

# 4

## PLAN DE ASISTENCIA ENERGÉTICA EN EL SECTOR LAVANDERÍAS

1	CÁRNICO
2	LÁCTEO QUESERO
3	CERÁMICO
<b>4</b>	<b>LAVANDERÍAS</b>
5	TEXTIL
6	PIENSOS
7	MADERA
8	HOTELERO

COLECCIÓN

# 4

**PLAN DE  
ASISTENCIA  
ENERGÉTICA  
EN EL SECTOR  
LAVANDERÍAS**

*Ninguna parte de este libro puede ser reproducida, grabada en sistema de almacenamiento o transmitida en forma alguna ni por cualquier procedimiento, ya sea eléctrico, mecánico, reprográfico, magnético o cualquier otro, sin autorización previa y por escrito del EREN*

Edita:

*Junta de Castilla y León*

*Consejería de Economía y Empleo - Ente Regional de la Energía de Castilla y León (EREN)*

Elaborado por:

*ENTE REGIONAL DE LA ENERGÍA DE CASTILLA Y LEÓN*

Colaboración:

*Dea Ingeniería S.A.*

Diseño e Impresión:

*Graficas Celarayn, S.A.*

Depósito Legal: LE-1.245-2008

## ÍNDICE

<b>Presentación</b> .....	9
<b>Antecedentes</b> .....	11
<b>1. Introducción</b> .....	12
1.1. Castilla y León. Datos generales. ....	12
1.2. Castilla y León. Objetivos. ....	12
1.3. Situación actual y tendencias de los mercados energéticos. ....	13
1.4. Situación actual y tendencias en Castilla y León .....	15
1.5. Situación actual de las lavanderías en la Comunidad Autónoma de Castilla y León. ....	19
<b>2. El sector de lavanderías.</b> .....	22
2.1. Clasificación de las lavanderías .....	22
2.2. Indicadores de consumo .....	26
2.3. Maquinaria de lavado .....	29
2.4. Sistema de gestión energética .....	35
<b>3. La AUDITORÍA energética</b> .....	36
3.1. Objetivos de la auditoría energética .....	36
3.2. Responsable de la auditoría energética. ....	36
3.3. Fases de la auditoría energética. ....	36
<b>4. APROVISIONAMIENTO energético</b> .....	40
4.1. Introducción .....	40
4.2. Aprovechamiento de agua .....	41
4.3. Aprovechamiento de energía eléctrica. ....	44
4.4. Aprovechamiento de energía térmica. ....	48
<b>5. CONTABILIDAD energética</b> .....	52
5.1. Modelo de contabilidad energética .....	53
5.2. Ejemplo de contabilidad energética .....	55
5.3. Valores de los indicadores energéticos .....	63
<b>6. Programa de mantenimiento</b> .....	63
6.1. Programa básico de mantenimiento .....	63
6.2. Responsable de mantenimiento .....	65
<b>7. Mejoras energéticas</b> .....	65
7.1. En el proceso de lavado. ....	65
7.2. En la maquinaria de lavado, secado y planchado .....	66
7.3. En las facturaciones energéticas .....	67
7.4. En el proceso térmico .....	67
7.5. En el sistema de aire comprimido .....	68
7.6. En el suministro de agua. ....	68
7.7. Cogeneración .....	68

<b>8. Formación del personal</b> . . . . .	72
8.1. <i>El gerente de la lavandería</i> . . . . .	72
8.2. <i>Responsable de la gestión energética</i> . . . . .	72
8.3. <i>Técnico de mantenimiento</i> . . . . .	72
8.4. <i>Resto de personal de la lavandería</i> . . . . .	73
<b>9. Organización empresarial</b> . . . . .	73
9.1. <i>Responsable de la gestión energética</i> . . . . .	73
9.2. <i>Técnico de mantenimiento</i> . . . . .	74
<b>10. Análisis económico</b> . . . . .	74
10.1. <i>Período de amortización</i> . . . . .	74
10.2. <i>Tasa de retorno de la inversión</i> . . . . .	75
10.3. <i>Rendimiento bruto de la inversión</i> . . . . .	75
10.4. <i>Rendimiento bruto anual</i> . . . . .	75
10.5. <i>Relación beneficio/coste</i> . . . . .	75
<b>11. Interrelación empresarial</b> . . . . .	77
<b>Anexos</b>	
I <i>Informes sobre las lavanderías visitadas</i> . . . . .	78
II <i>Unidades y equivalencias</i> . . . . .	102
III <i>Combustibles. Características</i> . . . . .	105
IV <i>Legislación</i> . . . . .	107

## ÍNDICE DE FIGURAS

1. Producción interior de energía primaria (ktep) . . . . .	14
2. Consumo de energía final por fuentes en Castilla y León (ktep) . . . . .	16
3. Participación en el consumo de energía por provincias . . . . .	16
4. Distribución provincial de lavanderías en Castilla y León. . . . .	20
5. Tareas de planchado . . . . .	21
6. Ejemplo de lavandería pequeña y/o tintorería. . . . .	24
7. Ejemplo de lavandería industrial . . . . .	25
8. Esquema en planta de una lavandería industrial . . . . .	26
9. Consumos específicos de agua . . . . .	28
10. Lavacentrífuga . . . . .	30
11. Túnel de lavado . . . . .	31
12. Calandra . . . . .	33
13. Planchadora de forma . . . . .	34
14. Ejemplo de curva horaria de carga . . . . .	45
15. Caldera de aceite térmico . . . . .	48
16. Caldera de vapor. . . . .	49
17. Hoja recopilación de información (Contabilidad Energética) . . . . .	57
18. Hoja indicadores energéticos (Contabilidad Energética) . . . . .	58
19. Hoja curvas de evolución (Contabilidad Energética) . . . . .	60
20. Hoja costes de explotación (Contabilidad Energética) . . . . .	62
21. Diagrama de Sankey: utilización del calor residual de los circuitos de refrigeración y escape de gases de un motor . . . . .	69
22. Cogeneración con motor alternativo . . . . .	70
23. Lavandería N° 1 - Recopilación de información. . . . .	81
24. Lavandería N° 1 - Indicadores energéticos. . . . .	82
25. Lavandería N° 1 - Curvas de evolución. . . . .	84
26. Lavandería N° 2 - Recopilación de información. . . . .	88
27. Lavandería N° 2 - Indicadores energéticos. . . . .	89
28. Lavandería N° 2 - Curvas de evolución. . . . .	91
29. Lavandería N° 3 - Recopilación de información. . . . .	95
30. Lavandería N° 3 - Indicadores energéticos. . . . .	96
31. Lavandería N° 3 - Curvas de evolución. . . . .	98

## ÍNDICE DE TABLAS

1. Censo de lavanderías . . . . .	20
2. Clasificación de las lavanderías . . . . .	23
3. Consumo de agua en cada fase de lavado . . . . .	27
4. Consumo de agua óptimo . . . . .	27
5. Datos energéticos de las lavacentrífugas. . . . .	30
6. Datos energéticos de un túnel de lavado con módulos de 50 kg. . . . .	32
7. Datos energéticos de las centrifugadoras. . . . .	32
8. Datos energéticos de las calandras . . . . .	33
9. Datos energéticos de las secadoras. . . . .	34
10. Tarifas eléctricas. . . . .	47
11. Tarifa industrial para el gas natural, I.V.A. excluido. . . . .	50
12. Ejemplo de factura de gas natural, I.V.A. excluido. . . . .	51
13. Precios máximos de venta para los gases licuados del petróleo . . . . .	52
14. Factores de conversión energéticos. . . . .	54
15. Cuadro de tipos de gestión . . . . .	55
16. Factor de utilización . . . . .	76
17. Sistema Internacional de Unidades . . . . .	102
18. Unidades de uso común. . . . .	103
19. Relación entre las principales unidades de energía, trabajo o cantidad de calor. . . . .	103
20. Combustibles líquidos. Fuelóleo nº 1 y Fuelóleo nº 1 BIA . . . . .	105
21. Combustibles líquidos. Gasóleo C. . . . .	105
22. Combustibles gaseosos. Gas Natural. . . . .	105
23. Combustibles gaseosos. Propano. . . . .	106
24. Combustibles gaseosos. Butano. . . . .	106

## PRESENTACIÓN

La energía representa un factor muy importante en el sector industrial, adquiriendo en la actualidad un papel relevante al haberse convertido en un criterio de decisión en las estrategias de las empresas.

Producir de forma eficiente es un objetivo que persigue todo industrial, pues ello, sin duda, le ayudará a competir con otras empresas de su mismo sector.

En este apartado, el ahorro y la eficiencia energética contribuyen a conseguir dicho objetivo, y por ello, la Consejería de Economía y Empleo, a través del Ente Regional de la Energía de Castilla y León, publicó en el año 2000 una colección de manuales que contribuyen a mejorar el ahorro energético y la eficiencia energética en distintos sectores de actividad de nuestra Comunidad Autónoma.

Los cambios en la normativa, y la evolución en los mercados energéticos, los avances tecnológicos y la necesidad permanente de mejorar la gestión energética, aconsejan actualizar estos manuales, revisión que se enmarca dentro de la Estrategia de Ahorro y Eficiencia Energética en España E4.

En este sentido, el Ente Regional de la Energía de Castilla y León presenta ahora la actualización y adaptación al momento actual de estos Planes Sectoriales de Asistencia Energética con el objetivo de que sirvan de guía a todas aquellas personas, que por su trabajo o posición puedan influir en la actividad de las empresas y así reducir el consumo energético en las mismas.

Es mi deseo que con la lectura de este manual se pueda contribuir a reducir los costes de producción de nuestras empresas, así como a reducir nuestra dependencia del exterior en el aprovisionamiento energético, con la consiguiente mejora del medioambiente, y contribuyendo desde esta Comunidad Autónoma a conseguir los objetivos fijados en el Protocolo de Kyoto y que dirigen las políticas energéticas y medioambientales en la actualidad.

Tomás Villanueva Rodríguez  
*Vicepresidente Segundo  
y Consejero de Economía y Empleo*





## ANTECEDENTES

Desde el punto de vista de la empresa, la energía supone un coste que puede representar una fracción muy elevada de los costes de producción dependiendo del sector o producto de que se trate.

Hasta la crisis del petróleo (año 1973) el consumo energético tenía poca relevancia en el diseño de las instalaciones, ya que el precio de la energía era bajo y primaban otros muchos criterios por encima de las necesidades de ahorro. A partir de entonces, las nuevas instalaciones comienzan a incorporar factores de optimización energética, que inicialmente son más intensos en la gran industria y que posteriormente se extienden también al resto de los sectores.

Los criterios de optimización energética son apoyados por el gobierno a través del Plan de Estrategia, de Ahorro y Eficiencia Energética en España (E-4).

Toda empresa, industrial o de servicios, de mayor o menor tamaño debe plantearse si sus instalaciones y procesos responden a un diseño optimizado desde el punto de vista energético. Una gestión energética adecuada dentro de la empresa conlleva el uso eficiente de la energía y, por consiguiente, la reducción de los costes energéticos en los procesos de producción.

En este contexto, el Ente Regional de la Energía de Castilla y León (EREN) impulsa una campaña de difusión entre las PYMES de actuaciones sectoriales para la implantación de mejoras energéticas. Estos Planes Sectoriales pretenden servir como herramienta para la promoción de la innovación en las PYMES mejorando su competitividad, permitiendo la disminución de los costes generales, mediante una optimización y racionalización de los costes energéticos en sus procesos industriales.

En cuanto al consumo de energía, y dentro del desafío de la competitividad y la reducción de costes teniendo en cuenta la sensibilización actual sobre el medio ambiente, en los diseños actuales se aprecia un mayor respeto al entorno, la optimización de los recursos energéticos y la implantación de energías renovables cuando las condiciones son favorables.

El objeto de esta publicación es ayudar a gestionar las lavanderías desde el punto de vista energético, independientemente de su tamaño y de si están incluidas o no dentro de un centro del sector servicios, es decir, su campo de aplicación se extiende desde las tintorerías y pequeñas lavanderías hasta las grandes lavanderías industriales.

Para ello, se elabora una herramienta centrada en el sector de las lavanderías, de modo que sirva al lector de guía, tanto en la determinación de los consumos de cada equipo específico de lavado como en las pautas para conseguir un óptimo rendimiento energético del proceso.

Concretamente, los principales puntos de actuación que se plantean son los que se exponen a continuación:

- Qué aprovisionamiento energético es el más adecuado,
- Cómo planificar el proceso de lavado,
- Qué características energéticas se pueden exigir a la maquinaria actual y,
- Cómo se puede llevar a cabo la gestión energética de la lavandería.

Este Plan de Asistencia Energética está dirigido a propietarios o gerentes de lavanderías, además de a los responsables del área técnica que deban llevar a cabo la gestión de la instalación.

Estructuralmente, el documento presenta en primer lugar el sector de lavanderías desde el punto de vista energético, mostrando valores de los indicadores globales de consumo de energía y agua más representativos y, comentando los consumos específicos de las diferentes máquinas implicadas explícitamente en el proceso de lavado.

Además de proporcionar datos energéticos sobre el proceso y maquinaria de lavado, la presente publicación muestra el diseño e implementación de un sencillo método de gestión energética, el cual parte de la auditoría energética como punto de referencia para diseñar un plan de actuaciones futuras.

El sistema de gestión energética se compone de varias fases. Cada una de ellas se describe en un capítulo, siendo los principales los de auditoría energética, aprovisionamiento energético, contabilidad energética y establecimiento de un programa de mantenimiento. Acompañando a éstos, se adjuntan capítulos de interés general para una empresa, tales como estructura organizativa, análisis económico, etc.

Para la realización de este documento, el primer esfuerzo se ha concentrado en estudiar las características de los consumos, el conocimiento y aplicación de técnicas de ahorro energético, los modelos de gestión aplicados, etc. de diversas lavanderías de la Comunidad de Castilla y León. En ningún momento se ha pretendido que la muestra contactada sea representativa desde el punto de vista estadístico.

## 1. INTRODUCCIÓN

### 1.1. CASTILLA Y LEÓN. DATOS GENERALES

La Comunidad Autónoma de Castilla y León, con 2.510.849 habitantes según el padrón municipal de 2005, es una de las menos densamente pobladas del estado, contando con 26,6 habitantes/km<sup>2</sup>, frente a la media nacional de 87,4 habitantes/km<sup>2</sup>.

El clima, marcadamente continental, queda definido por bajas temperaturas medias anuales, que oscilan entre los 10°C y 12°C. En invierno la temperatura media es de 3-4°C, pudiendo alcanzar los 18°C bajo cero. El verano es corto y con temperaturas suaves, aunque esporádicamente puede experimentar bruscos ascensos.

El PIB ICO por habitante a precios constantes en la Unión Europea y en el año 2003 es de 23.300 euros, situándose España por debajo de esta media con un PIB por habitante de 18.208 euros. En comparación, el PIB de Castilla y León sólo alcanzó los 17.000 euros, concentrándose más de la mitad de la riqueza generada en las provincias de Burgos, León y Valladolid<sup>1</sup>.

Por sectores de actividad es destacable el peso de la agricultura, mientras que el sector servicios se encuentra, con un 58% aproximadamente, por debajo de la media nacional, que alcanza el 65%.

### 1.2. CASTILLA Y LEÓN. OBJETIVOS.

Los principales objetivos de esta publicación pueden resumirse en:

- Adquirir la energía en las mejores condiciones de precio y calidad de suministro, adecuando la gestión de estos aprovisionamientos a los cambios que en estos mercados se están produciendo.

1 Servidor web del Instituto Nacional de Estadística: [www.ine.es](http://www.ine.es) (consulta: julio 2004): Contabilidad Regional de España.

- Conocer y controlar, de manera precisa, los consumos energéticos mediante un sistema de información adecuadamente diseñado que permita establecer objetivos concretos en la mejora de la eficiencia en el uso de la energía.
- Optimizar la eficiencia de equipos y procesos analizando los flujos de energía en los mismos. Este análisis mostrará si es posible ahorrar más energía rediseñando el equipo o proceso o utilizando otro alternativo.
- Usar la energía de forma racional, lo cual conducirá a ahorros de energía con baja inversión.
- Aunar esfuerzos en la reducción de costes energéticos, mediante la colaboración en proyectos tanto con empresas del sector como con otras empresas.
- Aprovechar y potenciar el capital humano disponible, ya que la reducción de costes de la energía no depende exclusivamente de la tecnología, sino que está muy ligada a la concienciación de las personas.
- Identificar los “consumos evitables”, tanto en horas productivas como de no producción.

Para alcanzar dichos objetivos se hace necesario tener en cuenta una serie de aspectos:

- Esta publicación debe considerarse como un plan a largo plazo con un desarrollo escalonado de las mejoras propuestas.
- Las líneas de acción que se contemplan son de carácter general, debiendo cada empresa adaptarlas a su proceso productivo.
- La reducción de los gastos de aprovisionamiento energético repercute directamente en la reducción de los costes de la empresa.
- La Estrategia de Ahorro y Eficiencia Energética en España (E-4).
- Los criterios de optimización energética son apoyados por las distintas administraciones, como se refleja en el Plan de Energías Renovables en España (PER) 2005-2010, que constituye la revisión del Plan de Fomento de las Energías Renovables en España 2000-2010.

Con esta revisión, se trata de mantener el compromiso de cubrir con fuentes renovables al menos el 12% del consumo total de la energía en 2010, así como de incorporar otros objetivos indicativos -29,4% de generación eléctrica con renovables y 5,75 de biocarburantes en transporte para ese año adoptados con posterioridad al anterior plan.

- El ahorro energético se integra en los programas de Medio Ambiente para contribuir al desarrollo sostenible.
- La mejora de la eficiencia energética y el ahorro energético está prevista, para el sector industrial, como uno de los objetivos principales en el Plan de Ahorro y Eficiencia de Castilla y León.

### 1.3. SITUACIÓN ACTUAL Y TENDENCIAS DE LOS MERCADOS ENERGÉTICOS

A continuación se presentará, de forma resumida, la situación actual de los mercados energéticos, sus tendencias y la influencia de las mismas en el futuro del Sector de Lavanderías de Castilla y León.

La situación actual del sector energético español viene caracterizada por:

- Una fuerte concentración del balance de energía primaria en el petróleo.
- Una gran dependencia externa en el aprovisionamiento energético.
- Una escasa diversificación geográfica de los proveedores externos de energía -la mayor parte del petróleo importado procede de Oriente Medio y el gas natural de Argelia y Libia.
- Una gran rigidez en la composición del consumo final de energía.

Sus tendencias se determinan por las pautas fijadas en el Plan de Energías Renovables en España (PER) 2005-2010 y por la Estrategia de Ahorro y Eficiencia Energética en España (E-4). En ellos se reconoce la importancia de la consideración de dos nuevos factores. El primero de ellos es la integra-

ción de la política ambiental dentro de la política energética, tal y como exige el principio de desarrollo sostenible, uno de los principales pilares de la política europea en materia de medio ambiente (VI PACMA). El segundo se fundamenta en un aumento de la competitividad en la oferta energética.

La estructura de la demanda primaria de energía estará caracterizada por un aumento en la contribución del gas natural y de las energías renovables, así como por un descenso de la importancia relativa de la energía nuclear, el petróleo y el carbón. Esta nueva estructuración de la demanda responde a los objetivos de contribuir a una mayor diversificación en el consumo de combustibles, conseguir una mayor protección ambiental, una minimización de costes y mejorar la eficacia.

La reducción de las emisiones, fundamentalmente de CO<sub>2</sub> (principal causante del efecto invernadero), SO<sub>2</sub> y NO<sub>x</sub> (causantes de la lluvia ácida) es una de las acciones de carácter medioambiental a la que más recursos se están dedicando, adoptando medidas tales como<sup>2</sup>:

- La adaptación de algunas centrales de fuelóleo o gasóleo a gas natural.
- La utilización de quemadores de baja emisión de NOx.
- El aumento de la participación de carbones de menor contenido en azufre.
- La reducción gradual del contenido en azufre del fuelóleo utilizado en las centrales eléctricas.
- El aumento significativo de la cogeneración.
- La utilización de tecnologías de combustión limpias.
- El empleo de ciclos combinados con gas natural.
- La combustión por etapas.
- La potenciación de las energías renovables.

#### Producción Nacional de Energía Primaria (ktep)

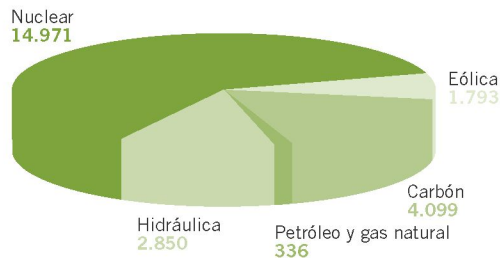


Figura 1. Producción Interior de Energía Primaria (ktep).

Fuente: Estadística Energética de Castilla y León, Resumen Anual 2005.

La evolución prevista de la demanda energética está afectada por un alto grado de incertidumbre, al depender del crecimiento económico, de los precios energéticos y del ritmo en la renovación de los equipos, entre otras variables. No obstante, se prevé un crecimiento medio aproximado de un 2.5% anual<sup>3</sup> de la demanda para la presente década, estableciéndose un objetivo de ahorro de energía primaria del 12% sobre la tendencia actual.

De igual modo, se estima una evolución moderada de los precios a lo largo de la década, especialmente los relativos al carbón, dada la existencia de una oferta mundial diversificada y de bajo coste de extracción.

<sup>2</sup> Plan de Energías Renovables en España.

<sup>3</sup> Fuente Plan Energético Nacional

## 1.4. SITUACIÓN ACTUAL Y TENDENCIAS EN CASTILLA Y LEÓN

### 1.4.1. Producción

En la Comunidad Autónoma de Castilla y León existen dos zonas mineras diferenciadas: las minas de antracita y hulla en el norte de las provincias de León y Palencia y las minas de uranio en Salamanca. Por otro lado, la totalidad de la cuenca del Duero constituye un sistema hidrográfico de gran importancia.

La central nuclear de Santa María de Garoña (Burgos), cuatro centrales térmicas de carbón, así como numerosas centrales hidroeléctricas, hacen posible que la región castellano y leonesa sea una de las principales productoras nacionales de energía eléctrica.

La cuenca del Duero, con 3.392 MW de potencia hidráulica instalada, supone el 20,5% del total español, en cuarto lugar tras la cuenca Norte (25,1%), las cuencas del Tajo, Segura y Júcar (25,2%) y la cuenca del Ebro (21,6%)<sup>4</sup>. Castilla y León producen el 17,48% de la energía hidráulica de España. Este hecho es aún más importante si consideramos que España cuenta con uno de los parques hidroeléctricos más importantes del mundo, ocupando el octavo lugar en cuanto a la potencia hidroeléctrica instalada dentro de la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico (OCDE). Únicamente naciones extensas como Estados Unidos y Canadá, o países de orografía montañosa y con grandes recursos hidráulicos, como Suecia o Noruega, cuentan con un parque hidroeléctrico mayor que el español.

Las centrales térmicas que queman carbones ricos de más de 4.500 kcal/kg son las de Anllares, La Robla, Compostilla y Velilla del Río Carrión.

Por último, la producción anual de la central nuclear de Garoña es de aproximadamente 3.700 millones de kWh, es decir, un 6,41% de la electricidad de origen nuclear y un 2,5% del total de producción eléctrica anual en España. Estas cifras equivalen aproximadamente al 40% del consumo eléctrico de la Comunidad de Castilla y León. Durante 2005, la central generó 3.680,38 millones de kWh, con un factor de carga superior al 90%. Hasta octubre de 2006 ha tenido una producción de 110.181.914 MWh<sup>5</sup>.

Todos estos datos refuerzan la idea de que la Comunidad Autónoma de Castilla y León es una de las principales productoras de energía a escala nacional y representa un enclave energético de extraordinaria importancia; de hecho, se puede indicar que la Comunidad Autónoma produce el 16,63% de la energía primaria del país, destacando sobre las demás la producción de hulla (43,39% sobre el total nacional), antracita (68,36%) e hidráulica (17,48%). No se ha considerado en la estadística anterior la producción de hulla subbituminosa, ni de lignito, ni de biomasa. En el caso de la energía eléctrica bruta, la región produce el 11,62% del total nacional<sup>6</sup>.

### Consumo

Según los datos de 1997 del Instituto Nacional de Estadística, Castilla y León se encuentra en el séptimo lugar nacional en consumo de energía, sólo superada por Cataluña, Andalucía, Madrid, Comunidad Valenciana, País Vasco y Galicia. Los consumos de energía agrupados por fuentes se muestran en la figura 2.

<sup>4</sup> Fuente: Estadística energética de Castilla y León.

<sup>5</sup> Fuente: Foro de la Industria Nuclear Española.

<sup>6</sup> Fuente: Estadística energética de Castilla y León. Resumen Anual 2005.

### Consumo de Energía Final por Fuentes en Castilla y León (ktep)

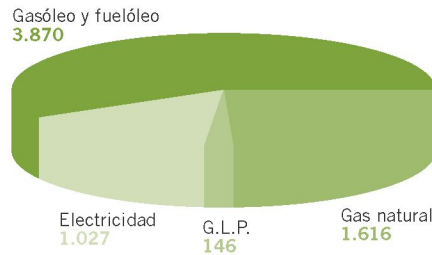


Figura 2. Consumo de Energía Final por Fuentes en Castilla y León (ktep).

Fuente: Estadística Energética de Castilla y León. Resumen anual 2005.

El consumo de energía eléctrica se sitúa entorno al 4,82% respecto del total nacional, concentrándose dicho consumo en las provincias de Burgos (16,91%), León (18,90%) y Valladolid (22,08%)<sup>7</sup>.

La utilización de gas natural en la región representa el 5,32% del total nacional, centrándose en Burgos (34,16%), Valladolid (33,49%) y León (8,65%)<sup>8</sup>.

El consumo de GLP supone el 5,74% del nacional, y se concentra en las provincias de Salamanca (16,18%), León (16,16%) y Valladolid (15,78%), mientras que el de otros productos petrolíferos (gasóleo y fuelóleo) se centra en Burgos, León, Salamanca y Valladolid, representando el consumo regional un 9,19% del total nacional<sup>9</sup>.

En resumen, en el consumo final por fuentes de energía, priman el gasóleo y el fuelóleo que suponen un porcentaje sobre el total de un 58,11%, el gas natural un 24,26%, la energía eléctrica representa el 15,43% y, por último, los gases licuados del petróleo un 2,2%. Dichos consumos se concentran en las provincias de Burgos, León y Valladolid, que reúnen entre las tres un 59% del consumo total de energía en la región, como se muestra en la figura 3.

### Participación en el consumo de energía por provincias

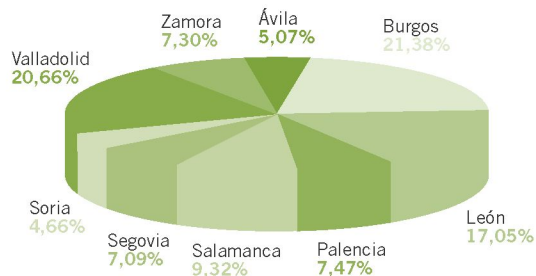


Figura 3. Participación en el Consumo de Energía por Provincias.

Fuente: Estadística energética de Castilla y León. Resumen anual 2005.

7 Fuente: Estadística Energética en Castilla y León. Resumen Anual, 2005.

8 Fuente: Estadística Energética en Castilla y León. Resumen Anual, 2005.

9 Fuente: Estadística Energética en Castilla y León. Resumen Anual, 2005.

Existe un desequilibrio importante entre la cantidad de energía consumida en la región y la cantidad producida, pudiéndose afirmar que Castilla y León es una Comunidad Autónoma exportadora de energía.

La política energética de Castilla y León está supeditada a la política energética nacional y está recogida en varios planes autonómicos: Plan de Ahorro y Eficiencia Energética, Plan Solar de Castilla y León, Plan de Bioenergía de Castilla y León, y Plan Eólico. Éstos se basan en la potenciación y racionalización de los recursos autóctonos (apoyo a la minería del carbón), la adopción de programas de ahorro, diversificación y optimización energética (reducción del consumo tendencial por energías, uso racional de la energía, sustitución de combustibles derivados del petróleo por gas natural y de energías convencionales por energías renovables, cogeneración, etc.).

Existen buenas perspectivas en cuanto a la utilización de energías renovables como fuentes alternativas de energía, lo que sitúa a la región en un puesto muy importante a nivel nacional.

Así, y en materia de energías renovables, se están desarrollando políticas diferenciadas para cada uno de sus subsectores, mediante las cuales se está facilitando el aumento de la aportación de las renovables al balance energético.

De hecho, en términos de energía eléctrica, la producción en Castilla y León mediante energías renovables puede suponer el 82% de nuestro consumo, frente a una media a nivel nacional en el entorno del 20% y siendo el objetivo europeo de participación de las energías renovables en el consumo eléctrico global del 22% en el año 2010.

### **Energía eólica**

De las distintas áreas de las energías renovables, es en energía eólica donde se ha logrado el mayor nivel de desarrollo, lo que hace que Castilla León sea a medio plazo, según la planificación de infraestructuras energéticas del Gobierno de la Nación, una de las Comunidades Autónomas con mayor potencia instalada.

Los datos que actualmente se están manejando establecen una potencia instalada o en construcción de 3.200 MW, a la que se añade 3.100 MW más con autorización administrativa, lo que ofrece una cifra total de 6.300 MW.

Igualmente, se ha producido un extraordinario incremento en las labores de fabricación en la Región. Así, desde la práctica inexistencia de instalaciones industriales hace 7 años, en la actualidad el empleo directo ligado únicamente a esta actividad se cifra en el entorno de 1.900 personas.

En Castilla y León, se fabrican palas, torres, sistemas de control, mecanizados, carcasas de poliéster, multiplicadores y sistemas de freno, igualmente se realiza el montaje de góndolas en 4 lugares distintos, además de acoger varios centros de logística y mantenimiento.

### **Energía hidráulica**

En relación con la gran hidráulica, Castilla y León tiene actualmente instalados un total de 4.218 MW, que el año 2006 aportaron el 26% del total de la producción eléctrica bruta regional, destacándose las centrales de Ricobayo, Aldeadavila y Villarino.



La energía minihidráulica también confirma a Castilla y León como una de las primeras Comunidades Autónomas en su utilización, con un número de minicentrales en funcionamiento alrededor de 200, en el entorno de 300 MW instalados.

### **Bioenergía**

En la actualidad y respecto a estas plantas existe un elevado número de iniciativas si bien la gran mayoría de ellas todavía se encuentran en un estado de desarrollo muy inicial, en la actualidad totalizan los 17 proyectos con 267 MW una capacidad de tratamiento de algo más de 2 millones de t/año.

En cuanto a las plantas de biocarburantes ya existe entre construidas y en construcción una capacidad de producción de 98.000 t/año de biodiesel en 4 plantas y 345.000 m<sup>3</sup>/año de bioetanol en otras 3 plantas.

De estas, destacar que en conjunto y en empleo directo, ocuparán a un total de 350 personas, así como movilizarán unas inversiones de 370 M€ y una cantidad de 325.000 t/año de semillas oleaginosas y 1 millón de t/año de cereales.

Igualmente hay varias iniciativas para un total de 273.000 t/año de biodiésel, así como 150.000 m<sup>3</sup>/año de bioetanol en diversos estados de avance.

Respecto a la distribución, son ya unas 70 gasolineras las que suministran biodiesel mezclado con gasóleo de automoción, aunque este número se va incrementado rápidamente.

Dentro de una iniciativa más global, en la actualidad se está elaborando un Plan de la Bioenergía de Castilla y León, conjuntamente con las Consejerías de Medio Ambiente y de Agricultura y Ganadería, que considerará los anteriores aspectos, en especial el desarrollo diferenciado de los subsectores, y la actuación en los diferentes eslabones del patrón de gestión.

### **Energía Solar**

Castilla y León cuenta con aproximadamente 72.000 m<sup>2</sup> instalados y más de 50 MWp. Esta capacidad se ha venido incrementando paulatinamente con los años, habiendo llegado, desde finales del 2002, a cuadruplicar y multiplicar por 50 la superficie solar térmica y potencia fotovoltaica respectivamente.

En el campo industrial, en la actualidad se desarrollan importantes iniciativas para la fabricación de componentes en la Región: fabricación de módulos fotovoltaicos y de tratamiento antifricción y sellado de placas para la fabricación de seguidores solares, fabricación de captadores solares térmicos y módulos fotovoltaicos, fabricación de obleas de silicio, de máquinas de absorción por sales y fabricación de paneles solares térmicos.

El hecho de que como consecuencia de legislación nacional, por transposición de Directivas Europeas, o por ordenanzas urbanísticas (Burgos, León, Miranda de Ebro, Cuellar y Valladolid), se haga realmente efectiva la obligatoriedad de incorporar energía solar en la nueva construcción, va a suponer un cambio radical en este sector.

Destaca en Castilla y León la labor realizada en la incorporación de energía solar a las propias dependencias de la Administración regional, contabilizándose en más de 70 las instalaciones desarrolladas en los últimos años en Hospitales, Centros de formación, albergues juveniles, polideportivos municipales o las propias sedes del gobierno regional.

## Energía geotérmica

Como consecuencia de la inexistencia de potenciales geotérmicos de relevancia, el aprovechamiento de este recurso ha sido prácticamente inexistente en nuestra región, si bien la paulatina introducción a nivel comercial de tecnologías que permiten aprovechar para la generación de calor o electricidad los recursos geotérmicos de baja temperatura, va a dar a este sector en Castilla y León una oportunidad para su desarrollo.

### 1.4.2. Situación del Mercado Eléctrico

El sector eléctrico es básico para los objetivos generales de la política energética, ya que puede utilizar todas las fuentes de energía primaria convencionales en la producción de electricidad y, además, genera las mayores inversiones dentro del sector energético. Se debe también tener en cuenta la revisión de la Planificación 2002-2011 de los Sectores Eléctrico y Gasista, por cuanto establecerá la acometida de las inversiones necesarias en las redes de transporte que garanticen la necesaria capacidad de evacuación de las nuevas instalaciones del Régimen Especial.

### 1.4.3. Mercado del Gas Natural

El mercado de gas natural se está enfrentando también a una profunda transformación. El crecimiento de la demanda, los cambios en el ámbito europeo y la reestructuración del sector eléctrico han sido factores determinantes en el proceso de liberalización de este mercado. Asimismo, la revisión de la Planificación 2002-2011 de los Sectores Eléctrico y Gasista garantiza el adecuado suministro de gas a las instalaciones que lo precisen.

El desarrollo de la red de suministro de gas natural en la Comunidad Autónoma posibilitará la aplicación de nuevas tecnologías por parte de las empresas.

### 1.4.4. Mercado del Fuelóleo

Sin ninguna duda, la utilización de fuelóleo y otros derivados del petróleo estará condicionada por el encarecimiento del mismo, así como por las ventajas de las energías renovables ante los nuevos compromisos de carácter medioambiental, muy especialmente los derivados del Plan de Asignación de Derechos de Emisión (PNA) aprobado recientemente por el Gobierno.

## 1.5. SITUACIÓN ACTUAL DE LAS LAVANDERÍAS EN LA COMUNIDAD AUTÓNOMA DE CASTILLA Y LEÓN

En este apartado se pretende describir de forma sencilla la situación actual en cuanto a la planificación de los procesos de lavado y a las características de los equipos que están empleando hoy en día en las lavanderías de la Comunidad Autónoma de Castilla y León.

Dentro de dicha Comunidad, el número de empresas que se encuentran dadas de alta en la Cámara de Comercio con el epígrafe 971.1 Tinte, Limpieza en seco, Lavado y Planchado es el que se muestra en la siguiente tabla.

Provincia	Censo de lavanderías
Ávila	7
Burgos	33
León	58
Palencia	13
Salamanca	35
Segovia	8
Soria	11
Valladolid	74
Zamora	17
TOTAL	256

Tabla 1. Censo de lavanderías.

Cortesía de las Cámaras de Comercio de la Junta de Castilla y León.

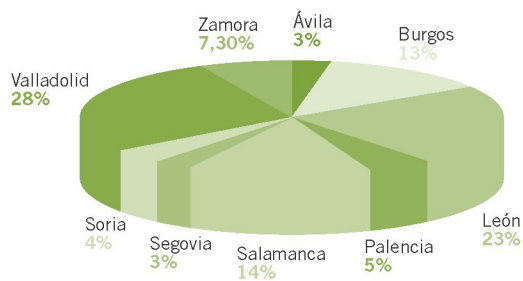


Figura 4. Distribución provincial de lavanderías en Castilla y León.

Fuente Elaboración propia.

### 1.5.1. Pequeñas lavanderías y/o tintorerías

No es habitual encontrar un sistema de gestión energética en este tipo de lavanderías. Ni tan siquiera suele existir un control de la cantidad de ropa lavada. Se tiene una idea de la producción, pero no de forma exacta.

Por lo general, la maquinaria utilizada es bastante antigua. Debido a esta antigüedad, el consumo de estos equipos es elevado desde diseño.

El modo de funcionamiento habitual consiste en lavar conforme se recibe la ropa, sin planificación. Es práctica habitual no llenar los tambores de las lavadoras a su capacidad nominal, obteniendo en estos casos unos consumos por kilogramo de ropa lavada bastante elevados.

No se suelen tener hábitos de reutilización del agua ni de ahorro energético. La factura eléctrica contratada no suele ser la óptima y, en relación con los modos de funcionamiento, no se planifica el horario de trabajo en función de las horas punta en las que el coste de la energía eléctrica es máximo.

No existe un programa de mantenimiento, se reparan las máquinas según surgen averías.

### 1.4.2. Lavanderías incluidas en el sector servicios

Este tipo de lavanderías tampoco cuenta con un sistema de gestión energética. En este caso es más complicado conocer los consumos de agua y energía porque no existen contadores específicos para la lavandería, sino que se factura el consumo al conjunto del centro.



Figura 5. Tareas de planchado.

Cortesía de FLISA León, S. L.

No suele ser habitual encontrar registros de ropa lavada, por lo que tampoco se conoce exactamente la producción.

Al depender estas lavanderías completamente de la actividad del centro, su planificación resulta muy laboriosa, y a veces imposible, puesto que el número de clientes varía fuertemente de una época a otra, incluso de un día a otro.

El tener que trabajar contra el almacén de ropa limpia ayuda a aliviar estas incertidumbres pues, con un número suficiente de ropa de repuesto, se puede planificar mejor la carga de trabajo de la lavandería.

La maquinaria empleada en estas lavanderías es antigua, por lo que sus consumos desde diseño son elevados respecto de la tecnología actual.

Las lavadoras se suelen cargar al máximo, aunque no siempre se logra debido a la variabilidad de ropa sucia existente.

Al igual que en el caso de las pequeñas lavanderías, no se tienen hábitos de reutilización del agua ni de ahorro energético. Tampoco se funciona teniendo en cuenta las horas punta en las que el coste de la energía eléctrica es mayor.

El técnico de mantenimiento del centro suele estar encargado de revisar periódicamente las máquinas, realizando así las tareas básicas de mantenimiento.

### 1.5.3. Lavanderías industriales

Al considerar el lavado de la ropa como un proceso industrial se tiene establecido un sistema básico de gestión, que engloba los diferentes aspectos que atañen a la lavandería. A través de las facturas se va observando su evolución, ya que no existen unos indicadores energéticos específicos.

Se registran periódicamente los kilogramos de ropa que se han lavado y, en ciertos casos, se anotan las lecturas de los diversos contadores que hay en la instalación.

Las inversiones en maquinaria grande no dan los resultados que se esperaban teóricamente porque la respuesta del mercado no es suficiente como para sacar el máximo partido a los diferentes equipos, sobre todo en el caso de los túneles de lavado.

El buen asesoramiento de los jaboneros sobre la definición de los programas ayuda a conseguir una ropa limpia de calidad con el mayor aprovechamiento posible del agua y la energía.

Las lavanderías industriales suelen contar con un sistema de descalcificación del agua, intentando conseguir así un mejor lavado. Las características del agua y las condiciones de suministro de la misma influyen notablemente en el logro de unas condiciones óptimas de funcionamiento.

Una tendencia encontrada en este tipo de lavanderías es que intentan ofrecer al cliente un servicio de alquiler de ropa limpia. Siendo la ropa propiedad de la lavandería es más efectivo el proceso de lavado puesto que se trabaja contra almacén y no contra cliente. Esto significa que la ropa es homogénea, no teniendo que distinguir entre clientes, por lo que el proceso de lavado es más efectivo.

## 2. EL SECTOR DE LAVANDERÍAS

A través del estudio de varias lavanderías y de reuniones con distintos fabricantes de maquinaria de lavado, se pretende mostrar la situación actual del sector de lavanderías, estableciendo unos ratios de consumo e indicando las principales características energéticas de las máquinas que se pueden encontrar hoy en día en el mercado.

### 2.1. CLASIFICACIÓN DE LAS LAVANDERÍAS

Según la producción, las lavanderías se clasifican en:

- Lavanderías pequeñas y/o tintorerías.
- Lavanderías incluidas dentro de establecimientos del sector servicios como, por ejemplo, hoteles y restaurantes.
- Lavanderías industriales.

Tipo de lavandería	kg ropa/día
Pequeñas lavanderías / tintorerías	< 200
Lavanderías incluidas en sector servicios	
Restaurantes pequeños y medianos	10 - 50
Grandes restaurantes	50 - 100
Lavanderías de hoteles, hostales, etc.	100 - 500
Lavanderías industriales	
Baja producción	< 1.000
Media producción	1.000 - 4.000
Alta producción	> 4.000

Tabla 2. Clasificación de las lavanderías.

Fuente: Elaboración propia.

### 2.1.1. Lavanderías pequeñas y/o tintorerías

Las pequeñas lavanderías y/o tintorerías son establecimientos situados dentro del casco urbano, con una superficie menor de ochenta metros cuadrados y no más de tres empleados. La clientela de estas lavanderías está formada básicamente por restaurantes, pequeños centros de servicios locales y particulares en general.

Habitualmente, los restaurantes llevan a lavar mantelerías y servilletas; los pequeños centros de servicios batas, uniformes, toallas, etc. y, los particulares, aquellos tejidos demasiado grandes que no pueden limpiar en sus casas como, por ejemplo, alfombras, mantas, edredones, etc. o aquellos delicados que requieren una limpieza en seco.

El equipamiento básico de que disponen estas pequeñas lavanderías y/o tintorerías está compuesto por dos o tres lavadoras, de capacidad inferior a 50 kg, siendo lo más habitual de 15 ó 20 kg, una centrifugadora, un par de secadoras y una o dos planchadoras, una de ellas para planchar ropa de forma. Adicionalmente, se puede encontrar alguna empaquetadora y desmanchadora.

En el caso de ofrecer limpieza en seco, se cuenta con una lavadora especial que no consume agua, sino percloroetileno. En la propia lavadora hay un depósito con esta sustancia que es la que se encarga de eliminar la suciedad de la ropa.

Por lo general, la fuente energética más utilizada es la energía eléctrica, si bien puede encontrarse alguna pequeña caldera a gas o gasóleo C que tiene como misión precalentar el agua que entra a la lavadora, intentando disminuir el tiempo que han de estar funcionando las resistencias eléctricas de calentamiento.



Figura 6. Ejemplo de lavandería pequeña y/o tintorería.

Cortesía de Tintorería MEDINASEC.

### 2.1.2. Lavanderías incluidas en el sector servicios

Estas lavanderías forman parte de un centro del sector servicios, habitualmente dedicado a la hostelería o restauración. También pueden encontrarse en otro tipo de centros, tales como hospitales y fábricas de un cierto tamaño.

Centrándose en el sector servicios, debido a la actividad del centro, la producción de ropa limpia por día es muy variable, dependiendo fuertemente de la época estacional, es decir, del número de clientes del hotel o restaurante.

La lavandería suele estar situada o en la primera planta o en el sótano del edificio, teniendo el local donde se encuentra entre cien y doscientos metros cuadrados. El número de personas que trabajan en la lavandería no suele ser mayor de doce.

En los restaurantes, el tipo de ropa que se lava corresponde casi exclusivamente a manteles y servilletas y, en el caso de hoteles, aparte de las mantelerías y servilletas, se lava ropa de cama, toallas, uniformidad y la ropa personal de los clientes que así lo desean.

El equipamiento básico de que disponen estas lavanderías está compuesto por 2 lavadoras industriales, cuya capacidad puede llegar a los 100 kg, de otras más pequeñas y de alguna de tipo doméstico. Acompañando a las lavadoras se encuentran una o dos centrifugadoras, un par de secadoras, una calandra y otras máquinas, tales como plegadoras, apiladoras y planchadoras.

Además de la energía eléctrica como fuente energética, se dispone de una caldera que aporta calor a las lavadoras y a la calandra, bien produciendo vapor bien calentando aceite térmico. El combustible fósil empleado habitualmente es el gasóleo C, aunque también se pueden encontrar calderas a gas.

### 2.1.3. Lavanderías industriales

Las lavanderías industriales funcionan con mentalidad de empresa, considerando la ropa limpia como un producto. En estas lavanderías hay implantados sistemas de gestión a nivel global, sin embargo, no aparecen ratios energéticos como indicadores del buen funcionamiento de la actividad.

Este tipo de lavanderías se sitúan en polígonos industriales, donde ocupan naves de entre quinientos y dos mil metros cuadrados de superficie. El número de empleados suele ser mayor de veinte, llegando en algunos casos a los setenta u ochenta. El cliente de estas lavanderías es un gran consumidor de ropa limpia, por ejemplo, hospitales, hoteles, grandes restaurantes, etc.

Los hospitales, debido fundamentalmente a la ropa de quirófano, imponen grandes condicionantes en cuanto al proceso de lavado. Se requiere que exista una barrera sanitaria, separando por completo la ropa sucia de la limpia. En este sentido, alguna lavandería cuenta con una cámara germicida, situada justo en la barrera sanitaria, que sirve para permitir el trasiego de las prendas ya lavadas a la zona de ropa limpia.

Los hospitales, habitualmente necesitan que se les laven sábanas, mantas, toallas, pijamas, camisones, ropa de bebé, uniformidad y ropa de quirófano, diferenciando siempre entre ropa verde y ropa blanca. Los hoteles llevan a lavar habitualmente ropa de cama, mantelería y toallas. Los restaurantes solamente mantelería. En estos dos últimos casos, la ropa puede ser blanca o de color.

En las lavanderías industriales de alta producción se introduce otro tipo de máquina de lavado: los túneles de lavado en continuo. Estos túneles están formados por una serie de módulos. La ropa pasa de módulo a módulo en tiempos de tres a cinco minutos, estando dentro del túnel alrededor de media hora.



Figura 7. Ejemplo de lavandería industrial.

Cortesía de FLISA León, S.L.



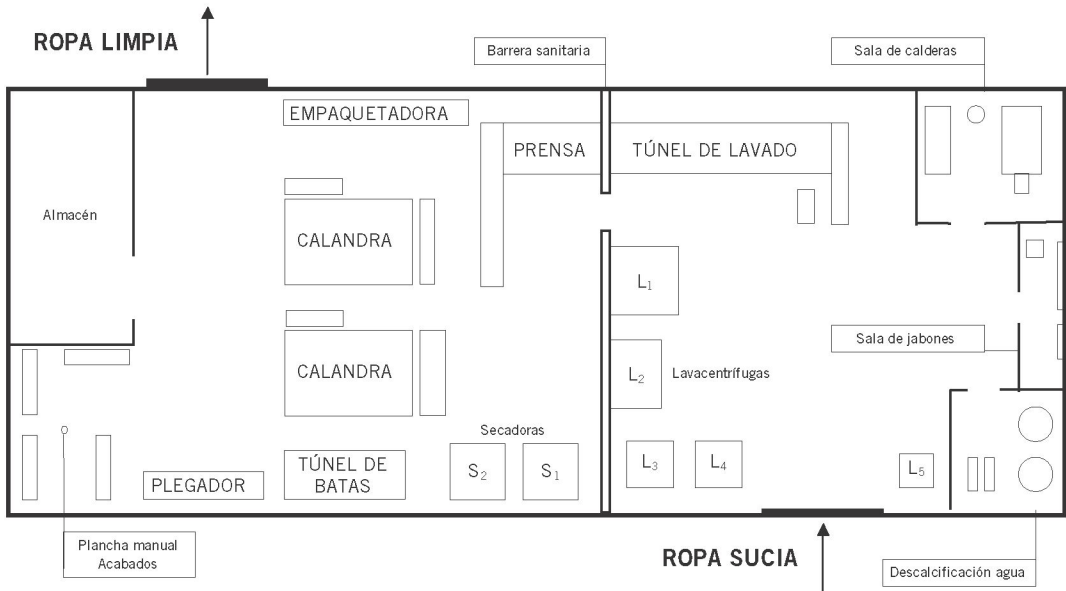


Figura 8. Esquema en planta de una lavandería industrial.

Fuente: Elaboración propia.

En este tipo de lavanderías se dispone de un importante generador de calor, pudiendo ser tanto calderas de aceite térmico como de vapor. El consumo de energía eléctrica también es importante, siendo en ciertos casos rentable la contratación de suministro en alta tensión.

Generalmente, el equipamiento encontrado en este tipo de lavanderías está compuesto por un túnel de lavado, dos lavadoras grandes (de capacidad próxima a los 200 kg), otras lavadoras más pequeñas, una prensa situada en la salida del túnel de lavado, varias secadoras, un túnel de secado de uniformidad, dos calandras con sus correspondientes dobladoras y apiladoras, y maquinaria más pequeña como planchadoras, empaquetadoras, desmanchadoras, etc.

Junto con el equipamiento específico para llevar a cabo las tareas de lavado suelen coexistir otros dos sistemas. Uno corresponde a la generación de aire comprimido, encargado de las tareas de accionamiento y regulación neumática. El otro es el sistema de descalcificación del agua, conveniente para rebajar la dureza del agua.

En ciertas lavanderías es necesario disponer de un sistema de bombeo y almacenamiento de agua que garantice un caudal de agua mínimo durante el proceso de lavado.

## 2.2. INDICADORES DE CONSUMO

La definición de estos indicadores está pensada para que cualquier tipo de lavandería, independientemente de su tamaño, pueda conocer de forma suficiente la situación de sus consumos de energía y agua, así como la evolución sufrida a lo largo del tiempo.

Desde el punto de vista energético, se considera que los indicadores más representativos de una lavandería son:

- Volumen de agua consumida por kilogramo de ropa lavada (l/kg ropa).
- Energía eléctrica consumida por kilogramo de ropa lavada (kWh/kg ropa).
- Energía de combustibles fósiles consumida por kilogramo de ropa lavada (kWh/kg ropa).

Se incluye el agua como indicador de consumo porque es el agente principal en el proceso de lavado y su consumo repercute directamente en las necesidades de energía eléctrica y térmica.

### 2.2.1. Indicador del consumo de agua

De forma casi exclusiva, las lavadoras y el túnel de lavado son los equipos consumidores de agua. En la lavandería pueden existir redes de distribución de vapor, pero funcionan en ciclo cerrado de forma que, una vez llenado el circuito, no necesitan consumir más agua que la de reposición (purgas y fugas).

En general, la tecnología actual permite consumir unos 26 l/kg ropa en cualquier lavadora. Este valor es prácticamente independiente del tamaño, es decir, es un dato válido tanto para lavadoras grandes como para lavadoras pequeñas. En la siguiente tabla se muestra el reparto de consumo de agua en cada fase del lavado.

Fase de lavado	Consumo de agua (l/kg ropa)
Prelavado	6,0
Lavado	2,5
1 <sup>er</sup> aclarado	4,5
2 <sup>o</sup> aclarado	5,0
3 <sup>er</sup> aclarado	4,0
4 <sup>o</sup> aclarado	4,0

Tabla 3. Consumo de agua en cada fase de lavado.

Cortesía de GIRBAU, S.A.

En los túneles de lavado se obtienen consumos de agua menores porque el agua es reutilizada de unos módulos a otros. De esta forma, el agua poco sucia de un módulo pasa a otro módulo que realiza una fase del lavado anterior. En condiciones óptimas de funcionamiento, que son las que define el fabricante, en un túnel de lavado se puede llegar a consumir hasta solamente 9 l/kg ropa.

La eficiencia del túnel de lavado crece a medida que hay un mayor número de módulos ya que las posibilidades de reutilización del agua son más significativas.

Máquina de lavado	Consumo de agua (l/kg ropa)
Lavacentrífuga	26
Túnel de lavado	9

Tabla 4. Consumo de agua óptimo.

Cortesía de GIRBAU, S.A.

En las visitas realizadas a diferentes lavanderías se ha comprobado cómo los consumos reales son superiores a estos valores, en algunos casos de forma bastante significativa. En las lavanderías industriales, los consumos de agua encontrados se sitúan entre los 25 y 35 l/kg ropa. En las lavanderías pequeñas y en las incluidas dentro de centros del sector servicios, estos ratios llegan a los 50 l/kg ropa. En el caso de tintorerías pueden ser superiores, cercanos a 80 l/kg ropa.

Las causas principales pueden deberse a:

- Nula o mala planificación del proceso.
- Llenado parcial de las lavadoras.
- Programas de lavado incorrectos.
- Maquinaria de lavado antigua.

En la figura 9 se muestra gráficamente el valor del indicador de consumo de agua para cada uno de los tipos de lavandería, así como el valor de referencia u óptimo.

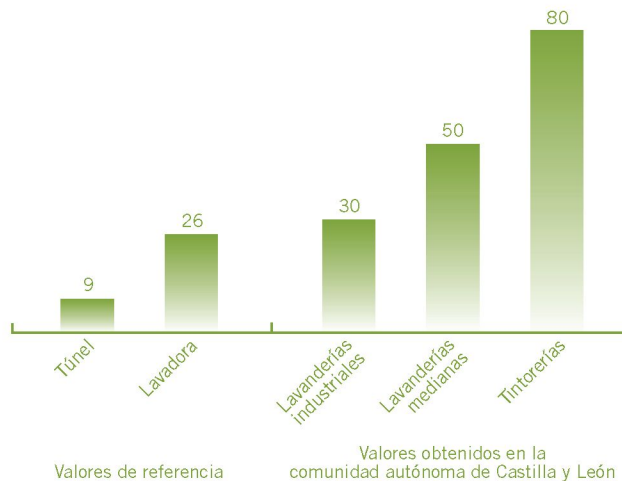


Figura 9. Consumos específicos de agua.

Fuente: Elaboración propia.

### 2.2.2. Indicadores del consumo de energía

Normalmente los equipos de la lavandería consumen energía eléctrica. El mayor consumo se produce en los túneles de lavado, en las calandras, junto con sus plegadoras y apiladoras correspondientes y en las lavacentrífugas (sobre todo si son de calentamiento eléctrico).

La inversión en sistemas de calentamiento que empleen combustibles está justificada cuando la lavandería adquiere un cierto tamaño (aproximadamente a partir de 70 kg ropa/día). El calor, bien en forma de vapor bien como aceite térmico, se emplea en las secadoras, planchadoras, calandras y túnel de batas. Para elevar la temperatura del agua, las lavadoras industriales emplean vapor en vez de resistencias eléctricas. Los combustibles empleados más habitualmente son el gasóleo y el gas natural.

En las lavanderías también se utiliza aire comprimido. La prensa, las plegadoras, las apiladoras, etc. necesitan de un sistema neumático de accionamiento y regulación. Además, ciertas lavadoras emplean aire comprimido para abrir sus compuertas, así como para realizar los procesos de centrifugado y desaguado. El aire comprimido se genera en un compresor, el cual demanda energía eléctrica.

A diferencia del consumo de agua, en el tema puramente energético es más complicado obtener valores de los indicadores. A modo de referencia, un proceso óptimo de lavado consume energía proveniente de combustibles fósiles en torno a 2,0 kWh/kg ropa y energía eléctrica alrededor de los 0,10 kWh/kg ropa.

Tras las visitas realizadas a distintas lavanderías industriales se ha observado que el consumo energético de combustible fósil se sitúa entre 2,3 y 3,9 kWh /kg ropa y, de 0,15 a 0,35 kWh/kg ropa, de energía eléctrica.

A medida que la lavandería es más pequeña, se emplea menos energía proveniente de combustible fósil y más de energía eléctrica. Esto es debido a que la maquinaria de lavado de poca capacidad no dispone de entradas de vapor o aceite térmico.

A título informativo, el etiquetado energético de las lavadoras domésticas se regula por el Real Decreto 607/1996, de 12 de Abril. Se considera que una lavacentrífuga es altamente eficiente cuando emplea menos de 0,20 kWh eléctricos por kg de ropa lavada en un ciclo normal de lavado de algodón a 60 °C.

### 2.3. MAQUINARIA DE LAVADO

Con el objeto de ofrecer una herramienta para conseguir disminuir los consumos específicos de agua y energía en una lavandería se definen dos líneas de actuación. En primer lugar se indica qué parámetros de la maquinaria específica implicada en el proceso de lavado es importante tener en cuenta desde el punto de vista energético. Posteriormente, se describe un sencillo método de implantación de un sistema de gestión energética.

En este apartado se describe la maquinaria de lavado actual, detallando al mismo tiempo sus valores de consumo. En el siguiente se comentan los aspectos principales del sistema de gestión energética.

La maquinaria que se encuentra típicamente en una lavandería es la siguiente:

- Lavacentrífuga.
- Túnel de lavado.
- Centrifugadora.
- Calandra.
- Planchadora.
- Secadora.
- Otras máquinas, tales como dobladoras, apiladoras, empaquetadoras, etc.

#### 2.3.1. Lavacentrífuga

En el listado de maquinaria no se incluye la lavadora porque actualmente casi no se fabrica, debido a que por un coste parecido se dispone de una lavacentrífuga, ahorrándose por tanto el coste de la centrifugadora.

Suele ser suficiente para eliminar gran parte de la humedad que contiene la ropa que el tambor gire a unas 500 r.p.m. Actualmente, las lavacentrífugas giran a una velocidad situada entre las 800 y 900 r.p.m.



Figura 10. Lavacentrífuga.

Cortesía de FLISA León, S.L.

Las características energéticas fundamentales a tener en cuenta en una lavacentrífuga son la cantidad de ropa que entra en el tambor, el consumo de agua por ciclo completo de lavado y la energía consumida por ciclo, bien sea por calentamiento eléctrico bien por inyección directa de vapor vivo. Sin embargo, no suele ser habitual encontrar datos de consumo, ni de agua ni de energía. El único valor que se aporta es el de la potencia, tanto de motores como de calentamiento.

Para obtener un valor aproximado de la energía consumida, se puede multiplicar la potencia (kW) por el tiempo de funcionamiento (h), obteniendo así un valor del consumo de energía (kWh). Este cálculo ha de realizarse para cada una de las fases del lavado. En el caso del consumo de agua, hay que contabilizar explícitamente el consumo de cada máquina.

En la siguiente tabla se muestran los datos energéticos y consumo de agua típicos de las lavacentrífugas que se pueden encontrar habitualmente en el mercado.

Capacidad lavadora (kg)	Fuente energética	Velocidad centrifugado (r.p.m.)	Consumo de agua (l/kg ropa)	Potencia motores (kW)	Potencia calentamiento (kW)
7	Eléctrica	530	26	0,11/0,45	7,5
12	Eléctrica	480	26	0,22/1,10	11,1
20	Eléctrica	450	26	0,33/1,85	18
32	Eléctrica	510	26	0,65/0,75/2,6	21
55	Eléctrica	465	26	1,2/1,6/3,4	33

Tabla 5. Datos energéticos de las lavacentrífugas.

Cortesía de GIRBAU, S.A.

Además de las características técnicas de consumo es muy importante tener en cuenta el sistema de control, ya que la adecuación de la máquina a las necesidades de lavado es fundamental para conseguir un consumo racional.

Bajo este aspecto, el control más completo es el realizado mediante microprocesador, puesto que aporta grandes ventajas respecto a la definición de tipos de programas. El sistema más sencillo es el denominado programador rotativo, con un pequeño número de programas preestablecidos.

### 2.3.2. Túnel de lavado

El túnel de lavado es una máquina que permite lavar de forma continua la ropa, haciendo pasar la ropa de un módulo a otro. Cada módulo tiene una capacidad entre 45 y 60 kg.

Los primeros módulos se destinan al prelavado, los centrales al lavado y los finales al aclarado. El número de módulos está relacionado con las posibilidades de reutilización de agua. A mayor número de módulos, las posibilidades de reutilización de agua aumentan.



Figura 11. Túnel de lavado.

Cortesía de FLISA León, S.L.

Este tipo de máquinas empiezan a ser rentables en lavanderías industriales con un mínimo de 4.000 kg ropa/día, donde se puede hacer funcionar de forma constante el equipo durante un número elevado de horas.

Los túneles de lavado cuentan con un sistema de control mediante microprocesador. El estudio de su consumo está realizado de forma más amplia que en el caso de las lavacentrífugas, ya que la inversión en estos equipos es realmente fuerte.

De forma general, un túnel de lavado puede llegar a consumir sólo 8 l/kg ropa, 0,5 kg vapor/kg ropa a 6 kg/cm<sup>2</sup> de presión y unos 20 Wh/kg ropa de energía eléctrica.

Para eliminar la humedad de la ropa se suelen emplear prensas. Habitualmente, para prensar 50 kg de ropa se utiliza un motor de 6,5 CV, para disponer de una presión de 26 bar. El ciclo de prensado dura al menos 140 segundos, y el valor medio de potencia empleada es 4 W/kg ropa.

Número de módulos	4	6	8	10	12	14
Producción: kg ropa/h (ciclo de 30 min)	400	600	800	1.000	1.200	1.400
Consumo agua (l/h·kg ropa)	7-12	7-12	7-12	7-12	7-12	7-12
Consumo vapor (6 kg/cm <sup>2</sup> ) kg/h·kg ropa	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5
Consumo eléctrico (kWh)	15	19,4	23,8	28,2	32,6	37,0
Consumo aire (a 6 kg/cm <sup>2</sup> ) l/h	50	70	90	110	130	150

Tabla 6. Datos energéticos de un túnel de lavado con módulos de 50 kg.

Cortesía de CARBONELL COMPAÑÍA ANÓNIMA.

### 2.3.3. Centrifugadora

Cuando se necesita eliminar una cantidad mayor de agua de la ropa, se emplean las centrifugadoras o centrífugas.

La centrífuga gira a una velocidad aproximada de 1.500 r.p.m. Consume únicamente energía eléctrica y, al igual que las lavacentrifugas y resto de máquinas con demanda de energía eléctrica, los fabricantes sólo facilitan la potencia de la máquina, por lo que para conocer el consumo con cierta aproximación hay que multiplicar potencia (kW) por tiempo de funcionamiento (h).

Los tiempos de funcionamiento típicos de un ciclo están entre los 6 y 15 minutos.

Capacidad centrifuga (kg)	Fuente energética	Velocidad centrifugado (r.p.m.)	Potencia motor (kW)	Consumo energía (kWh/kg ropa)
10	Eléctrica	1.450	0,33	0,0055
15	Eléctrica	1.450	0,45	0,0050
21	Eléctrica	1.450	1,20	0,0095

Tabla 7. Datos energéticos de las centrifugadoras.

Cortesía de CARBONELL COMPAÑÍA ANÓNIMA.

Nota: El consumo de energía se ha obtenido para un ciclo de 10 minutos, utilizando la máquina a plena carga.

### 2.3.4. Calandra y planchadora

Las calandras y planchadoras se emplean para planchar la ropa plana. El término calandra se utiliza cuando además del planchado se realiza una tarea fuerte de secado, aunque en general las planchadoras también incorporan una función de calentamiento. La ropa de forma se plancha manualmente, en planchadoras de forma, en maniqués o en túneles de batas.

Para facilitar las tareas de manejo de prendas en las calandras se disponen de tres máquinas auxiliares, una dedicada a introducir la ropa, otra a doblarla según sale planchada y, la tercera a apilarla.

Como ya se ha dicho, las calandras además de la energía eléctrica y del aire comprimido, necesario en los equipos auxiliares para mover los accionamientos neumáticos, consumen calor para realizar el secado de la ropa.



Figura 12. Calandra.

Cortesía de FLISA León, S.L.

El calor puede provenir de diferentes fuentes: electricidad, vapor, aceite térmico o de un quemador a gas incorporado en la misma máquina. La elección de una u otra fuente viene determinada generalmente en función del proceso global de lavado. Habitualmente, en lavanderías pequeñas se calienta mediante resistencias eléctricas y en lavanderías industriales por medio de vapor o aceite térmico.

En la tabla siguiente se muestran los datos de consumo de varias calandras según la fuente de suministro.

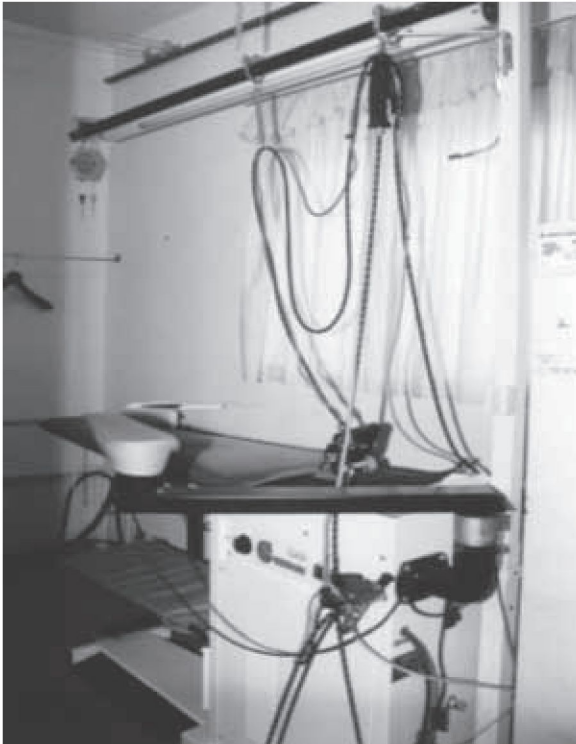
Producción calandra (kg/h)	Velocidad (m/min)	Longitud (mm)	Potencia motor y ventilador (kW)		Consumo en calentamiento		
					Eléctrica (kWh)	Gas (kWh)	Vapor (kWh)
12	1,2	1.300	0,165	0,10	8,4	-	-
15	1,2	1.500	0,165	0,10	10	-	-
20	1,2	1.900	0,165	2 X 0,10	16	-	-
35	0-4	1.650	0,37	0,25	30	36,11 <sub>3,42</sub>	38,61 <sub>50</sub>
50	0-4	2.600	0,55	2 X 0,25	50	58,40 <sub>5,53</sub>	64,09 <sub>83</sub>
50	0-6	1.650	0,55	2 X 0,25	35	72,23 <sub>6,84</sub>	57,92 <sub>75</sub>
72	0-6	2.600	0,74	2 X 0,455	59	114,05 <sub>10,8</sub>	75,68 <sub>98</sub>
62	0,8-5	1.800	0,37	0,18	-	443,52 <sub>42,0</sub>	47,88 <sub>62</sub>
110	0,8-5	3.200	0,55	2 X 0,36	-	859,60 <sub>81,4</sub>	77,22 <sub>100</sub>

Tabla 8. Datos energéticos de las calandras.

Cortesía de POLIMATIC, S.A.



La equivalencia energética del gas natural es la especificada en el capítulo Contabilidad Energética (1 Nm<sup>3</sup> equivale a 10,429 kWh) y el vapor saturado se considera que se consume a una presión de 11 bar (unos 2.780 kJ/kg vapor). El subíndice en las columnas de gas y vapor corresponde al consumo en metros cúbicos de gas natural y kilogramos de vapor por hora.



Los equipos auxiliares de introducción de ropa, plegado y apilado disponen de pequeños motores eléctricos (con una potencia que no suele superar los 0,55 kW) y de unos accionamientos neumáticos que consumen aire comprimido a unos 6 bar.

Los compresores disponen de unos motores que, en el caso de las lavanderías industriales, pueden llegar a una potencia superior de 10 kW. En el apartado dedicado a los compresores se comentan con más detalle aspectos de su consumo energético.

Las planchadoras de forma, empleadas sobre todo en tintorerías y pequeñas lavanderías, consumen energía eléctrica a través de unas resistencias, que tienen una potencia entre 5 y 6 kW, y aire comprimido, a una presión generalmente no superior a los 3,5 bar.

Figura 13. Planchadora de forma.

Cortesía de Lavandería SCHNELL.

Capacidad secadora (kg)	Potencia motor (kW)	Consumo en calentamiento		
		Eléctrica (kWh)	Gas (kWh)	Vapor (kWh)
8,5	0,25	6	-	-
10	0,37	14	-	15,39 <sub>20</sub>
12	0,37	15	22,20 <sub>2,10</sub>	30,78 <sub>40</sub>
17	0,37	19	27,77 <sub>2,63</sub>	46,17 <sub>60</sub>
23	0,55	21	29,57 <sub>2,80</sub>	53,86 <sub>70</sub>
33	0,75	30	44,35 <sub>4,20</sub>	61,56 <sub>80</sub>
50	0,55 y 0,75	45	55,44 <sub>5,25</sub>	100,03 <sub>130</sub>
85	1,1 y 4,0	-	91,87 <sub>8,70</sub>	153,88 <sub>200</sub>

Tabla 9. Datos energéticos de las secadoras.

Cortesía de POLIMATIC, S.A.

### 2.3.5. Secadora

La secadora, al igual que la calandra, puede emplear energía eléctrica a través de resistencias, vapor o incorporar un quemador de gas.

En la tabla anterior se muestra el consumo energético de varios modelos de secadoras. En la columna de gas y vapor, los subíndices indican los valores de consumo de m<sup>3</sup> de gas natural y de kg/h de vapor.

La equivalencia energética empleada en el caso del gas natural es la misma que en las calandras, pero aquí la presión del vapor saturado es de unos 8 bar (2.770 kJ/kg).

Al igual que antes, en las lavanderías pequeñas se consume energía eléctrica para realizar el secado y cuando el tamaño aumenta se emplean otras fuentes energéticas (vapor o gas).

## 2.4. SISTEMA DE GESTIÓN ENERGÉTICA

Ya se ha comentado que una línea de actuación para conseguir alcanzar unos reducidos valores en los indicadores de consumo energético es implantar un sistema de gestión energética.

El objetivo de este sistema es optimizar los consumos energéticos, manteniendo la producción y la calidad del producto. Para alcanzar este objetivo, se propone la siguiente metodología:

1. Realizar una Auditoría Energética.
2. Establecer un Sistema de Contabilidad Energética y un Programa de Mantenimiento de los diferentes equipos y máquinas.
3. Llevar a la práctica el Sistema y Programa establecido.
4. Modificar aquellas partes del sistema que hayan resultado inviables, poco prácticas o altamente costosas una vez que se han comenzado a obtener los primeros resultados de la puesta en marcha del programa de gestión energética.

A través de la Auditoría Energética se determina cuál es el estado energético actual de los diferentes equipos y procesos, a la vez se proponen acciones de mejora para conseguir elevar el rendimiento energético del proceso y se evalúa su repercusión económica.

Una vez conocida la situación actual y la que sería deseable modificar en el proceso, se pasa a planificar desde la gerencia de la lavandería la ejecución de una serie de acciones de mejora energética.

Para evaluar la magnitud de sus resultados se establece el Sistema de Contabilidad Energética que además será una herramienta que permitirá tomar decisiones futuras al gestor de la lavandería, funcionando como método de evaluación de los resultados.

El Programa de Mantenimiento es necesario para conservar en todo momento en estado óptimo de funcionamiento los diferentes equipos que constituyen el proceso.

En el presente documento hay varios capítulos dedicados a explicar más detalladamente cada una de las diferentes fases que forman el sistema de gestión energética.

### 3. LA AUDITORÍA ENERGÉTICA

#### 3.1. OBJETIVOS DE LA AUDITORÍA ENERGÉTICA

Los objetivos fundamentales de una Auditoría Energética son los siguientes:

1. Determinar cuál es el estado actual de los diferentes equipos que componen el proceso, así como del funcionamiento del mismo.
2. Proponer acciones de mejora energética con el fin de elevar el rendimiento, tanto de los equipos como del proceso.
3. Valorar económicamente las diferentes acciones de mejora energética.

#### 3.2. RESPONSABLE DE LA AUDITORÍA ENERGÉTICA

Se recomienda que el responsable de la auditoría energética sea un experto en temas energéticos.

Si bien el seguimiento del Sistema de Contabilidad Energética lo puede efectuar una persona no especialista en temas energéticos, es conveniente que la auditoría la realice un auditor cualificado.

El auditor ha de conocer en profundidad los equipos y los procesos, y estar continuamente informado de las nuevas tecnologías que aparecen en el mercado para poder ofrecer la visión más completa posible de la situación actual de la lavandería y de su posible situación futura.

#### 3.3. FASES DE LA AUDITORÍA ENERGÉTICA

Con el fin de conseguir los objetivos marcados al principio, la auditoría energética implica realizar una serie de pasos, que van desde la obtención de información hasta la redacción del informe final.

Básicamente, la Auditoría Energética se compone de las siguientes fases:

##### 1. Recopilación de información.

- Modos de uso y explotación.
- Inventario de equipos.
- Distribución en planta del proceso.
- Diagramas de flujo.
- Realización de mediciones.
- Histórico de consumos.

##### 2. Realización del diagnóstico energético.

- Determinación de la situación actual.
- Análisis de la situación actual.
- Análisis de los parámetros energéticos.
- Valoración económica de las modificaciones de los parámetros energéticos.

### 3. Elaboración del informe técnico-económico.

- Descripción de la situación actual.
- Planteamiento de las diferentes alternativas.
- Valoración económica de cada alternativa.

#### 3.3.1. Recopilación de información

La recopilación de información es el paso más laborioso de la auditoría. Se pretende contabilizar todos puntos que forman parte del proceso, cómo contribuyen al mismo y en qué medida lo hacen.

De la cantidad de información recopilada y de su exactitud depende en gran medida el éxito de la auditoría y, en consecuencia, el del sistema de gestión.

#### **Modos de uso y explotación**

El conocimiento de los horarios de funcionamiento y del modo en que se usen los equipos es fundamental. De esta forma se puede estimar el valor final del consumo realizado de energía.

Por un lado, el consumo de energía viene definido por el producto de la potencia del equipo y el tiempo de funcionamiento del mismo. Equipos encendidos sin funcionar consumen energía innecesariamente, siendo un gasto sin beneficios para la lavandería y disminuyendo el rendimiento energético del proceso.

Por otra parte, los hábitos de explotación influyen de tal manera que, como en el caso de las lavadoras, se consume prácticamente la misma agua, electricidad y calor funcionando a plena o media carga. La práctica habitual de no llenar el tambor con la cantidad de ropa máxima condiciona enormemente el rendimiento final de la lavandería.

#### **Inventario de equipos**

Conocer el número total de puntos de consumo y sus características ayuda a distribuir acertadamente la energía en toda la instalación.

Como el número de máquinas y equipos suele ser elevado y no todos los equipos participan de igual manera en el proceso, se aconseja centrar la auditoría en aquellos de mayor consumo, para obtener un índice de prioridad sobre posibles acciones.

El inventario de equipos supone relacionar el número de equipos que hay de cada clase, anotar sus características energéticas (potencia, rendimiento, consumo de agua, etc.), establecer un número de horas de servicio anuales y estimar la energía consumida de cada uno de ellos durante un año.

#### **Distribución en planta del proceso**

A través del conocimiento de la disposición de los diferentes equipos se puede intentar optimizar su ubicación, con el fin de evitar movimientos de material innecesarios, ahorrando tiempo y procurando no ensuciar la ropa una vez ya lavada.

## Diagramas de flujo

Con el objeto de optimizar los procesos térmicos y de distribución de agua, es conveniente establecer las líneas de flujo de los diferentes circuitos por los que se transportan fluidos.

## Realización de mediciones

Junto con la anotación de características energéticas de los equipos, realizada en base a los datos suministrados por el fabricante, es recomendable efectuar mediciones para obtener valores reales de la instalación una vez que está en funcionamiento.

Las mediciones se pueden realizar con equipos de medida portátiles; no obstante, suele ser conveniente anotar las lecturas que proporcionan los contadores ya instalados en la lavandería. En el caso de no disponer de contadores en puntos importantes del proceso se recomienda instalarlos.

Los parámetros que habitualmente se miden son los siguientes:

- *Magnitudes eléctricas.* Como magnitudes eléctricas se estudian generalmente la tensión, la intensidad, el  $\cos \varphi$ , la energía y la potencia. Los puntos habituales de medida son el cuadro general de entrada a la instalación y los cuadros de aquellos equipos de mayor consumo. De forma cada vez más habitual se están midiendo los armónicos, ya que en ciertos casos su existencia produce distorsiones bastante importantes en la línea eléctrica.
- *Niveles de iluminación.* Para conocer el nivel de servicio proporcionado por el sistema de alumbrado es preciso realizar una medición en cada uno de los locales o zonas de la lavandería.
- *Magnitudes térmicas.* Las magnitudes térmicas más habituales que se miden en el diagnóstico energético de una caldera son la temperatura de los humos, el tiro, la concentración de oxígeno, la concentración de dióxido de carbono, la opacidad y la temperatura de la envolvente de la caldera. El rendimiento de la caldera es el parámetro que resume los anteriores e indica el grado de aprovechamiento de la energía consumida.
- *Valoración de pérdidas y fugas.* Cuando se produce un almacenamiento, un transporte de fluidos o un intercambio de calor, es importante revisar las conducciones o intercambiadores para valorar las posibles pérdidas o fugas.

## Histórico de consumos

El disponer de lecturas de contadores de años precedentes proporciona al auditor una buena información sobre la evolución de la instalación.

Este histórico de consumos puede obtenerse de anotaciones periódicas llevadas a cabo por el personal de la lavandería o a partir de los recibos, tanto del agua como de la energía eléctrica y combustibles.

### 3.3.2. Realización del diagnóstico energético

Una vez recopilada la información necesaria se está en condiciones de llevar a cabo el diagnóstico energético de la instalación.

Con el diagnóstico energético se trata de conocer cómo evolucionan los consumos de cada uno de los suministros de energía y agua a lo largo de un año, y procurar distribuirlos de la forma más exacta posible entre los diferentes equipos que forman parte de la lavandería.

Analizada la situación actual, se comparan los parámetros energéticos obtenidos con los valores de referencia de situaciones tecnológicas avanzadas. La tarea del auditor consiste en descubrir las causas que provocan una disparidad entre los valores teóricamente deseables y los realmente obtenidos, dando soluciones a cada una de ellas y valorando económicamente cada medida de mejora.

### **Determinación de la situación actual**

A través de los recibos de los diferentes suministros energéticos y de los datos de producción mensual de ropa limpia se puede tener una idea inicial bastante buena del funcionamiento energético de la instalación.

Con estos datos se obtienen los indicadores energéticos a nivel global de la lavandería: volumen de agua y energía consumida por kilogramo de ropa lavada. Su comparación con valores de referencia, correspondientes a situaciones tecnológicamente óptimas, permite valorar cómo funciona energéticamente la lavandería.

Posteriormente, con la realización del inventario de la lavandería se conocen los agentes principales que entran en juego en el consumo de energía y agua. Aplicando los horarios de usos, modos de explotación y valores obtenidos en las mediciones se puede estimar una distribución de los consumos energéticos por cada línea de producción o equipo principal de consumo.

### **Análisis de la situación actual**

Los valores obtenidos con anterioridad se comparan con los aportados por el fabricante o con los que teóricamente se esperaba obtener.

Las desviaciones encontradas pueden deberse a causas muy diversas: dimensionamiento erróneo de la instalación, uso ineficaz de la misma, incidencias continuas en el aprovisionamiento energético y de agua, escaso mantenimiento de los equipos, etc.

Las causas que se encuentren como lógicas habrán de incluirse en una lista de problemas a resolver, los cuales generarán una serie de medidas de mejora.

### **Análisis de los parámetros energéticos**

Las medidas de mejora son modificaciones propuestas para mejorar uno o varios parámetros energéticos.

Los resultados obtenidos de un parámetro energético pueden depender en gran medida de la planificación que se haya realizado de la instalación, siendo por tanto interesante replantearse los modos de explotación y la redistribución de los equipos en planta.

En el caso de magnitudes eléctricas se pueden incorporar interruptores para poder independizar áreas de consumo, acoplar variadores de velocidad en motores, instalar baterías de condensadores, efectuar un mantenimiento periódico más exhaustivo, etc.

En cuanto a las magnitudes térmicas, se puede limpiar y regular el quemador, sustituirlo si es demasiado antiguo por otro modulante, limpiar la caldera, aislar la chimenea, aislar los conductos de transporte de fluidos calientes, automatizar la instalación, incorporar válvulas motorizadas, etc.

Cuando se haya detectado una falta en los diagramas de flujo, es necesario modificar las líneas de transporte con el fin de optimizar la distribución de energía por todo el proceso.

### **Valoración económica de las modificaciones de los parámetros energéticos**

Cada una de las medidas de mejora energética llevan asociadas un coste.

La relación *inversión a realizar/beneficio estimado* deberá permitir que en un período de tiempo razonable se hayan amortizado las medidas de mejora.

#### **3.3.3. Elaboración del informe técnico-económico**

El informe final ha de presentar los resultados y las conclusiones del diagnóstico. En este documento se muestra la situación actual, se describe el análisis realizado a la lavandería, se presentan las acciones de mejora más adecuadas y se informa de su repercusión económica.

Este documento es la base para llevar a cabo el Plan de Ahorro de Energía de la lavandería, es decir, ha de servir para establecer una programación de acciones correctoras que permitan mejorar su proceso.

Como se ha comentado al principio del capítulo, el Sistema de Contabilidad Energética sirve para cuantificar la efectividad de las acciones de mejora llevadas a cabo, así como también permite conocer en cada momento la evolución del proceso. Este sistema, al igual que el Programa de Mantenimiento, está basado en la auditoría energética llevada a cabo.

## **4. APROVISIONAMIENTO ENERGÉTICO**

### **4.1. INTRODUCCIÓN**

De forma general, el proceso de lavado demanda:

- Energía eléctrica.
- Energía térmica.
- Agua.
- Detergentes, desinfectantes, suavizantes, etc.

Desde el punto de vista energético, el consumo de detergentes, desinfectantes, suavizantes, etc. se sitúa en un segundo plano, ya que no se presenta como un consumo directo de energía en el proceso. Por tanto, no es objeto de estudio en el presente documento.

Por otro lado, el agua no es una fuente energética como tal, pero por su importante consumo y forma de utilización representa un factor muy importante a tener en cuenta dentro de la distribución energética de un proceso de lavado. Por ello, sí es estudiada como un factor energético más.

En los tres apartados siguientes se describen con más profundidad cada uno de los diferentes tipos de aprovisionamientos.

## 4.2. APROVISIONAMIENTO DE AGUA

El agua es el elemento principal del proceso de lavado. Es el medio en el cual se diluyen los detergentes que, ayudados por la temperatura del propio agua y el accionamiento mecánico, realizan la tarea de lavado.

Debido a su importante consumo, la cantidad de agua empleada repercute directamente, y en gran medida, en los costes del proceso. Su uso influye tanto en los costes de su propio consumo como en el de las energías que sean necesarias para calentarla. Por tanto, es primordial optimizar el consumo de agua.

Una óptima utilización del agua significa obtener una ropa perfectamente limpia consumiendo la mínima cantidad posible.

Una vez asumida la tarea de racionalizar el consumo de agua, para alcanzar este objetivo se considera que se deben realizar las siguientes acciones:

- Planificar el consumo de agua, es decir, determinar en qué puntos se necesita agua, cuánta se consume y en qué condiciones.
- Determinar la fuente de suministro.
- Contemplar la reutilización del agua, tanto durante el proceso como tras su vertido final.
- Considerar el reciclado del agua.

Estos dos últimos aspectos han de tenerse en cuenta desde el primer paso (planificación) ya que con su realización puede aprovecharse el agua de una forma más eficiente, reduciendo así las cantidades consumidas de agua y de energía, lo que también revierte a nivel global en una mejor conservación del entorno natural.

### 4.2.1. Planificación del consumo de agua

Es el punto más importante del aprovisionamiento. Conseguir un proceso de lavado eficiente requiere planificar adecuadamente el mismo, determinando cuáles son los puntos en los que se va a consumir agua, en qué condiciones tiene que llegar y cuánta cantidad se necesita en cada uno de ellos.

El conocimiento de los puntos en los cuales se va a necesitar el agua es fundamental para distribuir en planta los diferentes equipos que intervienen en el proceso y, en consecuencia, construir la red de tuberías apropiada.

Las características que tenga el agua en cada punto son básicas para decidir qué tuberías son necesarias calorifugar y en qué medida. En tuberías en las que se transporte el agua a elevada temperatura o en forma de vapor es fundamental aislarlas térmicamente para evitar considerables pérdidas de calor.

### 4.2.2. Fuentes de suministro de agua

El aprovisionamiento de agua se puede realizar básicamente de dos formas: empleando agua proveniente de la red general de distribución o bien obteniéndola de pozos particulares cercanos a la lavandería.



A primera vista, el empleo de agua proveniente de un pozo se presenta como más ventajoso desde el punto de vista económico, ya que durante la explotación de la planta sus costes son más reducidos. Otra ventaja es que permite disfrutar de una independencia de la red general de distribución ante posibles cortes en el suministro. Sin embargo, su rentabilidad económica puede a veces no ser aceptable por la excesiva dureza y/o calcificación del agua, ya que se puede elevar de forma importante la inversión inicial en los equipos de tratamiento de agua.

De forma más detallada, los puntos que intervienen en la decisión por una u otra alternativa son los siguientes:

- Existencia del pozo, su cercanía a la lavandería y la disposición de un caudal aceptable de forma constante.
- Calidad del agua del pozo.
- Necesidad de incorporar más o menos equipos de tratamiento de agua.
- Disponibilidad de espacio para alojar los equipos de tratamiento y almacenamiento de agua para su consumo final en el proceso de lavado.

La toma de decisión se convierte al final en una valoración económica. En lavanderías industriales con una producción media o alta y en centros del sector servicios con diversas necesidades de agua (agua caliente sanitaria, regadío, etc.) sí puede ser rentable invertir inicialmente en un sistema de captación y tratamiento de agua de pozo, para así reducir casi completamente la necesidad de consumir el agua de red (manteniendo ésta solamente para casos de avería u otras posibles incidencias).

Sin embargo, aunque al final resulte rentable emplear el agua proveniente de un pozo es totalmente recomendable reducir la necesidad de agua en el proceso, ya que existen otros criterios de buen funcionamiento como son:

- Conservación del entorno natural al evitar el consumo innecesario de agua.
- Disminución de la factura energética a consecuencia de la reducción del caudal de agua bombeado.
- Disminución de la factura energética por disminución en las necesidades de calentamiento de agua.

En el caso de no emplear agua proveniente de un pozo, se realiza el suministro de agua a través de la red general de distribución del ayuntamiento o mancomunidad correspondiente.

En este segundo caso también se puede pensar en disponer de un sistema de tratamiento de agua. Con el agua previamente tratada (descalcificación) se mejora el lavado de la ropa y se consigue introducir menos cantidad de cal en los equipos y tuberías.

Cuando se consume agua de la red, no existe una uniformidad entre los ayuntamientos o las mancomunidades sobre la facturación a aplicar. Cada municipio o agrupación de municipios establece su propia forma de facturar el agua consumida.

De forma más o menos general, existen dos términos básicos en la facturación. El primero de ellos se aplica en función del consumo total de agua. El otro se aplica en base a criterios de depuración y saneamiento de las aguas residuales.

La facturación en base al consumo de agua se realiza fijando un precio por una cantidad determinada de agua (que se cobra siempre, independientemente de que se haya consumido o no) y aplicando un precio al metro cúbico de agua que la sobrepase (exceso).

### 4.2.3. Reutilización del agua

La reutilización del agua, tanto dentro del proceso de lavado como una vez que se vierte al exterior, puede resultar muy interesante para optimizar el funcionamiento de la lavandería.

Conocer perfectamente qué calidad de agua se necesita en cada punto de consumo sirve para ajustar la demanda de agua a los niveles mínimos. Así, durante el proceso de lavado puede pensarse en aprovechar el agua del aclarado para reutilizarlo durante la fase de lavado, o incluso en la de prelavado.

En este sentido, los túneles de lavado destacan sobre las lavacentrífugas, ya que el agua saliente de los módulos finales se puede emplear en los módulos centrales de lavado o en los iniciales de prelavado. Como resultado, el ahorro de agua por kilogramo de ropa lavada puede situarse en torno a los 15 litros.

Por otro lado, el nivel térmico del agua que se desagua al final del lavado puede emplearse para precalentar el agua entrante, ahorrando así energía térmica en la fase de prelavado.

Situados en el exterior de la lavandería, si la calidad del agua lo permite, se puede reutilizar dicho agua para regar jardines próximos o emplearla en otros usos que no exijan una elevada calidad del agua.

### 4.2.4. Reciclado del agua

A través del reciclado del agua se pretende aprovechar al máximo el agua ya incorporada al proceso.

El reciclado consiste en tratar, mediante una serie de equipos, el agua que se va a verter al desagüe para acondicionarla de tal manera que se pueda emplear de nuevo en el proceso, prácticamente con la misma calidad que poseía en un principio. De esta forma, las necesidades de agua se reducen en gran medida.

El proceso básico de reciclado se compone de las siguientes fases:

1. Oxidación-floculación.
2. Filtrado a través de sílex y antracita.
3. Decoloración y clarificación.
4. Ósmosis inversa.

De estas fases, la ósmosis inversa es la que puede presentar a nivel general alguna duda en cuanto a modo de funcionamiento. De forma resumida, el proceso de ósmosis inversa consiste en aplicar a una disolución una presión por encima de un valor crítico (presión osmótica) para que a través de una membrana semipermeable pueda pasar el disolvente (en el caso de las lavanderías, agua) y no el soluto (impurezas). Con ello, al final se consigue tener un agua limpia, con la calidad suficiente para emplearla de nuevo en el proceso de lavado.

La gran ventaja del reciclado del agua es que se logra disminuir enormemente el consumo global de agua en la lavandería. Experiencias realizadas en instalaciones ya construidas arrojan como resultado el descenso en el consumo de agua hasta en un 80% del que se tenía antes de haber instalado un sistema de reciclado del agua.

Sin embargo, su inconveniente es la elevada inversión, que obliga a disponer de una lavandería considerablemente grande para que económicamente pueda ser rentable.

### 4.3. APROVISIONAMIENTO DE ENERGÍA ELÉCTRICA

Antes de realizar la contratación del suministro eléctrico es fundamental conocer las características energéticas de los equipos que van a ser empleados en la lavandería. Las nuevas tecnologías ofrecen cada año equipos más seguros y con unos niveles de consumo más reducidos. La implantación de máquinas más eficientes energéticamente es, tras la correcta planificación del proceso (uso racional de la energía), la primera medida para conseguir un elevado rendimiento en el proceso de lavado.

La contratación del suministro eléctrico se lleva a cabo mediante la formalización de una Póliza de Abono.

La formalización de dicha póliza implica que el cliente defina:

- El nivel de tensión y la potencia que desea contratar.
- El tipo de tarifa (con los complementos correspondientes) que desea seleccionar.
- El alquiler o compra del equipo de medida.

La correcta definición de los términos anteriores será fundamental para disfrutar de un coste de explotación lo más ajustado posible.

#### 4.3.1. Nivel de tensión

Para comenzar la contratación se debe decidir si se quiere el suministro en alta o en baja tensión. Sin embargo, en ciertos casos, por restricciones de espacio no se plantea esta opción, ya que un centro de transformación requiere de un lugar amplio y apropiado.

Cuando se dispone del espacio suficiente, la selección de suministro en baja o alta tensión es un compromiso entre un coste del suministro un 3 ó 4% inferior por término medio en el caso de alta tensión, pero el cual hay que penalizar con costes por término fijo superiores y las mayores inversiones iniciales.

#### 4.3.2. Potencia contratada

La potencia contratada y la energía total consumida son los parámetros que determinan la facturación eléctrica básica.

Para poder fijar la potencia contratada se debe estimar la curva horaria de carga. Esta curva se construye sumando en cada hora del día la potencia de los equipos que están funcionando en ese momento (grado de simultaneidad). Esta curva puede ser diferente según sea el día de la semana, la estación, etc.

La curva horaria de carga de una instalación existente se puede obtener fácilmente mediante una monitorización eléctrica, bien empleando un equipo portátil o bien anotando hora a hora el valor que se indica en el contador.

La potencia a contratar será el pico máximo que se obtenga en la curva.

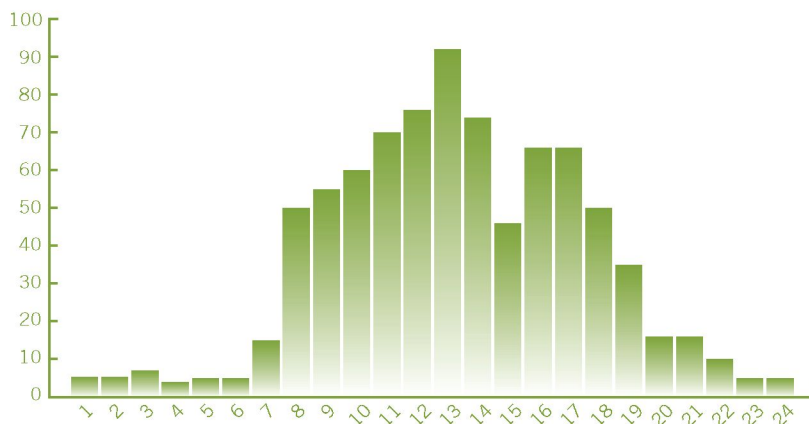


Figura 14. Ejemplo de curva horaria de carga.

Fuente: Elaboración propia.

Consiguiendo repartir el consumo eléctrico lo máximo a lo largo del día se obtiene una necesidad de potencia mínima, con lo cual el coste de explotación también será mínimo.

Lo interesante es instalar siempre un máxímetro y facturar la potencia según modo 2.

La existencia de máxímetro ofrece dos ventajas. Por un lado, información exacta de la evolución anual de los máximos de potencia. De esta forma, se puede definir una potencia de contrato óptima. Y, por otro, no implica posibilidades de corte de energía por exceso de consumo puntual, como supone el tener instalado un interruptor de control de potencia (ICP) en el modo 1 de facturación de potencia.

#### 4.3.3. Selección de la tarifa óptima

En baja tensión existen tarifas de corta o larga utilización. En alta tensión de corta, media o larga utilización.

En baja tensión, la decisión entre la tarifa de corta utilización (tarifa 3.0.2) o la de larga utilización con potencia superior a los 15 kW, (tarifa 4.0) depende de la relación entre el consumo de energía anual y la potencia contratada. Esta relación representa las horas anuales de utilización de la energía a plena potencia. En general, y de forma aproximada, cuando las horas anuales de utilización de la energía a plena potencia sean más de 1.500 es rentable el paso de la tarifa 3.0.2 a la tarifa 4.0.

En alta tensión se aplica el mismo concepto. En el caso en concreto entre corta y media utilización, las horas anuales de utilización de la energía a plena potencia han de ser mayores de 4.400 para que compense contratar una tarifa de media utilización en vez de la de corta utilización.

#### 4.3.4. Complemento por discriminación horaria

$$DH = T_e \times \sum \frac{Ew_i \times C_i}{100}$$

DH= Recargo o descuento en €.

$Ew_i$ = Energía activa consumida en cada uno de los períodos horarios definidos para cada tipo de discriminación horaria, en kWh.

$C_i$ = Coeficiente de recargo o descuento de cada período horario según su tipo de discriminación.

$T_e$ = Precio del término de energía de la tarifa general de media utilización correspondiente a la tensión de suministro.

El coeficiente dependerá del tipo de discriminación horaria:

- Tipo 0: Aplicable a los abonados a la tarifa 1.0 hasta 3.0.1 de baja tensión. Se considera la potencia máxima de ambos periodos.
- Tipo 1: Discriminación horaria sin contador de tarifa múltiple. De aplicación a los abonados con potencia contratada igual o inferior a 50 kW. Toda la potencia consumida, tanto en punta como en valle y llano, se ve sometida a un recargo del 20%.
- Tipo 2: Discriminación horaria con contador de doble tarifa, de uso general. Un contador exclusivo para horas punta, que llevan un recargo del 40%, y otro para las horas llano y valle, que no tienen recargo.
- Tipo 3: Discriminación horaria con contador de triple tarifa, sin discriminación de sábados y festivos, de uso general. Penaliza la energía consumida en las horas punta con un 70% y bonifica las horas consumidas en valle con un 43%. La energía consumida en el periodo llano no se ve afectada por recargos ni descuentos.
- Tipo 4: Discriminación horaria con contador de triple tarifa y discriminación de sábados y festivos, de uso general. Es semejante a la tipo 3, sólo que además se considera dentro de valle la energía consumida en sábados y domingos. El recargo para hora punta es del 100% y la bonificación para valle es del 43%. El periodo llano no se ve afectado con recargos ni descuentos.
- Tipo 5: Consiste en un complemento que se combina con tarifas en general de grandes consumos. Tiene en cuenta las estaciones, temporadas, días pico, etc., y se configura mediante aplicaciones informáticas.

Mediante la curva horaria de carga se puede observar en qué momentos del día se está consumiendo y, por tanto, conocer si se está obteniendo una bonificación o un recargo en cada uno de los tipos horarios.

En general, los tipos de discriminación horaria que más se utilizan son el tipo 3 y el tipo 4. La conveniencia por uno u otro se desprende al conocer la curva horaria de carga a lo largo de todo un año de funcionamiento. El tipo 4 toma gran interés en el caso de lavanderías que funcionan de forma importante los sábados y festivos.

#### 4.3.5. Complemento por energía reactiva

La energía reactiva no produce trabajo útil para el abonado, pero la compañía suministradora se ve obligada a proporcionarla. El complemento por energía reactiva está constituido por un recargo o descuento porcentual y se aplicará sobre la totalidad de la facturación básica. El factor de potencia,  $\cos\phi$ , se calculará con dos cifras decimales, redondeando de la última cifra.

$$\cos\varphi = \frac{E_w}{\sqrt{E_w^2 + E_r^2}}$$

$\cos\varphi$ = Factor de potencia.

$E_w$ = Energía activa.

$E_r$ = Energía reactiva.

El valor porcentual  $K_r$  a aplicar a la facturación básica se determinará según las siguientes fórmulas, dependiendo del valor del  $\cos\varphi$ :

$$\text{Para } 1 \geq \cos\varphi > 0,95: \quad K_r(\%) = \frac{37,026}{\cos^2\varphi} - 41,026$$

$$\text{Para } 0,95 \geq \cos\varphi \geq 0,90: \quad K_r(\%) = 0$$

$$\text{Para } \cos\varphi < 0,90: \quad K_r(\%) = \frac{29,16}{\cos^2\varphi} - 36$$

El valor porcentual de  $K_r$  será redondeado a una cifra decimal. Cuando el resultado sea negativo, se aplicará una bonificación en porcentaje igual al valor absoluto del mismo. Pero no se aplicarán recargos superiores al 50,7% ni descuentos superiores al 4%.

TARIFAS Y ESCALONES DE ALTA TENSIÓN	TÉRMINO DE POTENCIA $T_p$ : € / kW mes	TÉRMINO DE ENERGÍA $T_e$ : € / kWh
TARIFAS GENERALES		
<i>Corta utilización</i>		
1.1 General no superior a 36 kV	2,271918	0,078284
1.2 General mayor de 36 kV y no superior a 72,5 kV	2,148523	0,073505
1.3 General mayor de 72,5 kV y no superior a 145 kV	2,075938	0,071338
1.4 Mayor de 145 kV	2,017871	0,068947
<i>Media utilización</i>		
2.1 No superior a 36 kV	4,697183	0,071749
2.2 Mayor de 36 kV y no superior a 72,5 kV	4,441901	0,067172
2.3 Mayor de 72,5 kV y no superior a 145 kV	4,296025	0,065220
2.4 Mayor de 145 kV	4,186618	0,063119
<i>Larga Utilización</i>		
3.1 No superior a 36 kV	12,532584	0,059690
3.2 Mayor de 36 kV y no superior a 72,5 kV	11,719066	0,056200
3.3 Mayor de 72,5 kV y no superior a 145 kV	11,359945	0,054032
3.4 Mayor de 145 kV	11,015481	0,052558

Tabla 10. Tarifas eléctricas.

Fuente: B.O.E. 30/12/2006.

Para reducir el precio del suministro eléctrico se recomienda a las empresas trabajar al máximo en horas valle, con una curva de carga lo más baja posible y mejorar el factor de potencia, ya sea eliminando cargas ineficientes o instalando sistemas para mejorar el  $\cos\phi$ , principalmente baterías de condensadores, y, de esta forma, conseguir un descuento próximo al 4%.

#### 4.3.6. Tarifas eléctricas

Según la legislación aplicable a la facturación eléctrica, se revisarán los precios de las tarifas anualmente. En la tabla 14 se muestra la relación de **tarifas eléctricas** básicas aplicables con los precios de sus términos de potencia y energía estipuladas en el B.O.E. número 312, de 30 de diciembre de 2006.

### 4.4. APROVISIONAMIENTO DE ENERGÍA TÉRMICA

La energía térmica necesaria en el proceso, es decir, la energía que hace falta para calentar el agua, producir vapor o elevar la temperatura de un equipo hasta un cierto nivel, puede ser obtenida de varias fuentes diferentes.

En este documento solamente se estudiarán los suministros más habituales actualmente (energía eléctrica, gas natural, gasóleo y gases licuados del petróleo), ya que el aprovisionamiento mediante energías alternativas (energía solar, energía eólica y biomasa) no es relevante en el monto del consumo energético.



No obstante, en el caso de disponer de una fuente de energía alternativa que pueda ser aprovechada de forma importante y continuada en el proceso, y que presente una amortización económica razonable, se recomienda su empleo, ya que ayudará tanto a rebajar la factura energética durante la explotación de la instalación como a diversificar las fuentes de energía y, sobre todo, a preservar el medio ambiente.

#### 4.4.1 Energía eléctrica

Por su coste, el empleo de la energía eléctrica para convertirla en calor dentro del proceso de lavado se centra en el empleo de pequeños aparatos tales como lavacentrifugas domésticas, planchas de mano, etc. o en procesos pequeños correspondientes a algunas tintorerías, donde la instalación de un generador de calor con los equipos auxiliares necesarios no es posible, bien porque no es viable económicamente bien porque no se dispone de espacio físico suficiente.

Figura 15. Caldera de aceite térmico.

Cortesía de LINCE FLISA, S.L.

Las consideraciones realizadas en el apartado anterior en cuanto a la conveniencia de utilizar equipos altamente eficientes y cómo contratar la factura eléctrica para disponer de unos costes de explotación lo más ajustados posibles son aplicables aquí igualmente.

#### 4.4.2. Combustibles fósiles

Cuando no existen impedimentos de espacio para albergar una sala de máquinas adecuada y las necesidades de calor son significativas, lo habitual es consumir algún tipo de combustible fósil para obtener energía térmica.

La razón fundamental es que los costes de explotación son menores que con el empleo de energía eléctrica y se suele amortizar la sobreinversión inicial de estos equipos sin grandes dificultades.

Los combustibles fósiles que habitualmente se consumen hoy en día son:

- Gas natural.
- Gasóleo C.
- Gases Licuados del Petróleo (G.L.P.), es decir, propano o butano.

Entre los distintos combustibles, las diferencias básicas que existen son las siguientes:

- La disponibilidad del combustible. Para consumir gas natural es necesario disponer de un punto de conexión a la red de distribución cercano. Sin embargo, en el caso de una instalación del tipo industrial con un importante consumo que no disponga del punto de conexión cercano, se pueden montar plantas satélites de suministro de gas licuado que funcionan de forma provisional hasta que llegue la red de gas natural definitiva.

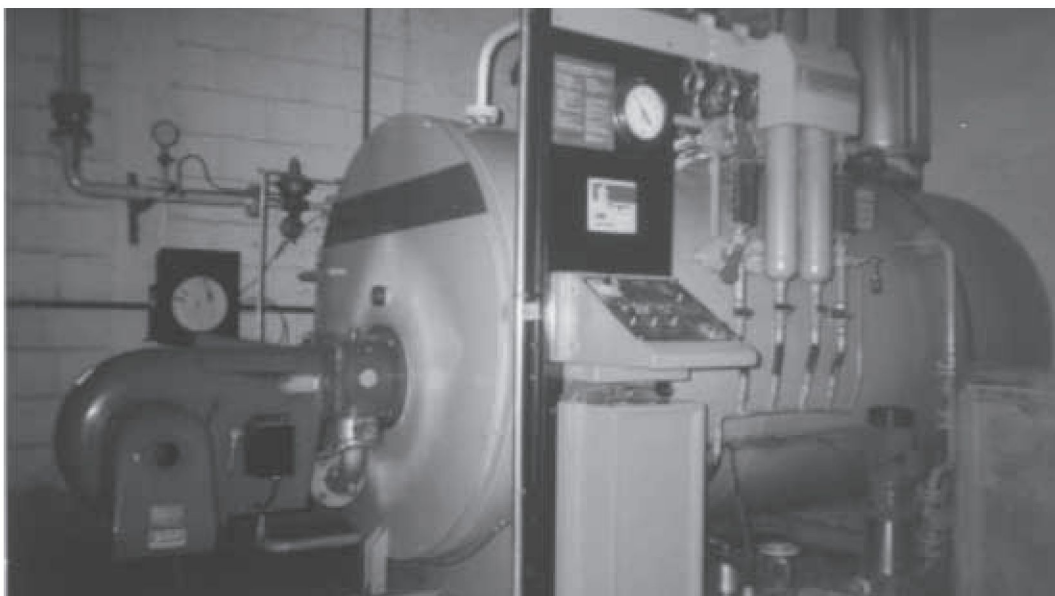


Figura 16. Caldera de vapor.

Cortesía de LINCE FLISA, S.L.



- Las instalaciones que utilizan combustibles que no se distribuyen de forma canalizada necesitan de bombonas o tanques de almacenamiento, para lo cual la instalación ha de contar con espacio suficiente para albergar dichos depósitos. En el caso del gas propano canalizado, la empresa suministradora pone a disposición de varios usuarios un tanque de almacenamiento conjunto, del que cada cliente consume y paga en función de lo que indique el contador.

TARIFAS DE GAS NATURAL	TÉRMINO FIJO		TÉRMINO VARIABLE
Tarifas grupo 2 (4 bar < P ≤ 60 bar)	(€/Cliente)/mes	(€/kWh/día)/mes	€/kWh
<b>2.1</b> Consumo ≤ 500.000 kW/año	135,07	0,037460	0,021864
<b>2.2</b> 500.000 kW/año < Consumo ≤ 5.000.000 kW/año	135,07	0,037460	0,021852
<b>2.3</b> 5.000.000 kW/año < Consumo ≤ 30.000.000 kW/año	0,00	0,048163	0,021634
<b>2.4</b> 30.000.000 kW/año < Consumo ≤ 100.000.000 kW/año	0,00	0,045487	0,021540
Tarifas grupo "2 bis" (P ≤ 4 bar)			
Consumidores industriales suministrados a menos de 4 bar a los que se les aplica las tarifas del grupo 2	(€/Cliente)/mes	(€/kWh/día)/mes	€/kWh
<b>2.1</b> Consumo ≤ 500.000 kW/año	135,62	0,037612	0,021953
<b>2.2</b> 500.000 kW/año < Consumo ≤ 5.000.000 kW/año	136,52	0,037862	0,022087
<b>2.3</b> 5.000.000 kW/año < Consumo ≤ 30.000.000 kW/año	0,00	0,048758	0,021901
<b>2.4</b> 30.000.000 kW/año < Consumo ≤ 100.000.000 kW/año	0,00	0,046150	0,021853
<b>CAUDAL DE CONTADOR</b>	<b>TARIFA DEL ALQUILER</b>		
Hasta 3 m³/h	0,59 €/mes		
Hasta 6 m³/h	1,08 €/mes		
Superior a 6 m³/h	12,5 por 1.000 del valor medio del contador		
<b>CAUDAL DE CONTADOR (m³/h)</b>	<b>VALOR MEDIO (€)</b>		
Hasta 10	181,89		
Hasta 25	334,78		
Hasta 40	649,27		
Hasta 65	1.326,33		
Hasta 100	1.795,59		
Hasta 160	2.816,42		
Hasta 250	5.960,55		

Tabla 11 Tarifa industrial para el gas natural, I.V.A. excluido.

Fuente: B.O.E. de 30/12/2005.

- Los quemadores a gas son más silenciosos, necesitan de un mantenimiento menos complicado y se regulan mejor.
- Las medidas de seguridad en el caso de utilizar combustibles gaseosos son mayores que si se emplea energía eléctrica u otros combustibles.
- Debido a las diferentes alternativas que se presentan, las formas de facturar también son diferentes (en el subapartado siguiente se describe la forma de facturación de cada tipo de combustible).
- El grado de emisión de contaminantes varía de unos combustibles a otros. El gas casi no emite azufre porque solamente contiene trazas de este elemento; por el contrario, el gasóleo libera una cierta cantidad de azufre a la atmósfera en forma de óxido. La emisión de óxidos de nitrógeno en el caso del gas se puede reducir enormemente utilizando quemadores especiales. En cuanto a la emisión de anhídrido carbónico (CO<sub>2</sub>), también el gas es quien ofrece una combustión más limpia.

#### 4.4.3. Tarifas aplicables a los combustibles fósiles

Como se ha comentado con anterioridad, los combustibles fósiles más empleados actualmente son el gas natural, el gasóleo y los gases licuados del petróleo.

##### Tarifa del gas natural

La tarifa para el **gas natural** viene fijada por ley y se publica mensualmente en el B.O.E. A título de ejemplo se muestran los valores que regían en el mes de enero del 2006 para uso industrial.

##### Ejemplo de cálculo de una factura de gas natural

El consumo de gas natural, suministrado a 4 bares de presión, de una lavandería a lo largo del mes de Febrero de 2007 ascendió a 355.014 kWh con 23 días de utilización. Con estos datos puede calcularse la factura para dicho mes utilizando los datos de la tabla 13:

CONCEPTO	CANTIDAD		PRECIO (€)	IMPORTE (€)
Consumo Gas	355.014 kWh	34.041 m <sup>3</sup>	0,021953	7,841
Término Fijo	1 mes		135.62 + 456.88	612,88
Alquiler de Contador	1 mes		16,58	16,58
			<b>Total (€)</b>	<b>8.470,08</b>

Tabla 12. Ejemplo de factura de gas natural. I.V.A. excluido.

Fuente: Elaboración propia.

##### Tarifa del gasóleo

Los precios del **fuelóleo** y del **gasóleo** vienen fijados por el mercado y dependen básicamente del momento de la compra y del volumen de la misma.

Desde la publicación de la Orden de 10 de Junio de 1996, del Ministerio de Industria y Energía, por la que se excluyeron los gasóleos del sistema de precios máximos, cada empresa suministradora de gasóleos es libre de fijar el precio que estime más conveniente para sus productos.

La forma de funcionamiento más habitual es que cada empresa suministradora marque semanalmente un precio máximo al litro de combustible. Luego, cada distribuidor aplica las rebajas que considere oportunas en base al tipo de producto, cliente y cantidad consumida.

En consecuencia, para conocer el precio exacto del litro de gasóleo hay que ponerse directamente en contacto con un distribuidor.

### Tarifa de los gases licuados del petróleo (G.L.P.)

La Orden del Ministerio de Industria y Energía de 16 de julio de 1998 establece el sistema de determinación de los precios de los gases licuados del petróleo, utilizados como combustibles o carburantes, para usos domésticos, comerciales e industriales, en todo el ámbito nacional.

Las diferentes modalidades de suministro que se contemplan son las siguientes:

- Gases licuados del petróleo por canalización a usuarios finales.
- Gases licuados del petróleo a granel a empresas distribuidoras de G.L.P. por canalización.

La Orden del Ministerio de Industria, Turismo y Comercio ITC/2065/2006, de 29 de junio, establece el sistema de determinación automática de precios máximos de venta, antes de impuestos, de los gases licuados del petróleo en su modalidad de envasado, y actualiza los costes de comercialización. Desde el día 1 de enero de 2007, el precio máximo de venta, antes de impuestos, de aplicación a los suministros de gases licuados del petróleo envasados en recipientes de capacidad igual o superior a 8 kg es de 0,812474 €/kg (para los de capacidad inferior se establece un sistema de libre precio).

<b>G. L. P. por canalización a usuarios finales:</b>	
Término fijo	1,286166 €/mes
Término variable	0,716583 €/Kg
<b>G.L.P. a granel a empresas distribuidoras de gases licuados del petróleo por canalización</b>	0,600828 €/Kg
<b>G.L.P. envasados en recipientes de capacidad igual o superior a 8 kg</b>	0,812474 €/kg

Tabla 13. Precios máximos de venta para los gases licuados del petróleo.

Fuente: Ministerio de Industria, Turismo y Comercio (B.O.E. de 19/02/2007 y B.O.E. de 29/12/2006).

## 5. CONTABILIDAD ENERGÉTICA

La contabilidad energética es una herramienta para cuantificar la eficacia del proceso. Sirve tanto para analizar la implantación de cambios como para observar su correcta evolución.

En el sector de las lavanderías no es habitual disponer de una persona especialista en temas energéticos, que pueda asesorar a la propiedad en todos los casos de las mejores oportunidades que existen sobre la implantación de nuevos equipos y/o suministros energéticos.

El presente capítulo pretende describir un modelo sencillo de contabilidad energética que sea capaz de proporcionar a una persona no especialista en temas energéticos esa información necesaria para llevar a cabo las tareas de gestión energética fundamentales.

## 5.1. MODELO DE CONTABILIDAD ENERGÉTICA

El presente modelo de contabilidad energética está pensado para que una persona no especialista en temas energéticos pueda gestionar la lavandería con la confianza suficiente como para asegurar, desde el punto de vista del consumo de energía, el buen funcionamiento de la misma.

Se denominará Responsable de la Gestión Energética a la persona encargada de realizar las tareas de seguimiento y control en los temas energéticos. Normalmente, esta persona suele ser el director del centro, el administrador o el técnico encargado de las tareas de mantenimiento.

El modelo que se presenta consiste en definir unos indicadores que sean capaces de suministrar la información necesaria para llevar a cabo las tareas de gestión energética durante la vida de la instalación.

Con el fin de manejar un número suficiente, pero no excesivo, de indicadores y que a la vez sean fácilmente comprensibles, se proponen unos ratios simples que relacionen energía consumida con producción.

### 5.1.1. Producción

En el caso de las lavanderías, el producto es único: ropa limpia. En este sentido hay que fijar una serie de definiciones.

Se denomina **ropa sucia** a toda la ropa que entra en la lavandería. No toda esta ropa sucia queda limpia en un lavado. Existen manchas que necesitan un segundo lavado o, a lo largo del proceso, puede ocurrir que la ropa se ensucie por cualquier circunstancia. Por tanto, la ropa que ha de lavarse nuevamente se denomina **rechazo**. La suma de la ropa sucia y el rechazo es la ropa que se ha lavado realmente, es decir, la **ropa lavada**.

Por tanto, la producción de la lavandería se contabilizará en función de la ropa lavada.

### 5.1.2. Unidades energéticas

En cuanto a las unidades energéticas, para unificar criterios se propone el sistema internacional como el más adecuado. En este sistema, la unidad básica de energía es el julio, pero al ser una unidad demasiado pequeña y querer tener una idea más práctica del consumo, se adoptará el kilovatio-hora como unidad básica.

Los factores de conversión a kilovatio-hora (kWh) que se aplican más habitualmente para los diferentes suministros energéticos son los que se muestran en la tabla siguiente, siendo P.C.I. el poder calorífico inferior de cada combustible y considerando que 1 kilovatio-hora se corresponde con 860 kilocalorías.

Suministro energético	P.C.I. (kcal/ud)	kWh/ud
Gas natural	9.080 kcal/Nm <sup>3</sup>	10,56 kWh/Nm <sup>3</sup>
Gasóleo C	8.700 kcal/l	10,12 kWh/l
Propano	10.800 kcal/kg	12,56 kWh/kg
Butano	11.000 kcal/kg	12,79 kWh/kg

Tabla 14. Factores de conversión energéticos.

Fuente: Elaboración propia.

### 5.1.3. Indicadores energéticos

En base a lo ya expuesto hasta el momento, los indicadores energéticos que se consideran más adecuados en una lavandería son los siguientes:

- Volumen de agua consumido por kilogramo de ropa lavada (l/kg ropa lavada).
- Cantidad de energía consumida de cada suministro energético por kilogramo de ropa lavada (kWh/kg ropa lavada).

Respecto a los indicadores propuestos cabe comentar que:

- Sería deseable poder sesgar el consumo energético del proceso de otros usos como, por ejemplo, agua caliente sanitaria, calefacción, aire acondicionado, iluminación, etc.
- A la vez que se realiza una contabilidad energética se pueden incluir otros conceptos como, por ejemplo, el consumo de detergente por kilogramo de ropa lavada.
- Los indicadores están propuestos a nivel global de la lavandería. Se podría pensar en realizar un estudio particularizado, aplicando estos mismos conceptos, en aquellas máquinas más representativas del proceso, con el objeto de analizar su rendimiento energético de forma individual.

### 5.1.4. Funcionamiento del sistema de contabilidad energética

El funcionamiento del Sistema de Contabilidad Energética implica llevar a cabo dos tareas diferentes. Por un lado, está el proceso de recogida de información y, por otro, el tratamiento de la misma.

En el primer nivel, correspondiente a la recogida de información, se pretende únicamente obtener todos los datos necesarios que se requieran en el sistema de contabilidad.

Las fuentes de información son diversas: los registros de control de ropa sucia admitida, la lectura de los contadores existentes y las facturas energéticas. La recogida de información la puede llevar a cabo tanto el Responsable de la Gestión Energética como la persona más próxima a la fuente de información: un operario, el técnico de mantenimiento, el administrativo, etc.

En este nivel no se pretende realizar el análisis energético, pero sí sería deseable que la persona encargada de recoger la información comprobara si se produjera alguna desviación significativa respecto a las lecturas de meses anteriores, puesto que pudiera deberse a un fallo del equipo de medida o a una anomalía importante que sería necesario subsanar rápidamente.

Una vez obtenida la información necesaria se pasa al segundo nivel, su tratamiento.

El Responsable de la Gestión Energética se encarga de recopilar toda la información obtenida y unificarla para proceder a obtener los valores de los indicadores establecidos.

En ciertos casos no habrá lecturas de contadores por lo que se habrá de estimar de la forma más aproximada posible el valor de ciertos parámetros, basándose en las características de los equipos y su modo de explotación.

El resultado de la información recopilada se debería presentar en tablas y gráficos de forma que permita:

- Obtener una rápida idea sobre la evolución energética de la lavandería.
- Tomar decisiones a la propiedad.
- Informar a todo el personal de la lavandería de la situación energética.

Al poner en marcha el sistema de Contabilidad Energética es necesario definir cada cuanto tiempo han de realizarse las tareas de recogida de información y tratamiento de los datos. Como período aconsejado se propone un mes, puesto que la mayoría de las facturas y tareas contables se llevan a cabo mensualmente.

### 5.1.5. Métodos de gestión de la contabilidad energética

Existen diferentes formas de gestionar la Contabilidad Energética de la lavandería.

Estos diversos modos de gestión se clasifican en función de los medios empleados. En la tabla que se muestra a continuación se presentan los diferentes tipos de gestión, así como sus características principales.

Medios empleados	Recogida de información	Procesado de la información	Generación de informes	Tiempo de respuesta
Personal	Manual	Manual	Manual	LARGO
Aplicaciones informáticas	Manual	Automático	Automático	CORTO
Telegestión	Automática	Automático	Automático	TIEMPO REAL

Tabla 15. Cuadro de tipos de gestión.

Fuente: Elaboración propia.

En el caso concreto de las lavanderías se recomienda el sistema basado en el uso de aplicaciones informáticas.

Con este sistema se puede procesar la información de forma rápida, se generan informes de forma sencilla y no se requiere una inversión fuerte (se reduce a un ordenador personal con una impresora).

## 5.2. EJEMPLO DE CONTABILIDAD ENERGÉTICA

En las siguientes páginas aparecen una serie de tablas y gráficos que muestran la forma que puede tener el Sistema de Contabilidad Energética.

## SISTEMA DE CONTABILIDAD ENERGÉTICA EN UNA LAVANDERÍA

Recopilación de Información

Año: 2007

PRODUCCIÓN DE ROPA LAVADA		
Mes	Número de Días	Ropa Lavada
Enero	30	167.700
Febrero	28	158.600
Marzo	31	156.000
Abril	30	149.500
Mayo	31	163.800
Junio	30	161.200
Julio	31	141.700
Agosto	31	128.700
Septiembre	30	144.300
Octubre	31	156.000
Noviembre	30	150.800
Diciembre	30	149.500
<b>Anuales</b>	<b>363</b>	<b>1.827.800</b>

CONSUMO DE AGUA		
Mes	Volumen (m <sup>3</sup> )	Coste (€)
Enero	5.330	3.251
Febrero	5.070	3.093
Marzo	4.939	3.013
Abril	4.744	2.894
Mayo	5.200	3.172
Junio	5.134	3.132
Julio	4.551	2.776
Agosto	4.420	2.696
Septiembre	4.680	2.855
Octubre	4.875	2.974
Noviembre	4.744	2.894
Diciembre	4.744	2.894
<b>Anuales</b>	<b>58.433</b>	<b>35.644</b>

CONSUMO DE COMBUSTIBLE FÓSIL		
Mes	Volumen (l)	Coste (€)
Enero	36.069	8.258
Febrero	36.056	8.255
Marzo	33.938	7.770
Abril	30.823	7.057
Mayo	34.850	7.979
Junio	34.431	7.883
Julio	31.378	7.184
Agosto	29.504	6.755
Septiembre	23.180	5.307
Octubre	29.102	6.663
Noviembre	32.155	7.362
Diciembre	31.509	7.214
<b>Anuales</b>	<b>382.996</b>	<b>87.687</b>

INDICAR TIPO DE COMBUSTIBLE FÓSIL	
1. Gas Natural	Gas Natural
2. Gasóleo	
3. Propano	
4. Butano	

SUMINISTRO DE BAJA TENSIÓN	
Potencia Contratada (kW)	115
Modo de facturación	1
Tarifa contratada (3.0.2, 4.0)	4.0
Discrimincaión Horaria (0,1,2,3,4)	3
¿Batería de condensadores? SÍ/NO	SÍ

Mes	kWh Punta	kWh Llano	kWh Valle	kWh totales	kVArh	kW Max	Coste (€)
Enero	7.520	17.612	3.108	28.240	7.078	103,4	2.249
Febrero	10.800	23.732	4.188	38.720	9.704	102,0	3.116
Marzo	9.240	21.046	3.962	34.248	8.583	107,6	2.728
Abril	11.160	23.664	4.454	39.278	9.844	110,4	3.165
Mayo	7.920	19.346	3.642	30.908	7.746	112,4	2.435
Junio	7.840	26.078	4.602	38.520	9.654	98,8	2.911
Julio	9.440	29.614	5.226	44.280	11.098	102,3	3.375
Agosto	8.600	27.200	3.840	39.640	9.935	106,1	3.060
Septiembre	8.400	26.418	6.216	41.034	10.284	102,7	3.056
Octubre	9.400	31.280	7.360	48.040	12.040	112,3	3.549
Noviembre	9.320	30.532	7.184	47.036	11.788	101,7	3.483
Diciembre	9.480	29.886	5.274	44.640	11.188	104,2	3.400
Anuales	109.120	306.408	59.056	474.584	118.942	112,4	36.528

Figura 17. Hoja Recopilación de Información (Contabilidad Energética).

Fuente: Elaboración propia.



## Indicadores energéticos

Año 1998	Producción		Productividad	Consumo energético			Indicadores energéticos (kw h/kg ropa lavada)		
Mes	N.º días	Ropa lavada (kg)	Kg ropa/día	Agua (m³)	E. Eléctrica (kWh)	Combustible (kWh)	l/kg ropa lavada	E. Eléctrica	Combustible fósil
Enero	30	167.700	5.590	5.330	28.240	380.885	31,8	0,17	2,27
Febrero	28	158.600	5.664	5.070	38.720	380.769	32,0	0,24	2,40
Marzo	31	156.000	5.032	4.940	34.248	358.380	31,7	0,22	2,30
Abril	30	149.500	4.983	4.745	39.278	325.492	31,7	0,26	2,18
Mayo	31	163.800	5.284	5.200	30.908	368.016	31,7	0,19	2,25
Junio	30	161.200	5.373	5.135	38.520	363.631	31,9	0,24	2,26
Julio	31	141.700	4.571	4.550	44.280	331.368	32,1	0,31	2,34
Agosto	31	128.700	4.152	4.420	39.640	311.549	34,3	0,31	2,42
Septiembre	30	144.300	4.810	4.680	41.034	244.795	32,4	0,28	1,70
Octubre	31	156.000	5.032	4.875	48.040	307.328	31,3	0,31	1,97
Noviembre	31	150.800	5.027	4.745	47.036	339.569	31,5	0,31	2,25
Diciembre	30	149.500	4.983	4.745	44.640	332.730	31,7	0,30	2,23
Total	363	1.827.800	5.035	58.435	474.584	4.044.510	32,0	0,26	2,21

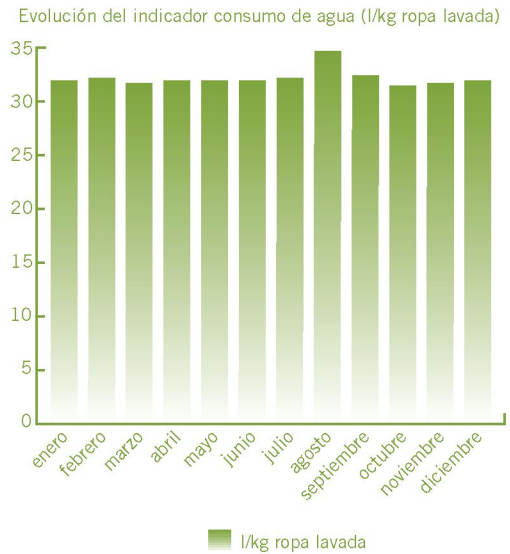
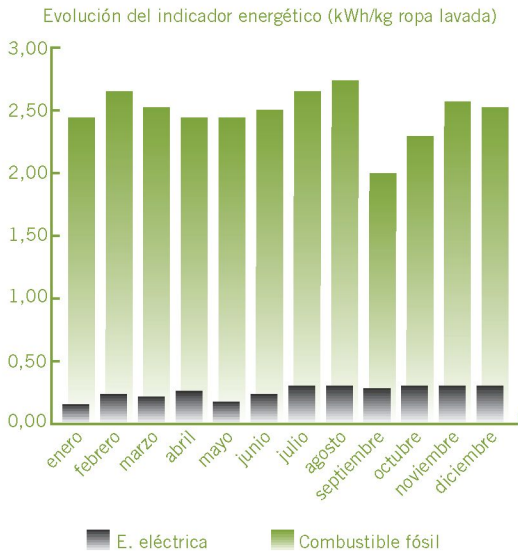


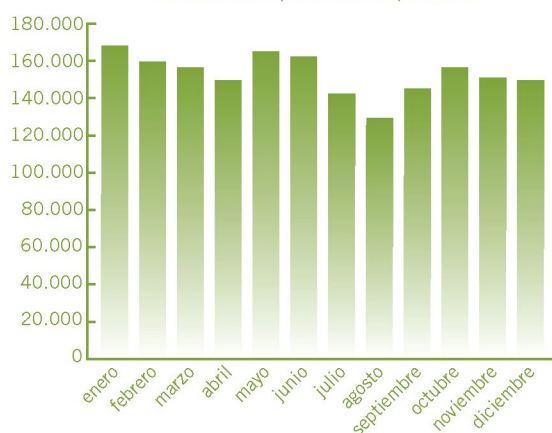
Figura 18. Hoja Indicadores Energéticos (Contabilidad Energética).

Fuente: Elaboración propia.

### PRODUCCIÓN DE ROPA LAVADA

Mes	kg ropa lavada
Enero	167.700
Febrero	158.600
Marzo	156.000
Abril	149.500
Mayo	163.800
Junio	161.200
Julio	141.700
Agosto	128.700
Septiembre	144.300
Octubre	156.000
Noviembre	150.800
Diciembre	149.500

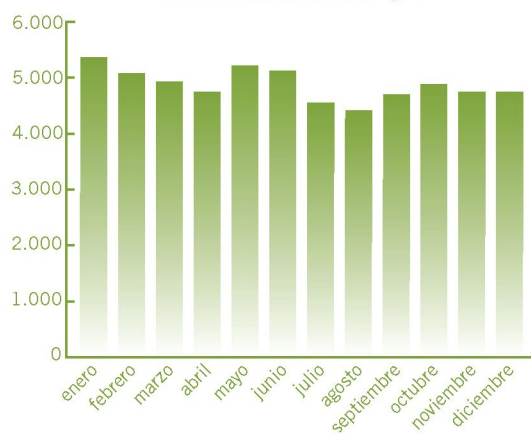
Evolución de la producción: ropa lavada



### CONSUMO DE AGUA

Mes	Consumo
Enero	5.330
Febrero	5.070
Marzo	4.939
Abril	4.744
Mayo	5.200
Junio	5.134
Julio	4.551
Agosto	4.420
Septiembre	4.680
Octubre	4.875
Noviembre	4.744
Diciembre	4.744

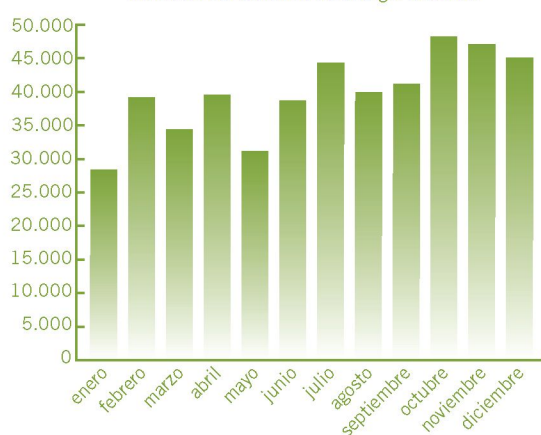
Evolución del consumo de agua



### CONSUMO DE ENERGÍA ELÉCTRICA

Mes	Consumo kWh
Enero	28.240
Febrero	38.720
Marzo	34.248
Abril	39.278
Mayo	30.908
Junio	38.520
Julio	44.280
Agosto	39.640
Septiembre	41.034
Octubre	48.040
Noviembre	47.036
Diciembre	44.640

Evolución del consumo de energía eléctrica



CONSUMO DE COMBUSTIBLE FÓSIL		
Mes	Consumo	kWh
Enero	36.069	380.885
Febrero	36.056	380.769
Marzo	33.938	358.380
Abril	30.823	325.492
Mayo	34.850	368.016
Junio	34.431	363.631
Julio	31.378	331.368
Agosto	29.504	311.549
Septiembre	23.180	244.795
Octubre	29.102	307.328
Noviembre	32.155	339.569
Diciembre	31.509	332.730

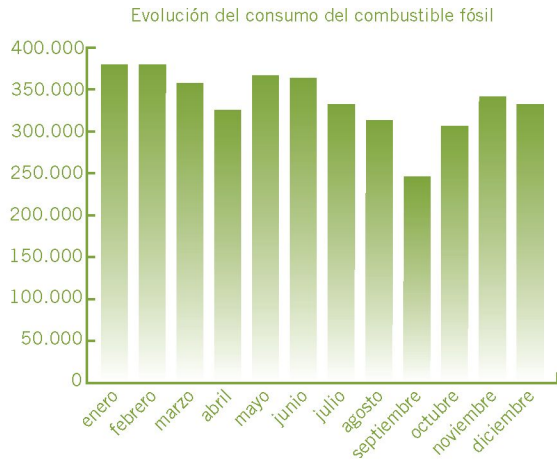
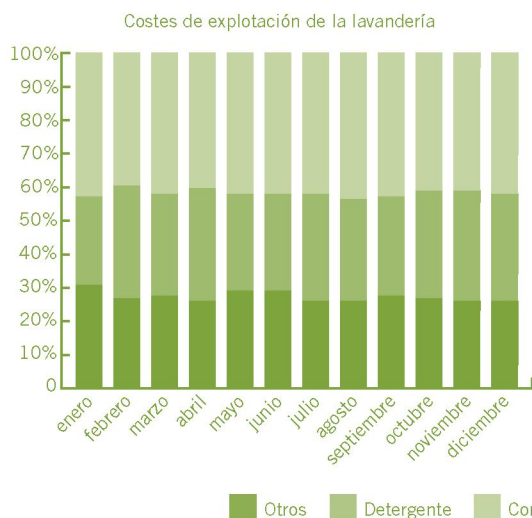


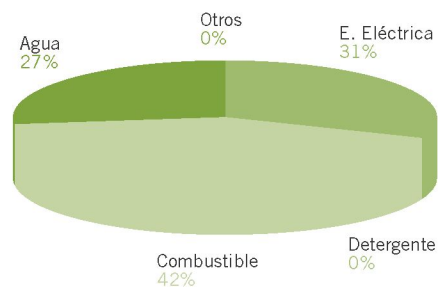
Figura 19. Hoja Curvas de Evolución (Contabilidad Energética).

Fuente: Elaboración propia.

Año 1998	Producción	Gastos (€)					Porcentajes (%)					
Mes	Ropa lavada (kg)	Agua	E. Eléctrica	Combustible	Detergente	Otros	Total	Agua	E. Eléctrica	Combustible	Detergentes	Otros
Enero	167.700	612.950	528.751	855.720			1.997.421	0	26,47%	42,84%	0,00%	0,00%
Febrero	168.600	583.050	737.799	855.703			2.176.552	0	33,90%	39,31%	0,00%	0,00%
Marzo	156.000	568.100	627.601	853.163			2.048.864	0	30,63%	41,64%	0,00%	0,00%
Abril	149.500	545.675	720.975	849.422			2.116.072	0	34,07%	40,14%	0,00%	0,00%
Mayo	163.800	598.000	569.828	854.258			2.022.086	0	28,18%	42,25%	0,00%	0,00%
Junio	161.200	590.525	572.756	853.756			2.017.037	0	28,40%	42,33%	0,00%	0,00%
Julio	141.700	523.250	635.902	850.093			2.009.245	0	31,65%	42,31%	0,00%	0,00%
Agosto	128.700	508.300	588.874	847.837			1.945.011	0	30,28%	43,59%	0,00%	0,00%
Septiembre	144.300	538.200	586.140	840.255			1.964.595	0	29,84%	42,77%	0,00%	0,00%
Octubre	156.000	560.625	666.365	847.357			2.074.347	0	32,12%	40,85%	0,00%	0,00%
Noviembre	150.800	545.675	664.483	851.025			2.061.183	0	32,24%	41,29%	0,00%	0,00%
Diciembre	149.500	545.675	648.343	850.244			2.044.262	0	31,72%	41,59%	0,00%	0,00%
Total	1.827.800	6.720.025	7.547.817	10.208.832			24.476.674	0				



Distribución coste anual medio del kg ropa lavada



Año 2007	Producción	Gastos (€)					
Mes	Ropa Lavada (kg)	Agua	Energía Eléctrica	Combustible	Detergente	Otros	Total
Enero	167.700	3.251	2.541	8.258			14.050
Febrero	158.600	3.093	3.407	8.255			14.755
Marzo	156.000	3.013	3.019	7.770			13.802
Abril	149.500	2.894	3.457	7.057			13.408
Mayo	163.800	3.172	2.726	7.979			13.877
Junio	161.200	3.132	3.203	7.883			14.218
Julio	141.700	2.776	3.666	7.184			13.626
Agosto	128.700	2.696	3.352	6.755			12.803
Septiembre	144.300	2.855	3.348	5.307			11.510
Octubre	156.000	2.974	3.841	6.663			13.478
Noviembre	150.800	2.894	3.774	7.362			14.030
Diciembre	149.500	2.894	3.691	7.214			13.799
<b>Anuales</b>	<b>1.827.800</b>	<b>35.644</b>	<b>40.024</b>	<b>87.687</b>			<b>163.355</b>

Año 2007	Porcentaje (%)				
Mes	Agua	Energía Eléctrica	Combustible	Detergente	Otros
Enero	23,14	18,08	58,78	0,00	0,00
Febrero	20,96	23,09	55,95	0,00	0,00
Marzo	21,83	21,88	56,29	0,00	0,00
Abril	21,58	25,78	52,63	0,00	0,00
Mayo	22,86	19,64	57,50	0,00	0,00
Junio	22,03	22,53	55,44	0,00	0,00
Julio	20,37	26,90	52,72	0,00	0,00
Agosto	21,06	26,18	52,76	0,00	0,00
Septiembre	24,81	29,09	46,11	0,00	0,00
Octubre	22,07	28,50	49,44	0,00	0,00
Noviembre	20,63	26,90	52,47	0,00	0,00
Diciembre	20,97	26,75	52,28	0,00	0,00
<b>Anuales</b>	<b>21,82</b>	<b>24,50</b>	<b>53,68</b>	<b>0,00</b>	<b>0,00</b>

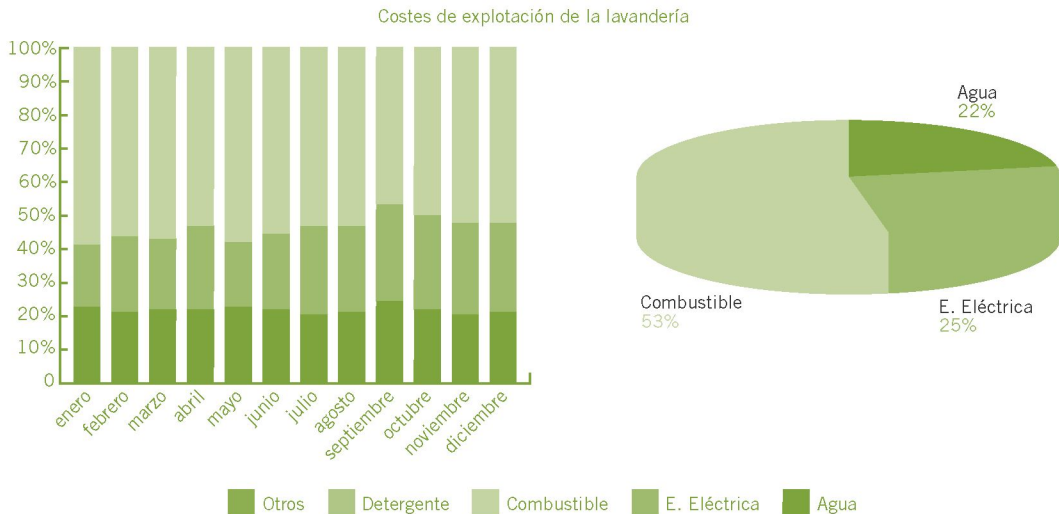


Figura 20. Hoja Costes de explotación (Contabilidad Energética).

Fuente: Elaboración propia.

### 5.3. VALORES DE LOS INDICADORES ENERGÉTICOS

El consumo de agua óptimo de una lavandería que cuente con un túnel de lavado ha de encontrarse alrededor de los 14 l/kg ropa. Si la lavandería no es lo suficientemente grande, su consumo debe encontrarse en torno a los 26 l/kg ropa.

En cuanto a los indicadores de consumo de energía, una situación óptima es la que emplea combustibles fósiles para producir vapor o calentar el aceite térmico, siendo los consumos deseables de unos 0,10 kWh/kg ropa de energía eléctrica y alrededor de 2,0 kWh/kg ropa, en el caso de energía procedente de combustibles fósiles. Cuando todo el proceso sea eléctrico, no ha de consumirse más de 1 kWh por kg de ropa lavada.

## 6. PROGRAMA DE MANTENIMIENTO

El Programa de Mantenimiento de la lavandería tiene el cometido de establecer una serie de tareas para que la maquinaria y los equipos funcionen de manera correcta y se evite el mayor número de averías posible, sobre todo si pueden provocar una parada importante en la línea de lavado.

Las tareas de mantenimiento han de estar en correspondencia con el Sistema de Gestión Energética, para asegurar que los parámetros energéticos se encuentran dentro de unos límites aceptables y, por tanto, el consumo energético se mantiene bajo.

Las tareas de mantenimiento y los períodos en los cuales han de ser realizadas deben ser definidas por la propia lavandería, llegando para ello a un acuerdo con el fabricante de los equipos.

En la propia lavandería es donde mejor se conoce qué tipo de prendas se lavan y en qué cantidad, la calidad del agua que se recibe del pozo o de la red, el tipo de detergente que se emplea, los programas de lavado, las averías más frecuentes que han ocurrido a lo largo del tiempo, etc.

El fabricante aporta su conocimiento, tanto del equipo como de la experiencia recogida a lo largo del tiempo.

### 6.1. PROGRAMA BÁSICO DE MANTENIMIENTO

A continuación se exponen con carácter general unas ideas sobre un programa de mantenimiento genérico. Su contenido ha de entenderse como una orientación, recomendándose siempre que la propia lavandería establezca con el fabricante de los equipos el programa más adecuado para ese proceso en concreto.

Las operaciones de mantenimiento se realizan a los dos tipos de equipos que se encuentran en la lavandería. Por un lado, están las máquinas específicas de lavado y, por otro, los equipos que forman los sistemas secundarios: producción de calor, aire comprimido y suministro o depuración del agua.

Las operaciones de mantenimiento más habituales de realizar en una lavandería a los equipos específicos de lavado son las siguientes:

- Verificación de funcionamiento.
- Limpieza de filtros.

- Engrase y comprobación de niveles.
- Limpieza general del equipo.
- Revisión de correas.
- Revisión mecánica.
- Revisión eléctrica.
- Revisión neumática.

La verificación de funcionamiento es una tarea que se debería realizar todos los días, independientemente de que la máquina se vaya a utilizar o no.

Debido a la cal del agua y a la incorporación de detergentes en el proceso, la limpieza de filtros debería ser una tarea diaria, sobre todo en las máquinas de lavado, las secadoras, las planchadoras, los introductores, las calandras, las plegadoras y el túnel de acabados.

Dependiendo del uso de la máquina, la limpieza general podría ser mensual o trimestral. Efectuando las tareas definidas diaria y semanalmente, podría pensarse en un período de tiempo de tres meses.

La revisión de correas es una tarea que puede realizarse trimestralmente, excepto en el túnel de lavado, que debería ser semanal.

La revisión mecánica es una tarea fundamental en las calandras y su maquinaria asociada, es decir, el introductor y la plegadora. La revisión de todo el sistema neumático es una operación con carácter trimestral.

En el caso de las secadoras, la revisión mecánica puede realizarse semanalmente. Las lavadoras pueden revisarse mecánicamente cada tres meses.

Excepto en las lavadoras, que se recomienda un período mensual, en el resto de máquinas, la revisión eléctrica puede ser hecha trimestralmente.

Generalmente, las máquinas que han de ser revisadas con más cuidado son el túnel de lavado y la calandra, junto con su maquinaria asociada, puesto que el número de incidencias es superior al del resto de máquinas.

Se aconseja que se proceda a una limpieza general mensual en el grupo de bombeo, incluyendo sistema de depuración y almacenamiento de agua. En el resto de equipos, la limpieza general puede ser trimestral.

En cuanto a los equipos que componen los sistemas secundarios, las calderas son los más importantes bajo el punto de vista del consumo.

En una caldera, las tareas de mantenimiento básicas son la siguientes:

- Verificar su correcto funcionamiento, diariamente.
- Limpiar los filtros, semanalmente.
- También semanalmente, se recomienda relacionar la producción con el consumo, obteniendo el rendimiento medio de la caldera.
- Realizar una limpieza general cada mes, sobre todo de los quemadores. Al mismo tiempo pueden revisarse o sustituirse las piezas que usualmente presentan más problemas.

- Trimestralmente comprobar niveles, sellar posibles fugas y revisar los componentes mecánicos y eléctricos de la caldera.

Por otro lado, en los compresores se propone comprobar a diario que funcionan correctamente, limpiar los filtros cada semana y, mirar niveles y posibles fugas del sistema de aire comprimido cada tres meses. La limpieza general se debería realizar mensualmente.

El sistema de bombeo tiene un programa similar al del aire comprimido, con especial cuidado en la parte mecánica, que debería tener un período de revisión mensual.

## 6.2. RESPONSABLE DE MANTENIMIENTO

El Programa de Mantenimiento difiere según el tamaño de la lavandería, puesto que la maquinaria también es diferente tanto en características como en dimensiones.

En una lavandería pequeña y/o tintorería, por la no existencia de un técnico cualificado, se subcontratan los servicios a una empresa de mantenimiento. Con dicha empresa, se debería establecer el programa de revisión periódica más adecuado de la maquinaria, teniendo en cuenta las indicaciones del fabricante.

Las lavanderías incluidas dentro de un centro del sector servicios, suelen disponer de un técnico de mantenimiento responsable de todo el centro. Este técnico se suele encargar también de la lavandería. En las tareas más específicas se subcontratan los servicios a empresas especializadas.

Las lavanderías industriales suelen contar con el personal cualificado para todas las tareas de mantenimiento, subcontratándose muy pocos servicios.

## 7. MEJORAS ENERGÉTICAS

Con el objeto de reducir el consumo de energía y agua en la lavandería se proponen a continuación una serie de posibles puntos de optimización. Las acciones están dirigidas tanto a la planificación y gestión del proceso como a la actuación concreta sobre las máquinas.

Las mejoras aplicables a una lavandería se pueden agrupar en función de los puntos de intervención:

- En el proceso de lavado.
- En la maquinaria de lavado, secado y planchado.
- En las facturaciones energéticas.
- En el proceso térmico.
- En el sistema de aire comprimido.
- En el suministro de agua.
- Cogeneración.

### 7.1. EN EL PROCESO DE LAVADO

La mejor forma de ahorrar energía y consumir menos agua es planificar desde un principio correctamente el proceso de lavado.



Una planificación correcta comienza con la definición de cual es el cliente al que se quiere dar servicio. En el mercado se encuentra un amplio abanico de clientes, siendo las necesidades que presentan cada uno de ellos muy diferentes entre sí. La mayor disparidad se produce entre los grandes hospitales y los particulares en general.

Los clientes más grandes, como por ejemplo los hospitales y los hoteles, necesitan lavar continuamente una importante cantidad de prendas iguales, de forma que se pueden emplear máquinas de lavado de grandes dimensiones. Por otro lado, los particulares acuden a las pequeñas lavanderías con una gran diversidad de prendas y además de forma discontinua. Es por ello que se utilizan máquinas más pequeñas para aprovechar al máximo la capacidad de cada máquina.

El conocer cual va a ser el cliente de la lavandería es fundamental para adquirir las máquinas que mejor se vayan a adecuar al proceso. Así se debe procurar unificar eficacia con flexibilidad.

La eficacia del proceso crece cuando la lavandería es propietaria de la ropa que lava, pues se planifica el lavado contra almacén, aprovechando las máquinas al máximo, evitando ajustes de programas de lavado y circulación de ropa, etc. En situaciones donde hay ropa similar de varios dueños se presenta muy interesante el uso de mallas o redes.

Tras seleccionar el equipamiento más apropiado es necesario distribuir en planta a todas las máquinas y al personal que las maneja, así como definir las líneas de trasiego de la ropa. Con el fin de evitar que la ropa ya limpia pueda ensuciarse dentro de la lavandería o para eliminar desplazamientos innecesarios de personal, es fundamental establecer unas correctas líneas de paso.

La ropa que entra sucia a la lavandería no debe nunca mezclarse con la ropa ya lavada, y mucho menos si está seca y planchada. Tener que volver a lavar una prenda supone tener que consumir el doble para obtener el mismo resultado. Por otro lado, la reducción de tiempos de lavado al eliminar recorridos inútiles permite reducir el tiempo global del proceso y, por tanto, ahorrar tanto energía como agua.

A la hora de establecer los programas de lavado es fundamental atender las recomendaciones de los jaboneros, pues ellos conocen perfectamente su producto y saben la cantidad de agua que hace falta para dejar la ropa totalmente limpia. Al emplear más detergente del necesario (bien por ignorancia bien porque no se llena el tambor a su carga de diseño) se realiza un gasto extra de detergente y se obtiene una ropa con incrustaciones de jabón, necesitando más agua en la fase de aclarado.

Otro buen hábito consiste en ajustar las temperaturas de los programas. Una temperatura de lavado superior, además de perjudicar al tejido, produce un gasto de energía mayor, que no representa beneficio alguno.

Por último, para llevar a cabo una óptima tarea de lavado es muy recomendable establecer un sistema de gestión energética. Por muy sencillo que sea, mediante su aplicación se podrá observar la evolución del proceso y se dispondrá de suficiente información en el futuro como para tomar decisiones lo más correctas posibles.

## 7.2. EN LA MAQUINARIA DE LAVADO, SECADO Y PLANCHADO

Por lo general, la adquisición de la maquinaria de lavado se realiza en base a su capacidad, sin tener en cuenta aspectos energéticos, aunque éstos posteriormente influyan de forma notable en el coste del producto. Solamente en el caso de los túneles de lavado se efectúan estudios de consumo, ya que la inversión inicial es realmente fuerte.

En la compra de la maquinaria se debería considerar, además de la capacidad de carga y velocidad de lavado, los consumos de agua y energía por ciclo. Al existir una gran variedad de prendas y tejidos es necesario consensuar un tipo de prenda y un programa de lavado para poder disponer de datos comparables.

Otro aspecto importante a tener en cuenta a la hora de adquirir un equipo es la fiabilidad de la máquina y su programa de mantenimiento. Unas máquinas fiables y de fácil mantenimiento evitan situaciones de parada inoportunas, las cuales solamente crean retrasos y problemas.

### 7.3. EN LAS FACTURACIONES ENERGÉTICAS

Los suministros energéticos habituales de una lavandería son la electricidad y un combustible fósil, habitualmente gasóleo C, propano o gas natural.

A la hora de contratar el suministro eléctrico es aconsejable adecuar perfectamente el contrato a las necesidades reales de consumo, evitando así importes elevados una vez comenzada la actividad. Del mismo modo, cuando se realice un cambio en el proceso por la sustitución o implantación de nueva maquinaria es necesario revisar el contrato.

Se recuerda que los puntos importantes de la factura eléctrica son la potencia contratada, la tarifa, el complemento por discriminación horaria y la compensación de energía reactiva.

En grandes instalaciones puede ser conveniente tener contratado el suministro en alta tensión.

La facturación de los combustibles fósiles es más sencilla ya que no dispone de tantos términos y complementos. La elección de un suministro u otro, además de obviamente por el precio, se debería hacer por la comodidad de suministro, la inversión de las instalaciones, la seguridad de las mismas y el impacto medioambiental ocasionado.

### 7.4. EN EL PROCESO TÉRMICO

Aunque este documento no pretende abordar temas de generación de calor sí es necesario exponer una serie de consideraciones generales sobre instalaciones térmicas.

El proceso térmico está definido fundamentalmente por la caldera, bien sea de vapor bien sea de aceite térmico. La conveniencia de emplear un sistema u otro se realiza en base a la eficacia de las máquinas de lavado, secado y planchado, ya que son éstas las que repercuten directamente en la calidad final del producto.

A modo de guía, los aspectos más importantes a analizar dentro de una caldera son los siguientes:

- Comprobar que la potencia instalada es la que realmente se necesita. Unos equipos sobredimensionados conducen a un rendimiento inferior.
- Para una potencia determinada, instalar calderas con el mayor rendimiento estacional posible, de este modo se conseguirá un importante ahorro energético.
- Realizar periódicamente operaciones de mantenimiento con el objeto de conocer, y si procede ajustar, los diferentes parámetros de la combustión.
- Instalar economizadores o recuperadores de calor de forma que se aproveche parte del calor de los gases de escape, productos de la combustión, etc.
- Aprovechar el agua de retorno de condensados para precalentar el agua de entrada a las lavadoras.
- Ajustar la presión de las bombas de alimentación a las necesidades.

- Sustituir instrumentación obsoleta por otra moderna, más exacta y precisa.
- Instalar sistemas de regulación electrónica.
- Instalar convertidores de frecuencia en ventiladores de aire de combustión y bombas de alimentación de agua.
- Optimizar las operaciones de purga.

Además, un óptimo proceso térmico supone:

- Calorifugar todas las tuberías y conductos.
- Calorifugar depósitos de almacenamiento de fluidos calientes.
- Eliminar todas las fugas en tuberías, válvulas y accesorios.

### 7.5. EN EL SISTEMA DE AIRE COMPRIMIDO

El equipo que genera el aire comprimido necesario dentro de la lavandería es el compresor. Con un mismo generador de aire comprimido se pueden suministrar diferentes presiones mediante el uso de válvulas reductoras.

El rendimiento mecánico de los compresores es bajo de por sí, lo cual hace que se deba realizar un control exhaustivo del mismo. Como primera medida, se recomienda seguir estrictamente las normas de funcionamiento marcadas por el fabricante, con el objeto de conseguir el mayor rendimiento posible.

En las redes de aire comprimido hay que prestar especial atención a las fugas, ya que las pérdidas de energía a través de ellas pueden llegar a ser muy significativas.

En compresores de un tamaño considerable puede pensarse en recuperar el calor residual para calefactar locales mediante la incorporación de un ventilador cuya aspiración está situada próxima al cuerpo del compresor.

### 7.6. EN EL SUMINISTRO DE AGUA

En una actividad que demanda tanta agua como es una lavandería es importante disponer de un suministro de agua fiable y a bajo coste.

En este sentido, los pozos de agua se presentan como una alternativa muy atractiva cuando el tamaño de la lavandería comienza a ser considerable, ya que la inversión inicial es elevada (sobre todo si se ha de montar un complejo sistema de depuración de aguas) pero se amortiza rápidamente cuando se demanda una gran cantidad de agua.

Tanto si se dispone de pozo propio como si se toma agua de la red, es totalmente aconsejable racionalizar el consumo de agua, pues además de ser un gasto por sí mismo, el agua influye en el consumo de energía cuando se realizan las tareas de calentamiento.

### 7.7. COGENERACIÓN

La cogeneración se define como la producción conjunta de energía eléctrica y térmica a partir de un único combustible, y es otra de las aplicaciones tecnológicas que pueden ofrecer grandes posibilidades en cuanto a la reducción de la factura energética. Estas instalaciones suelen requerir una inversión importante, pero presentan una buena rentabilidad con periodos de amortización cortos.

Para implementar una instalación de cogeneración a un determinado proceso industrial se requieren una serie de condicionantes, que se dan en las lavanderías industriales de alta producción, como por ejemplo:

- Necesidades energéticas eléctricas y de calor a niveles adecuados.
- Disposición de una fuente energética adecuada por sus características y precio (gas natural ó gasóleo).
- Régimen de funcionamiento anual alto.

Esta aplicación puede suponer una serie de ventajas, bien a nivel nacional en los aspectos de ahorro energético y económico, mejora medioambiental y disminución de la dependencia energética exterior, bien a nivel de usuario, en reducción de costes energéticos, es decir ahorro económico.

El sistema más apropiado para las necesidades energéticas del sector es el basado en motores alternativos, utilizando gas natural o algún combustible líquido. En el caso de que la demanda de energía térmica sea muy elevada se puede considerar la posibilidad de utilizar turbinas de gas.

En la Figura 21 se presenta un diagrama de Sankey utilizando un motor alternativo.

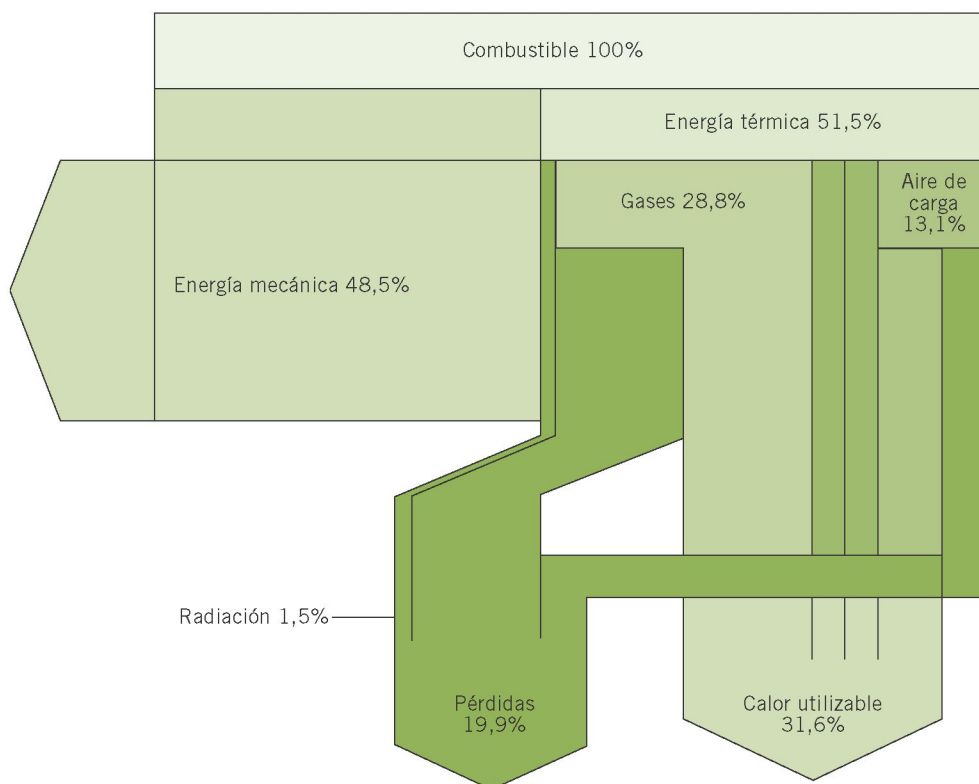


Figura 21. Diagrama de Sankey: utilización del calor residual de los circuitos de refrigeración y escape de gases de un motor.

Fuente: Elaboración propia.

Los sistemas con motor alternativo presentan una elevada flexibilidad de funcionamiento que permite una respuesta casi inmediata a posibles variaciones de potencia sin elevados incrementos en el consumo específico del motor; sin embargo el nivel térmico es menor que en el caso de las turbinas, y se encuentra repartido en diferentes subsistemas (gases de escape y circuitos de refrigeración de aceite, camisas y aire comburente del motor).

Antes de acometer un proyecto de instalación de un sistema de cogeneración y teniendo en cuenta las diferentes posibilidades de aplicación existentes, y las condiciones necesarias para su puesta en marcha, es conveniente la realización de un estudio de viabilidad. A través de este estudio se debe garantizar la elección del sistema que alcance los mejores resultados, justificar la instalación desde el punto de vista normativo y analizar su comportamiento frente a posibles variaciones en las tarifas energéticas. La elaboración de un plan de gestión energética proporcionaría la información necesaria para el desarrollo del citado estudio.

Los componentes principales de un sistema de cogeneración aplicable en el sector (Figura 22) se describen a continuación:

**Motogenerador.** Son máquinas de combustión interna de tipo alternativo que utilizan para su funcionamiento un combustible. Dicho combustible forma con aire una mezcla capaz de desencadenar una fuerte reacción exotérmica en condiciones de presión y temperatura controladas, cuya energía se aprovecha, en el elemento motriz del motor, para generar energía mecánica que se transmite al alternador, generando energía eléctrica en última instancia.

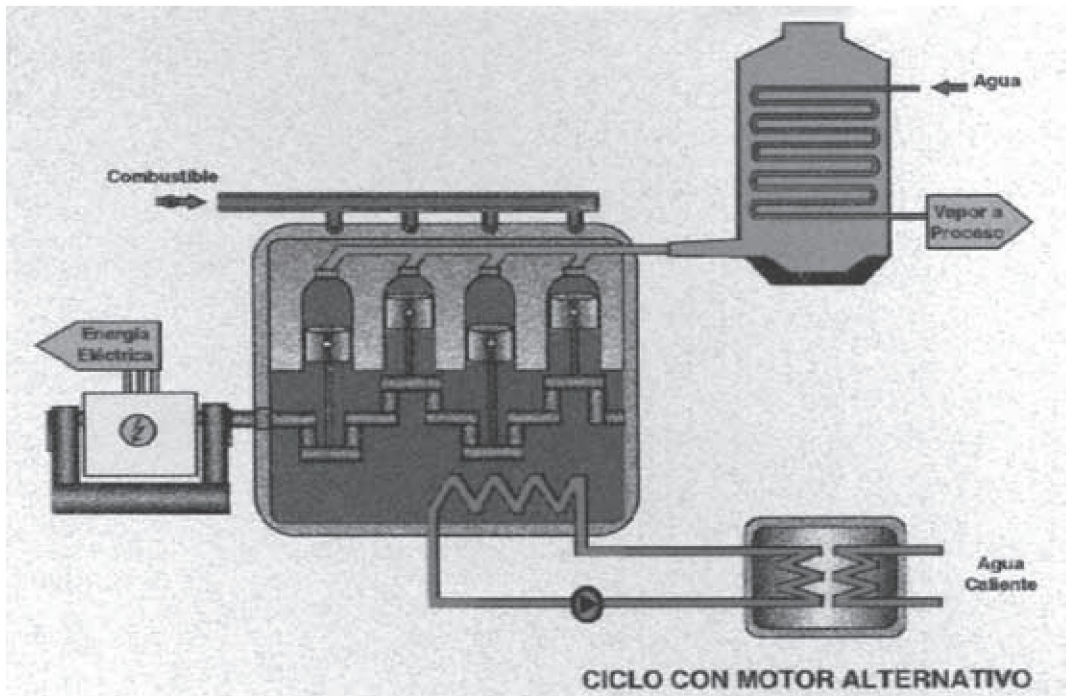


Figura 22. Cogeneración con motor alternativo.

Fuente: IDAE.

**Recuperador de calor.** En los motores existen varias fuentes de calor con diferentes niveles térmicos:

- Los gases de escape transportan aproximadamente un 22% de la energía del combustible y su temperatura varía dependiendo del sistema de combustión del motor, oscilando entre los 350 y 450 °C aproximadamente.
- El agua de refrigeración de los cilindros supone en torno a un 28% de la energía del combustible, existiendo límites de temperatura del agua a la salida de las culatas de 120 °C y con una diferencia de temperatura entre la entrada y la salida de motor de 7 °C aproximadamente.
- El aceite de lubricación del motor disipa un 5% de la energía del combustible, y normalmente se utiliza un circuito de disipación independiente.
- Las pérdidas por radiación suponen entre un 6 y un 11% de la energía del combustible y su recuperación no se suele contemplar, aunque resulta conveniente contemplar esta posibilidad.

El sistema de recuperación más aconsejable teniendo en cuenta las características del sector sería la generación de vapor a partir de los gases de escape del motor y utilizar el calor de los circuitos de refrigeración para la producción de agua caliente para lavado.

- El sistema de interconexión eléctrica engloba las instalaciones necesarias para ceder la energía eléctrica generada a la red de la compañía suministradora en las condiciones de seguridad adecuadas, tanto de la propia instalación como de suministro.
- Como elementos auxiliares se pueden considerar la obra civil, la instalación de suministro de combustible, torres de refrigeración y en general otros sistemas necesarios para la recuperación o disipación de calor.

En un estudio de viabilidad de cogeneración se deben analizar los consumos horarios de energía eléctrica y calor para poder simular los costes de explotación a lo largo de un año completo. La cogeneración se puede realizar por medio de diferentes alternativas, siendo el motor a gas la más rentable en el caso de cogeneraciones pequeñas. Empleando el período de amortización como parámetro económico, se puede considerar que una inversión de este tipo es atractiva cuando el tiempo de retorno no excede los cuatro años.

Mediante un **estudio de viabilidad**, las lavanderías podrán determinar las posibilidades reales de instalación, la solución más interesante y la rentabilidad de la misma. En este estudio habrán de contemplarse aspectos legales recogidos en el Real Decreto 436/2004, de 12 de marzo, por el que se establece la metodología para la actualización y sistematización del régimen jurídico y económico de la actividad de producción de energía eléctrica en régimen especial.

Dicho decreto unifica la normativa de desarrollo de la Ley 54/1997, en lo que se refiere a la producción de energía eléctrica en régimen especial, y sigue el camino iniciado con el Real Decreto 2818/1998 sobre producción de energía eléctrica por instalaciones abastecidas por recursos o fuentes de energía renovables, residuos o cogeneración. Además, aprovecha al propio tiempo la estabilidad que ha venido a proporcionar el Real Decreto 1432/2002 de metodología para la aprobación de la tarifa eléctrica media o de referencia, para dotar a quienes han decidido o decidan en un futuro próximo apostar por el régimen especial de un marco regulatorio duradero, objetivo y transparente.

Se consideran autoprodutores de energía centrales de cogeneración que consuman, al menos, un 30% de la energía eléctrica autoproducida, si su potencia instalada es inferior a 25 MW, y, al menos, el 50% si su potencia instalada es igual o superior a 25 MW.

- Las instalaciones de potencia inferior a los 10 MW dispondrán de:
  1. Tarifa: 80% durante los primeros 10 años desde su puesta en marcha y 50% a partir de entonces.
  2. Prima: 30% durante los primeros 10 años de su puesta en marcha.
  3. Incentivo: un mínimo 10%, según el tipo de energía primaria utilizado.
- Las instalaciones de potencia superior a 10 MW e igual o menor a 25 MW:
  1. Tarifa: 55% en tanto subsista la retribución de los costes de transición según la Ley 54/1997 y 50% a partir de entonces.
  2. Prima: 5% en tanto subsista la retribución de los costes de transición según la Ley 54/1997.
  3. Incentivo: un mínimo 10%, según el tipo de energía primaria utilizado.

## 8. FORMACIÓN DEL PERSONAL

El compromiso de todas las personas relacionadas con la lavandería es fundamental para obtener unos resultados adecuados desde el punto de vista del ahorro y eficiencia energética.

Solamente cuando funcione la formación e información podrán conseguirse los objetivos energéticos marcados.

Dentro del organigrama de una empresa, la formación e información ha de realizarse a diferentes niveles, puesto que la ocupación de cada persona es diferente y, por tanto, hay que adecuarse a cada caso.

### 8.1. EL GERENTE DE LA LAVANDERÍA

El Gerente de la Lavandería es la figura principal dentro del sistema de Gestión Energética. Sus tareas principales son las siguientes:

- Impulsar todas las acciones propuestas para racionalizar el uso de la energía.
- Abastecer a la lavandería de los recursos necesarios para llevar a cabo las diferentes acciones.

### 8.2. RESPONSABLE DE LA GESTIÓN ENERGÉTICA

Además de llevar a cabo las tareas de seguimiento y control del Sistema de Contabilidad Energética, el Responsable de la Gestión Energética debe asesorar al Gerente. Para ello, ha de realizar las tareas siguientes:

- Informarse de los diferentes equipos y técnicas que existen de racionalización de energía.
- Formarse en temas energéticos a través de cursos, seminarios, conferencias, etc.
- Diseñar un plan de formación e información a todo el personal de la lavandería.

### 8.3. TÉCNICO DE MANTENIMIENTO

Es la persona encargada de ejecutar las acciones de mantenimiento en los diferentes equipos y máquinas que forman parte de la lavandería.

Ha de poseer la formación técnica necesaria para acometer todo tipo de actuaciones sobre la maquinaria existente, tanto para proceder a su conservación como a su reparación.

Junto con el Responsable de la Gestión Energética es quien mejor conoce el estado y consumo de las diferentes máquinas. Por tanto, han de tener informado en todo momento al Gerente de la lavandería, para que pueda tomar las decisiones oportunas.

#### 8.4. RESTO DE PERSONAL DE LA LAVANDERÍA

La concienciación del resto del personal de la lavandería, mediante la divulgación de resultados y la información periódica, es un paso fundamental para que se pongan en práctica los diferentes hábitos de racionalización de energía.

Además de acostumbrarse a realizar las tareas que se exponen a continuación, la información que faciliten al Responsable de la Gestión Energética será fundamental para evitar lo antes posible situaciones de despilfarro energético.

Básicamente, los hábitos que deberían adquirirse en todos los niveles son los siguientes:

- Desconectar equipos que no se usan.
- Iluminar únicamente las zonas en las que se permanece.
- Aprovechar la luz natural.
- Usar el agua racionalmente, etc.

### 9. ORGANIZACIÓN EMPRESARIAL

La organización empresarial establece la autoridad, responsabilidad y relaciones para conseguir los objetivos que se ha marcado la empresa.

#### 9.1. RESPONSABLE DE LA GESTIÓN ENERGÉTICA

La figura de mayor responsabilidad en temas energéticos dentro de la lavandería ha de ser el Responsable de la Gestión Energética, cuyas tareas son las siguientes:

- Realizar el seguimiento y control del Sistema de Contabilidad Energética.
- Informarse de los aspectos energéticos que afecten al funcionamiento de la lavandería.
- Formarse en tema energéticos.
- Informar al Director o Gerente, y a toda la plantilla en general, de la situación energética de la lavandería.

En pequeñas lavanderías y/o tintorerías suele ser el propietario quien desempeña el papel de Responsable de la Gestión Energética, ya que no se dispone de una persona especializada en el tema.

De forma parecida, en lavanderías incluidas dentro de un establecimiento del sector servicios o una fábrica, suele ser el propio director o gerente quien desempeña las tareas de Responsable de Gestión Energética. Sin embargo, en este caso, se puede contar con la opinión del técnico de mantenimiento, conocedor de todas las instalaciones que forman parte de la empresa.



En las lavanderías industriales, el Responsable de la Gestión Energética suele ser el Director Técnico. Es una persona de amplia experiencia en temas relacionados con la maquinaria y es el responsable del funcionamiento de la lavandería en general. Los aspectos energéticos son un complemento a su conocimiento.

## 9.2. TÉCNICO DE MANTENIMIENTO

Acompañando al Responsable de la Gestión Energética se encuentra el técnico de mantenimiento. Éste es el encargado de llevar a cabo las diferentes acciones sobre la maquinaria y es quien mejor conoce su estado.

Su principal tarea es la de llevar a cabo el Programa de Mantenimiento, asegurando que en todo momento los diferentes equipos y máquinas funcionan perfectamente.

En muchos casos, el propio técnico de mantenimiento es quien asume las tareas del responsable de la gestión energética. La gerencia delega responsabilidades y el técnico de mantenimiento, por ser quien se relaciona directamente con la maquinaria, es el que asume las funciones.

En este caso, el gerente establece una estrecha comunicación con el técnico de mantenimiento para estar al tanto de las posibles incidencias.

## 10. ANÁLISIS ECONÓMICO

En el presente capítulo se pretende mostrar una serie de parámetros que permitan decidir si la inversión a realizar, para mejorar la instalación desde el punto de vista energético, es más o menos rentable.

De forma bastante general, en los casos de ahorro de energía, la oportunidad y el atractivo de la inversión se presentan lo suficientemente claros como para emplear parámetros económicos sencillos.

En estos parámetros no se tiene en cuenta la disminución del valor del dinero a lo largo del tiempo o, como mucho, se contempla en un modelo simplificado, es decir, sin considerar ni la inflación, ni los impuestos ni otro tipo de factores que complican el sistema de evaluación.

Los parámetros que no tienen en cuenta la disminución del valor del dinero son el período de amortización, la tasa de retorno de la inversión, el rendimiento bruto de la inversión y el rendimiento bruto anual. El parámetro que contempla la disminución del dinero de una forma simplificada y se emplea mayormente es la relación beneficio/coste.

### 10.1. PERÍODO DE AMORTIZACIÓN

El período de amortización es el parámetro que permite saber si la inversión puede ser recuperada en un tiempo razonable comparado con la vida estimada del equipo. Se suele considerar positiva la inversión cuando el período de amortización es inferior a la mitad de la vida estimada del equipo.

El período de amortización se emplea cuando fundamentalmente se quiere recuperar la inversión con el beneficio generado cuanto antes.

Matemáticamente, el período de amortización (X) es igual al coste de la inversión (I) entre ahorro anual neto (A).

$$X = I / A$$

El ahorro anual neto es igual a la diferencia entre el ahorro debido a la reducción del consumo de energía y el coste anual de mantenimiento y operación del equipo.

### 10.2. TASA DE RETORNO DE LA INVERSIÓN

Este parámetro tiene en cuenta la vida estimada del equipo en cuanto a su depreciación.

Se emplea para comparar diferentes alternativas. Para justificar la inversión, es preciso que la tasa de retorno de la inversión correspondiente al equipo analizado sea mayor que el correspondiente a otras alternativas de inversión.

Matemáticamente, la tasa de retorno de la inversión (T.R.I.) es igual al cociente de la diferencia entre el ahorro anual neto (A) y la depreciación anual del equipo (D), y el coste de la inversión (I).

$$\text{T.R.I.} = (A-D) / I \quad (\text{en tanto por uno, p.u.})$$

Una depreciación anual lineal del equipo es lo mismo que decir que la depreciación anual del equipo es el coste de la inversión entre el número de años de la vida estimada del equipo.

### 10.3. RENDIMIENTO BRUTO DE LA INVERSIÓN

Cuando se introduce el concepto de ahorro de energía durante toda la vida útil del equipo se hace referencia al rendimiento.

Se define rendimiento bruto de la inversión (R.B.G.) como el cociente de la diferencia entre ahorro de energía durante toda la vida útil del equipo ( $A_n$ ) y el coste de la inversión, y el coste de la inversión.

$$\text{R.B.G.} = (A_n - I) / I$$

### 10.4. RENDIMIENTO BRUTO ANUAL

Si se tiene en cuenta la vida útil del equipo en el parámetro anterior, se puede establecer otro criterio para decidir si realizar la inversión o no.

Cuando el rendimiento bruto anual es superior al 20% suele ser rentable la inversión.

Matemáticamente, el rendimiento bruto anual (R.B.A.) se define como el cociente del rendimiento bruto de la inversión y la vida útil del equipo ( $V_u$ ):

$$\text{R.B.A.} = (\text{R.B.G.}) / V_u$$

### 10.5. RELACIÓN BENEFICIO/COSTE

El cálculo de este parámetro permite determinar si el beneficio obtenido al realizar una inversión determinada compensa el coste necesario.

La relación beneficio/coste (B/C) es el cociente entre el valor actual del ahorro (VA) y el interés del dinero en tanto por ciento (i):

$$B/C = VA/i$$

El valor actual del ahorro se calcula multiplicado el ahorro anual (A) por el factor de utilización del valor (F).

$$VA = F \cdot A$$

El factor de utilización del valor se extrae de la tabla que se presenta a continuación.

a (%)	p								
	2	3	4	5	6	7	10	12	15
5,0	1,859	2,723	3,546	4,329	5,076	5,786	7,722	8,863	10,380
5,5	1,846	2,689	3,505	4,270	4,996	5,683	7,538	8,619	10,038
6,0	1,833	2,673	3,465	4,212	4,917	5,582	7,360	8,384	9,712
6,5	1,821	2,648	3,426	4,156	4,841	5,485	7,189	8,159	9,403
7,0	1,808	2,624	3,387	4,100	4,751	5,389	7,024	7,943	9,108
7,5	1,796	2,601	3,349	4,046	4,694	5,291	6,864	7,735	8,827
8,0	1,783	2,577	3,312	3,993	4,623	5,206	6,710	7,536	8,559
8,5	1,771	2,554	3,276	3,941	4,554	5,119	6,561	7,345	8,304
9,0	1,759	2,531	3,240	3,890	4,486	5,033	6,418	7,161	8,061
9,5	1,747	2,509	3,204	3,840	4,420	4,950	6,279	6,984	7,828
10,0	1,736	2,487	3,170	3,791	4,355	4,868	6,145	6,814	7,606
10,5	1,724	2,465	3,136	3,743	4,293	4,790	6,015	6,650	7,394
11,0	1,712	2,444	3,102	3,696	4,230	4,712	5,890	6,492	7,190
11,5	1,700	2,422	3,070	3,650	4,170	4,638	5,768	6,340	6,997
12,0	1,690	2,401	3,037	3,604	4,111	4,563	5,640	6,194	6,811
12,5	1,680	2,381	3,005	3,560	4,053	4,492	5,536	6,053	6,633
13,0	1,668	2,361	2,975	3,517	3,998	4,422	5,426	5,918	6,462
13,5	1,657	2,341	2,944	3,475	3,942	4,355	5,320	5,787	6,299
14,0	1,646	2,321	2,914	3,433	3,889	4,288	5,216	5,660	6,142
14,5	1,636	2,302	2,884	3,392	3,836	4,224	5,116	5,539	5,991
15,0	1,626	2,283	2,855	3,352	3,784	4,160	5,019	5,421	5,847
16,0	1,605	2,246	2,798	3,274	3,685	4,039	4,833	5,197	5,575
17,0	1,585	2,210	2,743	3,199	3,589	3,922	4,659	4,988	5,324
18,0	1,566	2,174	2,690	3,127	3,498	3,811	4,494	4,793	5,091
19,0	1,547	2,140	2,639	3,058	3,410	3,706	4,339	4,612	4,876
20,0	1,528	2,106	2,589	2,991	3,326	3,605	4,192	4,439	4,675

p = período en años      a = tasa de actualización

Tabla 16. Factor de utilización.

Fuente: Elaboración propia.

## 11. INTERRELACIÓN EMPRESARIAL

De forma general, una lavandería puede funcionar de forma independiente o estar integrada como un departamento dentro de un centro o empresa.

Los establecimientos que habitualmente cuentan con un departamento de lavandería son los de hostelería y restauración y hospitales, si bien otros centros de un tamaño considerable también cuentan con su propia lavandería.

Los establecimientos que disponen de lavandería tienen necesidades de lavado bastante dispares.

Los restaurantes se centran fundamentalmente en mantelería, tanto blanca como de color. Las empresas de hostelería, además de la mantelería, necesitan lavar ropa de cama y uniformidad. Por otro lado, tienen a disposición de los clientes un servicio de lavado de ropa personal.

En las fábricas y talleres se lavan principalmente buzos y, si cuentan con comedor, mantelerías.

Los hospitales son los que más variedad de prendas presentan, ya que se añade la ropa exclusiva de quirófanos.

Las lavanderías que funcionan de forma independiente, además de dar servicio a particulares, también lavan la ropa a clientes mayores, que básicamente son los presentados anteriormente (talleres, restaurantes, hoteles y hospitales), pero que prefieren encomendar las tareas de lavado a una empresa externa.

En este sentido, cabe decir que la tendencia actual es alquilar la ropa limpia a la lavandería, siendo ella la propietaria de la misma. De esta forma, la lavandería se planifica mejor, pues existe una mayor homogeneidad en el tipo de ropa y se trabaja contra almacén, en vez de contra cliente.

Trabajar contra almacén supone planificarse mejor, es decir, conseguir aprovechar al máximo cada ciclo de lavado, obteniendo así unos consumos específicos más reducidos.

Como se puede comprobar, el sector de las lavanderías tiene un amplio campo de aplicación. Por ello, las técnicas de ahorro y eficiencia energética desarrolladas en este sector son altamente repetibles.

Por ello, es recomendable realizar anualmente un seguimiento de todas las lavanderías para actualizar ratios de consumo y poder así extrapolar medidas de ahorro con una cierta garantía.

El sencillo sistema de Contabilidad Energética propuesto en el presente documento es una herramienta que permite cuantificar la evolución energética del sector, tanto de las lavanderías independientes como de las integradas dentro de un centro o empresa.

## ANEXO

### I INFORMES SOBRE LAS LAVANDERÍAS VISITADAS

#### LAVANDERÍA N° 1

##### Descripción general

La lavandería n° 1, según la clasificación adoptada en el texto, es una lavandería industrial. Está ubicada en un polígono industrial y la superficie en planta es de unos 1.800 m<sup>2</sup>.

La productividad se sitúa en unos 5.500 kg ropa/día, siendo sus principales clientes los hospitales, los hoteles, los restaurantes y las fábricas. Se trabaja a dos turnos de lunes a sábado, durante todos los meses del año. Por otro lado, la práctica totalidad de la ropa es propiedad de la lavandería. La ropa se pesa antes de ser lavada.

En cuanto a la dosificación de detergentes, se hace de forma automática estando la gestión en manos de la propia empresa que los suministra. Como fuentes energéticas se emplean la energía eléctrica y el gas natural. El agua se capta de la red general de suministro.

##### Equipamiento

La maquinaria principal para realizar las tareas de lavado está compuesta por cuatro lavacentrífugas de más de 150 kg de capacidad cada una, seis lavacentrífugas de unos 20 kg, dos calandras, un túnel de batas y dos secadoras pequeñas.

Respecto a la generación de calor, la lavandería cuenta con una caldera de vapor con depósito interior y quemador de dos marchas. Se aprovecha el calor del agua condensada para precalentar el agua de entrada a las lavacentrífugas. Ni el depósito de condensados ni la mayor parte de las tuberías se encuentran aisladas térmicamente de forma adecuada.

Existe un grupo de presión que suministra agua de un depósito de almacenamiento porque el caudal que suministra la red no es suficiente para cubrir las necesidades instantáneas.

##### Diagnóstico energético básico

A continuación se muestra el diagnóstico básico realizado aplicando el Sistema de Contabilidad Energética propuesto en el texto.

## SISTEMA DE CONTABILIDAD ENERGÉTICA: Lavandería N° 1

Recopilación de información

Año: 2007

PRODUCCIÓN DE ROPA LAVADA		
Mes	Número de días	Ropa lavada
Enero	26	110.164
Febrero	24	119.436
Marzo	26	131.647
Abril	26	142.955
Mayo	26	149.649
Junio	26	144.572
Julio	27	151.629
Agosto	26	170.002
Septiembre	26	166.397
Octubre	27	161.713
Noviembre	25	125.725
Diciembre	27	121.405
<b>Anuales</b>	<b>312</b>	<b>1.695.294</b>

CONSUMO DE AGUA		
Mes	Volumen (m³)	Coste (€)
Enero	3.431	
Febrero	3.084	
Marzo	3.571	
Abril	3.914	
Mayo	3.613	
Junio	3.140	
Julio	4.097	.
Agosto	4.429	
Septiembre	4.298	
Octubre	3.739	
Noviembre	3.527	
Diciembre	3.933	
<b>Anuales</b>	<b>44.776</b>	

CONSUMO DE COMBUSTIBLE FÓSIL		
Mes	Volumen (l)	Coste (€)
Enero	33.450	
Febrero	32.896	
Marzo	35.518	
Abril	36.475	
Mayo	37.589	
Junio	35.417	
Julio	36.990	
Agosto	39.051	
Septiembre	39.684	
Octubre	40.849	
Noviembre	38.705	
Diciembre	35.276	
<b>Anuales</b>	<b>441.900</b>	

INDICAR TIPO DE COMBUSTIBLE FÓSIL	
1. Gas natural	Gas Natural
2. Gasóleo	
3. Propano	
4. Butano	

SUMINISTRO DE BAJA TENSIÓN	
Potencia contratada (kW)	100
Modo de facturación	1
Tarifa contratada (3.0.2, 4.0)	4.0
Discriminación horaria (0,1,2,3,4)	2
¿Batería de condensadores? SÍ/NO	SÍ

CONSUMO DE ENERGÍA ELÉCTRICA							
Mes	kWh Punta	kWh Llano	kWh Valle	kWh Totales	kVArh	kW Facturados	Coste (€)
Enero	4.272	10.339	0	14.611	6.025	60,8	
Febrero	4.986	11.631	0	16.617	8.529	65,6	
Marzo	5.506	13.990	0	19.496	10.584	66,4	
Abril	5.500	14.545	0	20.045	10.710	68,0	
Mayo	5.203	14.080	0	19.283	10.719	66,4	
Junio	5.389	14.818	0	20.207	13.107	72,0	
Julio	6.164	17.174	0	23.338	15.123	65,6	
Agosto	5.206	14.760	0	19.966	12.434	72,0	
Septiembre	5.436	15.166	0	20.602	12.382	68,0	
Octubre	5.648	9.868	0	15.516	11.800	66,4	
Noviembre	5.561	14.244	0	19.805	10.789	70,4	
Diciembre	5.431	15.870	0	21.301	9.819	72,8	
Anuales	64.302	166.485	0	230.787	132.021	72,8	

Figura 23. Lavandería N° 1 - Recopilación de información.

Fuente: Elaboración propia



## SISTEMA DE CONTABILIDAD ENERGÉTICA: Lavandería 1

### Indicadores energéticos

Año 1998	Producción		Productividad	Consumo energético			Indicadores energéticos (kw h/kg ropa lavada)		
Mes	N.º días	Ropa lavada (kg)	Kg ropa/día	Agua (m³)	E. Eléctrica (kWh)	Combustible (kWh)	l/kg ropa lavada	E. Eléctrica	Combustible fósil
Enero	26	110.164	4.237	3.431	14.611	353.230	31,1	0,13	3,21
Febrero	24	119.436	4.977	3.084	16.617	347.381	25,8	0,14	2,91
Marzo	26	131.647	5.063	3.571	19.495	375.067	27,1	0,15	2,85
Abril	26	142.955	5.498	3.914	20.045	385.175	27,4	0,14	2,69
Mayo	26	149.649	5.756	3.613	19.283	396.938	24,1	0,13	2,65
Junio	26	144.572	5.560	3.140	20.207	374.007	21,7	0,14	2,59
Julio	27	151.629	5.616	4.097	23.339	390.617	27,0	0,15	2,58
Agosto	26	170.002	6.539	4.429	19.966	412.380	26,1	0,12	2,43
Septiembre	26	166.397	6.400	4.298	20.603	419.067	25,8	0,12	2,52
Octubre	27	161.713	5.989	3.739	15.515	431.370	23,1	0,10	2,67
Noviembre	25	125.725	5.029	3.527	19.805	408.724	28,1	0,16	3,25
Diciembre	27	121.405	4.496	3.933	21.301	372.515	32,4	0,18	3,07
Total	312	1.695.294	5.434	44.775	230.787	4.666.468	26,4	0,14	2,75

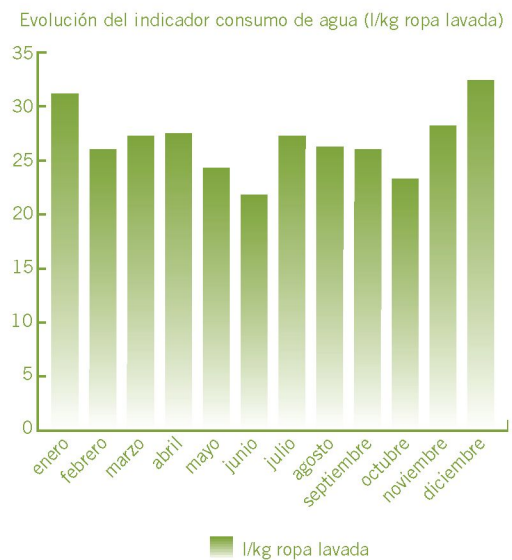
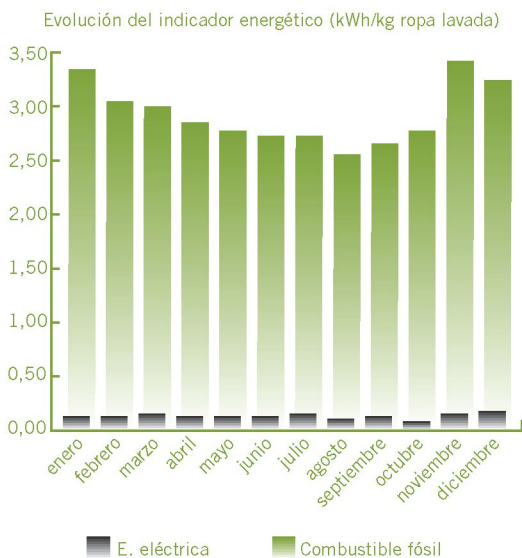


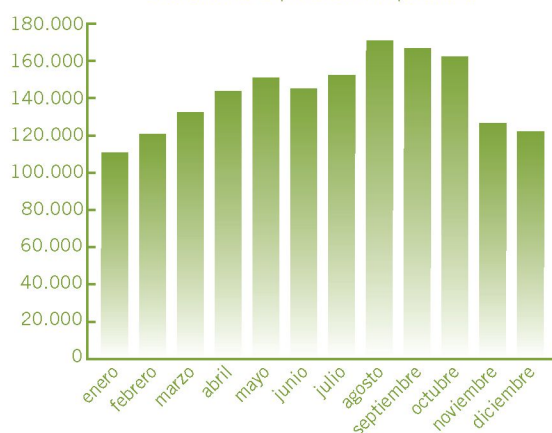
Figura 24. Lavandería N° 1 - Indicadores energéticos.

Fuente: Elaboración propia.

**PRODUCCIÓN DE ROPA LAVADA**

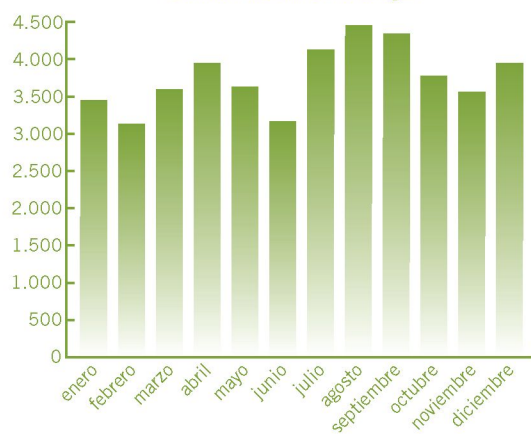
Mes	kg ropa lavada
Enero	110.164
Febrero	119.436
Marzo	131.647
Abril	142.955
Mayo	149.649
Junio	144.572
Julio	151.629
Agosto	170.002
Septiembre	166.397
Octubre	161.713
Noviembre	125.725
Diciembre	121.405

Evolución de la producción: ropa lavada

**CONSUMO DE AGUA**

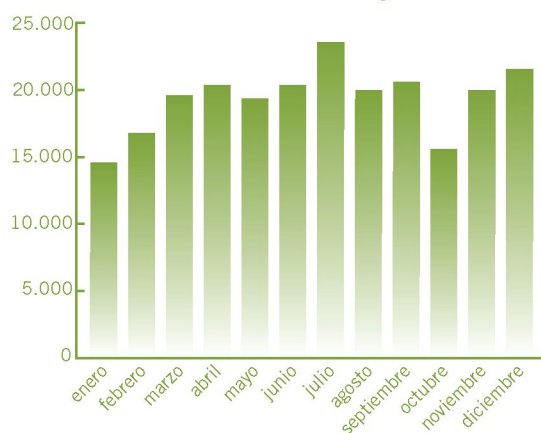
Mes	Consumo
Enero	3.431
Febrero	3.084
Marzo	3.571
Abril	3.914
Mayo	3.613
Junio	3.140
Julio	4.097
Agosto	4.429
Septiembre	4.298
Octubre	3.739
Noviembre	3.527
Diciembre	3.933

Evolución del consumo de agua

**CONSUMO DE ENERGÍA ELÉCTRICA**

Mes	Consumo kWh
Enero	14.611
Febrero	16.617
Marzo	19.495
Abril	20.045
Mayo	19.283
Junio	20.207
Julio	23.339
Agosto	16.966
Septiembre	20.603
Octubre	15.515
Noviembre	19.805
Diciembre	21.301

Evolución del consumo de energía eléctrica



CONSUMO DE COMBUSTIBLE FÓSIL		
Mes	Consumo	kWh
Enero	33.450	353.230
Febrero	32.896	347.381
Marzo	35.518	375.067
Abril	36.475	385.175
Mayo	37.589	396.938
Junio	35.417	374.007
Julio	36.990	390.617
Agosto	39.051	412.380
Septiembre	39.684	419.067
Octubre	40.849	431.370
Noviembre	38.705	408.724
Diciembre	35.276	372.515

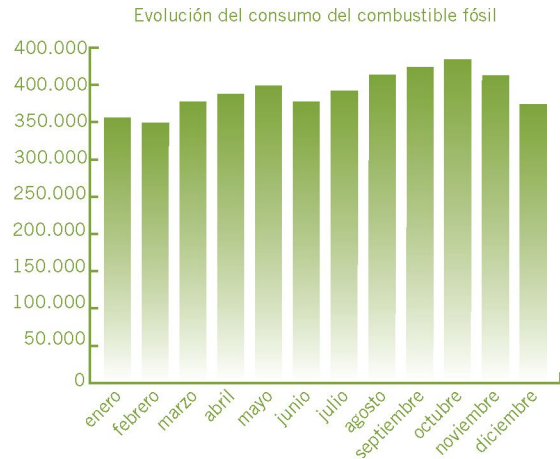


Figura 25. Lavandería N° 1 - Curvas de evolución.

Fuente: Elaboración propia.

Los resultados que se consideran más representativos son los siguientes:

- El consumo de agua que se produce es un poco superior al que sería deseable en una lavandería equipada con lavacentrífugas. En valores medios, el consumo se sitúa alrededor de los 26 l/kg ropa. En algunos meses, el consumo se sitúa en los 21,7 l/kg ropa, valor que sería deseable que se produjera siempre.
- Los consumos energéticos pueden ser considerados como aceptables. En el caso de la energía proveniente de un combustible fósil se recomienda rebajar el consumo específico (kWh/kg ropa).

A nivel global de la lavandería, los consumos energéticos y de agua que se están obteniendo se presentan como buenos dentro de la Comunidad Autónoma de Castilla y León. En el resto del país, las lavanderías industriales están alcanzando ratios de 14 l/kg ropa, trabajando con túneles de lavado y siendo propietarios casi al 100 por 100 de la ropa que lavan.

Al trabajar contra almacén, resulta aconsejable incorporar un túnel de lavado adecuado, con lo que se podría pensar en llegar también a los 14 l/kg ropa.

Por otro lado, calorificar el depósito de condensados y las tuberías de distribución se presenta muy conveniente, con el objeto de reducir significativamente las pérdidas de calor. Ello se traduciría en rebajar el consumo específico de energía proveniente de combustible fósil a unos niveles más apropiados.

En un proceso que trabaja de forma continua durante la mayor parte del día, necesitando grandes cantidades de calor y teniendo unas necesidades eléctricas como las estudiadas, se presenta como adecuado el plantearse introducir un sistema de cogeneración.

## LAVANDERÍA N° 2

### Descripción general

La lavandería n° 2 corresponde a una lavandería de tipo industrial. Está ubicada en un polígono industrial, teniendo la superficie de la nave unos 1.800 m<sup>2</sup>.

Hasta finales del año pasado la producción era de 5.300 kg ropa/día. A partir de noviembre el volumen de ropa lavada disminuye espectacularmente, situándose en los 1.100 kg ropa/día. La lavandería posee menos del 10 por 100 de la ropa que lava. Es práctica habitual que la ropa se pese antes de ser lavada.

Se trabaja a dos turnos de lunes a sábado, durante todos los meses del año. La dosificación de detergentes se hace de forma automática y su gestión es llevada por la propia empresa que los suministra.

Como suministros energéticos emplea energía eléctrica y gasóleo C. Por otro lado, la lavandería dispone de un pozo que cubre todas sus necesidades. Dentro del sistema de captación de agua se encuentra instalada una central de depuración y un tanque de almacenamiento.

### Equipamiento

La maquinaria específica para realizar las tareas de lavado está compuesta por un túnel de lavado en continuo, una lavacentrífuga de más de 150 kg de capacidad, tres lavacentrífugas más pequeñas, dos calandras, cuatro secadoras y un túnel de batas.

El túnel de lavado se emplea fundamentalmente para lavar ropa de cama. En la lavacentrífuga grande se introduce la ropa de quirófano y el rechazo. Las lavacentrífugas más pequeñas se utilizan para las mantelerías, los uniformes y la ropa de pequeños clientes.

El generador de vapor está formado por dos calderas de vaporización instantánea que se alimentan mediante una bomba alternativa, cuyo control se realiza a través de un variador de frecuencia. La producción máxima es de 5.000 kg vapor/h. El quemador emplea gasóleo como combustible y es modulante. El vapor, después de haber cedido su calor, retorna como agua líquida a unos 95 °C a un depósito de condensados. Este depósito no se encuentra calorifugado.

Existen dos compresores alternativos para dotar a la instalación de un red de aire comprimido.

### Diagnóstico energético básico

El consumo energético específico (kWh/kg ropa), sobre todo de gasóleo C, es alto, en particular en los meses en los que la demanda baja ostensiblemente.

Al disponer de un pozo propio, el consumo de agua no se cuida y, en consecuencia, se presenta notablemente alto.

El calentamiento de tanta cantidad de agua es uno de los factores por los que el consumo de energía es alto. Las curvas de ropa lavada, consumo de energía eléctrica y consumo de gasóleo C tienen una forma bastante similar. Sin embargo, el desmesurado consumo de agua a partir de marzo hace

que no sigan la misma tendencia, bajando la cantidad de ropa lavada pero no así las curvas de consumo.

La recomendación principal es que se cuiden los consumos de agua porque, aunque sea barata por provenir de un pozo propio, su consumo incide en el gasto de combustible y no emplea los recursos naturales de forma racional, dañando el medio ambiente de forma importante.

El túnel de lavado ofrece unos consumos específicos óptimos cuando trabaja a plena carga. Esto significa que hay que llenar completamente cada módulo mientras el túnel está en funcionamiento ya que, aunque se encuentre sin carga, sigue consumiendo, tanto agua como energía. No es conveniente trabajar en vacío.

Además, una máquina que trabaja en vacío tiende a averiarse con más facilidad que una que trabaja a carga nominal.

#### SISTEMA DE CONTABILIDAD ENERGÉTICA: Lavandería N° 2

Recopilación de información

**Año: 2007**

PRODUCCIÓN DE ROPA LAVADA		
Mes	Número de días	Ropa lavada
Enero	26	134.300
Febrero	24	132.100
Marzo	26	128.038
Abril	26	122.200
Mayo	26	142.100
Junio	26	146.956
Julio	27	123.000
Agosto	26	144.000
Septiembre	26	151.000
Octubre	27	135.000
Noviembre	25	27.000
Diciembre	27	32.000
<b>Anuales</b>	<b>312</b>	<b>1.417.694</b>

CONSUMO DE AGUA		
Mes	Volumen (m³)	Coste (€)
Enero	3.838	
Febrero	4.024	
Marzo	8.998	
Abril	8.457	
Mayo	8.041	
Junio	7.075	
Julio	7.770	
Agosto	7.936	
Septiembre	6.092	
Octubre	6.747	
Noviembre	2.333	
Diciembre	3.453	
Anuales	<b>74.764</b>	

CONSUMO DE COMBUSTIBLE FÓSIL		
Mes	Volumen (l)	Coste (€)
Enero	38.117	
Febrero	38.385	
Marzo	40.020	
Abril	43.080	
Mayo	54.780	
Junio	50.570	
Julio	45.785	
Agosto	54.452	
Septiembre	58.763	
Octubre	53.500	
Noviembre	18.500	
Diciembre	24.655	
Anuales	<b>520.607</b>	

INDICAR TIPO DE COMBUSTIBLE FÓSIL	
1. Gas Natural	
2. Gasóleo	Gasóleo C
3. Propano	
4. Butano	

SUMINISTRO DE BAJA TENSIÓN	
Potencia Contratada (kW)	150
Modo de facturación	Max.
Tarifa contratada (3.0.2, 4.0)	4.0
Discrimincaión Horaria (0,1,2,3,4)	3
¿Batería de condensadores? SÍ/NO	SÍ

CONSUMO DE ENERGÍA ELÉCTRICA							
Mes	kWh Punta	kWh Llano	kWh Valle	kWh Totales	kVArh	kW Facturados	Coste (€)
Enero	880	14.240	8.560	23.680	6.240	105,6	
Febrero	800	14.000	8.160	22.960	6.000	105,6	
Marzo	1.360	15.680	8.560	25.600	6.320	108,8	
Abril	10.160	10.720	9.760	30.640	8.080	112,0	
Mayo	6.880	18.480	4.880	30.240	8.640	104,8	
Junio	7.680	21.520	3.520	32.720	9.360	108,0	
Julio	7.280	19.960	2.320	29.560	7.440	109,6	
Agosto	9.680	23.360	3.760	36.800	10.400	106,4	
Septiembre	8.240	22.960	4.080	35.280	9.840	113,6	
Octubre	8.640	21.040	2.800	32.480	8.720	114,4	
Noviembre	3.120	9.680	1.680	14.480	3.520	102,4	
Diciembre	4.480	12.480	1.920	18.880	4.640	109,6	
Anuales	69.200	204.120	60.000	333.320	89.200		

Figura 26. Lavandería N° 2 - Recopilación de información.

Fuente: Elaboración propia.

## SISTEMA DE CONTABILIDAD ENERGÉTICA: Lavandería 2

### Indicadores energéticos

Año 1998	Producción		Productividad	Consumo energético			Indicadores energéticos (kw h/kg ropa lavada)		
Mes	N.º días	Ropa lavada (kg)	Kg ropa/día	Agua (m³)	E. Eléctrica (kWh)	Combustible (kWh)	l/kg ropa lavada	E. Eléctrica	Combustible fósil
Enero	26	134.300	5.165	3.838	23.680	385.744	28,6	0,18	2,87
Febrero	24	132.100	5.504	4.024	22.960	388.456	30,5	0,17	2,94
Marzo	26	128.038	4.925	8.998	25.600	405.002	70,3	0,20	3,16
Abril	26	122.200	4.700	8.457	30.640	435.970	69,2	0,25	3,57
Mayo	26	142.100	5.465	8.041	30.240	554.374	56,6	0,21	3,90
Junio	26	146.956	5.652	7.075	32.720	511.768	48,1	0,22	3,48
Julio	27	123.000	4.556	7.770	26.560	463.344	63,2	0,22	3,77
Agosto	26	144.000	5.538	7.936	36.800	551.054	55,1	0,26	3,83
Septiembre	26	151.000	5.808	6.092	35.280	549.682	40,3	0,23	3,94
Octubre	27	135.000	5.000	6.747	32.480	541.420	50,0	0,24	4,01
Noviembre	25	27.000	1.080	2.333	14.480	187.220	86,4	0,54	6,93
Diciembre	27	32.000	1.185	3.453	18.880	249.509	107,9	0,59	7,80
<b>Total</b>	<b>312</b>	<b>1.417.694</b>	<b>4.544</b>	<b>74.764</b>	<b>330.320</b>	<b>5.268.543</b>	<b>52,7</b>	<b>0,23</b>	<b>3,72</b>

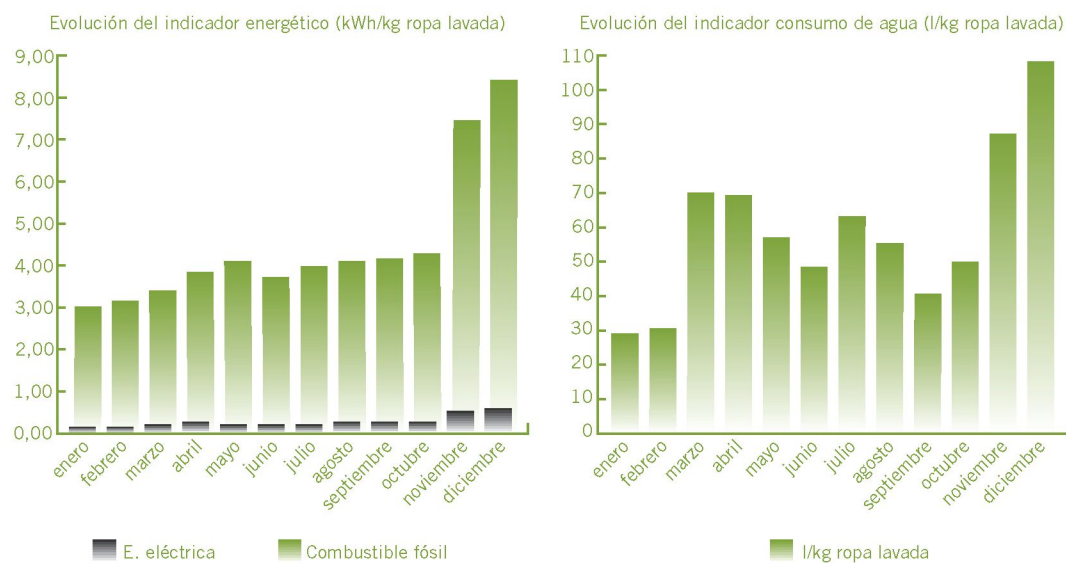


Figura 27. Lavandería N° 2 - Indicadores energéticos.

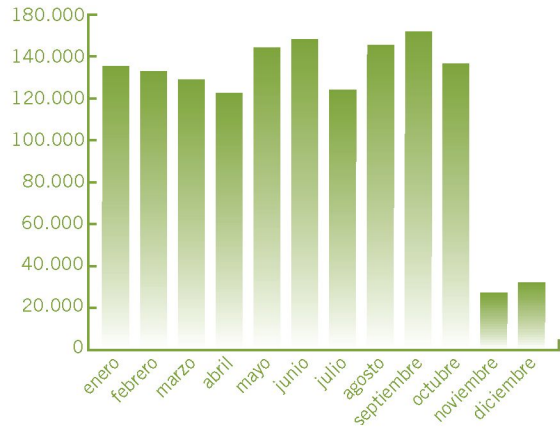
Fuente: Elaboración propia.



**PRODUCCIÓN DE ROPA LAVADA**

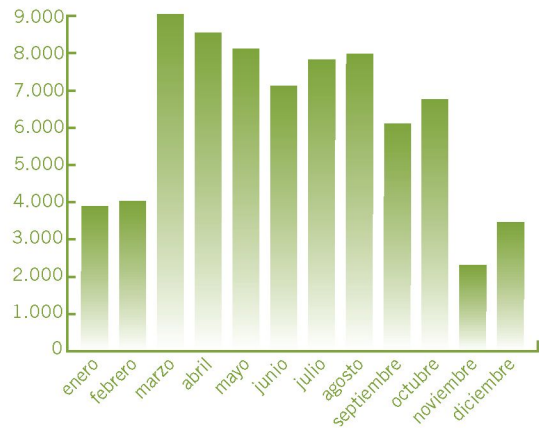
Mes	kg ropa lavada
Enero	134.300
Febrero	132.100
Marzo	128.038
Abril	122.200
Mayo	142.100
Junio	146.956
Julio	123.000
Agosto	144.000
Septiembre	151.000
Octubre	135.000
Noviembre	27.000
Diciembre	32.000

Evolución de la producción: ropa lavada

**CONSUMO DE AGUA**

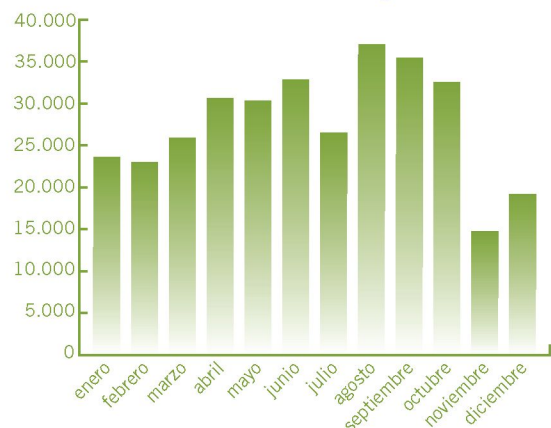
Mes	Consumo
Enero	3.838
Febrero	4.024
Marzo	8.998
Abril	8.457
Mayo	8.041
Junio	7.075
Julio	7.770
Agosto	7.936
Septiembre	6.092
Octubre	6.747
Noviembre	2.333
Diciembre	3.453

Evolución del consumo de agua

**CONSUMO DE ENERGÍA ELÉCTRICA**

Mes	Consumo kWh
Enero	23.680
Febrero	22.960
Marzo	25.600
Abril	30.640
Mayo	30.240
Junio	32.720
Julio	26.560
Agosto	36.800
Septiembre	35.280
Octubre	32.480
Noviembre	14.480
Diciembre	18.880

Evolución del consumo de energía eléctrica



CONSUMO DE COMBUSTIBLE FÓSIL		
Mes	Consumo	kWh
Enero	38.117	385.744
Febrero	38.385	388.456
Marzo	40.020	405.002
Abril	43.080	435.970
Mayo	54.780	554.374
Junio	50.570	511.768
Julio	45.785	463.344
Agosto	54.450	551.054
Septiembre	58.763	594.682
Octubre	53.500	541.420
Noviembre	18.500	187.220
Diciembre	24.655	249.509

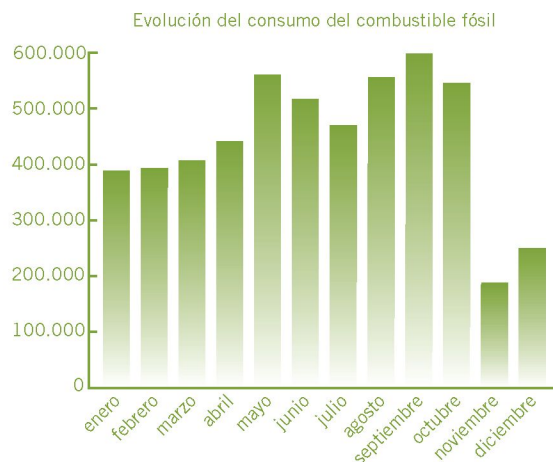


Figura 28. Lavandería N° 2 - Curvas de evolución.

Fuente: Elaboración propia.

Cuando halla ropa que necesite igual programa, pero no se pueda mezclar por ser de diferente cliente, se pueden emplear redes para separar una ropa de otra, aprovechando así al máximo el ciclo de lavado.

Por último, las recomendaciones pasan por continuar con el sistema de contabilidad establecido para observar la evolución de las nuevas medidas de mejora.

Si no se puede calorificar el depósito de condensados porque el agua a una elevada temperatura daña los manguitos de las bombas, es recomendable hacer pasar el agua de retorno por un intercambiador en el que se ceda parte del calor al agua que entra nueva en las máquinas lavadoras. El rendimiento del proceso aumentaría y los manguitos no se dañarían por ser la temperatura más baja.

## LAVANDERÍA N° 3

### Descripción general

La lavandería n° 3 es una lavandería industrial. La lavandería está ubicada en un polígono industrial y su superficie en planta es de 1.000 m<sup>2</sup>.

Se lava diariamente, por término medio, unos 3.900 kg ropa/día. La lavandería está abierta los doce meses del año y se trabaja a dos turnos, de lunes a sábado. Los domingos se trabaja media jornada.

La ropa se pesa en una báscula antes de pasar a las máquinas de lavado. La lavandería posee menos del 10 por 100 de la ropa que lava. La dosificación de detergentes se hace de forma automática y su gestión es llevada por la propia empresa que los suministra.

Como suministros energéticos emplea energía eléctrica y gas natural. El suministro de agua se realiza a través de la red general de distribución del municipio. Al tratarse de un agua dura, existe un sistema de descalcificación del agua que rebaja la dureza a unos niveles aceptables.

### Equipamiento

Dentro del equipamiento empleado se distingue entre maquinaria específica para realizar el lavado y los equipos que forman parte de sistemas secundarios, como son la red de vapor, el aire comprimido y el sistema de depuración del agua.

La maquinaria específica para realizar las tareas de lavado está compuesta por un túnel de lavado, dos lavacentrífugas de más de 150 kg de capacidad cada una, cinco lavacentrífugas más pequeñas, tres calandras, cuatro secadoras, dos maniqués y un túnel de batas.

Para realizar el trasiego de ropa limpia de las lavacentrífugas a la zona de ropa limpia se dispone de un túnel germicida.

La lavandería cuenta con un sistema de producción de vapor y otro de aceite térmico. El vapor se emplea para calentar el agua de las lavacentrífugas, el agua del túnel de lavado y el aire de las secadoras. El vapor se produce en una caldera que dispone de un depósito de vapor interior, el quemador es de dos marchas y emplea gas natural como combustible. Por otra parte, el aceite térmico se utiliza para calentar los rodillos de las calandras.

Por último, el aire comprimido se genera en dos compresores alternativos y con el objeto de introducir en el proceso un agua de mejor calidad se emplea un descalcificador.

### Diagnóstico energético básico

El consumo específico de agua se presenta ligeramente elevado. De media se emplean 32 l/kg ropa, siendo deseable situarse en torno de los 22 l/kg ropa.

Así como se presenta aceptable el consumo específico de energía proveniente de combustibles fósiles, no lo es tanto el consumo específico de energía eléctrica. Parece ser que, para la cantidad de ropa que se lava, el consumo de energía eléctrica es significativo, siendo deseable rebajar algo este valor.

En la curva de evolución del consumo de energía eléctrica, durante los primeros meses se observan unos altibajos. Sin embargo, en la misma época, el resto de curvas (ropa lavada, agua y gas natural) siguen una misma tendencia, sin esos altibajos. La causa está probablemente en cómo se ha realizado el proceso de lavado.

La forma de trabajar los fines de semana puede influir notablemente en este sentido. El tener que hacer funcionar todas las máquinas para trabajar unas pocas horas supone un gasto que perjudica los índices de ahorro medio semanales.

El objetivo a conseguir es que el indicador de consumo específico de energía eléctrica sea al menos el conseguido en el mes de enero, 0,22 kWh/kg ropa.

Con el objeto de reducir el consumo de agua, se ha de procurar lavar lo menos posible en vacío en el túnel, sobre todo cuando lo forman pocos módulos, ya que la posibilidad de reutilización de agua es menor.

### SISTEMA DE CONTABILIDAD ENERGÉTICA: Lavandería N° 3

Recopilación de información

**Año: 2007**

PRODUCCIÓN DE ROPA LAVADA		
Mes	Número de días	Ropa lavada
Enero	30	129.000
Febrero	28	122.000
Marzo	31	120.000
Abril	30	115.000
Mayo	31	126.000
Junio	30	124.000
Julio	31	109.000
Agosto	31	99.000
Septiembre	30	111.000
Octubre	31	120.000
Noviembre	30	116.000
Diciembre	30	115.000
<b>Anuales</b>	<b>363</b>	<b>1.406.000</b>

CONSUMO DE AGUA		
Mes	Volumen (m³)	Coste (€)
Enero	4.100	
Febrero	3.900	
Marzo	3.800	
Abril	3.650	
Mayo	4.000	
Junio	3.950	
Julio	3.500	
Agosto	3.400	
Septiembre	3.600	
Octubre	3.750	
Noviembre	3.650	
Diciembre	3.650	
<b>Anuales</b>	<b>44.950</b>	

CONSUMO DE COMBUSTIBLE FÓSIL		
Mes	Volumen (l)	Coste (€)
Enero	28.855	
Febrero	28.846	
Marzo	27.150	
Abril	24.659	
Mayo	27.880	
Junio	27.548	
Julio	25.104	
Agosto	23.602	
Septiembre	18.545	
Octubre	23.282	
Noviembre	25.725	
Diciembre	25.207	
<b>Anuales</b>	<b>306.403</b>	

INDICAR TIPO DE COMBUSTIBLE FÓSIL	
1. Gas natural	Gas natural
2. Gasóleo	
3. Propano	
4. Butano	

SUMINISTRO DE BAJA TENSIÓN	
Potencia contratada (kW)	
Modo de facturación	
Tarifa contratada (3.0.2, 4.0)	
Discrimincaión horaria (0,1,2,3,4)	
¿Batería de condensadores? SÍ/NO	

CONSUMO DE ENERGÍA ELÉCTRICA							
Mes	kWh Punta	kWh Llano	kWh Valle	kWh Totales	kVArh	kW Facturados	Coste (€)
Enero	7.520	20.720	0	28.240			3.671
Febrero	10.800	27.920	0	38.720			5.034
Marzo	9.240	24.760	0	34.000			4.420
Abril	11.160	27.840	0	39.000			5.070
Mayo	7.920	22.760	0	30.680			3.988
Junio	7.840	30.680	0	38.520			5.008
Julio	9.440	34.840	0	44.280			5.756
Agosto	8.600	32.000	0	40.600			5.278
Septiembre	8.400	31.080	0	39.480			5.132
Octubre	9.400	36.800	0	46.200			6.006
Noviembre	9.320	35.920	0	45.240			5.881
Diciembre	9.480	35.160	0	44.640			5.803
Anuales	109.120	360.480	0	469.600			61.048

Figura 29. Lavandería N° 3 - Recopilación de información.

Fuente: Elaboración propia.

### SISTEMA DE CONTABILIDAD ENERGÉTICA: Lavandería 3

#### Indicadores energéticos

Año 1998	Producción		Productividad	Consumo energético			Indicadores energéticos (kw h/kg ropa lavada)		
Mes	N.º días	Ropa lavada (kg)	Kg ropa/día	Agua (m³)	E. Eléctrica (kWh)	Combustible (kWh)	l/kg ropa lavada	E. Eléctrica	Combustible fósil
Enero	30	129.000	4.300	4.100	28.240	304.708	31,8	0,22	2,36
Febrero	28	122.000	4.357	3.900	38.720	304.615	32,0	0,32	2,50
Marzo	31	120.000	3.871	3.800	34.000	286.704	31,7	0,28	2,39
Abril	30	115.000	3.833	3.650	39.000	260.394	31,7	0,34	2,26
Mayo	31	126.000	4.065	4.000	30.680	294.413	31,7	0,24	2,34
Junio	30	124.000	4.133	3.950	38.520	290.905	31,9	0,31	2,35
Julio	31	109.000	3.516	3.500	44.280	265.094	32,1	0,41	2,43
Agosto	31	99.000	3.194	3.400	40.600	249.239	34,3	0,41	2,52
Septiembre	30	111.000	3.700	3.600	39.480	195.836	32,4	0,36	1,76
Octubre	31	120.000	3.871	3.750	46.200	245.862	31,3	0,39	2,05
Noviembre	30	116.000	3.867	3.650	45.240	271.655	31,5	0,39	2,34
Diciembre	30	115.000	3.833	3.650	44.640	266.184	31,7	0,39	2,31
<b>Total</b>	<b>363</b>	<b>1.406.000</b>	<b>3.873</b>	<b>44.950</b>	<b>469.600</b>	<b>3.235.608</b>	<b>32,0</b>	<b>0,33</b>	<b>2,30</b>

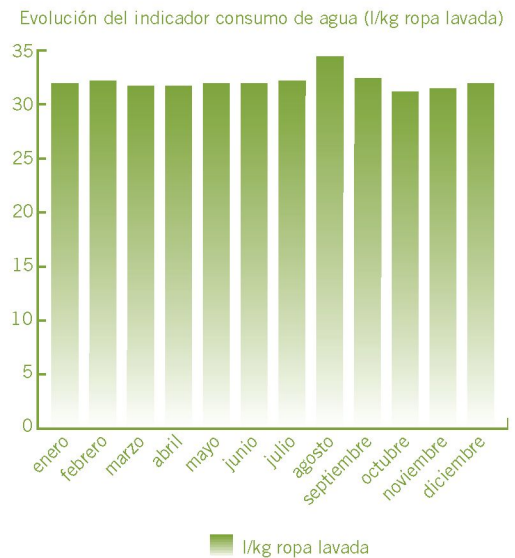
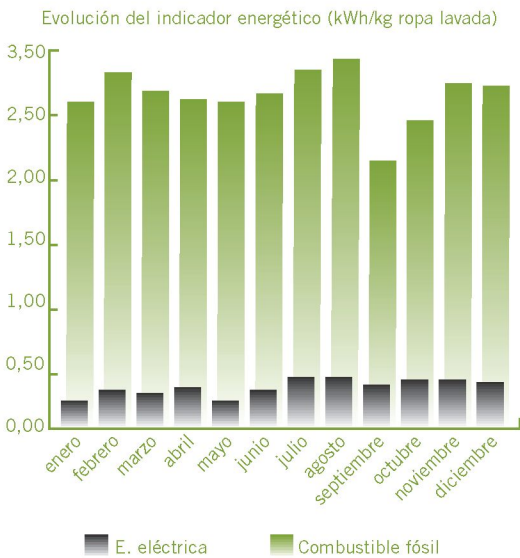


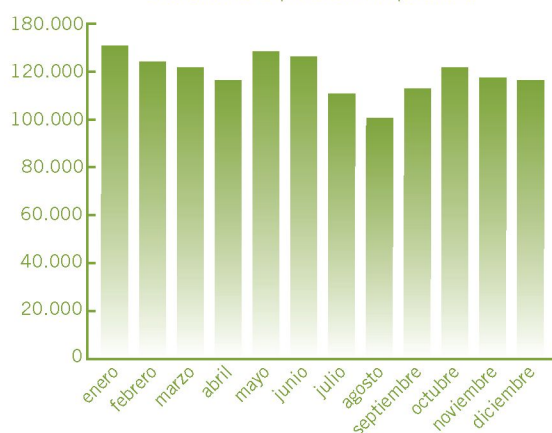
Figura 30. Lavandería N° 3 - Indicadores energéticos.

Fuente: Elaboración propia.

**PRODUCCIÓN DE ROPA LAVADA**

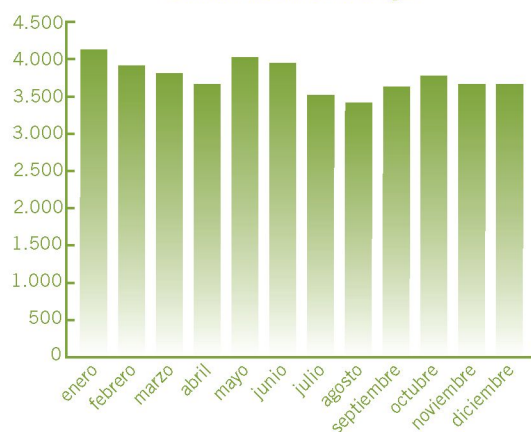
Mes	kg ropa lavada
Enero	129.000
Febrero	122.000
Marzo	120.000
Abril	115.000
Mayo	126.000
Junio	124.000
Julio	109.000
Agosto	99.000
Septiembre	111.000
Octubre	120.000
Noviembre	116.000
Diciembre	115.000

Evolución de la producción: ropa lavada

**CONSUMO DE AGUA**

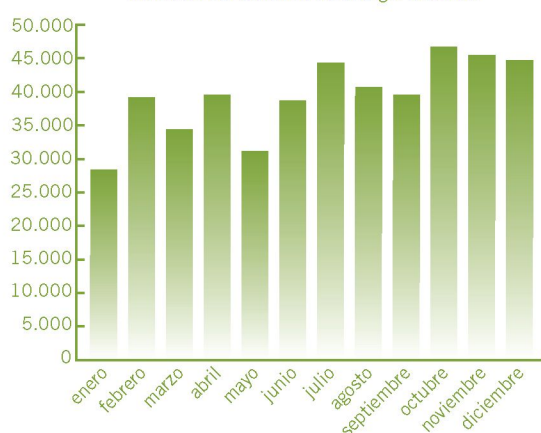
Mes	Consumo
Enero	4.100
Febrero	3.900
Marzo	3.800
Abril	3.650
Mayo	4.000
Junio	3.950
Julio	3.500
Agosto	3.400
Septiembre	3.600
Octubre	3.750
Noviembre	3.650
Diciembre	3.650

Evolución del consumo de agua

**CONSUMO DE ENERGÍA ELÉCTRICA**

Mes	Consumo kWh
Enero	28.240
Febrero	38.720
Marzo	34.000
Abril	39.000
Mayo	30.680
Junio	38.520
Julio	44.280
Agosto	40.600
Septiembre	39.480
Octubre	46.200
Noviembre	45.240
Diciembre	44.640

Evolución del consumo de energía eléctrica





CONSUMO DE COMBUSTIBLE FÓSIL		
Mes	Consumo	kWh
Enero	28.855	304.708
Febrero	28.846	304.615
Marzo	27.150	286.704
Abril	24.659	260.394
Mayo	27.880	294.413
Junio	27.548	290.905
Julio	25.104	265.094
Agosto	23.602	249.239
Septiembre	18.545	195.836
Octubre	23.282	245.862
Noviembre	25.725	271.655
Diciembre	25.207	266.184

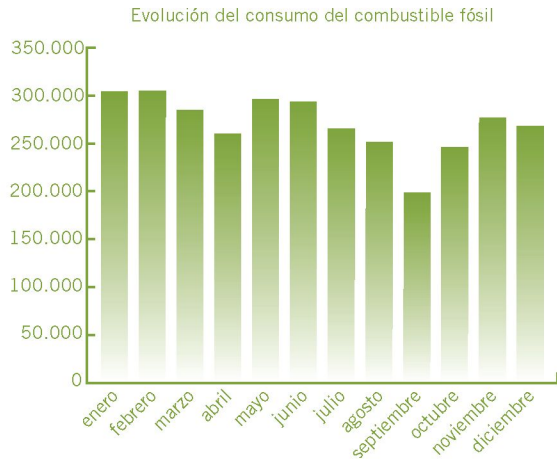


Figura 31. Lavandería N° 3 - Curvas de evolución.

Fuente: Elaboración propia.

## LAVANDERÍA N° 4

### Descripción general

Según la clasificación desarrollada en la parte central del texto, la lavandería n° 4 se corresponde con una pequeña lavandería. La lavandería está ubicada en el casco urbano de una pequeña ciudad. El establecimiento ocupa una superficie de 50 m<sup>2</sup>.

Diariamente se lavan unos 70 kg de ropa, siendo esta cantidad mayor en invierno (más de 100 kg ropa/día) y menor en verano (alrededor de 50 kg ropa/día). La lavandería funciona los doce meses del año.

Toda la lavandería es llevada por una única persona. El horario de trabajo es, de lunes a viernes, de las 10h00 a las 13h00 y, por la tarde, de las 16h00 a las 20h00. Los sábados solamente trabaja por la mañana.

Los clientes son fundamentalmente particulares y pequeños restaurantes cercanos a la lavandería.

La ropa no se pesa en una báscula antes de pasar a las máquinas de lavado. La dosificación de detergentes se hace de forma manual, en función de la experiencia y del tipo de prenda a lavar.

Como suministros energéticos emplea energía eléctrica y gasóleo C.

Una caldera doméstica de gasóleo C produce agua caliente que es empleada para elevar la temperatura del agua de red en el prelavado hasta unos 35 °C. La misma caldera comparte uso con los sistemas de calefacción y producción de agua caliente sanitaria.

El suministro de agua se realiza a través de la red general de distribución del municipio.

## Equipamiento

La maquinaria específica para realizar las tareas de lavado está compuesta por una lavacentrífuga de 50 kg de capacidad, dos lavacentrífugas más pequeñas, una centrífuga de 6 kg de capacidad, dos secadoras y una planchadora de forma.

Todas las lavacentrífugas son de calentamiento eléctrico.

Como ya se ha comentado, se emplea agua caliente producida por una caldera doméstica para elevar la temperatura del agua de red en el prelavado, y así evitar que las resistencias eléctricas trabajen durante más tiempo.

La caldera doméstica tiene una potencia nominal de 27,4 kW. Las tuberías de distribución no se encuentran calorifugadas.

## Diagnóstico energético básico

Al no existir una sistemática de recogida de datos se acude a los recibos y, en base a los modos de explotación junto con las características de los equipos, se procede a estimar una producción y unos consumos medios.

De esta manera, aproximadamente se consumen unos 5.500 l/año de gasóleo C. Suponiendo que, para la zona en la que se encuentra la lavandería y las características del edificio, se emplean 12.000 kWh/año en calefacción y producción de agua caliente sanitaria, entonces son 43.660 kWh/año los que se emplean en el proceso de lavado.

De los recibos de la compañía eléctrica se obtiene un consumo en la lavandería de 15.638 kWh/año. Aproximadamente se consumen unos 900 m<sup>3</sup>/año en la lavandería.

Considerando una media de 70 kg ropa/día durante los 310 días laborables, se obtienen los siguientes ratios:

- Consumo específico de gasóleo C: 2,20 kWh/kg ropa.
- Consumo específico de energía eléctrica: 0,79 kWh/kg ropa.
- Consumo específico de agua: 45,3 l/kg ropa.

De estos resultados se observa como el consumo de todos los suministros es elevado.

La causa se debe a que en una pequeña lavandería no se tiene un proceso de lavado continuo, debido tanto a la variedad que existe de clientela como al tipo de prendas que se han de lavar.

Por ello, es difícil conseguir que siempre los tambores de las lavadoras se llenen al 100 por 100.

Por otro lado, el consumo específico de energía eléctrica es alto porque no existe un generador de calor exclusivo y adecuado que emplee combustibles fósiles para calentar el agua en el proceso de lavado. Luego, las planchadoras tienen también calentamiento eléctrico.

Caben los siguientes comentarios:

- Sería aconsejable pesar la ropa antes de introducirla en las máquinas, procurando llenar cada máquina a tope y así conocer cual es exactamente la cantidad de ropa lavada.
- Con el objeto de reducir las pérdidas de calor en la tubería de agua caliente, es recomendable calorificarla.
- Las máquinas tienen una cierta antigüedad. La tecnología de hoy en día permite lavar empleando menos agua y menos energía.
- Mediante el implante de un sencillo sistema de gestión energética se podría efectuar un seguimiento de la relación entre cantidad de ropa lavada y consumos realizados.
- Por último, sería conveniente revisar todas las máquinas periódicamente para evitar consumos debidos a desajustes, etc.

## LAVANDERÍA N° 5

### Descripción general

La lavandería n° 5 es una tintorería. Está ubicada en el casco urbano de una pequeña ciudad. El establecimiento ocupa una superficie de unos 40 m<sup>2</sup>.

Como valor medio, al día se lavan unos 27 kg de ropa. Aproximadamente la mitad corresponde a limpieza en seco y la otra mitad a lavado con agua.

La lavandería está abierta durante todo el año. En ella trabajan dos personas. Entre semana, se trabaja por la mañana de 9h00 a las 14h00 y, por la tarde, de las 17h00 a las 20h30. Los sábados se abre solamente por la mañana.

Los clientes son fundamentalmente particulares. Llevan a la tintorería la ropa que no pueden lavar en sus casas o lo que se considera como ropa delicada (trajes, vestidos, chaquetas, etc.), que necesita de un lavado en seco.

La ropa no se pesa en una báscula antes de ser introducida en las máquinas de lavado. La dosificación de detergentes se hace de forma manual, en función de la experiencia y del tipo de prenda a lavar.

Como suministros energéticos únicamente se emplea energía eléctrica. El suministro de agua se realiza a través de la red general de distribución del municipio.

### Equipamiento

Las máquinas que se encuentran en la lavandería son todas eléctricas. Para realizar las tareas de lavado se cuenta con una lavadora de limpieza en seco de 13 kg de capacidad, una lavacentrífuga, dos secadoras, una planchadora de forma, una desmanchadora y una empaquetadora.

Además, se dispone de un pequeño compresor que suministra aire comprimido a la planchadora de forma.

Al ser un establecimiento que está de cara al público, posee un significativo sistema de alumbrado, compuesto por unos 40 tubos fluorescentes, de 36 W/tubo. Se dispone de una iluminación suficiente con solamente 28 tubos encendidos.

### Diagnóstico energético básico

No existe un sistema de recogida de datos periódico. Por esta razón, se acude a los recibos del agua y energía eléctrica que, junto con el estudio de los modos de explotación y las características de los equipos, sirven para estimar una producción y unos consumos medios.

De los recibos de la compañía eléctrica, se obtiene que el consumo anual en la lavandería es de unos 18.500 kWh/año.

La lectura del contador de agua indica que en un año se han consumido 325,6 m<sup>3</sup>.

Por un contador situado en la lavadora de limpieza en seco se tiene que en un año se han efectuado 849 ciclos de lavado. En cada ciclo se lavan no más de 5 kg de ropa. Por otro lado, cada dos días la lavacentrífuga se pone en marcha unas tres veces, siendo la carga aproximadamente de 9 kg, como valor medio.

Con estos datos se estima que se han lavado 4.245 kg ropa/año en la lavadora de limpieza en seco y, unos 4050 kg ropa/año en la lavacentrífuga.

Como valores medios de los consumos específicos, se obtiene para el agua unos 80,4 l/kg ropa y, para la energía, 2,6 kWh/kg ropa seco y 1,9 kWh/kg ropa con agua.

Se observa como los consumos específicos son realmente elevados. Sin embargo, la maquinaria es moderna. El origen se encuentra en la discontinuidad que existe en la recepción de ropa. Si se pudiera formar un grupo grande de ropa, que llenara prácticamente todo el tambor, el consumo específico se reduciría enormemente.

Por otro lado, habiendo elegido equipos de menor capacidad se podrían realizar ciclos de lavado más ajustados a la demanda que se está produciendo en la actualidad. Además, funcionar con una carga parcial es perjudicial para la máquina, ya que no trabaja en las condiciones de diseño y su vida útil se reduce notablemente.

Se recomienda aprovechar al máximo el ciclo de lavado, empleando si hace falta redes para separar la ropa de diferentes clientes.

También sería conveniente establecer un sencillo Sistema de Gestión Energética, mediante el cual se pudiera efectuar un seguimiento de la relación entre cantidad de ropa lavada y consumos realizados. Al mismo tiempo, un adecuado Programa de Mantenimiento reduciría la posibilidad de sufrir algún contratiempo futuro y ajustaría los consumos.

## II. UNIDADES Y EQUIVALENCIAS

UNIDADES BÁSICAS		
MAGNITUD	NOMBRE	SÍMBOLO
Longitud	Metro	m
Masa	Kilogramo	kg
Tiempo	Segundo	s
Intensidad eléctrica	Amperio	A
Temperatura	Kelvin	k
Cantidad de materia	Mol	mol
Intensidad luminosa	Candela	cd
ALGUNAS UNIDADES DERIVADAS		
Superficie	metro cuadrado	m <sup>2</sup>
Volumen	metro cúbico	m <sup>3</sup>
Energía, Trabajo o Calor	Julio	J
Presión	Pascal	Pa

MULTIPOS Y SUBMÚLTIPLOS		
FACTOR	PREFIJO	SIMBOLO
1,E-18	Atto	a
1,E-15	Femto	f
1,E-12	Pico	p
1,E-09	Nano	n
1,E-06	Micro	u
1,E-03	Mili	m
1,E-02	Centi	c
1,E-01	Deci	d
1,E+01	Deca	da
1,E+02	Hect	h
1,E+03	Kilo	k
1,E+06	Mega	M
1,E+09	Giga	G
1,E+12	Tera	T
1,E+15	Peta	P
1,E+18	Exa	E

Tabla 17. Sistema internacional de unidades.

Fuente: Elaboración propia.

CONCEPTO	DE USO COMÚN	S. INTERNACIONAL
ENERGÍA: Calorífica Eléctrica	kilocaloría (kcal) kilowatio-hora(kWh)	Julio (J)
POTENCIA: Calorífica Eléctrica	Kilocaloría por hora (kcal/h) kilowatio	Vatio (W)
PODER CALORÍFICO: Sólidos y líquidos Gases	Kilocaloría por kilogramo (kcal/kg) Kilocaloría por Nm <sup>3</sup> (kcal/Nm <sup>3</sup> )	Julio por Kilogramo (J/kg) Julio por Nm <sup>3</sup> (J/Nm <sup>3</sup> )
TEMPERATURA	Grado centígrado (°C)	Grado Kelvin (K)
PRESIÓN	Kilogramos fuerza por cm <sup>2</sup>	Pascal (Pa)
CAUDAL	Metros cúbicos por hora (m <sup>3</sup> /h) Kilogramos por hora (kg/h)	Metros cúbicos por segundo (m <sup>3</sup> /seg) Kilogramos por segundo (kg/s)

Tabla 18. Unidades de uso común.

Fuente: Elaboración propia.

UNIDAD	Julios	Kilocalorías	Termias	KWh	Tep
<b>Julio (J)</b>	1	238,89X10 <sup>-6</sup>	238,89X10 <sup>-9</sup>	277,78X10 <sup>-9</sup>	23,889X10 <sup>-12</sup>
<b>Kilocaloría (kcal)</b>	4,186X10 <sup>3</sup>	1	10 <sup>-3</sup>	1,1628X10 <sup>-3</sup>	10 <sup>-7</sup>
<b>Termia (Te)</b>	4,186X10 <sup>6</sup>	10 <sup>3</sup>	1	1,1628	10 <sup>-4</sup>
<b>Kilowatio hora (kWh)</b>	3,6X10 <sup>6</sup>	860	860X10 <sup>-3</sup>	1	86X10 <sup>-6</sup>
<b>tep</b>	41,86X10 <sup>9</sup>	10 <sup>7</sup>	10 <sup>4</sup>	11,6279X10 <sup>3</sup>	1

Tabla 19. Relación entre las principales unidades de energía, trabajo o cantidad de calor.

Fuente: Elaboración propia.

Para pasar de una magnitud expresada en una unidad de la columna de la izquierda a la misma magnitud expresada en una unidad de la fila superior, debe multiplicarse aquella por el factor de la intersección.

## DEFINICIONES

### Tonelada equivalente de petróleo (tep):

Corresponde a 1.000 kg de combustible de 10.000 kilocalorías por kilogramo de poder calorífico inferior, equivalente a un contenido energético de 10.000 termias.

### Tonelada equivalente de carbón (tec):

Corresponde a 1.000 kg de combustible de 7.000 kilocalorías por kilogramo de poder calorífico inferior, equivalente a un contenido energético de 7.000 termias.

**Poder calorífico:**

Se define el Poder Calorífico de un combustible como la cantidad de calor que se desprende en la combustión completa de una unidad de combustible. Cuando el agua formada en la combustión se lleva a forma líquida a 0 °C y una presión de 1 atmósfera, el Poder calorífico se denomina **Superior**, mientras que cuando el agua formada en la combustión permanece en forma de vapor se denomina **Inferior**.

El **Poder Calorífico Superior (P.C.S.)** es de una cuantía más elevada que el **Poder Calorífico Inferior (P.C.I.)**, ya que a la propia energía liberada en el proceso de combustión se le añade el calor de condensación del agua formada en la combustión.

Cuando se establecen los balances energéticos de un proceso en el cual tiene lugar un proceso de combustión, debe de tenerse especial precaución a la hora de seleccionar la magnitud del combustible a emplear. Si se emplea el **P.C.S.** es necesario evaluar la energía de las diferentes corrientes teniendo en cuenta su composición (en particular el contenido de agua) y elegir un estado de referencia coherente con el empleo de la citada magnitud. Lo más habitual es emplear el P.C.I., ya que en la mayoría de los procesos el calor de condensación del vapor de agua formado en la combustión no es aprovechable, y por tanto proporciona una aproximación más realista al aporte energético del combustible al proceso en cuestión.

### III COMBUSTIBLES. CARACTERÍSTICAS

#### COMBUSTIBLES LÍQUIDOS

##### FUELÓLEO N° 1 Y FUELÓLEO N° 1 BIA <sup>(1)</sup>

CARACTERÍSTICAS	UNIDADES MEDIDA	LÍMITES
Azufre (1)	% Peso	2,70 máx
Viscosidad cinemática a 100°C	mm <sup>2</sup> /s	25 max
Punto inflamación	°C	65 min
Agua y sedimento	% volumen	1 max
Agua	% volumen	0,5 max
Poder calorífico inferior (PCI)	Kcal/kg	9.600
Poder calorífico superior (PCS)	Kcal/kg	10.100

(1) Cuando el contenido en azufre no supera el 1,0% en peso, se denomina fuelóleo n° BIA (Bajo Índice de Azufre)

Tabla 20. Combustibles líquidos: fuelóleo n° 1 y fuelóleo n° 1 BIA.

Fuente: Elaboración propia.

#### GASÓLEO C

CARACTERÍSTICAS	UNIDADES DE MEDIDA	LÍMITES
Azufre	% peso	0,2 máx.
Viscosidad cinemática a 40° C	mm <sup>2</sup> /s	7,0 máx.
Punto de inflamación	°C	60 mín.
Agua y sedimento	% volumen	0,1 máx.
Densidad a 15° C	kg/m <sup>3</sup>	900 máx.
Poder Calorífico Superior (PCS)	kcal/kg	10.300 mín

Tabla 21. Combustibles líquidos: Gasóleo C.

Fuente: Elaboración propia.

#### COMBUSTIBLES GASEOSOS

##### GAS NATURAL

CARACTERÍSTICAS	UNIDADES DE MEDIDA	LÍMITES
Contenido en mercaptanos	mg/Nm <sup>3</sup>	15,0 máx.
Contenido en ácido sulfídrico	mg/Nm <sup>3</sup>	2,0 máx.
Contenido en azufre total	mg/Nm <sup>3</sup>	50,0 máx.
Contenido en agua	ppm	80 máx.
Índice de Wobbe		12.435
Poder Calorífico Superior (PCS) máx/mín	kcal/Nm <sup>3</sup>	9.600/9.150

Tabla 22. Combustibles gaseosos: Gas Natural.

Fuente: Elaboración propia.



## PROPANO

CARACTERÍSTICAS	UNIDADES DE MEDIDA	LÍMITES
Densidad a 15 °C	kg/l	0,502 mín.
Azufre total	gr/Nm <sup>3</sup>	0,1 máx.
Presión de vapor a 37,8 °C	kg/cm <sup>2</sup>	10-15
Poder calorífico inferior (PCI)	kcal/kg	10.800 mín.
Poder Calorífico Superior (PCS)	kcal/kg	11,900 mín

Tabla 23. Combustibles gaseosos: Propano.

Fuente: Elaboración propia.

## BUTANO

CARACTERÍSTICAS	UNIDADES DE MEDIDA	LÍMITES
Densidad a 15 °C	kg/l	0,560 mín.
Azufre total	gr/Nm <sup>3</sup>	0,1 máx.
Presión de vapor a 50 °C	kg/cm <sup>2</sup>	7,5 máx
Poder calorífico inferior (PCI)	kcal/kg	10.800 mín.
Poder Calorífico Superior (PCS)	kcal/kg	11,900 mín

Tabla 24. Combustibles gaseosos: Butano.

Fuente: Elaboración propia.

Dos gases serán intercambiables para un quemador determinado cuando con las mismas condiciones de suministro, presión y temperatura mantienen las mismas características de combustión. Los datos que normalmente facilitan las compañías suministradoras de Gas son: Poder Calorífico Superior (PCS), densidad relativa referida al aire (d), e índice de Wobbe (W). La relación entre estos valores define el gasto calorífico, el potencial de combustión y la intercambiabilidad de gases combustibles.

El gasto calorífico, definido como el producto volumétrico del gas por su poder calorífico, está directamente relacionado con la densidad relativa del gas. El índice de Wobbe (W) se determina por la expresión  $W = \text{PCS} / \sqrt{d}$ .

## IV LEGISLACIÓN

### Extracto de normativa legal energética aplicable.

- El Plan de Energías Renovables en España (PER) 2005-2010, que constituye la revisión del Plan de Fomento de las Energías Renovables en España 2000-2010.
- Plan de Asignación de Derechos de Emisión.
- Medidas Liberalizadoras. Real Decreto-ley 6/1999, de 16 de Abril, de Medidas Urgentes de Liberalización e Incremento de la Competencia.

### Gas natural y GLP

- Planificación 2002-2011 de los Sectores Eléctrico y Gasista
- ORDEN ITC/3992/2006, de 29 de diciembre, por la que se establecen las tarifas de gas natural y gases manufacturados por canalización, alquiler de contadores y derechos de acometida para los consumidores conectados a redes de presión de suministro igual o inferior a 4 bar.
- ITC/2065/2006, de 29 de junio, establece el sistema de determinación automática de precios de los gases licuados del petróleo.
- Ley de hidrocarburos 34/1998 de 7 de octubre.
- Norma UNE 60-601-93/1M: 1996
- Orden de 25 de mayo de 1993 de la Junta de Castilla y León (BOCyL 7/6/93 y modificación 22/4/94)
- Reglamento de aparatos que usan gas como combustible.
- Reglamento de instalaciones de almacenamiento y suministro de gases licuados del petróleo en depósitos fijos y de seguridad en centros de almacenamiento y suministro de gases licuados del petróleo a granel.
- Reglamento de instalaciones de gas.
- Reglamento del servicio público de gases combustibles.
- Reglamento de aparatos a presión. REAL DECRETO 1495/1991. (BOE 15/10/91).
- Reglamento de aparatos que utilizan combustibles gaseosos. REAL DECRETO 494/1988 de 20 Mayo BOE 25/5/88.
- Ley del gas. (Ley 10/1987 de 15 de Mayo. BOE 17/6/87).
- Reglamento de redes y acometidas de combustibles gaseosos. REAL DECRETO 1853/1993 de 22 de Octubre. BOE 8/3/1994.
- Publicación mensual de precios en el BOE.

Nota: A medida que vaya siendo desarrollada, la Ley de hidrocarburos irá sustituyendo a todos estos reglamentos.

### Combustibles líquidos

- Ley de hidrocarburos 34/1998 de 7 de octubre.
- REAL DECRETO 398/1996 de 1 de Marzo, especificación de gasóleos en concordancia con las de la UE.
- REAL DECRETO 2482/1986 de 25 de Septiembre, sobre especificaciones y características de combustibles líquidos.
- REAL DECRETO 1485/1987 de 4 de Diciembre, sobre especificaciones y características de combustibles líquidos.
- REAL DECRETO 1427/1997 de Instalaciones Petrolíferas para uso propio (BOE 23/10/97). MI-IPO3.
- Orden de 12 de junio de la Consejería de Industria, Comercio y Turismo, sobre procedimiento para la autorización de instalaciones petrolíferas para uso propio (BOCyL 3/8/98).

### Energía eléctrica

- El REAL DECRETO 1634/2006, de 29 de diciembre, establece la tarifa eléctrica a partir del 1 de enero de 2007.
- Real Decreto 1432/2002 de metodología para la aprobación de la tarifa eléctrica media o de referencia.
- Real Decreto 2818/1998 sobre producción de energía eléctrica por instalaciones abastecidas por recursos o fuentes de energía renovables, residuos o cogeneración.
- Ley 54/1997, de 27 de Noviembre, del sector eléctrico constituye el marco regulatorio para el sistema eléctrico liberalizado de alta tensión.
- Reglamento electrotécnico para baja tensión. DECRETO 2413/1973 de 20 de Septiembre (BOE 9/10/1973) y REAL DECRETO 2295/1985 de 9 Octubre (BOE 12/10/1985).
- Reglamento de verificaciones eléctricas. Decreto de 12 de Marzo de 1954, BOE 15/04/54.

### Cogeneración

- REAL DECRETO 436/2004, de 12 de marzo, por el que se establece la metodología para la actualización y sistematización del régimen jurídico y económico de la actividad de producción de energía eléctrica en régimen especial.
- REAL DECRETO 2818/1998, de 23 de Diciembre, sobre producción de energía eléctrica por instalaciones abastecidas por recursos o fuentes de energías renovables, residuos y cogeneración. BOE 20/12/98.

- REAL DECRETO 2366/1994, de 9 de Diciembre, sobre producción de energía eléctrica por instalaciones hidráulicas, de cogeneración y otras abastecidas por recursos o fuentes de energía renovables. BOE 31/12/94.
- REAL DECRETO 907/1982, de 2 de Abril. Fomento de la autogeneración de energía eléctrica. BOE 10/5/82.
- Ley 82/1980, de 30 de Diciembre, de conservación de la energía. BOE 27/01/81.

4

4

PLAN DE ASISTENCIA ENERGÉTICA EN EL SECTOR LAVANDERÍAS

