



## **16.-JUSTIFICANTE ENERGÉTICO-LEGAL DE LA ALTERNATIVA PROPUESTA COMO OPTIMA**

Para justificar que la instalación de Cogeneración descrita en la Alternativa Óptima tiene Derecho a ser reconocida como de Producción en Régimen Especial, debe comprobarse que:

el Rendto. Eléctrico Equivalente es superior el valor mínimo fijado para motores a gas natural por la vigente Legislación sobre generación en Régimen Especial (RD 2818/98 de 23-12-98):

$$RE_{equiv} \geq 55\%$$

el Ratio Autoconsumo/Producción de electricidad, es mayor que el valor exigido por dicha Legislación

$$\text{Ratio Autocons./Produc.} \geq 30\%$$

### **16.1.- JUSTIFICACION DEL REND.ELEC.EQUIV.(REEQUIV) PREVISTO PARA LA ALTERNATIVA OPTIMA**

Para la Alternativa Óptima, el  $RE_{equiv}$ . de la instalación de Cogeneración se evaluará comparando la actual demanda media de energía térmica, (de ASC para calefacción y ACS, de vapor y de frío del Hospital Mat-Inf), y el calor medio recuperado del motor en forma de:

- vapor producido en la caldera de recuperación del calor de gases de escape, para satisfacer parte de la demanda de vapor de la Ciudad Sanitaria



- agua sobrecalentada (ASC) a 100/90 °C obtenida del circuito de Refrig.. de camisas + 1ª etapa de aftercooler para satisfacer parte de la demanda de calefacción de la Ciudad Sanitaria

- ASC a 100/90 °C obtenida del circuito de refrigeración de camisas y 1ª etapa de aftercooler, para satisfacer parte de la demanda de ACS de la Ciudad Sanitaria

- Agua fría a 7 °C generada en el equipo de absorción mediante ASC a 100/90 °C, obtenida del circuito de Refrig.. de camisas + 1ª etapa de aftercooler, para satisfacer parte de la demanda de frío del Hospital Materno-Infantil

La suma de estos calores define la cantidad de calor residual que se puede aprovechar de los motores.

La actual demanda horaria media a lo largo del año de vapor a 10 kg/cm<sup>2</sup> man, generado en una caldera convencional a gas natural, con aporte de agua (a 70÷ 80°C y 90% de rendto. Medio), es de 1.243.000 kcal/h, (supuesto una demanda efectiva durante 4.325 h/a, 300d de demanda, en general de lunes a sábados, 14 h/d, 12 meses/año).

Esta demanda equivale a un consumo medio de 2.110 kg/h de vapor.

También sabemos que la actual demanda horaria media de ASC para Calefacción a lo largo del año, (generada en calderas convencionales a gas con 90% de rendto. Medio) es de 2.612.000 kcal/h, (supuesto una demanda efectiva durante 2.900 h/a, 180 d, 7 d/semana, 12 h/d, 6 meses/año).



Igualmente conocemos que la actual demanda horaria media de ASC para preparar ACS, (generada en calderas convencionales a gas con 90% de rendto. Medio) es de 1.349.000 kcal/h, supuesto una demanda efectiva durante 3.250 h/a, 365 d, 7 d/semana, 8÷ 10 h/d, 12 meses/año.

El consumo anual de electricidad en los compresores frigoríficos del Hospital Materno-Infantil se estima en 1.316.500 kWh, que representa casi el 5,0% del consumo total).

La demanda frigorífica media anual de este Hospital se estima en 1.030.000 – 1.080.000 fr/h y el consumo eléctrico en 350 – 380 kW, considerando 3.640 h/año de demanda efectiva.

Las máximas demandas de frío tienen lugar en verano y son  $\approx 1.400.000$  fr/h (media). Las más bajas tienen lugar en épocas intermedias y son  $\approx 700.000 \div 950.000$  fr/h (media). Por la noche oscila entre 300.000 ÷ 450.000 fr/h en épocas intermedias y 600.000-800.000 fr/h en verano.

La demanda media actual de **vapor + ASC (para calefacción y ACS) + frío** define la máxima cantidad de calor que se puede aprovechar de los motores, según el Esquema de Principio.

El calor máximo disponible en el circuito cerrado primario de Refrig. de camisas y de la 1ª etapa de aftercooler de cada moto-generador Jenbacher de 1.942 kWe, es de **589.100 kcal/h** ( $T_{\text{impulsión}}^{\text{a}} = 100$  °C, máx,  $T_{\text{retorno}}^{\text{a}} = 90$  °C, mín), se aprovechará para:



-aportar calor en el colector general de la Ciudad Sanitaria de ASC, (bien para satisfacer demanda de calefacción, bien demanda de ACS), durante, 12 meses/año, 16 h/d. 5d/sem, 4.032 h/año aprox.)

-aportar calor en el equipo de absorción de 740.000 frig/h (en épocas intermedias y en verano, durante, 6 meses/año, 16 h/d, 5 d/semana, 2.000 h/año aproximadamente)

Cuando sea preciso, el calor no aprovechado de este circuito cerrado se disipará en una sección de una torre de refrigeración de tipo abierta (+1 intercambiador de placas que hace independiente el circuito 1º del motor del circuito de disipación de calor), según muestra el esquema de la Fig. 52.

El calor del escape de cada motor (12.272 kg/h a 408 °C, 1.221.200 kcal/h) se aprovechará en 1 caldera de recuperación para producir vapor que se guía al colector general de la Central Térmica del Hospital: entre los 2 motores 2x 1.270 kg/h a 10 kg/cm<sup>2</sup>man., con una potencia calorífica útil entre ambos de 2x 748.000kcal/h, según muestra la Fig. 17.2. Los gases se enfrían hasta 165 °C, supuesto que la caldera se alimentara con agua a 70 ÷ 80 °C.

Con objeto de hacer unos cálculos conservadores de aprovechamiento de calor, se han tenido en cuenta coeficientes de aprovechamiento efectivo de calor:

- el 95% en invierno: no se puede aprovechar de forma efectiva el 5% del calor recuperable del motor, bien por que la demanda de ASC es baja, bien si la demanda de vapor es menor que el vapor generado por los gases de escape, bien por que no opere la planta de cogeneración.



- el 95% en verano: no se puede aprovechar el 5% del calor recuperable si el consumo de ASC en el equipo de absorción no es suficientemente elevada, bien si la demanda de vapor es menor que el vapor co-generado, bien si no opera la planta de cogeneración al 100%.

- el 80 ÷ 90% en épocas intermedias: no se puede aprovechar el 10-20% del calor disponible en el motor si la demanda de vapor es baja, bien si la demanda de frío y es nulo el consumo de ASC en el equipo de absorción, bien si no funciona la planta de cogeneración.

La fórmula de cálculo del  $RE_{equiv}$  viene dada por la siguiente expresión:

$$R_{Ee} = \frac{E}{Q \frac{V}{0,9}}$$

donde,  $E$  es la electricidad producida

$Q$  es el consumo de Energía Primaria en forma de combustible del equipo generador

$V$  es calor útil aprovechado en el proceso que se puede recuperar del motor.

El  $RE_e$  al que se refiere la Legislación es un valor global anual: dependiendo de la demanda horaria de calor(+frío) del Hospital, puede haber períodos cuyo  $Re_e$  apreciablemente más bajo, sea en ese período la demanda de calor es mucho más pequeña.



Esto ocurre en las épocas intermedias en que la posibilidad de recuperar calor de los circuitos de refrigeración de motores para ACS y/o para el equipo de absorción es bastante mas baja que en invierno y/o verano. Es decir, en estos períodos el  $RE_{equiv.}$  es apreciablemente mas bajo que en invierno y/o verano.

La Tabla 13 muestra para cada mes y para el cómputo anual la simulación del calor recuperado del equipo de Cogeneración indicado para la Alternativa propuesta como Óptima ( la A), el consumo futuro en las calderas convencionales de vapor y de ASC y el  $RE_{equiv.}$

Se concluye que el  $RE_{equiv.}$  global previsto para la instalación de Cogeneración es igual al 56,56% apreciablemente superior al mínimo exigido por la legislación vigente, 55%, para tener Derecho al Reconocimiento como Instalación de Producción en Régimen Especial.

$$REe= 56,56 \% (\geq 55,00\%)$$

Debe tenerse en cuenta que para este estudio de viabilidad se han considerado en todo momento unos parámetros medios de cálculo conservadores. Esta cuestión hace que pueda ser mejorado el rendimiento eléctrico equivalente con toda seguridad en el proyecto definitivo.

Si no se tiene en cuenta el efecto del equipo de absorción habría resultado que el  $REe= 51,73\%$ . Es decir, ¡se concluye que es preciso instalar TRIGENERACIÓN (Cogeneración + Absorción) par poder justificar que  $REe \geq 55,00\%$ !



## 16.2.- BALANCE DE GENERACIÓN, AUTOCONSUMO Y EXCEDENTES DE ELECTRICIDAD PARA LA ALTERNATIVA ÓPTIMA. JUSTIFICACIÓN DEL RATIO, AUTOCONSUMO/ GENERACIÓN.

En este apartado se va a comprobar que la Planta de Cogeneración propuesta cumple el requisito exigido por la Legislación vigente (RD 2818/98), respecto al valor mínimo del **ratio autoconsumo/producción ( $\geq 30\%$ )**, para que pudiera ser reconocida como Instalación de Producción en Régimen Especial.

Para poder calcular este valor partiremos de las necesidades de compra actual de electricidad que vienen indicados en las tablas números 2 y 3.

A partir de dichas tablas hemos estimado las necesidades de venta y compra futura de energía que vienen indicadas en la tabla número 14

Para calcular estos valores se han tenido en cuenta que un 3,0% de la potencia generada, 58 KW por motor, se consume los elementos auxiliares del equipo de Cogeneración, (bombas, ventiladores, etc.): por tanto no llega a ser un excedente, pues no se consume actualmente. De esta forma, los cálculos de rentabilidad son mas conservadores aún.

Para la Alternativa propuesta, ya que la potencia del motor puede ser inferior a la demandada, (sobre todo en verano) o superior (sobre todo en invierno), por el Hospital en horas punta y llano, en la Situación Futura



habrá compras y ventas instantáneas de electricidad durante el periodo de explotación, ( salvo paradas por averías y/o mantenimiento programado).

En el anexo número 2 se muestra la matriz que representa el modelo de compra de electricidad futura y el modelo de venta futura de excedentes de electricidad. La tabla 14 muestra, para cada mes y para el computo anual, la comparación entre GENERACIÓN, AUTOCONSUMO Y EXCEDENTES y el ratio autoconsumo/generación (excluyendo el consumo en auxiliares del Sistema de Cogeneración).

Se concluye que el Ratio AUTOCONSUMO/GENERACIÓN previsto para la instalación de Cogeneración es igual al 80,73% apreciablemente superior al valor mínimo exigido por la Legislación Vigente (RD 2818/98), 30.0% para tener Derechos al Reconocimiento como Instalación de Producción en Régimen Especial.

$$\text{Ratio AUTOCONSUMO/GENERACIÓN} = \mathbf{80.73\% (>30.0\%)}$$

Debe tenerse en cuenta que para este estudio de viabilidad se han considerado en todo momento unos parámetros medios de cálculos conservadores. Esta cuestión hace que pueda ser mayor este ratio con toda seguridad en el proyecto definitivo.

Los datos anuales son lo siguientes:

Electricidad producida.....	15.660,28 MWh/año
Electricidad consumida en auxiliares.....	469,81 MWh/año
Electricidad evitada por eq. de absorción.....	498,80 MWh/año





---

Electricidad comprada de la red en el futuro .....	13.333,90
MWh/año	
Electricidad excedentaria futura vendida a la red.....	2.511,66 MWh/año
Electricidad autoconsumida de cogen.....	12.678,82 MWh/año

**Ratio AUTOCONSUMO / GENERACIÓN =  $12.678,82 / 15.660,28 \times 100 = 80,73\%$**   
**( $\geq 30,0\%$ )**

A la vista de las Tablas 14 se concluye lo siguiente:

-La máxima potencia a entregar, compatible con el mínimo consumo del Hospital, es del orden de 2.298 KW, y se produce en periodo Llano de un mes de primavera

-La mínima potencia a entregar, compatible con el máximo consumo del Hospital es del orden de 0 KW, y se produce en periodo Punta y Llano de un mes de verano.

-Por las especiales características del Hospital Público, asistido en todo momento por Energía de Emergencia, siempre se produce una apreciable demanda de electricidad; entonces la máxima potencia a entregar será siempre apreciablemente inferior a la potencia de Cogeneración