



Universidad de León



Escuela Superior y Técnica
de Ingenieros de Minas

GRADO EN INGENIERÍA DE LA ENERGÍA

TRABAJO FIN DE GRADO

ESTUDIO SOBRE LA BIOMASA EN LA ZONA SUR DE ZAMORA E INSTALACIÓN DE UN DISTRICT HEATING

León, Julio de 2015

Autor: Manuel de Dios Hernández

Cotutor: Antonio Morán Palao

Cotutor: Jorge Cara Jiménez

El presente proyecto ha sido realizado por D. Manuel de Dios Hernández, alumno de la Escuela Superior y Técnica de Ingenieros de Minas de la Universidad de León para la obtención del título de Grado en Ingeniería de la Energía.

La tutoría de este proyecto ha sido llevada a cabo por D. Antonio Morán Palao y Jorge Cara Jiménez, profesores del Grado en Ingeniería de la Energía.

Visto Bueno

Visto Bueno

Fdo.: D. Jorge Cara Jiménez
El Cotutor del Trabajo Fin de Grado

Fdo.: D. Antonio Morán Palao
El Cotutor del Trabajo Fin de Grado

Fdo.: D. Manuel de Dios Hernández
El autor del Trabajo Fin de Grado

RESUMEN

El siguiente trabajo tiene por objeto el estudio del tipo de biomasa disponible en la zona sur de Zamora, más conocida como "La Guareña", intentando resolver cuanta biomasa disponemos, el tipo de biomasa disponible y sus posibilidades de utilización.

Para ello se analiza el tipo de todas las hectáreas de la zona estudiada mediante la base de datos del Sig Pag 2014, Siose y del Centro de Gestión Catastral y Cooperación Tributaria.

Una vez obtenemos estos datos con los residuos para cada tipo de cultivo y su poder calorífico se calcula la energía que vamos a poder extraer de la biomasa de todos los municipios estudiados.

Se estudia la ubicación ideal del district heating con los resultados de la biomasa obtenidos, se estima demanda de energía para el municipio seleccionado y con estos datos se hace un dimensionamiento de un district heating.

Se hace un estudio económico estimando el coste de la obtención de la biomasa, de la maquinaria a utilizar, de su almacenamiento y de la obra civil necesaria para realizar el district heating.

ABSTRACT

The following work is to study the type of biomass available in the area south of Zamora, better known as "The Guareña", trying to figure out how much biomass we have, the type of biomass available and their possible uses.

To do all type of hectares of the area studied is analyzed by the database Next Page 2014 SIOSE and the Centre for Cadastral Management and Tax Cooperation.

Once we get this data with waste for each type of crop and its calorific energy that we will be able to extract the biomass of all studied municipalities it is calculated.

The ideal location of district heating with biomass results obtained are studying, energy demand for the selected municipality is estimated with this data and dimensioning of a district heating is made.

An economic study estimating the cost of obtaining biomass, machinery use, and storage of the necessary district heating for the civil work is done.

ÍNDICE

1	Introducción.....	1
2	Biomasa como fuente de energía.....	4
2.1	¿Qué es la biomasa?	4
2.2	¿Por qué la biomasa?	4
2.3	¿Qué tipo de biomasa vamos a estudiar?.....	5
2.4	Ventajas de la biomasa	6
3	Desarrollo del estudio.....	8
3.1	Recursos disponibles en los municipios estudiados	8
3.2	Tipo de Biomasa estudiada	21
3.3	Poderes caloríficos de los recursos estudiados	22
3.4	Biomasa residual producida.....	23
3.5	Potencial energético	25
4	Análisis de los resultados obtenidos.....	28
4.1	Localización ideal del district heating	30
5	Estimación de la demanda de energía térmica	35
5.1	Consumo energético del sector residencial en España	35
5.2	Consumo energético del sector residencial en la Zona Climática Continental	36
5.3	Calculo demanda energética edificios no residenciales	39
5.3.1	Calculo demanda energética del ayuntamiento.....	40
5.3.2	Calculo de la demanda térmica de los bares	43
5.4	Cálculo de la demanda total de energía térmica de la Bóveda de Toro.....	44
5.4.1	Perfil de demanda de ACS.....	45
5.4.2	Perfil de la demanda de calefacción	47
5.5	Curvas de consumo de energía térmica.....	52
5.5.1	Curva de consumo de ACS y Calefacción	52
6	District Heating	55
6.1	Localización	56
6.2	Red de distribución	57
6.2.1	Disposición de la red de distribución.....	58
6.3	Circuito de calefacción	60
6.3.1	Circuito de ida	62

6.3.2	Circuito de retorno	68
6.3.3	Cálculo de las bombas	70
6.4	Circuito de ACS	72
6.4.1	Dimensionado circuito ACS.....	77
6.4.2	Dimensionado de las bombas.....	83
6.4.3	Dimensionamiento interacumulador de ACS	84
6.5	Tomas de agua de los circuitos	86
6.6	Calderas para ACS	87
6.7	Calderas para calefacción	88
7	Conclusiones a la vista de los resultados.....	92
7.1	Reducción del perímetro.....	93
7.2	Almacenamiento	97
8	Estudio económico.....	101
8.1	Coste de la biomasa	101
8.1.1	Coste obtención biomasa	101
8.1.2	Coste de la recogida de la biomasa	103
8.1.3	Macroempacadora.....	105
8.1.4	Remolque	108
8.1.5	Coste de transporte	111
8.2	Costes asociados al district heating	116
8.3	Organización general de las obras	117
8.3.1	Dirección de las obras.....	117
8.3.2	Atribuciones del Ingeniero Director	117
8.3.3	Presencia del contratista	117
8.3.4	Condiciones escritas	118
8.4	Condiciones generales	118
8.4.1	Personal y equipamiento	118
8.4.2	Permisos y autorizaciones	118
8.4.3	Materiales	118
8.4.4	Obra civil	119
8.4.5	Montaje mecánico	119
8.4.6	Señalización y seguridad	120
8.4.7	Pruebas	120
8.4.8	Puesta en servicio	121

8.5	Obra civil.....	121
8.5.1	Replanteo.....	122
8.5.2	Rotura de pavimento	122
8.5.3	Apertura de la zanja.....	122
8.5.4	Profundidad y fondo de zanja.....	123
8.5.5	Anchura de zanja	123
8.5.6	Distancia a obras subterráneas, cruces y paralelismos con otras conducciones.	124
8.5.7	Pre tapado de la tubería	124
8.5.8	Relleno de zanja y recubrimiento total	124
8.5.9	Restitución de pavimentos	125
8.6	Presupuesto	125
9	Anexo I: Características comerciales de los elementos usados.	129
9.1	Tuberías circuito calefacción.....	129
9.2	Tubería circuito ACS	137
9.3	Características de las bombas utilizadas.....	140
9.3.1	Bomba sedical	140
9.3.2	Bomba SACI PUMPS.....	142
10	Anexo II: Características maquinaria utilizada:.....	143
10.1	Tractores.....	143
11	Anexo III: Cálculo del presupuesto para la nave de almacenamiento.	145
	Lista de referencias	147

ÍNDICE DE FIGURAS

1	Introducción.....	1
	Figura 1.1- millones de toneladas equivalentes de petróleo consumidas en España.....	2
2	Biomasa como fuente de energía.....	4
3	Desarrollo del estudio.....	8
	Figura3.1-Mapa municipal de Zamora y de la zona estudiada.....	8
	Figura3.2-Grafico de los tipos de hectáreas de la zona estudiada.....	20
	Figura3.3- Grafico del porcentaje de energía producido por cada tipo de biomasa	26
	Figura3.4-Hectareas de cultivo que posee cada municipio.....	27
4	Análisis de los resultados obtenidos.....	28
	Figura4.1- Densidad energética de cada municipio	30
	Figura4.2-Mapa de carreteras de la zona estudiada y distancia a la Bóveda de Toro.....	32
5	Estimación de la demanda de energía térmica	35
	Figura5.1- Distribución climática de España en tres zonas	35
	Figura5.2-Estructura de consumos según usos energéticos	36
	Figura5.3-Estructura del consumo residencial en España.....	36
	Figura5.4-Desagregacion de los consumos térmico y eléctrico en la zona climática continental.....	37
	Figura5.5-Consumo energético porcentual viviendas en bloque y unifamiliar, fuente IDAE.....	37
	Figura5.6-Consumo de viviendas en bloque y vivienda unifamiliar, fuente IDAE.....	38
	Figura5.7-Consumos de ACS diarios de cada tipo de edificio, fuente HE4.....	39
	Figura5.8-Factores de emisiones de CO2, fuente MINETUR	42
	Figura5.9-Ayuntamiento de la Boveda de Toro.....	42
	Figura5.10-Grafico energía térmica demandada por cada tipo de edificio	45
	Figura 5.11-Distribución horaria del consumo de ACS; fuente: Lamas Sivila, E. análisis y propuesta de un nuevo método de simulación abreviado para la certificación energética en edificios residenciales).....	46
	Figura5.12-Mapa de las zonas climáticas de España, fuente documento básico HE	48
	Figura5.13-Tabla de zonas climáticas de España.....	48
	Figura5.14-Historico valores climatológicos Zamora 1981-2010, fuente AEMET	49
	Figura5.15-Historico valores climatológicos Zamora 1981-2010, fuente IDAE.....	49
	Figura5.16-Distribución horaria del consumo de calefacción	50
	Figura5.17-Curva de consumo ACS de la Bóveda de Toro.....	53

Figura5.18-Curva de consumo calefacción de la Bóveda de Toro.....	53
Figura5.19-Curva de consumo ACS y calefacción de la Bóveda de Toro.....	54
6 District Heating	55
Figura6.1- Esquema general de un district heating	56
Figura6.2-Localizacion del district heating en la Bóveda de Toro	57
Figura6.3- Trazado de tuberías del district heating.....	59
Figura6.4-Trazado de los circuitos de calefacción de ida y retorno	60
Figura6.5- Trazado de los circuitos de calefacción y de sus tomas de agua	62
Figura6.6-Características de las tuberías LOGSTOR para el circuito de ida.....	64
Figura6.7-Reducciones LOGSTOR usadas en el circuito	65
Figura6.8-Puntos fijos LOGSTOR usadas en el circuito.....	65
Figura6.9-Imagen del Software proporcionado por LOGSTOR para calcular tipo de tuberías y velocidades	66
Figura 6.10 Viscosidad dinámica del agua a diferentes temperaturas.....	67
Figura6.11-Calculo velocidades y tipo de tubería usando programa LOGSTOR CALCULATOR.....	69
Figura6.12-Viscosidad dinámica del agua líquida a varias temperaturas	69
Figura6.13-Densidad del agua líquida a varias temperaturas	70
Figura6.14-Esquema circuito calefacción	71
Figura 6.15- Características de la bomba SACI PUMPS	72
Figura 6.16- Esquema circuito ACS	73
Figura 6.17-Tabla de consumo de ACS por aparatos unitarios (l/s)	74
Figura6.18-Coeficientes para el cálculo del caudal simultaneo	75
Figura6.19-Litros ACS diarios por tipo de edificio y persona.....	75
Figura6.20-Esquema circuito ACS con sus tomas de agua	77
Figura6.21-Densidad del agua a diferentes temperaturas.....	78
Figura6.22- Calculo de tubería usada por el programa LOGSTOR CALCULATOR	79
Figura6.23-Guia para el dimensionamiento rápido de las tuberías LOGSTOR.....	80
Figura6.24- Características de las tuberías LOGSTOR PEXFLEXTRA Single serie 5/SDR1181	
Figura 6.25- Viscosidad dinámica del agua líquida a diferentes temperaturas.....	82
Figura 6.26-Grafico para la elección de las distintas bombas Sedical	83
Figura6.27- Características de las bombas Sedical	84
Figura6.28-Intercumulador 10.000 litros para ACS	85
Figura6.29-Serpentines interacumulador de ACS	85

Figura6.30- Características modelo interacumulador elegido	86
Figura6.31- Esquema tomas de agua circuito de calefacción	86
Figura6.32- Esquema tomas de agua circuito de ACS	87
Figura6.33- Caldera Metalerg Ekopal utilizada para el ACS	88
Figura6.34- Tipos de combustibles y su sistema de combustión de las calderas BINDER	89
Figura6.35- Sistema de combustión y alimentación elegido.....	89
Figura6.36- Tipos de calderas con su potencia y sistema de combustión disponibles para cada una de ellas	90
Figura 6.37- Imagen tipo de una caldera BINDER.....	91
7 Conclusiones a la vista de los resultados.....	92
Figura7.1- Dimensiones de las pacas producidas.....	98
Figura7.2- Imagen de las pacas producidas con la macroempacadora utilizada	98
Figura7.3- Nave de almacenamiento agrícola.....	100
8 Estudio económico.....	101
Figura8.1- Usos de los residuos de diferentes cultivos	101
Figura8.2- Costes anuales utilización tractor	104
Figura8.3- Dimensiones de las pacas producidas por la macroempacadora	106
Figura8.4- Imágenes y esquemas de la macroempacadora	106
Figura8.5- Costes de utilización tractor + macroempacadora	107
Figura8.6- Imágenes de remolque utilizado	109
Figura 8.7- Esquema funcionamiento tractor + remolque	109
Figura8.8- Costes utilización tractor + remolque	110
Figura8.9- Características técnicas y de explotación del Vehículo articulado de Carga general	112
Figura8.10- Costes fijos adquisición vehículo de tracción.....	112
Figura8.11- Costes fijos adquisición remolque o semirremolque.....	113
Figura8.12- Cálculo coste anual conductor	113
Figura8.13- Coste anuales seguros	114
Figura8.14- Costes fiscales anuales	114
Figura8.15- Cálculo del coste del carburante para vehículo de tracción	115
Figura8.16- Cálculo del coste de neumáticos mantenimiento y reparaciones	115
Figura8.17- Costes totales de la utilización de los camiones	116
9 Anexo I: Características comerciales de los elementos usados.	129

10	Anexo II: Características maquinaria utilizada:.....	143
11	Anexo III: Cálculo del presupuesto para la nave de almacenamiento.	145
	Lista de referencias	147

ÍNDICE DE TABLAS

1	Introducción.....	1
	Tabla1.1-Porcentaje de consumo de energías en España en 2010.....	1
	Tabla1.2-Porcentaje de consumo energía en España en 2009 y 2010.....	1
	Tabla1.3-Porcentaje de autoabastecimiento de energía primaria en España.....	2
2	Biomasa como fuente de energía.....	4
3	Desarrollo del estudio.....	8
	Tabla3.1- Tipo de hectáreas que poseen los municipios estudiados.....	9
	Tabla3.2-Tipo de hectáreas que poseen los municipios estudiados.....	12
	Tabla3.3:Agrupacion de los distintos tipos de suelo en función de su uso y características.....	19
	Tabla3.4-Cultivos disponibles de secano y regadío.....	20
	Tabla3.5-Porcentajes y superficie de cada tipo de cultivo.....	21
	Tabla3.6: Poder calorífico superior de las hectáreas disponibles.....	22
	Tabla 3.7- Poder calorífico superior de cada tipo de cultivo.....	23
	Tabla 3.8- Hectáreas de cada tipo de biomasa y rendimiento residual que poseen.....	24
	Tabla3.9- Biomasa residual de cada tipo de suelo estudiado.....	25
	Tabla 3.10-MegaJulios anuales producidos por cada tipo de biomasa.....	25
4	Análisis de los resultados obtenidos.....	28
	Tabla4.1- Poder calorífico inferior con 12% de humedad del cereal y del maíz.....	28
	Tabla 4.2-Energía anual producida por los residuos de maíz y de cereal.....	29
	Tabla4.3-Distancia de cada municipio a la Bóveda de Toro y hectáreas de cultivo de cada uno de ellos.....	33
5	Estimación de la demanda de energía térmica.....	35
	Tabla5.1-Consumo anual en KWh de las viviendas en bloque tipo en la zona continental.....	38
	Tabla5.2-Consumo anual en KWh de las viviendas individuales tipo en la zona continental.....	38
	Tabla5.3- Demanda de energía térmica en Kwh del sector residencial en la Bóveda de Toro.....	39
	Tabla5.4-Demanda desglosada de energía térmica de la Bóveda de Toro.....	45
	Tabla5.5- Demanda horaria ACS de la Bóveda de Toro.....	47
	Tabla5.6- Porcentaje de utilización de la calefacción, por horas y mes.....	51
	Tabla5.7-Demanda de calefacción en KWh por horas y mes en la Bóveda de Toro.....	52
6	District Heating.....	55

Tabla6.1- Características tuberías acero y plástico, fuente MINETUR	59
Tabla6.2- Longitud de cada tramo del circuito de calefacción.....	62
Tabla6.3- Caudal que circula por cada tramo del circuito.....	63
Tabla6.4- Tipo de tubería usada para cada tramo y su caudal.....	65
Tabla6.5- Velocidad en cada tramo con la fórmula utilizada y con LOGSTOR CALCULATOR.....	66
Tabla 6.6 –Número de Reynolds factor de rozamiento y pérdidas de carga para cada tramo	68
Tabla6.7- Caudal y longitud de cada tramo del circuito de retorno de la calefacción.....	68
Tabla6.8- Velocidad y tipo de tubería para cada tramo del circuito de retorno.....	69
Tabla6.9-. Numero de Reynolds, factor de rozamiento y pérdidas de carga para el circuito de retorno	70
Tabla6.10- Pérdidas de carga en el circuito de calefacción.....	71
Tabla6.11 –Longitudes y caudales por tramos del circuito de ACS.....	78
Tabla6.12- Velocidades, diámetros y tipos de tubería para cada tramo del circuito de ACS	80
Tabla6.13- Numero de Reynolds, factor de rozamiento y pérdidas de carga para cada tramo del circuito de ACS	82
Tabla6.14- Características calderas Ekopal.....	87
7 Conclusiones a la vista de los resultados.....	92
Tabla7.1- Datos agrarios de la Bóveda de Toro, fuente Consejería agricultura de Zamora	93
Tabla7.2- Cálculo de KWh año producidos por la biomasa de la Bóveda de Toro.....	95
Tabla7.3- Datos agrarios de Guarrate, fuente Consejería de agricultura de Zamora	95
Tabla 7.4- Cálculo de KWh año producidos por la biomasa de Guarrate.....	97
8 Estudio económico.....	101
Tabla8.1- Precio de la paja en los últimos años, fuente anuario estadístico agrario.....	102
Tabla 8.2- Coste de toda la biomasa residual del maíz y el cereal en todos los municipios	102
Tabla8.3- Coste de la biomasa del municipio de la Bóveda de Toro.....	103
9 Anexo I: Características comerciales de los elementos usados.	129
10 Anexo II: Características maquinaria utilizada:.....	143
11 Anexo III: Cálculo del presupuesto para la nave de almacenamiento.	145
Lista de referencias	147

1 Introducción

Las fuentes de energía es una de las principales preocupaciones de la sociedad actual, debido fundamentalmente al constante aumento de los precios del petróleo y sus derivados, que parecen no tener límite y a los efectos nocivos provocados por el uso masivo de los combustibles fósiles.

En la actualidad más del 77,6% de nuestro abastecimiento energético proviene de combustibles fósiles, otro 11,7% proviene de las centrales nucleares y alrededor de un 11,1 % proviene de las energías renovables, esto conlleva grandes problemas medioambientales además de una muy fuerte dependencia del abastecimiento exterior.

Tabla1.1- Porcentaje de consumo de energías en España en 2010

Fuente de energía	Consumo % 2010
Energías Fósiles	77,6
Energía Nuclear	11,7
Energía Renovable	11,4

A continuación se muestra los porcentajes de consumo energéticos nacional en los años 2009 y 2010 de las diferentes fuentes de energía, tanto renovable como no renovable.

Tabla1.2- Porcentaje de consumo energía en España en 2009 y 2010

Fuente de energía	Consumo % 2009	Consumo % 2010
Petróleo	48,8	47,4
Gas Natural	23,8	23,8
Nuclear	10,5	11,7
Carbón	7,9	6,4
Biomasa	3,9	4
Eólica	2,4	2,8
Hidráulica	1,7	2,7
Biocombustibles	0,8	1,2
Solar	0,6	0,7

Cada año, el consumo de estas energías va en aumento, por lo que nuestra dependencia energética hacia fuentes extranjeras crece de igual forma, para mantener cubiertas estas necesidades, al no tener recursos necesarios para generarlas en España.

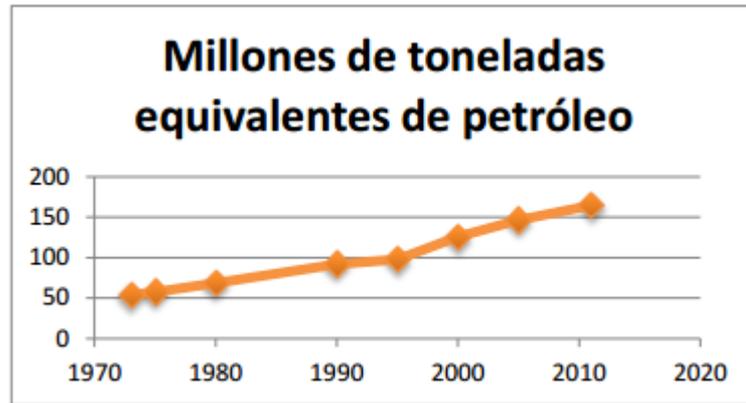


Figura 1.1- millones de toneladas equivalentes de petróleo consumidas en España

Por estos motivos debemos buscar nuevas fuentes de energía o abandonar el uso de fuentes de energía que no se encuentren en España, para poder llegar a un futuro sin la necesidad de importar energía fósiles del extranjero.

Actualmente tenemos una dependencia de energía externa superior a la media de la Unión Europea 48% frente al 73,9% en España. En la siguiente tabla podemos observar el nivel de autoabastecimiento de energía primaria en España. (Relación entre producción interior y consumo total de energía)

Tabla1.3- Porcentaje de autoabastecimiento de energía primaria en España

Año	Grado de autoabastecimiento energético (%)
1975	22,6
1985	38,9
1995	28
1998	25,6
2003	22,1
2008	21,6
2009	22,9
2010	26,1

Para conseguir el autoabastecimiento energético es necesario fomentar el uso de fuentes renovables y no renovables de energía obtenidas en España, como pueden ser: Biomasa, solar, eólica, hidráulica, carbón, etc.

En este proyecto se estudiara la opción de escogerla biomasa como fuente de energía para abastecer de calefacción y agua caliente sanitaria a un municipio dentro de un perímetro, donde se calculara la producción de biomasa, situado este al sur de Zamora, y sustituir el uso de biomasa por el uso de energías fósiles.

Primero se estimara la producción de biomasa para todos esos municipios y luego se calculara el punto óptimo para realizar este district heating teniendo en cuenta razones logística, (producción, distancia, densidad energética...)

De esta manera aprovecharemos un recurso natural de los propios pueblos dejando así de depender del abastecimiento exterior, además de incentivar la economía local, generando empleos directos e indirectos, fomentando un cambio necesario en la agricultura y por supuesto siempre teniendo en cuenta las mejoras medioambientales que esto conlleva.

2 Biomasa como fuente de energía

2.1 ¿Qué es la biomasa?

Según la RAE: “Materia orgánica originada en un proceso biológico, espontáneo o provocado, utilizable como fuente de energía”.

Según AENOR (Asociación Española de Normalización y Certificación): “Todo material de origen biológico excluyendo aquellos que han sido englobados en formaciones geológicas sufriendo un proceso de mineralización”.

La segunda descripción es más acertada ya que excluye de ella al carbón, petróleo y al gas, por no cumplir el balance neutro de la biomasa sobre el CO₂.

2.2 ¿Por qué la biomasa?

El RD 661/2007 establece el marco legal de producción de electricidad y energía térmica procedente de la biomasa, y amplía las expectativas económicas de todos los eslabones de la cadena de valor de la biomasa como fuente de energía. La biomasa para energía se obtiene mayoritariamente de las industrias de primera y segunda transformación de los productos agrícolas y forestales, de los residuos de explotaciones ganaderas, de los restos de aprovechamientos forestales, de los residuos de los cultivos y también de cultivos implantados y explotados con el único objetivo de la obtención de biomasa.

A estos últimos se les denomina cultivos energéticos, pero no dejan de ser cultivos forestales o agrícolas. La ventaja fundamental de los cultivos es la predictibilidad de su disposición y la concentración espacial de la biomasa, asegurando el suministro. La predictibilidad de la disposición de la materia prima es fundamental para cualquier industria, y la de la energía no es distinta. La concentración del recurso permite una gestión mecanizada, poco intensiva en mano de obra, y relativamente barata.

Los cultivos energéticos se pueden clasificar de muchas formas, por el tipo de suelo donde crecen, por el tipo de producto que se cosecha, etc. Según su aprovechamiento final, los cultivos se pueden clasificar en:

- Cultivos oleaginosos para la producción de aceites transformables en biodiesel.
- Cultivos alcoholígenos para la producción de bioetanol a partir de procesos de fermentación de azúcares.
- Cultivos lignocelulósicos, para la generación de biomasa sólida susceptible de su uso para distintas aplicaciones:
 - Térmicas, como climatización de edificios, agua caliente sanitaria, y aplicaciones industriales (preparación de cualquier fluido de proceso).
 - Fabricación de combustibles más elaborados, con un valor añadido a la biomasa bruta, como astillas o pelets.
 - Cogeneración generalmente asociada a una actividad industrial, o generación eléctrica simple.
 - Obtención de biocarburantes de segunda generación.

El actual modelo energético es insostenible pues, aparte del efecto invernadero, contaminación y cambio climático, existe un factor limitante: la dependencia de un recurso “no renovable” cada vez más escaso.

La biomasa es un tipo de energía renovable, que a corto plazo, puede ser básica en nuestra sociedad, tanto desde el punto de vista energético y ambiental, como para el desarrollo socioeconómico de las zonas rurales, debido a que podrá dar trabajo en las zonas rurales evitando la migración de la población de pueblos a las grandes ciudades, mediante la conservación de bosques o cultivos energéticos para la obtención de biomasa como combustible.

La biomasa tiene un balance neutro de CO₂, es decir, no contribuye al aumento del efecto invernadero, porque el carbono que se libera forma parte de la atmósfera actual (Es el que absorben y liberan continuamente las plantas durante su crecimiento) y no del subsuelo, capturado en épocas remotas, precisamente como el carbón, gas o el petróleo.

Además, en caso de cumplirse finalmente la serie de objetivos que se han planteado en el marco del Plan de Energías Renovables 2011-2020, un estudio elaborado por Boston ConsultingGroup y difundido por la firma Ence, sostiene que, en el caso particular de la biomasa, se estarán generando ingresos por una cifra cercana a los 725 millones de euros.

Finalmente, y más allá de estos beneficios cuantificables, hay otros como la generación de 15.000 empleos en el entorno rural, o la inversión industrial y forestal de más de 3.000 millones de euros.

2.3 ¿Qué tipo de biomasa vamos a estudiar?

La zona a estudiar va a ser una amplia zona que abarcará varios municipios situados al sur-este de Zamora, por lo que el tipo de biomasa que obtendremos será variado.

Por las características de la zona se podrá observar que hay gran predominancia de los cultivos de secano en el área estudiada aunque también encontraremos matorral, pastizales, arbolado forestal, arbolado forestal de ribera, viñas de secano, pinar maderable...

El tipo de biomasa disponible será analizada en apartados posteriores, con exactitud, calculando la superficie disponible en cada municipio de cada tipo de biomasa y su intensidad productiva, ayudándonos del programa Argis, Siose y el catastro municipal para saber con exactitud todos estos datos.

De esta gran variedad de cultivos energéticos que vamos a encontrar en toda esta zona estudiada se deben de cumplir, una serie de características, los cultivos energéticos deben sacar partido de la naturaleza, pero en ningún caso obviar sus leyes, por tanto a la hora de hacer nuestro estudio y escoger nuestros cultivos energéticos tenemos que tener en cuenta lo siguiente:

- Que se adapten a las condiciones edafo-climáticas del lugar donde se implanten: las plantas dan las productividades mayores en aquellos lugares que reúnen condiciones que les sean más favorables.

- Que tengan altos niveles de productividad en biomasa con bajos costes de producción: las explotaciones que requieren mucha atención cultural son complicadas y caras de explotar.
- Que sean rentables, económicamente hablando, para el agricultor.
- Que no tengan, en lo posible, un gran aprovechamiento alimentario en paralelo, con el objetivo de garantizar el suministro, sin una subida de precios que perjudique a la larga tanto a la explotación agrícola en sí como a las industrias alimentaria y energética.
- Que tengan un fácil manejo y que requieran técnicas y maquinarias lo más conocidas y comunes entre los agricultores.
- Que presente balance energético positivo. Es decir que se extraiga de ellos más energía de la que se invierte en el cultivo y su puesta en planta de energía.
- Que la biomasa producida se adecue a los fines para los que va a ser utilizada: como materia prima para pelets, para producción térmica, para generación o cogeneración de calor y electricidad.
- Que no contribuyan a degradar el medio ambiente (por ejemplo, empobrecer el suelo) y permitan la fácil recuperación de la tierra, para implantar posteriormente otros cultivos en algunos casos. Cuando sea posible, que la rotación sea factible y beneficiosa en todas las etapas.

2.4 Ventajas de la biomasa

El uso de la biomasa como energía renovable frente a las energías no renovables, como los combustibles fósiles, tiene las siguientes ventajas:

No contribuye al efecto invernadero.

Reducir las emisiones de azufre.

Reducir las emisiones de partículas.

Reducir las emisiones CO, HC y Nox

Ciclo neutro de CO₂.

Posibilidad de utilización de tierras de barbecho con cultivos energéticos.

Aprovechamiento de residuos agrícolas, evitando su quema en el terreno.

Reduce la dependencia energética con las energías no renovables fósiles.

Reducción de los peligros asociados a los combustibles derivados del petróleo.

Reducción de riesgos de incendios forestales y de plagas de insectos

Crecimiento socioeconómico en las áreas rurales

Con estas ventajas, la biomasa en el futuro será una fuente de energía potencial, siendo un elemento de gran importancia en las zonas rurales.

Más especialmente en esta zona (que ha visto como en las últimas décadas ha sufrido una terrible despoblación debido al éxodo de la población del campo a la ciudad y un

envejecimiento general en la media de edad de sus habitantes) es un tema de vital importancia la revitalización económica de estos pueblos para frenar esta pérdida de población, sin duda el problema más grave que sufre esta zona.

El aprovechamiento de la biomasa si bien además de permitir reducir la dependencia de los combustibles fósiles y reducir la contaminación y el efecto invernadero, tendrá una importante función en el crecimiento socioeconómico de estas áreas rurales siendo además de todo lo dicho anteriormente una medida contra la despoblación rural que sufre la provincia de Zamora.

3 Desarrollo del estudio

Nuestro estudio sobre la biomasa disponible en la zona sur de Zamora alcanzara a una serie de municipios que se encuentran en la zona sur-este de Zamora estos municipios serán:

Argujillo, La Bóveda de Toro, Cañizal, Castrillo de la Guareña, Fuentesauco, Fuentelapeña, Guarrate, El Pego, Peleagonzalo, El Piñero, San Miguel de la Ribera, Sanzoles, Toro, Vadillo de la Guareña, Valdefinjas, Venialbo, Villabuena del Puente, Villaescusa y Villamor de los Escuderos.

También se incluirán dos municipios de la provincia de Salamanca (Aldeanueva de Figueroa y Topas) y un municipio de la provincia de Valladolid (Villafranca de Duero). El motivo de su inclusión en el perímetro de estudio es debido a su localización geográfica muy próxima a nuestra zona de estudio y la cantidad de recursos aprovechables con la que cuentan estos municipios.

Quedando la zona de estudio situada geográficamente en la siguiente zona :

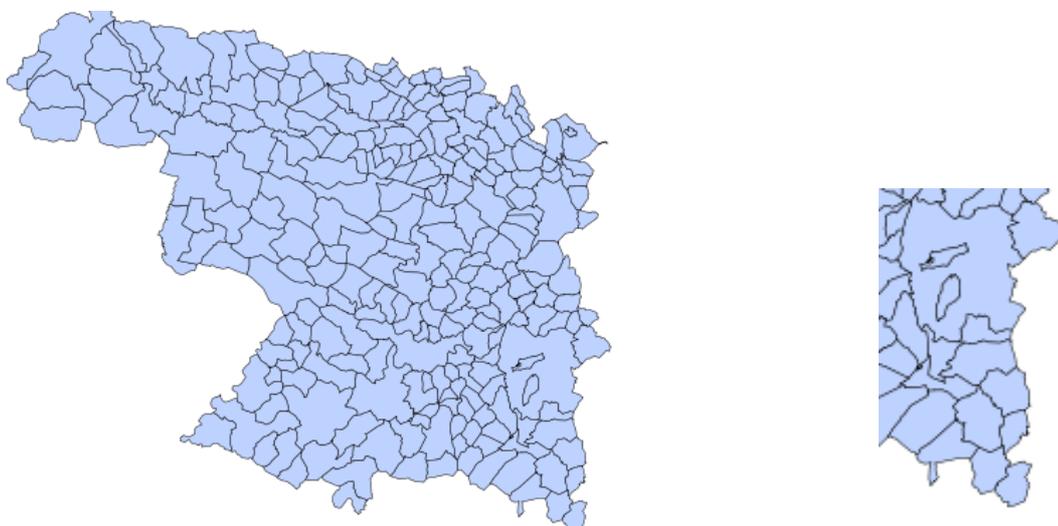


Figura3.1-Mapa municipal de Zamora y de la zona estudiada

(*) La situación de los municipios estudiados quedará más definida en apartados posteriores del estudio.

3.1 Recursos disponibles en los municipios estudiados

A continuación vamos a exponer los recursos disponibles en los municipios estudiados, estudiando los fines para los que son dedicados cada hectárea del termino de cada pueblo, para posteriormente estudiar su posible uso con fines energéticos, los datos están sacados **del SIOSE (Sistema de Información sobre Ocupación del Suelo de España), del Centro de Gestión Catastral y Cooperación Tributaria y de la base de datos del SigPac 2014.**

LABOR O LABRADÍO CON ENCINAS SECANO / 01	0,0	394,6	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
LABOR O LABRADÍO CON ENCINAS SECANO / 02	0,0	175,2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
LABOR O LABRADÍO CON ROBLES SECANO / 01	0,0	343,4	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
LABOR O LABRADÍO CON ROBLES SECANO / 02	0,0	345,2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
LABOR O LABRADÍO REGADÍO / 00	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
LABOR O LABRADÍO REGADÍO / 01	240,9	179,5	184,8	61,9	193,2	88,2	119,9	62,6	69,8
LABOR O LABRADÍO REGADÍO / 02	399,6	1.904,6	153,7	144,3	929,9	259,6	236,0	460,2	449,0
LABOR O LABRADÍO REGADÍO / 03	0,0	189,7	129,6	0,0	121,1	25,5	0,0	149,9	269,1
LABOR O LABRADÍO REGADÍO / 04	0,0	0,0	0,0	0,0	1,3	0,0	0,0	0,0	0,0
LABOR O LABRADÍO REGADÍO / 05	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
LABOR O LABRADÍO REGADÍO / 06	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
LABOR O LABRADÍO REGADÍO / 07	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
LABOR O LABRADÍO REGADÍO / 08	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
LABOR O LABRADÍO SECANO / 01	582,6	774,8	0,1	28,2	42,9	172,9	21,8	16,1	51,0
LABOR O LABRADÍO SECANO / 02	2.251,8	1.375,2	9,6	324,9	53,9	371,9	129,2	95,6	93,5
LABOR O LABRADÍO SECANO / 03	1.211,2	593,2	31,5	988,0	51,9	535,7	453,7	351,3	346,0
LABOR O LABRADÍO SECANO / 04	0,0	0,0	95,3	434,1	153,2	926,3	490,6	1.373,3	902,5
LABOR O LABRADÍO SECANO / 05	0,0	0,0	108,2	0,0	1.871,2	476,7	275,1	2.040,6	2.493,0
LABOR O LABRADÍO SECANO / 06	0,0	0,0	29,7	0,0	1.677,1	321,0	169,1	707,8	1.358,0
LABOR O LABRADÍO SECANO / 07	0,0	0,0	0,0	0,0	433,0	0,0	0,0	70,6	59,8

LABOR O LABRADÍO SECANO/08	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
LABOR O LABRADÍO SECANO / 09	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
MONTE BAJO / 00	84,6	89,6	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
OTROS / 00	0,0	0,0	0,7	0,0	0,0	0,0	1,4	0,5	1,0
PASTOS / 00	91,1	442,1	36,4	59,2	80,8	32,2	62,1	4,3	53,1
PINAR MADERABLE / 00	138,7	28,1	0,0	0,7	0,0	0,0	51,6	174,7	36,7
PINAR MADERABLE / 01	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
PINAR MADERABLE / 02	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
PINAR PINEA O DE FRUTO / 00	0,0	0,0	5,2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
PLANTAS INDUSTRIALES REGADÍO / 00	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
PRADO O PRADERAS DE REGADÍO / 01	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
PRADO O PRADERAS DE REGADÍO / 02	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
PRADO O PRADERAS DE REGADÍO / 03	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
PRADOS O PRADERAS / 00	109,6	0,0	0,0	0,0	11,5	0,0	7,1	0,0	0,0
PRADOS O PRADERAS / 01	0,0	504,4	0,0	3,0	0,0	35,3	0,0	70,2	5,0
PRADOS O PRADERAS / 02	0,0	274,2	0,0	15,6	0,0	5,8	0,0	1,5	6,0
PRADOS O PRADERAS / 03	0,0	0,0	0,0	20,4	0,0	17,6	0,0	0,0	108,3
PRADOS O PRADERAS / 04	0,0	0,0	0,0	14,7	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
ROBLEDAL / 01	0,0	994,8	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
ROBLEDAL / 02	0,0	465,9	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
VÍA DE COMUNICACIÓN DE DOMINIO PÚBLICO / 00	116,5	268,2	68,2	85,7	160,6	150,0	123,1	106,7	21,6
VIÑA SECANO / 00	22,1	11,0	0,0	0,0	53,9	18,5	0,0	16,3	0,0
VIÑA SECANO / 01	0,0	0,0	81,9	7,7	0,0	0,0	0,0	0,0	20,0
VIÑA SECANO / 02	0,0	0,0	18,4	40,6	0,0	0,0	0,0	0,0	53,5
VIÑA SECANO / 03	0,0	0,0	0,0	67,8	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
VIÑA SECANO / 04	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
VIÑEDOS REGADÍO / 00	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Total	5.504,8	11.130,7	1.032,2	2.326,1	5.896,2	3.488,1	2.173,8	5.744,8	6.740,8

Tabla3.2-Tipo de hectáreas que poseen los municipios estudiados

Tipo de suelo	Guarrate	El Pego	Pelegonzalo	El Piñero	San Miguel de la Ribera	Sanzoles	Toro	Vadillo de la Guareña	Valdefinjas	Venialbo	Vilabuena del Puente	Villaescusa	Villamor de los Escuderos
ALCORNOCAL / 00	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
ALMENDRO SECANO / 00	0,0	0,0	0,1	1,0	0,0	2,5	49,9	0,0	0,0	4,0	0,0	0,0	0,0
ARBOLES DE RIBERA / 00	0,0	8,0	8,9	4,5	0,8	4,1	316,6	23,5	0,0	0,0	0,3	4,2	8,4
ARBOLES DE RIBERA / 01	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	2,6	0,0	0,0	0,0
ARBOLES DE RIBERA / 02	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	7,5	0,0	0,0	0,0
EDIFICACIONES AGRARIAS / 00	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
ENCINAR / 00	0,0	8,7	0,0	0,0	0,0	273,4	3.205,8	141,2	0,0	607,5	0,0	15,0	0,0
ENCINAR / 01	0,0	0,0	0,0	37,8	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
ENCINAR / 02	0,0	0,0	0,0	18,2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
ESPECIES MEZCLADAS / 00	0,0	8,3	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
FRUTALES REGADÍO / 00	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	41,2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
FRUTALES SECANO / 00	0,0	0,8	0,0	0,0	2,1	6,4	0,0	0,0	0,0	13,7	0,0	0,0	0,0
FRUTALES SECANO / 01	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	23,3	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
FRUTALES SECANO / 02	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	41,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
HIDROGRAFÍA CONSTRUIDA (EMBALSE,CANAL..) / 00	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,4	0,0	0,0	0,0	0,0	10,5	0,0	0,0

HIDROGRAFA NATURAL	6,4	0,5	40,6	13,4	11,3	5,4	407,7	46,2	8,5	16,3	16,9	47,3	37,9
HUERTA REGADÍO / 00	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	7,8	1,7	0,0	0,0	4,0	0,0	0,0	0,0
IMPRODUCTIVO / 00	3,6	14,4	1,2	1,6	0,8	3,8	323,8	11,7	70,8	1,4	3,1	3,3	1,7
LABOR O LABRADÍO CON ALCORNOQUES SECANO / 00	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
LABOR O LABRADÍO CON ENCINAS SECANO / 00	0,0	0,0	0,0	13,2	0,0	68,6	0,0	0,0	0,0	104,5	0,0	0,0	0,0
LABOR O LABRADÍO CON ENCINAS SECANO / 01	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
LABOR O LABRADÍO CON ENCINAS SECANO / 02	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
LABOR O LABRADÍO CON ROBLES SECANO / 01	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
LABOR O LABRADÍO CON ROBLES SECANO / 02	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
LABOR O LABRADÍO REGADÍO / 00	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	477,5	0,0	0,0	51,5	0,0	0,0	0,0	480,0
LABOR O LABRADÍO REGADÍO / 01	14,2	5,4	34,5	19,5	37,6	0,0	95,6	20,2	0,0	31,1	38,2	21,4	0,0
LABOR O LABRADÍO REGADÍO / 02	94,9	252,5	82,6	51,1	217,6	0,0	135,4	235,1	0,0	79,5	114,6	212,8	0,0
LABOR O LABRADÍO REGADÍO / 03	357,6	224,8	157,3	90,2	10,5	0,0	683,0	295,6	0,0	0,0	262,4	134,9	0,0

LABOR O LABRADÍO REGADÍO / 04	0,0	0,0	248, 0	38,5	24,3	0,0	903,1	169, 3	0,0	0,0	169, 3	0,0	0,0
LABOR O LABRADÍO REGADÍO / 05	0,0	0,0	191, 8	0,0	0,0	0,0	1.305, 2	0,0	0,0	0,0	24,7	0,0	0,0
LABOR O LABRADÍO REGADÍO / 06	0,0	0,0	92,5	0,0	0,0	0,0	2.884, 3	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
LABOR O LABRADÍO REGADÍO / 07	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	1.034, 4	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
LABOR O LABRADÍO REGADÍO / 08	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	968,5	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
LABOR O LABRADÍO SECANO / 01	6,4	18,8	0,5	18,2	1,3	14,5	66,5	55,4	0,0	5,2	2,7	12,0	26,0
LABOR O LABRADÍO SECANO / 02	17,9	28,2	2,2	107, 4	13,1	50,5	110,2	178, 3	13,4	22,9	1,4	13,7	78,8
LABOR O LABRADÍO SECANO / 03	50,0	100, 4	3,8	422, 6	57,1	221, 7	624,7	313, 7	145, 6	80,4	22,5	81,4	74,2
LABOR O LABRADÍO SECANO / 04	449, 5	343, 6	10,2	442, 0	158, 5	355, 6	674,6	885, 5	405, 9	439, 0	39,1	247, 1	152, 3
LABOR O LABRADÍO SECANO / 05	1.35 2,1	889, 1	81,9	287, 2	754, 1	141, 1	717,2	1.10 6,7	526, 8	1.03 5,2	203, 6	705, 5	728, 7
LABOR O LABRADÍO SECANO / 06	549, 4	102, 5	61,9	164, 1	734, 7	133, 7	744,3	320, 9	0,0	818, 3	879, 4	1.13 5,2	1.37 2,4
LABOR O LABRADÍO SECANO / 07	12,6	0,0	150, 3	0,0	341, 5	123, 8	5.295, 4	11,9	0,0	0,0	287, 8	1.22 3,4	1.29 9,5
LABOR O LABRADÍO SECANO / 08	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	74,2	4.428, 7	4,9	0,0	0,0	130, 2	0,0	493, 1
LABOR O LABRADÍO SECANO / 09	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	10,7	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
MONTE BAJO / 00	6,3	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	78,6	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	8,2
OTROS / 00	0,0	0,5	0,0	0,6	0,5	0,5	0,6	0,0	0,0	1,7	0,0	0,4	2,4

ROBLEDAL / 02	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
VÍA DE COMUNICACIÓN DE DOMINIO PÚBLICO / 00	59,8	68,5	34,8	56,7	52,9	78,8	927,7	70,1	34,2	120,6	111,1	130,7	151,9
VIÑA SECANO / 00	53,3	0,0	16,1	53,5	0,0	0,0	0,0	13,9	0,0	0,0	0,0	17,8	0,0
VIÑA SECANO / 01	0,0	3,4	0,0	0,0	4,1	82,9	271,2	0,0	12,1	32,0	50,8	0,0	46,3
VIÑA SECANO / 02	0,0	93,6	0,0	0,0	56,8	89,7	1.260,2	0,0	120,7	182,1	89,2	0,0	306,9
VIÑA SECANO / 03	0,0	120,8	0,0	0,0	10,0	0,0	876,2	0,0	0,0	63,6	30,9	0,0	16,9
VIÑA SECANO / 04	0,0	171,3	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
VIÑEDOS REGADÍO / 00	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	228,8	86,3	0,0	0,0	64,1	0,0	0,0
Total	3.145,4	2.657,0	1.263,9	1.958,6	2.545,4	2.542,0	31.782,2	4.401,3	1.542,0	4.174,3	2.592,0	4.279,7	5.501,3

Después de ver el cómo están repartidos los suelos de cada municipio y el sumatorio total de hectáreas que dispone cada uno de ellos, vamos a calcular el total de cada tipo de recurso disponible en el perímetro estudiado.

Esto se realizara efectuando la suma de los mismos tipos de recursos de todos los municipios de la zona estudiada, estos son los resultados:

ALCORNOCAL / 00	86,1
ALMENDRO SECANO / 00	57,6
ARBOLES DE RIBERA / 00	464,1
ARBOLES DE RIBERA / 01	21,8
ARBOLES DE RIBERA / 02	15,5
EDIFICACIONES AGRARIAS / 00	0,0
ENCINAR / 00	4.473,7
ENCINAR / 01	1.210,0
ENCINAR / 02	410,6
ESPECIES MEZCLADAS / 00	33,8
FRUTALES REGADÍO / 00	42,5

FRUTALES SECANO / 00	34,2
FRUTALES SECANO / 01	23,3
FRUTALES SECANO / 02	41,0
HIDROGRAFÍA CONSTRUIDA (EMBALSE,CANAL..) / 00	22,1
HIDROGRAFÍA NATURAL (RÍO,LAGUNA,ARROYO.) / 00	861,9
HUERTA REGADÍO / 00	13,9
IMPRODUCTIVO / 00	847,9
LABOR O LABRADÍO CON ALCORNOQUES SECANO / 00	26,8
LABOR O LABRADÍO CON ENCINAS SECANO / 00	188,0
LABOR O LABRADÍO CON ENCINAS SECANO / 01	394,6
LABOR O LABRADÍO CON ENCINAS SECANO / 02	175,2
LABOR O LABRADÍO CON ROBLES SECANO / 01	343,4
LABOR O LABRADÍO CON ROBLES SECANO / 02	345,2
LABOR O LABRADÍO REGADÍO / 00	1.009,1
LABOR O LABRADÍO REGADÍO / 01	1.518,6
LABOR O LABRADÍO REGADÍO / 02	6.412,9
LABOR O LABRADÍO REGADÍO / 03	3.101,3
LABOR O LABRADÍO REGADÍO / 04	1.553,8
LABOR O LABRADÍO REGADÍO / 05	1.521,7
LABOR O LABRADÍO REGADÍO / 06	2.976,8
LABOR O LABRADÍO REGADÍO / 07	1.034,4
LABOR O LABRADÍO REGADÍO / 08	968,5
LABOR O LABRADÍO SECANO / 01	1.917,8
LABOR O LABRADÍO SECANO / 02	5.343,5
LABOR O LABRADÍO SECANO / 03	6.760,5
LABOR O LABRADÍO SECANO / 04	8.978,1
LABOR O LABRADÍO SECANO / 05	15.793,7
LABOR O LABRADÍO SECANO / 06	11.279,4

LABOR O LABRADÍO SECANO / 07	9.309,4
LABOR O LABRADÍO SECANO / 08	5.131,2
LABOR O LABRADÍO SECANO / 09	10,7
MONTE BAJO / 00	267,2
OTROS / 00	10,7
PASTOS / 00	2.605,9
PINAR MADERABLE / 00	1.285,2
PINAR MADERABLE / 01	466,4
PINAR MADERABLE / 02	1.778,9
PINAR PINEA O DE FRUTO / 00	5,2
PLANTAS INDUSTRIALES REGADÍO / 00	2,8
PRADO O PRADERAS DE REGADÍO / 01	37,0
PRADO O PRADERAS DE REGADÍO / 02	13,9
PRADO O PRADERAS DE REGADÍO / 03	2,9
PRADOS O PRADERAS / 00	175,1
PRADOS O PRADERAS / 01	813,8
PRADOS O PRADERAS / 02	502,7
PRADOS O PRADERAS / 03	275,9
PRADOS O PRADERAS / 04	27,5
ROBLEDAL / 01	994,8
ROBLEDAL / 02	465,9
VÍA DE COMUNICACIÓN DE DOMINIO PÚBLICO / 00	2.998,5
VIÑA SECANO / 00	276,7
VIÑA SECANO / 01	612,3
VIÑA SECANO / 02	2.311,6
VIÑA SECANO / 03	1.186,3
VIÑA SECANO / 04	171,3
VIÑEDOS REGADÍO / 00	379,1
Total	112.422,4

Así es como queda nuestro estudio después de hacer un análisis del perímetro a estudiar, ahora habrá que agrupar los distintos tipos de suelo, en función de su uso y

características similares, este es un trabajo minucioso en el que hay que llevar a análisis las propiedades de los distintos elementos que se puedan agrupar.

En esta agrupación se suman los tipos de recursos de todos los pueblos en función de sus características para la obtención de biomasa, de tal manera que por ejemplo cultivos como trigo, cebada, avena... con características similares se agrupan en un mismo grupo, y así se realiza con todos los recursos disponibles en el perímetro estudiado teniendo en cuenta los datos obtenidos anteriormente.

Tabla3.3- Agrupación de los distintos tipos de suelo en función de su uso y características

Tipo de suelo	Hectáreas
CULTIVOS: SECANO Y REGADIO	86.111,47
ALCORNOCAL , ENCINAR Y ROBLEDAL	7.674,98
FRUTALES SECANO	156,15
FRUTALES REGADÍO	42,5
ARBOLES DE RIBERA	501,38
HIDROGRAFÍA	884,02
IMPRODUCTIVO	847,95
MONTE BAJO	277,89
PINAR	3535,79
PRADOS DE REGADIO	53,72
PRADOS DE SECANO	4.400,99
VÍA DE COMUNICACIÓN DE DOMINIO PÚBLICO	2.998,54
VIÑA	4.558,16
VIÑA REGADIO	379,14
TOTAL	112.422,68

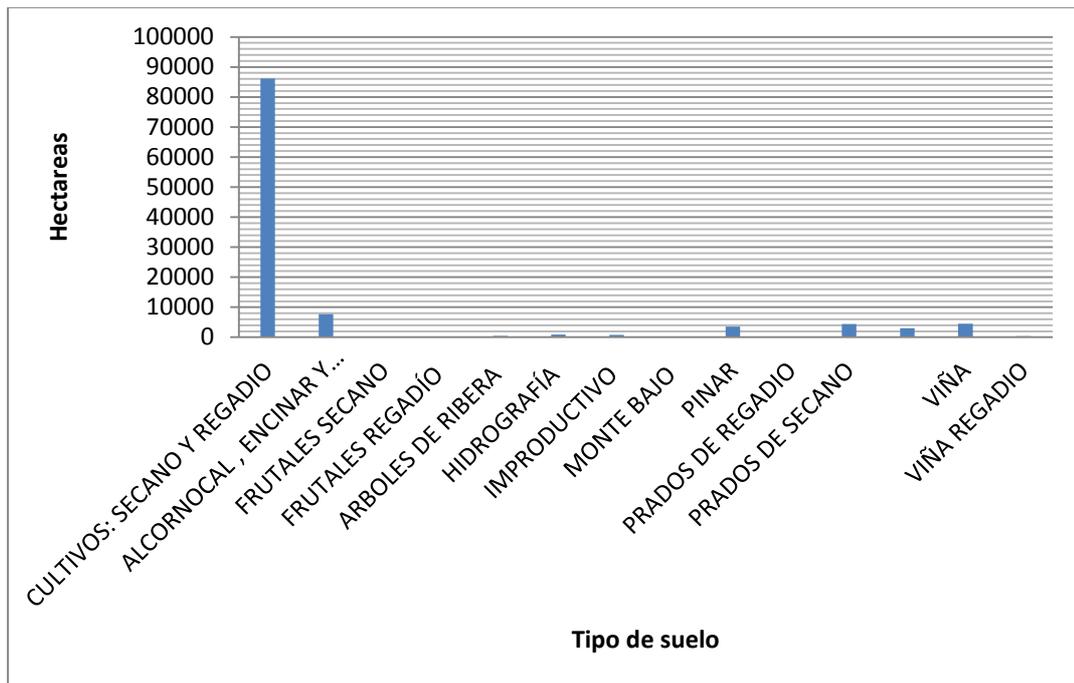


Figura3.2-Grafico de los tipos de hectáreas de la zona estudiada

Como podemos ver, después de realizar este análisis, la mayoría de las hectáreas están ocupadas por cultivos por lo que presumiblemente la mayor parte de la biomasa va a provenir de los residuos de estos cultivos frente a los residuos de las masas forestales, que como se podía prever por las características de la zona (cuyo recurso económico principal es la agricultura), poseen un número reducido de hectáreas en comparación con los cultivos de secano y regadío.

De tal manera que se va a realizar un análisis más completo sobre los cultivos disponibles:

Dentro de los cultivos, que es el tipo de suelo más extenso del que disponemos vamos a hacer una diferenciación entre los cultivos que hemos calculado que disponemos en toda la zona estudiada, cultivos de regadío y cultivos de secano.

Tabla3.4-Cultivos disponibles de secano y regadío

CULTIVOS	
SECANO	REGADIO
65.997,72	20.113,75

Así usando las bases de datos del **Sig Pac 2014** vamos a poder analizar dentro de nuestros cultivos de secano y regadío, los tipos de cultivo que disponemos, para saber con exactitud los recursos que vamos a disponer. También se va a realizar un cálculo porcentual de cada tipo de cultivo en relación al total.

Tabla 3.5- Porcentajes y superficie de cada tipo de cultivo

TIPO DE CULTIVO	%	Superficie estudio
CEREAL SECANO	33,73	29.044,31
CEREAL REGADIO	10,11	8.705,93
MAIZ SECANO	0,77	666,37
MAIZ REGADIO	10,85	9.344,99
LEGUMINOSAS SECANO	3,25	2.800,17
LEGUMINOSAS REGADIO	1,19	1.021,24
OTROS CULTIVOS SECANO	10,46	9.005,25
OTROS CULTIVOS REGADIO	4,59	3.953,95
PATATA, REMOLACHA SECANO	1,06	911,43
PATATA, REMOLACHA REGADIO	3,76	3.235,43
BARBECHOS SECANO	16,64	14.328,41
BARBECHOS REGADIO	3,59	3.093,99
Total	100,00	86.111,47

También existen otros cultivos como colza, girasol, guisantes... pero el nivel de su producción es bastante reducida por lo que no merece la pena tenerlos en cuenta a la hora de poder aprovecharlos para fines de biomasa.

Como observación principal en relación a la tabla 3.5, los cultivos de cereal y maíz destacan sobre el resto de cultivos por su producción mucho más extendida.

3.2 Tipo de Biomasa estudiada

Se define biomasa como la “materia orgánica originada en un proceso biológico, espontáneo o provocado, utilizable como fuente de energía”, es decir, cualquier sustancia orgánica de origen vegetal o animal, incluyendo los materiales que resultan de su transformación natural o artificial. En la actualidad la biomasa engloba al grupo de productos energéticos y materias primas de tipo renovable que se originan a partir de la materia orgánica, se considera una fuente de energía renovable ya que se produce a un ritmo mayor del que se consume quedando por tanto excluidos los combustibles fósiles o los productos orgánicos derivados de ellos, aunque también tuvieron un origen biológico en épocas remotas.

Dentro de la biomasa podemos tener biomasa procedente de masas existentes o biomasa susceptible de instauración en áreas de aprovechamiento o con otros aprovechamientos.

En este estudio nos vamos a centrar en la biomasa procedente de masas ya existentes, y dentro de este tipo de biomasa, más en concreto los siguientes tipos:

Biomasa agrícola existente: restos de aprovechamientos agrícolas

Leñosos

Son los restos que se generan a partir de podas de olivares, frutales y viñedos. El principal inconveniente que presenta en su aprovechamiento es el marcado carácter estacional.

Herbáceos

Engloba principalmente pajas de cereal y cañote de maíz. Al igual que los residuos agrícolas leñosos, presentan una marcada estacionalidad, así como altas fluctuaciones en la producción de una temporada a otra.

Biomasa forestal existente de masas forestales sin aprovechamiento actual.

Restos de aprovechamientos forestales

Restos que proceden de los tratamientos y aprovechamientos de masas forestales existentes (ramas, riberones, etc.). Los principales inconvenientes en su aprovechamiento son la complicada mecanización de los terrenos forestales, la necesidad de operaciones de astillado o compactación en monte con el fin de abaratar los costes de transporte a partir de una determinada distancia.

3.3 Poderes caloríficos de los recursos estudiados

A continuación después de exponer todos los recursos de los que disponemos vamos a estudiar su poder calorífico sobre base seca para saber el potencial energético del que disponemos, para ello vamos a usar la base de **datos para biomasa de Phyllips 2**, comparando los resultados con los **valores obtenidos del PER IDAE (2011-2020)**.

Tabla3.6: Poder calorífico superior de las hectáreas disponibles

Tipo de suelo	PCS(Mj/Kg)
ALCORNOCAL , ENCINAR Y ROBLEDAL	19,2
FRUTALES	18,21
ARBOLES DE RIBERA	18,5
HIDROGRAFÍA	0
IMPRODUCTIVO	0
MONTE BAJO	17,138
PINAR	20,69
PRADOS	16,97
VÍA DE COMUNICACIÓN DE DOMINIO PÚBLICO	0
VIÑA	19,06

Tabla 3.7- Poder calorífico superior de cada tipo de cultivo

Tipo de cultivo	PCS(MJ/kKg) (*)
CEREAL SECANO	18,475
MAIZ	17,5
LEGUMINOSAS	0
OTROS CULTIVOS	0
PATATA, REMOLACHA	0
BARBECHOS	0

(*) En los tipos de cultivos leguminosas, patata, remolacha y otros cultivos no vamos a tener en cuenta su poder calorífico por la razón de que siempre van a ser usados para otros fines (alimentario, ganadero...) y nunca para la generación de biomasa, donde estos recursos son mucho menos aprovechables.

De tal manera que estos tipos de cultivo quedan fuera de nuestro estudio por su reducida superficie, su imposibilidad de aprovechamiento con fines energéticos y su uso en otros sectores.

3.4 Biomasa residual producida

Una vez obtenidas las superficies de los distintos suelos en nuestra zona de estudio a nivel de número de hectáreas que disponemos de cada una de ellas, el potencial de biomasa residual asociado a cada hectárea se estima utilizando un índice de producción de residuo específico de cada cultivo. El índice de residuo (IR) relaciona la producción de residuos con el rendimiento productivo del cultivo (kg de residuo / kg de producto) o con la superficie (kg de residuo/ha.año). Tanto el rendimiento en los casos en los que se ha utilizado, como el IR, se asignan a cada hectárea en función del tipo de suelo. La biomasa residual se calcula mediante una de las expresiones siguientes, según se utilice un IR basado en el rendimiento (1) o en la superficie (2)

$$(1) \text{Biomasa residual} \left(\frac{\text{kg}}{\text{año}} \right) = S(\text{ha}) \times \eta \left(\frac{\text{kg producto}}{\text{ha} \times \text{año}} \right) \times IR \left(\frac{\text{kg residuo}}{\text{kg producto}} \right)$$

$$(2) \text{Biomasa residual} \left(\frac{\text{kg}}{\text{año}} \right) = S(\text{ha}) \times IR \left(\frac{\text{kg}}{\text{ha} \times \text{año}} \right)$$

donde:

S = superficie asignada al píxel de un cultivo determinado.

η = rendimiento en producto del cultivo.

IR = índice de residuo específico de cada cultivo.

Relacionar la producción de biomasa residual con el rendimiento específico de la zona donde se localiza un determinado cultivo, hace que ésta dependa a su vez de las condiciones agroclimáticas y técnicas de cultivo empleadas. Por tanto, la estimación de aquellos cultivos en los que ha sido posible utilizarla contempla la influencia de factores que, como el clima, inciden en la producción de biomasa residual, lo que se observa claramente al comparar la biomasa producida un año de sequía y la producida un año medio.

Se presenta una relación de índices de residuo para distintos cultivos en función de la producción, existen valores muy heterogéneos dependiendo de la fuente consultada.

De todos los valores reseñados, en el estudio se han tenido en cuenta los aportados por el CENER-CIEMAT por ser el organismo de referencia a nivel nacional en investigaciones energéticas.

Tabla 3.8- Hectáreas de cada tipo de biomasa y rendimiento residual que poseen

Tipo de suelo	Superficie (Hectáreas)	Rendimiento (Kg producto/ha x año)
ALCORNOCAL , ENCINAR Y ROBLEDAL	7.674,98	300
FRUTALES	198,65	1.300
ARBOLES DE RIBERA	501,38	10.520
MONTE BAJO	277,89	150.00
PINAR	3.535,79	290
PRADOS	4.454,71	3.500
VIÑA	4.937,3	1.500
CEREAL	37.750,24	2.500
MAIZ	10.111,38	8.000

(*) Para los valores de rendimientos de frutales, alcornocal, robledal, encinar, arboles de ribera y pinares, se ha utilizado los valores del IDAE teniendo en cuenta la variedad dentro de la especie que predomina en la zona de Zamora, según el inventario forestal nacional (IFN3).

También se ha contrastado con datos de ITABIA 2013.

Estos valores son los que corresponden a la biomasa de restos competitiva, compuesta por rabeones, ramas y ramillas procedentes de los distintos tratamientos y árboles completos con diámetro inferior a 20 cm (clareos y algunas claras)

Una vez obtenidos estos datos vamos a aplicarlos a las formulas antes citadas, para poder saber la biomasa residual que vamos a obtener de cada tipo de suelo de nuestra zona de estudio.

Tabla3.9- Biomasa residual de cada tipo de suelo estudiado

Tipo de suelo	Biomasa residual (kg/año)
ALCORNOCAL , ENCINAR Y ROBLEDAL	$7674,98 \times 300 = 2.302.494$
FRUTALES	$1300 \times 198,65 = 258.245$
ARBOLES DE RIBERA	$501,38 \times 10520 = 5.274.517,6$
MONTE BAJO	$277,89 \times 15000 = 4.168.350$
PINAR	$3535,79 \times 290 = 1.025.379,1$
PRADOS	$3500 \times 4454,71 = 15.591.485$
VIÑA	$1500 \times 4937,3 = 7.405.950$
CEREAL SECANO	$37750,24 \times 2500 = 94.375.600$
MAÍZ	$8000 \times 10011,36 = 80.090.880$

Como era de esperar debido al gran número de hectáreas cereal que se disponen en relación al total de hectáreas estudiadas, una parte muy importante de la biomasa residual va a provenir del cereal.

En cuanto al maíz del que también disponemos un número muy elevado de Kg de biomasa residual, además de ser un cultivo con un gran número de hectáreas (aunque no esté tan extendido en la zona como el cereal), es un cultivo que por sus características deja un número muy elevado de residuos por hectárea, lo que le hace ser una importante fuente de biomasa residual.

3.5 Potencial energético

Una vez que hemos obtenido todos estos datos vamos a calcular el potencial energético de cada cultivo sabiendo la cantidad de biomasa residual producida por cada uno de ellos y su poder calorífico superior calculado en apartados anteriores

Tabla 3.10-MegaJulios anuales producidos por cada tipo de biomasa

Tipo de suelo	Biomasa residual (kg/año)	PCS (Mj/kg)	Mj/año
ALCORNOCAL , ENCINAR Y ROBLEDAL	2.302.494	19,20	44.207.884
FRUTALES	258.245	18,21	4.702.641
ARBOLES DE RIBERA	5.274.517	18,50	97.578.575
MONTE BAJO	4.168.350	17,14	71.437.182
PINAR	1.025.379	20,69	21.215.093
PRADOS	15.591.485	16,97	264.587.500
VIÑA	7.405.950	19,06	141.157.407
CEREAL SECANO	94.375.600	18,48	1.743.589.210
MAÍZ	80.090.880	17,50	1.401.590.400

Como se podía prever por los resultados obtenidos en apartados anteriores del presente estudio, además de por las condiciones agroclimáticas de la zona, las dos principales fuentes de biomasa obtenidas después del análisis son el cereal y el maíz.

A continuación vamos a elaborar un gráfico donde se observa de manera porcentual la potencial producción de energía de los diferentes tipos de suelo, se puede observar claramente cual van a ser las principales fuentes de biomasa:

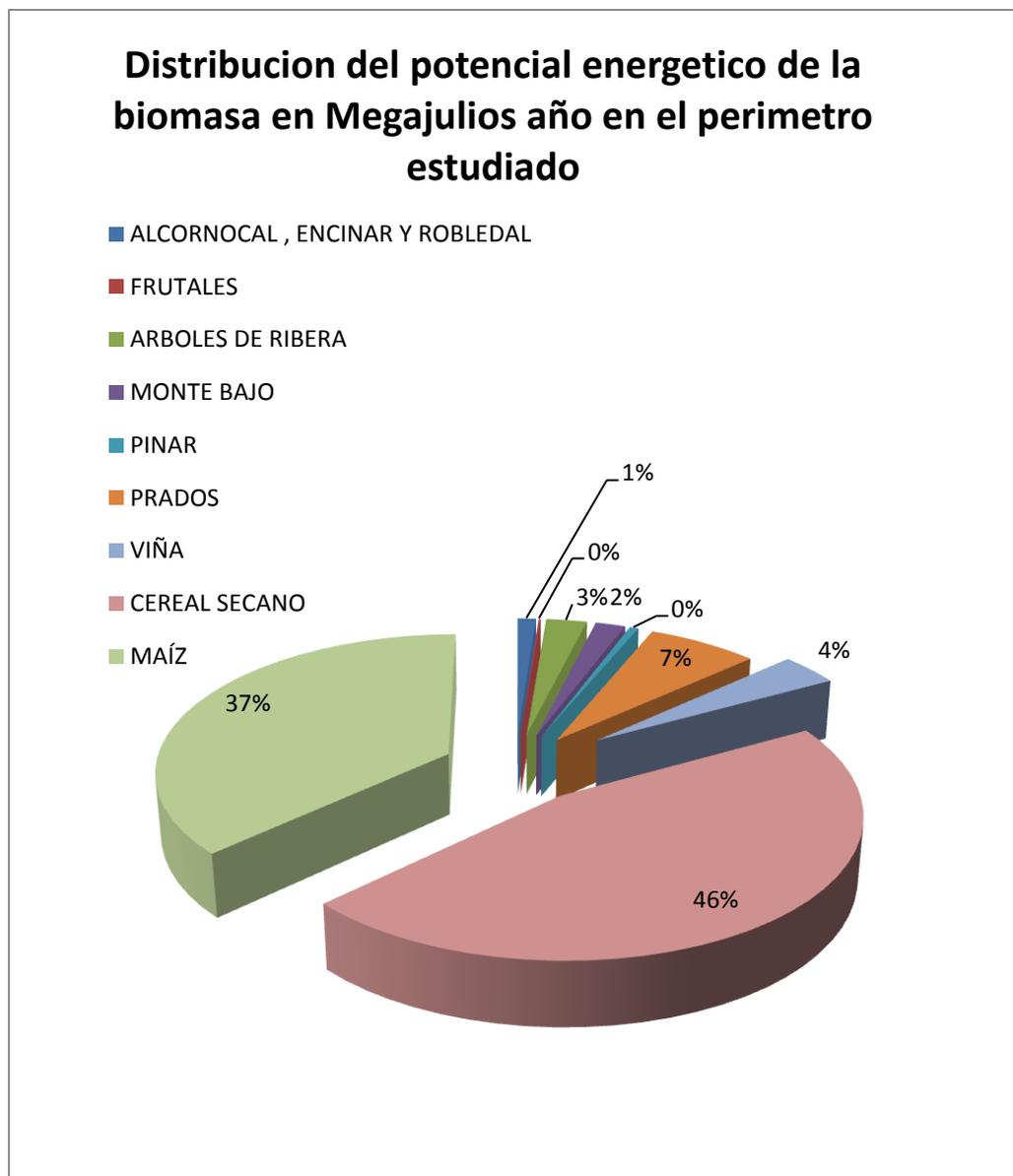


Figura3.3- Grafico del porcentaje de energía producido por cada tipo de biomasa .

Con los resultados obtenemos que la mayoría de los Mj son producidos por los residuos de los cultivos agrícolas (cereal y maíz), esto era de esperar debido a que la mayoría de las hectáreas de esta zona están dedicadas a cultivos agrícolas y los recursos forestales en esta zona estudiada son escasos.

Las hectáreas que disponemos de los cultivos según los datos tomados en apartados anteriores, del SIOSE y del SigPag 2014 vienen resumidas en esta gráfica.

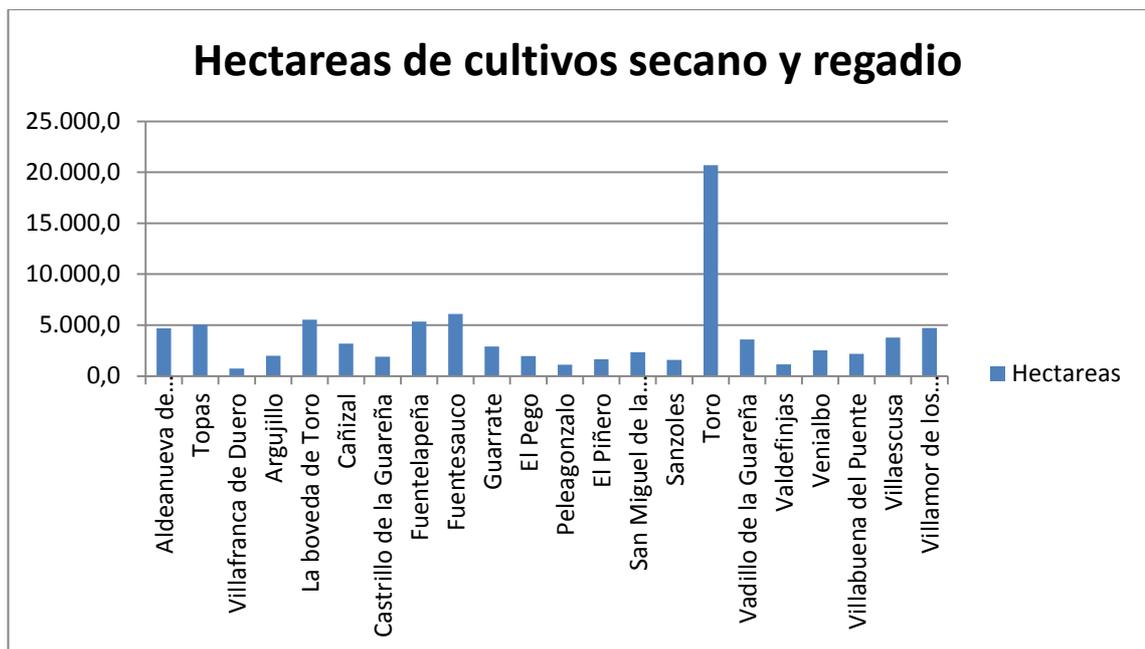


Figura3.4-Hectareas de cultivo que posee cada municipio

Como se puede observar en el gráfico el municipio de Toro posee, el mayor número de hectáreas de cultivo en relación a los otros municipios. Esto es debido a la gran extensión de superficie que posee este municipio 31.782,2 hectáreas, un número muy elevado en relación a los otros municipios, por ejemplo frente a las 5.301,3 que posee Villamor de los Escuderos.

Por lo tanto y observando este gráfico no podemos equivocarnos y sacar como conclusión que el municipio de Toro esté relacionado especialmente con la producción de estos cultivos más que otros municipios pertenecientes al estudio, si no que su elevado número de hectáreas le permiten tener esta cantidad tan elevada de cultivos en relación a los otros municipios.

Posteriormente se observara la densidad energética de cada municipio donde podremos concluir los municipios más relacionados con la producción de dichos cultivos.

4 Análisis de los resultados obtenidos

Del resultado de nuestro estudio se pueden obtener algunas conclusiones:

La mayoría del potencial energético de la biomasa (87 %) en la zona estudiada pertenece a los cultivos, principalmente maíz y cereal de secano. (Como era de esperar, debido a que es una zona agrícola y por sus características naturales no posee muchas masas forestales).

El municipio que posee más hectáreas con maíz y cereal de secano es Toro, pero también es debido a la gran extensión que abarca todo su territorio. Más adelante se estudiara la densidad energética para ver en qué zonas es mayor la producción por unidad de superficie.

Debido a los resultados obtenidos obtenemos en conclusión que el principal tipo de biomasa de esta zona va a ser el maíz y el cereal, por lo tanto nuestro estudio se va a centrar en este tipo de cultivos, ya que es del que mayor aprovechamiento energético se va a poder obtener.

A continuación vamos a realizar un estudio de las posibilidades de aprovechamiento de este tipo de biomasa que predomina en esta zona:

Se va a considerar una humedad del 12% para los residuos de cultivo de maíz y cereal ya que se trata de biomasa que suele permanecer bastante tiempo en el campo una vez realizada la cosecha, por lo que se favorece su secado natural.

La humedad de este tipo de residuos una vez se ha producido la cosecha oscila entre el 10%-15%, se escoge el valor del 12% ya que consultando la bibliografía es el valor más adecuado y que mejor se adapta teniendo en cuenta las condiciones climáticas de la zona en el momento de la cosecha.

En el caso de los cultivos leñosos se consideraría un 20% de grado de humedad, valor medio para este tipo de biomasa si se mide la humedad un tiempo después de realizarse la poda.

Así con valores obtenidos del CIEMAT:

Tabla4.1- Poder calorífico inferior con 12% de humedad del cereal y del maíz

PCI residuos cereal	15,474 Mj/ Kg
PCI residuos de maíz	15,035 Mj/Kg

Teniendo en cuenta las cantidades de producción de residuos de estos dos cultivos en toda el área estudiada, el potencial energético sería el siguiente:

Tabla 4.2-Energía anual producida por los residuos de maíz y de cereal

Tipo de residuo	Kg de residuo al año	PCI residuo MJ/Kg	MJ/año	KWh/año
Residuos cereal	94.375.600,00	15,474	1.460.368.034,00	405.657.787,00
Residuos maíz	80.090.880,00	15,035	1.204.166.381,00	334.490.661,00

Como se puede observar el número de KWh anuales que se pueden producir es bastante elevado para el abastecimiento de un solo municipio, esto es debido a que la zona elegida para nuestro estudio es muy extensa y abarca la superficie de 22 municipios.

Debido a los resultados obtenidos en el estudio realizado podemos concluir que la biomasa procedente de los residuos agrícolas es una materia que abunda en esta zona y puede ser aprovechable con fines energéticos, ya que la biomasa procedente de los residuos de maíz no tiene ningún otro uso, en cuanto a la biomasa procedente de los residuos de cereal a pesar del uso para alimentación de la ganadería se producen excedentes suficientes para la producción energética.

Además otra ventaja en el uso de estos recursos es que como combustible, es una opción muy atractiva económicamente puesto que está exenta de impuestos (por el momento) a diferencia de los combustibles fósiles.

A continuación se va a calcular la densidad energética de cada municipio, es decir cuántas hectáreas cultivadas existen por el total de hectáreas que dispone cada municipio.

Este será un dato relevante a la hora de saber la relación de cada municipio con la agricultura, y un dato imprescindible el cual nos será de gran ayuda a la hora de la elección del lugar óptimo donde situar el district heating.

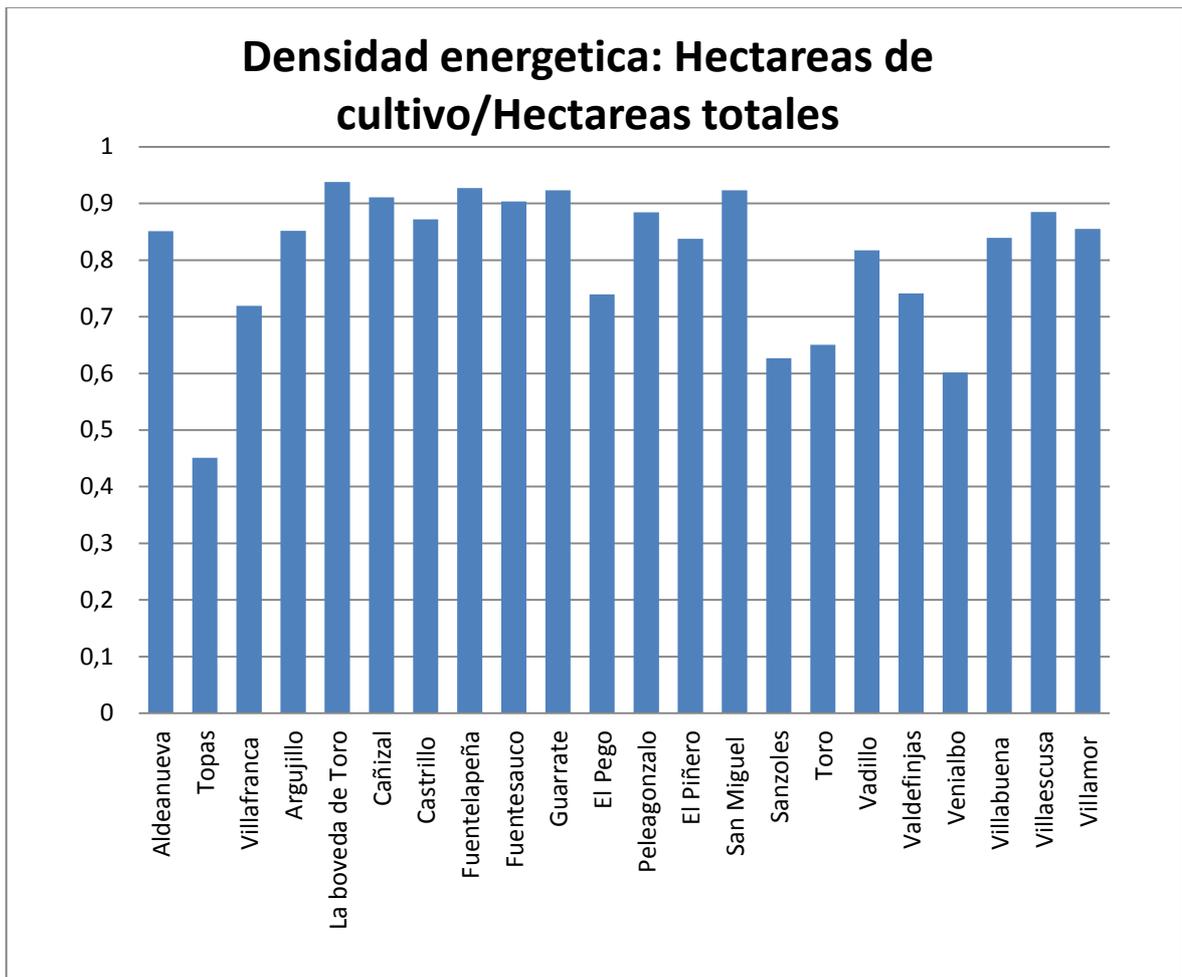


Figura4.1- Densidad energética de cada municipio

4.1 Localización ideal del district heating

Tras un análisis de la producción de biomasa por parte de cada municipio, la densidad energética encontrada en cada uno de ellos y las distancias a recorrer por carretera desde un municipio a otro podemos llegar a las siguientes conclusiones.

El programa usado para realizar este cálculo es el **ARCGIS 10.3, de la casa ESRI**, en concreto lo que se ha utilizado es la extensión Network Analyst para análisis de redes.

Esta extensión funciona de la siguiente manera:

Para realizar un análisis de red es necesario tener una red que analizar, por lo tanto se añade una capa de datatest del ArcMap.

Los datatest son apropiados para modelar redes de transporte. Se crean a partir de entidades de origen, que pueden incluir entidades simples (líneas y puntos) y giros, y almacenar la conectividad de las entidades de origen. Al realizar un análisis mediante la Extensión ArcGIS Network Analyst, el análisis siempre se realiza en un dataset de red.

En general el datatest modela la red de carreteras, estableciendo las rutas posibles y eligiendo la más apropiada.

Se puede construir la red editando las entidades de origen y editando los datos de la red.

Una capa de análisis de red almacena los insumos, las propiedades y los resultados de un análisis de la red. Contiene un espacio de trabajo en memoria con clases de análisis de red para cada tipo de entrada, así como para los resultados. Las características y los registros dentro de las clases de análisis de red se conocen como objetos de análisis de red. Algunas propiedades de la capa de análisis de red le permiten definir aún más el problema que desea resolver.

Análisis de la red siempre se realizan en conjuntos de datos de la red. En consecuencia, una capa de análisis de red debe estar enlazado a un conjunto de datos de la red.

En ArcMap, un conjunto de datos de la red se debe agregar primero para que cuando se crea una capa de análisis, Network Analyst puede obligar a la capa de análisis al conjunto de datos de la red.

Hay seis tipos de capas de análisis de red:

- Ruta capa de análisis
- Más cercano capa de análisis de instalación
- Area de servicio capa de análisis
- Coste OD capa de análisis de matriz
- Vehículo de enrutamiento capa de análisis de problema
- Ubicación y asignación capa de análisis

Posteriormente se introducen los objetos de análisis de red que son características y registros utilizados como entrada y salida durante el análisis de redes. Los ejemplos incluyen paradas, barreras, rutas, e instalaciones.

Hay diferentes maneras de agregar objetos a las clases, la opción que nosotros vamos a elegir será la carga de características de producción obtenidas en los apartados anteriores en cada clase de análisis de red, las propiedades de análisis generales son el atributo de impedancia de la red a utilizar.

Una vez que se ha creado la capa de análisis, se ha añadido objetos de análisis de red de entrada y se establecen los parámetros para los objetos de análisis y capa de análisis, es el momento de resolver el problema de la red.

Para la introducción de datos en los análisis de red, parámetros de los objetos y capa de análisis se tienen en cuenta las siguientes consideraciones:

- Las localizaciones de todas las capitales municipales como posibles lugares de ubicación de la planta.
- Las mismas capitales, como lugares ideales de emisión de la producción (biomasa)
- La red de carreteras que comunica todas las capitales
- Las hectáreas de terreno dedicadas en cada municipio al cultivo y susceptibles, por tanto, de producir biomasa.

En función de todo ello se calcula la localización óptima de la planta, que es **LA BOVEDA DE TORO**. El punto está muy influenciado por,

- su posición centrada en el espacio.
- la producción muy abundante de la cercana Toro.
- una elevada densidad energética (la mayor de todos los municipios)

Esta sería nuestra disposición de la Bóveda de Toro con respecto a los otros municipios del perímetro estudiado, y nuestra disposición de redes de carretera.

Aunque en el mapa las conexiones con la planta están pintadas como rectas a la hora de realizar los cálculos la distancia entre municipios va a ser la real, es decir la transitada por carreteras.

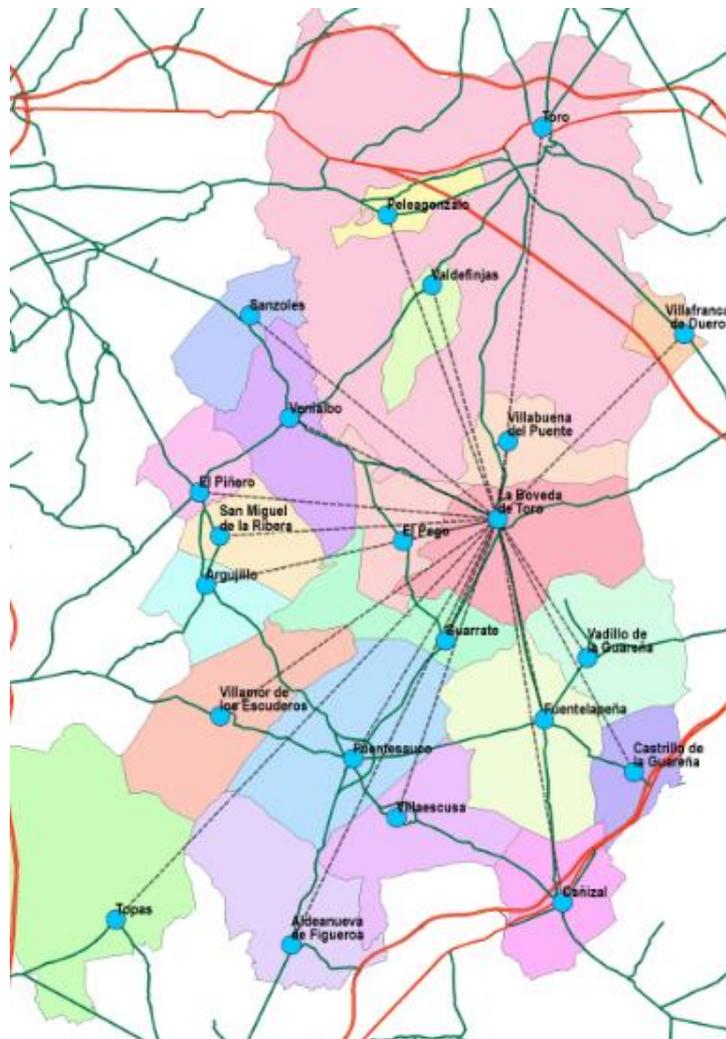


Figura4.2-Mapa de carreteras de la zona estudiada y distancia a la Bóveda de Toro

A continuación se muestra la tabla con las distancias entre municipios con respecto a la Bóveda de Toro (por carretera) y las hectáreas de cultivo de cada uno, que se ha usado para calcular el punto óptimo de la ubicación de la planta. Esta tabla nos servirá más adelante para calcular otros parámetros de nuestro estudio.

Tabla4.3-Distancia de cada municipio a la Bóveda de Toro y hectáreas de cultivo de cada uno de ellos.

ObjectID	Nombre	Hectáreas de cultivo	Distancia total x hectáreas de cultivo	Distancia total(m)
1,00	Aldeanueva de Figueroa - La Boveda de Toro	4.686,05	116.672.999,90	24.897,94
2,00	Topas - La Boveda de Toro	5.016,92	225.348.050,90	44.917,59
3,00	Villafranca de Duero - La Boveda de Toro	742,40	15.054.956,11	20.278,64
4,00	Argujillo - La Boveda de Toro	1.981,35	46.557.435,60	23.497,89
5,00	La Boveda de Toro - La Boveda de Toro	5.528,60	0,00	0,00
6,00	Cañizal - La Boveda de Toro	3.177,71	65.317.933,48	20.555,05
7,00	Castrillo de la Guareña - La Boveda de Toro	1.895,25	31.578.923,98	16.662,12
8,00	Fuentelapeña - La Boveda de Toro	5.327,91	57.891.358,26	10.865,68
9,00	Fuentesauco - La Boveda de Toro	6.091,66	89.037.867,45	14.616,36
10,00	Guarrate - La Boveda de Toro	2.904,48	19.958.216,27	6.871,53
11,00	El Pego - La Boveda de Toro	1.965,43	23.895.630,83	12.157,99
12,00	Peleagonzalo - La Boveda de Toro	1.117,67	25.317.173,42	22.651,74
13,00	El Piñero - La Boveda de Toro	1.640,89	30.311.829,25	18.472,79
14,00	San Miguel de la Ribera - La Boveda de Toro	2.350,11	49.462.444,92	21.046,86
15,00	Sanzoles - La Boveda de Toro	1.592,63	28.717.404,91	18.031,41
16,00	Toro - La Boveda de Toro	20.681,93	471.262.215,50	22.786,18
17,00	Vadillo de la Guareña - La Boveda de Toro	3.597,34	50.108.157,88	13.929,22
18,00	Valdefinjas - La Boveda de Toro	1.143,30	24.784.164,52	21.677,70
19,00	Venialbo - La Boveda de Toro	2.511,58	30.271.081,16	12.052,61

20,00	Villabuena del Puente - La Bodega de Toro	2.175,77	10.262.787,50	4.716,85
21,00	Villaescusa - La Bodega de Toro	3.787,32	70.589.649,88	18.638,44
22,00	Villamor de los Escuderos - La Bodega de Toro	4.705,04	105.640.203,90	22.452,58

electrodomésticos, el agua caliente sanitaria, la cocina, la iluminación y el aire acondicionado. Entre los electrodomésticos, destaca la incidencia de los frigoríficos, las lavadoras, las televisiones y los sistemas del *Standby*, llegando estos últimos a representar el 2,3% del consumo, casi el triple que el consumo asociado a los servicios de refrigeración, y de un peso similar a los consumos en televisión.

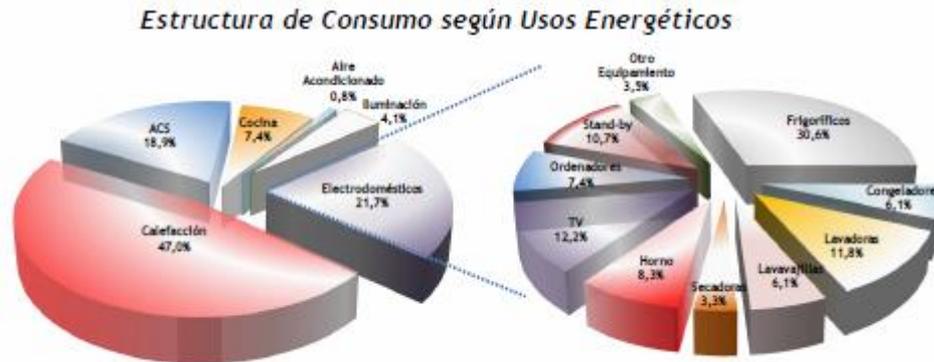


Figura5.2-Estructura de consumos según usos energéticos

El consumo del sector residencial está basado en dos terceras partes en combustibles, mayoritariamente productos petrolíferos, gas natural y energías renovables.

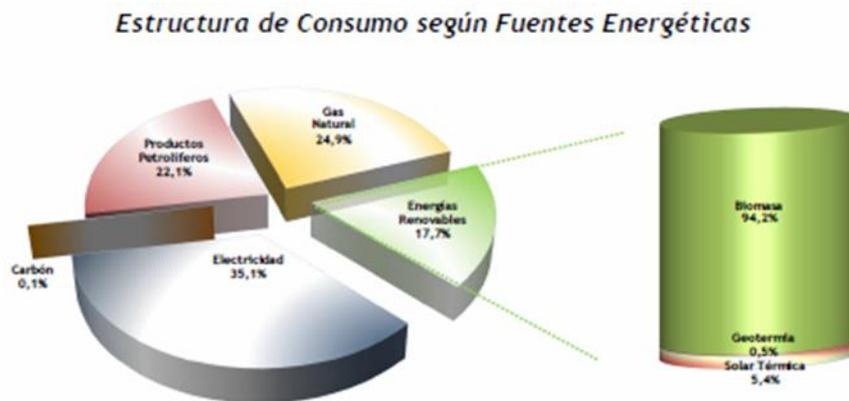


Figura5.3-Estructura del consumo residencial en España

5.2 Consumo energético del sector residencial en la Zona Climática Continental

El consumo medio de los hogares ubicados en la zona Continental es de 13.141 kWh al año 0,047 TJ, un 27% superior a la media nacional, como consecuencia de la climatología asociada a la zona y caracterizada por el gran contraste térmico entre veranos e inviernos. Los consumos de calefacción, basados preferentemente en sistemas térmicos, representan el 55% del consumo del sector.

Los consumos de agua caliente Sanitaria representan un 17,4% del consumo total de energía.

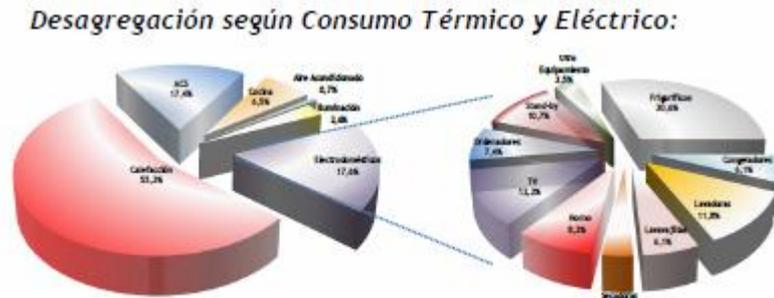


Figura5.4-Desagregacion de los consumos térmico y eléctrico en la zona climática continental

Por las fuentes energéticas la demanda energética se cubre en mayor medida con los derivados del petróleo y gas natural. En las energías renovables la biomasa representa la principal fuente energética.

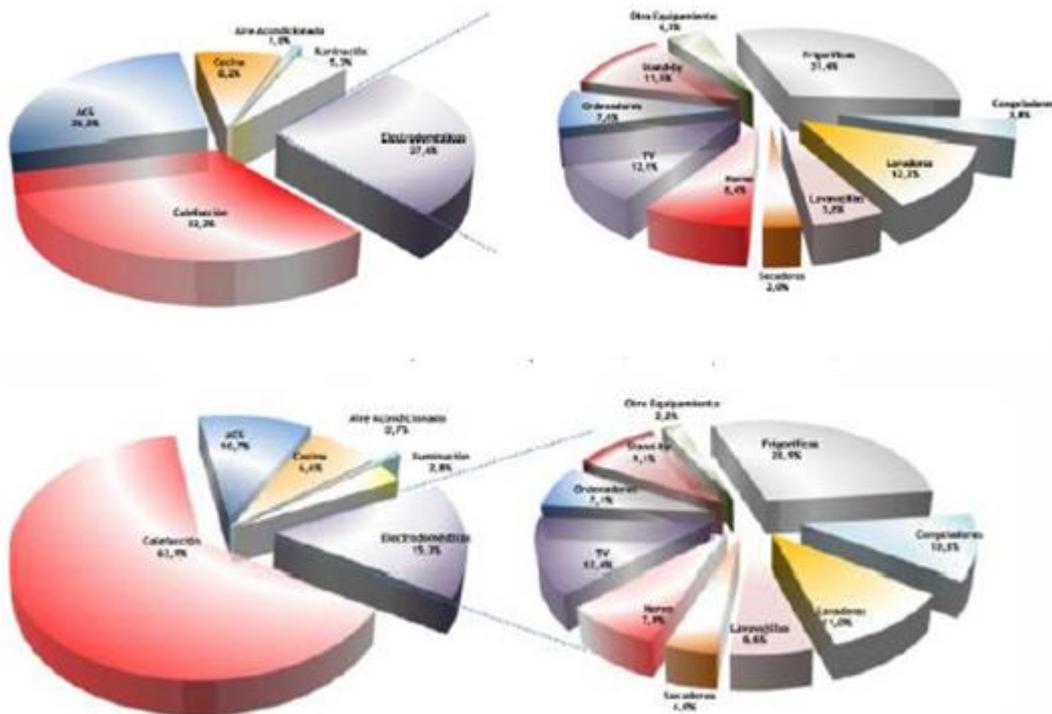


Figura5.5-Consumo energético porcentual viviendas en bloque y unifamiliar, fuente IDAE

Considerando el consumo medio por hogar, en unidades energéticas por hogar y por tipos de servicio y/uso se aprecia claramente que los consumos de las viviendas

unifamiliares superan claramente los de las viviendas en bloque o pisos, sobre todo en lo relativo a consumos asociados a la calefacción se refiere.

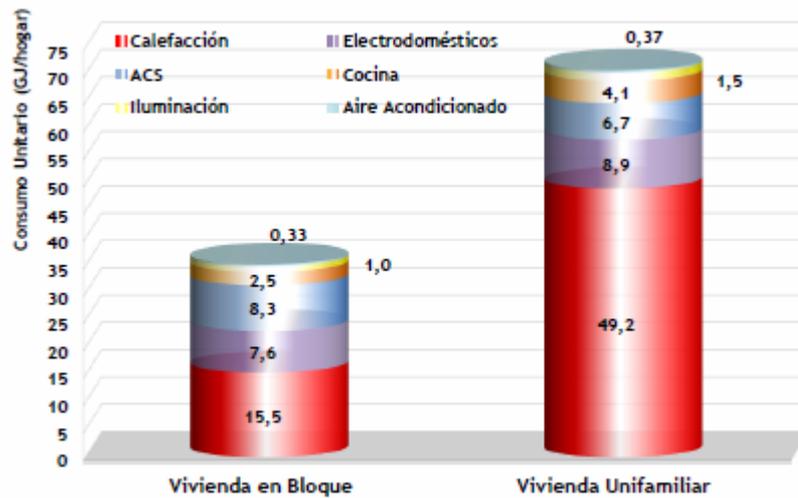


Figura5.6-Consumo de viviendas en bloque y vivienda unifamiliar, fuente IDAE

Según el informe, el consumo de las viviendas en bloque se considera un 25% inferior al de la media. El consumo de las viviendas unifamiliares se considera 1,8 veces la media.

Analizando los datos de este informe llegamos a las siguientes conclusiones.

Consumos anuales en KWh de los hogares tipo en la zona climática continental.

Vivienda en bloque

Tabla5.1-Consumo anual en KWh de las viviendas en bloque tipo en la zona continental

Media en clima continental	ACS	Calefacción	Total
13.141	$9.855 \times 0,26 = \mathbf{2.562}$	$9.855 \times 0,322 = \mathbf{3.173}$	9.855

Vivienda individual

Tabla5.2-Consumo anual en KWh de las viviendas individuales tipo en la zona continental

Media en clima continental	ACS	Calefacción	Total
13.141	$23.653 \times 0,107 = \mathbf{2.594}$	$23.653 \times 0,639 = \mathbf{15.114,7}$	23.653

De acuerdo con el último censo de la Bóveda de Toro y las conversaciones realizadas con el ayuntamiento de la citada localidad obtenemos que:

- Tiene una población de 863 habitantes
- Tiene un total de 852 viviendas, de estas viviendas 745 están en el núcleo de dicha localidad, de estas 150 están habitadas por tres personas o más por lo que pasan a ser consideradas como viviendas en bloque.

De acuerdo con esto y los datos calculados anteriormente vamos a obtener las siguientes demandas:

Tabla5.3- Demanda de energía térmica en Kwh del sector residencial en la Bóveda de Toro

Tipo de Vivienda	Consumo ACS	Consumo Calefacción	Número de viviendas	Total ACS	Total calefacción	Total energía térmica
Individual	2.594	15.114	595	1.543.917	8.993.258	10.537.176
En bloque	2.562	3.173	150	384.374	476.032	860.406

5.3 Cálculo demanda energética edificios no residenciales

Dentro de nuestro estudio vamos a proponer que el district heating no solo proporcione energía térmica a los edificios residenciales sino que también suministre esta energía a edificios del sector terciario, así pues vamos a incluir dentro de nuestra demanda térmica al Ayuntamiento de la Bóveda de Toro y a los tres bares que dispone esta localidad.

Para ello vamos a usar el software de calificación energética CE3X:

Para poder realizar el cálculo de demanda térmica de los edificios el programa solicita unos consumos de ACS diarios, estos se obtendrán a partir de la tabla 3.1 de la sección HE4, cálculo de contribución solar mínima.

Tabla 3.1. Demanda de referencia a 60°C (1)

Criterio de demanda	Litros ACS/día a 60° C	
Viviendas unifamiliares	30	por persona
Viviendas multifamiliares	22	por persona
Hospitales y clínicas	55	por cama
Hotel ****	70	por cama
Hotel ***	55	por cama
Hotel/Hostal **	40	por cama
Camping	40	por emplazamiento
Hostal/Pensión *	35	por cama
Residencia (ancianos, estudiantes, etc)	55	por cama
Vestuarios/Duchas colectivas	15	por servicio
Escuelas	3	por alumno
Cuarteles	20	por persona
Fábricas y talleres	15	por persona
Administrativos	3	por persona
Gimnasios	20 a 25	por usuario
Lavanderías	3 a 5	por kilo de ropa
Restaurantes	5 a 10	por comida
Cafeterías	1	por almuerzo

Figura5.7-Consumos de ACS diarios de cada tipo de edificio, fuente HE4

5.3.1 Cálculo demanda energética del ayuntamiento

Para hacer el cálculo de la demanda del ayuntamiento de la Bóveda de Toro se ha considerado como un edificio de uso intensivo durante ocho horas, con una producción capaz de satisfacer a 8 personas y con un consumo de ACS de 30 l/día.

Vamos a ver las características del estudio en las siguientes imágenes:

Datos generales

Normativa vigente: NBE-CT-79 [?] Año construcción: |

Tipo de edificio: Edificio completo Perfil de uso: Intensidad Alta - 8h

Provincia/Ciudad autónoma: Zamora Localidad: Toro Zona climática: D2 [HE-1] [HE-4] III

Definición edificio

Superficie útil habitable: 700 m²

Altura libre de planta: 3 m

Número de plantas habitables: 2

Consumo total diario de ACS: 30 l/día

Masa de las particiones: Ligera

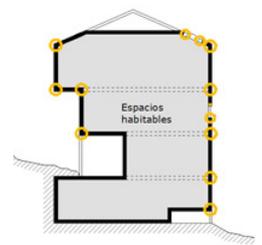
Se ha ensayado la estanqueidad del edificio

Edificio Objeto

- Cubierta con aire
 - PT Encuentro de fachada cc
- Muro de fachada
 - Hueco
 - PT Pilar integrado en fachada
 - PT Encuentro de fachada cc
 - PT Contorno de hueco-Hueco
 - PT Caja de Persiana-Hueco
- Medianería
 - Muro con terreno
- Suelo con terreno
 - PT Encuentro de fachada cc
- Suelo con aire
 - Partición vertical
 - Partición superior
 - Partición inferior

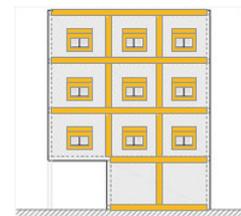
Envolvente térmica del edificio

- Cubierta
- Muro
- Suelo
- Partición interior
- Hueco/Lucernario
- Puente térmico Definidos por usuario



Puente térmico por defecto

- Definir puentes térmicos por defecto*
- Pilar integrado en fachada
 - Pilar en esquina
 - Contorno de hueco
 - Caja de persiana
 - Encuentro de fachada con forjado
 - Encuentro de fachada con cubierta
 - Encuentro de fachada con suelo en contacto con el aire
 - Encuentro de fachada con solera



Edificio Objeto

- Equipo ACS
- Sólo calefacción
- Sólo refrigeración

Instalaciones del edificio

- Equipo de ACS
- Equipo de sólo calefacción
- Equipo de sólo refrigeración
- Equipo de calefacción y refrigeración
- Equipo mixto de calefacción y ACS
- Equipo mixto de calefacción, refrigeración y ACS
- Contribuciones energéticas
- Equipos de iluminación
- Equipos de aire primario

Equipo de ACS

Nombre: Zona:

Características

Tipo de generador:

Tipo de combustible:

Demanda cubierta

Superficie (m2): ACS

Porcentaje (%):

Rendimiento medio estacional

Rendimiento estacional: Rendimiento medio estacional: %

Potencia nominal: kW

Carga media real 8cmb: Aislamiento de la caldera:

Rendimiento de combustión: %

Con Acumulación

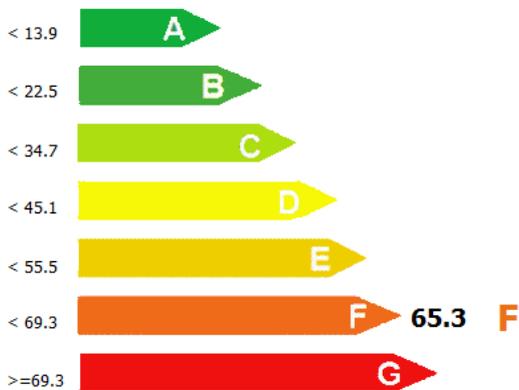
Valor UA: UA: W/K

Volumen de un depósito: l Multiplicador: Tª alta: °C

Tipo de aislamiento: Espesor: m Tª baja: °C

Calificación energética de edificios

Indicador kgCO2/m2



Edificio objeto

Demanda de calefacción (kWh/m2)	123.41 E
Demanda de refrigeración (kWh/m2)	5.0 A
Emisiones de calefacción (kg CO2/m2)	62.35 F
Emisiones de refrigeración (kg CO2/m2)	2.62 A
Emisiones de ACS (kg CO2/m2)	0.33 D
Emisiones de iluminación (kg CO2/m2)	0.0 A

El edificio tiene un total de 700 m² útiles por lo que la demanda de calefacción de nuestro ayuntamiento será de e Kwh anuales.

Para el cálculo de la demanda de ACS usando los resultados del programa de emisiones de ACS (0,33 Kg CO2/m2) , vamos a utilizar la tabla proporcionada por el MINETUR, con datos basados en el informe “Well to tank report versión 4.0” del Joint Research Institute.

Factores de emisiones de CO2		
	Fuente	Valores Propuestos
		kg CO2 /kWh E. final
Electricidad convencional Nacional	(*)	0,399
Electricidad Nacional de origen 100% renovable	(**)	0
Electricidad Nacional de origen 100% no renovable	(**)	0,521
Electricidad convencional peninsular	(**)	0,372
Electricidad convencional Extra peninsular	(**)	0,867
Electricidad convencional Baleares	(**)	0,960
Electricidad convencional Canarias	(**)	0,811
Electricidad convencional Ceuta y Melilla	(**)	0,732
Gasóleo calefacción	(***)	0,311
GLP	(***)	0,254
Gas natural	(***)	0,252
Carbón	(***)	0,472
Biomasa	(***)	0,018
Biomasa densificada (pelets)	(***)	0,018

Figura5.8-Factores de emisiones de CO2, fuente MINETUR

Sabiendo que es una caldera que utiliza como combustible el gasóleo C calculo los KWh totales anuales a partir del dato proporcionado por el CE3X de emisiones de ACS (0,33 KgCO2/ m²).

Emisiones ACS totales: $0,33 \text{ (Kg CO}_2\text{/m}^2\text{)} \times 700 \text{ m}^2 = 231 \text{ Kg CO}_2$

Factor de conversión : $311=231/\text{KWh}$

Kwh anuales = 742,650

En total el consumo estimado de demanda térmica por el ayuntamiento de la Bóveda de Toro será de: **87129,76 KWh anuales.**

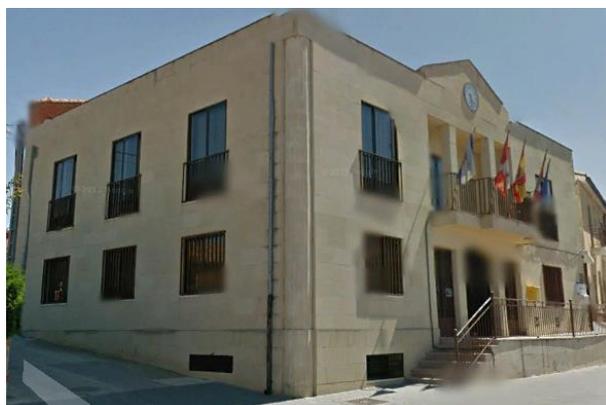


Figura5.9-Ayuntamiento de la Bóveda de Toro

5.3.2 Cálculo de la demanda térmica de los bares

Para calcular la demanda térmica de los bares vamos a establecer un local tipo para los 3 locales de estas características que dispone el pueblo.

Se define un local de 90 m², mal aislados por la antigüedad y por la falta de reformas, para calcular su demanda de ACS y calefacción se usara el programa CE3X como se ha hecho para el cálculo de la demanda del ayuntamiento.

El cálculo de litros de ACS/día según la tabla utilizada anteriormente, (tabla 3.1 de la sección HE4, cálculo de contribución solar mínima) es de 50 l/día.

Datos generales

Normativa vigente: Anterior [?] Año construcción: 1980

Tipo de edificio: Local Perfil de uso: Intensidad Media - 12h

Provincia/Ciudad autónoma: Zamora Localidad: Toro Zona climática: HE-1 D2 HE-4 III

Definición edificio

Superficie útil habitable: 90 m²

Altura libre de planta: 2,5 m

Número de plantas habitables: 1

Consumo total diario de ACS: 50 l/día

Masa de las particiones: Ligera

Se ha ensayado la estanqueidad del edificio

Edificio Objeto
Calefacción y ACS

Instalaciones del edificio

- Equipo de ACS
- Equipo de sólo calefacción
- Equipo de sólo refrigeración
- Equipo de calefacción y refrigeración
- Equipo mixto de calefacción y ACS
- Equipo mixto de calefacción, refrigeración y ACS
- Contribuciones energéticas
- Equipos de iluminación
- Equipos de aire primario

Equipo mixto de calefacción y ACS

Nombre: Calefacción y ACS Zona: Edificio Objeto

Características

Tipo de generador: Caldera Estándar

Tipo de combustible: Gasóleo-C

Demanda cubierta

	ACS	Calefacción
Superficie (m ²)	90.0	90.0
Porcentaje (%)	100	100

Rendimiento medio estacional

Rendimiento estacional: Estimado según Instalación Rendimiento medio estacional (ACS y Calefacción): 49.9 %

Potencia nominal: 24.0 kW

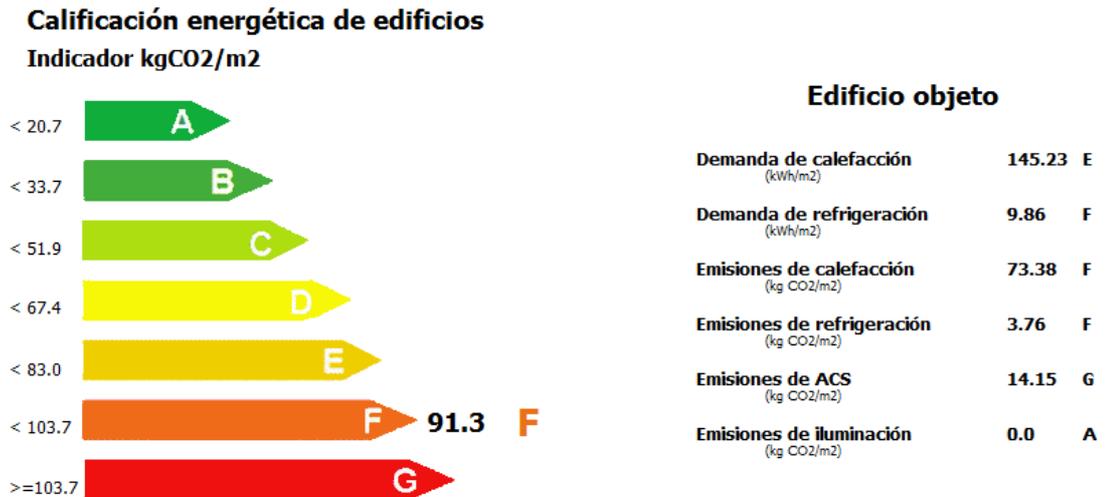
Carga media real fcomb: 0.2 [?] Aislamiento de la caldera: Sin aislamiento

Rendimiento de combustión: 85 %

Con Acumulación

Valor UA: Por defecto UA: 4.0 W/K

Volumen de un depósito: 70 l Multiplicador: 1 Tª alta: 80 °C Tª baja: 60 °C



Los bares tienen una superficie útil de 90 m² cada uno y el municipio consta de 3 bares, por lo tanto su demanda de calefacción será la siguiente: 39212,1 KWh anuales.

Para realizar el cálculo de energía térmica para la demanda de ACS se procede al cálculo hecho anteriormente para el ayuntamiento, utilizando las emisiones de ACS dadas por el programa CE3X y la tabla proporcionada por el MINETUR, con datos basados en el informe "Well to tank report versión 4.0" del Joint Research Institute.

Dando como resultado 4094,85 KWh anuales cada establecimiento de este tipo, al disponer de 3 edificios tipo, la demanda total de ACS será: 12284,95 KWh anuales.

La demanda total de energía térmica por parte de estos establecimientos será: **51496,65** KWh anuales.

5.4 Cálculo de la demanda total de energía térmica de la Bóveda de Toro.

Ahora, ya calculados todos los consumos individuales del municipio La Bóveda de Toro, es el momento de calcular la demanda de dicho municipio.

Esta demanda calculada está prevista para el peor escenario posible (a plena carga), con el fin de alejar totalmente la posibilidad de dejar al pueblo sin suministro térmico.

Esta demanda afectará a la biomasa necesaria anualmente, a las calderas necesarias, al número de subestaciones, a la longitud de sección de tuberías y al reparto de las subestaciones y bombas.

La siguiente tabla va a indicar la demanda de nuestro municipio en KWh, la vamos a obtener sumando la demanda del ayuntamiento y los bares a la tabla ya calculada anteriormente para los edificios residenciales.

Tabla5.4-Demanda desglosada de energía térmica de la Bóveda de Toro

Tipo de edificio	Demanda ACS	Demanda Calefacción	Número de consumidores	Demanda total ACS	Demanda total calefacción	Consumo total
Vivienda individual	2.594	15.114	595	1.543.917	8.993.258	10.537.176
Vivienda en bloque	2562	3.173	150	384.374	476.032	860.406
Bar	4.094	13.070	3	12.284	39.212	51.496
Ayuntamiento	742	86.387	1	742	86.387	87.129
Total	9.994	117.746	749	1.941.319	9.594.890	11.536.209

A continuación vamos a realizar un gráfico con las cantidades de energía térmica demandada por cada uno de nuestros edificios tipo sobre el total de energía térmica demandada.

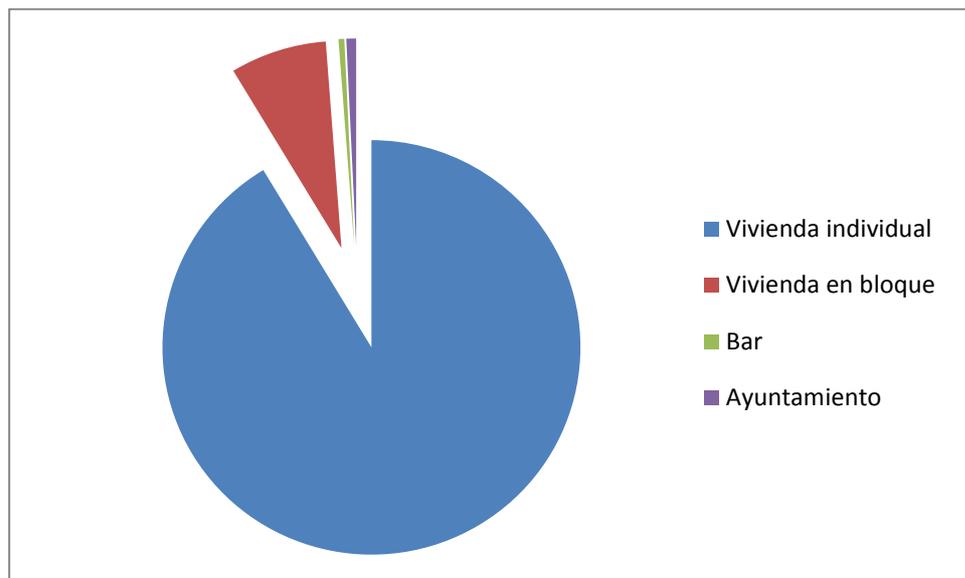


Figura5.10-Grafico energía térmica demandada por cada tipo de edificio

5.4.1 Perfil de demanda de ACS

Para dimensionar la caldera necesitamos conocer la demanda de energía térmica que vamos a tener, para obtener cuantas horas y a que potencia funciona la caldera a lo largo del año.

Vamos a dimensionar el perfil de demanda para el caso más desfavorable es decir, a plena carga.

Al no disponer de los datos diarios de consumo, vamos a hacer una serie de consideraciones a la hora de definir nuestro perfil de demanda de ACS:

- El perfil de consumo es constante para todo el año.
- El perfil de consumo es igual para todos los edificios tipo.

De estas dos premisas se obtiene que el consumo total diario en kWh necesario para cubrir la demanda de ACS es:

$$\text{Demanda de ACS diaria} = (\text{Demanda total anual})/365 = 1941319,75/365 = 5.318,684 \text{ KWh}$$

Esta demanda diaria se considera distribuida a lo largo de las diferentes horas del día según esta gráfica, obtenida a partir de datos obtenidos de la tesis "Análisis y propuesta de un nuevo método de simulación abreviado para la certificación energética en edificios residenciales.

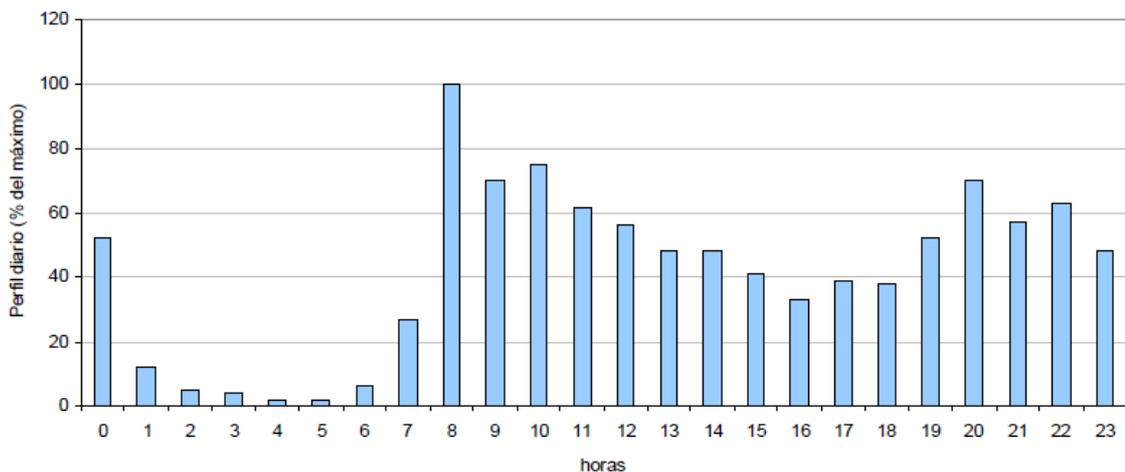


Figura 5.11-Distribución horaria del consumo de ACS; fuente: Lamas Sivila, E. análisis y propuesta de un nuevo método de simulación abreviado para la certificación energética en edificios residenciales)

Sabiendo el calor diario total demandado y como se distribuye a lo largo de las diferentes horas del día (visto en la gráfica anteriormente expuesta) podemos calcular el consumo horario de ACS de la siguiente manera.

$$\text{Consumo horario ACS} = \text{Consumo ACS diario} \times \text{Proporción}$$

El parámetro proporción se consigue multiplicando el Consumo por horas obtenido de la gráfica de barras ponderado sobre la cifra que resulta de sumar todos los porcentajes.

Con esta ecuación conseguimos obtener esta tabla de consumo en kWh de ACS diario distribuido a lo largo de las diferentes horas del día.

Esa proporción sobre 10,36 obtenida a partir del gráfico de barras la pasamos a una proporción sobre 1, y calculamos la demanda para cada hora del día, sabiendo que la demanda total diaria va a ser de 5.318,64 KWh.

Tabla5.5- Demanda horaria ACS de la Bóveda de Toro

Hora	Proporción	Demanda horaria (KWh)
0	0,55	282,36
1	0,1	51,33
2	0,05	25,66
3	0,05	25,66
4	0,1	51,33
5	0,1	51,33
6	0,05	25,66
7	0,25	128,34
8	1	513,38
9	0,7	359,36
10	0,75	385,03
11	0,61	313,16
12	0,55	282,36
13	0,5	256,69
14	0,5	256,69
15	0,4	205,35
16	0,35	179,68
17	0,4	205,35
18	0,45	231,02
19	0,5	256,69
20	0,7	359,36
21	0,55	282,36
22	0,65	333,69
23	0,5	256,69
Total	10,36	5318,64

A partir de esta tabla se calculan los datos de consumo anuales de ACS bajo la hipótesis de funcionamiento a plena carga, el peor escenario posible.

5.4.2 Perfil de la demanda de calefacción

Para la demanda de calefacción se ha creado un perfil de uso basándose en estos criterios.

Nuestra zona de estudio va a estar situada en la zona climática III según el Documento Básico HE de Ahorro de Energía.



Figura5.12-Mapa de las zonas climáticas de España, fuente documento básico HE

D.1 Determinación de la zona climática a partir de valores tabulados

1 La zona climática de cualquier localidad en la que se ubiquen los edificios se obtiene de la tabla D.1 en función de la diferencia de altura que exista entre dicha localidad y la altura de referencia de la capital de su provincia. Si la diferencia de altura fuese menor de 200 m o la localidad se encontrase a una altura inferior que la de referencia, se tomará, para dicha localidad, la misma zona climática que la que corresponde a la capital de provincia.

Tabla D.1.- Zonas climáticas

Provincia	Capital	Altura de referencia (m)	Desnivel entre la localidad y la capital de su provincia (m)				
			≥200 <400	≥400 <600	≥600 <800	≥800 <1000	≥1000
Alicante	D3	677	D2	E1	E1	E1	E1
Alicante	B4	7	C3	C1	D1	D1	E1
Almería	A4	0	B3	B3	C1	C1	D1
Ávila	E1	1054	E1	E1	E1	E1	E1
Badajoz	C4	168	C3	D1	D1	E1	E1
Barcelona	C2	1	C1	D1	D1	E1	E1
Bilbao	C1	214	D1	D1	E1	E1	E1
Burgos	E1	861	E1	E1	E1	E1	E1
Cáceres	C4	385	D3	D1	E1	E1	E1
Cádiz	A3	0	B3	B3	C1	C1	D1
Castellón de la Plana	B3	18	C2	C1	D1	D1	E1
Ceuta	B3	0	B3	C1	C1	D1	E1
Ciudad real	D3	630	D2	E1	E1	E1	E1
Córdoba	B4	113	C3	C2	D1	D1	E1
Coruña (a)	C1	0	C1	D1	D1	E1	E1
Cuenca	D2	975	E1	E1	E1	E1	E1
Donostia-San Sebastián	C1	5	D1	D1	E1	E1	E1
Girona	C2	143	D1	D1	E1	E1	E1
Granada	C3	754	D2	D1	E1	E1	E1
Guadalajara	D3	708	D1	E1	E1	E1	E1
Huelva	B4	50	B3	C1	C1	D1	D1
Huesca	D2	432	E1	E1	E1	E1	E1
Jaén	C4	436	C3	D2	D1	E1	E1
León	E1	346	E1	E1	E1	E1	E1
Lleida	D3	131	D2	E1	E1	E1	E1
Logroño	D2	379	D1	E1	E1	E1	E1
Lugo	D1	412	E1	E1	E1	E1	E1
Madrid	D3	589	D1	E1	E1	E1	E1
Málaga	A3	0	B3	C1	C1	D1	D1
Málaga	A3	130	B3	B3	C1	C1	D1
Murcia	B3	25	C2	C1	D1	D1	E1
Ourense	C2	327	D1	E1	E1	E1	E1
Oviedo	C1	214	D1	D1	E1	E1	E1
Palencia	D1	722	E1	E1	E1	E1	E1
Palma de Mallorca	B3	1	B3	C1	C1	D1	D1
Palmas de gran canaria (las)	A3	114	A3	A3	A3	B3	B3
Pamplona	D1	456	E1	E1	E1	E1	E1
Pontevedra	C1	77	C1	D1	D1	E1	E1
Salamanca	D2	770	E1	E1	E1	E1	E1
Santa cruz de Tenerife	A3	0	A3	A3	A3	B3	B3
Santander	C1	1	C1	D1	D1	E1	E1
Segovia	D2	1013	E1	E1	E1	E1	E1
Sevilla	B4	9	B3	C2	C1	D1	D1
Soria	E1	984	E1	E1	E1	E1	E1
Tarragona	B3	1	C2	C1	D1	D1	E1
Teruel	D2	995	E1	E1	E1	E1	E1
Toledo	C4	445	D3	D2	E1	E1	E1
Valencia	B3	8	C2	C1	D1	D1	E1
Valladolid	D2	704	E1	E1	E1	E1	E1
Vitoria-Gasteiz	D1	512	E1	E1	E1	E1	E1
Zamora	D2	617	E1	E1	E1	E1	E1
Zaragoza	D3	207	D2	E1	E1	E1	E1

Figura5.13-Tabla de zonas climáticas de España

Además según Documento Básico HE Ahorro de Energía las características estudiadas para Zamora no van a cambiar para el resto de la provincia al menos que existan más de 200 metros de desnivel, caso que no se da en nuestra área de estudio.

Estas son las temperaturas registradas:

Según el AEMET (ministerio de agricultura alimentación y medio ambiente) con datos registrados del periodo 1981-2010, estas son las características climáticas:

Valores climatológicos normales. Zamora

Periodo: 1981-2010 - Altitud (m): 656
 Latitud: 41° 30' 56" N - Longitud: 5° 44' 7" O - Posición: Ver localización

Mes	T	TM	Tm	R	H	DR	DN	DT	DF	DH	DD	I
Enero	4.6	8.3	0.9	32	82	6.1	1.1	0.1	9.1	14.4	4.7	97
Febrero	6.4	11.4	1.3	25	73	5.1	1.2	0.0	3.3	11.2	5.2	144
Marzo	9.5	15.5	3.5	22	63	5.0	0.2	0.2	1.0	5.0	6.0	201
Abril	11.2	17.1	5.3	39	62	7.2	0.2	0.6	0.4	1.2	5.2	224
Mayo	15.0	21.2	8.7	43	58	7.4	0.0	2.8	0.2	0.0	5.0	264
Junio	19.8	27.0	12.6	23	51	3.8	0.0	2.0	0.1	0.0	9.6	318
Julio	22.7	30.4	14.9	12	47	2.0	0.0	2.0	0.0	0.0	15.0	354
Agosto	22.3	29.8	14.8	13	50	2.4	0.0	2.0	0.0	0.0	13.9	322
Septiembre	18.8	25.5	12.0	28	57	4.2	0.0	1.4	0.3	0.0	9.7	241
Octubre	13.6	19.0	8.3	50	69	6.9	0.0	0.4	2.3	0.1	5.0	175
Noviembre	8.4	12.7	4.1	45	78	7.1	0.2	0.1	5.9	5.2	5.3	113
Diciembre	5.5	9.2	1.8	46	82	7.0	0.8	0.1	7.0	11.0	4.9	87
Año	13.1	18.9	7.4	379	64	64.2	3.4	11.7	29.6	48.3	-	2532

Leyenda

- T Temperatura media mensual/anual (°C)
- TM Media mensual/anual de las temperaturas máximas diarias (°C)
- Tm Media mensual/anual de las temperaturas mínimas diarias (°C)
- R Precipitación mensual/anual media (mm)
- H Humedad relativa media (%)
- DR Número medio mensual/anual de días de precipitación superior o igual a 1 mm
- DN Número medio mensual/anual de días de nieve
- DT Número medio mensual/anual de días de tormenta
- DF Número medio mensual/anual de días de niebla
- DH Número medio mensual/anual de días de helada
- DD Número medio mensual/anual de días despejados
- I Número medio mensual/anual de horas de sol

Figura5.14-Historico valores climatológicos Zamora 1981-2010, fuente AEMET

Según el IDAE y tomando un periodo de estudio de 1971-2000, estas son las características climáticas:

Datos de estaciones

Provincia	Estación	Indicativo
Zamora	Zamora (Observatorio)	2614

UBICACIÓN: **Nº DE OBSERVACIONES Y PERIODO**

a.s.n.m. (m)	Lat.	Long.	T seca	Hum. relativa	T terreno	Rad
656	41°31'00"	05°44'01" W	78.109	14.604	9.460	

CONDICIONES PROYECTO CALEFACCIÓN (TEMPERATURA SECA EXTERIOR MÍNIMA)

TSMIN (°C)	TS_99,6 (°C)	TS_99 (°C)	OMDC (°C)	HUMcoin (%)	OMA (°C)
-10,6	-4,6	-3,2	12,2	94,6	39,2

CONDICIONES PROYECTO REFRIGERACIÓN (TEMPERATURA SECA EXTERIOR MÁXIMA)

TSMAX (°C)	TS_0,4 (°C)	THC_0,4 (°C)	TS_1 (°C)	THC_1 (°C)	TS_2 (°C)	THC_2 (°C)	OMDR (°C)
39,2	34,6	20,3	33,0	20,1	31,4	19,8	18,5

CONDICIONES PROYECTO REFRIGERACIÓN (TEMPERATURA HÚMEDA EXTERIOR MÁXIMA)

TH_0,4 (°C)	TSC_0,4 (°C)	TH_1 (°C)	TSC_1 (°C)	TH_2 (°C)	TSC_2 (°C)
21,4	21,4	20,6	20,6	20,0	20,0

VALORES MEDIOS MENSUALES

Mes	TA (°C)	TASOL (°C)	GD_15 (°C)	GD_30	GDR_30	RADH (kWh/m² día)	TTERR (°C)
Enero	4,4	5,3	308	450	0		
Febrero	5,7	7,3	247	375	0		
Marzo	9,3	11,0	176	310	0		
Abril	11,0	13,1	127	248	4		
Mayo	15,4	17,3	60	154	26		
Junio	21,0	23,4	13	58	87		
Julio	22,5	24,6	5	36	102		
Agosto	22,2	24,1	5	39	92		
Septiembre	18,5	20,7	21	84	41		
Octubre	13,6	15,4	69	177	4		
Noviembre	7,7	9,3	207	343	0		
Diciembre	4,7	6,1	297	439	0		

Rosa de los vientos: velocidad media 2,50 m/s

Figura5.15-Historico valores climatológicos Zamora 1981-2010, fuente IDEA

Aún siendo dos fuentes fiables de información, se ve una pequeña variación de los datos debido seguramente a que son periodos de estudios diferentes, nosotros vamos a coger los datos proporcionados por el AEMET debido a que es un periodo de estudio más reciente.

Considerando que la temperatura interna del edificio será la misma y que el área de calefacción también se mantendrá constante, la temperatura externa será la única que condicione la demanda. El mes de máximo consumo por tanto será Enero, debido a que es el mes que registra las temperaturas medias más bajas. En base a esto, se establece un reparto proporcional de la calefacción a lo largo de los meses de Enero a Mayo.

La calefacción solo se usara del 15 de Octubre al 15 de Mayo, que es el periodo de su campaña de uso.

También se tiene en cuenta que la utilización de la calefacción no será igual a lo largo del día, usando menos potencia en las horas en las que la ocupación de los edificios es menor y niveles de mayor potencia cuando la ocupación de los edificios es mayor.

Vamos a utilizar un perfil de consumo diario igual para todos los receptores de calefacción y que este perfil diario se mantiene durante todos los meses de la campaña de calefacción.

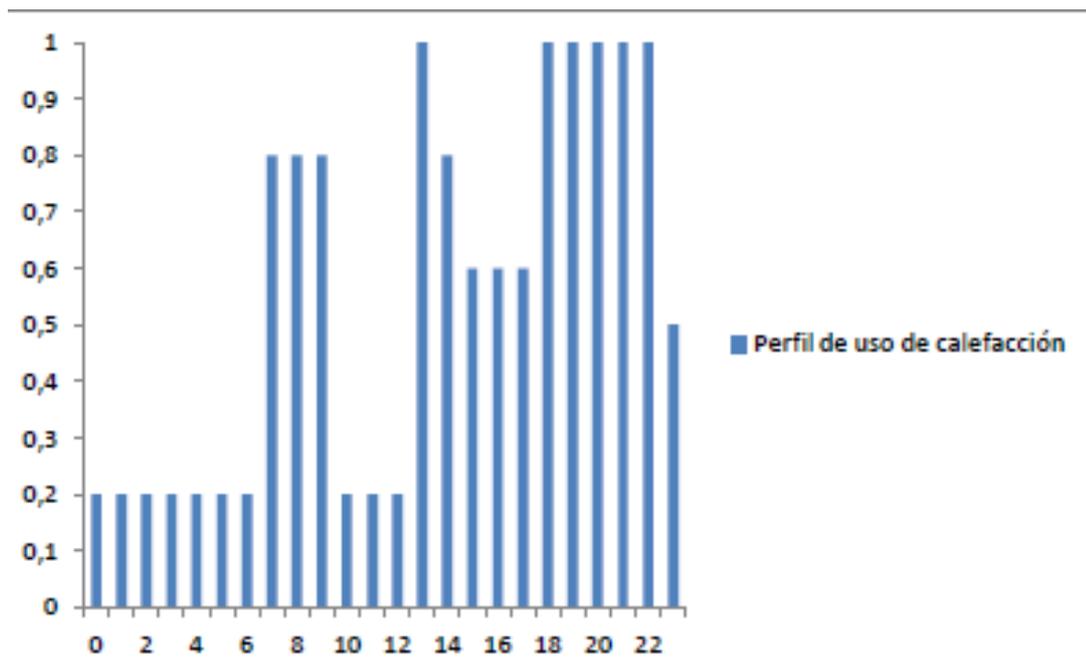


Figura5.16-Distribución horaria del consumo de calefacción

De igual manera que se hizo con los consumos de ACS vamos a elaborar una tabla para el consumo de calefacción lo que en este caso la principal diferencia va a ser que no se va a considerar (por razones obvias de temperatura) que el consumo es igual para todos los meses.

Para elaborar esta tabla consideramos Enero como el mes referencia para el uso de la tabla de distribución horaria del consumo de calefacción ya que es aquel en el que necesitare más calefacción por ser el más frio y a partir de ahí voy calculando la

proporción de uso con respecto a enero en función de las temperaturas medias históricas.

Tabla5.6- Porcentaje de utilización de la calefacción, por horas y mes

Porcentaje utilización de la calefacción.								
hora	enero	febrero	marzo	abril	mayo	octubre	noviembre	diciembre
0	0,2	0,144	0,097	0,082	0,061	0,068	0,110	0,167
1	0,2	0,144	0,097	0,082	0,061	0,068	0,110	0,167
2	0,2	0,144	0,097	0,082	0,061	0,068	0,110	0,167
3	0,2	0,144	0,097	0,082	0,061	0,068	0,110	0,167
4	0,2	0,144	0,097	0,082	0,061	0,068	0,110	0,167
5	0,2	0,144	0,097	0,082	0,061	0,068	0,110	0,167
6	0,2	0,144	0,097	0,082	0,061	0,068	0,110	0,167
7	0,8	0,575	0,387	0,329	0,245	0,271	0,438	0,669
8	0,8	0,575	0,387	0,329	0,245	0,271	0,438	0,669
9	0,8	0,575	0,387	0,329	0,245	0,271	0,438	0,669
10	0,2	0,144	0,097	0,082	0,061	0,068	0,110	0,167
11	0,2	0,144	0,097	0,082	0,061	0,068	0,110	0,167
12	0,2	0,144	0,097	0,082	0,061	0,068	0,110	0,167
13	1	0,719	0,484	0,411	0,307	0,338	0,548	0,836
14	0,8	0,575	0,387	0,329	0,245	0,271	0,438	0,669
15	0,6	0,431	0,291	0,246	0,184	0,203	0,329	0,502
16	0,6	0,431	0,291	0,246	0,184	0,203	0,329	0,502
17	0,6	0,431	0,291	0,246	0,184	0,203	0,329	0,502
18	1	0,719	0,484	0,411	0,307	0,338	0,548	0,836
19	1	0,719	0,484	0,411	0,307	0,338	0,548	0,836
20	1	0,719	0,484	0,411	0,307	0,338	0,548	0,836
21	1	0,719	0,484	0,411	0,307	0,338	0,548	0,836
22	1	0,719	0,484	0,411	0,307	0,338	0,548	0,836
23	0,5	0,359	0,242	0,205	0,153	0,169	0,274	0,418

Ahora vamos a calcular con las proporciones de uso por horas obtenidas en la tabla anterior,(basándonos en la temperatura media histórica durante los meses del uso de la calefacción) la energía en KWh por horas y mes de utilización.

Tabla 5.7-Demanda de calefacción en KWh por horas y mes en la Bóveda de Toro

hora	enero	febrero	marzo	abril	mayo	octubre	noviembre	diciembre
0	740,35	532,12	358,48	304,07	227,04	250,41	405,43	619,20
1	740,35	532,12	358,48	304,07	227,04	250,41	405,43	619,20
2	740,35	532,12	358,48	304,07	227,04	250,41	405,43	619,20
3	740,35	532,12	358,48	304,07	227,04	250,41	405,43	619,20
4	740,35	532,12	358,48	304,07	227,04	250,41	405,43	619,20
5	740,35	532,12	358,48	304,07	227,04	250,41	405,43	619,20
6	740,35	532,12	358,48	304,07	227,04	250,41	405,43	619,20
7	2961,39	2128,50	1433,93	1216,28	908,16	1001,65	1621,71	2476,80
8	2961,39	2128,50	1433,93	1216,28	908,16	1001,65	1621,71	2476,80
9	2961,39	2128,50	1433,93	1216,28	908,16	1001,65	1621,71	2476,80
10	740,35	532,12	358,48	304,07	227,04	250,41	405,43	619,20
11	740,35	532,12	358,48	304,07	227,04	250,41	405,43	619,20
12	740,35	532,12	358,48	304,07	227,04	250,41	405,43	619,20
13	3701,73	2660,62	1792,42	1520,35	1135,20	1252,06	2027,14	3095,99
14	2961,39	2128,50	1433,93	1216,28	908,16	1001,65	1621,71	2476,80
15	2221,04	1596,37	1075,45	912,21	681,12	751,23	1216,28	1857,60
16	2221,04	1596,37	1075,45	912,21	681,12	751,23	1216,28	1857,60
17	2221,04	1596,37	1075,45	912,21	681,12	751,23	1216,28	1857,60
18	3701,73	2660,62	1792,42	1520,35	1135,20	1252,06	2027,14	3095,99
19	3701,73	2660,62	1792,42	1520,35	1135,20	1252,06	2027,14	3095,99
20	3701,73	2660,62	1792,42	1520,35	1135,20	1252,06	2027,14	3095,99
21	3701,73	2660,62	1792,42	1520,35	1135,20	1252,06	2027,14	3095,99
22	3701,73	2660,62	1792,42	1520,35	1135,20	1252,06	2027,14	3095,99
23	1850,87	1330,31	896,21	760,18	567,60	626,03	1013,57	1548,00

5.5 Curvas de consumo de energía térmica

Con los resultados obtenidos en las tablas anteriores de consumos de energía térmica para ACS y calefacción vamos a elaborar unas graficas de consumos clasificados para saber cuántas horas de potencia necesito a lo largo del año.

5.5.1 Curva de consumo de ACS y Calefacción

La curva obtenida con la tabla resultante de los cálculos hechos en el apartado 5.4.1 de este estudio es la siguiente.

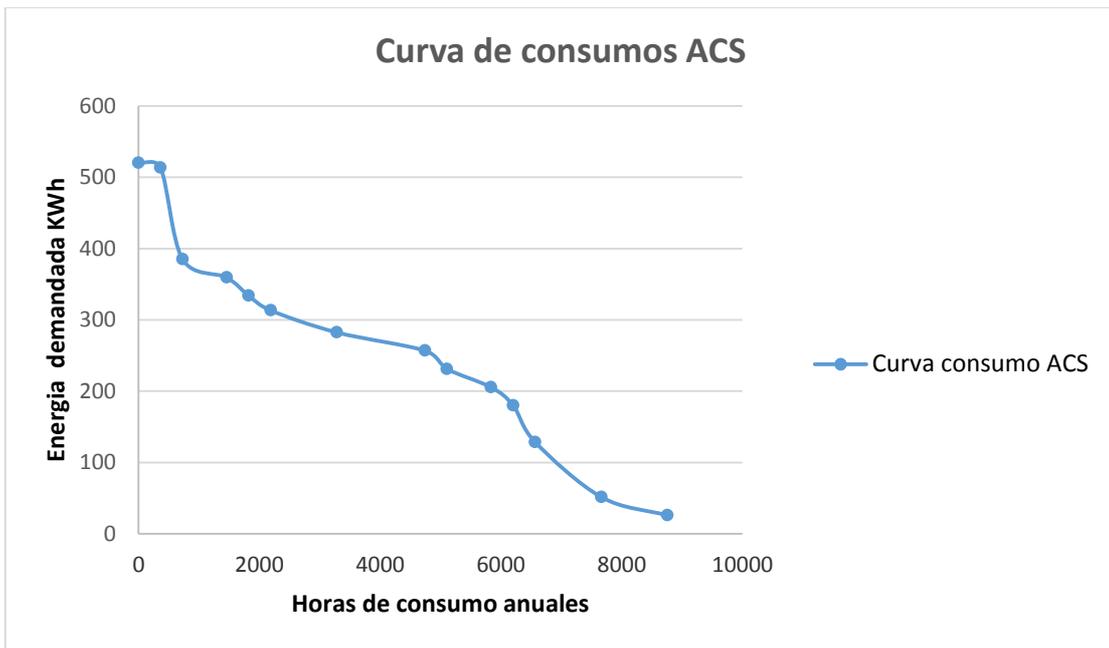


Figura5.17-Curva de consumo ACS de la Bóveda de Toro

La curva obtenida con la tabla resultante de los cálculos hechos en el apartado 5.4.2 de este estudio es la siguiente:

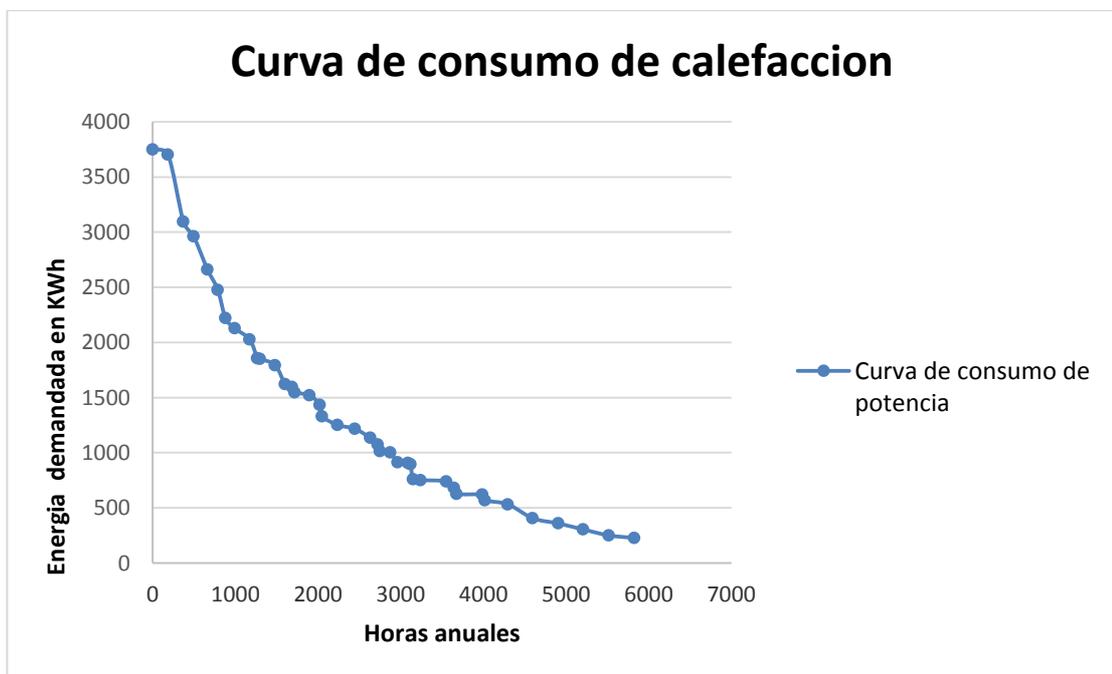


Figura5.18-Curva de consumo calefacción de la Bóveda de Toro

Ahora vamos a hacer una gráfica uniendo las dos demandas de energía térmica, ACS y calefacción.

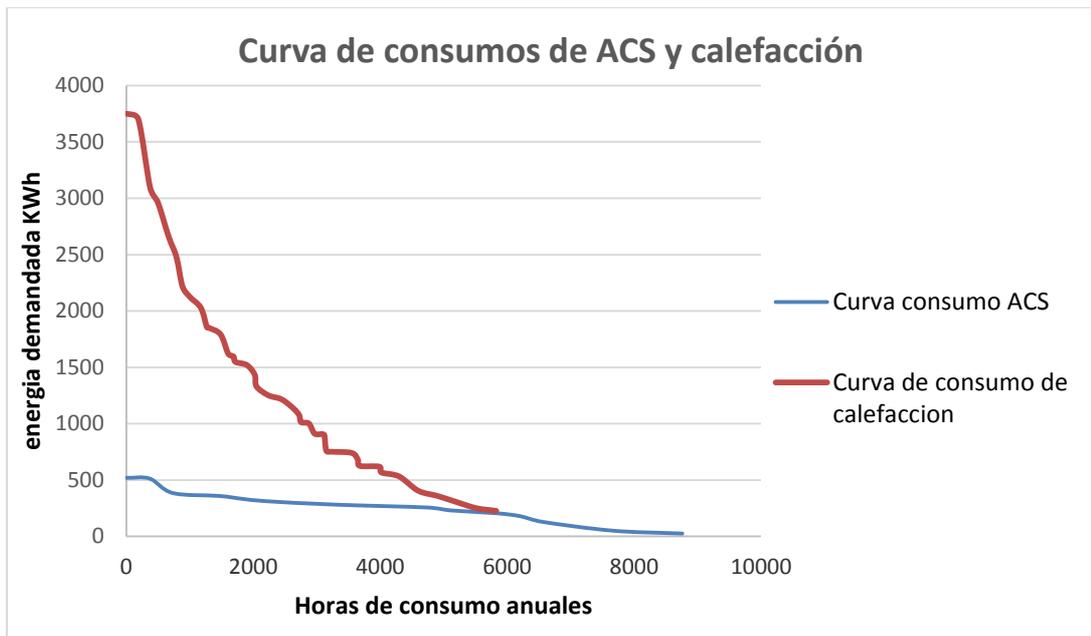


Figura5.19-Curva de consumo ACS y calefacción de la Bóveda de Toro

Estas graficas nos serán muy útiles a la hora de la elección de nuestros grupos generadores, ya que estimando el número de horas que voy a precisar una determinada potencia nos permitirá fraccionar la generación y de esta manera hacer un uso más eficiente de nuestras caleras, entrando solo en funcionamiento las que se precisen dependiendo de la demanda del municipio en cada momento del año.

6 District Heating

Para la realización de este apartado nos hemos basado en la Guía Básica de Redes de Calor y de Frío, publicada por la Generalitat de Catalunya en 2011, elaborada por la asociación de empresas adhoc (Asociación de empresas de Calor y Frío) y distribuida por el IDAE. Esta guía describe los aspectos técnicos de una instalación de district heating, teniendo en cuenta la legislación (RITE y otros documentos).

El objeto de esta guía es fomentar, promover y difundir la tecnología de redes de distrito de calor y/o frío, así como asesorar a los posibles promotores de este tipo de instalaciones a partir de una metodología que establezca los criterios que deben considerarse a la hora de plantear una red de distrito.

En nuestro caso será un district heating para la distribución de calor proporcionado por la biomasa producida en el propio perímetro estudiado.

Las redes de distrito para la distribución de calor y/o frío (calor en nuestro caso) son un entramado de tuberías aisladas mediante el cual se distribuye energía térmica desde una central de generación hasta un conjunto de consumidores. Por lo tanto, los elementos principales son:

La central de generación térmica: la producción de calor en estos sistemas se realiza de manera centralizada para los distintos consumidores en la central de generación. De esta manera pueden eliminarse los equipos individuales en los puntos de consumo, ya sean viviendas o edificios, al mismo tiempo que es posible disponer de tecnologías con mejor eficiencia energética como la cogeneración, el uso de calor residual o las energías renovables (biomasa, solar, geotermia), equipos más eficientes por factor de escala y gestionados profesionalmente. En nuestro caso la tecnología que se va a aprovechar es la biomasa.

- La red de tuberías de distribución: la red de tuberías que permite la distribución de los fluidos está formada principalmente de tubos aislados para minimizar las pérdidas térmicas. Mediante agua, se transporta la energía hasta los usuarios, donde se cede el calor a los puntos de consumo enfriando el fluido,(en el caso de las redes de calefacción).

La red también dispone de un circuito de retorno a la central.

Habitualmente, las tuberías se distribuyen en zanjas subterráneas que siguen el trazado de las calles en zonas urbanas

- Las subestaciones de conexión con los consumidores : la transferencia térmica entre la red de distribución y los consumidores (edificios o viviendas) se realiza a través de una subestación formada por un intercambiador y los elementos que regulan y controlan que el funcionamiento sea el correcto, así como los elementos de medición para facturar las energías.



Figura6.1- Esquema general de un district heating

Vamos a definir de manera general los distintos componentes de nuestro district heating y a hacer su dimensionamiento aproximado para poder tener una referencia aproximada a la hora de realizar el estudio económico. Se establecerán las distintas partes de la instalación definiendo sus características.

6.1 Localización

Como ya se ha citado anteriormente y explicado razonadamente, el lugar óptimo por razones logísticas para la realización de nuestro proyecto es el municipio la Bóveda de Toro.

El punto óptimo donde vamos a situar la central de generación térmica dentro de nuestro municipio será el siguiente.



Figura6.2-Localización del district heating en la Bóveda de Toro

6.2 Red de distribución

Según la Guía Básica de Redes de Calor y de Frío, publicada por la Generalitat de Catalunya en 2011, elaborada por la asociación de empresas adhoc (Asociación de empresas de Calor y Frío) y distribuida por el IDAE, la red de distribución de energía térmica puede configurarse de diferentes maneras según el trazado que tenga:

- Trazado ramificado (o en espina de pescado). Cada parcela se conecta a una única central generadora mediante una única vía de suministro. Son redes de trazado simple pero difícil de ampliar y de baja capacidad de respuesta ante una avería.
- Trazado en malla. El consumidor está conectado a la central generadora mediante varias vías alternativas. En caso de tener varias centrales próximas, puede conectarse a más de una. El trazado es complejo y el gasto más elevado, pero la fiabilidad de la red aumenta significativamente. Solo se justifican, sin embargo, en caso de que sea una condición necesaria garantizar el suministro de manera muy estricta o en redes más grandes.
- Trazado en anillo. Consiste en una solución de trazado ramificado en la que el punto final de la red también puede estar conectado con el inicio por cuestiones de seguridad en el suministro. Sería equivalente a una solución mixta de las dos anteriores.

El trazado que nosotros vamos a escoger va a ser el trazado ramificado o en espina de pescado por las características descritas anteriormente y ser el más aconsejado para sistemas incipientes.

Una vez establecida la manera de trazar la red, la energía puede distribuirse de varias maneras, según la cantidad de tuberías que lleguen al consumidor final.

Las tuberías como se puede ver en la imagen seguirán el trazado urbano de las calles, evitando pasar por terrenos urbanizables.

6.2.1 Disposición de la red de distribución

Nuestra red de distribución va a disponer de un circuito para ACS y otro circuito para calefacción, siendo estos algunos de los motivos de eficiencia energética que nos han llevado a la elección de este sistema.

- La temperatura del circuito de ACS es inferior a la temperatura del circuito de calefacción por lo que si usamos el mismo circuito para ACS y calefacción a la hora de usar el ACS tendría que disminuir su temperatura lo que me supondría una pérdida energética.
- El circuito de calefacción es un circuito cerrado con tuberías de ida y de retorno, mientras que el circuito de ACS solo dispondrá de un trazado para suministrar el agua caliente.
- El circuito de ACS a diferencia del de calefacción dispondrá de un deposito acumulador
- El circuito de ACS será usado durante todo el año, mientras que el circuito de calefacción solo se usara durante la temporada de uso de la calefacción (15 octubre a 15 de mayo), 8 meses.
- Al disponer de circuitos separados para ACS y calefacción se podrá en un futuro estudiar la posibilidad de implementar el sistema utilizando la energía solar térmica para el ACS.

Lo que se va a hacer en el siguiente estudio es dimensionar la red principal del circuito de district heating, a partir de la cual se conectaran otras tuberías para el abastecimiento a los diferentes grupos de usuarios a partir de las cinco tomas de agua diseñadas a lo largo de los circuitos principales de ACS y calefacción los cuales vamos a dimensionar.

Estudiando los tipos de tuberías, bombas, interacumulador y otros elementos que se precisan utilizar para la construcción de esta red a partir de los datos de demanda obtenidos.

Esta va a ser la disposición esquemática del trazado de los circuitos principales que va a tener nuestro district heating



Figura6.3- Trazado de tuberías del district heating

Los dos tipos de tubería que suelen utilizarse en un district heating son de acero o de plástico, con las siguientes características en comparación con las tuberías de plástico, este cuadro comparativo es proporcionado por el MINETUR.

Tabla6.1- Características tuberías acero y plástico, fuente MINETUR

Material tubería	Acero	Plástico
Formato de suministro	Tuberías de hasta 12 m	Bobinas de tubería
Servicio	Calor/frío	Calor
Temperatura máxima	148 °C (aislamiento)	90 °C (tubería)
Presión de servicio, máxima	18 bar	6 bar
Diámetros comerciales	≥ DN 800	≤ DN 200
Compatible con picos de presión i/o temperatura	SI	NO

Tubería de acero inoxidable: El recubrimiento aislante es de espuma de poliuretano, por encima del cual hay una cubierta de acero en forma de fuelle, que a su vez es recubierta con dos capas: una interna de alquitrán y una externa de polietileno. Este sistema permite una gran flexibilidad a disposición de las tuberías, con cada sección de gran longitud y para diámetros nominales de hasta DN200. La temperatura puede llegar a 130 o C y la presión máxima a 16 bar.

Tubería de plástico. Tiene un recubrimiento de espuma de poliuretano y una cubierta exterior de plástico. Estas tuberías pueden ser utilizadas en lugar de las de acero únicamente cuando la máxima temperatura del sistema es de 90°C y la presión máxima de 6 bar. Se suelen emplear en las interconexiones entre la red de distribución y el usuario. La limitación de temperatura y presión se debe a que el tiempo de vida de las tuberías varía en función de las condiciones de funcionamiento, a medida que la temperatura y la presión aumentan, el plástico se degrada en un nivel mucho más elevado que las tuberías de metal.

6.3 Circuito de calefacción

El circuito de calefacción estará formado por un circuito de ida con el agua a la temperatura de servicio y otro de retorno con el agua más fría, (las temperaturas serán indicadas posteriormente).

Siendo esta la disposición de los circuitos:



Figura6.4-Trazado de los circuitos de calefacción de ida y retorno

El circuito de ida dispondrá de un trazado desde la central de generación hasta el último tramo de la tubería principal donde se puedan conectar los usuarios, mientras que el circuito de retorno nacerá desde el primer punto donde se hace uso del circuito de ida y seguirá el trazado de este recogiendo el agua a menor temperatura acabando este circuito devolviendo el agua a menor temperatura a la central de generación.

Las tuberías principales se dimensionarán teniendo en cuenta la temperatura de impulsión, el calor específico del agua, la carga térmica del sistema y las pérdidas de presión.

El caudal se determina partiendo de la demanda a través de la siguiente expresión:

$$Q = m \times C_p \times (T_s - T_r)$$

La Q de esta expresión hace referencia a la cantidad de calor demandada. La instalación debe ser capaz de soportar la demanda en el punto máximo, que como se vio en el apartado anterior se localiza en el mes de Enero. Todos los cálculos de la instalación se harán teniendo en cuenta la Q máxima, que como calculamos anteriormente la demanda máxima de calefacción era:

El máximo valor de P diario en Enero para la calefacción (bien a la 13:00 o bien en el intervalo 19:00-23:00) es de 3701,11 KW.

El dimensionamiento de nuestra tubería principal se hará teniendo en cuenta que a ella se conectarán 5 grupos a través de las cinco tomas de agua dimensionadas a lo largo del circuito principal y repartidas equitativamente a lo largo de la red de manera que puedan abastecer a todo el municipio, todos los grupos que se conectan a cada toma de agua demandan la misma potencia debido a este reparto equitativo de las tomas, de las cuales tomarán el agua caliente de calefacción de nuestro circuito principal. (740,22 Kw)

A continuación se ofrece un esquema de los circuitos de ida y de retorno con la posición de cada toma de agua, y una tabla en la que se resume la longitud de los tramos que dispone este circuito, divididos estos por las tomas de agua.

Esta división se realiza porque se precisa de un uso de tubería en función de la demanda de potencia que se precise, la cual cambiara de una toma de agua a otra.

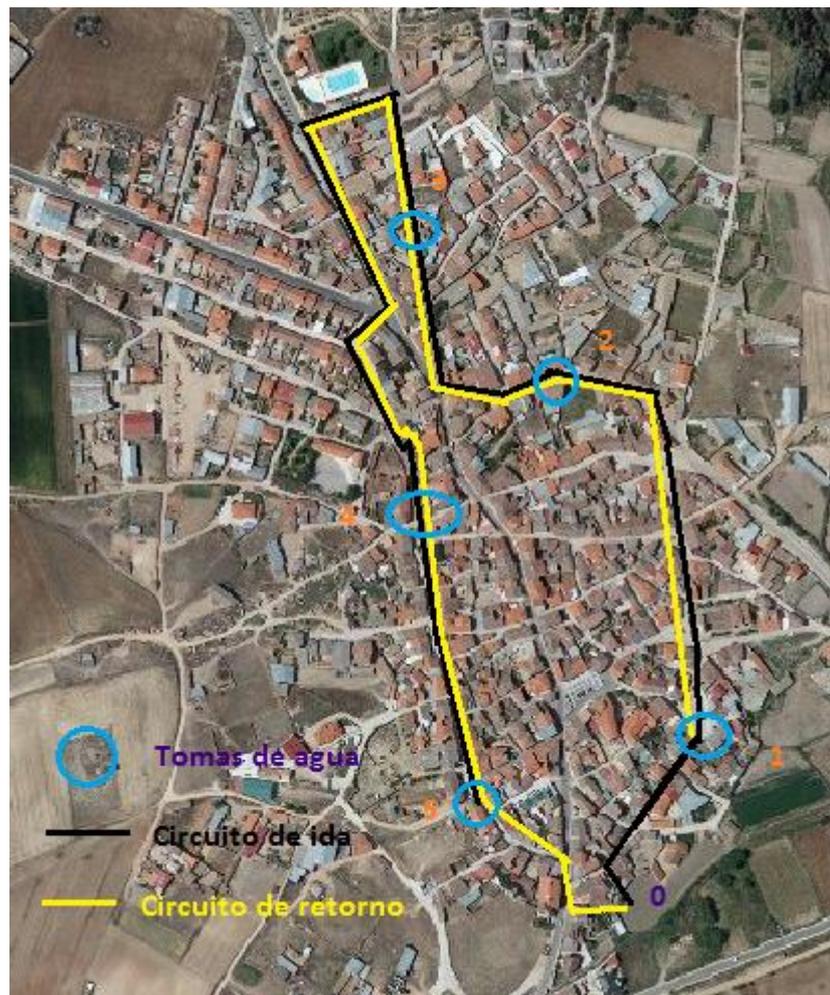


Figura6.5- Trazado de los circuitos de calefacción y de sus tomas de agua

Longitud de los tramos:

Tabla6.2- Longitud de cada tramo del circuito de calefacción

Numero de tramo	Longitud (m)
0-1	167,02
1-2	285,18
2-3	280
3-4	480,95
4-5	230,07
5-0	179,67

6.3.1 Circuito de ida

Caudales

Vamos a calcular los caudales para cada tramo usando la formula citada anteriormente:

$$Q = m \times C_p \times (T_s - T_r)$$

Por ejemplo vamos a realizar el cálculo para el tramo 0-1 y luego nos ayudaremos con una tabla de excell para completar el cálculo de los otros tramos.

$$3701,22 \text{ KWh} = M1 \times 4,18 \text{ Kj/Kg } ^\circ\text{C} \times 968 \text{ Kg/m}^3 \times 15^\circ\text{C} \times 1\text{Kw}/3600 \text{ Kj}$$

$$M1 = 60,98 \text{ l/s}$$

Tabla6.3-Caudal que circula por cada tramo del circuito

Tramo	Caudal (l/s)
0-1	60,98
1-2	48,78
2-3	36,59
3-4	24,39
4-5	12,20

(*) La temperatura T_s se supone constante para calcular este parámetro, asumiéndose la pérdida de carga en forma de exceso de combustible. La temperatura de ida se fija en 85°C y la temperatura de retorno en 70°C . Esta temperatura es elegida porque es la temperatura a la que más rendimiento presentan las calderas, así como todo el sistema en función de la bibliografía estudiada.

La densidad del agua a 85°C es de 968 Kg/m^3

Diámetros y velocidades

Para calcular estos parámetros como es lógico, se mantienen las características del apartado anterior, de T_s , T_r , densidad del agua, potencia demandada y longitud de los tramos.

Vistas las características de nuestro district heating vamos a escoger el tipo de tuberías EFITERM Logstor (marca Danesa) preaisladas rígidas para su trazado.

La tubería LOGSTOR es una tubería de acero preaislada según EN 253 con tubería de servicio de dimensiones y tolerancias según ISO 4200, calidad P235GH/TR1/TR2 según EN10217 soldada (DIN 2458), existiendo otras calidades bajo especificación del cliente: según EN10216 sin soldadura (DIN 2448), inoxidable, galvanizado, etc. Se emplea para el transporte eficiente de fluidos térmicos en instalaciones de District Heating & Cooling, instalaciones industriales, etc. y se presenta en dos versiones, single y double. Su diseño permite su empleo tanto en instalaciones enterradas como aéreas.

La tubería LOGSTOR está compuesta por una tubería de servicio de acero, una espuma rígida de poliuretano (PUR, en la que se utiliza el ciclo pentano como agente de expansión) y por un robusto envolvente de polietileno de alta densidad (PEAD). La espuma PUR se encuentra íntimamente ligada a los otros dos elementos formando en su conjunto, un único material compuesto. Los diámetros disponibles van desde DN20 a DN1000, siendo las condiciones de trabajo en continuo hasta 140°C y PN 25 durante 30 años, con picos de 150°C .

En estas tuberías el caudal debe ser tal que no se supere los 2,5 m/s de velocidad (según el fabricante indica). El valor de la velocidad para los tramos descritos anteriormente se calcula de la siguiente manera.

$$V=Q/((\pi/4) \times d)$$

Dónde:

Q= Rango flujo del líquido (m³/h)

d=diámetro interno de la tubería (metros)

v=velocidad del agua (m/s)

Se elegirá el tipo de tubería que tenga un diámetro que haga que estos valores de velocidad no excedan el límite indicado anteriormente.

Para elegir los diámetros se dispone de los siguientes tipos de tubería comercializados por el fabricante, con sus características especificadas en la tabla siguiente.

TUBERÍAS - CARACTERÍSTICAS									
Dimensiones				Suministro (m)	Diámetro del envolvente			Peso en kg/m	Vol/m
Diámetro DN	Pulg.	d _e (mm)	e (mm)		D _e (mm)				
					Serie 1	Serie 2	Serie 3	Serie 1	
20	3/4"	26,9	2,6	6/12	90	110	125	2,9	0,4
25	1"	33,7	2,6	6/12	90	110	125	3,3	0,6
32	1 ^{1/4} "	42,4	2,6	6/12	110	125	140	4,2	1,1
40	1 ^{1/2} "	48,3	2,6	6/12	110	125	140	4,6	1,5
50	2"	60,3	2,9	6/12	125	140	160	6,1	2,3
65	2 ^{1/2} "	76,1	2,9	6/12	140	160	180	7,5	3,9
80	3"	88,9	3,2	6/12	160	180	200	9,4	5,3
100	4"	114,3	3,6	6/12	200	225	250	14	9
125	5"	139,7	3,6	6/12	225	250	280	16	14
150	6"	168,3	4	6/12	250	280	315	21	20
200	8"	219,1	4,5	6/12	315	355	400	31	35
250	10"	273,0	5	6/12	400	450	500	45	54
300	12"	323,9	5,6	12	450	500	520	58	77
350	14"	355,6	5,6	12	500	520	560	66	93
400	16"	406,4	6,3	12	520	560	630	85	120
450	18"	457,2	6,3	12	560	630	710	98	160
500	20"	508,0	6,3	12	630	710	780	109	190
600	24"	610,0	7,1	12	780	800	...	150	280
700	28"	711,0	8	12	900	...	...	180	380
800	32"	813,0	8,8	12	1000	...	...	230	500
900	36"	914,0	10	12	1100	...	...	280	630
1000	40"	1016,0	11	12	1200	...	...	340	780
1100	44"	1118,0	11	12	1300	...	...	378	943
1200	48"	1219,0	12,5	12	1400	...	...	460	1120

Figura6.6- Características de las tuberías LOGSTOR para el circuito de ida

Con los caudales obtenidos anteriormente vamos a calcular los diámetros con los valores especificados por el fabricante, de tal manera que cumplan las condiciones especificadas

anteriormente, ayudándonos además de las formulas del programa para el dimensionamiento de estas tuberías (Logstor calculator) que dispone esta marca.

Tabla6.4-Tipo de tubería usada para cada tramo y su caudal

Tramo	Caudal (l/s)	Caudal (m ³ /h)	Tubería usada
0-1	60,98	219,52	DN 200
1-2	48,78	175,62	DN 150
2-3	36,58	131,71	DN 150
3-4	24,39	87,81	DN 125
4-5	12,19	43,90	DN 80

Para unir las diferentes tuberías LOGSTOR calculadas anteriormente se usan los siguientes elementos proporcionados por el propio fabricante.



LOGSTOR® - Reducciones

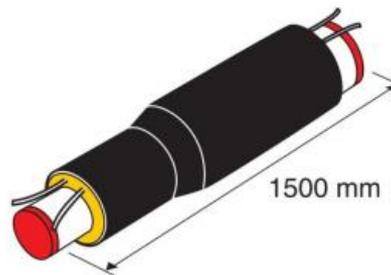


Figura6.7-Reducciones LOGSTOR usadas en el circuito

Mientras que para unir las diferentes tuberías utilizadas con el mismo diámetro se utilizaran las uniones de punto fijo, también proporcionadas por el fabricante LOGSTOR.



LOGSTOR® - Punto fijo

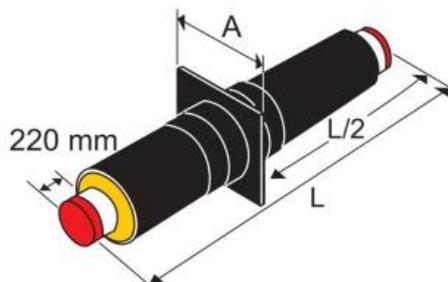


Figura6.8-Puntos fijos LOGSTOR usadas en el circuito

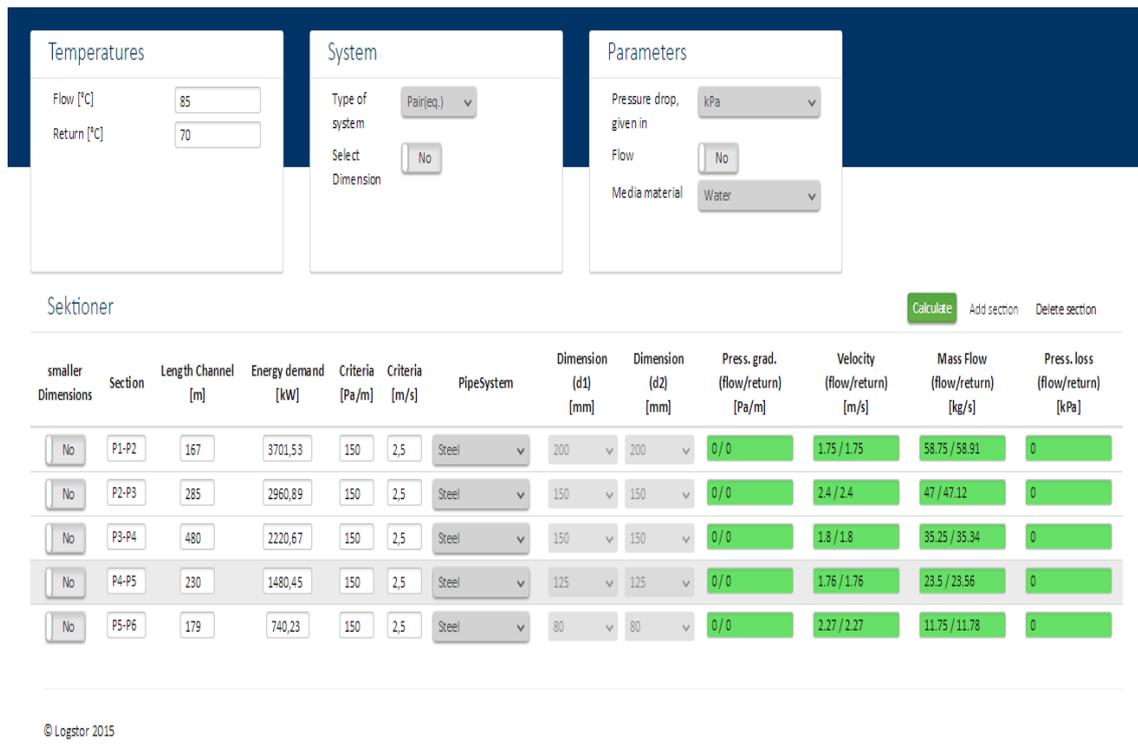


Figura6.9-Imagen del Software proporcionado por LOGSTOR para calcular tipo de tuberías y velocidades

Para el cálculo de las velocidades del trazado, puedo usar la formula citada anteriormente o puedo usar el software proporcionado por el fabricante, obteniendo estos resultados.

Como podemos observar en la figura 6.9 el programa LOGSTOR CALCULATOR también nos realiza el cálculo de la tubería más adecuada, con su correspondiente diámetro para cada tramo de nuestra red principal.

Tabla6.5-Velocidad en cada tramo con la fórmula utilizada y con LOGSTOR CALCULATOR

Velocidad Logstor Calculator (m/s)	Velocidad formula (m/s)
1,76	1,75
2,42	2,4
1,81	1,8
1,77	1,76
2,28	2,27

Como podemos observar obtengo valores prácticamente idénticos con el uso del software proporcionado por el fabricante y con la formula anteriormente citada, por lo que me aseguro que los cálculos de las velocidades y los diámetros estén correctamente dimensionados.

Pérdidas de carga

El cálculo de la pérdida de carga en cada tubería de distribución depende de si el fluido circula en régimen turbulento o laminar. Como ya se ha indicado, la demanda total máxima sirve para calcular el flujo de calor que se distribuye por cada uno de los tramos marcados en el mapa.

Con el caudal se calcula la velocidad para distintos diámetros de tubería y se escoge el diámetro con el que se asegura una velocidad menor de 2,5 m/s.

A partir de la velocidad y del diámetro se determina el número de Reynolds, conociendo la temperatura del fluido y su correspondiente viscosidad dinámica.

$$Re = \frac{D \cdot u \cdot \rho}{\mu}$$

Viscosidad dinámica del agua líquida a varias temperaturas

Temperatura °C	Viscosidad dinámica kg / (m·s)	Temperatura °C	Viscosidad dinámica kg / (m·s)	Temperatura °C	Viscosidad dinámica kg / (m·s)
0	0,001792	34	0,000734	68	0,000416
1	0,001731	35	0,000720	69	0,000410
2	0,001674	36	0,000705	70	0,000404
3	0,001620	37	0,000692	71	0,000399
4	0,001569	38	0,000678	72	0,000394
5	0,001520	39	0,000666	73	0,000388
6	0,001473	40	0,000653	74	0,000383
7	0,001429	41	0,000641	75	0,000378
8	0,001386	42	0,000629	76	0,000373
9	0,001346	43	0,000618	77	0,000369
10	0,001308	44	0,000607	78	0,000364
11	0,001271	45	0,000596	79	0,000359
12	0,001236	46	0,000586	80	0,000355
13	0,001202	47	0,000576	81	0,000351
14	0,001170	48	0,000566	82	0,000346
15	0,001139	49	0,000556	83	0,000342
16	0,001109	50	0,000547	84	0,000338
17	0,001081	51	0,000538	85	0,000334
18	0,001054	52	0,000529	86	0,000330
19	0,001028	53	0,000521	87	0,000326
20	0,001003	54	0,000512	88	0,000322

Figura 6.10 Viscosidad dinámica del agua a diferentes temperaturas

Una vez que se conoce el número de Re se calcula el factor de rozamiento (f). En todos los tramos del distric heating se tiene un régimen turbulento, y el factor de rozamiento se ha calculado a partir de la ecuación de White-Colebrook.

$$\frac{1}{\sqrt{f}} = -2 \cdot \log \left(\frac{2,51}{Re \cdot \sqrt{f}} + \frac{K/D}{3,71} \right)$$

Siendo K la rugosidad de la tubería, que para una tubería de acero es de 0.0024mm, y D el diámetro de la tubería.

La pérdida de carga se calcula mediante la ecuación de Darcy:

$$h_L = f \frac{L u^2}{D 2g}$$

Aquí quedan resumidos los cálculos hechos para las pérdidas de carga, aplicando todas las formulas mencionadas anteriormente.

Tabla 6.6 –Número de Reynolds factor de rozamiento y perdidas de carga para cada tramo

Tramo	Reynolds	f	h _l (m)
0-1	1,12x10 ⁶	0,020339	2,45
1-2	1,18x10 ⁶	0,021660	10,98
2-3	8,81x10 ⁵	0,021	6,05
3-4	7,13x10 ⁵	0,022	12,61
4-5	5,88x10 ⁵	0,0250	17,60

6.3.2 Circuito de retorno

Caudales

Para el circuito de retorno se harán los mismos cálculos que para el de ida teniendo en cuenta la demanda de cada toma, los diámetros, la temperatura del agua, los caudales, las pérdidas de carga y demás factores que afectan al dimensionamiento del circuito.

De la misma manera que lo hicimos en el apartado anterior vamos a definir las longitudes y caudales de cada tramo.

Tabla6.7-Caudal y longitud de cada tramo del circuito de retorno de la calefacción

Tramo	Caudal (m ³ /h)	Longitud
1-2	43,90	285,18
2-3	87,81	280
3-4	131,71	480,95
4-5	175,62	230,07
5-0	219,52	179,67

Diámetros y velocidades

Usando los mismos procedimientos que se hicieron para el circuito de ida, y usando las mismas formulas vamos a calcular los diámetros y velocidades de las tuberías de retorno, así como el tipo de tubería a usar.

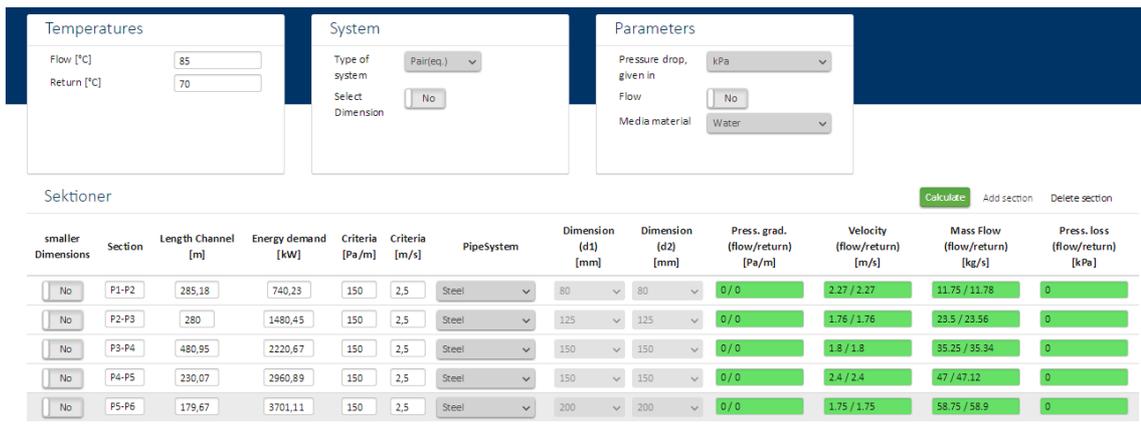


Figura6.11-Calculo velocidades y tipo de tubería usando programa LOGSTOR CALCULATOR

Tabla6.8- Velocidad y tipo de tubería para cada tramo del circuito de retorno

Tramo	Velocidad	Diámetro
1-2	2,28	DN 80
2-3	1,76	DN 125
3-4	1,8	DN 150
4-5	2,4	DN 150
5-0	1,75	DN 200

Pérdidas de carga

Para calcular las pérdidas de carga se hace de la misma forma que en el circuito de ida, con las mismas ecuaciones y teniendo en cuenta los mismos factores.

Hay que tener en cuenta que al ser diferente temperatura 70°C, va a cambiar ligeramente nuestra viscosidad dinámica y cinemática del fluido así como su densidad.

Viscosidad dinámica del agua líquida a varias temperaturas

Temperatura °C	Viscosidad dinámica kg / (m·s)	Temperatura °C	Viscosidad dinámica kg / (m·s)	Temperatura °C	Viscosidad dinámica kg / (m·s)
0	0,001792	34	0,000734	68	0,000416
1	0,001731	35	0,000720	69	0,000410
2	0,001674	36	0,000705	70	0,000404
3	0,001620	37	0,000692	71	0,000399
4	0,001569	38	0,000678	72	0,000394
5	0,001520	39	0,000666	73	0,000388

Figura6.12-Viscosidad dinámica del agua líquida a varias temperaturas

Temperatura °C	Densidad kg / m ³	Temperatura °C	Densidad kg / m ³	Temperatura °C	Densidad kg / m ³
0 (hielo)	917,00	33	994,76	67	979,34
0	999,82	34	994,43	68	978,78
1	999,89	35	994,08	69	978,21
2	999,94	36	993,73	70	977,63
3	999,98	37	993,37	71	977,05
4	1000,00	38	993,00	72	976,47
-	----	--	----	--	----

Figura6.13-Densidad del agua líquida a varias temperaturas

Tabla6.9-. Numero de Reynolds, factor de rozamiento y perdidas de carga para el circuito de retorno

Tramo	Reynolds	f	Perdidas de carga
1-2	4,91x10 ⁵	0,025	21,85
2-3	5,95x10 ⁵	0,022	7,23
3-4	6,09x10 ⁵	0,022	12,99
4-5	9,78x10 ⁵	0,021	8,71
5-0	9,28x10 ⁵	0,0203	2,61

6.3.3 Cálculo de las bombas

Para hacer el cálculo de las bombas es preciso saber la presión que tenemos que superar, es por ello que se ha realizado en los apartados anteriores el cálculo de las pérdidas de carga en los circuitos de calefacción de ida y retorno.

En estos tipos de circuitos, llamados de flujo invertido, la bomba se situara al comienzo del circuito de ida, dimensionándose para dos factores claves:

- Máxima pérdida de carga
- Mayor caudal a superar

Para entender cómo se realiza el cálculo de las pérdidas de carga a superar vamos a realizar un croquis de las pérdidas de carga en nuestro circuito de ida y retorno, y las pérdidas de carga que tiene que superar el agua para llegar a los diferentes puntos donde se precise y retornar a la central de generación.

Por ejemplo, y usando la figura 6.14, si se necesita abastecer a la toma de agua situada en el punto C, el agua deberá superar las pérdidas de carga correspondientes para llegar a ese punto por el circuito de ida y la correspondientes pérdidas de carga para retornar a la central de generación por el circuito de retorno desde el punto H.

De esta manera se divide el recorrido en cinco circuitos dependiendo del recorrido que haga el agua y se calculan las pérdidas de carga para cada uno de ellos.

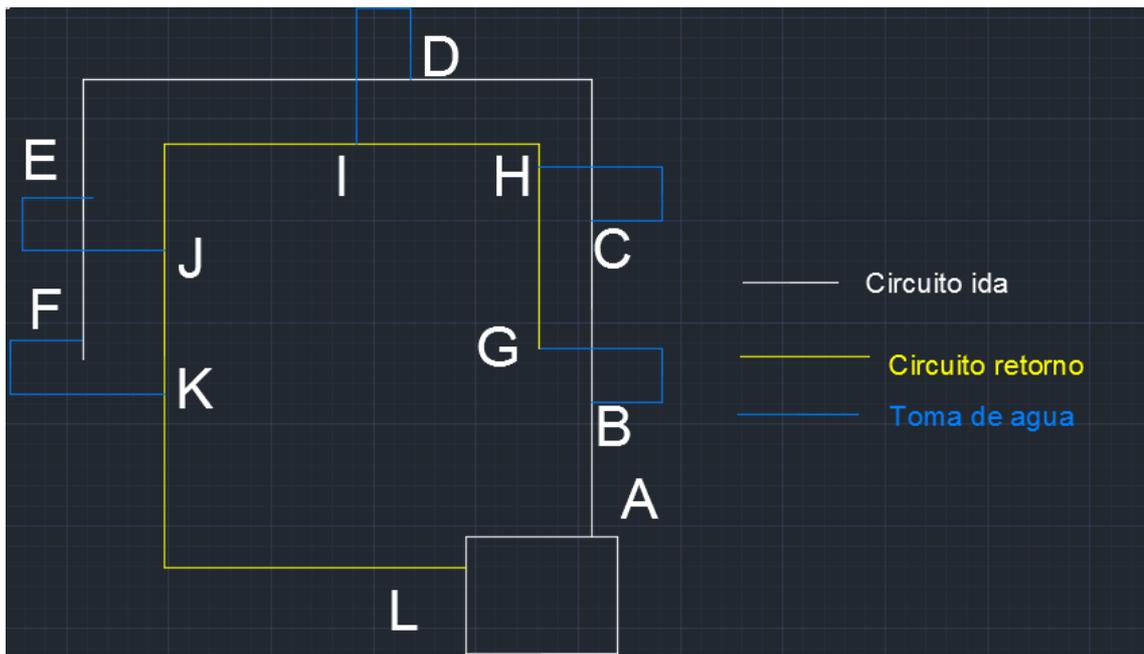


Figura6.14-Esquema circuito calefacción

Al tramo que corresponde desde A hasta B y desde G hasta L lo llamaremos circuito 1

Al tramo que corresponde desde B hasta C y desde H hasta L lo llamaremos circuito 2

Al tramo que corresponde desde C hasta D y de I hasta L lo llamaremos circuito 3

Al tramo que corresponde desde D hasta E y de J hasta L lo llamaremos circuito 4

Al tramo que corresponde desde E hasta F y de K hasta L lo llamaremos circuito 5

Las pérdidas de presión en cada circuito vienen dadas se calculan teniendo en cuenta que también hay que impulsar el caudal de retorno, de tal manera que vamos a calcular las pérdidas de presión para cada circuito con la siguiente tabla:

Tabla6.10-Perdidas de carga en el circuito de calefacción

Tramos	Pérdidas de carga	Circuito 1	Circuito2	Circuito 3	Circuito 4	Circuito 5
A-B	2,45	2,45	2,45	2,45	2,45	2,45
B-C	10,98		10,98	10,98	10,98	10,98
C-D	6,05			6,05	6,05	6,05
D-E	12,61				12,61	12,61
E-F	17,6					17,6
G-H	21,85	21,85				
H-I	7,23	7,23	7,23			
I-J	12,99	12,99	12,99	12,99		
J-K	8,71	8,71	8,71	8,71	8,71	
K-L	2,61	2,61	2,61	2,61	2,61	2,61
Total		55,84	44,97	43,79	43,41	52,3

Así por ejemplo para el circuito 1 tendremos en cuenta las pérdidas de carga por la tubería hasta su toma de agua y todo el circuito de retorno que tiene que impulsar, y así sucesivamente con todos los circuitos.

De este cálculo he obtenido que la presión máxima a superar es de 55,84 m (circuito 1).

Este dato junto con el caudal máximo a superar ($219,92\text{m}^3/\text{h}$) van a ser los datos que determinen la elección de nuestra bomba.

Según la Guía Básica de Redes de Calor y de Frío, publicada por la Generalitat de Catalunya en 2011, elaborada por la asociación de empresas adhoc (Asociación de empresas de Calor y Frío) y distribuida por el IDAE, teniendo en cuenta los valores de pérdidas de carga por accesorios e irregularidades en los circuitos ha de sobredimensionarse la presión máxima a superar un 20 % de tal manera que los datos para la elección de nuestra bomba van a ser:

-Presión máxima a superar: 67,008 m columna de agua

- Caudal máximo a superar $219,92\text{m}^3/\text{h}$.

La bomba que vamos a elegir teniendo en cuenta estos dos factores es la siguiente:

Una bomba del grupo SACI PUMPS de la serie MN, , una electrobomba centrífuga centralizada construida según DIN-24255-NFE44-III_UNI7467, estas bombas son ideales para instalaciones de climatización y para el bombeo de agua limpia y otros líquidos químicamente no agresivos.

Esta bomba tiene un soporte de bomba motor y turbina en fundición de alta resistencia, con un eje de acero inoxidable. Las bombas de las que disponemos son las siguientes:

Tipo Type	Potencia		"A"		Caudal m^3/h / Flow m^3/h										
	HP	KW	III 400	III 690	0	72	84	96	108	120	144	156	180	200	225
					Altura m.c.a. / Height w.c.m.										
MN 80-160 D	15	11	20,8	12	24	25,3	25,1	23,9	22,9	21,8	19,3	17,9	14,6		
MN 80-160 C	20	15	25,8	15	29	29,6	29	28,1	27	25,9	23,4	22,0	18,7	16,4	
MN 80-160 B	25	18,5	35	20	33,5	34,1	33,4	32,7	32	31	29	27,7	25	22,9	
MN 80-160 A	30	22,5	42	25	37	37,2	37,3	36,9	36,2	35,5	33,5	32,4	29,9	28	22,9

Presión máxima de trabajo

10 Bar

Figura 6.15- Características de la bomba SACI PUMPS

Vamos a elegir el modelo MN 80-160 A por ser el modelo que cumple nuestros requisitos de caudal y presión máxima a superar.

6.4 Circuito de ACS

Nuestro circuito de ACS discurrirá en paralelo a nuestros circuitos de calefacción, teniendo sus tomas de agua en la misma posición que estos para abastecer las demandas de los grupos de consumidores de nuestro district heating.

Como ya se mencionó anteriormente se dispondrá de una caldera independiente para el ACS, esta caldera se encargará de calentar el agua de red, (que en la zona climática donde

está ubicado nuestro district heating es de 12°C) hasta la temperatura de servicio de 45°C , en un interacumulador de ACS que dimensionaremos posteriormente. Una vez el agua esté lista para su temperatura de servicio será suministrada a los usuarios.

Para calcular los circuitos de ACS necesitamos saber los caudales que van a recorrer nuestras tuberías, con estos caudales calcularemos la potencia que va precisar tener nuestra caldera para poder calentar el agua en el tiempo requerido.

Para calcular el circuito de ACS vamos a disponer de un esquema al igual que se hizo para el circuito de calefacción.

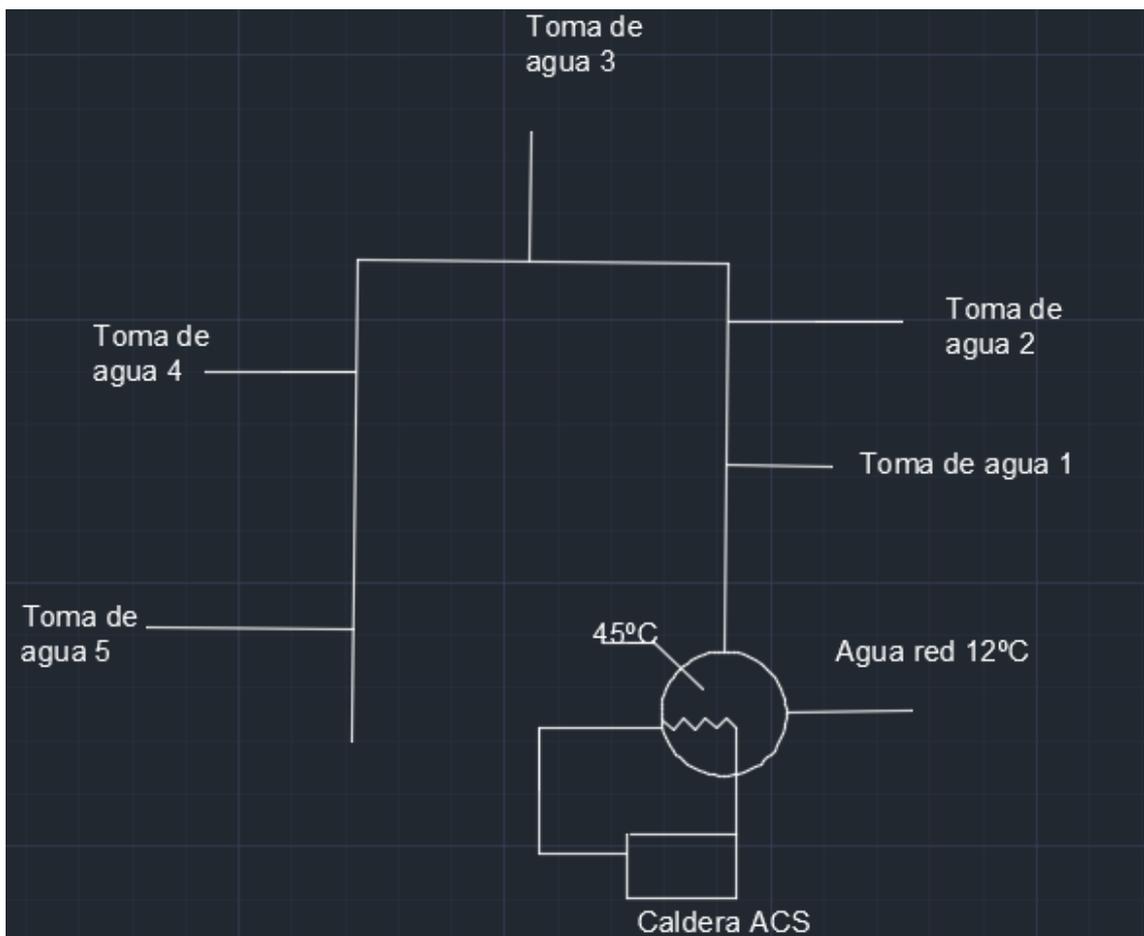


Figura 6.16- Esquema circuito ACS

Caudales

Los caudales instantáneos se obtienen con la suma de los caudales de todos los usuarios, aplicando un coeficiente de simultaneidad de uso, ya que no todos los aparatos de un mismo edificio se utilizan al mismo tiempo.

Aunque no existe una norma de obligado cumplimiento en la que se indiquen los coeficientes de simultaneidad, pueden utilizarse los datos obtenidos con la aplicación de

la Norma UNE 149.201/07, en la cual los caudales instantáneos se tienen con la siguiente expresión:

$$QC = A \cdot (QT)B + C$$

Siendo:

QC: Caudal simultáneo de cálculo (l/s).

QT: Caudal total, suma de todos los aparatos del edificio (l/s).

A, B y C: Coeficientes que dependen del tipo de edificio, de los caudales totales del edificio y de los caudales máximos por aparatos. En la tabla se dan los coeficientes (A, B y C) para cada tipo de edificio.

Dónde:

QU: Caudal mayor de los aparatos unitarios (l/s).

Cálculo de los caudales (l/s) y aparatos							
Zonas y locales	AFCH			ACS			
	Aparatos	Unitario	Total	Aparatos	Unitario	Total	
Cocina	Fregadero	1	0,2	1	0,1	0,1	
	Lavadora	1	0,2	1	0,15	0,15	
	Lavavajillas	1	0,15	0,15	1	0,1	0,1
	Total cocina	3	-	0,55	3	-	0,35
Baño	Bañera >1,40 m	1	0,3	1	0,2	0,2	
	Lavabo	1	0,1	1	0,065	0,065	
	Bidé	1	0,1	0,1	1	0,065	0,065
	Inodoro con cisterna	1	0,1	0,1	-	-	-
Total baño	4	-	0,6	3	-	0,33	
Aseo	Ducha	1	0,2	1	0,1	0,1	
	Lavabo	1	0,1	0,1	1	0,065	0,065
	Inodoro con cisterna	1	0,1	0,1	-	-	-
Total aseo	3	-	0,4	2	-	0,165	
Total vivienda	10	-	1,55	8	-	0,845	

Figura 6.17-Tabla de consumo de ACS por aparatos unitarios (l/s)

En cada vivienda se tienen 8 aparatos consumidores de ACS con un total de 0,845 l/s; el aparato de mayor caudal es la bañera, con 0,2 l/s.

Usando este mismo apartado y sabiendo los aparatos disponibles en el ayuntamiento se calculara también su demanda de ACS, que será muy reducida ya que solo dispone de dos lavabos.

Así mismo para el cálculo de la demanda de ACS de los bares se sabe que cada uno dispone de: 2 lavabos, 2 fregaderos y un lavavajillas. De los que se tomaran los respectivos coeficientes.

Los resultados son:

$$745 \text{ viviendas} \times 0,845 = 629,525 \text{ (l/s)}$$

$$1 \text{ ayuntamiento} \times 2 \text{ lavabos} \times 0,065 = 0,13 \text{ l/s}$$

$$3 \text{ bares} \times 2 \text{ lavabos} \times 2 \text{ fregaderos} \times 1 \text{ lavavajillas} = 1,29 \text{ l/s}$$

Para el cálculo del caudal simultáneo se requieren los coeficientes A, B y C

– Caudal total (QT) > 20 l/s.

Tipo de edificio	Caudales (l/s)		Coeficientes		
	Q ₁	Q ₂	A	B	C
Viviendas	<0,5	≤20	0,682	0,450	-0,140
	≥0,5	≤1	1,000	1,000	0,000
	≥0,5	≤20	1,700	0,210	-0,700
	→ Sin límite	>20	1,700	0,210	-0,700

Figura6.18-Coeficientes para el cálculo del caudal simultáneo

– Coeficientes: A: 1,7; B: 0,21; C: -0,7.

Caudal simultáneo= Qc (l/s) = 1,7 x 630,945^{0,21} x - 0,7 = 5,88 l/s

Consumos

El consumo de ACS no tiene por qué estar directamente relacionado con el caudal instantáneo, el cual se dará durante periodos muy cortos; para determinar los consumos se aplica el documento HE 4 del CTE, en el que se dan los consumos diarios de ACS a 60 °C, en función del tipo de edificio.

Criterio de demanda	Litros ACS/día a 60° C	
Viviendas unifamiliares	30	por persona
Viviendas multifamiliares	22	por persona
Hospitales y clínicas	55	por cama
Hotel ****	70	por cama
Hotel ***	55	por cama
Hotel/Hostal **	40	por cama
Camping	40	por emplazamiento
Hostal/Pensión *	35	por cama
Residencia (ancianos, estudiantes, etc)	55	por cama
Vestuarios/Duchas colectivas	15	por servicio
Escuelas	3	por alumno
Cuarteles	20	por persona
Fábricas y talleres	15	por persona
Administrativos	3	por persona
Gimnasios	20 a 25	por usuario
Lavanderías	3 a 5	por kilo de ropa
Restaurantes	5 a 10	por comida
Cafeterías	1	por almuerzo

Figura6.19-Litros ACS diarios por tipo de edificio y persona

La temperatura de referencia de 60 °C se corresponde con la de acumulación del ACS para prevención de la legionelosis y será la mínima habitual en los sistemas centralizados.

A continuación se presentan los cálculos realizados:

- Número de ocupantes por vivienda: 1,15
- Usuarios total district heating : 745 x 1,15= 863 personas.
- Consumo diario viviendas: 863 x 22 = 18986 l/día a 60 °C.
- Consumo diario ayuntamiento: 10 personas x3= 30 l /dia
- Consumo diario bares: 3 bares x 50 = 150 l/dia

Con el caudal instantáneo calculado se tendría un tiempo de consumo punta sostenido de:

$$18986 \text{ l/día} / 5,88 \text{ l/s} = 3228,91 \text{ segundos/día (54 minutos)}$$

Como temperatura del agua de la red se ha tomado 12 °C, que es la que se posee en la zona donde se realiza el estudio. La energía demandada para el calentamiento del ACS resulta:

$$E_{\text{Viviendas}} = 18986 \text{ l/día} \times 1,16 \text{ Wh}/(^{\circ}\text{C} \cdot \text{l}) / 1.000 \text{ W/kW} \times (60-12) = 1057,14 \text{ KWh/día.}$$

$$E_{\text{Ayuntamiento}} = 30 \text{ l/día} \times 1,16 \text{ Wh}/(^{\circ}\text{C} \cdot \text{l}) / 1.000 \text{ W/kW} \times (60-12) = 1,67 \text{ KWh/día.}$$

$$E_{\text{Bares}} = 150 \text{ l/día} \times 1,16 \text{ Wh}/(^{\circ}\text{C} \cdot \text{l}) / 1.000 \text{ W/kW} \times (60-12) = 8,352 \text{ KWh/día.}$$

Producción instantánea para el cálculo de la potencia.

La potencia en producción debe ser capaz de proporcionar las necesidades del momento punta más desfavorable del año, el resto del tiempo la regulación adecuara la potencia a las necesidades de cada momento. El caudal punta corresponde al caudal simultaneo calculado.

La potencia resulta:

$$P \text{ (W)} = QC \text{ (l/s)} \cdot 3.600 \text{ (s/h)} \cdot (\text{TACS} - \text{TAFCH}) \text{ (}^{\circ}\text{C)} \cdot 1,16 \text{ (Wh/l} \cdot ^{\circ}\text{C)}$$

La temperatura de distribución (TACS) dependerá del tipo de edificio, si bien considerando las especificaciones para prevención de la legionelosis, según las cuales la temperatura en el punto más alejado de la producción debe ser de 45 °C, se puede tomar esta como temperatura de producción instantánea; siendo los usuarios quienes mezclaran en los puntos de consumo hasta la temperatura adecuada. La temperatura del agua fría (TAFCH) dependerá de la localidad en la que se encuentre el district heating, en nuestro caso es de 12 °C.

$$P = 5,88 \text{ l/s} \times 3600 \times (45-12) \times 1,16 = 810311,04 \text{ W} = 810,31 \text{ KW}$$

En el cálculo de la potencia instantánea no se ha considerado el rendimiento de producción de ACS, puesto que la punta será muy corta y el rendimiento se compensa por el agua ya calentada contenida en las tuberías de distribución.

Como podemos observar la potencia calculada por este método me sale superior a la potencia calculada para ACS reflejada en las curvas de consumo, esto es debido a que este cálculo sigue el uso de los coeficientes de simultaneidad y calcula los casos más desfavorables. Es por ello que vamos a utilizar estos caudales y potencias para dimensionar nuestro circuito de ACS.

6.4.1 Dimensionado circuito ACS

Caudales

Para poder dimensionar nuestro circuito de ACS al igual que se hizo con el circuito de calefacción, lo primero que vamos a hacer va a ser dimensionar nuestros diámetros y elegir el tipo de tubería, para poder dimensionar los diámetros necesitamos saber los caudales, estos han sido calculados en el apartado anterior.

Vamos a dibujar un esquema orientativo con los tramos:

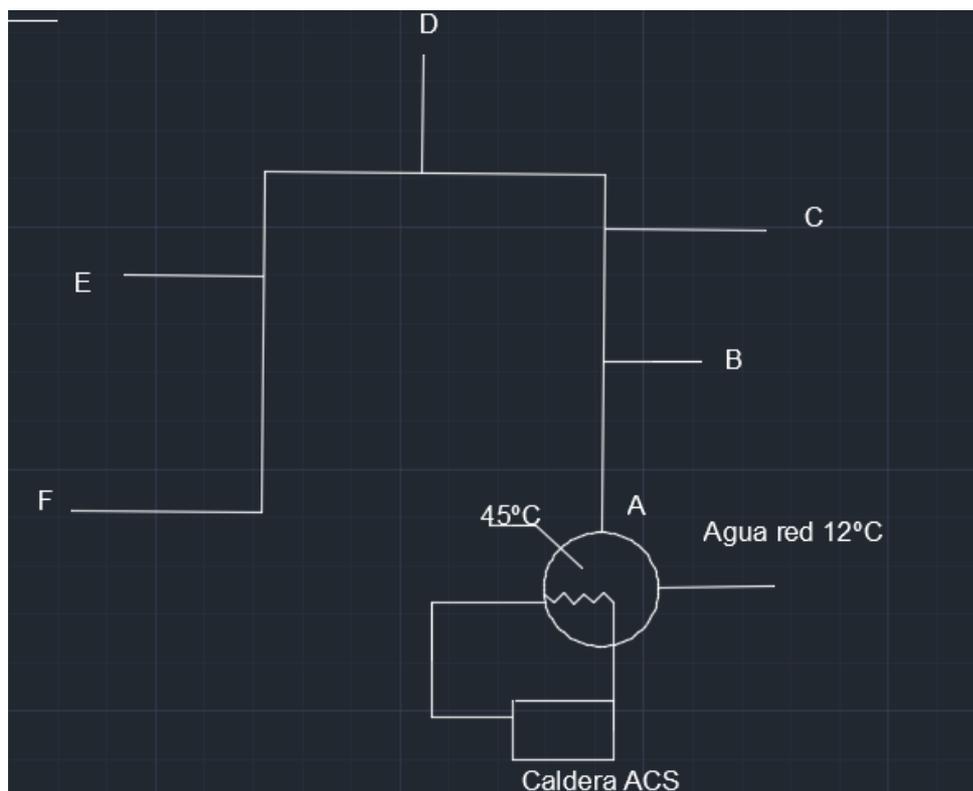


Figura6.20-Esquema circuito ACS con sus tomas de agua

Ahora hay que tener en cuenta que la temperatura del agua no es la misma por lo que realizaremos los mismos cálculos usando la fórmula del caudal pero teniendo en cuenta la densidad del agua a 45°C.

Temperatura °C	Densidad kg / m ³	Temperatura °C	Densidad kg / m ³	Temperatura °C	Densidad kg / m ³
0 (hielo)	917,00	33	994,76	67	979,34
0	999,82	34	994,43	68	978,78
1	999,89	35	994,08	69	978,21
2	999,94	36	993,73	70	977,63
3	999,98	37	993,37	71	977,05
4	1000,00	38	993,00	72	976,47
5	1000,00	39	992,63	73	975,88
6	999,99	40	992,25	74	975,28
7	999,96	41	991,86	75	974,68
8	999,91	42	991,46	76	974,08
9	999,85	43	991,05	77	973,46
10	999,77	44	990,64	78	972,85
11	999,68	45	990,22	79	972,23
12	999,58	46	989,80	80	971,60
13	999,46	47	989,36	81	970,97

Figura6.21-Densidad del agua a diferentes temperaturas

Los resultados para los caudales usando la fórmula para el cálculo del caudal , (Q= m X Cp X (Ts-Tr) coinciden con los calculados en el apartado anterior, siendo estos los caudales y longitudes para cada tramo:

Tabla6.11 –Longitudes y caudales por tramos del circuito de ACS

Tramo	Longitud (m)	Caudal (l/s)	Caudal (m3/h)
A-B	167,02	5,88	21,168
B-C	285,18	4,74	17,08
C-D	280	3,56	12,81
D-E	480,95	2,42	8,712
E-F	230,07	1,28	4,608

Diámetros y velocidades

Para calcular los diámetros y velocidades de nuestro circuito de ACS vamos a seguir el mismo procedimiento que el usado para el cálculo de nuestro circuito de calefacción.

Usando la misma marca de tuberías (EFITERM), y partiendo de la base como se hizo antes que la velocidad del agua por nuestras tuberías no puede superar los 2,5 m/s, según indica el fabricante.

Esta vez se van a usar tuberías preaisladas flexibles, de tal manera que usaremos los diámetros normalizados que tiene el fabricante para este tipo de tuberías:

Teniendo la fórmula que me relaciona la velocidad con el diámetro adecuado:

$$c = \frac{q_v}{\frac{\pi}{4} * d^2}$$

Y además el programa LOGSTOR que calcula las tuberías con los diámetros que necesitamos para, nuestras velocidades de tal manera que tenemos:

Temperatures

Flow [°C]

Return [°C]

System

Type of system

Select Dimension

Parame

Pressure d given in

Flow

Media mat

Sektioner

smaller Dimensions	Section	Length Channel [m]	Flow [m3/h]	Criteria [Pa/m]	Criteria [m/s]	PipeSystem	Dimension (d1) [mm]
<input type="text" value="No"/>	P1-P2	167,02	21,16	150	2,5	PexFlextra ^	110 v
<input type="text" value="No"/>	P2-P3	285,18	17,08	150	2,5	PexFlextra ^	110 v
<input type="text" value="No"/>	P3-P4	280	12,81	150	2,5	PexFlextra ^	90 v
<input type="text" value="No"/>	P4-P5	480,95	8,71	150	2,5	PexFlextra ^	75 v
<input type="text" value="No"/>	P5-P6	230,07	4,60	150	2,5	PexFlextra ^	63 v

Figura6.22- Calculo de tubería usada por el programa LOGSTOR CALCULATOR

Además se dispone de una guía de rápido dimensionamiento para estas tuberías que nos da en función del caudal la tubería con el diámetro indicado y las pérdidas de carga que se van a tener, pero se prefiere calcular con el software Logstor por ser más exacto, y calcular las pérdidas de carga al igual que se hizo con el circuito de calefacción.

Las guías de rápido dimensionamiento sirven para cerciorarnos de que el tipo de tubería elegido usando las formulas anteriormente citadas y el software del fabricante son correctas.

GUÍA RÁPIDA DE DIMENSIONADO TUBERÍA FLEXIBLE

Pérdidas de carga para T = 80 °C. Para otras temperaturas aplicar el factor de corrección correspondiente

°C	10	15	20	25	30	35	40	45	50	55	60	65	70	75	80	85	90
Factor	1,353	1,265	1,232	1,199	1,182	1,149	1,132	1,099	1,082	1,065	1,049	1,034	1,020	1,015	1,000	0,986	0,972

Vol. l/h	kW a ΔT = 20 °C	25 x 2,5		32 x 2,9		40 x 3,7		50 x 4,6		63 x 5,8		75 x 6,8		90 x 8,2		110 x 10	
		mm.c.a/m	m/s	mm.c.a/m	m/s	mm.c.a/m	m/s	mm.c.a/m	m/s	mm.c.a/m	m/s	mm.c.a/m	m/s	mm.c.a/m	m/s	mm.c.a/m	m/s
180	4	1,9	0,16														
216	5	2,6	0,19														
252	6	3,5	0,23														
288	7	4,4	0,26														
324	8	5,4	0,29														
360	8	6,7	0,32	1,9	0,19												
720	17	22,9	0,65	6,5	0,38	2,2	0,24										
1080	25			13,4	0,57	4,6	0,37										
1440	33			22,4	0,76	7,7	0,49	2,6	0,31								
1800	42			33,5	0,95	11,4	0,61	3,8	0,39								
2160	50					15,8	0,73	5,4	0,47								
2520	59					20,9	0,85	7,1	0,54								
2880	67					26,6	0,97	9,1	0,62	3,0	0,39						
3240	75					32,9	1,10	11,1	0,70	3,7	0,44						
3600	84							13,5	0,78	4,4	0,49						
3960	92							16,0	0,85	5,2	0,54						
4320	100							18,7	0,93	6,2	0,59	2,6	0,41				
5040	117							24,8	1,09	8,1	0,68	3,5	0,48				
5760	134							31,6	1,24	10,4	0,78	4,4	0,55				

Vol. l/h	kW a ΔT = 20 °C	25 x 2,5		32 x 2,9		40 x 3,7		50 x 4,6		63 x 5,8		75 x 6,8		90 x 8,2		110 x 10	
		mm.c.a/m	m/s	mm.c.a/m	m/s	mm.c.a/m	m/s	mm.c.a/m	m/s	mm.c.a/m	m/s	mm.c.a/m	m/s	mm.c.a/m	m/s	mm.c.a/m	m/s
6480	151									12,8	0,88	5,4	0,62	2,2	0,43		
7200	167									15,5	0,98	6,7	0,69	2,8	0,48		
7920	184									18,5	1,08	7,9	0,75	3,3	0,52		
8640	201									21,5	1,17	9,2	0,82	3,8	0,57		
9360	218									24,9	1,27	10,7	0,89	4,4	0,62		
10080	234									28,5	1,37	12,2	0,96	5,1	0,67		
10800	251									32,3	1,47	13,8	1,03	5,7	0,72	2,2	0,48
12600	293											18,2	1,20	7,6	0,83	2,9	0,56
14400	335											23,1	1,37	9,6	0,95	3,7	0,64
16200	377											28,7	1,54	12,0	1,07	4,6	0,72
18000	419													14,4	1,19	5,5	0,80
19800	460													17,2	1,31	6,6	0,88
21600	502													20,1	1,43	7,7	0,96
23400	544													23,2	1,55	8,9	1,04
25200	586													26,6	1,67	10,1	1,12
27000	628													30,2	1,79	11,5	1,20
28800	670													33,9	1,91	12,9	1,28
30600	712															14,4	1,36
32400	753															16,0	1,44
34200	795															17,6	1,52
36000	837															19,4	1,60
37800	879															21,2	1,68
39300	914															23,0	1,75
43200	1005															27,0	1,91
46800	1088															31,2	2,07

Figura6.23-Guia para el dimensionamiento rápido de las tuberías LOGSTOR

Tabla6.12-Velocidades, diámetros y tipos de tubería para cada tramo del circuito de ACS

Tramo	Velocidad (m/s)	Diámetro (m)	Tipo de tubería
A-B	0,725	0,1016	DN 110
B-C	0,585	0,1016	DN 110
C-D	0,674	0,082	DN 90
D-E	0,647	0,069	DN 75
E-F	0,484	0,058	DN 63

PexFlextra Single serie 5/SDR 11

Tipo	DN	Pulgadas (")	Tubería de servicio d x s mm	Envolvente D x s ₁ mm	Radio mín. de curvatura m	Capacidad l/m	Peso de tubería sin agua kg/m
20/90	16	5/8"	20 x 2,0	90 x 2,5	0,45	0,20	0,61
25/90	20	3/4"	25 x 2,5	90 x 2,5	0,45	0,32	0,82
32/90	25	1"	32 x 2,9	90 x 2,5	0,5	0,53	0,9
40/90	32	1 1/4"	40 x 3,7	90 x 2,5	0,55	0,83	1,22
50/110	40	1 1/2"	50 x 4,6	110 x 2,5	0,6	1,3	1,79
63/125	50	2"	63 x 5,8	125 x 2,5	0,7	2,07	2,35
75/140	65	2 1/2"	75 x 6,9	140 x 3,0	0,85	2,96	3,14
90/160	80	3"	90 x 8,2	160 x 3,0	1,0	4,25	4,07
110/180	100	4"	110 x 10	180 x 3,0	1,2	6,36	5,43

Figura6.24- Características de las tuberías LOGSTOR PEXFLEXTRA Single serie 5/SDR11

Perdidas de carga

El cálculo de la pérdida de carga en cada tubería de distribución depende de si el fluido circula en régimen turbulento o laminar. Como ya se ha indicado, la demanda total máxima sirve para calcular el flujo de calor que se distribuye por cada uno de los tramos marcados en el mapa.

Para calcular las pérdidas de carga se sigue el mismo procedimiento explicado que para el circuito de calefacción, usando las siguientes fórmulas para calcular el número de Reynolds, el factor de rozamiento (f) y las pérdidas de carga

$$Re = \frac{D \cdot u \cdot \rho}{\mu}$$

Hay que tener en cuenta que algunas cosas cambian como con respecto al circuito de calefacción, como la rugosidad de las tuberías (ahora es de 0,0015mm) y la viscosidad dinámica del agua líquida que cambia con la temperatura., por lo que se realizara el cálculo de esta a la temperatura utilizada para ACS.

Viscosidad dinámica del agua líquida a varias temperaturas

Temperatura °C	Viscosidad dinámica kg / (m·s)	Temperatura °C	Viscosidad dinámica kg / (m·s)	Temperatura °C	Viscosidad dinámica kg / (m·s)
0	0,001792	34	0,000734	68	0,000416
1	0,001731	35	0,000720	69	0,000410
2	0,001674	36	0,000705	70	0,000404
3	0,001620	37	0,000692	71	0,000399
4	0,001569	38	0,000678	72	0,000394
5	0,001520	39	0,000666	73	0,000388
6	0,001473	40	0,000653	74	0,000383
7	0,001429	41	0,000641	75	0,000378
8	0,001386	42	0,000629	76	0,000373
9	0,001346	43	0,000618	77	0,000369
10	0,001308	44	0,000607	78	0,000364
11	0,001271	45	0,000596	79	0,000359
12	0,001236	46	0,000586	80	0,000355
13	0,001202	47	0,000576	81	0,000351
14	0,001170	48	0,000566	82	0,000346
15	0,001139	49	0,000556	83	0,000342
16	0,001109	50	0,000547	84	0,000338

Figura 6.25- Viscosidad dinámica del agua líquida a diferentes temperaturas

$$\frac{1}{\sqrt{f}} = -2 \cdot \log \left(\frac{2,51}{Re \cdot \sqrt{f}} + \frac{K/D}{3,71} \right)$$

Siendo K la rugosidad de la tubería, que para una tubería Pex Flextra es de 0.0015 mm, (a diferencia que en las tuberías de acero del circuito de calefacción que es de 0,0024mm) y D el diámetro de la tubería.

La pérdida de carga se calcula mediante la ecuación de Darcy:

$$h_L = f \frac{L u^2}{D 2g}$$

Aquí quedan resumidos los cálculos hechos para las pérdidas de carga:

Tabla6.13-Numero de Reynolds, factor de rozamiento y perdidas de carga para cada tramo del circuito de ACS

Tramo	Reynolds	f	h _l (m)
A-B	1,22x10 ⁵	0,023	1,01
B-C	9,88x10 ⁴	0,023	1,14
C-D	9,2x10 ⁴	0,024	1,96
D-E	7,43x10 ⁴	0,026	3,87
E-F	4,67x10 ⁴	0,027	1,32

6.4.2 Dimensionado de las bombas

Vamos a realizar nuestro dimensionado de las bombas teniendo en cuenta las pérdidas de carga del apartado anterior, y sabiendo que a diferencia de nuestro circuito de calefacción este circuito va a ser de solo ida, por lo tanto no tendrá que vencer las pérdidas de carga del circuito de retorno.

Para hacer el dimensionamiento de las bombas se usa el mismo criterio que anteriormente, el caudal máximo a superar, así como la máxima pérdida de carga (sobre dimensionada un 20%), que en este caso serán:

-Pérdida de carga: 11,16 m

-Máximo caudal a superar: 21,168 (m³/h)

Vamos a elegir para este caso una bomba de rotor seco del fabricante Sedical, en concreto el modelo 65/11T por ser el que mejor se adapta a nuestros requerimientos:

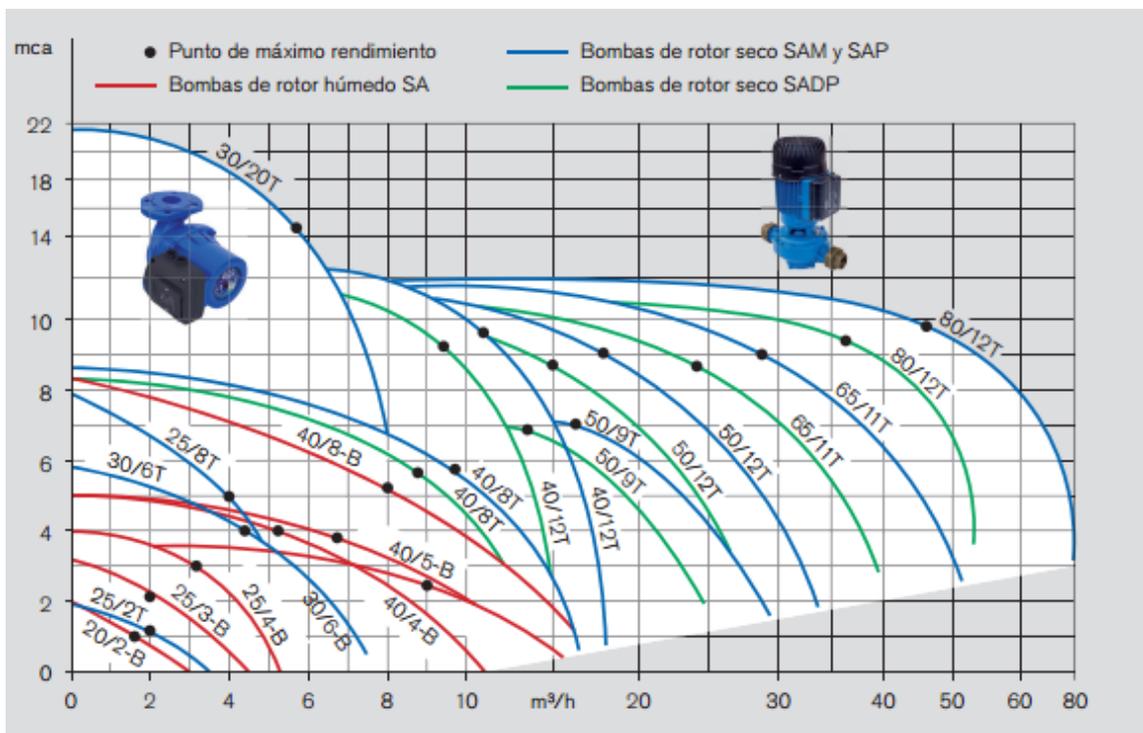


Figura 6.26-Gráfico para la elección de las distintas bombas Sedical

Esta bomba tiene las siguientes características:

Selección de bombas de rotor húmedo y rotor seco para ACS modelos SA, SAM y SA(D)P

Modelo	Conexión		Distan. entre bridas (mm)	P1 máx. (W)			Consumo / I máx. (A)			Peso (kg)		Cond. μ F
	Con racores	Sin racores		3x400 V	2x230 V	1x230 V	3x400 V	3x230 V	1x230 V	Simple	(D)oble	
SA 20/2-B	R ¾" H	R 1½" M	120			40			0,2	2,4		2
SA 25/3-B	R 1" H	R 1½" M	150			70			0,4	2,6		2
SA 25/4-B	R 1" H	R 1½" M	150			85			0,4	2,6		2
SA 30/6-B	R 1½" H	R 2" M	180	190			0,4			4,5		
SA 40/4-B		DN 40	250	235	235	235	0,8	1,7	1,7	15,7		12
SA 40/5-B		DN 40	250	225	225	225	0,5	1	1,3	15,7		8
SA 40/8-B		DN 40	250	330	330	330	0,6	1,3	1,9	15,7		8
SAM 25/2T	R 1" H	R 1½" M	180	80	80		0,3	0,5		7,6		
SAM 30/6T	R 1½" H	R 2" M	250	190	190		0,6	1		15,4		
SAP 25/8T	R 1" H	R 1½" M	180	200	200		0,7	1,2		7,9		
SAP 30/20T	R 1½" H	R 2" M	250	660	660		1,3	2,3		16,2		
SA(D)P 40/8T		DN 40	250	350	350		1	1,7		21,2	43,2	
SA(D)P 40/12T		DN 40	250	600	600		1,2	2		21,2	48,4	
SA(D)P 50/9T		DN 50	280	700	700		1,6	2,8		26	57,5	
SA(D)P 50/12T		DN 50	280	750	750		1,8	3,2		26	58	
SA(D)P 65/11T		DN 65	340	1300	1300		2,7	4,7		35	62	
SA(D)P 80/12T		DN 80	360	2100	2100		3,8	6,6		40	76	

Los motores de las bombas SAM y SA(D)P >0,75kW cumplen los requisitos de diseño ecológico y normativa de eficiencia energética con rendimientos mínimos IE2.

Figura6.27- Características de las bombas Sedical

6.4.3 Dimensionamiento interacumulador de ACS

Para calcular la capacidad de acumulación el problema fundamental es conocer el caudal punta, tanto en valor como en duración de la misma, para lo cual no existen datos oficiales publicados ni normas establecidas.

Hay algunos métodos de cálculo que determinan la punta y la duración de la misma, pero todos son métodos empíricos, basados en estimaciones.

Hipótesis conservadoras, que conllevan sistemas que no presentan problemas de funcionamiento, son tomar como consumo en la hora punta el 50% del consumo medio diario en edificios como viviendas y hoteles, mientras que en polideportivos el consumo presenta más puntas, por lo que se puede considerar que en la hora punta se tiene un consumo del 30% del medio diario.

Nuestro district heating va a dar servicio a viviendas, tres bares y ayuntamiento, por lo tanto se va a elegir la hipótesis conservadora anteriormente expresada que es la que mejor se adapta a nuestra situación, de tal manera que se elige el 50% del consumo medio diario, que como hemos calculado anteriormente es de 18986 l/día.

$$18986 \times 0,5 = 9493 \text{ l / día}$$

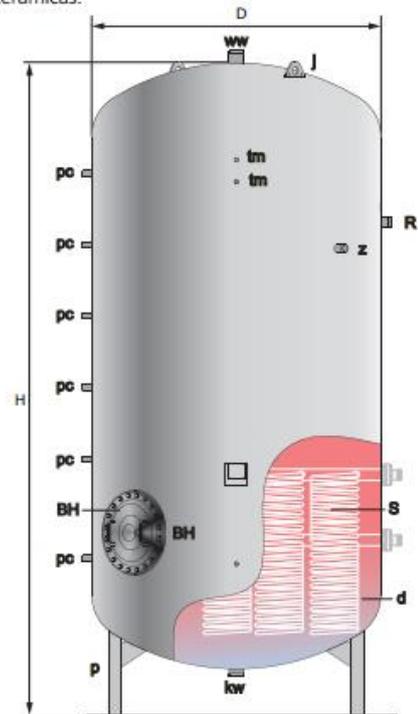
Teniendo este dato vamos a elegir nuestro acumulador, este va a ser un acumulador de acero inoxidable de la marca comercial LAPESA, este grupo dispone de una gama de acumuladores para acumulación y producción de ACS.

Estos depósitos pueden equiparse con un sistema de serpentines desmontable de acero inoxidable, adecuando la superficie de intercambio a la potencia térmica de la instalación.

Este es nuestro depósito con sus características y su serpentín:

DEPÓSITOS ACS: ACERO INOXIDABLE

- Capacidad: **6.000 a 12.000 litros.**
- Material: **acero inoxidable AISI 304 L ó AISI 316 L.**
- Presión de trabajo: **8 bar** (opcional 10, 12 bar).
- Temperatura máxima de trabajo: **90°C.**
- Boca de hombre lateral **DN400.**
- Tratamiento interno: decapado y pasivado químicos.
- Instalación: vertical (opcional horizontal).
- OPCIONAL: sistema de serpentines desmontables **lapesa** para producción ACS.
- OPCIONAL: equipo de protección catódica "lapesa correx-up".
- OPCIONAL: resistencias eléctricas de calentamiento, de inmersión o cerámicas.
- OPCIONAL: aislamiento térmico, forro flexible PVC, con fibra de vidrio de 50 ó 100 mm., suministrado aparte.



BH - Boca de paso de hombre lateral DN400
 d - Depósito acumulador
 j - Orejetas manipulación
 p - Pies de elevación
 S - serpentines de calentamiento (OPCIONAL)

Figura6.28-Intercumulador 10.000 litros para ACS

DEPÓSITOS ACUMULADORES ACS
 DE CAPACIDAD INDUSTRIAL

lapesa

EQUIPAMIENTO

CON SERPENTINES:

Los modelos **MXV** y **MV**, pueden ir equipados con uno o dos conjuntos de serpentines desmontables en acero inoxidable **lapesa**, hasta 10 m² de superficie de intercambio por conjunto, adecuándolos a la potencia térmica de la fuente externa y las necesidades de la instalación.



Figura6.29-Serpentines interacumulador de ACS

El modelo de depósito que en concreto hemos elegido es el MXV10-RB, por ser el que se adapta a nuestra capacidad (10000 litros).

CARACTERÍSTICAS GENERALES		MXV-6000-RB	MXV-8000-RB	MXV-10-RB	MXV-12-RB
Capacidad ACS	L.	6000	8000	10000	12000
D: Diámetro exterior	mm.	1750	1750	1750	1750
H: Altura total	mm.	3308	4058	4808	5808
kw: entrada agua red / vaciado	* GAS/M	3	3	3	3
ww: salida ACS	* GAS/M	3	3	3	3
z: recirculación ACS	* GAS/M	1 1/2	1 1/2	1 1/2	1 1/2
R: conexión lateral	* GAS/H	2	2	2	2
pc: conexión "lapesa correx-up"	* GAS/M	3/4	3/4	3/4	3/4
tm: conexión sensores	* GAS/H	1/2	1/2	1/2	1/2
Peso en vacío (aprox.)	Kg	628	757	887	1059
Boca de hombre lateral	DN	DN400	DN400	DN400	DN400

Figura6.30- Características modelo interacumulador elegido

6.5 Tomas de agua de los circuitos

Las cinco tomas de agua anteriormente vistas en los circuitos principales anteriormente diseñados, tendrán la siguiente disposición para poder dar suministro a sus grupos de usuarios.

En cada toma se dispondrán de llaves de paso que controlaran el flujo de agua hacia los usuarios según requiera el sistema.

En cada toma de agua donde situemos las respectivas llaves se situaran arquetas para el control, revisión y mantenimiento de estos elementos.

Las llaves se situaran de la siguiente manera en las tomas, disponiendo el circuito de calefacción de dos llaves por toma (circuito de ida y retorno) y el de ACS una llave por toma.

- Toma circuito calefacción



Figura6.31- Esquema tomas de agua circuito de calefacción

- Toma circuito ACS

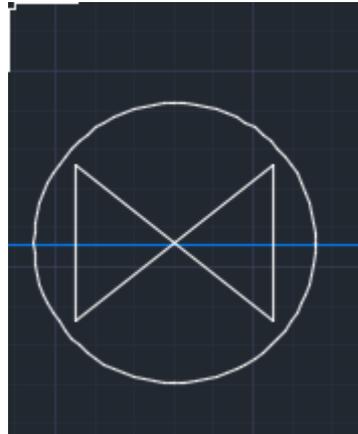


Figura6.32-Esquema tomas de agua circuito de ACS

6.6 Calderas para ACS

Uno de los puntos esenciales de la planta es la organización del almacenamiento y transporte de la paja, como se verá en capítulos posteriores.

La paja se transporta a la planta a medida que es requerida en la caldera. Un almacén anexo a la sección de recepción hace de pulmón evitando distorsiones en la cadena de suministro.

Puentes grúas situados en el almacén realizan el control de humedad y peso de la paja, otros sistemas adicionales de control permiten analizar características y dimensiones físico químicas de las pacas de paja.

Las pacas llegan a la caldera a partir de una cinta transportadora, que regula la paja suministrada por unidad de tiempo, la paja es desmenuzada antes de entrar a la parrilla de la caldera.

Se van a elegir dos grupos de calderas teniendo en cuenta nuestras necesidades de ACS (810,31 KW de potencia), para funcionar normalmente con una y en situaciones de máxima demanda que entre el segundo grupo a funcionar.

Estas calderas van a ser del fabricante METALERG, concretamente los modelos EKOPAL RM 03-3 de 600 KW y el modelo EKOPAL RM03-2 de 500KW con las siguientes características.

Tabla6.14-Características calderas Ekopal

Características	Ekopal RM 03-2	Ekopal RM 03-3
Potencia KW	500	600
Max. m ³ para calentar	10000	12000
Rendimiento %	82	82
Vol de agua de la caldera l	2700	3100
Vol de agua del depósito l	22000	25000

Vol de agua del vaso de expansión l	750	850
Tiro de chimenea recomendado Pa	50-60	50-60
P del motor del ventilador kW	5,5	7,5
Peso sin agua Kg	≈11300	≈15000

Las calderas metalerg están entre 40 y 700kW de potencia, diseñadas para quemar pacas de paja. Queman el combustible de forma rápida y con gran eficiencia. La velocidad de combustión está controlada por un programador que mantiene las condiciones óptimas en la cámara de combustión. El exceso de calor, que la instalación no es capaz de consumir, se almacena en un gran depósito acumulador que se DIMENSIONA en función de la potencia de la caldera. Una caldera EKOPAL RM bien seleccionada necesita 2-3 recargas de paja por día. El rendimiento óptimo de la caldera se obtiene con un contenido de humedad, de la materia prima, del 15%. Las calderas EKOPAL son apreciadas no sólo en Polonia, sino también en Dinamarca, Noruega, Suecia, República Checa, Eslovaquia, Francia, Inglaterra...



Figura6.33-Caldera Metalerg Ekopal utilizada para el ACS

6.7 Calderas para calefacción

El abastecimiento de las calderas de calefacción se va a realizar de la misma manera que se mencionó en el capítulo anterior para las calderas de ACS.

Para la elección de las calderas para la calefacción nos vamos a basar en la curva de demanda de calefacción vista en el apartado 5.5.1 del presente estudio, de tal manera que basándonos en el estudio de esta curva vamos a usar cuatro grupos generadores para poder fraccionar su uso, por lo tanto solo entraran en funcionamiento las calderas cuando su uso sea preciso, obteniendo así un funcionamiento eficiente de la instalación.

Los grupos que se van a instalar son los siguientes:

- Dos calderas del fabricante BINDER, modelo RRK 1650, con una potencia nominal de 1650 KW y sistema de combustión SRSF-S
- Dos calderas del del fabricante METALERG, concretamente los modelos EKOPAL RM 03-3 de 600 KW y el modelo EKOPAL RM03-2 de 500KW.

Las calderas METALERG EKOPAL ya han sido descritas en el apartado anterior 6.6.

Las calderas BINDER RRK 1650, de las que hemos podido obtener las siguientes características:

- Combustión a Parrilla móvil con Sinfín de alimentación
- Admisión de combustibles húmedos ricos en cenizas
- Acepta hasta un 55% de humedad
- Contenido en Cenizas >1%
- El combustible se carga en la cámara de combustión mediante un sinfín de grandes dimensiones y se distribuye a lo largo de la parrilla mediante elementos móviles de la misma.

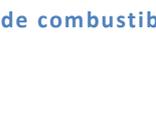
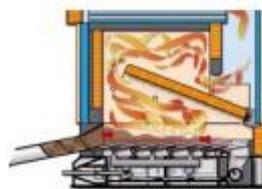
		Sistemas combustión →			
		SRF-S	SRF-H	PRF	TSRF
	Corteza		●		
	Madera triturada de demolición o embalaje		●		
	Cultivos energeticos (paja cortada)	●			●
	Drujo, residuos de producción de zumos de fruta, etc.	●			●
	Pellets de madera			●	●
	Pellets industriales				●
	Pellets de turba, agro pellets				●

Figura6.34- Tipos de combustibles y su sistema de combustión de las calderas BINDER



SRF-S – Combustión a parrilla móvil con sinfín de alimentación

- Para combustibles húmedos, ricos en cenizas:
- Hasta un 55 % de humedad
 - Contenido en cenizas > 1 %
 - Combustible clase G100

El combustible se carga en la cámara de combustión mediante un sinfín de grandes dimensiones y se distribuye a lo largo de la parrilla mediante los elementos móviles de la misma.

Figura6.35- Sistema de combustión y alimentación elegido

Modelo	Potencias Nominales en kW		Sistemas combustión →							
			Mercan- bilidad de cabe	EBF	RRF	SRF-S	SRF-H	PRF	TSRF	
RRK 15-20M			20 000	III	●			●		
RRK 12-15M			15 000	III	●			●		
RRK 8-10M			10 000	III	●			●		
			8 000	III	●			●		
RRK 6-7M			7 000	III	●			●		
			6 000	III	●			●		
RRK 4-5M			5 000	III	●			●		
RRK 2500-3000			3 000	III	●	●	●	●	○	○
RRK 1800-2300			2 100	III	●	●	●	●	○	○
RRK 1200-1650			1 650	C	●	●	●	●	○	○
RRK 1000			1 200	C	●	●	●	●	○	○
RRK 640-850			840	C	●	●	●	●	○	○
			650	III	●	●	●	●	○	○
RRK 400-600			500	C*	III	●	●	●	●	●
			400	C*	III	●	●	●	●	●
			350	C*	III	●	●	●	●	●
RRK 200-350			300	C*	III	●	●	●	●	●
			250	C*	III	●	●	●	●	●
RRK 130-250			200	C*	III	●	●	●	●	●
			185	C*	III	●	●	●	●	●
			149	C*	III	●	●	●	●	●
RRK 80-175			117	C*	III	●	●	●	●	●
			93	C*	III	●	●	●	●	●
			75	C*	III	●	●	●	●	●
RRK 22-49			22 49	C*	III	●	●	●	●	●
RRK 15-35			15 35	C*	III	●	●	●	●	●

Figura6.36- Tipos de calderas con su potencia y sistema de combustión disponibles para cada una de ellas

Los sistemas industriales de BINDER están disponibles para la generación de calor de proceso para district-heating. Disponiendo de estas facultades:

- Alimentación por suelo deslizante, transporte mediante cadenas o transporte hidráulico con desmenuzadoras son los métodos de transporte del combustible.
- Incluso los combustibles más húmedos se pueden pre-secar en la parrilla móvil. Los sistemas BINDER son por tanto aptos para un amplio rango de combustibles.

Normalmente estará en funcionamiento una caldera BINDER RRK 1650, en periodos de temperaturas más frías, y por lo tanto de mayor demanda de calefacción entrará en funcionamiento la otra caldera de este tipo.

En periodos donde la demanda sea extrema es cuando entrara en funcionamiento el grupo de calderas METALERG- EKOPAL.

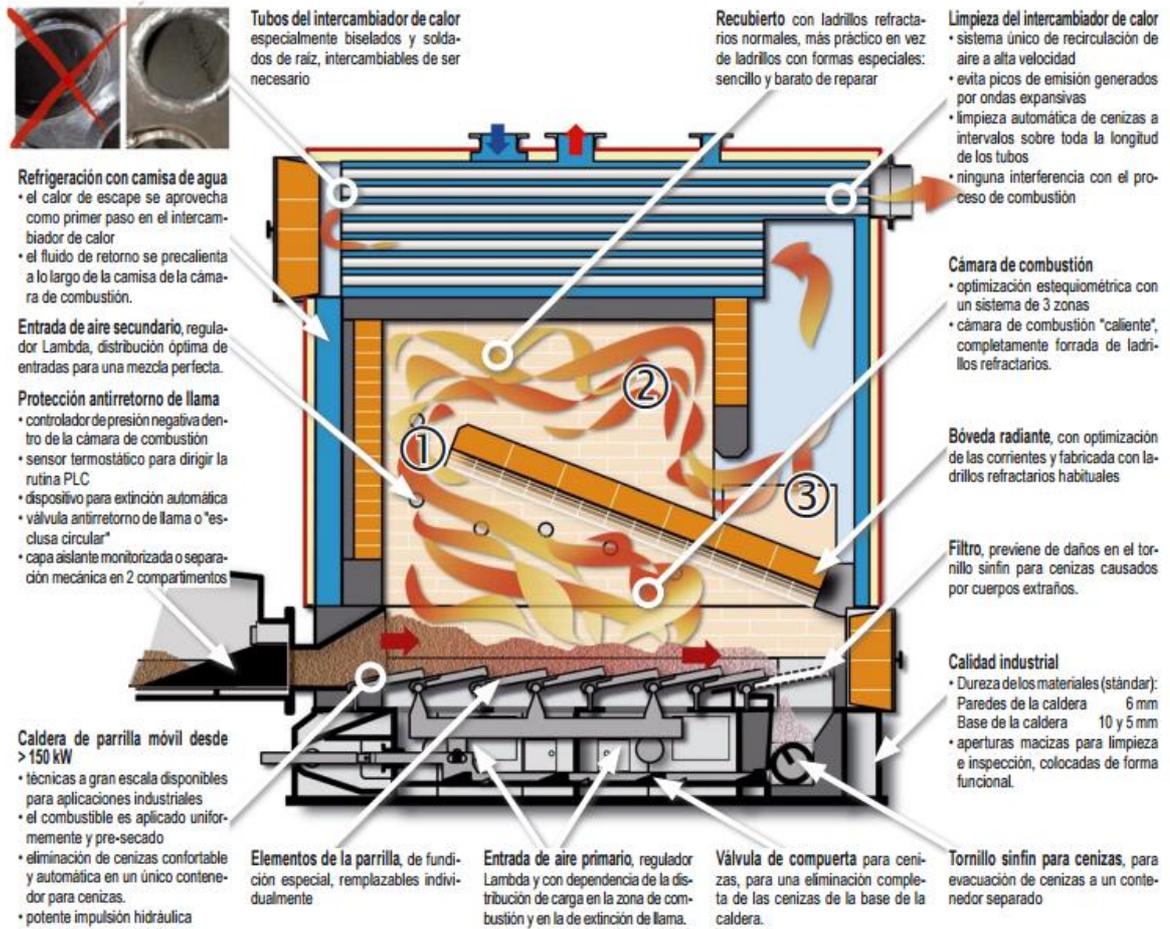


Figura 6.37- Imagen tipo de una caldera BINDER

7 Conclusiones a la vista de los resultados

Después de la realización de todo el estudio de biomasa disponible de todo el perímetro estudiado, calculando las hectáreas disponibles de cada cultivo, los residuos que estos generan, su disponibilidad y su precio. Podemos llegar a las siguientes conclusiones para la obtención de la biomasa.

Se disponen de un total de 404.521.945 KWh de energía anuales a partir de los 94.375.600,00 kg de residuos producidos por la paja del cereal en todo el perímetro estudiado, habiendo un total de 37.750,24 hectáreas de este tipo de cultivo en todo el perímetro.

Se disponen de un total de 333.554.087 KWh de energía anuales a partir de los 80.090.880 kg de residuos producidos por el bagazo de maíz en todo el perímetro estudiado, habiendo un total de 10.111,38 hectáreas de este tipo de cultivo en todo el perímetro.

La demanda total anual de energía del municipio la Bóveda de Toro es de 11.536.209,68 KWh

La disponibilidad de KWh en todo el perímetro estudiado para la demanda acusada por la Bóveda de Toro es muy superior como fue mencionado en capítulos anteriores. Este resultado era de esperar debido a la gran superficie estudiada que abarca 22 municipios, y a la gran densidad de hectáreas cultivadas por hectáreas totales que poseen estos municipios. El gran número de biomasa residual obtenida del cereal y del maíz nos ofrece varias posibilidades a la hora de implantar el district heating.

Se podrá elegir la biomasa de las zonas más cercanas para abaratar el coste de su transporte y hacer más rentable este sistema y si la demanda lo requiere obtener la biomasa de zonas más alejadas.

Se podrá hacer un sobredimensionado del sistema si hay nuevas construcciones en el municipio que requieran de energía térmica (viviendas, industria...), ya que gracias al estudio sabemos que se dispone de biomasa suficiente para poder optar a esta posibilidad.

El total de residuos producidos por todos los municipios estudiados en el perímetro no será el real utilizado para la obtención de energía calorífica, ya que como se comentó en apartados anteriores parte de los residuos provenientes del cereal son utilizados en otras actividades (ganadería, industria papelera...)

Como consecuencia de la realización de nuestras gráficas, llegamos a las siguientes conclusiones para la generación de energía térmica.

- Nuestra necesidad de biomasa va a ser muy diferente a lo largo de todo el año, por eso nuestras necesidades de almacenamiento también van a fluctuar entre valores muy distintos dependiendo de la época, pudiendo sacar como conclusión que será muy necesario disponer de biomasa almacenada a principios del invierno, y sin necesidad de disponer de grandes cantidades de biomasa almacenada al principio de la primavera.
- Disponer de dos grupos generadores para poder abastecer la potencia demandada de energía térmica de 850 KW para la generación de ACS.
- La generación de energía térmica para la calefacción se fraccionara en diferentes escalones, disponiéndose de cuatro grupos generadores que van a estar dispuestos en

paralelo y entraran en funcionamiento dependiendo de la demanda requerida por los usuarios.

Estas calderas sumaran los 3710 KW necesarios para la máxima demanda en las horas punta del mes de enero.

- Al haber realizado un sistema para la calefacción y otro para el ACS independientes cabe la futura posibilidad de implementar el dimensionado con una instalación solar térmica para el ACS.

7.1 Reducción del perímetro

Debido a los datos obtenidos anteriormente, se observa que la biomasa producida en todo el perímetro estudiado está sobredimensionada para la demanda real del municipio la Bóveda de Toro, por lo tanto vamos a estudiar la biomasa producida por este municipio en concreto.

Los datos agrícolas concretos de la Bóveda de Toro proporcionados por la consejería de agricultura de Zamora son los siguientes:

Tabla7.1-Datos agrarios de la Bóveda de Toro, fuente Consejería agricultura de Zamora

Descripción	Tipo Explotación	Superficie	Nº Expedientes
TRIGO BLANDO	R	89,85	12
TRIGO BLANDO	S	194,49	33
MAIZ	R	101,51	20
MAIZ	S	23,95	8
CEBADA	R	438,78	75
CEBADA	S	1630,07	159
CENTENO	R	34,32	8
CENTENO	S	193,05	33
AVENA	R	2,19	4
AVENA	S	72	13
OTROS CEREALES	R	4,08	1
B. BLANCO TRADICIONAL	S	360,23	43
B. BLANCO MEDIOAMBIENTAL	S	56,93	5
R. FORESTACION	S	26,7	1
RETIRADA	R	76,3	24
RETIRADA	S	782,85	80
GIRASOL	R	92,25	16

GIRASOL	S	450,02	58
COLZA	R	26,52	5
COLZA	S	63,36	9
GUISANTES	R	24,39	13
GUISANTES	S	116,26	16
GARBANZOS	R	11,7	7
GARBANZOS	S	39,19	17
OTRAS LEGUMINOSAS	R	0,14	1
OTRAS LEGUMINOSAS	S	1,9	3
FORRAJERAS LEGUMINOSAS	R	4,46	4
FORRAJERAS LEGUMINOSAS	S	5,82	3
FORRAJERAS COP	R	2,9	2
FORRAJERAS COP	S	83,85	6
OTRAS SUPERFICIES FORRAJERAS	R	4,85	1
OTRAS SUPERFICIES FORRAJERAS	S	72,1	32
PASTOS PERMANENTES DE 5 O MAS	R	0,12	1
PASTOS PERMANENTES DE 5 O MAS	S	117,89	65
REMOLACHA	R	35,19	10
REMOLACHA	S	0,8	2
HORTICOLAS AIRE LIBRE	R	5,8	20
HORTICOLAS AIRE LIBRE	S	7	21
TUBERCULOS	R	63,91	13
TUBERCULOS	S	31,86	9
BOSQUETES Y LINDERAS	S	10,14	5
PLANTACIONES FRUTALES	R	0,14	1
PLANTACIONES FRUTALES	S	39,42	42
OLIVAR	S	1,92	2
SUPERFICIES FORESTALES MADERAB	R	0,17	1
SUPERFICIES FORESTALES MADERAB	S	5,08	12
FRUTOS DE CASCARA	S	4,56	2
NO CULTIVO	R	0,44	2
NO CULTIVO	S	20,61	14

	Total	5432,06	
--	-------	---------	--

En total obtenemos que se disponen de 3.075 hectáreas de cereal y 125,5 hectáreas de maíz, que es la biomasa que nosotros vamos a aprovechar.

Sabiendo su PCI de apartados anteriores y los residuos que se obtienen por hectárea cultivada de estos cultivos obtenemos que:

Tabla7.2-Calculo de KWh año producidos por la biomasa de la Bóveda de Toro

Tipo cultivo	Residuos (kg/hectárea año)	PCI (Mj/kg)	Hectáreas	Mj/año	Kwh/año
Cereal	2.500	15,474	3.075	118.994.673	33.054.075
Maíz	8.000	15,035	125,5	15.090.329	4.191.758

En total obtenemos una producción de 37.245.833 KWh anuales con la biomasa disponible en la Bóveda de Toro, que es suficiente para la demanda energética del municipio, habiendo excedentes para poder desarrollar los otros usos de la paja de cereal.

Además debido a que la biomasa es un recurso cuya producción varía de un año para otro, y su producción no es exacta todos los años, se calcula el potencial energético del municipio más cercano según nuestro estudio logístico (Guarrate, 6,871 km), que en el caso de que la biomasa producida por el propio municipio sea insuficiente, podrán ser usados también sus residuos, añadiendo el coste de su transporte por carretera.

Estos son los datos agrarios de Guarrate proporcionados por la consejería de agricultura de Zamora.

Tabla7.3-Datos agrarios de Guarrate, fuente Consejería de agricultura de Zamora

Descripción	Tipo Explotación	Superficie	Nº Expedientes
TRIGO BLANDO	R	15,92	5
TRIGO BLANDO	S	530,71	61
MAIZ	R	41,06	11
MAIZ	S	19,13	6
CEBADA	R	118,38	32
CEBADA	S	698,49	86
CENTENO	R	2,87	2

CENTENO	S	86,84	13
AVENA	R	8,37	4
AVENA	S	64,71	15
TRITICALE	S	8,15	1
OTROS CEREALES	R	8,03	1
OTROS CEREALES	S	1,69	1
B. BLANCO TRADICIONAL	S	46,9	11
B. BLANCO MEDIOAMBIENTAL	S	0,49	1
RETIRADA	R	24	10
RETIRADA	S	225,55	50
GIRASOL	R	71,43	15
GIRASOL	S	511,65	70
COLZA	R	18,73	2
COLZA	S	10,99	2
GUISANTES	R	5,52	2
GUISANTES	S	31,64	2
GARBANZOS	R	5,61	4
GARBANZOS	S	26,75	7
OTRAS LEGUMINOSAS	R	8,24	1
OTRAS LEGUMINOSAS	S	33,02	4
FORRAJERAS LEGUMINOSAS	R	15,23	3
FORRAJERAS LEGUMINOSAS	S	18,45	7
FORRAJERAS COP	R	18,03	4
FORRAJERAS COP	S	68,38	7
OTRAS SUPERFICIES FORRAJERAS	R	2,53	1
OTRAS SUPERFICIES FORRAJERAS	S	26,19	13
PASTOS PERMANENTES DE 5 O MAS	R	0,02	1
PASTOS PERMANENTES DE 5 O MAS	S	77,42	15
REMOLACHA	R	21,96	6
REMOLACHA	S	3,94	2

HORTICOLAS AIRE LIBRE	R	3,28	4
HORTICOLAS AIRE LIBRE	S	3,42	8
TUBERCULOS	R	16,81	4
TUBERCULOS	S	22,88	4
BOSQUETES Y LINDERAS	S	4,11	4
PLANTACIONES FRUTALES	R	0,22	1
PLANTACIONES FRUTALES	S	39,94	35
SUPERFICIES FORESTALES MADERABLES	S	0,37	2
CHOPOS	S	0,15	2
NO CULTIVO	S	0,26	2
	Total:	2968,46	

Siguiendo el mismo proceso de cálculo que el realizado anteriormente para la Bóveda de Toro, obtenemos que:

Tabla 7.4- Calculo de KWh año producidos por la biomasa de Guarrate.

Tipo cultivo	Residuos (kg/hectárea año)	PCI(Mj/kg)	Hectáreas	Mj/año	Kwh/año
Cereal	2.500	15,474	1.543	59.690.955	16.580.820
Maíz	8.000	15,035	60,3	7.252.884	2.014.690

De esta manera se obtiene que la producción anual del municipio de Guarrate es de 18.595.510 Kwh, aproximadamente la mitad que el municipio la Bóveda de Toro, pero que nos permitirá obtener biomasa suficiente con un desplazamiento de solo 6,871 km para nuestro district heating en caso de no disponer de ella en el municipio principal.

7.2 Almacenamiento

Como ya sabemos uno de los principales problemas del uso de la biomasa es la logística, para entender los diversos tipos de utilización de las instalaciones de biomasa herbácea, es preciso considerar los problemas relativos al transporte y almacenamiento.

Vamos a hacer un dimensionamiento aproximado de la cantidad de biomasa que se necesitaría almacenar en nuestras instalaciones.

La densidad de pila de la biomasa herbácea que nosotros vamos a utilizar en nuestra combustión es de aproximadamente 170 Kg/m^3 con un contenido en humedad del 10%, muchas veces se podría usar esta hipótesis pero vamos a considerar esta situación más desfavorable:

Se va a considerar una humedad del 12% para los residuos de cultivo de maíz y cereal ya que se trata de biomasa que suele permanecer bastante tiempo en el campo una vez realizada la cosecha, por lo que se favorece su secado natural, a consecuencia de esto nuestra densidad de pila será de 150 Kg/m^3 .

Según la empacadora elegida para la fabricación de nuestras pacas (macroempacadora, paca prismática) tenemos que estas tienen estas características en sus dimensiones.

Dimensiones	Canal estrecho	Canal ancho
Anchura de paca (cm)	80	120
Altura de la paca (cm)	70-80-90	70-80-90-100-120
Longitud de la paca (cm)	200 a 275	
Anchura del recogedor (cm)	200 - 250	

Figura7.1-Dimensiones de las pacas producidas

Las dimensiones exactas de la paca en centímetros que se va a realizar con nuestra empacadora es la siguiente: $120 \times 70 \times 210$. Es decir que tendrá un volumen de: $1,764 \text{ m}^3$.

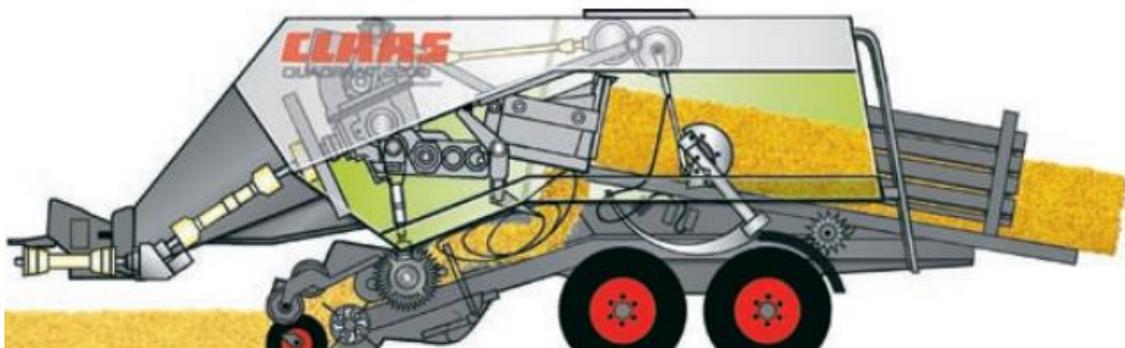


Figura7.2-Imagen de las pacas producidas con la macroempacadora utilizada

El consumo de energía total anual calculado para nuestro municipio (La Bóveda de Toro) es de 11.536.209,68 KWh.

Este consumo no es proporcional a lo largo de todo el año, de tal manera que se calculara la hipótesis más desfavorable para el almacenamiento, como ya se vio anteriormente por sus características climáticas el mes de enero es el que requiere más demanda de energía térmica, por lo que será nuestra situación más desfavorable.

Según lo calculado en apartados anteriores un día en Enero se consumen 49.974,54 KWh en calefacción y 5.318 KWh de ACS lo que hacen un total de: 55.292,54 KWh.

El PCI de nuestra biomasa como se vio en apartados anteriores es de 15,474 MJ/Kg es decir 4,3 KWh/Kg.

Por lo tanto se necesitaran los siguientes kilogramos para cubrir la demanda energética diaria en Enero.

$55292,54 \text{ KWh} / 4,3 \text{ KWh/Kg} = \mathbf{12.858,73}$ Kg diarios en Enero

Con la densidad de pila que vamos a obtener con la humedad citada anteriormente (150 Kg/m³). Se necesitaran los siguientes m³ de almacenamiento de pacas.

$12858,73 \text{ kg} / 150 = \mathbf{85,72 \text{ m}^3}$ de paja se quemaran al día en la situación más desfavorable.

Por lo tanto, conviene tener grandes naves de almacenamiento próximas a la zona de combustión para abastecer el consumo del municipio y abaratar los gastos en transporte, quedando estas zonas sobredimensionadas para los siguientes meses en los que la demanda de energía térmica es mucho menor, y así prescindir menos del transporte de esta biomasa del que seremos dependientes en los meses de mayor demanda térmica.

La paja recogida en el campo con el tractor y los aperos citados posteriormente (macroempacadora y remolque autocargador) se acumula en forma de pacas en pajeras distribuidas por distintas zonas del municipio, y los camiones las transportan hasta el almacén de la planta.

Pidiendo presupuesto a la empresa PATEC para la construcción de una nave de almacenamiento agrícola obtenemos este presupuesto para una nave con las dimensiones indicadas.

Que nos permitiría almacenar biomasa para aproximadamente **12 días** en los periodos más desfavorables.

Presupuesto de ejecución de ESTRUCTURA METALICA laminada soldada

Nave agrícola en La Bóveda de Toro (Zamora)

Superficie total en planta: 450 m²

ESTRUCTURA, CERRAMIENTOS y CUBIERTA (ejecutados en obra)

Perfiles de acero laminado soldado de vigas, pilares, correas de cubierta y fachadas, y placas anclaje,: 450,0 m² planta

Cubierta de chapa prelacada de 0,6 mm de espesor de chapa y con 6 grecas de 40 mm de canto, 429,8 m²

Lucernarios de cubierta de poliéster reforzados con fibra de vidrio, ocupando un 10% de la cubierta, 46,4 m²

Cerramiento de hastiales con chapa pregalvanizada y prelacada de 40 mm y 0,6 mm de espesor de chapa, 31,1 m²

Cerramiento de fachadas con chapa pregalvanizada y prelacada de 40 mm y 0,6 mm de espesor de chapa, 515,0 m²

Remate del cumbrero con chapa prelacada plegada de 0,6 mm de espesor y 62 cm de desarrollo max., 30,0 ml

Remate de cubierta con hastiales, con chapa prelacada plegada de 0,6 mm de esp. y 62 cm desarr. max., 30,0 ml

Remate de esquinas de fachadas, con chapa prelacada plegada de 0,6 mm de esp. y 62 cm desarr.max., 24,0 ml

1 puerta abatible de chapa grecada prelacada de 0,6 mm de espesor de chapa, de 5x5 m², con subestructura, 25,0 m²

TOTAL PRESUPUESTO..... 73,67 €/m² x 450 m² = **33.150 €**

CIMENTACIÓN y SOLERA (a ejecutar por el cliente, con nuestras cuantías)

Cimentación de hormigón con su ferralla, colocación de placas de anclaje, replanteo y excavación, 5.300 €

Solera de hormigón pulido, con mallazo interior, plástico impermeabilizante, (sin enchachado), 6.660 €



Figura7.3-Nave de almacenamiento agrícola

8 Estudio económico

Una vez realizados los cálculos de cantidad de biomasa disponible, cantidad de biomasa que debemos utilizar y dimensionar las instalaciones de district heating se va a proceder a hacer las valoraciones económicas sobre el presente estudio.

En cuanto al análisis económico, nos vamos a limitar a la construcción de un presupuesto aproximado para la realización del estudio, en función de los cálculos realizados en apartados anteriores.

Existe la posibilidad de realizar un análisis de rentabilidad de la instalación de biomasa que se va a usar para el district heating (recurso, caldera), calculando el VAN y el TIR, y así observar si es realmente rentable instalarlo, el cual no se va a realizar por falta de tiempo para su realización y el desconocimiento de muchos datos (presupuesto que se dispone para instalar, que porcentaje se va a financiar, datos de rendimientos de caldera...)

8.1 Coste de la biomasa

8.1.1 Coste obtención biomasa

Como punto de partida a la hora de calcular el coste de la paja de cereal vamos a tener en cuenta el precio de esta biomasa una vez se ha cosechado y extraído el grano. Es decir los residuos de estos cultivos en la propia tierra sin empacar.

Esta materia no es un residuo en sí ya que puede tener múltiples funciones, alimentación del ganado, cama para animales, industria del papel...

En esta tabla vamos a poder observar de manera generalizada los que se pueden obtener de los residuos.

CULTIVO	RESIDUO	USO	PORCENTAJE DE UTILIZACIÓN
Trigo blando y duro	Paja	Cama para alojamiento de animales	40-50%
		Alimentación animal	5-10%
		Industria del papel y varias	5-10%
		Quema en campo	30-40%
Cebada	Paja	Cama para alojamiento de animales	40-50%
Avena	Paja	Quema en campo	50-60%
		Alimentación animal	40-60%
Arroz	Paja	Quema en campo	40-60%
		Cama para alojamiento de animales	20-30%
Maíz grano	Tallos y hojas	Quema en campo	70-80%
		Cama para alojamiento de animales (hojas)	40-50%
	Zuros (centro de la mazorca)	Alimentación animal (tallos)	10-20%
Girasol	Tallos	Enterrado (zuros)	70-80%
		Enterrado	n.d.

Figura8.1-Usos de los residuos de diferentes cultivos. Fuente: biomasa, nexo de unión entre la tecnología y el medio rural, universidad de león

De tal manera que la paja de cereal no será un residuo en sí, ya que puede ser usada para otros fines y normalmente va a tener algún valor.

Según informaciones proporcionadas por la Junta de Castilla y León, concretamente de los anuarios estadísticos agrarios se obtiene que los precios de la paja de cereal en los últimos años (del 2009 al 2014) fueron los siguientes:

Tabla 8.1-Precio de la paja en los últimos años, fuente anuario estadístico agrario

Año	Precio (euros/100 Kg de Paja)
2009	5,20
2010	4,50
2011	4,00
2012	5,50
2013	3,50
2014 (*)	4,00
Media	4,45

(*) Los datos del 2014 todavía no han salido publicados en el anuario estadístico agrario, son los datos que la consejería de agricultura de Zamora ha enviado a la consejería de agricultura de Valladolid para su publicación.

Los valores varían de un año a otro dependiendo de la producción, demanda de esta biomasa y demás factores. Nosotros vamos a coger el valor medio de los últimos años para estimar el precio por Kg que será de 0,0445 Euros por Kg, es decir 44,50 euros la tonelada.

En cuanto al valor del precio del bagazo de maíz ha sido imposible de encontrar en el anuario estadístico agrario, según la Consejería de Agricultura de Zamora esto es debido a que es un residuo que no tiene valor es decir no es vendido ya que no tiene ningún uso demandado a gran escala.

Este bagazo en muchas ocasiones es picado y se deja descomponer en la propia tierra, por lo que no tiene valor ninguno, por lo tanto el coste de obtención de esta biomasa va a ser 0.

Solo los pequeños agricultores que también son ganaderos usan una pequeña parte para la cama de su ganado pero una porción insignificante con las magnitudes de este estudio y en relación a la producción de residuos que deja este cultivo.

Como resultado obtener toda la biomasa generada en el perímetro estudiado tendría el siguiente coste:

Tabla 8.2-Coste de toda la biomasa residual del maíz y el cereal en todos los municipios

Tipo de biomasa	Kg totales de biomasa anuales	Coste por kilogramo	Coste anual (euros)
Paja cereal	94.375.600	0,0445 euros	4.199.714
Bagazo maíz	80.090.880	0 euros	0
Total	174.466.480		4.199.714

Tabla 8.3-Coste de la biomasa del municipio de la Bóveda de Toro

Tipo de biomasa	Kg totales de biomasa anuales	Coste por kilogramo	Coste anual (euros)
Paja cereal	7.687.500	0,0445 euros	342.093
Bagazo maíz	1.004.000	0 euros	0
Total	8.691.500		342.093

Cabe aclarar que este es el precio de la paja sin empacar, recoger ni transportar, precios que serán calculados posteriormente.

8.1.2 Coste de la recogida de la biomasa

Las experiencias realizadas en lo referente al empacado y recogida del material se han desarrollado empleando una empacadora y un autocargador.

Los costes de maquinaria y operación tienen dos componentes:

Costes fijos: dependen a su vez de la depreciación de la máquina, interés, seguros de accidente, impuestos y alojamiento.

Costes variables: se calculan en función el número de horas de trabajo de la máquina. Sus componentes son: mano de obra, costes de combustible, lubricante, reparaciones y mantenimiento.

De esta manera vamos a tener los siguientes costes de maquinaria: (fuente: magrama.gob.es)

Maquinaria agrícola accionada, (tractores).

En estos casos habrá que incluir el consumo de combustible y el coste correspondiente al conductor de la máquina.

El consumo horario del tractor o de una máquina con motor será diferente según el grado de carga al que trabaja el motor (niveles de carga del 12.5 al 85%). Para los tractores se pueden dar unos valores medios anuales, en función de la potencia del motor.

Por otra parte, el cálculo de los costes de mantenimiento y reparaciones en los tractores agrícolas puede relacionarse con la carga con la que trabajan, y, por tanto, con el consumo de combustible. A partir de la encuesta publicada por el MAPA, realizada sobre una muestra representativa de 4000 tractores españoles (estudio 2005/06) se puede asignar al mantenimiento y reparaciones un valor de 0.20 €/litro de gasóleo consumido, incluyen en esta valor neumáticos, lubricantes y demás material que se precisa para el mantenimiento y reparaciones.

Esto significa que en un tractor con un consumo medio anual de 15 L/h, tendría que considerarse un coste, a efectos de mantenimiento y reparaciones, de 3 €/h.

Se pueden calcular los costes de utilización de posesión del tractor por cada 10 000 € de inversión en la adquisición (tractor nuevo), en función de la utilización anual.

En los costes de funcionamiento del tractor a partir de su consumo, nosotros vamos a utilizar un tractor tipo de 122 CV (90Kw).

Partiendo del precio actual del gasóleo agrícola (0,896 Euros/litro), vamos a calcular con las tablas de excell proporcionadas por el ministerio de agricultura alimentación y medio ambiente para los distintos equipos agrícolas el precio horario y anual del tractor.

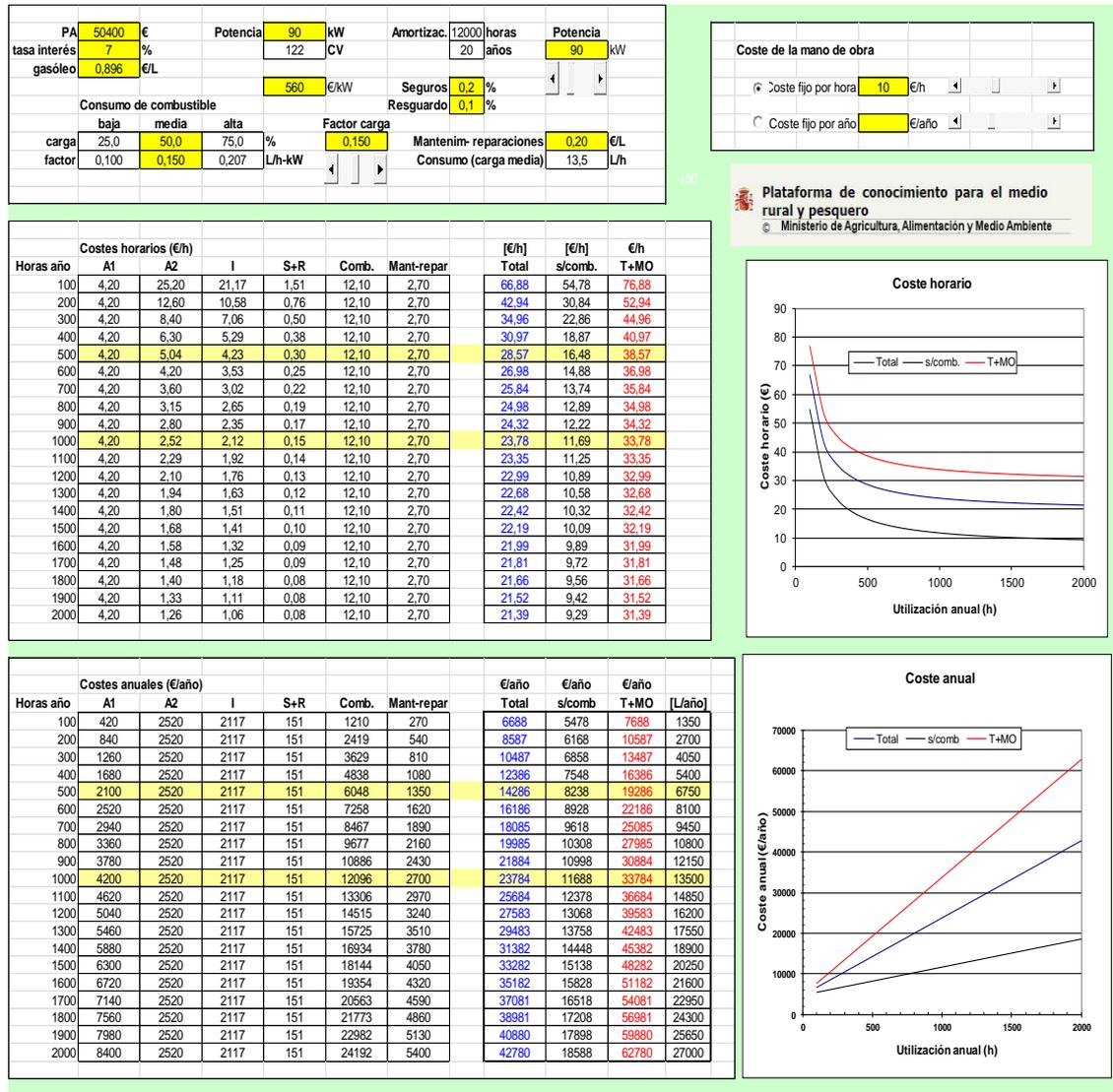


Figura8.2-Costes anuales utilización tractor

Maquinaria agrícola no accionada:

La maquinaria agrícola no accionada para la obtención de las pacas y su posible transporte hasta los camiones, donde irán a sus respectivos puntos de almacenamiento se hará principalmente con dos tipos de maquinaria.

- Macroempacadora
- Remolque

Vamos a establecer las características de estos aperos que vamos a utilizar para la recolección de nuestra biomasa.

8.1.3 Macroempacadora

Función principal

Recogida y empaquetado de la hierba (heno y heno-silo) del bagazo del maíz y de la paja, para formar paquetes prismáticos de grandes dimensiones. En España principalmente se utilizan para el empacado de la paja y el maíz.

Trabajan sobre el material previamente hilerado en un cordón que se hace pasar entre las ruedas del tractor que acciona la máquina.

Descripción general

Los elementos principales son:

La base de la máquina es la cámara de compresión, de sección rectangular, que es alimentada desde una precámara para aumentar la densidad del forraje.

La cámara de compresión es recorrida por un pistón que generalmente realiza entre 40 y 50 carreras por minuto, situada longitudinalmente con respecto a la dirección de avance de la máquina, que se alimenta por abajo desde la precámara. La compresión se produce por la fricción del material en las paredes de la cámara frente al empuje del pistón; unos cilindros hidráulicos controlados electrónicamente aseguran uniformidad en la densidad de la paca.

En la precámara unas horquillas actúan en ciclos para comprimir el material que entra en la máquina hasta que se alcanza elevada densidad, momento en que las horquillas alargan su recorrido y lo introducen en la cámara principal; el número de ciclos de precompresión es regulable.

La recogida del forraje o de la paja se realiza mediante un elevador de dedos (pick-up) ajustable en altura y con ruedas de apoyo, complementado con un alimentador rotativo sobre el que se pueden situar cuchillas para el picado.

El atado se realiza con agujas que atraviesan la masa de forraje comprimido a la salida de la cámara de compresión mediante anudadores, 4 a 6 según la anchura del canal de empacado, utilizando hilo de plástico de alta resistencia; en algunos modelos se realiza doble nudo por paca.

Tipologías

La máquina se sitúa detrás del tractor en posición arrastrada; puntos de apoyo en el enganche y dos ruedas laterales que suelen ser dobles (eje tanden con ruedas posteriores orientables durante los giros).

El accionamiento se realiza mediante la toma de fuerza de 1000 rpm.

Disponen de un sistema para extraer del interior de la cámara de compresión la última paca formada.

Un monitor de control situado en el puesto de conducción permite controlar todos los parámetros de funcionamiento de la máquina.

Dimensiones	Canal estrecho	Canal ancho
Anchura de paca (cm)	80	120
Altura de la paca (cm)	70-80-90	70-80-90-100-120
Longitud de la paca (cm)	200 a 275	
Anchura del recogedor (cm)	200 - 250	

Figura8.3-Dimensiones de las pacas producidas por la macroempacadora

Condiciones de utilización y prestaciones

Estas máquinas se utilizan en España para empacar paja. Con este material se pueden conseguir, con cordones bien formados y máquinas de sección del canal de compresión de 80 x 90 cm, una capacidad de empacado de 200 a 350 kg/min (máxima de 2 t/h), que puede aumentarse con mayor anchura del canal de compresión (anchura de 120 cm). • La velocidad de avance se debe ajustar a la densidad del cordón recogido en función de la capacidad de empacado; son normales velocidades entre 4 y 8 km/h.

La densidad de la paca puede llegar a 170 kg/m³ con paja cuyo contenido de humedad sea del 10%. Esta densidad varía con el contenido de humedad del material empacado.

La masa de la máquina en vacío está entre los 6500 y 9000 kg.

La potencia mínima del tractor recomendado varía entre 75 y 100 kW (100 y 140 CV) cuando no incluyen picador. Con picador la potencia necesaria se puede incrementar en un 50%.

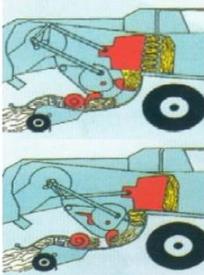
Macroempacadora con ruedas tanden trabajando sobre paja



Conjunto de anudadores sobre la cámara de compresión



Proceso de carga de la cámara de compresión desde la precámara



Proceso de atado de la paca con doble nudo

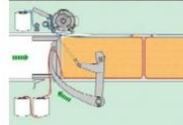


Figura8.4-Imágenes y esquemas de la macroempacadora

Costes

Los costes se han calculado teniendo en cuenta las características citadas anteriormente, estos costes se han utilizado calculando la hoja de cálculo excell proporcionada por el ministerio de agricultura alimentación y medio ambiente en el que obtenemos el coste del tractor más la macroempacadora introduciendo nuestros datos de funcionamiento.

OPERACIÓN: Empacado
APERO: Macroempacadora (pacas 80 x 80 a 120 x 120)

Producción	4	t/ha
Separación cordones	6,0	m
Velocidad máxima (capac.)	8	km/h
Velocidad de trabajo	7,5	km/h
Peso apero	9.000	kg
Pot. necesaria (Fabricantes)	80	kW
	109	CV
Capacidad de procesado	18	t/h
Capacidad trabajo teórica	0,22	h/ha
Eficiencia	0,6	
Capacidad trabajo real	0,37	h/ha
	2,70	ha/h
Nivel de carga del tractor	75	%
Potencia tractor necesaria	145	CV
Tipo de tractor escogido	Grande	
Potencia tractor escogido	122	CV

Capacidad máquina (t/h)	
<input type="radio"/> Baja	12
<input type="radio"/> Media	16
<input checked="" type="radio"/> Alta	20

Producción parcela (t/ha)	
<input type="radio"/> Baja	2
<input checked="" type="radio"/> Media	4
<input type="radio"/> Alta	6

Eficiencia de trabajo	
<input type="radio"/> Baja	0,4
<input type="radio"/> Media	0,5
<input checked="" type="radio"/> Alta	0,6

Nivel de carga de trabajo (%)	
<input type="radio"/> Bajo	25
<input type="radio"/> Medio	50
<input checked="" type="radio"/> Alto	75

Nivel potencia tractor (CV)	
<input type="radio"/> Pequeño	90
<input type="radio"/> Mediano	120
<input checked="" type="radio"/> Grande	150
<input type="radio"/> Muy grande	180

Consumo combustible	
Carga	Factor (L/h-kW)
Baja	0,100
Media	0,150
Alta	0,207

Utilización apero (h/año)	
<input type="radio"/> Baja	300
<input checked="" type="radio"/> Alta	500

Precio de adquisición (€)	
<input checked="" type="radio"/> Mediana	55.000
<input type="radio"/> Grande	65.000

Vida útil para 500 h/año	
h	2.308
años	4,62

Precio adquisición tractor	
	560 €/kW de potencia

Consumo de combustible	18,57	L/h
	6,88	L/ha
Consumo de aceite	0,019	L/h
	0,007	L/ha
Coste gasóleo	0,90	€/L
Coste combustible	16,7	€/h
	6,2	€/ha

COSTES DE POSESIÓN			
Horas trabajo anuales	500	h/año	
Precio adquisición	55.000	€	
amort. - desgaste	3.000	h	18,33 €/h
amort. - obsolescencia	20	años	5,50 €/h
interés	5	%	3,30 €/h
seguros	0,2	% PA	0,22 €/h
resguardo	0,1	% PA	0,11 €/h
mantenim-reparaciones	6,0	€/ha	16,20 €/h
Coste total			43,66 €/h
			16,17 €/ha

Tractor auxiliar		Poses. + tract.	
Utilización anual	€/h s/comb	€/h	€/ha
<input checked="" type="radio"/> Baja (500 h/año)	15,22	58,88	21,81
<input type="radio"/> Alta (1.000 h/año)	11,05		

TRACTOR + APERO		Coste total
Utilización anual	ha/año	€/ha
Alta	1.350,00	37,98

Figura8.5-Costes de utilización tractor + macroempacadora

8.1.4 Remolque

Función principal

La función principal del remolque será cargar nuestras pacas y transportarlas hasta los camiones donde se realizara su distribución a los puntos de almacenamiento:

Descripción general

Disponen de una caja, generalmente con fondo plano y laterales metálicos, que permiten retener diferentes tipos de cosechas, como granos y semillas, tubérculos y raíces..., o bien insumos agrícolas, como los fertilizantes ensacados o a granel.

La caja se puede modificar para adaptarla a las características particulares de los productos transportados, especialmente cuando estos son de baja densidad o con elevado porcentaje de líquido, o para el transporte del ganado.

La caja se apoya en un bastidor al que van unidos los ejes (uno o dos) mediante suspensiones generalmente del tipo ballesta y puede ser basculante sobre el bastidor (hacia atrás o lateralmente), para facilitar la descarga de productos a granel, o fija, en cuyo caso se habilitan otros elementos que facilitan la descarga (remolques tolva).

El conjunto del bastidor va unido al tractor por un dispositivo de enganche que se conoce como lanza.

Tipologías

Remolques en los que una parte de la carga se apoya sobre el tractor a través de la lanza, con un solo eje, o con eje doble o triple. En el caso de ejes traseros dobles, la unión entre ellos puede realizarse mediante articulación simple, articulación con ballesta o sistema de balancín. En el caso de ejes triples, y también en los de ejes dobles, las ruedas suelen incluir mecanismos de dirección que facilitan el movimiento de los remolques en las maniobras. En estos casos la lanza dispone de un sistema de suspensión por ballesta o elemento similar

Remolque de dos ejes, en los que la carga se reparte uniformemente sobre ambos ejes y la lanza solo recibe esfuerzos de tracción y compresión al estar articulada tanto en el remolque como en el tractor.

En los remolques diseñados para terrenos difíciles (forestales) las ruedas se suelen hacer motrices, recibiendo el movimiento desde la toma de fuerza proporcional al avance del tractor que lo arrastra.

Condiciones de utilización y prestaciones

Para los remolques agrícolas se han establecido limitaciones constructivas por su implicación en circulación por las vías públicas, además de lo que se relaciona con la seguridad en el trabajo.

En la norma UNE-EN 1853, se fijan los requisitos de estabilidad para los remolques con caja basculante, así como la obligatoriedad, en remolques en los que parte de la carga gravita sobre el tractor, de disponer de un apoyo para la lanza cuando el remolque está desenganchado que limite la presión sobre el suelo a 400 kPa.

Para los remolques de más de 6 toneladas es necesario disponer de un sistema de frenos propios servoasistido, progresivo y moderable, unido a los frenos del tractor. Esto se consigue con una toma hidráulica específica que los une al circuito hidráulico de frenos del tractor definida por la norma ISO 5676. En los remolques de dos ejes las ruedas frenadas son, al menos, las del eje trasero para estabilizar la frenada.

Las capacidades de carga de los tractores agrícolas suelen estar comprendidas entre 3 y 20 toneladas. Los neumáticos utilizados deben proporcionar suficiente capacidad de carga sin que las presiones de inflado superen los 4 bar de presión, especialmente cuando se necesita circular con el remolque cargado sobre suelos agrícolas.

En zonas llanas generalmente se prefieren los remolques de dos ejes (sin carga sobre la lanza), mientras que con suelos en pendiente se aconsejan los remolques que transmitan parte de su carga sobre el enganche del tractor. La carga sobre el enganche del tractor debe estar por debajo de las 2.5 – 3.0 toneladas. La masa total del remolque con carga no superar en 4 ó 5 veces la masa del tractor.



Figura 8.6-Imágenes de remolque utilizado

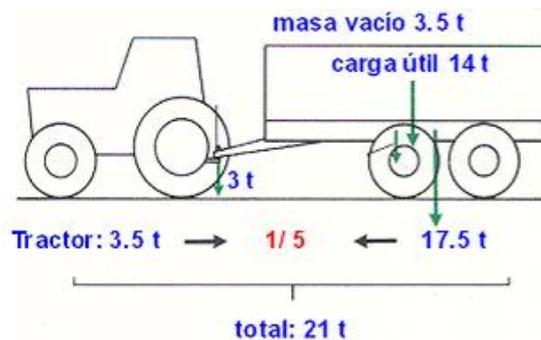


Figura 8.7-Esquema funcionamiento tractor + remolque

Costes

OPERACION:		Carga	
APERO:		Remolque autocargador mediano (35 m3)	

Producción	10	t/ha
Separación cordones	5	m
Velocidad de trabajo	7	km/h
Peso vacío	2.500	kg
Capacidad caja	35	m3
Pot. necesaria (Fabricantes)	60	KW
	82	CV
Capacidad procesado	35	t/h
Capacidad trabajo teórica	0,29	h/ha
Eficiencia	0,6	
Capacidad trabajo real	0,48	h/ha
	2,10	ha/h
Nivel de carga del tractor	75	%
Potencia tractor necesaria	109	CV
Tipo de tractor escogido	Mediano	
Potencia tractor escogido	122	CV

Producción (t/ha)	
<input type="radio"/> Baja	4
<input checked="" type="radio"/> Media	10
<input type="radio"/> Alta	15

Separación cordones (m)	
<input type="radio"/> Baja	3
<input checked="" type="radio"/> Alta	5

Eficiencia de trabajo	
<input type="radio"/> Baja	0,5
<input checked="" type="radio"/> Media	0,6
<input type="radio"/> Alta	0,7

Nivel de carga de trabajo (%)	
<input type="radio"/> Bajo	25
<input type="radio"/> Medio	50
<input checked="" type="radio"/> Alto	75

Nivel potencia tractor (CV)	
<input type="radio"/> Pequeño	90
<input checked="" type="radio"/> Mediano	120
<input type="radio"/> Grande	150
<input type="radio"/> Muy grand	180

Consumo combustible	
Carga	Factor (L/h-kW)
Baja	0,100
Media	0,150
Alta	0,207

Utilización apero (h/año)	
<input checked="" type="radio"/> Baja	200
<input type="radio"/> Alta	300

Vida útil para 200 h/año	
h	1.333
años	6,67

Precio adquisición tractor	
	560 €/kW de potencia

COSTES DE UTILIZACIÓN	
Consumo de combustible	18,57 L/h
	8,84 L/ha
Consumo de aceite	0,019 L/h
	0,009 L/ha
Coste gasóleo	0,90 €/L
Coste combustible	16,6 €/h
	7,9 €/ha

COSTES DE POSESIÓN	
Horas trabajo anuales	200 h/año
Precio adquisición	20.000 €
amort. - desgaste	2.000 h 10,00 €/h
amort. - obsolescencia	20 años 5,00 €/h
interés	5 % 3,00 €/h
seguros	0,2 % PA 0,20 €/h
resguardo	0,1 % PA 0,10 €/h
mantenim-reparaciones	10 €/ha 21,00 €/h
Coste total	39,30 €/h
	18,71 €/ha

Tractor auxiliar		Poses. + tract.	
Utilización anual	€/h	€/h	€/ha
<input type="radio"/> Baja (500 h/año)	31,85		
<input checked="" type="radio"/> Alta (1.000 h/año)	27,68	66,98	31,90

TRACTOR + APERO		Coste total
Utilización anual	ha/año	€/ha
Baja	420,00	46,40

Figura8.8-Costes utilización tractor + remolque

(* Se han cambiado los datos de las tablas Excel para adaptarlos al tipo de maquinaria que nosotros vamos a utilizar en nuestro estudio.

8.1.5 Coste de transporte

Hablando de energía de biomasa herbácea, en realidad resulta fundamental considerar en la valoración económica y ambiental los costes de transporte, ya que de lo contrario el balance de CO₂ puede considerarse nulo.

Un camión viaja 2-3 km con un litro de gasóleo, emitiendo 2,7 kg de CO₂, por lo que podemos decir que produce aproximadamente 1 kg de CO₂ por km.

Dado que las emisiones de CO₂ a partir de carbón ascienden a casi 100 kg/GJ, la paja presente en el camión quemada en lugar del carbón permite ahorrar 17 toneladas de CO₂.

En general, si el aprovisionamiento, como suele suceder en las grandes instalaciones, se efectúa a muchos km de distancia, las ventajas ambientales corren el riesgo de verse comprometidas.

Resulta por ello importante que la elección del emplazamiento de la instalación, especialmente si es de grandes dimensiones, sea cuidadosamente estudiada. Es por ello que se calculó de manera detallada el punto óptimo de situación de nuestra central de generación, en la Bóveda de Toro.

Según estimaciones realizadas (Itabia, 2003) en general, el coste de aprovisionamiento de la materia prima incide en un aproximadamente 45% sobre el coste total de la producción de energía.

De tal manera que por eso se estudió minuciosamente el emplazamiento de nuestra caldera de biomasa teniendo en cuenta las distancias entre los municipios estudiados y las zonas de mayor producción de biomasa.

Para realizar el cálculo de la biomasa se ha usado el programa llamado ACOTRAM, proporcionado por el ministerio de fomento.

La descarga de este programa se ha realizado desde la plataforma de defensa al sector del transporte de mercancías por carretera nacional-internacional.

Este programa calcula todos los costes dependiendo del vehículo con el que transportes la carga, en nuestro caso para el transporte de biomasa hemos elegido un vehículo articulado de carga general con las siguientes características:

Características Técnicas y de Explotación (Vehículo)

Cálculo Personalizado (01/05/2015)

Características técnicas del vehículo

Descripción: Vehículo Articulado de Carga General

Potencia (C.V.): 420

Masa Máxima Autorizada (kg): 40.000

Carga Útil (kg): 25.000

Número de ejes: 5

Características de explotación del vehículo

Descripción: Recorridos en carga

Kilómetros recorridos:

	Porcentaje	Kilómetros
Kilómetros recorridos anualmente		120.000
Kilómetros recorridos anualmente en carga	50	60.000
Kilómetros recorridos anualmente en vacío	50,0	60.000

Figura8.9- Características técnicas y de explotación del Vehículo articulado de Carga general

(*) Damos como base que los Km recorridos con carga y sin carga van a ser los mismos. Teniendo en cuenta los siguientes costes fijos:

Cálculo Personalizado (01/05/2015)

Vehículo de tracción

Forma de adquisición

Compra

Otra forma (alquiler, ...)

Amortización

Valor de adquisición:

- Precio de tarifa sin IVA (Euros)	95.431,85
- Descuento sobre tarifa (%)	10,0
- Precio de adquisición sin IVA (Euros)	85.888,67

Vida útil (años): 6

Valor residual:

- Valor residual sobre precio de tarifa (%)	20,0
- Valor residual sin IVA (Euros)	19.086,37

Financiación

	% sobre el precio de adquisición	Euros
Capital a financiar	70,0	60.122,07
Periodo de financiación (años)		5
Interés anual de la financiación (%)		5,221

Figura8.10- Costes fijos adquisición vehículo de tracción

Cálculo Personalizado (01/05/2015)

Semirremolque o remolque

Forma de adquisición

Compra

Otra forma (alquiler, ...)

Amortización

Valor de adquisición:

- Precio de tarifa sin IVA (Euros)

- Descuento sobre tarifa (%)

- Precio de adquisición sin IVA (Euros)

Vida útil (años)

Valor residual:

- Valor residual sobre precio de tarifa (%)

- Valor residual sin IVA (Euros)

Financiación

	% sobre el precio de adquisición	Euros
Capital a financiar	<input type="text" value="70,0"/>	<input type="text" value="22.528,30"/>
Periodo de financiación (años)	<input type="text" value="5"/>	
Interés anual de la financiación (%)	<input type="text" value="5,221"/>	

Figura8.11- Costes fijos adquisición remolque o semirremolque

Cálculo Personalizado (01/05/2015)

Personal

Coste total anual del conductor, incluidos costes de empresa (Seguridad Social y otros) Euros

Dietas y plus de actividad: Desglosado Total

- Dietas anuales:

Dieta total diaria del conductor (Euros / día)

Número de días con dieta al año

Dieta total anual (Euros)

- Plus de actividad anual del conductor Euros / km Euros

- Dietas y plus de actividad anuales del conductor (Euros)

Figura8.12- Cálculo coste anual conductor

Seguros	
<input checked="" type="radio"/> Desglosado <input type="radio"/> Total	
	Costes anuales (Euros)
- Responsabilidad civil del vehículo de tracción	2.103,72
- Responsabilidad civil del semirremolque o del remolque	600,15
- Responsabilidad civil de la mercancía	282,93
- Accidente del conductor	89,35
- Retirada del carné de conducir	96,79
- Seguro de la mercancía	498,86
- Daños propios (todo riesgo)	2.699,05
- Otros	
- Coste total anual	6.370,85

Figura8.13-Coste anuales seguros

Costes Fiscales	
<input checked="" type="radio"/> Desglosado <input type="radio"/> Total	
	Costes anuales (Euros)
- Visados	26,46
- Inspección Técnica de Vehículos (I.T.V.)	75,58
- Impuesto de Actividades Económicas (I.A.E.) repercutible a este vehículo	362,01
- Impuesto de Vehículos de Tracción Mecánica (I.V.T.M.)	351,43
- Revisión tacógrafo	34,01
- Inspecciones A.T.P. (transporte de mercancías perecederas)	
- Inspecciones A.D.R. (transporte de mercancías peligrosas)	
- Otros	
- Coste total anual	849,49

Figura8.14-Costes fiscales anuales

(*) Los datos proporcionados por los costes fijos tienen como fuente el Ministerio de Fomento

Costes variables:

Cálculo Personalizado (01/05/2015)

Carburante del vehículo de tracción

Precio de adquisición Euros / litro

- Precio del carburante con IVA	%	<input type="text" value="1,200"/>
- Descuento	<input type="text" value="2,5"/>	<input type="text" value="0,030"/>
- IVA aplicado al carburante	<input type="text" value="16,0"/>	<input type="text" value="0,161"/>
- Precio de adquisición sin IVA		<input type="text" value="1,0086207"/>

litros / 100 km

Consumo medio del vehículo de tracción

Figura8.15- Cálculo del coste del carburante para vehículo de tracción

Neumáticos

	Nº	Precio sin IVA de un neumático (Euros / unidad)	Duración media (km)
Direccionales	<input type="text" value="2"/>	<input type="text" value="543,35"/>	<input type="text" value="135.000"/>
Motrices	<input type="text" value="4"/>	<input type="text" value="543,35"/>	<input type="text" value="135.000"/>
Arrastre	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>
Semirremolque o remolque	<input type="text" value="6"/>	<input type="text" value="543,35"/>	<input type="text" value="135.000"/>

Mantenimiento y Reparaciones

	Coste kilométrico sin IVA (Euros / km)	Coste anual sin IVA (Euros)
Mantenimiento	<input type="text" value="0,0150"/>	<input type="text" value="1.800,00"/>
Reparaciones	<input type="text" value="0,0266"/>	<input type="text" value="3.192,00"/>

Figura8.16-Cálculo del coste de neumáticos mantenimiento y reparaciones

(*)Los datos proporcionados por los costes fijos tienen como fuente el Ministerio de Fomento.

(*)Se utiliza el precio actual del gasoil

Como resultado obtenemos lo siguiente:

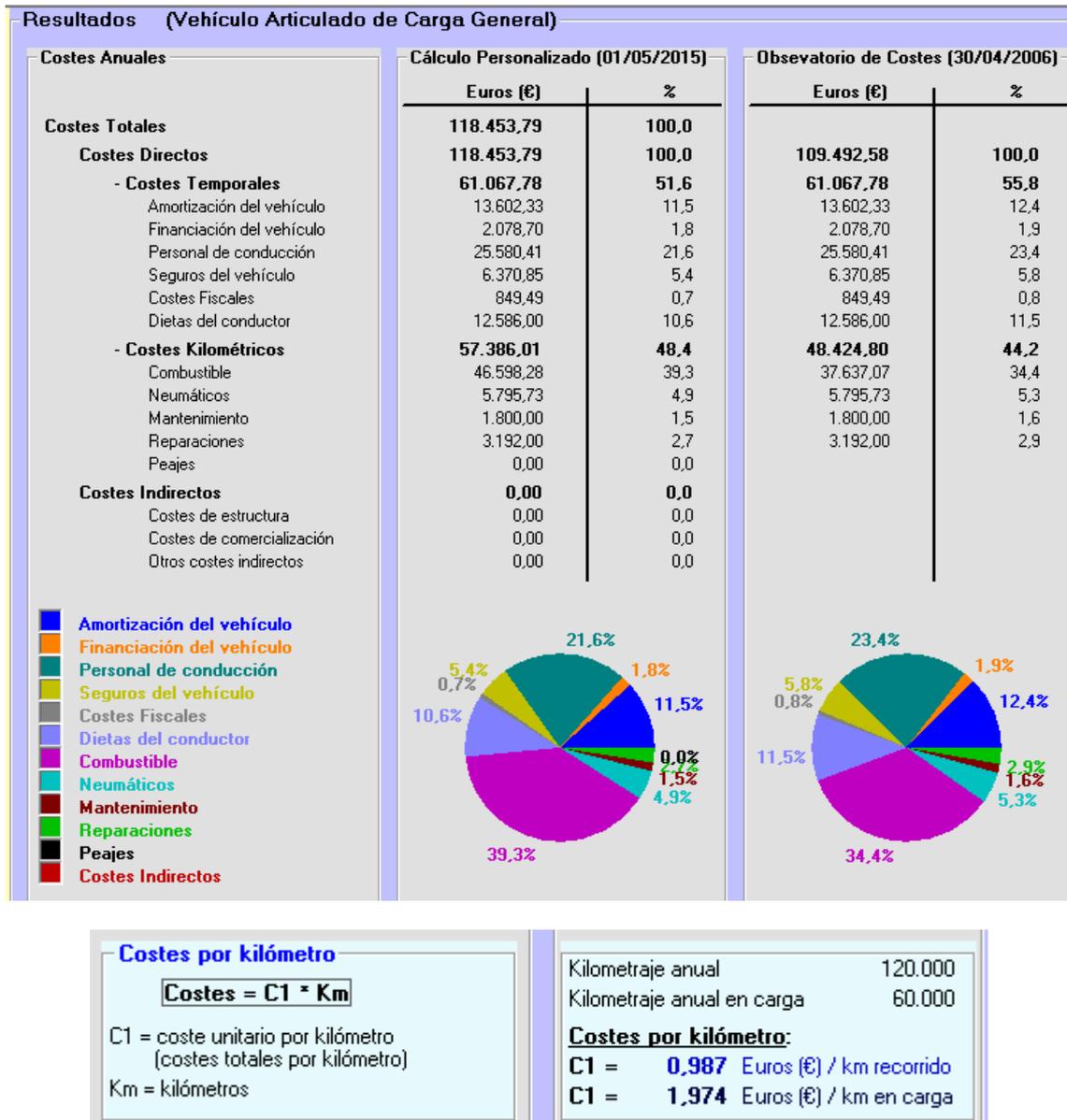


Figura8.17-Costes totales de la utilización de los camiones

8.2 Costes asociados al district heating

Como base de cálculo para los costes del district heating se va a utilizar los cálculos hechos en capítulos anteriores sobre el dimensionamiento de este.

Los proyectos de red de distrito, en su fase inicial, son muy intensivos en capital y presentan retornos de inversión a largo plazo. Las inversiones específicas son más elevadas que las de otros equipamientos de servicios. A título del ejemplo:

- Red urbana de distribución de gas natural en zanja ≈ 100 €/m
- Red urbana de distribución de calor y frío en zanja DN400/200 ≈ 3.500 €/m

A continuación se van a describir las condiciones técnicas que han de tenerse en cuenta en la ejecución de los trabajos necesarios en lo referente a la obra civil y red de distribución del presente estudio.

8.3 Organización general de las obras

8.3.1 Dirección de las obras

El Director de obra es el técnico designado por la propiedad para representarla durante el transcurso de la ejecución de los trabajos y que velará por el exacto cumplimiento de las condiciones fijadas.

8.3.2 Atribuciones del Ingeniero Director

Velará por la exacta ejecución de la obra. Para ello el Contratista le facilitará toda la ayuda que precise. Tendrá libre acceso, tanto él como el personal a sus órdenes, a todas las áreas de trabajo.

Exigirá el exacto cumplimiento de las condiciones contractuales.

Podrá ordenar la retirada o sustitución de los materiales cuya calidad no sea la exigida.

Exigirá la sustitución de personal, tanto técnico como administrativo u obrero que según su criterio cause perjuicio al desarrollo de la obra. El Contratista no podrá exigir indemnización alguna por estas sustituciones.

Vigilará el cumplimiento de los plazos de ejecución de la obra, comunicándoselo inmediatamente al Contratista en cuanto observe el más pequeño retraso.

Controlará la marcha de la obra y las certificaciones.

Dará su aprobación sobre la situación de las escombreras y vertederos; y en general, cuanto sea necesario para el exacto cumplimiento de los trabajos y su abono, como representante de la sociedad.

8.3.3 Presencia del contratista

El Contratista está obligado a mantener permanentemente, a pie de obra, a toda la organización presentada por el mismo, especificando claramente las atribuciones a cada uno, y fijando en particular su representante en la obra.

Cuando el carácter de los asuntos suscitados en el transcurso de la obra, bien sean económicos, técnicos o legales, rebasen el poder de decisión del técnico designado, el Director de obra convocará al contratista de forma que ninguna operación pueda retrasarse o suspenderse por dicho motivo.

El representante del Contratista deberá estar permanentemente a pie de obra y se personará en las oficinas del ingeniero director, acompañándole en todas las inspecciones siempre que sea requerido para ello. En caso de ausentarse deberá, previa conformidad

del Director de obra, delegar en otra persona que lo reemplace con las mismas atribuciones que aquel.

El Contratista proporcionará al Director de Obra y a sus ayudantes toda clase de facilidades para poder inspeccionar las obras, comprobar la calidad de los materiales, la forma de empleo de la mano de obra y poder seguir en todo momento las incidencias de los trabajos, cualquiera que sea la naturaleza de aquellos, permitiendo el acceso a todas partes incluso a las fábricas o talleres donde se produzcan los materiales o se realicen trabajos para las obras.

Así mismo tiene derecho a tomar nota de la lista de personal, de las hojas de pago, volantes de transporte, liquidaciones de seguros sociales y del total de horas trabajadas cada mes.

8.3.4 Condiciones escritas

El Contratista deberá ceñirse estrictamente a los planos, perfiles, instrucciones de servicio, etc., que le sean dados por el Director de obra, así como los cambios que le sean prescritos durante el transcurso de los trabajos, debiendo solicitar él mismo las instrucciones escritas o el envío de los documentos que sean precisos para el desarrollo de las obras.

Las instrucciones escritas entregadas al Contratista lo serán por duplicado, debiendo por su parte devolver un ejemplar firmado en el que conste el correspondiente enterado.

Deberá procurarse que quede constancia escrita de todos los acuerdos verbales.

8.4 Condiciones generales

Se van a presentar las siguientes condiciones generales para las distintas fases de realización de las canalizaciones de agua del district heating.

8.4.1 Personal y equipamiento

Para realizar las distintas operaciones que conforman los trabajos de canalización en redes y acometidas deberán usarse las tecnologías que sean de aplicación en cada material por medio del empleo de los útiles y máquinas específicas, manipuladas por personal adiestrado para su uso y, en su caso, con documentación que acredite su capacidad a fin de conseguir el mejor aprovechamiento de los materiales y el máximo de seguridad para las personas y las cosas.

8.4.2 Permisos y autorizaciones

Se deben obtener los permisos y autorizaciones que sean necesarios para la realización de la obra. Estos serán otorgados por aquellos Organismos Públicos o Privados que tengan jurisdicción sobre la zona en que se realicen los trabajos.

Corresponde al contratista, encargado de la realización de la obra, la obtención de las condiciones de señalización requeridas por parte de los servicios Municipales y, si hubiera lugar de otros Organismos para el inicio y ejecución de las obras.

8.4.3 Materiales

El almacenamiento de los materiales deberá efectuarse según las especificaciones propias de cada material, evitando que se produzcan deterioros que lo dejen inservible, tales

como apoyo en superficies inadecuadas, exceso de carga por alturas de apilado excesivas, agresiones físicas o químicas...

Se realizarán las inspecciones necesarias para garantizar que el tránsito de material es el indicado en los documentos y que se encuentra en perfecto estado. Dichas inspecciones se realizarán tanto en el momento de la entrega del material al equipo instalador como en la recepción del material sobrante de obra.

El tipo de tubería para utilizar en la distribución del agua caliente a elementos finales, en el "District Heating", será un tipo de tubería preaislada específica para aplicaciones de transporte de agua caliente en calefacciones distribuidas y de experimentada reputación.

Estamos hablando de un sistema de tuberías con preaislamiento de la marca LOGSTOR.

El tipo de tubería y sus características generales que serán usadas en cada caso ya fue mencionado en capítulos anteriores de este estudio.

8.4.4 Obra civil

La obra civil implicará todos los trabajos tendentes a situar las tuberías en condiciones tales que permanezcan en el tiempo las características de buena instalación conseguidas en el momento de la finalización de su montaje.

Se compone de las siguientes fases:

- Replanteo
- Excavación y zanja
- Relleno
- Compactación
- Restitución

El contratista responderá de la ejecución correcta de la Obra Civil, asumiendo los perjuicios que una mala realización pudiera ocasionar y subsanando todo defecto que aparezca dentro del año siguiente a la terminación de la obra, siempre que no justifique documentalmente que el defecto es imputable a agentes externos

8.4.5 Montaje mecánico

Estará compuesta por el conjunto de operaciones necesarias para conseguir el tendido de los distintos elementos de una canalización.

Estas actividades comprenderán las operaciones de corte y soldadura de tubería, montaje de válvulas e instalaciones auxiliares y curvadas de tubos. Todas estas operaciones se realizarán por personal cualificado para tales tareas, con las acreditaciones que sean requeridas.

Se debe tener, según la climatología de la zona, en cuenta la capacidad para afrontar las bajas temperaturas de cara a la soldadura y tendido de tubería en el caso de las tuberías de acero.

8.4.6 Señalización y seguridad

Durante la ejecución de los trabajos se mantendrá una correcta señalización y vallado conforme a las indicaciones del Director de Obra y las normas al respecto.

8.4.7 Pruebas

Posteriormente al tapado de la tubería, se realizarán las pruebas finales de resistencia y estanqueidad, tal y como se especifica en la instrucción Técnica 2.2 del RITE.

Una vez terminada la instalación y previo a la puesta en servicio se realizará una prueba de estanqueidad, con el fin de asegurar la inexistencia de fugas.

Todas las redes de circulación de fluidos portadores deben ser probadas hidrostáticamente, a fin de asegurar su estanqueidad, antes de quedar ocultas por obras de albañilería, material de relleno o por el material aislante. Son válidas las pruebas realizadas de acuerdo a la norma UNE-EN 14.336, para tuberías metálicas. El procedimiento a seguir para las pruebas de estanqueidad hidráulica, en función del tipo de tubería y con el fin de detectar fallos de continuidad en las tuberías de circulación de fluidos portadores, comprenderá las fases que se relacionan a continuación.

8.4.7.1 Preparación y limpieza de las redes de tuberías

Antes de realizar la prueba de estanqueidad y de efectuar el llenado definitivo, las redes de tuberías de agua deben ser limpiadas internamente para eliminar los residuos procedentes del montaje. Las pruebas de estanqueidad requerirán el cierre de los terminales abiertos. Deberá comprobarse que los aparatos y accesorios que queden incluidos en la sección de la red que se pretende probar puedan soportar la presión a la que se les va a someter. De no ser así, tales aparatos y accesorios deben quedar excluidos, cerrando válvulas o sustituyéndolos por tapones. Para ello, una vez completada la instalación, la limpieza podrá efectuarse llenándola y vaciándola el número de veces que sea necesario, con agua o con una solución acuosa de un producto detergente, con dispersantes compatibles con los materiales empleados en el circuito, cuya concentración será establecida por el fabricante. El uso de productos detergentes no está permitido para redes de tuberías destinadas a la distribución de agua para usos sanitarios. Tras el llenado, se pondrán en funcionamiento las bombas y se dejará circular el agua durante el tiempo que indique el fabricante del compuesto dispersante. Posteriormente, se vaciará totalmente la red y se enjuagará con agua procedente del dispositivo de alimentación. En el caso de redes cerradas, destinadas a la circulación de fluidos con temperatura de funcionamiento menor que 100 °C, se medirá el pH del agua del circuito. Si el pH resultará menor que 7,5 se repetirá la operación de limpieza y enjuague tantas veces como sea necesario. A continuación se pondrá en funcionamiento la instalación con sus aparatos de tratamiento.

8.4.7.2 Prueba preliminar de estanqueidad

Esta prueba se efectuará a baja presión, para detectar fallos de continuidad de la red y evitar los daños que podría provocar la prueba de resistencia mecánica; se empleará el mismo fluido transportado o, generalmente, agua a la presión de llenado.

8.4.7.3 Prueba de resistencia mecánica

Esta prueba se efectuará a continuación de la prueba preliminar: una vez llenada la red con el fluido de prueba, se someterá a las uniones a un esfuerzo por la aplicación de la presión de prueba.

En el caso de circuitos cerrados de agua refrigerada o de agua caliente hasta una temperatura máxima de servicio de 100 °C, la presión de prueba será equivalente a una vez y media la presión máxima efectiva de trabajo a la temperatura de servicio, con un mínimo de 6 bar; para circuitos de agua caliente sanitaria, la presión de prueba será equivalente a dos veces la presión máxima efectiva de trabajo a la temperatura de servicio, con un mínimo de 6 bar.

Los equipos, aparatos y accesorios que no soporten dichas presiones quedarán excluidos de la prueba.

La prueba hidráulica de resistencia mecánica tendrá la duración suficiente para verificar visualmente la resistencia estructural de los equipos y tuberías sometidos a la misma.

8.4.7.4 Reparación de fugas

La reparación de las fugas detectadas se realizará desmontando la junta, accesorio o sección donde se haya originado la fuga y sustituyendo la parte defectuosa o averiada con material nuevo.

Una vez reparadas las anomalías, se volverá a comenzar desde la prueba preliminar. El proceso se repetirá tantas veces como sea necesario, hasta que la red sea estanca.

8.4.7.5 Pruebas de libre dilatación

Una vez que las pruebas anteriores de las redes de tuberías hayan resultado satisfactorias y se haya comprobado hidrostáticamente el ajuste de los elementos de seguridad, las instalaciones equipadas con generadores de calor se llevarán hasta la temperatura de tarado de los elementos de seguridad, habiendo anulado previamente la actuación de los aparatos de regulación automática.

Durante el enfriamiento de la instalación y al finalizar el mismo, se comprobará visualmente que no hayan tenido lugar deformaciones apreciables en ningún elemento o tramo de tubería y que el sistema de expansión haya funcionado correctamente.

8.4.8 Puesta en servicio

Previamente a la puesta en servicio de las instalaciones se recabará el acta de reconocimiento o puesta en marcha de los Servicios Territoriales de la Consejería de Economía y Hacienda del Gobierno Autónomo, sin cuyo permiso no podrán entrar en servicio dichas instalaciones.

8.5 Obra civil

En este apartado vamos a definir los criterios básicos a considerar para la realización de la obra civil correspondiente a la instalación de conducciones pre aisladas.

8.5.1 Replanteo

Previamente a la construcción se realizará un replanteo del trazado de la conducción, así como de las arquetas.

El Contratista deberá, conjuntamente con la ejecución del replanteo, ejecutar las catas de reconocimiento para descubrir los servicios existentes de diversas compañías, los cuales deberán quedar perfectamente ubicados, señalizados e identificados.

A partir de este replanteo y de los documentos del proyecto, el Contratista efectuará los balizados necesarios con estacas, clavos señales en todos los vértices y cada 50 m en tramos rectos, además colocará piquetes de referencia cada 200m en los que se colocarán paneles pintados referenciados con la distancia acumulada desde el origen de la conducción y el ángulo de la misma.

En el trazado de caminos, el Contratista deberá colocar, mantener, reponer y trasladar toda la señalización, pasos provisionales y elementos de seguridad que dicte la legislación vigente y las Ordenanzas Municipales en el momento de la ejecución de las obras, tanto para la señalización de las obras como desvíos de tráfico y protección y las que eventualmente pudieran solicitar los organismos interesados.

Una vez replanteada la traza y balizada la zona de ocupación temporal el Contratista deberá disponer de los siguientes datos:

- Replanteo de la traza con alineaciones, ángulos, distancias...
- Croquis de vértices a puntos fijos
- Croquis de replanteo de los servicios afectados con indicación de todos los detalles referentes a dicho servicio.
- Acta de ocupación temporal

8.5.2 Rotura de pavimento

El pavimento debe demolerse con un corte limpio con máquina, cuando se trate de aglomerados y por losetas enteras. La rotura se hará de tal forma que no se produzcan desmoronamientos de los bordes en la fase de excavación y la superficie afectada sea la menos posible.

Los materiales que estén destinados a ser empleados de nuevo deberán dejarse de modo que no dificulten la circulación ni entorpezcan la buena marcha de los trabajos y se puedan emplear con facilidad cuando se reponga el pavimento.

Aquellos materiales que no puedan ser utilizados en la posterior reposición del pavimento deberán ser trasladados con la máxima rapidez al vertedero, con el fin de que no se mezcle con ellos la tierra procedente de la excavación, la cual quedaría inservible para el posterior relleno de la zanja.

8.5.3 Apertura de la zanja

La excavación de la zanja podrá realizarse a mano o a máquina. Se optará preferentemente por la excavación por medios mecánicos aunque la decisión definitiva se tomará según lo observado en las catas realizadas para determinar el trazado definitivo.

La excavación se realizará de forma ordenada hasta la profundidad deseada. En casos especiales, cuando la consistencia del terreno no es la adecuada o bien cuando la profundidad de la zanja así lo aconseje, se procederá a su entubamiento a medida que se vaya profundizando.

En los puntos en donde sea necesario realizar uniones en fondo de zanja y la anchura de la misma no sea suficiente para un fácil manejo, se hará la zanja necesaria que facilite la unión. Los productos procedentes de la excavación deberán situarse de forma que no entorpezcan el desarrollo de los trabajos y no impidan la libre evacuación de las posibles aguas pluviales por los sumideros situados a este efecto, evitando al mismo tiempo que exista el riesgo de inundaciones.

No obstante referente a los productos procedentes de la excavación se atenderá lo dispuesto por las Ordenanzas Municipales.

Se tendrá especial cuidado en no dañar las posibles obras subterráneas encontradas en el subsuelo, procediendo a las que sean de aplicación en cada caso para evitar que sufran daños. Si alguno de los servicios existentes fuera dañado se notificará de inmediato a los servicios de inspección de la Compañía Distribuidora y al propietario del servicio para que proceda a su reparación.

8.5.4 Profundidad y fondo de zanja

En el proyecto contractual se mantendrá una profundidad mínima de 0,6 m entre la generatriz superior de la tubería y la superficie del terreno

En los cruces con carreteras, ríos, etc., se aumentará el recubrimiento mínimo.

Si dichas distancias por algún motivo suficientemente justificado no pudieran cumplirse se tomarán medidas especiales de protección de la tubería, que garanticen que no estará expuesta a esfuerzos superiores a los que soportaría si estuviera a su profundidad mínima.

En ningún caso se instalarán tuberías a una profundidad inferior a 0,20 m.

El fondo de zanja estará desprovisto de piedras y de los elementos duros que se han encontrado en la excavación habiendo procedido a su saneamiento y compactación cuando no ofrezcan garantías de estabilidad permanente. Estará perfectamente engrasado y exento de cambios bruscos de nivel.

Para que exista un apoyo uniforme de la tubería y garantizar su perfecta instalación, se rellenará el fondo de zanja de 0,10 m de arena cribada o lavada.

8.5.5 Anchura de zanja

Sera la adecuada en cada tramo de los circuitos, atendiendo a dos condiciones especiales:

- Garantizar la no existencia de otros servicios a menos de 0,20 m de la tubería.
- Tener suficiente espacio para realizar el tendido de la tubería con las ondulaciones necesarias para que absorba todas las dilataciones y contracciones que puedan producirse en la misma.

8.5.6 Distancia a obras subterráneas, cruces y paralelismos con otras conducciones.

Todos los servicios enterrados existentes serán cruzados por la conducción bien bajo o sobre estos servicios, adoptando la solución que garantice el cumplimiento de la profundidad mínima de enterramiento y dichas distancias mínimas entre la conducción y la generatriz de la tubería más próxima a ella:

- 0,20 m para paralelismos
- 0,20 m para cruces

En el caso de encuentro con obras subterráneas, la distancia mínima entre estas obras y la generatriz de la tubería más próxima a ellas será igual o superior a 0,20 m.

La distancia mínima recomendable a la que debe situarse la canalización con relación a la línea de fachada variará dependiendo de los servicios encontrados. En caso de que sea posible deberá ser de 1 m.

8.5.7 Pre tapado de la tubería

Una vez puesta la tubería en el fondo de la zanja se comenzará el tapado de la misma por encima de la generatriz superior, hasta 0,2 m con el mismo tipo de material que el que se puso en el fondo de la zanja (arena lavada).

En esta primera fase del tapado, pre tapado, deben tomarse las máximas precauciones para que no queden espacios huecos retacando las tierras por las partes inferiores laterales de la tubería y procediendo a un buen apisonado de toda la tierra.

El vertido del material se realizará con el equipo apropiado, evitando que se dañe la tubería o los accesorios instalados, posteriormente se extenderá adecuadamente y en el espesor aprobado por el Director de Obra sin dañar la conducción, para por último con medios adecuados proceder a su compactación, procurando que la superficie de acabado sea uniforme.

8.5.8 Relleno de zanja y recubrimiento total

Se comenzará la fase de relleno solamente cuando las fases de puesta en zanja, pre tapado y colocación de la banda se encuentren finalizadas, y además se hayan realizado satisfactoriamente las pruebas pertinentes.

El relleno definitivo de la zanja debe realizarse dentro de las 48 horas siguientes a la puesta en zanja del tubo.

La zanja pendiente de relleno será debidamente señalizada por el Contratista, siendo de su total responsabilidad cualquier accidente que pudiera producirse por tal motivo.

El relleno se efectuará preferentemente a la máxima temperatura ambiental y nunca cuando el terreno esté helado o la temperatura ambiente sea inferior a 5°C.

La superficie del terreno se debe dejar con la misma pendiente que en las zonas contiguas hasta la restitución del pavimento.

8.5.9 Restitución de pavimentos

La reposición de pavimentos demolidos deberá hacerse de forma que la zona afectada por las obras de la canalización quede en el estado primitivo, antes de comenzar las obras, atendiendo en todo momento las indicaciones de los Organismos Públicos competentes o propietarios afectados.

Si no quedan especificadas de este modo las condiciones de dicha operación el relleno será apisonado en tongadas de 15 cm de espesor con un contenido óptimo de humedad para conseguir una compactación del 95%.

Deberá prestarse especial atención en la reposición de pavimentos en que las trampillas afectadas queden perfectamente enrasadas y libres de materiales que impidan su rápida apertura.

8.6 Presupuesto

Para elaborar nuestro presupuesto se tendrá en cuenta los procedimientos para la instalación del district heating mencionados anteriormente, así como mediciones y materiales especificados en capítulos anteriores de este estudio.

La información sobre los costes del presente estudio ha sido proporcionada por los fabricantes de los materiales utilizados, en cuanto a las operaciones para la instalación de dichos materiales se ha recurrido a la bibliografía.

La siguiente tabla muestra los costes descompuestos de la ejecución de nuestro district heating.

Obra civil

Cantidad UD	Resumen	Precio	Subtotal	Importe
1622,89m	Metro lineal de conducción instalada, zona bajo calzada	20,87 €	33.869,71€	
2352,09 m2	Reposición Calzada	8,23 €	19.357,70€	
	Tapado Zanja			
234,260m3	Hormigón	35,76 €	8.377,13€	
1157,23 m3	Arena	9,53 €	11.028,40€	
1431,01 m3	Material relleno	2,75 €	3.953,27 €	
				23.340,80€
1622,89m	Metro lineal de dirección de obra	0,12 €	194,74 €	
				76.762,95 €

Montaje mecánico

Cantidad UD	Resumen	Precio	Subtotal	Importe
1622,89 m	Metro lineal conducción instalada	3,97 €	6.442,87€	6.442,87€

Suministro de materiales circuito calefacción

Cantidad UD	Resumen	Precio	Subtotal	Importe
346,69m	Tubería Logstor preaislada DN 200	19,89€	6.895,66€	
1276,02m	Tubería Logstor preaislada DN 150	18,47€	23.571€	
760,95m	Tubería Logstor preaislada DN 125	17,98€	13.686,88€	
515,35m	Tubería Logstor preaislada DN 80	16,99€	8.755,79€	
6 unidades	Juntas de conexión con cambio de sección Logstor. Instaladas.	21,68€	130,08€	
236 unidades	Juntas de conexión Logstor. Instaladas.	21,63€	5.104,68€	
1 unidad	Bomba SACI PUMPS MN180-A	3.249,00€	3.249,00€	
1 unidad	Caldera Metalerg Ekopal RM3-03 600KW. Instalada.	130.144,99 €	130.144,99 €	
1 unidad	Caldera Metalerg Ekopal RM3-02 500KW. Instalada.	115.499,99 €	115.499,99 €	
2 unidades	Caldera Binder RRK 1650, sistema de combustión SRF-S	175.399,99€	350.799,98€	
				657.838,05€

Suministro de materiales circuito ACS

Cantidad UD	Resumen	Precio	Subtotal	Importe
452,2m	Tubería Logstor Pexflextra serie 5/SDR11 DN 110	6,64 €	3.002,60€	
280 m	Tubería Logstor Pexflextra serie 5/SDR11 DN 90	5,64 €	1.579,20€	
480,95m	Tubería Logstor Pexflextra serie 5/SDR11 DN 75	4,32 €	2.077,70€	
230,07m	Tubería Logstor Pexflextra serie 5/SDR11 DN 63	3,99 €	917,97 €	
1 unidad	Deposito acumulador ACS LAPESA 10.000 litros modelo MXV-10-RV	16.994€	16.994€	
1 unidad	Bomba Sedical modelo modelo sadp/11T. Instalada	5.094,00€	5.094,00€	
1 unidad	Caldera Metalerg Ekopal RM3-03 600KW. Instalada.	130.144,99€	130.144,99€	
1 unidad	Caldera Metalerg Ekopal RM3-02 500KW. Instalada.	115.499,99€	115.499,99€	
			275.310,45€	

Otros elementos de los circuitos

Cantidad UD	Resumen	Precio	Subtotal	Importe
15 unidades	Válvula de corte	149€	2.235€	
27 unidades	Válvula antiretorno	21,3€	575,1€	
103 unidades	Manómetro con antiarriete instalado	20,2€	2.080,60€	
87 unidades	Termómetro instalado	19,93€	1.733,91€	
43 unidades	Filtro de lodos	298,2€	12822,6€	
			19.447,21€	

Nave almacenamiento

Cantidad UD	Resumen	Precio	Subtotal	Importe
1 Unidad	Nave almacenamiento grupo PATEC	33.150€	33.150€	
1 unidad	Cementación de hormigón con ferralla, placas de anclaje replanteo y excavación	5.300€	5.300€	
1 unidad	Solera de hormigón pulido con mallazo interior y plástico impermeabilizante	6.660€	6.660€	
				45.110€

La suma asciende a un total de.....1.080.911,53 Euros

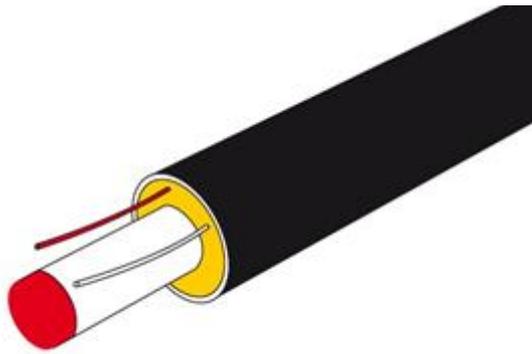
9 Anexo I: Características comerciales de los elementos usados.

9.1 Tuberías circuito calefacción

DISTRICT HEATING & COOLING



Especialistas en redes de tuberías preaisladas para el transporte eficiente de fluidos



La tubería LOGSTOR® es una tubería de acero preaislada según EN 253 con tubería de servicio de dimensiones y tolerancias según ISO 4200, calidad P235GH/TR1/TR2 según EN10217 soldada (DIN2458), existiendo otras calidades bajo especificación del cliente: según EN10216 sin soldadura (DIN2448), inoxidable, galvanizado, etc. Se emplea para el transporte eficiente de fluidos térmicos en instalaciones de District Heating & Cooling, instalaciones industriales, etc. y se presenta en dos versiones, single y double. Su diseño permite su empleo tanto en instalaciones enterradas como aéreas.

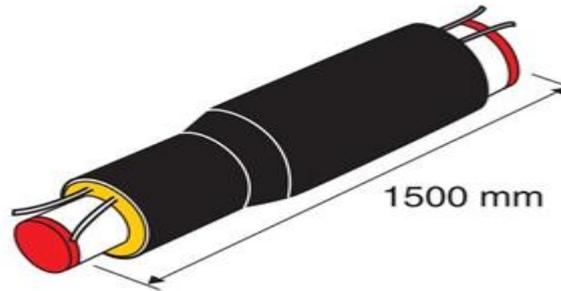
La tubería LOGSTOR® está compuesta por una tubería de servicio de acero, una espuma rígida de poliuretano (PUR, en la que se utiliza el ciclo pentano como agente de expansión) y por un robusto envolvente de polietileno de alta densidad (PEAD). La espuma PUR se encuentra íntimamente ligada a los otros dos elementos formando en su conjunto, un único material compuesto. Los diámetros disponibles van desde DN20 a DN1000, siendo las condiciones de trabajo en continuo hasta 140 °C y PN 25 durante 30 años, con picos de 150°C.

Existen dos posibles procesos de producción, el discontinuo proceso estándar en el que $\lambda_{50} \leq 0,0275 \text{ W}/(\text{m} \cdot \text{K})$ con 70 kg/m³ de densidad, y el continuo axial que incorpora barrera al oxígeno (disponible para envolventes entre 90 y 315 mm) en los que se obtiene un valor de $\lambda_{50} \leq 0,024 \text{ W}/(\text{m} \cdot \text{K})$ con una densidad típica de 60 kg/m³.

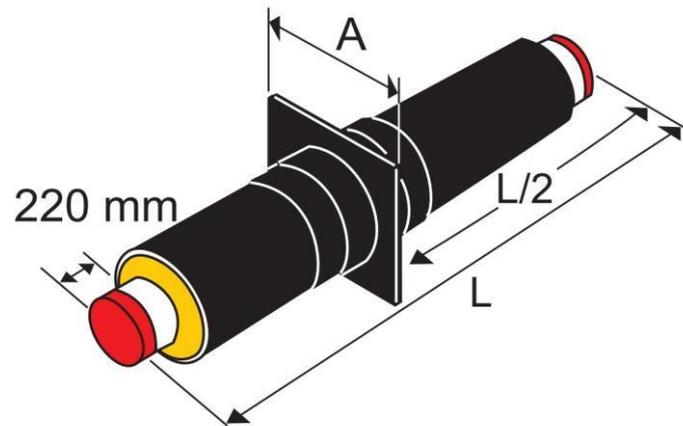
El suministro se realiza en barras de 6 o 12 m según diámetro y proyecto. La conexión entre barras o accesorios se realiza habitualmente mediante soldadura de arco eléctrico. Para poder realizar estos trabajos, los últimos 220 mm a ambos extremos de la tubería y accesorios LOGSTOR® se encuentran sin aislar térmicamente. Una vez realizados y comprobados los trabajos de soldadura, se aísla térmicamente la unión mediante un kit de empalme.

La tubería LOGSTOR® incorpora dos hilos de cobre (sistema Nordic) que junto con la unidad analógica o digital conforman el sistema de detección de fugas. Este sistema permite la detección de humedad en el aislamiento, tanto por rotura de la tubería de servicio como del envolvente, con un margen de error de +/- 2%.

Estas son las reducciones utilizadas y los puntos fijos de unión con su tabla de características.

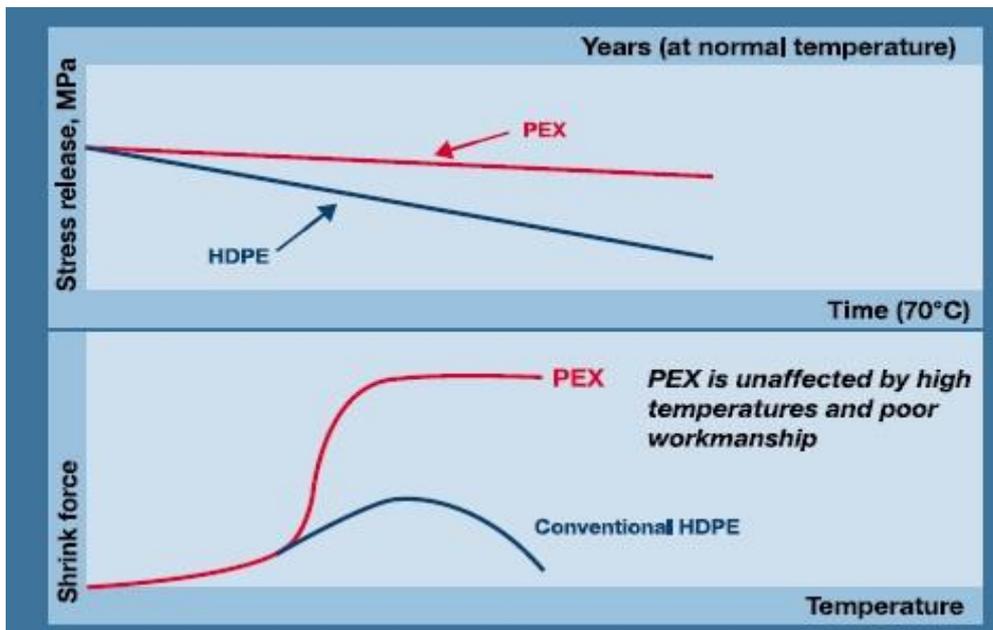
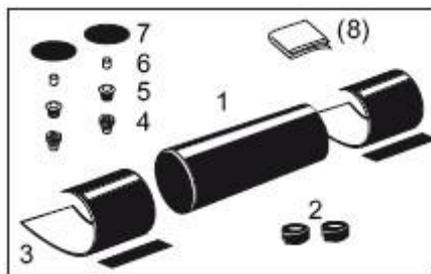
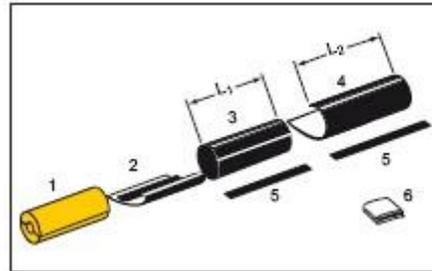
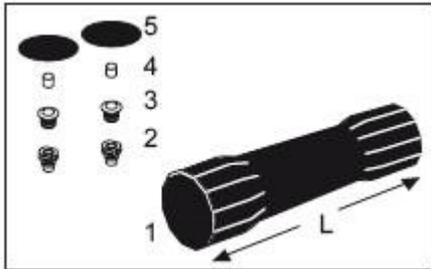


REDUCCIONES - CARACTERÍSTICAS												
Dimensiones			Diámetro del envoltente D _e (mm)			Dimensiones			Diámetro del envoltente D _e (mm)			Longitud total L (m)
Diámetro nominal		d _e (mm)				Diámetro nominal		d _e (mm)				
DN	Pulg.		Serie 1	Serie 2	Serie 3	DN	Pulg.		Serie 1	Serie 2	Serie 3	
25	1"	33,7	90	110	125	20	3/4"	26,9	90	110	125	1500
32	1 1/4"	42,4	110	125	140	25	1"	33,7	90	110	125	1500
						20	3/4"	26,9	90	110	125	1500
40	1 1/2"	48,3	110	125	140	32	1 1/4"	42,4	110	125	140	1500
						25	1"	33,7	90	110	125	1500
50	2"	60,3	125	140	160	40	1 1/2"	48,3	110	125	140	1500
						32	1 1/4"	42,4	110	125	140	1500
65	2 1/2"	76,1	140	160	180	50	2"	60,3	125	140	160	1500
						40	1 1/2"	48,3	110	125	140	1500
80	3"	88,9	160	180	200	65	2 1/2"	76,1	140	160	180	1500
						50	2"	60,3	125	140	160	1500
100	4"	114,3	200	225	250	80	3"	88,9	160	180	200	1500
						65	2 1/2"	76,1	140	160	180	1500
125	5"	139,7	225	250	280	100	4"	114,3	200	225	250	1500
						80	3"	88,9	160	180	200	1500
150	6"	168,3	250	280	315	125	5"	139,7	225	250	280	1500
						100	4"	114,3	200	225	250	1500
200	8"	219,1	315	355	400	150	6"	168,3	250	280	315	1500
						125	5"	139,7	225	250	280	1500
250	10"	273,0	400	450	500	200	8"	219,1	315	355	400	1500
						150	6"	168,3	250	280	315	1500
300	12"	323,9	450	500	520	250	10"	273,0	400	450	500	1500
						200	8"	219,1	315	355	400	1500
350	14"	355,6	500	520	560	300	12"	323,9	450	500	520	1500
						250	10"	273,0	400	450	500	1500
400	16"	406,4	520	560	630	350	14"	355,6	500	520	560	1500
						300	12"	323,9	450	500	520	1500



PUNTO FIJO - CARACTERÍSTICAS					
Dimensiones Tubería de Servicio				Placa de acero a • b	Longitud del punto fijo L (mm)
Díámetro DN	Pulg.	d _e (mm)	D _e (mm)		
20	3/4"	26,9	90	140 • 140	2000
25	1"	33,7	90	140 • 140	2000
32	1 ^{1/4} "	42,4	110	170 • 170	2000
40	1 ^{1/2} "	48,3	110	170 • 170	2000
50	2"	60,3	125	200 • 200	2000
65	2 ^{1/2} "	76,1	140	220 • 220	2000
80	3"	88,9	160	235 • 235	2000
100	4"	114,3	200	300 • 300	2000
125	5"	139,7	225	320 • 320	2000
150	6"	168,3	250	370 • 370	2000
200	8"	219,1	315	450 • 450	2000
250	10"	273,0	400	550 • 550	2500
300	12"	323,9	450	600 • 600	2500
350	14"	355,6	500	650 • 650	2500
400	16"	406,4	520	700 • 700	2500
450	18"	457,2	560	740 • 740	2500
500	20"	508,0	630	800 • 800	3000
600	24"	610,0	780	990 • 990	3000

Para aislar térmicamente la unión entre barras, o entre barras y componentes, es necesario el post aislamiento de la zona correspondiente a la soldadura. Para ello se emplean lo que denominamos *kits de empalme* según EN 489.



Las ventajas de un kit de empalme con manga de polietileno reticulado (PEX), se muestran en las dos gráficas anteriores. La primera nos da una indicación de la fuerza de contracción de la manga una vez retractilada. Si comparamos una manga de de PEX con la estándar de polietileno de alta densidad (HDPE), vemos que la primera reduce su fuerza de contracción de forma mucho más leve que la segunda, siendo por tanto un material que mantiene sus propiedades iniciales durante más tiempo.

La segunda gráfica ilustra la capacidad de la manga de PEX para soportar el sobrecalentamiento realizado por personal no debidamente instruido en la materia. Mientras la manga de HDPE reduce su fuerza de contracción llegado un punto y puede ser dañada por un exceso de calor, yendo esto en detrimento de la vida útil del kit de empalme, la manga de PEX admite el sobrecalentamiento sin reducir su fuerza de compresión.

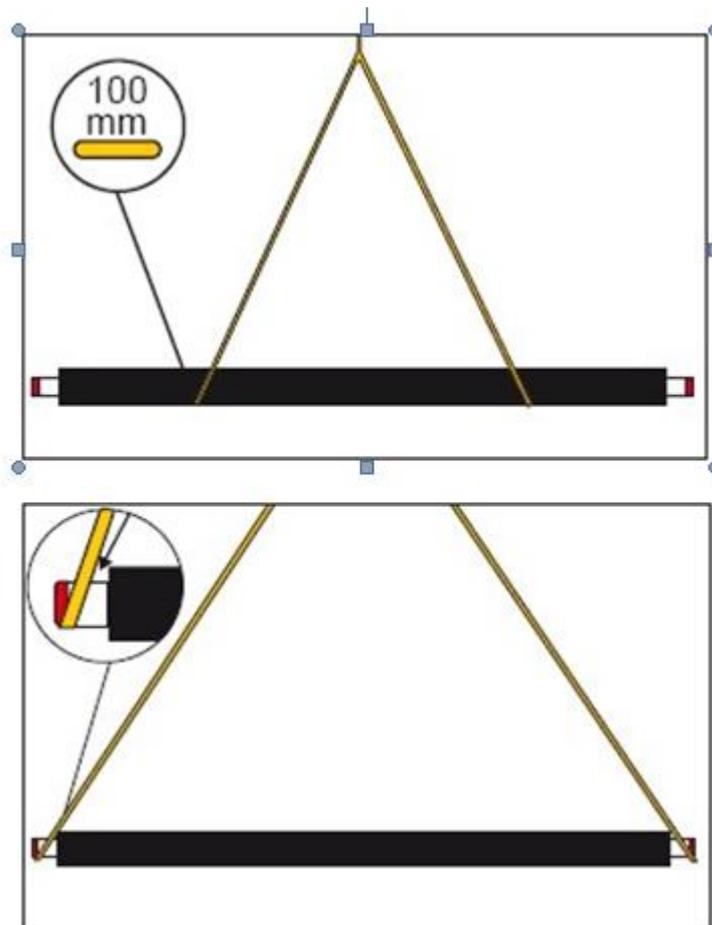
En cuanto al transporte y almacenamiento:

Transporte: directamente a obra mediante camiones. Una vez el material en obra se debe contrastar con el pedido realizado y comprobar que no esté dañado.

Descarga del material: en caso de accesorios y tuberías de pequeñas dimensiones, la descarga se podrá realizar manualmente. Dimensiones mayores se descargarán mediante el uso de una grúa.

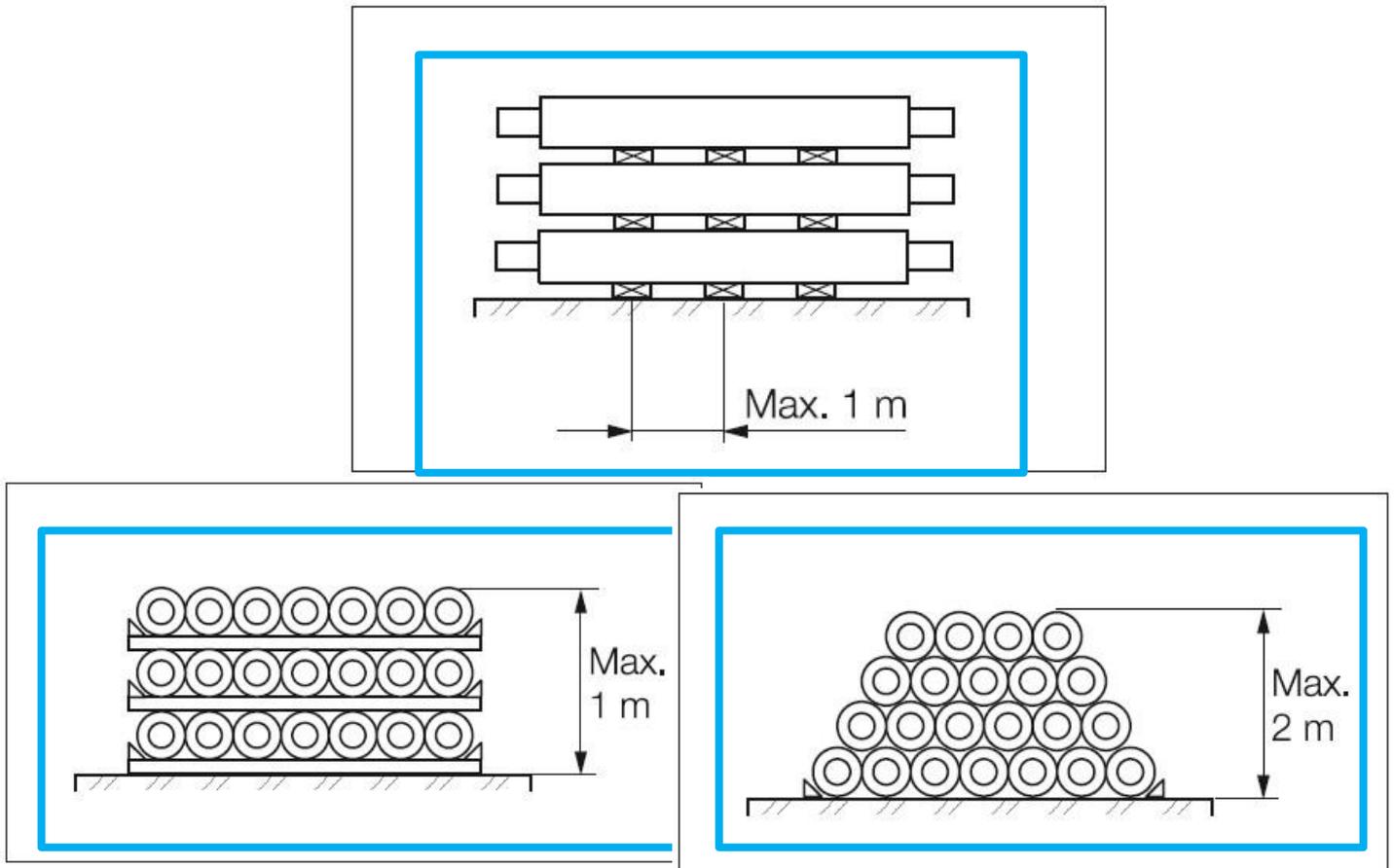


Se deben emplear únicamente cinchos con 100 mm de ancho.



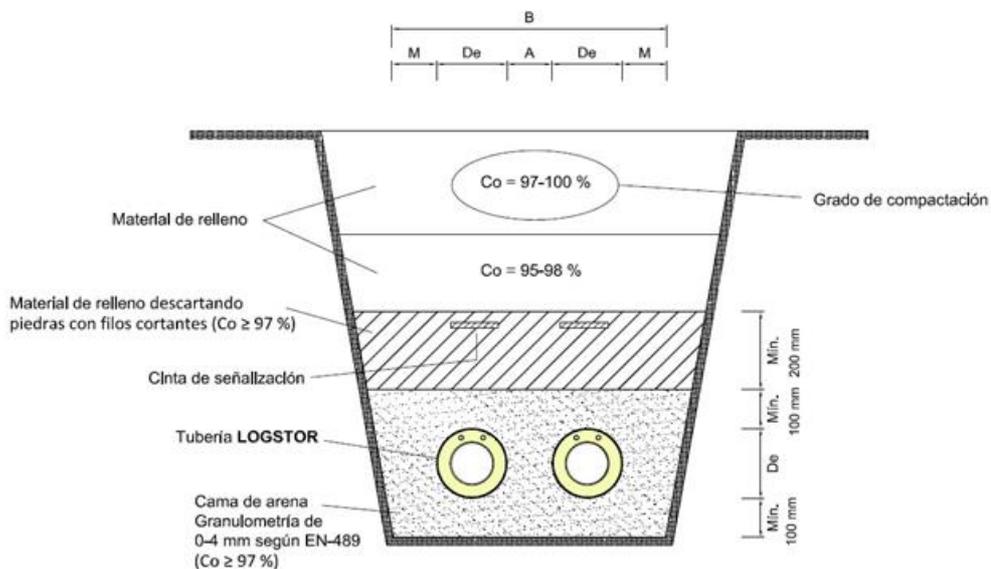
Para elevar las barras por las puntas descubiertas de los extremos, sólo se podrán usar cadenas o cables metálicos. NOTA: esta manera de desplazar las barras puede dañar o deformar el envoltorio en caso de utilizar cadenas o cables muy cortos.

En cuanto al almacenamiento:



En cuanto a los accesorios, espuma PUR, mangas termorretráctiles, terminales termorretráctiles, etc... se deben almacenar protegidos de las inclemencias del tiempo en un lugar seguro a una temperatura entre 15 y 25 °C.

Disposición de tubería Logstor en zanja:



*La profundidad desde la cota cero del terreno hasta la parte superior del envolvente oscilará entre 0,80 m - 1,20 m

9.2 Tubería circuito ACS



PexFlextra es una tubería preaislada con tubería de servicio de polietileno reticulado (PEX) desarrollada para su aplicación en pequeñas y medianas redes de District y Local Heating & Cooling, distribución de ACS y suministro de AF en zonas con riesgo de congelación así como en la industria y la agricultura, plantas de refrigeración, etc.

El aislamiento térmico es de espuma semielástica de poliuretano (PUR) libre de CFC'S, caracterizada por su muy reducida conductividad térmica.

Los materiales fueron cuidadosamente elegidos por sus excelentes características técnicas, su resistencia a la corrosión por agentes químicos y por su facilidad de montaje. Está totalmente libre de contaminantes en respeto al medio ambiente.

La flexibilidad de la tubería PexFlextra permite adaptarse a prácticamente cualquier trazado, sorteando obstáculos existentes. Igualmente esta capacidad de adaptación nos permite alcanzar el objetivo de manera más directa y rápida.

El suministro de PexFlextra se realiza en rollos de longitudes estándar de 50 ó 100 metros o adaptadas al proyecto, lo cual permite ahorrar en conexiones y desperdicios.

El rápido montaje economiza la instalación en tiempo, esfuerzo y costes.

Las propiedades físicas de la tubería de polietileno reticulado PEX permiten su disposición en el terreno sin necesidad de considerar las dilataciones térmicas al ser autocompensantes.

Las conexiones son sorprendentemente sencillas de realizar. Se instalan rápidamente y de forma segura sin necesidad de herramientas especiales. La amplia variedad de accesorios nos permiten suministrar cualquier figura.

La tubería que hemos utilizado en el presente estudio es la siguiente:

Tubería serie 5 / SDR 11:

Para temperaturas y presiones de servicio en función del tiempo de trabajo en continuo, ver página 2.0 comportamiento a largo plazo.

Materiales:

Polietileno de alta densidad (PEAD) reticulado (PEX) Barrera al oxígeno: Alcohol de Etil-Vinilo (EVOH).

Elemento de adherencia: Polietileno modificado. Requerimientos: EN/ISO 15875

Impermeabilidad al oxígeno: Según DIN 4729 a 40°C la permeabilidad al oxígeno $\leq 0,10\text{g}/(\text{m}^3\text{xd})$

Características: Insensible a aguas agresivas, bajas pérdidas de carga, excelente resistencia química y mecánica.

Tubería de servicio de PEX	Temp. °C	Valores	Norma de referencia
Densidad	-	938-940 kg/m ³	DIN 53479
Conductividad térmica	-	0,38 W/mK	DIN 52612
Resistencia a la tensión	20	26-30 N/mm ²	DIN 53455
Resistencia a la tensión	80	18-20 N/mm ²	DIN 53455
Módulo de elasticidad	20	600-900 N/mm ²	DIN 53457
Módulo de elasticidad	80	300-400 N/mm ²	DIN 53457
Coefficiente lineal de expansión	20	1,4 x 10 ⁻⁴ 1/K	-
Coefficiente lineal de expansión	100	2,0 x 10 ⁻⁴ 1/K	-
Temperatura de cristalización-fundición	-	130-136 °C	-
Resistencia química	20/40/60	-	DIN 8075 B.1

Aislamiento:

Material: Espuma de poliuretano (PUR) libre de CFC'S utilizando como gas de expansión el ciclopentano.

Envoltente:

Material: Polietileno de alta densidad (PEAD) corrugado que proporciona protección contra daños mecánicos y humedad.

Envolvente PEBD	Temp. °C	Valores	Norma de referencia
Densidad	-	918-922 kg/m ³	ISO 1183
Conductividad Térmica	-	0,33 W/mK	DIN 52612
Temperatura de cristalización-fundición	-	122 °C	ISO 11357-3

Comportamiento a largo plazo:

Condiciones de trabajo según DIN 16893:2000 tabla 5 aplicando un factor de seguridad de 1,25. Datos obtenidos basados en ensayos realizados durante más de 32000 horas en continuo realizados en laboratorios Europeos de referencia. Los siguientes valores son extrapolados:

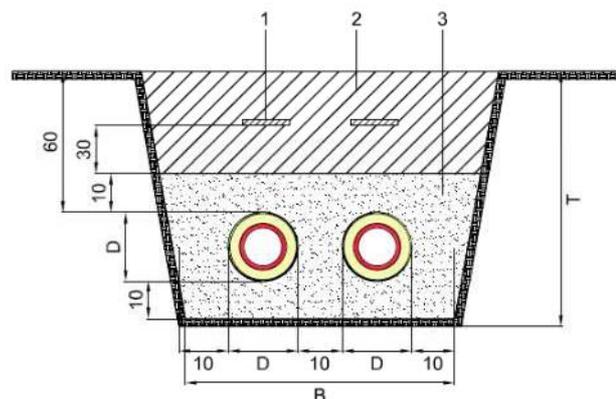
Temp. de trabajo °C	PEXFLEXTRA series 5/SDR 11			
	Presión de trabajo (bar)			
	1 año	10 años	25 años	50 años
10	17,9	17,4	17,2	17,1
20	15,8	15,4	15,2	15,1
30	14	13,7	13,5	13,4
40	12,5	12,1	12	11,9
50	11,1	10,8	10,7	10,6
60	9,9	9,7	9,5	9,5
70	8,9	8,6	8,5	8,5
80	8	7,7	7,6	7
90	7,2	6,9	6	5,4
95	6,8	6,5	5,8	5,3

Las tuberías flexibles preaisladas se basan actualmente en la norma EN 15632-3:2010 (sistemas de tuberías flexibles preaisladas) para temperatura máxima de servicio en continuo de 85oC y picos de hasta 95 oC durante cortos periodos de tiempo.

Para el cálculo de la vida útil de una tubería a diferentes rangos de temperatura y presiones de trabajo, se utiliza la ecuación de Miners según DIN 13760.

Dimensiones recomendadas de Zanja:

PexFlextra Single:



Envolvente ϕ D mm	Ancho B cm	Profundidad T cm	Mín. Radio de curvatura
90	50	80	0,8
110	55	85	0,9
125	55	85	1
140	60	85	1,1
160	65	90	1,2
180	70	95	1,4

9.3 Características de las bombas utilizadas.

9.3.1 Bomba sedical

Características generales

- Las mejores en su categoría "Best in Class" IEE ≤ 17 .
- Etiqueta ECO DISEÑO SEDICAL



- Facilidad de puesta en marcha.
- Programación idéntica para todos los modelos.
- Robusta, resistente y fiable.
- Soluciones a medida. Tecnología modular.
- Regulación proporcional, constante...
- Indicador de giro.
- Módulos opcionales




Características de serie

- Rotor Sedical. Muestra el estado de la bomba.
- Lineas de regulación. Ajustable en diez niveles.
- Caudal (m³/h). Muestra el caudal actual de la bomba.
- Ajuste de tipo de regulación:
 - Presión proporcional (pp)
 - Presión constante (cp)
 - Velocidad constante (cs)
- Interfaz adaptador remoto: Para una comunicación sin cables entre smartphone y bomba



Características opcionales

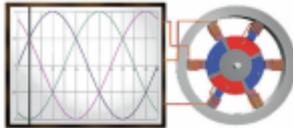
- Módulo de señal BIM/A2**
 - Reducción nocturna
 - Indicación marcha
 - Funcionamiento bombas dobles
- Módulo de control BIM/B2**
 - Señal externa 0 a 10 V / 0 a 20 mA
 - Señal externa PWM
 - Funcionamiento bomba doble
- Módulo comunicación BUS**
Integración en Gestión Técnica Centralizada, en desarrollo
- Módulo control remoto BIM/R**
 - Comunicación WIFI
 - Intercambiable para cualquier bomba modelo AM(D)
 - Parámetros de funcionamiento
 - Configuración
 - Alarmas
- Módulo integración energética BIM/M**
Segunda sonda de temperatura, en desarrollo



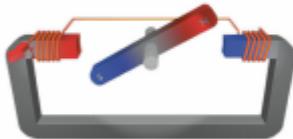



Sedical ofrece a sus clientes cumplir con la Directiva Europea de Ecodiseño ErP obligatoria a partir del 1 de enero de 2013:

Tecnología de imán permanente



El convertidor de frecuencia envía una corriente eléctrica modulada en frecuencia y tensión al bobinado del motor síncrono.



El campo magnético del bobinado (rotatorio) ejerce una fuerza dinámica sobre el imán permanente y hace girar el rotor del motor.

Diseño ecológico de bombas

1999 Sedical-Biral, primer fabricante en utilizar motor síncrono en una bomba de rotor húmedo.

2001 Premios a la eficiencia: Suiza Prix Eta 2000.

Alemania Wuppertaler Energie-und Umweltpreis 2000.

2002 Inserción de bomba MC alta eficiencia en Catálogo Técnico y Tarifa Sedical.

2005 Directiva EuP 32/2005 Equipos que Usan Energía.

2009 R (CE) 641/2009 Eco-Diseño de bombas.

2013 Tecnología modular.

Directiva ErP 125/2009 Equipos Relacionados con la Energía.



Schweiz Prix Eta 2000



Veranstalter vom Wuppertal Institut für Klima, Umwelt, Energie GmbH

ErP 2013

EEI ≤ 0,27

ErP 2015

EEI ≤ 0,23

ErP "Best in Class"

EEI ≤ 0,20

Modula AM y AMD

EEI ≤ 0,17

Bombas AX y A

Ahorro de energía hasta del 60% a cargas parciales.



Bombas Modula AM y AMD

Ahorro de energía hasta del 80% a cargas parciales.



Las bombas de Alta Eficiencia de Sedical de rotor húmedo cumplen hoy con la Directiva ErP en sus exigencias futuras, esto es una gran ventaja para el proyectista de instalaciones que está planificando proyectos que se van a ejecutar en el futuro.

Datos técnicos			
Modelo	AX, A(D) y AM(D)	SA	SAM y SA(D)P
Aplicaciones	Calentación y clima	ACS	ACS
Presión de trabajo	Roscas: 10 bar Embridadas: 10/16 bar	Roscas: 10 bar Embridadas: 10 bar	Roscas: 10 bar Embridadas: 10 bar
Temperatura trabajo		65 °C	15 °C a 120 °C
Temp. máx. ambiente	40 °C	40 °C	40 °C
Nivel sonoro	<55 dB (A)	<40 dB (A)	<65 dB (A)
Glicol máximo	50%		45%
Materiales			
Cuerpo bomba	GG20	Bronce o GG20	Bronce o GG20
Rodete	Polisulfón	Polisulfón	Termopolímetro
Eje	Cerámica-Inox. 14201	Cerámica-Inox. 14201	Acero inox.
Cojinetes	Grafito	Cerámica	Rodamientos
Juntas	EPDM	EPDM	EPDM
Caja de conexiones	Material sintético con junta de goma	Material sintético con junta de goma	Norma I EC con junta de goma
Características eléctricas			
Alimentación	1x230 V, 50 Hz	Rosc.: 1x230 V, 50 Hz Embr.: Motor Polycom	3x230 V/400 V, 50 Hz
Regulación velocidad	Electrónica		
Grado protección	IP 42	IP 42 / IP 44	IP 44 / IP 55
Clase aislamiento	F	H	F
Protección sobrecargas	Incorporada	Roscas: Incorporada Embridadas: Clixon	
Protección térmica motor	No precisa	Roscas: No precisa Embridadas: Precisa	Precisa
Pasacables	PG 11 / PG 16	PG 11 / PG 16	PG 11
Construcción	Rotor húmedo con variador de frecuencia	Rotor húmedo	Rotor seco

(D): Circuladoras y bombas dobles

AX y A(D): Circuladoras según directiva ErP 125/2009 y reglamento CE nº 641 2009
Bombas según reglamento CE nº 640 2009 y 547 2012

9.3.2 Bomba SACI PUMPS



Centrífugas normalizadas Monobloc Serie "MN"



■ Aplicaciones:

Electrobombas Centrífugas Normalizadas cuya construcción es según normas **DIN-24255 - NFE44-III-UNI 7467**.

Estas bombas son aptas para el bombeo de agua limpia y otros líquidos químicamente no agresivos.

Posibilidad de montaje en cualquier posición exceptuando la que requiere el orificio de aspiración hacia arriba.

Bomba ideal para su uso en riegos, equipos de presión, instalaciones de climatización y otras instalaciones del sector civil, industrial o agrario.

Temperatura máxima del agua SERIE "MN" + 90° C

Temperatura máxima ambiente + 40° C

Presión máxima de trabajo 10 Bar

■ Características constructivas:

Cuerpo de bomba, soporte bomba motor y turbina en fundición de alta resistencia, orificios de aspiración e impulsión con bridas según normas **UNI 2236 PN 10**. Eje en acero inoxidable.

■ Motor:

Motor de inducción, tipo cerrado y autoventilado, apto para trabajo continuo. Grado de protección IP-44 y aislamiento clase B.

Los motores de la Serie "MN" son todos a 2.850 r.p.m.

A partir de 7,5 CV voltaje habitual 400/690 V (bajo demanda 230-400 V).

■ Applications:

Standardised Centrifugal Electropumps built as per DIN - 24255 - NFE44-III-UNI 7467.

These pumps are suitable for pumping clean water and other liquids that are not chemically aggressive.

They may be assembled in any position except for positions requiring the suction hole to point upwards.

An ideal pump for use in sprinkling, pressure units, air conditioning units and other installations in the civil, industrial or agricultural sectors.

Maximum water temperature in the "MN" SERIES + 90° C

Maximum ambient temperature + 40° C

Maximum working pressure 10 Bar

■ Construction:

Pump body, pump motor support and impeller in high-strength cast iron inlet and outlet holes with flanges as per **UNI 2236 PN 10**. Stainless steel shaft.

■ Motor:

Induction motor, sealed and self-ventilated, suitable for continuous work. IP-44 protection and class B insulation.

The "MN" Series motors are all 2,850 rpm..

STANDARD voltage FROM 7.5 HP IS 400/690 V (230-400 V UNDER DEMAND).

10 Anexo II: Características maquinaria utilizada:

10.1 Tractores

TRACTOR AGRÍCOLA DE 4RM; ESTÁNDAR MULTIFUNCIONAL

Función principal

Tractor de tipo estándar con estructura rígida, en el que las ruedas traseras son motrices y las delanteras motrices y directrices, de menor diámetro que las traseras. La tracción delantera es siempre desconectable (manual o automáticamente).

Es el tractor multifuncional que se utiliza para el accionamiento de los aperos y máquinas agrícolas.

Mantiene la estructura de todos los tractores de tipo estándar, con un conjunto rígido formado por el motor, la caja de cambio, las reducciones finales y el eje trasero. En algunos casos la estructura portante es un bastidor independiente para todo el tractor o solo en la parte delantera (semibastidor).

Este conjunto se apoya sobre el eje delantero con articulación en un punto; cada vez es más frecuente que utilicen una suspensión primaria en el eje delantero que asegura el contacto permanente de las ruedas delanteras, mejorando la estabilidad y la capacidad de tracción.

Las ruedas traseras motrices son de mayor diámetro que las delanteras y estos diámetros tienden a igualarse a medida que aumenta la potencia del motor. El reparto de masas entre ejes delantero y trasero cambia a medida que aumenta la potencia pasando de una proporción 40/60 hasta 60/40, para que siempre se mantenga suficiente carga adherente en las ruedas del eje delantero.

Los neumáticos, inflados a una presión de menos de 1,2 bar, deben de poder soportar el peso del tractor lastrado para conseguir una buena eficiencia en tracción.

La anchura de vía supera los 1,5 m y aumenta con la potencia. Junto con el enganche en tres puntos posterior y la toma de fuerza normalizada, cuyas dimensiones se relacionan con la potencia disponible (categorías 1, 2 y 3; eje de 540 y 1000 rev/min, de 35 y 45 mm y 6, 21 ó 18 acanaladuras), también puede incluir enganche tripuntal y toma de fuerza delantera.

El refuerzo del cuerpo delantero permite la incorporación de pala frontal para operaciones de carga.

Tractor agrícola de cuatro ruedas motrices



Operaciones esenciales de la explotación agrícola. Para trabajos de tracción conviene incorporar masas de lastre en función de la potencia disponible (más de 40 kg/CV de masa total). Para operaciones con la toma de fuerza conviene retirar las masas de lastre para reducir la compactación del suelo. Trabajando con bajas presiones de inflado (0,8 bar) se reduce la compactación del suelo.

11 Anexo III: Cálculo del presupuesto para la nave de almacenamiento.



Oficina técnica:
PATEC (Cáceres)

Fabricación y montaje:
MYD (Ciudad Real)
FORPOL (Tarragona)
EUROEXMO (Cáceres)
RELENTE (Sevilla)
AGROMONTIS (Ourense)

ATENCIÓN COMERCIAL:
Andalucía, Extremadura,
Toledo y Ciudad Real
675 586 697
Cataluña, Aragón y Castellón
680 421 033
Resto de España
696 486 257

Presupuesto de ejecución de ESTRUCTURA METALICA laminada soldada Nave agrícola en La Bóveda de Toro (Zamora)

Superficie total en planta: 450 m²

Fecha: 03-jun-2015
(validez 1 mes)

Medición salvo error u omisión

ESTRUCTURA, CERRAMIENTOS y CUBIERTA (ejecutados en obra)

Perfiles de acero laminado soldado de vigas, pilares, correas de cubierta y fachadas, y placas anclaje,	450,0 m ² planta
Cubierta de chapa prelacada de 0,6 mm de espesor de chapa y con 6 grecas de 40 mm de canto,	429,8 m ²
Lucernarios de cubierta de poliéster reforzados con fibra de vidrio, ocupando un 10% de la cubierta,	46,4 m ²
Cerramiento de hastiales con chapa pregalvanizada y prelacada de 40 mm y 0,6 mm de espesor de chapa,	31,1 m ²
Cerramiento de fachadas con chapa pregalvanizada y prelacada de 40 mm y 0,6 mm de espesor de chapa,	515,0 m ²
Remate del cumbre con chapa prelacada plegada de 0,6 mm de espesor y 62 cm de desarrollo max.,	30,0 ml
Remate de cubierta con hastiales, con chapa prelacada plegada de 0,6 mm de esp. y 62 cm desarr. max.,	30,0 ml
Remate de esquinas de fachadas, con chapa prelacada plegada de 0,6 mm de esp. y 62 cm desarr.max.,	24,0 ml
1 puerta abatible de chapa grecada prelacada de 0,6 mm de espesor de chapa, de 5x5 m2, con subestructura,	25,0 m ²
TOTAL PRESUPUESTO.....	73,67 €/m² x 450 m² = 33.150 €

CIMENTACIÓN y SOLERA (a ejecutar por el cliente, con nuestras cuantías)

Cimentación de hormigón con su ferralla, colocación de placas de anclaje, replanteo y excavación,	5.300 €
Solera de hormigón pulido, con mallazo interior, plastico impermeabilizante, (sin enchado),	6.660 €

Incluye este presupuesto:

Solamente las partidas que se enumeran anteriormente, cálculo de estructura y cimentación por ingeniero superior especializado en estructura metálicas y de hormigón, con amplio currículum (se puede ver en www.patec.org), visado por Colegio Profesional con seguro de responsabilidad civil de 600.000 €; pintura antioxidante del acero laminado de color marrón (recomendado), correas galvanizadas, color de paneles o chapas a elegir dentro de la gama normal de nuestro proveedor; medios auxiliares de montaje; medios de elevación con camión pluma y plataformas elevadoras (si fueran necesarias) considerando siempre que hay acceso libre a todo el recinto interior y exterior de la nave; transporte de los materiales señalados anteriormente considerando que hay acceso libre hasta la nave; estructura preparada para unión en obra por soldadura.

No incluye este presupuesto:

La cimentación, ferrallas, solera; canalones; petos de fachada por encima de la cubierta; redes de seguridad al utilizarse plataformas elevadoras para la estructura y líneas de vida para colocar la chapa o el panel de la cubierta; protección contra el fuego; ventanas o premarcos o subestructura de ventanas; otros remates de chapas o de paneles no indicados anteriormente; permisos, licencias, accesos a obra; agua, electricidad; medios de seguridad y salud colectivos, casetas de obra; ensayos de materiales o de soldaduras; IVA ya que no se aplicará en la factura de acuerdo al artículo 84, apartado Uno, 2º, f) de la Ley del IVA; financiación si no hay clasificación de 'riesgo' por la compañía de seguros, debiéndose pagar el 50% a la firma del contrato y el otro 50% antes de enviar el material, o bien el cliente entregará a la firma del contrato un aval bancario condicionado. En general este presupuesto no incluye cualquier otra partida o material no indicado expresamente en este documento.

Hipótesis consideradas:

- Dimensiones exteriores: Ancho de la nave 0,20+15,00+0,20 m. Longitud 30,00 m. Altura de cubierta (a cara exterior de pilar) 6,00 m.
- Localidad La Bóveda de Toro. Altura topográfica 706 m. Zona climática 3. Carga de nieve 43 kg/m².
- Nave cerrada desde un punto de vista del viento, situada en zona eólica A, y con grado de aspereza del entorno tipo 2 que se corresponde con una llanura como las de Castilla La Mancha.
- Estructura resuelta con marcos rígidos. Considerada como aislada desde un punto de vista del fuego.

- Cubierta a 2 aguas. Pendiente del 25% ó 14°. Altura del triángulo del cumbreiro o hastial 1.88 m.
- Separación entre pórticos centrales 6,00 m. Y entre pilares testeros 5,00 m.
- El sistema de estructura, para las vigas centrales de cubierta, será pórtico con cartelas de canto aprox. 0,26 m.
- Pórticos centrales con pilares tipo IPE, y vigas de cubierta con perfiles tipo IPE.
- Pilares testeros tipo IPE y vigas testeras tipo IPE.
- Altura libre junto a los pilares de pórticos centrales 5,45 m (sólo puntualmente). Altura libre más baja a las correas de cubierta 5,85 m. Altura central libre a vigas 7,50 m. Altura central libre a las correas de cubierta 7,72 m. (Todas medidas aproximadas)
- Cubierta con correas tipo Z y chapa grecada de 30 mm. Correas montadas por encima de las vigas de los pórticos.
- Se ha tenido en cuenta en el cálculo la carga de mantenimiento de cubiertas.
- Altura del cerramiento perimetral de chapa grecada 5.97 m. Cerramiento por el exterior de los pilares.
- Placas de anclaje de la estructura de cubierta, y sus garrotas o pernos, incluidos en el acero de la estructura.
- Cimentación con solera necesariamente. Tensión admisible del terreno inicialmente considerada 1.5 kg/cm².
- Todo el cálculo de la estructura se realizará cumpliendo rigurosamente con el CTE.- Código Técnico de la Edificación español, así como con los EC.- Eurocódigos, y para la cimentación con la EHE.- Instrucción de Hormigón Estructural de España.

Lista de referencias

- [1] Aemaenergía. Disponible en: http://www.aemaenergia.es/pdf/BINDER_Folder_es.pdf
- [2] AENOR (Asociación española de normalización y certificación). Disponible en: <http://www.aenor.es/aenor/inicio/home/home.asp>
- [3] AGUASOL. Guía básica de redes de calor y frío. Ed. Institut català d'Energia, Generalitat de Catalunya, 2011. Disponible en: http://www.idae.es/uploads/documentos/documentos_20110502_Guia_Basica_Netes_d_e_Calor_y_de_Frio_ES_5e18b14a.pdf
- [4] Alba Ramos Inhiesto, district heating alimentado por biomasa en el sector La Lastra (León).
- [5] Biocalfacción, Calderas metalerg. Disponible en: http://www.biocalfaccion.com/metalerg.php?idioma=es_ES
- [6] CENER-CIEMAT (Centro Nacional de Energías Renovables) Disponible en: <http://www.cener.com/es/index.asp>
- [7] Consejería de agricultura de Zamora, servicio territorial de agricultura y ganadería de Zamora
- [8].Consejería de Agricultura y Pesca, Junta de Andalucía. Potencial energético de la biomasa residual agrícola y ganadera en Andalucía. Disponible en: <http://www.juntadeandalucia.es/agriculturaypesca/portal/export/sites/default/comun/galerias/galeriaDescargas/cap/servicio-estadisticas/Estudios-e-informes/historico/metodologia-y-documentos-de-apoyo/biomasa.pdf>
- [9] Documento básico HE de ahorro de energía, HE 4 contribución solar mínima agua caliente sanitaria. Disponible en: http://www.codigotecnico.org/cte/export/sites/default/web/galerias/archivos/DB_HE_abril_2009.pdf
- [10] ECN. Base de datos para la biomasa Phyllips 2, disponible en: <https://www.ecn.nl/phyllis2/>
- [11] EFITERM, LOGSTOR CALCULATOR, Disponible en: <http://calc.logstor.com/en/>
- [12] Ferroplast, sistemas de polietileno reticulado y multicapa. http://www.ferroplast.es/Libro-Polietileno_Reticulado-Tarifa.htm
- [13] IDAE (Instituto para la Diversificación y Ahorro de la Energía): Evaluación del potencial de la energía de la biomasa. Disponible en: http://www.idae.es/uploads/documentos/documentos_11227_e14_biomasa_A_8d51bf1c.pdf
- [14] IDAE, guía técnica agua caliente sanitaria, Norma UNE 149.201/07. Disponible en: http://www.idae.es/index.php/mod.documentos/mem.descarga?file=/documentos_08_Guia_tecnica_agua_caliente_sanitaria_central_906c75b2.pdf

- [15] IDAE, Informe SECH-SPACHOUSE sobre consumo residencial. Disponible en: <http://www.idae.es/uploads/documentos/documentos Informe SPAHOUSE ACC f682 91a3.pdf>
- [16] IDAE, Instalacion de producción de energia eléctrica con biomasa en Maicerias españolas. Disponible en: <http://www.idae.es/uploads/documentos/documentos 2161 Doc63 BiomasaMaicerias A2002 A 49b4f2b2.pdf>
- [17]. Infoagro. Gestión y tratamiento de residuos agrícolas: http://www.infoagro.com/hortalizas/residuos_agricolas2.htm
- [18]. ITABIA 2013 (Italian biomass association). Disponible en: <http://www.itabia.it/>
- [19]. Juan Antonio Pozas Ortiz. Estudio de la Universidad Carlos III de Madrid de planta de biomasa de Eucalipto Globulus en España. Disponible en: <http://earchivo.uc3m.es/bitstream/handle/10016/16410/PFC Juan Antonio Pozas Ortiz .pdf?sequence=1>
- [20] Junta de Castilla y León, Anuario estadístico agrario. Disponible en: http://www.jcyl.es/web/jcyl/AgriculturaGanaderia/es/Plantilla66y33/1284230823327/_/_/
- [21] Junta de Castilla y León, Atlas forestal de Castilla y León. Disponible en: <http://www.jcyl.es/web/jcyl/binarios/457/764/AtlasForestal CastillayLeon Bloque2.pdf?blobheader=application%2Fpdf%3Bcharset%3DUTF-8&blobnocache=true>
- [22] Junta de Castilla y León. Base de datos del SigPac 2014. Disponible en: <http://www.sigpac.jcyl.es/visSL-1509/>
- [23] Lamas Sivila, E. análisis y propuesta de un nuevo método de simulación abreviado para la certificación energética en edificios residenciales)
- [24] LAPESA. Disponible en: <http://www.lapesa.es/es/agua-caliente-sanitaria/capacidad-industrial.html>
- [25] Magrama, (ministerio de agricultura alimentación y medio ambiente) Consulta de fichas técnicas de maquinaria, disponible en: <http://www.magrama.gob.es/es/ministerio/servicios/informacion/plataforma-de-conocimiento-para-el-medio-rural-y-pesquero/observatorio-de-tecnologias-probadas/maquinaria-agricola/consulta-fichas2.aspx>
- [26] Manuel García Sierra, estudio de viabilidad de explotación de Pellets y district heating en Puebla de Lillo, disponible en: <https://buleria.unileon.es/bitstream/handle/10612/4035/estudio%20viabilidad%20pellets.pdf?sequence=3>
- [27] Maquinaria agrícola y forestal. Instituto para la Diversificación y ahorro de la energía IDAE, Madrid, 2007. Disponible en: <http://www.idae.es/uploads/documentos/documentos 10737 Biomasa maquinaria 07 4c8e40bd.pdf>
- [28] Ministerio de agricultura, alimentación y medio ambiente. AEMET (Agencia estatal de meteorología). Disponible en: <http://www.aemet.es/es/serviciosclimaticos/datosclimatologicos>

- [29]. Ministerio de Educación Cultura y Deporte. Centro de Gestión Catastral y Cooperación Tributaria. Disponible en:
<http://censoarchivos.mcu.es/CensoGuia/archivos.htm?generalArchivo=&nombreArchivo=&categoria=-1&subcategoria=&areaSelect=1&paisSelect=2&comunidadSelect=7&provinciaSelect=11&municipioSelect=7588&poblacionmenor=>
- [30] Ministerio de fomento, ACOTRAM 2.4.0. Disponible en:
http://www.fomento.gob.es/MFOM/LANG_CASTELLANO/DIRECCIONES_GENERALES/TRANSPORTE_TERRESTRE/SERVICIOS_TRANSPORTISTA/DESCARGA_SOFTWARE/Acotram.htm
- [31].Ministerio de fomento. SIOSE (Sistema de Información sobre Ocupación del Suelo de España), Disponible en: <http://www2.ign.es/iberpix/visoriberpix/visorign.html>
- [32] Ministerio de industria, turismo y comercio.RD 661/2007. Disponible en: <http://www.boe.es/boe/dias/2007/05/26/pdfs/A22846-22886.pdf>
- [33]Patec.org. Disponible en: <http://www.patec.org/naves-agricolas-prefabricadas.php>
- [34]Sacipumps, disponible en:
<http://www.sacipumps.com/DESCARGAS/General%20Catalogue%202014.pdf>
<http://www.sacipumps.com/DESCARGAS/BOMBAS%20SACI%20TARIFA%204-2014.pdf>
- [35] SEDICAL. Disponible en: <http://www.sedical.com/categoria-producto/bombas-sedical>
- [36].Servicio de cartografía de la Universidad de León, especial colaboración de Don Ignacio Serrano
- [37] Universidad de León, IRENA. Biomasa nexo de unión entre la tecnología y el medio rural.