

GRADO EN INGENIERIA EN TECNOLOGÍA
INDUSTRIAL

TRABAJO FIN DE GRADO

***ABASTECIMIENTO DE ENERGÍA
TÉRMICA AL MUNICIPIO DE AREATZA
MEDIANTE DISTRICT HEATING CON
BIOMASA FORESTAL***

Alumno/Alumna: González, García, Uxue

Director/Directora: de la Peña, Aranguren, Víctor Francisco

Curso: 2018-2019

Fecha: 17, Julio, 2019

DATOS BÁSICOS DEL TRABAJO DE FIN DE GRADO

- **Alumno/a:** Uxue González García.
- **Director/a:** Víctor Francisco de la Peña Aranguren.
- **Departamento:** Máquinas y Motores Térmicos.

Título del proyecto: Abastecimiento de energía térmica al municipio de Areatza mediante District Heating con biomasa forestal.

RESUMEN

En el presente trabajo se lleva a cabo el diseño de una instalación de District Heating para abastecer de energía térmica al municipio de Areatza mediante biomasa forestal. Para ello, previamente se han analizado diferentes alternativas energéticas y se ha seleccionado la más adecuada. Posteriormente, se describen los equipos que constituyen los diferentes escenarios, así como el dimensionamiento de la instalación de la Red de Calefacción Centralizada. Finalmente, se realiza un estudio económico donde se obtiene un cálculo aproximado del coste de la instalación seguido de la planificación de las tareas que conforman el proyecto.

- **Palabras clave:** Biomasa, District Heating, energía térmica, planta, abastecimiento.

LABURPENA

Lan honetan baso-biomasa bidez Areatzako Udala energia termikoz hornitzeko District Heating instalazio baten diseinua burutu da. Horretarako, aldez aurretik energia aukera desberdinak aztertu dira, egokiena aukeratzearren. Ondoren, egoera ezberdinak osatzen dituzten tresnak deskribatu dira, baita Berokuntza Zentralizatutako Sarearen instalazioaren dimentionamendua. Azkenik, egindako ikerketa ekonomikoaren bidez, bai instalazioaren gutxi-gorabeherako kostua, zein proiektua eratzen duten zereginen planifikazioa aurkeztu dira.

- **Gako hitzak:** Biomasa, District Heating, energia termikoa, planta, basogintza, horkiketa.

SUMMARY

In the present study, we designed an installation of District Heating in order to supply the municipality of Areatza with thermal energy through forest biomass. To this end, we previously analyzed different energy alternatives and selected the most suitable one. Subsequently, we described the equipment used in every different scenario, as well as the District Heating installation sizing. Finally, we carried out an economic study to obtain a rough estimate of the cost of the installation, as well as the planning of the tasks that make up the project.

- **Keywords:** Biomass, District Heating, thermal energy, plant, forestry, supplying.

ÍNDICE

1.- INTRODUCCIÓN	6
2.- CONTEXTO	7
2.1.- MUNICIPIO DE AREATZA	7
3.- OBJETIVOS Y ALCANCE	9
3.1.- OBJETIVOS	9
3.2.- ALCANCE	9
4.- SITUACIÓN ACTUAL	11
4.1.- HABITANTES DEL MUNICIPIO	11
4.2.- CLIMATOLOGÍA	12
4.3.- COMUNIDADES VEGETALES	13
4.4.- ABASTECIMIENTO ACTUAL DEL MUNICIPIO	13
4.5.- NECESIDADES TÉRMICAS	14
5.- ALTERNATIVAS	18
5.1.- GEOTERMIA	19
5.2.- PANELES SOLARES	22
5.3.- BIOMASA	28
6.- ALTERNATIVA SELECCIONADA	31
6.1.- DEFINICIÓN DE LA BIOMASA	31
6.2.- APLICACIONES DE LA BIOMASA	31
6.3.- TIPO DE BIOMASA FORESTAL SELECCIONADA	32
7.- DESCRIPCIÓN DE LA PLANTA	33
7.1.- CENTRAL TÉRMICA	33
7.2.- RED DE DISTRIBUCIÓN	37
7.3.- SUBESTACIÓN TÉRMICA	39
8.- ESTUDIO ECONÓMICO	42
9.- CRONOGRAMA	44
10.- CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	48
11.- BIBLIOGRAFÍA	49
12.- ANEXOS:	51

ÍNDICE ILUSTRACIONES

Ilustración 1: Municipio de Areatza	7
Ilustración 2: Areatza vista satélite	8
Ilustración 3: Evolución habitantes Areatza.....	11
Ilustración 4: Climograma medio de Areatza en el periodo de un año	12
Ilustración 5: Temperaturas y Precipitaciones en el periodo de un año en Areatza.....	13
Ilustración 6: Sistema District Heating con biomasa	15
Ilustración 7: Circuito primario.....	16
Ilustración 8: Esquema Energías Renovables	18
Ilustración 9: Sistema de Abastecimiento geotérmico de baja temperatura a una vivienda.....	19
Ilustración 10: Aplicación de recursos en función de la Temperatura del subsuelo.....	21
Ilustración 11: Sistema de captación solar de Baja Temperatura	22
Ilustración 12: Sistemas de captación solar de Media-Alta Temperatura	23
Ilustración 13: Horas de sol al año en España	24
Ilustración 14: Valores de irradiación media mensual	25
Ilustración 15: Distribución geográfica de las zonas solares del País Vasco	26
Ilustración 16: Isolíneas de insolación. Valores dados en horas medias de sol diarias	26
Ilustración 17: Consumo total de energía de la biomasa en España (2005).....	28
Ilustración 18: Subestación térmica en una vivienda	29
Ilustración 19: Maquinaria de astillado	32
Ilustración 20: Central térmica de Biomasa.....	34
Ilustración 21: Almacén de astillas	34
Ilustración 22: Caldera, sistema multi-ciclónico y filtro de mangas.....	35
Ilustración 23: Tanque de inercia.....	36
Ilustración 24: Sistema de bombeo del circuito primario de cada caldera	37
Ilustración 25: Red de distribución del municipio	38
Ilustración 26: Tubería preaislada.....	38
Ilustración 27: Intercambiador de calor de la subestación térmica.....	40
Ilustración 28: Subestación de calor para una vivienda.....	40
Ilustración 29: Subestación térmica en una comunidad	41
Ilustración 30: Contadores individuales en una comunidad	41

ÍNDICE TABLAS

Tabla 1: Presupuesto	44
Tabla 2: Planificación proyecto	47

1.- INTRODUCCIÓN

La biomasa forestal como fuente de energía ha ido en constante incremento en los últimos años. Cuando el uso de combustibles fósiles comenzó a tener gran peso, la biomasa pasó a un segundo plano, donde en comparación con dichos combustibles la producción de energía primaria era prácticamente insignificante. Actualmente casi un 95% del abastecimiento energético mundial proviene de energías no renovables, lo que conlleva a grandes implicaciones medioambientales y una importante dependencia del abastecimiento exterior.

Este escenario actual ha llevado a los gobiernos a tomar medidas para fomentar el uso de energías renovables que se aparten de aquellas energías que puedan provocar gases de efecto invernadero a medio y largo plazo.

España ejecutó un Plan de Energías Renovables (PER) 2005-2010, con el objetivo de que en el año 2010 el 12% de la energía primaria consumida en el país proviniese de las Energías Renovables. Entre estas energías limpias, se buscaba promover el uso de la biomasa, en especial la biomasa forestal y agrícola. Mediante este plan de acción se intentó llegar a la cifra de 5,5 millones de tep (toneladas equivalentes de petróleo) para el año 2010, y a pesar de no lograr llegar al objetivo principal, esto impulsó al gobierno a fomentar esta alternativa energética.

El Ente Vasco de la Energía (EVE) –la agencia energética del Gobierno Vasco– pone en marcha anualmente para fomentar proyectos de uso de energías renovables, programas que cuentan con un presupuesto total de 9,45 millones de euros en el año 2019.

Se impulsarán alrededor de 430 proyectos ahorradores y 200 nuevas plantas de aprovechamiento de fuentes renovables. Dicha contribución a los objetivos de ahorro por parte del Gobierno Vasco supera los 16000 tep/año, lo equivalente al 0,3% del consumo en Euskadi en el periodo de un año.

El programa de ayudas a nuevas instalaciones renovables en Euskadi está dirigido a apoyar instalaciones con tecnología de aprovechamiento de Energías Renovables, dentro de las cuales se encuentra la biomasa. Esta tecnología está ampliamente implantada en el mercado y hace frente a las demás competidoras. Las instalaciones que incluyen subvención por parte del Gobierno Vasco son aquellas de producción de calor de más de 20 kW. Este programa cuenta con un presupuesto de 800.000€, con los que se esperará apoyar cerca de 30 instalaciones con una potencia conjunta de 18MW.

2.- CONTEXTO

A continuación se expondrá el municipio al cual se abastecerá de energía térmica mediante District Heating con biomasa. Localidad rural idónea para la obtención de biomasa al encontrarse próxima a zonas forestales.

2.1.- MUNICIPIO DE AREATZA

Villaro o Areatza es un pequeño municipio perteneciente al valle de Arratia-Nervión, localizado en la provincia de Vizcaya, País Vasco. Fue fundado en el año 1338 por Don Juan Nuñez de Lara. El lugar era un arenal despoblado, por lo que tradicionalmente se conocía como Arenaza, derivando hasta la forma actual con el tiempo. Actualmente, Areatza cuenta con una superficie de $9,10 \text{ km}^2$ y una población de 1212 habitantes. (Densidad= $131.43 \frac{\text{hab.}}{\text{km}^2}$).



Ilustración 1: Municipio de Areatza

Uno de los mayores parques naturales de Vizcaya se encuentra ubicado en la comarca de Arratia-Nervión. El Gorbeia, una montaña de 1482m de altura sobre el nivel del mar y un parque de 20.000 hectáreas, es sin duda uno de los mayores atractivos del valle, otorgando una gran riqueza ecológica y paisajística. Gran parte del municipio (561 Ha.) pertenece al Parque Natural del Gorbeia.

Estructuralmente se registra en el Anticlinal de Vizcaya. Sus estructuras están cortadas por el valle fluvial de Arratia, formado por las aguas provenientes del monte Gorbeia, de ahí su irregular relieve. Dicho río recorre 24,2km de longitud, y es el principal afluente del río Ibaizabal. Con el paso de los años, se han ido formando diferentes fallas y fracturas, entre las que destaca la gran falla que cruza de Suroeste-Nordeste que comunica el valle de Arratia con el de Ibaizabal. En la zona occidental se encuentra el Gorbeia, el cual representa la línea divisoria entre el clima atlántico y el mediterráneo.

Cerca de este municipio también se puede encontrar el Parque Natural de Urkiola, el cual es un espacio protegido de 5768 ha tras la explotación sufrida años atrás principalmente por la minería.



Ilustración 2: Areatza vista satélite

3.- OBJETIVOS Y ALCANCE

3.1.- OBJETIVOS

Uno de los objetivos principales de nuestro caso de estudio consistirá en realizar un análisis de las alternativas energéticas renovables que se podrían llevar a cabo en el municipio de Areatza. Y por tanto, abastecer de energía térmica mediante District Heating con biomasa forestal a dicho municipio rural.

En los últimos años, debido al apoyo que están recibiendo las energías renovables en la mayoría de los países, muchos promotores empresariales están recurriendo a las ingenierías para que les evalúen la rentabilidad de plantas de generación de energía, tanto térmica como eléctrica, mediante cultivos energéticos o biomasa forestal, con objeto de invertir en este tipo de instalaciones.

Este trabajo trata de reunir las posibilidades que existen de aprovechar estos residuos transformándolos en energía, así como la gestión que debe hacerse de los mismos y las ventajas e inconvenientes que presenta cada sistema de valorización desde el punto de vista de su rentabilidad económica.

3.2.- ALCANCE

Mediante este proyecto se realizará un estudio de las posibles alternativas de energías renovables que se podrían realizar para abastecer de energía térmica al municipio de Areatza. Realizando un estudio previo aproximado de las necesidades térmicas, se optará por la opción más viable para el abastecimiento a los diferentes hogares de la localidad de Areatza.

Se describirán y estudiarán las tres alternativas atendiendo al requerimiento del municipio y tras la selección de la opción más adecuada se detallará con más exactitud tanto la instalación como los componentes de esta.

Posteriormente, se hará un estudio de viabilidad de la instalación mediante un estudio económico, indicando el ahorro energético que supondría dicha alternativa. Se establecerá, a su vez, una planificación de las actividades para la realización del proyecto y se detallará la duración de cada tarea mediante un diagrama Gantt.

Por último, se recogerán las conclusiones obtenidas durante la realización del estudio sobre la hipotética instalación seleccionada, y se darán ciertas recomendaciones para lograr una mayor eficiencia.

4.- SITUACIÓN ACTUAL

4.1.- HABITANTES DEL MUNICIPIO

Actualmente, la población de Areatza consta de 1212 habitantes de los cuales 579 son hombres y 633 son mujeres. Este municipio cuenta con un total de 483 viviendas habitables.

Areatza experimentó un retroceso demográfico hasta el año 2004, en gran medida debido a los desplazamientos de los más jóvenes hacia municipios con mayor actividad. A partir del 2004, el municipio sufrió un crecimiento de la población, tal y como se muestra a continuación.

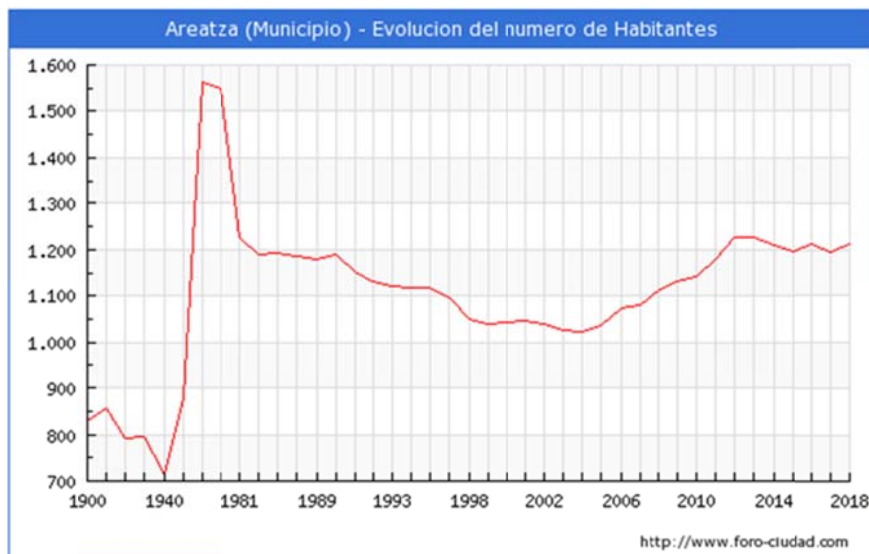


Ilustración 3: Evolución habitantes Areatza

4.2.- CLIMATOLOGÍA

Las condiciones bioclimáticas de esta localidad no difieren de las del resto del territorio vizcaíno. El clima de Areatza pertenece al grupo de Cf: “Clima templado y lluvioso todo el año”. Las precipitaciones son abundantes durante todo el año, aunque mucho menos en verano. La primavera y el otoño son templados y lluviosos, y el verano algo bajo de temperatura. Tanto las temperaturas máximas como mínimas no son generalmente elevadas, aunque sí que se suelen registrar días aislados de mucho calor.

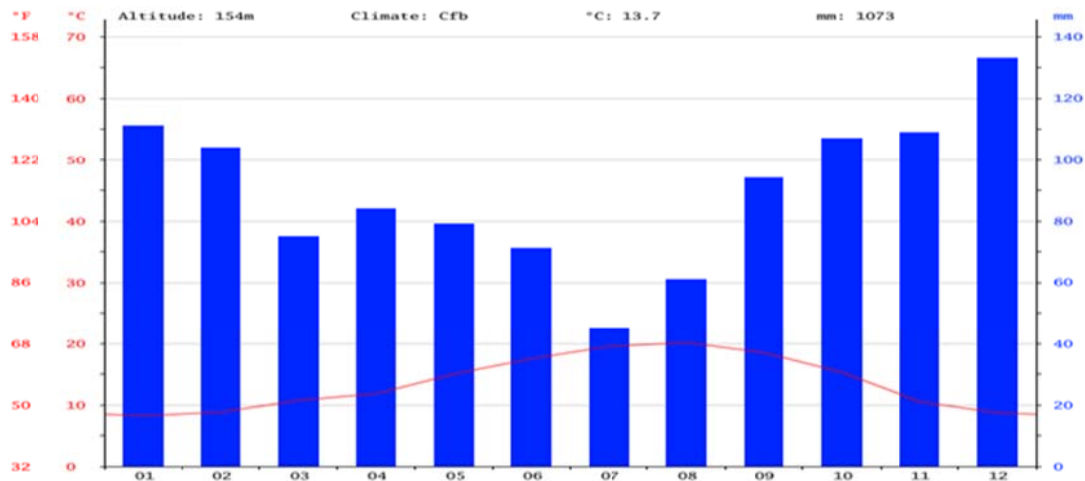


Ilustración 4: Climograma medio de Areatza en el periodo de un año

En la siguiente tabla se puede observar tanto la temperatura media, máxima y mínima de Areatza en función de los meses del año así como las precipitaciones medias a lo largo del mismo año.

	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre
Temperatura media (°C)	8.2	8.8	10.7	11.8	15	17.5	19.5	20.1	18.5	15.3	10.5	8.7
Temperatura mín. (°C)	5.4	5.7	6.9	8.1	11.5	13.9	15.8	16.2	14.5	11.5	7.3	5.9
Temperatura máx. (°C)	11.1	11.9	14.6	15.5	18.6	21.2	23.3	24.1	22.5	19.2	13.8	11.5
Precipitación (mm)	111	104	75	84	79	71	45	61	94	107	109	133

4.3.- COMUNIDADES VEGETALES

En cuanto a la vegetación, la ganadería, agricultura y las repoblaciones forestales llevadas a cabo con plantaciones de pinos y otras especies de rápido crecimiento durante el siglo XX, dieron lugar a un paisaje totalmente transformado. Actualmente, existe un predominio de las coníferas, sobre todo de plantaciones de pino radiata, las cuales constituyen aproximadamente el 50% del total de la superficie forestal del municipio, frente a una presencia reducida de zonas frondosas.

Las zonas que se encuentran por debajo de los 800-900 metros son las que han experimentado un mayor cambio a lo largo de los años, debido en gran medida, a las explotaciones coníferas, con prados y cultivos en las zonas más llanas.

4.4.- ABASTECIMIENTO ACTUAL DEL MUNICIPIO

En la comarca de Arratia, el compromiso de los municipios por la lucha por el cambio climático se ve reflejado en la apuesta de estos por las energías renovables. Se recogen los siguientes datos del año 2008: se producen aproximadamente $17.444.234 \frac{kWh}{año}$ lo que supone evitar la emisión de 8.024 toneladas de CO_2 a la atmósfera.

Para hacer frente a la cantidad de expulsión de dióxido de carbono, se optó por la instalación de paneles fotovoltaicos en edificios públicos, ya sean ayuntamientos, escuelas, instalaciones deportivas... Placas fotovoltaicas que han logrado producir $66.000 \frac{kWh}{año}$ ahorrando un total de 30,36 toneladas de CO_2 . También se realizaron otras instalaciones de energía renovables como es el caso de la eólica, mini-hidráulica, solar térmica y la de biomasa.

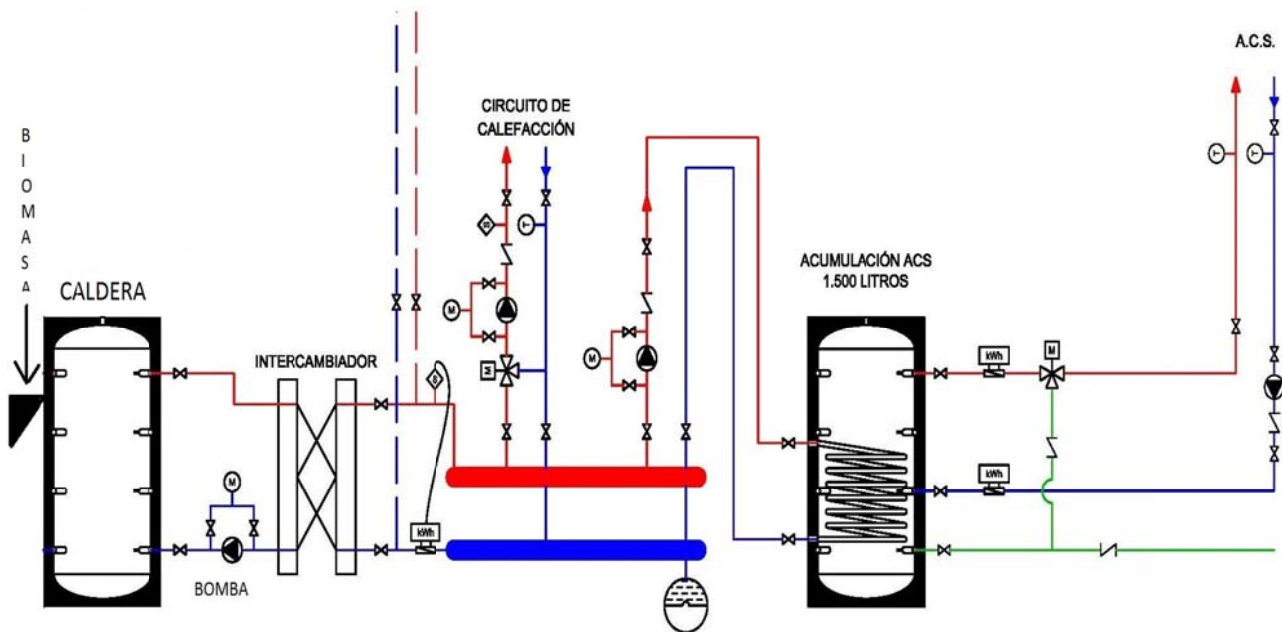
La principal producción de energía renovable en el territorio de Arratia es la debida al aprovechamiento hidráulico, ya que cuenta con la central hidroeléctrica de Undurraga, con una producción anual de $16.397.500 \frac{kWh}{año}$. Seguida de la generación de energía hidroeléctrica, se encuentra la debida a la biomasa (lograda por el metano del vertedero de Igorre) con $649.699 \frac{kWh}{año}$, la solar térmica con $304.995 \frac{kWh}{año}$, la solar fotovoltaica con $89.740 \frac{kWh}{año}$ y finalmente la eólica con $2.300 \frac{kWh}{año}$.

4.5.- NECESIDADES TÉRMICAS

En este apartado se realizará un estudio aproximado de las necesidades térmicas, tanto para el consumo de agua caliente sanitaria como para el consumo de calefacción en las viviendas habitables en el municipio.

Para poder ejecutar dicho estudio de una manera factible se han considerado ciertas estimaciones:

- Número de Habitantes: 1212 *hab.*
- Viviendas Habitables: 483 *viviendas.*
- Consumo de Calefacción por persona: $9 \frac{kW}{per}$
- Consumo de Agua Caliente Sanitaria por persona: $1,5 \frac{kW}{per}$
- Pérdidas debidas al District Heating: $\Delta Perd_{D.H} = 15\%$
- Rendimiento de la Caldera: $\eta_{caldera} = 87\%$
- Pérdidas en el Intercambiador de Calor: $\Delta Perd_{int} = 15\%$
- PCI biomasa: $12500 \frac{kJ}{kg}$



Consumo estimado de calefacción en el municipio:

$$W_{calf} = 483 \cdot 9 \approx 4347 \text{ kW}$$

Consumo aproximado de agua caliente sanitaria en el municipio:

$$W_{acs} = 483 \cdot 1,5 \approx 724 \text{ kW}$$

Potencia Total Neta requerida por el municipio:

$$W_{neta} = W_{calf} + W_{acs} \approx 5070 \text{ kW}$$

La potencia neta demandada por el municipio es aproximadamente de 5070 kW, potencia obtenida tras la combustión de la biomasa en la caldera y el correspondiente intercambio de calor en el intercambiador del circuito primario.

El circuito primario constará de los siguientes elementos:

- Caldera de combustión
- Intercambiador de calor
- Bomba de impulsión del fluido

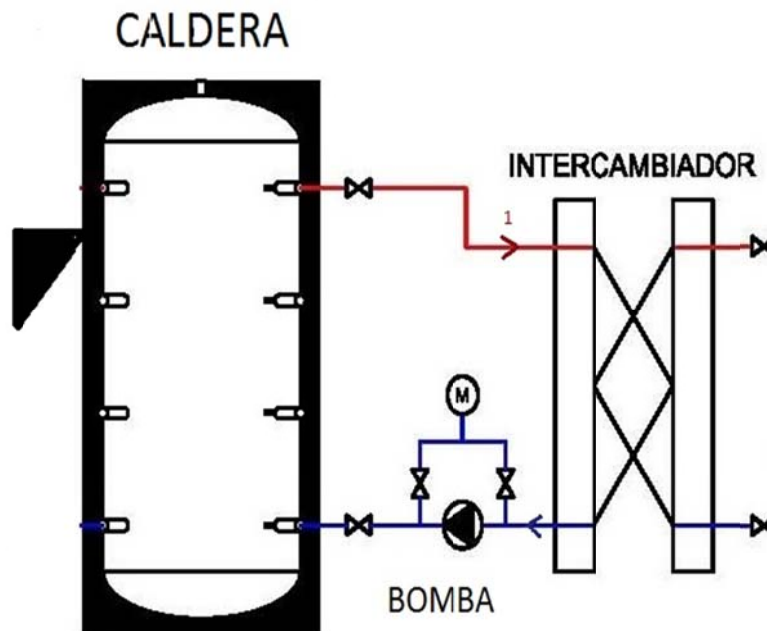


Ilustración 7: Circuito primario

Teniendo en consideración las pérdidas debidas al sistema District Heating, la potencia necesaria obtenida en el circuito primario será de:

$$W_{c.p} = \frac{W_{neta}}{1 - \frac{\Delta P_{perd_{D.H}}}{100}} = \frac{5070}{1 - \frac{15}{100}} \approx 5965 \text{ kW}$$

Por consiguiente la potencia de biomasa que se deberá quemar en la caldera para la combustión será:

$$W_{biomasa} = \frac{W_{c.p}}{\eta_{caldera}} = \frac{5965}{\frac{87}{100}} \approx 6856 \text{ kW}$$

Tras la estimación de los parámetros de la instalación, se obtiene una idea aproximada de la potencia térmica que tendrá que ser capaz de quemar la caldera de astillas. Esta caldera, tendrá la capacidad de combustionar una potencia de 6000 kW.

A continuación se procederá al cálculo del tiempo demandado de energía térmica por los habitantes del municipio anualmente. Considerando que el tiempo de operación al año se encuentra cercano a las 8760 h/año, el consumo de calefacción y de agua caliente sanitaria durante ese periodo es diferente entre las estaciones. Teniendo en cuenta que en verano la demanda de energía térmica es bastante inferior que a la de invierno, se estima que:

$$t_{inv} \approx 2200 \frac{h}{año}$$

$$t_{ver} \approx 540 \frac{h}{año}$$

Por lo tanto el tiempo total que necesitamos para suministrar calefacción y agua caliente sanitaria será aproximadamente $t_{demanda} = t_{inv} + t_{ver} \approx 2740 \frac{h}{año}$

Mediante los cálculos obtenidos anteriormente, se podrá estimar la cantidad de biomasa necesaria para producir la potencia requerida por el municipio.

$$W_{biomasa} * t_{demanda} = M_{biomasa} * PCI$$

$$6856 * 2700 = M_{biomasa} * 12500$$

$$M_{biomasa} = 5.330 \frac{t}{año}$$

5.- ALTERNATIVAS

La característica común a todas las Energías Renovables es que están generadas, de forma directa o indirecta, por la acción de radiación solar.

Las Energías Renovables son capaces de regenerarse por medios naturales, pero un pequeño inconveniente que se nos presenta es que no se pueden almacenar en grandes cantidades. Sin embargo, debido a la gran demanda que en los últimos años están teniendo, se están buscando alternativas para esta mejora.

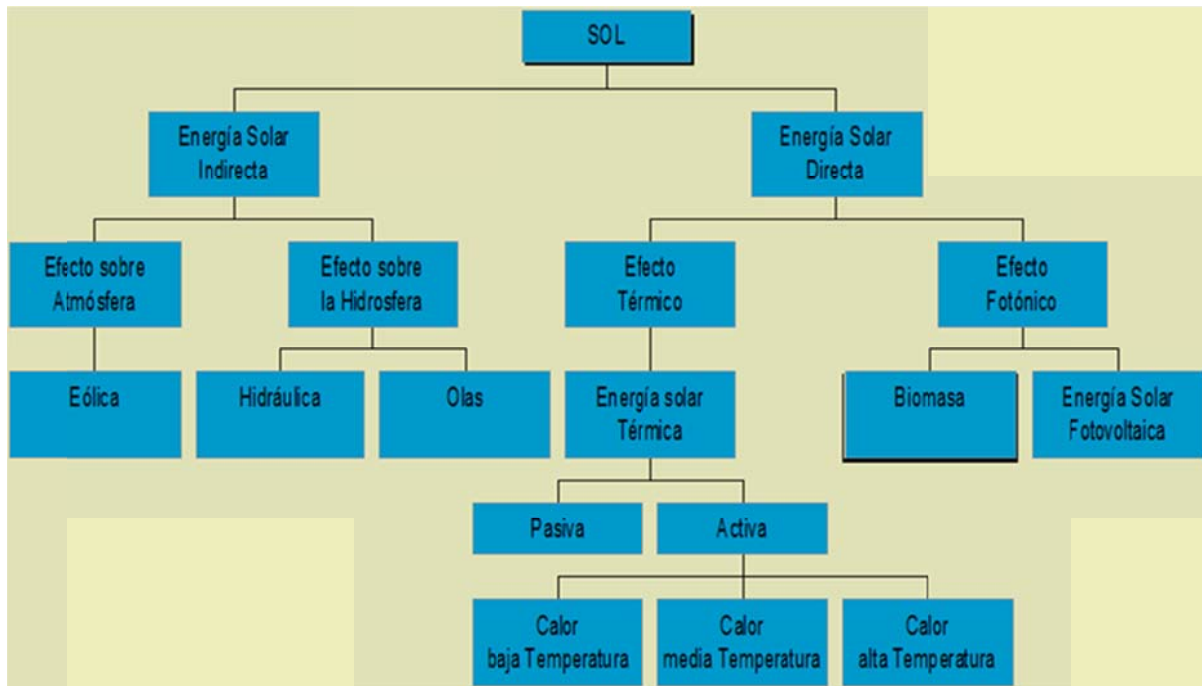


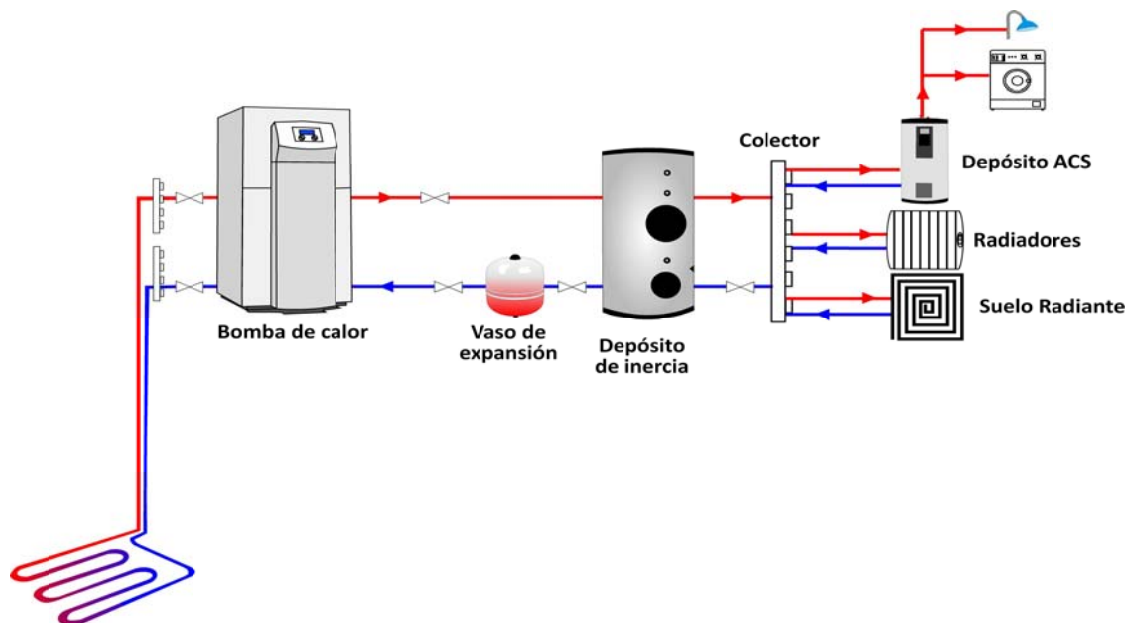
Ilustración 8: Esquema Energías Renovables

A continuación se realizará un estudio de las posibles alternativas energéticas con las cuales se podría abastecer de energía térmica al municipio de Areatza. Se estudiarán tres opciones: la energía geotérmica, la energía solar térmica y por último la energía térmica obtenida mediante biomasa forestal.

5.1.- GEOTERMIA

La energía geotérmica es una de las energías renovables que actualmente se encuentra en plena efervescencia. La geotermia es energía calorífica que se almacena en el suelo y consiste en aprovechar dicho calor para climatizar y obtener agua caliente sanitaria de forma ecológica, sin daños ambientales. La radiación solar y el calor interno de la tierra renuevan constantemente esta energía. Por lo tanto, en nuestras líneas de latitud contamos durante todo el año con una temperatura constante de 8 a 12º C a 10 metros de profundidad. Se trata de una energía considerada como limpia, renovable y altamente eficiente aplicable en grandes edificios, como hospitales, fábricas etc. así como en viviendas familiares.

El funcionamiento para obtener el calor del subsuelo consiste en un medio de transferencia que circula por una sonda, donde toma la energía geotérmica y la traslada a una bomba de calor. Mediante un proceso termodinámico, esta bomba aumenta la temperatura proporcionada y la transfiere al sistema de calefacción y agua caliente sanitaria.



En función de los diferentes recursos geotérmicos se puede realizar una clasificación que permita estudiar de manera adecuada los criterios empleados para las diversas instalaciones.

- Recursos geotérmicos de alta temperatura (superiores a 150 °C): Este tipo de energía se obtiene a través de aprovechamientos de yacimientos geotérmicos a altas temperaturas para obtener agua o vapor de agua con presiones y temperaturas elevadas. Una vez aprovechado el calor, el agua es devuelta para asegurar su sostenibilidad. Estos recursos se utilizan generalmente en el ámbito industrial.
- Recursos geotérmicos de media baja temperatura (30 – 150°C): Se utilizan principalmente para proporcionar calefacción y agua caliente sanitaria en instalaciones particulares o colectivas. Para este caso será necesario que las instalaciones se encuentren cercanas a los yacimientos geotérmicos.
- Recursos geotérmicos someros o de muy baja temperatura (menores de 30°C): Consiste en el aprovechamiento del calor que se genera bajo la corteza terrestre y el que absorbe el terreno a partir de la radiación solar que incide en el mismo.

En España normalmente, cuando se habla de aplicaciones geotérmicas en instalaciones de climatización, corresponden a recursos geotérmicos de baja temperatura. A excepción de algunas localidades, con zonas de actividad volcánica como puede ser Tenerife o con yacimientos de agua termal, las aplicaciones de geotérmicas de alta o media temperatura son escasas.

Las instalaciones que se pueden encontrar con más frecuencia aprovechan la capacidad del terreno para mantener una temperatura lo más constante posible a lo largo del año. Entre 15 y 20 metros de profundidad, la temperatura del subsuelo se estabiliza cerca de los 17°C, independientemente de la época del año.

En los meses de invierno, la instalación aprovecha el calor de la tierra para los sistemas de calefacción, así como para el agua caliente sanitaria. En cambio, en verano los circuitos de intercambio ceden calor del local al terreno, refrigerando de este modo las estancias.

La energía geotérmica en el País Vasco cuenta con una potencia instalada de 17MW (entorno al 0,3% de las energías renovables en Euskadi). De toda esta energía térmica, alrededor del 63% es utilizada en el sector residencial y el restante se divide en el sector servicios y en el industrial.

Esta alternativa de instalación de una planta geotérmica queda descartada, tal y como se ha puntualizado anteriormente. En España se dispone de una temperatura media de subsuelo de 17°C, cuya aplicación se reduce prácticamente a viviendas familiares. El objetivo de este trabajo es buscar el abastecimiento a todo un municipio, por consiguiente esta opción no es viable.

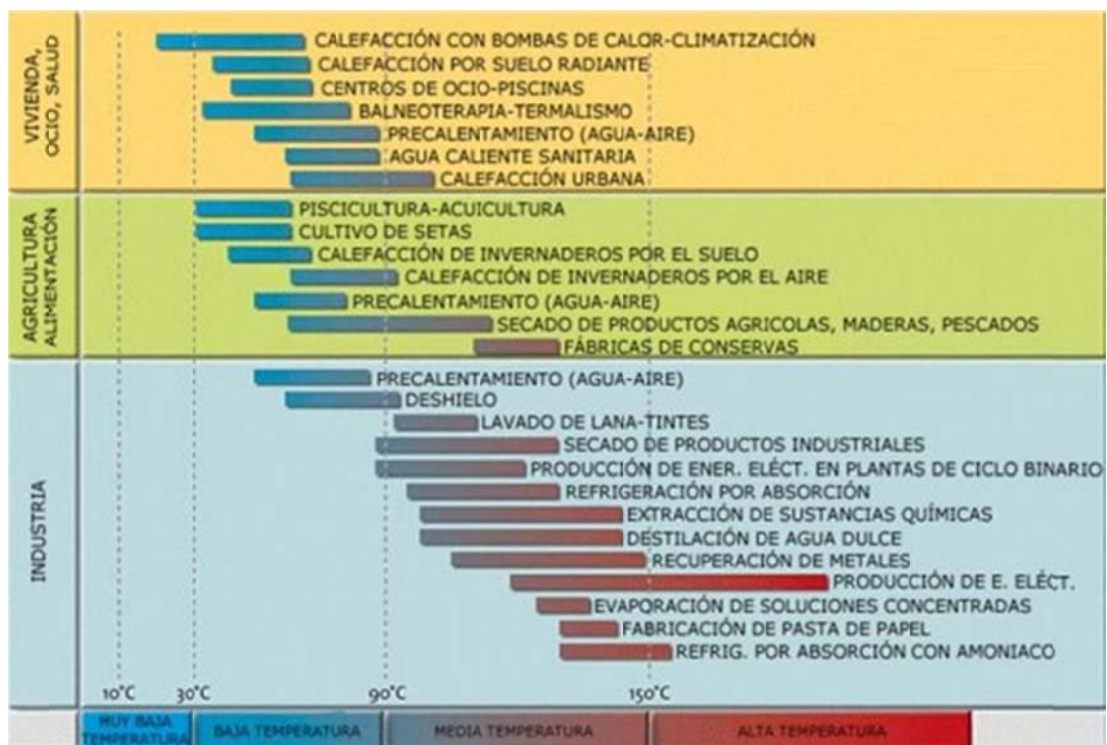


Ilustración 10: Aplicación de recursos en función de la Temperatura del subsuelo

5.2.- PANELES SOLARES

Antes de examinar nuestro caso de estudio, cabe explicar brevemente los diferentes métodos de aprovechamiento de energía solar térmica. En función del uso y de la tecnología aplicada, se podrán lograr objetivos muy diversos: desde el calentamiento de agua caliente sanitaria, pasando por producción de calor en procesos industriales, hasta la generación eléctrica en pequeñas y grandes plantas industriales.

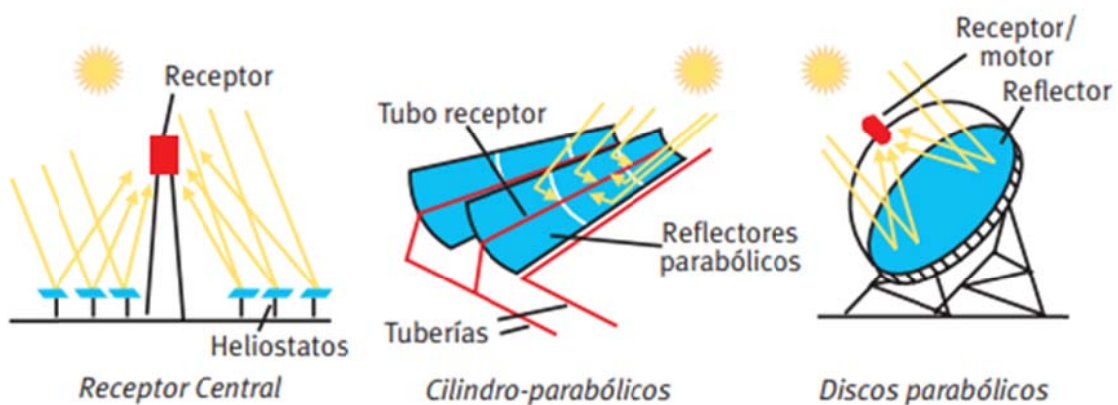
Se pueden diferenciar dos grupos en función de las tecnologías aplicadas para la captación de energía solar:

- Tecnologías de Baja Temperatura: este tipo de instalaciones se suelen emplear en el ámbito doméstico como por ejemplo para la producción de agua caliente sanitaria, calefacción del edificio... y suelen instalarse en las azoteas de las viviendas o en edificios comerciales. Por aprovechamiento de B.T se entiende por todos aquellos sistemas de captación solar en los cuales el fluido calentado no sobrepasa los 100°C. El procedimiento de captación es muy sencillo, se suele emplea un captador fijo de placa plana.



Ilustración 11: Sistema de captación solar de Baja Temperatura

- Tecnologías de Media y Alta Temperatura: este tipo de instalaciones van destinadas a aquellas aplicaciones que requieren elevadas temperaturas de trabajo. Los captadores planos mencionados anteriormente presentan rendimientos bajos cuando la temperatura del fluido sobrepasa los 80°C, por ello para trabajar con temperaturas cerca de los 150°C-200°C se emplearán sistemas como lentes o espejos parabólicos.



El conocimiento de las características de la radiación solar en un punto determinado es imprescindible para evaluar la viabilidad de estos sistemas, así como para el dimensionamiento correcto de las instalaciones y la predicción del aporte energético solar obtenible.

España tiene un amplio potencial de desarrollo de energía solar térmica, con una media de 2500 horas de sol aseguradas al año. Aun así, existen diferencias notables según las distintas comunidades autónomas, en la zona norte aproximadamente las horas de sol al año rondan las 1700 horas frente a las 2750 horas en las zonas del sur.

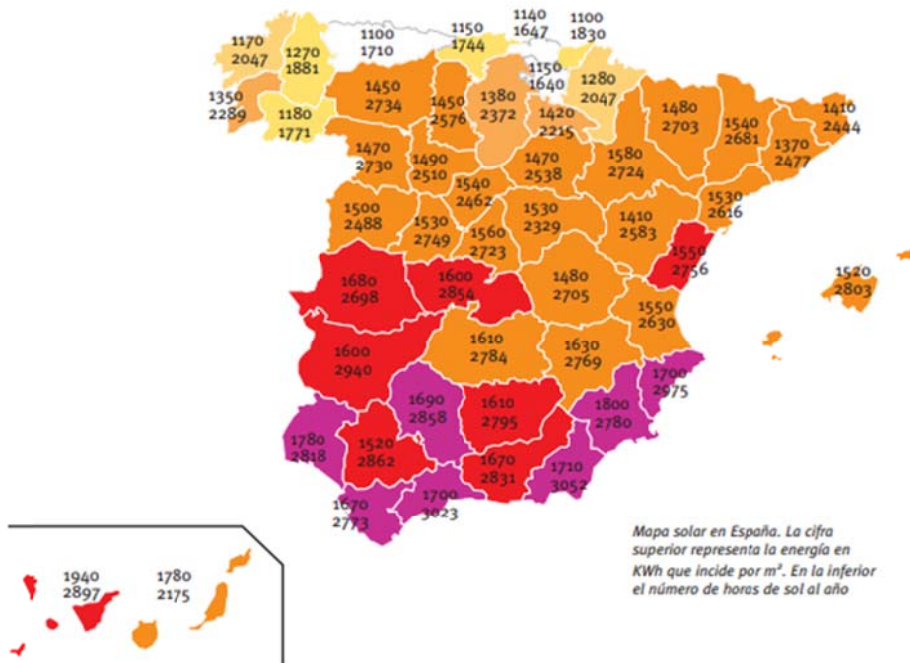


Ilustración 13: Horas de sol al año en España

El País Vasco se caracteriza por una climatología con gran nubosidad, lo cual condiciona desfavorablemente la utilización de muchos sistemas de aprovechamiento de energía solar y, en especial, aquellos que aprovechan la radiación directa.

La distribución de la radiación solar en el País Vasco está condicionada por las características geográficas y climatológicas. Los factores que más afectan a la incidencia de la radiación solar son:

- La latitud: zona comprendida entre 42,5 y 43,5 grados de latitud, siendo la de nuestro municipio de 43.121599. En esta latitud la duración del día es notablemente diferente entre el verano y el invierno, ya que en la estación más calurosa, el día tiene entorno a 15h de luz (21 de junio) y en invierno alrededor de 9h (21 de diciembre). Esto origina que la irradiación media en junio sea aproximadamente cinco veces superior a la de enero.
- Las cadenas montañosas: debido a la orientación y a los vientos húmedos, las nubes quedan retenidas en la zona Norte y los cielos más despejados se encuentran en la zona Sur. Esto provoca que tanto la insolación como la irradiación aumenten rápidamente al pasar desde la costa al interior.

A continuación se observa una gráfica en la cual se recoge el nivel de irradiación de diferentes municipios del País Vasco y La Rioja en el periodo de un año. Se puede observar que según se van alejando de la zona de la costa, el nivel de irradiación va en aumento, tal y como se ha mencionado anteriormente.

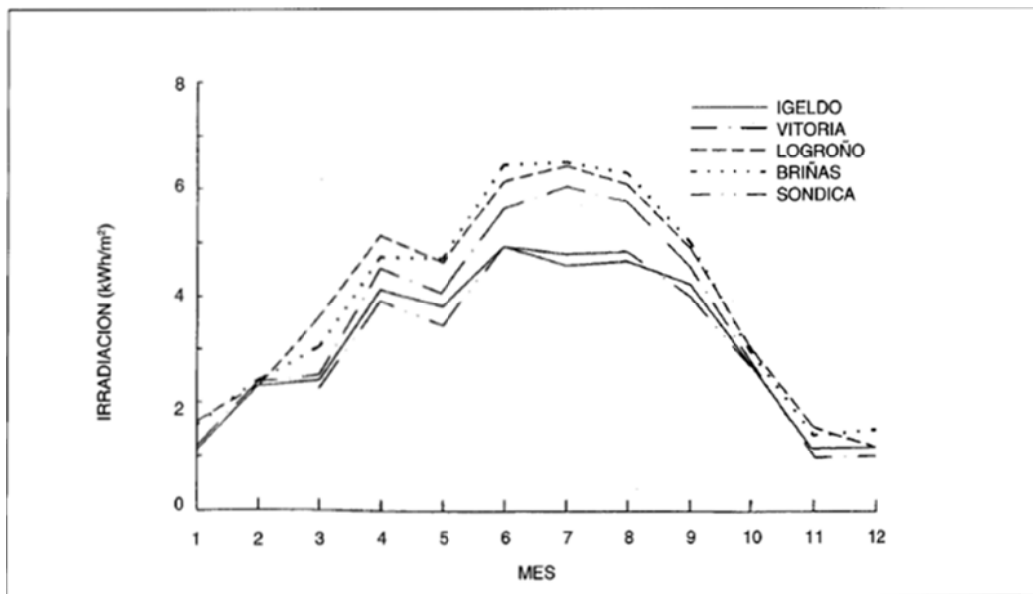


Ilustración 14: Valores de irradiación media mensual

Como se puede apreciar en la siguiente ilustración, las curvas dibujadas tienen en cuenta los valores medios de insolación mensual en la comunidad autónoma vasca. Seguida de otras dos imágenes, en las cuales vienen recogidas los dos meses en los que se puede apreciar un mayor contraste.



Ilustración 15: Distribución geográfica de las zonas solares del País Vasco

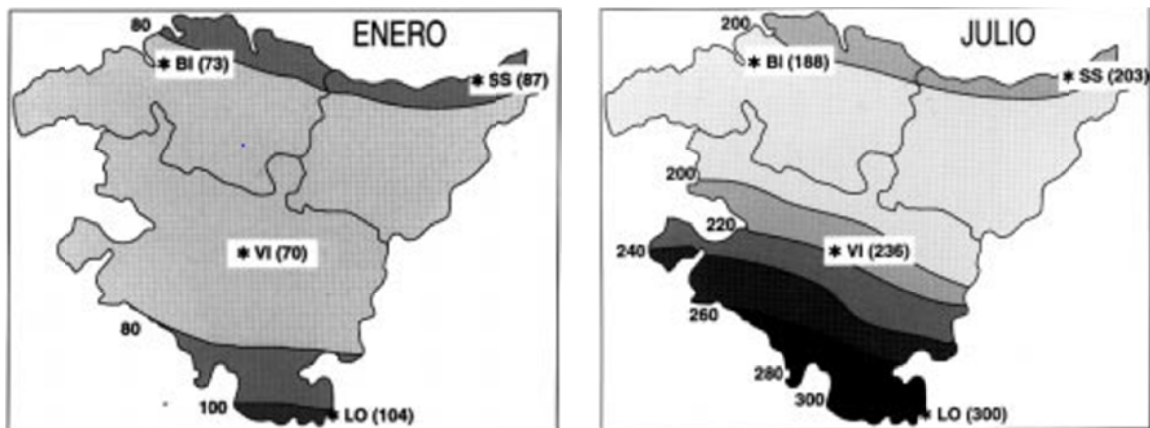


Ilustración 16: Isolíneas de insolación. Valores dados en horas medias de sol diarias

Teniendo en cuenta las condiciones climatológicas predominantes en el País Vasco, es complicado que se presenten días despejados de máxima claridad y de este modo calcular en nivel de insolación, debido fundamentalmente a dos razones:

- Son escasos los días en los que no se presentan nubes en el cielo.
- Los días despejados se caracterizan por ser de poco viento, de modo que por las mañanas queda aire frío estancado en el suelo, provocando nieblas matinales o humo atrapado en esa capa de aire frío. Cuando ocurren estos fenómenos desaparecen a media mañana quedando el día claro.

Las razones por las cuales descartamos esta alternativa para abastecer al municipio de Areatza son las siguientes:

- Coste económico elevado: el coste de cada instalación suele oscilar entre los 600€ y los 800€ el m^2 . Estimando que para cubrir la demanda de agua caliente sanitaria y calefacción por vivienda unifamiliar se debería instalar una placa de 2 a 4 m^2 , el coste ascendería a unos 2200€ de media. Para el caso de la instalación en una comunidad de vecinos, los m^2 de placa fija únicamente por propietario rondaría los 1,5-3 m^2 . A todos estos gastos también habría que añadirle los costes por mantenimiento de la instalación.
- Durabilidad de la instalación: la vida media de una instalación de energía solar térmica es de unos 25 años aproximadamente. El plazo habitual de amortización se encuentra entre los 10-15 años.
- Orientación: para que un captador plano obtenga el máximo rendimiento posible en absorción de energía solar, deberá de estar orientado al sur. Por ello, no todas las viviendas del municipio se encuentran situadas en estas condiciones, no obteniendo de este modo, un aprovechamiento óptimo.
- Variabilidad de energía solar: no siempre se tendrá la energía deseada, debido a que la energía solar es muy variante y no muy predecible. Aunque debería bastar con la energía generada en un día nublado, no siempre se puede predecir la energía que producirá en dichas condiciones.

5.3.- BIOMASA

La biomasa es la materia orgánica originada por un proceso biológico. Es un conjunto de sustancias orgánicas de origen vegetal o animal de cualquier transformación de las mismas, considerando tanto los que se producen de manera natural, como artificial.

En la actualidad la biomasa es una de las principales fuentes de energía renovable del País Vasco. Aun siendo cada vez mayor el uso de la biomasa forestal en otros sectores, en el industrial tiene un gran peso, siendo su consumo las dos terceras partes del total.

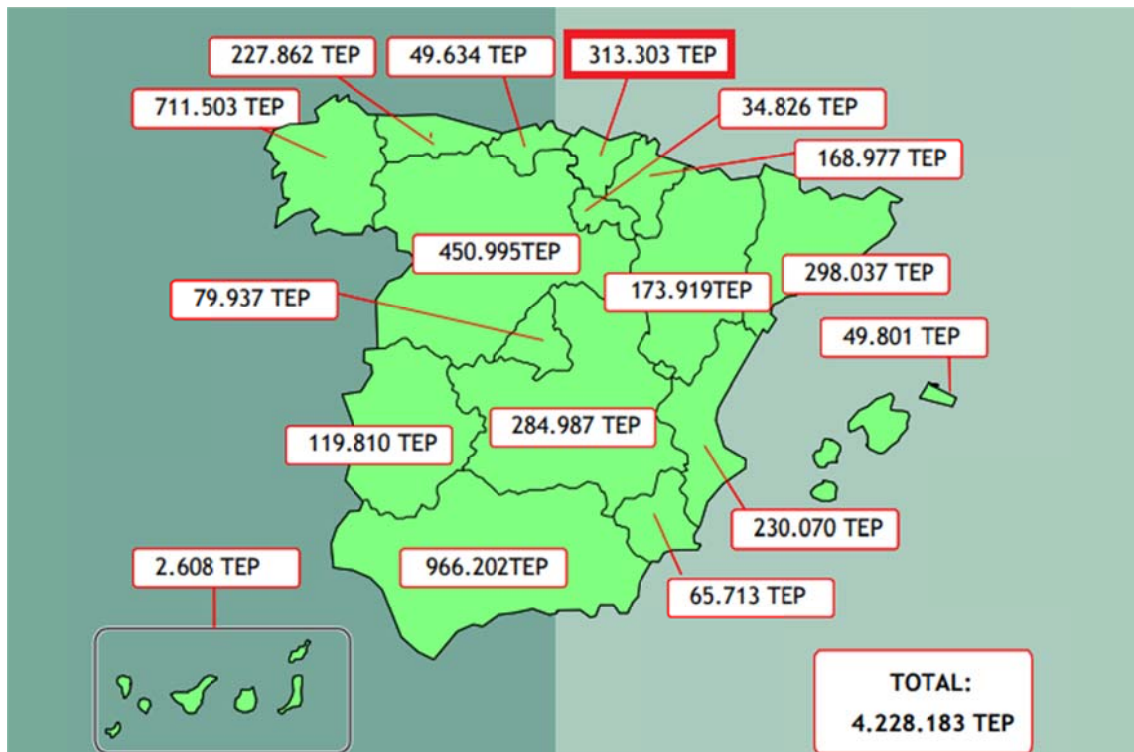


Ilustración 17: Consumo total de energía de la biomasa en España (2005)

Según el último Inventario Forestal de País Vasco (2011), las zonas forestales ocupan cerca de un 55% del total de la superficie de la geografía vasca, viéndose aumentado en un 12% en los últimos años. Son aproximadamente 490.000 hectáreas arboladas, entre bosques frondosos de origen natural, plantaciones forestales... Las existencias maderables de los bosques a día de hoy superan los 62.2 millones de m^3 . Euskadi es una de las comunidades autónomas con mayor densidad de maderas útiles para la aplicación de un sistema de District Heating con biomasa forestal.

La Red de Calefacción Centralizado o El District Heating es un sistema mediante el cual todo un municipio o un distrito, cubre sus necesidades térmicas a través de un suministro centralizado. Este sistema suministrará calefacción y agua caliente sanitaria a los distintos hogares de Areatza y constará de los siguientes componentes:

- Una central térmica: puede trabajar mediante biomasa, gas u otros combustibles. Aquí se encontrarán los elementos necesarios para la generación de calor, así como los equipos de bombeo empleados para la impulsión del fluido hacia los distintos puntos de consumo.
- Red de Distribución: tras la generación de agua caliente, se distribuirá a los diferentes edificios a través de una red de tuberías prácticamente adiabáticas, para evitar las pérdidas de calor en el transporte del fluido.
- Subestación de transmisión térmica: en cada edificio se encontrará una subestación térmica, la cual abastecerá a cada uno de los hogares con las mismas condiciones de suministro.

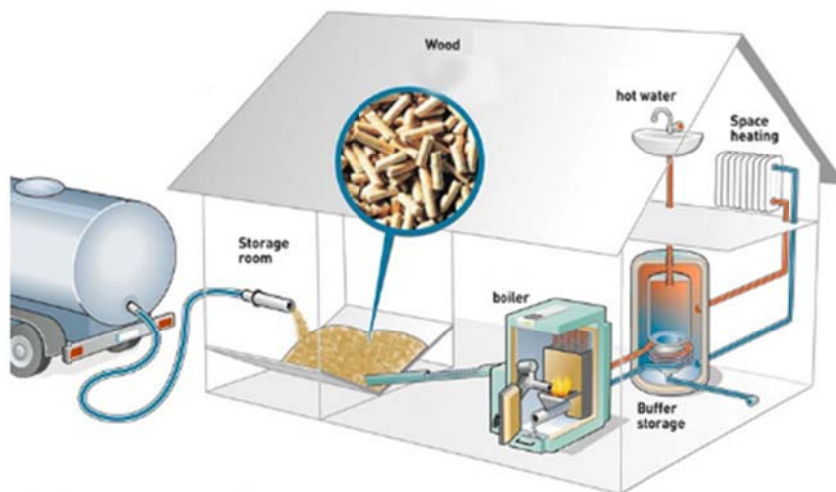


Ilustración 18: Subestación térmica en una vivienda

Una de las grandes ventajas que presenta la biomasa es que los precios en el mercado son muy constantes, y además, ofrece la posibilidad de trabajar con recursos que se consideraban como residuos de combustible.

Es una fuente de energía renovable no contaminante, que además disminuye las emisiones de dióxido de carbono. Aunque para lograr un aprovechamiento energético factible haya que realizar una combustión, y el resultado genere ciertos gases como CO_2 , la cantidad de este gas principal causante del efecto invernadero, se puede considerar que la cantidad emitida es proporcional a la captada por las plantas durante su crecimiento. Esto es, no supone ningún incremento de este gas en la atmósfera.

En cierta medida la biomasa disminuye el uso de combustibles con efectos contaminantes para el abastecimiento de un mismo municipio.

Las calderas de biomasa se pueden usar todo el año, ya que también ofrecen un sistema de alimentación y almacenamiento que permite su abastecimiento por semanas.

La biomasa también presenta ciertos inconvenientes a tener en cuenta. Como por ejemplo, son necesarias grandes cantidades de residuos para llegar a producir potencia suficiente como para que sea rentable. La combustión incompleta genera materia orgánica, CO y otros gases que tienen un gran impacto, sobre todo en la salud. El uso de la biomasa es un tipo de energía ciertamente dependiente de la densidad y humedad de la materia que se está utilizando.

Entre las opciones explicadas anteriormente la biomasa forestal es una de las más adecuadas para abastecer energéticamente al municipio de Areatza. Como se ha mencionado con anterioridad, actualmente es una de las principales fuentes de energía renovable en el País Vasco, debido a que las zonas rurales tienen un gran potencial de generación de biomasa forestal. El uso de esta energía renovable mantiene limpios los bosques, de tal manera que evita de algún modo el riesgo de incendios.

En el caso de estudio para el suministro de energía térmica a la localidad rural de Areatza, debido a la cercanía del municipio a las zonas montañosas del Gorbeia, la obtención de biomasa forestal, en concreto de astillas, reduce considerablemente la necesidad de compra a cualquier empresa externa de venta de este tipo de biomasa.

6.- ALTERNATIVA SELECCIONADA

Entre las tres alternativas expuestas anteriormente se ha seleccionado para el abastecimiento de energía térmica al municipio de Areatza, el sistema District Heating con biomasa forestal.

A continuación se expondrá con más detalle en que consiste este sistema, el tipo de biomasa seleccionada y sus aplicaciones entre otras cosas.

6.1.- DEFINICIÓN DE LA BIOMASA

La biomasa es la materia orgánica originada por un proceso biológico. Es un conjunto de sustancias orgánicas de origen vegetal o animal de cualquier transformación de las mismas, considerando tanto los que se producen de manera natural, como artificial.

La formación de biomasa o materia viva a partir de luz solar, se lleva a cabo mediante la fotosíntesis, proceso en el cual se producen grandes moléculas de alto contenido energético en forma de energía química.

6.2.- APLICACIONES DE LA BIOMASA

Las aplicaciones de ámbito térmico con producción de agua caliente sanitaria y de calor son de lo más habituales dentro del sector de la biomasa, además de la utilización para la producción de electricidad. La biomasa puede sustituir la producción de un sistema de climatización realizado mediante gas o gasóleo, obteniendo los mismos resultados y con gran fiabilidad, tanto de calor como de frío.

La obtención de energía térmica puede realizarse mediante:

- District Heating: como se ha explicado anteriormente, las redes District Heating son muy adecuadas para el uso de la biomasa. Las calderas empleadas para la generación de calor mediante este recurso, logran obtener unos rendimientos del 95% trabajando en un amplio rango de potencias.
- Calderas diseñadas exclusivamente para unas viviendas.
- Calderas de bajas potencias para viviendas unifamiliares.

6.3.- TIPO DE BIOMASA FORESTAL SELECCIONADA

En este proyecto se hará uso de la biomasa forestal y en concreto de las astillas. Es importante el tamaño de las astillas antes de introducirlas en la caldera, son trozos pequeños cercanos a los 5 y 100 mm de longitud, cuya calidad depende principalmente de la materia prima de la que proceden, de su recogida y de la maquinaria de astillado.

Se trata de madera que previamente ha sido triturada la cual no contiene ningún aditivo. Para realizar su producción es necesaria una maquinaria de astillado y la propia materia prima, que en este caso se obtendrá de los bosques del Gorbeia.



3

El tipo de astillas que se utilizarán para el consumo en instalaciones domésticas de Areatza, contendrá una humedad menor al 30%, aunque también podría alcanzar el 40%. Para lograr este tipo de astillas, será necesario dejar secar la materia prima de forma natural o artificial, lo que proporcionará una mayor eficiencia en la combustión de la caldera.

A parte de la humedad o el tamaño de las astillas, también habrá que tener en consideración que suelen ser bastantes heterogéneas, lo cual dificulta su combustión.

7.- DESCRIPCIÓN DE LA PLANTA

Como ya se ha explicado anteriormente las partes fundamentales de un sistema District Heating son: la central térmica, las redes de distribución, las centrales de intercambiadores y las subestaciones térmicas.

7.1.- CENTRAL TÉRMICA

La central térmica de Areatza estará dividida en dos sectores. En uno de ellos se localizarán las dos calderas de biomasa de casi 4 MW térmicos de potencia cada una junto con los sistemas necesarios para el bombeo de agua caliente, que rondara los 85°C y el respectivo intercambiador de calor que mediante la red de distribución suministrará energía térmica al municipio.

En el otro sector se ubicará tanto el sistema de almacenamiento de la biomasa como el transporte de la astillas. El volumen de almacenamiento aproximado se calculará mediante los siguientes parámetros:

- Peso de astillas necesario: $M_{biomasa} = 5.330 \frac{t}{año}$
- Densidad de las astillas: $\rho = 260 \frac{kg}{m^3}$

La densidad de las astillas se ha aproximado a la especie del Haya, puesto que 5.610 ha del Gorbeia está formado por estos árboles

Por lo tanto el volumen necesario para almacenar la biomasa será de:

$V = \frac{M_{biomasa} * 1000}{\rho} \approx 20500 m^3$ y suponiendo que la altura de los depósitos será aproximadamente de 4 m, la superficie necesaria de almacenamiento será de $S \approx 5125 m^2$

Esta área de almacenamiento sería hipotética, ya que en realidad se necesitaría más superficie debido a que se encontrarán más de un depósito. Además, se deberá dejar un espacio determinado entre uno y otro para el paso de los camiones de transporte. Por lo que a este valor lo multiplicaremos por un factor para obtener la sección real que necesitamos.

$$S_{real} = S * 1,25 = 5125 * 1,25 = 6407 m^2 = 6,41 ha$$



Ilustración 20: Central térmica de Biomasa



Ilustración 21: Almacén de astillas

Debido a que la carga del combustible en la caldera se realiza de forma automática, es necesario que al lado de la caldera se encuentre el silo para el almacenamiento del combustible. Para facilitar las operaciones de descarga de astillas en el lugar del almacenamiento, es conveniente que el silo se encuentre situado por debajo del nivel del suelo. Desde dicho silo las astillas se sacan automáticamente y se envían a la caldera, donde se procederá a su combustión.

Uno de los mayores inconvenientes de la biomasa es el transporte de la misma, a día de hoy la forma de distribución de los combustibles de pequeño tamaño como las astillas se realiza bien en sacos normalizados de 15 kg, o bien mediante un camión cisterna que descarga el combustible en el silo. Para evitar la sobrepresión en el interior de los silos, y para evitar el escape de polvo durante la extracción de aire y su filtro de polvo accionado por un pequeño motor, la descarga es inferior a 5 minutos.

7.1.1.- CALDERA DE ASTILLAS

Las calderas de astillas de 4MW cada una, proporcionan un total de 8MW de potencia térmica, pero al ser el rendimiento de estas del 87%, estas calderas cederán una potencia útil de aproximadamente 6,97MW. Cada equipo contará con un sistema multi-ciclónico de filtrado y con un sistema de filtro de mangas, asegurando de esta manera un funcionamiento eficiente de los dispositivos.



Ilustración 22: Caldera, sistema multi-ciclónico y filtro de mangas

El sistema utilizado para trasladar los silos de astillas a la caldera, es una combinación del suelo inclinado y el tornillo sin fin. La biomasa va deslizándose hasta finalizar en el canal donde se encuentra el tornillo que lo transporta a la sala de calderas.

Para la instalación de calderas de astillas puede resultar útil un acumulador inercial, debido a que en el caso de estudio las calderas del circuito primario se encuentran separadas del resto del sistema de del secundario.

La instalación cuenta con un depósito de inercia de 40000 litros que servirá de acumulador de energía cuando las calderas se encuentren apagadas y de este modo dar una respuesta rápida a la red.



Ilustración 23: Tanque de inercia

7.1.2.- SISTEMA DE BOMBEO

Se encontrarán dos sistemas de bombeo, un sistema en el circuito primario de cada caldera y el otro sistema para el bombeo a la red de District Heating, que se explicará en el siguiente apartado.

El primer sistema de bombeo contará con una bomba que dispondrá de un variador de frecuencia, el cual evitará las paradas y arranques bruscos que originan un golpe de ariete que podría dañar los equipos del circuito. Además dicho variador de frecuencia permitirá que la bomba se adapte al caudal demandado por la caldera. El sistema de bombeo son dos bombas cada una de ellas conectada a las respectivas calderas.



Ilustración 24: Sistema de bombeo del circuito primario de cada caldera

7.2.- RED DE DISTRIBUCIÓN

Una vez se haya generado el agua caliente en la central térmica, se procederá a su distribución hasta los diferentes edificios del municipio de Areatza mediante una red de tuberías preaisladas que evitarán en gran medida las pérdidas de calor. Será un punto importante a tener en consideración la distancia de la central térmica al municipio, cuanto más cerca se encuentre la central menos pérdidas se originarán en la distribución de agua caliente por la red de transporte.

Principalmente los tubos conductores del fluido tienen como objetivo minimizar las pérdidas térmicas en la distribución. Mediante el agua se transporta la energía hasta los diferentes puntos de consumo, cediendo calor.



Ilustración 25: Red de distribución del municipio

La línea de transporte de calor constará de dos conducciones, una para la ida y otra para la vuelta. La tubería preaislada estará formada por un tubo portador de acero al carbono, un aislamiento térmico de poliuretano y una envolvente exterior que lo protegerá de la corrosión electrolítica.



Ilustración 26: Tubería preaislada

La elección a este tipo de tuberías se debe principalmente a las pérdidas mínimas de calor generadas en la distribución. Tienen una elevada vida útil y gran gama de dimensiones, pueden ser tanto tuberías rígidas como flexibles. Para obtener más especificaciones y características de las tuberías aisladas, ver Anexo 1.

En este caso la red de tuberías al ser preaislada presenta ciertas ventajas frente a las aisladas directamente en obra, conocido como el método tradicional. Mediante este sistema de tuberías se minimizan las pérdidas térmicas, tal y como se ha mencionado anteriormente, se necesitará menos mano de obra, por lo tanto será mayor la rapidez de montaje. Las tuberías preaisladas tienen mayor vida útil y requieren menos mantenimiento. Se puede encontrar una amplia gama de dimensiones y accesorios.

Se pueden encontrar diferentes maneras de regular el caudal que circula por las tuberías de la red de distribución, y la elección dependerá del tipo de caudal de trabajo, del coste de la instalación, la eficiencia y rapidez de maniobra o el mantenimiento. Los grupos de bombeo se pueden configurar de diversos modos, en este caso se dispondrá de un equipo de bombeo estándar que consistirá en impulsar el fluido por las tuberías de ida y de retorno de la red de distribución.

7.3.- SUBESTACIÓN TÉRMICA

Todos los edificios del municipio de Areatza se conectan a la red de distribución en paralelo, disponiendo de este modo de las mismas condiciones de suministro.

Las subestaciones consisten en la unión de la red de distribución de la energía generada en el circuito primario con los consumidores. Estas subestaciones adecuan tanto la presión como la temperatura de la red a las condiciones necesarias en cada momento del consumo.

En cada uno de los edificios se dispone de una subestación de transmisión térmica, la cual está formada por un intercambiador de calor, sin intercambio de fluido, únicamente se cede calor a los sistemas de suministro de calefacción y de agua caliente sanitaria. Además de los correspondientes elementos que regulan y controlan el buen funcionamiento de los sistemas.

Cada una de las subestaciones térmicas deberá contar con un sistema de medición de la energía consumida, procedente de la calefacción comunitaria para poder realizar un cálculo preciso del consumo individual por suministro, tal y como establece el RITE.



Ilustración 27: Intercambiador de calor de la subestación térmica

Las subestaciones para de vivienda única poseerán un controlador individual, donde se instalará un programador termostático convencional, cuyos propietarios podrán establecer las condiciones de confort deseadas. También dispondrán de facturación individual, ya que tendrán instalado un contador de energía mediante el cual se obtendrá el consumo propio de la vivienda.



Ilustración 28: Subestación de calor para una vivienda

Las subestaciones para una vivienda unifamiliar suelen tener unas medidas aproximadas de 75 cm de largo por 55 cm de ancho y 30 cm de profundidad.

En residencias de gran vecindario suelen emplearse sistemas de control y medida de regulación automática. Al funcionar de modo automatizado, son los consumos de los usuarios los que regulan el funcionamiento de la central térmica. El regulador mantiene constante la temperatura de la red en todo momento. Aunque también se pueden encontrar sistemas de control individual.

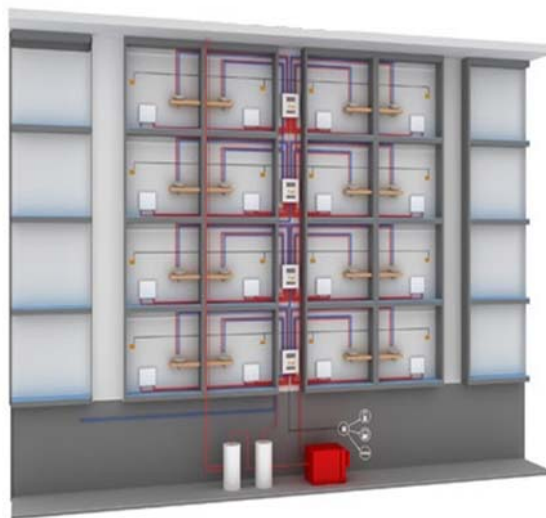


Ilustración 29: Subestación térmica en una comunidad



Ilustración 30: Contadores individuales en una comunidad

8.- ESTUDIO ECONÓMICO

A continuación se procederá a realizar un cálculo aproximado de la inversión de la planta, diferenciando los distintos escenarios que se han instalado con sus respectivos equipos y los costes asociados a cada uno de ellos. Sumado el coste de la obra civil tanto de la planta como de la red de distribución, los operarios e ingenieros necesarios para dicha construcción.

- Coste aproximado de la biomasa: el precio de la biomasa en las empresas proveedoras de astillas ronda los $70 \frac{\text{€}}{\text{t}}$, pero al localizarse el municipio de Areatza próximo al monte Gorbeia, el precio disminuye notablemente. Mediante la limpieza de los bosques y la recogida de maderables, el precio de astillas quedaría en $30 \frac{\text{€}}{\text{t}}$ aproximadamente. La cantidad de biomasa necesaria para abastecer al municipio se ha estimado en el cuarto apartado del trabajo (5330 t/año), por lo tanto el coste ascenderá a 156.000€
- Mantenimiento: el mantenimiento tanto de la planta, como de la red y de los equipos tiene un coste anual aproximado de 1 millón de €.
- Trabajadores: el proyecto cuenta con 70 trabajadores que de media podrían cobrar al año 30.000€. Por consiguiente, el coste sería de 2.1 millones de €.

En la tabla que se mostrará posteriormente se resume el coste estimado de toda la obra. Además se tendrá en consideración la compra de dos calderas y dos equipos de bombeo con sus respectivos elementos acoplados y circuitos.

PARTIDAS	COSTE (Porcentaje)
<u>CALDERA:</u> <ul style="list-style-type: none"> ○ Caldera ○ Chimenea ○ Dispositivos ○ Filtro de mangas ○ Sistema Multiciclónico 	5.950.000 € (31%)
<u>AUXILIARES:</u> <ul style="list-style-type: none"> ○ Bombas ○ Tuberías ○ Válvulas ○ Intercambiadores ○ Etc. 	2.100.000 € (11%)
<u>OBRA CIVIL PLANTA:</u> <ul style="list-style-type: none"> ○ Almacén general de astillas ○ Almacén piso móvil ○ Cimentaciones ○ Taller ○ Oficinas ○ Sala calderas y auxiliares. 	1.600.000 € (8,5%)
<u>OBRA RED DE DISTRIBUCIÓN:</u> <ul style="list-style-type: none"> ○ Preparación del terreno ○ Infraestructura ○ Obra Civil ○ Etc. 	4.000.000 € (21%)

<u>MONTAJE:</u>	2.250.000 € (11,75%)
<u>BIOMASA:</u>	156.000 € (0,5%)
<u>MANTENIMIENTO:</u>	1.000.000 € (5,25%)
<u>TRABAJADORES:</u>	2.100.000 € (11%)
<u>INVERSION TOTAL</u>	19.156.000 € (100%)

Tabla 1: Presupuesto

La inversión total del proyecto para el abastecimiento de energía térmica al municipio de Areatza mediante District Heating con biomasa forestal asciende a 19.156.000 €

9.- CRONOGRAMA

En este apartado se explicará la planificación, donde se tendrá en cuenta el desarrollo de las tareas a realizar durante el proyecto, tales como la ingeniería, la adquisición de los elementos que constituyen la planta y los hogares, la instalación de la maquinaria, las primeras pruebas y la puesta en marcha. La planificación del proyecto se ha realizado de manera aproximada.

9.1 PLANIFICACIÓN DEL PROYECTO DE ABASECIMIENTO DE ENERGÍA TÉRMICA AL MUNICIPIO DE AREATZA

➤ Tarea P.T.1: INGENIERIA

- **Tarea T.1.1: Diseño del proceso.** Se definirán los pasos necesarios para realizar el abastecimiento a las diferentes viviendas del municipio. Diseño preliminar del proyecto, anteproyecto, etc.
 - Duración: 3 meses.
 - Recursos: Ingenieros técnicos.
- **Tarea T.1.2: Diseño de la planta.** Se desarrollarán los cálculos preliminares, superficie aproximada de construcción, planos, etc.
 - Duración: 15 meses.
 - Recursos: Ingenieros Técnicos.
- **Tarea T.1.3: Permisos y Licencias.** Se realizarán los trámites pertinentes para obtener los permisos necesarios para la instalación y obra del sistema de calefacción centralizada.
 - Duración: 2 meses y 10 días.
 - Recursos: Ingenieros Técnicos.

➤ Tarea P.T.2: CONTRATACIONES Y COMPRAS

- **Tarea T.2.1: Equipos.** En esta tarea se procederá a la compra de los componentes necesarios para la instalación, ya sean calderas, bombas, intercambiadores, etc. Se realizarán las contrataciones a los diferentes proveedores encargados del diseño y fabricación de estos equipos.
 - Duración: 10 meses.
 - Recursos: Gestor de Compras.

- **Tarea T.2.2: Utillaje.** Compra de las herramientas necesarias para la instalación de los equipos.
 - Duración: 1 mes.
 - Recursos: Gestor de Compras.
- **Tarea T.2.3: Auxiliares.** Compra y contrataciones de los elementos auxiliares como válvulas, controladores de seguridad, etc.
 - Duración: 10 meses.
 - Recursos: Gestor de Compras.

➤ **Tarea P.T.3: TRABAJOS PREVIOS**

- **Tarea T.3.1: Obra civil de la planta.** Construcción de la planta: cimentaciones, almacén general de astillas, sala de calderas, etc. Además de la instalación de los respectivos equipos.
 - Duración: 5 meses.
 - Recursos: Operarios.
- **Tarea T.3.2: Obra civil de la red de distribución.** Obra civil en las calles del municipio de Areatza para la distribución de agua caliente a las diferentes viviendas. Instalación de tuberías aisladas, sistemas de control, etc.
 - Duración: 1 año
 - Recursos: Operarios

➤ **Tarea P.T.4: PRIMERAS PRUEBAS**

- **Tarea T.4: Pruebas de operaciones en la planta, red de distribución y viviendas.** Se realizarán diferentes pruebas antes de la puesta en marcha para comprobar el buen funcionamiento de los diferentes equipos.
 - Duración: 1 mes.
 - Recursos: Operarios.

➤ **Tarea P.T.5: PUESTA EN MARCHA**

Tras los ensayos realizados para asegurar el buen funcionamiento se pondrá en funcionamiento todo el sistema de abastecimiento.

- Duración: 2 meses.
- Recursos: Operarios e Ingenieros.

En la siguiente tabla se puede observar de manera resumida el comienzo y la finalización del proyecto de una manera estimada, así como el total de días de duración del mismo.

PLANIFICACIÓN			
Nombre	Comienzo	Fin	Duración
Abastecimiento D.H a Areatza	07/01/2019	16/09/2022	965 días

Tabla 2: Planificación proyecto

En el apartado de Anexos se podrá encontrar el diagrama Gantt donde se puede observar de manera gráfica la duración del proyecto así como las tareas críticas.

10.- CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

La biomasa forestal como fuente de energía ha ido en constante crecimiento en los últimos años. Esta energía renovable se ha visto respaldada por el Gobierno de España para fomentar el uso de las energías limpias para la reducción de gases de efecto invernadero.

Tras realizar un estudio aproximado de las necesidades térmicas de calefacción y de agua caliente sanitaria en el municipio de Areatza, se han analizado las alternativas para dicho abastecimiento. Debido a la baja temperatura de la tierra en la localidad en la que nos encontramos, la energía geotérmica no es una opción viable para cumplir con las necesidades energéticas de Areatza. La otra alternativa de estudio ha sido la instalación de paneles solares de baja temperatura en las azoteas de las diferentes viviendas, dicho caso ha sido descartado debido al elevado coste económico que supone la colocación de los sistemas. Además la variabilidad de la energía solar, supone una captación energética poco predecible en la localidad, debido a los escasos días en los cuales no se presentan nubes.

La alternativa seleccionada para el abastecimiento de Areatza ha sido el uso de biomasa forestal, en concreto el uso de astillas. Esta opción es la más viable, siendo una de las razones que el municipio se encuentra cerca de la zona montañosa del Gorbeia favoreciendo la limpieza de los bosques evitando de este modo riesgo de incendios. Además el coste de la materia prima no es muy elevado.

El sistema de biomasa forestal mediante District Heating para el abastecimiento de ACS y calefacción podría verse reforzado por la instalación de paneles solares. Esta combinación de biomasa con energía solar térmica podría ser una alternativa a tener en consideración. Además de una posible reducción de emisiones de contaminantes, permitiría ahorrar bastante dinero en calefacción y ACS.

En este sistema combinado, el consumo prioritario debería ser siempre el de biomasa mientras que la energía solar térmica funcionaría como energía auxiliar. El ahorro energético podría ser muy elevado, debido a que en épocas de verano la instalación de paneles solares podría cubrir gran parte de la demanda. Esta opción se podría plantear en función de las necesidades del municipio.

11.- BIBLIOGRAFÍA

García, S. (2009-2012). Centrales termoeléctricas de biomasa. Madrid: Renovetec

Irekia (13 de Mayo de 2019). Desarrollo Económico e Infraestructuras (8 de Julio de 2019) de <https://www.irekia.euskadi.eus>

IDAE (8 de Agosto de 2005). Plan de Energías Renovables de [https://www.idae.es/uploads/documentos/documentos_PER_2005-2010_8_de_gosto-2005_Completo.\(modificacionpag_63\)_Copia_2_301254a0.pdf](https://www.idae.es/uploads/documentos/documentos_PER_2005-2010_8_de_gosto-2005_Completo.(modificacionpag_63)_Copia_2_301254a0.pdf)

IDAE. Uso de las Renovable BIOMASA de https://www.idae.es/uploads/documentos/documentos_2.1.4_Uso_Renovables_BIOMASA_af995cb8.pdf

Arratia Bidean Gagoz. (2009); *Revista de AGENDA 21 LOCAL* (17) 8-9

Txemapamundi (17 de Enero de 2012). Valle de Arratia, pulmón de Vizcaya. <http://txemapa.blogspot.com/2012/01/valle-de-arratia-pulmon-de-vizcaya.html?q=valle+de+arratia>

Foro-Ciudad. Demografía Areatza (Vizcaya) <https://www.foro-ciudad.com/vizcaya/areatza/habitantes.html>

Climate-Data. Clima Areatza. <https://es.climate-data.org/europe/espana/pais-vasco/areatza-222770/>

Diagnóstico Ambiental del Municipio de Areatza. (2003); *Revista de AGENDA 21 LOCAL* (Documento1) 9-13

Apuntes Energías Alternativas. 4º Curso Ing.Téc.Industrial. Biomasa. Escuela Técnica de Ingeniería de Bilbao.

Llopis, G.,Rodrigo,V. Guía de la Energía Geotérmica. Madrid <https://www.fenercom.com/pdf/publicaciones/guia-de-la-energia-geotermica.pdf>

IDAE. Manual de Geotermia (Madrid. Junio de 2008) de <https://www.idae.es>

EVE (Ente Vasco de la Energia). Geotermia <https://www.eve.eus/Actuaciones/Geotermia.aspx>

IDAE (Octubre de 2006). López-Cozar, J.M. Manual de Energías Renovables. Energía Solar Térmica <https://www.idae.es>

EVE (Ente Vasco de la Energía), IKERLAN (Julio 1998). Atlas de Radiación Solar del País Vasco 3ª Edición (1999). Bilbao.

IDAE. Manuales de Energías Renovables. Energía de la Biomasa (Madrid. Enero de 2007) de <https://www.idae.es>

Serrano,P. (Marzo de 2017) Biomasa para Agua Caliente Sanitaria, calefacción y refrigeración de viviendas de <http://www.i-ambiente.es/?q=blogs/biomasa-para-agua-caliente-sanitaria-calefaccion-y-refrigeracion-de-viviendas>

Green Heiss Efficiency Systems (Noviembre de 2017). Tipos de Biomasa y cómo saber si es de calidad: Las astillas de <https://www.greenheiss.com/calidad-astillas-biomasa/>

IDAE. Biomasa Edificios. Energía de la Biomasa (Madrid. Octubre de 2007) de https://www.idae.es/uploads/documentos/documentos_10737_Biomasa_Edificios_A2007_6862bde5.pdf

Fomento de San Sebastián. Estudio de Viabilidad Técnico Económico DH TXOMIN. San Sebastián:

[https://www.donostia.eus/info/contratacion.nsf/vListadold/1E6EC8446A7C2DD3C1257F6300356A0C/\\$file/Estudio_de_viabilidad_DH_TXOMIN_11.pdf](https://www.donostia.eus/info/contratacion.nsf/vListadold/1E6EC8446A7C2DD3C1257F6300356A0C/$file/Estudio_de_viabilidad_DH_TXOMIN_11.pdf)

IDAE. Guía práctica sobre instalaciones centralizadas de calefacción y ACS en edificios de viviendas (Septiembre 2008). Madrid:

https://www.idae.es/uploads/documentos/documentos_11081_Guia_instal_centralizadas_cal_ef_y_ACS_edificios_08_659566a6.pdf

Ferrolí (11 de enero de 2017); Como combinar biomasa y energía solar térmica. <https://blog.ferrolí.es/como-combinar-biomasa-y-energia-solar-termica/>

12.- ANEXOS:

1) Especificaciones de las tuberías y accesorios preaislados

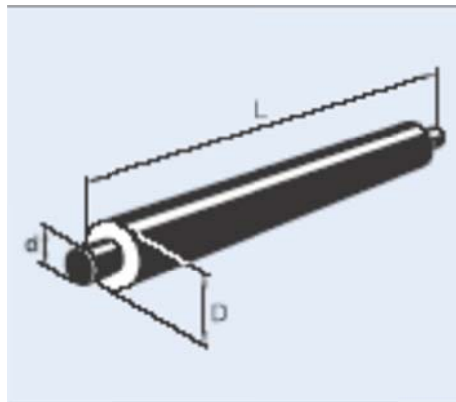
Las tuberías preaisladas utilizadas para la distribución de agua caliente estarán compuestas por la tubería portadora de acero, el aislamiento de poliuretano y una cubierta exterior de polietileno de alta densidad.

La tubería deberá soportar grandes esfuerzos cortantes entre la tubería de acero y la cubierta exterior, como mínimo de 0,12 N/mm en dirección axial y 2,2 N/mm en la dirección tangencial.

Todos los componentes que integran el sistema de tuberías deberán cumplir las siguientes normas técnicas:

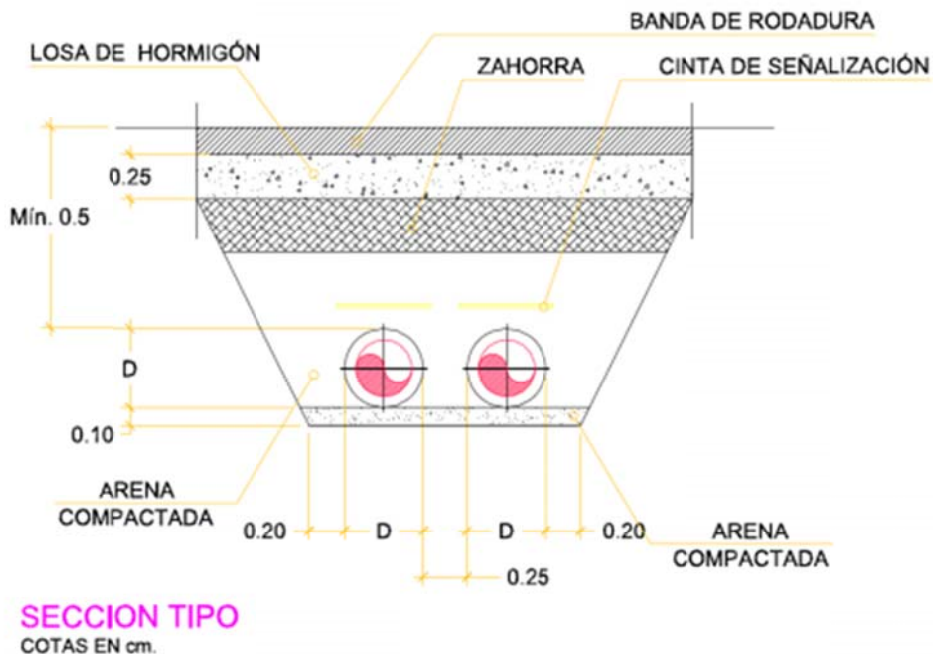
- ✓ EN 253: Sistema de tuberías preaisladas para redes de agua caliente/fría enterradas.
- ✓ EN 448: Accesorios preaislados para redes de agua caliente/fría enterradas.
- ✓ EN 488: Válvulas de acero preaisladas para redes de agua caliente/fría enterradas.
- ✓ EN 489: Ensamblaje de juntas para tuberías de calefacción/refrigeración urbana preaisladas.
- Tubería de acero: Las dimensiones que deberán cumplir las tuberías serán conformes a ISO/DIN 2458. Las tuberías se suministrarán como tuberías electro soldadas, de acero, calidad St. 37.0BW según DIN 1626. La soldadura de las tuberías debe ser conforme a los requisitos de DIN 1626 y su calidad será certificada conforme a DIN 50049/3.1B

Tubería preaislada



- Cubierta exterior: la cubierta deberá de cumplir con los requisitos técnicos de la EN 253 más reciente, y estará fabricada en polietileno de alta densidad (HDPE) con las siguientes características:
 - ✓ Densidad > 940 kg/m³ ISO 1183
 - ✓ Elongación > 350%/tracción ISO 527 de ruptura
 - ✓ Tensión al > 19 N/mm ISO 527 límite elástico
 - ✓ Índice de fusión 0,4-0,8 g/min ISO 1133
 - ✓ De estabilidad térmica
- Aislamiento: el aislante de poliuretano deberá cumplir los requisitos de la EN 253 y deberá fabricarse con ciclo pentano como agente esponjante. El proveedor deberá certificar que la vida útil de la espuma sea de 30 años y una temperatura constante de 140°C.

2) Detalles de las Zanjas



3) GANT

