



Universidad de Jaén

Facultad de Ciencias Sociales
y Jurídicas

Trabajo Fin de Grado

LAS ENERGÍAS RENOVABLES Y LA EFICIENCIA ENERGÉTICA APLICADAS AL IES AURINGIS

Alumno: Gabriel Ureña Rodríguez

Julio, 2018

UNIVERSIDAD DE JAÉN

Facultad de Ciencias Sociales y Jurídicas

Grado en Administración y Dirección de Empresas

TRABAJO FIN DE GRADO

**LAS ENERGÍAS RENOVABLES Y LA EFICIENCIA
ENERGÉTICA APLICADAS AL IES AURINGIS**

Presentado por:

GABRIEL UREÑA RODRÍGUEZ

Dirigido por:

Dr. D. JOSÉ ANTONIO LA CAL HERRERA

Jaén, Julio de 2018

RESUMEN

La utilización de las energías renovables, obtenidas a partir de la biomasa, como alternativa a los combustibles fósiles tradicionales, y su aplicación en la mejora de la eficiencia energética de un Instituto de Enseñanza Secundaria de Jaén son el objeto de este estudio que lleva como título “Eficiencia energética en el IES Auringis”. El punto de partida es la existencia de un pequeño olivar, patrimonio del propio Centro educativo, que permite no sólo el cultivo, la recolección y la producción de aceite sino también, y lo que es más innovador, el aprovechamiento de los subproductos del olivar para obtener parte de la biomasa que se pueda utilizar en la sustitución de la actual caldera del centro, alimentada por gasóleo, por otra nueva movida por energías renovables, limpias y menos contaminantes, que supongan un compromiso con el medio ambiente para contribuir así a paliar los efectos del CO₂; también son puntos a destacar en el actual trabajo la puesta en valor del tradicional cultivo de Jaén como fuente de renovación energética, la reducción de costes económicos a partir de la transformación del sistema de producción energética, así como la implicación del alumnado, profesorado y comunidad escolar y la posibilidad de extender este proyecto a otros centros educativos de Andalucía.

ABSTRACT

The use of renewable energies obtained by biomass, as an alternative to traditional fossil fuels, and its application in improving the energetic efficiency of a local high school based in Jaén are the subject of the present thesis named “The renewable energies and the energetic efficiency applied to I.E.S. Auringis”. The starting point is the existence of a small olive grove, patrimony of the high school itself, which allows not only the cultivation, collection and production of oil but also, which is more innovative, the use of olive by-products in order to obtain a part of the biomass energy that could be used in the replacement of the center’s current boiler, fueled by diesel, with a brand new one powered by renewable, clean and less polluting energies, which imply a commitment to the environment in order to contribute to mitigate the effects of CO₂; it also highlights in the current work the valuing of the traditional Jaén’s crop as a source of energy renewal, the reduction of economic costs from the transformation of the energy production system, as well as the involvement of the students, teachers, and scholar community and the possibility of extending this project to other high schools in Andalusia.

ÍNDICE

Número	Tema	Página
0	RESUMEN. ABSTRACT	3
1	INTRODUCCIÓN	7
	1.1 IES Auringis: identidad, entorno y olivos	
	1.2 Aspectos estratégicos, pedagógicos y didácticos sobre el olivar, el aceite y la biomasa.	
2	OBJETIVOS	9
3	HIPÓTESIS Y JUSTIFICACIÓN DEL ESTUDIO	10
4	METODOLOGÍA	12
5	ANTECEDENTES Y PUNTO DE PARTIDA	13
6	OLIVAR Y PROTECCIÓN DEL MEDIO AMBIENTE	14
7	LA BIOMASA	15
8	SUBPRODUCTOS DEL OLIVAR QUE GENERAN BIOMASA.	22
	8.1 La poda	24
	8.2 El orujo	25
	8.3 El orujillo	26
	8.4 El hueso de aceituna	27
	8.5 El hojín	27
9	SUSTITUCIÓN DE LA CALDERA ACTUAL POR UNA CALDERA DE BIOMASA	29
	9.1 Caldera actual del IES Auringis	29
	9.2 Datos climáticos de la ciudad de Jaén	29
	9.3 Nueva caldera alternativa	31
	9.4 Condiciones del edificio	33

	9.5	Sala de calderas	33
	9.6	Caldera de biomasa	34
	9.7	Equipos auxiliares	35
	9.8	Chimenea de evacuación de gases.	37
	9.9	Silo de combustible	37
	9.10	Protección contra incendios	39
	9.11	Aparatos de medición	39
10	CONCLUSIONES		47
	10.1	Sobre la didáctica de la historia y la cultura del olivo	47
	10.2	Sobre el medio ambiente	47
	10.3	Sobre la biomasa	48
	10.4	Sobre las alternativas en el sistema de calefacción	49
	10.5	Sobre la poda del olivar	50
	10.6	Sobre el orujo y el orujillo	52
	10.7	Sobre el hueso de aceituna	52
	10.8	Sobre el hojín	53
	10.9	Propuestas generales	53
11	REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS Y PÁGINAS WEBS		57

CUADROS		
1	Procesos de transformación de la biomasa	17
2	Aplicaciones de la energía de la biomasa	18
3	El potencial de biomasa en Andalucía	19
4	Plantas de generación de energía eléctrica con biomasa	19
5	Balance de masas del proceso de la industria del aceite	21

6	Materias primas y subproductos del olivar	23
7	Temperaturas medias en Jaén por estaciones	30
8	Temperaturas máximas y mínimas mensuales en Jaén	31
9	Comparación de características de combustibles	32
10	Volumen del silo por Kw de potencia instalada (M3/Kw)	38
9	Elección del tipo de biomasa a utilizar como combustible.	40
12	Ventajas empresariales, energéticas, ambientales, sociales y económicas que puede comportar un cambio de uso de energía en el IES Auringis	42
13	Uso energético en el IES Auringis	55

1.- INTRODUCCIÓN

1.1.- IES Auringis: identidad, entorno y olivos

El IES Auringis está ubicado en la zona noreste de Jaén, en el Cerro de Los Lirios, en paralelo al Gran Eje, cercano al Parque de Bomberos, en las proximidades de la carretera de salida hacia Córdoba. Forma parte de la zona escolar número 1 de Jaén. Su alumnado procede de barrios que se han constituido entre el final de la Guerra Civil e inicio de la dictadura, años 40, y otros que se han configurado en la época de la transición y de la democracia en las décadas de 1950 a 1990.

El IES Auringis recibe alumnado para la ESO de los Centros Educativos de la 1ª zona escolar de Jaén. Cuenta con enseñanzas de ESO, Bachillerato y Ciclos Formativos de Grado Medio y grado Superior. Es el Instituto con más solicitudes para cursar 1º de la ESO en la ciudad de Jaén. Escolariza aproximadamente 850 alumnos y alumnas y una plantilla-cupo de 85 profesores.

Los olivos contiguos al pabellón deportivo, en el interior del recinto del Instituto, han supuesto una oportunidad a través del Proyecto “OLIVO, BIOMASA Y PRODUCCIÓN DE ACEITE DE OLIVA”. Se trata de 300 m² y 40 olivos, dispuestos en una suave pendiente. Profesorado de los Departamentos de Tecnología, Biología y geología, Física y química, Matemáticas y Filosofía, se han implicado en la organización del laboreo, corta y trituración de la poda, gestiones con la almazara Mercaoliva de Lahiguera para la molturación de aceite ecológico en una perspectiva de defensa del medio ambiente y de creación de energías renovables y de progresivamente crear fuentes energéticas alternativas, obtenidas a partir de la biomasa del olivar, aplicables al IES Auringis.

1.2. Aspectos estratégicos, pedagógicos y didácticos sobre el olivar, el aceite y la biomasa.

- El Equipo Directivo encarga la coordinación del Proyecto “Olivo, biomasa y producción de aceite ecológico” al representante de la Dirección en el Sistema de Gestión de la Calidad.
- El Equipo Técnico de Coordinación Pedagógica participó en el análisis del diseño inicial y en su implementación.
- El Claustro y el Consejo Escolar del Centro lo conocieron y se pronunciaron favorablemente a su realización.

- Tanto el ETCP como los Órganos Colegiados valoraron y evaluaron su aplicación y resultados.
- Los Departamentos Didácticos implicados en su realización: Tecnología, Biología, Física y química, Matemáticas, Filosofía e Historia.
- Alumnado participante: 4º de la ESO.
- Colaboración e implicación del AMPA (Asociación de Madres y Padres de Alumnos)
- Incorporación al Proyecto Educativo del Plan de Centro e inserción en Sistema de Gestión de Calidad.
- El Proyecto “olivo, biomasa y aceite ecológico” ha sido incorporado por la Consejería de Educación al portal de Buenas Prácticas Educativas.
- Las temáticas curriculares que se han abordado por parte de los distintos Departamentos han sido:
 - El olivar: importancia histórica, cultural y económico-social.
 - El olivar de Jaén en el contexto del olivar andaluz.
 - Funciones de las almazaras.
 - Industria, residuos y subproductos.
 - El olivar como fuente de biomasa.
 - Problemas medioambientales de los subproductos.
 - Aplicaciones alternativas: energías renovables y eficiencias energéticas.

2.- OBJETIVOS

Este Trabajo Fin de Grado pretende alcanzar objetivos relacionados con el estudio y propuesta de alternativas de energías renovables frente a las energías fósiles en el IES Auringis, partiendo de la referencia de un olivar de pequeña extensión en este Centro educativo, que implique no sólo la sensibilización respecto a la importancia cultural, económica, gastronómica y social del aceite de oliva sino también la incorporación de la biomasa del olivar a un nuevo proyecto energético.

El objetivo principal conlleva la consecución de otros objetivos complementarios como son los de:

- Analizar las posibilidades que los subproductos del olivo ofrecen para la obtención de biomasa que permita la sustitución de energías tradicionales por energías renovables más propicias a la protección ecológica del medio ambiente, la disminución de las emisiones de CO₂, y la rentabilidad económica.
- Proponer tecnologías, equipamientos, obras, equipamientos, instalaciones y maquinarias adecuados para el aprovechamiento de la biomasa.
- Indagar la legalidad que rige los instrumentos de intervención en materia de adecuación energética y medio ambiente.
- Colaborar a la mejora de las condiciones térmicas y ambientales del Instituto haciendo aportaciones a la elaboración de un Plan de Acondicionamiento Bioclimático y Renovable, definiendo como ejes:
 - Sensibilizar sobre la importancia de cambiar hacia las energías renovables.
 - Fomentar el ahorro de energía y de gasto económico.
 - Hacer aportaciones al cambio climático colaborando a reducir emisiones de gases de efecto invernadero.

3.- HIPÓTESIS Y JUSTIFICACIÓN DEL ESTUDIO

- Hipótesis:
 - Desde un Centro educativo de Enseñanza Secundaria es viable la puesta en marcha de investigación pedagógica y acciones prácticas para la sensibilización y puesta en marcha de utilización de energías renovables y minimizar los efectos y huella del carbono, a partir de sus propios recursos y recursos complementarios para obtener biomasa del olivar en un contexto de preocupación social por la incidencia de los efectos climatológicos en nuestra ciudad y en la Comunidad Autónoma.
- Justificación:
 - El cambio climático es una realidad constatable científicamente que está afectando al medio ambiente con temperaturas anuales muy contrastadas entre los meses de invierno y verano que afectan negativamente al planeta.
 - La situación geográfica de Andalucía hace especialmente vulnerable al calentamiento global a nuestra Comunidad Autónoma.
 - Según publica por la Consejería de Economía, Innovación y Ciencia *“En relación a su participación en el consumo de energía primaria, las energías renovables suponen en Andalucía el 14,4% del total, mientras que España se cuantifica su peso relativo en el 11,4% y para el conjunto de la Unión Europea en el 10%. En 2012, respecto al consumo total de energía eléctrica, las renovables suponen el 34% del consumo”*.
 - Las edificaciones escolares se diseñaron, en muchas ocasiones, sin tener en cuenta este hecho y adolecen de deficiencias como su orientación, cambios de aire, arbolado en patios y entornos, cerramientos rígidos y flexibles inapropiados... La realidad es que las bajas temperaturas del invierno, las altas de primavera y las elevadas del verano, o bien no se afrontan debidamente o bien se emplean sistemas de electricidad, gas o máquinas y aires acondicionados de alto coste económico y perjudiciales para la salud y el medio ambiente.
 - El contexto climático afecta negativamente al rendimiento escolar y, por ende, a la calidad de la enseñanza.

- La Consejería de Educación de la Junta de Andalucía, en coordinación con la Agencia de la Energía Andaluza, se ha comprometido a la aplicación de un Plan de Climatización de Centros educativos, tomando como prioridad las provincias del Valle del Guadalquivir, esto es, Jaén, Córdoba y Sevilla.
- El Parlamento de Andalucía analiza y debate una Proposición de Ley para la mejora de las condiciones térmicas y ambientales de los centros educativos andaluces mediante técnicas bioclimáticas y uso de energías renovables.
- Se va expandiendo la idea de que cada Instituto debe contar con un Plan de Acondicionamiento Bioclimático Renovable en el marco de una Guía técnica para la adecuación y la rehabilitación ambiental bioclimática y el uso de energías renovables de los centros públicos andaluces.

4.- METODOLOGÍA

Entendemos la metodología como estructura conceptual, pero también como convergencia de métodos, procedimientos, técnicas o documentos, aplicados de forma sistemática, con criterios científicos, durante este proceso de investigación para alcanzar las finalidades, objetivos y resultados planteados en este Trabajo de Fin de Grado.

Entre los aspectos metodológicos aplicados figuran:

- Visitas al portal de la Agencia Andaluza de la Energía así como de otras publicaciones y páginas WEBS que se ocupan de la biomasa derivada del olivar.
- El seguimiento del proyecto del IES Auringis, que figura en el Portal de Buenas Prácticas Educativas, en relación con “olivos, biomasa y aceite ecológico”.
- La sensibilización de la comunidad escolar sobre la importancia económica, social y laboral de la explotación olivarera así como de las posibilidades que ofrece en el campo de nuevas energías alternativas.
- El estudio tanto de normativas institucionales como de publicaciones y páginas webs sobre biomasa.
- La revisión de investigaciones sobre la utilización de los subproductos del olivar para la producción de biomasa y la generación de energías renovables.

- La atención a las políticas tanto de la Junta de Andalucía como del Parlamento de Andalucía referidas a los planes de climatización como de las mejoras energéticas en los centros escolares no universitarios.
- Indagación sobre las plantas de generación de energía con biomasa.
- La elaboración de conclusiones con propuestas para el IES Auringis en cuanto a acciones educativas y organizativas tendentes al aprovechamiento de la biomasa, adecuación de infraestructuras a la producción de energías renovables dirigidas a propiciar respuestas de compromiso medioambiental para el IES Auringis que puedan extenderse a otros Centros escolares de la Comunidad Autónoma.

5.- ANTECEDENTES Y PUNTO DE PARTIDA

Andalucía cuenta con un potencial de producción de biomasa de 3.958 kilo toneladas equivalentes de petróleo (ktep) al año, según datos de la Agencia Andaluza de la Energía, *“un recurso muy abundante de la región con el que podría cubrirse el 22’5% del total de consumo de energía primaria en la comunidad, el equivalente a lo que consumirían energéticamente más de 834.000 habitantes”*.

Insiste la Agencia Andaluza de la Energía que la principal fuente de biomasa procede del olivar, lo que nos lleva a una atención especial a los subproductos: podas y hojín, orujo y alpeorujo, hueso de aceituna o pélets que pueden ser aprovechados como biocombustibles de elevada calidad, susceptibles de sustituir combustibles fósiles tradicionales, con un potencial que puede alcanzar y hasta superar los 40%. Y recordemos que, además de Jaén, hay otras tres provincias andaluzas que destacan en la producción de biomasa como Sevilla y Córdoba.

Andalucía, ciertamente, está llamada a liderar, a nivel nacional, la incorporación de la biomasa térmica y, actualmente, supera las 25.000 instalaciones de calderas, estufas, chimeneas... con materiales procedentes de la madera del olivo y otros árboles. Es también la primera comunidad, en consumo de biomasa alcanzando las 515.000 toneladas equivalentes de petróleo en 2013, según datos que facilitan instituciones como la Agencia Andaluza de la Energía. Al tiempo que aumenta significativamente el número de fábricas de pélets en funcionamiento.

El uso de las energías renovables ayuda a reducir las emisiones causantes de la lluvia ácida (NO, SO₂) y sustituyen progresivamente la generación de combustibles convencionales como el fueloil y el gas.

Estas innovaciones hay que llevarlas a los Centros escolares que no pueden vivir al margen de la investigación y la apuesta por emplear recursos energéticos renovables en sus edificios, combatir el efecto de los gases invernadero y sensibilizar a los futuros ciudadanos de estas buenas prácticas de uso energético y protección de la naturaleza con recursos propios como el olivar.

6.- OLIVAR Y PROTECCIÓN DEL MEDIO AMBIENTE

La incidencia positiva del olivar en el medio ambiente debe ser un compromiso prioritario. Los trabajos de preparación del terreno, poda del olivo, tratamiento de los subproductos como los señalados en el epígrafe anterior, así como el tratamiento de las aguas residuales deben estar planificados y desarrollados desde la protección al medio ambiente. La producción de biomasa y su reversión en el contexto en que se producen las energías renovables forman parte de la perspectiva estratégica, medioambiental, energética y económica del proyecto.

Jaén y Andalucía vienen ocupando, durante siglos, un papel protagonista en el cultivo del olivar, la extracción del aceite de oliva y la generación de subproductos olivareros.

Debemos apoyar y potenciar aquellas iniciativas que desarrollen oportunidades de la agricultura del olivar para la reducción de CO₂ de la atmósfera. La contención de las emisiones se puede conseguir produciendo biomasa que sustituya parte de la energía fósil utilizada. El complemento debe ser el aumento de la capacidad de almacenamiento de CO₂ en el suelo agrícola incrementando su base orgánica.

El cultivo del olivar y la producción de aceite de oliva, desde la estrategia de la producción de biomasa y energías renovables, así como concepción ecológica de la agricultura y la producción agraria integrada permiten mejorar tanto el balance energético como el de las emisiones de carbono y, por tanto, mejorar nuestra relación con el ecosistema del entorno.

7.- LA BIOMASA

Universalmente, científicamente, está aceptada la definición del concepto de biomasa como *“cualquier materia orgánica que haya tenido su origen inmediato como consecuencia en un proceso biológico, espontáneo o provocado, utilizable como fuente de energía”* (Cabrera, 2011: 7). Por su parte, AENOR, la Asociación Española de Normalización y Certificación, cataloga la biomasa como *“todo material de origen biológico excluyendo aquellos que han sido englobados en formaciones geológicas sufriendo un proceso de mineralización”*.

El contenido energético de la biomasa procede, en última instancia, de la energía solar que los vegetales fijan en la fotosíntesis y convierten en energía química. Rompiendo los enlaces de los compuestos orgánicos, con la generación de azúcares, dióxido de carbono, agua, absorción de luz solar, pigmentos, una determinada temperatura, que convergen en la combustión, se completa el proceso fotosintético.

La biomasa, en cuanto energía renovable, acumula la energía generada durante el periodo del crecimiento del olivo y, a través del proceso químico, esta energía acaba liberándose y produciendo calor y energía mecánica. Respeta el medio ambiente ya que la biomasa es la fuente de energía completamente neutra. El CO₂ emitido en su combustión es previamente absorbido en la atmósfera durante su crecimiento vegetal; no produce olores; no conlleva riesgo de explosión; no genera incendios.

La Directiva 2009/28/CE, de 23 de abril de 2009, relativa al fomento del uso de energía procedente de fuentes renovables, por la que se modifican y derogan las Directivas 2001/77/CE y 2003/30/CE, ofrece una definición de biomasa con aceptación universal en términos de *“la fracción biodegradable de los productos, desechos y residuos de origen biológico procedentes de las actividades agrarias (incluidas las sustancias de origen vegetal y animal) de la silvicultura y de las industrias conexas, incluida la pesca y acuicultura, así como la fracción biodegradable de los residuos industriales y municipales”*. (Unión Europea 2009).

Es común considerar tres grupos de fuentes para aprovechamiento energético: la biomasa natural que se produce sin intervención humana, como flora terrestre, aunque conviene tener en cuenta que un hipotético aprovechamiento descontrolado puede dañar el ecosistema; la biomasa residual procedente de recursos orgánicos agrícolas y forestales –incluso industriales y ganaderos–, así como la generada por acciones

orgánicas humanas en la vida cotidiana; y la biomasa producida por cultivos que tienen como finalidad la producción de energía.

El Plan de Energía Renovable (PER) 2011-2020 la cataloga así, según su uso:

- *“Biomasa Térmica: aplicaciones tecnológicas dedicadas al suministro de calor para calefacción, producción de ACS y/o procesos industriales. Está claramente dividida en aplicaciones para edificios y otros y aplicaciones para procesos industriales. Los tipos de biomasa más comunes en los usos térmicos proceden de las industrias agrícolas (huesos de aceitunas y cáscaras de frutos secos), de las industrias forestales (astillas, virutas...) y de actividades silvícolas y de cultivos leñosos (podas, leñas...). Estos materiales se pueden transformar en pélets y briquetas, astillas molturadas y compactadas que facilitan su transporte, almacenamiento y manipulación.*
- *“Biomasa eléctrica: aplicaciones para generación de energía eléctrica tanto de forma exclusiva como mediante sistemas de cogeneración o sistemas de co-combustión” (IDEA, 2011: 142)*

La biomasa agrícola derivada del olivar, incluye residuos orgánicos y restos vegetales que se encuentran en los subproductos del olivar, como ejemplifica la poda.

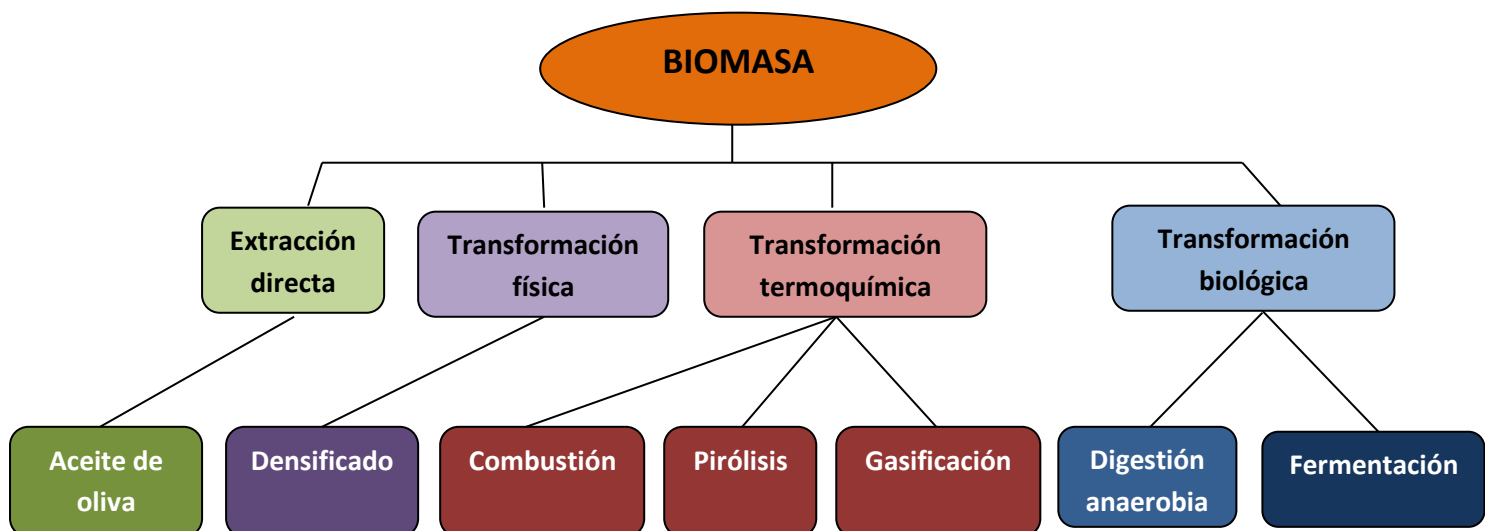
Esta biomasa es especialmente valiosa no sólo porque el aceite de oliva es un producto gastronómicamente muy apreciado sino también porque, como queda dicho, produce subproductos con interesantes y productivas posibilidades energéticas. Efectivamente, mediante el uso de las tecnologías convenientes se pueden producir tanto energía térmica como eléctrica, e incluso biocarburantes para el transporte. De ahí que la poda del olivar, el orujo, orujillo, hueso de aceituna y la hoja del olivar nos sean de especial utilidad porque facilitan las energías alternativas renovables, saludables y limpias

Cada vez son más los expertos y especialistas que consideran que Europa podría autoabastecerse con energía renovable durante dos tercios de los días del año, utilizando la mayoría de ellos, la biomasa de manera exclusiva la biomasa. Javier Díaz, Presidente de Avebion (Asociación Española de Valorización Energética de Biomasa) asegura que *“la bioenergía es la fuente de energía renovable más importante de Europa. Ya está cerca de sobrepasar al carbón para convertirse en la primera fuente de energía*

autóctona”. La Unión Europea, para 2020, se ha fijado como objetivo energético de alcanzar el 20% de producción de energía a partir de renovables.

En España el incremento energético del consumo de la biomasa, exponencialmente, tiende a incrementarse. Entre 2008 y 2016 el número de instalaciones creció desde algo más de 10.000 hasta superar las 200.000. Jorge Herrero, Director de Proyectos de Avebion, recuerda que, entre 2000 y 2015, la biomasa ha pasado de aportar del 3’2 al 6% de energía primaria consumida en nuestro país. Según datos facilitados por la Diputación Provincial de Jaén, el 80% de la biomasa procedente del olivar (hueso de aceituna, pélets, astillas...), disponible en Andalucía, se encuentra en la provincia de Jaén.

Cuadro 1.- PROCESOS de TRANSFORMACIÓN de la BIOMASA



Cuadro 2.- APLICACIONES de la ENERGÍA de la BIOMASA

Térmica

Generación de electricidad

Biocarburantes

Cuadro 3.- EL POTENCIAL de BIOMASA EN ANDALUCÍA

Datos publicados por la Agencia Andaluza de Energía en diciembre de 2017 asciende a 3955 ktep			
		Toneladas	Ktep
Residuos agrarios	Olivar	2.524.419	803
	Biomasa agrícola	4.606.473	1.322
Total potencial biomasa en Andalucía		20.159.249	3.955

Cuadro 4.- PLANTAS DE GENERACIÓN DE ENERGÍA ELÉCTRICA CON BIOMASA

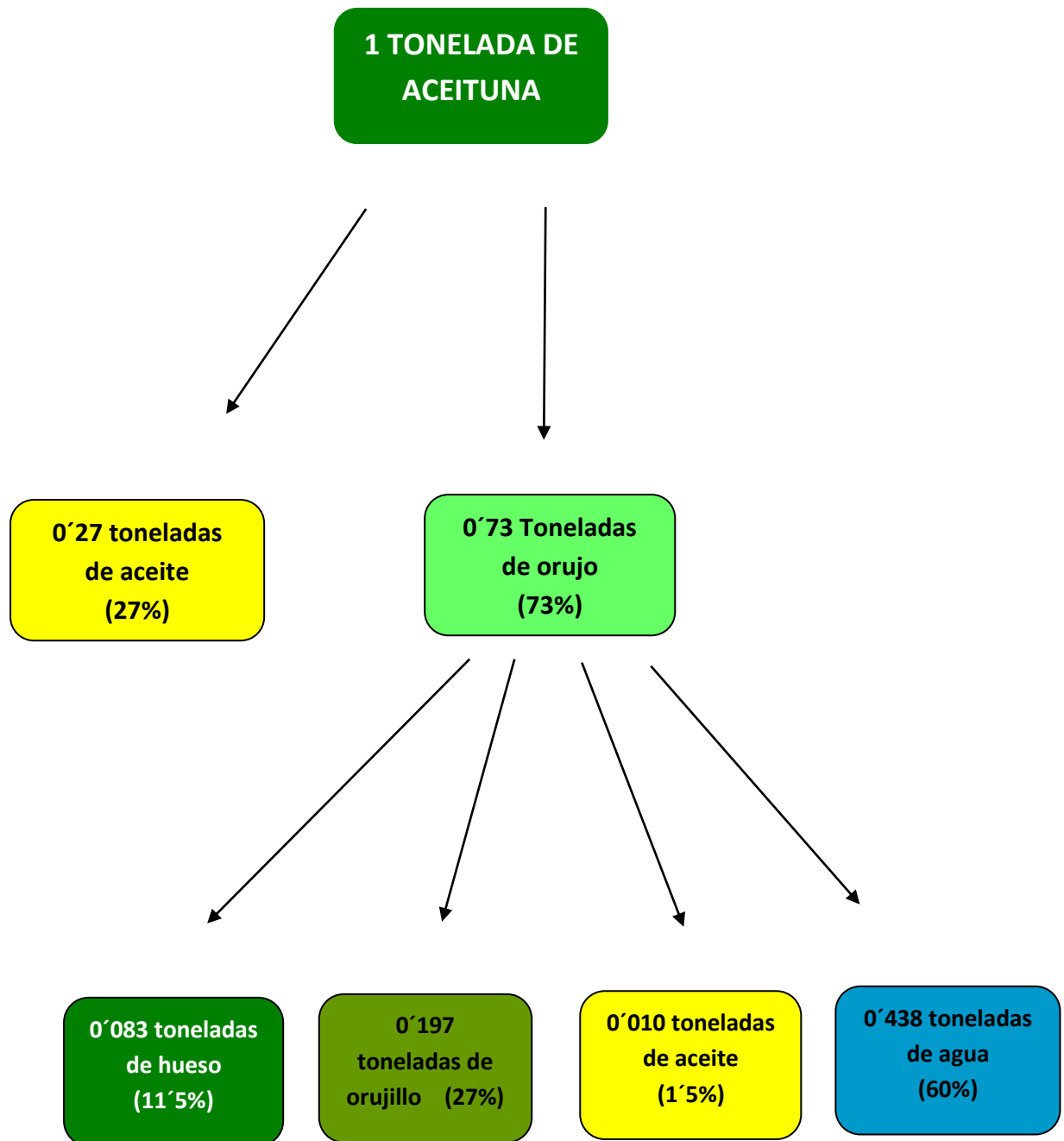
Datos publicados en diciembre de 2017 por la Agencia Andaluza de Energía

Industria biomasa Municipio/Provincia Puesta en servicio	Potencia	Tipo de biomasa	Tipo de central
Agroenergética Baena Baena (Córdoba) 2002	25	Orujillo Astilla	Cogeneración con biomasa
Bioenergética Egabrense Cabra 2006	8	Orujillo Astilla	Generación
Severaes Cañete de las Torres (Córdoba) 2009	0'1	Poda de olivo	Generación
Bioenergía Santa María Palenciana (Córdoba) 2007	14'3	Orujillo Astilla	Cogeneración con biomasa
El Tejar Autogeneración Palenciana (Córdoba) 1999		Orujillo	Cogeneración con biomasa
Vetejar Palenciana (Córdoba) 2000	12'9	Orujillo Astilla	Generación
Biomasa Puente Genil Puente Genil (Córdoba) 2006	9'82	Orujillo Astilla	Generación
Ence I San Juan del Puerto (Huelva) 2009	40'92	Astilla	Generación

Ence Biomasa San Juan del Puerto (Huelva) 2012	50	Astilla	Cogeneración
Tradema Linares (Jaén) 2001- Parada	2	Astilla	Cogeneración con biomasa
Bioenergética de Linares Linares (Jaén) 2009	15	Orujillo Astilla	Generación
La Loma Villanueva del Arzobispo (Jaén) 2002	16	Orujillo Astilla	Generación
Aldebarán Energía Guadalquivir Andújar (Jaén) 2010	6	Poda olivo Astilla	Generación
Fuente de Piedra Fuente de Piedra (Málaga) 2004	8´04	Orujillo Astilla	Generación
Extrago Villanueva de Algaidas 2003	9´15	Orujillo Astilla	Generación

Cuadro 5.- BALANCE DE MASAS DEL PROCESO DE LA INDUSTRIA DEL ACEITE

Datos publicados por la Agencia Andaluza de Energía en 2017



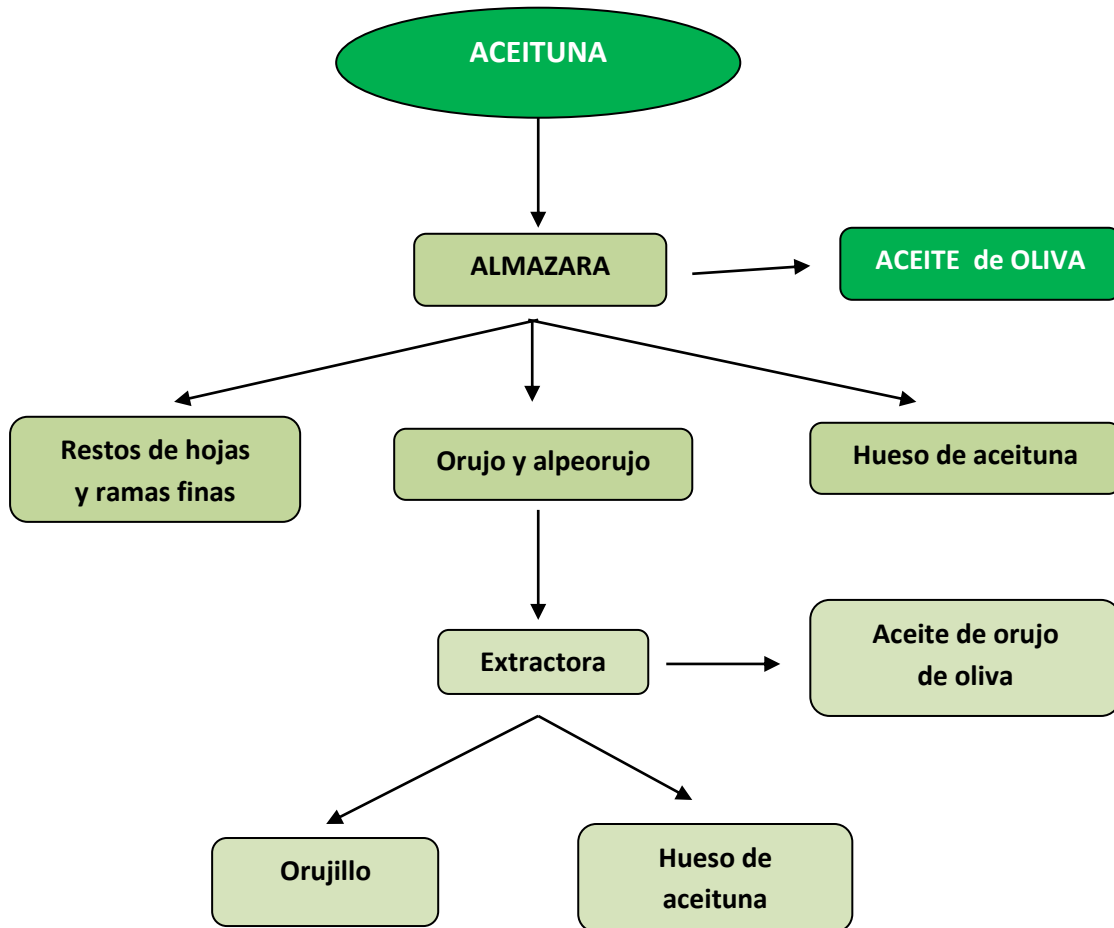
8.- SUBPRODUCTOS DEL OLIVAR QUE GENERAN BIOMASA

La principal riqueza de Jaén, el olivar y las industrias derivadas, tiene como riqueza contrastada y potencial la biomasa. El olivo, además de la producción del valioso aceite, ofrece subproductos con un extraordinario contenido energético que llama a reemplazar los combustibles fósiles por los renovables. Esto viene motivando la proyección de la tecnología sobre la energía térmica, la eléctrica y los biocarburantes para el transporte.

La mejora en la gestión de los subproductos del olivar son claves, como advierte el profesor José Antonio La Cal, para su integración en la cadena de valor del Aceite de Oliva Virgen Extra. “El sector oleícola se enfrenta a un conjunto de retos tales como la calidad, la internacionalización o la sostenibilidad, entre otros, con la finalidad siempre de incrementar la rentabilidad de los agricultores y de mejorar la eficiencia de todos los procesos que están asociados, directa o indirectamente, a la producción de aceite de oliva, tanto en las explotaciones como en las industrias de transformación (almazaras y extractoras de aceite de orujo, principalmente)”.

Según la Agencia Andaluza de la Energía “las industrias derivadas del olivar generan una serie de subproductos con un contenido energético importante. Mediante una tecnología adecuada, puede obtenerse a partir de ellos tanto energía térmica como eléctrica e incluso biocarburantes para el transporte. Los subproductos susceptibles de valorización energética son el orujo, orujillo, el hueso de aceituna, la hoja de almazara y la poda del olivar”.

Cuadro 6.- MATERIAS PRIMAS Y SUBPRODUCTOS DEL OLIVAR



8.1. La poda

La poda, al igual que el abonado, las labores y los tratamientos fitosanitarios, tiene como objetivo principal incrementar la producción de fruto. Las ramas y los ramones más finos se queman para regenerar orgánicamente el suelo y mejorar sus propiedades.

Puesto que este olivar se destina a la obtención del aceite de oliva, y no a la aceituna de mesa, la poda se planifica para llevarla a cabo cada dos años. Una poda adecuada, así como los orujos, el orujillo y el hueso, valoriza el olivar desde la perspectiva de la contribución energética.

Para evitar restos lignocelulósicos que propagan enfermedades como el “barrenillo”, pequeño escarabajo de color oscuro que busca la madera y la ataca, acudiendo en masa a reproducirse. Para afrontar este peligro se han realizado dos procedimientos, uno de corte más tradicional, empleando tratamientos como dimetoato o formation, otro más operativo, que es el que finalmente se ha impuesto, el de guardar la poda en un recinto cerrado para impedir el paso del “barrenillo” y el de quemar en el propio olivar, primero las ramas más finas, y poner a disposición de los miembros de la comunidad los troncos más gruesos para combustibles de chimeneas.

Las astillas finas o madera triturada, desmenuzada por medios mecánicos, suelen ser piezas de unos tres centímetros. Constituyen el combustible barato y no es necesario talar olivos. Entre sus ventajas están el de producir calor cómodo de forma automática y resulta muy barato para grandes superficies.

Como opción de futuro, cada vez se valora más el uso de la astilla de la poda como combustible para la generación eléctrica a través de empresas de servicio que la comercializan teniendo en cuenta los aspectos económicos prescritos en el Real Decreto 661/2007, así como la necesidad de introducir nuevas fuentes de biomasa en plantas de generación eléctrica. El Real Decreto 413/2014, de 6 de junio, es normativa de gran calado ya que regula la producción de energía eléctrica a partir de fuentes de energía renovables, cogeneración y residuos.

La leña del olivo troceada viene siendo utilizada cada vez más en estufas de domicilios particulares y edificios institucionales. Las ventajas de la calefacción de leña residen en el bajo precio de este combustible motivado por la producción, disponibilidad y comercialización de la materia prima tanto a nivel local como provincial..

Los pélets de madera son identificados como piezas residuales secas, obtenidas sin tratamiento del serrín y de las virutas, prensadas en forma cilíndrica con diámetro de cuatro a diez milímetros y longitud aproximada de diez a cincuenta milímetros. Sus formas cilíndricas las adquieren por presión mecánica, usando materiales naturales como aglutinante, sin aditivos artificiales. Se trata de un combustible de gran calidad, homogéneo y normalizado. Entre sus ventajas se cuentan que precisa poco espacio de almacenamiento y el suministro de calor es completamente automático.

El Decreto de 2014 ha supuesto un cambio radical al contemplar la retribución de la electricidad generada con las energías antes incluidas en el Real Decreto 661/2007, denominado de régimen especial. En cambio, en el Real Decreto de 2014 se elimina la separación entre el régimen ordinario y el especial y se les otorga a las energías renovables, cogeneración y residuos, una retribución específica. No obstante, este Decreto no desarrolla adecuadamente la generación eléctrica con biomasa, por lo que al no haber actualmente las suficientes empresas eléctricas con biomasa y es limitada la posibilidad de venta, la quema y el aporte al suelo sigue siendo una opción interesante.

8.2. El orujo

El subproducto orujo forma parte del proceso de obtención del aceite de oliva en las almazaras, principalmente por centrifugación, y en un reducido número, por prensado.

El orujo generado se almacena en las almazaras para un procesado posterior de segunda centrifugación, mediante procesos físicos o químicos en las extractoras para la obtención de aceite de orujo.

La extracción por medios físicos se realiza mediante centrifugadoras horizontales o decaners. Se utiliza un tambor cilíndrico-cónico de eje horizontal que gira a gran velocidad, sometiendo el orujo a centrifugación. La separación del aceite de orujo se produce por diferencia de densidad.

El proceso de extracción de aceite de orujo por medios químicos se basa en una extracción sólido-líquido en la que el aceite de orujo es extraído mediante el disolvente orgánico hexano. Cuenta con una fase previa de remolido. Dos fases fundamentales son el secado del orujo y la extracción propiamente dicha. La fase de secado se realiza en

secaderos rotativos y continuos por la que se hace una corriente de aire caliente a alta temperatura. La fase de extracción química comprende dos sistemas, los discontinuos y los continuos, añadiendo hexano para macerar el orujo y actuar como disolvente.

Una opción alternativa es destinar el orujo repasado a la producción de energía eléctrica, previo secado hasta una humedad de 40% para facilitar la combustión. Actualmente, en Andalucía, el 30% del orujo se somete a este procedimiento.

8.3.- El orujillo

El orujo, una vez secado y sometido al proceso de extracción de aceite, se transforma en orujillo. Se trata de un subproducto con una humedad media que varía entre 19% y el 12% y su poder calorífico que presenta propiedades como combustible, se sitúa entre 4.100 y 4.200 kcal/kg en base seca, lo que le confiere un elevado valor como combustible. Su fracción seca está compuesta por piel (15-30%), hueso (30-45%) y sólidos finos de pulpa (320-50%) (Cruz, 2006). Puede utilizarse tanto para generación de energía térmica en industrias como para generación de energía eléctrica.

Parte del orujillo generado se autoconsume en las calderas de las propias extractoras. El secado del orujo, cada vez más, se realiza mediante cogeneración con gas natural, lo que supone una fuente de ingreso adicional para las extractoras por la producción y venta de energía eléctrica. La cogeneración implica un menor autoconsumo de orujillo en la extractora, lo que hace que quede disponible para otros usos.

El uso del orujillo para el secado presenta el inconveniente de la elevada emisión de partículas, por lo que se requiere sistemas de captación adecuados. También hay que tener en cuenta la producción de benzopirenos debido a las altas temperaturas alcanzadas en la combustión.

El orujillo no consumado para el secado del orujo se utiliza para la generación de electricidad, en las plantas de biomasa, en centrales con tecnología de turbina de vapor 13 ubicadas en el complejo agroindustrial de la extractora.

Según datos de la Agencia de la Energía de Andalucía, en 2015, el consumo de orujillo en las plantas andaluzas de producción eléctrica, ascendió a 542.000 toneladas. El orujillo excedente en Andalucía se exporta a otros países.

8.4.- El hueso de la aceituna

La aceituna está compuesta por un 85% de pulpa y un 15% de hueso, un combustible de unas magníficas características por la elevada densidad, humedad media del 15%, granulometría muy uniforme y poder calorífico de 4.440 kcal/kg en base seca.

El hueso de aceituna es un residuo de la producción del aceite de oliva y el principal componente sólido que contiene el orujo generado en las almazaras. El hueso debe ser separado de otros residuos como la piel y la pulpa. Se puede extraer mediante procedimientos físicos. Un inconveniente de la extracción del hueso de aceituna del orujo es que se produce un aumento de la humedad, lo que implica que las extractoras tengan que aplicar más energía en el secado del orujo antes de la extracción del aceite.

Aunque no es un combustible densificado tiene un contenido energético mayor que el de los pellets a lo que hay que añadir su menor tamaño lo que minimaliza el almacenamiento y favorece el suministro de calor automatizado. Es muy adecuado para usos térmicos, tanto en el sector industrial como doméstico y residencial. Se maneja bien, produce bajas emisiones de partículas en su combustión y sus condiciones inodoras. Su poder calorífico es el de 1kg de hueso de aceituna produce 5'2 kWh lo que equivale a 0'52 l de gasóleo para calefacción. Se ha empleado como combustible en aplicaciones térmicas en la propia industria del olivar –entamadoras, almazaras y extractoras-, así como en otros sectores –agropecuario, alimentario, cerámico.

La bioabsorción del hierro por el hueso de la aceituna se ve afectada por diferentes factores sobre todo por el tamaño de las partículas del hueso, lo que indica que la absorción ocurre en la superficie externa del hueso. Se trata de un material no poroso

8.5.- El hojín

El hojín lo componen restos de hojas y ramas finas. Se genera en las almazaras y entamadoras durante el proceso previo de limpieza de aceituna procedente del campo. Para la obtención del aceite se separa la hoja de olivo, aproximadamente un 8% de la aceituna moldurada.

Tradicionalmente, cuando la hoja está verde y procede del árbol, se ha utilizado para la alimentación de la ganadería, a pesar del sabor amargo que las hojas producen en los animales.

Su uso pierde valor cuando se recoge del suelo.

Actualmente se emplea también para producir compost y otros residuos orgánicos. También se está indagando su uso energético, a pesar del grave inconveniente de su contenido en humedad, en torno al 40%, Su poder calorífico se encuentra en torno a 4.378 kcal/kg de materia seca.

9.- SUSTITUCIÓN DE LA CALDERA ACTUAL POR UNA CALDERA BIOMASA

9.1.- Caldera actual del IES Auringis

- BOMBA:
 - Marca: FERROLI. Comprada en Villayuda (Burgos).
 - Fecha de homologación y puesta en marcha: 1978.
 - Potencia: 20.002 kcal/h
 - Tipo: Gasoil quemador (o fuel).

- CALDERA:

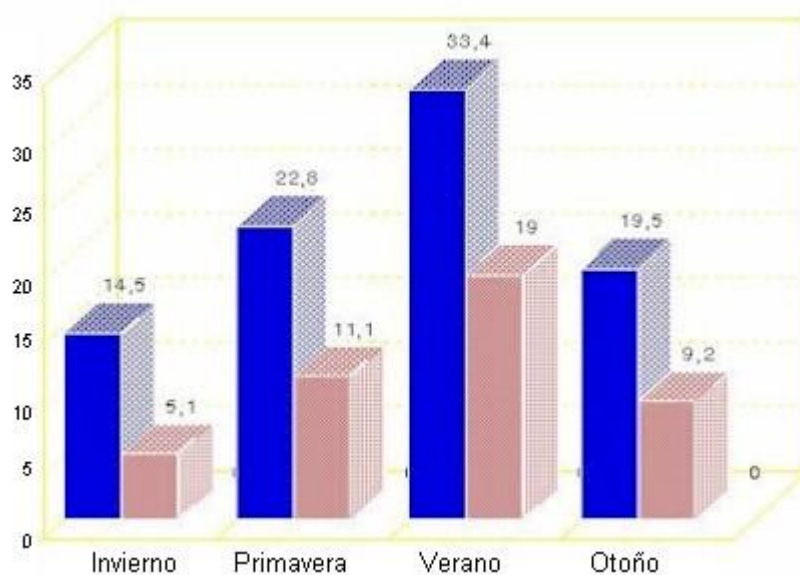
- Precio del gasoil: 0'59 euros el litro.
- Gasto en el actual curso académico 2017/2018: 7.000 euros por 12.000 litros de consumo de gasoil.
- Contrato de mantenimiento por curso con la empresa Oteoclima: 1000 euros.

9.2.- Datos climáticos de la ciudad de Jaén

Las diferencias entre estaciones son muy marcadas en la ciudad de Jaén. Según la clasificación de Köppen, Jaén puede encuadrarse dentro del clima Cs: "...es el clima subtropical clásico, con escasa lluvia en veranos e inviernos, húmedos y moderados...", aunque más exactamente había que clasificarlo como Csa, "el clima de los olivos".

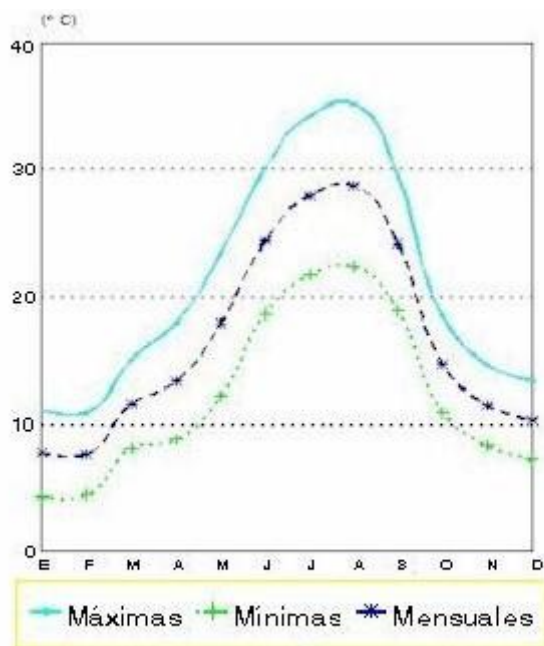
Cuadro 7.- TEMPERATURAS MEDIAS EN JAÉN POR ESTACIONES

Fuente: "Jaén. Colección Nuestra Andalucía. Editorial Andalucía. Granada



Jaén disfruta de temperaturas medias anuales templadas. En un día pueden existir diferencias de temperaturas de hasta 10°. En invierno la temperatura puede oscilar en una media que va de los 5° a los 14'5° y no suele bajar por debajo de los 0° en días especialmente fríos; en primavera de los 11° a los 23°; en verano de los 19° a los 34°, si bien, en días especialmente calurosos, puede alcanzar los 42°; en otoño, las temperaturas en la capital suelen oscilar entre 10° y los 20°

Cuadro 8.- TEMPERATURAS MÁXIMAS Y MÍNIMAS MENSUALES EN JAÉN



TEMPERATURAS MEDIAS MÁXIMAS, MÍNIMAS Y MENSUALES
FUENTE: ANUARIO ESTADÍSTICO DE ANDALUCÍA, 1.992

9.3.- Nueva caldera alternativa

El aprovechamiento de los subproductos secundarios de origen biomásico, generados por la poda del olivar y por la obtención del aceite de oliva y de extracción del aceite de orujo, así como el hueso de aceituna, marca el presente y el futuro de la energía en Andalucía y España.

Existen diferencias importantes entre el funcionamiento de las calderas convencionales que emplean combustibles fósiles y las calderas de biomasa. En éstas, los sistemas de calor se diseñan teniendo en cuenta la inercia de la combustión de la biomasa, que hace que, cuando se apaga la caldera, siga produciendo calor hasta que se apaga totalmente. Este calor residual demanda depósitos de inercia que actúa como acumuladores.

La durabilidad y eficiencia del sistema demanda la reducción de los arranques y paradas de las calderas de biomasa. Por eso tienen menor potencia instalada y mayor volumen de acumulación de agua caliente. Así se puede operar de continuo durante más tiempo, se aprovecha la inercia del combustible y se complementa la producción, en momentos de mayor necesidad, con depósitos térmicos.

Las ventajas que aportan el funcionamiento de una caldera de biomasa, frente a la utilizada actualmente en el centro educativo alimentada con gasoil, son:

- Contribución a la conservación del medio ambiente ya que las emisiones a la atmósfera son inferiores a las de los combustibles sólidos.
- Reducción de emisiones contaminantes como las de dióxido de carbono (CO₂), monóxido de carbono (CO) y dióxido de azufre (SO₂). El bajo contenido en azufre, nitrógeno y cloro de la biomasa hace que disminuya considerablemente el efecto invernadero. El factor de emisiones de CO₂ del gasóleo C es de 2´66 Kg por cada litro de gasóleo consumido.

Cuadro 9.- COMPARACIÓN DE CARACTERÍSTICAS DE COMBUSTIBLES

	Gasóleo	Biomasa
Carbono (%)	86´00	50´00
Hidrógeno (%)	11´10	5´50
Nitrógeno (%)	1´00	1´00
Azufre (%)	0´80	0´20

Otras ventajas adicionales de la biomasa:

- Fuente de energía segura, no produce incendios ni explosiones.
- Disminución del gasto en energía por el coste más asequible de productos de la biomasa y mantenimiento más barato.
- Estabilidad del precio de biomasa en Jaén y Andalucía.
- Instalaciones silenciosas, no produce ruidos significativos..
- Limpieza y bajo impacto de olores.
- Reciclaje de residuos y subproductos agrarios.
- Promoción de la limpieza y sostenibilidad del olivar.
- Proceso tecnológico: caldera con alto rendimiento y combustible fácil de manejar.
- Producción de combustible derivado de la biomasa en Jaén y Andalucía (el gasóleo se produce en otros países).

9.4.- Condiciones del edificio

El Instituto Auringis, inaugurado a principios de la década de 1980, consta de un edificio que contiene 35 aulas, biblioteca, laboratorios, sala de profesores, sala de alumnos, conserjería, 4 despachos, 12 departamentos didácticos, oficina, conserjería cafetería, patios de recreo y gimnasio.

La disponibilidad requerida de las instalaciones de calefacción es de lunes a viernes, de las 8:00 horas a las 14:00 horas y 45 minutos; y, los martes, por la tarde, de las 17:00 a las 20:00 horas.

La urbanización del emplazamiento contará con ampliación del acceso para vehículos de grandes dimensiones y dotado de cierre perimetral. Dispondrá así mismo de red eléctrica de baja tensión conectada con el cuadro general; alumbrado exterior e interior, mediante redes enterradas; instalaciones de protección contra incendios; y saneamiento de pluviales (cunetas, canales, rejillas, sumideros). El agua de abastecimiento, tomada de la red de agua potable existente, estará compuesta de válvulas, tubería de PEAD y arquetas.

9.5.- Sala de calderas

La superficie para la instalación debe ser aproximadamente de 25 m². La nueva caldera no debe ser de excesivas dimensiones, puede medir de longitud x alto x ancho = 6,05 x 4'85 x 2'30 m.

La calefacción con biomasa tiene mayores exigencias de espacio que la actual de sistema convencional. La sala de máquinas debe contar con camino desde el exterior al interior; espacios libres para llevar a cabo operaciones de mantenimiento; la altura de la sala debe oscilar entre los 2'50 y los 3'00 metros de altura; espacio libre en el frente de la caldera de 1 metro; espacio suficiente para la retirada de las cenizas y el acceso a la cámara de combustión de la caldera; debe haber al menos, 80 centímetros, entre la caldera y los muros laterales para hacer tareas de mantenimiento.

El habitáculo de la caldera debe ser amplio y estar bien aireado. La ubicación de la sala de calderas será en el lugar actual aunque habrá que ampliar el espacio. Se dispone de recurso espacial, actualmente ocupado como aparcamiento de coches del

profesorado. Se utilizarán contenedores normalizados para la sala de calderas y el silo de alimentación de combustible.

Según el Código Técnico de Edificación estas deben ser las condiciones de seguridad de la sala de calderas:

- Esta sala no se utilizará para otros fines.
- El acceso a la sala de máquinas debe realizarse a través de una puerta doble.
- Permeabilidad de las puertas.
- Dimensión adecuada de la puerta de acceso.
- Apertura fácil de puertas.
- Ventilación no comunicada con locales cerrados.
- Cerramiento sin filtraciones de humedad.
- Sistema eficaz de desagüe por gravedad.
- Iluminación suficiente para tareas de inspección y mantenimiento.
- Interruptor general cerca de la puerta principal de acceso.
- Motores y transmisiones suficientemente protegidas.
- Pasos y accesos libres para permitir el movimiento de personas y equipos.
- Conexión accesible entre generadores de calor y chimenea.
- Tabla de seguridad en la sala de calderas (prohibición de entrada a toda persona ajena; plano con esquema de la instalación; listado de teléfonos de bomberos y de servicios; nombre, dirección y teléfono de la persona encargada; instrucciones para parada de instalación en caso de emergencia; indicación de los puestos de extinción y extintores).

9.6.- Caldera de biomasa

El alcance de las bases técnicas en relación con el combustible debe partir de las condiciones de biomasa; el poder calorífico y la densidad del combustible. Inicialmente se reutilizarán las instalaciones para el edificio consumidor. La caldera debe cumplir la función de calefacción para el conjunto del edificio y agua caliente para las duchas del gimnasio.

La caldera debe estar equipada con un sistema de alimentación adaptable. Debe contar con automatización del funcionamiento, limpieza automatizada de la zona de combustión y de los intercambiadores así como un óptimo rendimiento.

El control de tipo Lambda propicia la regulación automática de la combustión y de los gases de salida, garantizando así una buena combustión, ahorro de combustible y una mínima emisión de gases. El control, si se integra en la caldera, sirve como unidad de regulación tanto de la máquina y de la temperatura de retorno y de los depósitos de inercia. Ofrece también control de agua caliente y es útil para programar la situación en los periodos de vacaciones.

Además de la certificación CE, debe contar con el siguiente sistema de seguridad:

- Interruptor de flujo en el interior de la caldera.
- Mecanismo de interrupción de combustión en caso de alcanzarse temperaturas superiores a las establecidas.
- Dispositivo del retroceso de la llama hacia el silo de almacenamiento de la biomasa.
- Válvula de seguridad de descarga hacia un sumidero.
- Eliminación del calor residual mediante los depósitos de inercia.
- Vaso de expansión.

9.7.- Equipos auxiliares

- La instalación de la caldera multicomcombustible debe contar so sistemas auxiliares asociados como módulo de combustión con aberturas para limpieza y control, acero de aleación resistente a altas temperaturas, sistema de recogida de cenizas por vibración, regulación variable del flujo aire y encendido de aire mediante soplador de aire caliente; módulo intercambiador de calor; sistema automático de limpieza del intercambiador; extractor de cenizas; control de combustión; regulador de la aspiración; seguridad de incendios en el retorno; recogedor automático de cenizas; regulación para depósito de inercia; ciclón de humos; válvula reguladora para evitar descensos excesivos de la temperatura de retorno; regulador de tiro.

- Los depósitos de inercia tienen como objetivos recuperar el calor de las brasas y optimizar los arranques y paradas, mejorando el rendimiento de la caldera.
- Los depósitos de expansión de la caldera detectan los cambios de temperatura y su incidencia en los cambios de presión.
- Los componentes hidráulicos comprenden tuberías, accesorios, colectores, instrumentos de bombeo y válvulas.
- La calidad de la red de tuberías está prescrita en las normas UNE 19040 y UNE 19041. Deben estar aisladas para evitar condensaciones y pérdidas térmicas y protegidas contra la intemperie. En la reposición de tuberías se tiene en cuenta que sean impermeables y que estén debidamente aisladas; los tubos internos pueden ser de material PE-Xa según DIN 16892 y DIN 16893, con capa contra la difusión de oxígeno en EVOH y resistencia química a la corrosión. Para el aislamiento del tubo interno se puede utilizar material PE-X con absorción de agua menor de 1% según DIN 53428. Para la cubierta exterior, material PE-HD, sin soldadura.
- Los accesorios adecuados pueden ser de fundición.
- El equipo de bombeo, en el circuito hidráulico, tiene como misión impulsar el agua caliente y garantiza el retorno del agua fría.
- Las válvulas de corte se deben situar a la entrada y salida de los equipos; la válvula de seguridad actúa sobre el agua que sale del circuito; la válvula antirretorno impide la circulación del agua en sentido contrario al necesario; las válvulas de tres vías, regulan la circulación de diferentes conducciones.

En cuanto a medidas de seguridad de utilización, deben fijarse las siguientes:

- Ninguna superficie debe alcanzar temperaturas superiores a 60°, si bien una excepción la pueden constituir los mecanismos emisores de calor.
- Las superficies calientes de unidades terminales accesibles no deben alcanzar los 80°.
- Los equipos y aparatos deben posibilitar y no entorpecer la limpieza, el mantenimiento y la reparación.
- La instalación de las tuberías deben permitir la accesibilidad al conjunto de instalaciones.

9.8.- Chimenea de evacuación de gases

- La chimenea es un elemento importante en este tipo de calefacción. Cumple las funciones de expandir los humos y, mediante un tiro adecuado, de asegurar el buen funcionamiento de la caldera. La chimenea debe tener un buen aislamiento térmico y capacidad para evitar que la temperatura de los humos baje el nivel de compensación. Las chimeneas de acero inoxidable dan buenas prestaciones. Requieren una limpieza profunda, con deshollinador, al menos una vez al año.
- El tramo horizontal o enlace debe ser lo más corto posible y, al mismo tiempo, accesible, para facilitar su limpieza. Debe contar con pendiente aproximada de un 3% para facilitar la recogida de los condensados.
- Puede ser importante la disposición de piezas excéntricas que impidan la formación de bolsas de gases.
- Se puede disponer de piezas en forma de T, colocadas en la unión entre el tramo horizontal y el tramo vertical o principal, para evitar la formación de turbulencias.
- Se debe contemplar la habilitación de un espacio para la recogida de hollín, condensados y agua de lluvia, útil también para la limpieza y manguito de drenaje.
- En lo posible no se deben producir cambios de dirección.
- La colocación de la boca de salida de los humos debe estar concebida para evitar la contaminación de gases, vapores y partículas.
- La chimenea debe proveerse de aislamiento térmico para evitar el enfriamiento de los humos.

9.9.- Silo del combustible

La característica principal del silo de combustible debe ser la ausencia de humedad. Su función originaria es la de almacenar huesos de aceituna o pélets. Debe superar los 20 m² de superficie y, como figura geométrica, se puede optar por un hexágono con diagonales y estar conformado por paredes de larix. Se debe procurar que cuente con dispositivos para una alimentación adecuada, extractor sin fin y rotativo en lamas y disco. Un acumulador inercial favorece la autonomía, especialmente en los días menos fríos. Si se dispone una puerta-tejado automática con mando a distancia para

carga, será más fácil evitar filtraciones de polvo que afecten negativamente a otros espacios. Algún mecanismo de aviso debe advertirnos el momento en que el silo se haya completado.

Cuadro 10.- VOLUMEN DEL SILO POR KW DE POTENCIA INSTALADA (M3/kw)

Elaborado a partir de los datos publicados por: Guía Técnica. Instalaciones de biomasa térmica de edificios. IDEA (Instituto para la Diversificación y Ahorro de Energía).

Mayo 2009

Tipos de Biomasa	Densidad aparente (Kg/m3)	Poder calorífico inferior (kj/Kg)	Volumen de combustible (m3/Kw)	Suelo inclinado	
				Por temporada	Por semana
Hueso de aceituna Pélets de madera	650	18.000	0'30	0'48	0'023
Astillas de madera	250	13.000	1'10	1'77 (1500 horas)	0'084

Según establece el Reglamento de Instalaciones Térmicas de Edificios, el almacenamiento de la biomasa debe tener capacidad para dos semanas. Puede contar con dos falsos suelos inclinados para que los huesos de aceituna, o el pélet, se deslicen hacia los tornillos sin fin.

Entre los requisitos de seguridad que se deben seguir, en el momento de suministro de combustible, se contemplan:

- Caldera apagada durante el llenado del silo.
- Aspiración del aire del silo para evitar incremento de las presiones.
- Limitación de la presión del suministro para evitar daños al silo.
- Protección de las zonas de impacto sobre las que se lanza el combustible para evitar abrasión.

Entre las medidas de seguridad que se deben tener en cuenta figuran:

- Paredes, suelo y techo de almacenamiento impermeabilizado, capaz de evitar filtraciones de humedad.
- En el almacén no se deben hacer instalaciones eléctricas.
- La toma de tierra es fundamental para evitar chispas.

- Se debe contar con mecanismo de vaciado del almacenamiento de combustible en caso de emergencia o necesidad.
- Las paredes y las puertas deben ser fuertes y con capacidad de soportar la presión del combustible almacenado en el silo.

9.10.- Protección contra incendios

Además de la normativa específica para uso del edificio, la protección contra incendios la vertebran:

- Extintores de polvo químico polivalente de 6 Kg de eficacia mínima 21 A-113B.
- Extintor de CO₂ de eficacia 34B en zonas de riesgo eléctrico.
- La instalación de alarma, compuesta por una red de pulsadores y sirenas conectadas a una central de incendios.
- Alumbrado de emergencia.
- Señalización de salida y extintores.

9.11.- Aparatos de medición

El equipamiento mínimo de aparatos de medición debe contar con:

- Termómetro en los colectores de impulsión y retorno.
- Termómetros a la entrada y salida de los intercambiadores de calor.
- Manómetro en vaso de expansión.
- Manómetro para lectura de la diferencia entre aspiración y descarga.
- Pirómetro en la chimenea.

Cuadro 11.- ELECCIÓN DEL TIPO DE BIOMASA COMO COMBUSTIBLE

HUESOS DE ACEITUNA		PÉLETS DE MADERA		ASTILLAS DE MADERA	
1º en orden de elección		2º en orden de elección		3º en orden de elección	
• A partir de la producción de aceite de oliva. • Muy utilizado en Jaén y en Andalucía. • Se tritura la materia prima • Se realiza el secado. • Se limpia de pieles		• Cilindro de pequeño tamaño de serrín prensado • Combustible estandarizado a nivel internacional mediante denominación DIN PLUS y Önorm.		• Pequeños trozos de madera. • La materia prima se somete a proceso de secado para eliminar su humedad y aumentar su PCI.	
Poder calorífico inferior (KJ/kg)	18000 19000	Poder calorífico inferior (KJ/kg)	16700	Densidad energética (Kwh/m3 apilados)	900
Densidad aparente (Kg/m3)	670 700	Densidad (Kg/m3)	1000 1400	Contenido en humedad	20% 30%
Humedad base húmeda (% en masa)	10	Longitud (mm) Diámetro (mm)	50 1-4	Dimensión media de la fracción	63 mm
CONDICIONES FAVORABLES					
• Gran disponibilidad en Jaén y en Andalucía. • Bajo coste en la producción y en la comercialización. • Buenas prestaciones como combustible.		• Composición estandarizada • Alto poder calorífico. • Contenido bajo en cenizas. • Descarga mediante camión cisterna.		• Coste de producción inferior al de los pélets. • Menor proceso de elaboración. • Las astillas de primera clase son de calidad.	
CONDICIONES DESFAVORABLES					
• Contenido en cenizas superior al pélet.		• Precio superior a los demás tipos de biomasa.		• Necesitan silos de grandes dimensiones. • Deben descargarse en el silo con camión con volquete.	

9.12.- Normativa aplicable

- Real Decreto 314, de 17 de marzo, por el que se aprueba el Reglamento Técnico de Edificación.
- Real Decreto 1027/2007, de 20 de julio, por el que se aprueba el Reglamento de Instalaciones Térmicas en Edificaciones. Y posterior rectificación de 28 de febrero de 2008. Entre sus prescripciones figuran:
 - Mayor rendimiento energético en los equipos de generación de calor y frío, así como los destinados al movimiento de fluidos.
 - Mejor aislamiento en los equipos y conducciones de los fluidos térmicos.

- Mejor regulación y control para mantener las condiciones de diseño previstas en los locales climatizados.
- Utilización de energías renovables, en especial la energía solar y la biomasa.
- Incorporación de subsistemas de recuperación de energía y el aprovechamiento de energías residuales.
- Desaparición gradual de combustibles sólidos más contaminantes.
- Desaparición gradual de equipos generadores menos eficientes.
- Real Decreto 238/2013, por el que se modifican determinados artículos e instrucciones térmicas del Reglamento de Instalaciones Térmicas en Edificios.
 - Este Real Decreto surge de la necesidad de trasponer la Directiva 2010/31/UE del Parlamento Europeo y del Consejo del 19 de mayo de 2010, relativa a la eficiencia energética de los edificios.
- El Reglamento de Instalaciones Térmicas en Edificios (RITE), establece las condiciones destinadas a atender la demanda de bienestar térmico e higiene a través de las instalaciones de calefacción, climatización y agua caliente sanitaria, para conseguir un uso racional de la energía.
- Otras normativas de la Comunidad Autónoma de Andalucía:
 - Ley 38/1999, de 5 de noviembre, de Ordenación de la Educación.
 - Ley 7/2002, de 17 de diciembre, de Ordenación Urbanística de Andalucía.

Cuadro 12.- VENTAJAS EMPRESARIALES, ENERGÉTICAS, AMBIENTALES, SOCIALES Y ECONÓMICAS QUE PUEDE COMPORTAR UN CAMBIO DE USO DE ENERGÍA EN EL IES AURINGIS

Ventajas empresariales	• El Instituto Auringis, en cuanto empresa pública adscrita a la Junta de Andalucía, debe preocuparse no sólo por la innovación pedagógica y los cambios organizativos en función del aprendizaje y del éxito educativo de alumnado, sino también del cambio del uso energético en sus instalaciones. Esto refuerza los objetivos de excelencia y calidad del servicio público que presta. • La experiencia obtenida puede exportarse a otros Institutos de la red pública de la Junta de Andalucía. • La continuidad del uso de energías tradicionales conlleva importantes problemas de presente y futuro: ○ Disminución progresiva de de estas energías, ○ Impacto negativo sobre el medio ambiente. ○ Inseguridad en el abastecimiento energético. • Jaén cuenta con un gran remanente de biomasa en el olivar que produce energía renovable que: ○ No contamina. ○ No se agota. ○ Ayuda a detener el efecto invernadero. ○ Es benefactora para la sociedad, el empleo y la economía. ○ Permite ahorrar. ○ Es sostenible. ○ Dispone de capacidad para hacer frente a la demanda. ○ Rompe la tradición de la Revolución industrial de sobreexplotación contaminante de la naturaleza. • El uso de energías renovables propicia ventajas de tipo social, económico y ambiental en beneficio propio y del entorno
--------------------------------------	---

	provincial y regional del Centro educativo. • Un Instituto saludable cuida de la naturaleza, innova energéticamente, racionaliza y moderniza su consumo energético y ahorra recursos humanos, económicos y materiales con este cambio.
Ventajas energéticas	• El consumo de energías fósiles nos sitúa en un horizonte problemático: ¿está próximo el agotamiento de reservas? ¿hasta cuándo la dependencia energética? ¿se seguirá agravando la dificultad del abastecimiento? ¿por qué seguir manteniendo e incrementando la contaminación? • Si mantenemos en nuestro micro espacio vital el modelo de consumo energético tradicional, nos hacemos corresponsables de la emisión de CO₂ a la atmósfera y, por tanto, de la lluvia ácida y del efecto invernadero. • Las más importantes características de las renovables se pueden resumir así: ○ Energías limpias ya que evitan la contaminación. ○ Proximidad entre la creación de energías y el consumo. ○ Menores costes de inversión y consumo que los de las energías fósiles. ○ Reducen la dependencia energética externa de grandes y alejados centros de producción de energías fósiles. ○ Energías seguras que no suponen peligro para la población, la naturaleza o la atmósfera. • La biomasa propicia un modo de producir energía que es sostenible a corto, medio y largo plazo. • El uso de las energías renovables, a partir de la biomasa del entorno, es una alternativa real a la centralización de las fuentes de energías fósiles y a su alta dependencia del exterior.

	• Las energías tradicionales se generan a través de procesos geológicos muy lentos, a lo largo de miles y de millones de años, que generan importantes problemas medioambientales. En cambio, la biomasa como combustible se puede producir y renovar igual o superior al ritmo de su consumo. • Las energías renovables son fáciles de dismantelar y sus residuos no se almacenan durante millones de años. • El transporte y el almacenamiento de las energías que se generan en el interior del subsuelo fósil, como el petróleo y sus derivados, causan contaminación en la tierra, el agua y la atmósfera y propician el cambio climático negativo. • La obtención de las energías renovables depende de fenómenos naturales como la manipulación de subproductos del olivar. • Las energías renovables, al contrario que las fósiles, no nos anuncian su fin, son inagotables, en tanto que el agua, el viento, el suelo agrícola... sigan existiendo. • Estas energías, como la derivada de la biomasa, son limpias porque su obtención y explotación no generan efectos negativos como los de la combustión de los carburantes o los residuos perjudiciales. • Las energías renovables no se agotan cuando las consumimos sino que se renuevan de forma natural. • Como desventaja necesita mayor espacio para poder desarrollarse (silo de almacenamiento).
	• Las energías fósiles, tras su oxidación por el oxígeno en el aire durante la combustión, aumentan artificialmente el nivel de dióxido de carbono de la atmósfera, refuerzan el efecto invernadero y generan calentamiento global. En cambio, cuando se utiliza biomasa para la liberación de la energía, el CO₂ emitido durante la combustión, se restablece por las plantas durante su

Ventajas ambientales	crecimiento. • La energía derivada de la biomasa recicla y reutiliza sus residuos, impidiendo así que contaminen el agua y el suelo. • Estas energías renovables disminuyen los riesgos de incendios, ayudan a combatir las plagas de insectos (como el barrenillo del olivar) y ayudan a la protección de hierbas invasoras. • Las cenizas derivadas de la biomasa son vegetales y pueden utilizarse como abono. Al quemar no produce sulfuros (causantes de la lluvia ácida), evita incendios y colabora con la limpieza del olivar.
Ventajas sociales	• Las energías renovables dan lugar a la creación de nuevas industrias para obtener rendimiento energético de la biomasa y otras formas de energía alternativas así como a la creación de yacimientos de nuevos empleos directos e indirectos en los sectores agrícola e industrial. • Contribuye al desarrollo tanto en zonas agrícolas como urbanas. • Aumentan las posibilidades de elección energética por parte de los usuarios. • Se reduce el desequilibrio entre el consumo de energías fósiles y energías renovables, lo que puede alterar las relaciones políticas y comerciales a nivel internacional. • Mejoras en la salud individual y comunitaria.
	• Las grandes empresas que controlan las energías fósiles condicionan el que los gobiernos impongan importantes impuestos y tasas al desarrollo. Estos impuestos que tienen un alcance universal sobre los ciudadanos, se reducirían con el uso alternativo de energías renovables, así como la disminución del gasto en infraestructuras que precisan la distribución de esas energías tradicionales. • Los precios de las energías fósiles dependen de la ley de la oferta

Ventajas económicas	y la demanda del comercio internacional que controlan las multinacionales del sector. Los precios de las energías renovables, si bien dependen del mercado de la oferta y la demanda, conllevan posibilidades de abaratamiento de su uso y consumo. • Jaén y Andalucía se hacen más autónomas al romper con dependencias externas de producción y comercialización de las energías fósiles e impulsa un modelo económico basado en la producción propia de energía renovable relacionada, en el caso que nos ocupa, con el olivar. • Reducen los costes de transporte que ocasionan las energías fósiles. • Al contrario que los derivados del petróleo, el coste de la biomasa depende menos de las fluctuaciones de precios. • La extensión del olivar, tanto en Jaén como en Andalucía, y la biomasa que produce, garantizan hacer frente al incremento de la demanda en el mercado de energía, asegurando la estabilidad del precio. • El combustible derivado de la biomasa es más barato que los combustibles fósiles. • Como desventaja puede considerarse la inversión inicial en adquisición de nueva caldera, acondicionamiento de la sala de caldera o construcción de silo para guardar pellet o hueso de aceituna.
----------------------------	--

10.- CONCLUSIONES

10.1. Sobre la didáctica de la historia y la cultura de la historia y la cultura del olivo

- Conocer la historia del olivo, en el contexto de la historia del Mediterráneo, es adentrarse en el conocimiento del origen histórico de Occidente.
- La cultura agraria olivarera ha sido impulsora de la cultura mediterránea y occidental.
- La evolución de las técnicas, procesos y maquinarias aplicadas a la olivicultura ha marcado la evolución de la tecnología productiva industrial.
- Son muchos los pueblos, culturas y civilizaciones que han luchado y se han turnado por el control de la comercialización colonizadora del Mediterráneo y que han encontrado en el reconocimiento del olivo como base de la economía y las relaciones humanas.
- Jaén y Andalucía vienen ocupando durante siglos un papel protagonista en el cultivo del olivar, la extracción del aceite de oliva y la generación de subproductos olivareros.
- El olivo marca hitos de unidad en el paisaje, la historia y el devenir social, económico y cultural de nuestra comunidad.
- Su incidencia en la poesía y el arte debe ser insertada en los procesos de producción social del aceite de oliva a partir del olivo milenario.

10.2. Sobre el medio ambiente

- El olivar, en cuanto generador de biomasa y de recursos energéticos de origen renovable, hacen de su cultivo y explotación un recurso muy potente en la defensa del medio ambiente.
- El poder de fijación de CO₂ colabora también de forma importante a frenar aspectos negativos del cambio climático.

- Es fundamental la sensibilización del alumnado sobre los aspectos positivos para la protección del medio ambiente que comportan el cultivo del olivo y la producción de aceite, clave en la dieta mediterránea.
- El marketing debe contemplar los aspectos benefactores del olivar vinculados a la defensa del medio ambiente.
- La innovación tiene que ir a la par de la sostenibilidad. La productividad tiene que ir asociada a la superación del impacto negativo sobre el medio ambiente.
- La generación de biomasa procedente del olivar supone una importante reducción en la emisión de gases invernadero que genera la energía eléctrica convencional.
- La carestía de combustibles fósiles, la preocupación por su agotamiento, la protección ambiental -CO₂ principalmente- y la dependencia energética de países con escasos recursos convencionales impulsan la introducción en los Centros educativos de Secundaria, de la necesidad del uso de las energías renovables.

10.3. Sobre la biomasa

- Argumentación y sensibilización en la comunidad escolar de que la biomasa es alternativa real y potencial a los combustibles fósiles. Es más barata que el gasóleo, el gas natural y la electricidad. Revaloriza los residuos. Implica una tecnología limpia, moderna y competitiva. Reduce las emisiones de CO₂
- La biomasa está formada por la parte sólida -piel, pulpa y hueso-, que contienen el orujo y la lignocelulósica de los restos de la poda. Hay, por tanto, que prestar una especial atención a estos subproductos que genera el olivar y la producción del aceite de oliva.
- Son idóneas las almazaras con espacio y maquinización suficientes para poder llevar a cabo actividades compatibles con la elaboración del aceite de oliva, como la producción de biomasa de calidad, el compostaje a través de la mezcla de residuos y subproductos o la generación de la energía eléctrica o térmica.
- Necesidad de empleo de la biomasa como fuente de energía renovable que utiliza formada por vía biológica.

- Sensibilizar sobre la importancia de obtener y emplear, a partir de la biomasa, una serie de combustibles sólidos, líquidos o gaseosos para cubrir las necesidades energéticas de confort, transporte, cocinado, industria y electricidad.
- Insistir en la importancia de utilizar los huesos de aceituna, los orujillos y otros subproductos del olivo como materia prima de primer orden para la fabricación de biocombustibles sólidos.
- La utilización generalizada de astillas y pellets para extraer biomasa y su utilización no sólo en chimeneas y hogares sino también un acondicionamiento especial para su utilización energética como biocombustibles sólidos.

10.4. Sobre las alternativas en el sistema de calefacción

- Una caldera de biomasa funciona igual que otra de combustibles fósiles: la combustión se produce en un quemador; el calor obtenido se intercambia a través de un circuito de agua.
- Una termoestufa o caldera de biomasa podría adaptarse al circuito de radiadores del Instituto.
- La caldera del edificio de las aulas y biblioteca, debería ser un alto rendimiento El almacenamiento de la biomasa podría enterrarse, en big-bags, adaptando el espacio en que actualmente está ubicada la caldera de gasoil. El almacén podría llenarse mediante carga neumática con manguera o trampilla para camión volquete. El sistema de alimentación a la caldera podría ser mediante tornillo sin fin o sistema neumático. Entre las ventajas de esta caldera con calefacción centralizada y distribución por radiadores figuran: no hay límite a la potencia; los equipos son compactos; los rendimientos elevados; y bajo el nivel de emisiones.
- En el gimnasio podría instalarse una estufa de pellets y construir, junto a polideportivo, un sótano para el almacenamiento del pellet. Habría que construir boquillas para la carga neumática del pellet. El depósito podría llenarse mediante camión con volquete propiciando así una descarga rápida y limpia. La carga debería ser más bien automática que manual para ahorrar fuerza de trabajo. El hueso de aceituna seco es un recurso barato y eficaz. Entre las ventajas de la estufa de pellets figuran la sencillez de la instalación; carga desde tolva integrada;

encendido automático; programable; potencias desde 5 a 20 kw; bajo consumo; control automático de la temperatura; limpieza fácil mediante un aspirador.

- El combustible empleado debería ser de calidad. La utilización de biomasa con humedad superior al 12% podría motivar problemas en los equipos y bajar su rendimiento.

10.5. Sobre la poda del olivar

- La utilización de fuentes de energías renovables constituye la prioridad. La biomasa derivada de la poda del olivar puede ser utilizada como fuente de energía renovable para la obtención de biocombustible.
- La leña, o ramas de mayor calibre, separada del resto mediante el escamujado, puede y debe encontrar aplicación como combustible en el propio Instituto.
- La producción de astillas normalizadas pueden emplearse en el sistema de calefacción central del Instituto y producción de agua caliente para las duchas del gimnasio.
- Los elementos de la poda no utilizados deben eliminarse, a la brevedad posible, para prevenir la aparición de plagas.
- La quema de los restos de la poda, en el propio olivar, implica más inconvenientes que ventajas en relación con la conservación del medio ambiente: riesgos de incendio y erosión; pérdida de incorporación al suelo de materia orgánica; degradación; pérdida de fertilidad; riesgo de desertización.
- La astilla de madera de fracción gruesa es un excelente combustible para usos térmicos en el Instituto, operada en una caldera y sala conveniente.
- Una posibilidad interesante para la destrucción de los restos de las podas es la trituración, reduciendo las ramas y leñas a trozos pequeños, impidiendo así la acción de la puesta de las hembras del “barrenillo”.
- El esparcimiento (sin quemar) de las astillas trituradas en el olivar dan lugar a importantes ventajas agronómicas como el reciclado de nutrientes, la aportación de materia orgánica, la protección del suelo ante la erosión.

- Hay que tener en cuenta la lentitud del suelo para asimilar las materias orgánicas, por lo que conviene que no sea excesivo el número de astillas depositado en el suelo del olivar. Hay que prevenir que el depósito excesivo de astillas modifique las propiedades físicas del suelo.
- Si es posible, se debe evitar la mezcla del fruto caído con las astillas depositadas en el suelo. Además, si se transportan astillas entre las aceitunas recogidas del suelo, pueden perjudicar el proceso de molturación en las almazaras e incidir negativamente en la calidad del aceite.
- Una opción viable es encargar a una empresa agrícola-forestal que dispongan de capacidad para las tareas de astillado, recogida, transporte y tratamiento en plantas de generación de energía eléctrica, alimentadas con biomasa
- La instalación en el propio Instituto de un módulo de cogeneración termoeléctrica y térmica, compuestos por una unidad de gasificación de astillas de olivo y un grupo generador de gas. Puesto que la producción propia de astillas no sería suficiente, se podría completar con la compra de astillas procedentes de podas en otros lugares.
- Para abaratar costes, reducir la humedad final del producto y fijar actividades agrícola-industriales en el Instituto se propone la adquisición (en su defecto, el alquiler) de una astilladora de tambor con cuchillas.
- Habría que presupuestar tanto la compra de la astilladora como la adquisición de maquinaria móvil para manipular la biomasa.
- Habría que construir un almacén para guardar en condiciones óptima las ramas, ramón y troncos, escapando a peligros como los del “barrenillo”.
- La biomasa procedente del astillado puede ser utilizado para su reconversión en biocombustibles sólidos.
- Aprovechamiento energético de las podas del olivar mediante gasificación, sometiendo a la biomasa a altas temperaturas, mediante un agente gasificante, como el aire, para convertirla en energía eléctrica y térmica.
- En todo caso los restos de poda, deben hacerse siempre de acuerdo con las normativas medioambientales vigentes.

- Es necesario tomar como referencia la Norma UNE-EN 14961-4 referida al uso no industrial de las astillas de madera.

10. 6.- Sobre el orujo y el orujillo

- La parte del orujillo que no es consumido como energía térmica para el secado, puede ser comercializado para fines industriales y para generación de energía eléctrica en las plantas de biomasa.
- El orujillo debe revertir al Instituto como combustible.
- Se debe llevar la aceituna para su molturación a almazaras que dispongan de extractoras con sistemas de generación con gas natural para que los excedentes sean mayores.
- Se debe de dar preferencia al proceso de dos fases (aceite y orujo graso y húmedo o alpeorujo) sobre el de tres fases; y de la aparición de las centrífugas en lugar de las prensas para la separación de fases.
- Se puede recurrir a la firma Oleícola El Tejar, en la provincia de Córdoba, que cuenta con una planta de generación de energía eléctrica a partir de la manipulación del orujo húmedo como combustible.
- Se debe utilizar el orujillo como combustible en el Instituto teniendo en cuenta que su humedad media es del 10% y sus propiedades de poder calorífico de 4200 kcal/kg en base seca

10.7.- Sobre el hueso de aceituna

- Es una de las mejores biomasas por su alto contenido en lignina, poder calorífico, pocas cenizas y buena conservación. Se debe crear una caldera en el Instituto para la producción de energía térmica sustituyendo a otros combustibles.
- Hay que seguir lo dispuesto en la norma de calidad UNE 164003, que ha colaborado a la mejora de calidad de biocombustibles sólidos.
- La combustión de los huesos de aceituna minimiza las emisiones a la atmósfera.

- El Instituto debe utilizar los huesos de sus aceitunas molturadas e incluso adquirir más para producir energía en el propio Centro.
- Se debe hacer seguimiento de la almazara para que el hueso extraído sea convenientemente secado, se separe de la pulpa y los finos para obtener biomasa normalizada.
- Los parámetros de calidad del hueso de aceituna limpia, comparados con otros biocombustibles estandarizados y usados comercialmente, muestran que este subproducto del olivar presenta unas óptimas propiedades para la obtención de energía eléctrica mediante procesos de combustión doméstica e industrial.
- El hueso de aceituna puede usarse como bioabsorbente de iones metálicos.

10.8.- Sobre el hojín

- Hay que tener en cuenta el incremento de plantas de generación de energía en Andalucía que trabajan para la generación eléctrica y combustible a partir de subproductos como el hojín y de la superación del problema de humedad.

10.9.- Propuestas generales

- Además del aula, hay otros escenarios de aprendizaje que resultan motivadores y orientan la enseñanza hacia realidades sociales, económicas, culturales y laborales como es el caso del conocimiento del olivar y del complejo proceso de producción de aceite de oliva y de aprovechamiento de energía renovable.
- Sensibilización en la comunidad escolar y alumnado del sentido de la responsabilidad como consumidores de energías renovables.
- Contextualización del aprendizaje del alumnado de Secundaria en el entorno agropecuario, paisajístico y social del olivar jiennense y andaluz.
- Aparición de una conciencia crítica respecto a los efectos negativos de determinadas prácticas y técnicas sobre el medio ambiente.
- Apuesta por el desarrollo sostenible del olivar en nuestra provincia.
- Potenciación de las energías renovables, limpias, y de su reversión y aplicación en el propio Instituto.

- Elaboración de un Plan de Optimización Energética que permita reducir el consumo de combustibles convencionales y de emisiones de CO₂ en un 20%, incrementando en la misma proporción la eficacia energética.
- Divulgación en la comunidad escolar de procesos de conversión energética de la biomasa, la generación de energía eléctrica renovable en plantas especializadas, que contribuye a la conservación del medio ambiente gracias al reciclado de subproductos del olivar.
- Reconocimiento de la diversificación energética en Andalucía en los últimos años e incremento del autoabastecimiento.
- Desarrollo de los pilares del Plan Energético de Andalucía: fomento de las energías renovables; promoción de medidas en favor del ahorro y la eficiencia energética; extensión y mejora de la infraestructura; creación de líneas de investigación e innovación de nuevas tecnologías energéticas.
- Ventajas ambientales como consecuencia del balance neutro en emisiones de CO₂ –principal responsable del efecto invernadero-, ya que la combustión de biomasa no supone un incremento neto de este gas en la atmósfera. Al carecer de contenido en azufre, la combustión de la biomasa no produce óxidos de este elemento que son las que causan las lluvias ácidas.
- Ventajas socioeconómicas: el empleo de biomasa disminuye la dependencia externa del abastecimiento de combustibles. Posibilita nuevas oportunidades para el sector agrícola.
- Aplicaciones térmicas con producción de calor y agua caliente sanitaria con posibilidades de uso de calderas o estufas individuales en el Instituto con adaptación de un nuevo sistema de radiadores o de suelo radiante.
- Diseño de calderas equiparables en su funcionamiento a las habituales de gasóleo C o gas natural.
- El cultivo del olivar en el Instituto abarca una parcela pequeña -pero importante por su sensibilización y valores educativos- y presta servicios ecológicos en la conservación de la biodiversidad, el valor de un paisaje singular, en la contención de la erosión, preservación de la humedad ambiental y del suelo y como sumidero de CO₂.

Cuadro 13.- USO ENERGÉTICO EN EL IES AURINGIS

VENTAJAS	DEBILIDADES
• Identificación de la comunidad escolar con el proyecto “Olivo, biomasa y producción de aceite ecológico”. • Apertura del proceso enseñanza – aprendizaje al entorno social y agrícola de la ciudad y la provincia. • Conservación del patrimonio natural • Integración de los olivos en el Instituto. • Estudio teórico y práctico de la biomasa, energías renovables y protección del medio ambiente. • Conocimiento de la industria de la biomasa en Andalucía. • Disminución del riesgo de incendios. • Defensa ante plagas como la del “barrenillo”. • Freno a la erosión del territorio inclinado del olivar. • Utilización de los subproductos del olivar en la generación de biomasa y mantenimiento del suelo. • Reversión de la biomasa para uso térmico y eléctrico del propio Instituto. • Construcción de infraestructuras y	• Se trata de una explotación pequeña: escasa dimensión del olivar. • Orografía del terreno: suave pendiente. • Falta de experiencias previas en otros centros educativos por el carácter novedoso del proyecto. • Estacionalidad del producto: breve periodo de la campaña de recogida de la aceituna en relación con la temporalización del curso académico. • Necesidad de alquiler o préstamo de la maquinaria para la recogida. • Dependencia de autorización exterior por parte de la Junta de Andalucía para cambios en la infraestructura energética. • Financiación del proyecto. • Alquiler de maquinaria. • Parque de almacenamiento por estacionalidad. • Transporte a almazara. • Gastos en la extracción del aceite, embotellamiento y otros. • Coste del transporte a la almazara. • Disponibilidad de tecnologías de

calderas en el Instituto para aprovechamiento de la energía de origen vegetal. • Extensión de la experiencia a otros centros educativos. • Empleo de maquinaria convencional adaptada. • Utilización de servicios de empresas agrícolas alternativas	reconversión.
---	-----------------------------

11.- REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AAE (2013) “La biomasa en Andalucía”. Agencia Andaluza de la Energía, Consejería de Innovación, Ciencia y empresa. Junta de Andalucía
- AEBION (2011): Annual Statistical Reporto on the contribution of Biomass to the Energy System in the EU 27. AEBION-European Biomass Asociation Brussels, June 2011.
- AGENCIA ANDALUZA DE ENERGÍA (2013): “La biomasa en Andalucía”. Consejería de Empleo, Empresa y Comercio. Junta de Andalucía.
- ALBA, J., (1997): “El cultivo del olivo”. Junta de Andalucía y Mundi- Prensa.
- ARAUZO, J., BIMBELA, F., ÁBREGO, J., SÁNCHEZ, J. , GONZALO, A., (2014) Introducción a las tecnologías de aprovechamiento de biomasa.
- BARRANCO, D.; FERNÁNDEZ-ESCOBAR, F; RALLO, L, (1997): El cultivo del olivo. Editorial Prensa, Madrid.
- BEN DRISS ALAMI, S. (2010): Aprovechamiento del hueso de aceituna. Bioserción de iones metálicos. Editorial de la Universidad de Granada.
- BOMAN, U.R; TURNBULL, J.; (1997): Integrated biomass energy systems and emissions of carbón dioxide. Biomass and Bioenergy, 13.
- CAP, (2010) Potencial energético de los subproductos de la industria olivarera en Andalucía. Consejería de Agricultura y Pesca (CAP). Junta de Andalucía.
- CERDÁ, E.b (2012): La biomasa en España: Una fuente de energía renovable con gran futuro. Documento de Trabajo 01/2012. Madrid: Fundación Ideas. Madrid.
- CONSEJERÍA DE AGRICULTURA Y PESCA. JUNTA DE ANDALUCIA (2010): “Potencial energético de los subproductos de la industria olivarera en Andalucía”.
- CONSEJERÍA DE AGRICULTURA Y PESCA. JUNTA DE ANDALUCIA (2008): “potencial energético de la biomasa residual agrícola y ganadera en Andalucía”.
- CONSEJERÍA DE AGRICULTURA, PESCA Y MEDIO AMBIENTE. JUNTA DE ANDALUCIA (2009): “Análisis de la incidencia de la supresión de la quema de residuos agrícolas sobre la reducción de emisiones de gases contaminantes en Andalucía”.

- De SONDEAN, Área de Biomasa, (2000) Potencial y aprovechamiento energético de la biomasa del olivar en Andalucía.
- DAMIAN. Alain (2010): “La biomasa: fundamentos, tecnologías y aplicaciones. AMV Ediciones y Mundi-Prensa.
- DE JUANA. J.M. (2003): “Energías renovables para el desarrollo”. Thomson-Paraninfo.
- España. Ley 24/2013, de 26 de diciembre, del Sector Eléctrico. Boletín Oficial del Estado (BOE), de 27 de diciembre de 2013, núm. 310, pp. 1005198 – 105294 (97 págs.).
- España. Orden IET/1045/2014, de 16 de junio, por la que se aprueban los parámetros retributivos de las instalaciones tipo aplicables a determinadas instalaciones de producción de energía eléctrica a partir de fuentes de energía renovables, cogeneración y residuos. Boletín Oficial del Estado (BOE), de 20 de junio de 2014, núm. 150, pp. 46430 a 48190 (1761 págs.).
- España. Real Decreto 413/2014, de 6 de junio, por el que se regula la actividad de producción de energía eléctrica a partir de fuentes de energías renovables, cogeneración y residuos. Boletín Oficial del Estado (BOE), de 10 de junio de 2014, núm. 140, pp.43876 a 43978 (103 págs.).
- España. Real Decreto 661/2007, de 25 de Mayo, por el que se regula la actividad de producción de energía eléctrica en régimen especial. Boletín Oficial del Estado (BOE), de 26 de mayo 2007, núm.126, pp.22846 a 22886.
- FERNÁNDEZ SALGADO. J.M.; (2003): “Guía completa de la biomasa y de los biocombustibles”. AMV Ediciones.
- GARCÍA MARAVER, A., et al (2012): “Analysis of olive grove residual potential biomass for electric and termal energy generation in Andalusia (Spain).
- GUZMÁN ÁLVAREZ, J.R.; (2005): Territorio y medio ambiente en el olivar andaluz. Sevilla: Consejería de Agricultura y Pesca. Junta de Andalucía.
- GUZMÁN ÁLVAREZ, J.R.; (2005): “Una estimación de balance energético y de emisiones de carbono del cultivo del olivo en España”. Ponencia presentada al Congreso Nacional de Ingenieros Agrónomos Sesquicentenario. Madrid.
- IDAE, (2007) Manual de Energías Renovables nº2 / Energía de la Biomasa. Instituto para la Diversificación y Ahorro de la Energía (IDAE). Madrid 2007.

- IDAE, (2008) Biomasa: Industria. Instituto para la Diversificación y Ahorro de Energía (IDAE). Madrid 2008.
- IDAE, (2011) Plan de Energías Renovables 2011-2020. Instituto para y la Diversificación y el Ahorro de la Energía, Madrid 2011.
- IDAE, (2014) Factores de emisión de CO₂ y Coeficientes de paso a energía primaria de diferentes fuentes de energía final consumidas en el sector edificios en España. Instituto para la diversificación y el Ahorro de la Energía (IDAE). Ministerio de Industria, Energía y Turismo.
- ITAGRA.CT y IUGFS, (2012) Biomasa, Biocombustibles y Sostenibilidad. Centro Tecnológico Agrario y Alimentario (ITAGRA.CT), Instituto Universitario de Investigación en Gestión Forestal Sostenible Universidad de Valladolid -INIA (IUGFS) ISBN: 978-84-931891-5-0.
- LA CAL HERRERA. J.A.; (2012) “Instalación de gasificación de restos de poda de olivar integrada en una almazara”. CONAMA 2012. Congreso Nacional de Medio Ambiente. Diputación Provincial de Jaén.
- LA CAL HERRERA. J.A.; (2014): “Nuevo modelo de valorización de subproductos del olivar basado en la tecnología de gasificación integrada en almazaras”.
- LA CAL HERRERA. J.A.; (19 de octubre de 2011): “Ahorro, eficiencia energética y energías renovables” en “Convención el cambio climático y el medio urbano”.
- LA CAL HERRERA. J.A.; (2017): “Valorización energética de subproductos del olivar y sus industrias de transformación”. Serie de Guías Técnicas BIOLIZA. Fundación Caja Rural Jaén.
- MADRID VICENTE. A., (2012): “La biomasa y sus aplicaciones energéticas” AMV Ediciones.
- PALOMEQUE MESSÍA, F.; et al., (2001): “El aceite de oliva. Su obtención y propiedades”. Fundación del Olivar; Patrimonio Comunal Olivarero y Junta de Andalucía.
- PASTOR MUÑOZ-COBO, m.; HUMANES GUILLÉN, J.; (2010): “La poda del olivo, moderna olivicultura”. Agrícola Española y Junta de Andalucía.

- PLATAFORMA ESPAÑOLA DE LA BIOMASA. BIOPLAT (2012): “Plan de implementación a 2015 del sector español de la bioenergía”.
- REID, D. y HODSON, D. (1993): “Ciencia para todos en Secundaria”. Madrid: Narcea.
- RICO, J., (2013) ¿Poda de olivar para cubiertas vegetales del suelo o para energía? - Energías Renovables, el periodismo de las energías limpias. Biomasa, Energias-renovables.com. Disponible en: <http://www.energiasrenovables.com/articulo/poda-de-olivar-para-cubiertas-vegetales-20130510>. 10 de mayo del 2013
- RUIZ BERMEJO, J.A., (2013) Análisis de la problemática e investigación de aspectos avanzados de la generación eléctrica con biomasa. Doctorado Universidad de la Rioja.
- SALA LIZARRAGA, J.M; LÓPEZ GONZÁLEZ, L.M., (2012): “Investigación e innovación en el sector del aceite de oliva en España. Problemas, oportunidades y prioridades del I+D+I”. Instituto de Economía, Geografía y Demografía. Centro de Ciencias Humanas y Sociales. Consejo Superior de Investigaciones Científicas.
- SANMARTIN, J. y LUJÁN, J.L. (1992). Educación en ciencia, tecnología y sociedad, en J. SANMARTIN et al. (Eds.): Estudios sobre ciencia y tecnología. Barcelona: Anthropos.
- SEBASTIÁN NOGUÉS, F., (2010): “Energía de la biomasa (vol. II): Energías renovables”. Pressas universitarias de Zaragoza.
- SEOANEZ CALVO, M., (2013): “Tratado de la biomasa”. Editorial S.A. Mcgraw-Hill//Interamericana de España.
- TERRADOS CEPEDAJ., Modelo energético basado en la utilización masiva de energías renovables en la provincia de Jaén (ModEner). Consejería de Economía, Innovación, Ciencia y Empleo. Junta de Andalucía.
- TOSCANO MORALES, L.A. ; BARRIGA RIVERA, A.N., (2009) Análisis de los parámetros y Selección de hornos para la combustión de biomasa.
- UNIÓN EUROPEA. DIRECTIVA, 2009/28/CE del Parlamento Europeo y del Consejo, de 23 de abril de 2009, relativa al fomento del uso de energía procedente de fuentes renovables y por la que se modifican y se derogan las

directivas 2001/77/CE y 2003/30/CE. Diario Oficial de la Unión Europea de 5 de junio de 2009, pp. 16-62.

- VIDA SAGRISTA, L.C.; OCAÑA MORAL, M.T.; QUIJANO LÓPEZ, R. y PÉREZ VEGA, M.A. (2005). “Educación y medio ambiente. Fuentes de energía renovable: la biomasa del olivar como recurso didáctico”. En Enseñanza de las ciencias. Número extra. VII Congreso.
- VILAR, J.; CÁRDENAS, R. (2010): “El patrimonio oleícola. Análisis desde la diversidad del conocimiento”. Grupo de Desarrollo Rural de Sierra Mágina. Jaén.
- VILAR, J.; CÁRDENAS, R. (2012): “El sector internacional de elaboración de aceite de oliva. Un estudio descriptivo de los distintos países productores”. GEA Westfalia Separator Ibérica. S.A. Centro de Desarrollo y Competencia para Aceite de Oliva.
- ZAMBRANA, J.F. (2006): El sector primario andaluz en el siglo XX, Sevilla, Instituto de Estadística de Andalucía.

PÁGINAS WEBS

- www.iesauringis.es
- Agencia andaluza de la Energía.
<http://www.agenciaandaluzadelaenergia.es/EEA/>
- Agencia para el aceite de oliva.<http://www.aica.gob.es/>
- PoolREd. Sistema de información de precios en origen del aceite de oliva
<http://www.poolred.com/>
- Consejo Oleícola Internacional.
http://www.internationaloliveoil.org/?lang=es_ES
- AENOR. Asociación Española de Normalización y Certificación. Norma UNE 164003. Biocombustibles sólidos. Especificaciones y clases de biocombustibles. Huesos de aceituna. [http://www.aenor.es/aenor/inicio/home\(home.asp](http://www.aenor.es/aenor/inicio/home(home.asp)
- AVEBIOM. Asociación Española de Valorización Energética de la Biomasa.
<http://www.avebiom.org/es/>
- ANEORUJO. Asociación Nacional de Empresas de Aceite de Orujo.
<http://www.aneorujo.es/>

- Ministerio de Agricultura. Alimentación y Medio Ambiente. MAGRAMA
<http://WWW.magrama.gob.es/es/agua/temas/concesiones-y-autorizaciones/vertidos-de-aguas-residuales/como-obtener-autorizacion-vertido/>
- www.ambientum.com (“La biomasa y su contribución al abastecimiento energético mundial”)
- <https://es.slideshare.net/AVEBIOM/2-diputacion-de-sevilla> (experiencias de la Diputación de Sevilla).
- <http://www.intelec-ingenieria.com/> (intelec. Ingeniería energética)
- <http://www.eseficiencia.es/2015/09/la-diputacion-de-jaen-apoya-a-los-planes-de-optimizacion-energetica> (Planes de Optimización Energética de la Diputación de Jaén con Ayuntamientos de la provincia).
- <https://revistaalmaceite.com/2017/08/10/orujo-orujillo-y-hueso-de-aceituna-quieren-ganar-peso-en-el-mix-energetico-de-la-biomasa-en-espana/> (Orujo, orujillo y hueso de aceituna quieren ganar peso en el mix energético en la biomasa de España. En Revista Almaceite. 10 de agosto de 2017)
- http://www.creativos.jaen.es/index.php?option=com_k2&view=item&id=580:di-seno-de-logotipo-p%C3%A1gina-web-y-motion-graphics&Itemid=124
- <https://www.pelaezrenovables.com/blog>
- <https://www.kwb.es/es/la-biomasa.html>
- <http://www.e3calor.es/tipos-de-bimasa>
- <http://www.juntadeandalucia.es/economiainnovacionyciencia/fondoseuropeosenandalucia/downloadPDF.php?docPDF=20130927123817.pdf>
- <http://www.agroinformacion.com/inaugurada-una-planta-de-biomasa-de-hueso-de-aceituna-en-el-puente-del-obispo-jaen/>
- https://www.agenciaandaluzadelaenergia.es/sites/default/files/documentos/uso_de_la_biomasa_en_el_sector_domestico.pdf