracias por recordarme todo el tiempo que puedo conseguirlo.

Arquitectura e autonomía energética.

Reconversión de contenedores marítimos en una vivienda en Moruxo, Galiza_Vol.I

Resumo.

No final do século XX, surge una consciencia de sustentabilidade na sociedade, impulsada polo Relatório Brundtland (1987) e polo desenvolvemento da Norma Passivhaus (1980). Esta mudanza gerou novas necesidades na arquitectura, centradas no conforto térmico, no ciclo de vida dos materiais e na redución dos residuos na construción. Actualmente, o obxectivo é reducir as emisións, de forma a mellorar a calidade dos edificios e utilizando enerxías renovábeis ou non renovábeis, ou una combinación de ambas.

O obxectivo fundamental desta dissertación é examinar e propor estratexias para proxeitar habitacións energeticamente eficientes e autossuficientes. Foca-se na readaptación de contedores en Moruxo, Galiza, incorporando sistemas ativos e pasivos para minimizar perdas energéticas e maximizar a independencia da rede eléctrica. A análise visa optimizar o desempeño térmico e a sustentabilidade da construción, explorando solucións inovadoras de isolamento e aproveitamento de recursos naturais.

A metodoloxía incluí estudos de casos de habitacións en España e noutras áreas xeográficas, analisando a súa composición, autossuficiencia, eficiencia e necesidades energéticas. Procurou-se comprender a reutilización de contedores como elementos estruturais para crear espazos habitacionais, abordando o desafío das súas elevadas perdas de enerxía debido à súa constitución metálica.

Um aspecto crucial da investigación envolveu o estudo da estrutura dos contedores e a necesidade de reforzo. A investigación propoñe a incorporación de materiais para aumentar a inercia térmica, enquanto aborda o desafío de crear aberturas na estrutura. Este proceso exige un reforzo estrutural e a consideración das pontes térmicas, esenciais para preservar a eficiencia energética e a estabilidade estrutural da habitación. A análise equilibra as exigencias de conforto térmico con as limitacións inherentes à condición dos propios contedores.

O proxecto de arquitectura centra-se na reconversión de contedores en espazos de habitación evolutivos para familias de diferentes faixas etárias, con base no estudo do espazo mínimo de habitación. Esta abordaxe utiliza o concepto de habitación mínima como base para o crecemento e a agregación de módulos habitacionais, permitindo que a habitación se adapte e se expanda ao longo do tempo en resposta ao crecemento do agregado familiar. A flexibilidade e a modularidade son elementos-chave desta concepción, que procura optimizar o espazo dispoñible, mantendo a calidade de vida e o conforto dos habitantes. Esta estratexia permite a creación de solucións habitacionais versátiles que poden evolucionar de unidades compactas para espazos máis amplos, respondendo às novas necesidades das familias modernas.

Em conclusión, esta dissertación pretende ser una abordaxe ao proceso de conversión de contedores en habitación sustentábel e autossuficiente, abordando os desafíos técnicos e energéticos involucrados e propondo solucións para una arquitectura máis amiga do ambiente.

Palabras clave.

Sustentabilidade, Autonomía energética, Contedores, Readaptación, Habitación evolutiva

Resumen.

A finales del siglo XX, la sociedad tomó conciencia de la sostenibilidad, impulsada por el Informe Brundtland (1987) y el desarrollo del Estándar Passivhaus (1980). Este cambio generó nuevas necesidades en la arquitectura, centradas en el confort térmico, el ciclo de vida de los materiales y la reducción de residuos en la construcción. En la actualidad, el objetivo es reducir las emisiones para mejorar la calidad de los edificios y utilizar energías renovables o no renovables, o una combinación de ambas.

El objetivo fundamental de esta tesis es examinar y proponer estrategias para diseñar viviendas energéticamente eficientes y autosuficientes. Se centra en la reconversión de contenedores en Moruxo, Galicia, incorporando sistemas activos y pasivos para minimizar las pérdidas energéticas y maximizar la independencia de la red eléctrica. El análisis pretende optimizar el rendimiento térmico y la sostenibilidad del edificio, explorando soluciones innovadoras de aislamiento y el uso de recursos naturales.

La metodología incluye estudios de casos de viviendas en España y otras zonas geográficas, analizando su composición, autosuficiencia, eficiencia y necesidades energéticas. El objetivo era comprender la reutilización de los contenedores como elementos estructurales para crear espacios habitables, abordando el reto de sus elevadas pérdidas energéticas debido a su constitución metálica.

Un aspecto crucial de la investigación consistió en estudiar la estructura de los contenedores y la necesidad de reforzarlos. La investigación propone la incorporación de otros materiales para aumentar la inercia térmica, al tiempo que se plantea crear aberturas en la estructura. Este proceso necesita un refuerzo estructural y tener la consideración de los puentes térmicos, esenciales para preservar la continuidad en el aislamiento y la estabilidad estructural de la vivienda. El análisis equilibra las exigencias de confort térmico con las limitaciones inherentes al estado de los propios contenedores.

El proyecto arquitectónico se centra en la utilización de contenedores para espacios habitables evolutivos para familias de distintas edades, partiendo de un estudio del espacio habitable mínimo. Este enfoque utiliza el concepto de vivienda mínima para el crecimiento y la agregación de módulos de vivienda, permitiendo que se adapte y amplíe con el tiempo en respuesta al crecimiento del hogar. La flexibilidad y la modularidad son elementos clave de este diseño, que busca optimizar el espacio disponible manteniendo la calidad de vida y el confort de los habitantes. Esta estrategia permite crear soluciones versátiles que pueden evolucionar desde unidades compactas hasta espacios más amplios, respondiendo a las nuevas necesidades de las familias modernas.

En conclusión, esta tesis pretende ser una aproximación al proceso de reconversión de contenedores en viviendas sostenibles y autosuficientes, abordando los retos técnicos y energéticos que conlleva y proponiendo soluciones para una arquitectura más respetuosa con el medio ambiente.

Palabras clave.

Sostenibilidad, Autonomía energética, Contenedores, Reconversión, Vivienda evolutiva

Abstract.

At the end of the 20th century, there was an awareness of sustainability in society, driven by the Brundtland Report (1987) and the development of the Passivhaus Standard (1980). This change generated new needs in architecture, centred on thermal comfort, the life cycle of materials and the reduction of waste in construction. Nowadays, the aim is to reduce emissions in order to improve the quality of buildings and using renewable or non-renewable energies, or a combination of both.

The fundamental aim of this dissertation is to examine and propose strategies for designing energy-efficient and self-sufficient housing. It focuses on the conversion of containers in Moruxo, Galicia, incorporating active and passive systems to minimise energy losses and maximise independence from the electricity grid. The analysis aims to optimise the thermal performance and sustainability of the building, exploring innovative insulation solutions and the use of natural resources.

The methodology includes case studies of homes in Spain and other geographical areas, analysing their composition, self-sufficiency, efficiency and energy needs. It sought to understand the reuse of containers as structural elements to create living spaces, addressing the challenge of their high energy losses due to their metallic constitution.

A crucial aspect of the research involved studying the structure of the containers and the need for reinforcement. The research proposes incorporating materials to increase thermal inertia, while addressing the challenge of creating openings in the structure. This process requires structural reinforcement and the consideration of thermal bridges, which are essential for preserving the energy efficiency and structural stability of the dwelling. The analysis balances the demands of thermal comfort with the limitations inherent in the condition of the containers themselves.

The architectural project centres on the conversion of containers into evolving living spaces for families of different ages, based on the study of minimum living space. This approach uses the concept of minimum housing as a basis for the growth and aggregation of housing modules, allowing the dwelling to adapt and expand over time in response to the growth of the household. Flexibility and modularity are key elements of this design, which seeks to optimise the available space while maintaining the quality of life and comfort of the inhabitants. This strategy allows for the creation of versatile housing solutions that can evolve from compact units to larger spaces, responding to the new needs of modern families.

In conclusion, this dissertation aims to be an approach to the process of converting containers into sustainable and self-sufficient housing, addressing the technical and energy challenges involved and proposing solutions for a more environmentally friendly architecture.

Key words.

Sustainability, Energy autonomy, Containers, Retrofitting, Evolving housing

Índice

Capítulo I: Introducción.....	14
1.1. Justificación de la problemática y objeto de estudio.....	15
1.2. Objetivos del estudio y fundamentación.....	16
1.3. Metodologías de la investigación.....	19
1.4. Estructura del contenido.....	23
Capítulo II: Marco teórico.....	26
2.1. Introducción.....	28
2.2. El habitar y la arquitectura doméstica.....	29
2.2.1. Espacio mínimo de habitar.....	29
2.2.2. Arquitectura Doméstica intergeneracional.....	37
2.2.3. Vivienda evolutiva.....	39
2.3. Arquitectura y energía.....	41
2.3.1. Eficiencia energética (activa y pasiva). NZEB y PASSIVHAUS.....	41
2.3.2. Fuera o dentro de la red. Autosuficiencia y autonomía.....	46
Capítulo III: Casos de estudio.....	49
3.1. Casa Container Guest House.....	50
3.2. Casa Contenedores de Esperanza.....	54
3.3. Casa WFH House.....	58
3.4. Casa Container Barcelona.....	62
3.5. Casa El Tiemblo.....	64
3.6. Resultados obtenidos.....	67
Capítulo IV: Sistematización y contribuciones para el proyecto.....	71
4.1. Casas a partir de contenedores.....	72
4.2. Encuadramiento geográfico del Proyecto (Moruxo, Galicia).....	77
4.II.1. Topografía.....	78
4.II.2. Infraestructuras territoriales.....	79
4.3. Evolución urbana.....	79
Capítulo V: Conclusiones o Consideraciones finales.....	81
Referencias Bibliográficas.....	84
Índice de Figuras e imágenes.....	89
<u>Anexo I.....</u>	<u>92</u>
I. Tipos de contenedores.....	92
II. Fichas de modelos de contenedores.....	92
III. Tablas análisis casos de estudio.....	95
Anexo II.....	98
I. Normativa específica de los contenedores.....	98
II. Normativas de aplicación en el proyecto.....	98
III. Código técnico de la edificación.....	111
IV. Código vivienda estatal.....	118
V. Código vivienda autonómico.....	118
VI. Normas subsidiarias.....	118
Anexo III.....	120
I. Entrevistas.....	120
II. Visitas y asistencia a charlas formativas.....	121

Arquitectura e autonomía energética.

Reconversión de contenedores marítimos en una vivienda en Moruxo, Galiza_Vol.I

Capítulo I: Introducción.

1.1. Justificación de la problemática y objeto de estudio

En el contexto actual de crisis energética y cambio climático, la búsqueda de soluciones habitacionales sostenibles y energéticamente autónomas se ha convertido en una prioridad global. Las viviendas autónomas, conocidas como "Off the Grid", representan una respuesta innovadora a estos desafíos, al no depender de las redes convencionales de electricidad, agua o alcantarillado (Vale & Vale, 1975). Estas viviendas utilizan tecnologías alternativas para su abastecimiento energético y gestión de recursos, promoviendo así una forma de vida más sostenible y resiliente (Monsa, 2022). Se utiliza el término Off the Grid, para referirse a esta arquitectura porque además de ser independientes del suministro de electricidad, tampoco se conectan a la red pública de agua o de alcantarillado. Por lo tanto, utilizan otras tecnologías alternativas para su abastecimiento de agua, evacuación de residuos y generación eléctrica (Monsa, 2022)

Los contenedores marinos son elementos prefabricados que se utilizan para transportar mercancías por todo el mundo (Pousada, 2017). En cuánto terminan su vida útil, se acumulan en los puertos, como los de A Coruña y Vigo, hasta que se venden, se reconvierten o se envían a fábricas de acero para su fundición cuyo proceso es costoso y necesita energía (Pousada, 2017). En este contexto, la reutilización de contenedores marinos para la construcción de viviendas emerge como una solución prometedora. Su reconversión en espacios habitables no solo ofrece una alternativa sostenible a su desecho, sino que también proporciona una opción de vivienda asequible y adaptable.

Galicia, con sus particulares condiciones climáticas caracterizadas por una menor exposición solar en comparación con otras regiones de España, presenta un escenario único para el desarrollo de viviendas autónomas. Esta realidad exige soluciones innovadoras para maximizar la eficiencia energética y el aprovechamiento de recursos naturales. La zona de Moruxo, situada estratégicamente cerca de núcleos urbanos como A Coruña, Ferrol, Sada, Bergondo y Miño, ofrece un emplazamiento ideal para explorar estas soluciones en un contexto semi-rural.

Debido al incremento poblacional, se demanda más superficie edificada y se aumentan las necesidades energéticas para poder abastecerla, por lo que la escasez del suelo y los incrementos de precio de las viviendas más tradicionales hacen viable las viviendas prefabricadas de menor coste, menor consumo energético y mayor sostenibilidad (Wassouf, 2020). Para llevarlas a cabo y cumplir los objetivos de habitabilidad, es

relevante la intervención sobre su envolvente (aislamiento) y la elección de sistemas de climatización por radiación, como la geotermia, muy utilizada hoy en día.

Es importante destacar que el sector residencial en España representó el 30% de la demanda energética en 2020, lo que subraya la necesidad de soluciones habitacionales más eficientes. Además, el reciente incremento en los costos energéticos ha impulsado la búsqueda de alternativas que maximicen el ahorro y el aprovechamiento energético en la arquitectura contemporánea. Este enfoque se alinea con los objetivos de sostenibilidad establecidos en la Agenda 2030 (Diario Oficial de la Unión Europea, 2018).

La arquitectura de independencia energética se presenta como una opción viable para Galicia y puede ser compatible con el tipo de población de Galicia, en que un 37% vive en zonas de urbanización intermedia y un 14% en zonas poco pobladas (Ministerio de asuntos sociales y agenda 2030, s.f). A pesar de que no hay aún un conocimiento focalizado en casos de vivienda en este contexto, el área de Moruxo, presenta particularidades que deben de ser consideradas en el proyecto.

1.2. Objetivos del estudio y fundamentación

La revisión de la literatura internacional sobre arquitectura y contenedores revela una escasez de publicaciones que aborden específicamente la autonomía energética en este tipo de construcciones. Si bien existen empresas constructoras que utilizan contenedores nuevos para sus proyectos, y otras que reutilizan contenedores usados, pocas integran de manera comprensiva el concepto de autosuficiencia energética en sus diseños. Esta brecha en la investigación y práctica arquitectónica actual plantea una oportunidad significativa para explorar soluciones innovadoras que aborden simultáneamente los desafíos de la reutilización de materiales y la independencia energética en la arquitectura contemporánea. En respuesta a esta problemática, y considerando el impacto ambiental y energético de la arquitectura en la actualidad, se han desarrollado los siguientes objetivos para este estudio.

Objetivo principal: Identificar métodos de intervención para la construcción de viviendas energéticamente autónomas mediante la reconversión de contenedores marítimos en Galicia

La reconversión de contenedores marítimos para crear viviendas energéticamente autónomas en Galicia presenta una oportunidad innovadora y sostenible en el sector de la

Arquitectura e autonomía energética.

Reconversión de contenedores marítimos en una vivienda en Moruxo, Galiza_Vol.I

construcción. Esta estrategia ofrece múltiples ventajas, incluyendo una reducción significativa en costes de producción, transporte y consumo energético. Los contenedores marítimos, con su estructura robusta de acero y su geometría básica, proporcionan una base ideal para la creación de espacios habitables. Su diseño modular permite combinaciones versátiles para formar viviendas adaptadas a diversas necesidades. Sin embargo, es crucial considerar el contexto específico de Galicia en el diseño y la implementación de estas soluciones.

Actualmente, la reconversión de contenedores se está desarrollando en varios ámbitos, como construcciones permanentes, estructuras efímeras y alojamientos de emergencia. Por ejemplo, la vivienda en A Coruña de My Box Experience es un caso de construcción permanente, mientras que el 974 Stadium en Qatar representa un uso efímero. Además, proyectos como la Anonymous-II eco house de Luis de Garrido muestran su potencial en situaciones de emergencia.

Para desarrollar estrategias efectivas en Galicia, es valioso analizar ejemplos tanto internacionales como nacionales. A nivel internacional, proyectos como la WFH house de Arcgency en China destacan por el uso de materiales sostenibles y reciclados. También se encuentran iniciativas como los Contenedores de esperanza de Studio Saxe, que buscan proporcionar viviendas asequibles y sostenibles en áreas necesitadas. Además, la Container Guest House de Poteet Architects es notable por su sistema de reutilización de agua para riego de cubierta vegetal.

En España, ejemplos como El Tiemblo y Casa Menta de James & Mau priorizan la alta eficiencia energética, mientras que las viviendas en A Coruña y Ourense de My Box Experience se adaptan al contexto gallego. En Galicia, la implementación de estas soluciones debe considerar las condiciones climáticas específicas, como la menor exposición solar, lo que requiere un enfoque innovador en el diseño de sistemas de energía renovable y eficiencia energética.

La normativa local también juega un papel crucial, ya que las casas contenedor se consideran edificaciones y están sujetas a regulaciones similares a las construcciones tradicionales. Es esencial obtener las licencias adecuadas y cumplir con los requisitos de habitabilidad y eficiencia energética. Para maximizar la autonomía energética en Galicia, se deben explorar estrategias como la optimización del aislamiento térmico, la integración de sistemas de energía renovable adaptados al clima local, la implementación de

Arquitectura e autonomía energética.

Reconversión de contenedores marítimos en una vivienda en Moruxo, Galiza_Vol.I

tecnologías de gestión eficiente del agua y el diseño bioclimático que aproveche las condiciones naturales del entorno.

El análisis y la propuesta de estrategias para la construcción de viviendas energéticamente autónomas mediante la reconversión de contenedores marítimos en Galicia se fundamentan en la necesidad de abordar los desafíos energéticos y de sostenibilidad actuales. Al adaptar estas soluciones al contexto específico de Galicia, se abre un camino hacia un futuro habitacional más sostenible y autosuficiente, alineándose con los objetivos globales de eficiencia energética y respeto al medio ambiente.

Objetivo específico: Desarrollar una estrategia arquitectónica para la creación de viviendas energéticamente autónomas mediante la reconversión de contenedores marítimos en Moruxo, Galicia.

Las cuestiones fundamentales que se plantean en el desarrollo de viviendas energéticamente autónomas se centran en los desafíos económicos y técnicos de implementar sistemas independientes de abastecimiento, evacuación y generación energética. Un aspecto crítico y recurrente es la complejidad de almacenar energía de manera eficiente, especialmente cuando la demanda del usuario fluctúa. En este contexto, se enfatiza la importancia de combinar diferentes fuentes de energía renovable, con especial atención a la energía eólica y solar, tanto fotovoltaica como térmica. Otras alternativas, como la geotermia, son menos exploradas debido a sus elevados costes de implementación. Un factor crucial, aunque a menudo tratado de forma secundaria, es la consideración del espacio necesario para los equipos energéticos en el diseño arquitectónico.

Estos proyectos suelen abarcar diversos objetivos, incluyendo la eficiencia energética mediante sistemas activos, la integración de elementos domóticos, el desarrollo de comunidades sostenibles, mejoras en técnicas constructivas y el diseño personalizado para satisfacer necesidades específicas de los clientes. En el marco de la reconversión de contenedores marítimos en Moruxo, Galicia, estos aspectos adquieren una relevancia particular. El diseño debe adaptarse meticulosamente a las condiciones climáticas locales, optimizando el uso de las energías renovables disponibles en la región. Además, es imperativo considerar la normativa local y las características específicas del entorno rural-urbano de Moruxo.

La estrategia arquitectónica para estas viviendas autónomas debe, por tanto, integrar de manera eficiente los sistemas de generación y almacenamiento de energía, adaptarse al clima gallego, y considerar cuidadosamente el impacto visual y funcional en el entorno. Esto implica adoptar un enfoque holístico que combine la eficiencia energética con la estética y funcionalidad propias de la arquitectura local, creando así soluciones habitacionales que sean no solo sostenibles, sino también culturalmente apropiadas y estéticamente integradas en el paisaje gallego (Wassouf, 2020).

En resumen, este objetivo específico busca desarrollar una estrategia arquitectónica innovadora que combine la reutilización de contenedores marítimos con tecnologías de energía renovable y el concepto de habitación evolutiva. Este enfoque permite diseñar espacios flexibles que se adaptan a lo largo del tiempo, respondiendo a las transformaciones en la composición familiar y los modos de vida. La propuesta desarrolla un sistema modular que ofrece múltiples direcciones de crecimiento, permitiendo a los residentes modificar sus viviendas sin comprometer la eficiencia energética o la sostenibilidad.

En el marco de esta investigación, se ha desarrollado un proyecto arquitectónico que materializa esta vivienda evolutiva en tres fases distintas. Es importante destacar que solo se ha llevado a cabo el desarrollo detallado de la fase 1 a nivel de proyecto de ejecución (volumen III). Esta etapa inicial ejemplifica la aplicación práctica de los conceptos estudiados y sienta las bases para futuras ampliaciones, estableciendo los cimientos para implementar de manera efectiva los principios de diseño evolutivo en consonancia con las necesidades cambiantes de los habitantes y las condiciones específicas de Moruxo, Galicia.

1.3. Metodologías de la investigación

La metodología de investigación empleada en este proyecto se centró en un enfoque multidisciplinar para abordar la construcción de viviendas energéticamente autónomas mediante la reconversión de contenedores marítimos en Galicia. Este estudio combinó análisis cualitativos y cuantitativos, integrando diversas fuentes de información y métodos de investigación para desarrollar una propuesta arquitectónica innovadora y sostenible.

El proceso de investigación se estructuró en varias fases interconectadas, cada una diseñada para aportar datos cruciales y perspectivas únicas al proyecto. Estas fases incluyeron una exhaustiva revisión de literatura, análisis de casos de estudio relevantes,

evaluación de tecnologías de energía renovable aplicables, y un examen detallado de las normativas y condiciones específicas de Galicia.

La metodología empleada para el primer objetivo se basó en un análisis comparativo de estudios de caso múltiple, enfocándose en viviendas que cumplieran dos criterios principales: autosuficiencia energética y construcción con contenedores marítimos. Este enfoque permitió una evaluación detallada de soluciones innovadoras y sostenibles en el ámbito de la vivienda. Los criterios de selección incluyeron la autosuficiencia energética, donde las viviendas debían demostrar independencia de la red eléctrica convencional, utilizando sistemas de energía renovable y estrategias de eficiencia energética; y la construcción con contenedores marítimos, donde los casos seleccionados debían utilizar contenedores como base estructural principal de la vivienda. Adicionalmente, se consideró la ubicación geográfica como un tercer criterio, priorizando proyectos ubicados en Galicia o en regiones con climas oceánicos similares, para asegurar la relevancia y aplicabilidad de las soluciones al contexto específico del proyecto. Esta metodología permitió un análisis exhaustivo de las mejores prácticas en la construcción de viviendas autosuficientes con contenedores, considerando aspectos como eficiencia energética, adaptabilidad climática y viabilidad técnica en el contexto gallego.

Para las técnicas de recogida de la información se utilizó el análisis documental de fuentes escritas y no escritas, tanto para los casos de estudio como para conocer el lugar elegido para la intervención. Las fuentes escritas incluyeron información de fuentes no oficiales como publicaciones, artículos de prensa, trabajos de fin de grado, disertaciones de maestría y libros; así como fuentes oficiales provenientes de documentos de archivos. Las fuentes no escritas empleadas abarcaron planos, fotografías, imágenes, sonidos y testimonios orales.

Adicionalmente, se emplearon otras técnicas como la observación sistemática in situ para el local de intervención e indirecta para los casos de estudio, analizados mediante análisis documental. Se tomaron notas de campo, notas personales y fotografías. De manera puntual, se realizaron entrevistas para complementar la información obtenida.

A través de estas diversas técnicas de recogida y obtención de datos, la información adquirida se sometió a un análisis cualitativo que permitió responder a la pregunta de investigación y a los objetivos planteados. Este enfoque integral facilitó una comprensión profunda del tema, permitiendo desarrollar una propuesta arquitectónica fundamentada

en evidencias prácticas y teóricas, adaptada a las condiciones específicas de Moruxo, Galicia.

Categorías de Análisis.

Las categorías de análisis establecidas para esta investigación constituyen los criterios fundamentales que se emplearán en el examen detallado de los casos de estudio (Grawitz, 1993). Estas categorías se han definido con el propósito de estructurar y sistematizar la evaluación de cada caso, permitiendo una comparación coherente y exhaustiva entre ellos.

	CATEGORÍAS	SUBCATEGORÍA	INDICADORES	MÉTODO DE RECOGIDA
Vivienda Con contenedores marítimos	Identificación		- Localización - Análisis del lugar - Área de intervención	-Análisis documental -Observación indirecta -Notas personales
	Composición	- Disposición de los contenedores - Tipo de contenedor y dimensiones	- Identificación. - Características.	
	Autosuficiente	- Conectada a la red - Desconectada de la red	-Identificación.	
	Eficiencia energética	- Sistemas constructivos utilizados. - Elementos de generación de sombra - Sistemas de ventilación pasiva - Orientación	- Identificación - Características - Materiales - Sostenibilidad	-Análisis documental. -Observación indirecta
	Necesidades energéticas e hidráulicas	Hidráulicas.	- Abastecimiento. - Evacuación de residuos. - Reutilización de recursos	- Identificación. - Características. - Sostenibilidad.
Térmicas.		- Calor - Frío	- Identificación - Características - Sostenibilidad	

Fig. | 1| Tabla de categorías e indicadores. Elaboración propia.

Indicadores de Análisis.

Los indicadores son características objetivas y cuantificables que permiten medir o observar de manera concreta los aspectos definidos en las categorías de análisis (Quivy & Campenhoudt, 1992). Estos indicadores facilitan la evaluación sistemática y comparativa de los casos de estudio, proporcionando datos específicos y medibles para cada categoría establecida. Para cada categoría de análisis, se han definido indicadores específicos que permiten una evaluación detallada y objetiva.



Fig. | 2| Tabla de categorías e indicadores. Elaboración propia.

1.4. Estructura del contenido

La estructura de los siguientes capítulos responde al formato de una disertación de proyecto, integrando una componente de investigación científica con una aplicación práctica en el diseño arquitectónico. La metodología descrita anteriormente se analiza desde una perspectiva teórica, y sus conclusiones se aplican en la parte proyectual.

Esta disertación aborda dos aspectos fundamentales: el estudio de construcciones similares y el análisis del contexto de localización. La combinación de estos elementos, junto con la integración de la investigación científica y el desarrollo del proyecto, permite responder de manera comprehensiva a los objetivos planteados en este capítulo.

CAPITULO 1: INTRODUCCIÓN

Este capítulo es una presentación de la temática que se va a abordar. Se encuentra dividido en cuatro apartados que son 1.1 Justificación de la problemática y objeto de estudio, 1.2 Objetivos del estudio y fundamentación, 1.3 Metodologías de la investigación y por último, 1.4 Estructura del contenido.

En este capítulo se explican las técnicas diferentes de recogida de datos y los instrumentos a utilizar para ello, además de la situación actual de esta temática.

CAPITULO 2: MARCO TEÓRICO

En este otro capítulo se exponen dos apartados fundamentales, 2.2 El habitar y la arquitectura doméstica y 2.3 Arquitectura y energía.

El primer apartado de composición arquitectónica se centra en el desarrollo de la vivienda, abordando las dimensiones espaciales y la composición. Este apartado explora el concepto del habitar y la arquitectura doméstica a través de tres subcapítulos: desde el origen del espacio mínimo doméstico hasta su evolución actual, la arquitectura intergeneracional y el concepto de vivienda evolutiva.

El segundo apartado examina la relación entre arquitectura y energía, dividiéndose en dos subcapítulos. Estos abordan la arquitectura de eficiencia energética y las construcciones conectadas y desconectadas de la red, respectivamente. Este enfoque permite una comprensión integral de cómo las consideraciones energéticas influyen en el diseño y la funcionalidad de las viviendas contemporáneas.

CAPITULO 3: CASOS DE ESTUDIO

Este capítulo se enfoca en el análisis particular de viviendas seleccionadas construidas con contenedores. Se estructura en dos subcapítulos principales: el primero examina un

caso singular, mientras que el segundo presenta un estudio comparativo de múltiples casos.

El caso singular sigue la misma estructura de contenido que el estudio de casos múltiples, pero centra su atención en el contenedor como elemento arquitectónico principal. Inicialmente, se identifica la vivienda en términos de su ubicación, descripción del entorno, área ocupada y año de construcción. Posteriormente, se analiza mediante observación su composición, eficiencia y necesidades energéticas. En algunos casos, se complementa la información con entrevistas o conversaciones con los propietarios.

CAPITULO 4: MORUXO

Este capítulo aborda el encuadramiento territorial de Moruxo, dividiéndose en dos subcapítulos: 4.1 Encuadramiento geográfico y 4.2 Evolución urbana. El primer subcapítulo describe las características del territorio de Moruxo desde varias perspectivas, analizando los condicionantes que limitan el desarrollo del área. Se exploran aspectos como la economía, la cultura, las infraestructuras y los modos de vida de la población local, considerando cómo estos son influenciados por el contexto geográfico.

El segundo subcapítulo se centra en los procesos históricos, el crecimiento continuo y las transformaciones que el área de Moruxo ha experimentado a lo largo del tiempo. Este análisis considera tanto factores internos, como la topografía, como externos, incluyendo aspectos demográficos, político-económicos, legales y culturales. Este estudio de la evolución urbana permite comprender las dinámicas que han moldeado la configuración actual de Moruxo y las tendencias que pueden influir en su desarrollo futuro.

Este enfoque proporciona una visión integral del contexto territorial de Moruxo, esencial para fundamentar las propuestas de intervención arquitectónica y urbanística en la región, especialmente en lo que respecta a la implementación de soluciones habitacionales sostenibles y energéticamente eficientes.

CAPITULO 5: CONCLUSIONES

Este capítulo presenta las consideraciones finales de la investigación, sintetizando los resultados obtenidos a lo largo del estudio. En él se integran las conclusiones específicas extraídas de cada capítulo anterior, las cuales han sido fundamentales para dar respuesta a los dos objetivos principales planteados en esta disertación.

El análisis global de estos resultados permite una comprensión holística del tema investigado, ofreciendo una visión integral de la viabilidad y los desafíos asociados a la construcción de viviendas energéticamente autónomas mediante la reconversión de

contenedores marítimos en Moruxo, Galicia. Estas conclusiones no solo resumen los hallazgos clave, sino que también proporcionan una base sólida para futuras investigaciones y aplicaciones prácticas en el campo de la arquitectura sostenible y la eficiencia energética en contextos similares.

ANEXOS

Los ANEXOS I, II y III incorporan las principales normativas, entrevistas, visitas y asistencias técnicas relacionadas con la investigación. Estos anexos incluyen una compilación de las normativas relevantes para el estudio, como reglamentos, leyes o estándares aplicables al tema de investigación. También contienen las transcripciones o resúmenes de las entrevistas realizadas, incluyendo información sobre los entrevistados, fechas y lugares de las entrevistas. Además, se incluyen registros detallados de las visitas de campo efectuadas, con información sobre los lugares visitados, fechas y observaciones realizadas. La documentación relacionada con las asistencias técnicas recibidas o proporcionadas durante el proceso de investigación también forma parte de estos anexos. Se incluyen los guiones de entrevistas utilizados, que pueden abarcar los objetivos de la investigación, las preguntas planteadas y otros detalles metodológicos. Los formularios de consentimiento informado firmados por los participantes en las entrevistas o estudios también se adjuntan. Adicionalmente, estos anexos pueden contener otros materiales de apoyo como fotografías, documentos recolectados durante el trabajo de campo, o datos complementarios que respalden la investigación.

Capítulo II: Marco teórico

Arquitectura e autonomía energética.

Reconversión de contenedores marítimos en una vivienda en Moruxo, Galiza_Vol.I

2.1. Introducción.

El marco teórico de esta investigación se fundamenta en la necesidad de abordar los desafíos contemporáneos de la vivienda, particularmente en el contexto de la reconversión de contenedores para uso habitacional. Este enfoque surge como respuesta a múltiples problemáticas actuales, incluyendo la optimización del espacio habitable, la sostenibilidad en la construcción y la adaptabilidad a las necesidades cambiantes de las familias modernas.

La exploración del concepto de espacio mínimo habitable es crucial, considerando que estudios previos han establecido parámetros óptimos para garantizar la calidad de vida en espacios reducidos. La modularidad inherente de los contenedores marítimos ofrece una plataforma ideal para implementar soluciones flexibles y escalables, permitiendo que las viviendas evolucionen desde unidades compactas hasta espacios más amplios, adaptándose a las necesidades cambiantes de sus ocupantes.

Además, se examinan las estrategias de eficiencia energética, incluyendo los estándares nZEB y Passivhaus, así como los conceptos de vivienda On-Grid y Off-Grid, fundamentales para abordar los retos de sostenibilidad y autosuficiencia en la arquitectura contemporánea. La reutilización de contenedores no solo reduce la demanda de nuevos materiales de construcción, sino que también ofrece ventajas significativas en términos de tiempo y costos de construcción.

Para desarrollar esta base teórica, se ha realizado una revisión de obras de referencia en arquitectura colectiva, doméstica y modular, diseño energéticamente eficiente, y vivienda autónoma, complementada con artículos e informes técnicos recientes. Este enfoque multidisciplinar proporciona un fundamento sólido para las innovaciones propuestas en el proyecto de reconversión de contenedores en Moruxo, Galicia, integrando aspectos de sostenibilidad, eficiencia espacial y adaptabilidad para responder a las exigencias de la vivienda del futuro.

2.2. El habitar y la arquitectura doméstica

2.2.1. Espacio mínimo de habitar.

La idea del espacio mínimo habitable ha evolucionado significativamente a lo largo del tiempo, influenciando diversas tipologías arquitectónicas y respondiendo a las necesidades cambiantes de la sociedad. En este contexto, el análisis del origen y desarrollo de este concepto es fundamental para comprender cómo se ha transformado la concepción de la vivienda moderna.

El espacio mínimo habitable se define como el área esencial para que un individuo o grupo pueda desarrollar sus actividades cotidianas de manera confortable y funcional. Este concepto es dinámico y se adapta según factores como normativas locales, contexto cultural, necesidades específicas de los ocupantes y recursos disponibles. Va más allá de las meras dimensiones físicas, abarcando la distribución y el diseño eficiente de los espacios para maximizar su utilidad y crear una sensación de amplitud incluso en áreas reducidas (Le Corbusier, 1976).

La habitabilidad de estos espacios no solo depende de su tamaño, sino también de elementos cruciales como la ventilación adecuada, la iluminación natural, la privacidad y el acceso a servicios básicos. Estos factores son fundamentales para garantizar un entorno habitable que cumpla con los estándares de calidad de vida (Le Corbusier, 1976).

Históricamente, la Revolución Industrial marcó un punto de inflexión en la concepción arquitectónica del espacio mínimo. La introducción de nuevas tecnologías, métodos de transporte y productos prefabricados transformó radicalmente la perspectiva de los arquitectos, sentando las bases para las innovaciones en diseño de viviendas compactas y funcionales que observamos en la actualidad (Alonso, 2005).



Fig. | 3| Puente de Garabit, del Ingeniero Eiffel (Le Corbusier, 1977).

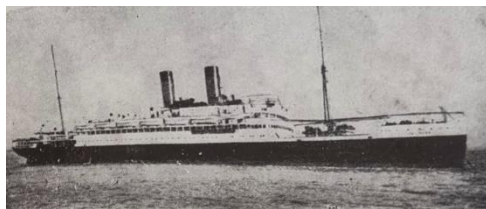


Fig. | 4| El paquebote Flandre. Transportes de personas y correo (Le Corbusier, 1977).

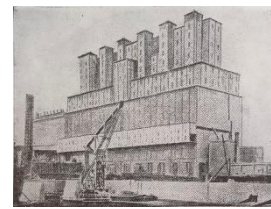


Fig. | 5| Los nuevos volúmenes de las ciudades (Le Corbusier, 1977).

Arquitectura e autonomía energética.

Reconversión de contenedores marítimos en una vivienda en Moruxo, Galiza_Vol.I

La geometría ha sido fundamental en la evolución arquitectónica, manifestándose en formas absolutas como el cilindro, tetraedro, prisma, cubo y esfera. La arquitectura griega, evolucionando desde la cabaña primitiva, aportó las primeras ideas sobre modulación y proporción, aplicando conceptos de geometría sagrada en el diseño.

Inicialmente, los arquitectos se centraban en la composición geométrica de las plantas y la estructura general. Sin embargo, como señala Alonso (2005), con el tiempo, el enfoque se desplazó hacia la estética de los alzados y elementos decorativos, priorizando el aspecto visual sobre la composición estructural. Este cambio marca una transición desde un enfoque puramente funcional y geométrico hacia una mayor preocupación por la ornamentación, aunque manteniendo la importancia de la geometría en aspectos estructurales y simbólicos de la arquitectura.

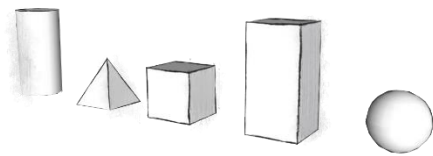


Fig. | 6| Formas absolutas. Elaboración propia

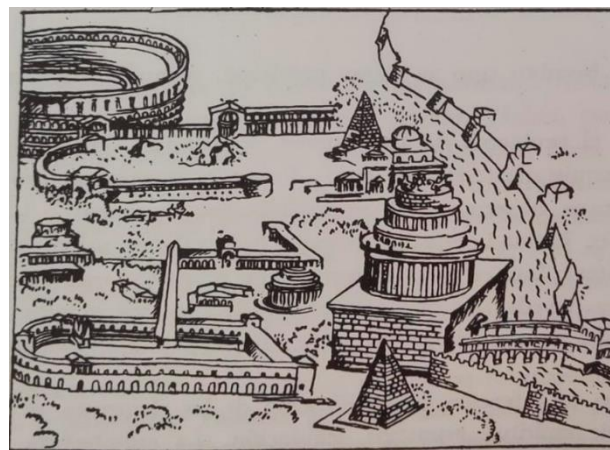


Fig. | 7| Dibujo síntesis de arquitecturas emblemáticas que tienen su base en las formas absolutas (Le Corbusier, 1977)

La geometría y las formas puras en arquitectura están intrínsecamente ligadas al concepto de módulo considerando que El módulo es una unidad de medida de proporciones en la arquitectura. La RAE, también recoge este término donde las acepciones más relevantes que podemos encontrar son “Dimensión que convencionalmente se toma como unidad de medida, y, más en general, todo lo que sirve de norma o regla; pieza o conjunto unitario de piezas que se repiten en una construcción de cualquier tipo, para hacerla más fácil, regular y económica” (Real Academia Española, 2023).

Arquitectura e autonomía energética.

Reconversión de contenedores marítimos en una vivienda en Moruxo, Galiza_Vol.I

Mientras que las formas geométricas básicas como el cilindro, prisma, cubo y esfera proporcionan la base estructural y estética de muchos diseños arquitectónicos, el módulo actúa como la unidad fundamental que permite la aplicación práctica de estos principios geométricos. Este enfoque modular no solo facilitó la construcción y economía de los proyectos, sino que también reforzó la estética de formas geométricas limpias y puras que definieron la arquitectura modernista (Alonso, 2005).

La utilización del módulo en la arquitectura moderna, especialmente en el contexto del Estilo Internacional y la Bauhaus, permitió la implementación práctica de los principios de geometría pura en diseños caracterizados por su simplicidad, funcionalidad y reproducibilidad. El primer manifiesto de la Bauhaus: "*The ultimate aim of all creative activity is a building!*" está basado en el concepto ideal, "*Building of the Future*" creado por Walter Gropius cuyas grandes preocupaciones eran el planeamiento urbano, la vivienda y aumentar la calidad en los productos que se desarrollaban en masa. Por ello, Gropius incorporó una nueva forma de pensar el proyecto. La forma del espacio en la arquitectura era determinada por la función de la misma, así como, por el coste que esta suponía y dónde debían prevalecer las necesidades de las personas (Ynzenga, 2021).

En el caso de arquitectos como Mies van der Rohe, la Casa Farnsworth ejemplifica la reducción de las funciones de la vivienda a un contenedor cúbico esencial, articulando el espacio para las circulaciones naturales de la vida cotidiana. Esta obra icónica integra todos los espacios de la vida doméstica en una estructura transparente y ligera.

La Arquitectura del Estilo Internacional, perteneciente al movimiento moderno, recupera la modulación como principio constructivo, reminiscente de la arquitectura clásica. En la arquitectura moderna, el módulo permitía crear patrones que facilitaban la construcción y la incorporación de nuevos materiales industriales. Este sistema se popularizó especialmente tras la Primera Guerra Mundial para la reconstrucción urbana (Schulze & Windhorst, 2016).

La urgente necesidad de alojamientos para la población que migraba a las ciudades industrializadas impulsó la sistematización en diversos ámbitos, incluyendo la construcción. El Taylorismo influyó en la creación de productos estandarizados para reducir costes y aumentar la velocidad de producción, aplicándose también a la arquitectura. Como señala Torres (2004), "*La construcción en serie no significa, por tanto, únicamente un cambio en los procedimientos de construcción, sino que conlleva el establecimiento de éléments types*".

Arquitectura e autonomía energética.

Reconversión de contenedores marítimos en una vivienda en Moruxo, Galiza_Vol.I

Esta aproximación modular y estandarizada en la arquitectura no solo respondía a las necesidades prácticas de la época, sino que también reflejaba un cambio fundamental en la concepción del espacio habitable, priorizando la eficiencia y la funcionalidad sin sacrificar la estética y la innovación en el diseño.

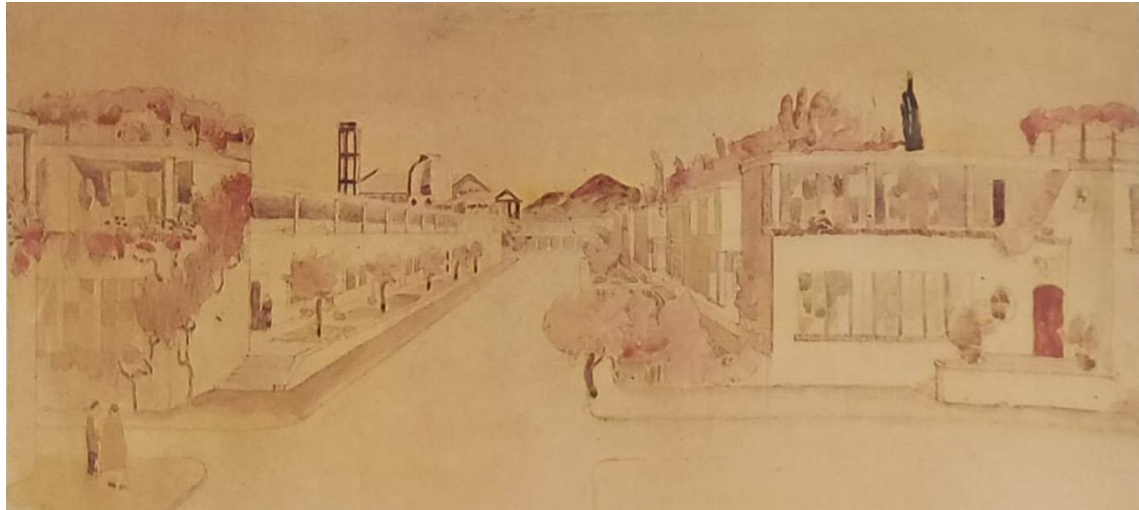


Fig. | 8| Maison Domino, año 2015, elaborado por Charles-Édouard Jeanneret (Torres, 2004)

Este enfoque modular y estandarizado en la arquitectura no solo respondía a las necesidades prácticas de la época, sino que también marcó un cambio fundamental en la concepción del espacio habitable, priorizando la eficiencia y la funcionalidad.

En este contexto, el ahorro de costes en la construcción se logró mediante la creación en serie de elementos prefabricados, aplicando sistemas constructivos industrializados. Estos sistemas estandarizados se basaban en un número reducido de elementos, fundamentados en procedimientos normalizados y modulares. Esta aproximación ofrecía mayor flexibilidad en las distribuciones interiores, resultando en sistemas más adaptables, reutilizables y, por ende, más económicos.

La resolución de las necesidades estructurales mediante sistemas constructivos prefabricados permitió a los arquitectos concentrarse en los aspectos estéticos y funcionales de las viviendas, facilitando el desarrollo de nuevas concepciones espaciales y formales. Esta idea se refleja en la famosa afirmación de Le Corbusier (1977): "La casa es una máquina de habitar", sugiriendo que su concepción debía ser similar a la de un automóvil, producida en serie. Esta visión revolucionaria no solo transformó la práctica arquitectónica, sino que también redefinió la relación entre forma, función y producción en la arquitectura moderna.

Arquitectura e autonomía energética.

Reconversión de contenedores marítimos en una vivienda en Moruxo, Galiza_Vol.I



Fig. [9] En busca de un modelo de automóvil (Le Corbusier, 1977).

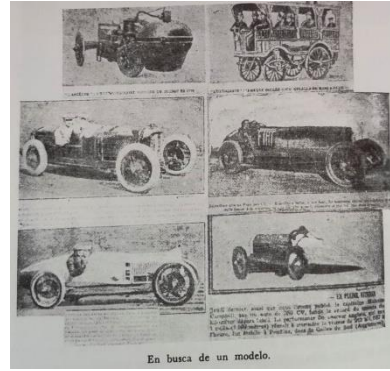


Fig. [10] Casas en serie, como los coches (Le Corbusier, 1977).



Fig. [11] Les maisons "Voisin" 1 (Le Corbusier, 1920)

Le Corbusier con el concepto de "Unité d'Habitation" como parte integral de su visión urbanística "La Ville Radieuse" buscaba maximizar el espacio habitable y mejorar la calidad de vida de sus residentes. El elemento fundamental de la Unité d'Habitation era la

'Surgen de la necesidad de reconstruir el país de forma rápida y económica, de la desorganización para coordinar y de la escasez de la mano de obra (Le Corbusier, 1920).

Arquitectura e autonomía energética.

Reconversión de contenedores marítimos en una vivienda en Moruxo, Galiza_Vol.I

"Unidad de Vivienda", un apartamento individual equipado con sistemas de aire acondicionado y ventilación mecánica. Estas unidades, diseñadas para ser compactas y eficientes, optimizaban el uso del espacio sin comprometer la comodidad y la funcionalidad (Torres, 2004).

La Unité d'Habitation representaba una materialización de los principios de la arquitectura moderna, incorporando conceptos clave como los pilotis, la cubierta-terraza y la planta libre. Estos elementos permitían liberar el espacio en planta baja, crear áreas comunes en la azotea y flexibilizar la distribución interior de las viviendas. Además, el diseño incorporaba estudios detallados de insolación y ventilación, permitiendo que todos los apartamentos tuvieran aberturas en ambas fachadas del edificio.

La Unité d'Habitation se convirtió así en un modelo influyente para el desarrollo de viviendas de alta densidad, marcando un hito en la arquitectura modernista del siglo XX y estableciendo nuevos estándares para el diseño de espacios habitables eficientes y funcionales.



Fig.[12] Análisis unidad de vivienda de Marsella (Alvarez, s.f.)

La visión de Le Corbusier sobre el espacio mínimo habitable evolucionó desde la escala urbana de la Unité d'Habitation hasta la intimidad del Cabanon, demostrando su versatilidad en la aplicación de principios modernistas. Mientras la Unité d'Habitation establecía nuevos estándares para viviendas de alta densidad, el Cabanon representaba la destilación máxima de estos conceptos en un espacio mínimo. Esta progresión refleja la búsqueda constante de Le Corbusier por optimizar el espacio habitable, desde soluciones colectivas hasta individuales. El Cabanon, como conclusión de su investigación sobre la célula mínima, no solo se relaciona con el mito de la cabaña primitiva, sino que también ejemplifica cómo los principios de eficiencia y funcionalidad pueden aplicarse en diferentes escalas. Ambos proyectos, aunque contrastantes en tamaño, comparten la filosofía de crear espacios adaptables y evolutivos que respondan a las necesidades cambiantes de sus habitantes, demostrando la versatilidad y relevancia continua de los conceptos modernistas de Le Corbusier en el diseño de espacios habitables. Esta construcción inspiró el concepto "do it yourself" o "hazlo tú mismo", que proponía la

Arquitectura e autonomía energética.

Reconversión de contenedores marítimos en una vivienda en Moruxo, Galiza_Vol.I

participación activa de las personas en la creación de sus casas vacacionales o temporales, las cuales podían trasladarse a otros lugares.



Fig. [13] Vista interior de Le Cabanon (ETSA Granada, 2011)



Figura [14]: Planta de Le Cabanon (ETSA Granada, 2011)

El concepto de Espacio mínimo de habitar que se aborda en la arquitectura moderna está relacionado con la creación de espacios eficientes y funcionales, donde se cubren las necesidades básicas con los recursos disponibles (ETSA Granada, 2011).

En 1929, se explora el concepto de *Existensminimum* que exploraba un tipo de vivienda compacta y funcional en una época de crisis económica y escasez de recursos. Por otro lado, el *metabolismo japonés* en 1959 exploraba una visión experimental y flexible en estos espacios. Cada unidad era independiente, pero juntando cada una se creaban sistemas de edificios dinámicos y adaptables que podían evolucionar con el tiempo. Es el caso de la Nakagin capsule Tower que permitía añadir o modificar una unidad mientras que en El hábitat 67 integraba unidades habitacionales modulares.

A finales de los años 80 y 90, se percibe una mayor preocupación por la calidad espacial y la eficiencia energética de este tipo de viviendas.

El concepto de vivienda mínima continúa siendo relevante en la arquitectura contemporánea. Las "Small Houses", "Micro Houses", "cabins" o "Tiny Houses" despiertan el interés de las personas por ser viviendas más asequibles de construir y mantener en comparación con las tradicionales. El objetivo de estas construcciones es reducir la contaminación producida debido al aumento de la población y a las construcciones no sostenibles, así como disminuir los costes económicos (Aytar & Zafer, 2020). Este enfoque refleja una creciente conciencia sobre la sostenibilidad y la eficiencia en el diseño de espacios habitables, respondiendo a desafíos actuales como la urbanización acelerada y la necesidad de soluciones de vivienda más accesibles y ecológicas.

Arquitectura e autonomía energética.

Reconversión de contenedores marítimos en una vivienda en Moruxo, Galiza_Vol.I

Este tipo de arquitectura se construye en espacios urbanos o rurales, son de tamaño reducido, cubren todas las necesidades de las personas y son soluciones que minimizan el consumo de los recursos tanto materiales como de costes. Es posible utilizar las tanto como casas creadas de forma independiente o en serie. Son importantes los materiales a utilizar y el diseño general de la vivienda, pues se busca que sean autosuficientes, conteniendo todo lo necesario para poder vivir en un espacio pequeño y habitable (Aytar & Zafer, 2020). Arquitectos como Alejandro Aravena, utilizan este tipo de arquitectura para dar soluciones flexibles y económicas en situaciones de emergencia.

La definición de estas pequeñas viviendas es diferente de un autor a otro, pues depende de los tamaños de superficie que se encuentren en las normativas del lugar, las preferencias del propietario y de la climatología. Por lo general, hacen que la persona que vive en ellas conecte con su entorno y tenga una forma de vida más sostenible. Tienen algunas ventajas porque no se instalan de forma directa en el terreno, lo cual hace posible su retirada y evita pedir licencias de construcción, pues pueden llevarse hasta el lugar como una casa móvil (Kilman, 2016).

La falta de espacio se puede traducir en un menor consumo de energía, porque hay menos iluminación artificial y menos espacio para calentar, más conciencia sobre el gasto energético. Son viviendas que por su reducido tamaño se pueden adaptar y no necesitan tantas instalaciones para tener un entorno confortable. Las viviendas de este tipo, en ocasiones buscan la forma de reutilizar el agua o sistemas de compostaje para los residuos generados (Kilman, 2016).

Esta arquitectura, continúa promoviendo el movimiento “do it yourself” y la construcción en serie, pues se pueden encontrar diversas empresas que venden casas reducidas y modulares, por catálogo y que el propietario de un terreno podría elegir (Kilman, 2016). Esto implica la reducción de mano de obra y costes, pues los días de trabajo en el lugar en el exterior son menos y el resto se realiza en interiores de ambiente industrial.

Estos tipos de arquitectura coinciden en que deben ser flexibles, modulares, adaptables, responder a las necesidades de los habitantes y permitir su evolución con el tiempo. Sin embargo, se verá afectada por los diversos contextos culturales, sociales, económicos y tecnológicos en dónde se localicen.

Arquitectura e autonomía energética.

Reconversión de contenedores marítimos en una vivienda en Moruxo, Galiza_Vol.I

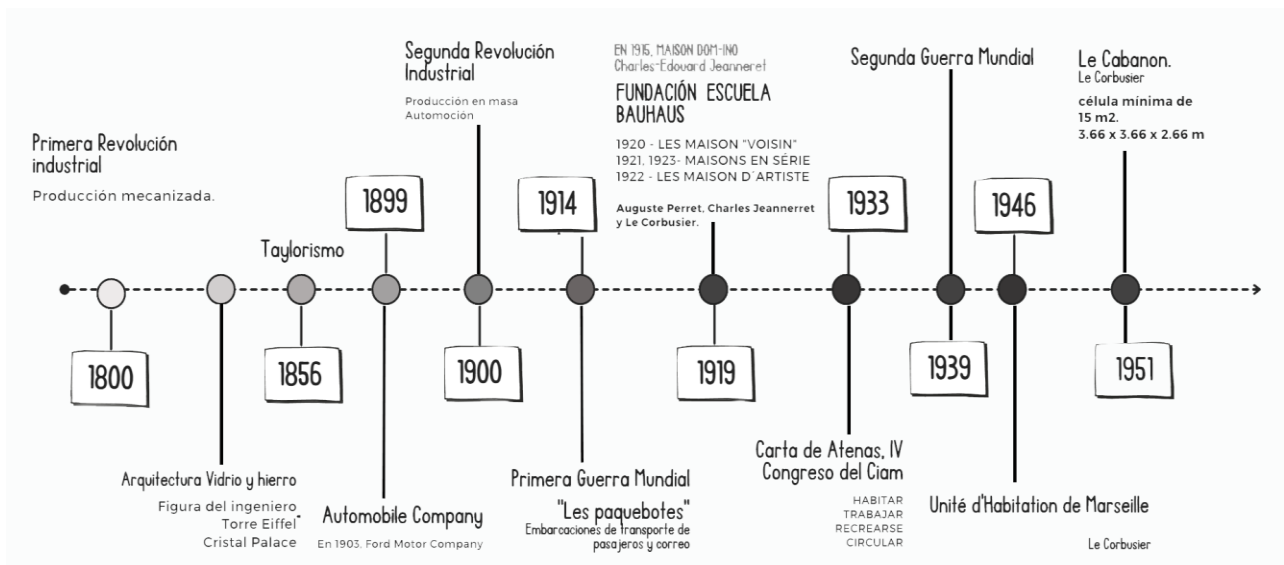


Fig.15]: Los cinco principios del estándar Passivhaus. Elaboración propia (Passive House Institute, 2015).

2.2.2.Arquitectura Doméstica intergeneracional.

El concepto de arquitectura doméstica con enfoque intergeneracional contempla aspectos del diseño y de la planificación de las viviendas y los espacios que se generan al incrementar la convivencia entre personas de distintas generaciones cuyas necesidades vitales son diferentes. La planificación de este programa habitacional considera elementos como la conectividad, la privacidad, la accesibilidad y la inclusión de zonas ajardinadas.

La configuración espacial de la arquitectura, puede entenderse como la forma de "estar" en el mundo. Se pueden entender tres formas diferenciadas: El hogar físico que está formado por los materiales utilizados y el propio diseño de las viviendas (Pallasmaa, 2016). El hogar social, referido a las relaciones con las otras personas, relaciones de carácter significativo, que en ocasiones pueden cohabitar en el mismo entorno físico (Pallasmaa, 2016). El hogar personal, como espacio de expresión, identidad y control personal, dónde se encuentran sentimientos de familiaridad, seguridad o pertenencia (Pallasmaa, 2016).

Con el aumento de la edad el significado del hogar también adquiere una mayor expresión, se vuelve el centro de la vida de las personas y de su independencia, por lo que tienden a aislarse del resto de la sociedad, lo que les reduce su bienestar psicológico, su satisfacción personal y a veces, la calidad de vida, por eso, necesitan más interacción

social. El 41.8% de la población mayor de 65 años viven de forma independiente, y el 22% viven solos, algunos recibiendo ayudas y apoyo social (Imsero, 2021).

En consecuencia, en este tipo de arquitectura, en la que conviven generaciones distintas, son muy importantes los espacios intermedios. Estos espacios, situados entre el interior y el exterior, actúan como divisiones o nexos entre diferentes áreas, ofreciendo flexibilidad y albergando diversas situaciones a distintas escalas. Se pueden clasificar en dos tipos principales: residenciales y públicos. Los espacios intermedios residenciales, ubicados dentro del edificio, incluyen patios o jardines que conectan áreas públicas y privadas, así como zonas de transición como pasillos. Los espacios intermedios públicos adquieren una dimensión urbana, abarcando plazas, parques y áreas de transición de edificios. Además, existe un tercer tipo de espacio intermedio entre lo público y lo privado, denominado espacio casa-calle, que comprende elementos como terrazas, porches, galerías y fachadas verdes (Carreiro & López, 2019). El diseño de estos espacios es imprescindible para poder acondicionar los lugares a los que sirven. La proporción y la orientación es fundamental, para que sean espacios ventilados y protegidos del sol, pero que además ayuden a obtener un control micro climático (Carreiro & López, 2019). Al ser espacios tan diversos, pueden ayudar en la mejora de la eficiencia energética del hogar y a elevar la sensación de bienestar y confort de las personas que lo habitan. A pesar de ser espacios de transición (intermedios), pueden dotarse de otras funcionalidades que no permitan discernir dónde está la separación de las áreas más privadas de las públicas, impidiendo el conflicto entre los distintos grupos de edades que allí habitan.

El espacio intermedio se relaciona con el hogar social, y en la arquitectura evolutiva se refiere a espacios de uso común y colectivo, asociados a compartir recursos.

2.2.3.Vivienda evolutiva

El concepto de vivienda evolutiva se refiere a la capacidad que tiene una vivienda para adaptarse y cambiar, en función de las necesidades y circunstancias de las personas que la habitan. Este concepto, reconoce que las personas no tienen a lo largo de su vida las mismas necesidades, por lo tanto, las viviendas deben ser capaces de evolucionar con ellas, respondiendo a los retos que enfrenta la sociedad actual. Para construir una vivienda que pueda soportar estos cambios, es importante pensar en cómo estos se proyectan en ellas (Martín, 2016).

Hay diferentes patrones de evolución basados en dinámicas familiares, territoriales, por exceso o escasez de espacio en la construcción, por tratarse de construcciones por etapas, por tener una evolución espacial cualitativa, por costes económicos y legales (Pallasmaa, 2016).

La evolución según las dinámicas familiares tiene relación con el número de personas que conviven en el mismo lugar y el tipo de relación que tengan entre ellas. Esta dinámica está condicionada por la evolución territorial, pues es la relación del espacio y su influencia en las relaciones sociales, identificando lugares de conflicto. Podrían ser áreas privadas o compartidas dentro de la vivienda (Pallasmaa, 2016).

La evolución de la vivienda por exceso o escasez de espacio se relaciona con los patrones señalados en el párrafo anterior pues ayuda a identificar que el espacio útil no es proporcional al número de personas que habitan el lugar (Martín, 2016).

La construcción progresiva parte de la relación de superficie construida y el elemento constructivo o estructural que se va a colocar, es decir, su distribución física en el espacio. Así que la evolución cualitativa del espacio, que es la que se refiere a la calidad de los espacios que se generan, se corresponde con la construcción progresiva pues se pueden diseñar espacios que tengan flexibilidad de uso (los usuarios pueden escoger y variar como lo utilizan), perfectibilidad (poder añadir elementos que cambien el espacio en función de las diversas necesidades que puedan surgir), sostenibilidad (lugares accesibles para el mantenimiento, buscar una mayor eficiencia en las instalaciones y reducir la cantidad de conductos, evitando así realizar obras) y habitabilidad (mínimos necesarios de ventilación, iluminación y existencia de agua corriente y sistema de drenaje). El patrón de evolución debido a costes económicos va a depender de un aspecto laboral y de ahorro de las personas que quieren construir la vivienda (Martín, 2016).

Arquitectura e autonomía energética.

Reconversión de contenedores marítimos en una vivienda en Moruxo, Galiza_Vol.I

Una casa “*crecedera*” es la vivienda que se puede planificar desde su fase inicial de proyecto para que pueda ser adaptada en algún momento de su ciclo de vida, tanto para ser ampliada como reducida (Martín, 2016).

Al ser unidades implementadas por módulos, son unidades básicas e incompletas, que por su tamaño son asequibles en el mercado. Los costes se optimizan y estas unidades habitacionales pueden perder calidad espacial al ser un proceso de evolución temporal.

La idea de esta arquitectura es la posibilidad de aumentar los espacios de la vivienda sin ser un cambio de elevado impacto, o reducirlos sin perder la calidad del espacio. Desde el punto de vista de la unidad modular, estas deben permitir los cambios, en las separaciones de espacios para poder hacer uso de ellos de manera diferente si en el futuro se precisa, siendo una obra reducida en tiempo, costes y construcción.

2.3. Arquitectura y energía

2.3.1. Eficiencia energética (activa y pasiva). NZEB y PASSIVHAUS

La arquitectura pasiva se puede definir como la que se adecúa a la naturaleza climática del lugar. Ha existido desde las primeras construcciones y a lo largo del siglo XX, la arquitectura dejó de dar importancia al vínculo que tiene con las características del entorno dónde se sitúa, para pasar a aplicarlas de forma internacional (Wassouf, 2020).

A raíz de la Crisis Energética Mundial, la crisis del petróleo en el año 1973, se recuperaron las preocupaciones por el impacto del sector de la edificación en el medio ambiente y se adoptó el objetivo de reducir la emisión de gases de efecto invernadero (Wassouf, 2020).

La energía que se necesita para construir edificios, poder mantenerlos y para que estos puedan realizar la función a la que son destinados, corresponde a aproximadamente un 40% del consumo europeo. La energía consumida, se utiliza en calefactar o refrigerar las superficies, en el agua caliente sanitaria y en la iluminación. Por este motivo, la arquitectura pasiva resulta de especial interés en materia de ahorro energético o de eficiencia energética (Wassouf, 2020).

Todos los detalles son importantes para diseñar viviendas de calidad, pues no ser cuidadoso con ellos, provoca errores que repercuten en su comportamiento energético, y directamente, en las personas que viven en ellas. Se entiende por viviendas de calidad, las que tienen un menor consumo energético, buen confort térmico y buena calidad del aire interior (Dollard, 2022).

Los problemas más encontrados son puentes térmicos, fugas de aire y deficiencias de diseño en instalaciones. La combinación de todos estos problemas da como resultado el mal comportamiento energético de las viviendas. Las características que más afectan en este comportamiento son la forma y su orientación, y en la mayoría de las ocasiones dependen de los usos de las áreas y de los programas de proyecto. La forma es resultado de las normativas que la condicionan y del lugar de emplazamiento. Los mayores problemas suelen localizarse en la envolvente y en las instalaciones (Dollard, 2022).

Por eso, el factor de forma y la compacidad son dos términos importantes en eficiencia energética. El factor de forma se refiere a la relación de la forma del edificio y a la capacidad de intercambio térmico que esta tiene con el exterior. Se determina con el área expuesta de la envolvente y su volumen interior ($F.F. = (\text{superficie} / \text{volumen})$), por eso, a mayor superficie de la envolvente, más área de intercambio térmico. La compacidad, adquiere especial importancia, pues es la relación entre el volumen que está encerrado

por la envolvente térmica² del edificio y el sumatorio de las superficies de intercambio térmico de la misma ($C = (\text{volumen} / \text{área})$). Cuanto mayor sea el valor del volumen, más compacidad se obtendrá y, por lo tanto, habrá menores pérdidas energéticas (Mutani, Maglione, & Arboit, 2020).

Siguiendo el principio de envolvente primero, los detalles constructivos son importantes, muestran soluciones para mejorar la eficiencia energética porque procuran cumplir los estándares como el *Passivhaus* o como el de *energía cero*. Al mejorar en la construcción se reduciría la brecha energética³, las viviendas pueden llegar a sobrepasar el cumplimiento de los requisitos y ofrecer un bajo consumo energético, serían viviendas sostenibles (Dollard, 2022).

Se define como edificio sostenible aquel que está basado en un buen diseño, integra energías renovables, ha tenido una gestión ambientalmente saludable durante la construcción y su mantenimiento es con recursos eficientes y desde principios ecológicos (Rey, y otros, 2020).

Actualmente existe gran confusión entre los estándares de construcción nZEB y las *Passivhaus*, por ser dos tipologías que tienen los mismos objetivos de reducción del consumo energético (Rey, y otros, 2020).

El estándar *Passivhaus*, nació en Alemania en la década de 1980, ha sido la base para el desarrollo y construcción de otras edificaciones de “energía casi nula” como las desarrolladas por el francés *Effinergie (2006)* y *Casa Clima (2002)*. El propósito de este tipo de viviendas es tener el control de la demanda energética mediante arquitectura pasiva y mantener las condiciones de confort climático del interior con equipos de apoyo (Wassouf, 2020).

² Se refiere al conjunto de elementos formado por los cerramientos exteriores y, en su caso particiones interiores del edificio o parte del mismo, incluyendo sus puentes térmicos, determinado de acuerdo con los criterios fijados en el Código Técnico de la Edificación (CTE). Ver anexo 0, artículo 2, definición 16 del Real decreto 390/2021 por el que se aprueba el procedimiento básico para la certificación energética de los edificios: página 77

³ Es la diferencia entre la eficiencia energética que se planifica en el proyecto y la eficiencia real del edificio en uso.

Esta tipología de edificios sigue cinco principios: Aislamiento térmico, ventanas y puertas de altas prestaciones, ausencia de puentes térmicos, ventilación mecánica con recuperador de calor y hermeticidad al aire (Rey, y otros, 2020).

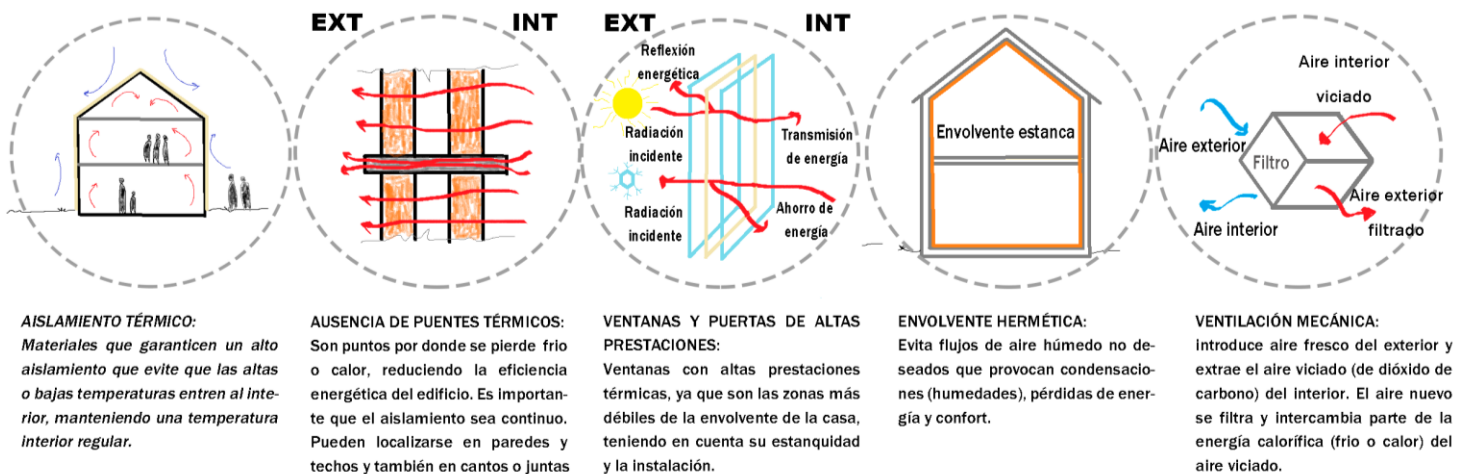


Fig.16]: Los cinco principios del estándar Passivhaus. Elaboración propia (Passive House Institute, 2015).

El estándar Minergie, nacido en 1994 en Suiza, se centra en la construcción de edificios de bajo consumo y por eso tiene diferentes variantes (Minergie, Minergie-P, Minergie A o con sello Eco). Es una versión de la Passivhaus, pero abarca más, como el bajo consumo, calidad de vida y salud, el impacto ambiental y el ciclo de vida (Wassouf, 2020).

El estándar NZEB, *energía neta casi nula*⁴, se refiere a las viviendas cuya cantidad de energía necesaria es nula o muy baja, se cubre con energías renovables localizadas en el entorno próximo o in situ, y el rendimiento energético es elevado. Este estándar fue creado recientemente, en el año 2010 por el Parlamento Europeo, para ser obligatorio en el 2020 (Wassouf, 2020). La sociedad actual necesita mantener el nivel de vida y confort, para ello realiza un elevado consumo energético y a la vez, se necesitan soluciones que reduzcan las consecuencias del cambio climático.

⁴ La directiva EPBD del 19 de mayo de 2010 relativa a la eficiencia energética de los edificios enuncia diferentes definiciones de esta temática. Es una normativa europea resultado de la revisión del 2002, define como metas cumplir con el protocolo de Kyoto, mantener el aumento de la temperatura del planeta en menos de 2°C y para 2020, reducir un 20% la emisión de gases de efecto invernadero con respecto a los niveles del año 1990. Ver anexo, definición 2, Directiva EPBD 2010/31/EU relativa a la eficiencia energética: página 34.

ELEMENTOS ORIENTATIVOS DE LOS QUE SE COMPONE UN NZEB

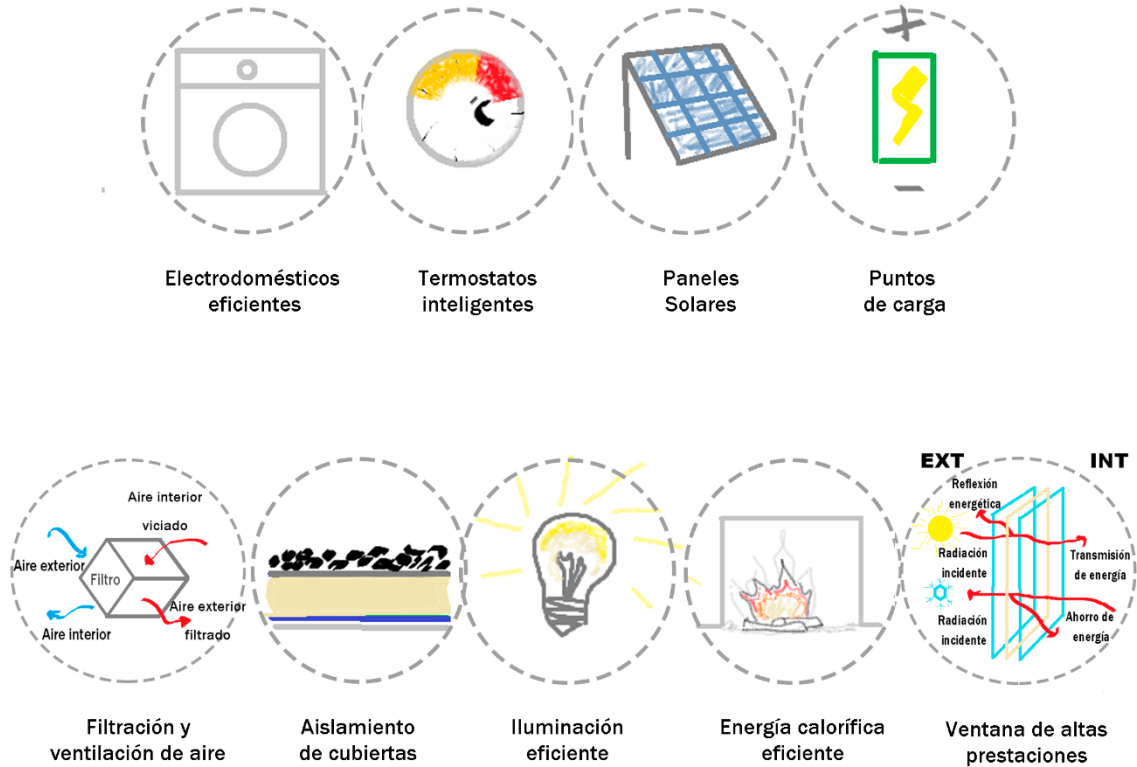


Fig. [17]: Elementos orientativos de los que se compone un nZEB. Elaboración propia (Buildings Performance Institute Europe, 2011).

El Pacto Verde Europeo, establecido por la Unión Europea, busca revertir y frenar los efectos del cambio climático, con el ambicioso objetivo de convertirse en el primer continente climáticamente neutro para 2050. Como parte de esta iniciativa, se lanzó el New European Bauhaus, un proyecto que se inspira en el movimiento original de la Bauhaus y pretende integrar arte, cultura, ciencia y tecnología para enfrentar los desafíos ecológicos y sociales actuales (Rey, y otros, 2020).

Destacan que este enfoque se fundamenta en tres principios clave: sostenibilidad, estética e inclusión, fomentando proyectos interdisciplinarios que sean a la vez sostenibles, accesibles y asequibles. Un aspecto fundamental de esta iniciativa, es el énfasis en la autosuficiencia energética de los edificios: "cualquier energía consumida dentro del edificio es generada por fuentes de energía renovables producidas en el lugar" (Rey, y otros, 2020, pág. 3). Esta visión refleja un cambio paradigmático en la concepción de la

arquitectura y el urbanismo, alineándose con los objetivos de sostenibilidad y neutralidad climática del Pacto Verde Europeo.

En la actualidad, hay muchos conceptos de vivienda que son similares y generan cierta confusión. Al no existir una definición clara de NZEB, da lugar a seguir distintas estrategias en función del clima y de la cultura constructiva, por eso se pueden distinguir los siguientes subconceptos de edificaciones (Rey, y otros, 2020):

Edificio de consumo neto de energía igual a cero (Net Zero Energy) - NZEB

Edificio de consumo de energía casi nulo (Nearly Zero Energy Building) - nZEB

Edificio de consumo de energía positiva (Positive Energy Building) - PEB

Edificio de emisiones de carbón neto cero (Net Zero Carbon) - NZC

A este tipo de edificios se los denomina como edificios de energía casi nula (EECN) en España, no se encuentra una definición publicada que especifique los principios técnicos que ha de cumplir, salvo los tres principios energéticos propuestos desde la unión europea: Energía necesaria, Energías renovables, Eficiencia y menor uso de combustibles fósiles (Buildings Performance Institute Europe, 2011).

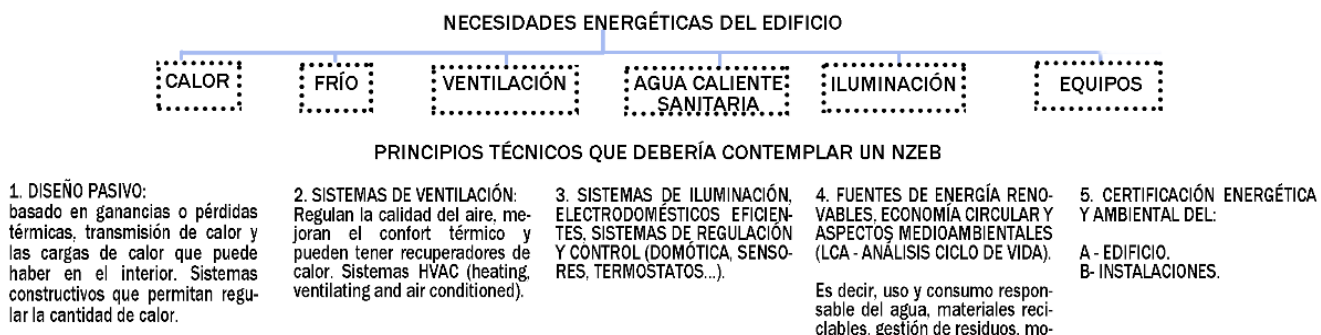


Fig [18]: Características o principios de un edificio nZEB. Elaboración propia (Rey, y otros, 2020).

Verificamos que el consumo energético del edificio es un balance de energía entre la energía que es consumida y la energía que es generada y, exportada por energías renovables en el lugar en el que se sitúa el edificio. Esta tipología está basada en la utilización de materiales reciclables, la racionalización del consumo de agua, la gestión de residuos, movilidad sostenible y cubiertas ajardinadas.

Arquitectura e autonomía energética.

Reconversión de contenedores marítimos en una vivienda en Moruxo, Galiza_Vol.I

Por tanto, podemos concluir que el nZEB procura reducir la demanda energética, aplicando soluciones bioclimáticas, sistemas de apoyo energético en modalidad de autoconsumo y otras medidas de eficiencia energética⁵, descendiendo el consumo de la red pública. Este, puede ser combinado con otros estándares como el Passivhaus, pues ambos buscan tener el control de la demanda energética y el segundo a mayores, procura disminuir el consumo.

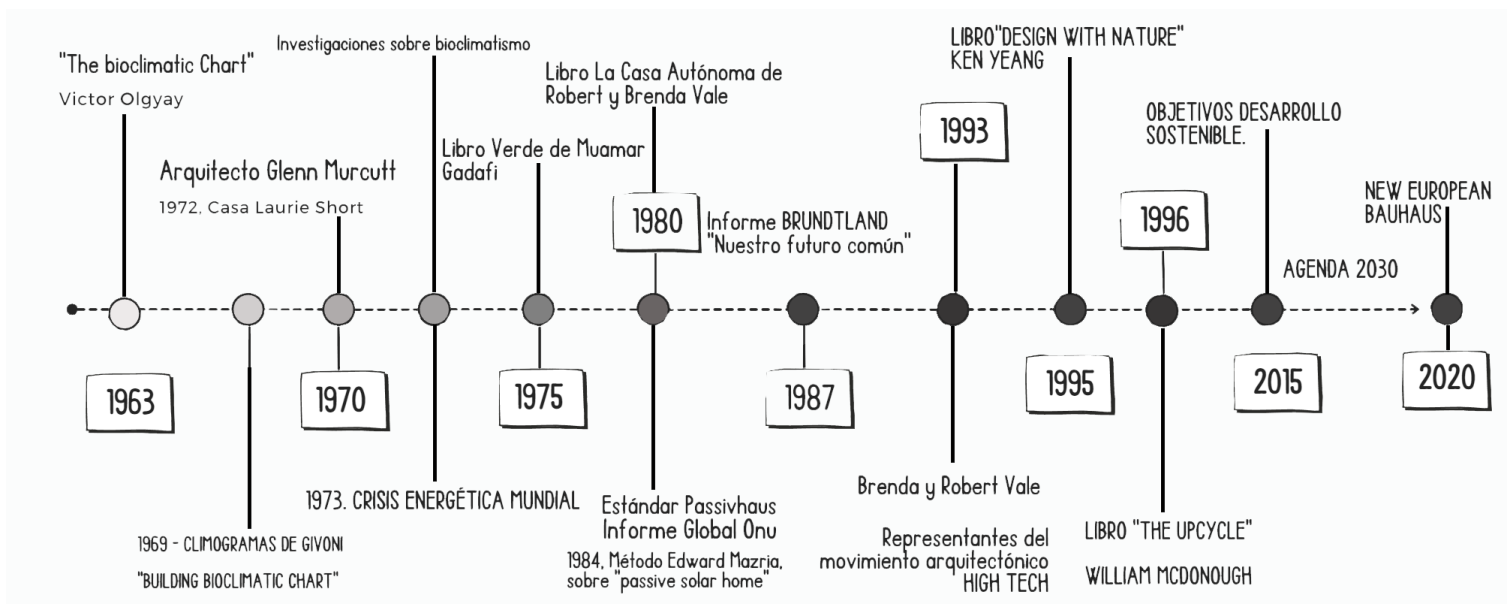


Fig. [19] Cronología de la evolución de la arquitectura en el campo de la eficiencia energética. Elaboración propia.

2.3.2. Fuera o dentro de la red. Autosuficiencia y autonomía.

Vivir desconectado de la red es más que un concepto arquitectónico sobre viviendas auto productoras, se relaciona también con las formas de vida de las personas. El objetivo es tener un modo de vida alternativo más conectado con la naturaleza, aprovechando mejor los recursos del planeta y reduciendo la huella ecológica. La arquitectura *Off the Grid* surge como respuesta a los problemas sociales causados por las crisis: medio ambiente, económica, energética y de desarrollo. Con el crecimiento de las ciudades y el aumento

⁵ La directiva EPBD del 19 de mayo de 2010 relativa a la eficiencia energética de los edificios enuncia diferentes definiciones de esta temática. Es una normativa europea resultado de la revisión del 2002, define como metas cumplir con el protocolo de Kyoto, mantener el aumento de la temperatura del planeta en menos de 2°C y para 2020, reducir un 20% la emisión de gases de efecto invernadero con respecto a los niveles del año 1990. Ver anexo definición 4, Directiva EPBD 2010/31/EU relativa a la eficiencia energética: Página 34

de población se consumen más recursos, que no son inagotables, lo que produce más contaminación y empeora las condiciones de vida. Los edificios pueden ser menos dependientes de la red, a través de intervenciones constructivas que impidan la pérdida de energía y que a su vez aprovechen las condiciones climáticas locales para producirla (ONU, 1987).

“Además, la rapidez del crecimiento de la población puede intensificar la presión sobre los recursos y retardar el progreso del nivel de vida. (...) En muchas partes del mundo, la población crece según tasas que los recursos ambientales disponibles no pueden sostener, tasas que están dejando atrás todas las expectativas razonables de mejoramiento en materia de vivienda, atención médica, seguridad alimentaria o suministro de energía” (ONU, 1987).

Los edificios consumen alrededor de un 40% del suministro energético total, por lo que son responsables de emisiones contaminantes a la atmósfera. Al mejorar las condiciones de vida y aumentar la población, su consumo también ha ido incrementando y, por lo tanto, en la actualidad, hay dependencia de la red. (Ren, 2019)

Se puede definir *Off-Grid* como edificio o edificios que no están conectados a ningún servicio público, por lo que el abastecimiento de agua, la evacuación de residuos y la energía se deben gestionar en el lugar de emplazamiento. Desconectarse de la red de servicios, implica conocimiento y experiencia en esta área, pues para poder tener autonomía de suministro, es imprescindible producir los recursos necesarios para vivir. En la mayoría de los casos se incorporan métodos sostenibles y la utilización de fuentes de energía renovables (Barrow, 2007).

Se considera que la autonomía energética ayuda al acceso a la electricidad en otros lugares del mundo. La electricidad es una necesidad muy importante que ayuda a crear mayor calidad de vida, por ello, las construcciones *Off the Grid*, pueden ser muy utilizadas en lugares donde no hay una adecuada infraestructura. Esta tendencia arquitectónica conduce a otra variante distinta, que es a través del enfoque de un país desarrollado que quiere contribuir a su red eléctrica con la introducción de energías renovables implementando sistemas de captación en los edificios. Se refieren cómo *Off the Grid* a las viviendas que no están conectadas a la red eléctrica o que funcionan sin electricidad de la red pública, pues pueden ser el futuro de la infraestructura de las ciudades (Quintero Pulido, 2019).

Arquitectura e autonomía energética.

Reconversión de contenedores marítimos en una vivienda en Moruxo, Galiza_Vol.I

La arquitectura *Off-Grid* ha sido muy utilizada en los últimos años, junto con el movimiento surgido de las *Tiny Houses*, ya que se pretende encontrar una solución de arquitectura doméstica económica, pero también sostenible, como lo sería cualquier otra edificación del mismo estilo. La sostenibilidad y la reutilización está teniendo un rol importante en los ámbitos de vida de las personas para hacer frente al impacto medioambiental. (Arias & Alonso, 2017). Para poder llevar a cabo estas viviendas es importante comprender que obtener calefacción y refrigeración puede no tener costes al liberar la planificación de las ciudades, puede ayudar a cambiar la forma de vida de la sociedad. La forma de vida en el siglo XX, sólo podía sostenerse consumiendo los recursos del planeta, sobre todo de los recursos no renovables, que no son ilimitados. Hoy en día, se integran otras fuentes de energía renovable en modalidades de autoconsumo, pero en la mayoría de ocasiones, dependiendo de la red. Las viviendas *Off-Grid* son independientes de esa conexión a la red y están vinculadas al entorno (Vale & Vale, 1975).

Verificamos que una casa autónoma no es accesible para todas las personas, pues requiere mayor coste en equipos de apoyo energético y en baterías que almacenan la energía eléctrica. Por lo tanto, se necesitan espacios en la vivienda destinados a estos equipos. Actualmente, existen subvenciones gubernamentales para la implantación de estos sistemas, lo que ayuda a reducir los costes iniciales. Sin embargo, el rendimiento de estos equipos varía según la ubicación geográfica, lo que implica que no funcionan de manera uniforme en todos los lugares. Es importante destacar que la arquitectura puede abordar problemas específicos de un territorio de acuerdo con las condiciones permanentes del lugar, estableciendo soluciones adaptadas a las características locales.

Esta adaptación a las condiciones locales permite que la arquitectura autónoma sea más eficiente y sostenible, aprovechando al máximo los recursos disponibles en cada ubicación. Así, aunque los costes iniciales puedan ser elevados, la autonomía energética y la adaptación al entorno pueden ofrecer beneficios a largo plazo, tanto económicos como ambientales.

Capítulo III: Casos de estudio

Arquitectura e autonomía energética.

Reconversión de contenedores marítimos en una vivienda en Moruxo, Galiza_Vol.I

3.1. Casa Container Guest House

La casa Container Guest House, diseñada por poteet Architects, se localiza en 1119 S Saint Mary's ST, San Antonio, en un antiguo emplazamiento industrial al sur del centro de la ciudad.



Fig. [20] Imagen vivienda Casa Container Guest House (Container Guest House / Poteet Architects, 2011).

Tiene un área construida de 30 m² en una parcela de 320 m² con forma de "L". La construcción principal está en la zona norte, con un espacio ajardinado común, mientras que la casa de invitados está al suroeste. Estos 30 m² están diseñados para ser una pequeña casa de huéspedes o una caseta de jardín.

La construcción se finalizó en el 2010, busca integrar sostenibilidad y funcionalidad independiente en su entorno.

3.1.1.Composición

Esta vivienda se ha realiza con un container modelo Standard High Cube de 40". Su interior se ha dividido en tres estancias: una sala de estar con un lavabo, un baño y un almacén.

El acceso se realiza por una plataforma colocada en paralelo al lado más largo del contenedor, pudiéndose emplear como terraza.

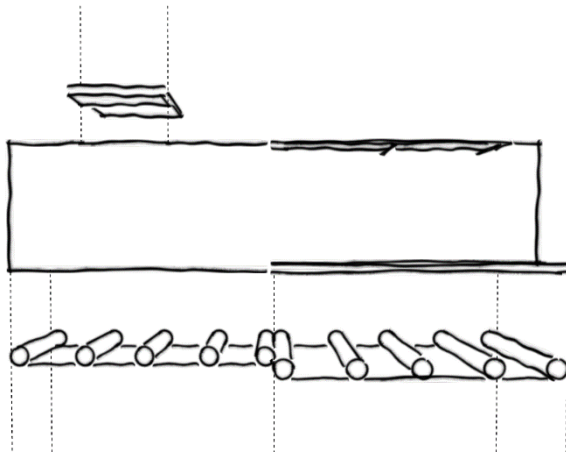


Fig. [21] Descomposición de vista en alzado de un modelo 3D de la Container Guest House. Elaboración propia.

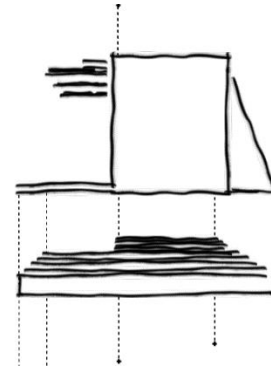


Fig. [22] Descomposición de vista en perfil de un modelo 3D de la Container Guest House. Elaboración propia.

3.1.2. Eficiencia energética

En este caso, verificamos el empleo de una cubierta vegetal que retiene el agua de lluvia, mejora la temperatura del aire y reduce la temperatura ambiente. Esta impide que la radiación solar incida directamente sobre el contenedor, controlando el bienestar térmico interior y prolongando la vida útil de los materiales aislantes e impermeabilizantes. Además, la vegetación ofrece cierta resistencia al fuego, creando una capa que retrasa su avance.

Una barrera vegetal apoyada en una malla metálica proporciona protección acústica, térmica y meteorológica, mejorando la temperatura del aire y regulando la humedad. El diseño incluye un porche elevado, similar a la cubierta, y otro construido con vigas que terminan en luminarias, recubierto con láminas de policarbonato celular que transmiten luz natural, aíslan térmicamente y resisten la intemperie.

Se utiliza madera contrachapada de bambú como aislante natural acústico y térmico, complementada con aislamiento de espuma de poliuretano en aerosol (PUR) para proteger los elementos estructurales.

Arquitectura e autonomía energética.

Reconversión de contenedores marítimos en una vivienda en Moruxo, Galiza_Vol.I

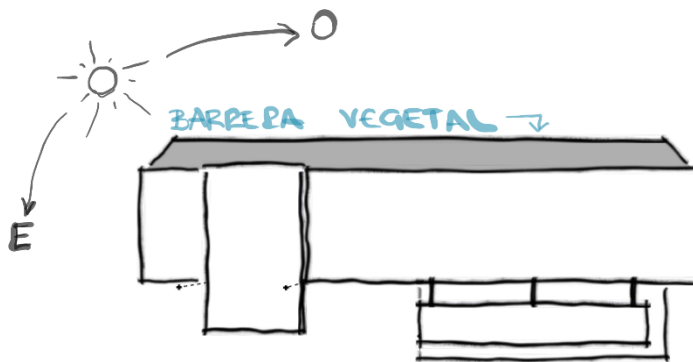


Fig. [23] Vista en planta de un modelo 3D de la Container Guest House. Elaboración propia.

3.1.3. Necesidades energéticas.

Es un módulo que ventila de forma natural, pero no es cruzado. Tiene dos ventanas o puertas correderas que ayudan a renovar el aire. Por lo que, se puede necesitar en otras estaciones un dispositivo, como un HVAC (*Heating, Ventilation and Air Conditioning*) de tipo SPLIT (unidad partida, una en el interior y la otra en el exterior) que produzca calor o que renueve el aire de la estancia.

Tiene iluminación natural tanto en la sala de estar como en el almacén, sin embargo, en el cuarto de baño hay iluminación mediante una claraboya.



Fig. [24] Vista interior del baño. (Container Guest House / Potet Architects, 2011)

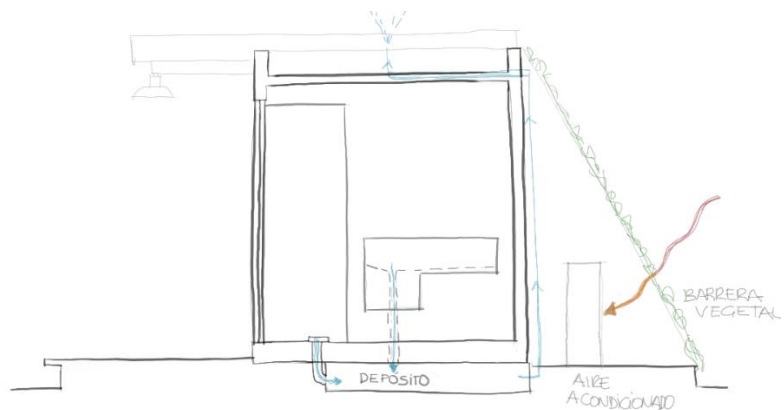


Fig. [25] Sección esquemática del funcionamiento de recogida y reutilización de aguas y de la barrera vegetal. Elaboración propia.

Arquitectura e autonomía energética.

Reconversión de contenedores marítimos en una vivienda en Moruxo, Galiza_Vol.I

Esta vivienda reutiliza las aguas grises del lavabo y de la ducha para regar las plantas. Esta agua se envía a un depósito situado debajo de la vivienda. El inodoro es un modelo que permite tratar los desechos humanos mediante un proceso de compostaje biológico⁶. En el exterior, se encuentra un lecho de compostaje, que es el lugar dónde se depositan finalmente los residuos orgánicos.

⁶ Es un proceso biológico que necesita la presencia de oxígeno para que se desarrolle en unas condiciones de ventilación, humedad y temperatura que se puedan controlar. Permite convertir los residuos orgánicos en compost, que se puede utilizar como materia orgánica para el suelo (Ministerio para la transición ecológica y el reto demográfico, s.f.).

3.2. Casa Contenedores de Esperanza

El proyecto Contenedores de Esperanza, ubicado en las afueras de San José, Costa Rica, destaca por su innovador uso de contenedores de carga reciclados como principal material de construcción. Esta vivienda, diseñada por el arquitecto Benjamín García Saxe de Studio Saxe, se completó en 2011.

Emplazada en una zona rural a unos 20 minutos de la ciudad, la casa se sitúa en un terreno elevado. Su ubicación le proporciona privacidad al estar alejada de otras construcciones. A pesar de su proximidad a la capital, el entorno natural refuerza la sensación de un refugio apartado.

El proyecto consta de dos contenedores de 40 pies, que están escalonados y ofrecen vistas de doble aspecto, permitiendo a los propietarios disfrutar tanto de la salida como de la puesta del sol. Esta disposición aprovecha al máximo las vistas del entorno y mejora la ventilación natural de la vivienda.

Los contenedores fueron reutilizados y adaptados para crear una vivienda cómoda y bella a bajo costo. El diseño innovador demuestra cómo se pueden transformar materiales en desuso en una solución habitacional sostenible y atractiva.



Fig. [26] Imagen vivienda Casa Contenedores de Esperanza (Containers de esperanza / Benjamín García Saxe Architecture, 2011).

Arquitectura e autonomía energética.

Reconversión de contenedores marítimos en una vivienda en Moruxo, Galiza_Vol.I

El proyecto responde a la necesidad de soluciones habitacionales de bajo coste, aprovechando contenedores de carga desechados. Estos contenedores no solo ofrecen una opción económica, sino que también permiten una construcción rápida, eficiente y sostenible, minimizando el impacto ambiental al reutilizar materiales industriales. Así, Contenedores de Esperanza no solo se presenta como una vivienda asequible, sino como un ejemplo de innovación en la arquitectura sustentable.

Este proyecto busca ser una alternativa viable y accesible para sectores de bajos recursos, mostrando cómo los materiales reciclados pueden ser transformados en un hogar funcional y digno, sin sacrificar la calidad del diseño.

3.2.1.Composición

Está formado por dos contenedores Standard de 40" tipo High Cube, elevados 1 m del suelo y apoyados sobre pilares redondos de hormigón. Se desplazan paralela y longitudinalmente, 2'60 m el uno del otro y se separan, transversalmente por un pasillo de 1'75 m.

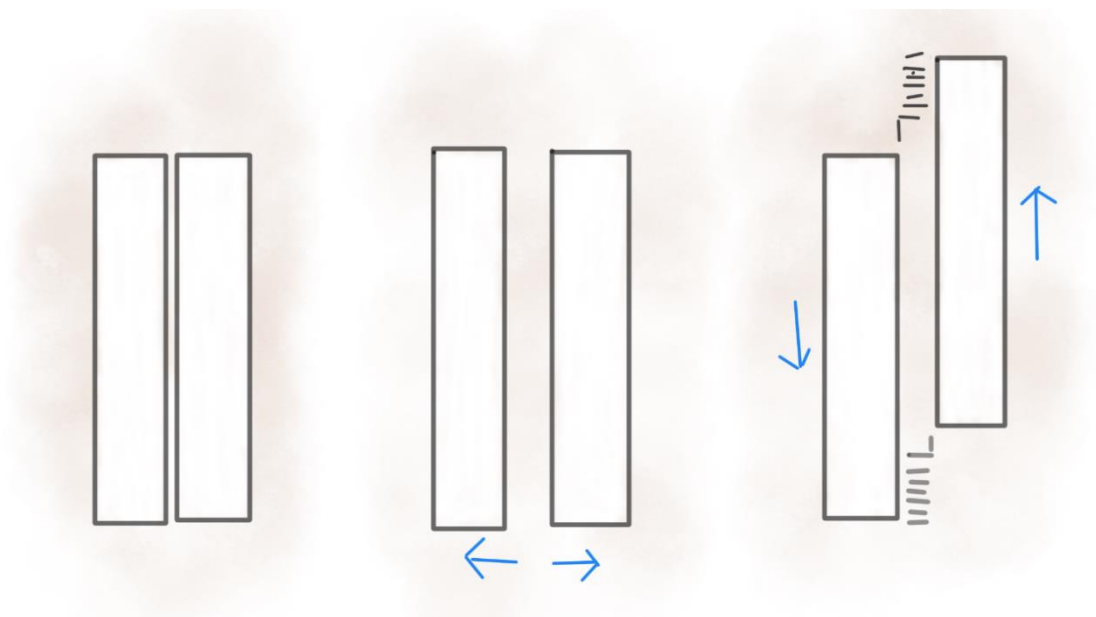


Fig.127: Análisis composición en planta de la vivienda contenedores de la Esperanza. Elaboración propia.

El acceso principal se realiza por el alzado oeste por escaleras (5 alzadas), pero tiene otro acceso por el lado opuesto, también.

Arquitectura e autonomía energética.

Reconversión de contenedores marítimos en una vivienda en Moruxo, Galiza_Vol.I

Está formada por seis estancias: dos habitaciones, un baño, una cocina/comedor/salón, un cuarto para la ropa y un cuarto de servicio.

Con respecto al aspecto volumétrico, se distinguen 3 espacios, pues el pasillo tiene la cubierta más elevada que el resto. Esta está inclinada y realizada aprovechando la pared de alguno de los contenedores.

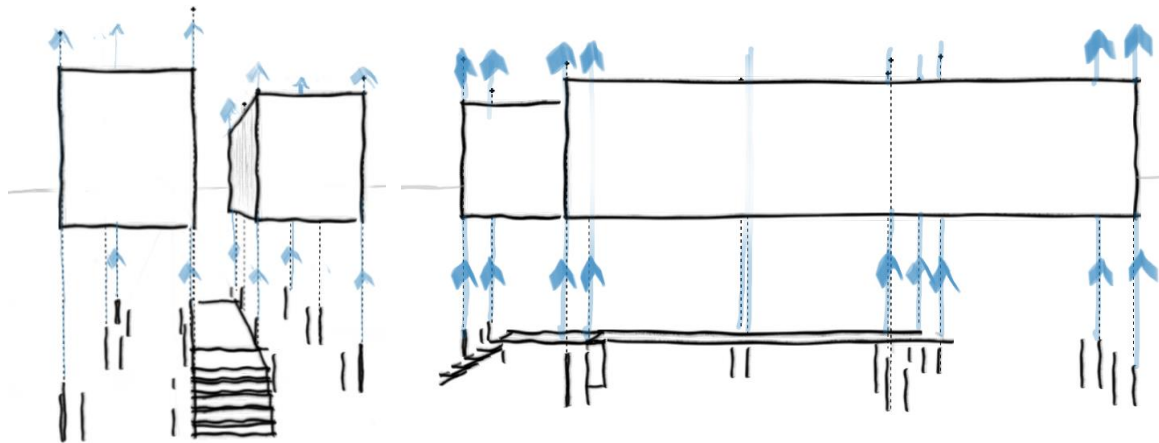


Fig. [28] Descomposición de vista en alzado de un modelo 3D de la vivienda Contenedores da Esperanza. Elaboración propia.

Fig. [29] Descomposición de vista en perfil de un modelo 3D de la vivienda Contenedores da Esperanza. Elaboración propia.

3.2.2. Eficiencia energética

La vivienda no está apoyada sobre el terreno, por lo que crea una cámara de aire que ayuda a controlar la humedad y aísla del ruido.

La orientación es importante, porque cuando sale el sol ilumina la habitación principal, al mediodía, el salón comedor y la otra habitación, por la tarde. Esto implica que el uso de la iluminación artificial es menor durante el día, ya que hay suficiente iluminación natural.

3.2.3. Necesidades energéticas

La ventilación en esta vivienda es cruzada y por ascensión, se realiza de forma pasiva, por torre de viento, por lo que no es necesario el aire acondicionado a pesar de que el clima del lugar es muy cálido.

Arquitectura e autonomía energética.

Reconversión de contenedores marítimos en una vivienda en Moruxo, Galiza_Vol.I

3.3. Casa WFH House

La WFH House es un proyecto innovador de vivienda sostenible diseñado por Arcgency. Aunque originalmente fue concebido y probado en Dinamarca, la vivienda fue posteriormente reubicada en Wuxi, China, demostrando su versatilidad y adaptabilidad a diferentes contextos. De esta forma, no fue diseñada específicamente para una ubicación concreta, sino como una prueba de concepto para explorar las posibilidades de la construcción prefabricada y sostenible.



Fig. [30] Imagen vivienda WFH House (Casa WFH / Arcgency, 2013).

Con un área de construcción de 180 m², la WFH House está basada en el sistema Active House, un enfoque que pone énfasis en la eficiencia energética, el uso de materiales sostenibles y la calidad del ambiente interior. La vivienda está diseñada para ser un ejemplo de construcción prefabricada que no solo minimiza su impacto ambiental, sino que también mejora la calidad de vida de sus habitantes, ofreciendo confort y bienestar.

El proyecto se centra en la creación de espacios habitables que promuevan la sostenibilidad sin sacrificar el diseño o el confort. Aunque no se realiza un análisis detallado del lugar en el que se instala la vivienda, el enfoque flexible y modular de la WFH House permite su adaptación a diversas ubicaciones y condiciones.

3.3.1. Composición

Está formada por 3 contenedores Standard High Cube de 40" que se encuentran conectados por un espacio intermedio, todos ellos protegidos por una cubierta a dos aguas.

Arquitectura e autonomía energética.

Reconversión de contenedores marítimos en una vivienda en Moruxo, Galiza_Vol.I

El programa funcional de esta vivienda consiste en introducir los privados en el interior de los contenedores y las áreas compartidas, en esos espacios intermedios que se crean. Estos diseñados bajo la condición de ser flexibles, con predisposición a transformarse.

Las áreas privadas en la planta baja de esta vivienda son 2 dormitorios, un baño, un área técnica o de instalaciones. En la parte alta, se encuentra otro dormitorio y una oficina u otro tipo de habitación.

Las áreas compartidas son la entrada, la cocina y el salón; En el piso de arriba, un amplio descansillo que podría funcionar como otra sala.

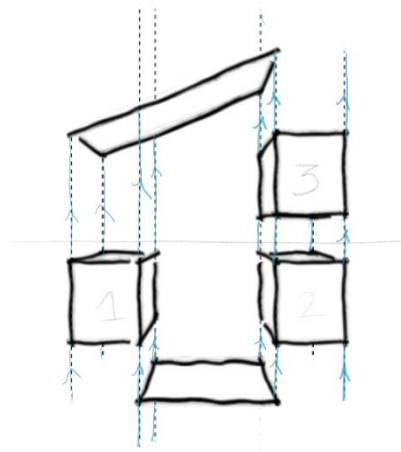


Fig. [31] Vista de composición en modelo 3D de la WFH House. Elaboración propia.

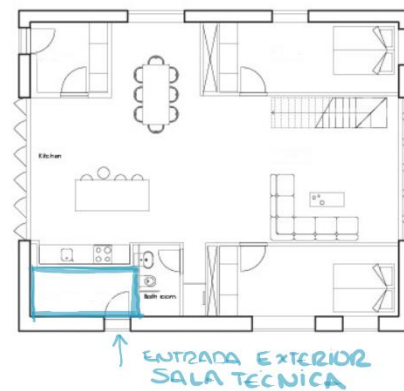


Fig. [32] Ubicación de la sala técnica en planta. Elaboración propia.

3.3.2. Eficiencia energética

La cubierta es vegetal por el lado inclinado y dispone de una serie de lucernarios. El sistema constructivo utilizado es el de fachada intercambiable. Consta de una fachada de bambú y aislamiento de lana de roca de 35cm de espesor.

Arquitectura e autonomía energética.

Reconversión de contenedores marítimos en una vivienda en Moruxo, Galiza_Vol.I



Fig. [33] Imágenes de la cubierta y fachada de la vivienda durante el montaje.

Las ventanas permiten la entrada de luz natural y facilitan la refracción de la luz. Los lucernarios de la cubierta iluminan aquellas zonas intermedias que no tienen acceso a ventanas. La ventilación es natural.

3.3.3. Necesidades energéticas

La energía procede de 30 m² de celdas solares fotovoltaicas cuya orientación es al sur. Además, la vivienda está dotada de un sistema de gestión energético cuyo seguimiento de consumo y producción, se realiza en línea. No se puede determinar si esta vivienda es autónoma (fotovoltaica aislada) o, por el contrario, continúa conectada a la red. Pueden establecerse varias hipótesis al respecto en las conclusiones.

Arquitectura e autonomía energética.

Reconversión de contenedores marítimos en una vivienda en Moruxo, Galiza_Vol.I

En esta vivienda se recoge el agua de lluvia. Esta agua, se almacena en un depósito subterráneo. No sé específica su utilización final, pero lo más común es que funcionase para el riego. La casa además posee un tanque de agua. Este tipo de tanques son empleados para almacenar agua proveniente de la red pública, pero el agua siempre está en movimiento. Este tanque, suele estar lleno, de forma que, si la red pública no funcionase, la vivienda tendría agua de la que abastecerse.

Dispone de una bomba de calor, que sirve de calefacción o agua caliente sanitaria, y que da opción a estar conectada con el suelo.

3.4. Casa Container Barcelona

La Casa Container Barcelona es un proyecto residencial desarrollado por 08023 Architects, ubicado en la localidad de Canyelles, España. La vivienda se encuentra en la urbanización Las Palmeras, una zona montañosa que ofrece impresionantes vistas al mar, a solo 15 minutos de la playa. Su entorno urbano combina la tranquilidad de la montaña con la cercanía a la costa, brindando una ubicación privilegiada para sus habitantes.



Fig. [34] Imagen vivienda Casa Container Barcelona (Container casa barcelona, 2021).

Con una superficie de 150 m², la casa fue diseñada como vivienda privada, aunque su uso actual es el de alojamiento vacacional. El diseño de la casa se basa en una estructura modular de contenedores, un enfoque contemporáneo que ofrece eficiencia y sostenibilidad, integrándose a la perfección en el paisaje montañoso y ofreciendo un estilo de vida moderno y confortable.

El proyecto se enmarca en una zona urbana, lo que permite a los ocupantes disfrutar tanto de la paz y la naturaleza de las montañas como de la proximidad a las comodidades de la ciudad y la playa.

3.4.1. Composición.

Está formada en total por tres contenedores modelo standard High Cube de 40' y uno de 20', distribuidos en dos niveles. En el primer nivel estarían dos contenedores de 40' y en el segundo nivel, habría uno de 40' y uno de 20'.

Arquitectura e autonomía energética.

Reconversión de contenedores marítimos en una vivienda en Moruxo, Galiza_Vol.I

La configuración espacial del programa funcional sería para el primer nivel una cocina, un baño, una habitación, un vestíbulo y un almacén. Para el segundo nivel una habitación y un cuarto.

3.4.2.Eficiencia energética.

Como forma de reducir la incidencia solar y la radiación perjudicial, la vivienda emplea elementos móviles para el período de verano. Utiliza toldos y sombrillas, en torno a la piscina y ayuda a reducir la radiación solar directa en los propios contenedores evitando el sobrecalentamiento interior. También se ampara en la topografía.

La ventilación es natural y cruzada.

La fachada está recubierta por vegetación, que ayuda a mejorar la calidad del aire, actúa como aislante para el ruido y mantiene la temperatura. Estaba planificado en el proyecto que las cubiertas fueran vegetales, aunque no se realizó.

En cuanto, a la materialidad, los contenedores son revestidos por el interior y utilizan placas de yeso sobre una superficie de acero galvanizado. Como elemento de aislamiento emplearon planchas de poliestireno extruído de unos 5cm.

3.4.3.Necesidades energéticas.

Para cubrir las necesidades energéticas la vivienda tiene instalados en cubierta seis paneles fotovoltaicos y un panel solar térmico con depósito de acumulación.

En el exterior, hay un tanque que almacena el agua que proviene de la red.

En el interior y exterior se encuentra un equipo partido tipo Split que sería el encargado de calefactar o refrigerar la vivienda.

Arquitectura e autonomía energética.

Reconversión de contenedores marítimos en una vivienda en Moruxo, Galiza_Vol.I

3.5. Casa El Tiemblo

La Casa El Tiemblo es una vivienda sostenible y prefabricada diseñada por Arcgency. Situada en el campo, a tan solo 20 minutos de la ciudad, esta vivienda se inserta perfectamente en su entorno natural, ofreciendo tranquilidad y contacto directo con la naturaleza, a la vez que mantiene la cercanía a las comodidades urbanas.

Con un área de 180 m², la Casa El Tiemblo sigue los principios de la sostenibilidad y la eficiencia energética, características clave de la arquitectura de Arcgency. Aunque no se realiza un análisis detallado del lugar en el que se ubica, la vivienda destaca por su capacidad para adaptarse al entorno rural, siendo una opción eficiente y moderna para quienes buscan una vida en armonía con el medio ambiente.



Fig. [35] Imagen vivienda Casa El Tiemblo (Archdaily, 2011).

3.5.1. Composición.

Está formada por 4 contenedores tipo High Cube de 40". La vivienda tiene forma de L, aprovechando la configuración topográfica de la parcela y posee dos plantas de altura. Esta vivienda busca la independencia entre la zona de invitados y el resto de estancias, por lo que puede considerarse que posee un diseño flexible, que permite ampliarse o reducirse en un futuro.

La primera planta se divide en una parte más privada y una compartida. En la compartida se distingue una cocina, un baño, un comedor y un salón. La privada, está formada por dos habitaciones, dos baños y una salita.

La segunda planta se compone por un área más privada con una zona de vestidor, un baño y una habitación.

3.5.2.Eficiencia energética.

Como se menciona en el apartado anterior, la composición de la vivienda aprovecha la configuración topográfica, utilizando criterios bioclimáticos de orientación. Por lo que la demanda energética es menor o más reducida. Al tener la cara con mayor longitud de la parte principal de la vivienda orientada al sur, el acero cortén del container visto, sin recubrir por el exterior, permite el calentamiento de la chapa expuesta al incidir la radiación solar en el invierno. Sin embargo, en los meses más cálidos, primavera o verano, la vegetación (plantas trepadoras de hoja caduca) recupera sus hojas, actuando como una protección solar y una nueva envolvente térmica ventilada. También la vivienda tiene estores para reducir el impacto de la radiación solar.

La vivienda tiene ventanas a ambos lados, por lo que facilita la ventilación natural cruzada. Son ventanas de doble acristalamiento, por lo que aíslan mejor.

En la parte constructiva de la fachada, cómo se menciona en el párrafo anterior, el revestimiento exterior del contenedor es la propia chapa. En la parte interior, estaría compuesto por la propia estructura del contenedor, aislamiento de celulosa proyectada (formada por papel reciclado y corcho) que también aísla acústicamente y paneles de Fermacell (revestimiento fibra yeso, como el Pladur).

El forjado está compuesto por otro tipo de aislamiento, son láminas de corcho natural, que reduce las vibraciones. El forjado de la primera planta se apoya sobre una estructura de acero galvanizado, como refuerzo para poder resistir la carga.

Esta vivienda no está apoyada directamente en el terreno, sino que tiene una base de hormigón que impide que la humedad del terreno ascienda por capilaridad. No se aprecia que haya tratamiento constructivo de cubierta, es decir, en las fotografías conseguidas solo se consigue ver que la cubierta es plana.

3.5.3.Necesidades energéticas.

La vivienda utiliza cómo método de calefacción, una caldera de biomasa, se pueden observar emisores de calor de pared (radiadores) en la sala de estar, en el área de escaleras y en la habitación de la primera planta. No se encuentran sistemas activos a mayores que la caldera de biomasa, pero en la zona de las escaleras hay una puerta que podría ser para algún tipo de instalación.

Arquitectura e autonomía energética.

Reconversión de contenedores marítimos en una vivienda en Moruxo, Galiza_Vol.I

3.6. Resultados obtenidos

Al realizar el análisis de los casos de estudio anteriores, se puede verificar qué para que una vivienda pueda responder al programa funcional de la arquitectura intergeneracional y evolutiva, la superficie construida en planta es de 150-180 m². Las viviendas anteriores, emplean los contenedores marítimos Standard - Dry Van, tipo High Cube como elemento estructural, pero a la vez crean espacios nuevos en los que no los utilizan, espacios intermedios que se corresponden con salones, comedores y cocinas. Se utilizan este tipo de contenedores por qué cumplen la altura mínima que debe tener un espacio habitable.

En cuanto a la configuración o composición de los contenedores, son elementos modulares que permiten diferentes tipos de combinaciones, en estos casos se ha observado que pueden elevarse del suelo sobre pilares o bases de hormigón y que pueden apilarse unos sobre otros sin existir ningún tipo de problema estructural. No se apoyan directamente sobre el terreno para evitar problemas con las humedades que ascienden por capilaridad y acaban deteriorando el metal. En estos últimos casos, se observa que se refuerzan las estructuras a pesar de que existe una norma que regula los contenedores. Los contenedores tienen varios términos serigrafiados en la chapa y que los identifican. Los tres más importantes en cuanto al aspecto estructural son el de tara, carga máxima y peso neto:

- La carga máxima es la cantidad de peso que puede soportar un contenedor.
- La tara es el peso del contenedor vacío.
- El peso neto es la diferencia entre la carga máxima y la tara. Es decir, es el peso interior que puede llevar un contenedor. Por lo que, para un contenedor standard - Dry Van, High Cube de 20", la carga máxima supera las 20 toneladas.

En cuanto a la eficiencia energética, la forma en la que se disponen los contenedores se determina por la orientación de la radiación solar y de otros aspectos climáticos. En los casos estudiados, la mayoría dejaban el contenedor sin revestimiento exterior para intentar aprovechar la radiación solar. El único de los casos estudiados que no lo hacía de este modo era la WFH House.

Cuando se reconvierte un contenedor en vivienda, es porque este ha terminado su ciclo de vida como método de transporte de mercancías. Se retiran porque están expuestos a las condiciones atmosféricas y al salitre del mar, esto provoca la corrosión del metal, el deterioro del suelo interior de madera que con la humedad se hincha y que con la carga se va fisurando. Por lo que cuando se reconvierten, es necesario realizar tareas de

restauración, cómo lijar las partes que tienen corrosión y aplicarles pinturas específicas para impedir que se vuelva a formar. Si no se realizasen, la corrosión en el metal seguiría avanzando y podría causar la debilitación progresiva del material hasta que este acabase rompiendo.

Otra de las problemáticas de no revestir el contenedor, es que se aísla y reviste por dentro. Al calentarse el metal este transmite el calor de forma inmediata, por lo que el interior del contenedor se calienta muy rápido y existe sobrecalentamiento. Cuando la temperatura exterior desciende, el aire caliente interior que siempre intenta escapar para el exterior se condensa en las paredes interiores de este. Cuando se aísla por dentro utilizando apenas espesor, el aire se condensa en su interior y, poco a poco, va deteriorando el contenedor y el propio aislamiento, fomentando la aparición de humedades. Sí se aislara interiormente con mayores espesores, se perdería espacio interior útil para las viviendas, por lo que la solución al problema podría estar en aislar por el exterior.

En el caso comentado de la WFH House, se emplea la madera, que es un material que tiene inercia térmica, es decir capacidad para almacenar calor y liberarlo paulatinamente.

Por eso, en todos los casos analizados utilizan elementos de generación de sombra como toldos, sombrillas, estores, porches, barreras vegetales o cubiertas vegetales que ayudan a reducir la incidencia de la radiación solar y posterior, sobrecalentamiento interior. También se ha observado que los colores son azul, verde y naranja, en ninguno de los casos el contenedor es pintado de colores que ayuden a reflejar la radiación solar y no absorberla, como es el caso de los colores claros.

En cuanto a los sistemas constructivos utilizados, son fermacell y madera contrachapada de bambú, y aislamientos como poliuretano en espuma, lana roca, celulosa de papel y corcho. El más interesante es el de la WFH House pues es un sistema de fachada intercambiable, y que utiliza materiales del lugar. En este caso utiliza la madera contrachapada de bambú para crear módulos que permiten rellenar el hueco y sostener el revestimiento exterior.

Este tipo de fachadas se componen por dos partes o capas. La primera, es la estructura, aislamientos y los revestimientos interiores. La segunda parte, o segunda capa, está compuesta por una serie de paneles independientes que pueden ser reemplazados para facilitar el mantenimiento posterior o la incorporación de tecnologías de generación energética. Por esta razón, se consideran sistemas de fachadas modulares.

Arquitectura e autonomía energética.

Reconversión de contenedores marítimos en una vivienda en Moruxo, Galiza_Vol.I

Para cubrir las necesidades energéticas con sistemas activos se utilizan equipos para refrigerar, para generación eléctrica, consumo de agua caliente sanitaria o calefacción y abastecimiento o gestión de residuos.

En el primer caso, Container Guest House, emplea medidas de reutilización y compostaje de aguas grises y negras. En España, se está empezando a hablar de la regeneración de aguas debido a que con el cambio climático y las sequías existe una previsión, de que en el futuro pueda haber problemas con el abastecimiento por escasez de agua (Container Guest House / Poteet Architects, 2011).

El segundo caso, Contenedores da Esperanza, utiliza aire acondicionado de pared, es probable que se deba a que el sistema constructivo utilizado no evita el sobrecalentamiento.

El tercer caso, la WFH House, cómo obtiene energía de paneles fotovoltaicos situados en la parte inclinada de la cubierta, recoge el agua procedente de la lluvia que después será reutilizada. Esta reutilización, puede ser para el inodoro, para el riego o para la bomba de calor. La bomba de calor podría utilizar un sistema agua-agua, en la que el agua utilizada fuera la de la lluvia. El agua que se recoge de las aguas subterráneas suele estar entre 7°C y 12°C aproximadamente, por lo que, en los climas más fríos de invierno en Europa, puede calefactar hasta los 15-16°C^a. En el caso de la generación, como se hace mención en el apartado correspondiente, se pueden realizar varias hipótesis.

Si la vivienda tiene batería, podría tratarse de una vivienda autónoma, porque podría disponer de una batería en la que se almacena la energía eléctrica. En este caso también podría ser conectada a la red, pues podría tratarse de una vivienda que obtiene energía directamente del panel, cuando esté está generándola y cuando tiene déficit energético, tiraría de la electricidad de la red.

El cuarto caso, Casa Container Barcelona, obtiene energía de paneles fotovoltaicos, la calefacción y el agua caliente están cubiertos por energía solar térmica y lo que parece un Split (aire acondicionado). Además, posee depósitos de agua para el largo plazo.

El quinto caso, Casa El Tiemblo, sólo se le ha encontrado una caldera de biomasa y emisores. En este caso, no se puede determinar si tiene caldera de condensación o si la caldera de biomasa funciona para el agua caliente sanitaria también. En principio, parece que es el método de calefacción. Las calderas de este tipo tienen la problemática del almacenaje de los pellets, pues se llevan mal con la humedad y presentan el problema

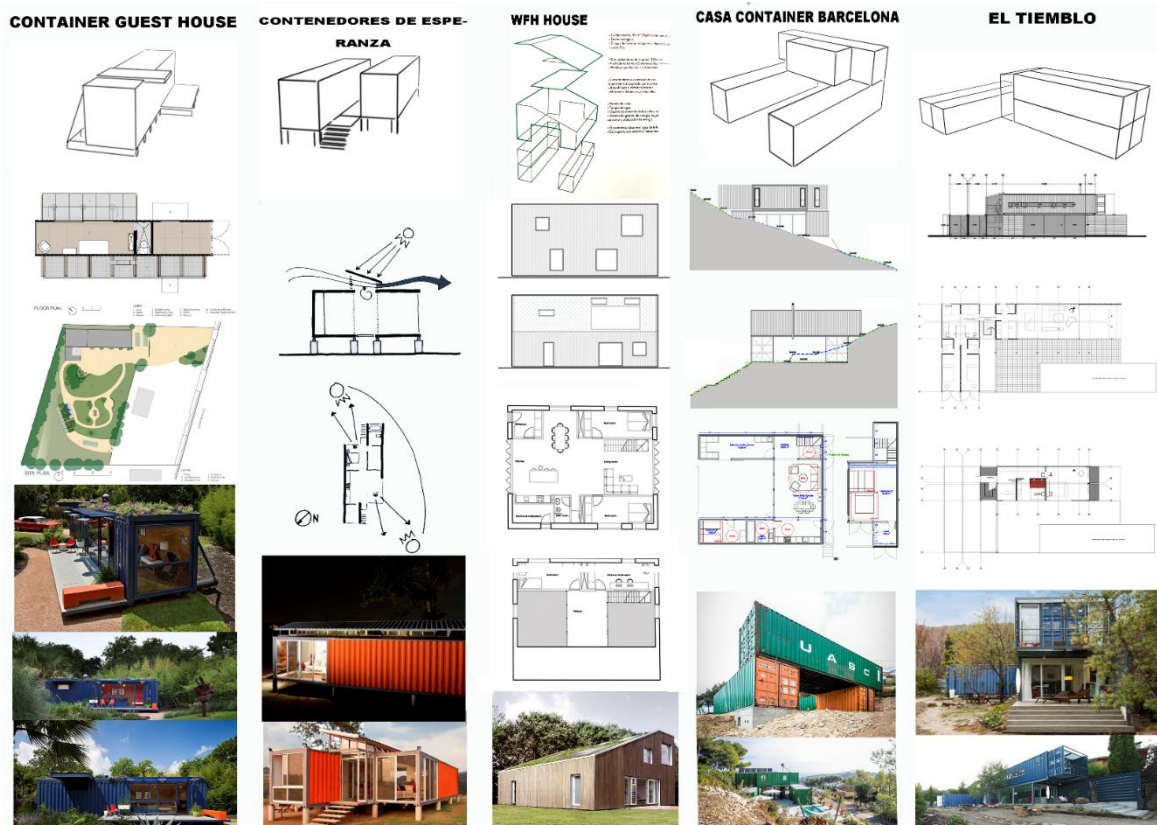
Arquitectura e autonomía energética.

Reconversión de contenedores marítimos en una vivienda en Moruxo, Galiza_Vol.I

cuando los tienen que aspirar. Podría ser de leña, también, pero suelen ser más grandes en tamaño.

Por lo que podemos verificar, que no hay un sistema activo que resuelva el método de intervención para la construcción de viviendas autónomas. Al implementar medidas de eficiencia energética en los edificios se reducen los puentes térmicos, las pérdidas de calor y aumenta su hermeticidad, por lo que las necesidades energéticas disminuyen. Este hecho está relacionado con los equipos que se instalan, pues cada vez el rendimiento es más alto y el consumo que se realiza disminuye, por lo que la demanda realizada también es menor.

Identificar la composición de estas viviendas ha ayudado a entender su modularidad, flexibilidad y adaptabilidad en diferentes contextos. Analizar su eficiencia energética, a través de los sistemas constructivos que utilizan, su orientación, sistemas pasivos de ventilación o elementos de generación de sombra, permiten entender su influencia en la reducción de las necesidades energéticas. Por lo que, al dimensionar los sistemas activos para cubrirlos, serán de menor capacidad y tamaño. Lo que es fundamental para reducir costes.



Arquitectura e autonomía energética.

Reconversión de contenedores marítimos en una vivienda en Moruxo, Galiza_Vol.I

Fig. [36] Imagen síntesis de los casos de estudio. Elaboración propia.

Capítulo IV: Sistematización y contribuciones para el proyecto

4.1. Casas a partir de contenedores

La utilización de contenedores para diseñar viviendas es una alternativa innovadora y sostenible, que ha sido empleada en los últimos años. Los contenedores de carga que ya no se utilizan para su función de transporte de mercancías, pueden ser reciclados y transformarse en viviendas funcionales y eficientes.

En el mercado actual, se encuentran diferentes tipos de contenedores (*ver Anexo I, página 92*), cuyas medidas y formas se destinan a transportar mercancías que necesitan ir en cámaras de frío, en depósitos como los gases fluorados, maquinaria o piezas de mayor envergadura que por sus características no van cubiertas o que tal vez, para su entrada y salida del contenedor de carga, las puertas sean de mayor magnitud.

Para diseñar viviendas plenamente funcionales con contenedores es necesario tener en consideración lo que se expone a continuación:

El primero, debe ser la adquisición de contenedores. Como estos han sido utilizados para el transporte de mercancías por mar o por tierra, sometidos al salitre del mar, la lluvia, el sol y otros fenómenos climatológicos, lo más seguro es que tengan abolladuras y oxido en algunas zonas, que sea necesario tratar previamente.

La planificación y el diseño es un aspecto a tener en cuenta, pues no todos los contenedores sirven para convertirse en vivienda. Las dimensiones interiores de los contenedores son diferentes según el tipo (*Anexo I, página 92*), aunque se clasifiquen en 20 o 40 pies. Los más adecuados para esto, son los contenedores Dry Van, que existen en el mercado en un modelo High Cube. Este, tiene las mismas dimensiones en ancho y en largo que el modelo Dry Van normal, pero es un poco más alto, por lo que se cumpliría la normativa de habitabilidad.

El contenedor es un elemento que permite su aplicación por módulos, es decir la adhesión o eliminación de otros contenedores, así como el apilamiento. Por lo que, en el aspecto de diseño de los espacios, permite la ampliación o reducción de la vivienda de forma planificada.

Otro de los aspectos a tener en consideración, es la adecuación del lugar de implantación. No es necesario una gran cimentación, sino una base que separe el contenedor del terreno, para evitar la subida de la humedad por capilaridad y la presencia de elementos de origen vegetal. El contenedor es un elemento metálico que, si establece contacto con el aire y el agua, probablemente, se corroa y pierda sus propiedades mecánicas. En el

Arquitectura e autonomía energética.

Reconversión de contenedores marítimos en una vivienda en Moruxo, Galiza_Vol.I

caso del apoyo en el terreno de forma directa, la preocupación aumenta, porque no es una zona plenamente visible hasta que se extiende, y es el lugar dónde más refuerzo tiene el contenedor.

Al ser un elemento compacto que, en el proceso de transformación en vivienda, es indispensable realizarle aberturas para su ventilación, tránsito y luminosidad natural, como son los ventanales, las puertas o los lucernarios; Hay que reforzar estos huecos para evitar la pérdida de su estabilidad.

Su composición estructural, permite la introducción de instalaciones para la recolección, tratamiento de agua, aislamiento o ventilación, así como la instalación de suelo radiante para la calefacción.

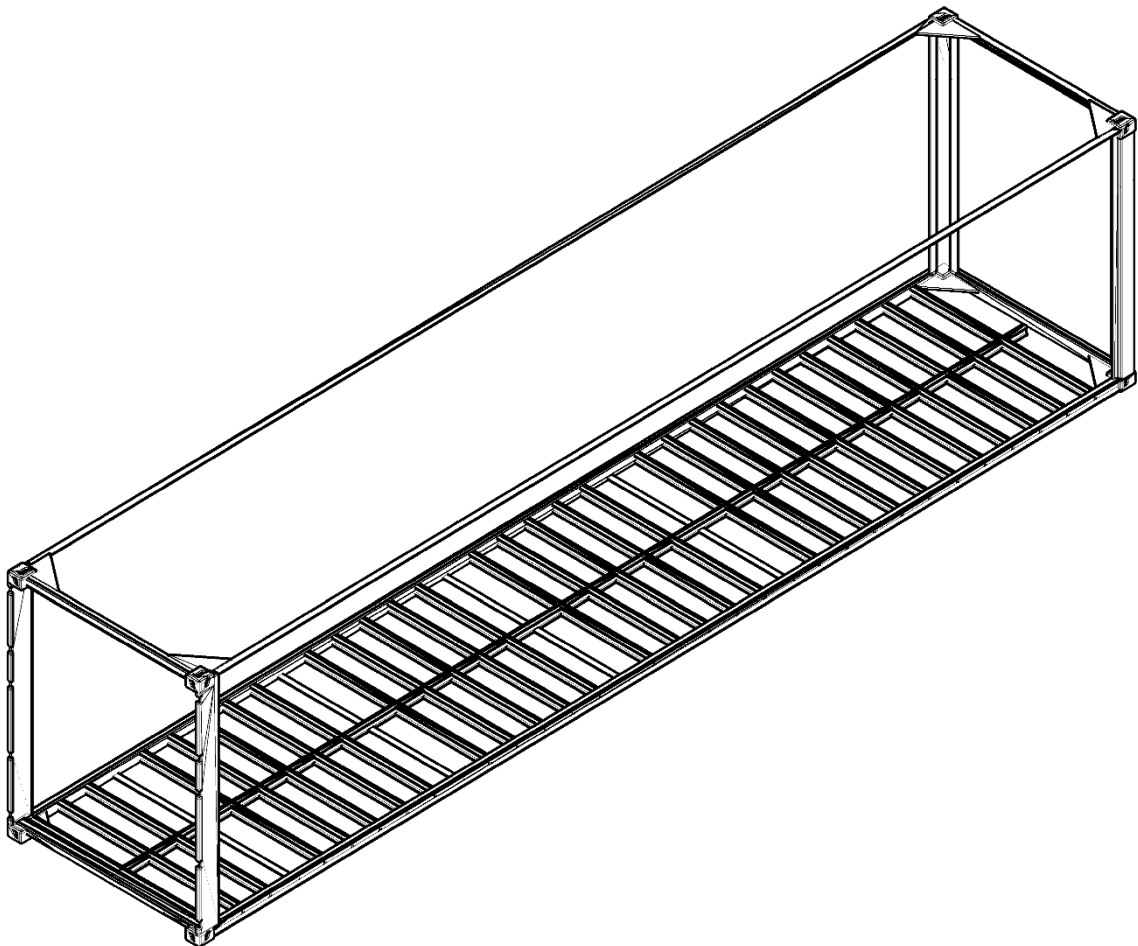


Fig. [37] Composición estructural de un contenedor. Elaboración propia.

Arquitectura e autonomía energética.

Reconversión de contenedores marítimos en una vivienda en Moruxo, Galiza_Vol.I

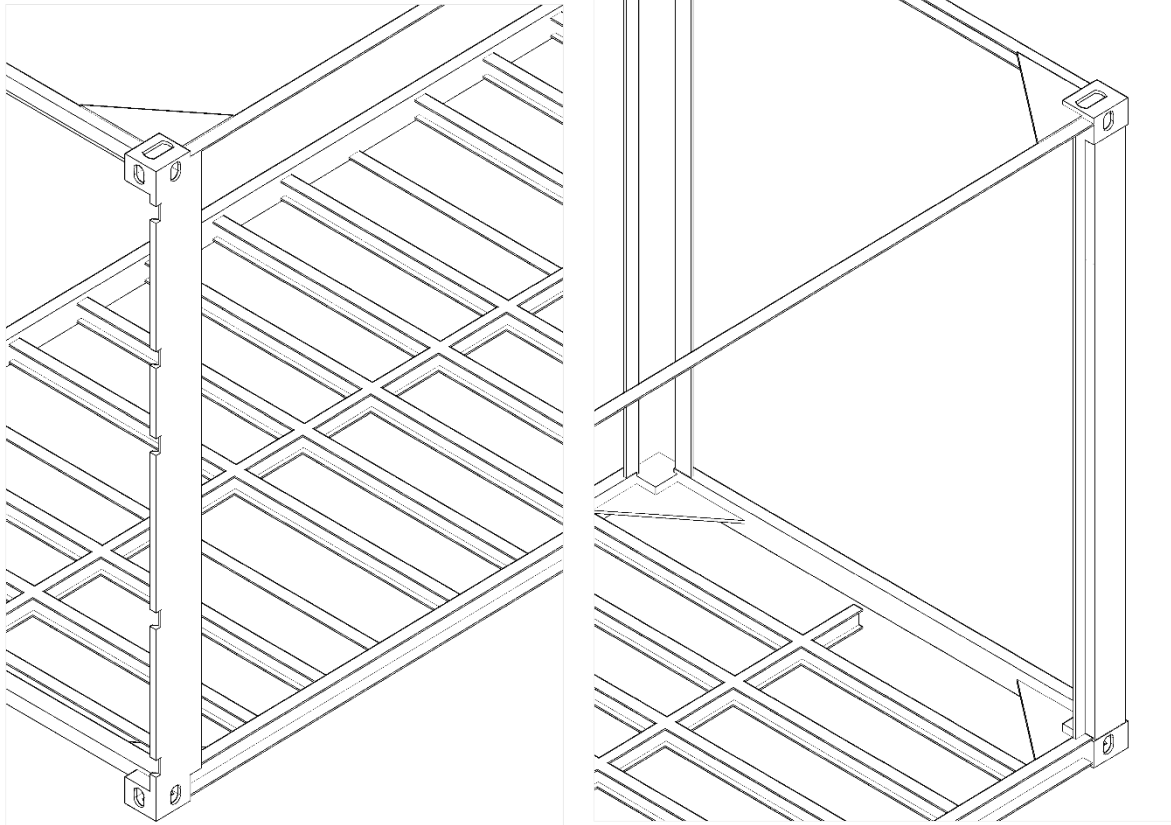


Fig. [38] Isometrías en detalle de las uniones estructurales del contenedor, de los pilares con el suelo y la cubierta. Elaboración propia.

Al ser un elemento revestido por chapa permite aislarlo por el interior o por el exterior. Para tomar esta decisión hay que tener en cuenta las condensaciones, tanto superficiales como las intersticiales.

El metal es un material con un valor de conductividad muy elevado y con una baja inercia térmica, no tiene capacidad de almacenar calor, lo cede inmediatamente por lo que se encontrará frío la mayor parte del tiempo. El vapor de agua contra una superficie fría condensa, se vuelve líquido, en este caso, agua. Por lo que el agua, como también se menciona en el caso del contacto con el terreno, tanto si el contacto es superficial como si es por el interior del cerramiento, produce corrosión.

Los contenedores se pueden cargar eléctricamente debido a rozamientos entre materiales, a las condiciones ambientales y al contacto o separación de sus componentes metálicos. Para reducir esta variación electrostática y evitar riesgos de descargas eléctricas, es necesario conectar los contenedores a tierra. Este aspecto se tendrá en cuenta en el proyecto.

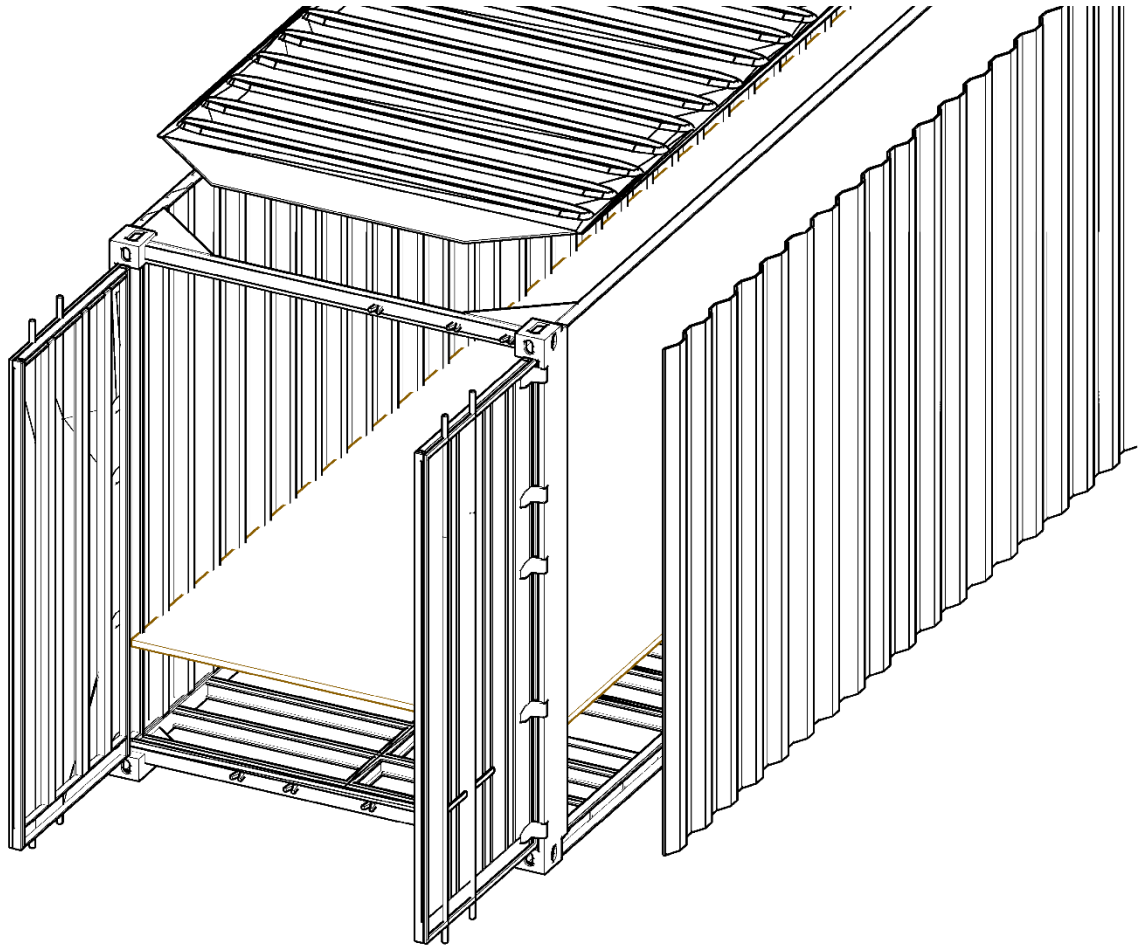


Fig. [39] Isometría explotada de la composición exterior e interior de un contenedor. Elaboración propia.

Arquitectura e autonomía energética.

Reconversión de contenedores marítimos en una vivienda en Moruxo, Galiza_Vol.I

4.2. Encuadramiento geográfico del Proyecto (Moruxo, Galicia)

El área urbana de A Coruña se encuentra en el noroeste de España, en la Comunidad Autónoma de Galicia, concretamente en la provincia de su mismo nombre. Esta área urbana está formada por varios ayuntamientos, que forman parte de lo que se conoce como el Golfo Ártabro (formado por las rías de A Coruña, Betanzos, Ares y Ferrol). Esta denominación fue dada por los habitantes, antes de la llegada de los romanos, pues el puerto que dominaba esta zona era *Artabrorum Portus*. Bergondo es uno de esos ayuntamientos y está dividido en parroquias, entre las que se encuentra Moruxo.

La comarca está dentro de la subregión de “As Mariñas”, cuyo territorio está dominado por relevos suaves, pendientes de poca intensidad y reducidas planicies, vinculadas al entorno próximo de la ría del Burgo y del embalse de Cecebre.

El área litoral está formada por una red hidrográfica que vierte directamente al Océano Atlántico en el lado del estuario del río Mandeo, en la ría de Betanzos, alrededor de la cual se extiende una gran llanura intermareal (entre el mar y la tierra), y la costa de Arteixo.

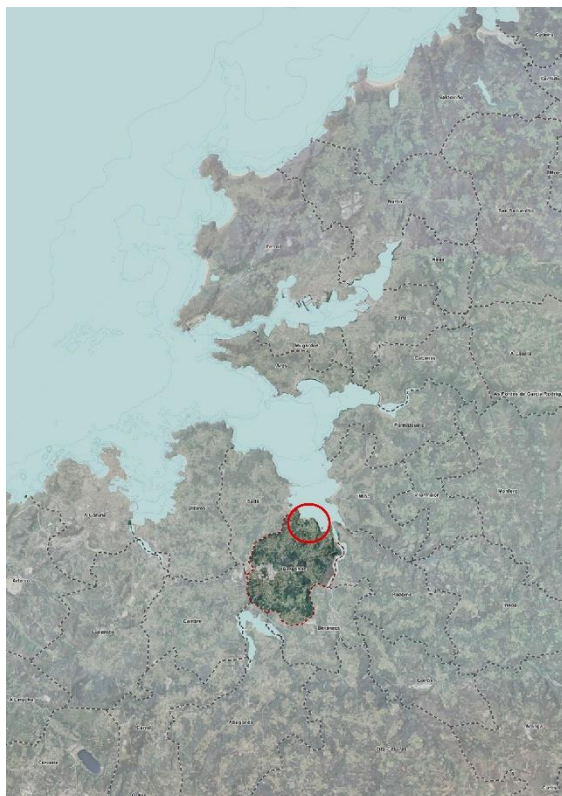


Fig. [40] Plano de encuadramiento de Moruxo en el Golfo Ártabro (Concello de Bergondo, 2025).

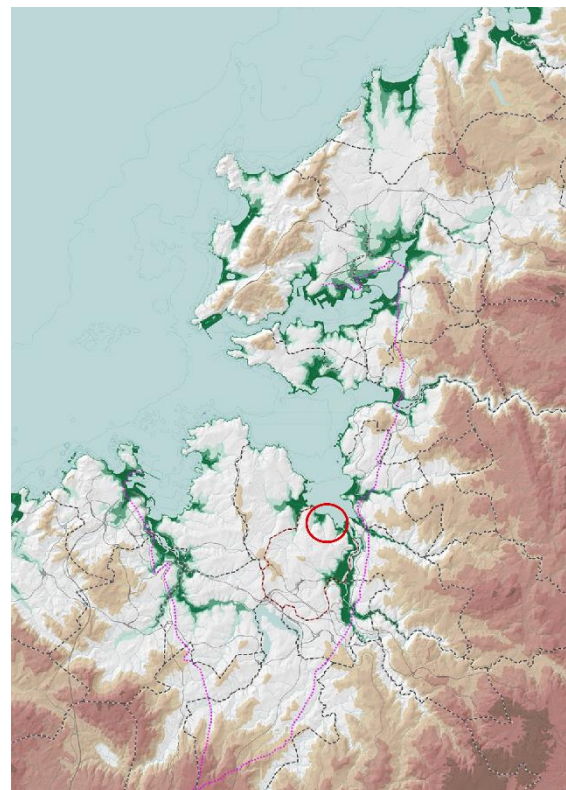


Fig. [41] Plano topográfico e hídrico de Moruxo en el Golfo Ártabro (Concello de Bergondo, 2025).

En cuanto al marco territorial, adquieren relevancia los senderos verdes o caminos que preservan la diversidad productiva y siguen una estrategia de continuidad ecológica territorial.

La Reserva de la Biosfera das Mariñas-Terras do Mandeo y las áreas territoriales de los ayuntamientos de Abegondo, Aranga, Arteixo, Bergondo, Betanzos, Cambre, Carral, Cesuras, Coirós, Culleredo, Curtis, Irixoa, Miño, Oleiros, Oza dos Ríos, Paderne, Sada y Sobrado dos Monxes, comprende 3 áreas protegidas:

El entorno del ecosistema Betanzos-Mandeo, es el más destacado en el litoral del municipio y de la comarca, está incluido en la "Red Natura 2000" como un lugar de Importancia Comunitaria, debido a que presenta una morfología espacial variada y un complejo desarrollo del relieve. Se extiende entre Miño y Punta de Moruxo (hasta la playa de Gandarío), constituye una de las mayores extensiones de marismas del litoral de Galicia. Posee unos 170 ha. De terrenos muy húmedos en donde predominan los juncos y plantas halófilas, además de una gran extensión de aguas abrigadas de fondo de la ría que se descubre con la bajamar. La superficie más baja de la ría está dominada por los esquistos (rocas duras, de grano grueso con poca porosidad y resistentes a los procesos de erosión) de Bergondo.

El Embalse de Abegondo-Cecebre, además de formar parte de la reserva de la biosfera de las mariñas-tierras de Mondeo, es el recurso hídrico fundamental para el abastecimiento de agua potable en la comarca de A Coruña, por este motivo son fundamentales los montes y masas arboladas de las parroquias colindantes.

El entorno de la ría de Betanzos, del que el ayuntamiento junto con Oleiros, Sada y Bergondo, forman parte de la costa peninsular.

4.2.1. Topografía

La comarca está compuesta por los ayuntamientos de A Coruña, Arteixo, Cambre, Culleredo, Oleiros, Abegondo, Carral, Sada y Bergondo.

Esta área costera está formada por materiales como el esquisto (rocas metamórficas duras, compactas y de baja porosidad, que poseen resistencia a los procesos de erosión y de intemperie), por espacios de costa baja y arenales abiertos al Océano, acantilados e islotes golpeados por el mar (costa comprendida entre Arteixo y A Coruña) y la llanura intermareal entre la Costa do Dexo y la ría de Betanzos. Hay una extensa red de ríos de pequeña extensión en la zona, pero los más grandes son el Cabanes y el de Gandarío que vierten sus aguas al norte. Las áreas poblacionales en estas zonas se encuentran

protegidos en núcleos turísticos y residenciales, en un segundo plano, se complementan las actividades con la agricultura y las industrias pequeñas.

4.2.2. Infraestructuras territoriales

La red viaria permite la circulación con los diferentes municipios colindantes y de la comarca. Posee una posición con gran conectividad de A Coruña - Ferrol, en viario de tráfico rodado y en línea ferroviaria.

4.3. Evolución urbana

Los primeros habitantes que formaron parte del Ayuntamiento de Bergondo se remontan probablemente a épocas anteriores a la romanización, la edad del hierro con la cultura Castrexa, en la que las construcciones se fortifican en territorios altos para facilitar el control y protección a los habitantes de estos asentamientos estables. Destaca el Castro de Reboredo.

Al ser un lugar próximo al área urbana de A Coruña, en los últimos años ha experimentado un leve crecimiento demográfico, un 27% respecto al año 1981 (datos hasta 2015). Según los datos encontrados, los ayuntamientos próximos a la ciudad de A Coruña han aumentado su población.

El ayuntamiento de Bergondo, forma parte de esta línea urbana continua y difusa, dentro de la región urbana Ártabra es un espacio intermedio litoral en el que se ha ido estableciendo un espacio residencial como respuesta a un conglomerado urbano cuyo desarrollo ha sido espontáneo e inconexo, pero construido sobre el tejido parroquial.

Bergondo se encuentra dentro de esta forma de urbanización que une la costa de A Coruña a Miño en dónde los límites entre los ayuntamientos vecinos son imprecisos. En este caso, comparte características y actividades funcionales con Sada, Betanzos y Cambre.

Hoy día, este ámbito está asumiendo un aumento en la presencia de edificaciones dispersas y de urbanizaciones residenciales de diferentes tamaños, que presionan el tejido urbano y cuyos usos primitivos han perdido importancia. Toma un carácter suburbano, debido a la falta de núcleos urbanos propios a pesar de encontrarse influenciada por el área metropolitana, ya que las nuevas aglomeraciones poblacionales dispersas sobre la red parroquial existente dejan entrever riesgos en el deterioro ambiental y social.

Arquitectura e autonomía energética.

Reconversión de contenedores marítimos en una vivienda en Moruxo, Galiza_Vol.I

La posición económica y funcional se desenvuelve en el sector del turismo y en el sector residencial, con grandes valores naturales y patrimoniales.

El ayuntamiento, de 32.72 km de superficie, se encuentra fragmentado en 9 parroquias: Santa Marta de Babío, Cortiñan, Guísamo, Lubre, Moruxo, Ouces, Rois, Vixoi y Bergondo. Aunque se puede dividir el Concello en 4 áreas diferenciadas por sus características: Banda litoral, vales medio interior, Valgada de la Ría de Betanzos y el entorno de la N-VI.

La banda litoral corresponde con las parroquias de Ouces y Moruxo. Las carreteras que unen Sada con Bergondo y Tatín-Gandarío-Moruxo sirvieron como soporte para la creación de un continuo urbano de asentamientos sobre el cual fueron surgiendo segundas residencias. Es un área que depende del núcleo de Sada, por estar en proximidad. Estas parroquias tienen un escaso tratamiento urbano, sin embargo, son áreas dinámicas y de gran componente estacional.

La población actual de Bergondo, hasta el 2016, es del 59% entre los 16 y los 65 años y del 29% en mayores de 65 años. Las viviendas familiares de Bergondo son de ocupación principal en la mayoría de los casos, por lo que el modelo de asentamiento de la población es de organización segregada, en origen era ocupación agraria y actualmente este modelo se mantiene (Concello de Bergondo, 2025).

Existen en el área algunas construcciones de interés patrimonial, cómo casas, Pazos y restos arqueológicos. Sin embargo, lo más destacado es el paisaje costero del lugar, donde la población se asentaba. Se disponían las poblaciones alrededor de núcleos de aldeas, en la parroquia. Tal y como han evolucionado los asentamientos las viviendas residenciales han cambiado su ocupación permanente a ocupación estacional por lo que cómo se menciona en el párrafo anterior, su organización en el territorio se ha ido diseminando (Concello de Bergondo, 2025).

Por ello, al no existir planificación el modelo de hábitat presenta algunas problemáticas. Una de las más destacables es el encarecimiento de las infraestructuras al haber dispersión entre los asentamientos por lo que no hay un servicio adecuado de equipamientos y servicios. Su acceso discrimina aparte de la población debido a la localización de sus viviendas. Los caminos de acceso a estas en ocasiones son irregulares y dificultan el acceso.

Moruxo, es una parroquia costera orientada a algunos arenales y zonas llanas, apenas posee equipamientos y los que hay están dispersos. La accesibilidad con el resto de los núcleos es bastante deficiente.

Capítulo V: Conclusiones o Consideraciones finales

A lo largo de este estudio, se ha identificado que la reconversión de contenedores marítimos puede ser una alternativa viable para la construcción de viviendas energéticamente autónomas. Alineándose con los estándares NZEB (Nearly Zero Energy Building) y Passivhaus, los cuales buscan reducir el consumo energético y mejorar la eficiencia de las construcciones. Al adaptar los contenedores marítimos para este propósito, se pueden emplear diversos sistemas constructivos, así como soluciones de aislamiento que optimicen la eficiencia térmica y minimicen las pérdidas de calor.

El cumplimiento de los criterios NZEB se logra a través de un diseño que permite una reducción significativa de la demanda de energía, alcanzando un alto nivel de eficiencia energética en los sistemas constructivos utilizados. De este modo, las viviendas pueden producir la misma cantidad de energía que consumen a lo largo del año. Además, las estrategias propuestas para mejorar la estanqueidad, la ventilación controlada y el aislamiento térmico se alinean con los principios de Passivhaus, garantizando un consumo energético mínimo para calefacción y refrigeración.

Para asegurar la autonomía energética de las viviendas, se identificaron diversos tipos de equipos de generación térmica (calefacción y acs), sistemas de generación de energía eléctrica (mini eólicos, panel solar fotovoltaico...), sistemas de almacenamiento hidráulico y reutilización (depósitos de agua potable, pozos, fosas sépticas, inodoros de compostaje...), sistemas de almacenamiento de energía mediante baterías y el uso de un aislamiento eficiente.

Asimismo, la incorporación de tecnologías de gestión, termostatos, sensores, autómatas y recuperadores de calor, permiten tener un control más efectivo de la temperatura, ventilación y del consumo energético de la vivienda. Por otro lado, añadir elementos de este tipo, aumenta los costes significativamente al inicio de la obra y requiere cuadros eléctricos de mayor dimensión, pero facilitan el correcto mantenimiento de los equipos y disminuye el riesgo de averías.

El desarrollo de una estrategia arquitectónica específica para la creación de viviendas energéticamente autónomas, ha permitido establecer directrices claras sobre cómo adaptar los contenedores marítimos al contexto local. Moruxo, como una pequeña localidad gallega, enfrenta desafíos relacionados con el clima, la densidad de población y la disponibilidad de terrenos adecuados para la construcción. La estrategia propuesta aborda estos desafíos mediante un diseño flexible y modular, aprovechando la estructura

Arquitectura e autonomía energética.

Reconversión de contenedores marítimos en una vivienda en Moruxo, Galiza_Vol.I

de los contenedores como base para una edificación que respete tanto el entorno como las necesidades funcionales de los futuros habitantes. El enfoque modular permite planificar ajustes y ampliaciones futuros, incrementando la flexibilidad y la capacidad de respuesta ante las necesidades cambiantes de los usuarios.

Por otro lado, la selección de materiales y la implementación de un aislamiento continuo, junto con la atención a las propiedades físicas de los materiales. Es importante tener en cuenta la inercia térmica, la conductividad, la capacidad calorífica, la resistencia, transmitancia, la absorción de calor, la permeabilidad o hermeticidad.

Los huecos y los encuentros de la fachada con el forjado o con la cubierta son discontinuidades y es donde se producen mayores puentes térmicos. Es necesario atenderlos porque reducen de forma significativa las pérdidas de calor.

Analizar la orientación de las viviendas, así como el clima del lugar, es de vital importancia al organizar los espacios del hogar y colocar las aberturas. La vegetación regula la temperatura y la humedad, por lo que su utilización en zonas dónde más radiación solar hay, permite controlar y reducir el sobrecalentamiento de la vivienda, sin introducir elementos fijos de sombra. Los colores de las fachadas también pueden ayudar a reducir o aumentar la absorción de la radiación solar.

En cuanto al último punto de las categorías de análisis, las necesidades energéticas e hidráulicas están vinculadas con el número de usuarios, el contexto y el área de la vivienda. Es por esto que no hay un método para intervenir que pueda ser generalizado a todos los casos. Es necesario realizar un análisis de algunos parámetros. La carga térmica, la temperatura ambiente y del agua, el índice de radiación por metro cuadrado, el tipo de suelo y la humedad, son algunos de ellos.

Arquitectura e autonomía energética.

Reconversión de contenedores marítimos en una vivienda en Moruxo, Galiza_Vol.I

Referencias Bibliográficas

- Almacén Fotovoltaico. (2023). Obtenido de <https://elalmacenfotovoltaico.com/26-baterias-solares?q=Marca-PYLONTECH&msclkid=dac1744017a71075743811a9c8066af4>
- Alonso, J. R. (2005). *Introducción a la historia de la arquitectura*. Barcelona: Reverté, S.A.
- Alvarez, M. (s.f.). *Galería Escuela Politécnica Superior de Arquitectura*. Recuperado el 16 de Junio de 2023, de Universidad CEU San Pablo:
<http://galeria.eps.uspceu.es/main.php/v/Portfolio/af/DIBUJO/Narracion/album/UnidadHabitacionMarsella/>
- Archdaily. (2011). Obtenido de Archdaily: https://www.archdaily.cl/cl/02-87912/casa-el-tiemblo-estudio-de-arquitectura-james-and-mau-para-infiniski?utm_medium=website&utm_source=archdaily.com
- Archdaily. (2011). Obtenido de Archdaily: <https://www.archdaily.com/127570/container-guest-house-poteet-architects>
- Archdaily. (2011). Obtenido de archdaily: <https://www.archdaily.cl/cl/02-93240/containers-de-esperanza-benjamin-garcia-saxe-architecture>
- Archdaily. (2013). Obtenido de Archdaily: https://www.archdaily.cl/cl/619569/casa-wfh-arcgency?ad_source=search&ad_medium=projects_tab
- Arias, K., & Alonso, F. (2017). Structural Analysis of an Off-Grid Tiny House. *AIP Conference Proceedings, 1856*, pág. 020001. doi:10.1063/1.4985552
- Aytar, I., & Zafer, D. (2020). Micro Houses in Today's Consumer Society. *Arts and Design Studies, 83*(2020), págs. 43 - 53. doi:10.7176/ADS/83-06
- Barrow, F. (2007). Off Grid: meaning, technologies and applications. *Journal of Architectural/Planning Research and Studies, 5*(1), págs. 157-158. doi:10.56261/jars.v5i1.169241
- Buildings Performance Institute Europe. (2011). *Principles For nearly zero-energy buildings*. Recuperado el 19 de 08 de 2023, de https://www.bpie.eu/wp-content/uploads/2015/10/Final_nZEB_poster.pdf
- CANO PINA S.L. (2013). Obtenido de https://www.canopina.com/web/files/productos/13_mu13-8.pdf
- Carreiro, M., & López, C. (2019). *Entre-lugares: las fronteras domésticas*. Recolectores urbanos.

Arquitectura e autonomía energética.

Reconversión de contenedores marítimos en una vivienda en Moruxo, Galiza_Vol.I

- Concello de Bergondo. (2025). Obtenido de Concello de Bergondo: <https://bergondo.gal/areas-e-servizos/urbanismo/borrador-do-plan-xeral-de-ordenacion-municipal-pxom/>
- Concello de Bergondo. (s.f.). *Directrices de ordenación del territorio*. Obtenido de Siotuga: <https://siotuga.xunta.gal/siotuga/inventario.php>
- Container casa barcelona. (2021). Obtenido de <https://containercasabarcelona.com/>
- Diario Oficial de la Unión Europea. (19 de Mayo de 2010). Recuperado el 13 de Julio de 2023, de Boletín oficial del estado: <https://www.boe.es/doue/2010/153/L00013-00035.pdf>
- Diario Oficial de la Unión Europea. (25 de Octubre de 2012). Obtenido de Boletín Oficial del Estado: <file:///D:/EEEST/A50-%20Disserta%C3%A7ao/Investigaci%C3%B3n/disserta%C3%A7ao/Legislacion/Europa/EPBD%202012-27-CE.pdf>
- Diario Oficial de la Unión Europea. (30 de Mayo de 2018). Recuperado el 19 de Julio de 2023, de Boletín oficial del estado: <https://www.boe.es/doue/2018/156/L00075-00091.pdf>
- Dollard, T. (2022). *Cómo proyectar viviendas energéticamente eficientes. Una guía ilustrada*. Barcelona: Gustavo Gili, SL.
- Durand, J. N. (1802). *Précis des leçons d'architecture données à l'École polytechnique*. Paris: Chez Bernard, L'Auteur .
- Ecodepur. (s.f.). *Ecodepur, tecnologías de protecção ambiental*. Obtenido de <https://www.ecodepur.pt/equipos/saneamiento-individual>
- ETSA Granada. (2011). *Le Cabanon de Le Corbusier*. Obtenido de <http://proyectos23g.blogspot.com/2011/10/le-cabanon-de-le-corbusier.html>
- Fletcher, S. B. (1946). *A History of Architecture on the Comparative Method*. Londres: Batsford.
- Fondation Le Corbusier. (2023). *Le Corbusier world heritage*. Recuperado el 19 de Junio de 2023, de <https://lecorbusier-worldheritage.org/es/unite-habitation/>
- Fusion energía solar. (2023). Obtenido de <https://fusionenergiasolar.es/inversores-solares-para-sistemas-aislados/280-inversor-aislada-victron-phoenix-24v-5000va.html>
- Gobierno de Cantabria. (31 de marzo de 2015). *Cuevas Prehistóricas de Cantabria*. Obtenido de <https://cuevas.culturadecantabria.com/>
- Imsero. (2021). *Catálogo de publicaciones de la Administración General del Estado*. Obtenido de <http://publicacionesoficiales.boe.es/>

Arquitectura e autonomía energética.

Reconversión de contenedores marítimos en una vivienda en Moruxo, Galiza_Vol.I

- Izard, J. L., & Guyot, A. (1980). *Arquitectura bioclimática. Tecnología y arquitectura*. México, D.F: Gustavo Gili, S.L .
- Kilman, C. (2016). Small House, Big Impact: The Effect of Tiny Houses on Community and Environment. *Undergraduate Journal of Humanistic Studies*, 2, 1-12. Recuperado el 19 de Junio de 2023, de <https://www.semanticscholar.org/paper/Small-House%2C-Big-Impact%3A-The-Effect-of-Tiny-Houses-Kilman/27328c4ba21b4f6ae467210ddffd3edb2da8fa4b#cited-papers>
- Laugier, M. A. (1755). *An essay on architecture*. Londres: T. Osborne and Shipton.
- Le Corbusier. (1920). Les Maisons "Voisin". *L'Esprit Nouveau*, 2, 211 - 215.
- Le Corbusier. (1976). *El Modulor. Ensayo sobre una medida armónica a la escala humana aplicable universalmente a la arquitectura y a la mecánica*. Barcelona: Poseidón, S.L .
- Le Corbusier. (1977). *Hacia una arquitectura*. Barcelona: Poseidón.
- Martín, L. (2016). Patrones evolutivos. Un primer paso para el diseño de un sistema de optimación de la vivienda crecedera. *Academia XII*(12), págs. 61-75.
doi:<https://doi.org/10.22201/fa.2007252Xp.2015.12.51983>
- Ministerio de asuntos sociales y agenda 2030. (s.f). *Gobierno de España*. Obtenido de <https://www.mdsocialesa2030.gob.es/agenda2030/documentos/eds-cast-acce.pdf>
- Ministerio para la transición ecológica y el reto demográfico. (s.f.). *Gobierno de España*. Recuperado el 18 de 09 de 2023, de <https://www.miteco.gob.es/es/calidad-y-evaluacion-ambiental/temas/prevencion-y-gestion-residuos/flujos/domesticos/gestion/sistema-tratamiento/tratamientos-biologicos-compostaje.html>
- Monsa. (2022). *Off-grid getaways. Organic Architecture*. Barcelona: Instituto Monsa Ediciones.
- Mutani, G., Maglione, D. S., & Arboit, M. E. (2020). Determinación del factor de forma (FF): El caso del área metropolitana de Mendoza. *Cuaderno Urbano*, 28(28), 9-33.
doi:<https://doi.org/10.30972/crn.28284322>
- Neila , F. J., & Acha, C. (2009). *Arquitectura bioclimática y construcción sostenible*. Pamplona: DAPP, Publicaciones Jurídicas, S.L .
- ONU. (1987). *Informe Brundtland de la Comisión Mundial sobre el Medio Ambiente y el Desarrollo*.
- Pallasmaa, J. (2016). *Habitar*. Gustavo Gili.

Arquitectura e autonomía energética.

Reconversión de contenedores marítimos en una vivienda en Moruxo, Galiza_Vol.I

- Passive House Institute. (2015). *Passive House Institute*. Recuperado el 18 de 08 de 2023, de https://passivehouse.com/02_informations/02_passive-house-requirements/02_passive-house-requirements.htm
- Pousada, A. (2017). *Reconvertir contenedores marítimos en viviendas sostenibles en el sudeste de España Una vivienda en Cartagena*. Obtenido de Universidade Fernando Pessoa: <http://hdl.handle.net/10284/6270>
- Quintero Pulido, D. e. (2019). The Role of Off Grid Houses in the Energy Transition with a case of study in the Netherlands. *Energies*, 12(10), pág. 2033. doi:10.3390/en12102033
- Real Academia Española. (2023). *Diccionario de la lengua española*. Recuperado el 16 de Junio de 2023, de <https://dle.rae.es/m%C3%B3dulo>
- Ren, Z. e. (2019). Feasibility of off-grid housing under current and future climates. *Applied Energy*, 241, 196-211. doi:10.1016/j.apenergy.2019.03.068
- Rey, F. J., Velasco, E., Rey, J. M., San José, J. F., Tejero, A., & Esquivias, P. M. (2020). *Diseño y gestión de edificios de consumo de energía casi nulo. nZEB*. Madrid: Paraninfo, SA.
- Schulze, F., & Windhorst, E. (2016). *Ludwig Mies van der Rohe. Una biografía crítica*. Barcelona: Reverte.
- Son picornell. (2023). Obtenido de <https://www.sonpicornell.com/servicios/bombas-de-agua/bombas-de-agua/>
- Sotavento. (2023). Obtenido de <https://www.sotaventogalicia.com/>
- Torres, J. (2004). *Le Corbusier: visiones de la técnica en cinco tiempos*. Barcelona: Fundación Arquia.
- Vale, R., & Vale, B. (1975). *The autonomous House design and planning for self-sufficiency*. London: Thames and Hudson LTD.
- Wassouf, M. (2020). *De la casa pasiva al estándar. La arquitectura pasiva en climas cálidos*. (1 ed.). Barcelona: Gustavo Gili, SL.
- Ynzenga, B. (2021). *Bauhaus. Hannes Meyer. Proyecto, conceptos y trayectoria*. Buenos Aires: Diseño.

Arquitectura e autonomía energética.

Reconversión de contenedores marítimos en una vivienda en Moruxo, Galiza_Vol.I

Índice de Figuras e imágenes

Fig. 1 Tabla de categorías e indicadores. Elaboración propia.	21
Fig. 2 Tabla de categorías e indicadores. Elaboración propia.	22
Fig. 4 Puento de Garabit, del Ingeniero Eiffel (Le Corbusier, 1977).	29
Fig. 5 El paquebote Flandre. Transportes de personas y correo (Le Corbusier, 1977).....	29
Fig. 6 Los nuevos volúmenes de las ciudades (Le Corbusier, 1977).	29
Fig. 7 Formas absolutas. Elaboración propia.....	30
Fig. 8 Dibujo síntesis de arquitecturas emblemáticas que tienen su base en las formas absolutas (Le Corbusier, 1977)	30
Fig. 9 Maison Dom-ino, año 2015, elaborado por Charles-Édouard Jeanneret (Torres, 2004)...	32
Fig. 10 En busca de un modelo de automóvil (Le Corbusier, 1977).	33
Fig. 11 Casas en serie, como los coches (Le Corbusier, 1977).	33
Fig. 12 Les maisons "Voisin" (Le Corbusier, 1920).....	33
Fig. 13 Análisis unidad de vivienda de Marsella (Alvarez, s.f.)	34
Fig. 14 Vista interior de Le Cabanon (ETSA Granada, 2011).....	35
Figura 15 : Planta de Le Cabanon (ETSA Granada, 2011)	35
Fig. 16 : Los cinco principios del estándar Passivhaus. Elaboración propia (Passive House Institute, 2015).	37
Fig. 17 : Los cinco principios del estándar Passivhaus. Elaboración propia (Passive House Institute, 2015).	43
Fig. 18 : Elementos orientativos de los que se compone un nZEB. Elaboración propia (Buildings Performance Institute Europe, 2011)	44
Fig 19 : Características o principios de un edificio nZEB. Elaboración propia (Rey, y otros, 2020).	45
Fig. 20 Cronología de la evolución de la arquitectura en el campo de la eficiencia energética. Elaboración propia.	46
Fig. 21 Imagen vivienda Casa Container Guest House (Container Guest House / Poteet Architects, 2011).	50
Fig. 22 Descomposición de vista en alzado de un modelo 3D de la Container Guest House. Elaboración propia.	51
Fig. 23 Descomposición de vista en perfil de un modelo 3D de la Container Guest House. Elaboración propia.	51
Fig. 24 Vista en planta de un modelo 3D de la Container Guest House. Elaboración propia.	52

Arquitectura e autonomía energética.

Reconversión de contenedores marítimos en una vivienda en Moruxo, Galiza_Vol.I

Fig. 25 Vista interior del baño. (Container Guest House / Poteet Architects, 2011)	52
Fig. 26 Sección esquemática del funcionamiento de recogida y reutilización de aguas y de la barrera vegetal. Elaboración propia.	52
Fig. 27 Imagen vivienda Casa Contenedores de Esperanza (Containers de esperanza / Benjamín García Saxe Architecture, 2011).....	54
Fig. 28 : Análisis composición en planta de la vivienda contenedores de la Esperanza. Elaboración propia.	55
Fig. 29 Descomposición de vista en alzado de un modelo 3D de la vivienda Contenedores da Esperanza. Elaboración propia.	56
Fig. 30 Descomposición de vista en perfil de un modelo 3D de la vivienda Contenedores da Esperanza. Elaboración propia.	56
Fig. 31 Imagen vivienda WFH House (Casa WFH / Arcgency, 2013).	58
Fig. 32 Vista de composición en modelo 3D de la WFH House. Elaboración propia.	59
Fig. 33 Ubicación de la sala técnica en planta. Elaboración propia.	59
Fig. 34 Imágenes de la cubierta y fachada de la vivienda durante el montaje.	60
Fig. 35 Imagen vivienda Casa Container Barcelona (Container casa barcelona, 2021).	62
Fig. 36 Imagen vivienda Casa El Tiemblo (Archdaily, 2011).	64
Fig. 37 Imagen síntesis de los casos de estudio. Elaboración propia.....	71
Fig. 38 Composición estructural de un contenedor. Elaboración propia.	73
Fig. 39 Isometrías en detalle de las uniones estructurales del contenedor, de los pilares con el suelo y la cubierta. Elaboración propia.	74
Fig. 40 Isometría explotada de la composición exterior e interior de un contenedor. Elaboración propia.	75
Fig. 41 Plano de encuadramiento de Moruxo en el Golfo Ártabro (Concello de Bergondo, 2025).	77
Fig. 42 Plano topográfico e hídrico de Moruxo en el Golfo Ártabro (Concello de Bergondo, 2025).	77
Fig. 43 : Imágenes de la vivienda experimental de Sotavento (Sotavento, 2023).....	122

Arquitectura e autonomía energética.

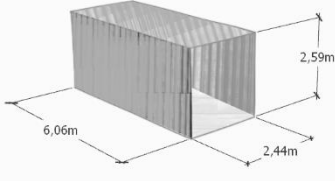

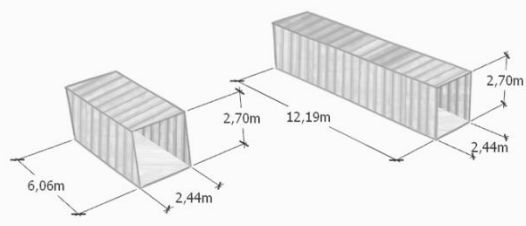
Reconversión de contenedores marítimos en una vivienda en Moruxo, Galiza_Vol.I

Anexo I

I. Tipos de contenedores.

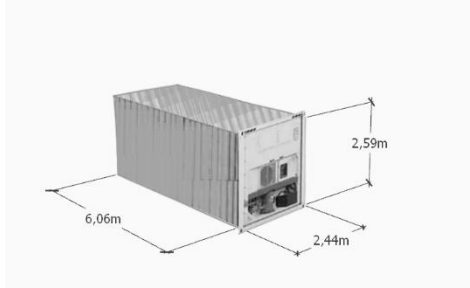
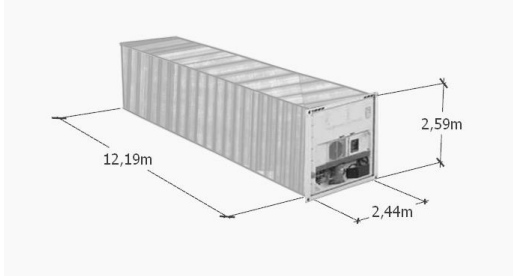
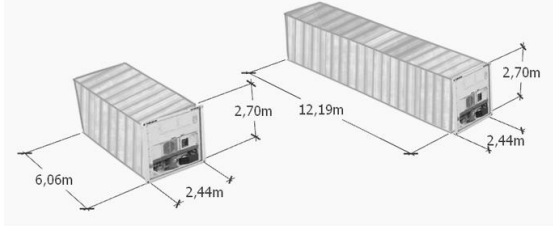
Tipo de contenedor	Tamaño	Longitud exterior	Longitud interior	Ancho exterior	Ancho interior	Altura exterior	Altura interior	Cumple habitabilidad
Estándar	20 ft	6.06 m	5.90 m	2.44 m	2.35 m	2.59 m	2.39 m	NO
	40 ft	12.19 m	12.03 m	2.44 m	2.35 m	2.59 m	2.39 m	NO
High Cube	20 ft	6.06 m	5.90 m	2.44 m	2.35 m	2.90 m	2.70 m	SI
	40 ft	12.19 m	12.03 m	2.44 m	2.35 m	2.90 m	2.70 m	SI
Modelos de contenedor	Tamaño	Longitud exterior	Longitud interior	Ancho exterior	Ancho interior	Altura exterior	Altura interior	Cumple habitabilidad
Dry Van	20 ft	6.06 m	5.90 m	2.44 m	2.35 m	2.59 m	2.39 m	NO
	40 ft	12.19 m	12.03 m	2.44 m	2.35 m	2.59 m	2.39 m	NO
	HC 40 ft							SI

II. Fichas de modelos de contenedores.

STANDARD – DRY VAN - DV		
20 ft		<p>Todo tipo de cargas para la industria del transporte. Sin refrigeración o ventilación. Estructura básica metálica.</p> <p>Medidas interiores: 5.90 m x 2.35 m x 2.39 m</p> <p>Medidas exteriores: 6.06 m x 2.44 m x 2.59 m</p>
40 ft		<p>Todo tipo de cargas para la industria del transporte. Sin refrigeración o ventilación. Estructura básica metálica.</p> <p>Medidas interiores: 12.03 m x 2.35 m x 2.39 m</p> <p>Medidas exteriores: 12.19 m x 2.44 m x 2.59 m</p>
High cube		<p>En 20 ft o 40 ft, el largo y el ancho es el mismo. Se comercia más el de 40 ft.</p> <p>20 ft (no se comercializa mucho)</p> <p>Medidas interiores: 5.90 m x 2.35 m x 2.70 m</p> <p>Medidas exteriores: 6.06 m x 2.44 m x 2.90m</p> <p>40 ft</p> <p>Medidas interiores: 12.03 m x 2.35 m x 2.70 m</p> <p>Medidas exteriores: 12.19 m x 2.44 m x 2.90 m</p>

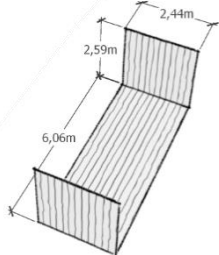
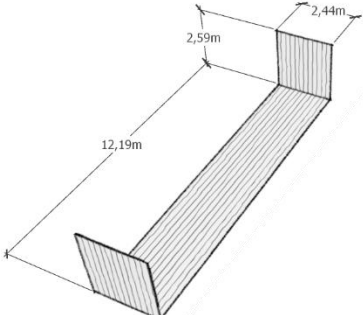
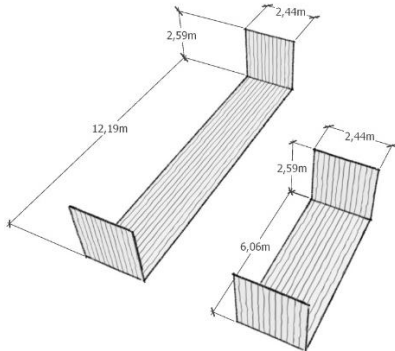
Arquitectura e autonomía energética.

Reconversión de contenedores marítimos en una vivienda en Moruxo, Galiza_Vol.I

REEFER – RF		
<p>20 ft</p> 	<p>Son contenedores refrigerados, temperaturas controladas. Se conectan a fuentes de energía. Paredes recubiertas de espuma de poliuretano para proporcionar aislamiento.</p>	<p>Medidas interiores: 5.45 m x 2.29 m x 2.135 m Medidas exteriores: 6.06 m x 2.44 m x 2.59 m</p>
<p>40 ft</p> 	<p>Son contenedores refrigerados, temperaturas controladas. Se conectan a fuentes de energía. Paredes recubiertas de espuma de poliuretano para proporcionar aislamiento.</p>	<p>Medidas interiores: 11.57 m x 2.29 m x 2.135 m Medidas exteriores: 12.19 m x 2.44 m x 2.59 m</p>
<p>High cube</p> 	<p>Son contenedores refrigerados, temperaturas controladas. Se conectan a fuentes de energía. Paredes recubiertas de espuma de poliuretano para proporcionar aislamiento.</p>	<p>40ft y 45ft. No hay de 20 ft. 45ft Medidas interiores: 13.280 m x 2.44 m x 2.58 m Medidas exteriores: 13.716 m x 2.556 m x 2.90m 40 ft Medidas interiores: 11.57 m x 2.29 m x 2.70 m Medidas exteriores: 12.19 m x 2.44 m x 2.90 m</p>

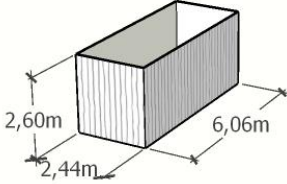
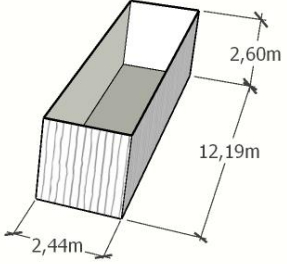
Arquitectura e autonomía energética.

Reconversión de contenedores marítimos en una vivienda en Moruxo, Galiza_Vol.I

FLAT RACK – FR		
20 ft		
	<p>Se utiliza para mercancías que superan el tamaño del contenedor estándar, tanto en alto como en ancho.</p>	<p>Medidas interiores: 5.9 m x 2.40 m x 2.289 m Medidas exteriores: 6.06 m x 2.44 m x 2.59 m</p>
40 ft		
	<p>Se utiliza para mercancías que superan el tamaño del contenedor estándar, tanto en alto como en ancho.</p>	<p>Medidas interiores: 12.15 m x 2.40 m x 2.035 m Medidas exteriores: 12.19 m x 2.44 m x 2.59 m</p>
Collapsible		
	<p>Se utiliza para mercancías que superan el tamaño del contenedor estándar, tanto en alto como en ancho. En este caso, los extremos son plegables.</p>	<p>20 ft Medidas interiores: 5.90 m x 2.148 m x 2.176 m Medidas exteriores: 6.06 m x 2.44 m x 2.59m 40 ft Medidas interiores: 12.032 m x 2.240 m x 2.034 m Medidas exteriores: 12.19 m x 2.44 m x 2.59 m</p>

Arquitectura e autonomía energética.

Reconversión de contenedores marítimos en una vivienda en Moruxo, Galiza_Vol.I

OPEN TOP - OP		
20 ft		
	Transporta cargas de gran altura que no cabrían en un contenedor con tapa.	Medidas interiores: 5.9 m x 2.40 m x 2.289 m Medidas exteriores: 6.06 m x 2.44 m x 2.59 m
40 ft		
	Transporta cargas de gran altura que no cabrían en un contenedor con tapa.	Medidas interiores: 12.15 m x 2.40 m x 2.035 m Medidas exteriores: 12.19 m x 2.44 m x 2.59 m

III. Tablas análisis casos de estudio

CASO DE ESTUDIO Nº 1	CONTAINER GUEST HOUSE
Localización	1119 S Saint Mary's St, San Antonio, Estados Unidos
Autor	Poteet Architects
Área de construcción	30 m ² de 320 m ² de la parcela
Año	2010
Descripción del lugar	Antiguo emplazamiento industrial situado al sur del centro de la ciudad
Análisis del lugar	Parcela en forma de "L". Construcción principal en el lado norte, espacio ajardinado común, y la construcción se sitúa en el lado suroeste
Programa general	Pequeña casa de invitados o caseta de jardín

Arquitectura e autonomía energética.

Reconversión de contenedores marítimos en una vivienda en Moruxo, Galiza_Vol.I

CASO DE ESTUDIO Nº 2	CONTENEDORES DE ESPERANZA
Localización	San José, Costa Rica
Autor	Studio Saxe. Arquitecto Benjamin García Saxe
Área de construcción	100 m ²
Año	2011
Descripción del lugar	En el campo, a 20 minutos de la ciudad
Análisis del lugar	No parece haber otras construcciones alrededor, está situado en una zona elevada con poca vegetación
Programa general	Vivienda de bajo coste construida con contenedores desechados

CASO DE ESTUDIO Nº 3	WFH HOUSE
Localización	Wuxi, China
Autor	Arcgency
Área de construcción	180 m ²
Año	2012
Descripción del lugar	Se realiza la prueba en Dinamarca y posteriormente se reubica en Wuxi, no es una vivienda diseñada para una ubicación concreta
Análisis del lugar	No
Programa general	Vivienda sostenible y prefabricada, Sistema Active House

Arquitectura e autonomía energética.

Reconversión de contenedores marítimos en una vivienda en Moruxo, Galiza_Vol.I

CASO DE ESTUDIO Nº 4	CASA CONTAINER BARCELONA
Localización	Canyelles, España
Autor	08023 Architects
Área de construcción	150 m ²
Año	2021
Descripción del lugar	En una urbanización en la montaña llamada Las Palmeras, con vistas al mar y a 15 minutos de la playa
Análisis del lugar	Zona urbana
Programa general	Vivienda privada, actualmente utilizada como alojamiento vacacional

CASO DE ESTUDIO Nº 5	CASA EL TIEMBLO
Localización	El Tiemblo, España
Autor	Arcgency
Área de construcción	180 m ²
Año	2012
Descripción del lugar	En el campo, a 20 minutos de la ciudad
Análisis del lugar	No
Programa general	Vivienda sostenible y prefabricada

Anexo II

I. Normativa específica de los contenedores

Une-Iso 6346

II. Normativas de aplicación en el proyecto

Directiva EPBD 2010/31/EU relativa a la eficiencia energética:

Artículo 2 (Diario Oficial de la Unión Europea, 2010)

Definiciones

A efectos de la presente Directiva se entenderá por:

- 1) *«edificio»*: construcción techada con paredes en la que se emplea energía para acondicionar el ambiente interior;
- 2) *«edificio de consumo de energía casi nulo»*: edificio con un nivel de eficiencia energética muy alto, que se determinará de conformidad con el anexo I. La cantidad casi nula o muy baja de energía requerida debería estar cubierta, en muy amplia medida, por energía procedente de fuentes renovables, incluida energía procedente de fuentes renovables producida in situ o en el entorno;
- 3) *«instalación técnica del edificio»*: equipos técnicos destinados a calefacción, refrigeración, ventilación, calentamiento del agua o iluminación de un edificio o de una unidad de este, o a una combinación de estas funciones;
- 4) *«eficiencia energética del edificio»*: cantidad de energía calculada o medida que se necesita para satisfacer la demanda de energía asociada a un uso normal del edificio, que incluirá, entre otras cosas, la energía consumida en la calefacción, la refrigeración, la ventilación, el calentamiento del agua y la iluminación;
- 5) *«energía primaria»*: energía procedente de fuentes renovables y no renovables que no ha sufrido ningún proceso de conversión o transformación;
- 6) *«energía procedente de fuentes renovables»*: energía procedente de fuentes renovables no fósiles, es decir, energía eólica, solar, aerotérmica, geotérmica, hidrotérmica y oceánica, hidráulica, biomasa, gases de vertedero, gases de plantas de depuración y biogás;
- 7) *«envolvente del edificio»*: elementos integrados que separan su interior del entorno exterior;

- 8) «*unidad de un edificio*»: parte, planta o apartamento en un edificio, diseñados o modificados para su utilización independiente;
- 9) «*elemento de un edificio*»: instalación técnica del edificio o elemento de la envolvente del edificio;
- 10) «*reformas importantes*»: renovación de un edificio cuando:
- a) los costes totales de la renovación referentes a la envolvente del edificio o a sus instalaciones técnicas son superiores al 25 % del valor del edificio, excluido el valor del terreno en el que está construido, o
 - b) se renueva más del 25 % de la superficie de la envolvente del edificio. Los Estados miembros podrán elegir entre la aplicación de la opción a) o b);
- 11) «*norma europea*»: norma adoptada por el Comité Europeo de Normalización, el Comité Europeo de Normalización Electrotécnica o el Instituto Europeo de Normas de Telecomunicaciones y puesta a disposición para su utilización pública;
- 12) «*certificado de eficiencia energética*»: certificado reconocido por un Estado miembro, o por una persona jurídica designada por este, en el que se indica la eficiencia energética de un edificio o unidad de este, calculada con arreglo a una metodología adoptada de conformidad con el artículo 3;
- 13) «*cogeneración*»: generación simultánea, en un solo proceso, de energía térmica y eléctrica o mecánica;
- 14) «*nivel óptimo de rentabilidad*»: nivel de eficiencia energética que conlleve el coste más bajo durante el ciclo de vida útil estimada, cuando:
- a) el coste más bajo venga determinado teniendo en cuenta los costes de inversión relacionados con la energía, los de mantenimiento y funcionamiento (incluidos el coste y ahorro de energía, la categoría del edificio de que se trata, los ingresos procedentes de la energía producida), si procede, y los costes de eliminación, si procede, y ESL 153/18 Diario Oficial de la Unión Europea 18.6.2010
 - b) el ciclo de vida útil estimada venga determinado por cada Estado miembro. Se trata del ciclo de vida útil estimada restante de un edificio en el que los requisitos de eficiencia energética se determinan para el edificio en su conjunto, o del ciclo de vida útil estimada de un edificio o de uno de sus elementos en el que los requisitos de eficiencia energética se determinan para los elementos del edificio. El nivel óptimo de rentabilidad se situará

en el rango de niveles de rendimiento en los que el balance coste-beneficio calculado durante el ciclo de vida útil estimada es positivo;

15) *«instalación de aire acondicionado»*: combinación de elementos necesarios para proporcionar un tipo de tratamiento del aire interior, mediante el cual la temperatura está controlada o puede bajarse;

16) *«caldera»*: combinación de caldera y quemador diseñada para transmitir a unos fluidos el calor de la combustión;

17) *«potencia nominal útil»*: la potencia calorífica máxima, expresada en kW, especificada y garantizada por el fabricante que se obtiene en régimen de funcionamiento continuo, respetando el rendimiento útil expresado por el fabricante;

18) *«bomba de calor»*: máquina, dispositivo o instalación que transfiere calor del entorno natural, como el aire, el agua o la tierra, al edificio o a aplicaciones industriales invirtiendo el flujo natural de calor, de modo que fluya de una temperatura más baja a una más alta. En el caso de las bombas de calor reversible, también pueden trasladar calor del edificio al entorno natural;

19) *«sistema urbano de calefacción»* o *«sistema urbano de refrigeración»*: distribución de energía térmica en forma de vapor, agua caliente o fluidos refrigerantes, desde una fuente central de producción a través de una red hacia múltiples edificios o emplazamientos, para la calefacción o la refrigeración de espacios o procesos.

[Directiva EPBD 2012/27/UE relativa a la eficiencia energética de los edificios:](#)

Artículo 2 (Diario Oficial de la Unión Europea, 2012)

Definiciones

A los efectos de la presente Directiva se entenderá por:

1) *«energía»*: todas las formas de productos energéticos, combustibles, calor, energía renovable, electricidad o cualquier otra forma de energía, según se definen en el artículo 2, letra d), del Reglamento (CE) n.º 1099/2008 del Parlamento Europeo y del Consejo, de 22 de octubre de 2008, relativo a las estadísticas sobre energía (1);

2) *«consumo de energía primaria»*: el consumo interior bruto, excluidos los usos no energéticos;

- 3) *«consumo de energía final»*: toda la energía suministrada a la industria, el transporte, los hogares, los servicios y la agricultura. No incluye los suministros al sector de transformación de la energía y a las industrias de la energía propiamente dichas;
- 4) *«eficiencia energética»*: la relación entre la producción de un rendimiento, servicio, bien o energía, y el gasto de energía;
- 5) *«ahorro de energía»*: la cantidad de energía ahorrada, determinada mediante la medición y/o estimación del consumo antes y después de la aplicación de alguna medida de mejora de la eficiencia energética, teniendo en cuenta al mismo tiempo la normalización de las condiciones externas que influyen en el consumo de energía;
- 6) *«mejora de la eficiencia energética»*: el aumento de la eficiencia energética como resultado de cambios tecnológicos, de comportamiento y/o económicos;
- 7) *«servicio energético»*: el beneficio físico, la utilidad o el bien derivados de la combinación de una energía con una tecnología energética eficiente o con una acción, que puede incluir las operaciones, el mantenimiento y el control necesarios para prestar el servicio, el cual se presta con arreglo a un contrato y que, en circunstancias normales, ha demostrado conseguir una mejora de la eficiencia energética o un ahorro de energía primaria verificables y medibles o estimables;
- 8) *«organismos públicos»*: los poderes adjudicadores tal como se definen en la Directiva 2004/18/CE del Parlamento Europeo y del Consejo, de 31 de marzo de 2004, sobre coordinación de los procedimientos de adjudicación de los contratos públicos de obras, de suministro y de servicios (2);
- 9) *«Administración central»*: todos los órganos administrativos cuya competencia se extiende a la totalidad del territorio de un Estado miembro; ESL 315/10 Diario Oficial de la Unión Europea 14.11.2012
- (1) DO L 304 de 14.11.2008, p. 1.
- (2) DO L 134 de 30.4.2004, p. 114.
- 10) *«superficie útil total»*: la superficie cubierta de un edificio o de parte de un edificio en la que se emplea energía para adaptar las condiciones ambientales interiores;
- 11) *«sistema de gestión de la energía»*: un conjunto de elementos relacionados entre sí o en interacción pertenecientes a un plan que establece un objetivo de eficiencia energética y una estrategia para alcanzarlo;

- 12) «*norma europea*»: una norma adoptada por el Comité Europeo de Normalización, el Comité Europeo de Normalización Electrotécnica o el Instituto Europeo de Normas de Telecomunicaciones, y puesta a disposición para su utilización pública;
- 13) «*norma internacional*»: una norma adoptada por la Organización Internacional de Normalización puesta a disposición del público;
- 14) «*parte obligada*»: un distribuidor de energía o una empresa minorista de venta de energía vinculados por los sistemas nacionales de obligaciones de eficiencia energética que se mencionan en el artículo 7;
- 15) «*parte encargada*»: una entidad jurídica con competencias delegadas por una institución u otro organismo de carácter público para concebir, gestionar o aplicar un sistema de financiación en nombre de la Administración o de otro organismo público;
- 16) «*parte participante*»: una empresa o un organismo público que se ha comprometido a cumplir determinados objetivos en virtud de un acuerdo voluntario, o que está cubierto por un instrumento nacional de regulación de la actuación;
- 17) «*autoridad pública de ejecución*»: un organismo de Derecho público responsable de la aplicación o del control de la fiscalidad de la energía o del carbono, de sistemas e instrumentos de financiación, de incentivos, normas y criterios tributarios, de sistemas de etiquetado de la energía o de actividades de formación o educación en este ámbito;
- 18) «*medida de actuación*»: un instrumento de reglamentación, financiero, tributario, voluntario o de suministro de información creado y establecido oficialmente en un Estado miembro con el fin de que constituya un marco de apoyo, un requisito o un incentivo para que los agentes del mercado presten y adquieran servicios energéticos y lleven acabo otras medidas de mejora de la eficiencia energética;
- 19) «*actuación individual*»: una actuación que da lugar a mejoras de la eficiencia energética verificables y medibles o estimables, y que se lleva a cabo como consecuencia de una medida de actuación;
- 20) «*distribuidor de energía*»: toda persona física o jurídica, incluidos los operadores de sistemas de distribución, responsable del transporte de energía con vistas a su entrega a los clientes finales o a las compañías de distribución que venden energía a los clientes finales;
- 21) «*gestor de la red de distribución*»: la figura así definida en las Directivas 2009/72/CE y 2009/73/CE, respectivamente;

- 22) *«empresa minorista de venta de energía»*: toda persona física o jurídica que vende energía al cliente final;
- 23) *«cliente final»*: toda persona física o jurídica que compra energía para su propio uso final;
- 24) *«proveedor de servicios energéticos»*: toda persona física o jurídica que presta servicios energéticos o aplica otras medidas de mejora de la eficiencia energética en la instalación o los locales de un cliente final;
- 25) *«auditoría energética»*: todo procedimiento sistemático destinado a obtener conocimientos adecuados del perfil de consumo de energía existente de un edificio o grupo de edificios, de una instalación u operación industrial o comercial, o de un servicio privado o público, así como para determinar y cuantificar las posibilidades de ahorro de energía a un coste eficiente e informar al respecto;
- 26) *«pequeñas y medianas empresas» o «PYME»*: las empresas definidas en el título I del anexo de la Recomendación 2003/361/CE de la Comisión, de 6 de mayo de 2003, sobre la definición de microempresas, pequeñas y medianas empresas (1); la categoría de microempresas, pequeñas y medianas empresas está constituida por las empresas que ocupan a menos de 250 personas y cuyo volumen de negocios anual no excede de 50 millones EUR o cuyo balance general anual no excede de 43 millones EUR;
- 27) *«contrato de rendimiento energético»*: todo acuerdo contractual entre el beneficiario y el proveedor de una medida de mejora de la eficiencia energética, verificada y supervisada durante toda la vigencia del contrato, en el que las inversiones (obras, suministros o servicios) en dicha medida se abonan respecto de un nivel de mejora de la eficiencia energética acordado contractualmente o de otro criterio de rendimiento energético acordado, como, por ejemplo, el ahorro financiero;
- 28) *«sistema de medición inteligente»*: sistema electrónico capaz de medir el consumo de energía, que proporciona más información que un contador convencional, y de transmitir y recibir datos utilizando una forma de comunicación electrónica;
- 29) *«gestor de redes de transporte»*: la figura así definida en las Directivas 2009/72/CE y 2009/73/CE, respectivamente;
- 30) *«cogeneración»*: la generación simultánea de energía térmica y de energía eléctrica o mecánica en un solo proceso;

31) «*demanda económicamente justificable*»: la demanda que no supere las necesidades de calefacción o refrigeración y que, de no recurrirse a la cogeneración, se satisfaría en condiciones de mercado mediante procesos de producción de energía distintos de la cogeneración;

ES14.11.2012 Diario Oficial de la Unión Europea L 315/11

(1) DO L 124 de 20.5.2003, p. 36.

32) «*calor útil*»: el calor producido en un proceso de cogeneración para satisfacer una demanda económicamente justificable de calefacción o refrigeración;

33) «*electricidad de cogeneración*»: la electricidad generada en un proceso relacionado con la producción de calor útil y calculada de acuerdo con la metodología establecida en el anexo I;

34) «*cogeneración de alta eficiencia*»: la cogeneración que cumpla los criterios establecidos en el anexo II;

35) «*eficiencia global*»: la suma anual de la producción de electricidad y energía mecánica y de calor útil dividida por la cantidad de combustible consumida para la producción de calor mediante un proceso de cogeneración y para la producción bruta de electricidad y de energía mecánica;

36) «*relación entre electricidad y calor*»: la relación entre la electricidad de cogeneración y el calor útil cuando se funciona en modo de cogeneración total, utilizando datos operativos de la unidad concreta;

37) «*unidad de cogeneración*»: una unidad que puede funcionar en modo de cogeneración;

38) «*unidad de cogeneración a pequeña escala*»: una unidad de cogeneración con una potencia instalada inferior a 1 MW e;

39) «*unidad de microgeneración*»: unidad de cogeneración con una potencia máxima inferior a los 50 kW e;

40) «*coeficiente de ocupación del suelo*»: la relación entre la superficie construida y la superficie del terreno en un territorio determinado;

41) «*sistema urbano eficiente de calefacción y refrigeración*»: todo sistema urbano de calefacción o de refrigeración que utilice al menos un 50 % de energía renovable, un 50 % de calor residual, un 75 % de calor cogenerado o un 50 % de una combinación de estos tipos de energía y calor;

42) *«calefacción y refrigeración eficientes»*: toda opción de calefacción y refrigeración que, en comparación con una hipótesis de base que refleje la situación sin modificaciones, disminuya de manera mensurable la energía entrante necesaria para proveer una unidad de energía suministrada dentro del límite pertinente de un sistema, de manera rentable, según el análisis de costes y beneficios previsto en la presente Directiva, y teniendo en cuenta la energía necesaria para la extracción, conversión, transporte y distribución;

43) *«calefacción y refrigeración individuales eficientes»*: toda opción de suministro individual de calefacción y refrigeración que, en comparación con un sistema urbano eficiente de calefacción y refrigeración, disminuya de manera mensurable la energía primaria no renovable entrante necesaria para proveer una unidad de energía suministrada dentro del límite pertinente de un sistema, o que requiera la misma energía primaria no renovable entrante pero con un coste menor, teniendo en cuenta la energía necesaria para la extracción, conversión, transporte y distribución;

44) *«renovación sustancial»*: toda renovación cuyo coste supere el 50 % del coste de inversión que correspondería a una unidad nueva comparable;

45) *«central de compra»*: suministrador de servicio a la demanda que aúna múltiples cargas de corta duración de los consumidores para su venta o subasta en mercados de energía organizados.

Directiva EPBD 2018/844/EU relativa a la eficiencia energética de los edificios:

Artículo 1 (Diario Oficial de la Unión Europea, 2018)

Modificaciones a la Directiva 2010/31/UE.

La Directiva 2010/31/UE se modifica como sigue:

1) El artículo 2, se modifica como sigue:

a) el punto 3 se sustituye por el texto siguiente:

«3. *«instalación técnica del edificio»*: equipos técnicos destinados a calefacción y refrigeración de espacios, ventilación, agua caliente sanitaria, iluminación integrada, automatización y control de edificios, generación de electricidad in situ, o una combinación de los mismos, incluidas las instalaciones que utilicen energía procedente de fuentes renovables, de un edificio o de una unidad de este;»;

b) se insertan los puntos siguientes:

«3 bis. *«sistema de automatización y control de edificios»*: sistema que incluya todos los productos, programas informáticos y servicios de ingeniería que puedan apoyar el funcionamiento eficiente energéticamente, económico y seguro de las instalaciones técnicas del edificio mediante controles automatizados y facilitando su gestión manual de dichas instalaciones técnicas del edificio;»;

c) se insertan los puntos siguientes:

«15 bis. *“instalación de calefacción”*: combinación de elementos necesarios para proporcionar un tipo de tratamiento del aire interior, mediante el cual se incrementa la temperatura;

15 ter. *“generador de calor”*: la parte de una instalación de calefacción que genera calor útil mediante uno o varios de los siguientes procesos:

a) la combustión de combustibles en, por ejemplo, una caldera;

b) el efecto Joule en los elementos calefactores de un sistema de calefacción por resistencia eléctrica;

c) la captura de calor del aire ambiente, del aire extraído de un sistema de ventilación o del agua o de la tierra utilizando una bomba de calor;

15 quater. *“contratos de rendimiento energético”*: contratos de rendimiento energético tal como se definen en el artículo 2, punto 27, de la Directiva 2012/27/UE del Parlamento Europeo y del Consejo;

d) se añade el punto siguiente:

«20. *“microrred aislada”*: microrred aislada tal como se define en el artículo 2, punto 27, de la Directiva 2009/72/CE del Parlamento Europeo y del Consejo (NORMATIVA DEROGADA)

[Recomendación UE 2016/1318:](#)

RECOMENDACIÓN (UE) 2016/1318 DE LA COMISIÓN de 29 de julio de 2016

sobre las directrices para promover los edificios de consumo de energía casi nulo y las mejores prácticas para garantizar que antes de que finalice 2020 todos los edificios nuevos sean edificios de consumo de energía casi nulo.

[Real decreto 390/2021 por el que se aprueba el procedimiento básico para la certificación energética de los edificios:](#)

Artículo 1. Objeto y finalidad.

1. Constituye el objeto de este real decreto el establecimiento de las condiciones técnicas y administrativas que deben regir la realización de las certificaciones de eficiencia energética de los edificios y la correcta transmisión de los resultados obtenidos en este proceso de certificación energética a los usuarios y propietarios de los mismos.

Asimismo, se establecen las condiciones técnicas y administrativas para la aprobación de la metodología de cálculo de su calificación de eficiencia energética, considerando aquellos factores que más incidencia tienen en el consumo de energía de los edificios, así como para la aprobación de la etiqueta de eficiencia energética como distintivo común en todo el territorio nacional.

2. La finalidad de la aprobación de dicho Procedimiento básico es la promoción de la eficiencia energética en los edificios, así como, que la energía que estos utilicen sea cubierta mayoritariamente por energía procedente de fuentes renovables, con la consiguiente reducción de las emisiones de CO₂ en el sector de la edificación.

Artículo 2. Definiciones.

A efectos del Procedimiento básico regulado en este real decreto se establecen las siguientes definiciones:

a) Calificación de la eficiencia energética de un edificio o parte del mismo: expresión de la eficiencia energética de un edificio o parte del mismo que se determina de acuerdo con la metodología de cálculo establecida en el documento reconocido correspondiente al Procedimiento básico y se expresa con indicadores energéticos mediante la etiqueta de eficiencia energética.

b) Certificación de eficiencia energética de proyecto: proceso por el que se valora la calificación de la eficiencia energética de edificios de nueva construcción o, en su caso, de reformas y ampliaciones realizadas en edificios existentes, a partir de las características especificadas en el proyecto y que conduce a la expedición del certificado de eficiencia energética de proyecto.

c) Certificación de eficiencia energética de obra terminada: proceso por el que se valora la calificación de la eficiencia energética de los edificios de nueva construcción o, en su caso, de las reformas y ampliaciones realizadas en edificios existentes, a partir de las características efectivas del edificio u obra terminada, permitiendo la comparación con la calificación obtenida en la certificación de eficiencia energética de proyecto, y que conduce a la expedición del certificado de eficiencia energética de obra terminada.

- d) Certificación de eficiencia energética de edificio existente o de parte del mismo: proceso por el que se valora la calificación de eficiencia energética obtenida con los datos calculados o medidos del edificio existente o de parte del mismo, y que conduce a la expedición del certificado de eficiencia energética del edificio existente.
- e) Certificado de eficiencia energética de proyecto: documentación suscrita por el técnico competente como resultado del proceso de certificación, que contiene información sobre las características energéticas, la calificación de eficiencia energética del proyecto de ejecución y las recomendaciones de posibles intervenciones técnicamente viables e individualizadas en cada edificio o parte del mismo, para la mejora de los niveles óptimos o rentables de eficiencia energética.
- f) Certificado de eficiencia energética de obra terminada: documentación suscrita por el técnico competente como resultado del proceso de certificación, que contiene información sobre las características energéticas, la calificación de eficiencia energética y las recomendaciones de posibles intervenciones, técnicamente viables e individualizadas en cada edificio o parte del mismo, para la mejora de los niveles óptimos o rentables de eficiencia energética de un edificio de nueva construcción o, en su caso, de una reforma o de una ampliación realizada en un edificio existente, y que permite la comparación de la calificación obtenida en la certificación de eficiencia energética de proyecto con la obtenida una vez finalizadas las obras.
- g) Certificado de eficiencia energética de edificio existente: documentación suscrita por el técnico competente que contiene información sobre las características energéticas, la calificación de eficiencia energética y las recomendaciones de posibles intervenciones, técnicamente viables e individualizadas en cada edificio o parte del mismo para la mejora de los niveles óptimos o rentables de la eficiencia energética de un edificio existente o parte del mismo.
- h) Edificio: construcción techada con paredes en la que se emplea energía para acondicionar el ambiente interior.
- i) Eficiencia energética de un edificio: consumo de energía, calculado o medido, que se estima necesario para satisfacer la demanda energética del edificio en unas condiciones normalizadas de funcionamiento y ocupación, que incluirá, entre otras cosas, la energía consumida en la calefacción, la refrigeración, la ventilación, la producción de agua caliente sanitaria y la iluminación.

Arquitectura e autonomía energética.

Reconversión de contenedores marítimos en una vivienda en Moruxo, Galiza_Vol.I

- j) Elemento de un edificio: a los efectos de este real decreto, se define como instalación técnica del edificio o elemento de la envolvente del edificio.
- k) Energía primaria: energía procedente de fuentes renovables y no renovables que no ha sufrido ningún proceso de conversión o transformación.
- l) Energía procedente de fuentes renovables: la energía procedente de fuentes renovables no fósiles, es decir, energía eólica, energía solar (solar térmica y solar fotovoltaica) y energía geotérmica, energía ambiente, energía mareomotriz, energía undimotriz y otros tipos de energía oceánica, energía hidráulica y energía procedente de biomasa, gases de vertedero, gases de plantas de depuración, y biogás.
- m) Energía ambiente: la energía térmica presente de manera natural y la energía acumulada en un ambiente confinado, que puede almacenarse en el aire ambiente (excluido el aire de salida) o en las aguas superficiales o residuales
- n) Espacio habitable: espacio formado por uno o varios recintos habitables contiguos con el mismo uso y condiciones térmicas equivalentes agrupados a efectos de cálculo energético.
- ñ) Etiqueta de eficiencia energética: distintivo público que acredita la existencia de un certificado de eficiencia energética del edificio, que ha sido registrado y que recoge el nivel de calificación de eficiencia energética obtenida por el edificio o parte del mismo.
- o) Envolvente térmica del edificio: conjunto de elementos compuesto por los cerramientos exteriores y, en su caso, particiones interiores del edificio o parte del mismo, incluyendo sus puentes térmicos, determinado de acuerdo con los criterios fijados en el Código Técnico de la Edificación.
- p) Instalación técnica del edificio: equipos técnicos destinados a calefacción y refrigeración de espacios, ventilación, producción de agua caliente sanitaria o iluminación integrada de un edificio, automatización y control de edificios, generación de electricidad in situ, o una combinación de los mismos, incluidas las instalaciones que utilicen energía procedente de fuentes renovables, de un edificio o de una parte de este.
- q) Instalación térmica del edificio: Se considera instalación térmica la instalación fija de climatización (calefacción, refrigeración y ventilación) destinada a atender la demanda de bienestar térmico e higiene de las personas, y/o la instalación destinada a la producción de agua caliente sanitaria (ACS), incluidas las interconexiones a redes urbanas de calefacción y/o refrigeración y los sistemas de automatización y control.

Arquitectura e autonomía energética.

Reconversión de contenedores marítimos en una vivienda en Moruxo, Galiza_Vol.I

r) Parte de un edificio: unidad, planta, vivienda o apartamento en un edificio, o locales destinados a uso independiente o de titularidad jurídica diferente, diseñados o modificados para su utilización independiente.

s) Recinto habitable: recinto interior destinado al uso de personas cuya densidad de ocupación y tiempo de estancia exigen unas condiciones acústicas, térmicas y de salubridad adecuadas.

t) Superficie útil: superficie del suelo delimitado por el perímetro definido por la cara interior de los cerramientos externos de un edificio o de partes de un edificio, incluyendo la mitad de la superficie del suelo de sus espacios exteriores de uso privativo cubiertos, medida sobre la proyección horizontal de su cubierta.

No se considerará superficie útil la superficie ocupada en planta por cerramientos interiores fijos, por los elementos estructurales verticales, y por las canalizaciones o conductos con sección horizontal superior a los 100 centímetros cuadrados y la superficie del suelo cuya altura libre sea inferior a 1,5 metros.

Tampoco se considerará superficie útil la ocupada por los espacios exteriores no cubiertos.

u) Técnico competente: técnico que esté en posesión de cualquiera de las titulaciones académicas y profesionales habilitantes para la redacción de cualquiera de los proyectos de edificación o para la dirección de obras y dirección de ejecución de obras de edificación, según lo establecido en la Ley 38/1999, de 5 de noviembre, de Ordenación de la Edificación, o para la suscripción de certificados de eficiencia energética. Asimismo, se consideran competentes los técnicos que estén en posesión de alguna titulación universitaria que cuente con la habilitación para el ejercicio de las profesiones reguladas descritas en este apartado, en virtud de lo dispuesto en el artículo 12.9 del Real Decreto 1393/2007, de 29 de octubre, por el que se establece la ordenación de las enseñanzas universitarias oficiales.

A los efectos de acreditar el cumplimiento de los requisitos exigidos para ser considerado técnico competente, se aceptarán los documentos procedentes de otro Estado miembro de los que se desprenda que se cumplen tales requisitos, en los términos previstos en el artículo 17.2 de la Ley 17/2009, de 23 de noviembre, sobre el libre acceso a las actividades de servicios y su ejercicio.

v) Técnico ayudante del proceso de certificación energética de edificios: técnico que esté en posesión de un título de formación profesional, entre cuyas competencias se

encuentran la colaboración como ayudante del técnico competente en el proceso de certificación energética de edificios. Asimismo, un técnico competente podrá también actuar como técnico ayudante.

Los técnicos ayudantes del proceso de certificación podrán colaborar en el proceso de certificación energética de edificios, en función de su formación y titulación, tanto para la toma de datos, el empleo de herramientas y programas informáticos reconocidos para la calificación energética, o la definición de medidas de mejora de la eficiencia energética, como para gestionar los trámites administrativos y la documentación relacionada con los procesos de inspección y certificación energética.

w) Sistema de automatización y control de edificios: se define como aquel sistema que incluya todos los productos, programas informáticos y servicios de ingeniería que puedan apoyar el funcionamiento eficiente energéticamente, económico y seguro de las instalaciones técnicas del edificio mediante controles automatizados y facilitando su gestión manual de dichas instalaciones técnicas del edificio.

III. Código técnico de la edificación:

Documentos de ahorro de energía y salubridad. DB HE y DB HS.

Documento complementario del DB HE 2: RITE (Reglamento de Instalaciones Térmicas en los Edificios).

Documentos de Seguridad de utilización y accesibilidad. DB SUA.

HE0: Limitación del consumo energético

- Consumo de energía primaria no renovable:

Consumo de energía primaria no renovable: El consumo de energía primaria no renovable ($C_{ep, nren}$) de los espacios contenidos en el interior de la envolvente térmica del edificio o, en su caso, de la parte del edificio considerada, no superará el valor límite ($C_{ep, nren, lim}$) obtenido de la tabla 3.1.a-HE0 o la tabla 3.1.b-HE0						
VALOR LÍMITE PARA USO RESIDENCIAL PRIVADO						
$C_{ep, nren, lim}$ en [kw·h/m²·año]						
Tabla 3. 1.a	Zona climática de invierno					
	α	A	B	C	D	E
EDIFICIOS NUEVOS Y AMPLIACIONES	20	25	28	32	38	43
CAMBIOS DE USO A RESIDENCIAL	40	50	55	65	70	80

PRIVADO Y REFORMAS						
En territorio extrapeninsular (illas Balears, Canarias, Ceuta y Melilla) se multiplicarán los valores de la tabla por 1.25						

VALOR LÍMITE PARA USO DISTINTO DEL RESIDENCIAL PRIVADO						
$C_{ep, nren, lim}$ en [kW·h/m²·año]						
Tabla 3. 1.b	Zona climática invierno					
α	A	B	C	D	E	
$70 + 8 \cdot C_{FI}$	$55 + 8 \cdot C_{FI}$	$50 + 8 \cdot C_{FI}$	$35 + 8 \cdot C_{FI}$	$20 + 8 \cdot C_{FI}$	$10 + 8 \cdot C_{FI}$	
C_{FI} : Carga interna media [W/ m ²]						
En territorio extrapeninsular (Illes Balears, Canarias, Ceuta y Melilla) se multiplicarán los valores resultantes por 1.40.						

- Consumo de energía primaria total:

El consumo de energía primaria total ($C_{ep,tot}$) de los espacios contenidos en el interior de la envolvente térmica del edificio o, en su caso, de la parte del edificio considerada, no superará el valor límite ($C_{ep,tot,lim}$) obtenido de la tabla 3.2.a-HEO o de la tabla 3.2.b-HEO :						
VALOR LÍMITE PARA USO RESIDENCIAL PRIVADO						
$C_{ep, nren, lim}$ en [kW·h/m²·año]						
Tabla 3. 2.a	Zona climática de invierno					
	α	A	B	C	D	E
EDIFICIOS NUEVOS Y AMPLIACIONES	40	50	56	64	76	86
CAMBIOS DE USO A RESIDENCIAL PRIVADO Y REFORMAS	55	75	80	90	105	115
En territorio extrapeninsular (illas Balears, Canarias, Ceuta y Melilla) se multiplicarán los valores de la tabla por 1.15						

VALOR LÍMITE PARA USO DISTINTO DEL RESIDENCIAL PRIVADO						
$C_{ep, nren, lim}$ en [kW·h/m²·año]						
Tabla 3. 2.b	Zona climática invierno					
α	A	B	C	D	E	
$165 + 9 \cdot C_{FI}$	$155 + 9 \cdot C_{FI}$	$150 + 9 \cdot C_{FI}$	$140 + 9 \cdot C_{FI}$	$130 + 9 \cdot C_{FI}$	$120 + 9 \cdot C_{FI}$	
C_{FI} : Carga interna media [W/ m ²]						
En territorio extrapeninsular (Illes Balears, Canarias, Ceuta y Melilla) se multiplicarán los valores resultantes por 1.40.						

HE1: Condiciones para el control de la demanda energética

- La Transmitancia envolvente térmica ULIM: de cada elemento perteneciente a la envolvente térmica no superará el valor límite (U_{lim}) de la tabla 3.1.1.a-HE1.

TABLA 3.1.1.a -HE1	VALORES LÍMITE DE TRANSMITANCIA TÉRMICA, ULIM [W/m ² ·k]					
	Elemento	Zona climática de invierno				
		α	A	B	C	D
Muros y suelos en contacto con el aire exterior (U_s, U_M)	0.8	0.7	0.56	0.49	0.41	0.37
Cubiertas en contacto con el aire exterior (U_c)	0.55	0.5	0.44	0.4	0.35	0.33
Muros, suelos y cubiertas en contacto con espacios no habitables o con el terreno (U_T)	0.90	0.80	0.75	0.70	0.65	0.59
Medianerías o particiones interiores pertenecientes a la envolvente térmica (U_{MD})						
Huecos (conjunto de marco, vidrio y, en su caso, cajón de persiana) (U_H^*)	3.20	2.70	2.30	2.10	1.80	1.80
Puertas con superficie semitransparente igual	5.70					
* los huecos con uso de escaparate en unidades de uso con actividad comercial pueden incrementar el valor de U_H en un 50%.						

- El coeficiente global de transmisión de calor a través de la envolvente térmica (K) del edificio, o parte del mismo, con uso residencial privado, no superará el valor límite (K_{lim}) obtenido de la tabla 3.1.1.b- HE1La compacidad.

TABLA 3.1.1.b – HE1	VALOR LÍMITE COEFICIENTE GLOBAL DE TRANSMISIÓN DE CALOR USO RESIDENCIAL PRIVADO						
	Elemento	Compacidad V/A [m ³ /m ²]	K_{lim} [m ³ /m ²]				
			Zona climática de invierno				
α			A	B	C	D	E
Edificios nuevos y ampliaciones	$V/A \leq 1$	0.67	0.60	0.58	0.53	0.48	0.43
	$V/A \geq 4$	0.86	0.80	0.77	0.72	0.67	0.62
Cambios de uso. Reformas en las que se renueve más del 25% de la superficie total de la envolvente térmica final del edificio	$V/A \leq 1$	1.00	0.87	0.83	0.73	0.63	0.54
	$V/A \geq 4$	1.07	0.94	0.90	0.81	0.70	0.62
Los valores límite de las compacidades intermedias ($1 < V/A < 4$) se obtienen por interpolación. En el caso de ampliaciones los valores límite se aplicarán sólo en caso de que la superficie o el volumen construido se incrementen más del 10%.							

El coeficiente global de transmisión de calor a través de la envolvente térmica (K) del edificio, o parte del mismo, con uso distinto al residencial privado no superará el valor límite (Klim) obtenido de la tabla 3.1.1.c-HE1:							
TABLA 3.1.1.c – HE1	VALOR LÍMITE PARA USO DISTINTO DEL RESIDENCIAL PRIVADO						
	Klim [W/ m2K]						
Elemento	Compacidad V/A [m3/m2]	Zona climática de invierno					
		α	A	B	C	D	E
Edificios nuevos y ampliaciones Cambios de uso. Reformas en las que se renueve más del 25% de la superficie total de la envolvente térmica final del edificio	V/A \leq 1	0.96	0.81	0.76	0.65	0.54	0.43
	V/A \geq 4	1.12	0.98	0.92	0.82	0.70	0.59
Los valores límite de las compacidades intermedias ($1 < V/A < 4$) se obtienen por interpolación. En el caso de ampliaciones los valores límite se aplicarán sólo en caso de que la superficie o el volumen construido se incrementen más del 10%. Las unidades de uso con actividad comercial cuya compacidad V/A sea mayor que 5 se eximen del cumplimiento de los valores de esta tabla.							

- Control solar de la envolvente térmica:

En el caso de edificios nuevos y ampliaciones, cambios de uso o reformas en las que se renueve más del 25% de la superficie total de la envolvente térmica final del edificio, el parámetro de control solar ($q_{sol; jul}$) no superará el valor límite de la tabla 3.1.2-HE1:

TABLA 3.1.2– HE1	VALOR LÍMITE DEL PARÁMETRO DE CONTROL SOLAR
	$Q_{sol; jul, lim}$ [KWh/m².mes]
Uso	$Q_{sol; jul}$
Residencial privado	2.00
Otros usos	4.00

- La Permeabilidad al aire de la envolvente térmica:

La permeabilidad al aire (Q_{100}) de los huecos que pertenezcan a la envolvente térmica no superará el valor límite de la tabla 3.1.3.a-HE1.

TABLA 3.1.3.a- HE1	VALOR LÍMITE DE PERMEABILIDAD AL AIRE DE HUECOS DE LA ENVOLVENTE TÉRMICA					
	$Q_{100,lim} [m^3/h.m^2]$					
	Zona Climática de Invierno					
	α	A	B	C	D	E
Permeabilidad al aire de huecos ($Q_{100,lim}$)*	≤ 27	≤ 27	≤ 27	≤ 9	≤ 9	≤ 9
*La permeabilidad indicada es la medida con una sobrepresión de 100Pa, Q_{100} . Los valores de permeabilidad establecidos se corresponden con los que definen la clase 2 ($\leq 27m^3/h.m^2$) y clase 3 ($\leq 9 m^3/h.m^2$) de la UNE-EN 12207:2017. La permeabilidad del hueco se obtendrá teniendo en cuenta, en su caso, el cajón de persiana.						

En edificios nuevos de uso residencial privado con una superficie útil total superior a 120 m², la relación del cambio de aire con una presión diferencial de 50 Pa (n_{50}) no superará el valor límite de la tabla 3.1.3.b-HE1.

TABLA 3.1.3.b- HE1	VALOR LÍMITE DE LA RELACIÓN DEL CAMBIO DE AIRE CON UNA PRESIÓN DE:
	50 Pa, $n_{50}[h^{-1}]$
Compacidad $V/A[m^3/m^2]$	N_{50}
$V/A \leq 2$	6
$V/A \leq 4$	3
Los valores límite de las compacidades intermedias ($2 < V/A < 4$) se obtienen por interpolación.	

- Limitación de descompensaciones:

La transmitancia térmica de las particiones interiores no superará el valor de la tabla 3.2-HE1, en función del uso asignado a las distintas unidades de uso que delimiten:

TABLA 3.2- HE1	TRANSMITANCIA TÉRMICA LÍMITE DE PARTICIONES INTERIORES						
	Tipo de elemento	$U_{lim}[W/m^2K]$					
		Zona Climática de Invierno					
		α	A	B	C	D	E
Entre unidades del mismo uso	Particiones horizontales	1.90	1.80	1.55	1.35	1.20	1.00
	Particiones verticales	1.40	1.40	1.20	1.20	1.20	1.00
Entre unidades de distinto uso Entre unidades y zonas comunes.	Particiones horizontales y verticales	1.35	1.25	1.10	0.95	0.85	0.70

HE2: Condiciones de las instalaciones térmicas

Las instalaciones térmicas de las que dispongan los edificios serán apropiadas para lograr el bienestar térmico de sus ocupantes. Esta exigencia se desarrolla actualmente en el vigente Reglamento de Instalaciones Térmicas en los Edificios (RITE), y su aplicación quedará definida en el proyecto del edificio.

HE3: Condiciones de las instalaciones de iluminación

SUA 9:

ITINERARIO

Vivienda accesible para usuarios en silla de ruedas.

ACCESIBLE

Desniveles	No se admiten escalones.
Pasillos y pasos	Anchura libre de paso $\geq 1,10$ m. Estrechamientos puntuales de anchura $\geq 1,00$ m, de longitud $\leq 0,50$ m y con separación $\geq 0,65$ m a huecos de paso o a cambios de dirección.
Vestíbulo	Espacio para giro de diámetro $\emptyset 1,50$ m libre de obstáculos. Se puede invadir con el barrido de puertas, pero cumpliendo las condiciones aplicables a éstas. Anchura libre de paso $\geq 0,80$ m medida en el marco y aportada por no más de una hoja. En el ángulo de máxima apertura de la puerta, la anchura libre de paso reducida por el grosor de la hoja de la puerta debe ser $\geq 0,78$ m.
Puertas	Mecanismos de apertura y cierre situados a una altura entre 0,80 - 1,20 m, de funcionamiento a presión o palanca y maniobrables con una sola mano, o son automáticos. En ambas caras de las puertas existe un espacio horizontal libre del barrido de las hojas de diámetro $\emptyset 1,20$ m. Distancia desde el mecanismo de apertura hasta el encuentro en rincón $\geq 0,30$ m.

Arquitectura e autonomía energética.

Reconversión de contenedores marítimos en una vivienda en Moruxo, Galiza_Vol.I

Mecanismos	Cumplen las condiciones que le sean aplicables de las exigibles a los mecanismos accesibles: interruptores, enchufes, válvulas y llaves de corte, cuadros eléctricos, intercomunicadores, carpintería exterior, etc.
Estancia principal	Espacio para giro de diámetro \emptyset 1,50 m libre de obstáculos considerando el amueblamiento de la estancia.
Dormitorios (todos los de la vivienda)	Espacio para giro de diámetro \emptyset 1,50 m libre de obstáculos considerando el amueblamiento del dormitorio. Espacio de aproximación y transferencia en un lado de la cama de anchura \geq 0,90 m. Espacio de paso a los pies de la cama de anchura \geq 0,90 m.
Cocina	Espacio para giro de diámetro \emptyset 1,50 m libre de obstáculos considerando el amueblamiento de la cocina. Altura de la encimera \leq 85 cm. Espacio libre bajo el fregadero y la cocina, mínimo 70 (altura) x 80 (anchura) x 60 (profundidad) cm. Espacio para giro de diámetro \emptyset 1,50 m libre de obstáculos. <u>Puertas:</u> cumplen las condiciones del itinerario accesible. Son abatibles hacia el exterior o correderas. <u>Lavabo:</u> Espacio libre inferior, mínimo 70 (altura) x 50 (profundidad) cm. Altura de la cara superior \leq 85 cm.
Baño, al menos uno	<u>Inodoro:</u> Espacio de transferencia lateral de anchura \geq 80 cm a un lado. Altura del asiento entre 45 – 50 cm. <u>Ducha:</u> Espacio de transferencia lateral de anchura \geq 80 cm a un lado. Suelo enrasado con pendiente de evacuación \leq 2%. <u>Grifería:</u> Automática dotada de un sistema de detección de presencia o manual de tipo monomando con palanca alargada de tipo gerontológico. Alcance horizontal

Arquitectura e autonomía energética.

Reconversión de contenedores marítimos en una vivienda en Moruxo, Galiza_Vol.I

	desde asiento ≤ 60 cm.
Terraza	Espacio para giro de diámetro $\varnothing 1,20$ m libre de obstáculos Carpintería enrasada con pavimento o con resalto cercos ≤ 5 cm
Espacio exterior jardín	Dispondrá de itinerarios accesibles que permitan su uso y disfrute por usuarios de silla de ruedas.

IV. Código vivienda estatal:

Altura entre pavimento y techo acabado.

Localización	Altura mínima planta baja	Altura mínima otras plantas	Altura máxima planta baja	Altura máxima otras plantas
MEDIO RURAL	2.50 m	2.40 m	3.00 m	2.80 m
MEDIO URBANO	2.80 m	2.40 m	3.60 m	3.00 m

V. Código vivienda autonómico:

Altura entre forjados 2.70 m

VI. Normas subsidiarias

CAPÍTULO 3

Zona Residencial extensiva

DEFINICIÓN Y TIPOS:

Tipo I: Vivienda unifamiliar aislada

Uso: Vivienda Unifamiliar

Ordenación tipo ciudad-jardín.

Vinculación rural en un ámbito urbano

Tipo II: Ordenación a través de estudios en detalle en parcelas de ≤ 3000 m²

Tipo I:

Vivienda unifamiliar aislada

Edificabilidad

Resultado de la aplicación de la ordenanza de vivienda unifamiliar aislada.

Alineaciones y rasantes

Parcelas mínimas

1000 m²

Arquitectura e autonomía energética.

Reconversión de contenedores marítimos en una vivienda en Moruxo, Galiza_Vol.I

Ocupación máxima de la parcela	20%
Altura máxima de la edificación	6 m
	Entre pisos 2.50 m
	1 m sobre terreno para sótanos
Aparcamiento	Una plaza por vivienda
Cerramientos	Altura máxima 1.60 m
	Muros de piedra 1.80
Condiciones estéticas	Libre

Anexo III

I. Entrevistas

Container House Barcelona

Nº 1	CONTACTO POR EMAIL CON LOS PROPIETARIOS DE LA CASA.
Autora	Necesito algún documento como plantas y alzados. Si tienen detalles constructivos, si hay sistemas activos de producción de calor o de electricidad para autoconsumo, o si por el contrario hay sistemas pasivos.
Propietarios	<p>En cuanto a la casa: Tenemos paneles solares que cubren el uso diario. Pero también puede cambiar a la electricidad de la calle. Toda la casa está aislada “normalmente” con material aislante y dos capas de yeso. Tenemos aire acondicionado, pero lo usamos principalmente para el invierno para calentar. Debido a que tenemos ventanas grandes, hace calor en el verano, así que cubrimos el patio delantero/terraza con velas. No tenemos ningún problema con el calor/frío.</p> <p>Donde se han hecho los cortes y también han estado luchando las uniones de dos contenedores. Ha sido difícil hacerlo completamente cerrado... al principio entraba agua cuando llovía. Ya lo hemos solucionado.</p> <p>El frente debe estar cubierto de plantas, la mezcla entre la naturaleza y la industria. Pero el metal del contenedor delantero se calienta mucho y las plantas mueren. Estamos en la fabricación de un sistema de apoyo para que las plantas se arrastren.</p> <p>Se entrega agua, contamos con depósitos de agua con bomba. Disponemos de filtro para agua potable. Disponemos de placas solares para agua caliente.</p>
Autora	<p>¡Acabo de revisar sus respuestas! Con sistemas pasivos, me refería pues al aspecto constructivo, a como se ventila la vivienda, si la orientación ayuda a climatizar o calefactar la casa, o si como mencionáis tenéis toldos o árboles para generar sombra en la vivienda...</p> <p>Pero yo creo que más o menos me habéis respondido estas cosas o por lo menos lo importante.</p> <p>Si, agradecería si hubiera un video que pudierais enviar! ¡toda información extra que pueda tener marca la diferencia!</p> <p>En el email contactaba con vosotros y con el arquitecto, pero no me respondieron sobre ello, ¡volveré a intentarlo! Pues por lo menos necesito tener algún plano de planta...</p>
Propietarios	La casa también tiene como un efecto chimenea, cuando abres un poco la puerta principal, y la puerta de la terraza, el aire ventilará la casa.

Container House Barcelona

Nº 1 CONTACTO POR EMAIL CON EL ARQUITECTO DE LA CASA.	
Autora	Necesito algún documento como plantas y alzados. Si tienen detalles constructivos, si hay sistemas activos de producción de calor o de electricidad para autoconsumo, o si por el contrario hay sistemas pasivos.
Arquitecto	Es una vivienda muy particular que fue realizar en gran parte por su propietario que es albañil y metalista. Precisamente uno de sus sueños era poder construir él mismo partes de su casa. Te preparamos algo de información y te la enviamos esta semana.
Arquitecto	Te puedo enviar esta documentación de momento.
Autora	Me gustaría también hacerte la pregunta con respecto a la decisión de poner el aislamiento por el interior, porque en muchos de los proyectos que he visto, aíslan los contenedores por dentro también y dejan el contenedor visto, no sé si me podrías dar una explicación sobre esta decisión constructiva.
Arquitecto	Por un lado, fue una decisión estética ya que los clientes querían dejar la chapa como acabado. Por otro lado, la combinamos con una solución constructiva que dejaba una cámara ventilada entre la chapa y el trasdosado interior para que no se transmitiera el calor del exterior. De forma general es más eficiente aislar por el exterior, pero en este caso se priorizó la estética combinándola con una solución constructiva eficaz.

II. Visitas y asistencia a charlas formativas

Visita a Sotavento, vivienda bioclimática experimental

La visita consistió en ver una vivienda bioclimática que funcionaba con sistemas activos para mantener las condiciones interiores de confort. Al ser experimental, la vivienda está compuesta por una serie de equipos que se encargan de generar electricidad, agua caliente sanitaria y climatización, a través de energías renovables como paneles solares, caldera de biomasa (pellets), geotermia...

El diseño de la vivienda está condicionado por la orientación y ubicación de la parcela, así como el clima y el tipo de topografía. La entrada a la vivienda está orientada al sur, dejando el alzado Norte hacia el terreno, donde encontramos un patio trasero. Su cubierta se asemeja a las más utilizadas en Galicia, sería a 4 aguas.

Los materiales empleados son de la zona (Galicia), por lo que no hay una pérdida energética asociada al transporte. Son entre otros: madera, placas de granito y pizarra.

Arquitectura e autonomía energética.

Reconversión de contenedores marítimos en una vivienda en Moruxo, Galiza_Vol.I



Fig. [42]: Imágenes de la vivienda experimental de Sotavento (Sotavento, 2023).

Medidas pasivas

En la vivienda se utiliza el diseño para aprovechar el calor que da el sol al incidir en la superficie exterior de las fachadas y las carpinterías. Para regular la cantidad de incidencia solar, se instalan unas persianas de madera y unas lamas de piedra que son fijas en el porche delantero, además de una fuente/piscina que se rellena con el agua que recoge un depósito de la lluvia. Este último, ayuda a regular las temperaturas, pues el agua se evapora con el sol, permitiendo unas temperaturas más suaves. La entrada de la casa está formada por una fachada de vidrio, lo que permite el paso del calor. Los materiales utilizados en esta sala son de madera o vidrio, por lo que le aporta más calidez y confort al espacio.

La casa tiene instalado un sistema de domótica, de forma que puede determinar que ya hay calor suficiente y bajar las persianas, abrir unas compuertas elevadas y ventilar a través de unas rejillas el resto de las habitaciones. Utiliza un método similar al de las casas canadienses, hay un túnel por debajo del forjado por el que pasa el aire y va a una bomba que ayuda a recircular el aire (medida activa)

Arquitectura e autonomía energética.

Reconversión de contenedores marítimos en una vivienda en Moruxo, Galiza_Vol.I

La primera estancia que visité, era una habitación individual en la que estaba instalado un suelo radiante. El suelo radiante permite calentar los espacios de mejor forma pues el aire caliente pesa y va para abajo mientras que el frío sube. Los radiadores suelen estar instalados bajo las ventanas y es dónde mayor pérdida de calor se produce, pues el aire caliente les sale por arriba. Había una puerta que se abría y se mostraba que el aislamiento utilizado era lana de roca. Las paredes tenían un color blanco y las carpinterías tenían doble acristalamiento y en el medio, llevaban las persianas mencionadas en el párrafo anterior.

La siguiente sala, era un aseo cuya iluminación provenía de una claraboya, para no depender de la electricidad para iluminar ese espacio. A continuación, vimos una sala con equipos, que describiré en las medidas activas. La siguiente habitación era un baño y una cocina. Por último, vimos la sala.

Medidas activas

- En primer lugar, los equipos de producción de electricidad son la geotermia, la mini eólica, los paneles solares fotovoltaicos, la caldera de biomasa (pellets). Se comentó que los paneles solares estaban generando 8 KW y que, en una vivienda normal, rondarían los 4 KW a lo sumo.
- Por otro lado, encontramos mecanismos que regulan el caudal del agua que sale por el grifo, para lograr el máximo aprovechamiento y evitar desperdiciar el agua. También se nos mostró que el lavabo está conectado con el inodoro, ya que el agua de lavarse las manos, perfectamente se puede aprovechar para tirar de la cisterna.
- En cuánto, a la cocina, se dio una pequeña charla sobre qué elementos consumían más. Estos eran los que están en inactivo, como la televisión, que la apagas con el mando, pero tiene cierto consumo residual. Había dos neveras, una con mejor etiqueta energética que la otra, para poder compararlas.
- La recogida de agua que se menciona al principio en medidas pasivas, se utiliza para distribuir agua en la vivienda. En la parte de atrás (no sali a verlo), hay un depósito que acumula el agua de la lluvia (las bajantes de la cubierta depositan ahí el agua) y va distribuyendo a la casa y al estanque del porche. Si se necesita, está conectado al agua de traída.

Arquitectura e autonomía energética.

Reconversión de contenedores marítimos en una vivienda en Moruxo, Galiza_Vol.I

La casa es un modelo base para experimentar y ver las distintas estrategias que se pueden seguir a la hora de construir. Sin embargo, en la visita, no se lograron comentar todos los aspectos eficientes que tiene la casa, ni la diferencia entre una casa bioclimática a una *"Passive House"*, no se comentaron el dimensionamiento de las paredes, así como el espesor de aislamiento puesto. Me faltó profundidad en el tema de los materiales también, diferencia entre ecológico, sostenible, y bioconstrucción, además de cómo saber si los materiales tienen sus etiquetas correspondientes.

También, si el hecho de realizar una vivienda bioclimática, condiciona el diseño de esta. En definitiva, esta vivienda puede ser un caso de estudio ideal, museístico, pero de utilizarse estos sistemas, como la domótica en una vivienda, eleva el coste.

Visita a CIFP Ferrolterra Vivienda demostrativa con Contenedores

En esta visita se observaron dos contenedores que simulaban ser viviendas, uno de 20 pies y otro de 40. El segundo, el contenedor de 40 FT era una demostración de una instalación de cocina y baño con gas.

Sin embargo, el primero estaba formado por un salón-cocina y un baño, y fue construido en 2019 para representar los 5 principios básicos de la Passivhaus. Hace referencia a la tendencia estadounidense del año 2008-2009 de las Tiny Houses Off the Grid.

En este caso, la vivienda estaba acondicionada por el exterior, salvo la cubierta y el forjado, que no estaban protegidos. Este detalle, estaba provocando corrosión en ambas partes y el deterioro del resto de componentes de la fachada como el aislamiento de poliuretano, el acabado en plástico reciclado y los marcos de madera de las ventanas y las puertas.

Los mecanismos activos de esta vivienda son:

- Paneles fotovoltaicos con inversor y baterías de 4 kw cuya autonomía son 4 o 5 días;
- Bomba de calor aire- agua para ACS y calefacción (los emisores son fancoils y suelo radiante);
- Depósito para aguas residuales;
- Intercambiador de aire para la ventilación forzada;
- Recuperador de calor.

Arquitectura e autonomía energética.

Reconversión de contenedores marítimos en una vivienda en Moruxo, Galiza_Vol.I

Visita a CIFP Someso, Vivienda bioclimática "A VIEIRA"

Se realiza una visita a un módulo de vivienda que representa la arquitectura bioclimática con materiales de bioconstrucción.

La prioridad de este módulo es la orientación para recibir sol en invierno y sombra en verano, evitando la necesidad de calefacción o refrigeración. Para ello utiliza la inercia térmica de la cubierta verde y el material de las fachadas (paja y barro). La cubierta verde ayuda a aislar térmica y acústicamente, además absorbe el agua y la libera lentamente en un período de 6 a 8 horas.

El módulo recibe apoyo energético gracias a los módulos fotovoltaicos de la cubierta.

Visita a Saltoki en A Coruña

Se realizó una visita de estudio a una empresa especializada en la venta y distribución de productos a profesionales de climatización, calefacción, fontanería electricidad, iluminación, construcción e interiorismo. En la actualidad, apuestan por la generación de electricidad. En esta visita se fue a ver una instalación fotovoltaica con baterías.

En esta visita, se observó la dimensión de la instalación eléctrica y los cuadros que controlan cada una de las filas de paneles. Así como también, los aparatos complementarios necesarios para la transformación de la energía y su acumulación en baterías.

Se vieron calderas de condensación, que son los equipos que existen para calefactar y calentar agua caliente sanitaria en los edificios, así como termos (sólo agua caliente sanitaria). Se mostró un tipo de caldera nueva que combina las calderas de condensación con las bombas de calor. Saltoki tiene un complemento en la herramienta de certificación simplificada de CE3X.

Visita a Grupo Trío en A Coruña

En esta visita se mostraron diferentes accesorios para la instalación de sistemas de Agua caliente Sanitaria o de calefacción (por ejemplo, Bombas de calor o sistema de captación solar térmica).

Se puso en marcha un equipo de calefacción y agua caliente por biomasa, una caldera de pellets. Esta no funcionó. Estos equipos suelen llevar un depósito que acumula pellets, para evitar el llenado continuo, la caldera es la que va absorbiendo los pellets por un

Arquitectura e autonomía energética.

Reconversión de contenedores marítimos en una vivienda en Moruxo, Galiza_Vol.I

conducto en función de la demanda. En este caso no funcionó porque en función de las características de los pellets, es decir su calidad, pueden llegar absorber la humedad del lugar dónde se encuentren y dificulta que la caldera realice la absorción.

Visita edificio de la Diputación en Nuevos Ministerios, A Coruña

Esta visita fue realizada con el Departamento de mantenimiento. Realizamos un recorrido por las nuevas instalaciones, en las que se observó las dos calderas de pellets y los 3 depósitos de inercia, responsables de la calefacción de todo el edificio. Se mostró el depósito que tienen para la acumulación de los pellets y la dificultad de maniobra de los camiones de transporte para depositarlos. Esto último, debido a las dimensiones de la calle y de las cantidades de pellets necesarias.

Se pudieron ver dos enfriadoras de agua localizadas en el exterior, debido a que parte del edificio es acristalado (un muro cortina) y tiene radiación solar todo el día, por lo que en esa zona se demanda aire acondicionado.

En la cubierta tenían varias filas de paneles fotovoltaicos de 220 w. Hoy en día los paneles fotovoltaicos tienen mayor capacidad. Cada fila de paneles tenía un equipo llamado inversor y eso hace tener mayor control, pero se podría no tenerlo así.

En la oficina, se pudieron ver sensores de luz que miden la cantidad de iluminación natural y que encienden las luminarias por zonas de trabajo (son independientes, cada mesa tiene su propio control de presencia). Se comprobó la cantidad de Lx/m² con un luxómetro. Las luminarias daban alrededor de 500 lx pero que se ajustaría en función de las condiciones exteriores.

Visita IFEMA MADRID feria de C&R: Climatización, Ventilación y Refrigeración

Asistencia a Mesa Redonda sobre: la nueva directiva europea del 13 de septiembre de 2023.

En la visita a esta feria, se pudieron ver diferentes equipos de clima, ventilación y de refrigeración, para el sector industrial y doméstico. Algunas de las marcas comerciales (como Daikin, Panasonic, Ecoforest) ya ofrecen un programa que realiza el cálculo de las cargas térmicas y te indica lo que necesitas dentro de su gama de productos, realizándote un presupuesto.

Arquitectura e autonomía energética.

Reconversión de contenedores marítimos en una vivienda en Moruxo, Galiza_Vol.I

A la vez que hablabas con diferentes marcas dedicadas a estos sectores, existía la posibilidad de asistir a charlas relacionadas con este sector y las normativas vigentes.

Una de las charlas fue una mesa redonda en la que se comentaba la nueva directiva europea, todavía no ratificada en España. Varios profesionales de la construcción y del sector de instalaciones de calefacción debatieron sobre la claridad de la normativa ante el problema de la renovación energética de los edificios, ya que en España existe un gran parque edificatorio envejecido.

La gran parte de esta normativa habla de la implementación de sistemas eléctricos, y su problemática al inicio, la viabilidad técnica de llevarlo a las edificaciones. En cuanto a obra nueva es claro, pero en edificios existentes, no da solución pues es necesario mejorar la calidad de aire y la ventilación en horas nocturnas. Al resolver un problema distinto, no da una solución a corto plazo para estos anticuados edificios existentes que están conviviendo con los de obra nueva, en los cuales no se pueden ofrecer las mismas condiciones de mejora.

Por otro lado, debe haber un cambio en cuánto al suministro de energía, pensando si debe ser centralizado o no. Las parcelas que por orientación tengan poca captación solar, en la mayoría de ocasiones recibirán una calificación energética tipo G y tendrán que complementar esta parte con equipos, por lo que serán edificios dependientes energéticamente.

La nueva normativa impone una nueva figura como la del certificado energético o la etiqueta, esta nueva figura se llama “el pasaporte”. El pasaporte es un documento que refleja un análisis energético del edificio para lograr un objetivo de cero emisiones en el año 2050. Incluirá el potencial energético del ciclo de vida, que hoy en día no se realiza debido a la falta de datos.

A la hora de ejecutar estas medidas, se presentarán ciertas dificultades, porque a efectos reales muchas viviendas verán necesario cambiar sus 8 millones de calderas de gas por bombas de calor para poder cumplir con estos objetivos.

Hay un parque edificatorio antiguo y obsoleto, además de que hay falta de relevo profesional en estos sectores. La edad media de un instalador o de los técnicos es de 44 años. La sociedad actual está en pleno cambio, sus preferencias académicas y laborales también han evolucionado quedando olvidadas las profesiones como la fontanería, la electricidad, la calefacción o el clima.

Arquitectura e autonomía energética.

Reconversión de contenedores marítimos en una vivienda en Moruxo, Galiza_Vol.I

Otra de las problemáticas, es a la hora de dar valor a la eficiencia energética de cara al usuario de la vivienda, pues supone una inversión monetaria cuya retribución no es a corto plazo.

Arquitectura e autonomía energética.

Reconversión de contenedores marítimos en una vivienda en Moruxo, Galiza_Vol.I