

## DISEÑO E INSTALACIÓN DE UN SISTEMA DE ENERGÍA RENOVABLE PARA UN EDIFICIO

Dados los nuevos tiempos en los que estamos, la sostenibilidad de los edificios es uno de los aspectos más buscados por los gobiernos del mundo. Debido a la gran contaminación de las diversas fuentes de energía no renovables se está buscando el desarrollo de una gran variedad de fuentes de energía renovables y de poca contaminación. Algunas leyes como el cumplimiento del "Protocolo de Kioto" apoyan y exigen el uso de fuentes de energía renovable. Por eso pretendemos introducir y cumplir con todas las normativas vigentes en la Union Europea para poder conseguir y desarrollar un edificio sostenible.

Este proyecto pretende realizar un estudio técnico y económico de la sostenibilidad de la residencia "T16", ubicada en Wroclaw, Polonia.

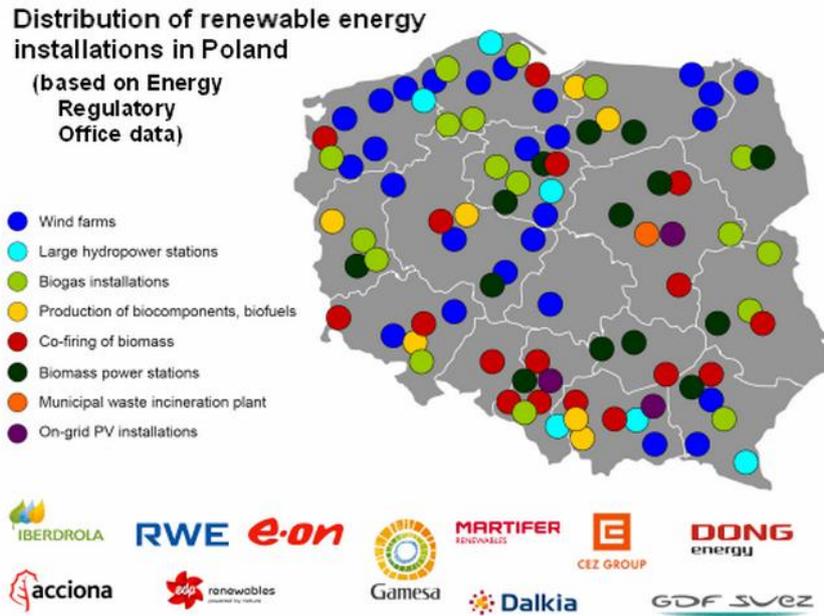
Se procederá a una remodelación y renovación de este edificio, y además de remodelar introduciremos diversos sistemas energéticos y de aislamiento en la estructura del edificio que reduzcan las pérdidas de energía del mismo.

Por otra parte, en este estudio hemos querido explorar las tecnologías existentes en materia de energía renovable y cuáles son las que mejor se adapten a nuestra zona climática y geográfica (Wroclaw). Dentro de este estudio, se analiza la situación económica y político de la zona en estudio.

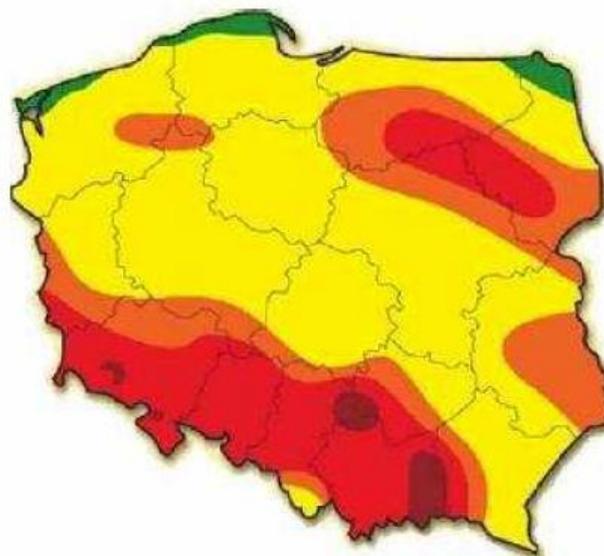
En la siguiente tabla mostramos los diferentes consumos de fuentes derivadas de energía renovable que Polonia debe cumplir hasta el año 2030. La energía que producimos a partir de fuentes de energía renovables son la Energía Eléctrica y la Térmica. Los datos mostrados están expresados en miles de toneladas de petróleo equivalente.

	2006	2010	2015	2020	2025	2030
<b>Energía Eléctrica</b>	<b>370.6</b>	<b>715.0</b>	<b>1516.1</b>	<b>2686.6</b>	<b>3256.3</b>	<b>3396.3</b>
Biomasa Sólida	159.2	298.5	503.2	892.3	953.0	994.9
Biogas	13.8	31.4	140.7	344.5	555.6	592.6
Viento	22.0	174.0	631.9	1178.4	1470.0	1530.0
Hidráulica	22.0	174.0	631.9	1178.4	1470.0	1530.0
Fotovoltaica	0.0	0.0	0.0	0.1	1.1	2.1
<b>Energía Térmica</b>	<b>4312.7</b>	<b>4481.7</b>	<b>5046.3</b>	<b>6255.9</b>	<b>7048.7</b>	<b>7618.4</b>
Biomasa Sólida	4249.8	4315.1	4595.7	5405.9	5870.8	6333.2
Biogas	27.1	72.2	256.5	503.1	750.0	800.0
Geotérmica	32.2	80.1	147.5	221.5	298.5	348.1
Solar Térmica	3.6	14.2	46.7	125.4	129.4	137.1

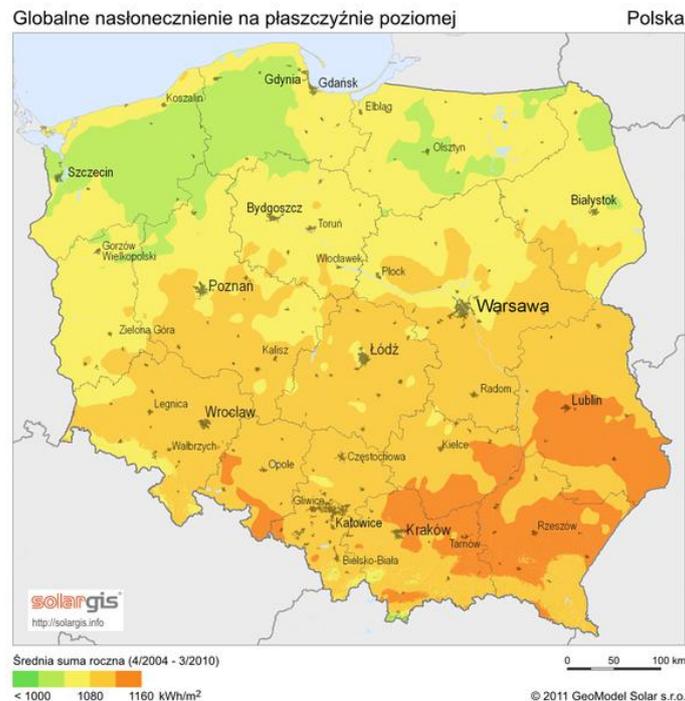
Las instalaciones de las diversas tecnologías de energía renovables en Polonia son muy variadas. La distribución es:



En nuestra zona vamos a desechar la opción de instalar las siguientes energías renovables: centrales eólicas, hidráulicas, geotérmica. Las dos últimas son prácticamente inviables por nuestra situación geográfica. La eólica, la evitaremos ya que nuestra zona no es una gran potencia en cuanto a viento, como podemos ver en el mapa.



Sin embargo, en nuestra zona geográfica tenemos una gran potencia en lo que a energía térmica solar se refiere.



Por tanto, las dos fuentes de energía que desarrollaremos serán la energía solar térmica y la energía derivada de la biomasa, ya que esta última es la mayor energía de generación renovable en Polonia.

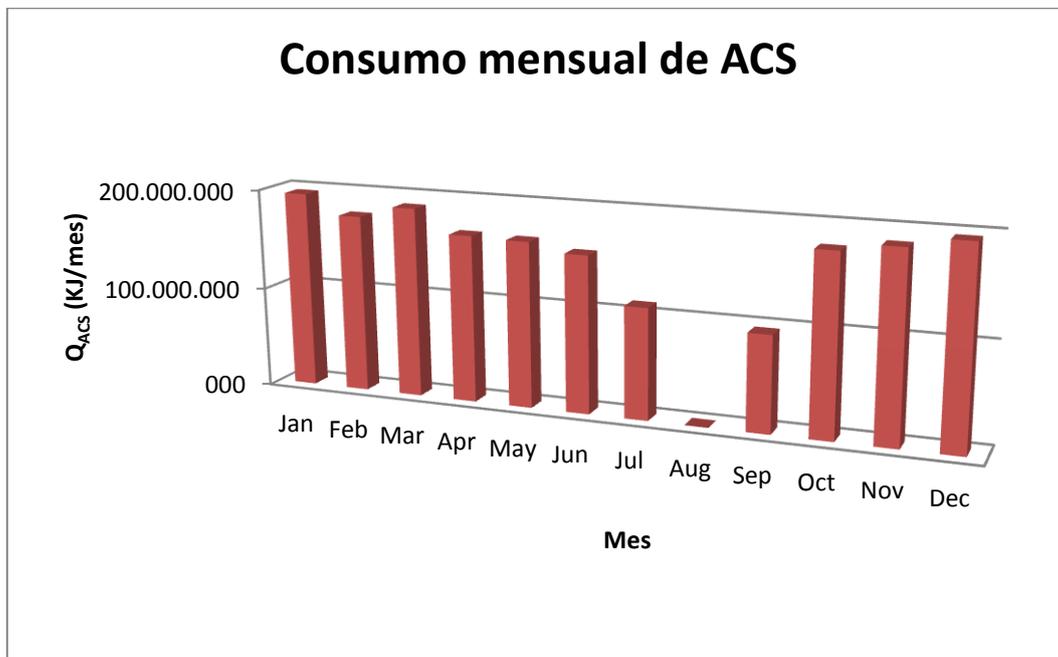
La situación actual del recubrimiento del edificio son unas placas metálicas que son un aislante medio en invierno pero muy mal aislante para el verano haciendo aumentar la temperatura interior del edificio, provocando una situación complicada el poder vivir en ese edificio. Además en invierno, debido al frío extremo que hay en esa zona geográfica, se puede provocar la congelación de las paredes. Por estas razones estudiamos otros sistemas de recubrimiento de fachadas, siempre teniendo en cuenta las bajas temperaturas en el exterior y la posible congelación de la fachada. Finalmente incorporaremos a nuestro edificio placas de Coteterm, ya que tienen una gran resistencia térmica y mejoran la eficiencia energética y térmica del edificio.

Se realiza un estudio de las necesidades energéticas del edificio, Agua caliente sanitaria y calefacción. Para ello calcularemos las resistencias térmicas de cada uno de los materiales e introduciremos en la remodelación materiales con mejores características térmicas y que obtengan un mayor rendimiento energético en la zona extrema de temperaturas en la que vivimos.

Cuando hayamos obtenido las necesidades energéticas de nuestro edificio pasaremos al diseño e implementación de los sistemas de energía renovable seleccionados.

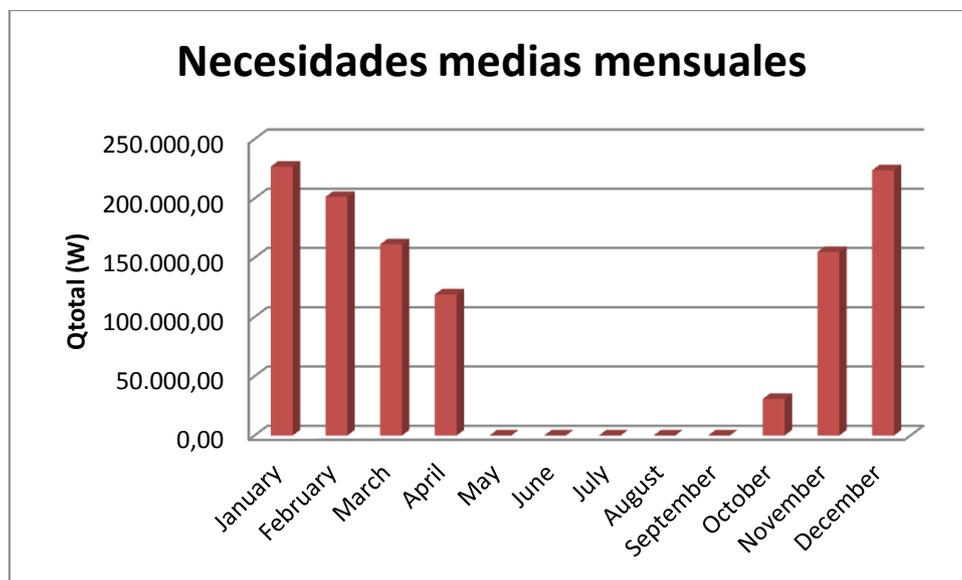
En la siguiente tabla se muestra la estimación de la demanda energética para calentar el Agua Caliente Sanitaria (ACS) en cada mes del año:

Mes	Q <sub>ACS</sub> (KJ/mes)
Enero	195.318.525,60
Febrero	176.416.732,80
Marzo	188.465.244,00
Abril	165.805.200,00
Mayo	164.478.758,40
Junio	155.856.888,00
Julio	110.337.833,76
Agosto	0,00
Septiem	95.503.795,20
Octubre	178.185.321,60
Noviem	185.701.824,00
Diciemb	195.318.525,60
<b>ANUAL</b>	<b>1.811.388.648,96</b>



La necesidad mensual media para calefacción es:

Month	$Q_{Total}$ (W)
Octubre	30.910,50
Noviembre	154.861,53
Diciembre	223.844,41
Enero	226.958,75
Febrero	201.327,55
Marzo	161.323,55
Abril	119.046,15



La generación térmica del edificio en la actualidad es con una caldera de gas, que calienta las necesidades energéticas para calentar el agua caliente sanitaria y la calefacción. Para reducir este consumo estudiamos la instalación de la tecnología solar térmica para conseguir la mayor producción posible, intentando conseguir un 25% de las necesidades energéticas demandadas para calentar el ACS necesaria en el edificio. En el proyecto analizamos la instalación de tubos de vacío y colectores solares térmicos de placas planas. Descartamos la posibilidad de instalar tubos de vacío debido a que su relación de eficiencia con respecto a los colectores planos no es lo suficientemente grande para compensar la diferencia de costes. Analizamos seis tipos distintos de colectores planos comparando sus costes, eficiencias y todos las características y aspectos relevantes para la decisión de instalación.

Para completar las necesidades energéticas del edificio instalaremos una caldera de biomasa en el sótano de edificio que suministrará la demanda energética que resta para calentar el ACS y también cumplir con la demanda de la calefacción.

Esta residencia cuenta con una demanda anual de calor 1.809,127 kWh, dividido en dos partes de acuerdo a lo que su consumo: calefacción (1.118,272 kW), agua caliente sanitaria (HSW) (690.855 kWh). Esta demanda será cubierta por un sistema de captación solar y un sistema de caldera de biomasa.

En este proyecto hemos tratado de hacer un diseño de la instalación que, por un lado lo más eficiente posible desde el punto de vista de la energía y, por otro lado, que su uso sea lo más cómoda posible para los salones del edificio en cuestión, todo ello sin restar servicios o garantiza el diseño de la misma. Esto se ha logrado con una instalación de captación solar centralizada para HSW y otra de instalación de biomasa de acumulación de agua caliente sanitaria y calefacción central, y la producción de energía auxiliar a través de Internet para todo el edificio (electricidad), teniendo en cuenta que todos los usuarios de obtener la mismos beneficios de la energía solar y la biomasa.

Se trata de un proyecto basado en la renovación de una residencia universitaria conocida como "Tower-16" de 726 m<sup>2</sup>. Este edificio data de comienzos del siglo 20 y las condiciones del edificio son óptimas.

El sitio se encuentra en Wroclaw (Polonia), en el barrio de Sródmiescie, sus límites son Zygmunta Wróblewskiego al norte, al este por el edificio "Tower-17", y al sur por el edificio "Tower-15", el resto de los límites son aparceros con fincas privadas, cuenta con la infraestructura y los servicios de pavimentación.

El edificio presenta once plantas y un sótano a la misma altura en todas sus fachadas. Se accede a la parcela en la que se encuentra a través de un porche con una sola escalera como acceso. La planta baja dispone de recepción, administración y secretario, y cómo cuatro grandes salas de estar, un baño, siete habitaciones y dos distribuidores. Las otras plantas constan de veinticuatro habitaciones y dos distribuidores, dos escaleras conectan todas las plantas, sólo pueden acceder desde una de ellas a la planta baja. Además disponemos de tres ascensores que conectan con todas las plantas menos el sótano.

La forma de la parcela es rectangular, con una superficie total de 943 m<sup>2</sup>, con una superficie construida de unos 726 m<sup>2</sup>. El edificio está situado en la Baja Silesia, más concretamente en la ciudad de Wroclaw.

En nuestro proyecto realizaremos un trabajo de demolición para la remodelación y comienzo de sostenibilidad del edificio. Se va a demoler casi todo el interior del edificio, excepto la planta baja, que está destinado a mantener todas las paredes exteriores de refuerzo y cambiando el acabado exterior. El orden de demolición será, en general, de arriba a abajo, en el orden inverso al de su construcción por lo que la demolición se realizará de forma prácticamente plana, con ninguna persona en la misma vertical, o en las proximidades de los elementos derribados o depósito. La demolición se llevará a cabo por medios manuales, usando la maquinaria pequeña para así poder mantener las paredes exteriores.

Después de la rehabilitación del edificio contará con doce plantas. Las plantas están interconectadas con dos escaleras, una de las cuales será la principal que conecta la planta

baja con el sótano, y también con la torre. El resto de las plantas estarán también conectadas con la escalera secundaria, conectando así los diez pisos residenciales. También hay tres ascensores que cumplan con la norma europea UNE 81-70, las normas para facilitar el uso de los ascensores para las personas con discapacidades físicas, poniendo en comunicación con la planta baja y las otras plantas. El sótano cuenta con un distribuidor, aseo, trastero y sala de calderas. Las otras plantas son accesibles a partir de los tres ascensores y dos escaleras, consta de 24 habitaciones, cocina y lavandería cada planta, hasta las diez.

La cobertura del suelo de la terraza es, desde la línea de la calle, de 39 m. En esta planta se encuentra la torre que alcanza la escalera secundaria que permita el acceso a la misma para su mantenimiento. La cubierta tiene una barandilla en todo el perímetro.

### Colectores solares

Un colector solar es un dispositivo diseñado para recoger la energía radiada por el sol y convertirla en energía térmica. Los colectores son usados fundamentalmente en sistemas domésticos de calefacción y ACS. El colector consiste en una caja plana metálica por la que circula un fluido, que se calienta a su paso por el panel. Los colectores solares planos funcionan aprovechando el efecto invernadero —el mismo principio que se puede experimentar al entrar en un coche aparcado al sol en verano—. El vidrio actúa como filtro para ciertas longitudes de onda de la luz solar: deja pasar fundamentalmente la luz visible, y es menos transparente a las ondas infrarrojas de menor energía.

El sol incide sobre el vidrio del colector, que siendo transparente a la longitud de onda de la radiación visible, deja pasar la mayor parte de la energía. Ésta calienta entonces la placa colectora que, a su vez, se convierte en emisora de radiación en onda larga o (infrarrojos). Pero como el vidrio es opaco para esas longitudes de onda, a pesar de las pérdidas por transmisión, (el vidrio es un mal aislante térmico), el recinto de la caja se calienta por encima de la temperatura exterior.

Al paso por la caja, el fluido calo portador que circula por los conductos se calienta, y transporta esa energía térmica a donde se desee.

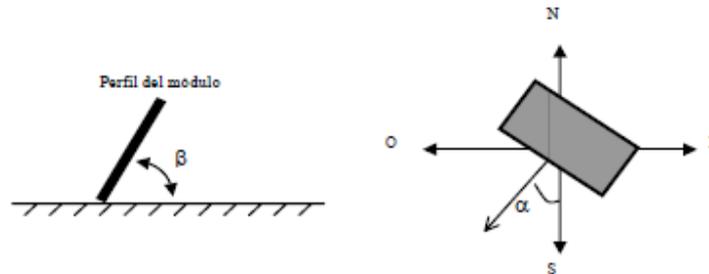
El rendimiento de los colectores mejora cuanto menor sea la temperatura de trabajo, puesto que a mayor temperatura dentro de la caja (en relación con la exterior), mayores serán las pérdidas por transmisión en el vidrio. También, a mayor temperatura de la placa captadora, más energética será su radiación, y más transparencia tendrá el vidrio a ella, disminuyendo por tanto la eficiencia del colector.

Instalaremos nuestras placas solares en el tejado de nuestro edificio, eliminando la superficie con sombras generada por la torre del edificio y las sombras de las propias placas. La superficie total que dispondremos evitando estas sombras es de 707,25 m<sup>2</sup>.

La orientación de los colectores solares son:

Ángulo de inclinación  $\beta = 51^\circ$

Ángulo de azimuth:  $\alpha = 11^\circ$



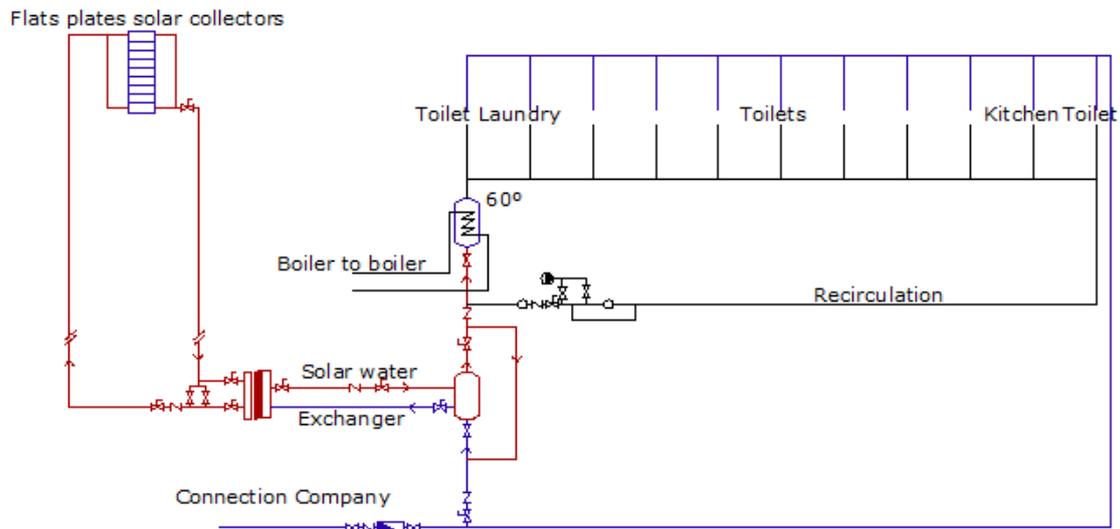
Los colectores se dispondrán en las filas, colocándolos de manera que la distancia entre hileras debe ser la suficiente para minimizar la sombra de unos sobre otros, teniendo una inclinación de los colectores igual a la latitud en la que nos encontramos y con orientación sur-este,  $11^\circ$  desde el eje del sur. Dentro de cada fila los colectores van a estar pegados

Para la selección de los colectores ha hecho un estudio de varias ofertas por una búsqueda en Internet. Hemos seleccionado una serie de colectores que creemos que pueden ser más representativos. Elegimos los colectores con un precio medio y las especificaciones técnicas estándar, ya que el propósito de este proyecto es evaluar las diferentes marcas y modelos, pero las comparaciones entre las distintas juntas para ver lo que le da un mejor rendimiento a un precio más bajo. Estos modelos de colectores planos son: Veissmann Vitosol 100-F, Veissmann Vitosol 200-F, Veissmann Vitosol 300-F, Ecosol sol 2300, Ecosol sol 2800, Ecosol sol 2800-H.

Calentaremos el agua en los colectores solares para llevarla a un depósito-intercambiador de calor en el sótano, para conseguir agua a  $60^\circ\text{C}$  y distribuirla por todo el edificio en forma de ACS.

Para calcular la cobertura solar usaremos el método de cálculo de las curvas f (F-Chart). Con este método se sabe la contribución del sistema solar a la entrada total de calor que se requiere para satisfacer las cargas térmicas y su rendimiento promedio durante un largo período de tiempo.

El boceto de la instalación completa es:



### Caldera de Biomasa

Nuestro sistema de Biomasa necesitará una potencia total de 288 kW para cumplir con la demanda necesaria. Para conseguir esta potencia instalaremos seis calderas de 48 kW en serie, para así poder regular la potencia generada en función de la demanda necesaria optimizando los gastos de generación.

El combustible a usar será pellet. El pellet es un combustible de madera virgen seca y prensada en pequeños cilindros, sin aditivos. El peso específico del pellet a granel es de aproximadamente  $6-700 \text{ kg/m}^3$ , mucho más alto que el de otros combustibles no prensados de madera (astillas). El poder calorífico alcanza las  $4.200 \text{ kcal/kg}$ , con una densidad energética de  $3000 - 3.400 \text{ kWh/m}^3$ .

A causa de la forma cilíndrica y lisa y del tamaño pequeño, el pellet tiende a portarse como un fluido, lo que facilita el movimiento del combustible y la carga automática de las calderas. El transporte puede realizarse con camiones cisterna, desde los cuales se bombea directamente en el depósito de almacenamiento del sistema. La alta densidad energética y la facilidad de movimiento hacen del pellet el combustible vegetal más indicado para sistemas de calefacción automáticos de todos los tamaños.

La caldera de biomasa (caldera y silo) se encuentra en el sótano. La dimensiones de cada una de las calderas se  $1340 \times 505 \times 1085 \text{ mm}$ , que serán colocado en una sala de  $92,75 \text{ m}^2$  como se muestra en el plano. El suministro de combustible será de un silo, situado en otra habitación situada aguas abajo de la sala de calderas. Por tanto, nuestro combustible pellets tendrá nuestra necesita energía como un volumen anual de  $928,74 \text{ m}^3$ , que se proporciona en seis cuotas anuales de  $154,79 \text{ m}^3$ . El silo tendrá unas dimensiones de  $7,90 \times 3 \times 9,35 \text{ m}$ , y el suelo del silo tendrá una inclinación de  $5^\circ$  a ambos lados del suelo que convergen en el centro de suelo.

Se realiza una instalación de una caldera de biomasa para conseguir la energía térmica necesaria para la calefacción y para calentar el ACS que los colectores solares no son capaces

de entregar. Se proyecta la energía térmica y ACS generada a partir de biomasa para la residencia "T16" en la forma de agua a 90 ° C medido por contador de energía situado en el punto de entrega, que se encuentra al lado de la caldera existente.

Toda la carga térmica que obtenemos irá a unos acumuladores-intercambiadores para así obtener el agua en las condiciones necesarias para cumplir con la demanda de energía. Sobre el sistema de acumulación podemos hablar de dos volúmenes de almacenamiento diferentes, el sistema solar y el sistema de calderas de biomasa. El sistema de captación solar consta de dos tanques de 5.000 litros y se utilizará sólo para el sistema de energía dedicada al calentamiento de agua caliente (ACS). El sistema de acumulación de calderas de biomasa se compone de 4 tanques de 5.000 litros, suficientes para almacenar la energía generada por las calderas. Para la calefacción realizaremos una recirculación del fluido calo-transportador por las diferentes calderas y todos los radiadores del edificio.

La instalación solar diseñada cubrirá 11,52% del agua caliente sanitaria anual (ACS) y la instalación de biomasa diseñado cubrirá las necesidades de energía restantes del edificio.

La distribución del sistema de calderas de biomasa, de los intercambiadores y el silo es el siguiente:

