



LA BIOMASA TERMICA

EN LA REHABILITACIÓN DE EDIFICIOS COLECTIVOS: SISTEMAS DE ALMACENAMIENTO

LA BIOMASA TÉRMICA EN LA REHABILITACIÓN DE EDIFICIOS COLECTIVOS

Sistemas de almacenamiento

Éder González Ozores, 751-11

Orientador: Prof.^a Doctora Mónica Alcindor

Co-orientador: Prof. Doctor Luís Paulo Novais Pacheco

Vila Nova de Cerveira, Março 2017

PREÁMBULO

Este trabajo ha sido realizado en el ámbito de la disertación de Mestrado Integrado en Arquitectura y Urbanismo de la Escola Superior Gallaecia, en Marzo de 2017. Ha sido realizado por el alumno Eder González Ozores, y orientada por la profesora Doctora Mónica Alcindor y el profesor Doctor Luis Paulo Pacheco, los cuales han actuado en calidad de orientador y co-orientador respectivamente.

Esta disertación, titulada "La biomasa térmica en la rehabilitación de edificios colectivos", tiene como objetivo conocer mejor la realidad de la biomasa como combustible en la arquitectura gallega desde una perspectiva de adaptación del almacenamiento a las obras que se rehabilitan con el principio de eficiencia energética, para conocer las dificultades a la que se enfrenta el arquitecto en la adecuación de estos sistemas. También se pretende conocer el estado real de la incorporación de estos sistemas en los casos de rehabilitación.

AGRADECIMIENTOS

De modo muy especial, a mi padres, a Carla y demás familia, por todo el apoyo, los ánimos y el esfuerzo presentados a lo largo de estos años, siempre mostrando su confianza en mí.

A mi orientadora, Mónica Alcindor, por estar siempre disponible para orientarme, su capacidad de motivación y su gran interés en el tema de la disertación. También gracias a mi co-orientador, Luis Paulo Pacheco, por compartir su experiencia en este ámbito conmigo.

Al toda la entidad del INEGA, pero en especial a Joaquín López Pérez, jefe del área de energías renovables, porque sin su colaboración este trabajo no saldría a la luz.

A Manolo, gerente de MAS Instalacións, S.L. por la confianza en un momento temprano de la investigación y por toda la información que me aportó para la realización de este trabajo.

Al ingeniero Iván García Martínez que es el coordinador técnico del Balneario de Mondariz y que me ha mostrado uno de los edificios más interesantes en el ámbito de Galicia.

En el campo de las empresas de servicios energéticas (ESE) agradecer a Fernando de Medancli, por la información detallada que me ofreció sobre todas las instalaciones que realizaron. También como ESE a Yago de Foresga, por la aportación al inventario, con todos los casos que su empresa implemento. A Sergio Fernández Costa de AHORRO ENERGETICO ENERTRA SL, como ESE) por todos los datos aportados para la realización del inventario y el estudio de caso del Hospedería San Diego de Canedo. Por último a Laura de Tecgal, por ayudarme a completar el inventario.

A Carlos de Calquega Biomasa por su cercanía y divulgación de todo su conocimiento como fabricante en este sector. Además de los planos que me apporto de unos de los estudios de caso.

A Diego de Emisión Cero, por recibirme varias veces en su oficina y debatir sobre la situación de la biomasa, además de aportar casos de estudio.

A todos los instaladores con los que he contactado vía telefónica para la realización de inventario.

A Juan Jesús Ramos, coordinador del ONCB, por complementar este trabajo, por su gran interés en mi trabajo y por permitirme publicar este trabajo en la revista Bioenergy International edición en Español (BIE), la más importante a nivel nacional, en el sector de la biomasa térmica.

A todos ellos muchas gracias.

RESUMEN

La utilización de los sistemas de biomasa como energía renovable en la rehabilitación energética de edificios es muy desconocida en el campo de la arquitectura. Esta energía renovable sufrió grandes cambios en los últimos años, que posibilitaron su implantación en muchas rehabilitaciones energéticas.

La escasez de publicaciones específicas sobre la biomasa térmica en la rehabilitación de edificios provoca que la investigación se enfoque, en una primera fase, en conocer mejor la situación actual de la instalación de la biomasa en Galicia, que se realiza a través del rastreo de los posibles estudios de caso, con la elaboración del inventario. Este inventario permitió conocer en que tipologías se habían implando estos sistemas y también conocer cuáles son los tipos de biomasa solidas más utilizada.

El principal objetivo es analizar las limitaciones que presentan los diferentes sistemas de almacenamiento en la rehabilitación energética de edificios, a través de la creación inventario, el análisis y definición de las singularidades que ayuden a determinar pautas para futuras rehabilitaciones energéticas. También conocer la realidad de la implementación de sistemas de biomasa en la rehabilitación de edificios en el ámbito de Galicia.

Metodológicamente, la investigación se realizará a través de los estudios de caso de instalaciones de biomasa en edificios de uso residencial vivienda colectivo presentes en Pontevedra. El trabajo está compuesto principalmente por cinco partes: las dos primeras se centran en introducción y fundamentación teórica; las dos siguientes, cada una correspondiente a uno de los objetivos propuesto; y una última parte con las conclusiones generales y específicas a cada objetivo.

En conclusión, la investigación, constituye una contribución para el conocimiento de los sistemas de biomasa utilizados en la rehabilitación de edificios, y las conclusiones del segundo objetivo nos detallan una línea de actuación en las diferentes tipologías analizadas a través de los estudios de caso.

PALABRAS CLAVE

Biomasa, Almacenamiento, Eficiencia Energética, Rehabilitación.

RESUMO

A utilização dos sistemas de biomassa como energia renovável na reabilitação energética de edifícios é muito pouco conhecida no campo da arquitetura. Esta energia renovável sofreu grandes mudanças nos últimos anos, que possibilitaram a sua implantação em muitas reabilitações energéticas.

A escassez de publicações específicas acerca da biomassa térmica na reabilitação de edifícios provoca que a investigação se foque, numa primeira fase, em conhecer melhor a situação atual da instalação da biomassa na Galiza, que se realiza através do rastreio dos possíveis estudos de caso, com a elaboração do inventário.

Este inventário permitiu conhecer em que tipologias se teriam implantado estes sistemas e também conhecer quais são os tipos de biomassa sólida mais utilizada.

O principal objetivo consiste em analisar as limitações que apresentam os diferentes sistemas de armazenamento na reabilitação energética de edifícios, através da criação do inventário, da análise e da definição das singularidades que ajudem a determinar pautas para futuras reabilitações energéticas. Também saber a realidade da implementação de sistemas de biomassa na reabilitação de edifícios na zona da Galiza

Metodologicamente, a investigação irá realizar-se através dos estudos de caso de instalações de biomassa em edifícios de uso residencial, nomeadamente vivendas coletivas presentes em Pontevedra. O trabalho é composto principalmente por cinco partes: as duas primeiras centram-se na introdução e fundamentação teórica; as duas seguintes, cada uma correspondente a um dos objetivos propostos; e uma última parte com as conclusões gerais e específicas a cada objetivo.

Em conclusão, a investigação constituiu uma contribuição para o conhecimento dos sistemas de biomassa utilizados na reabilitação de edifícios e as conclusões do segundo objetivo detalham uma linha de atuação nas diferentes tipologias analisadas através dos estudos de caso.

PALAVRAS-CHAVE

Biomassa, Armazenamento, Eficiência Energética, reabilitação.

ABSTRACT

The use of biomass as a renewable energy while refurbishing buildings is an unknown issue in the field of architecture. This renewal energy has suffered great changes during last years that led to its introduction into many energy refurbishments.

The scarcity of specific publications on the use of thermal biomass in the refurbishment of buildings makes the research to be approached. In a first phase, it is focused in learning more about the current status of the installation of the biomass in Galicia, which is done through the tracking of the potential case studies, with the inventory developments. This inventory allowed us to know in which typologies these systems had been introduced and helped us to identify what are the most used types of solid biomass.

The main purpose is to discuss the limitations of the different storage systems in the energy refurbishment of buildings, through the inventory development, analysis and definition of the singularities that can help us to determine guidelines for future energy refurbishments. Also to know the reality of the implementation of biomass systems in the rehabilitation of buildings in the area of Galicia.

Methodologically, the research will be carried out through the case studies of biomass installations in buildings for collective housing with residential use present in Pontevedra. The essay is mainly made up of five parts: the first two are focused on the introduction and its theoretical foundation; the following two, each corresponding to one of the proposed objectives; and the last one that reflects the general and specific conclusions to each objective.

To conclude, the research represents a contribution to the knowledge of biomass systems used in the refurbishments of buildings, and the conclusions of the second objective clarify an action line to be taken in the different typologies analyzed through case studies.

KEYWORDS

Biomass, storage, energy efficiency, rehabilitation.

LISTA DE ABREVIATURAS / SIGLAS / UNIDADES DE MEDIDA

- AVEBIOM: Asociación Española de Valorización Energética de la Biomasa.
- CO: Monóxido de carbono
- CTE: Código Técnico de la Edificación.
- UE-28: Unión Europea
- ICOM: Consejo Internacional de Museos.
- IDAE: Instituto para la Diversificación y Ahorro de la Energía
- I+D+I: Investigación, desarrollo e innovación.
- IGN: Instituto Geográfico Nacional.
- INEGA: Instituto Energético de Galicia.
- Kg: Kilogramos.
- Ktep: Mil toneladas equivalentes de petróleo
- kW: Kilovatios.
- kWh: Kilovatio hora
- c€/kWh: Céntimos de euros por kilovatio hora consumido
- LOE: Ley de Ordenación de la Edificación.
- Mtep: Millones de toneladas equivalentes de petróleo
- nZEB: nearly Zero-Energy Building.
- OMS: Organización Mundial de la Salud.
- ONU: Organización de las Naciones Unidas.
- PCI: Poder calorífico inferior
- PPM: Partes por millón.
- PXOM: Siglas en gallego de "Plan Xeral de Ordenación Municipal". En castellano se traduce por "Plan General de Ordenación Municipal".
- RAE: Real Academia Española.
- REE: Rehabilitación energética de edificios.
- RITE: Reglamento instalaciones térmicas en los edificios
- TWh: Teravatio-hora
- UNESCO: Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura.

ÍNDICE DE CONTENIDOS

| | |
|--|------------|
| Preámbulo | |
| Agradecimientos | |
| Resumen/Resumo/Abstract | |
| Listas de abreviaturas/Siglas | |
| PARTE 1. INTRODUCCIÓN | 17 |
| 1.1. Justificación de la problemática | 18 |
| 1.2. Objetivos de la investigación | 20 |
| 1.3. Estado del arte | 21 |
| 1.4. Metodología | 22 |
| 1.5. Estructura de los contenidos | 25 |
| PARTE 2. MARCO TEÓRICO | 27 |
| 2.1. CONCEPTUALIZACIÓN | 28 |
| 2.1.1. El concepto de rehabilitación en edificios y eficiencia energética. | 28 |
| 2.1.2. El concepto de confort térmico. | 33 |
| 2.1.3. La biomasa | 37 |
| 2.1.4. Instalaciones de Biomasa en edificios colectivos. | 48 |
| 2.2. CONTEXTUALIZACIÓN | 68 |
| 2.2.1. Contexto Energético en Europa del uso de la biomasa. | 69 |
| 2.2.2. Papel actual de la Biomasa en el sector energético de Galicia. | 76 |
| 2.2.3. Contexto económico de la biomasa en Galicia. | 80 |
| PARTE 3. INVENTARIO | 85 |
| 3.1 Objeto de estudio | 86 |
| 3.2. Método de la realización del inventario. | 87 |
| 3.3. Viviendas colectivas en Galicia que utilizan biomasa. | 93 |
| PARTE 4. ESTUDIOS DE CASO | 121 |
| 4.1. Criterios de selección | 123 |
| 4.2. Análisis individual. | 125 |
| 4.2. Análisis comparativo. | 191 |
| PARTE 5. CONSIDERACIONES FINALES | 197 |
| 5.1 Conclusiones Objetivo I | 199 |
| 5.2 Conclusiones Objetivo II | 203 |
| REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS | 209 |
| ÍNDICE DE IMÁGENES | 215 |
| ANEXOS | 229 |

ÍNDICE DE CONTENIDOS AMPLIADO

| | |
|--|-----------|
| Preámbulo | |
| Agradecimientos | |
| Resumen/Resumo/Abstract | |
| Listas de abreviaturas/Siglas | |
| PARTE 1. INTRODUCCIÓN | 17 |
| 1.1. Justificación de la problemática | 18 |
| 1.2. Objetivos de la investigación | 20 |
| 1.3. Estado del arte | 21 |
| 1.4. Metodología | 22 |
| 1.4.1. Naturaleza de la investigación | 22 |
| 1.4.2. Criterios de selección | 22 |
| 1.4.3. Técnicas de recogida de datos | 22 |
| 1.4.4. Categorías de análisis | 23 |
| 1.5. Estructura de los contenidos | 25 |
| PARTE 2. MARCO TEÓRICO | 27 |
| 2.1. CONCEPTUALIZACIÓN | 28 |
| 2.1.1. El concepto de rehabilitación en edificios y eficiencia energética. | 28 |
| 2.1.2. El concepto de confort térmico. | 33 |
| 2.1.3. La biomasa | 37 |
| 2.1.3.1 Tipos de biomasa para usos térmicos. | 38 |
| 2.1.3.2 Ventajas de la biomasa | 43 |
| 2.1.4. Instalaciones de Biomasa en edificios colectivos. | 48 |
| 2.1.4.1 Sistemas de calor | 48 |
| 2.1.4.2 Transporte al almacenamiento | 52 |
| 2.1.4.3 Tipos de almacenamiento | 57 |
| 2.1.4.4 Protocolo de seguridad en el almacenamiento | 64 |
| 2.2. CONTEXTUALIZACIÓN | 68 |
| 2.2.1. Contexto Energético en Europa del uso de la biomasa. | 69 |
| 2.2.2. Papel actual de la Biomasa en el sector energético de Galicia. | 76 |
| 2.2.3. Contexto económico de la biomasa en Galicia. | 80 |
| PARTE 3. INVENTARIO | 85 |
| 3.1 Objeto de estudio | 86 |

| | |
|--|------------|
| 3.2. Método de la realización del inventario. | 87 |
| 3.3. Viviendas colectivas en Galicia que utilizan biomasa. | 93 |
| 3.3.1. PONTEVEDRA | 93 |
| 3.3.1.1. Edificio de uso residencial público y vivienda colectiva | 93 |
| 3.3.1.2. Edificio de uso administrativo. | 94 |
| 3.3.1.3. Edificio de uso docente. | 97 |
| 3.3.1.4. Edificio de uso deportivo. | 98 |
| 3.3.1.5. Edificio de uso hospitalario. | 99 |
| 3.3.1.6. Edificio de uso comercial. | 99 |
| 3.3.1.7. Ponderación cuantitativa del uso de la biomasa en Pontevedra. | 100 |
| 3.3.2. LUGO | 103 |
| 3.3.2.1. Edificio de uso residencial público y vivienda colectiva | 103 |
| 3.3.2.2. Edificio de uso administrativo | 105 |
| 3.3.2.3. Edificio de uso deportivo. | 106 |
| 3.3.2.4. Edificio de uso hospitalario. | 106 |
| 3.3.2.5. Ponderación cuantitativa del uso de la biomasa en Lugo. | 108 |
| 3.3.3. ORENSE | 109 |
| 3.3.3.1. Edificio de uso residencial público y vivienda colectiva | 109 |
| 3.3.3.2. Edificio de uso administrativo. | 111 |
| 3.3.3.3. Edificio de uso deportivo. | 113 |
| 3.3.3.4. Edificio de uso hospitalario. | 113 |
| 3.3.3.5. Ponderación cuantitativa del uso de la biomasa en Orense. | 114 |
| 3.3.4. CORUÑA | 115 |
| 3.3.4.1. Edificio de uso residencial público y vivienda colectiva | 115 |
| 3.3.4.2. Edificio de uso administrativo. | 115 |
| 3.3.4.3. Edificio de uso docente. | 117 |
| 3.3.4.4. Edificio de uso deportivo. | 117 |
| 3.3.4.5. Edificio de uso hospitalario. | 118 |
| 3.3.4.6. Edificio de uso comercial. | 118 |
| 3.3.4.7. Ponderación cuantitativa del uso de la biomasa en La Coruña. | 119 |
| PARTE 4. ESTUDIOS DE CASO | 121 |
| 4.1. Criterios de selección | 123 |
| 4.2. Análisis individual. | 125 |
| 4.2.1. COMUNIDAD 10 VIVIENDAS, A GUARDA. | 127 |

| | |
|--|------------|
| 4.2.2. COMUNIDAD 8 VIVIENDAS, TUI, EDIFICIO TRIANGULAR | 135 |
| 4.2.3. COMUNIDAD 96 VIVIENDAS MIRAFLORES | 141 |
| 4.2.4. BALNEARIO DE MONDARIZ | 149 |
| 4.2.5. BALNEARIO BAÑOS DA BREA | 157 |
| 4.2.6. HOTEL CORONAS DE GALICIA | 161 |
| 4.2.7. HOTEL COLÓN TUY | 165 |
| 4.2.8. HOTEL VÍA ARGENTUM | 169 |
| 4.2.9. HOTEL TORRE DO DEZA | 175 |
| 4.2.10. HOSPEDERÍA SAN DIEGO DE CANEDO | 177 |
| 4.2.11. PAZO DE PEGULLAL | 185 |
| 4.2.12. PAZO TORRE DO RÍO | 187 |
| 4.2. Análisis comparativo. | 191 |
| PARTE 5. CONSIDERACIONES FINALES | 197 |
| 5.1 Conclusiones Objetivo I | 199 |
| 5.2 Conclusiones Objetivo II | 203 |
| REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS | 209 |
| ÍNDICE DE IMÁGENES | 215 |
| ANEXOS | 229 |
| Entrevistas | 231 |
| Cuestionarios | 237 |
| Fotografías de los casos de estudio | 245 |

PARTE 1. INTRODUCCIÓN

1.1. Justificación de la problemática

Esta investigación se asienta sobre las aplicaciones arquitectónicas de las energías renovables, concretamente en la biomasa térmica, un área disciplinar que ha sufrido una gran evolución en los últimos años. Las energías renovables parten del principio del desarrollo sostenible, cuya definición fue establecida por primera vez en el informe de la Comisión Brundtland de 1987 y es la siguiente "la característica o estado según el cual pueden satisfacerse las necesidades de la población actual y local sin comprometer la capacidad de generaciones futuras o de poblaciones de otras regiones de satisfacer sus necesidades".

Para reducir el cambio climático debemos apoyarnos en la arquitectura bioclimática, la cual busca el ahorro energético y el confort interno, a través de la adaptación a su entorno y de un buen diseño arquitectónico, logrando tornar las características del clima a su favor, a lo que denominamos energías pasivas. Si las condiciones del clima son extremas, y se requiere un aporte energético adicional, siempre se prioriza el apoyo de energías sostenibles y renovables, en donde se ubicaría la biomasa térmica.

La biomasa térmica, a pesar de ser una fuente energética tan cercana y tan aparentemente conocida por todo el mundo, en el fondo es la gran desconocida de las energías renovables, quedando relegada a un segundo plano en relación a las otras energías renovables, por lo cual su aportación energética global es mucho menor.

La biomasa ha sido la principal fuente de abastecimiento energético de la humanidad hasta el comienzo de la Época Industrial en que se empezaron a utilizar de forma intensa los combustibles fósiles y aún hoy, hay varios miles de millones de personas localizados en pueblos en vías de desarrollo que dependen de la biomasa como principal fuente de energía (Fernández, 2009).

Tanto a nivel mundial, como a nivel de la Unión Europea y a nivel de España, el recurso renovable que más se utiliza, tanto en términos de energía primaria como en términos de energía final, es, con bastante diferencia, la biomasa y los residuos (Cerdá, 2012).

La biomasa es una energía renovable que se aplica a la edificación como alternativa a los combustibles fósiles a partir de 1970. La biomasa ofrece diferentes posibilidades de almacenamiento siempre limitado al espacio del que disponga el usuario. El lugar destinado al almacenamiento debe estar destinado exclusivamente para este uso, pudiendo hallarse dentro o fuera del edificio. Cuando esté situado fuera del edificio podrá construirse en superficie o subterráneo, aunque también se pueden utilizar contenedores específicos de biocombustible (RITE, 2007).

Como bien señala el grupo de investigadores del IDEA "Un sistema de calefacción con biomasa necesita algo más de espacio para la caldera, el silo de combustible y el acceso para el suministro de combustible. Si el espacio disponible es pequeño, probablemente, no sea un buen proyecto para la demostración de esta nueva tecnología. Si el proyecto y la construcción del edificio están en una fase inicial, es una ventaja considerable pues permite la adaptación del diseño" (IDEA, 2002, p.). Si

sostenemos que la biomasa tiene un poder calorífico inferior al de los combustibles fósiles, se necesita mayor cantidad para obtener la misma energía.

Este problema de almacenamiento también es indicado por Vicente (2013) "el almacenamiento de la biomasa suele ser uno de los problemas más importantes que pueden aparecer a la hora de instalar una caldera de biomasa en el edificio existente." Por otro lado el IDEA cree que la solución más eficiente económicamente para la implantación del almacenamiento en edificios existentes es "a menudo, adaptar el suministro de combustible al silo de almacenamiento existente, en lugar de construir uno nuevo." Por lo tanto cuanto mayor sea el área a calentar en la edificación, mayor será la dificultad para almacenar nuestro combustible.

Este almacenamiento debe cumplir unos ciertos criterios de calidad como indica el IDEA "un cuarto de almacenamiento de biomasa debe cumplir: estar completamente seco; tener una capa de goma que proteja la pared de los golpes de los pellets durante su manipulación; las paredes deben ser resistentes al fuego durante 90 minutos; etc.," por lo cual no puede ser ubicado en cualquier espacio de la edificación.

Para que el crecimiento de la instalación de la biomasa térmica continúe, como sustitución a los combustibles fósiles, se debe solventar o clarificar la problemática del almacenamiento en la rehabilitación de edificios, lo que supondrá que el proyecto pueda ser viable. Además de otras variables que como la integración de la rehabilitación energética con el patrimonio edificado.

1.2. Objetivos de la investigación

En este trabajo se pretende conocer mejor la realidad de la biomasa como combustible en la arquitectura gallega desde una perspectiva de adaptación del almacenamiento a las obras que se rehabilitan con el principio de eficiencia energética, para conocer las dificultades a la que se enfrenta el arquitecto en la adecuación de estos sistemas. También se pretende conocer el estado real de la incorporación de estos sistemas en los casos de rehabilitación.

- Inventariar y catalogar los edificios colectivos que utilizan biomasa para su calefacción central en Galicia.

Para ello, se accede al listado de entidades adheridas al INEGA como instrumento para conocer todas las empresas o personas físicas, capacitadas y autorizadas para la instalación de biomasa térmica en edificios colectivos residenciales.

A través de estas entidades se inicia el punto de partida que permitirá conocer el estado real del proceso de implantación de sistemas de térmicos a través de biomasa. En un primer momento se colocaran todos los edificios en los que se ha instalado biomasa, y en un segundo momento se clasificarán por las comunidades autónomas de Galicia y también por la tipología a la que pertenece el edificio.

Un caso no será viable en los siguientes casos: cuando no responda a las características que debe de tener el objeto de estudio, cuando no haya suficiente documentación para rellenar los formularios y las entrevistas del estudio de caso, o por último cuando una entidad cuyo domicilio fiscal sea Galicia presente un estudio de caso fuera de la misma.

- Definir las principales limitaciones que presenta los sistemas almacenamiento de biomasa en las diferentes tipologías arquitectónicas.

El principal fundamentación del objetivo es conocer las problemáticas inherentes a estos nuevos sistemas de biomasa, tanto sobre el almacenamiento como toda la logística que engloba, y que sustituyen a los sistemas convencionales que actualmente se conocen.

Para ello, se utilizan los datos obtenidos en todos los formularios y fichas técnicas de los casos de estudio, con el fin de observar las diferencias entre las instalaciones realizadas en la provincia de Pontevedra.

Se analiza como los sistemas de almacenamiento son integrados en las diferentes tipologías edificatorias, tanto en edificios contemporáneos como en edificios de carácter patrimonial. También se enfatiza en la integración del sistema de almacenamiento en el contexto urbano.

1.3. Estado del arte

En este punto, se realiza una breve revisión literaria sobre la biomasa térmica en la rehabilitación energética de edificios lo cual significa el punto de partida para poder comparar y de este modo captar las singularidades todavía no reconocidas de estas rehabilitaciones energéticas.

En el campo de la arquitectura hay un gran desconocimiento sobre la instalación de sistemas de biomasa ya que no encontramos ninguna publicación específicamente dedicada a esta energía renovable.

La realización del trabajo se ha basado en el apoyo en guías técnicas, documentos técnicos de instalación, normativas estatales y revistas especializadas en el sector. Así uno de los trabajos de referencia es el trabajo del IDAE que trata sobre la instalación de biomasa térmica en edificios y representa un punto de partida para este trabajo. En ella el IDAE presenta información práctica dirigida principalmente a los instaladores y mantenedores de calderas de biomasa autorizados, y establecer determinadas condiciones adquiridas en experiencias en nuestro país y en otros países de nuestro entorno, que sirvan como guía de buenas prácticas para las instalaciones de calefacción y agua caliente sanitaria que utilizan como combustible biomasa.

Uno de los trabajos de referencia es el Pedro Vicente Quiles, en 2013, cuyo título es "Integración de energías renovables en la rehabilitación energética de los edificios", donde analiza las posibilidades de utilizar energías renovables en la rehabilitación de los edificios. El objetivo del documento técnico es clarificar la mejora de la eficiencia energética en los edificios, es decir, disminuir el consumo de energía primaria de origen no renovable en los edificios, así como las emisiones de CO₂ derivadas del consumo de energía.

Otro trabajo que debe mencionarse por la aportación en la contextualización es el de Ramos en su publicación "la biomasa se hace doméstica" señala que "el 50% de los sistemas de calefacción en España son individuales". Si en vez de tener varios sistemas autónomos, para generar energía térmica, tenemos uno centralizado, optimizaremos nuestros recursos energéticos. Ramos, se posiciona a favor de los sistemas centralizados en las viviendas colectivas, como menciona a continuación, (Ramos, 2015, p.35) "la calefacción colectiva o centralizada se localiza, como es lógico, en poblaciones grandes, pudiendo llegar a porcentajes cercanos al 17% en las más populosas. Este sistema, a todas luces el más eficiente y económico"

También por otro lado la revista Bioenergy International que está dirigida a gestores de instalaciones de biomasa, gestores de plantas de fabricación de pellets, suministradores de materias primas agrarias y forestales entre otros, representa una visión de la instalación de biomasa térmica en el sector de la edificación.

1.4. Metodología

1.4.1. Naturaleza de la investigación

La metodología para esta disertación se realizará a través de los estudios de caso de instalaciones de biomasa en edificios de uso residencial vivienda colectivo presentes en Pontevedra. Según Yin "los estudios de caso son la estrategia preferida cuándo, cómo o por qué son preguntas dadas, cuando el investigador tiene un pequeño control sobre los eventos y cuando el fenómeno se encuentra sobre un contexto real" (Yin, 1984, p.13).

1.4.2. Criterios de selección

Los estudios caso comprenderán edificios de uso residencial vivienda (edificio de pisos o de apartamentos) y edificios de uso residencial público que utilicen como energía térmica la biomasa en el ámbito de la provincia de Pontevedra.

La elección de estos estudios caso es debido a que son las construcciones tienen mayores dificultades a la hora de almacenar su biomasa, y por lo cual mayor riqueza en el trabajo de análisis de la problemática que se está tratando.

El criterio de selección empleado se centra en todos los edificios colectivos de uso residencial o bloque de viviendas que consuman energía térmica generada in situ a través de la biomasa en la provincia Pontevedra de las cuales sea posible disponer de suficiente documentación. El campo de estudio está encuadrado en las energías renovables, concretamente en la biomasa térmica aplicada a la edificación.

1.4.3. Técnicas de recogida de datos

Las técnicas que se utilizarán para la recogida de la información serán: en primer momento el análisis documental de datos escritos, trabajando siempre sobre documentos ya existentes (De Bruyne, 1991) a través de la recogida de información de documentos escritos como libros, publicaciones de prensa y revistas científicas, como se detalla en el apartado 3.2., que ayuden a encuadrar el trabajo y otras que aborden la historia de la biomasa a fin de conocer los factores que han llevado a situar a la biomasa en el lugar actual dentro de las energías aplicadas a la edificación (SaintGeorges, 1997); en segundo lugar se continuó con la observación directa con la que se recogió de los datos de tipologías edificatorias que utilizan biomasa (Gil, 1995).

En tercer lugar se realizarán entrevistas a informantes clave como arquitectos o instaladores que hayan rehabilitado edificios con sistemas de biomasa en el ámbito de Galicia, porque ellos son los que mejor conocen la problemática analizada, ya que tiene una gran experiencia en la ejecución de sistemas de almacenamiento de biomasa; en cuarto lugar las fotografías que son realizadas por el propio autor para conocer las instalaciones de los estudios de caso (Bogdan & Biklen, 1994); y por último las notas de campo en donde se hicieron anotaciones en las visitas a los diferentes edificios, con el objetivo de plasmar las diversas peculiaridades (Bogdan & Biklen, 1994).

El tratamiento de la información será realizado a toda la información recogida a través del análisis de contenido de naturaleza cualitativa con el objetivo de responder os objetivos que fueron planteados. (Groat & Wang, 2002).

1.4.4. Categorías de análisis

Para responder de forma más correcta a los casos de estudio, fue necesaria la elaboración de las categorías de análisis, que permitirán la clasificación e identificación de las características propias de la rehabilitación energética del edificio, a partir de la utilización de biomasa con usos térmicos.

El trabajo de campo y las entrevistas con informante claves aportaron los datos suficientes para poder elaborar las categorías de análisis. Citando a Fernández:

El trabajo de campo se concibe como un proceso de construcción de los supuestos conceptuales, que se conforman sobre la marcha de la investigación. El lenguaje de la observación se produce al compás de la observación participante y los recursos analíticos se generan en el seno de una práctica de interacción social (2012, p.266).

Por lo tanto son creadas las siguientes categorías de análisis: almacenamiento, eficiencia energética y combustible.

- ANÁLISIS DEL ALMACENAMIENTO, aportará datos de carácter espacial y de integración con el edificio.

| CATEGORÍAS ANALÍTICAS | INDICADORES | CRITERIOS DE SELECCIÓN |
|-----------------------|--|--|
| ALMACENAMIENTO | Emplazamiento | Se empleará para conocer el emplazamiento del silo de almacenamiento en la parcela del edificio. |
| | Contextualización de la instalación | A través del análisis de la envolvente del edificio, comparamos las diferentes materialidades, y volúmenes de la instalación y el edificio. |
| | Ocupación volumétrica | Determina cual era el espacio que era apropiado por el silo en la anterior instalación y cual es después de la rehabilitación energética del edificio. |
| | Construcción del almacén | Define cual era el sistema constructivo de la instalación previa, y cuál es la actual. |

Fig. 2: Tabla de categorías analíticas (almacenamiento).

- ANÁLISIS DE LA EFICIENCIA ENERGÉTICA, contribuirá al conocimiento del arquitecto a la hora de seleccionar un sistema energético para la rehabilitación u otro.

| CATEGORÍAS ANALÍTICAS | INDICADORES | CRITERIOS DE SELECCIÓN |
|-----------------------|---------------------------------|---|
| EFICIENCIA ENERGÉTICA | Rendimiento | Se trata de clarificar la diferencia de rendimiento entre de las instalaciones antes de la rehabilitación energética del edificio y las nuevas instalaciones. |
| | Relación precio/potencia | Servirá para clarificar la diferencia respecto a la antigua instalación, y conocer con qué facilidad se podrá amortizar la inversión. |

Fig. 3: Tabla de categorías analíticas (eficiencia energética).

- ANÁLISIS DEL COMBUSTIBLE, se analizarán los requisitos que son necesarios para almacenar la biomasa sólida como combustible.

| CATEGORÍAS ANALÍTICAS | INDICADORES | CRITERIOS DE SELECCIÓN |
|-----------------------|---------------------------------|--|
| COMBUSTIBLE | Acceso a la descarga | Se observa la viabilidad de la descarga de biomasa y el recorrido de acceso al almacén. |
| | Aislamiento ante humedad | Es aclarado si el aislamiento ante la humedad es correcto para ese tipo de combustible. |
| | Aislamiento contra fuego | Se ilustra si los elementos delimitadores y estructurales mantienen la resistencia al fuego requerida. |
| | Autonomía | Se trata la diferencia de autonomía de combustible después de la rehabilitación. |
| | Ventilación de gases | Es certificado que el acceso al silo es posible sin poner en ningún perjuicio la salud pública. |

Fig. 4: Tabla de categorías analíticas (combustible).

1.5. Estructura de los contenidos

El trabajo se divide en 8 partes. La primera se corresponde con la **introducción**, y en ella se contextualiza la investigación, se exponen los objetivos de esta, y la metodología que la estructura.

Una segunda parte contiene el **marco teórico**, y en él se explica que entienden los autores de referencia por rehabilitación térmica del edificio; cuál es el concepto de confort térmico y de eficiencia energética; y cuál es el concepto de biomasa aplicado a la edificación. También se dedica un espacio a la contextualización, tanto energética a nivel europeo como en el sector de la biomasa en Galicia.

La tercera parte de la disertación se centra en el **inventario** de todas las viviendas colectivas que utilicen biomasa térmica para generar calor en Galicia, tema correspondiente al primer objetivo propuesto. De este inventario se seleccionan todas las viviendas colectivas de uso residencial ubicadas en Pontevedra como estudios de caso para ser analizados.

La cuarta parte del trabajo se centra en los **estudios de caso** analizados, en donde analizaron 12 edificios de uso residencial de los 22 que están presentes en la provincia de Pontevedra, con el objetivo de conocer las principales limitaciones a la hora de ejecutar sistemas de almacenamiento de biomasa, aspecto correspondiente al segundo objetivo propuesto.

En la quinta parte de la investigación se exponen las **conclusiones** resultantes a la investigación. En donde se reflejan las conclusiones específicas para cada uno de los objetivos.

En los capítulos finales se muestra la **bibliografía** utilizada y el índice de imágenes.

Por último, se encuentran los **anexos**, con las entrevistas, los cuestionarios cubiertos por los arquitectos, instaladores o utilizadores y las fotografías de los casos de estudio.

PARTE 2. MARCO TEÓRICO

2.1. CONCEPTUALIZACIÓN

2.1.1. El concepto de rehabilitación en edificios y eficiencia energética.

En este apartado de la investigación se tratará el concepto de rehabilitación y todo lo que lo envuelve, que es relevante para el tema que nos ocupa, para ello debemos acudir a las cartas las cuales nos definirán todas las maneras que tenemos de intervenir en un edificio patrimonial.

Las cartas y convecciones internacionales sobre el patrimonio buscan un criterio común en todas las intervenciones y en todos los países. Como señalo González-Varas (2005) "con estos documentos se han sentado unas normas de actuación flexibles y variables en cuanto a métodos y programas, pero rigurosas por lo que se refiere a su afirmación fundamental de salvaguardar el patrimonio cultural de los pueblos".

Los principales documentos a este respecto y a nivel internacional fueron impulsados por la UNESCO a través de reuniones y congresos. Otros organismos de importancia en esta temática son: ICOMOS a nivel internacional, IGESPAR a nivel portugués y PATRIMONIO NACIONAL a nivel español. Según Mestre: "la UNESCO se convirtió en la luz de todos nosotros. (...), hacia el éxito de la conservación, restauración y rehabilitación del edificio intervenido" Mestre (2004, p. 7).

Cartas de referencia, entre otras son:

- Carta de Atenas (1931)
Es el primer documento de este tipo que se genera a nivel internacional, posee 10 artículos, que tratan temas como la conservación, mantenimiento, principios y técnicas de restauración, el respeto del entorno del monumento y el conocimiento del patrimonio histórico y educación.
- Carta de Venecia (1964)
Debido a la necesidad de "reconstrucción" tras la segunda guerra mundial y de actualizar el contenido de la carta de Atenas. Se lleva a cabo en 1964, la carta de Venecia, documento válido y reconocido aun en este momento a nivel mundial. En ella se trata la ampliación de la idea de monumento histórico, a ambiente monumental, considerando también el ambiente urbano paisajístico. Además de profundizar y ampliar los conceptos ya tratado en la carta de Atenas como conservación y restauración.
- Carta de Burra (1979)
Esta carta hace referencia a los sitios, (entendiéndose por lugar, área, terreno, paisaje, edificio u otra obra, grupo de edificios u otras obras, y puede incluir componentes, contenidos, espacios y visuales.) y busca la protección de un sitio haciéndolo útil sin que para ello sea necesario realizar grandes cambios y que este conserven su significación cultural.

- Documento de Nara (1994)
Este documento versa sobre la autenticidad cultural y permite que cada país aclare el concepto en función de su realidad, ya que el punto más importante a destacar de esta es que permite la transposición de los principios de cartas como la de Venecia, para los diferentes contextos locales.
- Carta de Cracovia (2000)
Esta carta busca una actualización a los nuevos tiempos, e introduce una componente científica, exigiendo la necesidad de estudios de diversa índole antes de intervenir. En ella encontramos una definición de los conceptos que aborda.
- Carta de Xi'an (2005)
La carta busca "una mejor protección y conservación de las estructuras, los sitios y las áreas patrimoniales del mundo dentro de sus respectivos entornos."

En estas cartas se tratan diferentes tipos de intervención en el patrimonio. Son los siguientes: conservación, restauración, consolidación, reconstrucción, reconstrucción, recuperación, renovación y la rehabilitación.

Antes de definir el aspecto de la rehabilitación que se encuadra en este trabajo, que es la rehabilitación energética, será importante conocer la visión actual de la rehabilitación, en su noción más amplia en arquitectura.

La rehabilitación es "precisamente el objetivo final de cualquier intervención en el patrimonio arquitectónico, que lleva a su vez, la restauración de los edificios con un determinado valor histórico artístico, así como la reparación de todas aquellas partes del mismo que sufren algún tipo de proceso patológico" (Arce, Sánchez-Moreno, Candel, Galindo, Garcés, García et al., 1999, p. 7) .

También como menciona González-Varas (2005, p. 545) "Incluye simultáneamente la «conservación» (mediante obras de conservación, restauración, reforma o ampliación de los elementos de urbanización y de mobiliario urbano existentes) y la «transformación» (que posibilita la actuación mediante demoliciones parciales, la sustitución o incluso reconstrucción)."

Es posible encontrar múltiples definiciones del concepto de la rehabilitación. Así por ejemplo, José María de la Riva Ámez (2012, citado por Espada, Casas, y López, 2012, p. 42), define la rehabilitación residencial y urbanística como el conjunto de actuaciones que tienen como objetivo la recuperación de las funciones perdidas o disminuidas de la ciudad, de un barrio, un edificio colectivo o urbanización, debido al paso del tiempo, por su obsolescencia, su degradación arquitectónica, urbanística o ambiental, por su inadaptación a la realidad demográfica, socio-familiar o económica cambiante, por su ineficiencia energética y ambiental o por haberse convertido en un mal lugar para la vida de sus residentes.

Según la Real Academia Española (RAE, 2017) es el conjunto de métodos que tiene por finalidad la recuperación de una actividad o función perdida o disminuida por traumatismo o enfermedad.

Por otro lado, la Generalitat de Catalunya (2012, citado por Espada, Casas, y López, 2012, p . 42) define la rehabilitación de viviendas en el artículo 3 de la Ley 18/2007, de 28 de diciembre, del Derecho a la Vivienda, como "el conjunto de obras de carácter general que, sin modificar la configuración arquitectónica global de un edificio de viviendas o de una vivienda, mejoran su calidad en cuanto a las condiciones de seguridad, funcionalidad, accesibilidad y eficiencia energética". Así mismo define también "Gran rehabilitación" como "el conjunto de obras que consiste en el derribo de un edificio salvando únicamente sus fachadas o constituyen una actuación global que afecta a la estructura o al uso general del edificio o vivienda rehabilitados".

Podría decirse por tanto que no existe una única definición que pueda concretar el término y que es necesario, además, tener en cuenta una serie de definiciones y conceptos en función de la escala y el objetivo de la actuación.

Una vez definido el término de rehabilitación, nos centraremos en definir una parte de la rehabilitación en edificios, que estará muy presente en todo el trabajo como es la rehabilitación energética.

La Rehabilitación Energética de Edificios (REE) podría definirse como el conjunto de medidas constructivas destinadas a mejorar el ahorro y la eficiencia energética de un edificio, consiguiendo los mismos niveles de productividad y las mismas condiciones de confort, mediante una combinación de tecnologías, procesos y comportamiento de las personas, con el fin de proteger el medio ambiente, reforzar la seguridad del abastecimiento y crear una política energética sostenible. (Espada, Casas, y López, 2012).



Fig. 5: Dibujo sobre la REE.

La reducción de emisiones de CO₂ y de otros gases de efecto invernadero es uno de los argumentos ambientales a favor de la inversión en rehabilitación energética y uno

de los caminos que debe seguir España en la lucha contra el cambio climático y en el cumplimiento de los compromisos adquiridos a nivel europeo y en acuerdos globales como el Protocolo de Kioto.

Por otro lado, se encuentran las razones y argumentos de carácter económico, dado que la reducción del consumo energético en los edificios permitirá disminuir la dependencia energética del país de fuentes de energía de origen no renovable y su vulnerabilidad ante cambios repentinos en los precios del combustible.

La eficiencia energética

La eficiencia energética se puede definir como el conjunto de programas y estrategias para reducir la energía que emplean determinados dispositivos y sistemas sin que se vea afectada la calidad de los servicios suministrados.

El consumo de energía final del Sector Edificación y Equipamiento representa el 26,1% del consumo de energía final nacional para usos energéticos. En el año 2010 registró un consumo de 24.391 ktep, sobre un total nacional para usos energéticos de 93.423 ktep.

De este consumo, 16.377 ktep correspondieron al sector de edificios de uso doméstico, es decir un 17,5% del consumo energético nacional y 8.014 ktep al sector de edificios destinados a servicios, es decir el 8,6% sobre el consumo energético total nacional.

El balance de energía final consumida para el año 2010 en el sector Edificación y Equipamiento indica que más del 42,5% está destinado a calefacción, seguido por un 19,6% a ACS, un 19,4% que es empleado en el equipamiento, un 9,6% que se consume en iluminación y un 8,9% en refrigeración. (Margarit i Roset, 2011)

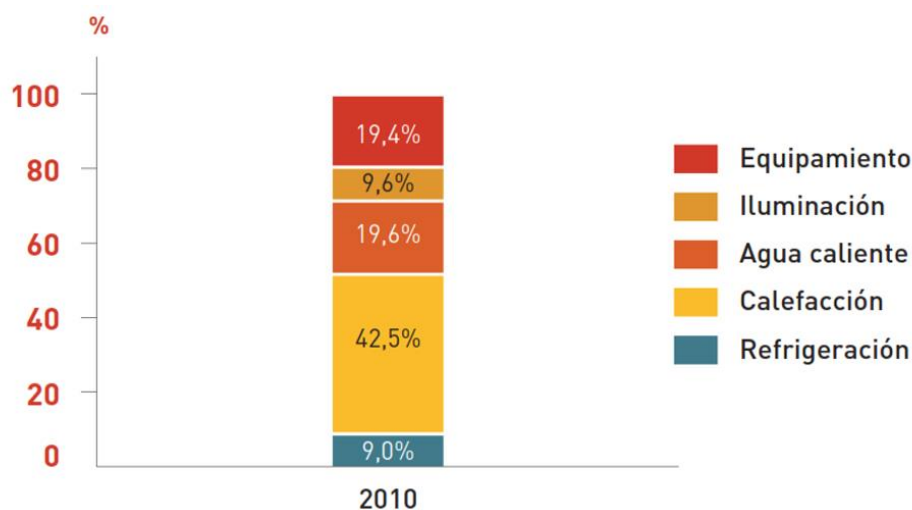


Fig. 6: Distribución del consumo de energía en el sector de la edificación (2010).

El consumo de energía final en los edificios del sector doméstico se distribuye, por usos, de la siguiente forma: calefacción (47%), agua caliente sanitaria (27,4%), equipamiento (20,6%), iluminación (3,9%) y aire acondicionado (1,1%). A la vista de

estos datos puede observarse como, aproximadamente el 50% del consumo de energía final del sector doméstico se destina a la climatización (calefacción y refrigeración) de la vivienda, en definitiva, a dotar de confort térmico a la misma.

Por otro lado, si se analiza el consumo de las instalaciones térmicas de la vivienda (climatización y agua caliente sanitaria), se puede observar que representan casi tres cuartas partes del consumo energético del sector. (IDAE, 2011)

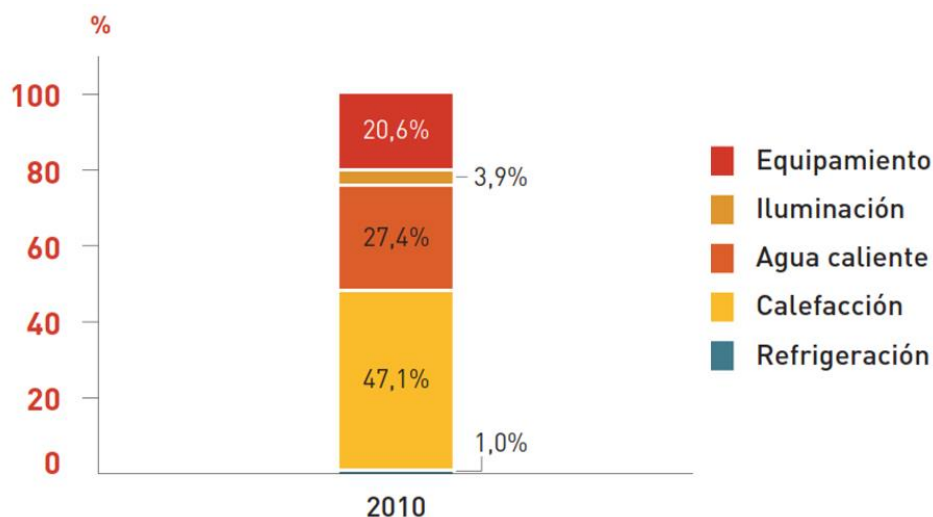


Fig. 7: Distribución del consumo de energía en el sector doméstico (2010).

Por lo que respecta a los edificios del sector servicios, la distribución es diferente dado que priman la iluminación y la refrigeración frente a la demanda de agua caliente sanitaria, por ejemplo, que es menor en los edificios del sector servicio.

Dentro de la distribución de consumos en edificios del sector servicios y usos diferentes al de vivienda, son los edificios de uso administrativo los que tiene un mayor peso en el consumo de energía del sector terciario (50%), seguido por los edificios destinados al comercio (30%), los restaurantes y alojamientos (8%), edificios sanitarios (7%) y educativos (5%).

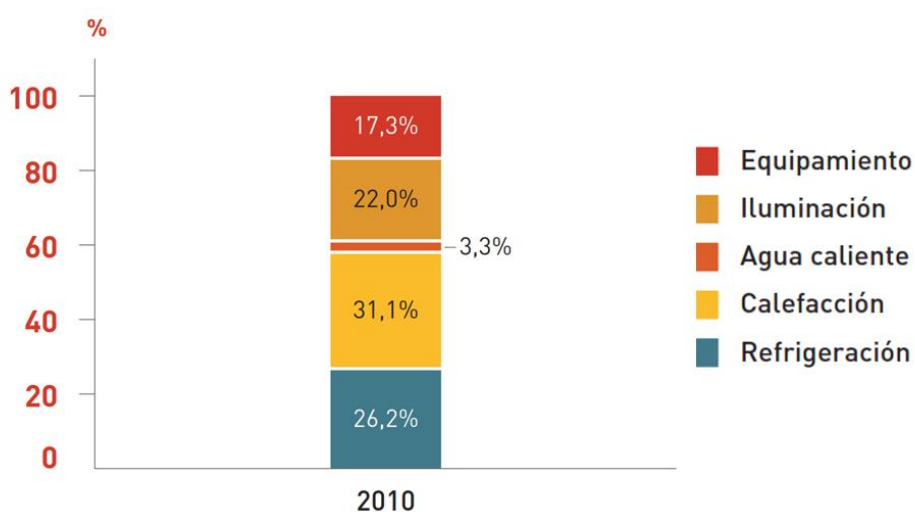


Fig. 8: Distribución del consumo de energía en el sector servicios (2010).

2.1.2. El concepto de confort térmico.

El confort es esencial para la creación de ambientes humanos saludables y debe englobar los aspectos térmicos, de humedad, ventilación e iluminación. Necesitamos sentirnos cómodos, contar con iluminación suficiente y sin deslumbramientos y lograr el equilibrio correcto entre humedad y ventilación. Los ambientes saludables suelen trabajar con la iluminación, la ventilación y los materiales naturales. A pesar de esto es posible alcanzar el confort por otros medios, pero siempre que sea posible, los sistemas y tecnologías naturales son preferibles a los mecánicos.

El confort térmico puede definirse como una sensación de bienestar en lo que se refiere a la temperatura. Se basa en conseguir el equilibrio entre el calor producido por el cuerpo y su disipación en el ambiente.

La temperatura interior del cuerpo humano se mantiene constante. El cuerpo humano no dispone de ningún sistema de almacenamiento térmico y debe disipar el calor que genera. El equilibrio depende de siete parámetros donde el metabolismo, la ropa y la temperatura de la piel guardan relación con el individuo, y los otros cuatro (la temperatura del aire, la humedad relativa la temperatura, la temperatura superficial de los elementos y la velocidad del aire) tienen que ver con el entorno (James & James Ltd., 1999).

Estos parámetros se aplicaran de forma general ya que también se deberán tener en cuenta que existen condiciones locales (el sol que entra por una ventana, el peso, la capacidad de adaptación) que afectan a la percepción del confort.

El metabolismo es la suma de las reacciones químicas que se producen en el cuerpo humano para mantener la temperatura corporal a $36,7^{\circ}$ y compensar la pérdida de calor hacia el ambiente. La producción de energía metabólica (calor) depende del grado de actividad física. La ropa impide el intercambio de calor entre la superficie de la piel y el ambiente que nos rodea. La temperatura de la piel depende del metabolismo, de la ropa y de la temperatura del ambiente, y a diferencia de la temperatura interior del cuerpo, no es constante (James & James Ltd., 1999).

La temperatura del aire/ambiente influye en la pérdida de calor del cuerpo humano a través de los mecanismos de convección y de evaporación.

La humedad relativa es la cantidad de humedad del aire, y se indica como un porcentaje de la humedad máxima que podría contener a esa temperatura y a esa presión. Por lo tanto, variando estos parámetros, el aire puede incorporar vapor de agua o desprenderlo a través de la condensación. Es así que cuanto más caliente está el aire, puede contener mayor cantidad de vapor de agua. Las humedades extremas son muy perjudiciales para la salud y por ello para el confort en los edificios. Podremos decir que nuestro edificio es habitable cuando su humedad relativa fluctúa entre el 40% al 80%.

La temperatura radiante media es la temperatura media de la superficie de los elementos que circundan un espacio. Afecta tanto al calor que el cuerpo pierde por radiación como al que pierde por conducción cuando está en contacto con esas superficies. En los edificios mal aislados, las superficies interiores suelen estar frías, por lo que la temperatura del aire debe ser más alta para compensarlo. Un aumento de la temperatura radiante media significa que las condiciones de confort pueden alcanzarse a temperaturas del aire inferiores, y una reducción de 1° en la temperatura del aire puede ahorrar hasta un 10% del consumo de energía. Por tanto, el aislamiento ahorra energía, no solo porque reduce la pérdida real de calor del edificio, sino también porque permite reducir la temperatura del aire.

La velocidad del aire no reduce la temperatura, pero crea la sensación de frescor gracias a la pérdida de calor por convección y al aumento de la evaporación. En el interior de los edificios, la velocidad del aire es normalmente inferior a 0,2 m/s.

Dada la complejidad de los parámetros que intervienen en el confort y el claro margen que existe a la hora de su definición, ya que se trata de un hecho estadístico, las condiciones de confort, en función de parámetros ambientales, se estudian con diagramas en los que se señalan zonas de bienestar de mayor o menor amplitud (Neila González, 2004).

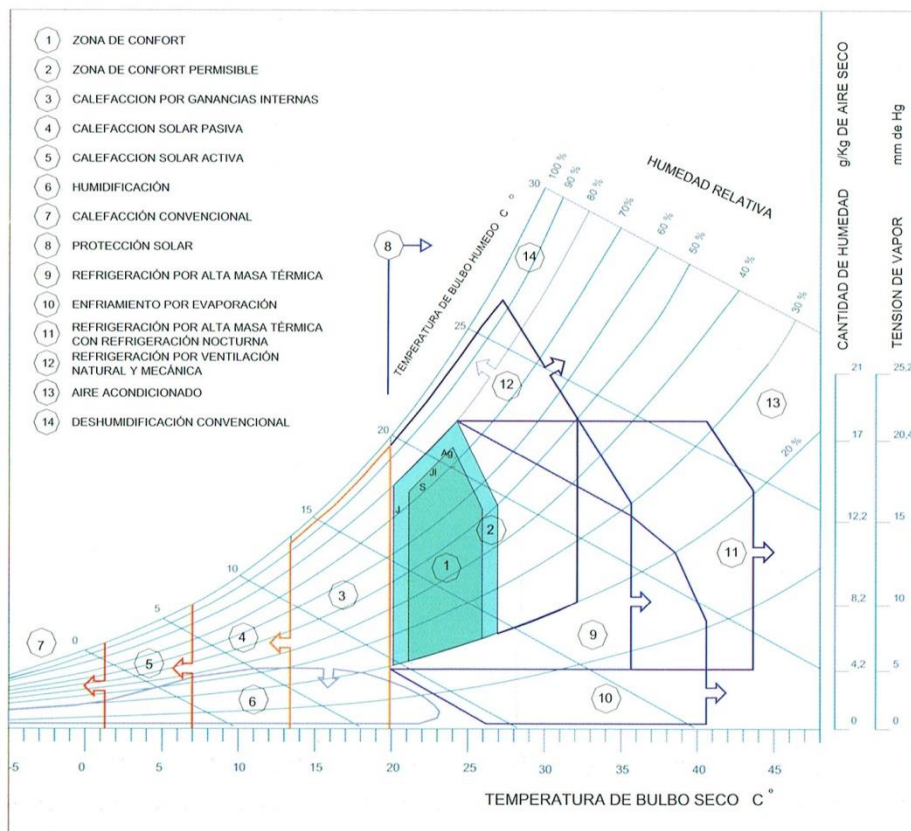


Fig. 9: Carta bioclimática de Givoni.

En el diagrama se representan gráficamente varios parámetros climáticos, en función de los cuales se establece un área de bienestar o confort, que se encuentra definida por unos límites de temperatura, de humedad o de viento.

Los más utilizados son el de Olgay y el de Givoni, el primero de los cuales cuantifica las correcciones de los parámetros bioclimáticos para lograr el confort y el de Givoni expone las modificaciones que la arquitectura puede producir en el clima y señala las características que deben tener las construcciones para alcanzar el confort interior (De Luxán García de Diego et al., 1997).

El diagrama de Givoni se encuentra enfocado a determinar las condiciones microclimáticas del interior de los edificios y permite evaluar las necesidades energéticas de calentamiento o ventilación necesarias para mantener unas condiciones adecuadas de confort (Fernández García, 1994).

Por otro lado el diagrama de Olgay es una herramienta útil para estudiar las condiciones exteriores, y puede llegar a servir de orientación respecto a las condiciones que se deben aplicar en el interior.

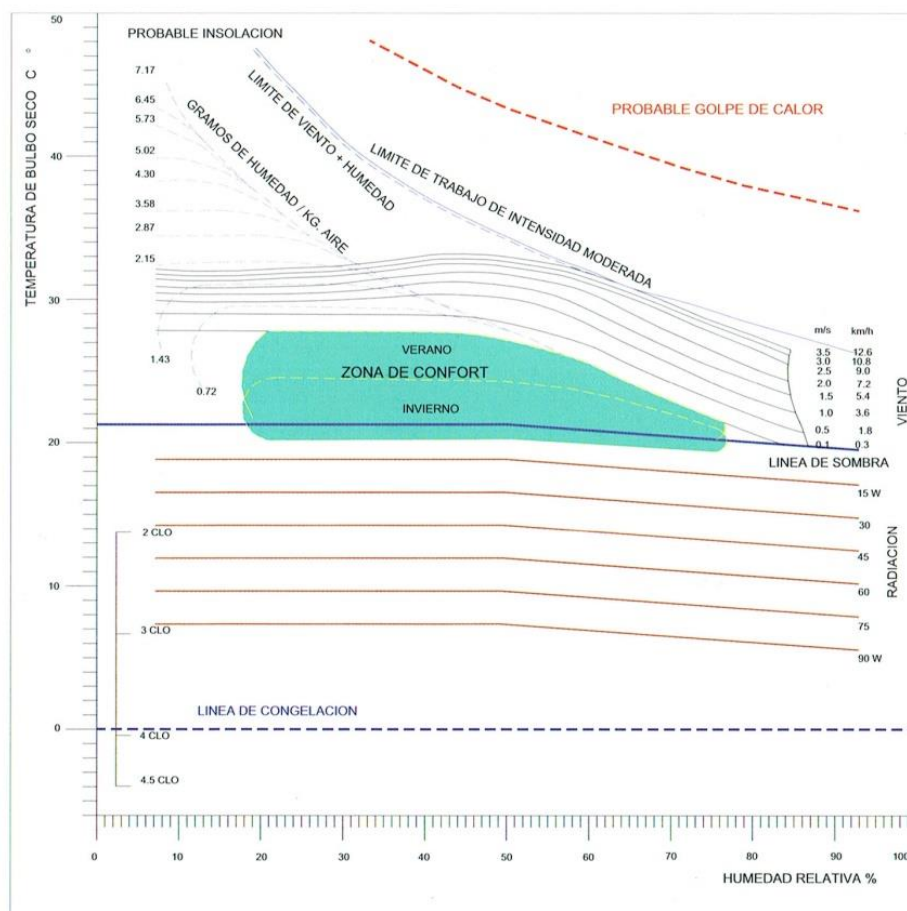


Fig. 10: Carta Bioclimática de Olgay.

2.1.3. La biomasa

La biomasa es el conjunto de la materia biológicamente renovable (madera, celulosa, carbón vegetal, etc.) cuya energía procede del Sol y que puede obtenerse en estado sólido por combustión o bien en estado líquido mediante la fermentación de azúcares, o gaseoso, a través de la descomposición anaeróbica (en ausencia de oxígeno) de la materia orgánica.

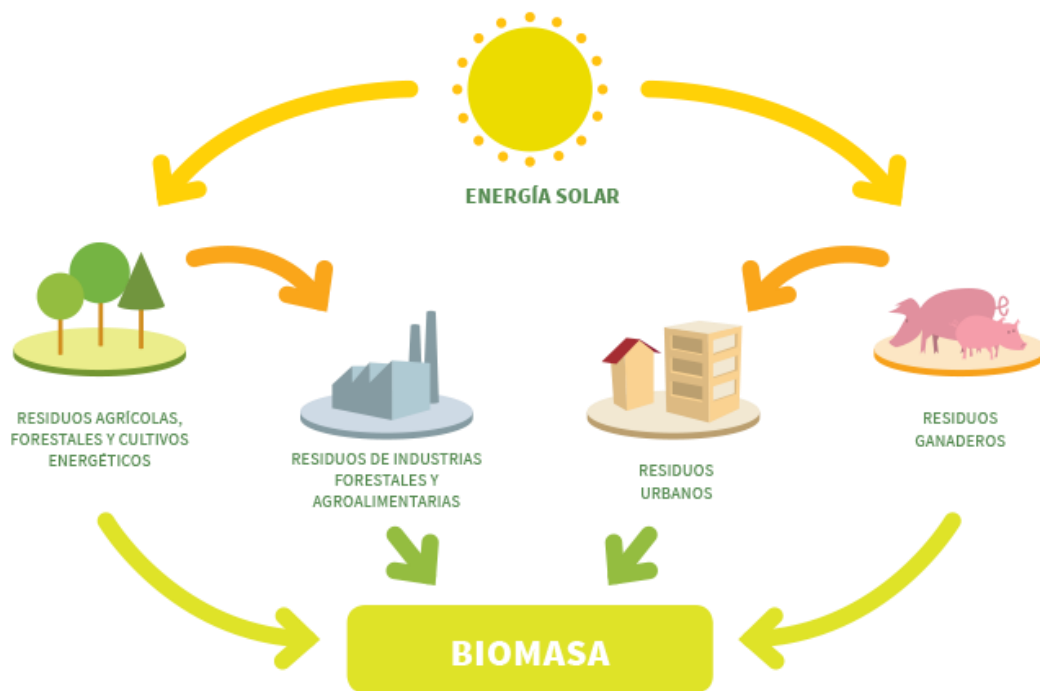


Fig. 11: Gráfico del ciclo de producción de la biomasa.

La biomasa es considerada la fuente de energía renovable con el mayor potencial para contribuir a las necesidades energéticas de la sociedad moderna, tanto para las economías desarrolladas como para las que están en desarrollo. La energía de la biomasa basada en cultivos energéticos y cultivos forestales de ciclo corto puede contribuir de forma significativa a los objetivos del protocolo de Kyoto, reduciendo las emisiones de gases y los problemas relativos al cambio climático.

Las aplicaciones de la biomasa como fuente de energía alternativa son variadas, pero destaca la producción de energía térmica a través de la combustión de biomasa sólida o biogás, la generación de energía eléctrica y una aplicación realmente importante, como es la producción de biocarburantes, dirigidos sobre todo a medios de transporte.

Los combustibles de biomasa y los residuos pueden convertirse en energía por procesos termoquímicos y por procesos bioquímicos. La gasificación ha atraído el mayor interés entre las tecnologías de conversión termoquímica, ya que ofrece una mayor eficiencia, con un rendimiento de hasta el 105%, en relación a la combustión,

mientras que la pirolisis que se basa en la descomposición química de la biomasa, está todavía en proceso de desarrollo.

Como ya se ha mencionado, la biomasa es materia orgánica que puede aprovecharse energéticamente mediante su combustión. Puede ser de origen natural (producida en los ecosistemas naturales, como es el caso de la leña), de origen residual (residuos forestales y agrícolas, residuos sólidos urbanos, residuos biodegradables), cultivos energéticos (cultivados especialmente para ser utilizados como biomasa) o excedentes agrícolas.

2.1.3.1 Tipos de biomasa para usos térmicos.

Primero, Los pellets de madera son un combustible moderno, ecológico y normalizado. El pellets de madera es el formato resultante de granular la madera molida adquiriendo la forma de un cilindro compacto.

Las principales ventajas de este tipo de combustible, son su alta densidad, cercana a los 650 - 700 kg/m³, y su elevado poder calorífico, en torno a las 4.300 kcal/kg (5 kWh/Kg), así como su neutra emisión de CO₂.

Existen diferentes calidades de pellets de madera, y ello depende principalmente del tipo de materia prima (serrín/astilla, etc.) y del proceso productivo y manejo hasta punto de consumo. (Instituto para la Diversificación y Ahorro de Energía [IDAE], 2009)



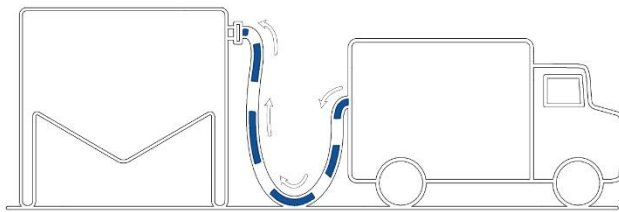
Fig. 12: Proceso de producción del pellet de madera.

Para asegurarnos de su calidad se creó la certificación para pellets de madera ENplus®, cuyo objetivo es asegurar el suministro de pellets de madera de calidad claramente definida y constante para usos térmicos. El sistema de certificación ENplus® no solo certifica la calidad del pellet de madera, sino también los procesos necesarios para su producción y logística.

En ENplus® se definen 3 calidades: ENplus A1, ENplus A2 y ENplus B donde la clase A1 es la de menor contenido en ceniza y por tanto de mayor calidad.

Un problema habitual es el alto nivel de finos en el almacén de pellets, lo que puede causar problemas con la caldera o el sistema de recuperación de pellets. Los finos son fragmentos de pellets rotos que pasan a través de una criba con orificios de 3,15 mm de diámetro. Principalmente se producen por el estrés mecánico durante la entrega de los pellets. Los codos de las tuberías, alfombrillas de impacto inadecuadas, obstáculos en el recorrido de los pellets, alta velocidad de soplado de los pellets y un bajo factor de carga de sólidos durante la entrega incrementan la cantidad de finos.

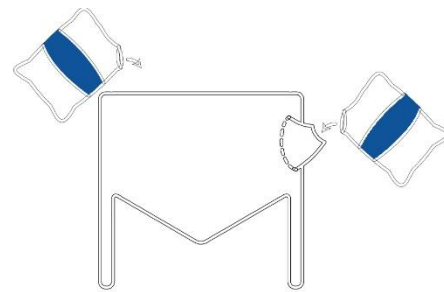
Las ventajas que el arquitecto debe valorar a la hora de escoger este combustible es la versatilidad que tiene el transporte por succión de los pellets desde el silo a la caldera, ya que permite distancias de hasta 20 metros. La automatización de estos sistemas es primordial para que el utilizador se despreocupe del mantenimiento.



CARGA AUTOMÁTICA:

Esquema del llenado del silo mediante camión neumático. Para nuestros silos solamente se necesita acoplar una manguera desde el camión y respetar la presión máxima de llenado de 0,8 bar.

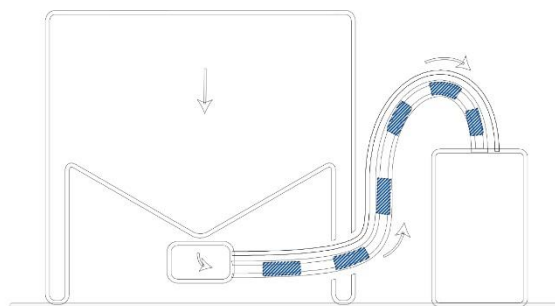
Fig. 13: Sistemas de descarga de pellets.



CARGA MANUAL:

Esquema del llenado lateral o superior del silo mediante sacos, apto para pellets, hueso de aceituna y material granulado.

También una de las grandes virtudes es que tiene un poder calorífico mucho mayor que la astilla y también una densidad mayor, por lo que necesitaremos un menor volumen para su almacenamiento. El mejor sistema de almacenamiento para este formato de biomasa es el silo textil con aspiración neumática. Ya que permiten mayores opciones a la hora de ubicar el silo.



ASPIRACIÓN NEUMÁTICA

Fig. 14: Sistema de aspiración neumática a la caldera.

Los silos mediante el sistema de extracción por aspiración necesitarán de la manguera de extracción para el material y para el retorno de aire.

Las principales ventajas a la hora de instalar un silo flexible es que los costes de montaje están controlados, también es permeable al aire, no necesita salida para evitar sobrepresión en la carga, como en el silo de obra. Asimismo el silo textil es la mejor opción para climas húmedos, ya que son impermeables al agua y al polvo. Este tipo de silos no requieren de grandes obras de instalación, ya que todos los elementos de montaje son prefabricados, por lo cual en pocos minutos se realiza el ensamblaje del silo. Por último se llena casi al 100% gracias al tubo de llenado lateral con boquilla de dispersión, optimizando así todo su volumen, aspecto que con el silo de obra es más complejo de conseguir.

La instalación de un silo flexible permite tener un almacenamiento seco y seguro, donde el mantenimiento y revisión de todos los elementos es más sencillo.



Fig. 15: Ventajas de la utilización del silo textil.

Segundo, Las astillas son trozos pequeños de entre 5 y 100 mm de longitud cuya calidad depende de la materia prima de la que proceden, su recogida y de la tecnología de astillado. En función de su procedencia y calidad pueden diferenciarse dos tipos de astillas. Las astillas de clase 1 son las provenientes de la industria de la primera y segunda transformación de la madera o maderas forestales muy limpias. Suelen tener humedades menores del 30% y son apropiadas para el uso en instalaciones domésticas. Las astillas de clase 2 proceden de tratamientos silvícolas, agrícolas o forestales. Contienen hasta un 45% de humedad y se utilizan en instalaciones de media a muy alta potencia, como en grandes edificios o en redes de calefacción. (IDAE, 2009)



Fig. 16: Silo de astilla.

Tiene la ventaja que al ser un combustible con un pretratamiento relativamente sencillo su coste es inferior al de los pellet. Sin embargo necesitan mayor espacio de almacenamiento. Tienen una densidad energética en torno a los 900 kWh/m³.

| Características | Pellets | Astillas |
|---|---------|----------|
| Poder calorífico inferior, kWh/kg | 4,7 | 3,7 |
| Poder calorífico inferior, kWh/m ³ | 3055 | 925 |
| Densidad aparente en el silo, kg/m ³ | 650 | 250 |
| Humedad, % | 8% | 20-50% |
| Contenido en cenizas, % | 0,50% | 1,00% |

Fig. 17: Características típicas de las astillas de madera y de los pellets comerciales.

El silo de obra con alimentación a través de tornillo sinfín es el más apropiado para la utilización de la astilla como combustible. Los tornillos sinfín permiten el transporte de las astillas que tienen una mayor granulosidad y con diferentes tamaños. Se debe de garantizar la ausencia de humedad en el silo, ya que la biomasa aumente de volumen y pierda parte de sus propiedades como combustible. Si no se puede garantizar la ausencia de humedad es preferible elegir un almacenamiento prefabricado. Este tipo de combustibles es seleccionado para grandes consumos de biomasa, con potencias mayores a 60 kW (potencia equivalente a generar confort térmico en 600m²).

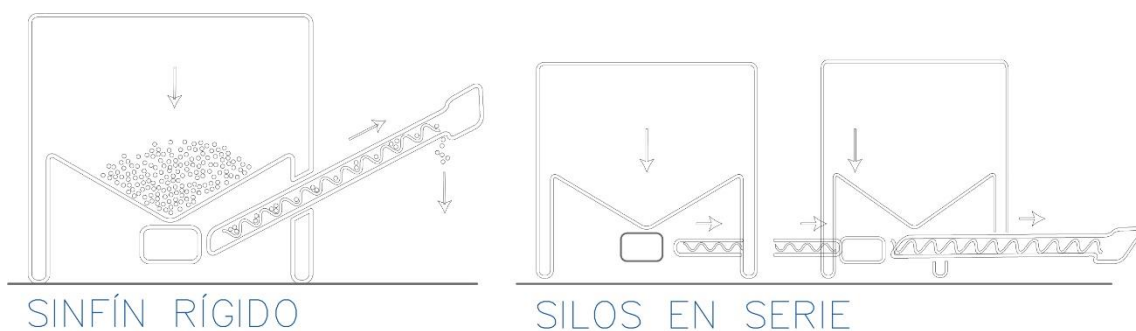


Fig. 18: Funcionamiento de la alimentación tornillo sinfín.

Tercero, Los residuos agroindustriales son fundamentalmente los provenientes de las industrias de la producción de aceite de oliva y aceituna, de las alcoholeras y de la uva, y de los frutos secos. Son combustibles económicos y de buena calidad, aunque hay que prestar atención a las calidades de una misma biomasa, ya que por ejemplo en el caso del hueso de aceituna hay que eliminar pieles, para reducir labores de mantenimiento y mejorar la operación de la caldera. (IDAE, 2009)



Fig. 19: muestra del hueso de aceituna.

Cuarto, Los combustibles tradicionales: la leña y las briquetas son combustibles con menor frecuencia de uso que los anteriores, pero existen calderas modernas diseñadas para su utilización. Se emplean casi exclusivamente en calderas de viviendas unifamiliares y en geografías donde este tipo de biomasa es abundante.

La leña proviene de trocear troncos que no van a ser utilizados en producir madera y pueden ser fabricados por los propios usuarios. Al igual que en los demás tipos de biomasa, la energía que producen al ser quemados depende del tipo de biomasa y de la cantidad de humedad que contenga. La leña debe introducirse de forma manual en la caldera, varias veces al día. Se trata de recursos económicos.

Las briquetas son cilindros de biomasa densificada de tamaño superior al pellet proveniente de serrines y virutas de aserraderos. Normalmente sustituyen a la leña en las calderas. Tienen una humedad menor al 10%, un poder calorífico inferior superior a los 16,9 MJ/kg y una densidad entorno a los 1.000 kg/m³.

| Combustible | PCI (kJ/kg) | PCI (kWh/kg) | Humedad b.h. (%) |
|-------------------------|---------------|--------------|------------------|
| Pellets | 17.000-19.000 | 4,7-5,3 | <15 |
| Astillas | 10.000-16.000 | 2,8-4,4 | <40 |
| Hueso de aceituna | 18.000-19.000 | 5,0-5,3 | 7-12 |
| Cáscara de frutos secos | 16.000-19.000 | 4,4-5,3 | 8-15 |
| Leña | 14.400-16.200 | 4,0-4,5 | <20 |
| Briquetas | 17.000-19.000 | 4,7-5,3 | <20 |

Fig. 20: Comparativa de la potencia calorífica inferior y de la humedad de los diferentes tipo de biomasa.

El espacio requerido para el almacenamiento de una vivienda varía dependiendo del combustible utilizado. En una casa de 150 m² con demanda anual de calefacción y agua caliente con leña necesitaría un espacio dos veces más grande que con pellets. En el caso de la astilla de madera el espacio puede ser hasta cuatro veces mayor.

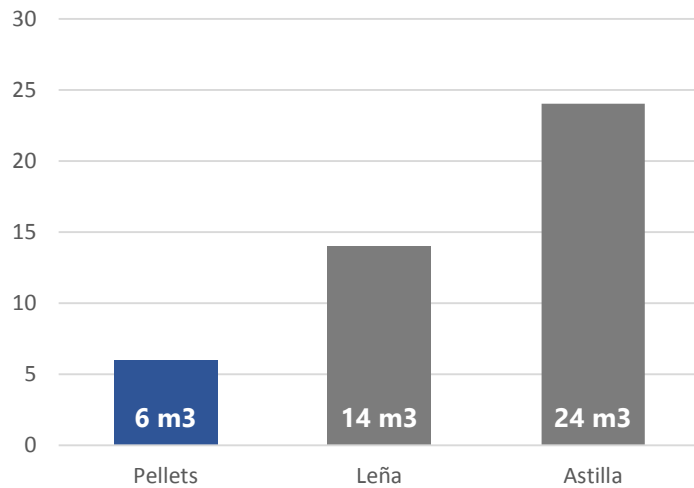


Fig. 21: Espacio requerido para el almacenamiento en vivienda de 150 m².

2.1.3.2 Ventajas de la biomasa

La biomasa puede reducir la dependencia energética de España, ya que es un recurso económico desaprovechado y el cual exportamos como energía barata a otros países de la unión europea para después importar combustibles fósiles a un valor mucho mayor.

La generación de empleo es otra de las ventajas de la utilización de la biomasa. El ratio entre los empleos que se generan por cada 10.000 habitantes entre biomasa y los combustibles fósiles es de 1 a 15.



Fig. 22: Comparativa entre la generación de empleo en el sector del petróleo y gas natural, y del sector de la biomasa.

Ahorro asegurado y garantía de precios bajos.

El ahorro al cambiar a un sistema de generación de calor a través de biomasa debe de ser pensado a largo, ya que la inversión inicial será mayor a la de un sistema tradicional pero está tiene un retorno de 2 a 4 años.

Los costes de inversión dependen del uso final de la energía, de tal manera que siempre serán más altos para usos térmicos domésticos (alrededor de 450 €/kW) que para industriales (en el entorno de los 100 €/kW).

El caso de Austria es un buen ejemplo para conocer cómo serán los precios cuando se generalice el uso de la biomasa en España, ya que llevan utilizando estos sistemas desde hace más de quince años. Allí el mercado de la bioenergía está desarrollado y el precio de la biomasa se mantiene estable en los 5 c€/kWh, frente al del gasóleo que fluctúa llegando a doblar su valor.

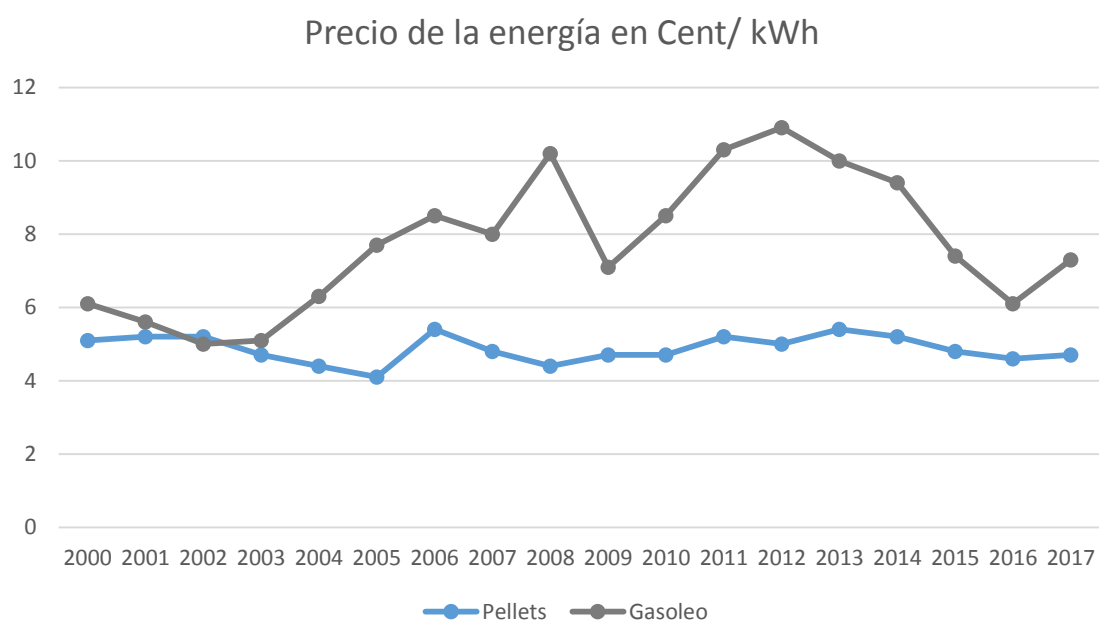


Fig. 23: Precios de la energía en Austria en c€/kWh.

Los cultivos energéticos

España se sitúa en tercer lugar de Europa en superficie forestal arbolada (18,4 millones de hectáreas en 2015), por detrás de Suecia y Finlandia. España es el país de Europa con mayor incremento de superficie de bosque, con un ritmo anual del 1,91%, muy superior a la media Europea 0,51%, (FAO, 2015). Por otra parte la posibilidad anual de extracción de madera es aproximadamente de 46 millones de m³ y actualmente el volumen de cortas es del 19 millones de m³, por lo tanto la tasa de extracción es de 41% y la tasa media europea es de 69%. Con todo ello las posibilidades de crecimiento del sector son amplias. (IDAE, 2009)

Los residuos forestales son una importante fuente de biomasa que actualmente es poco explotada. Estos residuos proceden de podas, claras, limpiezas, entresacas, desbroces, rozas, etc., y su extracción supone ventajas y perjuicios para los montes, que es preciso evaluar y sopesar a la hora de abordar un aprovechamiento integral de las masas forestales, que contemple el aspecto energético.

Entre los beneficios que supone para el bosque la extracción de los residuos, cabe destacar:

- Se favorece la regeneración natural de las masas.
- Se incrementa el crecimiento volumétrico de la madera.
- Se obtienen productos maderables de mayor calidad y mejores escuadrías.
- Se reducen considerablemente el peligro de incendios y la propagación de los mismos.
- Mejora el estado fitosanitario de los montes y se reduce el riesgo de plagas.
- Mejoran los hábitats para la caza.
- Se potencia el uso recreativo de los montes.
- Mejora la estética ambiental.
- Se facilita el acceso y los trabajos silvícolas y de extracción, con la consiguiente reducción de los costes de producción.

En cuanto a los posibles perjuicios, se pueden citar:

- Aumento del peligro de erosión por la reducción de la cubierta vegetal.
- Pérdida de fertilidad por extracción de nutrientes.

No obstante, estos riesgos se pueden minimizar planificando los trabajos de manera racional o actuando en los lugares y condiciones adecuadas y realizando las extracciones de forma moderada.

Ciclo cero de la biomasa

La utilización de la biomasa como recurso energético constituye un factor importante de reducción de las emisiones mundiales de dióxido de carbono al ser empleada para calefacción, y al ser transformada en biocarburantes, ya que el proceso de su combustión no afecta al aporte de CO₂ al ambiente, puesto que las plantas y los árboles al crecer captaron este gas de la atmósfera y ahora al quemarse lo liberan a la misma. La utilización de biomasa disminuye las emisiones de azufre, de partículas y de contaminantes como CO, HC y NO_x.

2.1.4. Instalaciones de Biomasa en edificios colectivos.

Las instalaciones de calefacción con biomasa ofrecen diferentes posibilidades. Podemos encontrar instalaciones de generación de calor mediante plantas de district heating, sistemas de calefacción de tamaño medio (50-500 kW) y sistemas de calefacción para viviendas unifamiliares (hasta 40 kW)

2.1.4.1 Sistemas de calor

Un district heating o calefacción urbana, presentan una potencia instalada superior a 500 kW, siendo los valores normales entre 600 kW y 2.500 kW. Estos sistemas se utilizan para dar calefacción y agua caliente sanitaria a varios edificios y viviendas unifamiliares, a un barrio e, incluso, a poblaciones completas.



Fig. 25: Esquema de una instalación de una calefacción urbana.

La estructura de un sistema "district heating" con biomasa se divide en tres partes diferenciadas:

- Suministro de la biomasa.
- Planta de generación de energía.
- Red de distribución y suministro de calefacción a los usuarios.

En la red de tuberías se diferencia el circuito de calor y el circuito de frío. Las tuberías pre-aisladas en fábrica están compuestas por la tubería de acero, el aislamiento de espuma de poliuretano inyectado en continuo, con cableado de cobre integrado y la cubierta exterior de polietileno de alta densidad.

El fluido calo portador utilizado en estas instalaciones es agua, con una temperatura de funcionamiento entre los 80 y los 90 °C, aunque también se puede trabajar con agua sobrecalentada a 120 °C, si la instalación es muy grande. Utilizando agua sobrecalentada, se trabaja con caudales menores a iguales potencias, con lo que se ahorra en tuberías, pues sus diámetros son menores. El fluido calo portador es conducido mediante electrobombas, que constantemente pasan el agua entre las

calderas y las viviendas. El calor se distribuye mediante un sistema de conductos soterrados, que permiten conducir el agua caliente varios cientos de metros e, incluso, algunos kilómetros.

El gasto energético por vivienda o punto de consumo se controla con medidores de energía que evalúan el caudal de agua que pasa a la instalación individual, así como la temperatura a la que llega y la temperatura a la que sale de vuelta a la central. Con estos datos se calcula el gasto y se factura de forma equitativa.

Las principales ventajas de la implantación de un "district heating" son:

- Ahorro en factura energética, con menores costes fijos y variables de explotación.
- Mejor calificación energética y mejor valorización del inmueble.
- Mayor disponibilidad de espacio útil.
- Ausencia de equipos propios de producción y chimeneas, con lo que eliminamos posibles averías, reposiciones, riesgos de combustión, ruidos, vibraciones y costes de mantenimiento.
- Flexibilidad y adaptabilidad para disponer de mayor potencia.
- Permanente actualización tecnológica.
- Mayor garantía y seguridad en el suministro energético.
- Posibilidad de realizar otras intervenciones: red fibra óptica.

Especialmente la central térmica es la mejor solución para nuestro edificio. El proceso de adhesión a la red se realiza mediante unos módulos de intercambio de calor individuales se transmite el calor del agua calentada en la central, para su uso en agua caliente sanitaria y/o calefacción. Mediante contadores de calor individuales, se controla y se factura el calor consumido por cada vivienda. Este pequeño elemento es muy similar que el utilizado en las redes de calor de gas natural.



Fig. 26: Equipamiento para la adhesión a la red de calor.

Instalaciones de tamaño medio (50-500 kW)

Las instalaciones de tamaño medio están diseñadas para suministrar calor a un edificio, que puede ser de viviendas, oficinas, hotel, etc. La calefacción y ACS se producen en unas condiciones similares de confort y seguridad a las calderas de gasóleo o gas natural.



Fig. 27: Instalación de calderas de pellets Okofen.

Las instalaciones que incluyen calderas de biomasa de tamaño medio son más sencillas en su gestión, aunque es preciso contar con una empresa especializada en su instalación, operación y mantenimiento.

Se han hecho grandes avances respecto al aumento del rendimiento y en la reducción de las emisiones de partículas y monóxido de carbono CO. Los avances se han alcanzado particularmente en el diseño de la cámara de combustión, en el suministro del aire de combustión y en los sistemas de control automático del proceso de la combustión. El estado actual de la tecnología de las calderas automáticas parece haber aumentado su rendimiento de un 60 % a un 85-92 % durante la década pasada y se ha logrado una disminución de las emisiones del CO desde valores del rango de 5.000 mg/m³ hasta valores de 50 mg/m³ y menores.

Cuando se proyecta un sistema de calefacción de biomasa para un edificio de viviendas, se debe asegurar la proximidad de un suministrador que entregue el combustible de forma periódica. El RITE establece que como mínimo el espacio de almacén debe proporcionar a la instalación una autonomía de 15 días.

Por otro lado los contenedores térmicos son ideales para edificios de viviendas, sistemas centralizados, instalaciones deportivas, industria, sector hotelero, donde no encontremos espacio para las instalaciones.



Fig. 28: Esquema de funcionamiento de un contenedor llave en mano.

La instalación es construida en un contenedor marítimo de metal o en hormigón armado impermeabilizado, que permite la instalación semienterrada. Equipadas con calderas de alta eficiencia y que cumplen con las normas europeas más estrictas tanto de emisiones como de eficiencia.

Sus costes de construcción son fijos, lo que otorga seguridad y fiabilidad a la hora de comenzar la obra, además tendrán todos los documentos para la legalización ya disponibles (antiincendios, estática, Normas EN, etc).

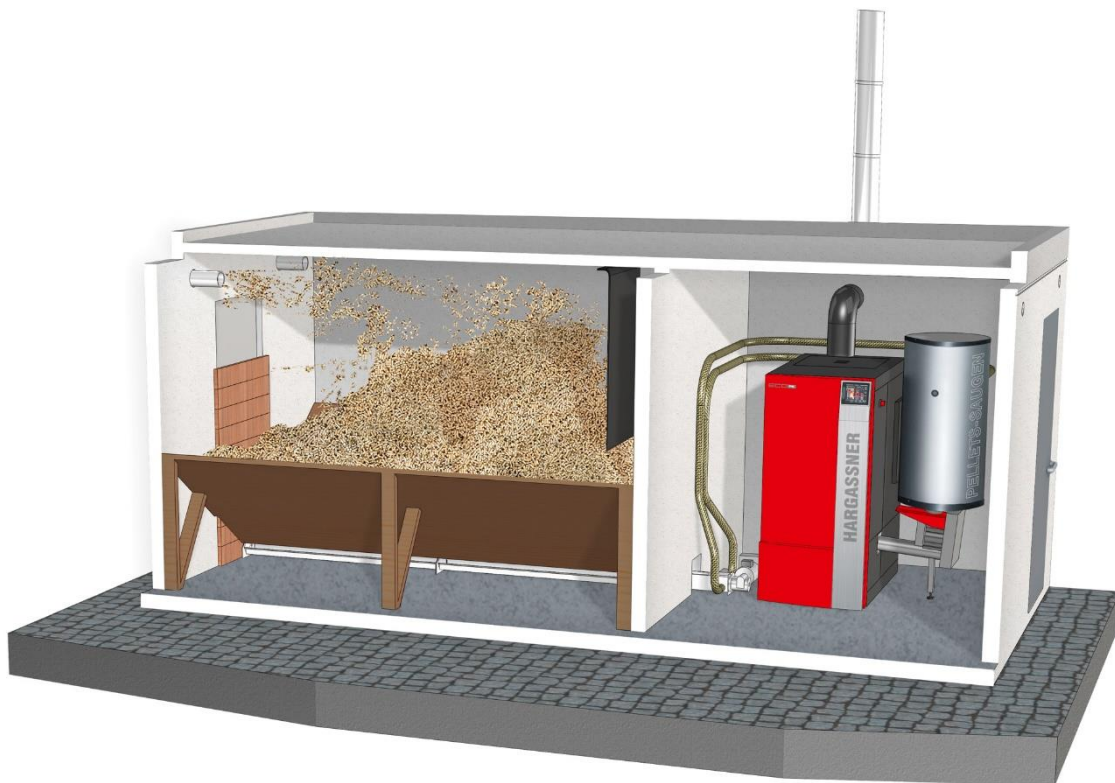


Fig. 29: Esquema de funcionamiento de un contenedor de biomasa a partir de pellets de madera.



Fig. 30: Instalación de biomasa en un contenedor marítimo.

Instalaciones para viviendas unifamiliares (hasta 40 kW)

Las calderas de hasta 40 Kw se utilizan para cubrir las necesidades de calefacción y ACS de viviendas unifamiliares e incluso edificios de pequeño tamaño.

En el mercado existen calderas desde 15 Kw, por lo que se hacen flexibles a cualquier tipo de usuario y pueden ser usadas como un sistema de calefacción normal, con radiadores, suelo radiante, sistemas de aire caliente, y para producción de ACS.

2.1.4.2 Transporte al almacenamiento

A la hora de la elección del tipo de caldera y del combustible que se utilizará en una instalación de biomasa es importante tener en cuenta la fiabilidad del suministro, es decir, que podremos abastecer a la instalación en cualquier momento y a un precio razonable.

Hasta hace pocos años la instalación de un sistema de biomasa en nuestros hogares no suponía una gran ventaja para el usuario, ya que a pesar de que se trata de un sistema renovable, no se podía garantizar el suministro de combustible pues la red de distribución era relativamente escasa.

En la actualidad, la forma de distribución de los combustibles de pequeña granulometría, como pellets, huesos de aceituna o astillas, se lleva a cabo bien en sacos normalizados de 15 kg o bien mediante un camión cisterna que de forma neumática

descarga el combustible en el silo o tolva del consumidor. Existe también la posibilidad de realizar el suministro con un camión con volquete cuando se trate de almacenamiento en silos enterrados. Este caso es más común para las astillas.

En sacos o big bag

La distribución en bolsas se realiza normalmente de dos formas, en bolsas pequeñas o sacos grandes. Las bolsas pequeñas, con capacidad de 15 o 25 kg se usan para estufas y calderas pequeñas con depósito de carga manual o depósito intermedio. Los sacos grandes, o big bags, tienen un volumen de 1 m³ y son apropiados para sistemas de almacenamiento con silo o recarga manual de las tolvas. Ambos tipos de bolsas pueden ser apiladas en palets y ser vendidas en puntos de venta al por menor. Esto puede afectar a las propiedades de los combustibles si no se almacenan en lugares apropiados o son dejados al aire libre.



Fig. 31: Palet de pellets de 70 sacos y palet de 1 tonelada.

El transporte de pellets paletizados se realiza en camiones tipo tauliner o tráiler. Al estar protegido el pellet por el saco y el flejado no son necesarias precauciones especiales. Por supuesto se deben manejar los palets con cuidado para no dañar la mercancía y sobre todo se deben fijar bien los palets dentro de la caja mediante cinchas para que durante el transporte no se muevan y se dañen.

Este formato de envasado está pensado para pequeños consumos, y la utilización de un almacenamiento integrado en la caldera, como se detalla en el apartado 2.1.4.3.

A granel en camión cisterna. Las cisternas se suelen utilizar para transporte a usuarios finales y los almacenes deben tener los sistemas adecuados para conectar las tuberías de descarga. La descarga en este tipo de camiones es neumática mediante "soplado".

Esta presión y fricción del pellet las tuberías de descarga y con las paredes del almacén hacen que los pellets sufran algo de desgaste y se generen finos. Para evitar que ese desgaste sea excesivo, ENplus® obliga a que los camiones cisterna estén equipados con un sistema de alimentación poco abrasivo: la tubería de entrega podrá desviar la corriente eléctrica (puesta a tierra del vehículo) y tendrá un revestimiento para reducir la fricción. La conexión entre tuberías no tendrá bordes afilados en sentido contrario al flujo de pellets.

Además, en la descarga, hay que asegurarse de que el aire de suministro pueda salir del almacén. Los camiones cisterna para entregas a usuarios finales deberán tener un dispositivo para extraer el aire de entrega del almacén durante la entrega, en caso necesario. Este tipo de dispositivos o soluciones alternativas que impidan que entre polvo en el edificio del cliente son obligadas por la normativa ENplus®.

Las mangueras utilizadas en el llenado de los silos están divididas en seis tramos acoplables entre sí. Aunque las cisternas deben ser capaces de suministrar a puntos a 30m, se recomienda no usar mangueras de más de 20 m ya que a mayor distancia se complica el llenado. La carga al silo se hace a través de unas toberas de 15 cm de diámetro, y el equipo de llenado debe estar dotado de un filtro antipolvo que evite la filtración de partículas.

El tiempo de descarga de un camión completo de 15 toneladas puede ser de unos 30 minutos, a los que hay que añadir unos 20 minutos de preparación.

El camión cuenta con dos mangueras, una de llenado y otra de succión. Una vez conectadas a las toberas del silo, mientras la manguera principal rellena el silo de pellets, la manguera de succión absorbe los finos introducidos y evita la creación de una sobrepresión en el almacenamiento.



Fig. 32: Descarga de pellets por camión cisterna.

La utilización del camión cisterna de pellets es muy similar al utilizado en los combustibles fósiles. Es importante definir una distancia máxima de 30 metros desde la boca de carga del silo hasta donde se pueda aproximar el camión cisterna.

Camión con volquete o basculantes.

Se suelen utilizar para transportar pellets o astilla en grandes cantidades: a grandes clientes, a distribuidores, para llevar o traer del puerto en las importaciones y exportaciones.

Con un diseño adecuado del recinto de almacenamiento, el suministro puede ser tan fácil como verter la carga en el silo o bombearla mediante un sistema neumático. Así, se elimina la necesidad de manipulación o equipamiento adicional.



Fig. 33. Descarga a través de camión con basculante.

Las implicaciones de este sistema es la previsión de la altura del basculante cuando está completamente extendido. Si la descarga se realiza en una carreta con dos vías de circulación, se intentará colocar la recepción del silo en un ángulo de 45° para facilitar la descarga y no obstaculizar el tránsito rodado.

Pisos móviles

Son camiones similares a los volquetes pero en vez de descargar basculando la caja lo hacen por un mecanismo que mueve el suelo de la caja. No son muy habituales para pellets de madera utilizándose más para biomásas tales como astilla o serrín por facilitar mucho la descarga (el pellet al funcionar como un fluido facilita bastante su descarga).



Fig. 34. Descarga con camión con volquete en el caso de estudio del balneario de Mondariz.

La principal diferencia de este sistema con el basculante, es que el remolque no necesita elevarse para hacer la descarga, esto lo consigue gracias al desplazamiento, adelante y atrás, del pavimento o piso del remolque. Este sistema facilita la descarga ya que no tenemos que tener previsión de la altura del basculante del camión.

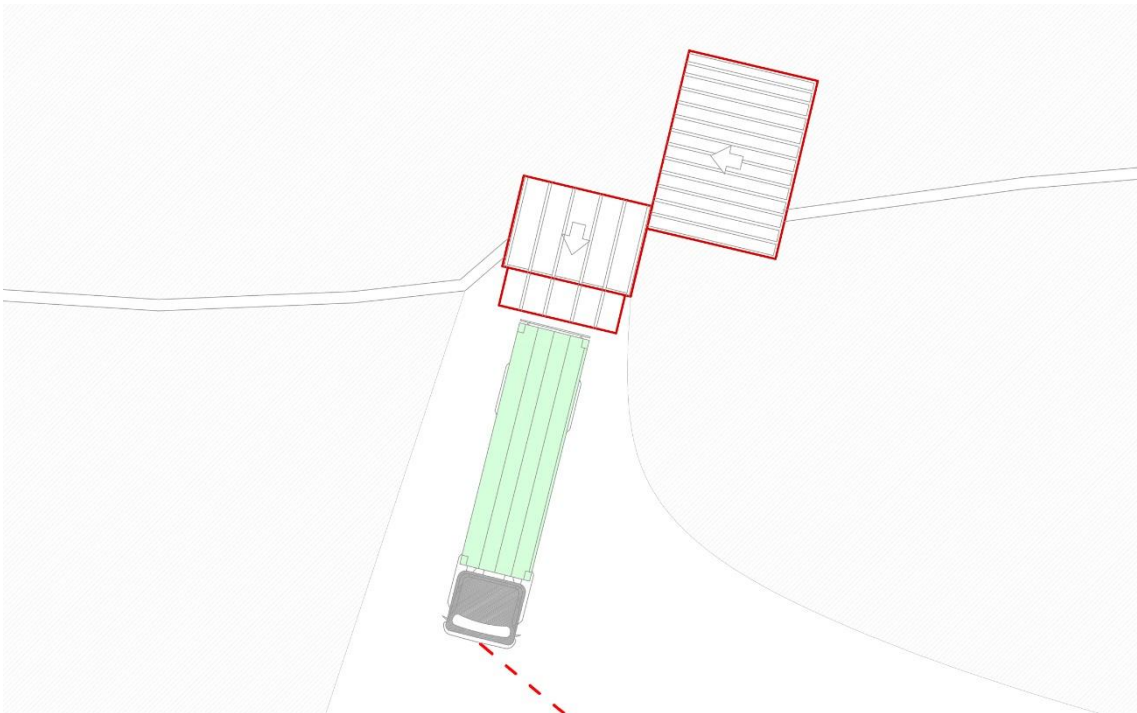


Fig. 35. Descarga de camión basculante o piso móvil.

2.1.4.3 Tipos de almacenamiento

El almacenamiento tanto de combustibles secos, con un contenido de humedad de alrededor del 10%, como de los pellets de madera requiere un ambiente protegido para mantener bajo el contenido de humedad y, en el caso de pellets, la estructura del combustible. Por lo tanto, las condiciones de almacenamiento de este tipo de combustibles son completamente diferentes de la de los combustibles húmedos, como por ejemplo madera.

Elección de la localización de la sala de almacenamiento

Para la localización óptima de la sala de almacenamiento de los pellets, debe tenerse en cuenta que éstos son generalmente entregados por un camión cisterna, los cuales introducen el combustible por presión mediante mangueras.

La sala de almacenamiento y el acceso a los camiones cisterna deben estar diseñados para que la distancia sea la menor posible; de esta manera el daño a los pellets se minimizará. Además hay que tener en cuenta que las cisternas, por lo general, tienen unas mangueras de bombeo con un máximo de 30 m. de longitud. Por lo tanto, la sala de almacenamiento de pellets se debe colocar a una distancia máxima de 30 m. desde el lugar donde el camión puede aparcar. Si la manguera de bombeo tiene que ser más larga, se debe consultar al proveedor para aclarar si disponen de ellas.

Acceso a la sala de almacenamiento

El camino de entrada para los camiones cisterna debe tener al menos 3 m de ancho con una altura libre de al menos 4 m. Si es posible, el almacenamiento debe tener una pared exterior para permitir el acceso a los conectores de llenado desde el exterior. En cualquier caso, debe haber suficiente espacio para maniobrar para colocar la manguera a los conectores.

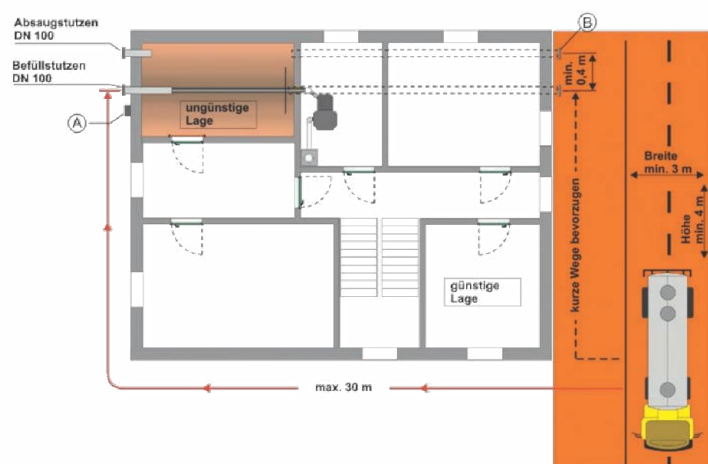


Fig. 36: Esquema de conexión de una cisterna.

A: Equipamiento extra recomendado: 230 voltios de salida eléctrica para el ventilador del sistema de carga de pellets y / o el interruptor de corte de la caldera.

B: Consejo: Se recomienda tener una ruta alternativa para las mangueras de llenado en el interior del edificio para acortar la longitud de la manguera en caso de ser necesario.

Tipos de almacenamientos

Básicamente, los tipos de almacenamiento pueden dividirse en almacenamientos prefabricados y almacenamientos de obra, ya sean de nueva construcción o habitaciones existentes previamente adaptadas para su nuevo uso. La siguiente tabla muestra un resumen de las diferentes opciones de almacenamiento en instalaciones domésticas.

| Tipo de almacenamiento | Tipo de almacenamiento | Sistema de carga del silo | Sistema de alimentación de la caldera |
|---|----------------------------------|--|---------------------------------------|
| Almacenamiento prefabricado | Contenedor o tolva exterior | Sistema neumático | Tornillo sinfín o sistema neumático |
| | Silo flexible | Sistema neumático o semiautomático | Tornillo sinfín o sistema neumático |
| | Depósito subterráneo | Sistema neumático | Sistema neumático |
| | Tolva o almacenamiento integrado | Semiautomático | Semiautomático |
| Almacenamiento de obra (sala de nueva construcción o adaptación de una existente) | Con suelo inclinado de 2 lados | Sistema neumático o descarga directa a través de trampilla | Tornillo sinfín o sistema neumático |
| | Con suelo inclinado de 1 lado | Sistema neumático o descarga directa a través de trampilla | Tornillo sinfín o sistema neumático |

Fig. 37: Tipos de almacenamientos domésticos.

Los almacenamientos prefabricados están diseñados específicamente para combustibles de pequeña granulometría y estandarizados: pellet, astillas, huesos de aceituna o cáscaras de almendra.

Almacenamiento prefabricado - Contenedor o tolva exterior

Este sistema es la opción más razonable para usuarios que dispongan de poco espacio. Permite almacenar hasta 3.000 kg de combustible con lo que se pueden conseguir largos periodos de autonomía de la caldera. Se sitúan al lado del edificio y la caldera, y son sistemas de fácil instalación que no requieren la realización de una obra para su

colocación. Su llenado se realiza mediante un sistema neumático, y la alimentación de combustible a la caldera puede ser de forma neumática o con un tornillo sinfín.



Fig. 38: TOLVA EXTERIOR CON ALIMENTACIÓN MEDIANTE TORNILLO SINFIN.

Almacenamiento prefabricado - Silo flexible

Pueden ser de lona o polipropileno, y de forma cuadrada o rectangular, con capacidad de 2 a 10 toneladas de combustible. Es un sistema óptimo en lugares en los que haya espacio suficiente para su instalación. Pueden colocarse tanto en el interior como en el exterior siendo recomendable que no esté apoyado contra paredes húmedas. Cuando va colocado en el exterior es necesario protegerlo frente a la lluvia y los rayos ultravioletas, y habrá que asegurarse de que el piso pueda soportar el peso del silo lleno. El silo es soportado por una estructura metálica permeable al aire conectado a tierra para evitar cargas electrostáticas. Se rellena de biomasa por la parte superior y la descarga para la alimentación de la caldera es por la parte inferior mediante tornillo sinfín o un sistema neumático. Este tipo de almacén puede colocarse en habitáculos disponibles y adaptarlos a la forma del almacén.



Fig. 39: Silo flexible de la marca Supersilo.

Las medidas en planta de la sala donde se situé el silo deben ser al menos de 7 a 10 cm más largas que las del silo flexible. Es necesario además que exista una distancia de 30 cm de separación entre el silo y la pared por donde entrará el tubo de abastecimiento. La altura del cuarto debe ser al menos de 220 cm. Las paredes y techo del cuarto

destinado al silo y de la sala de la caldera cumplirán con la resistencia al fuego establecida en las normas vigentes de construcción y antiincendios, que se indican en el apartado siguiente con detalle.

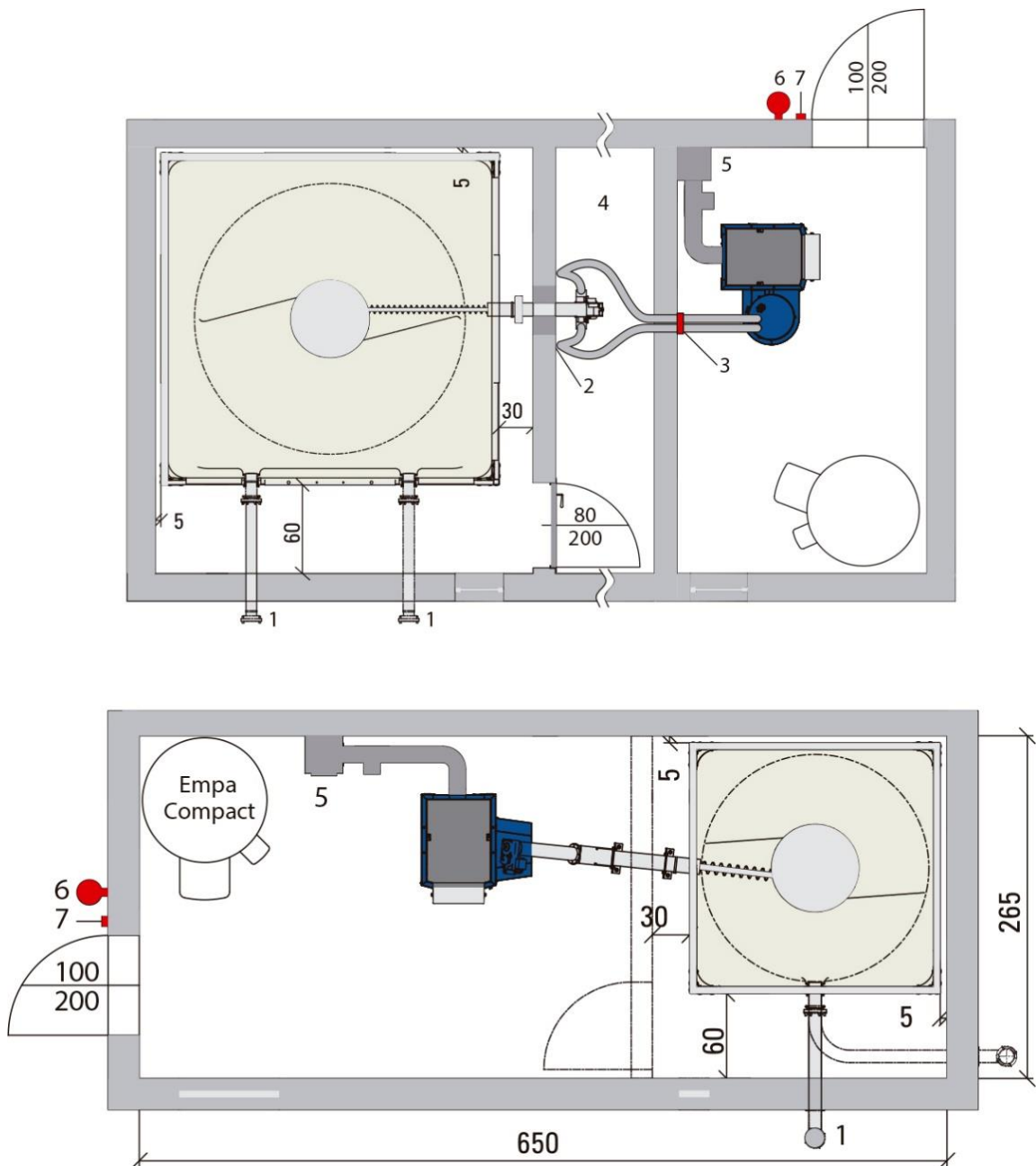


Fig. 40: Silo flexible con sistema de succión y tornillo sinfín a la caldera.

Leyenda:

- 1: Toberas de inyección de pellets: 1 o 2 toberas de inyección.
- 2: Pasamuros 35x35 cm: cerrar después del montaje, canal acústicamente aislado.
- 3: Manguito de protección contra incendios de \varnothing 6 cm, y orificio de \varnothing 7 cm, y cerrar después del montaje.
- 4: Cámara intermedia
- 5: Salida de humos.
- 6: Extintor de incendios.
- 7: Interruptor de parada de emergencia

Almacenamiento prefabricado - Depósito subterráneo

Son depósitos situados en el exterior de la vivienda, que se construyen cuando no hay otro espacio para el almacenamiento y mediante un tornillo sinfín se transporta el combustible a la caldera.



Fig. 41: Silo subterráneo de la marca Supersilo.

Los depósitos subterráneos son resistentes a la corrosión y al paso del tiempo, y la conexión del tanque subterráneo con la vivienda debe ser estanca. Ésta se hará mediante un tubo corrugado, al menos a 300 mm de profundidad respecto al nivel del suelo, por el que pasarán todos los conductos del sistema.

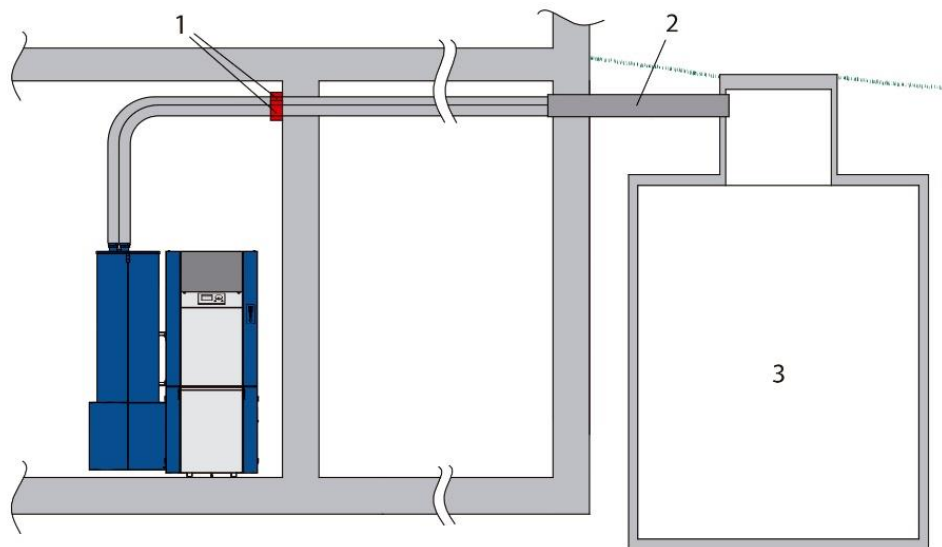


Fig. 42: Alimentación neumática con tanque subterráneo.

Leyenda:

- 1: Manguito de protección contra incendios de \varnothing 6 cm, y orificio de \varnothing 7 cm, y cerrar después del montaje.
- 2: Se debe instalar un tubo protector (\varnothing 150 o 200 mm) para el tendido subterráneo de las mangueras de succión. El tubo protector y el pasa-muros deben ejecutarse sellados hacia el exterior.
- 3: Depósito subterráneo.

Almacenamiento prefabricado - Almacenamiento integrado

Algunas calderas o sistemas de calefacción disponen de un almacenamiento intermedio tipo tolva integrado en la caldera. Su ventaja reside en el poco espacio que ocupa y se recomienda su uso en el caso de no disponer de suficiente espacio para un almacenamiento independiente. Son depósitos con menor capacidad lo que puede suponer un inconveniente si no dispone de un suministro habitual. Pueden encontrarse almacenamientos integrados en calderas de hasta 40 kW, con capacidad de hasta 2 m³.

En este tipo de situaciones, la sala donde se encuentre la caldera con la tolva integrada, debe contar con una rejilla de ventilación de al menos 400 cm² y en la parte exterior de la sala, justo al lado de la puerta de entrada se colocará un extintor y un interruptor de emergencia con el que se pueda efectuar el paro inmediato de la caldera.



Fig. 43: Caldera automática con silo de pellets incorporado.

Almacenamiento de obra

Los almacenamientos de obra son salas de nueva construcción o salas existentes adaptadas para su uso como si lo de biomasa. Su característica más importante es la ausencia de humedad, ya que ésta hace que la biomasa aumente de volumen y pierda parte de sus propiedades como combustible. Si no se puede garantizar la ausencia de humedad es preferible elegir un almacenamiento prefabricado de tipo silo flexible o depósito subterráneo.

En el caso de combustibles de pequeña granulometría como pellets, astillas o huesos de aceituna existen silos de almacenamiento específicos que incluyen sistemas automáticos de alimentación de la caldera.

Para todos ellos se recomienda que la puerta que da acceso al almacenamiento tenga las siguientes características:

- Estanqueidad al polvo para evitar la filtración de finos a otras habitaciones.
- En caso de suministro neumático al silo, la puerta debe situarse bajo el nivel de las toberas ya que el combustible se almacena preferentemente en el lado opuesto. Si el llenado es por descarga directa, la puerta estará en el lado opuesto a la trampilla de carga por las mismas razones.
- Dispositivo interior de contención para evitar la salida de la biomasa al abrir la puerta. Suele consistir en varios listones de madera unos encima de otros, que

se pueden ir deslizando hacia arriba y sacándose hasta ver la altura de la biomasa almacenada.

- Apertura hacia fuera y mirilla o ventana pequeña para poder realizar la inspección visual del silo sin abrir la puerta.

Con suelo inclinado de dos lados

Esta solución es recomendable en silos rectangulares en los que un rascador no podría barrer toda el área del silo. Se colocan dos falsos suelos inclinados para que el pellet almacenado entre ellos se deslice por gravedad hasta el tornillo sinfín que transporta el combustible a la caldera o hasta el sistema de alimentación neumática que permite que el silo esté situado hasta a 30 m de la caldera.

El tornillo sinfín, en codo, consta a su vez de un tornillo rígido de extracción, que es el que está en el silo propiamente dicho, y de uno elevador, que salva el desnivel entre el final del tornillo de extracción y la entrada de biomasa a la caldera. Es recomendable una inclinación de las rampas de entre 35 y 45 o para facilitar el vaciado del silo. La desventaja principal de este sistema radica en los espacios muertos existentes debajo de las rampas inclinadas, lo que hace que sólo alrededor de 2/3 del total del volumen del silo sea útil como almacenamiento.

Es muy importante la inclinación y altura de las rampas, pues la biomasa puede atascarse si el diseño no es el adecuado.

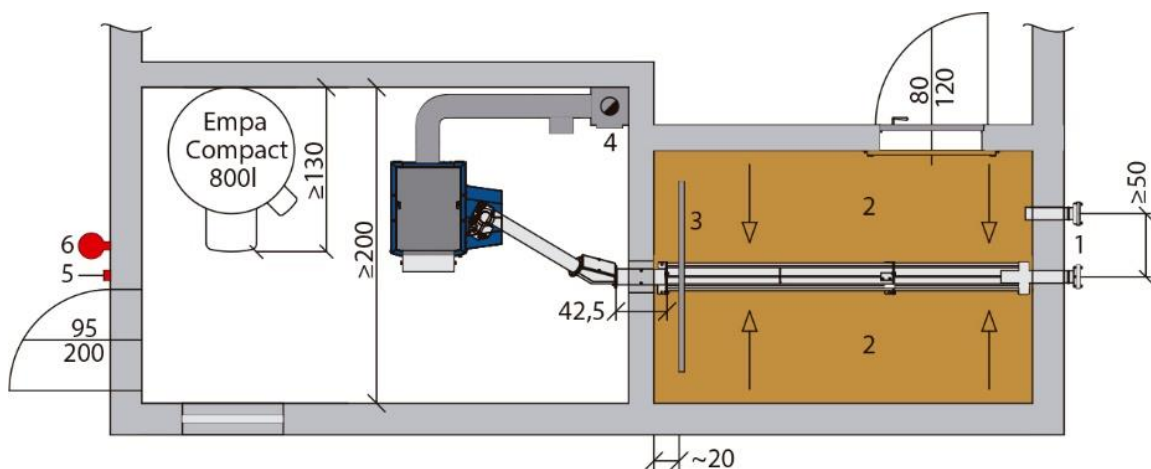


Fig. 44: Silo de obra y alimentación a través de tornillo sinfín.

Leyenda:

1: Toberas de inyección de pellets: 1 o 2 toberas de inyección.

2: Suelo inclinado.

3: Pantalla de protección de impactos

4: Salida de humos.

5: Extintor de incendios.

6: Interruptor de parada de emergencia

2.1.4.4 Protocolo de seguridad en el almacenamiento

El diseño de los silos de almacenamiento debe cumplir una serie de premisas para prevenir el daño del combustible o una auto-combustión. La sala de almacenamiento deberá cumplir los siguientes requisitos:

- **Ausencia de humedad**, Las paredes, suelo y techo del almacenamiento no permitirán filtraciones de humedad, impermeabilizándolas en caso necesario. El almacenamiento de las astillas debe estar bien ventilado para permitir su secado y evitar la aparición de mohos.

- **Las instalaciones eléctricas** dentro del almacén no están permitidas y cuando se utilice un sistema neumático para el transporte de la biomasa, ya sea del camión al silo o del silo a la caldera, el sistema deberá contar con una toma de tierra para evitar la aparición de chispas por cargas electrostáticas.

- **Vaciado del sistema de almacenamiento**,

La sala de almacenamiento debe ser accesible para el mantenimiento o reparación del silo una vez realizado su vaciado. Como por ejemplo el mantenimiento del tornillo sinfín, el cual una vez al año se debe limpiar el polvo acumulado y engrasarse los cojinetes del tornillo sinfín.

- **Capacidad mínima**

En edificios nuevos la capacidad mínima de almacenamiento de biocombustible será la suficiente para cubrir el consumo de dos semanas. También las paredes y puertas del almacén deben ser capaces de soportar la presión del biocombustible almacenado.

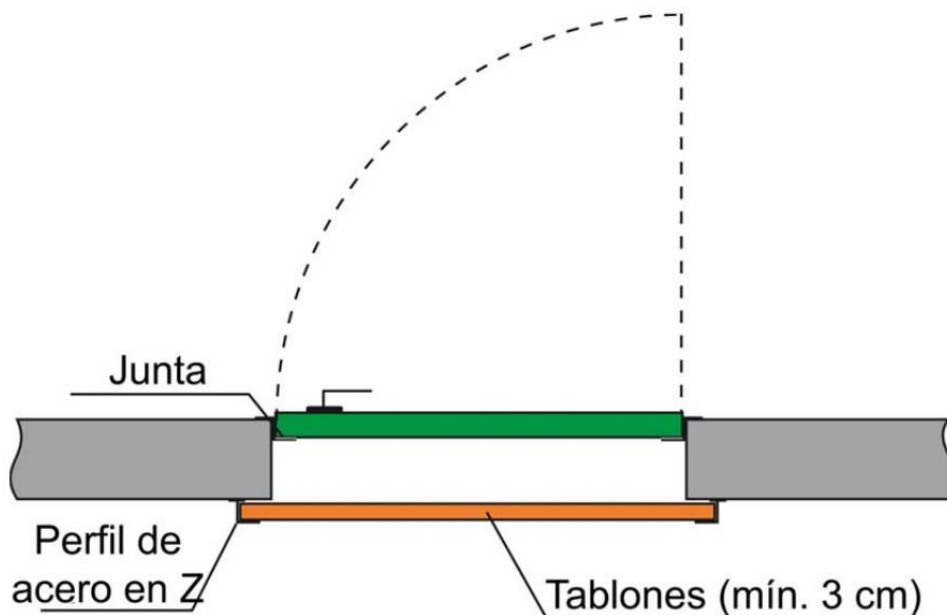


Fig. 45: Protección de la puerta del almacén contra la presión y los impactos.

- **Protección contra incendios**

En edificios nuevos el almacenamiento y la sala de máquinas deben encontrarse situados en locales distintos y con las aperturas para el transporte desde el almacenamiento a los generadores de calor dotadas con los elementos adecuados para evitar la propagación de incendios de una a otra.

En instalaciones térmicas existentes que se reformen, en donde no pueda realizarse una división en dos locales distintos, el depósito de almacenamiento estará situado a una distancia de la caldera superior a 0,7 m y deberá existir entre el generador de calor y el almacenamiento una pared con resistencia ante el fuego de acuerdo con la reglamentación vigente de protección contra incendios.

La resistencia al fuego de los elementos delimitadores y estructurales del almacenamiento de biocombustible será la que determine la reglamentación de protección contra incendios vigente (Código Técnico de la Edificación, Documento Básico SI Seguridad en caso de incendio). Los almacenes de combustible sólido para calefacción están clasificados como locales con nivel de riesgo medio, debiendo cumplir:

- Resistencia al fuego de la estructura portante: **R 120**, es decir, los elementos portantes mantendrán su función durante al menos 120 minutos desde el inicio del incendio.
 - Resistencia al fuego de las paredes y techos que separan la zona del resto del edificio: **EI 120**, es decir, que mantendrán durante al menos 120 minutos su integridad evitando el paso de la llama y de los gases.
 - Vestíbulo independiente en cada comunicación de la zona con el resto del edificio.
 - Puertas de comunicación con el resto del edificio: **2 x EI₂ 30-C5**, siendo 30 los minutos que debe mantener su integridad ante la acción del fuego, y C5 la característica de cortafuegos que debe poseer la puerta.
 - Máximo recorrido de evacuación hasta alguna salida del local: **< 25 m**
- **Ventilación del almacenamiento** por riesgo de emanación de monóxido de carbono (CO)

El CO es un gas inodoro y tóxico, cuya afinidad por unirse con la hemoglobina de la sangre es muy superior a la del oxígeno y por eso en espacios confinados la inhalación de CO causa asfixia por falta de aportación de oxígeno a nivel celular.

Los estudios existentes indican que la generación de CO por pellets de madera se debe a un proceso de auto-oxidación espontánea de los ácidos grasos de la propia madera. Los datos experimentales muestran que pequeñas cantidades de pellets de madera almacenados, pueden generar concentraciones mortales de CO en los recintos cerrados donde se almacenen aunque haya un nivel normal de oxígeno.

| Concentración de CO en el aire | Tiempo de exposición | Efecto |
|--------------------------------|-----------------------|--|
| 100 ppm | Más de 3h | Dolor de cabeza, vértigo, náuseas |
| 300 ppm | Más de 1h | Dolor de cabeza, vértigo, náuseas |
| | Más de 3h | Inconsciencia |
| 800 ppm | Más de 45 minutos | Vértigo, náuseas, rampas musculares y espasmos |
| | Entre 1 y 2 h | Inconsciencia |
| | Entre 2 y 3 h | Muerte |
| 3.200 ppm | Entre 5 y 10 minutos | Dolor de cabeza, vértigo, náuseas |
| | Entre 10 y 20 minutos | Inconsciencia |
| | Más de 1 h | Muerte |
| Más de 4.000 ppm | En 2-15 minutos | Se puede producir la muerte |

Fig. 46: Principales signos y síntomas correspondientes a la exposición a diferentes concentraciones de monóxido de carbono.

Si la zona de almacenamiento se considera como un espacio confinado es necesario adoptar las medidas de prevención siguientes:

Primero, prohibir el acceso (total o parcial) a cualquier recinto o espacio utilizado como almacén de pellets de madera, por parte de personal no autorizado y no competente para realizar trabajos en espacios confinados.

Segundo, se debe apagar la caldera de biomasa antes de entrar en un almacén, siempre consultando las especificaciones del fabricante.

Tercero, los almacenes deben de tener ventilación suficiente en todo momento. En sistemas de almacén pequeños (<10 t) las tapas de ventilación son suficientes para este fin. Además, se recomienda abrir la puerta del almacén al menos 15 min antes de entrar para que haya más aire fresco.

Cuarto, la entrada a los sistemas de almacenamiento herméticos, como almacenamientos subterráneos fabricados en hormigón o plástico, se debe hacer después de comprobar la calidad del aire interior (concentraciones de O₂, CO) antes y durante la realización de las operaciones en el interior del espacio. Incluso si la calidad del aire es aceptable, es necesario utilizar equipos de protección individual respiratoria autónomos y mantener un contacto permanente con el exterior mediante línea de vida. Por último tener presencia de recursos preventivos en el exterior del recinto.

Quinto, señalar según normativa, los aspectos siguientes: espacio confinado, riesgo de intoxicación por CO, atmósfera explosiva (ATEX), uso obligatorio de EPI's respiratorios, y ventilar adecuadamente el recinto.

| Tarea | Razón | No se requiere acceso / Silo textil | Se puede requerir acceso Silo de obra / prefabricado | Personal implicado |
|--|---|--|---|---|
| Comprobar nivel silo y calidad de los pellets | Ver nivel para solicitar combustible | Comprobar desde el exterior | Si no hay nivel ni visor, abrir la puerta de acceso | Usuario o responsable de mantenimiento o distribuidor |
| Mantenimiento anual | Engrasar elementos Limpieza del silo | Trabajo desde el exterior | Acceso al interior: aprovechar el almacén vacío | responsable de mantenimiento |
| | Motor averiado | Trabajo desde el exterior | Al motor se accede desde fuera del silo | |
| | Elementos rotos (tornillo sin fin, cojinetes...) | | Acceso al interior: hay que desplazar el combustible de la zona | |
| Reparación | Sustitución lonas anti impacto y limpieza visores | No procede | Acceso al interior por el cambio de las lonas (están en el lado opuesto de las bocas de llenado). Para la limpieza de los visores hay que desmontar las maderas de acceso al silo | |
| | Sistema bloqueado por elementos (piedras...) | | Acceso al interior: hay que desplazar el combustible de la zona donde está bloqueando | |
| | El sistema funciona pero no transporta combustible (almacén vacío, exceso de polvo que ha creado cuevas...) | Trabajo desde el exterior; hay que desmontar la parte inferior | Acceso al interior: hace falta desplazar el combustible depositado en las rampas o romper las cuevas, hasta el tornillo sin fin | |
| | Humedad en el silo o inundación (los pellets se mojan, dilatan y endurecen) | | Avería importante: los pellets bloquean todo el sistema; se tienen que retirar y no se pueden reaprovechar | |
| Otros | Visitas a la instalación | Imposible | Abrir las puertas del silo | Usuario o responsable de mantenimiento |
| | Descarga/llenado del silo | Trabajo desde el exterior | Acceso desde el exterior | Distribuidor |
| Operaciones de riesgo | | | | |

Fig. 47: Tareas más habituales que pueden implicar un acceso a la zona de almacenamiento de pellets de madera, con indicación de las tareas de más riesgo por inhalación de monóxido de carbono.

2.2. CONTEXTUALIZACIÓN

En la actualidad se está entrando en una nueva era energética que exige una actuación inmediata, cooperación global y perseverancia para alcanzar la sostenibilidad a todos los niveles. Cada vez preocupa más la capacidad de equilibrar el suministro y la demanda de energía. Según la tendencia actual, la demanda mundial de energía se incrementará en más del 40% para el 2030 (Comisión Europea, 2012) y se prevé que el consumo mundial de petróleo crezca a un ritmo del 1,5 - 2% anual, jugando un importante papel en este crecimiento la demanda de China e India. Mientras tanto, el clima del planeta se va calentando, con graves consecuencias a largo plazo a nivel medioambiental y económico.

El aprovechamiento de la biomasa por combustión directa constituyó tradicionalmente la fuente de energía más importante desde el descubrimiento del fuego hasta la revolución industrial. Hace poco más de un siglo las principales fuentes de energía eran la fuerza de hombres y animales y el calor obtenido al quemar la madera (Madrid, 2012). El ingenio humano también había desarrollado algunas máquinas con las que aprovechaba la fuerza hidráulica para moler los cereales o preparar el hierro en las ferrerías, o la fuerza del viento en los barcos de vela o los molinos de viento. Pero la gran revolución vino con la máquina de vapor, y desde entonces, el gran desarrollo de la industria y la tecnología han cambiado, drásticamente, las fuentes de energía que mueven la moderna sociedad. El desarrollo de un país pasó a estar ligado a un creciente consumo de energía de combustibles fósiles como el carbón, petróleo y gas natural.

Debido a las sucesivas crisis del petróleo en los años 1973, 79 y 85, se tomó conciencia de la necesidad de fomentar una política tendente a lograr un aprovechamiento racional e integral de los recursos energéticos, que permitiera reducir la dependencia casi exclusiva de unas fuentes limitadas y sometidas al control de unos grupos concretos capaces de ejercer su poder mediante el chantaje energético (Órtiz, 1996, p. 30).

Actualmente la biomasa, a nivel mundial, es el recurso renovable que más se utiliza, tanto en términos de energía primaria como en términos de energía final, y una de las fuentes energéticas renovables con mayor potencial de crecimiento durante las próximas décadas. (Cerde, 2012) En España, sin embargo, el desarrollo de la biomasa se encuentra en una situación de retraso con respecto a otros países de su entorno, lo que contrasta fuertemente con la existencia de abundantes recursos primarios en el país, donde existe un gran potencial por aprovechar en residuos forestales y agrícolas, y también en cultivos energéticos.

Actualmente el potencial energético de la biomasa está en constante crecimiento como afirma el PER "respecto a las aplicaciones, la implantación de tecnologías modernas para la biomasa térmica en edificios y los desarrollos tecnológicos en gasificación y ciclos ORC para la implantación de cogeneraciones hacen prever, para los próximos años, una importante expansión de la biomasa en el sector térmico en edificios e

instalaciones industriales” (PER, 2011-2020). Este desarrollo es llevado a cabo gracias a que España tiene abundantes recursos forestales y agrícolas, aunque no todos comparten este punto de vista, como en el caso de Solar, que en el 2013 argumenta que el uso de biomasa con fines energéticos en España es muy limitado, y poco competitivo frente a otras fuentes de energía, esto hace que la mayoría de aplicaciones estén referidas a aplicaciones domésticas.

La situación energética actual se presenta desconcertante para los consumidores. La crisis económica afecta a todos los sectores siendo la energía una de las más afectadas ya que la situación política repercute directamente en los precios y somos una sociedad totalmente dependiente de los recursos energéticos fósiles. La caída de las reservas petrolíferas ha provocado que se busquen otras fuentes de energía. Esto ha llevado a los biocombustibles a colocarse en una posición competitiva a pesar de encontrarse todavía en fases de desarrollo y con tecnologías en continua evolución.

2.2.1. Contexto Energético en Europa del uso de la biomasa.

Para conocer la realidad energética en Europa, será un indicador clave el informe estadístico AEBIOM's, el cual proporciona una descripción en profundidad del sector de la bioenergía en la UE-28.

Desde 2007, el Informe estadístico de la Asociación Europea de la Biomasa -AEBIOM- ha proporcionado una visión en profundidad del sector de la bioenergía en los Estados miembros de la UE28.

Es sus más de 300 páginas, AEBIOM es capaz de desarrollar un informe detallado que ayuda a la industria, los políticos, los inversores y los profesionales de la bioenergía a entender la situación de la bioenergía en Europa. Cada año desde su debut, este Informe estadístico se ha enriquecido con nueva información y estadísticas y la creciente colaboración de expertos internacionales. En la edición 2016, sobre la base de las tendencias del pasado y la realidad existente, AEBIOM ha desarrollado proyecciones hasta 2020 para la producción de calor y electricidad a partir de biomasa.

En Europa, el 61% de la energía primaria de origen renovable procede de la bioenergía, sin embargo sólo supone el 10% sobre el total energético. En concreto, según los datos del Observatorio Europeo de las Energías Renovables, EurObserv'ER, en 2014 la producción de energía primaria debida a biomasa se cuantificó en 76.999 ktep. La mayoría fue destinada a la generación de calor en viviendas unifamiliares, comunidades de vecinos y en redes de calefacción centralizada. La contribución de la bioenergía para alcanzar los objetivos de la UE para 2020 es crucial. En 2020 se espera que la bioenergía contribuya a la mitad del objetivo de la UE de alcanzar un 20% de producción de energía a partir de renovables. (European Biomass Association [AEBIOM], 2016)

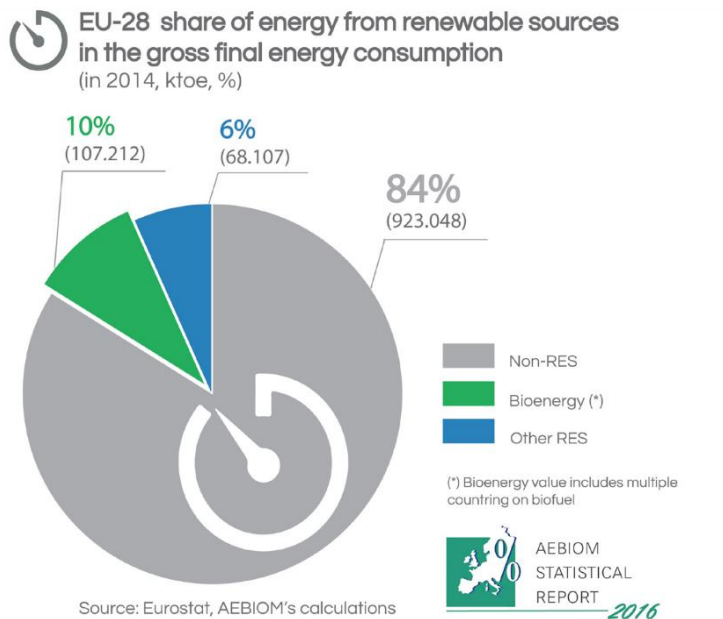


Fig. 48: Energía procedente de fuentes renovables en el consumo de energía final.

Por otro lado en 2014, la dependencia energética media de la UE28 fue del 53,4%. En Europa la dependencia energética está en constante aumento, situando a la UE28 entre las regiones energéticamente más dependientes a nivel mundial. El 99,4% de las importaciones netas de energía en Europa son de combustibles fósiles. (AEBIOM, 2016)

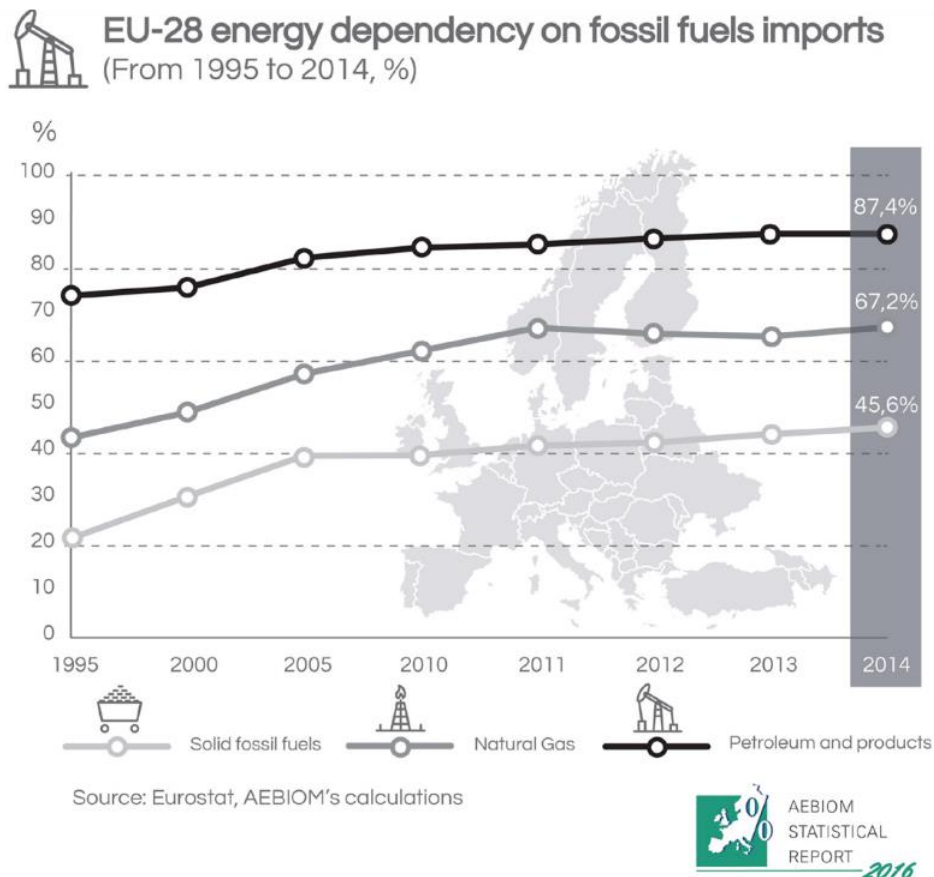


Fig. 49: Dependencia energética a la importación de combustibles fósiles de los 28 estados de la EU-28.

En la última década, el consumo de energía en Europa se ha reducido en un 17%, al mismo tiempo, la contribución de las energías renovables se ha doblado hasta alcanzar un 16% en 2014.

La calefacción y refrigeración representan alrededor del 50% del consumo energético total de la UE. El 82% de ese consumo energético se cubre utilizando combustibles fósiles. Las energías renovables se están convirtiendo en una prioridad clave para la política de la UE, en concreto en los edificios.

La bioenergía actualmente es líder entre las renovables para uso térmico con el 88% de los usos de calefacción y refrigeración, lo que representa el 16% del consumo final bruto europeo de energía. (AEBIOM, 2016)

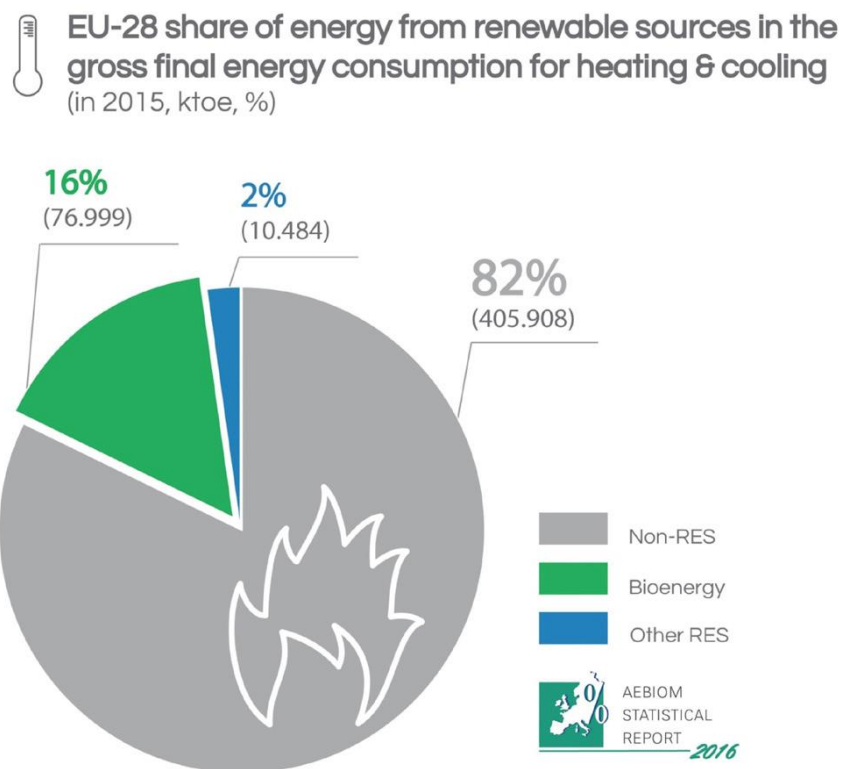


Fig. 50: Energía procedente de fuentes renovables en el consumo de energía final bruto para la calefacción y refrigeración en Europa.

En 2014, el consumo de bioenergía alcanzó 105.489 ktep, que es más del doble del consumo en el año 2000. De acuerdo con las proyecciones de los Estados Miembros, para el año 2020 se espera un consumo de 140.000 ktep, lo que implicaría un crecimiento del 32% en comparación con 2014. (AEBIOM, 2016)

Teniendo en cuenta estas proyecciones, es evidente que la bioenergía seguirá jugando un papel importante en la consecución de los objetivos de lucha contra el cambio climático de la UE reducción de emisiones de gases de efecto invernadero en un 80-95% en 2050 y ayudará a la UE-28 a cumplir sus compromisos COP21.

El diagnóstico de EurObserv'ER apunta a que si los países más habitados del continente y con importantes recursos forestales, como Francia, Alemania, España e Italia, intensifican sus esfuerzos en esta materia se puede cumplir el objetivo. La Unión Europea otorga a la biomasa la máxima responsabilidad en el incremento del peso de estas energías en el futuro desarrollo europeo. Si todas estas buenas intenciones se concretan, la contribución de la biomasa a finales del siglo XXI podría alcanzar la cuarta parte de la producción mundial de energía.

En el siguiente gráfico puede verse el desglose por países de la producción de energía primaria con biomasa, el consumo de calor procedente de biomasa y la producción bruta de electricidad.

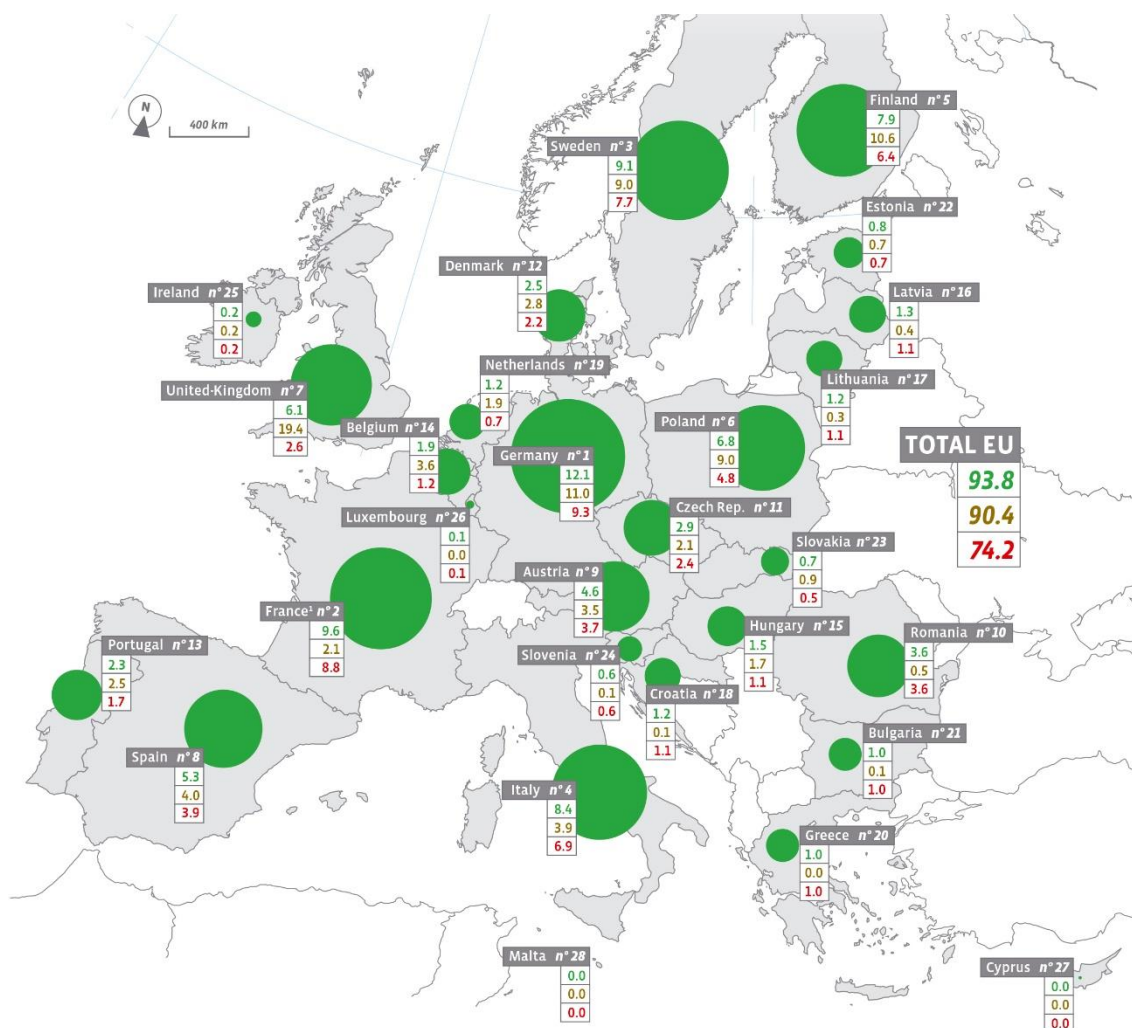


Fig. 51: Producción de energía primaria, producción bruta de electricidad y consumo de calor procedente de biomasa en la Unión Europea en 2015 (en Mtep).

- 5,3 Producción de energía primaria a partir de biomasa sólida en 2010 (Mtep)
- 4,0 Producción bruta de electricidad a partir de biomasa sólida en 2010 (TWh)
- 3,9 Consumo de calor procedente de biomasa sólida en 2010 (Mtep)

Contexto de las reservas forestales

También será trascendental analizar las reservas forestales para su explotación con fines térmicos. Contrariamente a la creencia común los bosques de la UE-28 han estado creciendo de forma continua durante las últimas décadas. En 1990, los bosques europeos representaban 19.700 millones de m³. En 2015, los bosques de la UE-28 alcanzaron los 26.000 millones de m³, lo que significa un incremento de un 34% durante el último cuarto de siglo. (AEBIOM, 2016)

Según Eurostat, en la UE-28 los bosques ganaron 322.800 hectáreas por año, lo que equivale a un crecimiento de un campo de fútbol por minuto. En promedio, se está aprovechando alrededor del 62% del incremento anual de los bosques en Europa, lo que significa que un 38% de este incremento anual se mantiene en los bosques.

En 2015, el aprovechamiento de madera de los bosques se destinó en gran medida a usos industriales (aserraderos, pulpa y papel, paneles, etc...), con una cuota del 78%.

En comparación, el sector de la energía es responsable del 22% de los aprovechamientos de madera, que consisten principalmente en residuos de cosecha y madera de baja calidad. (AEBIOM, 2016)

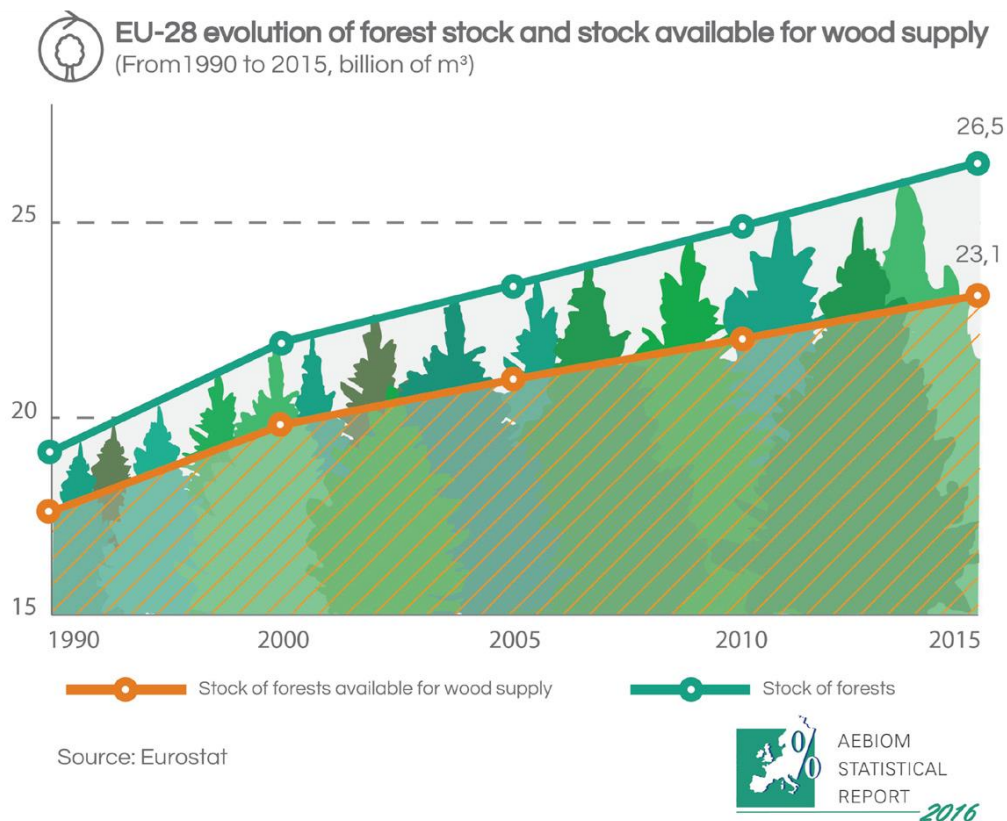


Fig. 52: Evolución de las reservas de bosques y reservas de suministro de madera en la Unión Europea.

Contexto de los indicadores socioeconómicos

En 2014, casi 500.000 personas trabajaban directa e indirectamente en el sector de la bioenergía en la UE-28. La biomasa sólida sigue siendo el principal proveedor de trabajo con más de 300.000 empleados en toda Europa.

Este gran número de puestos de trabajo en comparación con otras energías renovables se explica fácilmente por el hecho de que la producción de bioenergía abarca un gran número de pasos a lo largo de la cadena de suministro, desde la corta y la recolección de las materias primas, hasta la producción final de la energía verde. Según Eurobserv'ER, entre 2010 y 2014 el volumen de negocios de la bioenergía creció un 32% alcanzando los 55.000 millones de euros en 2014. (AEBIOM, 2016)

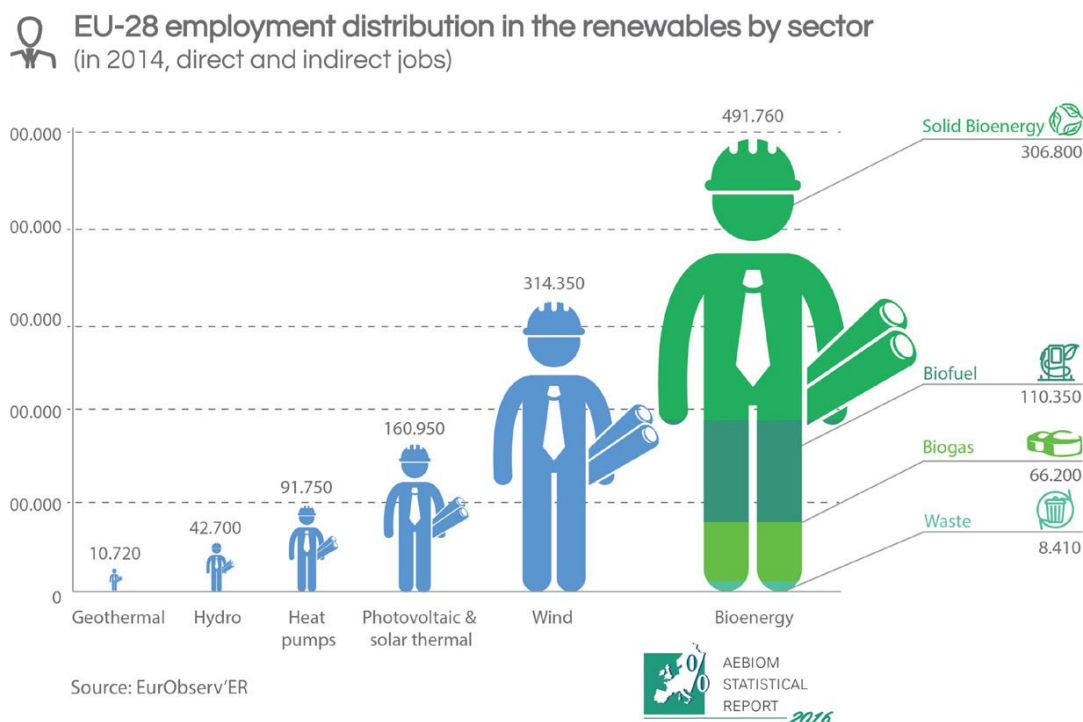


Fig. 53: Distribución del empleo en los diversos sectores energéticos.

Contexto normativo en Europa

Una de las normativas europeas que más favorecerán el impulso de la biomasa será la normativa nZEB (nearly Zero-Energy Building).

En primer lugar, un edificio de consumo de energía casi nulo es el que tiene un nivel de eficiencia energética muy alto, como es nombrado en el artículo dos de la directiva 2010/31/UE. 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.

La Directiva 2010/31/UE sobre el rendimiento energético de los edificios exige que todos los edificios nuevos tengan una energía casi nula a finales de 2020. Todos los

edificios públicos nuevos deberán tener una energía casi nula a partir del 31 de diciembre de 2018.

Las implicaciones de la aplicación de esta directiva tienen en este sector son de enorme calado porque transformarán muchos de los procedimientos de diseño, construcción y gestión de los edificios hacia una mayor eficiencia energética en los edificios y las ciudades. Estos cambios implicarán tanto a los arquitectos como al resto de agentes (promotoras, constructoras, fabricantes de materiales, sistemas y equipos) que tendrán que adaptarse para cumplir las exigencias normativas



Fig. 54: Estado de implantación de los nZEB en los países europeos a finales de 2014.

La definición del edificio nZEB dependerá en cada caso del coste óptimo evaluado frente a los ahorros energéticos. En España, el Ministerio de Fomento todavía no ha definido el nZEB, aunque este tipo de edificio será similar al de uno de clase A en la escala de etiquetado energético.

Para analizar el consumo relativo en nuestro país, en el siguiente gráfico se puede comparar el consumo per cápita de pélets (en kg) en España respecto a otros países de su entorno en 2008.

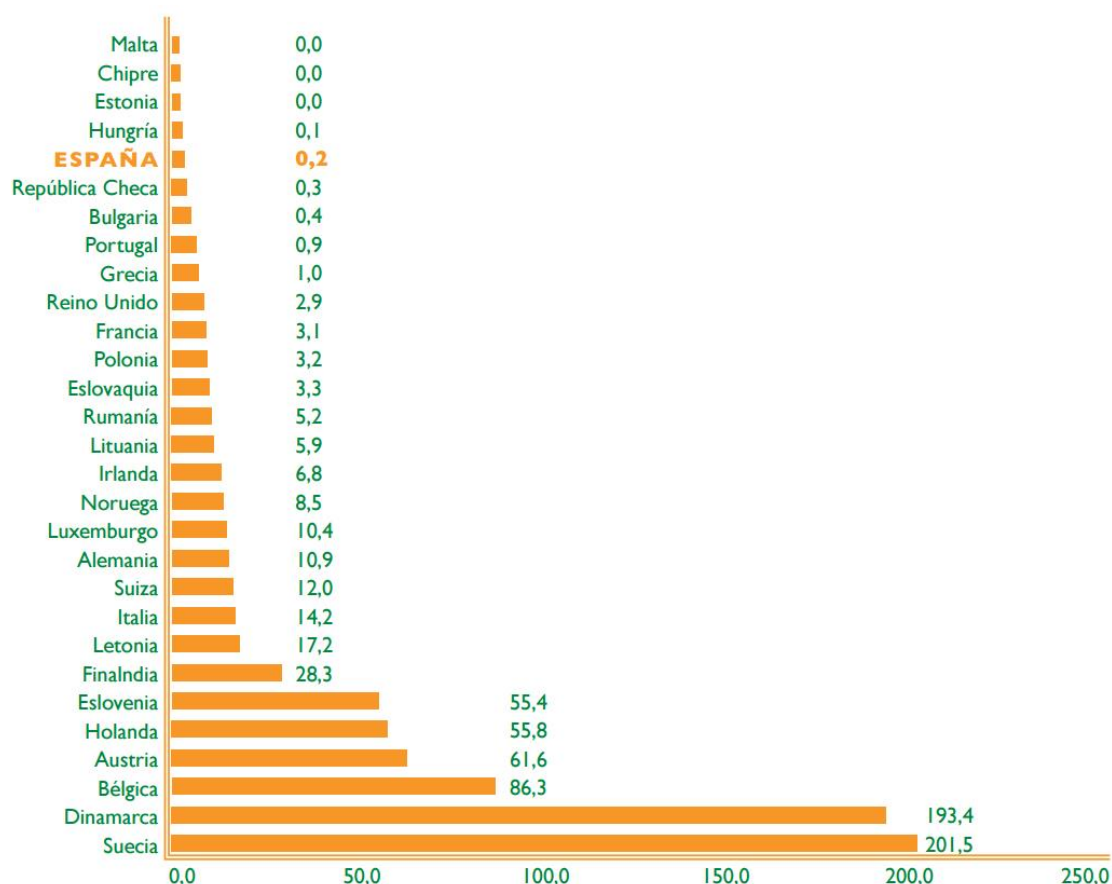


Fig. 55: Consumo per cápita de pélets en distintos países (kg).

2.2.2. Papel actual de la Biomasa en el sector energético de Galicia.

Para conocer el sector energético de Galicia tenemos como último indicador, el Balance Energético de Galicia 2012, cuyo objetivo es informar sobre el origen, autóctono o importada, de las distintas fuentes de energía que se transforman en Galicia.

Se denomina energía primaria total al resultado de sumar la energía primaria gallega al saldo de la importación del resto del estado y de otros países. Las importaciones energéticas están centradas básicamente en el crudo del petróleo, en los productos petrolíferos, en el carbón y en el gas natural.

En el año 2012 la energía primaria total consumida fue 12.663 Ktep, donde un 83,6% (10.587 Ktep) corresponde a la energía importada (crudo de petróleo, gasolinas, gasóleos, alcoholes, propano, butano, hulla, hulla subbituminosa, antracita, gas natural, bioetanol y biodiesel) y el resto, un 16,4% (2.076 Ktep), a productos energéticos autóctonos (energía hidroeléctrica, energías eólica, biomasa, residuos de la biomasa, biogás, bioetanol, biodiesel, etc). Los porcentajes de energía primaria de las diversas

fuentes utilizadas en Galicia se observa a continuación. (Instituto Energético de Galicia [INEGA], 2014)

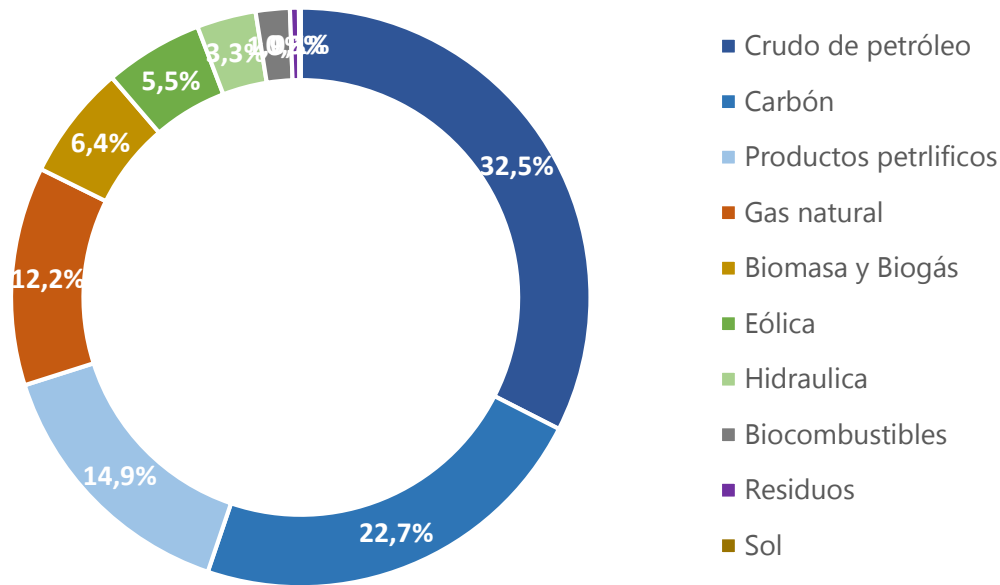


Fig. 56: Porcentaje de la energía primaria consumida en Galicia.

En la siguiente gráfica se puede observar la evolución de la energía primaria gallega e importada desde el año 2001 al 2012. En el 2007 la energía importada representaba cerca del 75% de la energía primaria consumida en Galicia, pero después del cierre de las minas de carbón, en el año 2008, se incrementaron las importaciones. En el año 2010 bajo la energía importada hasta el 79,1% debido a la gran disponibilidad de las energías renovables autóctonas, pero en los años 2011 y 2012 volvió a subir debido a la disminución de la generación hidráulica debido a unos años más secos.

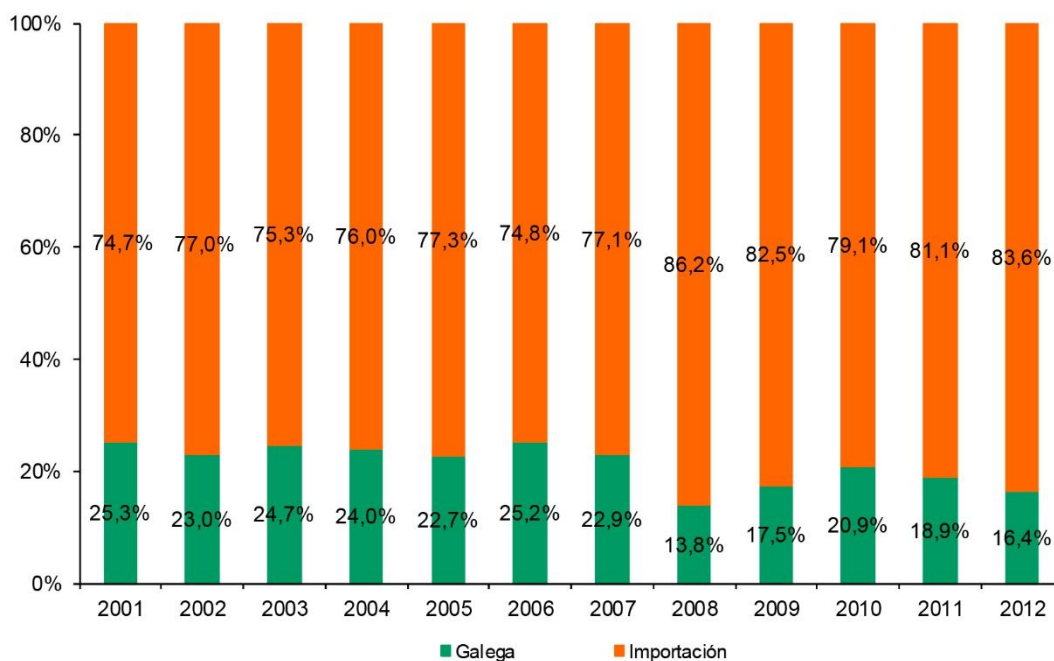


Fig. 57: Evolución de la energía primaria gallega e importada.

La biomasa que tiene más importancia en el sector energético gallego es la biomasa sólida y los residuos de la biomasa. En el año 2012 fue la mayor fuente energética autóctona, representado el 38,6% (801 Ktep) de la energía primaria gallega (2.076 Ktep) y el 6,3% del total de la energía primaria consumida en Galicia (12 Ktep).

En el siguiente gráfico se puede observar los usos de la biomasa sólida y los residuos de la biomasa en Galicia.

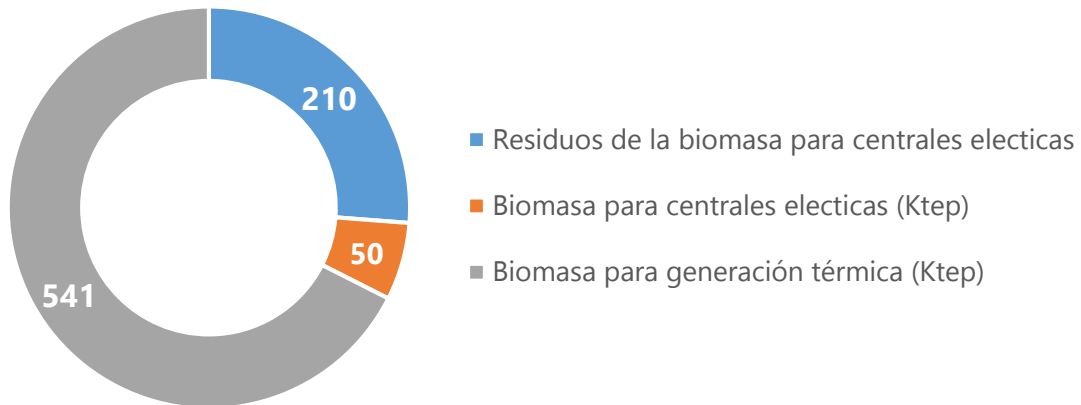


Fig. 58: Usos de la biomasa en Galicia (Ktep).

En la comparativa entre las fuentes de energía primaria en Galicia, España, la Unión Europea y el Mundo, destaca el elevado peso de las energías renovables en la comunidad autónoma, que supera en un 5% al territorio nacional, un 7,5% a la media de la Unión Europea y más del doble del promedio mundial. Por la contra, también se observa un mayor uso del petróleo que en el resto de ámbitos territoriales.

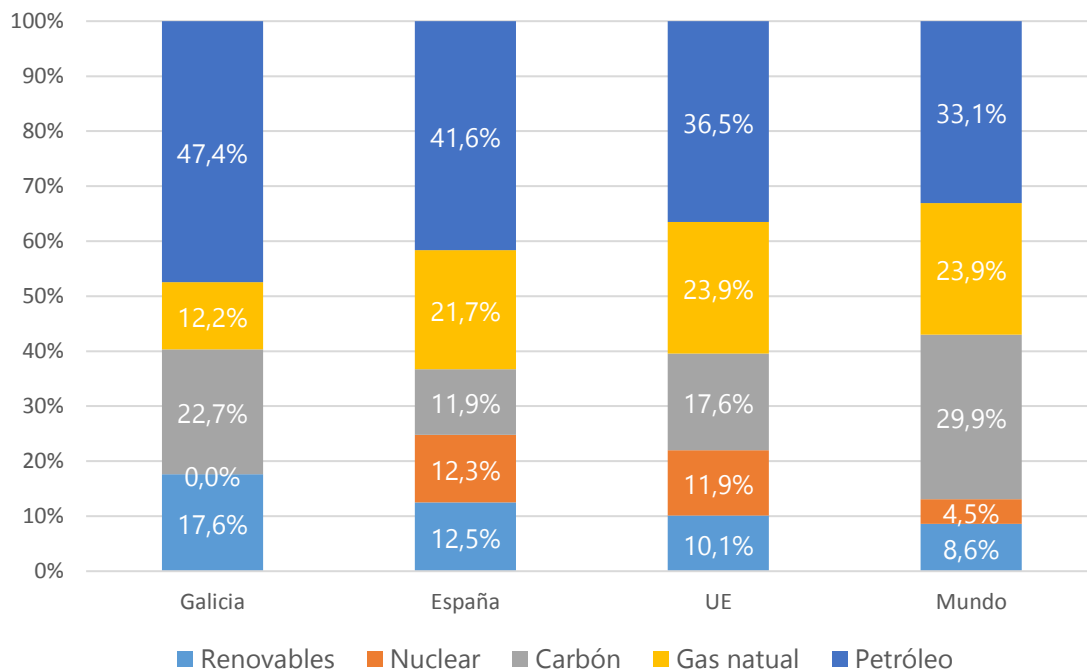


Fig. 59: Comparativa energías primarias utilizadas en Galicia, España, UE y el Mundo.

2.2.3. Contexto económico de la biomasa en Galicia.

Muchos de estos proyectos de instalaciones térmicas son posibles gracias dos factores, que muchas veces son indispensables para su realización, como son las empresas de servicios energéticos o las subvenciones de la administración u otra institución, como explicaremos a continuación. (INEGA, 2014)

Una empresa de servicios energéticos(ESE) según se recoge en el apartado "i" del artículo 3 de la Directiva 2006/32/CE, es una "persona física o jurídica que proporciona servicios energéticos o de mejora de la eficiencia energética en las instalaciones o locales de un usuario y este no afronta ningún grado de riesgo económico al realizarlo. El pago de los servicios prestados se realizará gracias a la obtención de mejoras de la eficiencia energética, que reducirán los costes mensuales.

La secuencia de actuaciones en un proyecto ejecutado mediante una ESE, parte de una auditoría energética. Mediante esta actuación se lleva a cabo un análisis de la situación actual de las instalaciones por parte de técnicos especializados que permite evaluar sus necesidades energéticas reales y las medidas potenciales e ahorro, de inversión, de mejora de la eficiencia energética o de implantación de energías renovables a instalar, entre las que destacan:

- Optimización de los contratos de suministro energética.
- Reducción de la demanda energética de calefacción y de refrigeración mediante la mejora de la envolvente.
- Mejora del rendimiento energético de las instalaciones que consumen energía.
- Aprovechamiento de energías renovables: solar térmica, biomasa, geotermia, etc.

El siguiente paso sería formular soluciones que incluyen el estudio de la viabilidad de cada uno de estos pasos: a partir de una descripción más detallada de cada una de las actuaciones a desarrollar se determinaría un presupuesto, se estimarían los ahorros generados a partir de misma (en términos energéticos, económicos y de emisiones de CO₂) y se establecería el periodo de amortización de la inversión necesaria.

Una vez establecida la viabilidad del proyecto proceder a su ejecución. Las inversiones necesarias son asumidas en su totalidad por la ESE y su retorno proviene de los ahorros obtenidos de las diferentes actuaciones durante la duración del contrato, de ahí la importancia de la fase anterior. La ESE sería responsable, por lo tanto, de toda la gestión de la energía en la instalación durante el período contratado.

Los objetivos mínimos a conseguir por parte de las Empresas de Servicios Energéticos mediante esta serie de medidas serán un 20% de ahorro energético y un 10% del ahorro económico, para que sea viable el proyecto. (INEGA, 2014)

Por otro lado a la hora de hacer la instalación podremos optar a una subvención, ya que en muchos sectores la inversión inicial puede ser una gran barrera para obtener la mejora energética del edificio. Por ello desde el Inega subvencionase aquellos

proyectos que promueven el uso racional de la energía mediante Convocatorias anuales de ayudas económicas.

La estabilidad en los precios de este tipo de biocombustible es uno de sus puntos fuertes respecto a las alternativas convencionales, como puede comprobarse en las siguientes tablas de evolución y previsión de costes energéticos.

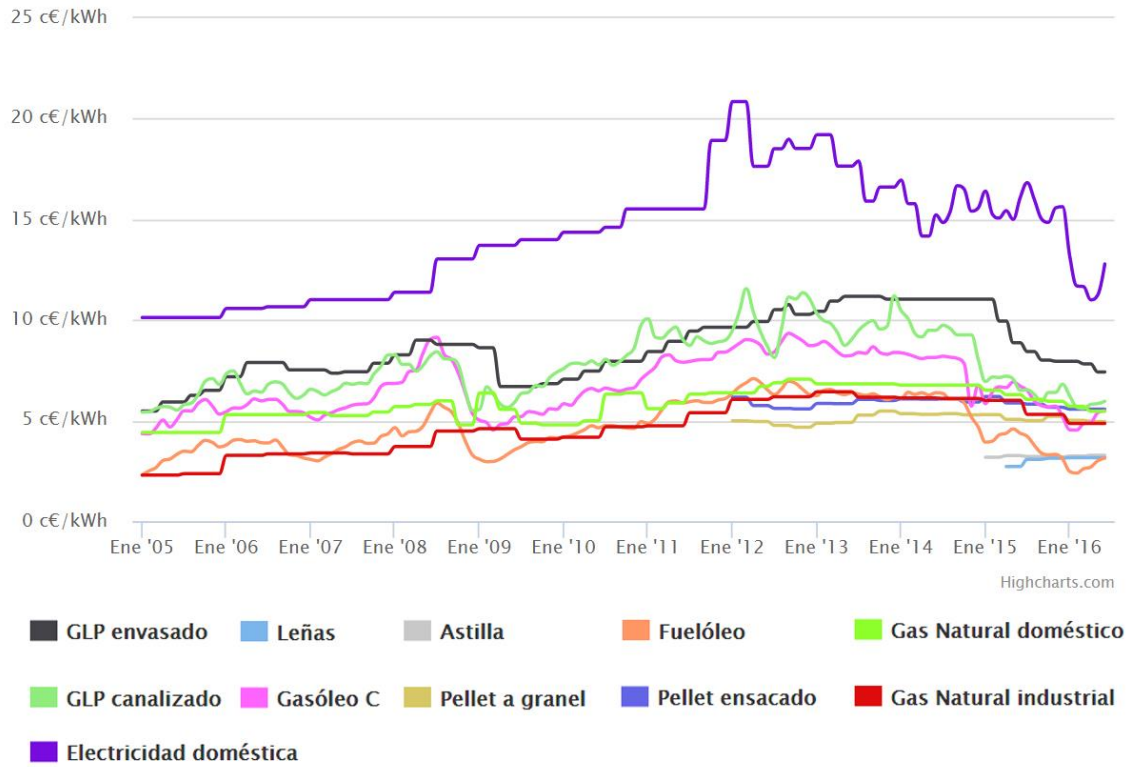


Fig. 60: Evolución de costes energéticos en Galicia (c€/kWh).

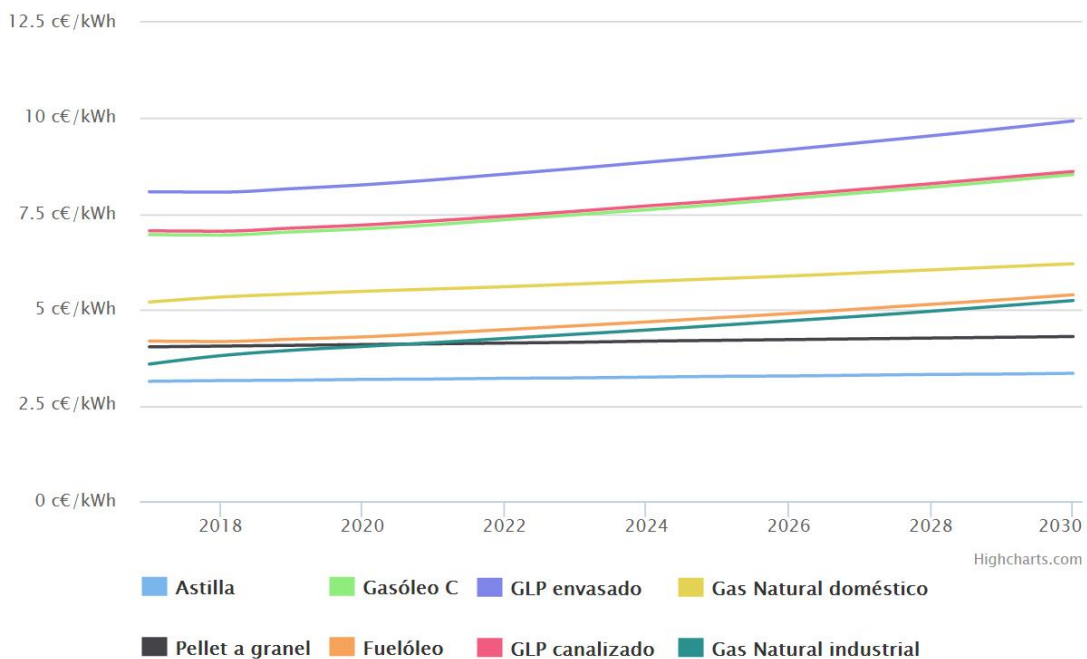


Fig. 61: Previsión de costes energéticos (c€/kWh).

Producción de biomasa en Galicia

La biomasa forestal primaria total se divide en, biomasa forestal primaria arbórea que puede ser utilizada con fines energéticos, se estima en 558.000 toneladas de materia seca, la mayoría proviene de especies de pino y eucalipto, y por otro lado la biomasa forestal primaria procedente de matorral, se establece como 298.000 t/año para Galicia.

| PROVINCIA | BIOMASA FORESTAL ARBOREA EXTRAIBLE (t/año) de materia seca | BIOMASA ASOCIADA A MATORRAL EXTRAIBLE (t/año) de materia seca |
|----------------------|--|---|
| A CORUÑA | 200.000 | 88.000 |
| LUGO | 125.000 | 79.000 |
| OURENSE | 83.000 | 75.000 |
| PONTEVEDRA | 150.000 | 56.000 |
| TOTAL GALICIA | 558.000 | 298.000 |

Actualmente según el observatorio de la biomasa elaborado por el INEGA contamos en Galicia con 10 fábricas de biomasa en Galicia, que producen pellets, astilla, briquetas o leña. En Pontevedra encontramos a "BRIQUETAS XEVE" que fabrica briquetas y está ligada a Maderas Xeve. En Lugo encontramos a "ISEMPA" que fabrica astilla.

En Coruña encontramos cuatro fábricas de pellets "ECOWARM DE GALICIA, S.L.", "GESBINOR", "MADERAS ORNANDA" y "BIOMASA FORESTAL, S.L.". Por otro lado encontramos también en Coruña a "LUMEPAL" que fabrica de briquetas y astilla.

En Ourense se encuentra "Galpellet" como fabricante de pellets y "ASTIGAL", como fabricante de astilla, y "ECOFOGO" como fabricante de pellets, astilla y briquetas.

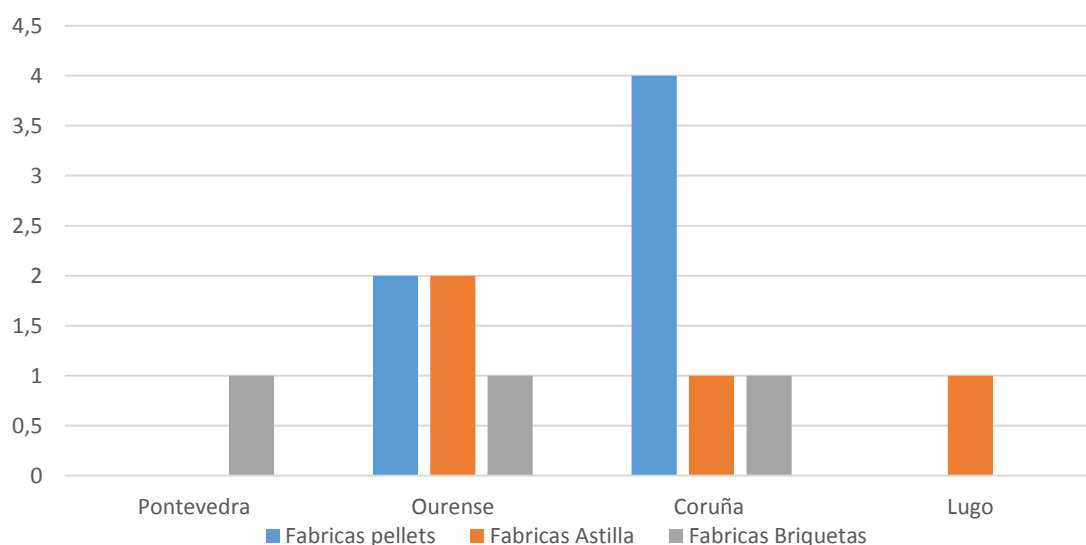


Fig. 62: Fabricación de biomasa en las provincias de la comunidad de Galicia.

PARTE 3. INVENTARIO

3.1 Objeto de estudio

El objeto de estudio del inventario serán las tipologías de edificaciones en las que se ha instalado biomasa en Galicia con instalaciones de biomasa con potencias superiores a 40 kW (potencia equivalente a generar confort térmico en 400m²), que son las siguientes:

- Edificio de uso residencial vivienda colectiva (edificio de pisos o de apartamentos).
- Edificio de uso residencial público (hoteles, hostales, residencias, pensiones, apartamentos turísticos, balnearios, etc.)
- Edificio de uso administrativo.
- Edificio de uso aparcamiento.
- Edificio de uso comercial.
- Edificio de uso docente.
- Edificio de uso hospitalario.
- Edificio de uso deportivo.

Los edificios seleccionados para los estudios de caso serán los edificios de uso residencial vivienda colectivo (edificio de pisos o de apartamentos) y edificio de uso residencial público. La elección de estos estudios caso es debido a que tienen una ocupación bastante elevada durante todo el año y también a que son las construcciones tienen mayores dificultades a la hora de almacenar su biomasa, y por lo cual mayor riqueza en el trabajo de análisis de la problemática y en la comparación de los objetos de estudio que se está tratando.

Un edificio de uso residencial vivienda según el Código Técnico de la Edificación (CTE) es un edificio o zona destinada a alojamiento permanente, cualquiera que sea el tipo de edificio: vivienda unifamiliar, edificio de pisos o de apartamentos, etc.

Según el CTE un edificio de uso residencial público es un edificio o establecimiento destinado a proporcionar alojamiento temporal, regentado por un titular de la actividad diferente del conjunto de los ocupantes y que puede disponer de servicios comunes, tales como limpieza, comedor, lavandería, locales para reuniones y espectáculos, deportes, etc. Incluye a los hoteles, hostales, residencias, pensiones, apartamentos turísticos, balnearios, etc.

3.2. Método de la realización del inventario.

La realización del inventario de todas las viviendas colectivas que utilicen biomasa es realizada gracias a la colaboración del INEGA. En especial con la colaboración de Joaquín López Pérez, el jefe del área de energías renovables, el cual elaboró la lista de entidades adheridas de instalación de biomasa, para encontrar todas las viviendas colectivas que utilicen biomasa en Galicia.

La instalación de una caldera superior a 40 kW (potencia equivalente a generar confort térmico en 400m²), destinada a grandes edificios, requiere de una capacitación profesional bastante exigente en donde la empresa debe de tener una extensa experiencia en la instalación de calderas de biomasa. Por lo cual esta empresa instaladora estará dada de alta en el listado de entidades adheridas al INEGA elaborado por Joaquín López Pérez, jefe del área de energías renovables de INEGA. Las empresas que están adheridas obtendrán diversos beneficios, como por ejemplo la posibilidad de solicitar una subvención para sus clientes.

Para estar adherido al INEGA como instalador de biomasa se deben cumplir los siguientes requisitos:

- Las entidades colaboradoras deben estar dadas de alta en la Consejería de Economía, Empleo e industria como empresas de instalaciones térmicas en edificios.
- Las entidades colaboradoras podrán ser entidades privadas con personalidad jurídica, válidamente constituidas, así como los empresarios individuales siempre que, en ambos casos, tengan su domicilio social o algún centro de trabajo en la Comunidad Autónoma de Galicia y que acrediten las condiciones de solvencia técnica y económica.
- Las entidades colaboradoras deberán de tener a la orden del día el pago de sus obligaciones públicas con la Hacienda Pública del Estado, con la Administración Autonómica, así como con la Seguridad Social.

El desarrollo de la investigación comienza con el contacto con todas las entidades adheridas, ya sea telefónicamente o presencial, concretando una entrevista previa. A todas las personas que he contactado se les preguntó si habían instalado biomasa térmica y además de ello se indagado sobre otros posibles instaladores que estén fuera de este círculo administrativo con la técnica de muestreo "bola de nieve".

A demás otra vía de rastreo ha sido la consulta del "DOG nº 123 del 30 de junio de 2016" en el que reflejen las subvenciones para el año 2016 a proyectos de biomasa para personas físicas, y el "DOG del 23 de junio de 2016" en el que reflejan las subvenciones para el año 2016 a proyectos de biomasa para administraciones locales y autonómicas, entidades sin ánimo de lucro, empresas y autónomos.

Para la formulación del inventario también se consultaron la mayoría de periódicos y revistas científicas presentes en Galicia, tanto en formato físico como digital, como son:

Faro de Vigo, La Voz de Galicia, Pontevedraviva, CaloryFrio, Bioenergy Internacional España (BIE), La Región y Novas de Turnonio.

Además también se indago en el listado de instaladores de calderas de biomasa proporcionado por el INEGA, algunos de los cuales ya está en el listado de entidades adheridas al INEGA como instaladores de biomasa. También se consultarán el listado de fabricantes de calderas de biomasa y de suministro de biomasa en Galicia, también proporcionado por el INEGA.

También se analizaron la concesión de servicios de instalación térmica de biomasa presente en la Plataforma de Contratos Públicos de Galicia (PCPG).

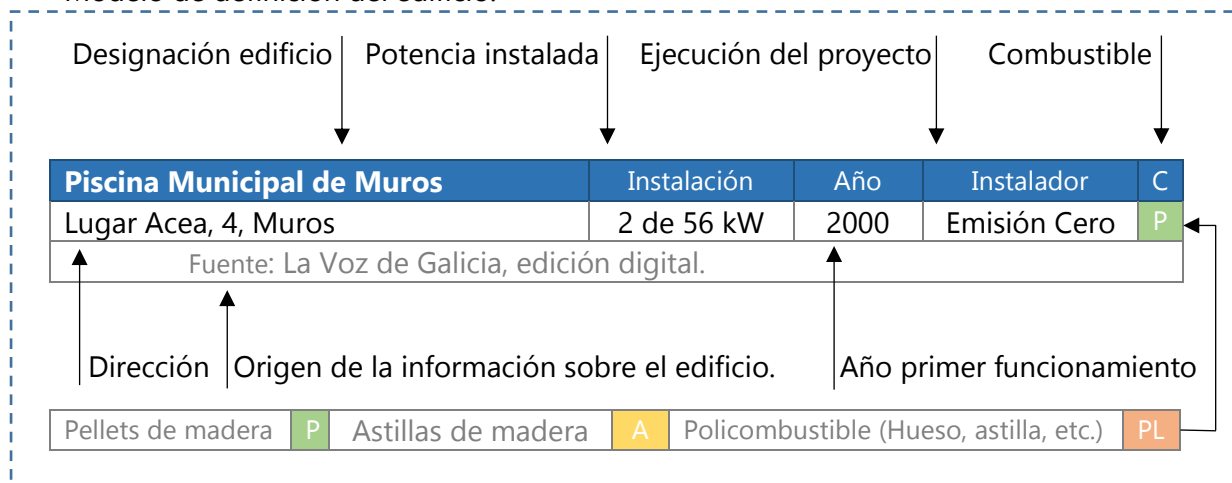
Por último se indagará en el Observatorio Nacional de Calderas de Biomasa (ONCB) que arranca en noviembre de 2009, con el objetivo de analizar la situación actual del sector de la biomasa y su evolución, además de fomentar la confianza en los potenciales usuarios.

Actualmente el ONCB tiene registradas más de 45.000 referencias de instalaciones en España con una potencia instalada acumulada que supera los 3.500 MW térmicos. Este proyecto es llevado a cabo por la Asociación Española de Valorización Energética de la Biomasa (AVEBIOM), en especial por Juan Jesús Ramos que es el técnico de proyectos y responsable del ONCB.

En la realización del inventario se recogió, siempre que hubo la posibilidad, los siguientes datos:

- Nombre del edificio.
- Dirección.
- Instalación, número de calderas y potencia instalada.
- Año, de inicio de funcionamiento de la instalación.
- Instalador, que ha realizado el proceso de ejecución del proyecto de rehabilitación térmica.
- Fuente.

Modelo de definición del edificio.



Entrevistas a informantes claves

Los informantes claves entrevistados tienen diferentes relaciones con la utilización de la biomasa térmica en la vivienda, por lo que se dividen en: utilizadores, instaladores, empresas de consultorías energéticas, fabricantes, suministradores de biomasa y organismos públicos.

Entrevistas 16/04/2016

Evento: Feria de la Energía de Galicia, en relación con la biomasa térmica se ha visitado:

- Fabricante: Biocurve.
- Fabricante: Efilume.

Consultar el anexo para ver la entrevista detallada. Ruta: Entrevistas 04/05/2016

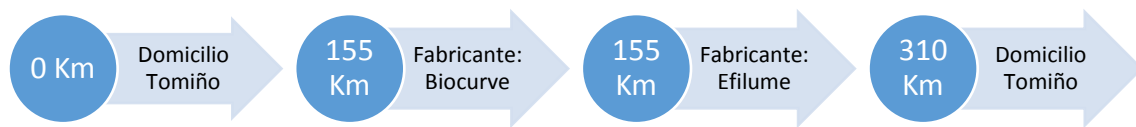


Fig. 63: Gráfico de la ruta realizada.

Entrevistas 16/04/2016

En relación con la biomasa térmica se han visitado:

- Empresa de consultoría energética: Emisión 0, Ingeniería de Energías Renovables, S.L., en especial con Diego Fernández Suárez.

Consultar el anexo para ver la entrevista detallada. Ruta:



Fig. 64: Gráfico de la ruta realizada.

Entrevistas 10/06/2016

Evento: Feria Semana Verde 2016. Participación en la "Mesa de trabajo posibilidades de utilización de biomasa con fines térmicos en el sector agroalimentario" organizada por el INEGA. En relación con la biomasa térmica se han visitado:

- Organismo público: INEGA, en especial Joaquín López Pérez, Jefe del Área de Energías Renovables.
- Suministradores de biomasa: Biomasa Forestal S.L
- Fabricante: Ecoforest S.A.U.

Consultar el anexo para ver la entrevista detallada. Ruta:



Fig. 65: Gráfico de la ruta realizada.

Entrevistas 29/10/2016

En relación con la biomasa térmica se han visitado:

- Instalador: MAS INSTALACIONES S.L.

Consultar el anexo para ver la entrevista detallada. Ruta:

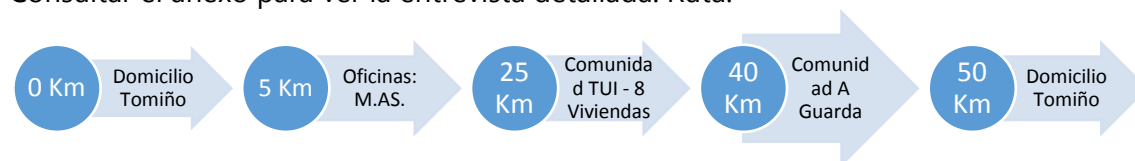


Fig. 66: Gráfico de la ruta realizada.

Entrevistas 29/11/2016

En relación con la biomasa térmica se han visitado:

- Instalador: APIMAC soluciones, S.L.
- Instalador: Express Pellets, en especial con Alejandro García Rodríguez, Arquitecto.
- Instalador: Fontanería Ferga, S.L.

Consultar el anexo para ver la entrevista detallada. Ruta:



Fig. 67: Gráfico de la ruta realizada.

Entrevistas 13/12/2016

En relación con la biomasa térmica se han visitado:

- Empresa de consultoría energética: AltEnergy S.L.
- Empresa de consultoría energética: AHORRO ENERGETICO ENERTRA SL.
- Responsable: Hotel Rías Bajas.
- Responsable: Comunidad MIRAFLORES.

Consultar el anexo para ver la entrevista detallada. Ruta:

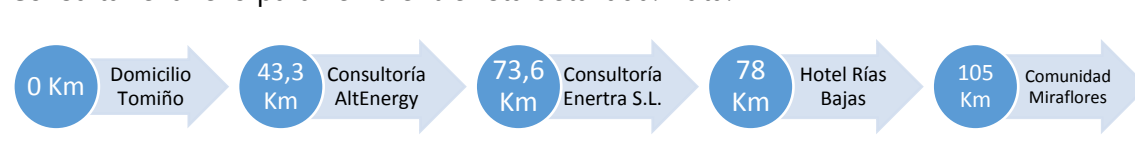


Fig. 68: Gráfico de la ruta realizada.

Entrevistas 21/12/2016, En relación con la biomasa térmica se han visitado:

- Instalador: Juan Carlos Pérez Fernández
- Instalador: Calefacciones y Fontanería Porriño S.L.

Consultar el anexo para ver la entrevista detallada. Ruta:

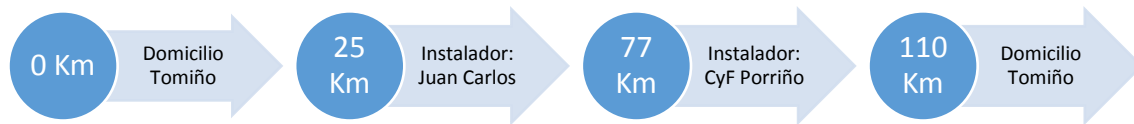


Fig. 69: Gráfico de la ruta realizada.

Entrevistas 23/12/2016, En relación con la biomasa térmica se han visitado:

- Responsable: Balneario de Mondariz, al ingeniero Iván García Martínez.
- Responsable: Hotel Coronas de Galicia.

Consultar el anexo para ver la entrevista detallada. Ruta:



Fig. 70: Gráfico de la ruta realizada.

Entrevistas 27/01/2017, En relación con la biomasa térmica se han visitado:

- Instalador: AltEnergy, al ingeniero David López Mera
- Utilizador: Inmobiliaria Grupo Atlántico

Consultar el anexo para ver la entrevista detallada. Ruta:

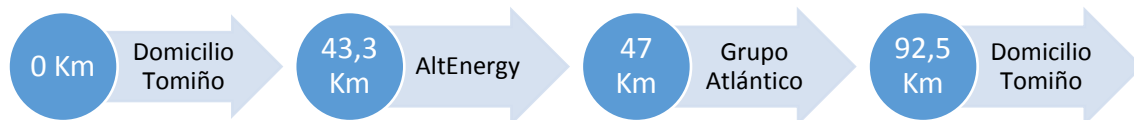


Fig. 71: Gráfico de la ruta realizada.

Entrevistas 30/01/2017, En relación con la biomasa térmica se han visitado:

- Empresa de consultoría energética: Emisión 0, Ingeniería de Energías Renovables, S.L., en especial con Diego Fernández Suárez.
- Responsable: Pazo torre do Rio.
- Empresa de consultoría energética: Renovgal.
- Utilizador: Inmobiliaria Grupo Atlántico.

Consultar el anexo para ver la entrevista detallada. Ruta:

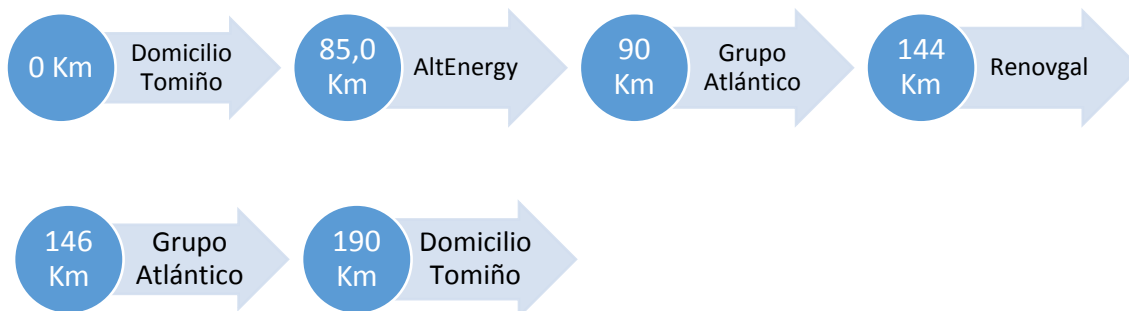


Fig. 72: Gráfico de la ruta realizada.

Entrevistas 01/02/2017, En relación con la biomasa térmica se han visitado:

- Utilizador: Edificio Comunidad Miraflores

Consultar el anexo para ver la entrevista nº más detallada. Ruta:



Fig. 73: Gráfico de la ruta realizada.

Entrevistas 08/02/2017, En relación con la biomasa térmica se han visitado:

- Utilizador: Pazo Torre do Rio

Consultar el anexo para ver la entrevista nº más detallada. Ruta:

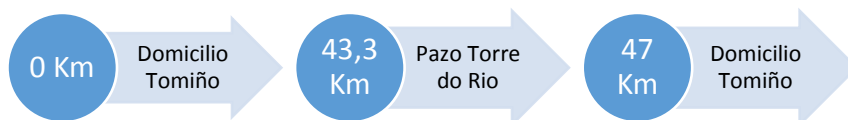


Fig. 74: Gráfico de la ruta realizada.

Entrevistas 23/02/2017, En relación con la biomasa térmica se han visitado:

- Instalador y Utilizador: Balneario Baños da Brea
- Utilizador: Hotel Vía Argentum
- Utilizador: Hotel Torre do Deza

Consultar el anexo para ver la entrevista nº más detallada. Ruta:



Fig. 75: Gráfico de la ruta realizada.

3.3. Viviendas colectivas en Galicia que utilizan biomasa.

3.3.1. PONTEVEDRA

3.3.1.1. Edificio de uso residencial público y vivienda colectiva

| | | | | |
|---|---------------|------|-----------------|----|
| Comunidad de 10 viviendas | Instalación | Año | Instalador | C |
| Rúa Manuel Álvarez, A Guardia. | 1 de 56 kW | 2014 | M.A.S. Inst. | P |
| Fuente: MAS Instalacións, S.L. | | | | |
| Comunidad de 8 viviendas | Instalación | Año | Instalador | C |
| Av. Da Concordia, Tui. | 1 de 56 kW | 2014 | M.A.S. Inst. | P |
| Fuente: MAS Instalacións, S.L. | | | | |
| Comunidad Miraflores | Instalación | Año | Instalador | C |
| Rúa de Doña Cristina, 2, Vigo. | 2 de 64 kW | 2016 | Grupo Antolín | P |
| Fuente: Enerres. | | | | |
| Comunidad de 4 viviendas | Instalación | Año | Instalador | C |
| Pontevedra | 1 de 32 kW | 2009 | - | P |
| Fuente: Emisión Cero. | | | | |
| Comunidad de viviendas Caldas | Instalación | Año | Instalador | C |
| San Andrés de César, Caldas de Reis. | 1 de 30 kW | 2010 | VOLTFER | P |
| Fuente: Juan Jesús Ramos, Observatorio Nacional de Calderas de Biomasa (ONCB) | | | | |
| Hotel Colon Tuy | Instalación | Año | Instalador | C |
| A Gándara sn, 36720 Guillarei. | 1 de 1 MW | 2006 | Calquega | PL |
| Fuente: Miñopellets, C.B. | | | | |
| Hotel Corona de Galicia | Instalación | Año | Instalador | C |
| Rúa da Devesa, 28, Valga. | 1 de 48 kW | 2012 | Garfer | P |
| Fuente: Enertra | | | | |
| Hotel Torre do Deza | Instalación | Año | Instalador | C |
| Parque Empresarial 2000, s/n, Lalín. | 1 de 220 kW | 2016 | - | P |
| Fuente: Express Pellets. | | | | |
| Hotel Vía Argentum | Instalación | Año | Instalador | C |
| Calle Rúa Outeiro, 52, 36540 Silleda. | 3 de 64 kW | 2015 | - | P |
| Fuente: Emisión Cero | | | | |
| Hotel Spa Norat O Grove | Instalación | Año | Instalador | C |
| Avda Luis Casais 32 36980 O Grove | 1 de 220 kW | 2015 | - | P |
| Fuente: Miguel, responsable mantenimiento Hotel Torre do Deza | | | | |
| Balneario de Mondariz | Instalación | Año | Instalador | C |
| Av. Enrique Peinador Vela, Mondariz. | 2 de 1.650 kW | 2014 | Medancli | A |
| Fuente: Enertra | | | | |
| Balneario Baño da Brea | Instalación | Año | Instalador | C |
| Paradela, 4, Vilar de Cruces. | 1 de 200 kW | 2014 | Inst. Deza S.L. | A |
| Fuente: Instalaciones Deza S.L | | | | |
| Residencia Edad Virgen de Guadalupe | Instalación | Año | Instalador | C |
| Calle de Pardaña, 129, 36208 Vigo. | - kW | 2016 | - | P |
| Fuente: Resolución del DOG nº 119 de 2016/6/23 | | | | |

| | | | | |
|---|--------------|------|---------------|----|
| Residencia O Lecer | Instalación | Año | Instalador | C |
| Rúa Roupeiro, 98, 36213 Vigo. | 1 de 42,7 kW | 2016 | Renovgal | P |
| Fuente: Renovgal S.L. | | | | |
| Residencia el Rocío | Instalación | Año | Instalador | C |
| Rúa de Vilagarcía de Arousa, 11, Vigo | 1 de - kW | 2015 | - | P |
| Fuente: La Región, periódico digital. Fundación San Rosendo. | | | | |
| Residencia Santa Teresa | Instalación | Año | Instalador | C |
| Rúa Castelao, 11, 36880 A Cañiza | 1 de - kW | 2014 | - | A |
| Fuente: Fundación San Rosendo | | | | |
| Residencia Virxe das Dores | Instalación | Año | Instalador | C |
| Rúa Francisco Filgueira, Forcarei | 1 de 500 kW | 2010 | Rebi S.L. | |
| Fuente: Rebi, Recursos de biomasa. Fundación San Rosendo | | | | |
| Residencia ALONDRA MOS, S.L. | Instalación | Año | Instalador | C |
| Lugar Estivada - Petelos, 68 | 1 de 42,5 kW | 2014 | - | P |
| Fuente: Juan Jesús Ramos, Observatorio Nacional de Calderas de Biomasa (ONCB) | | | | |
| Centro de día Castro Navás | Instalación | Año | Instalador | C |
| Rúa Navás, 11, 36391 Nigrán. | 1 de 400 kW | 2010 | Celtgas | PL |
| Fuente: DT Ingeniería | | | | |
| Convento San Diego de Canedo | Instalación | Año | Instalador | C |
| Lugar Barrio Canedo, 0 S/N, Ponteareas | 1 de 100 kW | 2013 | Enertra | PL |
| Fuente: AHORRO ENERGETICO ENERTRA SL | | | | |
| Pazo de la Buzaca | Instalación | Año | Instalador | C |
| Lugar de San Lorenzo 36, Moraña. | 2 de 56 kW | 2013 | Emisión Cero | P |
| Fuente: Emisión Cero | | | | |
| Pazo de Baion | Instalación | Año | Instalador | C |
| Abelleira 4, Vilanova de Arousa. | 1 de 100 kW | 2013 | Emisión Cero | A |
| Fuente: Heizomat | | | | |
| Pazo Pegullal | Instalación | Año | Instalador | C |
| Rua Pegullal, 12, 36470 Pegullal. | 1 de 100 kW | 2014 | AltEnergy, SL | P |
| Fuente: AltEnergy, SL | | | | |
| Pazo Torre do Rio | Instalación | Año | Instalador | C |
| Baxe nº1 San Andrés de César, Caldas. | 2 de 64 kW | 2014 | Emisión Cero | P |
| Fuente: Emisión Cero | | | | |

3.3.1.2. Edificio de uso administrativo.

| | | | | |
|---|-------------|------|-----------------|---|
| Centro Cultural de Silleda | Instalación | Año | Instalador | C |
| Deza-Tabeirós-Montes | 1 de 60 kW | 2015 | Inst. Deza S.L. | P |
| Fuente: Faro de Vigo, edición digital. | | | | |
| Centro Cultural de Guláns | Instalación | Año | Instalador | C |
| Punteareas | - | 2010 | Aqua Punto | |
| Fuente: Aqua Punto S.L. | | | | |
| Centro Cultural de Xínzo, edificio de la Comunidad de Montes | Instalación | Año | Instalador | C |
| Portela, 34, 36891 Punteareas. | 1 de 150 kW | 2007 | Fernando KWB | |
| Fuente: Fernando, Representante KWB Galicia. | | | | |

| | | | | |
|---|-------------|------|-----------------|----|
| Centro Cultural de Areas | Instalación | Año | Instalador | C |
| Puenteareas | - | 2011 | - | |
| Fuente: Faro de Vigo, edición digital. | | | | |
| Centro Cultural de Cristañade | Instalación | Año | Instalador | C |
| Lugar O Cotarel, 40, 36892 Puenteareas. | - | - | - | |
| Fuente: Faro de Vigo, edición digital. | | | | |
| Centro Cultural de Valga | Instalación | Año | Instalador | C |
| - | - | - | - | |
| Fuente: García Sanmarco Fontanería y Calefacción, S.L. | | | | |
| Centro Cultural José Raído 'Patelas' | Instalación | Año | Instalador | C |
| Rúa Xohán Xesús González, 4, Cuntis. | - | 2016 | Acende | |
| Fuente: Faro de Vigo, edición digital. | | | | |
| Ayuntamiento de Valga | Instalación | Año | Instalador | C |
| Plaza del Concello, 1, Valga | - | 2016 | - | |
| Fuente: García San Marco Fontanería y Calefacción, S.L. | | | | |
| Ayuntamiento de Cambados | Instalación | Año | Instalador | C |
| Plaza del Concello, 1, Cambados | - | 2016 | - | |
| Fuente: DOG nº 119 de 2016/6/23 | | | | |
| Ayuntamiento de Dozon | Instalación | Año | Instalador | C |
| Avda. Médico Fernando Martínez, 1, Dozón. | 1 de 69 kW | 2016 | APIMAC | PL |
| Fuente: APIMAC soluciones S.L. | | | | |
| Ayuntamiento de Rodeiro | Instalación | Año | Instalador | C |
| Plaza de la Fuente, 2, Rodeiro | 1 de 90 kW | 2015 | APIMAC | PL |
| Fuente: APIMAC soluciones S.L. | | | | |
| Ayuntamiento de Forcarei | Instalación | Año | Instalador | C |
| Plaza Iglesia, 1, Forcarei. | - | 2016 | - | |
| Fuente: DOG nº 119 de 2016/6/23 | | | | |
| Ayuntamiento de Silleda – Casa do Concello | Instalación | Año | Instalador | C |
| Rua Trasdeza, 55, Silleda. | 1 de 60 kW | 2016 | Inst. Deza S.L. | P |
| Fuente: DOG nº 119 de 2016/6/23 | | | | |
| Ayuntamiento de Covelo | Instalación | Año | Instalador | C |
| Plaza del Maestro Cerviño, 2, Covelo. | - | 2016 | - | |
| Fuente: DOG nº 119 de 2016/6/23 | | | | |
| Ayuntamiento de Bueu | Instalación | Año | Instalador | C |
| Rua de Eduardo Vicenti, 8, Bueu. | - | 2016 | - | |
| Fuente: DOG nº 119 de 2016/6/23 | | | | |
| Ayuntamiento de Redondela | Instalación | Año | Instalador | C |
| Calle de Alfonso XII, 2, Redondela. | - | 2016 | - | |
| Fuente: DOG nº 119 de 2016/6/23 | | | | |
| Ayuntamiento de A Illa de Arousa | Instalación | Año | Instalador | C |
| Rúa Palmeira, 25, Illa de Arousa. | - | 2016 | - | |
| Fuente: DOG nº 119 de 2016/6/23 | | | | |

| | | | | |
|---|-------------|------|--------------|---|
| Ayuntamiento de Lalín | Instalación | Año | Instalador | C |
| Plaza de Galicia, 1, Lalín | - | 2016 | - | |
| Fuente: DOG nº 119 de 2016/6/23 | | | | |
| Ayuntamiento de Porriño | Instalación | Año | Instalador | C |
| Rúa Antonio Palacios, 1, O Porriño. | - | 2016 | - | |
| Fuente: DOG nº 119 de 2016/6/23 | | | | |
| Ayuntamiento de Meis | Instalación | Año | Instalador | C |
| Av. Cambados, 67. | - | 2016 | - | |
| Fuente: DOG nº 119 de 2016/6/23 | | | | |
| Consejería Agrícola y Forestal de la Xunta de Galicia. | Instalación | Año | Instalador | C |
| Aldea Cabanas, nº 59, Salcedo. | 1 de 80 kW | 2016 | Ecogal | P |
| Fuente: http://www.biocurve-heating.com | | | | |
| Juzgado de Tui | Instalación | Año | Instalador | C |
| Plaza Inmaculada, s/n, 36700 Tui | 1 de 56 kW | 2014 | Emisión Cero | P |
| Fuente: DOG nº 119 de 2016/6/23 | | | | |
| Juzgado de Marín | Instalación | Año | Instalador | C |
| Avenida Orense, 5, 36900 Marín. | - | 2016 | - | |
| Fuente: Pontevedraviva, periódico digital. | | | | |
| Casa Consistorial Cuntis | Instalación | Año | Instalador | C |
| Praza da Constitución, 4, Cuntis. | - | 2016 | Acende | |
| Fuente: Faro de Vigo, edición digital. | | | | |
| Auditorio Soutelo de Montes | Instalación | Año | Instalador | C |
| Forcarei. | - | - | - | |
| Fuente: Faro de Vigo, edición digital. | | | | |
| Auditorio de Valga | Instalación | Año | Instalador | C |
| Valga | - | - | - | |
| Fuente: García Sanmarco Fontanería y Calefacción, S.L. | | | | |
| Museo | Instalación | Año | Instalador | C |
| - | 1 de 64 kW | 2014 | Emisión Cero | P |
| Fuente: Emisión Cero | | | | |
| Centro de Formación de Emergencias | Instalación | Año | Instalador | C |
| - | 1 de 56 kW | 2014 | Emisión Cero | P |
| Fuente: Emisión Cero | | | | |
| Caseta de Guardia | Instalación | Año | Instalador | C |
| P. N. Islas Cíes | 1 de 30 kW | 2014 | Emisión Cero | A |
| Fuente: Heizomat | | | | |

3.3.1.3. Edificio de uso docente.

| | | | | |
|---|---------------|------|---------------------------|---|
| Escuela Secundaria de Poio | Instalación | Año | Instalador | C |
| Camino del Penedo, 27. | 3 de 100 kW | - | Energies | |
| Fuente: Energies | | | | |
| Escuela CEE Principe Felipe | Instalación | Año | Instalador | C |
| Av. Montecelo, 41, 36164 Pontevedra. | 2 de 1.200 kW | 2015 | VALORIZA FACILITIES, S.A. | |
| Fuente: Enertra | | | | |
| Escuela CIP Julia Becerra Malvar | Instalación | Año | Instalador | C |
| Calle García Alvarez, 16 - 17, 36636 Barrantes. | 3 de 64 kW | 2016 | Termocalor S.L. | P |
| Fuente: Termocalor Vigo S.L. | | | | |
| Escuela infantil y Biblioteca Galiña Azul | Instalación | Año | Instalador | C |
| Travesía de Vigo, 7, Covelo. | - kW | 2017 | - | |
| Fuente: Faro de Vigo, edición digital. | | | | |
| Escuela Infantil Campus Universitario | Instalación | Año | Instalador | C |
| Polígono Campus Universitario, Pontevedra. | 150 kW | 2015 | Fernando KWB | P |
| Fuente: Fernando, Representante KWB Galicia. Medancli | | | | |
| Escuela de Música | Instalación | Año | Instalador | C |
| Silleda. | 2 de 60 kW | 2016 | Inst. Deza S.L. | P |
| Fuente: Faro de Vigo, edición digital. | | | | |
| Escuela de Música Bernardo del Río | Instalación | Año | Instalador | C |
| Avenida Rosalía de Castro, 14 Villagarcía. | 1 de 50 kW | 2014 | Inst. ECOVILA | |
| Fuente: Faro de Vigo, edición digital. | | | | |
| Guardería Municipal Galiña Azul | Instalación | Año | Instalador | C |
| Rúa Rons, 43, 36980 O Grove. | - kW | 2014 | Fernando KWB | |
| Fuente: Fernando, Representante KWB Galicia. | | | | |
| Guardería Municipal y Centro Social | Instalación | Año | Instalador | C |
| Escritor Domínguez Benavides, 12, Pontearreas. | 1 de 64 kW | 2015 | - | |
| Fuente: Fernando, Representante KWB Galicia. | | | | |
| Guardería Galiña Azul | Instalación | Año | Instalador | C |
| - | 25 kW | - | Emisión Cero | P |
| Fuente: Emisión Cero. | | | | |
| Baion Asociación Tratamiento Autismo | Instalación | Año | Instalador | C |
| Rúa Moreira, 16, 36600 Vilagarcía de Arousa. | - kW | - | - | |
| Fuente: María Santurnina Abalo González. | | | | |
| Centro de formación ocupacional A Ran | Instalación | Año | Instalador | C |
| Polígono Industrial A Ran, Cuntis. | - kW | 2016 | ACENDE | |
| Fuente: Faro de Vigo, periódico digital. | | | | |

3.3.1.4. Edificio de uso deportivo.

| | | | | |
|--|-------------|------|--------------|---|
| Piscina Municipal Vigo | Instalación | Año | Instalador | C |
| Juan Jesús Ramos, (ONCB). | 6 de 56 kW | 2014 | Porto Solar | P |
| Fuente: Porto Solar. | | | | |
| Piscina Municipal de Chapela | Instalación | Año | Instalador | C |
| San Telmo, 60, Chapela. | - kW | 2013 | - | |
| Fuente: Faro de Vigo, edición digital | | | | |
| Piscina de la Agasp | Instalación | Año | Instalador | C |
| 36680 A Estrada | - kW | - | - | |
| Fuente: La Voz de Galicia, edición digital. | | | | |
| Piscina Municipal de Porriño | Instalación | Año | Instalador | C |
| Rúa Donantes de Sangre, s/n, O Porriño. | - kW | - | - | |
| Fuente: NOVAS DE TURONIO, periódico local. | | | | |
| Polideportivo Lalín Arena | Instalación | Año | Instalador | C |
| Avenida José Cuíña, 42, Lalín. | 2 de 64 kW | 2014 | Sol Para Nós | P |
| Fuente: Sol Para Nós S.L. | | | | |
| Polideportivo Alvaro Pino | Instalación | Año | Instalador | C |
| Rúa As Cachadas, s/n, Pontearreas. | 4 de 56 kW | 2010 | Emisión Cero | P |
| Fuente: Faro de Vigo, edición digital | | | | |
| Pabellón Municipal Pablo Herbelo | Instalación | Año | Instalador | C |
| Rúa da Pedra, 28, Bueu. | 1 de 56 kW | - | - | P |
| Fuente: Faro de Vigo, edición digital | | | | |
| Pabellón Municipal Universidade de Vigo | Instalación | Año | Instalador | C |
| Vigo. | 1 de 109 kW | - | Termocalor | A |
| Fuente: Termocalor | | | | |
| Pabellón de Chapela | Instalación | Año | Instalador | C |
| Av. Redondela, 17, 36320 Chapela. | - | - | | |
| Fuente: Faro de Vigo, edición digital | | | | |
| Pabellón de Bueu | Instalación | Año | Instalador | C |
| Calle del Instituto, 36930 Bueu. | - | - | EKOSOL | |
| Fuente: EKOSOL Galicia S.L.U. | | | | |
| Pabellón Municipal de Porriño | Instalación | Año | Instalador | C |
| Rúa Donantes de Sangre, s/n, O Porriño. | - | - | | |
| Fuente: NOVAS DE TURONIO, periódico local. | | | | |
| Club de Tenis Codesal | Instalación | Año | Instalador | C |
| Plaza Avelino Vicente, A Guarda. | 1 de 32 kW | 2015 | M.A.S. Inst. | P |
| Fuente: MAS Instalacións, S.L. | | | | |
| Campo de Fútbol Municipal Lourambal | Instalación | Año | Instalador | C |
| Lugar a Relva, 22, O Porriño. | - | 2015 | - | |
| Fuente: NOVAS DE TURONIO, periódico local. | | | | |

| Campo de Fútbol San Campio | Instalación | Año | Instalador | C |
|---|-------------|------|------------|---|
| Calle Centeans, 0 S/N, 36400 O Porriño. | - | 2015 | - | |
| Fuente: NOVAS DE TURONIO, periódico local. | | | | |
| Campo de Fútbol As Reloas | Instalación | Año | Instalador | C |
| Lugar a Devesa, 20, 36475 O Porriño | - | 2015 | - | |
| Fuente: NOVAS DE TURONIO, periódico local. | | | | |
| Campo de Fútbol del Carballo | Instalación | Año | Instalador | C |
| Lugar As Cavadas, 16, 36418 O Porriño | - | 2015 | - | |
| Fuente: NOVAS DE TURONIO, periódico local. | | | | |
| Campo de Fútbol A Granxa | Instalación | Año | Instalador | C |
| Polígono da Granxa, parcela 248A, O Porriño | - | 2015 | - | |
| Fuente: NOVAS DE TURONIO, periódico local. | | | | |

3.3.1.5. Edificio de uso hospitalario.

| Ambulatorio de Tui | Instalación | Año | Instalador | C |
|--|--------------|------|------------|---|
| Plaza Galicia, s/n, Tui. | - kW | 2014 | - | P |
| Fuente: Fontán y Barros Instalaciones S.L. | | | | |
| Hospital Álvaro Cunqueiro | Instalación | Año | Instalador | C |
| Estrada Clara Campoamor, 341, Vigo. | 2 de 1000 kW | 2015 | - | |
| Fuente: Manuel Núñez Álvarez. | | | | |

3.3.1.6. Edificio de uso comercial.

| Empresa | Instalación | Año | Instalador | C |
|---|-------------|------|---------------|---|
| Caldas de Reis. | 3 de 64 kW | 2015 | Porto Solar | P |
| Caldera para calefacción y ACS con silo de almacenamiento de 8 toneladas. | | | | |
| Fuente: Energías Renovables Portosolar Vigo. Protosolar, S.L.U. | | | | |
| Tanatorio Vigo Memorial II. | Instalación | Año | Instalador | C |
| Vigo Memorial. | 1 de 32 kW | 2011 | Porto Solar | P |
| Fuente: Inega+ | | | | |
| Tanatorio Vigo Memorial II. | Instalación | Año | Instalador | C |
| Vigo Memorial. | 1 de 56 kW | 2012 | Porto Solar | P |
| Fuente: Inega | | | | |
| CIFAL de Lourizán Edificio Principal | Instalación | Año | Instalador | C |
| Carretera de Marín Km 3,5. Pontevedra | 3 de 64 kW | 2016 | Porto Solar | P |
| Fuente: Energías Renovables Portosolar Vigo. Protosolar, S.L.U. | | | | |
| Panadería Rogelio Iglesias E Hijos | Instalación | Año | Instalador | C |
| San Cibrán, 22, 36945 Aldán, Pontevedra | 1 de 56 kW | 2014 | Porto Solar | P |
| Fuente: Energías Renovables Portosolar Vigo. Protosolar, S.L.U. | | | | |
| Conserva Hifas da Terra | Instalación | Año | Instalador | C |
| Calle Portamuiños, 7, 36154 Pontevedra | 1 de 50 kW | 2014 | EKOSOL S.L.U. | A |
| Fuente: DOG nº 119 de 2016/6/23 | | | | |

| Conservera Orbe | | | | Instalación | Año | Instalador | C |
|--|--|--|--|-------------|------|--------------|---|
| Parque Empresarial Reigosa, Ponte Caldelas | | | | 1 de 3 MW | 2016 | Grupo Aresol | A |
| Fuente: Grupo Aresol | | | | | | | |

3.3.1.7. Ponderación cuantitativa del uso de la biomasa en Pontevedra.

En el siguiente gráfico se muestra la utilización de la biomasa en las diferentes tipologías edificatorias analizadas y la potencia media por edificio en cada tipología edificatoria. La potencia media instalada en los edificios de uso docente es de 531 kW (potencia equivalente a generar confort térmico en 5.310 m²), lo cual clarifica que han sido rehabilitaciones energéticas integrales.

Por otro lado se observa que los edificios de uso administrativo han sido los más rehabilitados, dato a destacar debido a su carácter patrimonial. Este tipo de instalaciones son realizadas gracias al apoyo de la administración, que destina una partida exclusiva para las subvenciones de instalaciones térmicas en edificios administrativos, como ayuntamientos, casas del ayuntamiento, asociaciones culturales y centros cívicos.

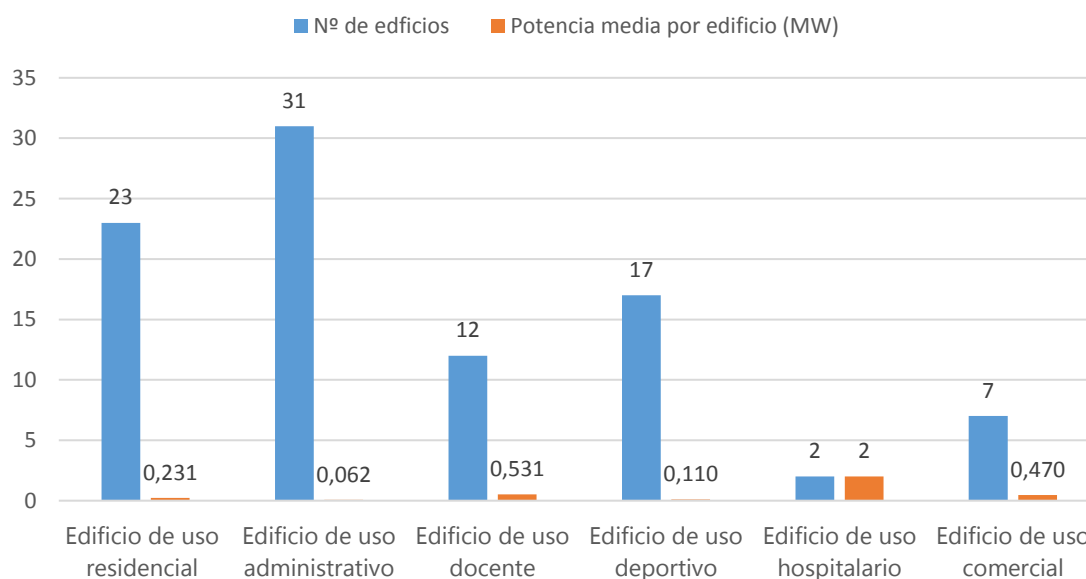


Fig. 76: Gráfico del nº de instalaciones y potencia instalada en las diferentes tipologías edificatorias.

Explicación del gráfico

El gráfico representa, la potencia media por cada edificio que hace referencia a las necesidades energéticas medias en el ámbito de Galicia en las diferentes tipologías. Por lo cual en el uso comercial, la potencia media es de 0,145 MW lo que equivale a generar confort térmico en 1.450 m². Por lo cual las necesidades energéticas medias de los edificios de uso comercial de Galicia son para satisfacer un espacio de 1.450 m², este dato nos hace tener una valoración de la magnitud del edificio.

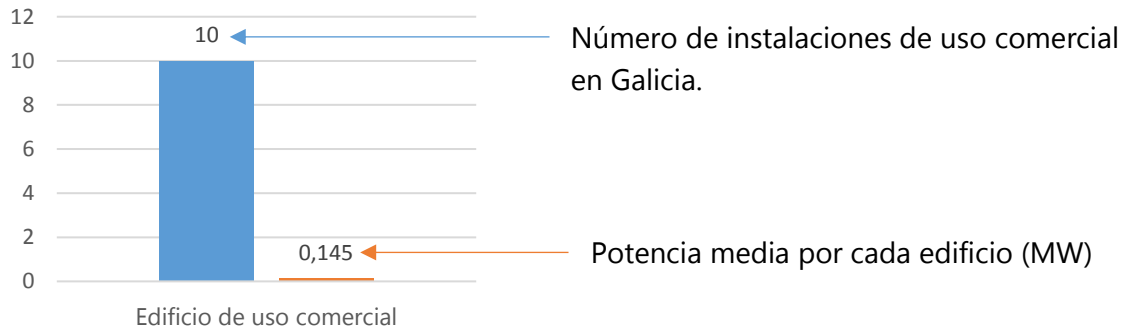


Fig. 77: Grafico explicativo del análisis realizado.

También se detalla cuáles fueron los combustibles más utilizados en el ámbito de Pontevedra. Donde se observa que el pellets es el más empleado, en 35 instalaciones en la provincia de Pontevedra para ser exacto.

El consumo de astilla también es elevado, lo que nos indica que se han instalado sistemas de biomasa en edificios con grandes demandas térmicas.

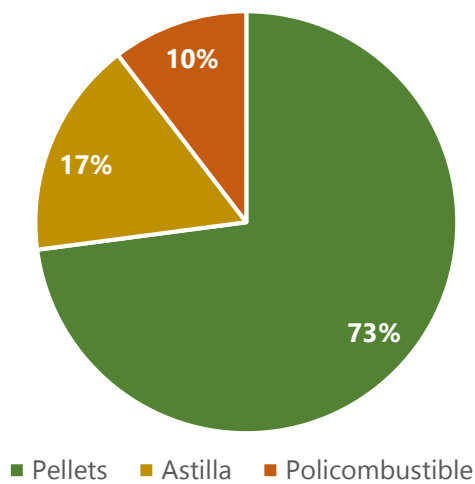


Fig. 78: Grafico que muestra el consumo de los diferentes combustibles en Pontevedra.

3.3.2. LUGO

3.3.2.1. Edificio de uso residencial público y vivienda colectiva

| | | | | |
|---|-------------|------|--------------|----|
| Comunidad de 91 viviendas y 10 locales comerciales | Instalación | Año | Instalador | C |
| Estrada da granxa, 27, 29 y 31 | 2 de 200 kW | 2013 | Tecgal | P |
| Fuente: Joaquín López Pérez, Jefe del Área de Energías Renovables del Inega. | | | | |
| Comunidad de 16 viviendas | Instalación | Año | Instalador | C |
| Lugo | 3 de 56 kW | 2014 | Tecgal | P |
| Fuente: Joaquín López Pérez, Jefe del Área de Energías Renovables del Inega. | | | | |
| Comunidad de viviendas 5 pisos | Instalación | Año | Instalador | C |
| Avenida das Américas, 87, 27004 Lugo | 1 de 201 kW | 2013 | Isempa (ESE) | PL |
| Fuente: Isempa S.L. | | | | |
| Comunidad de 3 pisos | Instalación | Año | Instalador | C |
| Lugo | 1 de 32 kW | 2014 | Emisión Cero | P |
| Fuente: Emisión Cero. | | | | |
| Comunidad de 2 pisos y local comercial | Instalación | Año | Instalador | C |
| Lugo | 1 de 32 kW | 2014 | Emisión Cero | P |
| Fuente: Emisión Cero. | | | | |
| Comunidad de 3 Viviendas | Instalación | Año | Instalador | C |
| Sarriá | 1 de 40 kW | 2015 | Biocurve | P |
| Fuente: Juan Jesús Ramos, Observatorio Nacional de Calderas de Biomasa (ONCB) | | | | |
| Comunidad de 3 Viviendas | Instalación | Año | Instalador | C |
| Castro de Rei, Ribeiras de Lea | 1 de 30 kW | 2013 | - | P |
| Fuente: Juan Jesús Ramos, Observatorio Nacional de Calderas de Biomasa (ONCB) | | | | |
| Hotel Alfonso IX | Instalación | Año | Instalador | C |
| Rúa Peregrino, 29, 27600 Sarria, Lugo | 1 de 350 kW | 2016 | Smarteating | A |
| Fuente: http://www.alfonsoix.com/blog/proyectos-subsuencionados/ | | | | |
| Hotel Resort Las Sirenas | Instalación | Año | Instalador | C |
| Resort Las Sirenas, 27861 Viveiro. | 1 de 500 kW | 2011 | Isempa (ESE) | PL |
| Fuente: Termosun | | | | |
| Hotel Prados | Instalación | Año | Instalador | C |
| Estrada N-VI, Km 482, O Corgo | 1 de 100 kW | 2014 | Tecgal | P |
| Fuente: Tecgal enerxías S.L. | | | | |
| Hotel en Lugo 2* | Instalación | Año | Instalador | C |
| Lugo | 1 de 56 kW | 2014 | Emisión Cero | P |
| Fuente: Emisión Cero. | | | | |
| Hotel Los Olmos | Instalación | Año | Instalador | C |
| Rúa Camiño de Liñares, 15 | 1 de 201 kW | 2014 | Isempa (ESE) | PL |
| Fuente: Isempa S.L. | | | | |
| Casa Turismo Rural Santa Mariña | Instalación | Año | Instalador | C |
| Travesía Santa Mariña, 1, Portomarín | 1 de 32 kW | 2014 | Tecgal | P |
| Fuente: Tecgal enerxías S.L. | | | | |

| | | | | |
|--|-----------------------------|------|---------------|----|
| Casa Turismo Rural Finca O Bizarro | Instalación | Año | Instalador | C |
| C/ O Bizarro s/n, 27765 Trabada, Lugo | 1 de 52 kW | 2014 | Tecgal | P |
| Fuente: Tecgal enerxías S.L. | | | | |
| Casa Turismo Rural "A Bolboreta" | Instalación | Año | Instalador | C |
| Lugar Vilar 2, 27200 Palas de Rei | 1 de 70 kW | 2014 | Isempa (ESE) | P |
| Fuente: Otega Corporación | | | | |
| Balneario-Hotel Agua Santas | Instalación | Año | Instalador | C |
| Zona Os Baños s/n, 27430 Pantón. | 1 de 500 kW | 2014 | SolPraNos S.L | A |
| Fuente: Grupo Nova Eneía. | | | | |
| Residencia de Mayores Nuestra Señora del Carmen | Instalación | Año | Instalador | C |
| Rúa Irmáns García Vázquez, 27, Sarria. | 1 de 300 kW | 2012 | Foresa | A |
| Una instalación de 300 kW formada por una caldera multicomcombustible de la marca KWB. | | | | |
| Fuente: http://www.energynews.es/ | | | | |
| Residencia O Incio | Instalación | Año | Instalador | C |
| 27346 O Incio | 1 de 500 kW | 2012 | Isempa (ESE) | A |
| Fuente: Isempa, S.A. Fundación San Rosendo. | | | | |
| Residencia San Vitorio | Instalación | Año | Instalador | C |
| Carretera Nacional Sexta Baralla, Lugo | 1 de 500 kW | 2011 | Rebi S.L. | A |
| Fuente: Rebi S.L., Recursos de biomasa. | | | | |
| Residencia - Geriatros Lugo | Instalación | Año | Instalador | C |
| Carretera Nacional VI, Km. 513,5, 27150 Outeiro de Rei | 1 de 500 kW | 2015 | Foresa (ESE) | A |
| Fuente: Foresga, Forestación Galicia, en especial el ingeniero Yago. | | | | |
| Residencia - Geriatros Chantada | Instalación | Año | Instalador | C |
| Avenida de Lugo, nº 52. Chantada | 1 de 600 kW | 2012 | Foresa (ESE) | A |
| Caldera Herz Biofire 600 con silo de 180 m3 y alimentación por tornillo sin fin. | | | | |
| Fuente: Foresga, Forestación Galicia | | | | |
| Residencia de la 3ª edad, Monforte | Instalación | Año | Instalador | C |
| Paseo do Malecón, 0, 27400 Monforte de Lemos | 1 de 120 kW + 1 de 50 kW | 2014 | Foresa (ESE) | P |
| Fuente: Plataforma de Contratos Públicos de Galicia PCPG. | | | | |
| Residencia 3ª Edad Abeiro Gold | Instalación | Año | Instalador | C |
| San Miguel de Penas, nº1, Monterroso. | 2 de 201 kW | 2010 | Isempa (ESE) | PL |
| Fuente: Otega Corporación | | | | |
| Residencia Centro de día de Baltar | Instalación | Año | Instalador | C |
| Camiño das Cruces, 64, Baltar | 2 de 50 kW | 2010 | Isempa (ESE) | P |
| Fuente: Otega Corporación | | | | |
| Residencia Centro de día de Ribeira de Piquín | Instalación | Año | Instalador | C |
| Lugar Barrio, Cabaceira. | 3 de 64 kW | 2016 | Tecgal | P |
| Fuente: DOG nº 119 de 2016/6/23- Tecgal enerxías S.L. | | | | |
| Pazo de Ludeiro | Instalación | Año | Instalador | C |
| San Miguel de Penas, nº1, Monterroso. | 1 de 25 kW | 2011 | Isempa (ESE) | P |
| Fuente: Pazo Ludeiro. | | | | |

| Pazo de Laia | Instalación | Año | Instalador | C |
|---------------------------------------|-------------|------|------------|---|
| San Xoan de Laia 02, Palas de Rey. | - | 2017 | - | - |
| Fuente: El progreso, edición digital. | | | | |

3.3.2.2. Edificio de uso administrativo

| Centro Multiusos de A Fonsagrada | Instalación | Año | Instalador | C |
|--|-------------|------|--------------|---|
| Plaza del Concello, s/n, A Fonsagrada | 3 de 56 kW | 2016 | Tecgal | P |
| Fuente: DOG nº 119 de 2016/6/23 - Tecgal enerxías S.L. | | | | |
| Ayuntamiento de O Saviñao | Instalación | Año | Instalador | C |
| Plaza de España, S/N, Vilasante. | - | 2016 | - | |
| Fuente: DOG nº 119 de 2016/6/23 | | | | |
| Ayuntamiento de Barreiros | Instalación | Año | Instalador | C |
| Rúa Vila, 63, Barreiros. | - | 2016 | - | |
| Fuente: DOG nº 119 de 2016/6/23 | | | | |
| Ayuntamiento de O Vicedo | Instalación | Año | Instalador | C |
| Travesía da Mariña, 57, O Vicedo. | - | 2016 | - | |
| Fuente: DOG nº 119 de 2016/6/23 | | | | |
| Ayuntamiento de Guntín | Instalación | Año | Instalador | C |
| Estrada Xeral, 0, Guntín | - | 2016 | - | |
| Fuente: DOG nº 119 de 2016/6/23 | | | | |
| Ayuntamiento de Antas de Ulla | Instalación | Año | Instalador | C |
| Plaza de España, 2, Antas de Ulla. | - | 2016 | - | |
| Fuente: DOG nº 119 de 2016/6/23 | | | | |
| Ayuntamiento de Mondoñedo | Instalación | Año | Instalador | C |
| Plaza do Concello, 1, Mondoñedo. | - | 2016 | - | |
| Fuente: DOG nº 119 de 2016/6/23 | | | | |
| Ayuntamiento | Instalación | Año | Instalador | C |
| - | 2 de 56 kW | 2016 | Emisión Cero | P |
| Fuente: Emisión cero | | | | |
| Juzgado de Sarria | Instalación | Año | Instalador | C |
| Maior, s/n, 27600, Sarria | 1 de 64 kW | 2017 | Medancli | P |
| Fuente: MEDANCLI, S.L. - Medioambiente y Climatización | | | | |
| Juzgado de Mondoñedo | Instalación | Año | Instalador | C |
| Plaza de San Xoán, 27740 Mondoñedo | - | 2014 | - | |
| Fuente: Pontevedraviva, periódico digital. | | | | |
| Juzgado de Becerreá | Instalación | Año | Instalador | C |
| Calle Gómez Giménez, 1, Becerreá | 1 de 56 kW | 2014 | Emisión Cero | P |
| Fuente: La Voz de Galicia, edición digital. | | | | |
| Juzgado de Chantada | Instalación | Año | Instalador | C |
| Plaza de Galicia, 2. Chantada. | 2 de 56 kW | 2014 | Emisión Cero | P |
| Fuente: La Voz de Galicia, edición digital. | | | | |
| Casa del Concello de Villalba | Instalación | Año | Instalador | C |
| Plaza de la Constitución, 1, Villalba. | 3 de 64 kW | 2014 | Tecgal | P |
| Fuente: DOG nº 119 de 2016/6/23 | | | | |

| | | | | |
|---|-------------|------|------------------|----|
| Casa Consistorial de Abadín | Instalación | Año | Instalador | C |
| Avenida de Galicia, 39, 27730 Abadín. | 2 de 100 kW | 2016 | Ecogal | P |
| Fuente: Plataforma de Contratos Públicos de Galicia PCPG. | | | | |
| Casa Consistorial de Rábade | Instalación | Año | Instalador | C |
| Plaza de la Constitución, 1, Villalba. | 1 de 56 kW | 2015 | TF3 Soluciones | |
| Fuente: http://www.deputacionlugo.org/ - TF3 SOLUCIONES TÉCNICAS INDUSTRIALES S.L. | | | | |
| Centro Cívico y Piscina de Xove | Instalación | Año | Instalador | C |
| Centro Cívico S/N, 27870 Xove. | 1 de 500 kW | 2012 | ECIMAN S.L | PL |
| Fuente: http://www.elprogreso.galiciae.com/ | | | | |
| MIHL - Museo Interactivo | Instalación | Año | Instalador | C |
| Av Infanta Elena, s/n, Lugo. | 1 de 450 kW | 2014 | Factorverde, S.A | |
| Fuente: Otega Corporación | | | | |

3.3.2.3. Edificio de uso deportivo.

| | | | | |
|---|-------------|------|----------------|----|
| Piscina Municipal de Viveiro | Instalación | Año | Instalador | C |
| Av. Ramón Canosa, Celeiro. | 1 de 300 kW | 2010 | ISEMPA (ESE) | P |
| Fuente: El progreso, periódico digital y Herz-Termosun. | | | | |
| Piscina Municipal Monforte de Lemos | Instalación | Año | Instalador | C |
| Rúa Sober, 6, Monforte de Lemos | 1 de 220 kW | 2014 | Foresa (ESE) | P |
| Fuente: SolPraNos S.L. – Foresa. | | | | |
| Piscina Municipal de Vilalba | Instalación | Año | Instalador | C |
| Estrada Praia Fluvial, 15, 27820 Vilalba. | 1 de 400 kW | 2015 | Isempa (ESE) | PL |
| Fuente: Plataforma de Contratos Públicos de Galicia PCPG. | | | | |
| Piscina Cubierta de Sarria | Instalación | Año | Instalador | C |
| Praza de Galicia, 12, 27619 Sarria | 2 de 200 kW | 2016 | Medancli, S.L. | P |
| Fuente: http://www.xunta.gal/ | | | | |
| Club Deportivo D10 | Instalación | Año | Instalador | C |
| C. Ferreira, Mosteiro, Outeiro de Rei. | - | 2016 | - | |
| Fuente: http://www.xunta.gal/ | | | | |
| Piscina Municipal Chantada | Instalación | Año | Instalador | C |
| Estrada Praia Fluvial, 15, 27820 Vilalba. | 3 de 56 kW | 2014 | Emisión Cero | P |
| Fuente: Faro de Vigo, edición digital. | | | | |

3.3.2.4. Edificio de uso hospitalario.

| | | | | |
|--|-------------|------|---------------|----|
| Hospital Polusa | Instalación | Año | Instalador | C |
| Barrio de San Lázaro, Calle Dr. Iglesias Otero | 1 de 800 kW | 2010 | ISEMPA (ESE) | PL |
| Fuente: Joaquín López Pérez, Jefe del Área de Energías Renovables del Inega. | | | | |
| Hospital Comarcal de Monforte | Instalación | Año | Instalador | C |
| Rúa Corredoira, s/n, 27400 Monforte de Lemos. | - | 2014 | ELECNOR, S.A. | |
| Fuente: Revista Bioenergy | | | | |

| | | | | |
|---|-------------|------|---------------|---|
| Hospital Comarcal de Calde | Instalación | Año | Instalador | C |
| Lugar Santa Eufemia, 48, Calde. | - | 2014 | ELECNOR, S.A. | |
| Fuente: Revista Bioenergy | | | | |
| Hospital Comarcal de Costa | Instalación | Año | Instalador | C |
| Rafael Vior, s/n., 27880, Burela. | - | 2014 | ELECNOR, S.A. | |
| Fuente: Revista Bioenergy | | | | |
| Centro de salud de Palas de Rei | Instalación | Año | Instalador | C |
| Calle Bernardino Pardo, s/n, Palas de Rei | 1 de 220 kW | 2013 | ISEMPA (ESE) | P |
| Fuente: Isempa S.L. | | | | |
| Centro de salud de Guitiriz. | Instalación | Año | Instalador | C |
| Rúa Xermade, 10, 27300 Guitiriz | 1 de 220 kW | 2015 | ELECNOR, S.A. | P |
| Fuente: Plataforma de Contratos Públicos de Galicia PCPG. | | | | |
| Centro Salud Quiroga | Instalación | Año | Instalador | C |
| Calle del Pereiro, 27320 Quiroga. | - | 2016 | ELECNOR, S.A. | |
| Fuente: Resolución del DOG nº 113 de 2016/6/15 | | | | |
| Centro de atención a minusválidos | Instalación | Año | Instalador | C |
| - | 2 de 56 | 2014 | Emisión Cero. | P |
| Fuente: Emisión Cero. | | | | |

3.3.2.5. Ponderación cuantitativa del uso de la biomasa en Lugo.

En el siguiente gráfico se muestra la utilización de la biomasa en las diferentes tipologías edificatorias analizadas y la potencia media por edificio en cada tipología edificatoria (1 MW= potencia equivalente a generar confort térmico en 10.000 m², con una altura media de 3 metros).

Destaca el uso hospitalario, debido a la iniciativa del Inega que incentivo la implantación de los planes de eficiencia energética y del Proyecto Ecohospital, para incorporar la biomasa forestal como fuente de energía.

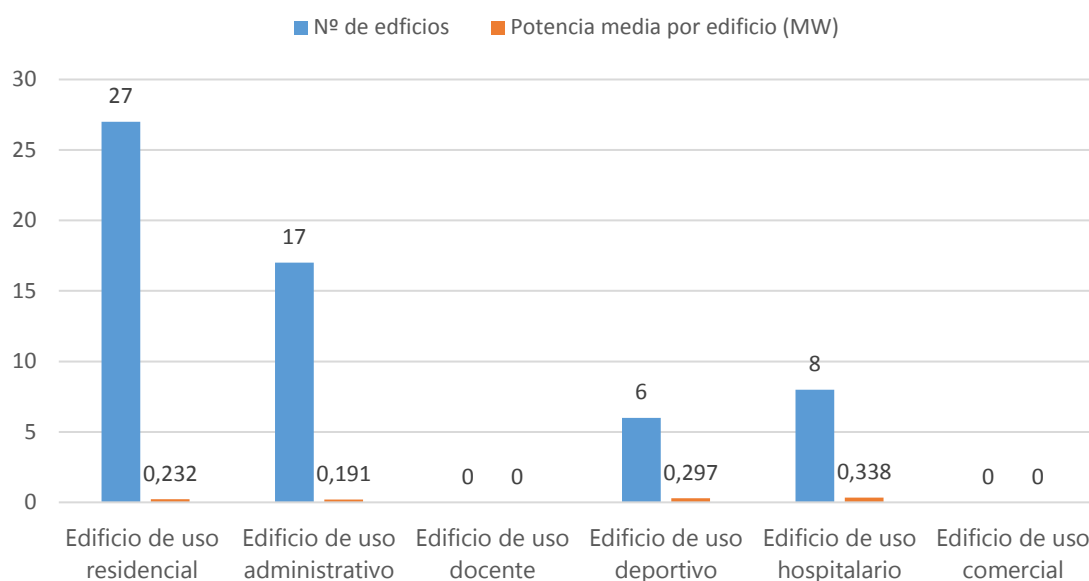


Fig. 79: Gráfico del nº de instalaciones y potencia instalada en las diferentes tipologías edificatorias.

También se detalla cuáles fueron los combustibles más utilizados en el ámbito de la Provincia de Lugo. La gráfica nos muestra que tanto el consumo de astilla como policombustibles tiene un gran peso en la provincia de Lugo, esto es debido a la alta potencia instalada, más de 200 kW en casi todas la tipologías.

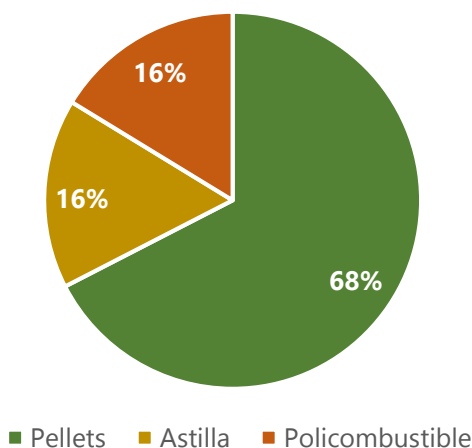


Fig. 80: Gráfico que muestra el consumo de los diferentes combustibles en Lugo

3.3.3. ORENSE

3.3.3.1. Edificio de uso residencial público y vivienda colectiva

| | | | | |
|--|-------------|------|---------------|----|
| Comunidad de 14 viviendas | Instalación | Año | Instalador | C |
| Verín | - kW | 2014 | - | P |
| Fuente: Juan Jesús Ramos, Observatorio Nacional de Calderas de Biomasa (ONCB) | | | | |
| Comunidad de viviendas | Instalación | Año | Instalador | C |
| Verín | 1 de 100 kW | 2008 | Enerzia | P |
| Caldera Guntamatic Biocom Flex con un acumulador de inercia SICC de 1000L. Silo de obra con capacidad para 7.000 kg de pellets | | | | |
| Fuente: Juan Jesús Ramos, Observatorio Nacional de Calderas de Biomasa (ONCB) | | | | |
| Comunidad de viviendas | Instalación | Año | Instalador | C |
| Xinzo de Limia | 1 de 32 kW | 2012 | Enerzia | P |
| Fuente: Juan Jesús Ramos, Observatorio Nacional de Calderas de Biomasa (ONCB) | | | | |
| Hotel Rural Fonte Da Cova | Instalación | Año | Instalador | C |
| Lg. Fonte Da Cova S/n, 32337 Casayo | - | 2015 | Ingekor | |
| Fuente: Diputación de Pontevedra | | | | |
| Hotel | Instalación | Año | Instalador | C |
| - | 2 de 48 kW | 2014 | Emisión Cero | P |
| Fuente: Emisión Cero | | | | |
| Hotel Spa Vilavella | Instalación | Año | Instalador | C |
| Lugar de Vilavella, s/n, A Mezquita | - | 2013 | Enerzia | |
| Fuente: DOG nº 132 de 2012/7/11 | | | | |
| Residencia San Martiño | Instalación | Año | Instalador | C |
| Ctra. Santo Estevo, s/n, Luintra. | 1 de 100 kW | 2009 | Fernando, KWB | PL |
| Esta instalación tiene una caldera de biomasa KWB Multifire USV V 100, que da servicio de agua caliente sanitaria y calefacción al edificio, tiene alimentación desde silo mediante tornillo sinfín. | | | | |
| Fuente: Fernando, Representante KWB Galicia. | | | | |
| Residencia Virgen Blanca, Nuestra Señora de la esperanza y Santa María | Instalación | Año | Instalador | C |
| A Farixa. | 1 de 1 MW | 2014 | Foresa (ESE) | A |
| Red de más de 500 m para suministro de calor a tres residencias geriátricas de Fundación San Rosendo a partir de una central térmica de 1 MW. | | | | |
| Fuente: Foresga, Forestación Galicia S.A. | | | | |
| Residencia Nosa Señora do Viso | Instalación | Año | Instalador | C |
| Rúa do Toural, 22 – As Quintas, Lobeira | - | 2015 | - | |
| Fuente: La Región, periódico digital. | | | | |
| Residencia Nuestra Señora del Socorro | Instalación | Año | Instalador | C |
| Lugar Chaos, 23, 32417 A Arnoia. | 1 de 500kw | 2008 | Rebi S.L. | A |
| Fuente: La Región, periódico digital. | | | | |
| Residencia Divino Maestro | Instalación | Año | Instalador | C |
| Calle Xoan De Novoa, 6 Baixo, Orense | - | 2012 | - | |
| Fuente: Fundación San Rosendo | | | | |

| | | | | |
|---|-------------|------|----------------|----|
| Residencia Monterrey | Instalación | Año | Instalador | C |
| Calle de los Gozos, O Pereiro de Aguiar | - | 2012 | - | |
| Fuente: Fundación San Rosendo | | | | |
| Residencia Os Gozos | Instalación | Año | Instalador | C |
| Monterrei, Pereiro de Aguiar | - | 2012 | - | |
| Fuente: Fundación San Rosendo | | | | |
| Residencia Sagrada Familia | Instalación | Año | Instalador | C |
| Santa Cruz de Arrabaldo | - | 2013 | - | |
| Fuente: Fundación San Rosendo | | | | |
| Residencia As Flores | Instalación | Año | Instalador | C |
| Aldea Calvelos, 3, 32990, Orense. | - | 2013 | - | |
| Fuente: Fundación San Rosendo | | | | |
| Residencia Santa Marta | Instalación | Año | Instalador | C |
| Rua Mesón, s/n, Santa Cruz de Arrabaldo | 1 de 800 kW | 2013 | Isempa (ESE) | PL |
| Fuente: Fundación San Rosendo | | | | |
| Residencia Santa Cruz | Instalación | Año | Instalador | C |
| Caserío Meson, 11, 32990, Orense. | - | 2013 | - | |
| Fuente: Fundación San Rosendo | | | | |
| Residencia Santa Mariña | Instalación | Año | Instalador | C |
| Augas Santas, Allariz. | - | 2014 | - | |
| Fuente: Fundación San Rosendo | | | | |
| Residencia Geriatros Barrocás | Instalación | Año | Instalador | C |
| Camiño Antigo, nº 4. Barrocás | 3 de 56 kW | 2012 | Emisión Cero | P |
| Fuente: La Voz de Galicia, edición digital. | | | | |
| Residencia nueva construcción | Instalación | Año | Instalador | C |
| - | 4 de 56 kW | 2012 | Emisión Cero | P |
| Fuente: Emisión Cero | | | | |
| Centro de día de Baltar | Instalación | Año | Instalador | C |
| Camiño das Cruces, 64, Baltar | 2 de 50 kW | 2010 | ISEMPA (ESE) | P |
| Fuente: Otega Corporación | | | | |
| Seminario Mayor de la Diócesis | Instalación | Año | Instalador | C |
| Orense | - | 2010 | Grupo Saraitsa | A |
| Fuente: Grupo Saraitsa | | | | |
| Seminario Menor "A Inmaculada de Orense" | Instalación | Año | Instalador | C |
| Orense | - | 2010 | Grupo Saraitsa | A |
| Fuente: Grupo Saraitsa | | | | |

3.3.3.2. Edificio de uso administrativo.

| | | | | |
|---|-------------|------|-----------------|----|
| Casa Consistorial | Instalación | Año | Instalador | C |
| - | 1 de 64 kW | 2014 | Emisión Cero | P |
| Fuente: Emisión Cero. | | | | |
| Casa Consistorial de A Mezquita | Instalación | Año | Instalador | C |
| Estrada Mezquita – Vilavella. | 1 de 50 kW | 2010 | Enerzia | P |
| Fuente: El proyecto "Gestión Energética Sostenible en Entidades Locales Transfronterizas" | | | | |
| Casa Consistorial de A Mezquita | Instalación | Año | Instalador | C |
| Estrada Mezquita – Vilavella. | 1 de 50 kW | 2010 | Isempa (ESE) | A |
| Fuente: El proyecto "Gestión Energética Sostenible en Entidades Locales Transfronterizas" | | | | |
| Casa Consistorial Baltar | Instalación | Año | Instalador | C |
| Calle Sgto. Seoane, 2, 32632 Baltar | 1 de 50 kW | 2010 | Isempa (ESE) | P |
| Fuente: El proyecto "Gestión Energética Sostenible en Entidades Locales Transfronterizas" | | | | |
| Casa da Cultura Baltar | Instalación | Año | Instalador | C |
| Calle Sgto. Seoane, 1, 32632 Baltar | 1 de 50 kW | 2010 | Isempa (ESE) | P |
| Fuente: El proyecto "Gestión Energética Sostenible en Entidades Locales Transfronterizas" | | | | |
| Cámara Agraria, Centro de Salud y Centro Multiusos de Ríos | Instalación | Año | Instalador | C |
| Estrada Ventas-Marcelin, 67, Riós. | 1 de 150 kW | 2010 | Cenit Atlántico | A |
| Fuente: El proyecto "Gestión Energética Sostenible en Entidades Locales Transfronterizas" | | | | |
| Casa del Concello de Bande | Instalación | Año | Instalador | C |
| Rúa San Roque, 2, Bande. | - | 2016 | - | - |
| Fuente: Faro de Vigo, edición digital. | | | | |
| Ayuntamiento de Vilamarín | Instalación | Año | Instalador | C |
| Av. de Santiago Apostol, 5, Vilamarín | - | 2014 | - | - |
| Fuente: La voz de Galicia, edición digital. | | | | |
| Ayuntamiento de Luintra | Instalación | Año | Instalador | C |
| Carretera de Nogueira, 3, Nogueira. | - | - | Fernando KWB | PL |
| Fuente: Fernando, Representante KWB Galicia. | | | | |
| Ayuntamiento Xunqueira de Ambía | Instalación | Año | Instalador | C |
| Plaza San Rosendo, 1, Junquera de Ambía. | - | 2016 | - | - |
| Fuente: DOG nº 119 de 2016/6/23 | | | | |
| Ayuntamiento de Avión | Instalación | Año | Instalador | C |
| Plaza del Concello, 0, Avión. | - | 2016 | - | - |
| Fuente: DOG nº 119 de 2016/6/23 | | | | |
| Ayuntamiento de Carballeda de Valdeorras | Instalación | Año | Instalador | C |
| Carretera De Entoma, 54, Sobradelo. | - | 2016 | - | - |
| Fuente: DOG nº 119 de 2016/6/23 | | | | |
| Ayuntamiento de Chandrea de Queixa | Instalación | Año | Instalador | C |
| Calle Vila Celeiros, 0 S/N, Celeiros. | - | 2016 | - | - |
| Fuente: DOG nº 119 de 2016/6/23 | | | | |

| | | | | |
|--|-------------|------|--------------|---|
| Ayuntamiento de Castro Caldelas | Instalación | Año | Instalador | C |
| Rúa do Concello, 1, Castro Caldelas. | - | 2016 | - | - |
| Fuente: DOG nº 119 de 2016/6/23 | | | | |
| Ayuntamiento de Carballiño | Instalación | Año | Instalador | C |
| Plaza Maior, 1, O Carballiño. | - | 2016 | - | - |
| Fuente: DOG nº 119 de 2016/6/23 | | | | |
| Ayuntamiento de Melón | Instalación | Año | Instalador | C |
| Calle Covelo, 0 S/N Quins, 32411 Covelo. | - | 2016 | - | - |
| Fuente: DOG nº 119 de 2016/6/23 | | | | |
| Ayuntamiento Barco de Valdeorras. | Instalación | Año | Instalador | C |
| - | - | 2016 | - | - |
| Fuente: Xunta de Galicia. | | | | |
| Ayuntamiento | Instalación | Año | Instalador | C |
| - | 1 de 56 kW | 2014 | Emisión Cero | P |
| Fuente: Emisión Cero. | | | | |
| Juzgado de Xinzo de Limia | Instalación | Año | Instalador | C |
| Rúa da Ladeira, 4, 32630 Xinzo de Limia. | - | 2015 | - | - |
| Fuente: Pontevedraviva, periódico digital. | | | | |
| Juzgado de Pobra de Trives | Instalación | Año | Instalador | C |
| Avda. de América, 11, A Pobra de Trives. | - | 2016 | - | - |
| Fuente: Faro de Vigo, periódico digital. | | | | |
| Juzgados | Instalación | Año | Instalador | C |
| - | 1 de 64 kW | 2014 | Emisión Cero | P |
| Fuente: Emisión Cero. | | | | |
| Juzgados de Verín | Instalación | Año | Instalador | C |
| Irmáns Moreno, 7, 32600 Verín. | 1 de 64 kW | 2017 | Medancli | P |
| Fuente: MEDANCLI, S.L. - Medioambiente y Climatización | | | | |

3.3.3.3. Edificio de uso deportivo.

| | | | | |
|---|-------------|------|------------------------------|---|
| Polideportivo O Consello | Instalación | Año | Instalador | C |
| Baixada O Consello, 37, Ribadavia. | 6 de 64 kW | 2014 | Emisión Cero | P |
| Fuente: Faro de Vigo. | | | | |
| Polideportivo Bande | Instalación | Año | Instalador | C |
| Camino Hnos Martinez, 1, 32840 Bande. | 6 de 64 kW | 2016 | Ferretería y Servicios Bande | P |
| Fuente: Diputación de Pontevedra | | | | |
| Piscina Municipal Verín | Instalación | Año | Instalador | C |
| Rúa Irmáns Moreno, 16, 32600 Verín. | - | 2010 | - | - |
| Fuente: El proyecto "Gestión Energética Sostenible en Entidades Locales Transfronterizas" | | | | |
| Piscina O Barco Valdeorreas | Instalación | Año | Instalador | C |
| Rúa de Estación, 15, 32300 Barco | 4 de 56 kW | 2014 | Grupo Antolín | P |
| Fuente: La Región, edición digital. | | | | |
| Estación de Montaña Manzaneda | Instalación | Año | Instalador | C |
| Estación de Montaña Manzaneda, 32005 Pobra de Trives. | 1 de 800 kW | 2013 | Isempa (ESE) | A |
| Fuente: Otega Corporación | | | | |

3.3.3.4. Edificio de uso hospitalario.

| | | | | |
|---|-------------|------|--------------|---|
| Hospital Universitario de Orense | Instalación | Año | Instalador | C |
| Carretera OU-1109, Km 0, Baltar. | 1 de 3 MW | 2010 | Nova Eneqía | - |
| Fuente: Grupo Nova Eneqía. | | | | |
| Hospital Público de Verín | Instalación | Año | Instalador | C |
| Av. de Laza, 32600 Verín | - | 2014 | - | - |
| Fuente: Revista Bioenergy | | | | |
| Centro de Salud de Baltar | Instalación | Año | Instalador | C |
| Carretera OU-1109, Km 0, Baltar. | 1 de 50 kW | 2010 | Isempa (ESE) | P |
| Fuente: El proyecto "Gestión Energética Sostenible en Entidades Locales Transfronterizas" | | | | |

3.3.3.5. Ponderación cuantitativa del uso de la biomasa en Orense.

En el siguiente gráfico se muestra la utilización de la biomasa en las diferentes tipologías edificatorias analizadas y la potencia media por edificio en cada tipología edificatoria (1 MW= potencia equivalente a generar confort térmico en 10.000 m², con una altura media de 3 metros).

Los edificios residenciales representan un gran referente en tipología de instalación en la provincia de Orense, y las necesidades de estos edificios son muy altas, ya que tienen un consumo medio de 0,312 MW, lo que es lo mismo a generar confort térmico en 3.120 m².

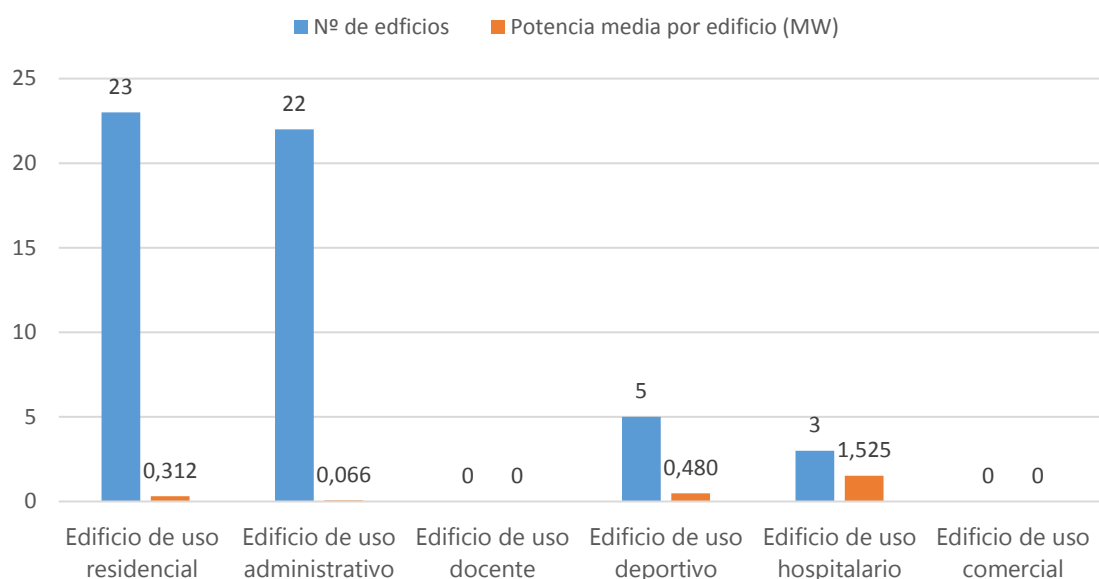


Fig. 81: Gráfico del nº de instalaciones y potencia instalada en las diferentes tipologías edificatorias.

También se detalla cuáles fueron los combustibles más utilizados en el ámbito de la Provincia de Orense. El consumo de astilla en este caso es muy alto por la gran producción de astilla y por las empresas de servicios energéticos que posibilitan la capacitación técnica y financiera.

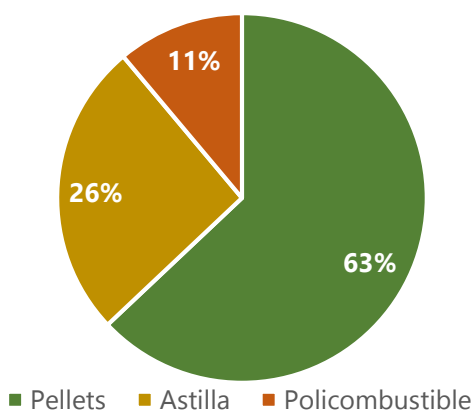


Fig. 82: Gráfico que muestra el consumo de los diferentes combustibles en Orense.

3.3.4. CORUÑA**3.3.4.1. Edificio de uso residencial público y vivienda colectiva**

| Comunidad 12 Viviendas | Instalación | Año | Instalador | C |
|---|-------------|------|--------------|----|
| Arzúa. | 1 de 130 kW | 2009 | CenitSolar | PL |
| Fuente: Observatorio Nacional de Calderas de Biomasa (ONCB) | | | | |
| Comunidad de Viviendas | Instalación | Año | Instalador | C |
| Praque elimativo | 1 de 200 kW | 2009 | Medancli | P |
| MEDANCLI, S.L. - Medioambiente y Climatización | | | | |
| Residencia Geriátrico – A sua Casa | Instalación | Año | Instalador | C |
| San Sanduriño Narón. | - | 2015 | Biotermia | P |
| Fuente: Diario de Ferrol, edición digital. | | | | |
| Residencia de día para mayores | Instalación | Año | Instalador | C |
| - | 2 de 56 kW | - | Emisión Cero | P |
| Fuente: Emisión Cero | | | | |
| Residencia Boimorto | Instalación | Año | Instalador | C |
| Rúa Gándara, 15817 Boimorto | 1 de 43 kW | - | Acende | P |
| Fuente: Acende | | | | |
| Centro de día | Instalación | Año | Instalador | C |
| - | 1 de 56 kW | - | Emisión Cero | P |
| Fuente: Emisión Cero | | | | |
| Centro social | Instalación | Año | Instalador | C |
| - | 2 de 56 kW | - | Emisión Cero | P |
| Fuente: Emisión Cero | | | | |
| Centro de formación ocupacional | Instalación | Año | Instalador | C |
| - | 2 de 48 kW | - | Emisión Cero | P |
| Fuente: Emisión Cero | | | | |

3.3.4.2. Edificio de uso administrativo.

| Edificio Administrativo San Caetano | Instalación | Año | Instalador | C |
|---|-------------|------|------------|----|
| Rúa de San Caetano, s/n, 15704 Santiago de Compostela | 1 de 1 MW | 2016 | Medancli | PL |
| Fuente: Calquega Biomasa S.L. | | | | |
| Ayuntamiento de Vedra | Instalación | Año | Instalador | C |
| Av. do Mestre Manuel Gómez Lorenzo, 1, Vedra. | - | 2016 | - | - |
| Fuente: DOG nº 119 de 2016/6/23 | | | | |
| Ayuntamiento de Santa Comba | Instalación | Año | Instalador | C |
| Plaza del Concello, 1 | - | 2016 | - | - |
| Fuente: DOG nº 119 de 2016/6/23 | | | | |
| Ayuntamiento de Brión | Instalación | Año | Instalador | C |
| Plaza del Concello, 1, Brión. | - | 2016 | - | - |
| Fuente: DOG nº 119 de 2016/6/23 | | | | |

| | | | | |
|---|---------------|------|------------------------|---|
| Ayuntamiento de Mugarodos | Instalación | Año | Instalador | C |
| Avenida de Galiza, 45, Mugarodos. | - | 2016 | - | - |
| Fuente: DOG nº 119 de 2016/6/23 | | | | |
| Ayuntamiento de Oleiros | Instalación | Año | Instalador | C |
| Plaza de Galicia, 1, 15173 Oleiros. | 1 de 1.000 kW | 2015 | Medancli | P |
| Fuente: MEDANCLI, S.L. - Medioambiente y Climatización | | | | |
| Ayuntamiento de Bergondo | Instalación | Año | Instalador | C |
| Plaza de Galicia, 1, 15173 Oleiros. | 1 de 1.000 kW | 2015 | Medancli | P |
| Fuente: MEDANCLI, S.L. - Medioambiente y Climatización | | | | |
| Ayuntamiento de Dodro | Instalación | Año | Instalador | C |
| Calle Tallos, 32. | - | 2016 | - | - |
| Fuente: DOG nº 119 de 2016/6/23 | | | | |
| Ayuntamiento de Ordes | Instalación | Año | Instalador | C |
| Rúa Alfonso Senra, 108. | - | 2016 | - | - |
| Fuente: DOG nº 119 de 2016/6/23 | | | | |
| Ayuntamiento de Sada | Instalación | Año | Instalador | C |
| Av. de Mariña, 25. | - | 2016 | - | - |
| Fuente: DOG nº 119 de 2016/6/23 | | | | |
| Ayuntamiento de Vimianzo | Instalación | Año | Instalador | C |
| Plaza de Ayuntamiento, 6, Vimianzo. | - | 2016 | - | - |
| Fuente: DOG nº 119 de 2016/6/23 | | | | |
| Ayuntamiento de Melide | Instalación | Año | Instalador | C |
| Plaza do Convento, 5, Melide | - | 2016 | - | - |
| Fuente: DOG nº 119 de 2016/6/23 | | | | |
| Ayuntamiento | Instalación | Año | Instalador | C |
| - | 3 de 56 kW | - | Emisión Cero | P |
| Fuente: Emisión Cero | | | | |
| Ayuntamiento | Instalación | Año | Instalador | C |
| - | - de 56 kW | - | Emisión Cero | P |
| Fuente: Emisión Cero | | | | |
| Juzgados Ribeira | Instalación | Año | Instalador | C |
| Rúa Mariño de Rivera, s/n, Ribeira. | - | 2014 | - | - |
| Fuente: La Región, edición digital. | | | | |
| Juzgados Ortigueira | Instalación | Año | Instalador | C |
| Avda. Escola de Gaitas de Ortigueira. | - | 2014 | - | - |
| Fuente: Pontevedraviva, periódico digital. | | | | |
| Juzgados | Instalación | Año | Instalador | C |
| Rúa Monforte, S/N | 2 de 56 kW | - | Emisión Cero | P |
| Fuente: Emisión Cero | | | | |
| Centro cultural en A Coruña | Instalación | Año | Instalador | C |
| - | 2 de 56 kW | - | Emisión Cero | P |
| Fuente: Emisión Cero | | | | |
| Casa da Cultura A Baña | Instalación | Año | Instalador | C |
| Rua das Dores, 15863 A Baña | 1 de 42,5 kW | 2014 | Cimbra Contracts, S.L. | P |
| Fuente: Plataforma de Contratos Públicos de Galicia PCPG. | | | | |

| | | | | |
|---|-------------|------|------------|---|
| Casa Consistorial Boimorto | Instalación | Año | Instalador | C |
| Rua das Dores, 15863 A Baña | 1 de 52 kW | 2014 | ACENDE | P |
| Fuente: ACENDE | | | | |
| Centro Etnográfico Río Mandeo | Instalación | Año | Instalador | C |
| Paseo Fluvial, 20, 15310 Teixeira | 1 de 35 kW | 2013 | PANSOGAL | P |
| Fuente: http://pansogal.com/ | | | | |
| Centro de información a la mujer | Instalación | Año | Instalador | C |
| Paseo Fluvial, 20, 15310 Teixeira | 1 de 56 kW | 2013 | PANSOGAL | P |
| Fuente: http://pansogal.com/ | | | | |

3.3.4.3. Edificio de uso docente.

| | | | | |
|--|-------------|------|-----------------------|---|
| Escuela de Música de A Baña | Instalación | Año | Instalador | C |
| Rúa Tedelle, 1, A Baña | - | 2014 | Cimbra Contracts S.L. | - |
| Fuente: Plataforma de Contratos Públicos de Galicia PCPG. | | | | |
| Centro Municipal de Formación Ocupacional de Cambre | Instalación | Año | Instalador | C |
| Rúa Zeppelin, 10, Pol. Espiritu Santo, Cambre. | 1 de 100 kW | 2016 | Resolve Enerxía, S.L. | - |
| Fuente: DOG nº 119 de 2016/6/23 | | | | |

3.3.4.4. Edificio de uso deportivo.

| | | | | |
|--|-------------|------|---------------|---|
| Piscina | Instalación | Año | Instalador | C |
| Coruña | 3 de 64 kW | 2012 | Emisión Cero | P |
| Calderas de pellets trabajando en cascada y con silo de hecho de obra. | | | | |
| Fuente: Emisión Cero | | | | |
| Polideportivo Municipal As Somozas | Instalación | Año | Instalador | C |
| Lugar Iglesia, 45, 15565 As Somozas | 2 de 48 kW | 2014 | Emisión Cero | P |
| Calderas trabajando en cascada, silo de obra de 13 toneladas y depósito de inercia de 1000L. | | | | |
| Fuente: Emisión Cero | | | | |
| Piscina Municipal Carballo Calero | Instalación | Año | Instalador | C |
| Rúa Carballo Calero, 2, Carballo | 1 de 500 kW | 2015 | Inst. Tasende | P |
| Fuente: Plataforma de Contratos Públicos de Galicia PCPG. - Instalaciones Tasende SLU | | | | |
| Piscina Municipal de Carballo | Instalación | Año | Instalador | C |
| Rúa Vila de Noia, s/n, 15100 Carballo | 1 de 500 kW | 2014 | ACENDE | A |
| Caldera de astilla y silo hecho de obra. | | | | |
| Fuente: ACENDE | | | | |
| Piscina Municipal de Muros | Instalación | Año | Instalador | C |
| Lugar Acea, 4, Muros | 2 de 56 kW | 2009 | Emisión Cero | P |
| Con 2 silos textiles que suman una capacidad de 10 toneladas | | | | |
| Fuente: La Voz de Galicia, edición digital. | | | | |

| | | | | |
|--|-------------|------|--------------|---|
| Piscina Municipal Laracha | Instalación | Año | Instalador | C |
| Calle Lino Gómez Canedo, s/n, A Laracha | 4 de 64 kW | 2016 | Elecnor S.A. | P |
| Fuente: La Voz de Galicia, edición digital. | | | | |
| Piscina Municipal de Perillo | Instalación | Año | Instalador | C |
| Praza da Canteira, s/n, 15173 Perillo. | 1 de 200 kW | 2015 | Medancli | P |
| Fuente: MEDANCLI, S.L. - Medioambiente y Climatización | | | | |
| Campo de fútbol Municipal de Laracha | Instalación | Año | Instalador | C |
| Campo s/n, Laracha | - | 2016 | Elecnor S.A. | |
| Fuente: La Voz de Galicia, edición digital. | | | | |
| Real Aero Club de Santiago | Instalación | Año | Instalador | C |
| Lugar Acea, 4, Muros | 2 de 56 kW | 2013 | Emisión Cero | P |
| Con silo de obra con capacidad de 6 toneladas y depósitos de inercia y ACS de 2500L. | | | | |
| Fuente: Informativos TVG | | | | |

3.3.4.5. Edificio de uso hospitalario.

| | | | | |
|---------------------------------------|-------------|-----|------------|---|
| Hospital Naval | Instalación | Año | Instalador | C |
| Lugar do Castro , 15405 Ferrol | 2 de 1 MW | - | - | - |
| Fuente: Revista Bioenergy. | | | | |
| Hospital Virxe da Xunqueira | Instalación | Año | Instalador | C |
| Paseo Alcalde Pepe Sánchez, 7, Cee | - | - | - | - |
| Fuente: Revista Bioenergy. | | | | |
| Hospital Teresa Herrera | Instalación | Año | Instalador | C |
| As Xubias, s/n, 15006 A Coruña. | - | - | - | - |
| Fuente: Revista Bioenergy. | | | | |
| Hospital Abente e Lago | Instalación | Año | Instalador | C |
| Paseo Parrote, s/n. | - | - | - | - |
| Fuente: Revista Bioenergy. | | | | |
| Centro de Salud do Ventorrillo | Instalación | Año | Instalador | C |
| Avenida Finisterre, 319. | - | - | - | - |
| Fuente: Revista Bioenergy. | | | | |

3.3.4.6. Edificio de uso comercial.

| | | | | |
|--|-------------|------|--------------|---|
| Nave industrial "ALUMISAN" | Instalación | Año | Instalador | C |
| Rúa de Santa Teresa Jornet, 14, Santiago de Compostela | 1 de 160 kW | 2010 | Enertra | P |
| Fuente: Enertra | | | | |
| Balcotex S.L. | Instalación | Año | Instalador | C |
| Calle lousa (Pol industrial de bertoa), 6, Carballo. | - | 2016 | - | - |
| Fuente: Maderasostenible.com | | | | |
| Nueva Lonja | Instalación | Año | Instalador | C |
| Coruña | 1 de 56 kW | - | Emisión Cero | P |
| Fuente: Emisión Cero | | | | |

3.3.4.7. Ponderación cuantitativa del uso de la biomasa en La Coruña.

En el siguiente gráfico se muestra la utilización de la biomasa en las diferentes tipologías edificatorias analizadas y la potencia media por edificio en cada tipología edificatoria (1 MW= potencia equivalente a generar confort térmico en 10.000 m2, con una altura media de 3 metros).

Destacan las instalaciones en edificios administrativos, gracias a las subvenciones concedidas por del instituto energético de Galicia (INEGA), que pueden llegar a asumir hasta el 70% de la inversión en algunos casos.

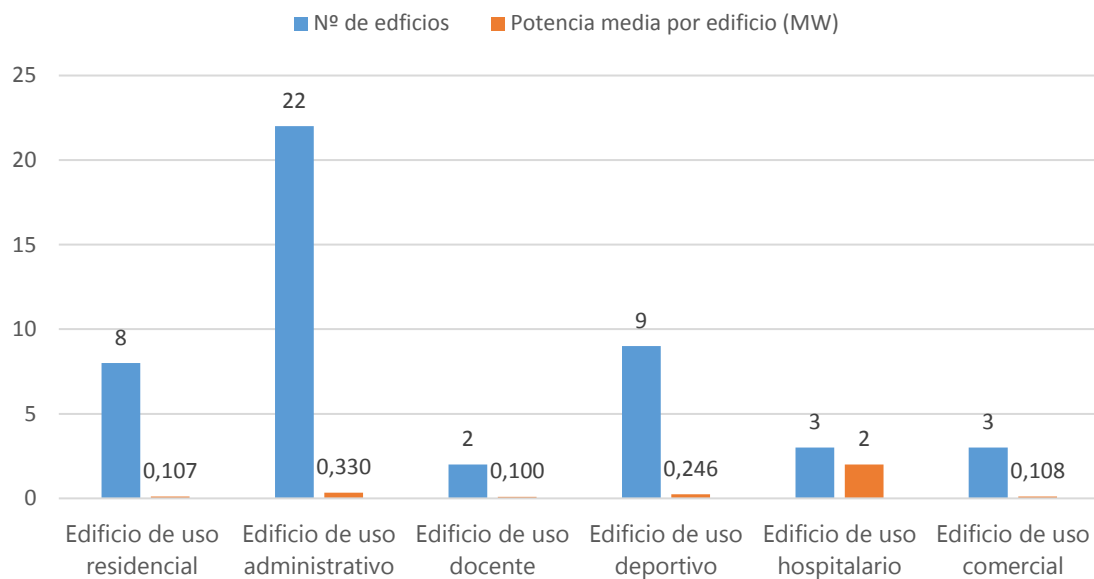


Fig. 83: Gráfico del nº de instalaciones y potencia instalada en las diferentes tipologías edificatorias.

También se detalla cuáles fueron los combustibles más utilizados en el ámbito de la Provincia de La Coruña. En donde observamos que el consumo de pellets es muy alto, debido a la gran producción de pellets que hay en la provincia, como se muestra en el apartado 2.2.3.

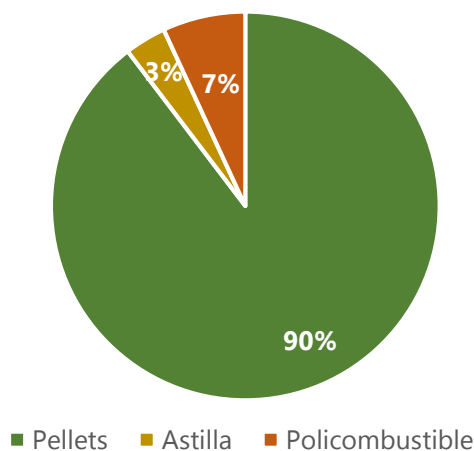


Fig. 84: Gráfico que muestra el consumo de los diferentes combustibles en La Coruña.

PARTE 4. ESTUDIOS DE CASO

4.1. Criterios de selección

En esta parte del trabajo se centra en describir los edificios de uso residencial vivienda colectiva (edificio de pisos o de apartamentos) y edificio de uso residencial público presentes en Pontevedra, en donde se encuadran bloques de viviendas, hoteles, balnearios, residencias, conventos y pazos.

La elección de este estudio caso es debido a que tienen una ocupación bastante elevada durante todo el año y durante todas las horas del día. Estas edificaciones también son las construcciones que tienen mayores dificultades a la hora de almacenar su biomasa, y por lo cual mayor riqueza en el trabajo de análisis de la problemática y en la comparación de los objetos de estudio que se está tratando.

Estos edificios también han sido seleccionados por la disponibilidad y mayor acceso a la información, debido a la cercanía de los arquitectos e instaladores, que están concienciados con la instalación de energías renovables.

Finalmente fueron analizados 12 edificios de uso residencial de los 24 que están presentes en la provincia de Pontevedra, a causa de que los instaladores o propietarios desistieron participar en este trabajo, no había información suficiente para realizar el análisis del edificio o la instalación no estaba en funcionamiento.

| | | | |
|--------|---|--------|--|
| C1 | Comunidad de 10 viviendas | II. | Residencia el Rocío |
| C2 | Comunidad de 8 viviendas | II. | Residencia Santa Teresa |
| C3 | Comunidad de 96 viviendas Miraflores | II. | Residencia Virxe das Dores |
| I.N.P. | Comunidad de 4 viviendas | II. | Residencia O Lecer |
| I.N.P. | Comunidad de viviendas Caldas | II. | Residencia Edad Virgen de Guadalupe |
| C4 | Balneario de Mondariz | I.N.P. | Centro de día Castro Navás |
| C5 | Balneario Baño da Brea | C10 | Convento San Diego de Canedo |
| C6 | Hotel Coronas de Galicia | I.S.F. | Pazo de la Buzaca |
| C7 | Hotel Colón Tuy | I.S.F. | Pazo de Baion |
| C8 | Hotel Vía Argentum | C11 | Pazo Pegullal |
| C9 | Hotel Torre do Deza | C12 | Pazo Torre do Rio |
| FP | Hotel Spa Norat O Grove | FP | Residencia ALONDRA MOS, S.L. |

Leyenda: **II.** : Información insuficiente. **I.N.P.** : Información no proporcionada.

I.S.F. : Instalación sin funcionamiento. **C1** : Estudio de caso 1. **FP** : Fuera de Plazo

Los estudios de caso que han sido finalmente seleccionados son los siguientes:

ESTUDIOS DE CASO

- C1. COMUNIDAD 10 VIVIENDAS, A GUARDA (2014)
- C2. COMUNIDAD 8 VIVIENDAS, TUI, EDIFICIO TRIANGULAR (2014)
- C3. COMUNIDAD 96 VIVIENDAS MIRAFLORES (2015)
- C4. BALNEARIO DE MONDARIZ (2014)
- C5. BALNEARIO BAÑOS DA BREA (2014)
- C6. HOTEL CORONAS DE GALICIA (2014)
- C7. HOTEL COLÓN TUY (2006)
- C8. HOTEL VÍA ARGENTUM (2015)
- C9. HOTEL TORRE DO DEZA (2016)
- C10. HOSPEDERÍA SAN DIEGO DE CANEDO (2013)
- C11. PAZO PEGULLAL (2014)
- C12. PAZO TORRE DO RÍO (2014)

4.2. Análisis individual.

El análisis exhaustivo realizado de los estudios de caso muestra la realidad sobre la instalación de sistemas de biomasa para la generación de confort térmico en los edificios presentes en Pontevedra. Los edificios son representados con la mayor exactitud posible, lo cual dependerá de la información aportada por el propietario o arquitecto que esté relacionado con el estudio de caso.

De cada una de los edificios se describirán los siguientes aspectos:

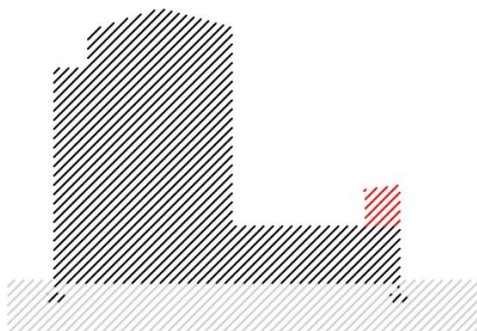
- Identificación del edificio
- Descripción del edificio.
- Dimensión de la instalación de biomasa.
- Fotografía de la fachada de edificio.
- Plano de localización. Escala 1/1000
- Trayecto de descarga del combustible. Escala 1/1000
- Plano general con la ubicación de la caldera y del silo. Escala 1/200.
- Nuevos elementos arquitectónicos como producto de la rehabilitación energética. Escala 1/200.
- Plano en detalle de la instalación. Escala 1/50.

En las fichas de análisis de las categorías analíticas se evidencia la trazabilidad de los estudios de caso con las entrevistas, cuestionarios y fotografías. La triangulación de los datos, utilizando diversas fuentes, genera un muestreo fundamentado.

ALMACENAMIENTO

Emplazamiento

La localización del silo de almacenamiento es exterior a la vivienda.



Instrumentos

Observación directa

Entrevista 01. p. 215

Fotografías (Fig. 172, 174) p. 229

Entrevista 01. Manolo de M.A.S. Instalaciones, Tomiño. Fecha 29/10/2016

En la entrevista mantenida con Manolo, gerente de M.A.S. Instalaciones, me demostró su gran interés por las energías renovables y la rehabilitación energética. Su empresa es referente en España ya que es uno de los mayores instaladores de calderas de la marca austriaca Okofen en estos...



Fig. 172



Fig. 174

4.2.1. COMUNIDAD 10 VIVIENDAS, A GUARDA.



Fig. 85: Fachada del edificio de 10 viviendas ubicado en la Guardia.

| Identificación del edificio | | |
|-----------------------------|---|--|
| Denominación | A GUARDIA | Fecha: 29/10/2016 |
| Ubicación | Dirección: C/ MANUEL ALVAREZ VICENT Nº 10 – A GUARDIA | |
| | Provincia: Pontevedra | País: España |
| Dirrección | Estado: Bueno-Rehabilitación | Calificación energética: Clase A |
| | Fecha de construcción: 1974 | Fecha de rehabilitación: 2014 |
| | Arquitecto: Faustino Patiño | Instalador: M.A.S. INSTALACIONES, S.L. |

| Descripción del edificio | | | |
|--------------------------|--|--|----------------------------|
| Datos | Nº Pisos: 5 | Altura por Piso: 3,60 m | Porcentaje ocupación: 100% |
| | Nº de Viviendas: 10 | Superficie de parcela: 179m ² | |
| Breve descripción | Vivienda colectiva ubicada en el centro de la guardia. La caldera está en el piso cero en un espacio que era utilizado como aparcamiento. El silo textil está ubicado fuera del edificio en la terraza del piso uno, en un almacén creado exclusivamente para ello. Este lo protege de la humedad y el sol, y facilita su carga con el camión. | | |

| Dimensión de la instalación de biomasa | | | |
|---|---|---------------------------------|--------------------------------------|
| Potencia calorífica de la instalación: | 56 Kw | Año de la instalación: | M2 de Instalación (sin silo): |
| | | 2014 | 9,04 m ² |
| Consumo anual: | 5.200 Kg | Intervalo de suministro: | Método de llenado: |
| | | 6 meses | Camión cisterna |
| Combustible: | <input checked="" type="checkbox"/> Pellet Humedad: inferior al 8% <input type="checkbox"/> Astillas Humedad: <input type="checkbox"/> Otros. Indicar: Humedad: | | |
| Necesidades energéticas: | <input checked="" type="checkbox"/> ACS Consumo (l/día): Dispone de Acumulación(S/N): Depósito de inercia 2000l | | |
| | <input checked="" type="checkbox"/> Calefacción | | |
| | <input type="checkbox"/> Otros Indicar: | | |
| Tipo de Silo: | Silo téxtil con alimentación neumática, FleXILO Compact KGT2626 | | |
| | Capacidad del silo: 8 toneladas | M2 de Silo: 6,66 m ² | |
| | Dim acceso al silo: trasero por carretera | M2 a calentar: | |
| Depósito | Depósito de inercia 2000l. | Dim. 90cm diámetro, 1,85 alto | |



Fig. 86: Mapa con los estudios de Caso. Fuente: del autor, confeccionado a partir de My Maps – Google



Fig. 87: Fachada del edificio. Fuente: del autor.



Fig. 88: Mapa de localización del edificio. Fuente: del autor, confeccionado a partir de la Sede Electrónica del Catastro.



Fig. 89: Sección del edificio. Fuente: del autor, confeccionado a partir de los documentos aportados por MAS INSTALACIONES S.L.



Fig. 90: Planta 0 y planta 1 del edificio. Fuente: del autor, confeccionado a partir de los documentos aportados por MAS INSTALACIONES S.L.



Fig. 91: Detalle del silo de almacenamiento. Fuente: del autor, confeccionado a partir de los documentos aportados por MAS INSTALACIONES S.L.



Fig. 92: Sección en detalle de la instalación. Fuente: del autor, confeccionado a partir de los documentos aportados por MAS INSTALACIONES S.L.



Fig. 93: Detalle de la sala de calderas. Fuente: del autor, confeccionado a partir de los documentos aportados por MAS INSTALACIONES S.L.



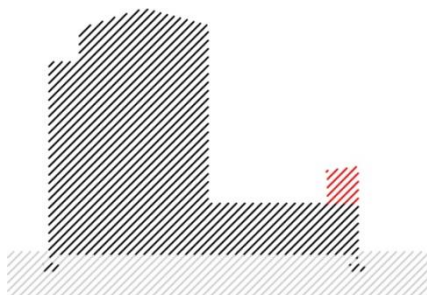
Fig. 94: Sección en detalle de la instalación. Fuente: del autor, confeccionado a partir de los documentos aportados por MAS INSTALACIONES S.L.

C.1. COMUNIDAD 10 VIVIENDAS, A GUARDA

ALMACENAMIENTO

Emplazamiento

La localización del silo de almacenamiento es exterior a la vivienda.



Ocupación Volumétrica

| Antes REE | Después REE |
|-------------------|---------------------|
| 10 m ² | 6,66 m ² |

Instrumentos utilizados: observación directa, Entrevista 01 y Fotografías (Fig. 178).

Contextualización de la instalación

La **sala de calderas** se relaciona de la misma forma. Por otro lado la envolvente del **almacén** tiene una materialidad diferente a la del edificio.



Material edificio (mortero blanco)



Material Almacén (chapa metálica)

Construcción del almacén

| Antes REE | Después REE |
|-------------------|---------------------------|
| Tanque de gasóleo | Silo textil antiestático. |

EFICIENCIA ENERGÉTICA

Rendimiento

| Antes REE | Después REE |
|-----------|-------------|
| 80% | 91% |

Instrumentos utilizados: análisis documental (pág. 49, 80), entrevista 01.

Relación precio/potencia

| Antes REE | Después REE |
|----------------|----------------|
| 6,07 cts.€/kWh | 5,36 cts.€/kWh |

COMBUSTIBLE

Acceso a la descarga

La descarga del combustible antes se realizaba en la entrada principal lo que obstaculizaba el tráfico y ahora se realiza por la parte trasera del edificio a través de una vía secundaria, de menor tránsito.



Autonomía

| Antes REE | Después REE |
|-----------|-------------|
| 9 meses | 6 meses |

Aislamiento ante humedad

Solventado

Aislamiento contra fuego

Cumple la reglamentación.

Ventilación de gases

No hay riesgo de concentración de gases.

Instrumentos utilizados: observación directa, análisis documental (pág. 56, 63, 64 y 65), Entrevista 01.

RESULTADOS PARCIALES

La edificación analizada es un ejemplo de cómo resolver la problemática del almacenamiento tratada en el trabajo. La sala de calderas y el silo están ubicados en lugares diferentes, ya que en la planta cero del edificio ocuparían demasiado espacio y los diez propietarios no tendrían sus diez plazas de aparcamiento. Por otro lado esta nueva ubicación también soluciona la descarga del combustible que se realiza de una forma más cómoda.

La contextualización de la instalación está bien solucionada, ya que el arquitecto no ha añadido ninguna marca o signo nuevo al edificio, el silo es ubicado en la parte trasera con una materialidad que se integra bien en el contexto del edificio. Por último la salida de humos también es ubicada en la parte trasera sin alterar la identidad o carácter del edificio.

4.2.2. COMUNIDAD 8 VIVIENDAS, TUI, EDIFICIO TRIANGULAR



Fig. 95: Fachada trasera del edificio de 8 viviendas ubicado en Tui.

| Identificación del edificio | | |
|-----------------------------|-------------------------------------|--|
| Denominación | TUI - EDIFICIO COLECTIVO TRIANGULAR | Fecha: 29/10/2016 |
| Ubicación | Dirección: Av. Da Concordia- Tui | |
| | Provincia: Pontevedra | País: España |
| Dirrección | Estado: Bueno-Rehabilitación | Calificación energética: Clase F |
| | Fecha de construcción: 1980 | Fecha de rehabilitación: 2014 |
| | Arquitecto: - | Instalador: M.A.S. INSTALACIONES, S.L. |

| Descripción del edificio | | | |
|--------------------------|---|-------------------------------|---------------------------|
| Datos | Nº Pisos: 4 | Altura por Piso: 3,40 m | Porcentaje ocupación: 80% |
| | Nº de Viviendas: 8 | Superficie de parcela: 193 m2 | |
| Breve descripción | Vivienda colectiva ubicada a las afueras del casco histórico de Tui en dirección a Porriño, que fue rehabilitada en 2014. La primera planta está dividida en tres bajos comerciales y las escaleras de acceso a los cuatro pisos superiores. Las instalaciones de biomasa y el silo ocupan la mitad del primer bajo comercial. Cada uno de los pisos superiores se compone de dos viviendas y una zona común por donde se accede. | | |

| Dimensión de la instalación de biomasa | | | |
|---|---|---------------------------------|--------------------------------------|
| Potencia calorífica de la instalación: | 56 Kw | Año de la instalación: | M2 de Instalación (sin silo): |
| | | 2014 | 19,8 m2 |
| Consumo anual: | 12.450 Kg | Intervalo de suministro: | Método de llenado: |
| | | 4 meses | Camión cisterna |
| Combustible: | <input checked="" type="checkbox"/> Pellet Humedad: inferior al 8% <input type="checkbox"/> Astillas Humedad: <input type="checkbox"/> Otros. Indicar: Humedad: | | |
| Necesidades energéticas: | <input checked="" type="checkbox"/> ACS Consumo (l/día): Dispone de Acumulación(S/N): Depósito de inercia 2000l | | |
| | <input checked="" type="checkbox"/> Calefacción | | |
| Tipo de Silo: | Silo téxtil con alimentación neumática, FlexILO Compact KGT2626 | | |
| | Capacidad del silo: 8 toneladas | M2 de Silo: 6,66 m2 | |
| | Dim acceso al silo: trasero por carretera | M2 a calentar: | |
| Depósito | Depósito de inercia 2000l. | Dim. 90cm diámetro, 1,85 alto | |



Fig. 96: Mapa con los estudios de Caso. Fuente: del autor, confeccionado a partir de My Maps – Google



Fig. 97: Fachada del edificio. Fuente: del autor.



Fig. 98: Mapa de localización del edificio. Fuente: del autor, confeccionado a partir de la Sede Electrónica del Catastro.



Fig. 99: Mapa de recorrido del camión para la descarga de los pellets. Fuente: del autor.



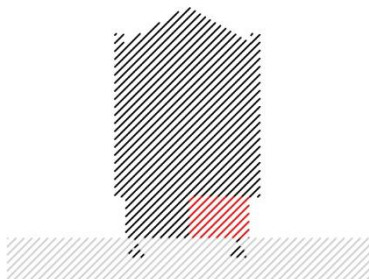
Fig. 100: Planta 0 del edificio. Fuente: del autor.

C.2. COMUNIDAD 8 VIVIENDAS, TUI, EDIFICIO TRIANGULAR

ALMACENAMIENTO

Emplazamiento

La localización del silo de almacenamiento está en el interior de la vivienda.



Contextualización de la instalación

La **sala de calderas** se relaciona de la misma forma, ya que se encuentra en la misma ubicación. Por otro lado el **almacén** está ubicado en el interior del edificio por lo cual no interfiere en el contexto.

Ocupación Volumétrica

| Antes REE | Después REE |
|------------------|---------------------|
| 0 m ² | 6,66 m ² |

Construcción del almacén

| Antes REE | Después REE |
|------------|---------------------------|
| No existía | Silo textil antiestático. |

Instrumentos utilizados: observación directa, Entrevista 01 y Fotografías (Fig. 183 y 186).

EFICIENCIA ENERGÉTICA

Rendimiento

| Antes REE | Después REE |
|-----------|-------------|
| 90% | 92% |

Relación precio/potencia

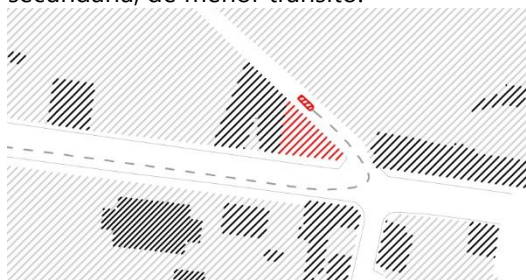
| Antes REE | Después REE |
|----------------|----------------|
| 8,82 cts.€/kWh | 5,36 cts.€/kWh |

Instrumentos utilizados: análisis documental (pág. 49, 80), cuestionario 01.

COMBUSTIBLE

Acceso a la descarga

La descarga del combustible antes se realizaba a través de las canalizaciones del gas natural y ahora se realiza por la parte trasera del edificio a través de una vía secundaria, de menor tránsito.



Autonomía

| Antes REE | Después REE |
|------------|-------------|
| Indefinido | 4 meses |

Aislamiento ante humedad

Solventado

Aislamiento contra fuego

No cumplen la reglamentación.

Ventilación de gases

No hay riesgo de concentración de gases.

Instrumentos utilizados: observación directa, análisis documental (pág. 56, 63, 64 y 65), Entrevista 01.

RESULTADOS PARCIALES

La instalación analizada está ubicada en uno de los tres bajos comerciales, que actualmente están sin utilización. La sala de calderas de gas fue adaptada como sala de calderas de biomasa, y el silo de biomasa es ubicado en el mismo bajo comercial, dejando inhabilitado la mitad de este espacio comercial. La descarga de biomasa es realizada por una carretera secundaria, por lo cual no interrumpe el tráfico rodado.

En este estudio de caso no ha habido la intervención de un arquitecto, por lo cual encontramos deficiencias, como que la sala de calderas y el silo está en el mismo espacio, sin la separación necesaria.

4.2.3. COMUNIDAD 96 VIVIENDAS MIRAFLORES



Fig. 101 Fachada principal del edificio de 96 viviendas ubicado en Vigo.

| Identificación del edificio | | |
|-----------------------------|---------------------------------------|----------------------------------|
| Denominación | COMUNIDAD 96 VIVIENDAS MIRAFLORES | Fecha: 02/02/2017 |
| Ubicación | Dirección: Rúa de Doña Cristina, nº 2 | |
| | Provincia: Pontevedra | País: España |
| Dirrección | Estado: Nuevo | Calificación energética: Clase A |
| | Fecha de construcción: 2009 | Fecha de rehabilitación: 2015 |
| | Arquitecto: David Rodriguez | Instalador: Grupo Antolín |

| Descripción del edificio | | | |
|--------------------------|---|---------------------------------|--------------------------|
| Datos | Nº Pisos: 6 | Altura por Piso: 3,50 m | Porcentaje ocupación: -% |
| | Nº de Viviendas: 96 | Superficie de parcela: 1.755 m2 | |
| Breve descripción | Vivienda colectiva o bloque de viviendas ubicada a las afueras de Vigo, formada por 96 viviendas y dos sótanos que sirven como aparcamiento. El edificio cuenta con una pista de tenis, un parque infantil en los alrededores del edificio, además de varias zonas ajardinadas. | | |

| Dimensión de la instalación de biomasa | | | |
|---|---|----------------------------------|--------------------------------------|
| Potencia calorífica de la instalación: | 2 de 64 kW | Año de la instalación: | M2 de Instalación (sin silo): |
| | | 2015 | 54,60 M2 |
| Consumo anual: | 120 toneladas | Intervalo de suministro: | Método de llenado: |
| | | 1 mes en invierno , 3 mes verano | Camión cisterna |
| Combustible: | <input checked="" type="checkbox"/> Pellet Humedad: inferior al 8% <input type="checkbox"/> Astillas Humedad: <input type="checkbox"/> Otros. Indicar: Humedad: | | |
| Necesidades energéticas: | <input checked="" type="checkbox"/> ACS Consumo (l/día): Dispone de Acumulación(S/N): Depósito de ACS 2350L | | |
| | <input checked="" type="checkbox"/> Calefacción | | |
| Tipo de Silo: | Silo de Obra con dos tornillos sin fin. | | |
| | Capacidad del silo: 40 toneladas | M2 de Silo: 13,87 m2 | |
| | Dim acceso al silo: Desde la calle. | M2 a calentar: | |
| Depósito | Dos depósitos, de inercia y ACS 2350L. | | Dim. 90cm diámetro, 1,85 alto |



Fig. 102: Mapa con los estudios de Caso. Fuente: del autor, confeccionado a partir de My Maps – Google.



Fig. 103: Vista de la fachada del edificio. Fuente: del autor.



Fig. 104: Mapa de localización del edificio. Fuente: del autor, confeccionado a partir de la Sede Electrónica del Catastro.



Fig. 105: Planta baja del edificio. Fuente: del autor, confeccionado a partir de los documentos aportados por Inmobiliaria Grupo Atlántico.



Fig. 106: Sección A-A del edificio. Fuente: del autor, confeccionado a partir de los documentos aportados por Inmobiliaria Grupo Atlántico.



Fig. 107: Planta o sótano -1 del edificio. Fuente: del autor, confeccionado a partir de los documentos aportados por Inmobiliaria Grupo Atlántico.



Fig. 108: Planta o sótano -1 del edificio. Fuente: del autor, confeccionado a partir de los documentos aportados por Inmobiliaria Grupo Atlántico.



Fig. 109: Detalle sala de Calderas ubicada en el sótano -1. Fuente: del autor, confeccionado a partir de los documentos aportados por Inmobiliaria Grupo Atlántico.



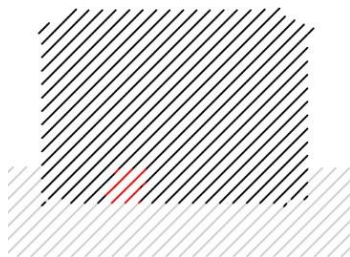
Fig. 110: Detalle del silo de almacenamiento ubicado en el sótano -2. Fuente: del autor, confeccionado a partir de los documentos aportados por Inmobiliaria Grupo Atlántico.

C.3. COMUNIDAD 96 VIVIENDAS MIRAFLORES

ALMACENAMIENTO

Emplazamiento

La localización silo de almacenamiento está en el interior de la comunidad



Contextualización de la instalación

La **sala de calderas** se relaciona de la misma forma, ya que se encuentra en la misma ubicación. Por otro lado el **almacén** está ubicado en el interior del edificio por lo cual no interfiere en el contexto.

Ocupación Volumétrica

| Antes REE | Después REE |
|----------------------|----------------------|
| 13,87 m ² | 13,87 m ² |

Construcción del almacén

| Antes REE | Después REE |
|-------------------|-----------------------------------|
| Tanque de gasóleo | Silo de obra realizado en madera. |

Instrumentos utilizados: observación directa, entrevista 02 y entrevista 11, y Fotografías (Fig. 189 y 192).

EFICIENCIA ENERGÉTICA

Rendimiento

| Antes REE | Después REE |
|-----------|-------------|
| 86% | 95% |

Relación precio/potencia

| Antes REE | Después REE |
|----------------|----------------|
| 8,82 cts.€/kWh | 5,36 cts.€/kWh |

Instrumentos utilizados: análisis documental (pág. 49, 80), y entrevista 11.

COMBUSTIBLE

Acceso a la descarga

La descarga del combustible antes se realizaba a través de las canalizaciones del gas natural y ahora se realiza por la parte trasera del edificio a través de una vía secundaria, de menor tránsito.



Autonomía

| Antes REE | Después REE |
|-----------|-------------|
| 2 meses | 2 meses |

Aislamiento ante humedad

Solventado.

Aislamiento contra fuego

Cumple la reglamentación.

Ventilación de gases

Posible riesgo de concentración de gases.

Instrumentos utilizados: observación directa, análisis documental (pág. 56, 63, 64 y 65), Entrevista 11.

RESULTADOS PARCIALES

El edificio analizado ha sido rehabilitado energéticamente, y su impacto en la envolvente ha sido inexistente. La reducción de la potencia instalada en el edificio, se ha conseguido gracias al mayor rendimiento de los equipos instalados, además de esto el combustible es más económico, lo cual hace que la inversión sea rentable para la comunidad.

David como arquitecto responsable, por parte de la inmobiliaria Grupo Atlántico, ha incidido en que se pretendió que en la rehabilitación energética no se tocara ningún elemento existente.

4.2.4. BALNEARIO DE MONDARIZ



Fig. 111: Fachada del Balneario de Mondariz.

| Identificación del edificio | | |
|-----------------------------|---|---|
| Denominación | Balneario de Mondariz | Fecha: 23/12/2016 |
| Ubicación | Dirección: Av. Enrique Peinador Vela, 0, 36890 Mondariz-Balneario | |
| | Provincia: Pontevedra | País: España |
| Dirrección | Estado: Bueno | Calificación energética: Clase D |
| | Fecha de construcción: 1873 | Fecha de rehabilitación: 1994/1999/2004 |
| | Arquitecto/Ing.: Iván García | Instalador: Medancli, S.L. |

| Descripción del edificio | | | |
|---------------------------------|---|--------------------|------------------------------|
| Edificio Baranda (1994) | Nº Pisos: 4 | Altura por Piso: 3 | Porcentaje ocupación: 50% |
| | Nº de habitaciones: 64 y zonas comunes. | | Superficie de parcela: 6.768 |
| Edificio Palacios (1999) | Nº Pisos: 7 | Altura por Piso: 3 | Porcentaje ocupación: 50% |
| | Nº de hab.: 80 y 7 salones de convecciones. | | Superficie de parcela: 9.352 |
| Edificio Gándara (2004) | Nº Pisos: 5 | Altura por Piso: 3 | Porcentaje ocupación: 50% |
| | Nº de habitaciones: 48 y el palacio del agua. | | Superficie de parcela: 6.224 |
| Breve descripción | La instalación se ha resultado con un "districting heating" de una extensión de 1.200 metros que se ubica en una parcela posterior del edificio Baranda. La instalación suministra calor a tres edificios: Gándara, Palacios y Baranda. | | |

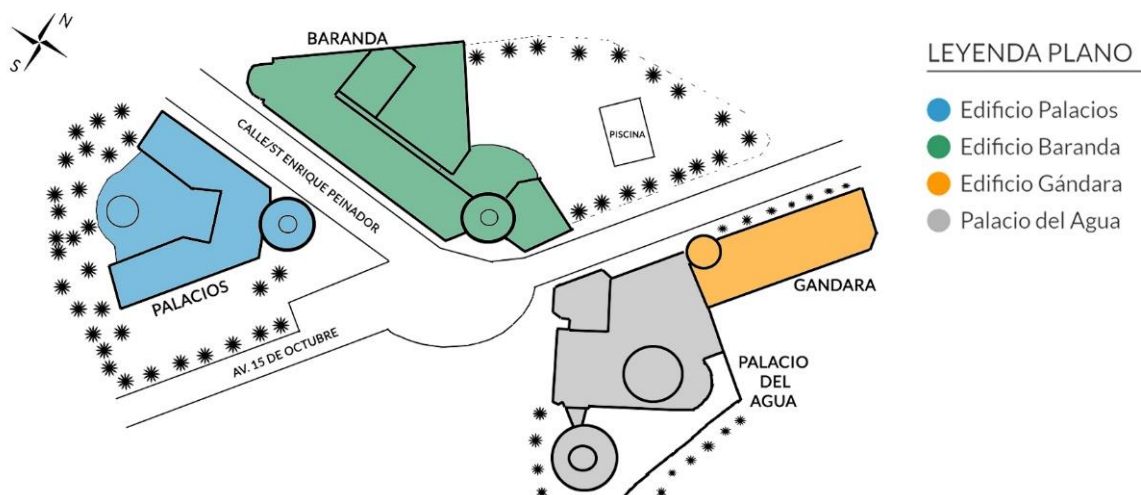


Fig. 112: Plano de los edificios que forman el Balneario de Mondariz.

| Dimensión de la instalación de biomasa | | | |
|---|---|---------------------------------|--------------------------------------|
| Potencia calorífica de la instalación: | 1.650 Kw | Año de la instalación: | M2 de Instalación (sin silo): |
| | | 2014 | |
| Consumo anual: | 800.000 Kg | Intervalo de suministro: | Método de llenado: |
| | | 2 por semana | Camión con volquete de 20t |
| Combustible: | <input type="checkbox"/> Pellet Humedad: <input checked="" type="checkbox"/> Astillas Humedad: 15-20 de media <input type="checkbox"/> Otros. Indicar: Humedad: | | |
| Necesidades energéticas: | <input checked="" type="checkbox"/> ACS Consumo (l/día): Dispone de Acumulación(S/N): Depósito de inercia 10.000L. | | |
| | <input checked="" type="checkbox"/> Calefacción: 30.000m2 | | |
| | <input checked="" type="checkbox"/> Piscinas | | |
| | <input type="checkbox"/> Otros Indicar: | | |
| Tipo de Silo: | Silo de obra con alimentación a través de tornillo sin fin. | | |
| | Capacidad del silo: 216 m3 | M2 de Silo: 72m2 | |
| | Dim acceso al silo: Accesible a través de carretera | M2 a calentar: 30.000 m2 | |
| Depósito | Depósito de inercia 2000l. | Dim. 90cm diámetro, 1,85 alto | |



Fig. 113: Instalación de biomasa para los tres edificios del Balneario.



Fig. 114: Mapa con los estudios de Caso. Fuente: del autor, confeccionado a partir de My Maps – Google.



Fig. 115: Vista de la fachada del edificio. Fuente: del autor.



Fig. 116: Mapa de localización del edificio. Fuente: del autor, confeccionado a partir de la Sede Electrónica del Catastro.



Fig. 117: Planta ubicación de la red de calor. Fuente: del autor, confeccionado a partir de la Sede Electrónica del Catastro.



Fig. 118: Planta de cobertura de la sala de calderas y silo de almacenamiento. Fuente: del autor a partir de información proporcionada por Ramón García de la Infanta.



Fig. 119: Sala de calderas y silo de almacenamiento. Fuente: del autor a partir de información proporcionada por Ramón García de la Infanta.



Fig. 120: Sección longitudinal de la caldera y el suministro de astilla. Fuente: del autor a partir de información proporcionada por Ramón García de la Infanta.



Fig. 121: Sección longitudinal de la caldera y el suministro de astilla. Fuente: del autor a partir de información proporcionada por Ramón García de la Infanta.



Fig. 122: Alzado posterior del distrito energético. Fuente: del autor a partir de información proporcionada por Ramón García de la Infanta.



Fig. 123: Sección longitudinal de la caldera y el suministro de astilla. Fuente: del autor a partir de información proporcionada por Ramón García de la Infanta.



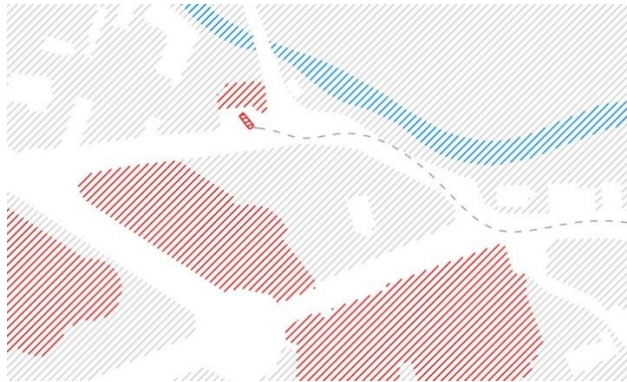
Fig. 124: Alzado lateral izquierdo del distrito energético. Fuente: del autor a partir de información proporcionada por Ramón García de la Infanta.

C.4. BALNEARIO DE MONDARIZ

ALMACENAMIENTO

Emplazamiento

La localización del silo de almacenamiento es exterior al balneario.



Ocupación Volumétrica

| Antes REE | Después REE |
|-------------------|-------------------|
| 40 m ² | 72 m ² |

Instrumentos utilizados: observación directa, Entrevista 03 y Fotografías (Fig. 196, 198, 201, 202).

Contextualización de la instalación

La **sala de calderas** se relaciona de la misma forma, ya que se encuentra en la misma ubicación. Por otro lado el **almacén** está ubicado en el exterior del edificio a través de un distrito energético, el cual se encuadra en el contexto perfectamente.



Material balneario
(piedra granito)



Material distrito (piedra
silvestre moreno)

Construcción del almacén

| Antes REE | Después REE |
|-------------------|------------------------------------|
| Tanque de gasóleo | Silo de obra realizado en hormigón |

EFICIENCIA ENERGÉTICA

Rendimiento

| Antes REE | Después REE |
|-----------|-------------|
| 86% | 95% |

Instrumentos utilizados: análisis documental (pág. 49, 80), entrevista 08.

Relación precio/potencia

| Antes REE | Después REE |
|-------------|-------------|
| 8,72 c€/kWh | 2,50 c€/kWh |

COMBUSTIBLE

Acceso a la descarga

La descarga del combustible se realiza a través de dos trampillas que se elevan para que el camión con piso móvil descargue todo el combustible.

Instrumentos utilizados: observación directa, análisis documental (pág. 56, 63, 64 y 65), Entrevista 08.

Autonomía

| Antes REE | Después REE |
|-----------|-------------|
| 1 mes | 1 semana |

Aislamiento ante humedad

Solventado

Aislamiento contra fuego

Cumple la reglamentación.

Ventilación de gases

No hay riesgo de concentración de gases.

RESULTADOS PARCIALES

La instalación del balneario de Mondariz es una referencia a nivel de Galicia de rehabilitación energética. Cuando se piensa en una instalación de biomasa siempre se cree que el resultado posterior va a ser peor, al que tenemos previamente. Este caso de estudio mejora el espacio con la instalación, ya que crea una plaza, en donde es descargado el combustible mediante dos trampillas que se ubican en el centro de la plaza.

El papel del arquitecto fue imprescindible en esta rehabilitación, en donde la integración con el edificio existente del balneario y las orillas del Río Xabriña es total, por otro lado la envergadura de la obra es imperceptible para las personas que transitan el espacio exterior de la instalación.

4.2.5. BALNEARIO BAÑOS DA BREA



Fig. 125: Fachada Sur del Balneario Baños da Brea.

| Identificación del edificio | | |
|-----------------------------|--|-------------------------------------|
| Denominación | Balneario Baños da Brea | Fecha: 23/02/2017 |
| Ubicación | Dirección: Paradela, 4, 36580 Vila de Cruces | |
| | Provincia: Pontevedra | País: España |
| Dirrección | Estado: Bueno | Calificación energética: Clase B |
| | Fecha de construcción: 2009 | Fecha de rehabilitación: 2014 |
| | Arquitecto/Ing.: Mario Crecente | Instalador: Instalaciones Deza S.L. |

| Descripción del edificio | | | |
|--------------------------|--|---|------------------------------------|
| Datos | Nº Pisos: 2 | Altura por Piso: 4 m | Porcentaje ocupación: 60%, 9 meses |
| | Nº de habitaciones: 44 | Superficie de parcela: 7.929 m ² | |
| Breve descripción | El Hotel-Balneario se singulariza por el valor de sus recursos naturales, el agua termal y el paisaje, potenciando la puesta en valor de las vistas, la topografía, los bosques y el río Deza. | | |

| Dimensión de la instalación de biomasa | | | |
|---|---|---------------------------------|--------------------------------------|
| Potencia calorífica de la instalación: | 1 de 200 kW | Año de la instalación: | M2 de Instalación (sin silo): |
| | | 2014 | 9 m ² |
| Consumo anual: | 123.000 Kg | Intervalo de suministro: | Método de llenado: |
| | | 1 mes | Camión con volquete |
| Combustible: | <input type="checkbox"/> Pellet Humedad: <input checked="" type="checkbox"/> Astillas. Humedad: inferior al 40% <input type="checkbox"/> Otros. Indicar: Humedad: | | |
| Necesidades energéticas: | <input checked="" type="checkbox"/> ACS Consumo (l/día): - Dispone de Acumulación(S/N): Si, 2 de 600L | | |
| | <input checked="" type="checkbox"/> Calefacción: M2 a calefactar: | | |
| | <input type="checkbox"/> Otros Indicar: | | |
| Tipo de Silo: | Silo de Obra | | |
| | Capacidad del silo: 150 m ³ | M2 de Silo: 9 m ² | |
| | Dim acceso al silo: trasero por carretera | M2 a calentar: | |
| Depósito | Sí, depósito de inercia 3000L | Dim. 2 metros diametro | |



Fig. 126: Mapa con los estudios de Caso. Fuente: del autor, confeccionado a partir de My Maps – Google.



Fig. 127: Vista de la fachada del edificio. Fuente: del autor.



Fig. 128: Mapa de localización del edificio. Fuente: del autor, confeccionado a partir de la Sede Electrónica del Catastro.



Fig. 129: Mapa de recorrido de descarga. Fuente: del autor, confeccionado a partir de la Sede Electrónica del Catastro.

C.5. BALNEARIO BAÑOS DA BREA

ALMACENAMIENTO

Emplazamiento

La localización del silo de almacenamiento está en el interior del balneario, en un estrechamiento de una de las comunicaciones exteriores del balneario lo cual no dificulta el paso, pero sí que altera la atmosfera del balneario. La instalación cuenta con dos silos, el primero con una pequeña capacidad el cual alimenta la caldera, y el segundo con mayor capacidad y que alimenta a este primero. El llenado es manual y enturbia el emplazamiento.

Ocupación Volumétrica

| Antes REE | Después REE |
|------------------|-------------------|
| 0 m ² | 12 m ² |

Instrumentos utilizados: observación directa, Entrevista 10 y Fotografías (Fig. 215 y 217).

Contextualización de la instalación

La **sala de calderas** se relaciona de la misma forma, ya que se encuentra en la misma ubicación. Por otro lado el **almacén** está ubicado en el interior del edificio pero interfiere en el contexto.



Material edificio



Material Almacén

Construcción del almacén

| Antes REE | Después REE |
|-------------|-----------------------------------|
| No existía. | Silo de obra realizado en madera. |

EFICIENCIA ENERGÉTICA

Rendimiento

| Antes REE | Después REE |
|-----------|-------------|
| 80% | 95% |

Instrumentos utilizados: análisis documental (pág. 49, 80) y cuestionario 06 y 07.

Relación precio/potencia

| Antes REE | Después REE |
|----------------|----------------|
| 6,51 cts.€/kWh | 2,50 cts.€/kWh |

COMBUSTIBLE

Acceso a la descarga

La descarga del combustible se realiza a través de un camión con basculante en el silo secundario, el cual alimenta al primero.



Autonomía

| Antes REE | Después REE |
|------------|-------------|
| indefinida | 1 meses |

Aislamiento ante humedad

No solventado.

Aislamiento contra fuego

No cumple la reglamentación.

Ventilación de gases

No hay riesgo de concentración de gases.

Instrumentos utilizados: observación directa, análisis documental (pág. 56, 63, 64 y 65), Entrevista 10 y 11.

RESULTADOS PARCIALES

El edificio analizado ha sido rehabilitado energéticamente, y su impacto en la envolvente ha a considerar, ya que varios de los espacios exteriores del recinto del balneario han sido ocupados. También la autonomía de la caldera es muy pequeña, por lo cual se pierden una de las cualidades que presentan estos equipos y en este caso no ha sido aprovechado, ya que el cliente no quería hacer ninguna inversión más en la instalación.

La mayor deficiencia que ha tenido esta instalación, ha sido la no intervención de un arquitecto en el proyecto de rehabilitación energética, por que el cliente no consideró oportuno.

4.2.6. HOTEL CORONAS DE GALICIA



Fig. 130: Fachada del hotel Coronas de Galicia.

| Identificación del edificio | | |
|-----------------------------|-------------------------------------|---------------------------------------|
| Denominación | Hotel Coronas de Galicia | Fecha: 23/12/2016 |
| Ubicación | Dirección: Rúa da Devesa, 28, Valga | |
| | Provincia: Pontevedra | País: España |
| Dirrección | Estado: Bueno | Calificación energética: Clase F |
| | Fecha de construcción: 1982 | Fecha de rehabilitación: 2012 |
| | Arquitecto/Ing,: García Ferreiros | Instalador: Garfer - García Ferreiros |

| Descripción del edificio | | | |
|--------------------------|---|---|---------------------------|
| Datos | Nº Pisos: 6 | Altura por Piso: 3 m | Porcentaje ocupación: 60% |
| | Nº de habitaciones: 50 | Superficie de parcela: 1.249 m ² | |
| Breve descripción | La instalación de biomasa se ha ubicado en la planta menos uno, en donde antiguamente se ubicaba la sala de calderas. El nuevo silo de pellets en ubicado en un cuarto anexo a esta sala de calderas, el cual da acceso a la calle. | | |

| Dimensión de la instalación de biomasa | | | |
|---|---|----------------------------------|--------------------------------------|
| Potencia calorífica de la instalación: | 48 Kw | Año de la instalación: | M2 de Instalación (sin silo): |
| | | 2012 | 20 m ² |
| Consumo anual: | 20.000 Kg | Intervalo de suministro: | Método de llenado: |
| | | 6 meses | Camión cisterna |
| Combustible: | <input checked="" type="checkbox"/> Pellet Humedad: inferior al 8% <input type="checkbox"/> Astillas Humedad: <input type="checkbox"/> Otros. Indicar: Humedad: | | |
| Necesidades energéticas: | <input checked="" type="checkbox"/> ACS Consumo (l/día): - Dispone de Acumulación(S/N): - | | |
| | <input checked="" type="checkbox"/> Calefacción: M2 a calefactar: 712 m ² | | |
| | <input type="checkbox"/> Otros Indicar: | | |
| Tipo de Silo: | Silo téxtil con alimentación neumática, por succión. | | |
| | Capacidad del silo: 10 toneladas | M2 de Silo: 8 m ² | |
| | Dim acceso al silo: trasero por carretera | M2 a calentar: 712m ² | |
| Depósito | No | Dim. - | |



Fig. 131: Mapa con los estudios de Caso. Fuente: del autor, confeccionado a partir de My Maps – Google.



Fig. 132: Vista de la fachada del edificio. Fuente: del autor.



Fig. 133: Mapa de localización del edificio. Fuente: del autor, confeccionado a partir de la Sede Electrónica del Catastro.



Fig. 134: Mapa de recorrido de descarga. Fuente: del autor, confeccionado a partir de la Sede Electrónica del Catastro.

C.6. HOTEL CORONAS DE GALICIA

ALMACENAMIENTO

Emplazamiento

La localización del silo de almacenamiento está en el interior de la comunidad.



Ocupación Volumétrica

| Antes REE | Después REE |
|------------------|------------------|
| 8 m ² | 8 m ² |

Contextualización de la instalación

La **sala de calderas** se relaciona de la misma forma, ya que se encuentra en la misma ubicación. Por otro lado el **almacén** está ubicado en el interior del edificio por lo cual no interfiere en el contexto.

Construcción del almacén

| Antes REE | Después REE |
|-------------------|----------------------------------|
| Tanque de gasóleo | Silo de obra realizado en madera |

Instrumentos utilizados: observación directa, Entrevista 02, Fotografías (Fig. 97, 98) y cuestionario 05.

EFICIENCIA ENERGÉTICA

Rendimiento

| Antes REE | Después REE |
|-----------|-------------|
| 86% | 95% |

Relación precio/potencia

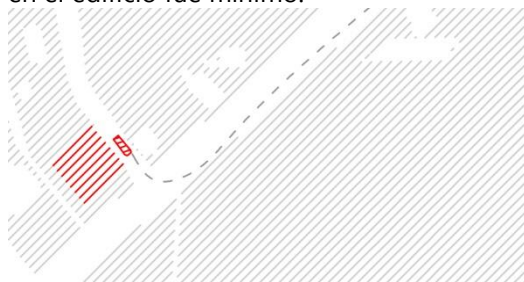
| Antes REE | Después REE |
|----------------|----------------|
| 8,82 cts.€/kWh | 5,36 cts.€/kWh |

Instrumentos utilizados: análisis documental (pág. 49, 80), cuestionario 05.

COMBUSTIBLE

Acceso a la descarga

La descarga del combustible se realiza en la misma boca de suministro que antes se realizaba con gasóleo, por lo que el impacto en el edificio fue mínimo.



Autonomía

| Antes REE | Después REE |
|-----------|-------------|
| 2 meses | 2 meses |

Aislamiento ante humedad

Solventado

Aislamiento contra fuego

Cumple la reglamentación.

Ventilación de gases

No hay riesgo de concentración de gases.

Instrumentos utilizados: observación directa, análisis documental (pág. 56, 63, 64 y 65), Entrevista 02 y cuestionario 05.

RESULTADOS PARCIALES

El edificio analizado ha sido rehabilitado energéticamente, y su impacto en la envolvente ha sido considerable, sobretudo en la fachada posterior, donde se ubican los jardines y la piscina, ya que es visible la salida de humos. No se ha buscado ninguna solución para que esta chimenea fuese integrada.

4.2.7. HOTEL COLÓN TUY



Fig. 135: Fachada del hotel Colón Tui.

| Identificación del edificio | | |
|-----------------------------|---------------------------------------|--|
| Denominación | Hotel Colón Tui | Fecha: 02/02/2017 |
| Ubicación | Dirección: Rúa Colón, 11, 36700, Tui. | |
| | Provincia: Pontevedra | País: España |
| Dirrección | Estado: Bueno | Calificación energética: Clase |
| | Fecha de construcción: 1982 | Fecha de rehabilitación: 2006 |
| | Arquitecto: Pena y Sáez Arquitectos | Instalador: Carlos de Calquega Biomasa |

| Descripción del edificio | | | |
|--------------------------|--|------------------------|---------------------------------|
| Datos | Nº Pisos: 4 | Altura por Piso: 3,5 m | Porcentaje ocupación: 50% |
| | Nº de habitaciones: 45 más 22 apartamentos. | | Superficie de parcela: 3.929 m2 |
| Breve descripción | El Hotel Colón Tui es un elegante y funcional hotel de 3 estrellas en Tui, una pequeña localidad gallega junto al río Miño, muy cercano a la frontera con Portugal. El edificio está ubicado muy próximo al centro histórico. El hotel cuenta con piscina terraza exterior, y restaurante exclusivo, bajo la dirección de Alberto González Prelcic, al que fue atribuido el triunfo de conseguir la primera estrella Michelin para su establecimiento. | | |

| Dimensión de la instalación de biomasa | | | |
|---|--|---------------------------------|---|
| Potencia calorífica de la instalación: | 1 MW | Año de la instalación: | M2 de Instalación (sin silo): |
| | | 2006 | 36 m2 |
| Consumo anual: | 900.000 Kg | Intervalo de suministro: | Método de llenado: |
| | | 2 semanas | Camión con volquete |
| Combustible: | <input type="checkbox"/> Pellet <input checked="" type="checkbox"/> Astillas <input checked="" type="checkbox"/> Otros. Indicar: Corteza | | Humedad: inferior al 8% Humedad: Humedad: |
| Necesidades energéticas: | <input checked="" type="checkbox"/> ACS Consumo (l/día): Dispone de Acumulación(S/N): Depósito de ACS 1500 L | | |
| | <input checked="" type="checkbox"/> Calefacción: M2 a calefactar: | | |
| | <input type="checkbox"/> Otros Indicar: | | |
| Tipo de Silo: | Silo de obra, con tornillo sin fin para alimentar la caldera. | | |
| | Capacidad del silo: 7 toneladas | M2 de Silo: - m2 | |
| | Dim acceso al silo: trasero por carretera | M2 a calentar: - m2 | |
| Depósito | Depósito de ACS 1500 L | Dim. 90cm diámetro | |

Fig. 136: Mapa con los estudios de Caso. Fuente: del autor, confeccionado a partir de My Maps – Google.

Fig. 137: Vista de la fachada del edificio. Fuente: del autor.

Fig. 138: Mapa de localización del edificio. Fuente: del autor, confeccionado a partir de la Sede Electrónica del Catastro.

Fig. 139: Mapa de recorrido de descarga. Fuente: del autor, confeccionado a partir de la Sede Electrónica del Catastro.

C.7. HOTEL COLÓN TUY

ALMACENAMIENTOEmplazamiento

La localización del silo de almacenamiento de biomasa es el interior del hotel, y se accede por la parcela del mismo hotel.

Ocupación Volumétrica

| <u>Antes REE</u> | <u>Después REE</u> |
|-------------------|--------------------|
| 16 m ² | 28 m ² |

Instrumentos utilizados: observación directa y entrevista 07.

Contextualización de la instalación

La **sala de calderas** se relaciona de la misma forma. Por otro lado la envolvente del **almacén** tiene una materialidad diferente a la del edificio.

Construcción del almacén

| <u>Antes REE</u> | <u>Después REE</u> |
|-------------------|---|
| Tanque de gasóleo | Silo de obra realizado en hormigón armado |

EFICIENCIA ENERGÉTICARendimiento

| <u>Antes REE</u> | <u>Después REE</u> |
|------------------|--------------------|
| 70% | 85% |

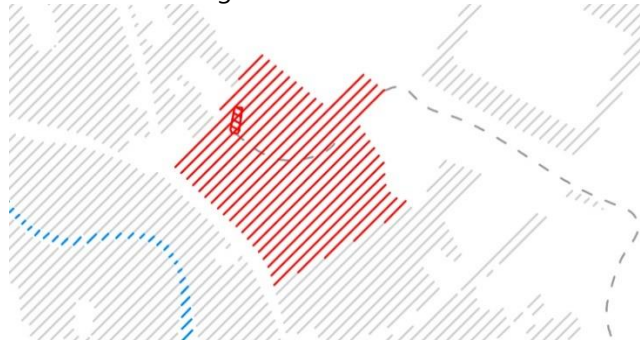
Instrumentos utilizados: análisis documental (pág. 49, 80), entrevista 07.

Relación precio/potencia

| <u>Antes REE</u> | <u>Después REE</u> |
|------------------|--------------------|
| 8,72 cts.€/kWh | 2,50 cts.€/kWh |

COMBUSTIBLEAcceso a la descarga

La descarga del combustible se realiza a través de una trampilla que se elevan para que el camión con basculante descargue todo el combustible.

Autonomía

| <u>Antes REE</u> | <u>Después REE</u> |
|------------------|--------------------|
| 4 meses | 1 semana |

Aislamiento ante humedad

Solventado

Aislamiento contra fuego

Cumple la reglamentación.

Ventilación de gases

No hay riesgo de concentración de gases.

Instrumentos utilizados: observación directa, análisis documental (pág. 56, 63, 64 y 65), Entrevista 07.

RESULTADOS PARCIALES

La instalación del hotel Colón es completamente imperceptible por el cliente que disfruta de los espacios del Hotel, por lo cual la instalación ha sido bien contextualizada.

Nos encontramos con una instalación del 2006 cuyo rendimiento es bastante bajo, en comparación de los nuevos sistemas de biomasa. El propietario del hotel ha comentado que están a la espera de una inyección económica para la renovación de los sistemas de generación de calor.

4.2.8. HOTEL VÍA ARGENTUM



Fig. 140: Vista de la Fachada principal del hotel Vía Argentum.

| Identificación del edificio | | |
|-----------------------------|---|----------------------------------|
| Denominación | Hotel Vía Argentum | Fecha: 23/02/2017 |
| Ubicación | Dirección: Calle Rúa Outeiro, 52, 36540 Silleda | |
| | Provincia: Pontevedra | País: España |
| Dirrección | Estado: Bueno | Calificación energética: Clase C |
| | Fecha de construcción: 2002 | Fecha de rehabilitación: 2015 |
| | Arquitecto: Crecente y Fuertes Arquitectos | Instalador: |

| Descripción del edificio | | | |
|--------------------------|--|---------------------------------|----------------------------|
| Datos | Nº Pisos: 6 y 3 sótanos | Altura por Piso: 3,5 | Porcentaje ocupación: 60 % |
| | Nº de habitaciones: 88 | Superficie de parcela: 3.754 M2 | |
| Breve descripción | El Hotel Vía Argentum se encuentra ubicado en Silleda, villa por la que pasa la Vía de La Plata (Vía Argentum), variante del Camino de Santiago. A 100 metros del hotel está la Feria Internacional de Galicia, punto de encuentro de ferias internacionales de múltiples sectores como el agrario, el ganadero, el maderero, etc. Cuenta con una piscina climatizada, aparcamiento exterior y jardines. | | |

| Dimensión de la instalación de biomasa | | | |
|---|--|---------------------------------|--------------------------------------|
| Potencia calorífica de la instalación: | 3 de 64 kW | Año de la instalación: | M2 de Instalación (sin silo): |
| | | 2015 | 30 m2 |
| Consumo anual: | 120 toneladas | Intervalo de suministro: | Método de llenado: |
| | | 1 meses | Camión cisterna |
| Combustible: | <input type="checkbox"/> Pellet Humedad: <input type="checkbox"/> Astillas Humedad: <input checked="" type="checkbox"/> Otros. Indicar: Policombustible Humedad: | | |
| Necesidades energéticas: | <input checked="" type="checkbox"/> ACS Consumo (l/día): Dispone de Acumulación(S/N): Sí, 2 ACS 2000L cada uno. | | |
| | <input checked="" type="checkbox"/> Calefacción. M2 a calefactar: 3.776 M2 | | |
| | <input type="checkbox"/> Otros Indicar: | | |
| Tipo de Silo: | Silo de obra construido en madera. | | |
| | Capacidad del silo: 22 toneladas | M2 de Silo: 35 M2 | |
| | Dim acceso al silo: 4 metros, muy amplio. | M2 a calentar: | |
| Depósito | Dos depósito de inercia de 2000L | | Dim. 2 m de diametro |

Fig. 141: Mapa con los estudios de Caso. Fuente: del autor, confeccionado a partir de My Maps – Google.

Fig. 142: Vista de la fachada del edificio. Fuente: del autor.

Fig. 143: Mapa de localización del edificio. Fuente: del autor, confeccionado a partir de la Sede Electrónica del Catastro.

Fig. 144: Mapa de recorrido de descarga. Fuente: del autor, confeccionado a partir de la Sede Electrónica del Catastro.

Fig. 145: Detalle de sala de calderas y silo de pellets en el sótano -1.

Fig. 146: Detalle de la sala de calderas del sótano -1.

C.8. HOTEL VÍA ARGENTUM

ALMACENAMIENTO

Emplazamiento

La localización del silo de almacenamiento es interior al hotel Vía Argentum, en el último sótano del edificio.

Contextualización de la instalación

La **sala de calderas** se relaciona de la misma forma. Por otro lado la envolvente del **almacén** tiene la misma materialidad a la del sótano del edificio, en donde levantaron un cerramiento de ladrillos para llevar a cabo el almacenamiento de obra.

Ocupación Volumétrica

| <u>Antes REE</u> | <u>Después REE</u> |
|------------------|--------------------|
| 0 m2 | 35 m2 |

Construcción del almacén

| <u>Antes REE</u> | <u>Después REE</u> |
|------------------|-----------------------------------|
| Inexistente | Silo de obra realizado en madera. |

Instrumentos utilizados: observación directa, Entrevista 12 y Fotografías (Fig. 220, 222).

EFICIENCIA ENERGÉTICA

Rendimiento

| <u>Antes REE</u> | <u>Después REE</u> |
|------------------|--------------------|
| 80% | 95% |

Relación precio/potencia

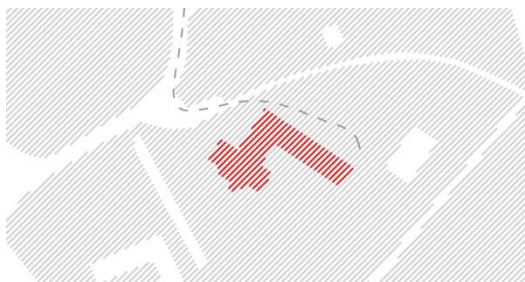
| <u>Antes REE</u> | <u>Después REE</u> |
|------------------|--------------------|
| 8,82 cts.€/kWh | 5,36 cts.€/kWh |

Instrumentos utilizados: análisis documental (pág. 49, 80), entrevista 12.

COMBUSTIBLE

Acceso a la descarga

La descarga del combustible antes se realizaba en la entrada principal lo que obstaculizaba el tráfico y ahora se realiza por la parte trasera del edificio a través de una vía secundaria, de menor tránsito.

Autonomía

| <u>Antes REE</u> | <u>Después REE</u> |
|------------------|--------------------|
| Indefinido | 1 mes |

Aislamiento ante humedad

Solventado

Aislamiento contra fuego

Cumple la reglamentación.

Ventilación de gases

Posible riesgo de concentración de gases.

Instrumentos utilizados: observación directa, análisis documental (pág. 56, 63, 64 y 65), Entrevista 12.

RESULTADOS PARCIALES

La edificación analizada tiene ubicada la instalación de biomasa en el sótano 1, por lo que la instalación se hace completamente imperceptible. Uno de los mayores problemas que ha señalado el mantenedor de las instalaciones, fue la poca planificación a la hora de la rehabilitación energética, lo que ha provocado la desaparición de ocho plazas de garaje y la obstaculicen de unos de los corredores interiores.

Además el sistema no ha sido optimizado, por lo que solo se utiliza cuando la ocupación del Hotel es baja, ya que cuando son temporadas altas, cambian el sistema de calefacción, realizándolo a través de la combustión de gas.

4.2.9. HOTEL TORRE DO DEZA



Fig. 147: Vista de la Fachada principal del hotel Torres do Deza.

Identificación del edificio

| | | |
|---------------------|--|----------------------------------|
| Denominación | Hotel Torre do Deza | Fecha: 23/02/2017 |
| Ubicación | Dirección: Parque Empresarial 2000, s/n, 36512 Lalín | |
| | Provincia: Pontevedra | País: España |
| Dirrección | Estado: Bueno | Calificación energética: Clase A |
| | Fecha de construcción: 2010 | Fecha de rehabilitación: 2016 |
| | Arquitecto: | Instalador: |

Descripción del edificio

| | | | |
|--------------------------|--|---------------------------------|----------------------------|
| Datos | Nº Pisos: 5 y 4 sótanos | Altura por Piso: 3,5m | Porcentaje ocupación: 70 % |
| | Nº de habitaciones: 50 | Superficie de parcela: 8.153 M2 | |
| Breve descripción | El hotel está en el centro geográfico de Galicia, a 2 min en coche del centro de Lalín y a 15 minutos de Santiago de Compostela y Orense. Cuenta con 50 habitaciones, piscinas, parking privado y restaurante. La calefacción el hotel es resultado con bombas de calor, y el agua caliente sanitaria a través de la instalación de biomasa. | | |

Dimensión de la instalación de biomasa

| | | | |
|---|--|---------------------------------|--------------------------------------|
| Potencia calorífica de la instalación: | 1 de 220 kW | Año de la instalación: | M2 de Instalación (sin silo): |
| | | 2016 | 4 m2 |
| Consumo anual: | 120 toneladas | Intervalo de suministro: | Método de llenado: |
| | | 1 mes y medio | Camión cisterna |
| Combustible: | <input checked="" type="checkbox"/> Pellet Humedad: 8% de humedad <input type="checkbox"/> Astillas Humedad: <input type="checkbox"/> Otros. Indicar: Humedad: | | |
| Necesidades energéticas: | <input checked="" type="checkbox"/> ACS Consumo (l/día): Dispone de Acumulación(S/N): Sí, dos de 1.000L y uno de 2.000L | | |
| | <input checked="" type="checkbox"/> Piscinas | | |
| Tipo de Silo: | Silo de Obra construido en madera. | | |
| | Capacidad del silo: 15 toneladas. | M2 de Silo: 15 M2 | |
| | Dim acceso al silo: por carretera | M2 a calentar: | |
| Depósito | Depósito de inercia de 1000L | Dim. 100 cm diametro | |

Nota: No se ha podido realizar la descripción del edificio y el análisis de las categorías analíticas por falta de documentación, no se permitió sacar fotos, ni proporcionaron ningún tipo de plano.

4.2.10. HOSPEDERÍA SAN DIEGO DE CANEDO



Fig. 152: Vista aérea de la Hospedería San Diego de Canedo.

| Identificación del edificio | | |
|-----------------------------|---|--|
| Denominación | Hospedía – Convento San Diego de Canedo | Fecha: 13/12/2016 |
| Ubicación | Dirección: Lugar Barrio Canedo, 0 S/N, Ponteareas | |
| | Provincia: Pontevedra | País: España |
| Dirrección | Estado: Bueno | Calificación energética: Clase G |
| | Fecha de construcción: 1984 | Fecha de rehabilitación: 09-2013 |
| | Arquitecto: Sergio Fernández Costa | Instalador: Ahorro Energetico ENERTRA SL |

| Descripción del edificio | | |
|--------------------------|--|---------------------------------|
| Datos | Nº Pisos: 3 | Altura por Piso: 4 m |
| | Nº de habitaciones: 20 | Superficie de parcela: 3.776 M2 |
| Breve descripción | La Hospedería San Diego de Canedo cuenta en su planta 0 con un espacio destinado para los actos religiosos del Convento y en la planta 1 y 2 se ubican las habitaciones. Las instalaciones de biomasa se han solucionado con un "districting heating" ubicando en un antiguo almacén, que se utilizaba para el jardín. | |

| Dimensión de la instalación de biomasa | | | |
|---|--|---------------------------------|--------------------------------------|
| Potencia calorífica de la instalación: | 97 kW | Año de la instalación: | M2 de Instalación (sin silo): |
| | | 2013 | 23,12 m2 |
| Consumo anual: | 34.953 Kg | Intervalo de suministro: | Método de llenado: |
| | | 6 meses | Camión con volquete |
| Combustible: | <input type="checkbox"/> Pellet Humedad: <input type="checkbox"/> Astillas Humedad: <input checked="" type="checkbox"/> Otros. Indicar: Policombustible Humedad: | | |
| Necesidades energéticas: | <input checked="" type="checkbox"/> ACS Consumo (l/día): Dispone de Acumulación(S/N): | | |
| | <input checked="" type="checkbox"/> Calefacción. M2 a calefactar: 3.776 M2 | | |
| | <input type="checkbox"/> Otros Indicar: | | |
| Tipo de Silo: | Silo de Obra en Hormigón semienterrado. | | |
| | Capacidad del silo: 25 m3 | M2 de Silo: 15 M2 | |
| | Dim acceso al silo: 4 metros, muy amplio. | M2 a calentar: 1.863,56 M2 | |
| Depósito | Depósito de inercia de 500L | Dim. 67 cm diametro | |



Fig. 153: Mapa con los estudios de Caso. Fuente: del autor, confeccionado a partir de My Maps – Google



Fig. 154: Fachada del edificio. Fuente: del autor.



Fig. 155: Mapa de localización del edificio. Fuente: del autor, confeccionado a partir de la Sede Electrónica del Catastro.



Fig. 156: Mapa de localización del edificio. Fuente: del autor, confeccionado a partir de la Sede Electrónica del Catastro.



Fig. 157: Descarga del camión con volquete. Fuente: del autor.



Fig. 158: Planta de cobertura de la sala de calderas y almacenamiento. Fuente: del autor.



Fig. 159: Sección de la sala de caldera. Fuente: del autor, confeccionado a partir de los documentos aportados por ENERTRA S.L.



Fig. 160: Planta de 0 de la sala de calderas y almacenamiento. Fuente: del autor, confeccionado a partir de los documentos aportados por ENERTRA S.L.



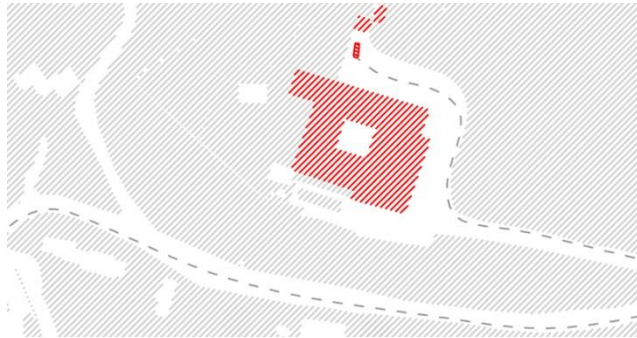
Fig. 161: Sección del silo de almacenamiento. Fuente: del autor, confeccionado a partir de los documentos aportados por ENERTRA S.L.

C.10. HOSPEDERÍA SAN DIEGO DE CANEDO

ALMACENAMIENTO

Emplazamiento

La localización del silo de almacenamiento es exterior de la Hospedería. A través de un camino secundario que pertenece a la parcela del edificio.



Contextualización de la instalación

La **sala de calderas** se relaciona de la misma forma, ya que se encuentra en una preexistencia del lugar. Por otro lado el **almacén** está ubicado en el exterior del edificio a través de un distrito energético, el cual se encuadra en el contexto perfectamente.



Material edificio (piedra granito)



Material Almacén (piedra y hormigón)

Ocupación Volumétrica

| Antes REE | Después REE |
|------------------|-------------------|
| 0 m ² | 15 m ² |

Construcción del almacén

| Antes REE | Después REE |
|-------------|--|
| Inexistente | Silo de obra realizado en hormigón armado. |

Instrumentos utilizados: observación directa, Entrevista 13 y Fotografías (Fig. 226, 227, 228 y 229).

EFICIENCIA ENERGÉTICA

Rendimiento

| Antes REE | Después REE |
|-----------|-------------|
| 86% | 95% |

Relación precio/potencia

| Antes REE | Después REE |
|-------------|----------------|
| 0 cts.€/kWh | 2,50 cts.€/kWh |

Instrumentos utilizados: análisis documental (pág. 49, 80), entrevista 13.

COMBUSTIBLE

Acceso a la descarga

La descarga del combustible se realiza a través de una trampilla que se elevan para que el camión con piso móvil descargue todo el combustible.

Instrumentos utilizados: observación directa, análisis documental (pág. 56, 63, 64 y 65), Cuestionario 04.

Autonomía

| Antes REE | Después REE |
|-----------|-------------|
| 9 meses | 6 meses |

Aislamiento ante humedad

Solventado

Aislamiento contra fuego

Cumple la reglamentación.

Ventilación de gases

No hay riesgo de concentración de gases.

RESULTADOS PARCIALES

La instalación de la Hospedería de Canedo se realiza en el exterior a través de un distrito energético ya que nos encontramos con un edificio patrimonial.

La construcción del distrito se realiza a partir de una preexistencia de un antiguo cuarto que hacía de almacén para las labores del campo. Anexo a él se construye el almacenamiento, enterrándolo en la cota menor del terreno, con lo que la influencia de la instalación en el paisaje es menor.

4.2.11. PAZO DE PEGULLAL



Fig. 162: Vista aérea del Pazo de Pegullal.

| Identificación del edificio | | |
|-----------------------------|--|----------------------------------|
| Denominación | Pazo Pegullal | Fecha: 28/01/2017 |
| Ubicación | Dirección: Rúa Pegullal, 12, 36470 Pegullal. | |
| | Provincia: Pontevedra | País: España |
| Dirrección | Estado: Bueno | Calificación energética: Clase G |
| | Fecha de construcción: 1979 | Fecha de rehabilitación: 1987 |
| | Arquitecto: Sergio Fernández Costa | Instalador: AltEnergy, S.L. |

| Descripción del edificio | | | |
|--------------------------|---|-----------------------------------|----------------------------|
| Datos | Nº Pisos: 2 | Altura por Piso: 3 m | Porcentaje ocupación: 60 % |
| | Nº de habitaciones: 8 | Superficie de parcela: 185.745 M2 | |
| Breve descripción | Pazo señorial gallego de piedra natural, consta de dos alturas, una bodega en la planta cero y la vivienda en la planta. Las ventanas de vidrio sencillo y marco de madera restaurada. La instalación de biomasa está ubicada en un almacén exterior al pazo, desde donde es canalizado el color hacia el pazo. | | |

| Dimensión de la instalación de biomasa | | | |
|---|--|---------------------------------|--------------------------------------|
| Potencia calorífica de la instalación: | 100 kW | Año de la instalación: | M2 de Instalación (sin silo): |
| | | 2014 | 13,75 m2 |
| Consumo anual: | 32.610 Kg | Intervalo de suministro: | Método de llenado: |
| | | 6 meses | Camión cisterna. |
| Combustible: | <input checked="" type="checkbox"/> Pellet Humedad: <input type="checkbox"/> Astillas Humedad: <input type="checkbox"/> Otros. Indicar: Humedad: | | |
| Necesidades energéticas: | <input checked="" type="checkbox"/> ACS Consumo (l/día): Variable Dispone de Acumulación(S/N): Sí M2 a calefactar: 200 M2 | | |
| | <input checked="" type="checkbox"/> Calefacción. M2 a calefactar: 603 M2 | | |
| | | | |
| Tipo de Silo: | Silo de Obra en Hormigón semienterrado en el piso cero. | | |
| | Capacidad del silo: 18,75 m3 | M2 de Silo: 6,25 M2 | |
| | Dim acceso al silo: 0,9 m, desde la carretera. | M2 a calentar: 3.776 M2 | |
| Depósito | Depósito de inercia de 1500L | Dim. 100 cm diámetro. | |

Nota: No se ha podido realizar el análisis de las categorías analíticas por falta de documentación.

Fig. 163: Mapa con los estudios de Caso. Fuente: del autor, confeccionado a partir de My Maps – Google.

Fig. 164: Vista de la fachada del edificio. Fuente: del autor.

Fig. 165: Mapa de localización del edificio. Fuente: del autor, confeccionado a partir de la Sede Electrónica del Catastro.

Fig. 166: Mapa de recorrido de descarga. Fuente: del autor, confeccionado a partir de la Sede Electrónica del Catastro.

4.2.12. PAZO TORRE DO RÍO



Fig. 167: Vista de la fachada principal del Pazo Torre do Río.

| Identificación del edificio | | | |
|---|--|---------------------------------|--------------------------------------|
| Denominación | Pazo Torre do Río | | Fecha: 08/02/2017 |
| Ubicación | Dirección: Baxe nº1 San Andrés de César, Caldas. | | |
| | Provincia: Pontevedra | | País: España |
| Dirrección | Estado: Bueno | | Calificación energética: Clase G |
| | Fecha de construcción: 1920 | | Fecha de rehabilitación: 2006 |
| | Arquitecto: Santiago Dominguez | | Instalador: Emisión Cero -Okofen |
| Descripción del edificio | | | |
| Datos | Nº Pisos: 3 | Altura por Piso: 4 m | Porcentaje ocupación: 50 % |
| | Nº de habitaciones: 12 | Superficie de parcela: 9.374 M2 | |
| Breve descripción | Este hotel rural tradicional se encuentra en un paisaje de gran belleza natural, rodeado por el río Umia. Este establecimiento ofrece habitaciones amplias y luminosas con una bonita decoración. Los huéspedes podrán disfrutar de un agradable paseo por los jardines de la finca y sus alrededores. Además, también hay un salón, una galería y una biblioteca. | | |
| Dimensión de la instalación de biomasa | | | |
| Potencia calorífica de la instalación: | 2 de 64 kW | Año de la instalación: | M2 de Instalación (sin silo): |
| | | 2014 | 14,7 m2 |
| Consumo anual: | 30.000 Kg | Intervalo de suministro: | Método de llenado: |
| | | 2 meses | Camión cisterna. |
| Combustible: | <input checked="" type="checkbox"/> Pellet | Humedad: | |
| | <input type="checkbox"/> Astillas | Humedad: | |
| | <input type="checkbox"/> Otros. Indicar: | Humedad: | |
| Necesidades energéticas: | <input checked="" type="checkbox"/> ACS | Consumo (l/día): Variable | |
| | Dispone de Acumulación(S/N): Sí | | |
| | M2 a calefactar: | | |
| | <input checked="" type="checkbox"/> Calefacción. M2 a calefactar: | | |
| | <input type="checkbox"/> Otros | Indicar: | |
| Tipo de Silo: | Silo de obra construido en madera. | | |
| | Capacidad del silo: 6 toneladas | M2 de Silo: 7 M2 | |
| | Dim acceso al silo: Por carretera, 5 metros | M2 a calentar: 800 M2 | |
| Depósito | Depósito de inercia de 1500 L | Dim. 1m diámetro. | |

. 168: Mapa con los estudios de Caso. Fuente: del autor, confeccionado a partir de My Maps – Google.

Fig. 169: Vista de la fachada del edificio. Fuente: del autor.

Fig. 170: Mapa de localización del edificio. Fuente: del autor, confeccionado a partir de la Sede Electrónica del Catastro.

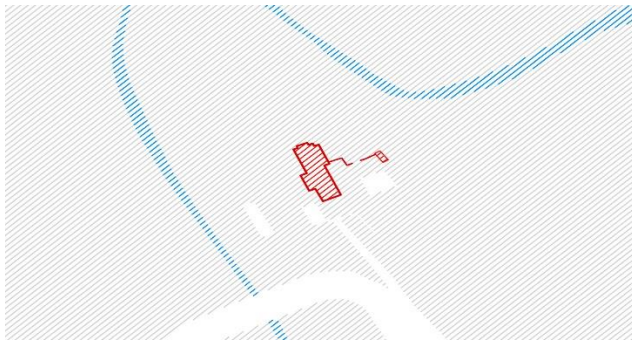
Fig. 171: Mapa de recorrido de descarga. Fuente: del autor, confeccionado a partir de la Sede Electrónica del Catastro.

C.12. PAZO TORRE DO RIO

ALMACENAMIENTO

Emplazamiento

La localización del silo de almacenamiento es exterior al pazo. A través de la entrada principal, el camión se aproxima hasta el punto más próximo, y después gracias a la manguera, que funciona por succión neumática.



Ocupación Volumétrica

| Antes REE | Después REE |
|------------------|------------------|
| 0 m ² | 7 m ² |

Instrumentos utilizados: observación directa y fotografías (Fig. 229 y 230).

Contextualización de la instalación

La **sala de calderas** se encuentra en un contenedor marítimo, que funciona como distrito energético, de cuestionable integración con el pazo. Por otro lado el **almacén** está ubicado en el exterior del edificio en el mismo contenedor marítimo.



Material edificio
(piedra granito)



Material Almacén
(chapa metálica)

Construcción del almacén

| Antes REE | Después REE |
|-------------|-----------------------------------|
| Inexistente | Silo de obra realizado en madera. |

EFICIENCIA ENERGÉTICA

Rendimiento

| Antes REE | Después REE |
|-----------|-------------|
| 80% | 95% |

Instrumentos utilizados: análisis documental (pág. 49, 80).

Relación precio/potencia

| Antes REE | Después REE |
|----------------|----------------|
| 8,82 cts.€/kWh | 5,36 cts.€/kWh |

COMBUSTIBLE

Acceso a la descarga

La descarga del combustible se realiza a través de una manguera, que funciona por succión neumática. Esto permite que el camión no tenga que acceder hasta el almacenamiento y se pueda realizar a una distancia de 30 metros

Instrumentos utilizados: observación directa, análisis documental (pág. 56, 63, 64 y 65).

Autonomía

| Antes REE | Después REE |
|------------|-------------|
| Indefinida | 2 meses |

Aislamiento ante humedad

Solventado

Aislamiento contra fuego

Cumple la reglamentación.

Ventilación de gases

Puede haber riesgo de concentración de gases.

RESULTADOS PARCIALES

La instalación del pazo se ha realizado en el exterior a través de un distrito energético ya que nos encontramos con un edificio patrimonial.

La construcción del distrito se realiza en un contenedor marítimo el cual es ubicado fuera de la parcela del edificio, pero su integración con el entorno del río no es óptima. El propietario comentó en la visita al pazo, que están planteando ubicarlo en alguno de los edificios anexos al pazo.

4.2. Análisis comparativo.

Tras analizar los diferentes estudios de caso, se obtienen las tipologías resultantes del inventario de los edificios de uso residencial público y vivienda colectiva que corresponde al apartado 3.4.1. del trabajo. Esas tipologías son las siguientes.

- Tipología 1: Bloques de viviendas.
- Tipología 2: Balneario.
- Tipología 3: Hoteles.
- Tipología 4: Conventos y Pazos.
- Tipología 5: Residencias.

Cada una de las tipologías edificatorias obtenidas tiene características diferentes a la hora de realizar la rehabilitación energética. Por lo que se hace la comparación de cada una de las tipologías edificatorias. Los sistemas de almacenamiento de biomasa son resueltos de diversas formas como se explicarán en las siguientes tablas, en donde se aporta una recomendación para cada categoría de análisis.

Las recomendaciones se fundamentan en el marco teórico, en las entrevistas realizadas a los informantes claves y en la observación, de donde equipara la información y se analizan las ventajas y desventajas de cada sistema.

Estas recomendaciones son de vital importancia a la hora de seleccionar el sistema de almacenamiento para el edificio que se intervenga, por lo que condicionará los metros de instalación, el mantenimiento, la autonomía, etc.

| TIPOLOGÍA 1: BLOQUES DE VIVIENDAS | | | |
|--|---|---------------------------|----------------------------------|
| | C.. COMUNIDAD A GUARDA | C.2. COMUNIDAD TUI | C.3. COMUNIDAD MIRAFLORES |
| Integración en el Contexto Urbano | Imperceptible | Imperceptible | Imperceptible |
| | La única marca que evidenciamos en el edificio es la salida de humos, que son visibles en los casos C1 y C2, pero casi sin ningún impacto en el edificio. En el caso C3 la salida de humos es colocada por la propia chimenea de obra, lo cual es lo más correcto, siempre que se pueda ejecutar. | | |
| Emplazamiento del Almacenamiento | Externo | Interno | Interno |
| | La desventaja de la colación del silo en el exterior es la necesidad de construcción de un caseto cerrado de cuestionable integración con el entorno. La mejor opción es colocarlo en el interior, siempre que se puedan cumplir todas normativas de seguridad, señaladas en el apartado 2.1.4.4. También será importante tener espacio suficiente para ello y no reducir las plazas de aparcamientos de los propietarios. | | |
| Descarga Combustible | Sistema neumático | Sistema neumático | Sistema neumático |
| | La mejor solución para la descarga es el sistema neumático, el camión no necesita exclusivamente acceder hasta el silo ya que puede hacer la descarga a distancia, con un máximo de 40 m. | | |
| Tipo de Silo | Silo flexible | Silo flexible | Silo de obra |
| | Los silos flexibles son la mejor opción para el almacenamiento ya que su montaje es sencillo, no necesita obra, no genera polvo ni suciedad, no expulsa monóxido de carbono, y su mantenimiento es desde el exterior, por el contrario los silos de obras pueden acumular mayor cantidad en un menor espacio y son más económicos, pero su mantenimiento se realiza desde el interior en donde hay grandes concentraciones de CO. | | |
| Sistema transporte a la caldera | Aspiración neumática | Aspiración neumática | Aspiración neumática |
| | La mejor solución para el transporte de biomasa sólida es el sistema por aspiración, ya que es limpio, no necesita mucho espacio técnico y permite colocar el silo hasta una distancia de 30 metros sin perjudicar a la calidad de la biomasa. | | |
| Combustible | Pellet | Pellet | Pellet |
| | El pellet es una muy buena opción para calderas de hasta 60 kW (potencia equivalente a generar confort térmico en 600m ²), ya que necesita mucho menor espacio que otras biomásas debido a su alto poder calorífico. Para potencias mayores es aconsejable astilla ya que su competitividad es mayor, ya que necesita menor proceso de elaboración y tratamiento. | | |

| TIPOLOGÍA 2: BALNEARIOS | | |
|--|--|------------------------------|
| | C.4. BALNEARIO DE MONDARIZ | C.5. BALNEARIO BAÑOS DA BREA |
| Integración en el Contexto Urbano | Imperceptible | Perceptible |
| | La integración con el contexto es máxima en el caso C4, en donde mejoró la envolvente con la creación de una pequeña plaza, la antigua instalación de combustibles fósiles. En el caso C5, reduce notablemente uno de los patios interiores del balneario, y no se integró con la envolvente, en gran parte, porque ningún arquitecto intervino en la rehabilitación energética. | |
| Emplazamiento Almacenamiento | Externo | Externo |
| | El emplazamiento del silo del edificio C5 es próximo a la caldera, y obstruye uno de los corredores que conectas las instalaciones del balneario. Por el contrario el almacenamiento del edificio C4 es subterráneo, y presenta una autonomía mucho mayor que el edificio C5. La mejor opción en este tipo de potencias es ubicarlo subterráneo a la cota del piso cero, con lo cual el impacto será mínimo. | |
| Descarga Combustible | Camión con piso móvil | Camión con basculante |
| | La descarga de la astilla a través de piso móvil es más rápida y sencilla. Si contamos con un suministro de astilla con piso móvil el diseño de la trampilla de descarga será más sencilla, ya que no tenemos que contar con la altura del volquete. | |
| Tipo de Silo | Silo de obra | Silo de obra |
| | El silo de obra en hormigón armado es la mejor solución para astilla en grandes potencias. | |
| Sistema transporte a la caldera | Tornillo sinfín | Tornillo sinfín |
| | La opción más fiable es la utilización del tornillo sinfín con las aspas giratorias que barren la totalidad de la superficie del silo. El tornillo sinfín es completamente silencioso y tiene un consumo de energía muy bajo. | |
| Combustible | Astilla | Astilla |
| | La utilización de astilla es lo más recomendable para potencias superiores a 100 kW (potencia equivalente a generar confort térmico en 1000m ²). La astilla es la forma de biomasa solida más competitiva del mercado, ya que necesita menor proceso de elaboración y tratamiento | |

| TIPOLOGÍA 3: HOTELES | | | | |
|--|---|-----------------------------|--------------------------------|---------------------------------|
| | C.6. HOTEL CORONAS DE GALICIA | C.7. HOTEL COLÓN TUY | C.8. HOTEL VÍA ARGENTUM | C.9. HOTEL TORRE DO DEZA |
| Integración en el Contexto Urbano | Imperceptible | Imperceptible | Imperceptible | Imperceptible |
| | Los hoteles analizados mantienen la misma envolvente exterior, y la única presencia de la rehabilitación energética la encontramos en el caso de estudio C6, en la que se puede observar la salida de humos en la fachada norte del edificio. | | | |
| Emplazamiento Almacenamiento | Interno | Interno | Interno | Interno |
| | Todos los hoteles analizados ya tenían una sala de calderas, que en todos los casos fue rehabilitada y también todos los casos han tenido que añadir otro espacio del edificio para el almacenamiento. | | | |
| Descarga Combustible | Sistema neumático | Camión con basculante | Sistema neumático | Sistema neumático |
| | En la mayoría de ellos se realiza con un camión cisterna lo cual permite colocar es silo hasta una distancia de 30 metros sin perjudicar a la calidad de la biomasa. En el caso de estudio C7 el trayecto de acceso es bastante complicado, por lo cual los tiempos de descarga serán mayores. | | | |
| Tipo de Silo | Silo flexible | Silo de obra | Silo de obra | Silo de obra |
| | La mejor opción para el almacenamiento es el silo flexible, en los casos C6, C8 y C9, ya que utilizan pellet. Asimismo algunos de ellos no lo han implantado debido a ausencia de espacio, ya que el de obra se adapta a cualquier espacio. | | | |
| Sistema transporte a la caldera | Aspiración neumática | Tornillo sinfín | Aspiración neumática | Aspiración neumática |
| | En los casos de estudio C6, C8 y C9 se ha optado por aspiración neumática, ya que es el sistema que menos daña al pellet, y más posibilidades nos ofrece. Por otro lado el estudio de caso C7 utiliza un tornillo sinfín ya que la granulosidad de la astilla es mayor. | | | |
| Combustible | Pellet | Astilla | Pellet | Pellet |
| | En esta tipología edificatoria y con las necesidades energéticas que presentas los cuatro casos, el combustible más adecuado es el pellet. Ya que es más manejable, y utilizando el silo de almacenamiento adecuado se obtiene una autonomía mayor, por lo tanto nuestra instalación estará mejor optimizada. | | | |

| TIPOLOGÍA 4: CONVENTOS Y PAZOS | | | |
|--|---|------------------------|-------------------------|
| | C.10. HOSPEDERÍA SAN DIEGO DE CANEDO | C.11. PAZO DE PEGULLAL | C.12. PAZO TORRE DO RÍO |
| Integración en el Contexto Urbano | Perceptible | Imperceptible | Perceptible |
| | Los edificios monumentales o clasificados, en donde patrimonio tiene una gran incidencia, son solucionados a través de un "district heating" exterior a la edificación. En los estudios de caso C10 y C11 se reunirán antiguos espacios por lo que la integración en el contexto es mayor. En el caso de estudio C12 es colocado un contenedor industrial fuera de la parcela, cuya integración en el paisaje es bastante cuestionable (Fig.200). | | |
| Emplazamiento Almacenamiento | Externo | Externo | Externo |
| | El emplazamiento del almacenamiento es creado en el exterior como una nueva necesidad del complejo. En el estudio de caso C10 se reutilizó un caseto técnico para la sala de calderas y se construyó anexo a este un silo de almacenamiento. La implantación del almacenamiento más adecuada es la exterior, como se ha realizado en los tres estudios de caso. | | |
| Descarga Combustible | Camión con basculante | Sistema neumático | Sistema neumático |
| | La descarga en el caso de estudio C10 es posible gracias a que hay una gran explanada que posibilita maniobrar al camión, consultar el apartado 4.1.10 para más detalles. En los otros casos de estudio la descarga se realiza desde la carretera ya que la manguera de descarga de pellets permite distancias de hasta 30 metros. | | |
| Tipo de Silo | Silo de obra | Silo de obra | Silo de obra |
| | Estas instalaciones se encuentran en el exterior pero todas ellas en espacios aislados de la humedad, por lo cual el sistema de silo de obra es muy oportuno. En los casos de estudio C11 y C12 se deberá tener un cuidado especial a la hora de realizar el mantenimiento en el silo de almacenamiento. | | |
| Sistema transporte a la caldera | Tornillo sinfín | Aspiración neumática | Aspiración neumática |
| | Al tratarse de instalaciones en compartimentos exteriores donde las exigencias espaciales cualquiera de los sistemas es correcto, siempre y cuando no perjudique el combustible | | |
| Combustible | Astilla | Pellet | Pellet |
| | Al tratarse de distritos energéticos superiores a 100 kW de potencia es recomendable el consumo de astilla, siempre y cuando dispongamos del espacio suficiente para la instalación de los sistemas de biomasa. | | |

PARTE 5. CONSIDERACIONES FINALES

En este último capítulo se presentan los resultados obtenidos a lo largo de la investigación, que se dividen de acuerdo con los dos objetivos planteados.

En la primera parte del capítulo, relativa al objetivo I, se exponen los resultados cuantitativos obtenidos del inventario de cada una de las provincias de Galicia y la correlación entre ellos.

En la segunda parte del capítulo se exponen las conclusiones relativas a objetivo II, la cual contará en definir el mejor sistema de instalación para cada una de las tipologías edificatorias.

5.1 Conclusiones Objetivo I

La creación del inventario aporta un punto de partida sobre el desconocimiento que hay en el campo de la arquitectura sobre la implantación de estos sistemas de biomasa, los cuales generan de confort térmico que necesitan los edificios.

En los gráficos expuestos muestran la previsión de instalaciones de biomasa con fines térmicos en Galicia, que era de 80 instalaciones en un primer contacto con las instituciones más relacionadas con este sector y la resolución en donde se encontraron 258 instalaciones. Esto evidencia el gran desconocimiento de la instalación de este tipo de sistemas desde el campo de la arquitectura.

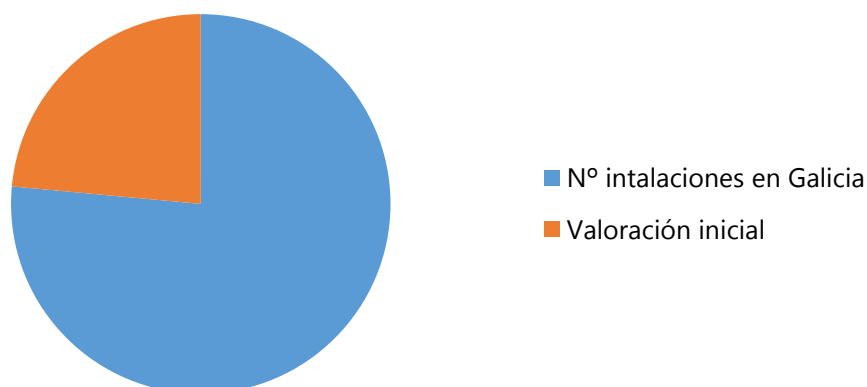
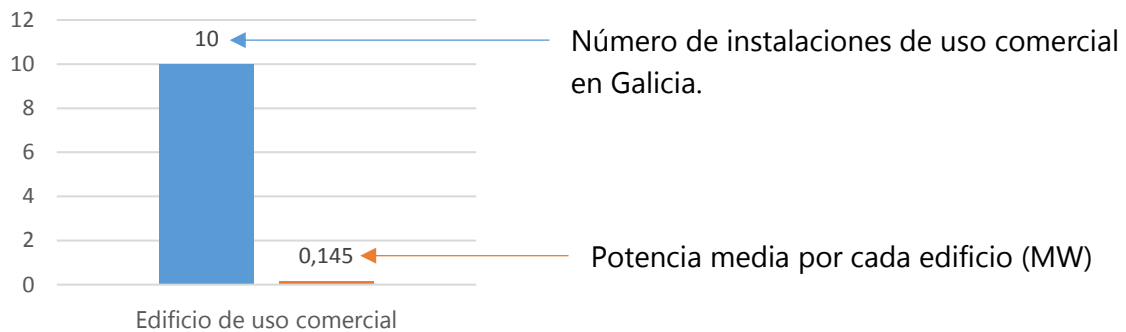


Fig. 172: Totalidad de instalaciones presentes de Galicia.

Del número de instalaciones inventariadas, un gran porcentaje pertenece a los cuatro últimos años, por lo cual el potencial de crecimiento de estos sistemas es muy alto. Además de esto, con la implementación de las exigencias europeas, en materia de rehabilitación energética de edificios, donde inciden que la generación de la energía a consumir debe de ser generada en el propio lugar, hace progresar más aún este tipo de instalaciones.

En los siguientes gráficos se muestran la utilización de biomasa con fines térmicos en las diferentes tipologías en toda Galicia.

El gráfico representa, la potencia media por cada edificio que hace referencia a las necesidades energéticas medias en el ámbito de Galicia en las diferentes tipologías. Por lo cual en el uso comercial, la potencia media es de 0,145 MW lo que equivale a generar confort térmico en 1.450 m². Por lo cual las necesidades energéticas medias de los edificios de uso comercial de Galicia son para satisfacer un espacio de 1.450 m², este dato nos hace tener una valoración de la magnitud del edificio.



En este gráfico se evidencia que en las edificaciones de uso administrativo han sido en donde más se ha instalado, lo cual es de señalar, ya que se presume que estas instalaciones tienen una gran complejidad a la hora de integrarlas con el edificio, debido a su carácter patrimonial.

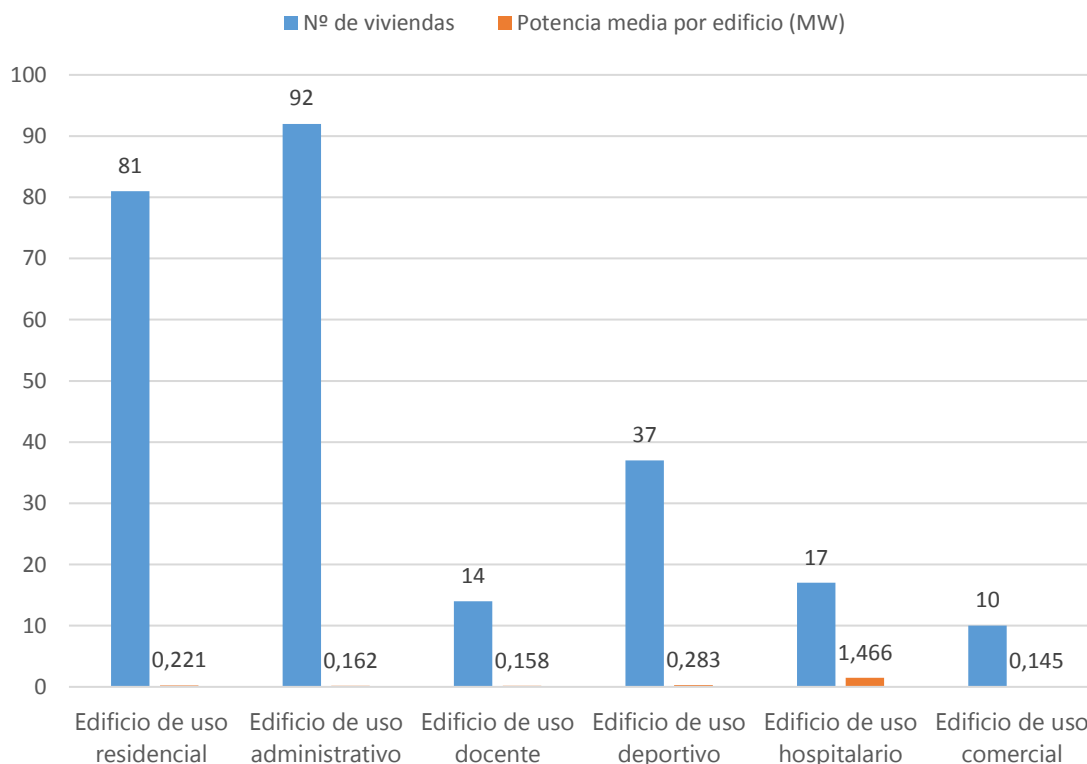


Fig. 173: Gráfico de las instalaciones en las diferentes tipologías edificatorias.

En la siguiente representación se muestra la utilización de las diferentes formas de consumo de la biomasa en el ámbito de Galicia. Donde podemos ver la predominancia del pellet, ya que es un combustible ideal para las pequeñas edificaciones, gracias a su flexibilidad a la hora de colocar el silo, también su formato es bastante limpio y fácil de manejar y con un precio competitivo.

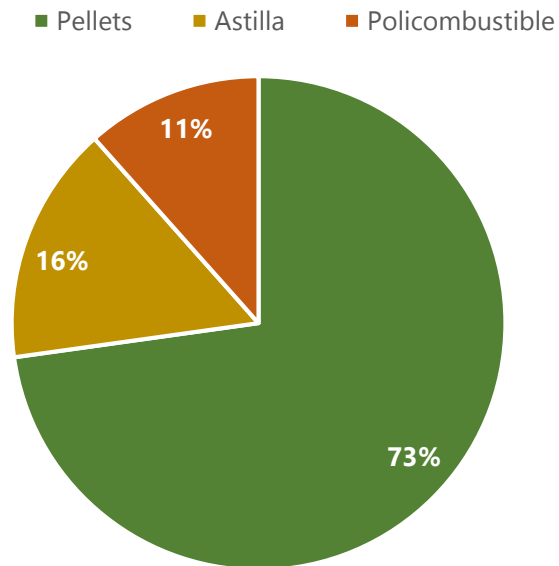


Fig. 174: Gráfico de la utilización de las diferentes formas de biomasa en Galicia.

5.2 Conclusiones Objetivo II

Tras analizar los diferentes estudios de casos presentes en Pontevedra, se observan diversas formas de rehabilitación energética según la tipología edificatoria, el valor patrimonial del edificio y las necesidades energéticas.

Esto es debido a las características espaciales de cada tipología edificatoria, y a la protección que este espacio demanda. Las tipologías presentes en el ámbito de Pontevedra son: bloques de viviendas o apartamento de vivienda, balnearios, hoteles, conventos, pazos y residencias.

Limitaciones presentes en los sistemas de almacenamiento.

Las limitaciones presentes en los diferentes edificios, se definen gracias a los estudios de caso analizados. Las principales limitaciones que nos encontramos a la hora de instalar la biomasa térmica en un edificio son, en primer lugar el espacio disponible para albergar la instalación, en segundo lugar, la protección patrimonial que presenta el edificio, y en tercer lugar las necesidades energéticas que demanda el edificio.

A continuación analizaremos todas las tipologías resultantes de los estudios de caso en base a estas tres limitaciones. Cada limitación obtiene una calificación, la cual puede ser: alta, media o baja. Cada limitación que presente la tipología nos conducirá sobre un modelo de rehabilitación energético.

En el caso de las **comunidades de propietarios** la instalación más empleada es el silo textil o silo de obra con consumo de pellets. El pellet será el combustible más adecuado siempre y cuando las necesidades energéticas no sean superiores a 100 kW (potencia equivalente a generar confort térmico en 1.000m²).

| TIPOLOGÍA | LIMITACIÓN DE LA TIPOLOGÍA EDIFICATORIA | | |
|------------------------------------|---|------------------------|-------------------------|
| | ESPACIO DISPONIBLE | PROTECCIÓN PATRIMONIAL | NECESIDADES ENERGÉTICAS |
| COMUNIDADES DE PROPIETARIOS | MEDIA | BAJA | MEDIA |

En las comunidades de propietario es recomendable la utilización de un sistema de generación de calor a través de pellets, ya que la disponibilidad de espacio no es muy grande. Los sistemas de biomasa pueden ser ubicados en el interior del edificio ya que por lo general la protección patrimonial no es alta. Los sistemas de almacenamiento más aconsejables para el interior de esta tipología es el silo textil, ya que es más limpio y seguro que el almacenamiento de obra, consultar el apartado 2.1.4.4. para un mayor detalle. Por último como las necesidades energéticas no son excesivamente elevadas el sistema de biomasa a partir de pellets es muy oportuno para la instalación.

En el caso de los **balnearios** la instalación más empleada es silo de obra con consumo de astilla. La astilla será el combustible más adecuado siempre y cuando las necesidades energéticas sean superiores a 100 kW (potencia equivalente a generar confort térmico en 1.000m²).

| TIPOLOGÍA | LIMITACIÓN DE LA TIPOLOGÍA EDIFICATORIA | | |
|--|---|------------------------|-------------------------|
| | ESPACIO DISPONIBLE | PROTECCIÓN PATRIMONIAL | NECESIDADES ENERGÉTICAS |
| BALNEARIO | ALTA | ALTA | ALTA |
| <p>La mayoría de los balnearios son edificios clasificados, por lo cual su protección patrimonial es muy alta. Además los consumos energéticos son muy alto, no solo debido a la magnitud del edificio sino también a los altos consumos de agua caliente sanitaria de las habitaciones, las piscinas climatizadas, el SPA, etc. Por lo tanto la mejor solución para esta tipología es la colocación de un "district heating" o distrito energético en el exterior del edificio, y a través de redes de calor proporcionar el confort térmico.</p> | | | |

Por otro lado en la tipología de los **hoteles** la instalación más empleada es silo de obra con consumo de pellets. El pellet será el combustible más adecuado siempre y cuando las necesidades energéticas no sean superiores a 100 kW (potencia equivalente a generar confort térmico en 1.000m²).

| TIPOLOGÍA | LIMITACIÓN DE LA TIPOLOGÍA EDIFICATORIA | | |
|---|---|------------------------|-------------------------|
| | ESPACIO DISPONIBLE | PROTECCIÓN PATRIMONIAL | NECESIDADES ENERGÉTICAS |
| HOTELES | ALTA | BAJA | MEDIA |
| <p>La mayor problemática en la tipología de los hoteles es la ubicación de los sistemas de biomasa en el interior del edificio. La ubicación más aconsejable para los sistemas de biomasa es en el sótano del hotel, siempre que los espacios técnicos ejecutados en el proyecto lo permitan, si esto no es posible, se puede solucionar a través de un distrito energético, que se deberá integrar con la envolvente. El silo textil para consumo de pellets es el sistema más adecuado para almacenar el combustible en esta tipología, a pesar de que el silo de obra sea el más utilizado. La utilización de sistemas de biomasa a partir de pellets permite trabajar con varias calderas en cascada, lo cual es un dato a resaltar para su implantación en hoteles ya que la ocupación es variable dependiendo de la temporada. Este sistema hace que el consume sea muy bajo cuando la ocupación es mínima, ya que solo está en funcionamiento parte de la instalación, y que aumente cuando el hotel lo demande.</p> | | | |

La tipología de los **conventos y pazos** la instalación más empleada es silo de obra con consumo de pellets. El combustible que se va a utilizar dependerá mucho de utilización que presente cada tipología.

| TIPOLOGÍA | LIMITACIÓN DE LA TIPOLOGÍA EDIFICATORIA | | |
|--------------------------|---|------------------------|-------------------------|
| | ESPACIO DISPONIBLE | PROTECCIÓN PATRIMONIAL | NECESIDADES ENERGÉTICAS |
| CONVENTOS Y PAZOS | ALTA | ALTA | ALTA |

En el caso de los conventos y pazos es vital importancia conocer la nueva función que desempeña este edificio monumental. En el caso de tener una alta ocupación durante todo el día es más recomendable la utilización de astilla. Por el contrario si el edificio se ha rehabilitado para un uso esporádico es más recomendable el pellet como combustible. Al tener grandes limitaciones para instalar los sistemas de biomasa, estos se instalan a través de un distrito energético, como se ha analizado en todos los estudios de caso.

Por lo tanto en edificios con necesidades energéticas superiores a 100 kW es más rentable el consumo de astilla, hasta con humedad elevada entre un 20-50%, ya que necesita menor proceso de elaboración y tratamiento. Asimismo las redes de distribución serán más eficientes en la ciudad, en comparación con las instalaciones individualizadas, que generan mayores cantidades de CO₂, no tienen suficiente espacio para el almacenamiento y la descarga del camión es compleja en determinados días y horas en el centro de la ciudad.

En conclusión la biomasa es una realidad en Galicia, que tiene gran proyección y donde los arquitectos deben de interferir para permitir que la esencia de todos estos edificios permanezca, y con ello mantener el patrimonio edificado como hoy se conoce.

Definición constructiva del sistema de almacenamiento.

La solución constructiva utilizada en las tipologías de comunidades de propietarios y hoteles son los sistemas de biomasa a través de sistemas de succión para el transporte y consumo de pellets.

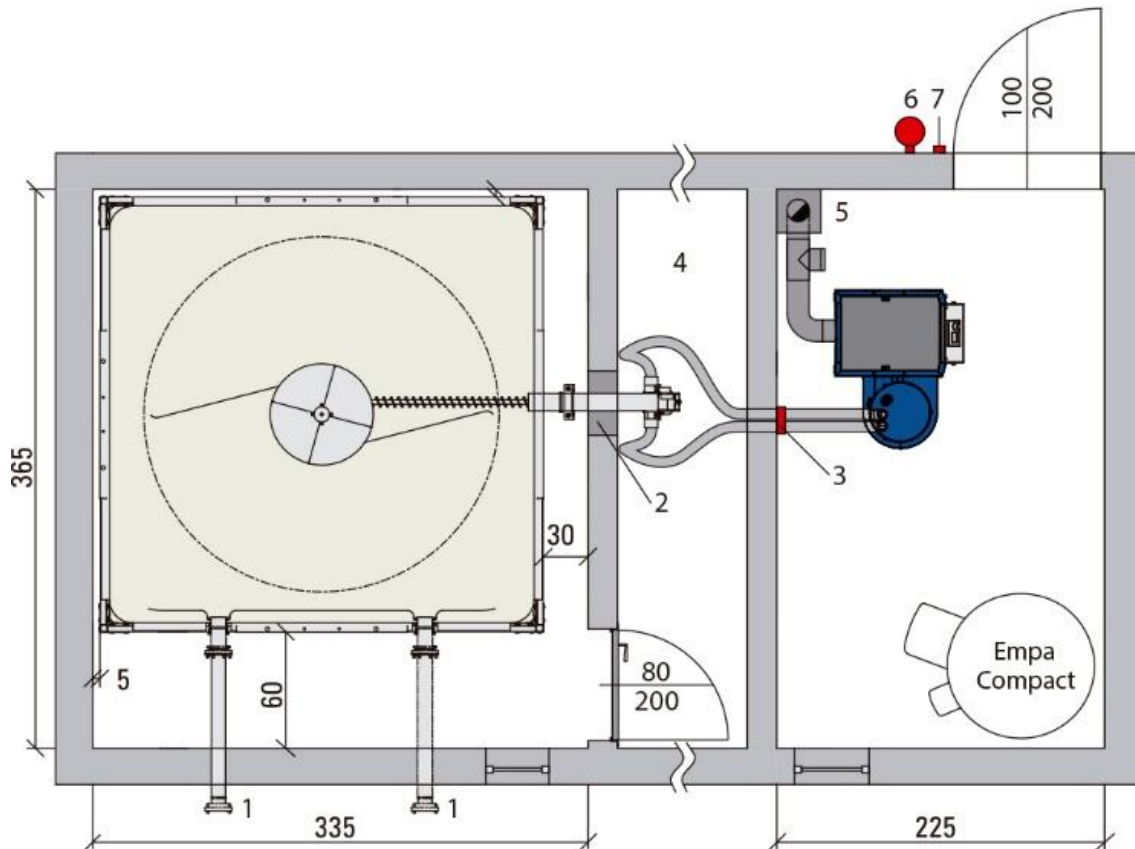


Fig. 175: Silo flexible con sistema de succión y tornillo sinfín a la caldera.

Leyenda:

- 1: Toberas de inyección de pellets: 1 o 2 toberas de inyección.
- 2: Pasamuros 35x35 cm: cerrar después del montaje, canal acústicamente aislado.
- 3: Manguito de protección contra incendios de Ø 6 cm, y orificio de Ø 7 cm, y cerrar después del montaje.
- 4: Cámara intermedia
- 5: Salida de humos.
- 6: Extintor de incendios.
- 7: Interruptor de parada de emergencia

El sistema de succión permite colocar el silo de almacenamiento a una distancia elevada, factor muy favorable, ya que el sistema de generación de calor y el silo de almacenamiento deben de estar ubicados en lugares diferentes.

El consumo de pellets permite modular el consumo de la caldera en consonancia con las necesidades energéticas del edificio. Esto permite un gran ahorro donde la ocupación es variable.

También por otro lado la carga del combustible es simplificado gracias a la descarga con camión cisterna, con ello el silo no precisa de ser ubicado en el punto de acceso

del camión, pudiendo permitir un alejamiento de 30 metros, lo cual permite mayor versatilidad en el diseño.

Por otro lado la solución constructiva utilizada en las tipologías de balnearios, conventos y pazos son los sistemas de biomasa a través de tornillo sinfín como medio de transporte a la caldera y consumo de astilla.

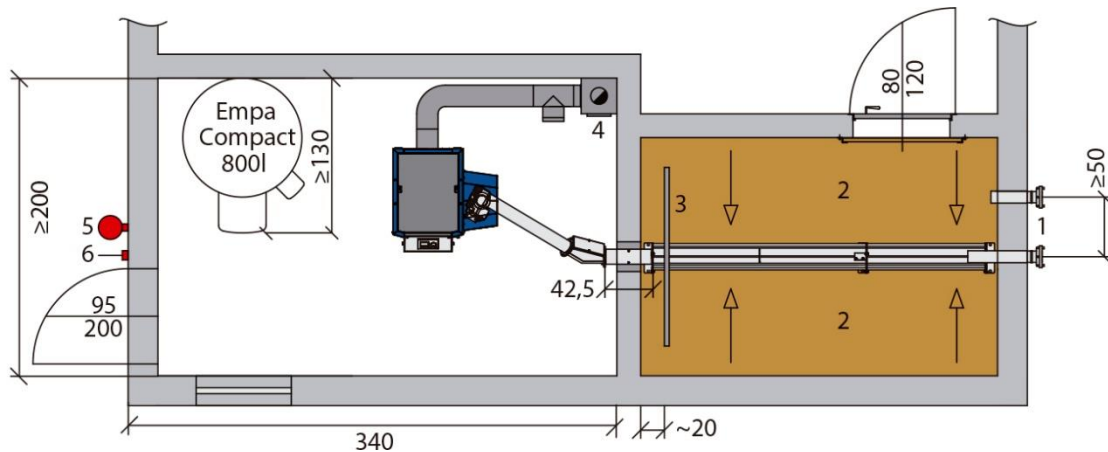


Fig. 176: Silo de obra y alimentación a través de tornillo sinfín.

Leyenda:

- 1: Toberas de inyección de biomasa 1 o 2 toberas de inyección.
- 2: Suelo inclinado.
- 3: Pantalla de protección de impactos.
- 4: Salida de humos.
- 5: Extintor de incendios.
- 6: Interruptor de parada de emergencia.

El consumo de astilla es más rentable en estas tipologías ya que el consumo es elevado. El sistema de transporte se realiza a través de tornillo sinfín debido a la mayor granulosidad de la astilla con respecto al pellets. En el caso del interior del silo se utilizarán las barredoras de suelo que hacen conducir la astilla al tornillo sinfín, este permite aprovechar mejor el volumen del silo.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Aranda, A., & Ortego, A. (2010). *Integración de energías renovables en edificios*. Zaragoza: Prensas Universitarias de Zaragoza.
- Arce, I., Sánchez-Moreno, V. B., Candel, R., Galindo, P., Garcés, M. A., García, F., . . . López, M. A. (1999). *Metodología de la restauración y de la rehabilitación*. Madrid: Munilla-Lería.
- Azevedo, B. (Ed.) (2008). *Energías Renováveis*. Porto: Atelier Nunes e Pã.
- Cerdá, E. (2012). *La biomasa en España: una fuente de energía renovable con gran futuro*. Madrid: Fundación IDEAS
- Durán, S., & Millán, A. N. (2010). *Energías renovables aplicadas a la edificación*. Madrid: Tornapunta Ediciones.
- Elías, X. (2011). *Biomasa y bioenergía*. Coruña: Díaz de Santos.
- Espada, R., Casas, D., & López, J.L. (2012). *Soluciones de rehabilitación energética: Oportunidad de desarrollo económico y empleo verde en Extremadura*. Madrid: Asociación de Ciencias Ambientales.
- European Biomass Association [AEBIOM] (2016). *Annual Statistical Report on the contribution of Biomass to the Energy System in the EU 28*. Brussels: AEBIOM
- Food and Agriculture Organization of the United Nations [FAO] (2015). Evaluación de los recursos forestales mundiales 2015. Recuperado de <http://www.fao.org/3/a-i4793s.pdf>
- Fernández García, F. (1994). Clima y confortabilidad humana: aspectos metodológicos. *Serie Geográfica* (4), 109-125. Recuperado de: <http://dspace.uah.es/dspace/bitstream/handle/10017/1030/Clima%20y%20Confortabilidad%20Humana.%20Aspectos%20Metodol%C3%B3gicos.pdf?sequence=1>
- Fernández, J. (2009). *Biomasa: estado actual y perspectiva inmediata*. Madrid: Universidad Pontificia Comillas.
- González-Varas, I. (2005). *Conservación de bienes culturales: Teoría, historia, principios y normas*. Madrid: Cátedra.
- Groat, L., & Wang, D. (2002). *Architectural Research Methods*. New York: Jonh Wiley Sons.
- Instituto Energético de Galicia [INEGA] (2014). *Balance energético de Galicia 2012*. Santiago de Compostela: INEGA.
- Instituto para la Diversificación y Ahorro de Energía [IDAE] (2002). *Biocombustibles para edificios de viviendas*. Recuperado de: http://www.idae.es/uploads/documentos/documentos_5664_BiocombustiblesEdificios_A2002_A_1e83c5af.pdf

Instituto para la Diversificación y Ahorro de Energía [IDAE] (2002). *Biomasa, calefacción sostenible para edificios públicos*. Recuperado de http://www.idae.es/uploads/documentos/documentos_5664_BiomasaCalefSostenibleEPP_2002_A_37ccd28f.pdf

Instituto para la Diversificación y Ahorro de Energía [IDAE] (2002). *Calefacción en grandes edificios con biomasa*. Recuperado de http://www.idae.es/uploads/documentos/documentos_5664_CalefaccionGEBiomasa_A2002_A_78c20918.pdf

Instituto para la Diversificación y Ahorro de Energía [IDAE] (2008). *Biomasa: Climatización*. Madrid: IDAE.

Instituto para la Diversificación y Ahorro de Energía [IDAE] (2008). *Guía práctica de la energía para la rehabilitación de edificios: El aislamiento, la mejor solución*. Recuperado de http://www.idae.es/uploads/documentos/documentos_10501_Guia_practica_rehabilitacion_edificios_aislamiento_5266ec2a.pdf

Instituto para la Diversificación y Ahorro de Energía [IDAE] (2008). *Biomasa: Experiencias con biomasa agrícola y forestal para uso energético*. Recuperado de http://www.idae.es/uploads/documentos/documentos_10980_Biomasa_experiencias_A2008_A_3acc6e67.pdf

Instituto para la Diversificación y Ahorro de Energía [IDAE] (2008). *Biomasa: Redes de distribución térmica*. Recuperado de http://www.idae.es/uploads/documentos/documentos_10980_Biomasa_redes_distrib_termica_A2008_A_6d9bb3a1.pdf

Instituto para la Diversificación y Ahorro de Energía [IDAE] (2009). *Guía técnica de instalaciones de biomasa térmica en edificios*. Madrid: IDAE.

Instituto para la Diversificación y Ahorro de Energía [IDAE] (2011). *Plan de Acción de ahorro y eficiencia energética 2011-2020*. Recuperado de http://www.idae.es/index.php/mod.documentos/mem.descarga?file=/documentos_11905_PAEE_2011_2020_A2011_A_a1e6383b.pdf

Luxán, M., Gómez, G., & Reymundo, A. (2011). *Guía para el diseño de edificios de viviendas sostenibles y energéticamente eficientes en el ámbito del Principado de Asturias*. Oviedo: Fundación de Estudios para la calidad de la Edificación Asturias [Fecea].

Madrid Vicente, A. (2012). *La biomasa y sus aplicaciones energéticas*. Madrid: Antonio Madrid Vicente.

Margarit i Roset, J. (2011). *Evaluación del potencial de energía de la biomasa: Estudio Técnico PER 2011-2020*. Madrid: IDAE.

Mestre, V. (2004). Prefacio. *Arquitectura Ibérica* (5), 5-7. Casal de Cambra: Caleidoscópico

Mira Uguina, A., & Rodero Masdemont, P. (2016). *Guía Básica de transporte y almacenamiento de pellets de madera*. Valladolid: Avebiom.

Neila González, J. (2004). *Arquitectura bioclimática en un entorno sostenible*. Madrid: Munilla- Leria.

Órtiz, L. (1996). *Manual de gestión y aprovechamientos forestales de los productos maderables*. Pontevedra: A. de la Mata; Vigo: Gamesal.

Ramos, J. J. (2015). La biomasa se hace doméstica. *Energética XXI*, (151) 34-35. Recuperado de <http://www.energetica21.com/descargar.php?seccion=articulos&archivo=nvnJ8GYeGI38PoVkJIoDHjF7M36mW8PGkZDqYcJfkAb1pxZxad60i2.pdf>.

Real Decreto 1027/2007 del 20 de julio, *Reglamento de Instalaciones Térmicas de los Edificios* (RITE) Madrid: Ministerio de Industria, Energía y Turismo.

Sebastián, F., García, D., & Rezeau, A. (2010). *Energía de la biomasa* (Vols. 1-2). Zaragoza: Prensas Universitarias de Zaragoza.

Solar, D. (2013). *Metodología para la optimización del aprovechamiento energético de los recursos de biomasa: aplicación a la Comunidad Valenciana*. Recuperado de <https://riunet.upv.es/handle/10251/31636>.

Unión Europea [UE] (2012). *De cara a la escasez: Gestión del agua, la energía y el suelo para un crecimiento incluyente y sostenible*. Recuperado de https://ec.europa.eu/europeaid/sites/devco/files/erd-consca-report-summary-20110101_es.pdf

Vicente, P. (2013). *Integración de energías renovables en la rehabilitación energética de los edificios*. Madrid: ATECYR

ÍNDICE DE IMÁGENES

| | |
|--|----|
| Fig. 1: Portada. Fuente: elaboración propia..... | 1 |
| Fig. 2: Tabla de categorías analíticas (almacenamiento). Fuente: del autor..... | 23 |
| Fig. 3: Tabla de categorías analíticas (eficiencia energética). Fuente: del autor..... | 24 |
| Fig. 4: Tabla de categorías analíticas (combustible). Fuente: del autor. | 24 |
| Fig. 5: Dibujo sobre la REE. Fuente: de IDAE (2008), p.7. | 30 |
| Fig. 6: Distribución del consumo de energía en el sector de la edificación (2010). Fuente: IDEA, 2011, p. 195. | 31 |
| Fig. 7: Distribución del consumo de energía en el sector doméstico (2010). Fuente: IDEA, 2011, p. 195..... | 32 |
| Fig. 8: Distribución del consumo de energía en el sector servicios (2010). Fuente: IDEA, 2011, p. 195..... | 32 |
| Fig. 9: Carta bioclimática de Givoni. Fuente: Luxán M., Gómez, G. y Reymundo, A. (2011), p.53...34 | |
| Fig. 10: Carta Bioclimática de Olgyay. Fuente: Luxán M., Gómez, G. y Reymundo, A. (2011), p.52 | 35 |
| Fig. 11: Grafico del ciclo de producción de la biomasa. Fuente: www.biomasaentucasa.com..... | 37 |
| Fig. 12: Proceso de producción del pellet de madera. Fuente: http://www.pellets.org/2012/12/pelletizacion-fabricacion-de-pellets.html | 38 |
| Fig. 13: Sistemas de descarga de pellets. Fuente: del autor, confeccionado a partir de SUPERSILO | 39 |
| Fig. 14: Sistema de aspiración neumática a la caldera. Fuente: del autor, confeccionado a partir de SUPERSILO | 39 |
| Fig. 15: Ventajas de la utilización del silo textil. Fuente: del autor, confeccionado a partir de SUPERSILO. | 40 |
| Fig. 16: Silo de astilla. Fuente: del autor. | 41 |
| Fig. 17: Características típicas de las astillas de madera y de los pellets comerciales. Fuente: Vicente, P. (2013), p.63. | 41 |
| Fig. 18: Funcionamiento de la alimentación tornillo sinfín. Fuente: del autor, a partir de SuperSilo. | 41 |
| Fig. 19: muestra del hueso de aceituna. Fuente: http://www.olivossierrasur.com | 42 |
| Fig. 20: Comparativa de la potencia calorífica inferior y de la humedad de los diferentes tipo de biomasa. Fuente: Vicente, P. (2013), p.63. | 42 |
| Fig. 21: Espacio requerido para el almacenamiento en vivienda de 150 m2. Fuente: del autor, a partir de Okofen. | 43 |

| | |
|---|----|
| Fig. 22: Comparativa entre la generación de empleo en el sector del petróleo y gas natural, y del sector de la biomasa. Fuente: Österreichischer Biomasseverband..... | 43 |
| Fig. 23: Precios de la energía en Austria en c€/kWh. Fuente: http://www.propellets.at/ | 44 |
| Fig. 24: Ciclo del CO ² de una tonelada de biomasa. Fuente: AVEBIOM | 46 |
| Fig. 25: Esquema de una instalación de una calefacción urbana. Fuente: http://calorsostenible.es/ | 48 |
| Fig. 26: Equipamiento para la adhesión a la red de calor. Fuente: Calor Sostenible Rebi. S.L..... | 49 |
| Fig. 27: Instalación de calderas de pellets Okofen. Fuente: Emicion Cero..... | 50 |
| Fig. 28: Esquema de funcionamiento de un contenedor llave en mano. Fuente: http://bioboxsolutions.com/ | 51 |
| Fig. 29: Esquema de funcionamiento de un contenedor de biomasa a partir de pellets de madera. Fuente: extraída de www.hargassner.es | 51 |
| Fig. 30: Instalación de biomasa en un contenedor marítimo. Fuente: https://www.hargassner.es/2016/10/17/contenedores -biomasa-una-solucion-eficaz-para- problemas-de-espacio/ | 52 |
| Fig. 31: Palet de pellets de 70 sacos y palet de 1 tonelada. Fuente: Avebiom. | 53 |
| Fig. 32: Descarga de pellets por camión cisterna. Fuente: Avebiom | 54 |
| Fig. 33: Descarga a través de camión con basculante. Fuente: del autor a partir de vulka.es | 55 |
| Fig. 34: Descarga con camión con volquete en el caso de estudio del balneario de Mondariz. Fuente: imagen extraída de http://www.atlantico.net/articulo/area-metropolitana/balneario- mondriz-opta-energias-renovables/20160304092640518130.html | 56 |
| Fig. 35: Descarga de camión basculante o piso móvil. Fuente: del autor..... | 56 |
| Fig. 36: Esquema de conexión de una cisterna. Fuente: Avebiom..... | 57 |
| Fig. 37: Tipos de almacenamientos domésticos. Fuente: del autor, confeccionado a través de IDAE (2009), pag.28. | 58 |
| Fig. 38: Tolva exterior con alimentación mediante tornillo sinfín. Fuente: IDAE (2009), pag.29..... | 59 |
| Fig. 39: Silo flexible de la marca Supersilo. Fuente: http://www.supersilo.es/pdf/ES_Catalogo_ 2016.pdf | 59 |
| Fig. 40: Silo flexible con sistema de succión y tornillo sinfín a la caldera. Fuente: del autor, a partir de KWB. Leyenda:..... | 60 |
| Fig. 41: Silo subterráneo de la marca Supersilo. Fuente: http://www.supersilo.es/pdf/ES_ Catalogo_2016.pdf | 61 |
| Fig. 42: Alimentación neumática con tanque subterráneo. Fuente: del autor, a partir de KWB. | 61 |
| Fig. 43: Caldera automática con silo de pellets incorporado. Fuente: http://biomasacaldera.es ...62 | 62 |

| | |
|---|----|
| Fig. 44: Silo de obra y alimentación a través de tornillo sinfín. Fuente: del autor, a partir de KWB. | 63 |
| Fig. 45: Protección de la puerta del almacén contra la presión y los impactos. Fuente: European Pellet Council, Certificado de entrega para almacenes de pellets..... | 64 |
| Fig. 46: Principales signos y síntomas correspondientes a la exposición a diferentes concentraciones de monóxido de carbono. Fuente: del autor, confeccionado a partir de (2016), p.14..... | 66 |
| Fig. 47: Tareas más habituales que pueden implicar un acceso a la zona de almacenamiento de pellets de madera, con indicación de las tareas de más riesgo por inhalación de monóxido de carbono. Fuente: del autor, confeccionado a partir de (2016), p.16..... | 67 |
| Fig. 48: Energía procedente de fuentes renovables en el consumo de energía final. Fuente: AEBIOM Statistical Report 2016..... | 70 |
| Fig. 49: Dependencia energética a la importación de combustibles fósiles de los 28 estados de la EU-28. Fuente: AEBIOM Statistical Report 2016..... | 70 |
| Fig. 50: Energía procedente de fuentes renovables en el consumo de energía final bruto para la calefacción y refrigeración en Europa. Fuente: AEBIOM Statistical Report 2016..... | 71 |
| Fig. 51: Producción de energía primaria, producción bruta de electricidad y consumo de calor procedente de biomasa en la Unión Europea en 2015 (en Mtep). Fuente: Solid Biomass Barometer 2016 (EurObserv'ER)..... | 72 |
| Fig. 52: Evolución de las reservas de bosques y reservas de suministro de madera en la Unión Europea. Fuente: AEBIOM Statistical Report 2016..... | 73 |
| Fig. 53: Distribución del empleo en los diversos sectores energéticos. Fuente: AEBIOM Statistical Report 2016..... | 74 |
| Fig. 54: Estado de implantación de los nZEB en los países europeos a finales de 2014. Fuente: BPIE 2015..... | 75 |
| Fig. 55: Consumo per cápita de pélets en distintos países (kg). Fuente: Asociación de Productores de Pellets de Madera del Estado Español –APROPELLETS– (2010)..... | 76 |
| Fig. 56: Porcentaje de la energía primaria consumida en Galicia. Fuente: del autor, a partir del Balance Energético de Galicia, 2012..... | 77 |
| Fig. 57: Evolución de la energía primaria gallega e importada. Fuente: del autor, a partir del Balance Energético de Galicia, 2012..... | 77 |
| Fig. 58: Usos de la biomasa en Galicia (Ktep). Fuente: del autor, a partir del Balance Energético de Galicia, 2012..... | 78 |

| | |
|---|-----|
| Fig. 59: Comparativa energías primarias utilizadas en Galicia, España, UE y el Mundo. Fuente: Inega, Secretaría de Estado de Energía, BP StatisticalReviewofWorldEnergy | 78 |
| Fig. 60: Evolución de costes energéticos en Galicia (c€/kWh). Fuente: del autor, a partir de observatorio de biomasa, INEGA. | 81 |
| Fig. 61: Previsión de costes energéticos (c€/kWh). Fuente: del autor, a partir de observatorio de biomasa, INEGA. | 81 |
| Fig. 62: Fabricación de biomasa en las provincias de la comunidad de Galicia. Fuente: del autor a través de http://www.observatoriobiomasa.gal | 82 |
| Fig. 63: Gráfico de la ruta realizada. Fuente: del autor. | 89 |
| Fig. 64: Gráfico de la ruta realizada. Fuente: del autor. | 89 |
| Fig. 65: Gráfico de la ruta realizada. Fuente: del autor. | 90 |
| Fig. 66: Gráfico de la ruta realizada. Fuente: del autor. | 90 |
| Fig. 67: Gráfico de la ruta realizada. Fuente: del autor. | 90 |
| Fig. 68: Gráfico de la ruta realizada. Fuente: del autor. | 90 |
| Fig. 69: Gráfico de la ruta realizada. Fuente: del autor. | 91 |
| Fig. 70: Gráfico de la ruta realizada. Fuente: del autor. | 91 |
| Fig. 71: Gráfico de la ruta realizada. Fuente: del autor. | 91 |
| Fig. 72: Gráfico de la ruta realizada. Fuente: del autor. | 92 |
| Fig. 73: Gráfico de la ruta realizada. Fuente: del autor. | 92 |
| Fig. 74: Gráfico de la ruta realizada. Fuente: del autor. | 92 |
| Fig. 75: Gráfico de la ruta realizada. Fuente: del autor. | 92 |
| Fig. 76: Gráfico del nº de instalaciones y potencia instalada en las diferentes tipologías edificatorias. Fuente: del autor..... | 100 |
| Fig. 77: Grafico explicativo del análisis realizado. Fuente: del autor..... | 101 |
| Fig. 78: Grafico que muestra el consumo de los diferentes combustibles en Pontevedra. Fuente: del autor..... | 101 |
| Fig. 79: Gráfico del nº de instalaciones y potencia instalada en las diferentes tipologías edificatorias. Fuente: del autor..... | 108 |
| Fig. 80: Grafico que muestra el consumo de los diferentes combustibles en Lugo Fuente: del autor. | 108 |
| Fig. 81: Gráfico del nº de instalaciones y potencia instalada en las diferentes tipologías edificatorias. Fuente: del autor..... | 114 |
| Fig. 82: Grafico que muestra el consumo de los diferentes combustibles en Orense. Fuente: del autor. | 114 |

| | |
|---|-----|
| Fig. 83: Gráfico del nº de instalaciones y potencia instalada en las diferentes tipologías edificatorias. Fuente: del autor..... | 119 |
| Fig. 84: Grafico que muestra el consumo de los diferentes combustibles en La Coruña. Fuente: del autor..... | 119 |
| Fig. 85: Fachada del edificio de 10 viviendas ubicado en la Guardia. Fuente: del autor..... | 127 |
| Fig. 86: Mapa con los estudios de Caso. Fuente: del autor, confeccionado a partir de My Maps – Google | 128 |
| Fig. 87: Fachada del edificio. Fuente: del autor. | 128 |
| Fig. 88: Mapa de localización del edificio. Fuente: del autor, confeccionado a partir de la Sede Electrónica del Catastro. | 128 |
| Fig. 89: Sección del edificio. Fuente: del autor, confeccionado a partir de los documentos aportados por MAS INSTALACIONES S.L. | 128 |
| Fig. 90: Planta 0 y planta 1 del edificio. Fuente: del autor, confeccionado a partir de los documentos aportados por MAS INSTALACIONES S.L..... | 129 |
| Fig. 91: Detalle del silo de almacenamiento. Fuente: del autor, confeccionado a partir de los documentos aportados por MAS INSTALACIONES S.L..... | 130 |
| Fig. 92: Sección en detalle de la instalación. Fuente: del autor, confeccionado a partir de los documentos aportados por MAS INSTALACIONES S.L..... | 130 |
| Fig. 93: Detalle de la sala de calderas. Fuente: del autor, confeccionado a partir de los documentos aportados por MAS INSTALACIONES S.L..... | 131 |
| Fig. 94: Sección en detalle de la instalación. Fuente: del autor, confeccionado a partir de los documentos aportados por MAS INSTALACIONES S.L..... | 131 |
| Fig. 95: Fachada trasera del edificio de 8 viviendas ubicado en Tui. Fuente: del autor. | 135 |
| Fig. 96: Mapa con los estudios de Caso. Fuente: del autor, confeccionado a partir de My Maps – Google | 136 |
| Fig. 97: Fachada del edificio. Fuente: del autor. | 136 |
| Fig. 98: Mapa de localización del edificio. Fuente: del autor, confeccionado a partir de la Sede Electrónica del Catastro. | 136 |
| Fig. 99: Mapa de recorrido del camión para la descarga de los pellets. Fuente: del autor. | 136 |
| Fig. 100: Planta 0 del edificio. Fuente: del autor. | 137 |
| Fig. 101 Fachada principal del edificio de 96 viviendas ubicado en Vigo. Fuente: del autor..... | 141 |
| Fig. 102: Mapa con los estudios de Caso. Fuente: del autor, confeccionado a partir de My Maps – Google. | 142 |
| Fig. 103: Vista de la fachada del edificio. Fuente: del autor. | 142 |

| | |
|--|-----|
| Fig. 104: Mapa de localización del edificio. Fuente: del autor, confeccionado a partir de la Sede Electrónica del Catastro. | 142 |
| Fig. 105: Planta baja del edificio. Fuente: del autor, confeccionado a partir de los documentos aportados por Inmobiliaria Grupo Atlántico. | 142 |
| Fig. 106: Sección A-A del edificio. Fuente: del autor, confeccionado a partir de los documentos aportados por Inmobiliaria Grupo Atlántico. | 143 |
| Fig. 107: Planta o sótano -1 del edificio. Fuente: del autor, confeccionado a partir de los documentos aportados por Inmobiliaria Grupo Atlántico. | 144 |
| Fig. 108: Planta o sótano -1 del edificio. Fuente: del autor, confeccionado a partir de los documentos aportados por Inmobiliaria Grupo Atlántico. | 144 |
| Fig. 109: Detalle sala de Calderas ubicada en el sótano -1. Fuente: del autor, confeccionado a partir de los documentos aportados por Inmobiliaria Grupo Atlántico. | 145 |
| Fig. 110: Detalle del silo de almacenamiento ubicado en el sótano -2. Fuente: del autor, confeccionado a partir de los documentos aportados por Inmobiliaria Grupo Atlántico. | 145 |
| Fig. 111: Fachada del Balneario de Mondariz. Fuente: www.zonascordio.org | 149 |
| Fig. 112: Plano de los edificios que forman el Balneario de Mondariz. Fuente: del autor, confeccionado a partir de la imagen extraída de www.syroom.com | 149 |
| Fig. 113: Instalación de biomasa para los tres edificios del Balneario. Fuente: del autor. | 150 |
| Fig. 114: Mapa con los estudios de Caso. Fuente: del autor, confeccionado a partir de My Maps – Google. | 151 |
| Fig. 115: Vista de la fachada del edificio. Fuente: del autor. | 151 |
| Fig. 116: Mapa de localización del edificio. Fuente: del autor, confeccionado a partir de la Sede Electrónica del Catastro. | 151 |
| Fig. 117: Planta ubicación de la red de calor. Fuente: del autor, confeccionado a partir de la Sede Electrónica del Catastro. | 151 |
| Fig. 118: Planta de cobertura de la sala de calderas y silo de almacenamiento. Fuente: del autor a partir de información proporcionada por Ramón García de la Infanta. | 152 |
| Fig. 119: Sala de calderas y silo de almacenamiento. Fuente: del autor a partir de información proporcionada por Ramón García de la Infanta. | 152 |
| Fig. 120: Sección longitudinal de la caldera y el suministro de astilla. Fuente: del autor a partir de información proporcionada por Ramón García de la Infanta. | 153 |
| Fig. 121: Sección longitudinal de la caldera y el suministro de astilla. Fuente: del autor a partir de información proporcionada por Ramón García de la Infanta. | 153 |
| Fig. 122: Alzado posterior del distrito energético. Fuente: del autor a partir de información proporcionada por Ramón García de la Infanta. | 154 |

| | |
|---|-----|
| Fig. 123: Sección longitudinal de la caldera y el suministro de astilla. Fuente: del autor a partir de información proporcionada por Ramón García de la Infanta..... | 154 |
| Fig. 124: Alzado lateral izquierdo del distrito energético. Fuente: del autor a partir de información proporcionada por Ramón García de la Infanta..... | 154 |
| Fig. 125: Fachada Sur del Balneario Baños da Brea. Fuente: Imagen extraída de http://www.areasantiago.es/donde-dormir-mcs/hotel-balneario-banos-da-brea | 157 |
| Fig. 126: Mapa con los estudios de Caso. Fuente: del autor, confeccionado a partir de My Maps – Google..... | 158 |
| Fig. 127: Vista de la fachada del edificio. Fuente: del autor..... | 158 |
| Fig. 128: Mapa de localización del edificio. Fuente: del autor, confeccionado a partir de la Sede Electrónica del Catastro..... | 158 |
| Fig. 129: Mapa de recorrido de descarga. Fuente: del autor, confeccionado a partir de la Sede Electrónica del Catastro..... | 158 |
| Fig. 130: Fachada del hotel Coronas de Galicia. Fuente: del autor, confeccionado a partir de Google Maps..... | 161 |
| Fig. 131: Mapa con los estudios de Caso. Fuente: del autor, confeccionado a partir de My Maps – Google..... | 162 |
| Fig. 132: Vista de la fachada del edificio. Fuente: del autor..... | 162 |
| Fig. 133: Mapa de localización del edificio. Fuente: del autor, confeccionado a partir de la Sede Electrónica del Catastro..... | 162 |
| Fig. 134: Mapa de recorrido de descarga. Fuente: del autor, confeccionado a partir de la Sede Electrónica del Catastro..... | 162 |
| Fig. 135: Fachada del hotel Colón Tuy. Fuente: del autor..... | 165 |
| Fig. 136: Mapa con los estudios de Caso. Fuente: del autor, confeccionado a partir de My Maps – Google..... | 166 |
| Fig. 137: Vista de la fachada del edificio. Fuente: del autor..... | 166 |
| Fig. 138: Mapa de localización del edificio. Fuente: del autor, confeccionado a partir de la Sede Electrónica del Catastro..... | 166 |
| Fig. 139: Mapa de recorrido de descarga. Fuente: del autor, confeccionado a partir de la Sede Electrónica del Catastro..... | 166 |
| Fig. 140: Vista de la Fachada principal del hotel Vía Argentum. Fuente: del autor, confeccionado a partir del..... | 169 |
| Fig. 141: Mapa con los estudios de Caso. Fuente: del autor, confeccionado a partir de My Maps – Google..... | 170 |

| | |
|--|-----|
| Fig. 142: Vista de la fachada del edificio. Fuente: del autor. | 170 |
| Fig. 143: Mapa de localización del edificio. Fuente: del autor, confeccionado a partir de la Sede Electrónica del Catastro. | 170 |
| Fig. 144: Mapa de recorrido de descarga. Fuente: del autor, confeccionado a partir de la Sede Electrónica del Catastro. | 170 |
| Fig. 145: Detalle de sala de calderas y silo de pellets en el sótano -1. | 171 |
| Fig. 146: Detalle de la sala de calderas del sótano -1. | 171 |
| Fig. 147: Vista de la Fachada principal del hotel Torres do Deza. Fuente: del autor, confeccionado a partir de Google Maps. | 175 |
| Fig. 148: Mapa con los estudios de Caso. Fuente: del autor, confeccionado a partir de My Maps – Google. | 176 |
| Fig. 149: Vista de la fachada del edificio. Fuente: del autor. | 176 |
| Fig. 150: Mapa de localización del edificio. Fuente: del autor, confeccionado a partir de la Sede Electrónica del Catastro. | 176 |
| Fig. 151: Mapa de recorrido de descarga. Fuente: del autor, confeccionado a partir de la Sede Electrónica del Catastro. | 176 |
| Fig. 152: Vista aérea de la Hospedería San Diego de Canedo. Fuente: del autor, confeccionado a partir del video de Geleco Air https://vimeo.com/136234559 | 177 |
| Fig. 153: Mapa con los estudios de Caso. Fuente: del autor, confeccionado a partir de My Maps – Google. | 178 |
| Fig. 154: Fachada del edificio. Fuente: del autor. | 178 |
| Fig. 155: Mapa de localización del edificio. Fuente: del autor, confeccionado a partir de la Sede Electrónica del Catastro. | 178 |
| Fig. 156: Mapa de localización del edificio. Fuente: del autor, confeccionado a partir de la Sede Electrónica del Catastro. | 178 |
| Fig. 157: Descarga del camión con volquete. Fuente: del autor. | 179 |
| Fig. 158: Planta de cobertura de la sala de calderas y almacenamiento. Fuente: del autor. | 180 |
| Fig. 159: Sección de la sala de caldera. Fuente: del autor, confeccionado a partir de los documentos aportados por ENERTRA S.L. | 180 |
| Fig. 160: Planta de 0 de la sala de calderas y almacenamiento. Fuente: del autor, confeccionado a partir de los documentos aportados por ENERTRA S.L. | 181 |
| Fig. 161: Sección del silo de almacenamiento. Fuente: del autor, confeccionado a partir de los documentos aportados por ENERTRA S.L. | 181 |
| Fig. 162: Vista aérea del Pazo de Pegullal. Fuente: http://consorciodelouro.es/gl/administraciones/concello-de-salceda-de-caselas | 185 |

| | |
|--|-----|
| Fig. 163: Mapa con los estudios de Caso. Fuente: del autor, confeccionado a partir de My Maps – Google. | 186 |
| Fig. 164: Vista de la fachada del edificio. Fuente: del autor. | 186 |
| Fig. 165: Mapa de localización del edificio. Fuente: del autor, confeccionado a partir de la Sede Electrónica del Catastro. | 186 |
| Fig. 166: Mapa de recorrido de descarga. Fuente: del autor, confeccionado a partir de la Sede Electrónica del Catastro. | 186 |
| Fig. 167: Vista de la fachada principal del Pazo Torre do Río. Fuente: del autor. | 187 |
| Fig. 168: Mapa con los estudios de Caso. Fuente: del autor, confeccionado a partir de My Maps – Google. | 188 |
| Fig. 169: Vista de la fachada del edificio. Fuente: del autor. | 188 |
| Fig. 170: Mapa de localización del edificio. Fuente: del autor, confeccionado a partir de la Sede Electrónica del Catastro. | 188 |
| Fig. 171: Mapa de recorrido de descarga. Fuente: del autor, confeccionado a partir de la Sede Electrónica del Catastro. | 188 |
| Fig. 172: Totalidad de instalaciones presentes de Galicia. Fuente: del autor. | 199 |
| Fig. 173: Gráfico de las instalaciones en las diferentes tipologías edificatorias. Fuente: del autor. | 200 |
| Fig. 174: Grafico de la utilización de las diferentes formas de biomasa en Galicia. Fuente: del autor. | 201 |
| Fig. 175: Silo flexible con sistema de succión y tornillo sinfín a la caldera. Fuente: del autor, a partir de KWB. Leyenda:..... | 206 |
| Fig. 176: Silo de obra y alimentación a través de tornillo sinfín. Fuente: del autor, a partir de KWB. | 207 |
| Fig. 177: Fachada norte. Fuente: del autor. | 245 |
| Fig. 178: Fachada sur. Fuente: del autor. | 245 |
| Fig. 179: Sala de calderas. Fuente: del autor. | 245 |
| Fig. 180: Conducto por aspiración neumática. Fuente del autor. | 245 |
| Fig. 181: Conducto por aspiración neumática. Fuente del autor. | 245 |
| Fig. 182: Continuación del conducto de aspiración de pellets. Fuente: del autor. | 245 |
| Fig. 183: Fachada este. Fuente: del autor. | 246 |
| Fig. 184: Fachada oeste. Fuente: del autor. | 246 |
| Fig. 185: Sala de calderas. Fuente: del autor. | 246 |
| Fig. 186: Sala de almacenamiento. Fuente del autor. | 246 |

| | |
|---|-----|
| Fig. 187: Fachado oeste del edificio y chimenea de salida de humos. Fuente: del autor..... | 246 |
| Fig. 188: Fachada norte del edificio. Fuente: del autor. | 247 |
| Fig. 189: Fachada sur del edificio. Fuente: del autor. | 247 |
| Fig. 190: Calderas utilizadas en la instalación. Fuente: del autor. | 247 |
| Fig. 191: Deposito de inercia y ACS de 2350 cada uno. Fuente: del autor..... | 247 |
| Fig. 192: Entrada al silo de obra. Fuente: del autor. | 247 |
| Fig. 193: Paredes delimitadoras del silo de obra. Fuente: del autor. | 247 |
| Fig. 194: Arqueta para descarga de pellets. Fuente: del autor. | 247 |
| Fig. 195: Tanque de gasóleo y antigua caldera. Fuente: del autor. | 247 |
| Fig. 196: Trampillas de descarga. Fuente: del autor. | 248 |
| Fig. 197: Rejilla de protección para descarga de la astilla. Fuente: del autor..... | 248 |
| Fig. 198: Fachada norte de las instalaciones. Fuente: del autor. | 248 |
| Fig. 199: Mínimo impacto de la salida de humos. Fuente: del autor..... | 248 |
| Fig. 200: Sala de Calderas. Fuente: del autor. | 248 |
| Fig. 201: Canalizaciones del calor al edificio. Fuente: del autor..... | 248 |
| Fig. 202: Cámara de combustión. Fuente: del autor. | 249 |
| Fig. 203: Deposito de inercia de 2000L. Fuente: del autor..... | 249 |
| Fig. 204: Estado de las instalaciones térmicas anterior a la rehabilitación. Fuente: Balneario de mondaría, láminas de presentación del proyecto..... | 249 |
| Fig. 205: Infografía del proyecto final. Fuente: Balneario de mondaría, láminas de presentación del proyecto. | 249 |
| Fig. 206: Vista aérea. Fuente: Balneario de mondaría, láminas de presentación del proyecto. .. | 249 |
| Fig. 207: Infografía de la planta de cubierta. Fuente: Balneario de mondaría, láminas de presentación del proyecto..... | 249 |
| Fig. 208: Antigua acera de la fachada posterior del edificio baranda. Fuente: Balneario de mondaría, láminas de presentación del proyecto..... | 250 |
| Fig. 209: Infografía de la rehabilitación de la acera y exteriores de la instalación. Fuente: Balneario de mondaría, láminas de presentación del proyecto. | 250 |
| Fig. 210: Infografía de las nuevas instalaciones. Fuente: Balneario de mondaría, láminas de presentación del proyecto..... | 250 |
| Fig. 211: Vista anterior al proyecto por donde discurre el rio Xabriña. Fuente: Balneario de mondaría, láminas de presentación del proyecto..... | 251 |
| Fig. 212: Infografía del exterior del edificio en contacto con el rio. Fuente: Balneario de mondaría, láminas de presentación del proyecto. | 251 |
| Fig. 213: Fachada del edificio. Fuente: del autor..... | 252 |

| | |
|---|-----|
| Fig. 214: Segundo silo de almacenamiento para suministro del silo de la caldera. Fuente: del autor. | 252 |
| Fig. 215: Sala de caldera y silo de obra con alimentación a través de tornillo sinfín. Fuente: del autor. | 252 |
| Fig. 216: Salida de humos de la caldera. Fuente: del autor. | 253 |
| Fig. 217: Sala técnica con depósito de inercia. Fuente: del autor. | 253 |
| Fig. 218: Agitador de astilla, que conduce el combustible al tornillo sinfín. Fuente: del autor. ... | 253 |
| Fig. 219: Sala de calderas del Hotel Via Argentum. Fuente: del autor. | 254 |
| Fig. 220: Sistema de alimentación de las calderas, a través de tornillo sinfín y succión. Fuente: del autor. | 254 |
| Fig. 221: Silo de obra de almacenamiento de pellets. Fuente: del autor. | 254 |
| Fig. 222: Bocas de descarga del combustible. Fuente: del autor. | 255 |
| Fig. 223: Depósitos de inercia de 2000L cada uno. Fuente: del autor. | 255 |
| Fig. 224: Salida de humos en el sótano -1. Fuente: del autor. | 256 |
| Fig. 225: Fachada del edificio. Fuente: del autor. | 256 |
| Fig. 226: Zona de descarga del camión. Fuente: Imagen aportado por Enertra. | 257 |
| Fig. 227: Rehabilitación de un caseto en sala de calderas. Fuente: Imagen aportado por Enertra. | 257 |
| Fig. 228: Interior de la sala de calderas. Fuente: Imagen aportado por Enertra. | 258 |
| Fig. 229: Fachada principal del edificio. Fuente: del autor. | 259 |
| Fig. 230: Ubicación de la instalación de biomasa. Fuente: del autor. | 259 |
| Fig. 231: Salida de humos de la instalación de biomasa. Fuente: del autor. | 260 |
| Fig. 232: Sala de calderas y silo de almacenamiento en el contenedor marítimo. Fuente: del autor. | 260 |

ANEXOS

Entrevistas

Entrevista 01. Manolo de M.A.S. Instalaciones, Tomiño. Fecha 29/10/2016

En la entrevista mantenida con Manolo, gerente de M.A.S. Instalaciones, me demostró su gran interés por las energías renovables y la rehabilitación energética. Su empresa es referente en España ya que es uno de los mayores instaladores de calderas de la marca austriaca Okofen en estos últimos años.

En los casos de estudio analizados, C1 y C2, el señalo que la satisfacción de los clientes fue total y que el ahorro energético fue mayor en el caso C1 que en el C2, ya que el primero se realizó una rehabilitación completa del edificio. También en el caso C1 la instalación térmica funcionaba a través de electricidad, con lo cual fue más económico abarátalo, en el caso C2 de tui funcionaba con gas propano.

Entrevista 02. David Rodríguez, arquitecto de Inmobiliaria Grupo Atlántico. Fecha: 01/02/2017

En la entrevista David me comento que el instalador expuso en una reunión de comunidad varias opciones para la instalación de los sistemas de biomasa, como la opción de colocar una caseta en el patio interior, solución que no fue llevada a cabo, ya que reducía el espacio comunitario y no se contextualizaba con el edificio.

La decisión final de instalación fue la mínima alteración del edificio y la ubicación tanto de la sala de calderas como el silo de almacenamiento se encuentran en el mismo lugar de la antigua instalación. David también comento que esta rehabilitación energética no necesito más espacio que una instalación tradicional.

David mencionó un dato muy importante, en las ayudas que puede solicitar el arquitecto a la hora de rehabilitar. Explicó que la Xunta de Galicia financia la rehabilitación energética de edificio, por lo cual en el concepto del contrato justifica que es para la amortización de los equipos térmicos, lo que reduce el impuesto sobre el valor añadido (IVA), del 21% al 10%.

También señaló que la amortización de la instalación es realizada por una empresa de servicios energéticos (ESE), por lo cual su riesgo en la rehabilitación energética se reduce a cero y el kW lo pagan a un valor menor.

Entrevista 03. Iván García, responsable de Mantenimiento del Balneario de Mondariz. Fecha: 23/12/2016

En la visita al balneario, Iván manifestó su satisfacción total con la nueva instalación de biomasa. Detalló que en este tipo de instalaciones como la del balneario de Mondariz, hay un modelo de negocio, que es denominado ciclo cerrado, en donde la empresa es el productor del combustible, este monta un departamento de ingeniería, en donde se realiza el proyecto técnico de la instalación y suministro el combustible, con lo que

cubre todas las fases de la instalación. Estas empresas de ciclo cerrado también son llamadas empresas de servicios energéticos (ESE).

La integración de la instalación en el espacio público fue óptima, tanto fue así que aportó mayor espacio público. La rehabilitación energética fue solucionada con un distrito energético que a través de una red de calor transporta la energía a los tres edificios que conforman la instalación.

Los materiales del complejo que albergan las instalaciones, en un primer momento la elección un de una piedra Rosa Porriño, pero después de la reunión del alcalde de Mondariz con el grupo técnico de patrimonio decidieron colocar exactamente la misma piedra utilizada en el edificio.

David señaló que lo más importante en un distrito energético es que la red de calor utilice una tubería que no tenga ninguna pérdida, esto lo consiguen gracias a la gran densidad del aislamiento de la tubería, y el sistema soldaduras es de alta densidad.

La automatización de la instalación es total, por lo que el único mantenimiento es la retirada de las cenizas cada semana a través de unos cubos de basura tradicional.

Entrevista 04. Diego, gerente Emisión Cero. Fecha: 31/01/2017

En la visita a las instalaciones de Emisión cero, Diego me comentó que instaló sistemas de biomasa en el Pazo de la Buzaca y el Pazo de Baion, pero ninguna de los dos edificios está en funcionamiento. Me proporciono los contactos de dos hoteles que tienen en funcionamiento sistemas de biomasa.

Entrevista 05. Juan Carlos Pérez Fernández, Oia. Fecha 21/12/2016

En la entrevista mantenida con Juan Carlos, él comentó la imposibilidad de instalar biomasa térmica en el ayuntamiento de Oia debido a su climatología, ya que es un pueblo costero en donde hay gran humedad. El mayor problema que él ha comentado ha sido en el aislamiento de la humedad en el silo del almacenamiento. Por causa de esta problemática el ayuntamiento, aconsejado por la Xunta que ya habían tenido varias instalaciones con problemas semejantes, desestimó el proyecto. Finalmente fueron instaladas calderas de gasóleo por condensación.

Además de este proyecto, Juan Carlos también ha tenido que desestimar una instalación térmica de biomasa en un bloque de vivienda en Baiona, donde ya había sido aprobada una subvención del 50% de la obra. Esta obra fue paralizada debido a los propietarios esperaban que la subvención hubiese sido del 100%, ya que solo con el 50% de subvención varios propietarios no podían asumir el importe de la obra.

Entrevista 06. Calefacciones y Fontanería Porriño S.L., O Porriño. Fecha 21/12/2016

El gerente de la empresa señaló que presupuestaron una obra para una vivienda colectiva pero que no se pudo llevar a cabo debido a falta de coordinación por parte de la comunidad. El mayor problema fue que sería necesario una persona responsable

de la instalación, que ejerciese el mantenimiento de las instalaciones, la alimentación del silo y el pedido de suministro.

Como ninguno de los propietarios dio un paso al frente en estas cuestiones, y por lo tanto la comunidad no hizo la rehabilitación energética del edificio, aunque muchos de ellos cooperaron en los trámites ya que observaron que tendrían un gran ahorro económico.

Entrevista 07. Carlos Illade, Tuy. Fecha 02/02/2017

En la entrevista mantenida con Carlos, me informó de su modelo de trabajo y relación en sector, ya que es suministrador de calderas para muchas empresas de servicios energéticos. También me facilitó muchos contactos de estas empresas de servicios energéticos.

En relación al Hotel Colón de Tuy, me comentó que es una instalación de más de 10 años, con un rendimiento bastante menor a las que produce hoy en día. Tienen un nuevo proyecto de una nueva caldera de biomasa para el Hotel, pero está en espera de una subvención, debido a que hay falta de financiación para el proyecto.

Con relación al espacio que precisa el almacenamiento, David señaló que el volumen en una instalación de biomasa siempre ocupa tres veces más por las especificaciones de los equipos, ya que el gasoil o el gas mantienen temperaturas de combustión sobre 1.400 °C y con la biomasa unos 800 °C. También los sistemas de suministro son mucho más problemáticos en el caso de la biomasa ya que se necesitan tornillos sin fin, respecto a un simple tubo que transporte el fluido de gasóleo.

Entrevista 08. Ramón García de la Infanta, arquitecto. Fecha 01/03/2017.

En la conversación mantenida con Ramón, él señaló que fue una obra compleja desde el punto de vista patrimonial, aunque es una obra que podría parecer insignificante por tratarse de una sala de calderas, fue un proyecto emblemático para Mondariz ya que es el símbolo del municipio. La creación de un espacio público para el servicio del ayuntamiento, es positivo, siempre y cuando esta plaza no requiera mantenimiento, y por ello la solución fue una plaza dura.

En el proyecto hubo que jugar con dos niveles, el del río y el de la calle superior, y ubicar ahí esa edificación. Se mantuvieron los muros existentes y la elección de la piedra del revestimiento de las instalaciones fue un tema bastante concurrente, ya que en un primer momento fue seleccionada una piedra Rosa Porriño y otras piedras de la zona y finalmente se decantaron por una piedra Silvestre Moreno, porque esta segunda se integraba mejor en el contexto.

Las trampillas de descarga de la astilla se colocaron en diagonal para facilitar la descarga del camión, y que el mismo invadiese lo mínimo en la carretera en el momento de la descarga.

El límite presupuestario no permitió ejecutar una pérgola que fue diseñada en el proyecto base, esta favorecía el confort en la plaza ya que creaba una sombra en un lugar de descanso. También fue pensada para ocultar la cubierta y la salida de humos.

Entrevista 09. Faustino Patiño, arquitecto. Fecha 02/03/2017.

El proyecto de la rehabilitación energética de la comunidad de 10 viviendas de A Guardia parte de un pedido del cliente que decidió hacer la compra del conjunto del edificio para su alquiler. En su momento el proyecto base solo sería una pequeña renovación, pero finalmente se decidió hacer una renovación integral, reduciendo los consumos energéticos al mínimo posible, para tener mayor competitividad en el mercado del alquiler de edificios.

La rehabilitación energética comprendió el aislamiento exterior de todo el edificio, la colocación de nuevas carpinterías, también el aislamiento de toda la cubierta y también se colocó suelo radiante. En este momento fue donde entro la elección del sistema de generación de calor.

Para su elección fueron debatidas varias opciones como geotermia, aerotermia y biomasa. En primer lugar la opción de la geotermia fue desechada debido a que el vástago de la máquina de perforaciones no entraba en el edificio por altura. En segundo lugar se planteó la aerotermia, en donde el instalador propuso instalaciones individuales en cada uno de los apartamentos, con lo cual perjudicaba la estética del edificio y la probabilidad de estropearse los aparatos aumenta bastante. Por último se decantaron por la biomasa comunitaria, con intercambiadores en cada uno de los apartamentos, que están compuestos por dos montantes verticales y es ubicado en la puerta de cada apartamento, con un tamaño de 40x60 cm. La instalación de biomasa es utilizada para utilizado en el suelo radiante y ACS, con el apoyo de placa solares.

Faustino también comentó en la entrevista que la ubicación del silo de almacenamiento fue en la planta 1 en un caseto cerrado debido a que si fuese colocada en la planta 0 eliminaría una plaza de garaje y la separación entre la caldera y el silo tendría que ser de 30 metros.

La rentabilidad de la instalación de los sistemas pasivos es bastante mala, tiene un regreso de más de 16 años, y por otro lado señalo que es rentable cambiar solamente la instalación de biomasa, ya que tiene un retorno de 3 a 4 años.

También señalo que la vivienda cumple la normativa nZEB y señalo que actualmente ha detallado está normativa, ya que no era muy claro la determinación de "casi nulo", y señalo que la generación debe de ser en el propio lugar o en el entorno.

Entrevista 10. Mario Crecente Maseda, arquitecto, de Crecente Asociados. Fecha 03/03/2017.

En la entrevista mantenida con Mario el señalo que la obra de rehabilitación energética fue fundamentalmente la construcción de la piscina y la ampliación de habitaciones de

la parte posterior. La instalación de biomasa fue posterior a la rehabilitación energética, donde ellos habían pensado unas instalaciones de gas, que estuvieron en funcionamiento algunos años, y que hoy día entrarían en funcionamiento, si las de biomasa dejan de funcionar.

En relación a la protección patrimonial del balneario Baños da Brea, Mario aclaró que en el balneario no hay ninguna condición ambiental a mayores de las normativas urbanísticas y la normativa de balnearios, pero el edificio no está catalogado.

Mario señaló que la rehabilitación energética parte de singularizar el valor de sus recursos naturales, el agua termal y el paisaje, potenciando la puesta en valor de las vistas, la topografía, los bosques, el río Deza y el núcleo próximo.

Completaron las instalaciones hoteleras con la inclusión de las nuevas habitaciones, reordenando los espacios comunes, circulaciones y servicios, y consiguiendo, a su vez, la conexión con el terreno a través de las terrazas generadas con la excavación de los taludes. Construye un nuevo centro lúdico termal que complementa los tratamientos y servicios, al tiempo que genera una oferta singular en la comarca, y remata el conjunto edificado ayudando a su integración en el entorno.

Entrevista 11. Gabriel, arquitecto, de Grupo Antolín. Fecha 03/03/2017.

Gabriel, comentó que la elección final de la biomasa como energía renovable que fue utilizada en caso de estudio C3 fue un proceso complejo. Explicó que lo que tiene comprobado es que no hay una energía perfecta, la aerotermia y la geotermia son buenos sistemas, pero en este caso había dos opciones, que eran colocar gas canalizado o biomasa en pellets, no en astilla que es más económico pero por cuestiones de almacenamiento era inviable su colocación.

Con la colocación de sistema de biomasa a pellets no hubo que tocar ningún elemento del edificio, y se reutilizó el antiguo espacio del tanque de almacenamiento.

La boca de descarga de los pellets es el mismo conducto que se utilizaba anteriormente para el gasóleo, también mencionó Gabriel que al ser un edificio muy nuevo, lo que se pretendió en la rehabilitación energética fue no tocar ningún elemento existente.

Gabriel comentó que la salida de humos, se realizó por la misma chimenea de obra existente. A nivel normativo, comentó que industria exige en relación a la potencia que se va a instalar, por lo cual con el cambio solo del generador de calor, no hay que alterar ningún elemento en la sala. Así como en gas la normativa es más restrictiva en los sótanos y en su ventilación. En el pellets la exigencia es la misma que la sala de calderas anterior, ya que a partir de 30 kW se tiene que hacer almacenamiento y combustión en distintos espacios.

Una de las ventajas de la caldera de pellets con respecto a la de gasóleo, es que la de gasóleo cuando se inicia ejerce la potencia máxima y por el contrario con el sistema de pellets la caldera modula el consumo.

Gabriel comentó que si la instalación precisa 100 kW esta proporciona la cantidad exacta y si necesita 20 kW también. Además para que la caldera sea más eficiente esta calienta sobre el depósito de inercia, las dos calderas funcionan en cascada sobre la inercia, lo que quiere decir que cuando la primera alcanza el 100% de su potencia, enciende la segunda. Con este sistema solo se genera lo que la instalación demanda.

Entrevista 12. David, mantenimiento, del Hotel Vía Argentum. Fecha 23/02/2017.

David, en la visita realizada a las instalaciones del Hotel comentó la implementación de los sistemas de biomasa hace dos años, en donde la empresa instaladora ya no existe, y la instalación tiene varias deficiencias.

Cuestionarios

CUESTIONARIO 01 - INSTALADOR

DISERTACIÓN SOBRE "LA BIOMASA TÉRMICA EN LA REHABILITACIÓN DE EDIFICIOS COLECTIVOS"

El presente cuestionario forma parte de una investigación que trata sobre la biomasa térmica en Galicia. Está incluida dentro de un trabajo académico de final de carrera.

El objetivo del cuestionario es identificar las técnicas empleadas en la instalación de calderas de biomasa Galicia. Su contribución es esencial para el desenvolvimiento de esta investigación, debido a su conocimiento y experiencia en el área de estudio.

Nombre: **Manolo de MAS INSTALACIONES S.L.**

Relativo al edificio: **4.2.1. y 4.2.2.** Fecha: **29/10/2016**

1. ¿Ha conseguido mejores resultados económicos y de eficiencia energética de los edificios intervenidos?

- En todos. **En el caso de estudio C1 de un 80% al 91% de eficiencia de los sistemas.**
 En la mayoría.
 En Algunos.

2. ¿Ha obtenido algún tipo de subvención para sus proyectos a la hora de aplicar la biomasa térmica en Galicia?

- En todos.
 En la mayoría.
 En Algunos.

3. ¿Se ha encontrado algún tipo de barreras (tecnológicas, constructiva, patrimonial, etc) a la hora de aplicar la biomasa térmica en Galicia? En caso afirmativo especifique cuales.

- En ninguno.
 En la mayoría. Especificar:
 En Algunos. Especificar: **Constructivos por falta de espacio para las instalaciones.**

4. ¿La instalación de biomasa ha causado algún tipo de inconveniente (ruido, reducción de espacio, malos olores, humos, etc.) a la comunidad? En caso afirmativo especifique cual.

- En ninguno.
 En la mayoría. Especificar:
 En Algunos. Especificar:

Muchas gracias por su colaboración

Atentamente,

Éder González Ozores

Curso de Arquitectura y Urbanismo

Escola Superior Gallaecia

Tlf.649901337 Email: edergonzalezozores@gmail.com

CUESTIONARIO 02 - INSTALADOR

DISERTACIÓN SOBRE "LA BIOMASA TÉRMICA EN LA REHABILITACIÓN DE EDIFICIOS COLECTIVOS"

El presente cuestionario forma parte de una investigación que trata sobre la biomasa térmica en Galicia. Está incluida dentro de un trabajo académico de final de carrera.

El objetivo del cuestionario es identificar las técnicas empleadas en la instalación de calderas de biomasa Galicia. Su contribución es esencial para el desenvolvimiento de esta investigación, debido a su conocimiento y experiencia en el área de estudio.

Nombre: **Andrés gerente de APIMAC SOLUCIONES, S.L.**

Relativo al edificio: - Fecha: **29/11/2016**

1. ¿Ha conseguido mejores resultados económicos y de eficiencia energética de los edificios intervenidos?

- En todos.
 En la mayoría.
 En Algunos.

2. ¿Ha obtenido algún tipo de subvención para sus proyectos a la hora de aplicar la biomasa térmica en Galicia?

- En todos.
 En la mayoría.
 En Algunos.

3. ¿Se ha encontrado algún tipo de barreras (tecnológicas, constructiva, patrimonial, etc) a la hora de aplicar la biomasa térmica en Galicia? En caso afirmativo especifique cuales.

- En ninguno.
 En la mayoría. Especificar:
 En Algunos. Especificar: **Constructivos por falta de espacio para las instalaciones y para la canalización de la salida de humos de la caldera.**

4. ¿La instalación de biomasa ha causado algún tipo de inconveniente (ruido, reducción de espacio, malos olores, humos, etc.) a la comunidad? En caso afirmativo especifique cual.

- En ninguno.
 En la mayoría. Especificar:
 En Algunos. Especificar:

Muchas gracias por su colaboración

Atentamente,

Éder González Ozores
Curso de Arquitectura y Urbanismo
Escola Superior Gallaecia
Tlf.649901337 Email: edergonzalezozores@gmail.com

CUESTIONARIO 03 - INSTALADOR

DISERTACIÓN SOBRE "LA BIOMASA TÉRMICA EN LA REHABILITACIÓN DE EDIFICIOS COLECTIVOS"

El presente cuestionario forma parte de una investigación que trata sobre la biomasa térmica en Galicia. Está incluida dentro de un trabajo académico de final de carrera.

El objetivo del cuestionario es identificar las técnicas empleadas en la instalación de calderas de biomasa Galicia. Su contribución es esencial para el desenvolvimiento de esta investigación, debido a su conocimiento y experiencia en el área de estudio.

Nombre: **Juan de Porto Solar**

Relativo al edificio: - Fecha: **05/12/2016**

1. ¿Ha conseguido mejores resultados económicos y de eficiencia energética de los edificios intervenidos?

- En todos. Han mejorado como mínimo un 40% de ahorro.
 En la mayoría.
 En Algunos.

2. ¿Ha obtenido algún tipo de subvención para sus proyectos a la hora de aplicar la biomasa térmica en Galicia?

- En todos.
 En la mayoría.
 En Algunos.

3. ¿Se ha encontrado algún tipo de barreras (tecnológicas, constructiva, patrimonial, etc) a la hora de aplicar la biomasa térmica en Galicia? En caso afirmativo especifique cuales.

- En ninguno.
 En la mayoría. Especificar:
 En Algunos. Especificar: **Constructivos por espacio para las instalaciones como por ejemplo en el Hotel Ipanema.**

4. ¿La instalación de biomasa ha causado algún tipo de inconveniente (ruido, reducción de espacio, malos olores, humos, etc.) a la comunidad? En caso afirmativo especifique cual.

- En ninguno. **El olor es mejor que otros combustibles convencionales**
 En la mayoría. Especificar:
 En Algunos. Especificar:

Muchas gracias por su colaboración

Atentamente,

Éder González Ozores

Curso de Arquitectura y Urbanismo

Escola Superior Gallaecia

Tlf.649901337 Email: edergonzalezozores@gmail.com

CUESTIONARIO 04 - INSTALADOR

DISERTACIÓN SOBRE "LA BIOMASA TÉRMICA EN LA REHABILITACIÓN DE EDIFICIOS COLECTIVOS"

El presente cuestionario forma parte de una investigación que trata sobre la biomasa térmica en Galicia. Está incluida dentro de un trabajo académico de final de carrera.

El objetivo del cuestionario es identificar las técnicas empleadas en la instalación de calderas de biomasa Galicia. Su contribución es esencial para el desenvolvimiento de esta investigación, debido a su conocimiento y experiencia en el área de estudio.

Nombre: **Sergio Fernández Costa, ingeniero de Ahorro Energetico ENERTRA SL.**

Relativo al edificio: **4.2.10.** Fecha: **13/12/2016**

1. ¿Ha conseguido mejores resultados económicos y de eficiencia energética de los edificios intervenidos?

- En todos. Han mejorado como mínimo un 40% de ahorro.
 En la mayoría.
 En Algunos.

2. ¿Ha obtenido algún tipo de subvención para sus proyectos a la hora de aplicar la biomasa térmica en Galicia?

- En todos.
 En la mayoría.
 En Algunos.

3. ¿Se ha encontrado algún tipo de barreras (tecnológicas, constructiva, patrimonial, etc) a la hora de aplicar la biomasa térmica en Galicia? En caso afirmativo especifique cuales.

- En ninguno.
 En la mayoría. Especificar:
 En Algunos. Especificar: **Patrimoniales y constructivos.**

4. ¿La instalación de biomasa ha causado algún tipo de inconveniente (ruido, reducción de espacio, malos olores, humos, etc.) a la comunidad? En caso afirmativo especifique cual.

- En ninguno.
 En la mayoría. Especificar:
 En Algunos. Especificar: **Reducción de espacio a causa del tamaño de las instalaciones.**

Muchas gracias por su colaboración

Atentamente,

Éder González Ozores
Curso de Arquitectura y Urbanismo
Escola Superior Gallaecia
Tlf.649901337 Email: edergonzalezozores@gmail.com

CUESTIONARIO 05 - UTILIZADOR

DISERTACIÓN SOBRE "LA BIOMASA TÉRMICA EN LA REHABILITACIÓN DE EDIFICIOS COLECTIVOS"

El presente cuestionario forma parte de una investigación que trata sobre la biomasa térmica en Galicia. Está incluida dentro de un trabajo académico de final de carrera.

El objetivo del cuestionario es identificar las técnicas empleadas en la instalación de calderas de biomasa Galicia. Su contribución es esencial para el desenvolvimiento de esta investigación, debido a su conocimiento y experiencia en el área de estudio.

Nombre: **Rafa Piñeiro propietario del Hotel Coronas de Galicia.**

Relativo al edificio: **4.2.6.** Fecha: **23/12/2016**

1. ¿han ahorrado en el gasto de combustible con su instalación de biomasa?

- 10% de ahorro.
 25% de ahorro.
 50% de ahorro.

2. ¿han mejorado la eficiencia energética de su edificio?

- 10% de ahorro.
 25% de ahorro.
 50% de ahorro.

3. ¿Se ha encontrado algún tipo de barreras (económicas, constructivas, administrativas, etc) a la hora de instalar la biomasa térmica en Galicia? En caso afirmativo especifique cuales.

- En ninguno.
 En alguna. Especificar:

4. ¿La instalación de biomasa ha causado algún tipo de inconveniente (ruido, reducción de espacio, malos olores, humos, etc.) en su edificio? En caso afirmativo especifique cual.

- En ninguno.
 En alguna. Especificar:

Muchas gracias por su colaboración

Atentamente,

Éder González Ozores
Curso de Arquitectura y Urbanismo
Escola Superior Gallaecia
Tlf.649901337 Email: edergonzalezozores@gmail.com

CUESTIONARIO 06 - INSTALADOR

DISERTACIÓN SOBRE "LA BIOMASA TÉRMICA EN LA REHABILITACIÓN DE EDIFICIOS COLECTIVOS"

El presente cuestionario forma parte de una investigación que trata sobre la biomasa térmica en Galicia. Está incluida dentro de un trabajo académico de final de carrera.

El objetivo del cuestionario es identificar las técnicas empleadas en la instalación de calderas de biomasa Galicia. Su contribución es esencial para el desenvolvimiento de esta investigación, debido a su conocimiento y experiencia en el área de estudio.

Nombre: **José Manuel Esperanza, gerente de Instalaciones Deza S.L.**

Relativo al edificio: **4.2.5.** Fecha: **23/02/2017**

1. ¿Ha conseguido mejores resultados económicos y de eficiencia energética de los edificios intervenidos?

- En todos.
 En la mayoría.
 En Algunos.

2. ¿Ha obtenido algún tipo de subvención para sus proyectos a la hora de aplicar la biomasa térmica en Galicia?

- En todos.
 En la mayoría.
 En Algunos.

3. ¿Se ha encontrado algún tipo de barreras (tecnológicas, constructiva, patrimonial, etc) a la hora de aplicar la biomasa térmica en Galicia? En caso afirmativo especifique cuales.

- En ninguno.
 En la mayoría. Especificar:
 En Algunos. Especificar: **Por falta de espacio.**

4. ¿La instalación de biomasa ha causado algún tipo de inconveniente (ruido, reducción de espacio, malos olores, humos, etc.) a la comunidad? En caso afirmativo especifique cual.

- En ninguno.
 En la mayoría. Especificar:
 En Algunos. Especificar:

Muchas gracias por su colaboración

Atentamente,

Éder González Ozores
Curso de Arquitectura y Urbanismo
Escola Superior Gallaecia
Tlf.649901337 Email: edergonzalezozores@gmail.com

CUESTIONARIO 07 - UTILIZADOR

DISERTACIÓN SOBRE "LA BIOMASA TÉRMICA EN LA REHABILITACIÓN DE EDIFICIOS COLECTIVOS"

El presente cuestionario forma parte de una investigación que trata sobre la biomasa térmica en Galicia. Está incluida dentro de un trabajo académico de final de carrera.

El objetivo del cuestionario es identificar las técnicas empleadas en la instalación de calderas de biomasa Galicia. Su contribución es esencial para el desenvolvimiento de esta investigación, debido a su conocimiento y experiencia en el área de estudio.

Nombre: **José Garaloces, gerente del Balneario Baños da Brea**

Relativo al edificio: **4.2.5**. Fecha: **23/02/2017**

1. ¿han ahorrado en el gasto de combustible con su instalación de biomasa?

- 10% de ahorro.
 25% de ahorro.
 50% de ahorro.

2. ¿han mejorado la eficiencia energética de su edificio?

- 10% de ahorro.
 25% de ahorro.
 50% de ahorro.

3. ¿Se ha encontrado algún tipo de barreras (económicas, constructivas, administrativas, etc) a la hora de instalar la biomasa térmica en Galicia? En caso afirmativo especifique cuales.

- En ninguno.
 En alguna. Especificar:

4. ¿La instalación de biomasa ha causado algún tipo de inconveniente (ruido, reducción de espacio, malos olores, humos, etc.) en su edificio? En caso afirmativo especifique cual.

- En ninguno.
 En alguna. Especificar:

Muchas gracias por su colaboración

Atentamente,

Éder González Ozores
Curso de Arquitectura y Urbanismo
Escola Superior Gallaecia
Tlf.649901337 Email: edergonzalezozores@gmail.com

CUESTIONARIO 08 - INSTALADOR

DISERTACIÓN SOBRE "LA BIOMASA TÉRMICA EN LA REHABILITACIÓN DE EDIFICIOS COLECTIVOS"

El presente cuestionario forma parte de una investigación que trata sobre la biomasa térmica en Galicia. Está incluida dentro de un trabajo académico de final de carrera.

El objetivo del cuestionario es identificar las técnicas empleadas en la instalación de calderas de biomasa Galicia. Su contribución es esencial para el desenvolvimiento de esta investigación, debido a su conocimiento y experiencia en el área de estudio.

Nombre: **Miguel Taboada, responsable de mantenimiento del Hotel Torres do Deza**

Relativo al edificio: **4.2.9**. Fecha: **23/02/2017**

1. ¿han ahorrado en el gasto de combustible con su instalación de biomasa?

- 10% de ahorro.
 25% de ahorro.
 50% de ahorro.

2. ¿han mejorado la eficiencia energética de su edificio?

- 10% de ahorro.
 25% de ahorro.
 50% de ahorro.

3. ¿Se ha encontrado algún tipo de barreras (económicas, constructivas, administrativas, etc) a la hora de instalar la biomasa térmica en Galicia? En caso afirmativo especifique cuales.

- En ninguno.
 En alguna. Especificar:

4. ¿La instalación de biomasa ha causado algún tipo de inconveniente (ruido, reducción de espacio, malos olores, humos, etc.) en su edificio? En caso afirmativo especifique cual.

- En ninguno.
 En alguna. Especificar:

Muchas gracias por su colaboración

Atentamente,

Éder González Ozores
Curso de Arquitectura y Urbanismo
Escola Superior Gallaecia
Tlf.649901337 Email: edergonzalezozores@gmail.com

Fotografías de los casos de estudio

C.1. COMUNIDAD 10 VIVIENDAS, A GUARDA



Fig. 177: Fachada norte.



Fig. 178: Fachada sur.



Fig. 179: Sala de calderas.



Fig. 180: Conducto por aspiración neumática.



Fig. 181: Conducto por aspiración neumática.



Fig. 182: Continuación del conducto de aspiración de pellets.

C.2. COMUNIDAD 8 VIVIENDAS, TUI, EDIFICIO TRIANGULAR



Fig. 183: Fachada este.



Fig. 184: Fachada oeste.



Fig. 185: Sala de calderas.



Fig. 186: Sala de almacenamiento.



Fig. 187: Fachada oeste del edificio y chimenea de salida de humos.

C.3. COMUNIDAD 96 VIVIENDAS MIRAFLORES



Fig. 188: Fachada norte del edificio.



Fig. 189: Fachada sur del edificio.



Fig. 190: Calderas utilizadas en la instalación.



Fig. 191: Deposito de inercia y ACS de 2350 cada uno.



Fig. 192: Entrada al silo de obra.

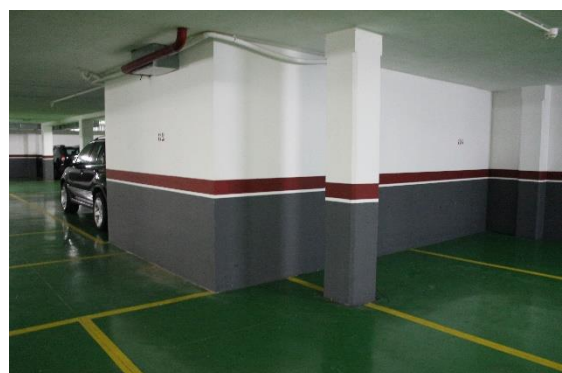


Fig. 193: Paredes delimitadoras del silo de obra.



Fig. 194: Arqueta para descarga de pellets.



Fig. 195: Tanque de gasóleo y antigua caldera.

C.4. BALNEARIO DE MONDARIZ



Fig. 196: Trampillas de descarga.



Fig. 197: Rejilla de protección para descarga de la astilla.



Fig. 198: Fachada norte de las instalaciones.



Fig. 199: Mínimo impacto de la salida de humos.



Fig. 200: Sala de Calderas.

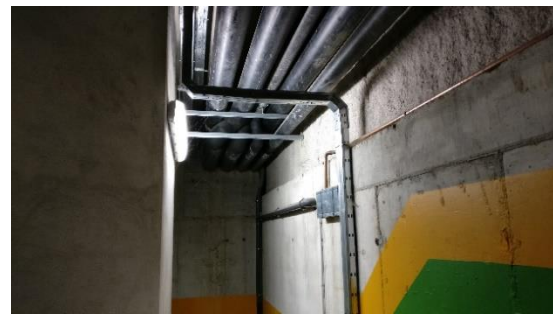


Fig. 201: Canalizaciones del calor al edificio.



Fig. 202: Cámara de combustión. Fig. 203: Deposito de inercia de 2000L.



Fig. 204: Estado de las instalaciones térmicas anterior a la rehabilitación.



Fig. 205: Infografía del proyecto final.



Fig. 206: Vista aérea.



Fig. 207: Infografía de la planta de cubierta.



Fig. 208: Antigua acera de la fachada posterior del edificio baranda.



Fig. 209: Infografía de la rehabilitación de la acera y exteriores de la instalación.



Fig. 210: Infografía de las nuevas instalaciones.



Fig. 211: Vista anterior al proyecto por donde discurre el rio Xabriña.



Fig. 212: Infografía del exterior del edificio en contacto con el rio.

C.5. BALNEARIO BAÑOS DA BREA



Fig. 213: Fachada del edificio.



Fig. 214: Segundo silo de almacenamiento para suministro del silo de la caldera.



Fig. 215: Sala de caldera y silo de obra con alimentación a través de tornillo sinfín.



Fig. 216: Salida de humos de la caldera.



Fig. 217: Sala técnica con depósito de inercia.



Fig. 218: Agitador de astilla, que conduce el combustible al tornillo sinfín.

C.8. HOTEL VÍA ARGENTUM



Fig. 219: Sala de calderas del Hotel Via Argentum.

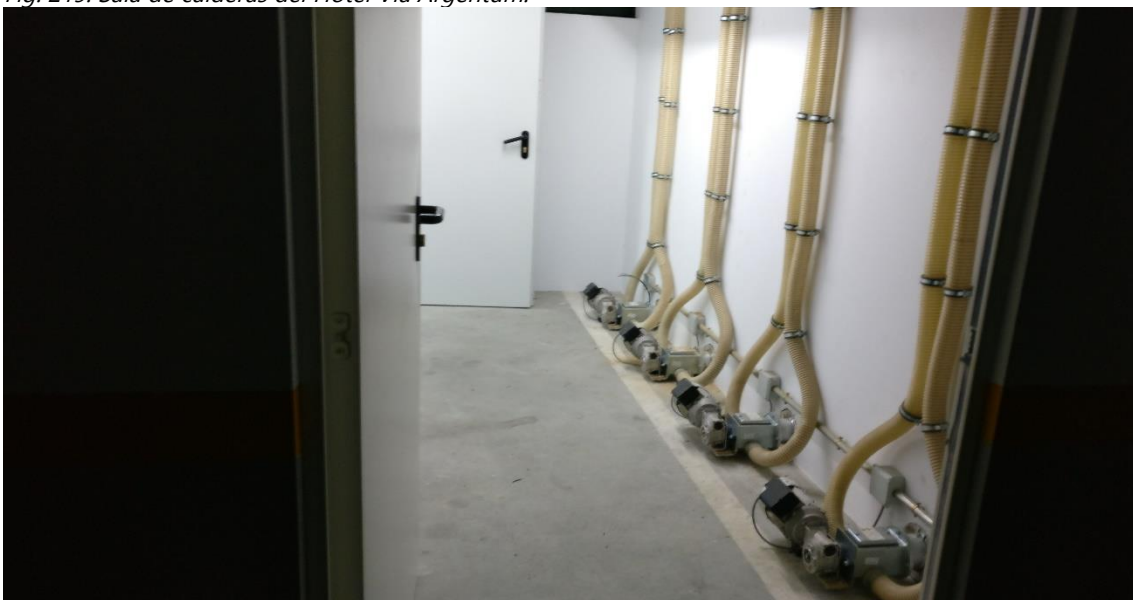


Fig. 220: Sistema de alimentación de las calderas, a través de tornillo sinfín y succión.



Fig. 221: Silo de obra de almacenamiento de pellets.



Fig. 222: Bocas de descarga del combustible.



Fig. 223: Depósitos de inercia de 2000L cada uno.



Fig. 224: Salida de humos en el sótano -1.



Fig. 225: Fachada del edificio.

C.10. HOSPEDERÍA SAN DIEGO DE CANEDO



Fig. 226: Zona de descarga del camión. Fuente: Imagen aportado por Enertra.



Fig. 227: Rehabilitación de un caseto en sala de calderas.



Fig. 228: Interior de la sala de calderas.

C.12. PAZO TORRE DO RÍO



Fig. 229: Fachada principal del edificio.



Fig. 230: Ubicación de la instalación de biomasa.



Fig. 231: Salida de humos de la instalación de biomasa.



Fig. 232: Sala de calderas y silo de almacenamiento en el contenedor marítimo.

escola superior  gallaecia

Mestrado Integrado em Arquitectura e Urbanismo

Vila Nova de Cerveira, Março de 2017