

ESCUELA DE INGENIERIA TÉCNICA AGRÍCOLA

ESPECIALIDAD: INDUSTRIAS AGROALIMENTARIAS

PROYECTO FIN DE CARRERA

CENTRAL TÉRMICA DE BIOMASA DE 5 Mw DE POTENCIA

Directores de Proyecto:

**D. Miguel Poveda Ciórraga
D. Jesús Antonio López Perales**

Alumno:

D. Fco. Javier Romero Risalde

Índice

DOCUMENTO 1. Memoria

1.1. OBJETIVO.

7

1.2 JUSTIFICACIÓN.

1.2.1 Energía y sociedad

1.2.2 Energía y medio ambiente

1.2.3. La biomasa como vector energético.

1.2.4. Utilización de residuos

1.2.5. Potencial energético de la biomasa.

1.3. ANTECEDENTES.

1.3.1. Situación socioeconómica de Manzanares, encrucijada de La Mancha.

1.3.2. Estudio de la viabilidad de los residuos vitícolas como fuente energética

1.4. UBICACIÓN.

1.5. ESTUDIO DEL PRECIO DE LA MATERIA PRIMA.

1.6. ETAPAS DE LA BIOMASA.

1.6.1. Recolección y transporte.

1.6.2. Secado.

1.6.3. Molienda.

1.6.4. Proceso de combustión de la biomasa.

1.7. ANÁLISIS FÍSICO-QUÍMICO DE LA BIOMASA UTILIZADA.

1.7.1. Análisis Químico: *Ensayos experimentales*

1.7.2. Determinación del Poder calorífico del sarmiento de vid.

1.8. ESTUDIO Y RESULTADOS DE LA INCINERACIÓN DE LOS RESIDUOS.

1.8.1. Resumen de las características térmicas del combustible

1.8.2. Balance térmico

1.8.3. Rendimiento del grupo horno-caldera.

1.9. ESTUDIO Y COMPARACIÓN DE LOS SISTEMAS DE COMBUSTIÓN.

1.10. PROCESO DE LA COMBUSTIÓN.

1.10.1. Introducción.

1.10.2. Sistema de manejo de combustible.

1.10.3. Sistema Horno-Caldera y demás complementos para su correcto funcionamiento

1.10.4. Resumen. Diagrama de flujo

1.11. IMPACTO MEDIOAMBIENTAL.

1.12. EVALUACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL.

1.13. INGENIERIA CONSTRUCTIVA DE LAS EDIFICACIONES PROYECTADAS.

1.13.1. Características constructivas del Almacén de Combustible.

1.13.2. Características constructivas de la Central térmica.

1.13.3. Calculo de las instalaciones eléctricas.

1.13.4. Estudio geotécnico.

1.13.5. Instalación contra incendios.

1.13.6. Estudio básico de seguridad y salud.

1.14. ANÁLISIS DE LA INVERSIÓN.

1.14.1. Datos de partida del estudio económico.

1.14.2. Resultados.

1.15. LEGISLACIÓN.

1.16. CONCLUSIÓN.

1.17. REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS Y RECURSOS ELECTRÓNICOS:

Anexos a la memoria.

ANEXO 1: ANTECEDENTES Y JUSTIFICACIÓN.

ANEXO 2: ESTUDIO DEL PRECIO DE LA MATERIA PRIMA.

ANEXO 3: ETAPAS DE LA BIOMASA.

ANEXO 4: ORUJO ALCOHOLIZADO.

ANEXO 5: ESTUDIO DE LA DISTRIBUCIÓN DEL VIÑEDO POR SUPERFICIE Y NÚMERO DE PARCELAS.

ANEXO 6: PROCESOS DE TRANSFORMACIÓN FÍSICA DE LA BIOMASA RESIDUAL Y LESIONES OCASIONADAS AL OPERAR ASTILLADORAS.

ANEXO 7: ANÁLISIS FÍSICO-QUÍMICO DE LA BIOMASA UTILIZADA.

ANEXO 8: TIPOS DE BIOMASA. PLANTACIÓN Y PODA DE LA VID.

ANEXO 9: ESTUDIO DE LA INCINERACIÓN

ANEXO 10: ESTUDIO DE LAS TECNOLOGIAS DE COMBUSTIÓN

ANEXO 11: PROCESO DE LA COMBUSTIÓN

ANEXO 12: IMPACTO MEDIO AMBIENTAL Y SU EVALUACIÓN

ANEXO 13: CALCULOS CONSTRUCTIVOS

ANEXO 14: ESTUDIO ECONOMICO

ANEXO 15: LEGISLACIÓN

ANEXO 16: CALCULO DE LA INSTALACIÓN ELECTRICA

ANEXO 17: ESTUDIO GEOTECNICO

ANEXO 18: INSTALACIÓN CONTRA INCENDIOS

ANEXO 19: ESTUDIO BASICO DE SEGURIDAD Y SALUD

DOCUMENTO 2. Planos

PLANO 0: MAPA TOPOGRAFICO DE MANZANARES.

PLANO 1: SITUACIÓN Y EMPLAZAMIENTO.

PLANO 2: DIAGRAMA DE FLUJO.

PLANO 3: ESQUEMA DE PRINCIPIO DE CALDERA.

PLANO 4: PLANTA GENERAL DE LA PARCELA.

PLANO 5: METODO CREMONA.

PLANO 6: ALZADO Y PERFIL PRINCIPAL DE LA CENTRAL TÉRMICA.

PLANO 7: ALZADO Y PERFIL METALICO DE LA CENTRAL TÉRMICA.

PLANO 8: PLANTA Y DETALLES CONTRUCTIVOS DE LA CENTRAL TÉRMICA.

PLANO 9: ALZADO Y PERFIL METALICO DE LA NAVE DE ALMACENAMIENTO.

PLANO 10: PLANTA Y DETALLES CONTRUCTIVOS DE LA NAVE DE ALMACENAMIENTO.

PLANO 11: INSTALACIÓN ELÉCTRICA. PARCELA.

PLANO 12: INSTALACIÓN ELÉCTRICA. CENTRAL TERMICA.

PLANO 13: ESQUEMA UNIFILAR.

DOCUMENTO 3. Pliego de condiciones

PLIEGO DE CONDICIONES ECONÓMICAS Y GENERALES PARA LA EJECUCIÓN DE LA OBRA.

PLIEGO DE PRESCRIPCIONES TÉCNICAS Y PARTICULARES.

DOCUMENTO 4. Mediciones y presupuestos

DOCUMENTO 1: MEMORIA

MEMORIA

1.1. OBJETIVO.

Construcción de una central térmica biomásica de potencia de 5 Mw tiene como objetivo aprobar la asignatura de proyecto fin de carrera así como impulsar una idea innovadora aprovechando los residuos de la vid (sarmientos, la propia vid) principalmente; u otros residuos que no profundizaremos en su estudio por su existencia, como orujo desalcoholizado (abundante en la zona por la existencia de diferentes alcohólicas); otros recursos pueden ser las podas de diferentes árboles y también haremos un estudio del orujo alcoholizado.

Dicha idea sea probablemente la primera de España en su diseño y muy probablemente del Mundo, pretende impulsar el desarrollo de las energías renovables a través del aprovechamiento de recursos energéticos autóctonos en toda la extensión territorial de Castilla La Mancha, donde nuestra Comunidad figura como primera productora mundial.

Dichos residuos estorban en un determinado proceso productivo agrícola e industrial y que están generando problemas de tipo ecológico (contaminación, incendios, etc.) y costes añadidos (gastos de manipulación, recogida, quemado *in situ*, transporte y eliminación), todo ello, supeditado al primer y más importante objetivo, el cual es de *"mantener siempre el máximo respeto al medioambiente"*.

Queda claro que, no es objetivo de este proyecto la parte eléctrica del mismo, por no ser de la competencia de I.T. Agrícolas, sino, de I.T. Industriales, dada la complicación que supondría abarcar el proyecto completo de turbina, alternador, transformadores de potencia, y así como demás elementos.

1.2. JUSTIFICACIÓN. (ver anexo1)

1.2.1 Energía y sociedad

Este apartado tiene la finalidad de hacer un balance de la situación en que se encuentra el ámbito de la biomasa y su aprovechamiento energético, colocándose en general las energías renovables en un creciente auge y la biomasa encabezándolo (14% del balance de energía primaria mundial).

Es de señalar la dependencia energética de la sociedad y la gran correlación de ésta con la capacidad económica de cada país. Así podemos establecer una relación entre bienestar y consumo de energía, pues un alto consumo de energía significa una economía creciente. Nuestra situación respecto al consumo de energía en Castilla-La Mancha con respecto a nivel nacional es:

Carbón y derivados	Productos petrolíferos	gas	electricidad	Otros consumo energéticos	Total consumo energéticos (miles de €)
4%	24%	31%	39%	2%	301.662

La implantación de nuevos recursos energéticos se fundamenta principalmente por las siguientes puntualizaciones:

- Sustituciones en el uso de energías primarias debido a la aparición de nuevas tecnologías, la disponibilidad de nuevos recursos (como son los sarmientos de vid), la aparición de consumos específicos de energías más limpias y respetuosas con el medio y precios más competitivos.
- El actual crecimiento de precios de los recursos energéticos, podemos centrarnos en la crisis energética iniciada en octubre de 1973 con la subida de los precios de los crudos y con restricciones de oferta aplicadas por los países de la OPAEP (Organización de los Países Árabes Exportadores de Petróleo), y alimentada por hechos similares en los años siguientes. Todo esto hace que se resienten las grandes economías importadoras del “oro negro” y se busquen alternativas.
- Nuestro planeta cuenta todavía con recursos energéticos suficientes para continuar abasteciendo durante al menos tres cuartos de siglo consumos similares a los actuales. Aunque desde la perspectiva económica el plazo parece no preocupante para algunos, pero puede parecer demasiado breve para el futuro bienestar de la humanidad. Considerando que Europa es pobre en recursos energéticos, sobre todo en lo referente a hidrocarburos (principal recurso energético en el último cuarto de siglo), aunque dispone de abundante carbón y las diferencias con los países y áreas exportadoras.
- Cambio de mentalidad de la sociedad y concienciación de que las reservas y los recursos energéticos no son ilimitados, junto con la idea de ahorrar energía y no despilfarrar haciendo entre todos un desarrollo sostenible y respetuoso.
- Disminuir nuestra dependencia del exterior de las fuentes de producción de energía eléctrica, así como ayudar al crecimiento autóctono.
- Considerables perspectivas futuras de energías renovables, debido a los apoyos nacionales y un crecimiento considerable en el Balance Energético Nacional llegando a alcanzar un 10% en los años venideros.

1.2.2 Energía y medio ambiente

Apartado que sirve para ver la influencia más característica de las centrales térmicas con respecto al medio ambiente, pudiendo reducir o evitar con nuestro proyecto las siguientes consecuencias:

- Límites de emisiones de gases nocivos y cantidades que se están emitiendo en centrales térmicas para la producción de energía.
- Consecuencias más relevantes como son lluvia ácida, efecto invernadero y calor de refrigeración, bien documentadas en el anexo1.

1.2.3. La biomasa como vector energético.

La materia vegetal que existe sobre la Tierra constituye un importante recurso energético, cuya utilización racional puede reemplazar una parte sustancial de los combustibles fósiles que hoy utilizamos.

Los residuos de cultivos agrícolas (sarmiento de vid) y de las industrias derivadas (orujo de uva desalcoholizado o no) principalmente pero no descartaremos otros recursos o residuos, tendrán que secarse para obtener un poder calorífico del mismo orden que los lignitos, carbones y hullas grasas. Sin embargo, respecto a los combustibles fósiles presenta las siguientes ventajas:

- Bajo contenido en cenizas, escorias y azufre.
- Bajas emisiones de óxidos de azufre y óxidos de nitrógeno.
- No da lugar a emisión de metales pesados ni hidrocarburos.
- El aprovechamiento de un residuo que hace que está materia se convierta en recurso.
- Puede considerarse un combustible neutro frente a las emisiones de CO₂, pues su producción en la combustión se compensa con la fijación del mismo en el crecimiento vegetal.

1.2.4. Utilización de residuos

Los residuos y subproductos agrarios y agroindustriales:

- Es una biomasa, que ya existe (que no hay que producir) y que en gran medida, no es utilizada con otros fines.
- En muchos casos, la eliminación de dichos residuos constituye un grave problema (puede originar contaminación) y de costosa resolución, en términos económicos y energético

1.2.5. Potencial energético de la biomasa.

Toda la energía acumulada en la biomasa procede de la energía solar que las plantas son capaces de captar, mediante el proceso de fotosíntesis y transformación en energía química. Las plantas actúan por tanto como maquinas captadoras y acumuladoras de energía.

Según las siguientes cuadros (cuadro 5, 6 y 7 de anexo1) podemos decir a modo de referencia y para darnos una idea significativa del potencial energético de la biomasa, que con total aprovechamiento de todos los residuos de la vid $6.084,7 \times 10^3$ Tn/año y considerando un poder calorífico de ésta de 4.000 Kcal/Kg. Obtenemos $2433,88 \times 10^{10}$ Kcal/año.

Ahora vamos a sacar las Kcal consumidas en Castilla La Mancha durante un año, sabiendo que nuestra comunidad tiene aprox. 1.700.000 de habitantes, que el consumo medio de los españoles

es de 3,21Kcal/día; que dan 1171,65 Kcal hab./año. Por lo tanto nos sale $1991,805 \times 10^6$ Kcal de consumo en CLM/año.

Estos datos nos muestran con absoluta claridad que con un buen rendimiento en la combustión y teniendo en cuenta los datos anteriores, que son sólo significativos, tendríamos un abastecimiento completo de los habitantes de nuestra comunidad.

1.3. ANTECEDENTES. (ver anexo 1)

1.3.1. Situación socioeconómica de Manzanares, encrucijada de La Mancha.

Dicho pueblo-ciudad hacen de él un lugar privilegiado para cualquier proyecto de estas características por las facilidades que da el ayuntamiento y La Mancunidad, por disponer de un polígono industrial muy competitivo y de extraordinaria situación geográfica, excelente comunicaciones y la existencia en la zona de materias primas en abundancias.

1.3.2. Estudio de la viabilidad de los residuos vitícolas como fuente energética.

La conclusión de éste estudio es que Castilla La Mancha y concretamente Ciudad Real son las principales productoras de sarmientos de vid de carácter nacional e internacional, por eso es muy viable dicha zona para la ejecución del proyecto.

Los resultados obtenidos en la comarca de Manzanares son casi 40.000 kg de sarmientos/año, teniendo en cuenta la diferencia de regadío y secano y una densidad de 1500 cepas/Ha, por lo que es suficiente para abastecer la central térmica de 5 Mw.

Luego su aprovechamiento significa:

- Una ventaja económica para el cultivo, que podría pagar al menos el trabajo de recogida que de todas formas se efectúa.
- Un aporte energético a las necesidades del país y de nuestra comunidad, actualmente las dos importador de energía.
- Una mejora medio ambiental al suprimir el proceso de degradación actual, además en la combustión de este el CO₂ desprendido se dice que es circulante, o sea a diferencia de los residuos fósiles, no se produce una adicción de CO₂ a la atmósfera.
- Posibilidad de un aporte de la materia prima de los propios viticultores a su retorno diario, o en épocas de reducido trabajo, por otra parte, la entrega no tiene que ser estacional.
- Revalorización de los subproductos agrícolas, importante para mejorar la economía agraria.
- Otra alternativa a los sarmientos de ser quemados en el propio campo o utilizar la máquina trituradora con malos rendimientos debido a la naturaleza leñosa de los sarmientos.

1.4. UBICACIÓN.

La ubicación de dicha planta térmica biomásica de 5 Mw de potencia será en el polígono industrial de la localidad de Manzanares, de interesante situación, que se comenta en los antecedentes (anexo1) y correcto cumplimiento de todos los requisitos exigibles y vigentes para dicha instalación. Ubicación puede ser vista en plano de situación donde se puede observar que engloba las parcelas P46, P47, P48 y P50.

1.5. ESTUDIO DEL PRECIO DE LA MATERIA PRIMA. (ver anexo 2)

El estudio lo realizaremos comparándolo con el derivado del combustible fósil más utilizado y rentable actualmente “gasóleo C de uso industrial” con el P.C.I (4.468 kcal/kg) de la biomasa estudiada, para ello hemos considerado del gasóleo su densidad y P.C.I, respecto a la biomasa su humedad debido a que el poder calorífico inferior esta expresado a razón de kg seco.

Resultado será 0,217 €/kg de sarmiento a pagar al agricultor pero debemos de tener en cuenta y restarle a éste los gastos de recogida y transformación primaria de 8€/Tn. También cabe la posibilidad de que el propio agricultor lo suministre.

1.6. ETAPAS DE LA BIOMASA. (ver anexo 3)

1.6.1. Recolección y transporte.

Sarmiento de vid.

Nuestro caso en la etapa de tratamiento fundamentalmente habrá fase de campo (corta, saca y astillado) antes de la fase de aprovechamiento que será de uso industrial para la producción de energía. Pero no descartamos el tratamiento en planta con un secado o molienda del residuo (orujillo alcoholizado, desalcoholizado y el propio sarmiento cuando es recogido por el agricultor.

La primera fase es la de corta o poda del sarmiento que el agricultor dejara entre líneas de la vid en la misma calle, posteriormente la central pondrá a disposición al agricultor, si no disponen, los conocidos sarmentadores hidráulicos de dos cajas cuya finalidad es la de sacar a lugares accesibles al camión y astilladora móvil los sarmientos para su tratamiento.

El astillado tiene como objetivo reducir el volumen de transporte y aumentar la capacidad calorífica y de incineración de la biomasa, nosotros utilizamos una astilladora móvil arrastrada sobre camión tres ejes y con alimentación manual (ver peligros de la astilladora en el anexo 6).

Por lo que podemos saber que en un área de influencia máxima de 30 Km de radio, con lo que se estima que el coste global de transporte de tal biomasa, de partículas de tamaño \pm de 2 cm., a pie de planta, será 8€/Ton y funcionando con un equipo de trabajo (obrero-astilladora-camión) obtendremos aprox. 15 Tn de sarmiento/día.

Conociendo que la jornada laboral 16 h/día a una velocidad de 3 Tn/h nos harán falta 48 Tn/día para su correcto funcionamiento, lo que quiere decir que necesitaremos 4 equipos de trabajo para así

obtener unos 60 Tn/día suficiente para el abastecimiento u otra opción es tener un equipo de éstos a media jornada obteniendo 52,5 Tn/día.

Orujo desalcoholizado.

Después de tratado y desalcoholizado en el proceso de producción de alcohol, el orujo se encuentra almacenado directamente a pie de planta a la espera de su posterior utilización y eliminación, puesto que se trata de un residuo contaminante que no se sabe qué hacer con él y por lo tanto se estima su aprovechamiento integral como combustible.

Por lo que el coste de éste sería el de su acarreo a la planta térmica. Las alcoholeras más próximas están en un radio inferior a 50 km, por ejemplo: Alcoholeras Reunidas S.A. (Argamasilla de Alba), Alcoholera de la Mancha S.A., ALTOSA, Alcoholes Tomelloso S.A., Allied Domecq España S.A (Tomelloso), ALVINESA S.A. (Daimiel)....

Orujo alcoholizado.

Ver anexo 4

Otras biomásas forestales.

En principio no está prevista su utilización en la central eléctrica, pero si por cualquier circunstancia se necesitaran con carácter extraordinario en una determinada campaña y como mejora del medio ambiente, serán adquiridas y dispuestas a pie de planta basándonos en la anual y necesaria función que realizan los ayuntamientos de la zona, en la poda de los distintos árboles y arbustos.

1.6.2. Secado.

La humedad presente en los materiales biomásicos utilizados es del 40% en el orujo desalcoholizado y del 20 % para el sarmiento de vid y algo superior en el orujo alcoholizado del 45%. Por eso no descartaremos utilizar en un futuro un secado forzado pero principalmente los almacenaremos en unos parques, abiertos lateralmente y con techumbre cenital, a la espera de que adquieran las humedades aprox. de 15%, 10% y 20% respectivamente y llevarlas a las cintas transportadoras que suministren automáticamente a la tolva de la caldera de la central térmica.

Debemos de considerar las condiciones de almacenamiento que podemos ver con más detalle en el anexo 6 y anexo18, ya que es de considerar el fenómeno de autocombustión, posibles fermentaciones anaeróbicas, montones no superiores a 40-50 m³, grado de humedad, pasillos de prevención contra incendios....

1.6.3. Molienda.

Operación de realizar obligatoriamente cuando son residuos que no hayan sido tratados por la astilladora o por que queramos homogenizar la mezcla a partículas con un tamaño máximo de 2cm, por lo que poseeremos un molino de tipo Buhler de 100 C.V. de potencia eléctrica, capaces de moler 3 Tn./h.

1.6.4. Proceso de combustión de la biomasa.

La combustión se entiende por toda aquella reacción química con gran desprendimiento de calor, en la que reaccionan el combustible y comburente.

La biomasa es un combustible rico en volátiles. Sin detenernos mucho comentamos los sucesivos pasos:

- Inicialmente se produce el secado de la biomasa, a partir de los 150°C comienza la reacción de forma lenta y gradual hasta los 250°C.
- Por encima de los 275°C comienza un proceso exotérmico en el que el combustible libera sus volátiles que arden como un combustible gaseoso hasta los 900°C.
- El sólido carbonoso que queda finalmente como brasa arde lentamente.
- La calidad de un proceso de combustión se determina por la relación CO/CO₂ en los humos. Una buena combustión es cuando CO/CO₂ < 0,07.
- Dicho proceso se realizara con exceso de aire ya que para una combustión óptima es necesario utilizar una cantidad de aire superior al teórico, normalmente se utiliza un exceso del 40%.

Lo ideal seria disponer de laboratorios de análisis de humos y hacer frecuentes análisis, ya que conocida la composición de los humos se determinan fácilmente las características de la combustión.

1.7. ANÁLISIS FÍSICO-QUÍMICO DE LA BIOMASA UTILIZADA. (ver anexo 7)

SARMIENTO DE VID.

1.7.1. Análisis Químico: *Ensayos experimentales*

Los sarmientos de vid de composición aproximada dada, se secan a la intemperie durante dos meses hasta reducir su humedad al valor indicado.

El análisis termogravimétrico se realiza utilizando una electrobalanza CAHN 2000. Para el análisis térmico diferencial, se utilizó el calorímetro adiabático diferencial marca PARR modelo 1241 y master control modelo 1680 con bomba de oxígeno, según el método ANSI/ASTM, D2015-77/1988.

Podemos aseverar que a temperaturas próximas a 100°C se produce una suave reacción endotérmica (pérdida de agua); a 210°C, se inicia bruscamente una reacción exotérmica, que continua

hasta alcanzar un máximo a 310°C; y antes de que cese el desprendimiento de calor, tiene lugar otra reacción sucesiva que finaliza al quedar reducido el producto a cenizas.

Se deduce también, que el sarmiento de vid presenta elevados valores para temperatura de llama (875-2015°C) si se consideran excesos de aire en la combustión que oscilan entre 40-60 %; ello pone de manifiesto las grandes posibilidades para ser utilizado en la producción de vapor de agua.

También se ha comprobado que la temperatura de rocío de los gases de combustión del sarmiento de vid es baja (44-53°C), si se utilizan excesos de aire en la combustión del 40 al 60 %. Ello permite evitar condensaciones en chimeneas y tubos de humos, impidiendo la corrosión que pueden ocasionar los condensados.

Escaso contenido en azufre de este combustible (0,01-0,07%). Esto es una ventaja adicional que hace a este combustible poco contaminante.

1.7.2. Determinación del Poder calorífico del sarmiento de vid:

Según los resultados obtenidos en dicho anexo y sabiendo que la relación entre los poderes caloríficos superior e inferior es según la definición internacional referida a la atmósfera normal, a 25°C y 1013 bar:

$$PCS = PCI + 5,38 \cdot W = PCI + 5,38 \cdot 10 = 4.536 \text{ kcal / kg}$$

De donde:

$PCI = 4.483 \text{ kcal/kg} \cong 4500 \text{ kcal / kg}$
--

siendo W el porcentaje en peso del agua contenida en los productos de la combustión. En nuestro caso, hemos puesto 10%.

1.8. ESTUDIO Y RESULTADOS DE LA INCINERACIÓN DE LOS RESIDUOS. (ver anexo 9).

1.8.1. Resumen de las características térmicas del combustible:

Esta tabla puede variar en función del residuo a utilizar, nosotros utilizaremos principalmente sarmiento de vid pero sin dejar de lado al orujo alcoholizado y desalcoholizado (pendientes de estudio), que hace que varíe el poder calorífico, humedad...

De las fórmulas o diagramas de los epígrafes del anexo 9, hemos obtenido los siguientes resultados:

P.C. inferior medio del residuo 4500 kcal/kg

Contenido medio de humedad..... 15%

Volumen teórico de aire en la C.N.	V= 4,77 Nm ³ /kg
Volumen de los gases en la C.N.	Vg= 5,47 Nm ³ /kg
Calor medio de calent. de los gases a 950°C	Cpa = 0,334 kcal/kg
Calor medio de calent. del aire a 950°C	Cpg = 0,365 kcal/kg
Porcentaje de exceso de aire	Ve = 172%
Volumen de los humos a 950°C	Vf= 13,5 Nm ³ /kg
Peso específico de los humos	1,250 kg/Nm ³
Escorias y cenizas de los residuos incinerados	40%

1.8.2. Balance térmico:

Siendo la combustión de los residuos sólidos un fenómeno que libera la energía térmica obtenida en los mismos, no puede hacerse un análisis preciso cuantitativo de esta transformación más que con ayuda de balances térmicos parciales o totales.

La cantidad de calor contenida en el vapor la calcularemos por diferencia entre las cantidades de calor que entran en la instalación y las pérdidas de calor habidas en la misma, tomando como base 1 Ton. de residuos sólidos.

Resultado del balance térmico:

La expresión del balance consiste en escribir que la suma de las cantidades de calor que entran es igual a la suma de las cantidades de calor que salen, o sea:

$$QE1 = \sum QS$$

La cantidad de calor contenida en el vapor se obtiene por diferencia, es decir:

$$\begin{aligned}
 QS1 &= QE1-(QS2+ QS3+\dots\dots\dots+ QS6) \\
 &=4.500.000-(771.750+54.000+100.000+16.875+90.000) = \\
 &= 4.500.000- 1.032.625 = \mathbf{3.467.375 \text{ kcal}}
 \end{aligned}$$

Valores de las pérdidas obtenidas:

Toda cantidad de calor que sale de la instalación y no está contenida en el vapor recuperado la hemos considerado como una pérdida. Si los resultados anteriores lo traducimos a porcentajes, obtendremos:

	<u>Porcentaje</u>
- pérdidas por calor sensible de los humos	17,15%
- pérdidas por inquemados de carbono	1,2%
- pérdidas por calor sensible de las escorias	2,2%
- pérdidas por calor sensible del agua de las esc.	0,375%
- pérdidas por radiación	2%
 PERDIDAS TOTALES	 22,925%

1.8.3. Rendimiento del grupo horno-caldera:

Es la relación entre la cantidad de calor suministrado al agua en la caldera para su transformación en vapor y la cantidad de calor que entra en el horno como resultado de la incineración de los residuos.

$$R = \frac{(Q - q) \cdot AH}{(Q - q) \cdot AH + P} = 77\%$$

Parámetro representativo del conjunto horno-caldera.

- Tasa de producción de vapor

Teniendo en cuenta al factor R (rendimiento del conjunto horno-caldera), si en nuestro caso, consideramos una masa de 1Tn de residuos con un PCI de 4.500 Kcal./h., un rendimiento del grupo horno-caldera del 0,77 y suponemos que el vapor producido es saturado a la temperatura de 200°C y 15,85 Kg/cm² de presión, y que el condensado retorna a una temperatura de 140°C y 3,68 Kg/cm², resultará:

Que con **1 Tn. de residuos obtenemos 6.574,9Tn. de vapor** en las condiciones arriba indicada.

1.9. ESTUDIO Y COMPARACIÓN DE LOS SISTEMAS DE COMBUSTIÓN. (ver anexo 10)

En el caso que nos ocupa, la tecnología a aplicar será la de parrillas. El motivo principal para su empleo en lugar de la de lecho fluidizado es el rango de potencia que se está barajando, demasiado bajo para el empleo de esta última tecnología, su tecnología derivan normalmente de los métodos aplicables a carbones de bajo rango, o incluso adaptación de calderas convencionales y es el sistema más extendido de alimentación para biomasa.

1.10. PROCESO DE LA COMBUSTIÓN. (ver anexo 11 y 10)

1.10.1. Introducción.

Los equipos principales de la planta son los siguientes:

1. Sistema de manejo de combustible.
2. Caldera.
3. Turbina de vapor y generador.
4. Equipos de condensación e intercambiador de calor.
5. Sistema de depuración de gases.
6. Planta de tratamiento de aguas.
7. Sistema de instrumentación y control.
8. Equipos para el suministro de energía eléctrica.

1.10.2. Sistema de manejo de combustible.

Como hemos dicho anteriormente tras obtener la humedad adecuada y considerando el anexo 6, se procede a la carga del combustible que se realiza por medio de palas mecánicas, que lo depositan en un transportador de cadenas. Dicho transportador conduce la biomasa hasta la parte superior de las tolvas o silos de dosificación del horno.

1.10.3. Sistema Horno-Caldera y demás complementos para su correcto funcionamiento.

El sistema horno-caldera consta de los siguientes sistemas:

1. Silos dosificadores de combustible con alimentadores neumáticos (válvulas alveolares): para lograr un flujo más homogéneo del combustible, evitando atascos a la entrada de la caldera, así como el posible revoque de las llamas.
2. Horno con parrilla:

El conjunto de emparrillado incluye,

- un soporte para la combustión,
- un dispositivo para el transporte de los residuos,
- un dispositivo para voltear los residuos.

La cámara de combustión está formada por paredes revestidas interiormente por un material refractario situadas encima del emparrillado.

Los hornos de funcionamiento continuo, donde los mecanismos que realizan las cuatro funciones necesarias (introducción, combustión, transporte y volteo) son automáticos (desplazamiento por traslación, basculamiento o rotación), permiten que los residuos frescos se transformen progresivamente en escorias inertes, y pueden llegar a alcanzar rendimientos en la actualidad de hasta 50 Tn/h.

En el caso que nos ocupa y en función del combustible a emplear, sarmientos de vid y posible mezcla con orujo alcoholizado y desalcoholizado, proponemos un horno del tipo Heenan Nichol (ver figura 3, anexo 11).

Este horno presenta la forma de un conjunto de parrillas, de acuerdo con la capacidad que se desea, dispuestas en escalera (parrillas de secado, de combustión y de fin de combustión). Cada parrilla inclinada está formada por un determinado número de hileras de sectores basculantes, los cuales reciben movimiento de unos gatos hidráulicos, de forma que en todo momento la mitad de la parrilla está moviéndose (1 hilera de cada 2). Los ciclos de basculamiento (que son independientes para cada parrilla) se regulan por separado para compensar la disminución del volumen de residuos al irse éstos incinerando. El movimiento basculante voltear los residuos durante la combustión.

Por debajo de cada sección de la parrilla se insufla la cantidad de aire necesario para la incineración, el cual penetra por las ranuras existentes entre las barras de la parrilla. La parrilla es refrigerable por el aire de incineración.

Para recoger la ceniza que cae de la parrilla, se ha colocado un embudo bajo cada sección de la misma.

La primera parrilla, situada debajo del conducto de alimentación, hace las funciones de distribuidor y de parrilla de secado al mismo tiempo.

Los movimientos son controlados por reguladores automáticos del tiempo y relojes ajustables desde la central de mando.

Los residuos quedan incinerados tras haber pasado por la última parrilla de incineración, y las escorias caen en el pozo de escorias revestido. En la parte inferior del pozo y a través de toberas, el agua se mezcla con las escorias para enfriar éstas. Un empujador de escorias operado hidráulicamente cuida de que las mismas caigan al transportador vibratorio.

3. Sistema de aire de combustión, incluyendo los ventiladores:

La mezcla de aire necesaria para la incineración se realiza por un ventilador primario y secundario de aire, puede ser ajustado independientemente para cada una de las zonas del horno. Los gases desarrollados en la incineración, se mezclan con aire secundario sobre la primera sección de la parrilla, obteniéndose una fuerte turbulencia.

El sistema de precalentador del aire de entrada es un intercambiador de calor a contracorriente del propio vapor producido que retorna.

4. Sistema de gases, incluyendo el precipitador electrostático, el ventilador de tiro inducido, la chimenea y depuradores de gases (Scrubber):

Al no existir legislación específica para centrales del tipo o tamaño de la que se está estudiando, el valor de emisión para este tipo de planta y combustible se encuentra dentro de los límites que establece la legislación. Por contra, sí es necesaria la utilización de precipitadores electrostáticos para eliminar las partículas sólidas presentes en los gases de escape antes de la salida de los mismos por la chimenea.

Por eso los gases de escape se conducen a través del filtro multiciclónico del sobrecalentador, del economizador y del precalentador de aire hasta el precipitador electrostático, donde se separan las cenizas volantes

En el filtro multiciclónico se extraen los inquemados y las partículas de gran tamaño que se encuentren en los gases de escape y se devuelven al horno para su combustión. La producción de escorias y cenizas volantes es mínima es 0,6%.

Para obtener una presión baja y constante de 10 a 15 mm. c.d.a. en el horno, es necesaria la instalación de un "ventilador de gas de humo" cuyo caudal se podrá regular automáticamente.

5. Sistema de vapor, incluyendo el economizador, evaporador, sobrecalentador e intercambiador:

Debemos diferenciar dos equipos:

- Turbina de vapor y generador.

La turbina consta de una parte fija y otra móvil equipada con una serie de alabes. Utilizaremos una turbina con válvula de "by-pass" de alta presión que acoplada directamente a un generador síncrono cuyo modo de funcionamiento es control fijo presuponiendo que la red es capaz de recibir toda la energía producida.

Las características de éste vapor a la salida de la turbina son 7.500Kg/h a una presión de 10Kg/cm² saturado.

- Equipos de condensación.

A la salida de la turbina el vapor se condensa para, así, volverlo a introducir en la caldera y reiniciar el ciclo. Se emplea un condensador que utiliza agua como fluido refrigerante. El calor se disipa en una torre de refrigeración mediante un intercambiador con aire en contracorriente.

También dispondremos de un intercambiador de calor en contracorriente, que dispondremos al aire de entrada a la caldera, tras el ventilador.

Nosotros haremos que la mayor parte del agua sea recirculada, pero manteniendo en la torre la concentración de sales óptima.

6. Sistema de postcombustión de las cenizas volantes:

En el filtro multiciclónico se extraen los inquemados y las partículas de gran tamaño que se encuentren en los gases de escape y se devuelven al horno para su combustión. La combustión de las cenizas volantes inquemadas asegura un incremento del rendimiento en un 2 o 3 %.

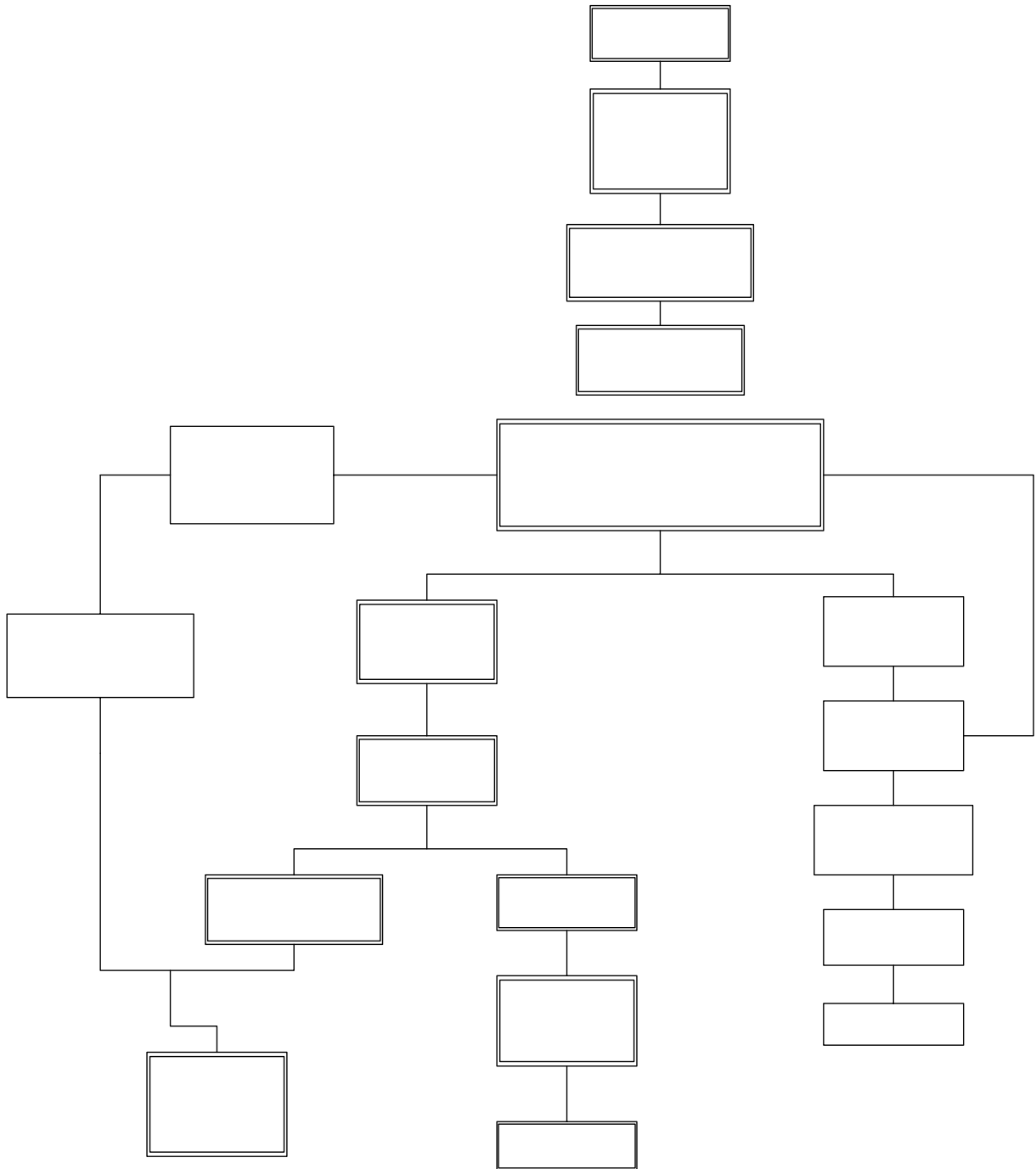
7. Sistema de cenizas y escorias:

Los residuos quedan incinerados tras haber pasado por la última parrilla, por lo que las escorias caen en un pozo revestido de material refractario. En la parte inferior del pozo y a través de toberas, el agua se mezcla con las escorias para enfriarlas. Un empujador de escorias operado hidráulicamente y controlado por relojes automáticos desde la central de mando, cuida de que estas caigan al transportador vibratorio.

Las escorias del horno y la ceniza de la caldera y del filtro electrostático son transportadas por medio de transportadores helicoidales y por un sistema de contenedores colocados bajo la sección de vaciado del horno.

Podemos mencionar por encima la existencia de **planta de tratamiento de aguas** compuesta por tanques de almacenamiento y dosificadores químicos. El **sistema de control y de instrumentación** vital para un correcto y automatizado uso de la planta. Y sin olvidarnos de los **equipos de medida de energía eléctrica** necesarios que permitan su liquidación, facturación y control de acuerdo con el REAL DECRETO 436/2004, de 12 de marzo.

1.10.4. Resumen. Diagrama de flujo.



1.11. IMPACTO MEDIOAMBIENTAL.(ver anexo 12)

Dicho proyecto dispone de toda la tecnología existente que permite reducir el impacto medioambiental, ajustándose a la Normativa actualmente vigente y sabiendo que nuestro proyecto no se incluye en la definición del REAL DECRETO 1866/2004, de 6 de septiembre, por el que se aprueba el Plan nacional de asignación de derechos de emisión, 2005-2007, debido a que no alcanzamos la potencia térmica nominal que debe ser superior a 20Mw. Pero de todas formas hacemos las siguientes incidencias, que se podrán ver en dicho anexo:

Los aspectos a considerar son los siguientes:

1. Efluentes gaseosos. No es necesario la instalación de cualquier equipo por no superar los límites establecidos pero habrá que colocar un precipitador electrostático para deducir los inquemados y aumentar el rendimiento.
2. Efluentes líquidos. Lo peculiar de estas centrales son las aguas de purga pero no presentan mucho problema, para ello dispondremos de tanque de neutralización para ajustar el pH y haremos un control estricto de la temperatura en el punto de vertido, cumpliéndose la normativa en cuanto a la temperatura máxima de vertido (30°C) y al salto térmico máximo (3°C).Pudiéndonos plantear la utilización de la misma en otros usos.
3. Residuos sólidos. Obtendremos dos clases: las cenizas volantes del precipitador y escorias del horno-caldera que debidamente humedecidas serán destinadas a otros usos.
4. Ruidos. Poca incidencia al situarse en polígono industrial pero las instalaciones dispondrán de toda la tecnología existente para reducirlo.
5. Impacto positivo. Puestos de trabajo, mejora del medio ambiente al erradicar la quema del sarmiento y demás residuos.

1.12. EVALUACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL. (ver anexo 12)

Según el Decreto 178/2002 (Castilla-La Mancha) de 17 de diciembre de 2002, por el que se aprueba el Reglamento General de Desarrollo de la Ley 5/1999, de 8 de abril, de Evaluación del Impacto Ambiental de Castilla-La Mancha, y se adaptan sus Anexos (DO Castilla-La Mancha, núm. 5, de 15 de enero de 2003; Corrección de errores DO Castilla-La Mancha, núm. 20, de 17 de febrero de 2003); nuestro proyecto se rige por E.I.A simplificado que tiene en consideración el anexo III y IV del Decreto y figurando el proyecto en el grupo 3 como industrias energéticas.

1.13. INGENIERIA CONSTRUCTIVA DE LAS EDIFICACIONES PROYECTADAS. (ver anexos 13, 16, 17, 18 y 19 respectivamente)

1.13.1. Características constructivas del Almacén de Combustible.

Se proyecta una nave de planta rectangular de 18 m de luz por 40 m de longitud, sin cerramientos. La superficie total son 720 m². Este pórtico servirá para almacenar el combustible, a la espera de su posterior utilización y eliminación.

La nave se proyecta con cubierta a dos aguas, con pendiente del faldón del 25%, estructura metálica con pilares de 4,5 m del perfil IPE-180.

La celosía estará formada por: par 2L 80.10, tirante 2L 70.8, montante 2L 40.6 y diagonales 2L 40.6 y sobre las cerchas separados 5 m irán correas de perfil IPE-120 separadas 1.55 m entre sí.

La cubierta estará constituida de placa galvanizada tipo sándwich.

El arriostramiento se hará con perfiles L en forma de cruz de San Andrés.

Los perfiles usados para los pilares serán de acero laminado A 42-b, perfil HEB, sus dimensiones se comprobarán en el anexo correspondiente a estructura metálica.

La cimentación está formada por zapatas de hormigón armado HA-30/B/40/IIb con armadura A42-b y hormigón de limpieza HM-17,5/B/40/IIb. Las dimensiones se comprueban en el anexo y plano correspondiente a detalles.

1.13.2. Características constructivas de la Central térmica.

Se proyecta una nave de planta rectangular de 18 m de luz por 60 m de longitud, cerrada a cuatro caras. La superficie total son 1080 m², esta nave estará distribuida en dos partes, una será la zona de oficinas 21 m x 5 m y el resto la zona de producción, ver plano 4.

La nave se proyecta con cubierta a dos aguas, con pendiente del faldón del 25%, estructura metálica con pilares de 4.5 y 6 m de altura. La cubierta del edificio se realizará con placa galvanizada tipo sándwich.

Las jácenas proyectadas, son vigas apoyadas sobre los soportes correspondientes. La jácena inclinada es a dos aguas, con luz de 18 m; el perfil usado es IPE-180. En el caso de la jácena horizontal, ésta tiene 3 vanos, cada uno de 6 m de longitud, para el vano central se ha usado un perfil IPE-160 y para ambos vanos laterales se ha usado el perfil IPE-140.

El arriostramiento se hará con perfiles L en forma de cruz de San Andrés.

Sobre las celosía formadas por par 2L 80.10, tirante 2L 70.7, montante 2L 40.6 y diagonales 2L 40.6 separados 5 m irán correas de perfil IPE-120 separadas 1.55 m entre sí.

Los perfiles usados para los pilares laterales(1), esquina (2) y pórtico (3) serán de acero laminado

A 42-b, perfil IPE-270, HEB-100 y HEB-120 respectivamente, se comprobarán en el anexo correspondiente a estructura metálica.

La cimentación está formada por zapatas de hormigón armado HA-30/B/40/IIb con armadura A 42-b y hormigón de limpieza HM-17,5/B/40/IIb. Las dimensiones se comprueban en el anexo y plano correspondiente a detalles.

El cerramiento, estará constituido por bloques de hormigón de 20 x 20 x 40, en un color.

Pintura al cemento para el exterior de la nave.

Cerrajería y carpintería, se instalan 2 puertas de chapa correderas, cada hoja tendrá una longitud de 3 m y de altura 4,5 m y 24 ventanas de 1.2 m x 1.3 m.

1.13.3. Calculo de las instalaciones eléctricas.

ALUMBRADO INTERIOR:

Colocaremos lámparas de vapor de mercurio en forma de hongo con reflector de 400w y un flujo lumínico de 20500 lm, en la nave de la central térmica (A.I.2.) la distribución será 6 lámparas en las 11 cerchas interiores de la nave a una distancia entre ellas de 2.57m excepto en las cuatro primeras cerchas que las colocaremos a una distancia de 1.85m.

Colocaremos lámparas de vapor de mercurio en forma de hongo con reflector de 250w y un flujo lumínico de 12500 lm, en la nave de almacenamiento (A.I.1.) la distribución será 4 lámparas en las 7 cerchas interiores de la nave a una distancia entre ellas de 3.6m.

En las oficinas colocaremos luminaria directa con rejilla difusora cada una con dos tubos fluorescentes LUMILUX de 36w con un flujo lumínico de 3350lm con una distribución de 9 luminarias en tres filas con una separación de 2.1x1.25 m.

ALUMBRADO EXTERIOR:

1. Dos calles en sentido longitudinal de la nave de la central térmica (A.E.1.)
4 Lámparas de sodio de baja presión NA/SOX 90w con flujo lumínico de 13500 lm.
2. Una calle intermedia entre las dos naves (A.E.2.)
2 Lámparas de sodio de baja presión SOX-E 43w con flujo lumínico de 6000 lm.
3. Una calle de sentido transversal de la nave de almacenamiento (A.E.3.)
2 Lámparas de sodio de baja presión SOX-E 71w con flujo lumínico de 10000 lm.
4. Una calle de los aparcamientos y bascula (A.E.4.)
4 Lámparas de sodio de baja presión NA/SOX 135w con flujo lumínico de 22500 lm

1.13.4. Estudio geotécnico.

Según Norma Tecnológica NTE-CEG el suelo sobre el que se asientan las edificaciones objeto del proyecto, es de tipo arcilloso semiduro sobre roca granítica de gran consistencia y resistencia en 3 – 4 kg/cm² (siempre superior a la tensión de cálculo considerada 2 kg/cm²).

1.13.5. Instalación contra incendios.

El establecimiento del presente proyecto se encuentra ubicado en dos edificio anexos, una nave donde se llevan a cabo todas las operaciones de procesado donde se ubica la caldera y otro de almacenamiento del producto

- Tipo C nave de calderas
- Tipo D nave de almacenamiento

El nivel de riesgo intrínseco de cada sector o área de incendio, a los efectos de aplicación del Reglamento de seguridad contra incendios en los establecimientos industriales del 17 de diciembre de 2004, se considera como nivel medio (3) $200 < Q_s < 300 \text{ Mcal/m}^2$ para la nave de calderas y para la nave de almacenamiento se considera como nivel alto (8) $3.200 \text{ Mcal/m}^2 < Q_s$.

Será necesaria la instalación de sist. manual de alarma en la nave de calderas y de almacenamiento al superar los 1000 m^2 de superficie construida en la de calderas y debido a que no se requiere la instalación de sistemas automáticos de detección de incendios en los dos casos.

Se instalarán en la nave de calderas 7 (2 de los cuales en las oficinas) extintores de incendio portátiles con eficacia mínima de 21A, por tener un nivel de riesgo intrínseco medio y una superficie total de 1.080 m^2 y en la nave de almacenamiento 4 extintores de incendios portátiles con eficacia mínima de 34A, por tener un nivel de riesgo intrínseco alto y una superficie de 720 m^2 .

De acuerdo con la premisa de distancia máxima de acción se instalarán tres BIES a lo largo de la planta de la nave de calderas y dos en la de almacenamiento. Las BIES estarán instaladas a una altura de 1,5 m sobre la cota del suelo.

Los dos sectores de incendio de los edificios industriales del presente proyecto deben constar de una instalación de alumbrado de emergencia de las vías de evacuación y su correcta señalización de las salidas de uso habitual o de emergencia, así como la de los medios de protección contra incendios de utilización manual

1.13.6. Estudio básico de seguridad y salud.

Establece las previsiones respecto a prevención de riesgo de accidentes y enfermedades profesionales, así como los derivados de los trabajos de reparación, conservación y mantenimiento, y las instalaciones preceptivas de higiene y bienestar de los trabajadores, durante la construcción de esta obra.

Por lo que sservirá para dar unas directrices básicas a la empresa constructora bajo el control de la Dirección Facultativa, de acuerdo con el Real Decreto 1627/1997 de 24 de Octubre, por el que se implanta la obligatoriedad de la inclusión de un Estudio Básico de Seguridad y Salud en el Trabajo

1.14. ANALISIS DE INVERSIÓN (ver anexo 14)

1.14.1 Datos de partida del estudio económico:

P.C.I. biomasa	Kcal/kg	4.000
Cantidad anual de combustible requerido	Tn/año	18.000
Inversión total	€	6.991.581,38
- Inversión con 40% de subvención	€	4.194.948,83
Potencia eléctrica neta	Kwh	5.000
Rendimiento eléctrica neto	%	27
Precio de venta de energía eléctrica (tarifa 2005)	€/Kwh	0,072072
Precio de compra de biomasa	€/kg	0,05
Horas de funcionamiento anuales	h/año	6.000
Consumo eléctrico propio	Kwh/h	300
Período de construcción	años	1
Vida operativa	años	25
Relación recursos propios/ajenos		30/70
Inflación anual del precio de energía eléctrica	%	1
Cobro ordinario anual	€	2.032.430,40
- Cobro ordinario al inicio por el accionista	€	2.097.474,41
Pagos ordinarios	€	1.164.000
Cobros extraordinarios (venta de maquinaria)		
Año 10	€	535.283,85
Año 20	€	535.283,85
Año 24	€	1.908.083,17
Pagos extraordinarios (compra de maquinaria)		
Año 10	€	5.352.838,53
Año 20	€	5.352.838,53
- Préstamo a largo plazo 35% de la inversión total	€	2.447.053,48
- Período de devolución del préstamo	años	10

1.14.2 Resultados:

En el anexo 14 se pueden ver las cuentas de resultados y balances previstos de la Planta a lo largo de su vida operativa para una subvención del 40% de la inversión total (% asequible de obtener por la posible acumulación de subvenciones expuestas en el anexo 15); a continuación se adjunta el siguiente cuadro, en el cual, podemos estudiar la variación del TIR y VAN del proyecto variando la inversión total a causa de la subvención a recibida (0-70%):

% DE LA INVERSIÓN TOTAL	SUBVENCIONES	INVERSIÓN TOTAL	TIR	VAN (4%)
0%	- €	6.991.581,38 €	6,27%	2.083.168,65 €
10%	699.158,14 €	6.292.423,24 €	7,29%	2.782.326,79 €
20%	1.398.316,28 €	5.593.265,10 €	8,50%	3.481.484,93 €
30%	2.097.474,41 €	4.894.106,97 €	10,01%	4.180.643,07 €
40%	2.796.632,55 €	4.194.948,83 €	11,95%	4.879.801,21 €
45%	3.146.211,62 €	3.845.369,76 €	13,17%	5.229.380,28 €
50%	3.495.790,69 €	3.495.790,69 €	14,61%	5.578.959,34 €
55%	3.845.369,76 €	3.146.211,62 €	16,37%	5.928.538,41 €
60%	4.194.948,83 €	2.796.632,55 €	18,59%	6.278.117,48 €
70%	4.894.106,97 €	2.097.474,41 €	25,43%	7.658.976,86 €

Como podemos ver nuestro proyecto adquiere relevancia económicamente cuando se obtienen subvenciones, de ahí su importancia la parte legislativa.

También hemos realizado un análisis de sensibilidad del TIR del proyecto (alternativa de 40% de subvención) con respecto a las horas anuales de operación de la planta, precio de compra de la biomasa (sarmiento), presupuesto total de ejecución material, costes anuales de operación y mantenimiento y potencia neta de electricidad producida.

En resumen, y tomando como tipo de interés un 4% los índices que caracterizan esta inversión y la alternativa del 40% de subvención:

<i>VAN</i>	<i>TIR</i>	<i>Beneficio/Inversión</i>	<i>Plazo de recuperación.</i>
4.879.801,21	11,95	4,59	

1.15. LEGISLACIÓN. (ver anexo 15)

A continuación mostramos lo que he creído más significativo referente a la legislación que deberá dicho proyecto cumplir o le es de incumbencia; lo podemos dividir en tres partes bien claras:

1. **Primera.** Referente a la clasificación del proyecto en el régimen jurídico y económico de la actividad de producción de energía eléctrica.(ver pag.214 del anexo)

2. **Segunda.** Referente a las posibles subvenciones que puede optar dicho proyecto, así como todo lo que le concierne.(ver pag.246 del anexo)
3. **Tercera.** Referente a la clasificación del proyecto en cuanto a posibles emisiones de gases nocivos a la atmósfera y mantenimiento del medio ambiente.(ver pag.258 del anexo)

1.16. CONCLUSIÓN:

Dicho proyecto tiene por objetivo como hemos dicho la implantación en una zona de gran prestigio vitivinícola una central térmica, la idea surge debido a la gran abundancia de materia prima (sarmientos de vid, orujo desalcoholizado o alcoholizado) en dicha comarca, esto nos lleva a la conclusión que seria un buen proyecto la fabricación y puesta en marcha de una instalación de dichas características para la obtención de dicha materia prima y dar le un aprovechamiento energético.

Por lo que las razones y fundamentos que han servido de base para la confección y justificación del presente Proyecto Fin de Carrera, están expuestas en la anterior Memoria (sobretudo justificación y antecedentes), y en el resto de Documentos (Cálculos, Anexos, Planos, Pliego de condiciones y Presupuesto) que integran este proyecto. A continuación quedo a disposición del Tribunal calificador para aclarar y cumplimentar cuántas cuestiones se juzguen necesarias.

Ciudad Real, de 2.005

ALUMNO-AUTOR DEL PROYECTO

Fdo. : Fco. Javier Romero Risalde

1.17. REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS Y RECURSOS ELECTRÓNICOS:

HERMOSIN GUTIERREZ, ISIDRO. (2003): Apuntes de enología y enotecnia de E.U.I.T.A., C. Real, Departamento de ingeniería de industrias fermentativas.

LÓPEZ PERALES, JESÚS ANTONIO. (2003): Apuntes de construcción de E.U.I.T.A., C. Real, Departamento de ingeniería rural.

POVEDA CIORRAGA, MIGUEL. (2002): Apuntes de termotecnia y proyectos de E.U.I.T.A., C. Real, Departamento de física

UREÑA PARDO, FEIX. (2003): Apuntes de economía de E.U.I.T.A., C. Real, Departamento de economía.

GÓMEZ GÓMEZ, ROCIO. (2002): Apuntes de operaciones básicas y principios y cálculos de procesos de E.U.I.T.A., C. Real, Departamento de Ingeniería Química.

DE LA PLAZA GARCIA, JESUS BENITO. (1992): *Aprovechamientos energéticos de la biomasa*, E.U.I.T.A de C.Real, Proyecto fin de carrera.

SOLTERO LOPEZ, SUSANA. (1995): *Construcción e instalación de una planta de recuperación energética de residuos de vid de 5 Mw de potencia*, E.U.I.T.A de C.Real, Proyecto fin de carrera.

EXCMO. AYUNTAMIENTO DE MANZANARES. (2003): "Encrucijada en La Mancha", *Anuario de Manzanares, julio de 2003*.

AA.VV. (1993): *222 Cuestiones sobre la energía*, Madrid, Forum Atómico Español

AA.VV. (1995): *Registro Vitícola de la Provincia de C.Real*, Madrid, Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación (Secretaria General de Alimentación).

HERNANDEZ GONZALEZ, CAYETANO. (1990): *Las energías renovables y el medio ambiente*, Madrid, Centro de Publicaciones de la Secretaria de Medio Ambiente.

POVEDA CIORRAGA, MIGUEL. (1984): *Optimización del consumo energético en centrales de calefacción de complejos urbanos y su aplicación a plantas mixtas de incineración de residuos sólidos y gasóleo*, E.T.S.I.I, Tesis doctoral de I.I.

Legislación vigente de emisiones de gases (en línea), [http:// www.mma.es](http://www.mma.es)

Datos estadísticos (en línea), [http:// www.ine.es](http://www.ine.es)

Datos estadísticos (en línea), [http:// www.mapya.es](http://www.mapya.es)

BALLESTEROS, M., Martínez J.M^a y Menéndez E. (1995): *La biomasa como vector energético*, CIEMAT, ENDESA.

BAQUERO, I. (1995): *Alimentación, Equipos y tecnología*, Intecsa UHDE.

CARRASCO, J. (1995): *La biomasa: Fuente de Energía y productos para la agricultura y la Industria*, CIEMAT-IER.

HERNÁNDEZ, C. (1992): *Manuales de Energías Renovables/5. Biomasa*, Instituto para la Diversificación y Ahorro de la Energía (I.D.A.E.).

I.D.A.E. (1995): *Seminario de Energía de la biomasa y residuos*, Junta de Castilla y León, Consejería de Economía y Hacienda.

AA.VV. (1991): " Tecnología de la combustión en lecho fluido", Ingeniería Química, nº pag.(263, 264 y 265).

LÓPEZ, J.A. (1994): *La utilización de los residuos de la industria vitivinícola en Castilla y León*. Universidad de Valladolid, Secretariado de publicaciones.

VILÁS, I (1994). *Usos de residuo de Madera para la producción de electricidad y calor en pequeñas comunidades*. Generalitat de Catalunya. Departament d'Indústria i Energia. Institut Català d'Energia.