

Módulo: Gestión Eficiente de la Energía

Cogeneración INDAL. Preestudio de Viabilidad.

Autor: Gregorio Resco

Índice

- 1. DATOS GENERALES DE LA EMPRESA**
- 2. PROGRAMA DE TRABAJO**
- 3. CONSUMOS ENERGÉTICOS**
- 4. MODO DE FUNCIONAMIENTO PREVISTO**
- 5. DEFINICIÓN DE LA SITUACIÓN DE REFERENCIA**
- 6. SISTEMA DE APROVECHAMIENTO ENERGÉTICO**
- 7. ALTERNATIVAS A CONSIDERAR**
- 8. BALANCE ENERGÉTICO**
- 9. ESTIMACIÓN DE INVERSIONES Y PRECIOS ENERGÉTICOS**
- 10. BALANCE ECONÓMICO. RENTABILIDAD**
- 11. ESTUDIO DE SENSIBILIDAD**
- 12. CONCLUSIONES**

1. DATOS GENERALES DE LA EMPRESA

- Nombre de la Empresa: INDAL
- Actividad de la Empresa: Industria Alimentaria
- Dirección de la Fábrica: Camino viejo del Humilladero, s/n
- Persona de Contacto: D. Fulgencio Carnicero
- Provincia: Soria
- Teléfono: 975
- Fax: 975
- Altura sobre el nivel del mar: 903 m
- T° media máxima: 21° C
- T° media mínima: 2° C

2. PROGRAMA DE TRABAJO

La nave de Tratamientos Cárnicos funciona en producción 17 horas al día. Este régimen se mantiene los 334 días al año en los que la Planta está funcionando.

El calendario laboral resulta ser:

MES	Días de funcionamiento de la industria	Días laborables mantenimiento anual de la Cogen	Días de funcionamiento de la Cogen
ENERO	25		25
FEBRERO	26		26
MARZO	27		27
ABRIL	30		30
MAYO	28		28
JUNIO	30		30
JULIO	29	7	22
AGOSTO	29		29
SETIEMBRE	30		30
OCTUBRE	30		30
NOVIEMBRE	30		30
DICIEMBRE	20		20
ANUAL	334	7	327

Las 5 naves de cría de pollos necesitan calefacción todo el año ininterrumpidamente.

3. CONSUMOS ENERGÉTICOS

3.1. ELECTRICIDAD

El consumo anual alcanza 3660 MWh, de los que, aproximadamente, el 25% se consumen en los días no laborables.

La Potencia contratada es de 1120 kW, a una tensión de 6 kV

Tarifa: 2.1

Modalidad: Discriminación Tipo 4.

3.2. COMBUSTIBLE UTILIZADO

- Denominación: Gas Natural licuado
- Equipo donde se utiliza: Calderas
- Rendimiento del Equipo: 85 %
- Consumo anual: 18.138 MWh_{PCS}.
- Tarifa: Contrato con Comercializadora
- Precio medio: 25,3 €/ MWh_{PCS}
- Características del Combustible: P.C.S.: 11,90 kWh/Nm³ de Gas.
P.C.I.: 10,82 kWh/Nm³ de Gas.
Densidad: 0,795 kg/ Nm³ de Gas.

Consumos mensuales (MWh_{PCS})

Enero	2.106	Julio	855
Febrero	1.866	Agosto	842
Marzo	1.953	Septiembre	1.027
Abril	1.648	Octubre	1.520
Mayo	1.369	Noviembre	1.855
Junio	1.057	Diciembre	2.040

3.3. DEMANDA TÉRMICA

- Los consumos de **vapor en la Planta de Tratamientos Cárnicos** se efectúan a **8 bar a**, saturado, recuperándose todo el condensado, que está disponible para su bombeo a caldera a una temperatura de **90°C**. Estos consumos son:

Proceso n° 1 (intervalo entre cargas: 1 hora)

	Tiempo (min)	Total (kg/h)
Calentamiento + subida presión	60	3.500
Periodo de hidrolizado y despresurización	60	4.400
Tercera hora	60	5.400
Cuarta hora	60	4.600
Quinta hora	60	2.350
Sexta hora	60	1.400
Septima hora y descarga	60	900

Proceso n° 2 (intervalo entre cargas: 1 hora)

	Tiempo (min)	Total (kg/h)
Calentamiento + subida presión	60	3.500
Periodo de hidrolizado y despresurización	60	6.000
Tercera hora	60	5.500
Cuarta hora	60	5.250
Quinta hora	60	3.250
Sexta hora	60	1.400
Septima hora y descarga	60	900

- **Calefacción en las naves de pollos.**

En la demanda se han incluido las pérdidas térmicas en el agua de calefacción, en el trayecto desde la planta de calefacción hasta las naves

Se adjuntan los datos de demanda:

MESES	Temp media (°C)	Calefacción por nave (kW)
Enero	2,5	262,2
Febrero	3,5	246,2
Marzo	5,4	217,4
Abril	7,8	180,4
Mayo	11,6	121,8
Junio	15,8	57,0
Julio	19,3	3,0
Agosto	19,0	7,6
Septiembre	15,7	58,5
Octubre	10,7	135,6
Noviembre	5,7	212,8
Diciembre	2,8	257,5

Actualmente el agua de calefacción se produce a 90°C, en una caldera auxiliar. Se dispone de dos tanques de almacenamiento de agua caliente con una capacidad conjunta total de 10.000 MWh térmicos para las condiciones de servicio de calefacción.

4. MODO DE FUNCIONAMIENTO PREVISTO

En cada día laborable se tratan dos procesos.

La caldera auxiliar aportará el déficit de vapor que en cada instante pudiera producirse. Si, por el contrario, no hubiera déficit sino superávit instantáneo de vapor, esta potencia sobrante se aportaría a las necesidades de calefacción. Si las necesidades de calefacción fueran inferiores al aporte de la cogeneración que supere la demanda de vapor de proceso, ese aporte restante se enviaría al acumulador o bien se disiparía a la atmósfera si el acumulador no admitiera más energía.

De igual modo, si las necesidades instantáneas de calefacción superan la suma de todas las aportaciones anteriores, la diferencia se satisfaría, en primer lugar, con el agua caliente acumulada, si dicha acumulación es suficiente en ese momento, y si no con la caldera auxiliar. Durante el tiempo en que la cogeneración no funciona se extrae calor del acumulador hasta que este se agota, en cuyo caso es la caldera auxiliar la que aporta lo necesario.

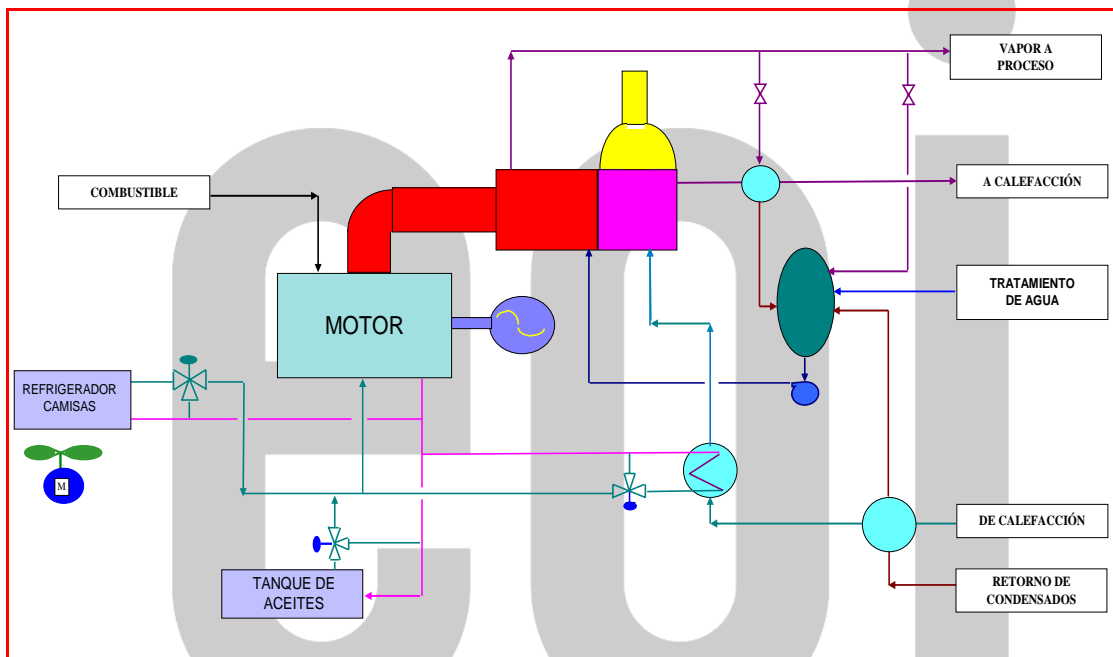
5. SITUACIÓN DE REFERENCIA

A partir de los datos suministrados por INDAL se determinan las demandas energéticas y su variación a lo largo de un día laborable teniendo en cuenta las aportaciones a la acumulación de calor y la variación de las demandas de vapor a proceso. Se definen, igualmente las demandas de calefacción y de proceso mes a mes, así como las de los días en que se prevé que no funcionará la cogeneración:

SITUACION DE REFERENCIA									
Demanda Térmica (kW) DIAS LABORABLES					Acumulado Calef	Salto entálpico demanda (kcal/kg)			
Hora	Tipo de demanda			Total (kW)		Vapor Proceso (kg/h)	Carga Proceso (kW)		
	Calefacción	Proceso	Carga Almcto						
1	1311,00	0	-1311,00	0,00	6067,00	0	0,00		
2	1311,00	0	-1311,00	0,00	4756,00	3500	2038,95		
3	1311,00	0	-1311,00	0,00	3445,00	4400	2563,26		
4	1311,00	0	-1311,00	0,00	2134,00	5400	3145,81		
5	1311,00	0	-1311,00	0,00	823,00	4600	2679,77		
6	1573,20	0	1000,00	2573,20	1823,00	2350	1369,01		
7	1573,20	2038,95	1000,00	4612,15	2823,00	1400	815,58		
8	1573,20	2563,26	1000,00	5136,46	3823,00	900	524,30		
9	1573,20	3145,81	1000,00	5719,01	4823,00	0	0,00		
10	1573,20	2679,77	1000,00	5252,97	5823,00	3500	2038,95		
11	1573,20	1369,01	1000,00	3942,21	6823,00	6000	3495,35		
12	1573,20	815,58	1000,00	3388,78	7823,00	5500	3204,07		
13	1573,20	524,30	1000,00	3097,50	8823,00	5250	3058,43		
14	1573,20	0,00	1000,00	2573,20	9823,00	3250	1893,31		
15	1573,20	2038,95	177,00	3789,15	10000,00	1400	815,58		
16	1573,20	3495,35	0,00	5068,55	10000,00	900	524,30		
17	1573,20	3204,07	0,00	4777,27	10000,00	0	0,00		
18	1573,20	3058,43	0,00	4631,63	10000,00	3500	2038,95		
19	1573,20	1893,31	0,00	3466,51	10000,00	6000	3495,35		
20	1573,20	815,58	0,00	2388,78	10000,00	5500	3204,07		
21	1573,20	524,30	0,00	2097,50	10000,00	5250	3058,43		
22	1573,20	0,00	0,00	1573,20	10000,00	3250	1893,31		
23	1311,00	0	-1311,00	0,00	8689,00	1400	815,58		
24	1311,00	0	-1311,00	0,00	7378,00	900	524,30		
Totales (MWh)	35,92	28,17	Mes de Enero	64,09		Almacenmto Calefacc (kW)	10.000		
Demanda Térmica mensual (MWh) (de DIAS Cogen)									
Mes	Días Func. Cogen	Calefacción (MWh)	Proceso (MWh)	Total (MWh)	En días No Cogen. (MWh)	Mes	Calef/nave (kW)		
1	25	898,04	704,17	1602,20	188,78	1	262,2		
2	26	876,98	732,33	1609,31	59,09	2	246,2		
3	27	804,06	760,50	1564,56	104,35	3	217,4		
4	30	741,30	845,00	1586,30	0,00	4	180,4		
5	28	467,32	788,67	1255,99	43,85	5	121,8		
6	30	234,30	845,00	1079,30	0,00	6	57		
7	22	9,02	619,67	628,69	200,87	7	3		
8	29	30,16	816,83	846,99	1,82	8	7,6		
9	30	240,30	845,00	1085,30	0,00	9	58,5		
10	30	557,40	845,00	1402,40	16,27	10	135,6		
11	30	874,50	845,00	1719,50	0,00	11	212,8		
12	20	705,60	563,33	1268,93	339,90	12	257,5		
TOTALES	327	6.439	9.211	15.649	955	Media	146,67		

6. SISTEMA DE APROVECHAMIENTO ENERGÉTICO

El sistema de aprovechamiento energético, común en lo básico para las tres alternativas que más adelante se muestran, consta de una caldera de tubos de humos para la obtención de vapor saturado a 8 bar, provista de un economizador que incrementa hasta los 95°C la temperatura del agua de calefacción que ha sido precalentada, en las alternativas que contemplan un motor, con el circuito de refrigeración de camisas y 1ª etapa del postenfriador. En todos los casos se dispone de un cambiador que aporta calor al circuito de calefacción enfriando los condensados que se unen al agua de aporte a caldera.



7. ALTERNATIVAS A CONSIDERAR

De la información de nuestra base de datos se deduce que las Alternativas que merecen ser consideradas son:

ALTERNATIVA 1:

- Motor de Gasóleo de las siguientes características:
 - ✓ Potencia: 3 MW
 - ✓ Rendimiento eléctrico: 41%
 - ✓ Caudal gases de escape: 5,5 kg/s
 - ✓ Temp. Gases de escape: 380°C
 - ✓ Calor refrigeración camisas: 600 kW
 - ✓ Calor 1ª etapa postenfriador: 280 kW

ALTERNATIVA 2:

- Motor de Gas de las siguientes características:
 - ✓ Potencia: 2,55 MW
 - ✓ Rendimiento eléctrico: 39%
 - ✓ Caudal gases de escape: 4,8 kg/s
 - ✓ Temp. Gases de escape: 390°C
 - ✓ Calor refrigeración camisas: 513 kW
 - ✓ Calor 1ª etapa postenfriador: 240 kW

ALTERNATIVA 3:

- Turbina de Gas de las siguientes características:
 - ✓ Potencia: 1,22 MW
 - ✓ Rendimiento eléctrico: 23,4%
 - ✓ Caudal gases de escape: 6,3 kg/s
 - ✓ Temp. Gases de escape: 505°C



8. BALANCE ENERGÉTICO

En función de las características de los equipos considerados y de las condiciones del vapor y de la calefacción demandados se determina la energía que puede aportar la cogeneración para satisfacer, en todo o en parte, la demanda térmica de cada momento y así, teniendo en cuenta, también, los posibles aportes a la acumulación de calor, obtener el valor del calor útil entregado a la Planta de INDAL por cada una de las Alternativas.

ALTERNATIVA 1									
CALOR UTIL (kW) DIAS LABORABLES							Vapor de Cogen (kg/h)		Carga Proceso (kW)
Hora	Tipo de demanda			Total Cogen (kW)	Acumulado Calef	Cald Auxil	Salto entálpico demanda (kcal/kg)		
	Calefacción	Proceso	Carga Almcto				501		
1	1311,00	0	-1311,00	0,00	6067,00	0,00			
2	1311,00	0	-1311,00	0,00	4756,00	0,00			
3	1311,00	0	-1311,00	0,00	3445,00	0,00			
4	1311,00	0	-1311,00	0,00	2134,00	0,00			
5	1311,00	0	-1311,00	0,00	823,00	0,00			
6	1573,20	0	1698,30	3271,50	2521,30	0,00	0	0,00	
7	1573,20	1215,50	482,80	3271,50	3004,10	823,45	3500	2038,95	
8	1573,20	1215,50	482,80	3271,50	3486,90	1347,76	4400	2563,26	
9	1573,20	1215,50	482,80	3271,50	3969,70	1930,31	5400	3145,81	
10	1573,20	1215,50	482,80	3271,50	4452,50	1464,27	4600	2679,77	
11	1573,20	1215,50	482,80	3271,50	4935,30	153,51	2350	1369,01	
12	1573,20	815,58	882,72	3271,50	5818,02	0,00	1400	815,58	
13	1573,20	524,30	1174,00	3271,50	6992,02	0,00	900	524,30	
14	1573,20	0,00	1698,30	3271,50	8690,32	0,00	0	0,00	
15	1573,20	1215,50	482,80	3271,50	9173,12	823,45	3500	2038,95	
16	1573,20	1215,50	482,80	3271,50	9655,92	2279,85	6000	3495,35	
17	1573,20	1215,50	344,08	3132,78	10000,00	1988,57	5500	3204,07	
18	1573,20	1215,50	0,00	2788,70	10000,00	1842,93	5250	3058,43	
19	1573,20	1215,50	0,00	2788,70	10000,00	677,81	3250	1893,31	
20	1573,20	815,58	0,00	2388,78	10000,00	0,00	1400	815,58	
21	1573,20	524,30	0,00	2097,50	10000,00	0,00	900	524,30	
22	1573,20	0,00	0,00	1573,20	10.000	0,00	0	0,00	
23	1311,00	0	-1311,00	0,00	8689,00	0,00			
24	1311,00	0	-1311,00	0,00	7378,00	0,00			
Totales (MWh)	35,92	14,83		50,76		13,3319	Almacenmto Calefacc (kW)	10.000	
CALOR UTIL mensual (MWh) (de DIAS Cogen)							Caldera Auxiliar		
Mes	Días Func. Cogen	Calefacción (MWh)	Proceso (MWh)	Total (MWh)	En días No Cogen. (MWh)	En días Cogen. (MWh)	Mes	Calef/nave (kW)	
1	25	898,04	370,87	1268,90	188,78	333,30	1	262,2	
2	26	876,98	385,70	1262,68	59,09	346,63	2	246,2	
3	27	804,06	400,54	1204,60	104,35	359,96	3	217,4	
4	30	741,30	445,04	1186,34	0,00	399,96	4	180,4	
5	28	467,32	415,37	882,69	43,85	373,29	5	121,8	
6	30	234,30	445,04	679,34	0,00	399,96	6	57	
7	22	9,02	326,36	335,38	107,54	293,30	7	3	
8	29	30,16	430,21	460,37	1,82	386,63	8	7,6	
9	30	240,30	445,04	685,34	0,00	399,96	9	58,5	
10	30	557,40	445,04	1002,44	16,27	399,96	10	135,6	
11	30	874,50	445,04	1319,54	0,00	399,96	11	212,8	
12	20	705,60	296,70	1002,30	339,90	266,64	12	257,5	
TOTALES	327	6.439	4.851	11.290	862	4.360	Media	146,67	
		4.829	6.461		194				
		1610			667,990372				

Alt 1. Motor Gasl	3	MW
$\eta_e =$	41,0%	
m'g =	5,5	kg/s
Temp. esc =	380	°C
Temp. PP =	190	°C
Calor Cami+1ª et	880	kW
hgesc =	433	kJ/kg
hgPP =	212	kJ/kg
hvst =	2767	kJ/kg
hlst =	716	kJ/kg
hient =	633	kJ/kg
m'acalf =	28	kg/s
$\Delta h_{acif, eco} =$	42	kJ/kg
m'v =	0,57	kg/s
m'v =	2050,52	kg/h

Capacidad de recuperación de calor	
Vapor =	1215,5 kW
Calor Cami+1ª e	880 kW
Calor Eco =	1176 kW
Total Calef =	2056 kW
TOTAL =	3271,5 kW



ALTERNATIVA 2											
CALOR ÚTIL (kW) DIAS LABORABLES											
Hora	Tipo de demanda			Total Cogen (kW)	Acumulado Calef (kW)	Cald Auxil (kW)	Vapor de Cogen (kg/h)	Carga Proceso (kW)			
	Calefacción	Proceso	Carga Almcto						Salto entálpico demanda (kcal/kg)		
1	1311,00	0	-1311,00	0,00	6067,00	0,00					
2	1311,00	0	-1311,00	0,00	4756,00	0,00					
3	1311,00	0	-1311,00	0,00	3445,00	0,00					
4	1311,00	0	-1311,00	0,00	2134,00	0,00					
5	1311,00	0	-1311,00	0,00	823,00	0,00					
6	1573,20	0	1474,20	3047,40	2297,20	0,00	0	0,00			
7	1573,20	1118,40	355,80	3047,40	2653,00	920,55	3500	2038,95			
8	1573,20	1118,40	355,80	3047,40	3008,80	1444,86	4400	2563,26			
9	1573,20	1118,40	355,80	3047,40	3364,60	2027,41	5400	3145,81			
10	1573,20	1118,40	355,80	3047,40	3720,40	1561,37	4600	2679,77			
11	1573,20	1118,40	355,80	3047,40	4076,20	250,61	2350	1369,01			
12	1573,20	815,58	658,62	3047,40	4734,82	0,00	1400	815,58			
13	1573,20	524,30	949,90	3047,40	5684,72	0,00	900	524,30			
14	1573,20	0,00	1474,20	3047,40	7158,92	0,00	0	0,00			
15	1573,20	1118,40	355,80	3047,40	7514,72	920,55	3500	2038,95			
16	1573,20	1118,40	355,80	3047,40	7870,52	2376,95	6000	3495,35			
17	1573,20	1118,40	355,80	3047,40	8226,32	2085,67	5500	3204,07			
18	1573,20	1118,40	355,80	3047,40	8582,12	1940,03	5250	3058,43			
19	1573,20	1118,40	355,80	3047,40	8937,92	774,91	3250	1893,31			
20	1573,20	815,58	658,62	3047,40	9596,53	0,00	1400	815,58			
21	1573,20	524,30	403,47	2500,97	10000,00	0,00	900	524,30			
22	1573,20	0,00	0,00	1573,20	10.000	0,00	0	0,00			
23	1311,00	0	-1311,00	0,00	8689,00	0,00					
24	1311,00	0	-1311,00	0,00	7378,00	0,00					
Totales (MWh)	35,92	13,86		49,79		14,3029	Almacenmto Calefacc (kW)	10.000			
							Cal/nave	262,20			
CALOR ÚTIL mensual (MWh) (de DIAS Cogen)					Caldera Auxiliar						
Mes	Días Func. Cogen	Calefacción (MWh)	Proceso (MWh)	Total (MWh)	En días No Cogen. (MWh)	En días Cogen. (MWh)	Mes	Calef/nave (kW)			
1	25	898,04	346,59	1244,63	188,78	357,57	1	262,2			
2	26	876,98	360,46	1237,44	59,09	371,88	2	246,2			
3	27	804,06	374,32	1178,38	104,35	386,18	3	217,4			
4	30	741,30	415,91	1157,21	0,00	429,09	4	180,4			
5	28	467,32	388,19	855,51	43,85	400,48	5	121,8			
6	30	234,30	415,91	650,21	0,00	429,09	6	57			
7	22	9,02	305,00	314,02	100,75	314,66	7	3			
8	29	30,16	402,05	432,21	1,82	414,78	8	7,6			
9	30	240,30	415,91	656,21	0,00	429,09	9	58,5			
10	30	557,40	415,91	973,31	16,27	429,09	10	135,6			
11	30	874,50	415,91	1290,41	0,00	429,09	11	212,8			
12	20	705,60	277,28	982,88	339,90	286,06	12	257,5			
TOTALES	327	6.439	4.533	10.972	855	4.677	Media	146,67			
		4.829	6.143		194						
		1610			661,193372						
Alt 2. Motor GN		2,55 MW									
$\eta_e =$		39,0%									
m'g =		4,8 kg/s									
Temp. esc =		390 °C									
Temp. PP =		190 °C									
Calor Cami+1ª et		753 kW									
hgesc =		445 kJ/kg									
hgPP =		212 kJ/kg									
hvst =		2767 kJ/kg									
hlst =		716 kJ/kg									
hlint =		633 kJ/kg									
m'acalf =		28 kg/s									
$\Delta h_{acalf, eco} =$		42 kJ/kg									
m'v =		0,52 kg/s									
m'v =		1886,71 kg/h									
				Capacidad de recuperación de calor							
				Vapor = 1118,4 kW							
				Calor Cami+1ª et = 753 kW							
				Calor Eco = 1176 kW							
				Total Calef = 1929 kW							
				TOTAL = 3047,4 kW							



ALTERNATIVA 3									
CALOR UTIL (kW) DIAS LABORABLES									
Hora	Tipo de demanda			Total Cogen (kW)	Acumulado Calef	Cald Auxil	Vapor de Cogen (kg/h)	Carga Proceso (kW)	
	Calefacción	Proceso	Carga Almcto						
1	1311,00	0	-1311,00	0,00	6067,00	0,00			
2	1311,00	0	-1311,00	0,00	4756,00	0,00			
3	1311,00	0	-1311,00	0,00	3445,00	0,00			
4	1311,00	0	-1311,00	0,00	2134,00	0,00			
5	1311,00	0	-1311,00	0,00	823,00	0,00			
6	1176,00	0	2097,90	3273,90	2920,90	397,20	0	0,00	
7	1176,00	2038,95	58,95	3273,90	2979,85	397,20	3500	2038,95	
8	1176,00	2097,90	0,00	3273,90	2979,85	862,56	4400	2563,26	
9	1176,00	2097,90	0,00	3273,90	2979,85	1445,11	5400	3145,81	
10	1176,00	2097,90	0,00	3273,90	2979,85	979,07	4600	2679,77	
11	1176,00	1369,01	728,89	3273,90	3708,73	397,20	2350	1369,01	
12	1176,00	815,58	1282,32	3273,90	4991,05	397,20	1400	815,58	
13	1176,00	524,30	1573,60	3273,90	6564,65	397,20	900	524,30	
14	1176,00	0,00	2097,90	3273,90	8662,55	397,20	0	0,00	
15	1176,00	2038,95	58,95	3273,90	8721,50	397,20	3500	2038,95	
16	1176,00	2097,90	0,00	3273,90	8721,50	1794,65	6000	3495,35	
17	1176,00	2097,90	0,00	3273,90	8721,50	1503,37	5500	3204,07	
18	1176,00	2097,90	0,00	3273,90	8721,50	1357,73	5250	3058,43	
19	1176,00	1893,31	204,59	3273,90	8926,08	397,20	3250	1893,31	
20	1176,00	815,58	1073,92	3065,50	10000,00	397,20	1400	815,58	
21	1176,00	524,30	0,00	1700,30	10000,00	397,20	900	524,30	
22	1176,00	0,00	0,00	1176,00	10.000	397,20	0	0,00	
23	1311,00	0	-1311,00	0,00	8689,00	0,00			
24	1311,00	0	-1311,00	0,00	7378,00	0,00			
Totales (MWh)	29,17	22,61		51,78		12,3117			
							Almacenmto Calefacc (kW)	10.000	
							Cal/nave	262,20	
CALOR UTIL mensual (MWh) (de DIAS Cogen)							Caldera Auxiliar		
Mes	Días Func. Cogen	Calefaccion (MWh)	Proceso (MWh)	Total (MWh)	En días No Cogen. (MWh)	En días Cogen. (MWh)	Mes	Calef/nave (kW)	
1	25	898,04	565,19	1463,22	188,78	307,79	1	262,2	
2	26	876,98	587,79	1464,77	59,09	320,10	2	246,2	
3	27	804,06	610,40	1414,46	104,35	332,42	3	217,4	
4	30	741,30	678,22	1419,52	0,00	369,35	4	180,4	
5	28	467,32	633,01	1100,33	43,85	344,73	5	121,8	
6	30	234,30	678,22	912,52	0,00	369,35	6	57	
7	22	9,02	497,36	506,38	161,95	270,86	7	3	
8	29	30,16	655,61	685,77	1,82	357,04	8	7,6	
9	30	240,30	678,22	918,52	0,00	369,35	9	58,5	
10	30	557,40	678,22	1235,62	16,27	369,35	10	135,6	
11	30	874,50	678,22	1552,72	0,00	369,35	11	212,8	
12	20	705,60	452,15	1157,75	339,90	246,23	12	257,5	
TOTALES	327	6.439	7.393	13.832	916	4.026	Media	146,67	
		4.829	9.002		194				
		1610			722,3988				
Alt 3. Turbina GN	1,22	MW							
$\eta_e =$	23,4%								
m'g =	6,3 kg/s								
Temp. esc =	505 °C								
Temp. PP =	190 °C								
Calor Cami+1ª et	0 kW								
hgesc =	545 kJ/kg								
hgPP =	212 kJ/kg								
hvst =	2767 kJ/kg								
hlst =	716 kJ/kg								
hlent =	633 kJ/kg								
m'acalf =	28 kg/s								
$\Delta h_{acdf, eco} =$	42 kJ/kg								
m'v =	0,98 kg/s								
m'v =	3539,10 kg/h								
				Capacidad de recuperación de calor					
				Vapor =	2097,9 kW				
				Calor Cami+1ª et	0 kW				
				Calor Eco =	1176 kW				
				Total Calef =	1176 kW				
				TOTAL =	3273,9 kW				

Haciendo uso de los valores de calor útil de cada Alternativa hallados en los cuadros anteriores se procede a la elaboración del :

Horas de funcionamiento de la Cogeneración =	5559	Unidades	Situación de Referencia	Alternativa 1 Motor Gasóleo 3 MW	Alternativa 2 Motor Gas 2,55 MW	Alternativa 3 Turbina Gas 1,22 MW
Producciones						
Electricidad generada	MWh	----	16343	13892	6646	
Vapor a proceso	MWh	9.211				
Demanda de Calefacción	MWh	7.394				
Calor Útil entregado	MWh	----	11.290	10.972	13832	
Consumos						
COMBUSTIBLE						
Gas natural/Gasóleo Generador	MWh _{PCI}	----	39862	35620	28403	
Gas natural Calderas auxiliares	MWh _{PCI}	19535	6252	6626	3262	
ELECTRICIDAD						
Importación	MWh	3660	3660	3660	3660	
Autoconsumos	MWh	----	490	417	133	
Balances Cia Eléctrica						
Importación	MWh	3660	3660	3660	3660	
Exportación	MWh	----	15853	13475	6513	
Rendimientos						
Eléctrico	%	----	41,0%	39,0%	23,4%	
Global	%	85	70,4	71,2	73,0	
R.E.E. ₀	%	----	56,0	55,0	59,0	
R.E.E.	%	----	59,83%	59,29%	50,99%	
A.E.P.	MWh _{PCI}	----	11456	4435	355	
P.E.S.	%	----	21,28	9,48	0,33	
Emisión de CO₂						
Emisión total	t / año	3938	9297	8517	6384	
Emisión evitada	t / año	----	2293	897	201	
Ref _η E			41,77%	49,61%	49,61%	
Ref _η H			89,00%	90,00%	90,00%	

Se comprueba que la Alternativa 3 no cumple con el requisito del Rendimiento Eléctrico Equivalente, por lo que no puede adoptarse si se pretende incluir el en Régimen Especial. No obstante se continúa manteniendo en este preestudio a efectos de comparación.

9. ESTIMACIÓN DE INVERSIONES Y PRECIOS ENERGÉTICOS.

De la información de nuestra base de datos, nuevamente obtenemos valores típicos de inversiones:

ESTIMACIÓN DE LA INVERSIÓN			
Concepto	Alternativa 1 Mot GL 3 MW	Alternativa 2 Mot GN 2,5 MW	Alternativa 3 T.G. 1,22 MW
Ingeniería	113.035	93.483	51.426
Motogenerador	1.331.415	1.101.792	657.108
Sistema de Gases y Caldera	135.642	112.179	61.711
Transformador	29.389	24.305	13.371
Instalación eléctrica	103.992	86.004	47.312
Puente Grúa	6.782	5.609	3.086
Intercambiadores	9.043	7.479	4.114
Torre o Refrigerador	13.564	11.218	6.171
Instalación Mecánica	180.855	149.572	62.281
Obra Civil	192.291	158.354	56.110
Sistema contra Incendios	4.521	3.739	2.057
Línea de interconexión	36.171	29.914	16.456
Climatización	2.261	1.870	1.029
Instrumentación	22.607	18.697	10.285
Medidas ECA	2.261	1.870	1.029
Imprevistos	36.171	29.914	16.456
TOTAL	2.220.000	1.836.000	1.010.000

El precio del Gasóleo que se ha adoptado es de: 40,7 €/MWh_{PCS}.

Se estima el precio medio de la electricidad importada: 7,5 c€/kWh

De acuerdo con el R.D. 661/2007 y la actualización de tarifas publicada en la ORDEN ITC/3860/2007, de 28 de Diciembre, tomando como valor del Coste de la materia prima el de 19,97 €/MWh_{PCS}, se obtienen los siguientes valores:

Para la Alternativa 1: $10,4275+0,3064+1,1 \times 1,997 \times [(1/0,56)-(1/0,5983)] = 10,985 \text{ c€/kWh}$

Para la Alternativa 2: $7,784+0,3064+1,1 \times 1,997 \times [(1/0,55)-(1/0,5929)] = 8,379 \text{ c€/kWh}$

Para la Alternativa 3: $7,784+0,3064+0 = 8,090 \text{ c€/kWh}$

Los costes de operación, mantenimiento y seguro aquí considerados son los adicionales que, por causa de la cogeneración, surjan respecto de los que se venían produciendo con motivo del propio funcionamiento de la Industria Alimentaria.

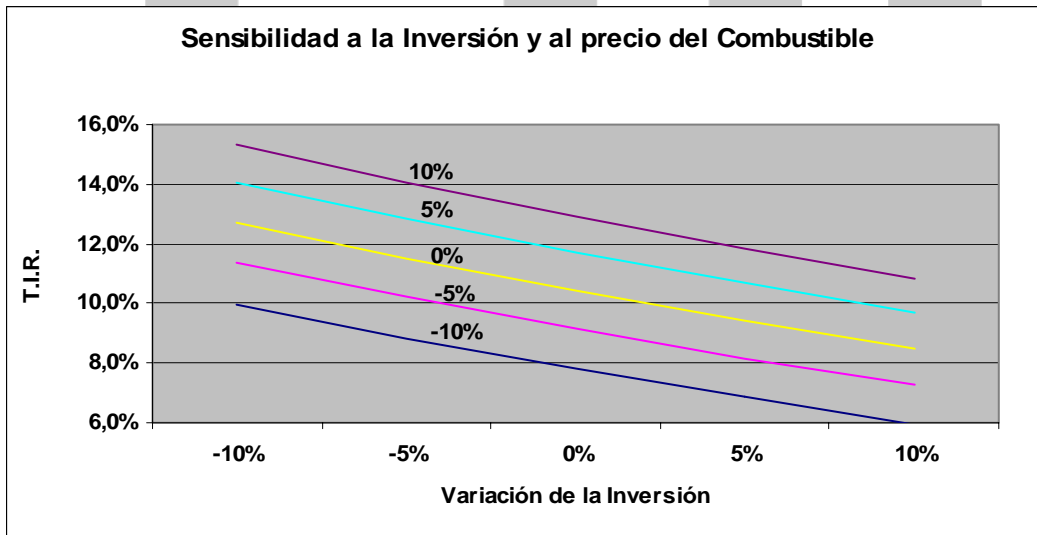
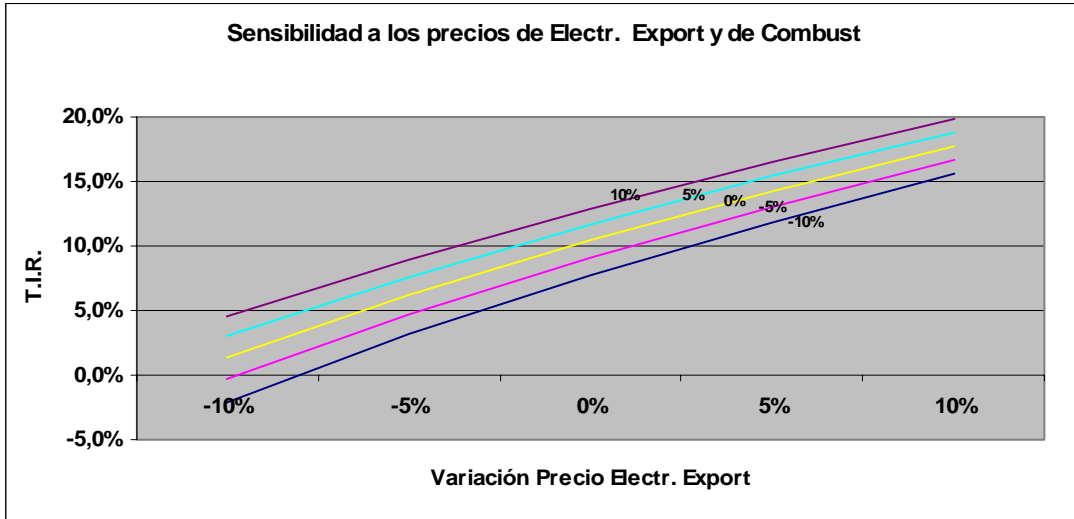
Se estiman, aproximadamente en un 10% de la inversión, para los motores y en un 6% para las turbinas en ciclo simple.

10. BALANCE ECONÓMICO. RENTABILIDAD.

Evaluación económica	Unidades	Situación de Referencia	Alternativa 1 Motor Gasóleo 3 MW	Alternativa 2 Motor Gas 2,55 MW	Alternativa 3 Turbina Gas 1,22 MW
Ingresos					
Electricidad Exportación	Euros	0	1.741.469	1.129.086	526.961
<i>Total Ingresos</i>	Euros	0	1.741.469	1.129.086	526.961
Gastos					
Electricidad Importación	Euros	274.500	274.500	273.768	271.572
Gas natural Generador	Euros	----	----	991.315	790.460
Gasóleo Generador	Euros	----	1.784.626	----	----
Gas natural Calderas auxiliares	Euros	543.648	174.002	184.398	90.785
Mantenimiento y Operación	Euros	----	210.000	178.679	49.150
Seguros	Euros	----	22.200	18.360	10.100
<i>Total Gastos</i>	Euros	818.148	2.465.328	1.646.520	1.212.067
Resultados Económicos					
Coste Energético Bruto	Euros	-818.148	-723.859	-517.434	-685.106
Ahorro vs Situación Referencia	Euros	0	94.289	300.714	133.042
Inversión	Euros	----	2.220.000	1.836.000	1.010.000
P.R.S.	años		23,5	6,1	7,6
V.A.N. (6%)	Euros		-1.353.302	463.275	24.771
T.I.R. (a 10 años de Operación)	%		#¡NUM!	10,9%	6,5%



11. ESTUDIO DE SENSIBILIDAD.





12. CONCLUSIONES.

eoi