



e. n. adaro

APROVECHAMIENTO ENERGETICO DE LOS RESIDUOS IN
DUSTRIALES EN TORRAS HOSTENCH, S.A.

INFORME DE SEGUIMIENTO No 4 (ULTIMO)

PEN

JULIO-1984

empresa nacional adaro de
investigaciones mineras, s.a.
enadimsa

50296

TITULO	APROVECHAMIENTO ENERGETICO DE LOS RESIDUOS INDUSTRIALES EN TORRAS HOSTENCH, S.A. INFORME DE SEGUIMIENTO No 4 (ULTIMO)
CLIENTE	PEN
FECHA	JULIO-1984

Referencia: P-15710

Departamento: UNIDAD DE RESIDUOS SOLIDOS

Responsable: Javier García-Salmones Varona

1.- INTRODUCCION

1.1.- GENERAL

Se recogen en este Informe los resultados obtenidos durante el cuarto y último trimestre del funcionamiento de la Planta de Combustión de residuos de cortezas y serrín de pino y eucalipto instalada en la fábrica de Torras Hostench, S. A. en Gerona y correspondiente al contrato de fuentes complementarias de energía entre ENADIMSA y TORRAS HOSTENCH, S.A.

Igualmente, se realiza el análisis global del año completo de seguimiento con vistas a fijar los parámetros base para determinar el resultado económico de este proyecto, así como el análisis económico previsional cuyo resultado sirva de guía a futuras instalaciones.

Desde el punto de vista técnico, se indica el rendimiento de la combustión y la equivalencia con el fuel-oil sustituido de forma que, se pueda determinar el resultado general de la instalación en ambos aspectos, técnico y económico.

Se incluye un apartado para resumen y conclusiones de los trabajos y resultados del proyecto.

1.2.- CONCLUSION

- a) Desde el punto de vista técnico, esta instalación es ta funcionando con rendimiento térmico del 80%, que corresponde al valor estimado de partida con un con sumo medio de 100 t/día de residuo.
- b) El manejo del residuo forestal, su almacenamiento y transporte, debe proyectarse de forma que el conte- nido en arena sea el mínimo posible por sus efectos en la escoria y electrofiltro.
- c) La combustión se realiza de forma correcta, así como su deslizamiento sobre la parrilla fija inclinada.
- d) No hay problemas con el equipo de transporte del re- siduo, teniendo presente lo indicado en el apartado b).
- e) Los resultados económicos sobrepasan los estimados, tanto en lo que se refiere a rentabilidad como al tiempo de recuperación del capital.
- f) Los análisis económicos permiten un amplio margen en cuanto a la variación de los costos de los residuos, lo que no obstante, obliga a establecer una políti- ca en la recogida de residuos forestales que permi- ta ajustar y garantizar suministros y precios.

2.- SEGUIMIENTO CORRESPONDIENTE AL
CUARTO Y ULTIMO TRIMESTRE
(Marzo - Mayo)

PLANTA DE APROVECHAMIENTO ENERGETICO DE RESIDUOS INDUSTRIALES
EN TORRAS HOSTENCH, S.A.

SEGUIMIENTO

1.- PERIODO DE SEGUIMIENTO: Del 1-III-1984 al 30-V-1984

2.- PRODUCTO TRATADO:

	Cantidad	P.C.I. (a50%)	Q _c (K _c)
2.1.- Serrín propio -	3.426,7	2.400	8.224,- x 10 ⁹
2.2.- Serrín ajeno --	--	2.400	--
2.3.- Corteza propia-	3.952,5	1.900	7.509,7 x 10 ⁹
2.4.- Corteza ajena -	74,9	1.900	1.423,- x 10 ⁹
2.5.- Astilla ajena -	3.769,4	2.800	10.544,3 x 10 ⁹
T O T A L -----	11.223,5	--	27.731,- x 10 ⁹

3.- ENERGIA PRODUCIDA (Rendimiento)

- 30.967 t de vapor equivalentes a -- 17.524 Gigacalorias
- Rendimiento $\frac{17.524}{27.731} \times 100$ ----- 63%

4.- COMBUSTIBLE SUSTITUIDO

- a) PCI del fuel-oil ----- 10.549 Kc/Kg
- b) Rendimiento de combustión ----- 85%
- c) Energía útil: $10.549 \times 0,85 \times 10^9 = 8.970 \times 10^6$ G.cal/Kg
- d) Fuel-oil sustituido $\frac{17.524}{8.970} = 1.954$ t. fuel

5.- AHORRO ECONOMICO

- Fuel-oil sustituido	1.954 t x 27.030 ₱/t	= 52.816,6 MP
- Menos:		
. Corteza no vendida:	3.918 t x 1.111 ₱/t	= 4.352,9 MP
. Serrín no vendido :	3.426,7t x 2.000 ₱/t	= 6.853,4 MP
. Compra de astillas:	3.769,4 t x 3.340 ₱/t	= 12.589,8 MP
. Compra de corteza :	74,9 t x 2.100 ₱/t	= 1.572,9 MP
		<hr/>
	TOTAL AHORRO -----	= 27.447,6 MP

6.- RECUPERACION DE LA INVERSION

6.1.- Costo total de la instalación -----		191.752,- MP
6.2.- Amortizado -----		105.672,6 MP
. En períodos anteriores -----	78.225,-	
. En el período -----	27.447,6	
. Porcentaje amortizado -----		55,10%
6.3.- Falta por amortizar -----		86.079,4 MP
- Porcentaje -----		49,9%

PLANTA DE APROVECHAMIENTO ENERGETICO DE RESIDUOS INDUSTRIALES EN TORRAS HOSTENCH, S.A.

DATOS BASE PARA EL CALCULO DE RENDIMIENTOS

P R O D U C T O S	PCI (Kc/kg)	PV (PC) Pts/t.	CONSUMO EN TONELADAS			4º TRIMES- TRE ACUMU- LADO
			MARZO	ABRIL	MAYO	
Serrín propio -----	2.400	2.000,-	829,2	518,5	2.079,-	3.426,7
Serrín ajeno -----	2.400	--	--	--	--	---
Corteza propia -----	1.900	1.111,-	910,-	893,5	2.249,-	3.952,5
Corteza ajena -----	1.900	(2.100,-)	--	--	74,9	74,9
Astilla propia -----	2.800	--	--	--	--	---
Astilla ajena -----	2.800	(3.340)	1.057,8	1.069,4	1.642,2	3.769,4
SUMA -----			2.797,-	2.481,4	5.945,1	11.223,5

Vapor producido (t) ----- 9.470 10.112 11.380 30.967

Energía producida (Gigacalorias) ----- 5.360 5.723 6.441 17.524

3.- SEGUIMIENTO CORRESPONDIENTE AL TOTAL DEL
PERIODO (UN AÑO) JUNIO-1983/MAYO-1984

3.1.- GENERAL

Los parámetros de medida de consumo, rendimiento, energía producida, etc. que han servido de base para realizar los informes trimestrales, se han comportado de forma oscilante, pudiendo indicar un funcionamiento, desde el punto de vista técnico, no uniforme.

A la vista de los resultados totales a lo largo del período de seguimiento, se ha observado como estos valores se van compensando unos meses con otros, obteniéndose valores coherentes, como por ejemplo, caídas bruscas del rendimiento de la combustión por debajo del 66% ó alzas por encima del 96 % para capacidades de producción similares. Esto es debido a la dificultad de medir consumos y producciones de energía en tiempos iguales.

De la misma forma, esta diferencia entre consumo y producción, tiene un reflejo en el cálculo del ahorro económico, que al utilizar períodos cortos puede conducir a error.

Con vistas a eliminar parte de este error, analizamos los resultados globales para la totalidad del período, teniendo que, de este modo se eliminan los errores cometidos en las medidas mensuales correspondientes, en gran parte.

De este modo obtenemos los valores a considerar para el análisis económico previsional.

3.2.- CONSUMOS, PRODUCCIONES Y RENDIMIENTOS

En el Cuadro 3.2.1., se repiten los valores mensuales ya indicados en los informes parciales, ampliados en los consumos medios diarios, fuel-oil sustituido y rendimiento, así como los valores anuales.

Las cantidades de residuo tratado, corresponde a cantidades compradas y que no corresponden exactamente a los mismos tiempos de consumo. Esta diferencia origina como ya se ha indicado, el hecho de obtener rendimientos variables mensuales.

Para el cálculo del rendimiento, se tropieza con la dificultad de conocer exactamente los grados de humedad de cada componente, de forma que se pueda tener el PCI de la mezcla obtenida. Se han tomado los valores estimados para el 50% de humedad, lo cual no se ha mantenido constante e introduce el correspondiente error. Los PCI aquí considerados son:

- . PCI de Corteza ----- 1.900 Kc/Kg
- . PCI del Serrín ----- 2.400 Kc/Kg
- . PCI de Astilla ----- 2.800 Kc/Kg

En el capítulo dedicado al cálculo del rendimiento se exponen con mayor detalle, el método seguido para la toma de medida diaria durante un período de tiempo y considerando el combustible como todo uno con un único PCI en función de su humedad.

De esta forma se obtienen por dos caminos dos valores para el rendimiento muy próximos entre sí (78 - 80%), lo que permite considerar esta valor como resultado técnico de la instalación.

Para el cálculo de fuel-oil sustituido se ha partido de los siguientes valores:

- PCI del fuel-oil -----	10.549 Kc/Kg	
- Rendimiento -----	85 %	
- Energía útil -----	$10.549 \times 0,85 \times 10^9$	=
	$= 8.970 \times 10^{-6}$ Gcal/Kg	
- Fuel-oil sustituido:		
Energía producida (vapor)	8.970×10^{-6} Kg. fuel	

CUADRO 3.2.1.- Instalación TORRAS HOSTENCH, S.A.: Consumos, producción y rendimientos mensuales.

1. PERIODO	Junio	Julio	Agosto	Septiemb.	Octubre	Noviembre	Diciembre	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	TOTAL/AÑO
2. Días/mes	30	31	31	30	31	30	31	31	29	31	30	31	366
3. RESÍDUOS TRAVADO (t)													
3.1.- Corteza propia -	1.306,6	738,9	339,2	1.194,8	851,6	806,5	868,8	860,6	689,0	910,1	893,5	2.149,0	11.608,6
3.2.- Serrín propio --	347,3	406,7	190,8	245,1	616,7	774,9	866,4	824,4	518,9	829,2	518,9	2.079,0	8.218,3
3.3.- Corteza ajena --	--	--	505,0	--	--	--	--	--	--	--	--	74,9	579,9
3.4.- Astilla ajena --	1.360,1	1.932,0	689,5	1.023,7	1.287,7	1.429,6	1.348,0	1.373,0	2.282,0	1.057,8	1.069,4	1.642,5	16.495,3
3.5.- Total mes -----	3.014,-	3.077,6	1.724,5	2.463,6	2.756,-	3.011,-	3.083,2	3.058,-	3.489,9	2.797,1	2.481,8	5.945,5	36.902,1
3.6.- Media diaria en t/día -----	100,5	99,3	55,6	82,-	88,9	100,4	99,5	98,6	120,3	90,2	82,7	191,8	100,83
4.- ENERGIA CONSUMIDA (Gigacalorias) ---	7.124,6	7.709,5	3.992,6	5.724,6	6.703,5	7.395,0	7.504,5	7.457,7	8.944,1	6.680,9	5.937,2	8.826,3	84.000,5
5.- VAPOR PRODUCIDO (t)	9.985,-	9.904,-	6.567,-	9.649,-	9.695,0	8.916,0	10.041,0	10.306,0	10.513,-	9.554,-	10.201,-	11.481,-	
6.- ENERGIA PRODUCIDA (Gigacalorias) ----	5.601,5	5.556,4	3.684,1	5.413,4	5.439,0	5.001,9	5.633,0	5.833,0	5.951,0	5.360,0	5.723,0	6.441,0	65.637,4
7.- FUEL-OIL SUSTITUIDO (t) -----	624,5	619,5	410,7	603,5	606,4	557,6	627,91	650,3	663,3	597,7	638,0	718,1	7.317,6
8.- RENDIMIENTO TERMICO CO (%) -----	78,6	71,3	92,2	94,6	81,1	67,6	75,1	78,2	65,4	80,2	96,4	73,0	78,14%

RENDIMIENTO TERMICO = 78,14 %

3.3.- CUENTA DE EXPLOTACION ANUAL

Se exponen en el Cuadro 3.3.1. los datos mensuales y la suma anual del importe de la inversión y los costos efectuados por la compra de residuo y el no generado por la no venta de los residuos generados.

Se incluyen los gastos valorados de personal, mantenimiento y energía eléctrica, considerados como diferenciales respecto a los ocasionados a la instalación de fuel-oil sustituido.

Como complemento se incluye el beneficio bruto, teniendo en cuenta que difieren de los reflejados en los informes parciales por no haberse considerado estos últimos costos anteriormente.

No se indica, igualmente, ni gastos financieros, ni impuestos, los cuales se tienen en cuenta en el capítulo del estudio económico previsional, dejando de esta forma los datos aquí reflejados como base para determinar los valores anuales a utilizar en dicho capítulo.

CUADRO 3.3.1.- Instalación TORRAS HOSTENCH, S.A.: Cuenta de explotación (Período de seguimiento) (x1.000)

	COSTOS UNITARIOS Pts.	Junio	Julio	Agosto	Septiem- bre	Octubre	Noviem- bre	Diciem- bre	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	S U M A
0.- INVERSION -----	193.600,-													
1.- FUEL-OIL SUSTITUIDO -----	27,03 (t)	16.880	16.745	11.102	16.313	16.390	15.073	16.974	17.577	17.933	16.157	17.254	19.409	19.787,-
2.- RESIDUOS UTILIZADOS:														
2.1.- Corteza no vendida -----	1,111 (t)	1.452	821	480	1.327	946	896	965	956	766	1.011	993	2.388	13.001,-
2.2.- Serrín no vendido -----	2 (t)	695	813	382	490	1.233	1.550	1.733	1.649	1.038	1.659	1.036	4.158	16.436,-
2.3.- Corteza comprada -----	2,1 (t)	--	--	1.061	--	--	--	--	--	--	--	--	157	1.218,-
2.4.- Astilla comprada -----	3,34 (t)	4.543	6.453	2.303	3.419	4.301	4.775	4.502	4.586	7.622	3.533	3.572	5.486	55.095,-
2.5.- SUMA -----	--	6.690	8.087	4.226	5.236	6.480	7.221	7.200	7.191	9.426	6.203	5.601	12.189	85.750,-
3.- GASTOS DE EXPLOTACION:														
3.1.- Personal -----	6.000 (año)	500	500	500	500	500	500	500	500	500	500	500	500	6.000,-
3.2.- Energía eléctrica -----	5.000 (año)	417	417	417	417	417	417	417	417	417	417	417	417	5.000,-
3.3.- Planteamiento -----	6.000 (año)	500	500	500	500	500	500	500	500	500	500	500	500	6.000,-
3.4.- SUMA -----	--	1.417	1.417	1.417	1.417	1.417	1.417	1.417	1.417	1.417	1.417	1.417	1.417	17.000,-
4.- AHORRO BRUTO -----		8.773	7.241	5.459	9.673	8.493	6.435	8.357	8.969	7.090	8.537	10.236	5.803	95.066,-
5.- AHORRO ACUMULADO -----		8.773	16.014	21.473	31.146	39.639	46.074	54.431	63.400	70.490	79.027	89.263	95.066	

4.- RESULTADOS TECNICOS (RENDIMIENTO
TERMICO DE LA INSTALACION)

4.1.- INTRODUCCION

El presente estudio tiene por objeto determinar cuál es el rendimiento de la caldera VULCANO. Para que el resultado sea lo más fiable posible, dentro de las limitaciones propias de este tipo de cálculo, se han utilizado los datos disponibles de esta caldera referentes a cinco meses de funcionamiento.

En los cálculos han intervenido la cantidad de corteza quemada por día, el contenido de humedad de la misma y la cantidad de vapor producido por la caldera en cada uno de los días de los que se disponía de todos los datos completos.

4.2.- CONCLUSIONES

Después de haber analizado cinco meses de funcionamiento de la caldera (Diciembre 1983) y Enero, Febrero, Marzo y Abril de 1984 se llegó a las siguientes conclusiones:

1a) El rendimiento medio de esta caldera es prácticamente del 80%.

2a) Los valores del rendimiento medio que se han encontrado en cada uno de los meses arriba mencionados son:

. Diciembre ----	81,1%
. Enero -----	78,5%
. Febrero -----	80,4%
. Marzo -----	79,0%
. Abril -----	79,3%

3a) En función del contenido de humedad de los residuos (35 ÷ 50%) por cada tonelada de combustible se obtienen entre 3,72 y 2,66 toneladas de vapor.

4.3.- ANALISIS

Para medir el rendimiento de una caldera el sistema más usado es el llamado procedimiento INDIRECTO. Dicho sistema consiste en determinar todas las pérdidas de calor que existe en la caldera. Es decir para este caso el rendimiento vale:

$$= \frac{P_c \text{ PCI} - \text{Pérdidas}}{Q_c \cdot \text{PCI}} = \frac{\text{Pérdidas}}{Q_c \text{ PCI}}$$

Q_c es la cantidad de combustible quemado y PCI es el poder calorífico inferior del combustible.

Las pérdidas que pueden existir en una caldera de este tipo pueden ser las siguientes:

- 1o) Pérdida de calor por inquemados (fuerte cantidad de CO en los humos).
- 2o) Pérdidas de las cenizas.
- 3o) Pérdidas en forma de calor sensible en los humos.
- 4o) Pérdidas por convección y radiación de las paredes de la caldera y demás elementos de la instalación.

En nuestro caso se hace prácticamente imposible evaluar todas estas pérdidas, debido al tipo de caldera, por dicho motivo no queda más remedio que utilizar el llamado método DIRECTO.

Este sistema consiste en analizar el funcionamiento de la caldera durante un tiempo determinado (30, 60 minutos o período más largo) y durante este tiempo evaluar cuál ha sido la cantidad de vapor producido y la cantidad de combustible que realmente ha quemado la caldera en este intervalo.

Evidentemente, también es necesario conocer las características del vapor producido (presión y temperatura), la temperatura del agua de alimentación y el poder calorífico del combustible.

Conociendo exactamente estas magnitudes, entonces el rendimiento viene dado por la expresión:

$$\eta = \frac{Q_v \Delta i}{Q_c \text{ PCI}}; \text{ donde } Q_v \text{ es el vapor producido en Kgs.}$$

durante el tiempo que ha durado el ensayo; Q_c es la cantidad de corteza y serrín quemados, también en kilogramos durante el mismo intervalo; PCI es el poder calorífico inferior del combustible en kcal/kg, y Δi es el salto entálpico también en kcal/kg.

4.4.- METODOLOGIA

Con el fin de que los resultados sean lo más fiable posible, se calcula día por día la cantidad de energía térmica introducida en la caldera. Para ello se dispone del peso báscula del combustible quemado también por día, así como de la humedad.

Conociendo la humedad es posible calcular el Poder Calorífico Util (PCU) del combustible, de tal forma que la energía térmica total por día que contiene el combustible que alimenta la caldera es $P_i (PCU)_i$. Donde P_i son los kgs/día quemados y $(PCU)_i$ el Poder Calorífico Util en función del contenido de humedad del combustible.

Así durante un mes determinado, la cantidad de kilocalorías del combustible quemado es:

$$\text{Energía Térmica} = P_1 (PCU)_1 + P_2 (PCU)_2 + P_3 (PCU)_3 + \dots + P_{30} (PCU)_{30}$$

En término medio, el Poder Calorífico Util medio del combustible valdrá $(PCU)_m$; durante el mes en cuestión.

$$(PCU)_m = \frac{\sum P_i (PCU)_i}{\sum P_i}$$

Una vez determinado este valor de $(PCU)_m$, es fácil calcular el rendimiento, puesto que se conoce la cantidad de vapor que ha producido la caldera en toneladas, ya que existe un regis

tro de caudal. El rendimiento valdrá pues:

$$\rho = \frac{24 \sum q_v \cdot \Delta_i}{\sum P_i \cdot \frac{\sum P_i (PCU)_i}{\sum P_i}} = \frac{24 \sum q_v \cdot \Delta_i}{\sum P_i (PCU)_i}$$

Para determinar el Poder Calorífico en función de la humedad nos basamos en dos análisis efectuados sobre la composición centesimal del tipo de combustible empleado. El valor medio de este análisis dió el siguiente resultado:

$$\begin{aligned} C &= 0,507 \\ H_2 &= 0,058 \\ O_2 &= 0,3995 \\ N_2 &= 0,01 \end{aligned}$$

Resto cenizas

El poder calorífico útil de este combustible con una humedad determinada H vale:

$$PCU = 8.100 C(1-H) + 29.000 \left(H_2 - \frac{O_2}{8} \right) - (1-H) 600 H, \text{ aplica-}$$

do a nuestro caso resulta:

$$PCU = 8.100 \times 0,507 (1-H) + 29.000 \left(0,058 - \frac{0,3995}{8} \right) (1-H) - 600 H$$

$$PCU = 4.340,51 - 4.940,51 H \text{ Kcal/kg.}$$

Para trabajar en la calculadora tomaremos $A = 4340,51$ y $B = 4940,51$ y tendremos $PCU = A - BH$.

En los cálculos que a continuación se indican, q_v es la cantidad de vapor generado en t/hora; H_i es la humedad del com

bustible, $(PCU)_i$ es el poder calorífico útil que tiene el conjunto de corteza y serrín con un contenido de humedad H_i .

Por último P_i es el peso del combustible expresado en kgs/día.

Este valor P_i es realmente el peso báscula, y no el peso standard con que fabrica transforma el peso real del combustible utilizado para expresarlo con un 50% de humedad. La relación entre ambos valores es:

$$MS = P_i (0 - H_i) = 0,5 P_s; \text{ es decir: } P_s = 2P_i(1-H_i)$$

dónde P_s es el peso del combustible referido al 50% de humedad y P_i es el peso real con la humedad que le corresponde H_i .

4.5.- PRECISION

Dentro del grado de precisión propio de los instrumentos de medida este sistema en nuestro caso tiene dos limitaciones que son las siguientes:

La primera de ellas está en que para determinar el poder calorífico del combustible nos hemos basado en una media de dos análisis que se efectuaron de dos muestras de nuestro producto con el fin de determinar la composición centesimal de los elementos constituyentes (C, H₂, O₂ y cenizas). Esto quizá según la procedencia y la mayor o menor proporción de serrín en la mezcla pudiera dar lugar a variaciones en esta composición.

La otra fuente de posible imprecisión y quizá la más importante se debe al hecho de que el poder calorífico del combustible es una función lineal del contenido de humedad del mismo.

Por razones de carga de trabajo este valor sólo se toma una vez al día, y se supone que todo el combustible que se quema durante este día, tiene la humedad de la muestra, cuando lo lógico sería poder disponer de muchos más valores. El caso ideal sería tener instalado un registrador de humedad en continuo del combustible, pero un aparato de este tipo cuesta del orden de tres millones de pesetas.

Estas son las limitaciones del método utilizado, pero con los datos y equipos de que se dispone es lo máximo que se puede hacer.

4.6.- CALCULOS

De acuerdo con los datos disponibles y el sistema antes expuesto, tendremos los siguientes datos:

DATOS DE DICIEMBRE 1983

P_i (ton/día)	n_v (ton/hora)	H_i	$(PCU)_i$	$(PCU)_i P_i \times 10^3$
110'8	14'58	45'3	2.101	232'8
136'94	16'12	42'7	2.229	305'3
121'6	15'33	41'7	2.279	277'2
107'1	14'45	45'6	2.086	223'5
109'45	13'7	47'9	1.973	216
117'5	15'83	44'1	2.160	253'9
131'84	13'12	45'8	2.076	273'8
81'15	15'3	46'9	2.022	164'1
123'8	14'7	50	1.869	231'4
122'5	14	41	2.313	283'4
43'3	14'8	32'5	2.733	118'4
189'7	14'7	44'5	2.141	406'1
72	12'3	45'6	2.086	150'2
117'8	14'37	45'5	2.091	246'6
111'65	14'87	45'7	2.081	232'4
104'4	14'58	41'5	2.289	239
119'2	15	44'1	2.160	257'6
$\Sigma=1920'73$	$\Sigma=247'75$			$\Sigma=4111'7 \times 10^3$

$$(PCU)_m = \frac{4111'7 \times 10^3}{1920'73} = 2.141'5 \text{ kcal/kg.}$$

$$\text{En consecuencia } \rho = \frac{24 \times 247'75 (666 - 105)}{4111'7 \times 10^3} = 0'81$$

DATOS DE ENERO 1984

P_i	Q_v	H_i	$(PCU)_i$	$(PCU)_i$ $P_i \times 10^{-3}$
83'7	6'58	42'6	2.235	187
107'3	14'63	42'8	2.224	238'6
113'5	14'6	41'3	2.300	261
117	15'4	48'4	1.948	227'9
100'4	14'58	40'7	2.328	233'7
117'51	14'25	43'5	2.190	257'3
113	14'16	42'6	2.235	252'5
94'81	14'27	42'5	2.239	212'3
118'7	15'37	40'2	2.353	279'3
106'2	13'8	39'9	2.368	251'4
109'9	16'54	40'7	2.328	255'84
110'3	13'62	41'8	2.274	250'8
104'8	14'58	45'5	2.092	219'2
116'3	15'5	42'7	2.230	259'3
124'9	14'87	44'5	2.141	267'4
74'6	8'2	35'4	2.590	193'2
92'1	15	38'9	2.417	222'6
116'6	14'23	36	2.561	298'6
117'85	14'23	46'1	2.062	243
91'99	14'22	48'5	1.943	178'7
112'4	13'76	51'5	1.795	201'7
120	15'81	38	2.462	225'44
$\Sigma = 2363'87$	$\Sigma = 308'2$			$\Sigma = 5.286'78 \times 10^3$

$(PCU)_m = \frac{5286'78 \times 10^3}{2363'87} = 2236'5 \text{ kcal/kg. y el rendimiento valdrá;}$

$$\rho = \frac{24 \times 308'2 (666 - 105)}{5286'78 \times 10^3} = 0'785$$

DATOS DE FEBRERO 1984

P_i	Q_v	H_i	$(PCU)_i$	$(PCU)_i$ $P_i \times 10^{-3}$
109'8	15	36	2.560	281'1
107'7	16'3	47'3	2.003	215'7
132'8	16	39'5	2.388	317'1
86'75	62	44'8	2.126	184'4
107'42	15	41'1	2.308	248
123'6	14'87	42'4	2.244	277'4
116'6	15'2	45'6	2.086	243'3
38'87	14'95	41'3	2.299	89'36
94	16'66	27'5	2.980	280'2
114'64	19	35	2.610	299'2
88	14'66	31'8	2.768	243'6
111'1	14'7	36'3	2.546	282'8
111'4	14	38'7	2.427	170'4
109	14'75	39'1	2.407	262'4
122	15	41'7	2.279	278
124'1	15'2	42'2	2.254	279'8
131'4	15'84	44'7	2.131	280
112'7	15'23	43'6	2.185	246'3
119	14'35	40	2.363	281'2
98'4	14'28	42'7	2.229	219'4
98'9	14	39'9	2.368	234'2
143'5	14'9	48	1.968	282'4
137'4	14	42'2	2.254	309'7
95'4	14	45'9	1.071	97'6
102'55	14'83	42'3	2.249	230'7
$\Sigma = 2.737$	$M = 378'34$			$M = 6334'26 \times 10^3$

$(PCU)_m = \frac{6334'26 \times 10^3}{2.737} = 2314'3 \text{ kcal/kg.}$ El rendimiento valdrá

$$\rho = \frac{24 \times 378'34 (666-105)}{6334'26 \times 10^3} = 0'804$$

DATOS DE MARZO DE 1984

P_i	Q_v	H_i	$(PCU)_i$	$(PCU)_i$ $P_i \times 10^{-3}$
116'2	14'3/	41'7	2.279	264'8
105'1	15'16	38'7	2.427	255'1
107'4	15	43'1	2.210	237'3
89'4	14'8	40	2.363	211'2
99'3	14'3/	37	2.511	249'4
94	15'91	37'1	2.506	235'6
116'4	14'25	40'2	2.353	273'9
109'1	14'25	38'7	2.427	264'8
92	8'82	45'7	2.081	191'5
83'6	11'87	49'2	1.909	159'5
104	10'4	51'7	1.785	185'6
101'8	12'12	49'9	1.874	190'8
118'1	12'83	44'3	2.150	254
117'3	12	43'7	2.180	255'7
92'4	12'45	41'9	2.269	209'7
104'6	14'16	46'3	2.052	214'6
117'1	14'75	47'3	2.062	234'5
118'2	14'7	44'9	2.121	250'7
$\Sigma = 1886$	$\Sigma = 242'21$			$\Sigma = 4138'7 \times 10^3$

$$(PCU)_m = \frac{4138'7 \times 10^3}{1886} = 2.194'4 \text{ kcal/kg.}$$

$$\rho = \frac{24 \times 242'21 (666 - 105)}{4138'7 \times 10^3} = 0'79$$

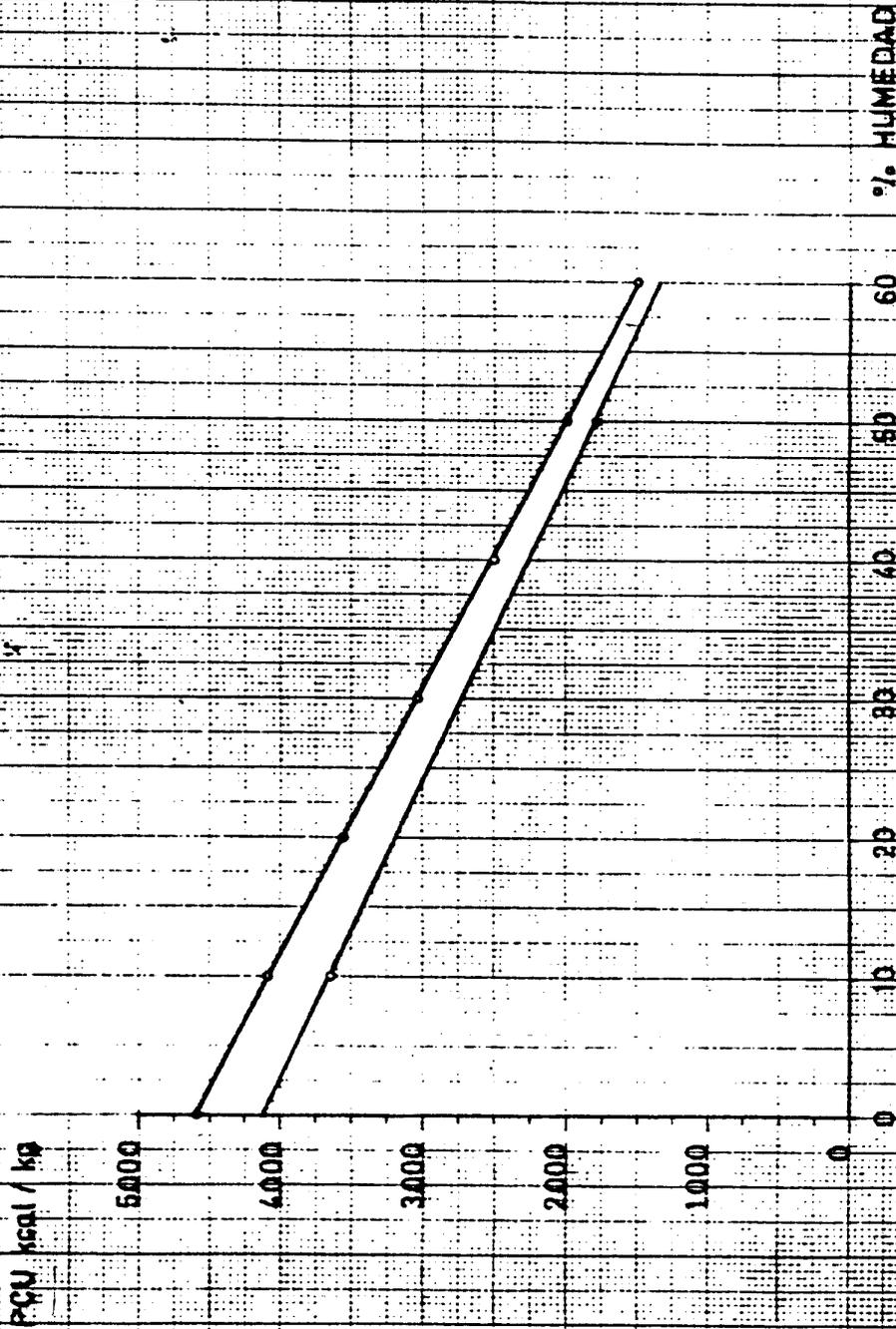
DATOS DE ABRIL 1984

P_i	Q_v	H_i	$(PCU)_i$	$(PCU)_i$ $P_i \times 10^{-3}$
126'8	13'54	47'1	2.012	255'2
110'75	14'41	44'6	2.136	236'5
140'5	14'58	42'5	2.239	314'7
52'6	12'37	45'4	2.096	110'3
125'1	15'52	36'5	2.536	317'3
111'2	13'86	43'9	2.170	241'4
152'8	14'68	43'6	2.186	334
12'4	14'97	42'9	2.221	249'6
105'1	14	43'5	2.191	230'3
128'45	14'29	44	2.165	278'2
98'2	15'25	44'5	2.141	210'2
135'1	15'37	43'6	2.185	295'2
154'45	16'12	39	2.412	372'6
108'7	16'79	42'5	2.239	243'4
113'9	14'66	35'5	2.585	294'5
113'4	15'62	37'8	2.471	280'3
119'3	17'33	36'6	2.531	302
141	15'5	42'7		
$\Sigma = 2149'75$	$\Sigma = 268'86$			$\Sigma 4565'7 \times 10^3$

$$(PCU)_m = \frac{4565'7 \times 10^3}{2149'75} = 2123'8 \text{ kcal/kg.}$$

$$\text{El rendimiento valdrá pues } \rho = \frac{24 \times 268'86 (666 - 105)}{4564'7 \times 10^3} = 0'793$$

Poder calorífico de la corteza en función del contenido de humedad.



TI/S/18/11

SI-083-70

5.- ANALISIS ECONOMICO PREVISIONAL

5.1.- ASPECTOS GENERALES

Dada la importancia que tiene el análisis económico para la implantación de futuras instalaciones semejantes a la presente, se realiza en este capítulo el análisis económico previsual tomando como base los resultados obtenidos durante el primer año de explotación (durante el cuál se ha realizado el seguimiento) y cuyos costos se han incluido en capítulos anteriores.

Junto con los datos de seguimiento, se hacen las hipótesis de inversiones, préstamos, amortizaciones, etc., que se indican a continuación y constituyen los valores de partida de este análisis previsual.

5.2.- INVERSIONES

La inversión realizada para este proyecto comprende los siguientes aspectos:

- Construcción del proyecto de acuerdo a la memoria inicial -----	177,7 MP
- Ampliación -----	19,1 MP
- Control de ejecución -----	1,8 MP
	<hr/>
TOTAL INVERSION -----	193,6 MP

5.3.- ASPECTOS FINANCIEROS

Se estudian cuatro casos de financiación:

b1) Capital propio -----	127,84 MP
Deuda -----	65,75 MP

El interés de la deuda es del 8,5% pagadero al final de cada año a partir del primer año. La devolución del principal se realizará en tres pagos iguales, vencidos cada año y con tres años de carencia.

Estas condiciones se establecen por ser las que se han fijado en el contrato entre ENADIMSA y TORRAS HOSTENCH, S.A. para la realización de este proyecto y servir de medida de resultado económico positivo o negativo del proyecto.

b2) Financiado con deuda al 50% de la inversión y al 15% de interés, con dos años de carencia para la devolución del principal, que será en años vencidos durante la explotación.

b3) Inversión total con capital propio.

b4) 50% de la deuda al 20% con dos años de carencia. Con esta hipótesis cubrimos un intervalo suficiente para medir el resultado económico del proyecto.

5.4.- INGRESOS

El cálculo de ingresos se establece por el importe del fuel-oil sustituido según el año de seguimiento:

$$7.317,7 \text{ t} \times 27.030 \text{ ptas/t} = 197,80 \text{ MP/año.}$$

5.5.- COSTE DE MATERIA PRIMA

Se considera como gastos de materia prima la correspondiente a la compra de residuo forestal y a los ingresos no percibidos por la no venta de los generados en la pro pia planta.

(85,75 MP/año)

5.6.- GASTOS DE MANTENIMIENTO Y
EXPLOTACION

Según los indicados en el período de seguimiento y que
son:

- Energía eléctrica -----	5 MP/año
- Mantenimiento -----	6 MP/año
- Personal -----	6 MP/año
	<hr/>
SUMA -----	17 MP/año

5.7.- AMORTIZACION

La amortización se considera únicamente a efectos de cálculo de la base imponible de impuestos de sociedades.

El tiempo fijado para la amortización total es de 10 años y lineal.

5.8.- IMPUESTOS

El cálculo de impuestos se realizan sobre la base de 35% del BAI (Beneficio antes de Impuesto). Dado el alto valor de este apartado, será motivo de análisis concreto en cada caso, por la incidencia que puede tener sobre el mismo ya que depende de la situación de la empresa en cuanto a su punto de partida con beneficio o pérdida acumulada.

El motivo de incluirlos está en considerar que el ahorro en los costes producidos por la sustitución de combustible producen un mayor beneficio y por tanto la obligacion de satisfacer estos impuestos.

CUADRO 5.1.1.1.- Instalación de TORRAS HOSTENCH, S.A.: Análisis Económico Provisional (en MP)

INVERSION TOTAL: 193,6 MP

CONDICIONES: C. Propio = 127,9 MP

Deuda = 65,7 MP (i = 8,5%)

HIPOTESIS I

	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
DESEMBOLSO -----	127,9	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
INGRESOS -----	--	197,8	197,8	197,8	197,8	197,8	197,8	197,8	197,8	197,8	197,8
C. MATERIA PRIMA -----	--	85,75	85,75	85,75	85,75	85,75	85,75	85,75	85,75	85,75	85,75
C. OPERACIONAL -----	--	17,-	17,-	17,-	17,-	17,-	17,-	17,-	17,-	17,-	17,-
AMORTIZACION -----	--	19,36	19,36	19,36	19,36	19,36	19,36	19,36	19,36	19,36	19,36
C. FINANCIEROS -----	--	5,59	5,59	5,59	5,59	3,72	1,86	--	--	--	--
B.A.I. -----	--	70,1	70,1	70,1	70,1	71,97	73,83	75,69	75,69	75,69	75,69
IMPUESTOS -----	--	24,54	24,54	24,54	24,54	25,19	25,84	26,49	26,49	26,49	26,49
B. NETO -----	--	45,56	45,56	45,56	45,56	46,78	47,99	49,20	49,20	49,20	49,20
B. ACUMULADO -----	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
DEVOL. PRINCIPAL -----	--	--	--	--	21,90	21,90	21,90	--	--	--	--
CASH-FLOW -----	(127,9)	64,92	64,92	64,92	43,02	44,24	45,45	68,56	68,56	68,56	68,56
CASH-FLOW ACUMULADO -----	(127,9)	(62,98)	1,94	66,86	109,88	154,12	199,57	268,13	336,69	405,25	473,81
DEUDA PENDIENTE -----	65,7	65,7	65,7	65,7	43,8	21,9	--	--	--	--	--

T.I.R. = 46,2%

P.B. = $1 + \frac{62,98}{64,92} = 1,97$ años

CUADRO 5.1.2.- Instalación de TORRAS HOSTENCH, S.A.: Análisis económico previsual (en MP)

CONDICIONES: Inversión total = 193,6 MP
 Deuda (50%) = 96,8 MP (i = 15% con 3 años de carencia para devolución principal)

HIPOTESIS II

	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
DESEMBOLSO -----	96,8	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
INGRESOS -----	--	197,80	197,80	197,80	197,80	197,80	197,80	197,80	197,80	197,80	197,80
C. MATERIA PRIMA -----	--	85,75	85,75	85,75	85,75	85,75	85,75	85,75	85,75	85,75	85,75
C. OPERACIONAL -----	--	17,-	17,-	17,-	17,-	17,-	17,-	17,-	17,-	17,-	17,-
AMORTIZACION -----	--	19,36	19,36	19,36	19,36	19,36	19,36	19,36	19,36	19,36	19,36
C. FINANCIEROS -----	--	14,52	14,52	14,52	14,52	12,45	10,37	8,30	6,22	4,15	2,07
B.A.I. -----	--	61,17	61,17	61,17	61,17	63,24	65,32	67,39	69,47	71,54	73,62
IMPUESTOS -----	--	21,41	21,41	21,41	21,41	22,13	22,86	23,59	24,31	25,04	25,77
B. NETO -----	--	39,76	39,76	39,76	39,76	41,11	42,46	43,80	45,16	46,50	47,85
DEVOL. PRINCIPAL -----	--	--	--	--	13,83	13,83	13,83	13,83	13,83	13,83	13,83
CASH-FLOW -----	(96,8)	59,12	59,12	59,12	45,29	46,64	47,99	49,33	50,69	52,03	53,38
CASH-FLOW ACUMULADO -----	(96,8)	(37,68)	22,-	81,2	126,41	173,05	221,04	270,37	321,06	373,09	426,47
DEUDA PENDIENTE -----	96,8	96,8	96,8	96,8	82,97	69,14	55,31	41,48	27,65	13,83	--

$$P.B. = 1 + \frac{37,68}{59,12} = 1,63 \text{ años}$$

$$TIR = 57,8 \%$$

CUADRO 5.1.4.- Instalación de TORRAS HOSTENCH, S.A.: Análisis Económico Previsional (en MP)

CONDICIONES: Inversión total = 193,6 MP
 Desembolso = 50 %
 Deuda = 50 % (i = 20%, pagos anuales con 2 de carencia)

HIPOTESIS III

	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
DESEMBOLSO -----	96,8	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
INGRESOS -----	--	197,8	197,8	197,8	197,8	197,8	197,8	197,8	197,8	197,8	197,8
C. MATERIA PRIMA -----	--	85,75	85,75	85,75	85,75	85,75	85,75	85,75	85,75	85,75	85,75
C. OPERACIONAL -----	--	17,-	17,-	17,-	17,-	17,-	17,-	17,-	17,-	17,-	17,-
AMORTIZACIONES -----	--	19,36	19,36	19,36	19,36	19,36	19,36	19,36	19,36	19,36	19,36
C. FINANCIEROS -----	--	19,36	19,36	19,36	16,94	14,54	21,1	9,68	7,26	4,84	2,42
B.A.I. -----	--	56,33	56,33	56,33	58,75	61,15	63,59	66,-	68,43	71,21	73,27
IMPUESTOS -----	--	19,71	19,71	19,71	20,56	21,40	22,26	23,1	23,95	24,92	25,64
B. NETO -----	--	36,62	36,62	36,62	38,19	39,75	41,33	42,9	44,48	46,29	47,63
DEVOL. PRINCIPAL -----	--	--	--	12,1	12,1	12,1	12,1	12,1	12,1	12,1	12,1
CASH-FLOW -----	(96,8)	55,98	55,98	43,88	45,45	47,01	48,59	50,16	51,74	53,55	54,89
CASH-FLOW ACUMULADO -----	(96,8)	(40,82)	15,16	59,04	104,49	151,5	200,09	250,25	301,99	355,54	410,43
DEUDA PENDIENTE -----	96,8	96,8	96,8	84,7	72,6	66,5	48,4	36,3	24,2	12,1	--

TIR = 52,4 %

P.B. = $1 + \frac{40,82}{55,98} = 1,73$ años

CUADRO 5.1.5.- Instalación de TORRAS HOSTENCH, S.A.: Análisis Económico Previsional (en MP)

CONDICIONES: Inversión total = 193,6 MP

Financiación = Capital propio

HIPOTESIS IV

	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
DESEMBOLSO -----	193,6	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
INGRESOS -----	--	197,8	197,8	197,8	197,8	197,8	197,8	197,8	197,8	197,8	197,8
C. MATERIA PRIMA -----	--	85,75	85,75	85,75	85,75	85,75	85,75	85,75	85,75	85,75	85,75
C. OPERACIONAL -----	--	17,-	17,-	17,-	17,-	17,-	17,-	17,-	17,-	17,-	17,-
AMORTIZACION -----	--	19,36	19,36	19,36	19,36	19,36	19,36	19,36	19,36	19,36	19,36
C. FINANCIEROS -----	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
B.A.I. -----	--	75,69	75,69	75,69	75,69	75,69	75,69	75,69	75,69	75,69	75,69
IMPUESTOS -----	--	26,49	26,49	26,49	26,49	26,49	26,49	26,49	26,49	26,49	26,49
B. NETO -----	--	49,20	49,20	49,20	49,20	49,20	49,20	49,20	49,20	49,20	49,20
DEVOL. PRINCIPAL -----	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
CASH-FLOW -----	(193,6)	68,56	68,56	68,56	68,56	68,56	68,56	68,56	68,56	68,56	68,56
CASH-FLOW ACUMULADO -----	(193,6)	(125,04)	(56,48)	12,08	80,64	149,20	217,76	286,32	354,88	423,44	492,-
DEUDA PENDIENTE -----	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--

$$P.B. = 2 + \frac{56,48}{68,56} = 2,82 \text{ años}$$

$$TIR = 33,5 \%$$

5.9.- RESULTADOS

Cualquiera de las hipótesis consideradas da unos valores para el TIR, altamente atractivos económicamente.

En las hipótesis analizadas se obtienen tiempos de recuperación del capital, que únicamente en el caso de autofinanciación es superior a los dos años (2,82 año), siendo para el resto inferiores a los dos años.

En cualquier caso y dado que las hipótesis analizadas cubren un espacio de alternativas amplio, se puede ver que este tipo de instalaciones, al margen ya de otro tipo de aspectos, es altamente rentable.

Resumimos en el cuadro 5.9.1. los valores obtenidos en las cuatro hipótesis.

CUADRO 5.9.1.- Resumen de análisis económico

HIPOTESIS	CAPITAL PROPIO	DEUDA	INTERES	T.I. R	P. B.
I	66 %	34 %	8,5 %	42,2 %	1,97 año
II	50 %	50 %	15,- %	57,8 %	1,63 año
III	50 %	50 %	20,- %	52,4 %	1,73 año
IV	100 %	--	--	33,5 %	2,82 año

Estos resultados sobrepasan las estimaciones consideradas como punto de partida para la ejecución del proyecto.