



## Estudio de Viabilidad.



## Índice

1. Introducción.....	145
2. Situación energética andaluza.....	148
3. Subvenciones y ayudas.....	149
4. Tarifación en la venta de energía eléctrica para productores en régimen especial.....	151
5. Estudio económico.....	153
5.1. Escenario económico.....	153
5.2. Sistemática de estudio.....	155
5.3. Parámetros y previsiones de la explotación.....	156
5.4. Cuentas de resultados anuales.....	158
5.5. Índices e indicadores de rentabilidad de la inversión.....	164
6. Conclusiones.....	167



## 1. Introducción.

Superficialmente la incineración aparenta ser una solución efectiva para las basuras y sus defensores utilizan una amplia retahíla de argumentos que pueden convencer a los Ayuntamientos que buscan alternativas a los vertederos:

La incineración reduce el volumen del material a verter. Las reducciones oscilan alrededor del 75% en peso (4 kg se reducen a 1 kg) y 90% en volumen (10 m<sup>3</sup> se reducen a 1 m<sup>3</sup>).

No cierra la puerta a otras formas de tratamiento como el compostaje, el cual elimina del flujo de residuos los materiales con menor poder calorífico, pero se la cierra al reciclaje de otros materiales con alto poder calorífico (papel, cartón, plásticos).

Se destruye la mayor parte de la materia orgánica, que cuando es vertida genera metano y lixiviaciones, además de males olores y plagas. Así pues prolonga la vida de los actuales vertederos y retrasa la elección de nuevos emplazamientos.

Las modernas incineradoras equipadas con nuevos filtros para las emisiones atmosféricas emiten mucha menos polución que las antiguas. Son un avance tecnológico sin ningún riesgo, que proporciona una imagen de modernidad al gobierno que elige esta opción.

Las incineradoras no suponen un cambio en las pautas de conducta de los consumidores, productores y servicio de recogida de basuras, que funcionaban cuando el destino final era el vertedero, por lo que los municipios no deben cambiar los hábitos de la gente, ni reorganizar las infraestructuras locales.



Los residuos tóxicos se concentran en la ceniza, con mayor homogeneidad que en la basura anterior y por tanto son mucho más fáciles de tratar.

Las modernas incineradoras producen energía en forma de vapor y electricidad, cuya venta puede compensar los costes de funcionamiento.

No perjudica los intereses de otras actividades económicas directamente relacionadas con la producción de basuras (envases, papel, plásticos), pues hace "desaparecer" grandes cantidades de materias primas que podrían producir alteraciones indeseables en el mercado.

La inversión cuenta con apoyos públicos y se puede obtener financiación estatal y de la Unión Europea (Fondos Feder, etc).

Otros países industrializados de nuestro entorno optaron en el pasado por la incineración.

No importa cuáles sean las tendencias actuales ni la valoración actual que se haga de las consecuencias de aquella decisión. Esos países resolvieron su problema en su momento.

Frente a estos argumentos se pueden levantar los correspondientes contraargumentos:

Las incineradoras no evitan la necesidad del vertedero, pues las cenizas y escorias deben verterse, con la desventaja de que las cenizas contienen más sustancias tóxicas que los residuos de partida y deberían verterse en depósitos de seguridad.

Las reducciones en peso de la basura que se incinera no alcanza el 50% debido a la existencia de desechos que por su



volumen no entra en la incineradora o debido a los paros por mantenimiento y averías.

Añaden un nuevo coste a la gestión de residuos, sin crear ningún valor añadido. No reducen los actuales costes de tratamiento, recogida y vertido, sino que los aumenta.

La energía que se pueda recuperar siempre es menor que la que se habría ahorrado si se reutilizasen y reciclasen los materiales que componen las basuras. La reutilización de los envases duraderos y no desechables pueden ahorrar aún más energía.

Es incompatible con un programa de recogida selectiva y de reciclaje intensivo, pues esto disminuiría la materia prima para la incineración.

Requiere grandes inversiones y el mantenimiento es caro. Es más barata la implantación de programas de recogida selectiva y educación ambiental.

Crean pocos puestos de trabajo comparado con los que se crearían con programas de reutilización, recogida selectiva y reciclaje.

No se corresponde con las enseñanzas extraídas de los problemas que ha causado el funcionamiento de las incineradoras en otros países que han adoptado esa tecnología. No se aprende de los errores ajenos para no caer en ellos de nuevo.

Es incompatible con una política ambiental de sostenibilidad, de protección de la atmósfera y aprovechamiento racional de los recursos.



## 2. Situación energética andaluza.

La situación energética actual de Andalucía la podemos resumir en los siguientes puntos:

- 1) Andalucía posee una elevada superficie y una alta población muy distribuida, lo que dificulta el desarrollo de la infraestructura energética.
- 2) El consumo per cápita de energía en Andalucía es de 1,2 tep/hab/año (España = 1,5 ; U.E. = 2,5) (1 tep = 10.051 Kcal). El coste energético andaluz es de 4.000 M€/año (6,5% PIB) lo que equivale a 533 €/hab/año.
- 3) Existe un gran déficit en generación de electricidad ya que sólo el 55% de la energía eléctrica consumida se produce en Andalucía.
- 4) La participación en energías renovables de España es del 6% frente al 25% de Suecia, el 24% de Austria y el 16% de Portugal.
- 5) El autoabastecimiento de energía es en Andalucía del 8% frente al 35% de España y el 55% de la Unión Europea.

Esta situación de la energía eléctrica andaluza nos dice que hay una necesidad de incrementar el autoconsumo energético aprovechando las fuentes de energía renovable. Por otro lado el uso de dichas fuentes está siendo incentivado por el gobierno español, el cual se ha comprometido con la Unión Europea a cubrir con energías renovables un 12% de la demanda de energía primaria antes del año 2010 (Ley 54/1997). En la actualidad sólo se cubre el 6,3%.



### **3. Subvenciones y ayudas.**

No serán tenidas en cuenta en el estudio de viabilidad las subvenciones y ayudas recibidas de parte de la administración pública correspondiente dado que no se conoce a priori ni su cuantía ni su concesión.

Pero dado que se está potenciando mucho el uso de energías renovables por parte de todos los niveles de la administración pública, hay gran cantidad de programas a los que esta instalación puede acogerse, incrementándose su rentabilidad. De modo que en éste apartado se pretende describir las subvenciones que se pueden solicitar y en qué consistirían.

El programa para el desarrollo de las energías renovables por parte de la Unión Europea se llama ALTENER, y está recogido en DOCE L 79/01, 30/3/00. Su objetivo es la creación de las condiciones necesarias para la aplicación de un plan de acción comunitario sobre energías renovables, impulsando la inversión pública y privada en la producción y consumo de energía derivada de fuentes renovables. Dentro del marco de éste programa se pueden solicitar ayudas, para lo cual es necesario presentar el proyecto de instalación, cuya concesión y cuantía varía dependiendo de la disponibilidad de fondos.

Otros programas de la Unión Europea no destinados estrictamente al desarrollo de las energías renovables pero dentro de los cuales pueden solicitarse ayudas son:

- Iniciativa comunitaria de desarrollo rural LEADER.
- Iniciativa comunitaria Interreg III.



- Fondos estructurales.
- Fondos de cohesión.
- SYNERGIE.

Para el acceso a estas ayudas es necesario presentar el proyecto de instalación.

Por parte del gobierno Español, las ayudas las gestiona el IDAE (Instituto para la Diversificación y Ahorro de la Energía).

Estas ayudas se presentan de las siguientes formas:

- Subvenciones a la instalación.
- Deducción por inversiones del artículo 35.4 de la ley del impuesto sobre sociedades.
- Línea de financiación ICO-IDAE para proyectos de energías renovables y eficiencia energética: ventaja de hasta 2 puntos en la financiación de centrales de valorización energética de residuos.

Para el acceso a estas ayudas es necesario presentar el proyecto de instalación.



## **4. Tarifación en la venta de energía eléctrica para productores en régimen especial.**

En el Real Decreto 2818/1998 del 23 de diciembre se regula la normativa que regirá a los productores de energía eléctrica en régimen especial, entre los cuales se encuentra la central de este estudio.

La primera ayuda económica que establece este decreto en el art. 18 es el derecho de los productores en régimen especial a conectarse en paralelo a la red eléctrica y vender la energía producida. Se establece también la obligación por parte de los distribuidores de energía eléctrica a comprar dicha energía generada por los productores en régimen especial.

Los productores en régimen especial de electricidad se clasifican según el tipo de actividades que realicen y dentro de los distintos tipos recogidos en el Real Decreto 2818/1998, esta central se clasifica en el grupo c.1. lo que supone ser centrales que utilizan RSU (Min. 70% de la energía primaria utilizada).

Otra ayuda económica existente y reflejada en el art. 28 de este decreto es primar el kWh vendido por los productores en régimen especial. En función del tipo de productor que sea recibirá una prima u otra. En el caso del grupo c.1., el kWh vendido se verá primado con 0,030494 €/kWh. Anualmente estos valores son modificados y publicados por la Comisión Nacional de la Energía.



En el art. 26 del R.D. 2818 se establece la fórmula que determina el precio al que los productores en régimen especial pueden vender su producción de energía eléctrica:

$$R = P_m + P_r \pm ER$$

R: retribución en €/kWh a recibir por el productor en régimen especial.

P<sub>m</sub>: precio de mercado para productores especiales, tomaremos **0.021516 €/kWh**

P<sub>r</sub>: prima establecida, que es de **0.030494 €/kWh**.

ER: complemento por energía reactiva. Si el factor de potencia es mayor de 0,9 se primará aumentando la retribución y disminuyéndola si es menor de 0,9. En el caso de cosφ=1 el aumento es del 4%.

Se establece, por tanto una retribución de **0.0540904 €/kWh** considerando que se produce con un F.P. = 0,94.



## **5. Estudio económico.**

### **5.1. Escenario económico.**

**Gestión de la central de R.S.U:** Se supone que la gestión de la central se realiza por una empresa de tal manera que se realiza el análisis económico, técnico y energético en condiciones de mercado, aplicándose los conceptos de financiación, amortización, beneficio, etc., como a una empresa. De esta manera se obtendrá la rentabilidad o no económica de la central.

**Período de tiempo:** El año denominado 0 corresponderá al 2002, siendo el inicio del plazo de ejecución del proyecto que se culminará 24 meses después. El inicio de la explotación corresponderá al siguiente año, 2005, hasta el año 40 de explotación que corresponderá al 2044, completándose así el período concesional de la explotación.

**Variantes tecnológicas de obtención de energía eléctrica:** No se contemplan profundos cambios en los procesos de obtención de energía eléctrica ni de utilización de nuevas materias primas, aunque sí la progresiva incorporación de energías alternativas que ya son una realidad como cogeneración, energía eólica y solar, etc., que conllevan que la energía eléctrica tenga unas tasas de crecimiento menores a los índices generales. Ello se materializa en un crecimiento menor del índice de precios de la energía eléctrica



que el índice de precios al consumo, tendencia ya apuntada desde el año 1989.

**Sistema económico:** El sistema económico se considera un sistema estable aunque coyunturalmente pueda variar, lo cual no tendrá significación en un período de tiempo largo como el considerado, dado el proceso de integración en el sistema monetario de la UE, ya iniciado, y que representará fundamentalmente la ausencia de efectos inflacionistas elevados.

**Sistema fiscal:** El sistema fiscal en que se desenvolverá la empresa en el período de la explotación se considera invariable, dado que las tendencias no son al alza sino a la baja.

**Precios base:** Los precios base utilizados corresponden al año 2002.

**Índices e indicadores:** Para la comparación se toman los específicos del sector de centrales de revalorización. Estos índices son:

- Índice de potencia.
- Índice de energía.
- Tiempo característico.
- Índice de transformación energética.
- Índice de aprovechamiento energético.
- Valor actual neto de la inversión (VAN).



- Tasa interna de retorno o rentabilidad (TIR).
- Período de retorno simple (PAY-BACK).

## 5.2. Sistemática de estudio.

El orden del estudio será:

1. Determinar y justificar los parámetros y previsión de la explotación.
2. Determinación y justificación de las cuentas de resultados anuales a lo largo del período concesional de la explotación.
3. Obtención de los índices e indicadores de la rentabilidad de la inversión.
4. Análisis de los índices mediante la comparación con índices e indicadores medios de explotaciones.

El estudio se realizará en euros corrientes, teniendo en cuenta el efecto de la inflación, por lo que los indicadores económicos resultantes son los aparentes.



### 5.3. Parámetros y previsiones de la explotación.

Características técnicas:

- Producción media en bornas del generador:  $232 \cdot 10^6$  kWh/año.
- Producción destinada a autoconsumo (10.34 % de la producción):  $24 \cdot 10^6$  kWh/año.
- Producción posible a ceder a la red:  $208 \cdot 10^6$  kWh/año.
- Vida media útil de la obra civil: 40 años.

Datos económicos:

- Coste de instalación: 70.679.024 €.
- I.V.A.: 13.462.671 €.
- Total presupuesto: 84.141.695 €.

Con el siguiente desglose de inversiones:

Terrenos	1.5 %
Puentes grúa, báscula	1 %
Horno, calderas, escorias	35 %
Depuración de gases	24 %
Electricidad, control	5.5 %
Turboalternador	7 %
Sistema de condensación	4 %
Tuberías, tratamientos de aguas	4 %
Obra civil	10 %
Ingeniería, dirección de obra	5 %
Gastos del proyecto	3 %

Tabla 17. Desglose de inversiones.



Índices e indicadores:

- Índice de precios al consumo IPC-02: 2,90 %.
- Índice de precios de energía eléctrica IPEE-02: -1,90 %.
- Precio medio del kWh producido: **0.0540904 €**.

Gastos de operación:

- Coste de operación y mantenimiento:

Mantenimiento y reparación	2.019.400 €
Seguros	384.648 €
Administración	48.080 €
Mano de obra (45 trabajadores)	949.599 €
Consumibles (productos químicos, etc.)	510.860 €
Ceniza volante (vertedero especial)	3.143.293 €

*Tabla 18. Costes de operación y mantenimiento.*

**Gastos financieros:** Préstamo a 12 años, con amortización en períodos mensuales y dos años de carencia, intereses iniciales acumulados a la deuda y cuotas de igual valor.

- Capital prestado: 84.141.695 €.
- Tipo de interés anual: 3,5 %.
- % TAE: 3,981
- Número total de meses: 144.
- Cuota mensual: 718.500 €.
- Total pagado: 103.456.421 €.



En la siguiente tabla se resume el préstamo (valores en €):

Año	Amortización	Intereses
1	718449,87	245393,24
2	5745435,31	2875963,12
3	5944851,13	2676547,31
4	6167045,30	2454353,13
5	6389479,88	2231918,55
6	6619787,72	2001610,71
7	6853521,33	1767877,11
8	7105886,31	1515512,12
9	7362157,87	1259240,56
10	7627745,12	991850,28
11	7900544,52	722656,95
12	8187828,30	433570,13
13	7518961,93	138232,78

Tabla 19. Tabla resumen del préstamo.

#### 5.4. Cuentas de resultados anuales.

La tabla que se desarrolla en las hojas siguientes constituyen la cuenta de resultados año a año de la explotación y el flujo de caja asociado.

A continuación se explican los diferentes epígrafes y su obtención.

**Número de año:** Secuencia de años a partir del año base cero.

**Actividad:** Actividad a realizar cada año.

**Año:** El año correspondiente, siendo el año base 0 el actual del 2002.



**Índice de precios al consumo:** Estimación a lo largo del tiempo del IPC. El del año 2002 es el objetivo de la política económica del gobierno, y de éste en adelante se evalúan para dar cumplimiento a los objetivos de la UE hasta alcanzar el 1,5 % en el 2010. Luego se mantiene constante en el estudio como la estimación media de los IPC de los países de la UE que integran el sistema monetario de la misma. Se considera lo más adecuado un valor medio a lo largo del tiempo, aunque algún año coyunturalmente varíe en distinto porcentaje, se ajustará entonces en años posteriores dentro del marco estable previsible.

**Índice de precios de energía eléctrica:** Estimación a lo largo del tiempo del IPEE. El correspondiente al 2002 es el real de bajada de las tarifas eléctricas, estimando bajadas decrecientes de manera gradual hasta el 2006, desde donde se incrementará hasta alcanzar una tasa estable del 1,25 %, algo menor que el IPC (0,25 %). Ello será por lo expuesto en el escenario económico.

**Inversión en activos fijos:** Presupuesto del proyecto. Los valores se capitalizan con el aumento del IPC, ya que el estudio se realiza en euros corrientes al año de ejecución en base a precios del 2002.

**Precio medio del kWh:** Con base al precio del 2002 y aplicando el IPEE acumulado al mismo, se obtiene el correspondiente a cada año de la explotación.

**Producción facturada:** Corresponde a la producción media anual, descontando de la generada el autoconsumo de la central. Sus valores son constantes: valor medio.



**Ingresos:** Se corresponden al producto de precio medio del kWh por la producción facturada y del canon de residuos (21 €/tonelada).

**Gastos de explotación:** Los gastos de operación y mantenimiento se han estimado anteriormente. Los valores anuales se afectan del IPC correspondiente a cada año.

**Amortización financiera:** Que hará posible la reversión del capital a la empresa. Así como de los empréstitos y créditos comprometidos por la misma. Las amortizaciones financieras se calculan en base a un crédito a largo plazo, como método más adecuado, aunque la financiación puede realizarse por otros sistemas: capital propio de sociedad, en todo o en parte o a través de otras instituciones.

**Gastos financieros:** Son los derivados del crédito a largo plazo.

**Impuestos:** Impuesto de actividades económicas contemplado en el Real Decreto Legislativo 1175/1990, de 28 de septiembre y según la modificación de la Ley 9/1996, de 15 de enero, encuadrándose la actividad dentro del epígrafe 151.1. Dado que los valores serán adaptados al poder adquisitivo, se considera un aumento del 10 % cada 10 años contados desde 1996, año de modificación última de la ley.

**Gastos:** Se corresponden a la suma de todos los anteriores.

**Beneficio antes de impuestos:** Se calcula para cada año como Ingresos-Gastos.

**Impuesto sobre sociedades:** Dado que la empresa está comprendida entre las incluidas en el art. 122 de la Ley 43/1995, de 27 de diciembre, del impuesto de sociedades, se tributará según los



tipos del art. 127, introducido por la Ley 13/1996, correspondiendo sobre los beneficios antes de impuestos:

- 30 % de beneficios entre 0 y 90.152 €.
- 35 % de beneficios restantes(> de 90.152 €).

**Beneficio neto:** Se calcula para cada año como Beneficio antes de impuestos-Impuestos sobre sociedades.

**Flujos de caja:** Bajo esta expresión se contemplan los beneficios netos a valor del año base del 2002, es decir, son los beneficios netos actualizados, que se determinan mediante la expresión:

$$FC_n = \frac{BN_n}{(1+i)^n}, \text{ siendo:}$$

$FC_n$  = Flujo de caja del año n.

$BN_n$  = Beneficio neto del año n.

$I$  = Precio del dinero = 3 %.

$N$  = número del año considerado.

A continuación se muestra un ejemplo de la formación de las tablas con la correspondiente a los diez primeros años.



PROYECTO FIN DE CARRERA INGENIERÍA INDUSTRIAL.  
ESCUELA SUPERIOR DE INGENIEROS. UNIVERSIDAD DE SEVILLA.



Número de año.	proyecto	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Actividad	ejecución	ejecución	ejecución	ejecución	ejecución	ejecución	ejecución	ejecución	ejecución	ejecución	ejecución	ejecución
Año	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2012
Índice de precios al consumo anual	0,029	0,028	0,027	0,026	0,025	0,024	0,023	0,022	0,021	0,02	0,019	0,019
Índice de precios de la energía eléctrica anual	-1,90	-1,50	-1,00	-0,50	0,00	0,50	1,00	1,25	1,25	1,25	1,25	1,25
Inversiones en activos fijos	0	42.070.847,31	42.070.847,31	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Precio	0,0540904	0,053279044	0,052746254	0,052482522	0,052482522	0,05274493	0,05327238	0,05393829	0,05461252	0,05529517	0,05598836	0,05698836
Producción	0	0	0	208000000	208000000	208000000	208000000	208000000	208000000	208000000	208000000	208000000
Ingresos	0	0	0	10916364,64	10916364,64	10970946,5	11080655,9	11219164,1	11369403,7	11501396,2	11645163,7	11645163,7
Canon de residuos	0	0	0	15798276,3	16193233,2	16681870,8	16963263,8	17336445,4	17700510,8	18064521	18397556,9	18397556,9
Ingresos totales	0	0	0	26714640,93	27109897,84	27552817,3	28043909,8	28556609,5	29059914,4	29555917,2	30042720,6	30042720,6
Gastos de explotación.	0	0	0	7056032,368	7267713,329	7485744,73	7710317,07	7941626,58	8179875,38	8425271,64	8678029,79	8678029,79
Amortización financiera	0	0	0	5944851,129	6167045,304	6389479,88	6619787,72	6863521,33	7105886,31	7362157,87	7627745,12	7627745,12
Gastos financieros	0	0	0	2675647,306	2454353,131	2231918,55	2001610,71	1767877,11	1515512,12	1259240,56	991850,276	991850,276
Gastos	0	0	0	15677430,79	15889111,76	16107143,2	16331715,5	16563025	16801273,8	17046670,1	17297625,2	17297625,2
Beneficio antes de impuestos	0	0	0	11037210,14	11220486,08	11445674,1	11712194,2	11992584,5	12258640,6	12509247,1	12745095,4	12745095,4
Impuestos sobre sociedades	0	0	0	3863023,549	3927170,127	4005985,93	4099267,99	4197404,58	4290524,22	4378236,49	4460783,38	4460783,38
Beneficio neto anual	0	0	0	7174186,591	7293315,95	7439688,16	7612926,26	7795179,94	7968116,41	8131010,63	8284311,99	8284311,99
Beneficio neto acumulado	0	0	0	-963843,1118	-9685241,547	-2411054,955	4882280,995	12321949,2	19934875,4	27730055,4	35698171,8	43629182,4
Flujo de caja anual acumulado	0	0	0	-935770	-935770	-935770	-935770	-935770	-935770	-935770	-935770	-935770
Flujo de caja acumulado actualizado	0	0	0	-8126495	6480017	6417540	6375706	6338195	6290105	6231743	6164306	6164306
	0	0	0	-9062264,907	3983148,873	10400689,2	18776395,1	23114589,8	29404694,4	36636437	41800743,2	41800743,2



Los datos fundamentales de Inversión, Gastos, Ingresos, Impuestos y Beneficios Netos se reflejan en la tabla siguiente.

Año	INVERSIÓN (€)	PRECIO kWh (€)	INGRESOS (€)	GASTOS (€)	BENEFICIO (€)
0	0	0,0540904	0,00	0,00	0,00
1	42.070.847,31	0,0532790	0,00	963843,11	-963843,11
2	42.070.847,31	0,0527463	0,00	8621398,43	-8621398,43
3	0	0,0524825	26714640,93	15677430,79	7174186,59
4	0	0,0524825	27109597,84	15889111,76	7293315,95
5	0	0,0527449	27552817,26	16107143,16	7439688,16
6	0	0,0532724	28043909,75	16331715,51	7612926,26
7	0	0,0539383	28555609,54	16563025,02	7795179,94
8	0	0,0546125	29059914,44	16801273,82	7968116,41
9	0	0,0552952	29555917,20	17046670,08	8131010,63
10	0	0,0559864	30042720,56	17297625,19	8284311,99
11	0	0,0566862	30519441,13	17561572,16	8422614,83
12	0	0,0573948	30985213,35	17827920,24	8552240,52
13	0	0,0581122	31439193,37	17139912,18	9294532,78
14	0	0,0588386	31880562,92	9767198,98	14373686,56
15	0	0,0595741	32328175,29	10060214,95	14474174,22
16	0	0,0603188	32782119,39	10362021,40	14573063,69
17	0	0,0610728	33242485,42	10672882,04	14670242,20
18	0	0,0618362	33709364,87	10993068,51	14765592,64
19	0	0,0626091	34182850,54	11322860,56	14858993,49
20	0	0,0633917	34663036,56	11662546,38	14950318,62
21	0	0,0641841	35150018,41	12012422,77	15039437,17
22	0	0,0649864	35643892,95	12372795,45	15126213,37
23	0	0,0657988	36144758,40	12743979,31	15210506,41
24	0	0,0666212	36652714,42	13126298,69	15292170,22
25	0	0,0674540	37167862,10	13520087,66	15371053,39
26	0	0,0682972	37690303,94	13925690,28	15446998,88
27	0	0,0691509	38220143,97	14343460,99	15519843,93
28	0	0,0700153	38757487,66	14773764,82	15589419,85
29	0	0,0708905	39302442,03	15216977,77	15655551,77
30	0	0,0717766	39855115,62	15673487,10	15718058,54
31	0	0,0726738	40415618,52	16143691,71	15776752,42
32	0	0,0735822	40984062,41	16628002,47	15831438,97
33	0	0,0745020	41560560,59	17126842,54	15881916,73
34	0	0,0754333	42145227,95	17640647,82	15927977,09
35	0	0,0763762	42738181,06	18169867,25	15969403,98
36	0	0,0773309	43339538,15	18714963,27	16005973,68
37	0	0,0782975	43949419,16	19276412,17	16037454,54
38	0	0,0792763	44567945,72	19854704,53	16063606,77
39	0	0,0802672	45195241,25	20450345,67	16084182,13
40	0	0,0812706	45831430,92	21063856,04	16098923,67
41	0	0,0822864	46476641,70	21695771,72	16107565,49
42	0	0,0833150	47131002,38	22346644,87	16109832,38
<b>TOTAL</b>	<b>84141694,61</b>	<b>0,0652221</b>	<b>1451287180</b>	<b>635490149,2</b>	<b>526913235,3</b>



## 5.5. Índices e indicadores de rentabilidad de la inversión.

La rentabilidad de la inversión se analiza a partir de unos índices tipo que se resumen primero y se detallan después.

Parámetros de la instalación:

- Potencia instalada: 29 MW.
- Inversión: 84.141.695 €.
- Producción en bornas generador:  $232 \cdot 10^6$  kWh/año.
- Precio medio del kWh: 0,0540904 €.

Índices técnicos:

- Índice de potencia: 2.901,44 €/kW.
- Índice de energía: 0,3565 €/kWh.
- Tiempo característico: 8.000 horas/año.
- Índice de transformación energético bruto: 543,32 kWh/Tn.

Indicadores económicos:

- Valor actual neto: 176.412.496,90 €.
- Tasa interna de retorno: 9,22 %.
- Período de retorno simple: 16 años.

Explicación de los diferentes índices e indicadores:

**Índice de potencia (IP):** Nos indica el coste del kW instalado y es la relación entre la inversión total y la potencia instantánea. Cuanto menor sea más rentable es la inversión.



El valor de referencia del IP que publica el IDAE es de 3.606,07 €/kW, siendo el de nuestra central de 2.901,44 €/kW, que es por tanto mejor.

**Índice de energía (IE):** Obtenido como relación entre la inversión total y la producción obtenida en un año medio. Cuanto menor sea su valor más rentable es la inversión.

El valor del IE que publica el IDAE es de 0,2945 €/kWh, siendo el de nuestra central de 0,3665 €/kWh, que es por tanto peor.

**Tiempo característico (TC):** Número de horas en que la central produce energía obtenida en un año funcionando a la potencia nominal. Nos indica la potencialidad del aprovechamiento de la inversión. Se obtiene como relación entre la energía producida y la potencia instalada. Cuanto mayor sea su valor más rentable es la inversión.

El valor del TC que publica el IDAE es de 6.182 horas/año, siendo el de nuestra central de 8.000 horas/año, que es por tanto un valor superior.

**Valor actual neto (VAN):** Valor de los beneficios que se obtienen en todo el período de la explotación, con recuperación además de la inversión en valor del año base cero, en este caso el 2002. Su valor debe ser positivo para que la inversión sea rentable.

$$VAN = -I + \sum \frac{FC_n}{(1+i)^n}, \text{ siendo:}$$

I = Inversión en €.

FC<sub>n</sub> = Flujo de caja de cada año.

i = Precio del dinero.

n = Períodos de tiempo hasta término de la concesión.



Este criterio de análisis se cumple, ya que el VAN es de:

$$\text{VAN} = 176.412.496,90 \text{ €} > 0.$$

**Tasa interna de retorno (TIR):** Nos indica la tasa de interés que la inversión es capaz de proporcionar, en todo el período de la explotación.

$$0 = -I + \sum \frac{FC_n}{(1 + TIR)^n}, \text{ siendo:}$$

I = Inversión en €.

$FC_n$  = Flujo de caja de cada año.

n = Períodos de tiempo hasta término de la concesión.

El TIR es de:

$$\text{TIR} = 9,22 \% .$$

**Período de Retorno simple (Pay-Back):** Nos indica el número de años que transcurrirán para que se recupere la inversión. Su valor está en el año en que los beneficios netos (sin deflactar) se igualan a la inversión, este índice a diferencia de los dos anteriores que son dinámicos tiene la consideración de índice estático. Su valor debe ser lo menor posible.

**PAY-BACK = 16 años desde la conclusión de la inversión.**



## 6. Conclusiones.

De los indicadores económicos podemos sacar la conclusión de que la inversión es rentable. Consultadas empresas consultoras, no se consideraría una inversión con un T.I.R inferior al 15 %, en nuestro caso no llegamos a dicho valor, pero se dispone de un grado de libertad que es el precio del canon de residuos, negociando un precio superior se podría alcanzar dicho objetivo.

Este proyecto no ha sido emplazado, pero está realizado para satisfacer las necesidades de una ciudad como Sevilla. A la hora de calcular los gastos de dicha planta no se han considerado los costes ocasionados por el transporte de los residuos hasta la planta. Como conclusión podemos aportar que se recomienda la ubicación de la planta en el casco urbano de la ciudad para minimizar los costos de desplazamiento, así como evitar la construcción de estaciones de transferencia necesarias en el caso de encontrarse la planta relativamente alejada de la población a la que sirve. Ésta recomendación se puede realizar observando las soluciones de ubicación a las que han llegado en muchas ciudades europeas.