

# ANÁLISIS Y OPTIMIZACIÓN DE LA FACTURA ELÉCTRICA COMO EJEMPLO DE SERVICIO ENERGÉTICO DE CONSULTORÍA.

Área Temática: III Exposición de casos reales de servicios energéticos

**Autor de la comunicación: J.Buera<sup>1</sup>**

<sup>1</sup> Dirección del Autor. IDRA INGENIEROS C/Satumino López Novoa 18 – bajos 22005 Huesca. [jbuera@idra.es](mailto:jbuera@idra.es)

## RESUMEN

El análisis y optimización de la factura eléctrica es un servicio energético típico de consultoría. Para su realización los pasos a seguir son: el análisis previo del establecimiento del cliente en función del tipo, magnitud y procesos que se dan en su actividad. Este primer paso permite la recopilación de la información necesaria para poder realizar un análisis en detalle de los procesos, subprocesos y los parámetros de contratación. Las conclusiones a las que se llega a partir de dicho análisis permitirá realizar optimizaciones en cada uno de estos aspectos mediante la implementación de MAEs (medidas de ahorro energético) pudiendo hallar tanto el costo de las inversiones como los ahorros generados por las mismas. De la relación entre estos valores, se obtiene el periodo de retorno de la inversión o *pay-back* que servirá para determinar la fórmula de contratación a establecer entre el cliente y la ESE (Empresa de Servicios Energéticos). Esta fórmula de contratación será negociable y dependerá del estado financiero y riesgo del cliente.

**Palabras Clave:** Análisis, Optimización, Factura, Eléctrica

## INTRODUCCIÓN

Todo establecimiento (ya sea comercial, industrial, residencial, servicios terciarios, etc...) que disponga de uno o varios CUPS (Código Universal de Punto de Suministro) es susceptible, por defecto, de padecer deficiencias en la contratación del suministro eléctrico.

Con independencia de la envergadura del consumo eléctrico, es habitual encontrarse potencias contratadas que presentan grandes desviaciones respecto a la potencia óptima. Así mismo, es habitual encontrar suministros que tienen contratadas tarifas de acceso poco ventajosas respecto a la curva de carga de consumo típica del mismo.

Igualmente normal es encontrarse con suministros que adolecen de penalizaciones sistemáticas por consumo de energía reactiva o más recientemente (desde la liberalización del mercado eléctrico en julio del 2009) encontrar establecimientos que mantienen contratos con términos de energía por encima del precio actual de mercado.

## OBJETIVO

Es objeto de esta comunicación la justificación de cómo una empresa de servicios energéticos en el ámbito de la consultoría técnica puede intervenir favorablemente analizando y optimizando la factura eléctrica de un suministro.

## ANÁLISIS PREVIO

Cuando una empresa consultora de servicios energéticos recibe el encargo de un cliente para analizar y optimizar la factura eléctrica, el primer paso a seguir es cómo afrontar el análisis de la

información en función del TIPO, MAGNITUD y PROCESOS derivados de la actividad del cliente.

Sirvan dos ejemplos para ilustrar el enfoque con el que se debe afrontar un problema de este tipo.

### *Ejemplo 1*

Un bar restaurante (TIPO) con una potencia contratada de 40 kW (MAGNITUD) para alimentar equipamiento típicamente hostelero (cámara frigorífica, campana extractora, botellero, serpentín de cerveza, máquina de cubitos, cafetera, freidora eléctrica y lavadora de vajilla semi-industrial) así como alumbrado y una bomba de calor para la climatización, asociada a un recuperador de calor para el sistema de ventilación (PROCESOS). Este establecimiento, que trabaja en un horario fijo, puede ser perfectamente analizado con la realización de una visita al establecimiento por parte de un técnico experimentado y el análisis de las facturas eléctricas correspondientes a un ejercicio completo.

### *Ejemplo 2*

Una embotelladora de agua mineral (TIPO) con una potencia contratada de 450 kW (MAGNITUD) para alimentar equipamiento típicamente industrial (como compresores, enfriadoras, estaciones de bombeo, etc.), equipamiento específico de la actividad (dos trenes de envasado compuestos por embotelladora, etiquetadora, horno de retráctilado y/o máquina de cajas, robot paletizador así como la maquinaria específica para la generación de botellas de PET por soplado de las mismas a partir de preformas), la iluminación industrial, los puntos de consumo en zonas de administración y pequeña herramienta en zonas de talleres (PROCESOS). Este establecimiento típicamente industrial tiene variabilidad estacional en la producción (uno, dos o tres turnos tanto de envasado como de fabricación de envases) y por tanto debe ser analizado concienzudamente. Primero, mediante una visita a la industria determinando los principales receptores que consumen carga y segundo mediante un análisis de la curva de carga del establecimiento de al menos los últimos dos años para determinar diferencias estacionales e intradía.

## **ANÁLISIS DE LA INFORMACIÓN**

El análisis de la información seguirá el siguiente orden:

### 1.- Análisis de Procesos y Subprocesos

Con la información recopilada en la/s visita/s al establecimiento se identificarán los procesos generales. Éstos son aquellos que tienen un consumo representativo en el desempeño de la actividad y que normalmente responden a un comportamiento bastante regular. En el caso del *ejemplo 1* hablaríamos del sistema de climatización, el sistema de refrigeración y del alumbrado del establecimiento. En el caso del *ejemplo 2* estaríamos hablando de los sistemas necesarios para que funcione todo lo demás; es decir, compresores, enfriadoras e iluminación industrial.

Este análisis implica realizar una tabla del siguiente tipo:

<i>Proceso</i>	<i>Receptor</i>	<i>Potencia Nominal (kW)</i>	<i>Funcionamiento total (h)</i>	<i>Potencia diaria (kWh)</i>
Climatización	Bomba de calor	7,400	10	74,0

Climatización	Recuperador	0,850	16	13,6
Refrigeración	Cámara Frigorífica	1,100	20	22,0
Refrigeración	Botelleros	0,600	20	12,0
Refrigeración	Serpentín cerveza	0,150	20	3,0
Refrigeración	Máquina cubitos	0,450	20	9,0
Alumbrado	Zona Cocina	0,576	16	9,2
Alumbrado	Zona Comedor	1,230	8	9,9
Alumbrado	Zona Bar	1,200	16	19,20
Alumbrado	Servicios	0,312	5	1,56

**Tabla 1.** Análisis de procesos para el ejemplo 1 (establecimiento tipo bar-restaurante)

Para el caso de los subprocesos; es decir, los procesos que pudiendo tener un consumo más o menos representativo responden a un comportamiento irregular, se operaría de forma análoga.

Subproceso	Receptor	Potencia Nominal (kW)	Funcionamiento total (h)	Potencia diaria (kWh)
Cocina	Campana extractora	2,205	8	17,7
Cocina	Freidora	4,600	4	18,4
Cocina	Lavadora vajilla	20,500	2	41,0
Bar	Cafetera	3,800	10	30,4

**Tabla 2.** Análisis de subprocesos para el ejemplo 1 (establecimiento tipo bar-restaurante)

Una vez realizada la identificación de procesos, subprocesos y receptores que intervienen en los mismos puede ser conveniente estudiar el perfil de carga de alguno de ellos.

## 2.- Análisis de los parámetros de contratación

Por último debemos analizar los parámetros de contratación, que principalmente son:

- la tarifa de acceso
- la potencia contratada
- la existencia o no de penalización por energía reactiva
- los ingresos de la empresa comercializadora por la venta de electricidad.

Siguiendo con el *ejemplo 1*, tendríamos:

Tarifa de acceso	3.0.A	
Potencia contratada	40 kW	
Penalización E. Reactiva	SI	
Valoración Penalización E.R.	508 €/año	
Empresa Comercializadora	ENDESA ENERGÍA S.A.U.	
Producto	Tarifa Baja Tensión > 15 kW	
Término de potencia	P1	1,097621 €/kW mes
	P2	0,658572 €/kW mes
	P3	0,439048 €/kW mes
Término de energía	P1	0,162378 €/kWh
	P2	0,130468 €/kWh

	P3	0,080096 €/kWh
--	----	----------------

**Tabla 3.** Parámetros de contratación en el estado actual para el ejemplo 1 (establecimiento tipo bar-restaurante)

## OPTIMIZACIÓN

Analizada la información, es el momento de optimizar tanto los procesos y subprocesos como los parámetros ligados a la contratación.

### 1.- Optimización de procesos y subprocesos

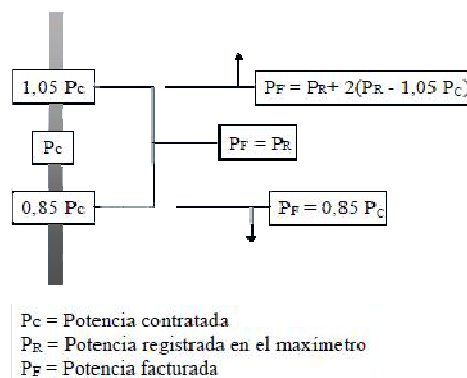
Esta parte es fundamental en el proceso pero al ser objeto de una auditoría energética completa no se evaluará en esta comunicación.

### 2.- Optimización de los parámetros ligados a la contratación

En primer lugar tendremos que asegurar que estamos dentro de la tarifa de acceso más ventajosa. Por ejemplo un cliente industrial como el del *ejemplo 2*, tiene una potencia contratada que es compatible con una tarifa de acceso en B.T. (3.0.A), una tarifa en M.T. del tipo (3.1.A) o incluso una tarifa en M.T. de seis periodos (6.X) por lo que habría que estudiar tantos supuestos como posibilidades hubiera para obtener el óptimo.

Una vez identificada la tarifa de acceso óptima nos fijaremos en el término de potencia. Para ello, del análisis de datos, habremos obtenido una información del registro del maxímetro (para lo suministros equivalentes al *ejemplo 1*) y una curva de carga (para los suministros equivalentes a *ejemplo 2*).

Esta información nos determinará la potencia máxima consumida en un determinado periodo, siendo lo más habitual analizar periodos mensuales al coincidir con los periodos de facturación. Con estos datos y mediante la ayuda de algún software específico o una simple hoja de cálculo, se puede calcular el término de potencia óptimo, ya que en función de la tarifa de acceso es conocido el sistema de facturación del término de potencia. Por ejemplo, para la tarifa en B.T. 3.0.A. (caso del *ejemplo 1*), la facturación de potencia se realiza de acuerdo al RD 1164/2001 de 26 de octubre, teniendo en cuenta las siguientes expresiones:



**Figura 1.** Facturación de la potencia con modo 2

Siguiendo con el *ejemplo 1*, nuestro software de optimización ha determinado que la potencia óptima a contratar deberá ser 31,177 kW en lugar de los 40 kW. Regularizar el término de potencia a este valor supondrá un ahorro de unos 256 € (sinIVA).

Igualmente importante es determinar las penalizaciones por energía reactiva, así como su compensación. En el caso del *ejemplo 1*, se observó que la bomba de calor y la campana extractora generaban energía reactiva (del orden de 12.000 KVARh) lo que suponía una penalización de 508 € al año. Una vez que se identificó cómo se generaba la energía reactiva, fue sencillo dimensionar una batería de condensadores que solucionara el problema. En este caso el cálculo realizado determinó instalar una batería de 17,5 kVAr - 2,5+5+10 valorada en 1.021,49 €.

Por último, se ha de estudiar el término de energía. Para ello es preciso realizar un sondeo entre diferentes empresas comercializadoras de energía eléctrica para determinar la mejor oferta del mercado. En el caso del *ejemplo 1* se encontró que la oferta más ventajosa la daba una comercializadora local. En concreto:

Empresa Comercializadora		ENDESA ENERGÍA S.A.U.	C. LOCAL
Producto		Tarifa B.T. > 15 kW	Tarifa B.T. > 15 kW
Término de potencia	P1	1,097621 €/kWh mes	1,097621 €/kWh mes
	P2	0,658572 €/kWh mes	0,658572 €/kWh mes
	P3	0,439048 €/kWh mes	0,439048 €/kWh mes
Término de energía	P1	0,162378 €/kWh	0,1490541 €/kWh
	P2	0,130468 €/kWh	0,1133886 €/kWh
	P3	0,080096 €/kWh	0,0786494 €/kWh

**Tabla 4.** Evaluación del término de energía para el ejemplo 1 (establecimiento tipo bar-restaurante)

## FÓRMULA DE CONTRATACIÓN DEL SERVICIO

A la hora de contratar un servicio energético de este tipo, hay que tener en cuenta 3 aspectos:

Primero la valoración del trabajo de consultoría. Es decir, las horas necesarias para la toma de datos y el análisis y optimización de los mismos. Así mismo deberá incluirse, en caso que lo desee el cliente, la negociación en nombre de éste con las Compañías Comercializadoras. Si se tuviera que acometer alguna inversión (p.ej en baterías de condensadores) ésta deberá ser igualmente cuantificada.

Segundo, se deberá tener en cuenta todos los ahorros a obtener, ya sea por reducción del consumo, eliminación de energía reactiva, ajuste del término de potencia, o negociación de un término de energía más ventajoso con la empresa comercializadora.

Por último deberá analizarse financieramente al cliente con el objeto de determinar la fórmula que resulte más ventajosa para ambas partes.

## POSIBLES FÓRMULAS DE CONTRATACIÓN

Sabiendo la inversión y la previsión de ahorro, se obtendrá el retorno de la inversión y por tanto podrá establecerse una fórmula en la contratación del servicio.

Sirva como conclusión a esta comunicación cuál sería la fórmula de contratación en el *ejemplo 1*:

Medida	Inversión Neta	Ahorro Anual Neto	Pay-Back
Batería de condensadores	1.021,49 €	508,00 €	2,01 años
Modificación término de potencia	864,00 € <sup>(*)</sup>	256,00 €	0,89 años
Negociación con Compañías Comercializadoras		718,00 €	
<b>TOTALES</b>	<b>1.885,49 €</b>	<b>1482,00 €</b>	<b>1,27 años</b>

(\*): Coste de la consultoría técnica asociada a este trabajo

**Tabla 5.** Inversión neta, ahorro anual neto y pay-back para el ejemplo 1 (establecimiento tipo bar-restaurant)

1.- El cliente abona el 100% de la inversión a la implantación de las medidas. Es decir 1.885,49 €.

2.- El cliente abona la inversión de acuerdo al ahorro mensual neto desde la implantación de las medidas. De esa manera continúa pagando lo que hasta la fecha, si bien la financiación y el riesgo que asume la ESE se repercutirá en la cuota mensual.

Siguiendo la fórmula de cuota constante de amortización para el *ejemplo 1* tendríamos:

$$\text{Cuota} = \text{Co} \times \frac{i \times (1 + i)^n}{(1 + i)^n - 1}$$

**Co** = Cantidad nominal del préstamo, principal

**n** = duración de la operación en meses, trimestres, semestres o años.

**i** = tipo de interés efectivo correspondiente al período considerado, si la duración se ha establecido en meses el tipo de interés tendrá que venir dado en meses.

Principal: 1.885,49 €

Interés: 8% (dependerá del momento económico, precio del dinero, riesgo del cliente, etc.)

Meses de amortización: ~15 meses (equivalente a 1,27 años)

Aplicando la fórmula anterior tendríamos 15 cuotas de 132,51 € (lo que supondría un total de 1.987,60 €). Por tanto habría un exceso sobre el caso 1 de 102,11 €.

3.- El cliente abona la mitad de la inversión (50%) a la implantación de las medidas. Transcurridos 1,5 años, periodo de retorno de la inversión teórico más un diferencial (en este caso 0,23 años) se evaluará el ahorro real obtenido y la ESE emitirá una factura por la mitad del mismo (50% del ahorro).

Esta fue la fórmula de financiación escogida por el cliente del *ejemplo 1*. La ESE ingresó:

1.- Una primera factura por importe neto de 942,74 € al finalizar la implantación de las medidas.

2.- Una segunda factura de 1.181,25 €, 18 meses después de implementar las medidas, en base a que el ahorro real obtenido en este periodo fue de 2.362,50 €.

Por tanto la ESE tuvo una facturación total por este servicio de 2.123,99 €.