

48  
24.



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA  
DE MEXICO

FACULTAD DE INGENIERIA

USO RACIONAL DE LA ENERGIA TERMICA EN LAS  
INSTALACIONES DEPORTIVAS DEL CAMPUS DE  
CIUDAD UNIVERSITARIA

**T E S I S**  
QUE PARA OBTENER EL TITULO DE  
**INGENIERO MECANICO ELECTRICISTA**  
P R E S E N T A  
**GONZALO CRUZ FLORES**

ASESOR: ING. VICENTE LOPEZ FERNANDEZ



MEXICO, D. F.

1997

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN



Universidad Nacional  
Autónoma de México



**UNAM – Dirección General de Bibliotecas**  
**Tesis Digitales**  
**Restricciones de uso**

**DERECHOS RESERVADOS ©**  
**PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL**

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

**DEDICO ESTA TESIS:**

**A MIS PADRES: POR LA ACERTADA EDUCACIÓN QUE ME BRINDARON Y POR SU APOYO INCONDICIONAL A FIN DE LOGRAR MIS OBJETIVOS.**

**A MI ESPOSA EVELIN: POR SU COMPRENSIÓN Y APOYO, ADEMÁS DE SU INMENSO AMOR.**

**A MI HERMANO NORBERTO: POR SU APOYO DESINTERESADO Y SU HONESTA ORIENTACIÓN.**

**A TODOS MIS HERMANOS: POR LOS MOMENTOS QUE HEMOS VIVIDO JUNTOS**

**A LA ING. GUADALUPE RAMÍREZ C. : POR SU ENTERA DISPOSICIÓN Y FACILITARME SU AYUDA PARA LA CONCLUSIÓN DE ESTA TESIS.**

**AL ING. VICENTE LÓPEZ F. : POR SU VALIOSA GUÍA SIN LA CUAL ESTE TRABAJO NO HUBIESE PODIDO LLEVARSE A CABO.**

# **I N D I C E**

**INTRODUCCIÓN**

**OBJETIVO DE LA TESIS**

**MOTIVO POR EL CUAL SE REALIZO LA TESIS**

## **PRIMERA PARTE**

### **SITUACIÓN ENERGÉTICA A NIVEL NACIONAL**

#### **CAPITULO I**

	<b>Pág.</b>
<b>1.1 Antecedentes</b>	<b>4</b>
<b>1.2 Situación energética a nivel nacional</b>	<b>5</b>

## SEGUNDA PARTE

### TÉCNICAS Y METODOLOGÍA PARA EL USO RACIONAL DE ENERGÍA

#### CAPITULO II

<b>2.1</b>	<b>METODOLOGÍA Y MEDIDAS DE AHORRO DE ENERGÍA EN LAS INSTALACIONES DEPORTIVAS</b>	<b>8</b>
<b>2.2</b>	<b>Metodología, sistemas y medidas de ahorro de energía en las instalaciones deportivas</b>	<b>8</b>
<b>2.3</b>	<b>Metodología para el uso racional de energía</b>	<b>8</b>
<b>2.3.1</b>	<b><i>La auditoría energética (AE)</i></b>	<b>8</b>
2.3.1.1	Introducción.	8
2.3.1.2	Definición de auditoría energética	9
2.3.1.3	Cuando se hace	10
2.3.1.4	Como debe hacerse	10
2.3.1.5	Metodología	11
2.3.1.6	Medios a utilizar para la realización de una AE	16
2.3.1.7	Tipología de instalaciones	16
2.3.1.8	Como debe ser servicio de la AE	16
2.3.1.9	La administración energética debe tener	17
<b>2.3.2</b>	<b><i>Tipos de auditoría energética</i></b>	<b>17</b>
2.3.2.1	Auditoría panorámica o inicial	17

2.3.2.2	Auditoría corta o mini auditoría	18
2.3.2.3	Auditoría completa o maxiauditoría	19
2.3.3	<i>Frecuencia de las auditorías</i>	19
2.3.4	<i>Pasos preliminares para la conducción de una auditoría energética (AE)</i>	20
2.3.5	<i>Actividades iniciales de una Auditoría Energética</i>	23
2.3.5.1	Recopilación de información fundamental a través del "cuestionario energético básico".	23
2.4	<b>Medidas de ahorro de energía en una instalación deportiva</b>	24
2.4.1	<i>Producción de agua caliente sanitaria en una instalación deportiva</i>	24
2.4.1.1	Control del suministro: Caudal y temperatura	24
2.4.2	<i>Reducción de las pérdidas de calor adicionales</i>	25
2.4.3	<i>Recuperación de calor del agua de las duchas</i>	26
2.4.4	<i>Utilización de depósitos de acumulación de agua caliente</i>	27
2.4.5	<i>Individualización de las instalaciones</i>	28
2.4.6	<i>Aislamiento térmico de tuberías, depósitos e intercambiadores de calor</i>	29
2.4.7	<i>Regulación y control de las instalaciones de producción y distribución de energía</i>	30
2.4.7.1	Termostatos	31
2.4.7.2	Válvulas motorizadas	32
2.4.7.3	Contadores de calor	32
2.5	<b>Medidas de ahorro de energía en piscinas</b>	34
2.5.1	<i>Control de la temperatura de utilización</i>	34
2.5.2	<i>Utilización de la manta térmica</i>	34
2.5.3	<i>Recuperación del calor del agua de renovación de la piscina</i>	38

<b>2.5.4</b>	<b><i>Creación de barreras contra el viento en piscinas al aire libre</i></b>	<b>39</b>
<b>2.5.5</b>	<b><i>Aprovechamiento de la radiación solar directa</i></b>	<b>40</b>
<b>2.5.6</b>	<b><i>Mejoras en el aislamiento de tuberías y paredes</i></b>	<b>41</b>

## TERCERA PARTE

### DESARROLLO DE AUDITORÍA ENERGÉTICA (DIAGNOSTICO ENERGÉTICO) DE SEGUNDO NIVEL, EN LAS INSTALACIONES DEPORTIVAS DEL CAMPUS DE CIUDAD UNIVERSITARIA DE LA UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO.

#### CAPITULO III

<b>3.1</b>	<b>APLICACIÓN DE AUDITORÍA ENERGÉTICA (DIAGNOSTICO ENERGÉTICO) EN LAS INSTALACIONES DEPORTIVAS DE C.U.</b>	<b>42</b>
<b>3.2</b>	<b>Introducción</b>	<b>42</b>
<b>3.3</b>	<b>Instalación: Estadio C.U.</b>	<b>44</b>
<b>3.3.1</b>	<b>3. Situación actual</b>	<b>44</b>
<b>3.3.2</b>	<b>Áreas de potencial de ahorro de energía</b>	<b>46</b>
<b>3.3.2.1</b>	<b>Energía térmica</b>	<b>46</b>
<b>3.3.3</b>	<b>Mediciones</b>	<b>46</b>
<b>3.3.4</b>	<b>Cálculos</b>	<b>47</b>
<b>3.4</b>	<b>Instalación: Frontón Cerrado</b>	<b>51</b>
<b>3.4.1</b>	<b>Situación actual</b>	<b>51</b>
<b>3.4.2</b>	<b>Áreas de potencial de ahorro de energía</b>	<b>53</b>
<b>3.4.2.1</b>	<b>Energía térmica</b>	<b>53</b>
<b>3.4.3</b>	<b>Mediciones</b>	<b>53</b>
<b>3.4.4</b>	<b>Cálculos</b>	<b>54</b>

<b>3.5</b>	<b>Instalación: Alberca</b>	<b>57</b>
<b>3.5.1</b>	<b><i>Situación actual</i></b>	<b>57</b>
<b>3.5.2</b>	<b><i>Áreas de potencial de ahorro de energía</i></b>	<b>59</b>
<b>3.5.2.1</b>	<b>Energía térmica</b>	<b>59</b>
<b>3.5.3</b>	<b><i>Mediciones</i></b>	<b>60</b>
<b>3.5.4</b>	<b><i>Cálculos</i></b>	<b>60</b>
<b>3.6</b>	<b>Instalación: Fútbol Americano (Baños Generales)</b>	<b>63</b>
<b>3.6.1</b>	<b><i>Situación actual</i></b>	<b>63</b>
<b>3.6.2</b>	<b><i>Áreas de potencial de ahorro de energía</i></b>	<b>65</b>
<b>3.6.2.1</b>	<b>Energía térmica</b>	<b>65</b>
<b>3.6.3</b>	<b><i>Mediciones</i></b>	<b>65</b>
<b>3.6.4</b>	<b><i>Cálculos</i></b>	<b>66</b>
<b>3.7</b>	<b>Instalación: Pista de Tartán (Karate).</b>	<b>69</b>
<b>3.7.1</b>	<b><i>Situación actual</i></b>	<b>69</b>
<b>3.7.2</b>	<b><i>Áreas de potencial de ahorro de energía</i></b>	<b>71</b>
<b>3.7.2.1</b>	<b>Energía térmica</b>	<b>71</b>
<b>3.7.3</b>	<b><i>Mediciones</i></b>	<b>71</b>
<b>3.7.4</b>	<b><i>Cálculos</i></b>	<b>71</b>
<b>3.8</b>	<b>Resultados del diagnóstico energético (auditoria energética)</b>	<b>74</b>
<b>3.9</b>	<b>Medidas adicionales de tipo general</b>	<b>77</b>
<b>3.9.1</b>	<b><i>Recomendaciones generales de acción inmediata</i></b>	<b>77</b>
<b>3.9.1.1</b>	<b>Vapor</b>	<b>77</b>
<b>3.9.1.2</b>	<b>Combustión</b>	<b>77</b>
<b>3.9.1.3</b>	<b>Otras acciones sugeridas</b>	<b>77</b>

**CONCLUSIONES**

**BIBLIOGRAFÍA**

## INTRODUCCIÓN

La energía es cada vez más cara. El balance entre su creciente demanda y su disponibilidad, tanto en México como en el resto del mundo, continuará elevando su costo a mayores niveles, en función de su futura escasez. Tanto los costos crecientes de energía como la inseguridad en el suministro de combustibles, han introducido nuevos conceptos en la operación de empresas, especialmente aquellas que conceden importancia al control sistemático de sus costos.

Muchas compañías han encontrado que un programa de uso racional de energía puede ayudar a disminuir su empleo y los costos derivados del mismo, sin afectar la producción.

Se ha demostrado repetidas veces que las medidas de uso racional pueden reducir el empleo de la energía entre un 15 y un 20 por ciento, y en algunos casos más que eso, con ahorros significativos de costos.

Lo que si es un hecho, es que existe una continua escasez de energéticos y que debido a esto eleva su costo, por lo que debemos tomar conciencia de las cuantiosas pérdidas que nos ocasiona el no tomar en cuenta algunas medidas para el ahorro de energía por muy sencillas que estas sean.

Se conocen resultados derivados de la aplicación de programas de uso racional de energía, a través de medidas simples de mantenimiento y operación, tales como optimizar programas de mantenimiento para operar el equipo adecuadamente, calcular y graficar diariamente la eficiencia de la caldera, mejorar la exactitud de los sistemas de control de combustión, etc. Algunos de estas medidas requieren inversiones realmente pequeñas en comparación con lo que se puede ahorrar, aunque algunas de estas se tienen que realizar forzosamente, porque no hacerlo de la mejor manera.

Por lo cual, el presente trabajo bajo el título de "Uso Racional de la Energía Térmica en las instalaciones deportivas del campus de Ciudad Universitaria de la Universidad Nacional Autónoma de México," desarrolla un breve estudio, en el cual se establece las etapas de implantación de una

serie de medidas que no requieren de una inversión y que se pueden llevar a la practica de manera rápida por medio de las llamadas "Auditorias Energéticas".

Este trabajo se divide principalmente en tres partes.

La primera parte describe los antecedentes y la situación energética a nivel nacional principalmente.

La segunda parte describe las técnicas y la metodología para el uso racional de la energía. entre estas últimas se encuentran principalmente las mantas termicas, recuperacion del calor del agua de las duchas, aislamientos térmicos, etc.

Cualquier medida de ahorro energético de las anteriormente mencionadas que se quiera implantar en una instalación deportiva requiere de un análisis energético-económico previo antes de su aplicación. La cuantificación del ahorro energético no es suficiente para determinar si una determinada actuación puede llevarse a la práctica. Paralelamente a la necesidad de un mejor aprovechamiento de la energía, subsiste siempre un problema de costos que es, el factor primordial para decidir la viabilidad o inviabilidad de la aplicación de una medida de ahorro energético concreta.

Cualquier tipo de análisis económico requiere, por lo general, de la realización de cálculos más o menos complejos en los que intervienen factores tales como la inflación, interés bancario y otros.

Como se puede observar el análisis energético-económico es amplio, por lo que el tema queda abierto para futuros estudios de implantación de medidas que requieren de una inversión (auditorias más profundas).

En la tercera parte se desarrolla la puesta en práctica de la metodología de las llamadas auditorias energéticas con el objeto de determinar áreas de potencial de ahorro de energía que no requieren de una inversión las cuales se pueden llevar a la práctica de manera rapida en las instalaciones deportivas del campus de Ciudad Universitaria.

Es importante señalar que esta metodología no solo se pueden aplicar a estas instalaciones en particular si no que a cualquier tipo de industria que consume energía en forma intensiva. como es nuestro caso, con este estudio se estima poder reducir el consumo de combustible en estas instalaciones.

#### **OBJETIVO DE LA TESIS**

El objetivo de esta tesis es realizar un estudio del "Uso Racional de la Energía Térmica", por medio de las llamadas Auditorías Energéticas de segundo nivel, en las instalaciones del campus de Ciudad Universitaria, en la Universidad Nacional Autónoma de México, de la cual se pretende recomendar medidas para reducir el consumo de combustible (diesel).

#### **MOTIVO POR EL CUAL SE REALIZO LA TESIS**

Este trabajo se enfoco a las instalaciones deportivas del campus de Ciudad Universitaria, por tener un importante consumo de combustible (diesel) anual, el cual es quemado exclusivamente para el calentamiento de agua que se utiliza en las duchas y para el calentamiento del agua de la piscina en el caso de la alberca.

Por otro lado las instalaciones deportivas son una rama las cuales han sido poco estudiadas desde la perspectiva del ahorro de energía, la cual motivó su estudio.

**PRIMERA PARTE**

**SITUACIÓN ENERGÉTICA A NIVEL NACIONAL**

## **CAPITULO I**

### **1.1 Antecedentes**

El ser humano desde su origen, evolución y desarrollo ha precisado el uso de la energía en todo momento, ya sea simplemente para vivir, desarrollar alguna actividad, idear formas nuevas de subsistir y crear una situación de comodidad que ofrezca un mayor aprovechamiento de las cosas.

En este panorama la humanidad se ha venido desarrollando y evolucionando constantemente, gracias a su capacidad de razonamiento ésta última le permitió (y lo sigue haciendo) el apoyarse en los avances logrados para seguir adelante en su continua búsqueda de formas nuevas y mejores de existir.

Este desarrollo y evolución le han hecho, de forma obligatoria, precisar de una fuente de energía que como necesidad básica requieren cada una de las actividades del hombre y en este contexto podemos mencionar algunas de estas diferentes formas de manifestación de la energía:

- Calorífica del sol
- Calorífica producto de la combustión
- Eólica
- Luminica
- Eléctrica
- Geotérmica
- Potencial
- Cinética
- Gravitacional
- Nuclear

En todo este desarrollo y avance el hombre no entendió en primeras instancias cual sería el costo por el uso desmesurado e irracional de éstos energéticos, mismos que lo orillan a desarrollar programas para la racionalización energética así como de tecnología que abata los costos de producción de energía útil, además de lograr un óptimo aprovechamiento de la misma.

## **1.2 Situación energética a nivel nacional**

A nivel nacional la situación no es nada alentadora, debido a que México tiene una economía cimentada en la explotación de sus recursos naturales no renovables y, además, pese a la situación difícil de los energéticos no se ha preocupado en establecer y desarrollar programas de ahorro y consumo eficiente de la energía.

De hecho, la economía nacional se vería seriamente lastimada en el momento en que se carezca de tales recursos, si es que la tecnología nacional no ha hecho nada para esperar este momento.

Por lo que corresponde al esquema de producción de México, la estructura es la siguiente: 83.7% de la energía producida proviene de los hidrocarburos, 6.9% de biomasa, 6.8% de energía eléctrica y 2.6% del carbón, tal como se señala en la tabla 1.1.

En cuanto al consumo energético, la mayoría del consumo final de energía en México se encuentra en los sectores del transporte, la planta industrial y de servicios: residencial, comercial y público (véase tabla 1.2).

Como puede observarse, nuestro país depende en gran medida de la energía producida con combustibles fósiles (como ya se mencionó anteriormente), recursos no renovables que es necesario conservar para las generaciones futuras.

Es por esta razón que el ahorro y uso eficiente de energía tiene un papel fundamental para la conservación de los mismos, además de que permite liberar recursos para el desarrollo de otras áreas prioritarias. Adicionalmente la eficiencia energética reduce los contaminantes en el medio ambiente.

Tabla: 1.1

OFERTA INTERNA BRUTA DE ENERGÍA PRIMARIA EN 1992.

	Petacalorías <sup>1</sup>	Porcentaje
<b>Total</b>	<b>1324.865</b>	<b>100.0</b>
Carbon	34.607	2.6
Hidrocarburos	1108.698	83.7
Petróleo crudo	714.404	53.9
Condensados	35.850	2.7
Gas no asociado	58.161	4.4
Gas asociado	300.283	22.7
Electricidad	90.521	6.8
Nucleoenergía	9.997	0.7
Geoenergía	14.651	1.1
Hidroenergía	65.873	5.0
Biomasa	91.039	6.9
Bagaza de caña	19.375	1.5
Leña	71.664	5.4

FUENTE: Balance de energía, SEMIP, 1992, pag. 16.

Tabla: 1.2

CONSUMO FINAL TOTAL DE ENERGÍA

	Petacalorías	Porcentaje
<b>Consumo final total</b>	<b>970.106</b>	<b>100.0</b>
Consumo no energético	105.142	10.08
Petroquímica Pemex	75.449	7.8
Otras ramas económicas	29.693	3.0
Consumo energético	864.964	89.2
resid., comer., y publico	204.003	21.0
Transporte	345.056	35.6
Agropecuuario	22.675	2.4
Industria y minería	293.230	30.2

FUENTE: Balance Nacional de Energía, SEMIP, 1992, pag. 21

El cálculo del tiempo de agotamiento considera los siguientes conceptos:

Reservas comprobadas y publicadas por PEMEX, 1993.

1. Crecimiento del consumo anual del 2.1% y el valor promedio al año de 182.17 MTEP (año 2005).
2. Participación de hidrocarburos en un 85% del consumo total nacional.
3. Exportaciones sin aumento, con valor actual de 70.8 MTEP por año.
4. La cantidad de  $(60,000 \times (106/7.2))$  son las reservas probadas por PEMEX en millones de barriles equivalentes de petróleo, convertido a MTEP.

Por lo tanto:

$$(60,000 (106/7.2 )) / ((182.17 \times 106 \times 0.85 ) + (70.8 \times 106 )) = 36.9 \text{ años.}$$

El aumento del tiempo de agotamiento de las reservas probadas de los hidrocarburos debe ser el principal objetivo de cualquier política energética. Las medidas menos costosas están relacionadas con el ahorro y uso racional de la energía. El problema consiste en la falta de recursos humanos capacitados, tanto en la industria como en el transporte, servicios y en las mismas empresas de ingeniería y consultoría

**SEGUNDA PARTE**

**TÉCNICAS Y METODOLOGÍA PARA EL USO RACIONAL DE LA ENERGÍA**

## **CAPITULO II**

### **2.1 METODOLOGÍA Y MEDIDAS DE AHORRO DE ENERGÍA EN LAS INSTALACIONES DEPORTIVAS**

#### **2.2 Metodología, sistemas y medidas de ahorro de energía en instalaciones deportivas**

Ahora explicaremos la metodología para el uso racional de la energía en las industrias, así como las medidas de ahorro de energía que pueden tomarse en las instalaciones deportivas. La Auditoría Energética es una metodología para el uso racional de la energía que está teniendo una práctica cada vez mas difundida en la industria.

Por otro lado las medidas de ahorro se han dividido para su descripción en dos grupos generales, dependiendo de su campo de aplicación concreta. Así se describen las actuaciones posibles en el caso de piscinas y agua caliente sanitaria.

Dentro de cada uno de estos grupos las actuaciones se han clasificado en relación a los diferentes consumos energéticos de las instalaciones: producción de agua caliente, calentamiento del agua de la piscina, en este caso no tomaremos en cuenta la calefacción, iluminación, etc., ya que nuestras instalaciones solo contemplan el estudio de la energía térmica.

#### **2.3 Metodología para el uso racional de la energía**

##### **2.3.1 La auditoría energética**

###### **2.3.1.1 Introducción**

El proposito fundamental de una auditoria energética es establecer los costos básicos relativos de varias formas de energía, los usos principales de la misma y los puntos principales donde hay desperdicio e ineficiencia. Otro objetivo importante es determinar, de acuerdo al nivel de

la misma, las oportunidades de ahorro de energía en la instalación o planta donde se esté aplicando dicha auditoría.

La auditoría permite además de diagnosticar la situación energética de los diferentes equipos de una instalación, averiguar cómo se compra y utiliza la energía, dónde se utiliza y con qué eficacia.

La información que proporciona la auditoría es esencial para establecer proyectos sobre conservación de energía. La forma en que dicha información se recopila varía según el tamaño de la instalación así como según la complejidad de las operaciones y procesos industriales que se realizan en ella.

Las auditorías energéticas están teniendo una práctica cada vez más difundida en la industria. La auditoría energética es una herramienta que la planta puede usar para determinar los suministros de energía, el potencial de conversión y el uso de la misma.

Además provee de una guía para juzgar la factibilidad económica, asignando responsabilidad de instrumentación, estableciendo prioridades y un calendario de proyectos. La auditoría energética debe ser parte del programa global de administración de la energía en una planta industrial.

La información de las compras, distribución y uso de la energía es esencial antes de que cualquier mejora o futura planeación pueda contemplarse seriamente. La forma de reunir los datos pueden variar, pero ciertas cuestiones serán comunes a todas las instalaciones.

#### 2.3.1.2 Definición de auditoría energética

Una auditoría energética es un estudio cualitativo y cuantitativo detallado del modo y los lugares donde se consume la energía en una planta industrial, en un establecimiento comercial, en un hotel, en una universidad, en una instalación deportiva o en cualquier institución o establecimiento que consuma una cantidad considerable de energía en cualquiera de sus formas.

Es un panorama técnico que ayuda a identificar oportunidades de ahorro de la energía en una planta industrial, establecimiento comercial, instalación deportiva, etc.

Es decir, es:

- Un servicio de asistencia técnica a la empresa.
- Apoyo a la toma de decisiones técnicas
- Apoyo a la competitividad.
- Es un chequeo de la situación energética de determinada empresa o instalación.
- Diagnóstico y propuesta de orientaciones y/o soluciones.
- Evalúa ineficiencias.
- Ayuda a la prevención.
- Rentabilidad económica.

#### 2.3.1.3 Cuando se hace

- Es conveniente que auditorías externas complementen los servicios internos.
- Objetividad y visión externa.
- Apoya la reflexión de la empresa más allá del día a día habitual.
- Debe realizarse periódicamente.
- En función de la estrategia de la empresa y de sus niveles de consumo.
- En función del tipo de equipos o instalaciones.

#### 2.3.1.4 Como debe hacerse

- Asequible, fácil de interpretar y seguir.
- Exenta de complejidades, cálculos complejos y erudición técnica.
- Debe ir directamente al grano dando pistas efectivas.

#### 2.3.1.5 Metodología.

- Remisión de cuestionario sencillo al solicitante

El cuestionario debe especificar los consumos y distribuciones de energías, así como la relación y rangos de equipos, etc.

#### Recomendaciones para el llenado del cuestionario

El cuestionario está dividido en once puntos o párrafos; cada uno de ellos tiene subpárrafos que están numerados con el dígito del párrafo, un punto y un dígito para el subpárrafo. Algunos de los párrafos pueden no ser aplicados o su impacto en el consumo total de energía puede no ser significativo. En caso necesario, se pueden usar hojas extra o anexas tablas o relaciones ya existentes. La tabla 2.1 muestra el orden que debe seguir el cuestionario básico energético.

Tabla 2.1 Cuestionario básico energético.

1.0 IDENTIFICACIÓN DE LA EMPRESA		
1.0 Nombre de la empresa		
1.2 Ramo a la que pertenece		1.3 Dirección:
1.4 C.P.:		1.5 Municipio
1.6 Estado	1.7 Personal responsable	1.8 Cargo
2.0 PRODUCCIÓN		
2.1 Período de trabajo: turnos, h/día, días/señ., h/año		2.2 Producción total anual: volumen, unidad, valor año
2.3 Productos principales: descripción, cant. anual, unidad		
3.0 CONSUMO DE ELECTRICIDAD		
3.1 Tarifa No.: % aprox. de alumbrado y de fuerza		3.2 Kw/h/año, \$/año, KW max.
3.3 Distribución de consumos (%): Hornos, naves, motores, oficinas, aire acondicionado, exterior, otros. Es necesario disponer de copia de los recibos de energía eléctrica de los últimos 12 meses. Es muy conveniente, a partir de los recibos, tabular: KW, \$ del consumo, \$ de la demanda máxima, \$ por bajo F.P., otros cargos, IVA		
4.0 CONSUMO DE COMBUSTIBLES		
4.1 Consumo/año, \$/año, m <sup>3</sup> de almacenamiento: Combustóleo, gas natural, gas L.P., diesel, otro.		4.2 Distribución de consumos (%): Hornos, calderas, calefacción, otros
5.0 EQUIPAMIENTO ELÉCTRICO		
5.1 Transformadores: unidad (KVA, KVp, KVb)		5.2 Número de motores eléctricos < 50 HP; 50-100; 100-500; 500-1000, > 1000 HP
6.0 ALUMBRADO EN ÁREAS PRINCIPALES		
6.1 Área: nombre, h/día, lumin. tipo, lamparas tipo, cantidad, W/lamp., W tot.		
7.0 SISTEMA HIDROSANITARIO		
7.1 Agua potable: m <sup>3</sup> /mes, \$/mes		7.2 Agua caliente: m <sup>3</sup> /mes
7.3 Agua tratada: met. de tratamiento, m <sup>3</sup> /mes		
7.4 Usos mayores del agua (si ó no): Escusados, regaderas, cocina, lavabo, enfriamiento, jardín, otros.		
8.0 GENERADORES DE CALOR		
8.1 Características: Num., tipo, año, fabr., capacidad, v/h, diseño, presión (Kg./cm <sup>2</sup> ), combustible (tipo).		
8.2 Condensados: % de recup., temp. en °C.		8.3 Quemadores: Núm., marca, modelo, regulación, Kcal/h, etc.
9.0 HORNOS		
9.1 Características: año de constr., proceso, tipo, potencia (Kcal/h), cap. nom. (Kg./h), producción (Kg./h).		
9.2 Materia prima: temp. de ent. y temp. de salida en °C.		9.3 Combustible: tipo
9.4 Quemadores: num., marca, modelo, etc.		
10.0 NUEVAS CONSTRUCCIONES		
10.1 En proceso: tipo, m <sup>2</sup> aprox.		10.2 Planeadas de la 5 años: tipo, m <sup>2</sup> aprox.
11 Otra información relevante relacionada con el uso de la energía		

- **Análisis de los datos complementados por el solicitante.**

El cliente toma, dependiendo del tamaño y complejidad de su empresa, de dos a ocho días en recabar la información solicitada. Se revisa la información recapitulada y en base a ellas se preparan preguntas para ser hechas durante la visita general.

- **Recorrido en la instalación.**

Visita general de reconocimiento a la empresa por diagnosticar o auditar.

Esta visita se hace por la mayoría o totalidad de las personas que intervendrán en el Auditoria.

Su intención primera es que los diagnosticadores se familiaricen con los procesos productivos, con los usos, prácticas, costumbres y horarios de la empresa. Esta visita debe ser guiada por lo menos por los jefes máximos de las áreas de mantenimiento y producción, y por los técnicos a cargo de la energía eléctrica.

Los diferentes especialistas harán preguntas frecuentes, es probable que haya algunas que no puedan contestarse en el momento, por lo que la empresa debe tomar el compromiso de investigar las respuestas a su alcance. Estas pueden ser:

- Fuentes de energía
- Origen de las energías usadas
- ¿Qué tarifas tienen?
- ¿Con qué frecuencia se revisan?
- Control de la energía
- Responsable de la Gestión Energética y dedicación
- Forma con que se revisa el consumo energético
  - Continua o periódicamente
  - De acuerdo a un plan o de forma irregular

- En la planta o desde las oficinas centrales
- ¿Cuándo se revisó por última vez?
  - Los consumos energéticos. ¿cómo se analizan?
    - Alumbrado
    - Fuerza
    - Vapor, etc.
  - Se analizan.
    - Por departamentos
    - Por productos
    - Por tipo de combustible
    - Según costos
  - El análisis de los consumos energéticos realizados. ¿pone de manifiesto la relación entre éstos y el nivel de actividad?
  - ¿Que lecturas y con qué frecuencia se hacen?. ¿Existen contadores secundarios?. ¿Se lleva algún tipo de registro de:
    - Gas, combustibles líquidos, vapor, agua, carbón, electricidad?
  - ¿Hay establecidos consumos de energía para cada proceso?
  - ¿Que pasos se están dando o se han dado para recuperar energía?
    - Recuperación de calores residuales
    - Recuperación de energía calorífica del aire
    - Venta de subproductos, etc
  - ¿Se lleva a cabo mantenimiento programado? ¿Hasta qué punto?
  - ¿Se inspeccionan las diferentes partes de la instalación para ver si existe:

Corrosión, suciedad, roturas, fugas, mal funcionamiento de purgadores de vapor, averías o imprecisión en los instrumentos de control?

- La utilización del presupuesto de inversión, ¿quién lo controla?

-¿Existen previsiones inversionistas tendentes a reducir el consumo de energía según orden de prioridades?

Conducción de la visita.- El recorrido del grupo se inicia usualmente visitando los puntos de acometida eléctrica y del suministro de los energéticos.

A continuación, el recorrido se desarrolla siguiendo el flujo natural del proceso, cualquiera que este sea; en su caso, cuando hay varios procesos paralelos o simultáneas, estos pueden seguirse según lo recomienden el jefe de producción o el director de la empresa.

- Evaluación de los datos obtenidos.

Después de la inspección en fábrica, se evalúan los datos obtenidos, tomando en cuenta primero las medidas de ahorro o las áreas de potencial de ahorro de energía que no requieren inversión y que se pueden llevar a cabo de manera inmediata.

- Elaboración y remisión de informe a la empresa.

- Resumen ejecutivo.
- Introducción.
- Descripción de las instalaciones.
- Oportunidades de ahorro de energía.
- Plan de acción
- Conclusión
- Brevidad (15 días).

#### 2.3.1.6 Medios a utilizar para la realización de la auditoria energética

- Equipos de técnicos especializados
- Instrumentación según equipos o instalaciones a auditar.
- Vehículo convencional para desplazamiento y transporte.
- Medios informáticos (no imprescindibles).

#### 2.3.1.7 Tipología de instalaciones a diagnosticar

- Calderas e instalaciones auxiliares
- Hornos y secaderos.
- Redes de vapor y condensados
- Compresores y redes de aire comprimido.
- Turbinas y turboalternadores.
- Instalaciones de climatización y calefacción.
- Iluminación.
- Motores eléctricos, transformadores y aparellaje eléctrico.
- Facturación eléctrica.
- Redes de agua de refrigeración

#### 2.3.1.8 Como debe ser el servicio de la auditoria energética

- Fiable
- Ágil y flexible.
- Cercanía.
- Concisión
- Recomendaciones basadas en la rentabilidad.

### 2.3.1.9 La administración energética debe tener

- Política energética comprometida.
- Continuidad en los planteamientos.
- Pragmatismo (empírico)
- Descentralización (dispersar la información por todos lados).

### 2.3.2 Tipos de auditoría energética

Existen varios tipos de auditoría energética, pero se pueden resumir en tres, a saber (ref. 1):

- a) Auditoría inicial o panorámica
- b) Auditoría corta o mini auditoría
- c) Auditoría completa o maxiauditoría

Los objetivos principales de una auditoría energética consisten en determinar formas de reducir el consumo de energía por unidad de producto y llegar a costos de operación más bajos.

#### 2.3.2.1 Auditoría panorámica o inicial

Este tipo de auditoría se realiza mediante visitas a las instalaciones de una planta, en un tiempo muy corto. Se enfoca principalmente a la oferta y la demanda de energía, comúnmente toma en cuenta el 70% de la energía total consumida en la planta bajo estudio. La auditoría inicial no es muy sofisticada ni precisa. La intención debe ser obtener resultados rápidamente y a la luz de la experiencia, tratar de mejorar la precisión después. Los formatos de análisis tendrán que ser probablemente rediseñados varias veces.

La primera recopilación de datos casi con seguridad va a contener datos inadecuados en las mediciones. Estos deberán anotarse y realizar otras etapas para realizarlos.

Ejemplos obvios de desperdicio (fugas de vapor, falta de aislamiento, operaciones innecesarias, etc.) serán encontrados en el curso de las verificaciones más elementales.

Una auditoría inicial deberá concretar las entradas de energía a los departamentos y a las partes individuales de las instalaciones para encontrar donde y como se usa la mayor cantidad de ésta.

La forma precisa de recopilación de datos dependerá del tamaño de la organización y de su complejidad, pero la mayoría de las auditorías energéticas pueden dividirse convenientemente en varias fases:

- a) Compras de combustible y energía
- b) Energía usada por varios departamentos
- c) Energía usada en varios procesos dentro de los departamentos
- d) Verificación de listas de energía desperdiciada.

#### 2.3.2.2 Auditoría corta o mini auditoría

Esta auditoría implica las estimaciones cuantitativas de los costos y ahorros. Incluye además recomendaciones ingenieriles y proyectos bien definidos y enumera prioridades. En este tipo de auditoría se recuenta aproximadamente el 85% de toda la energía de una planta.

Con base en datos que se obtienen en una auditoría, puede definirse e iniciarse un plan energético nuevo de amplio rango. La auditoría panorámica, puede ser una guía efectiva para recomendaciones previas o para la medida del progreso del programa de administración de energía en la planta.

En la auditoría inicial o panorámica, las recomendaciones suelen identificarse como listas para tomar decisiones de departamento inmediatas.

La auditoría corta suele agrupar las recomendaciones para el ahorro de energía como gastos o inversiones de capital. Las recomendaciones sobre gastos son aquellas que tienen que ver con el ajuste operacional o con el mantenimiento y que encuentran ciertos requerimientos de servicio o beneficio interno. Además, la auditoría corta permite algún estudio de las áreas del programa de energía que necesitan reforzarse.

#### **2.3.2.3 Auditoría completa o maxi-auditoría**

La auditoría completa requiere de mayor tiempo para determinar el consumo y el costo de cada fuente de energía, de cada proceso, área y producto. Estos datos suelen presentarse en costo por unidad de energía suministrada; costo y coeficientes de eficiencia para varios procesos; consumo y costos por unidad de producción. La meta final de todo tipo de auditoría energética es hallar formas para reducir el uso de la energía por unidad de producto terminado.

La auditoría completa examina todas las partes del programa de administración de energía y establece una forma de iniciar nuevos programas.

#### **2.3.3 Frecuencia de las auditorías**

Una auditoría energética puede ser realizada (ref. 16) en cualquier época del año, y tan larga como los registros de consumo de energía mensuales estén disponibles. Deben considerarse las variaciones anual, estacional y de mercado del consumo de energía por planta en estudio.

El tamaño de la planta es el principal factor para decidir el tipo y la frecuencia de una auditoría. Una auditoría costosa no es práctica para una fábrica que tenga un consumo de energía bajo. Por el contrario, si la planta tiene un consumo de energía muy elevado, puede ahorrar lo suficiente para pagar una auditoría completa o a fondo, varios meses después de terminada esta.

En general, la frecuencia de las auditorías varía desde una vez cada 6 ó 12 meses para la auditoría panorámica, hasta una vez al año para la auditoría corta y cada tres años para la auditoría completa.

La frecuencia de una auditoría para una planta también se afecta por la efectividad del programa de administración de energía de la planta.

#### ***2.3.4 Pasos preliminares para la conducción de una Auditoría Energética (AE).***

Los pasos preliminares, como su nombre lo indica, son las acciones que hay que llevar a cabo "antes" del inicio formal de la Auditoría Energética.

Estos pasos se pueden agrupar como sigue:

- A.- Signos de interés
- B.- Acuerdos preliminares
- C.- Términos de referencia
- D.- Visita de reconocimiento preliminar
- E.- Propuesta de trabajo
- F.- Contratación
- G.- Ajustes de fechas, métodos, programas y apoyo

En forma muy condensada, los grupos anotados se refieren a:

- A.- Signos de interés: El inicio de estas actividades puede ser:
  - a) Una empresa, quien en alguna forma se percata de los beneficios que tiene el hacer un uso racional de la energía.
  - b) Una reglamentación, ya sea a nivel de obligación o de recomendación, que pide que un ramo de actividades eficiente el uso de la energía.

c) Un consultor o entidad cualquiera que tiene interés, económico, profesional o social, en que se haga un mejor uso de la energía, y que ofrece sus servicios profesionales.

**B.- Acuerdos preliminares**

Se llevan reuniones entre la empresa y el cliente y la potencial entidad diagnosticadora donde se establecen objetivos a alcanzar; se prevén alcances, actividades y programas preliminares; la entidad diagnosticadora bosqueja la gama y rango de beneficios

**C.- Términos de referencia**

La empresa a auditar o cliente, ya sea con recursos propios o con auxilio externo, elabora unos **Términos de Referencia**, en los cuales se establecen por escrito, las intenciones, alcances, tiempos, reportes, etc., que deben lograrse con la Auditoría.

**D.- Visita de reconocimiento preliminar previa a la cotización**

Esta visita permite al diagnosticador el dimensionar la magnitud del trabajo por llevar acabo, tanto en profundidad como con extensión, o sea, que le permite, "COTIZAR"; igualmente permite que diagnosticador y diagnosticado intercambien algunos comentarios preliminares sobre los potenciales de ahorro de energía.

**E.- Propuesta de trabajo**

En base a los **Terminos de Referencia**, el auditor o diagnosticador hace una **Propuesta de Trabajo**, en donde acota:

- a) **Aspectos técnicos:** Objetivos, alcances y limitantes, actividades a realizar, cronogramas, documentos a elaborar, uso del tiempo por categoría de personal y por actividad, presentación de documentos y trabajos, etc.
- b) **Aspectos económicos:** Precio, forma de pago, anticipos, vigencia, costos por honorarios, costos por equipo a usar, viáticos y transportes, factores que afectan a los costos, etc.

Es importante que el diagnosticador explique claramente sus alcances: por sistemas, profundidad, extensión física de edificios, etc.

Un punto importante es el que se determine a partir de qué momento se va a empezar a computar como iniciados los trabajos.

c) Otros aspectos: Documentos legales, fiscales, etc., de la empresa consultora; experiencia en actividades semejantes; curriculum de la empresa y del personal que participará en los trabajos, etc.

#### F.- Contratación

Con una o varias propuestas de trabajo, el cliente selecciona por criterio o concurso, sobre bases técnicas, comerciales, experiencia, etc. al consultor que le interesa lleve a cabo la Auditoría. Una vez decidido, procede a elaborar un contrato.

#### G.- Ajustes de fechas, métodos, programas y apoyos

Una vez firmado el contrato, el consultor, a través del jefe del grupo diagnosticador, se pone en contacto con el supervisor o persona que coordinará y colaborará en los trabajos por parte del cliente. En esta comunicación se ponen de acuerdo sobre puntos tales como:

- a) Fecha de envío, periodo de llenado y forma de recolección del Cuestionario Energético Básico.
- b) Alcances, precisión y exactitud conveniente para el llenado del cuestionario.
- c) Horarios en los que se desarrollarán los trabajos.
- d) Canales de comunicación.
- e) Personas que actuarán como representantes técnicos por ambas partes.
- f) Apoyos de personal, técnicos y administrativos que se darán al consultor.
- g) Lugar en donde podrá el consultor disponer de un escritorio y donde podrá guardar sus instrumentos.
- h) Disponibilidad de PC y de servicios secretariales.

- i) Horarios viables para poder suspender la energía eléctrica.
- j) Presentación de resultados parciales.

### **2.3.5 Actividades iniciales de una Auditoría Energética**

#### **2.3.5.1 Recopilación de información fundamental a través del "cuestionario energético básico"**

Una vez contratados los servicios, se envía el Cuestionario Energético Básico al "cliente" para que su departamento de Energía o de Mantenimiento proceda a contestarlo, auxiliándose de los Departamentos de planeación, contabilidad, producción, calidad, manufactura, etc.

El cuestionario que tiene una estructura sencilla es explicado al cliente en su intención, entre otras cosas porque a través de él se tienen ya los primeros datos.

Cabe señalar la importancia que tiene el recabar y anotar con la mejor exactitud, los datos sobre producción y costos, ya que a partir de ellos se calcularán los beneficios que se deriven de cambios y equipamiento para el futuro ahorro de energía.

## **2.4 Medidas de ahorro de energía en una instalación deportiva**

### **2.4.1 Producción de agua caliente sanitaria en una instalación deportiva**

#### **2.4.1.1 Control del suministro: caudal y temperatura**

La producción de agua caliente sanitaria tienen una incidencia muy variable sobre los consumos energéticos totales de una instalación deportiva, ya que las necesidades de agua caliente dependen fundamentalmente de la utilización de la instalación. Por regla general, el consumo de agua caliente representa entre un 10 y 15% del consumo energético de una instalación deportiva grande que cuente con calefacción, iluminación, etc. Las posibilidades de ahorro en este aspecto están ligadas principalmente al control de la temperatura de suministro, a la limitación de los caudales de agua y al buen funcionamiento de los sistemas de producción y acumulación de calor.

El control de la temperatura de suministro del agua caliente debe ser efectuado por los responsables del mantenimiento de la casa de máquinas. Es recomendable que la regulación se efectúe por termostato, que deberá incorporar, por tanto, válvula de mezcla del agua caliente y fría. Los termostatos se colocarán fuera del alcance del usuario. La temperatura de suministro del agua debe estar entre 34 y 37 °C, valor suficiente para una ducha confortable. Por su parte la temperatura del agua sanitaria, medida a la entrada de la red de distribución debe ser inferior a los 42 °C.

Un caudal de 20 a 30 litros de agua caliente por persona suele ser suficiente para una correcta higiene personal. De cualquier modo, el consumo de agua caliente por persona y ducha depende en gran medida de las características de los usuarios. Así, los deportistas pertenecientes a un club son en general, grandes consumidores de agua caliente. Todos ellos suelen tomar una ducha, cuya duración propicia un consumo superior a la media hora. Por el contrario, los escolares no siempre disponen del tiempo suficiente para ducharse, en cuyo caso el consumo de agua caliente será, pues menor. La limitación del caudal de agua puede conseguirse con duchas cuyo ahorro de agua esta

finamente subdividido y con caudal no superior a 0.2 Lts./seg.. En el caso de lavabos, el caudal no debe ser superior a los 0.04 Lts./seg.

Una buena opción de ahorro es instalar contadores individuales del consumo del agua caliente sanitaria para controlar regularmente la evolución de las cantidades de agua empleadas y conocer el rendimiento de la instalación generadora.

#### ***2.4.2 Reducción de las pérdidas de calor adicionales***

La circulación de agua por tuberías, depósitos e intercambiadores provoca unas fugas de calor que deben ser evitadas mediante el correcto aislamiento de todos estos elementos.

El aislamiento de tuberías tiene una especial importancia en el caso de las instalaciones donde se requiere un suministro instantáneo de agua caliente. Para ello se recurre normalmente a redes de alimentación en anillo cerrado y bomba de recirculación. Así, se produce una recirculación del agua caliente entre el depósito de almacenamiento y el punto de consumo, de forma que las tuberías de distribución contienen siempre agua caliente. Esto permite la distribución inmediata del agua caliente sin necesidad de esperar a expulsar el agua fría estancada en las conducciones. En este tipo de sistema es imprescindible el aislamiento térmico de las tuberías de distribución. Puede ser también conveniente la temporización de la bomba de recirculación o, en caso extremo, su eliminación.

El aislamiento de los depósitos de acumulación es también otra de las actuaciones indispensables para propiciar un ahorro de energía. El aislamiento reduce las pérdidas de calor y es muy útil para mantener la temperatura del agua en aquellas aplicaciones en las que la utilización del agua se realiza horas después de su calentamiento. Es, por ejemplo, el caso del calentamiento de agua con energía eléctrica con aprovechamiento de la tarifa nocturna reducida.

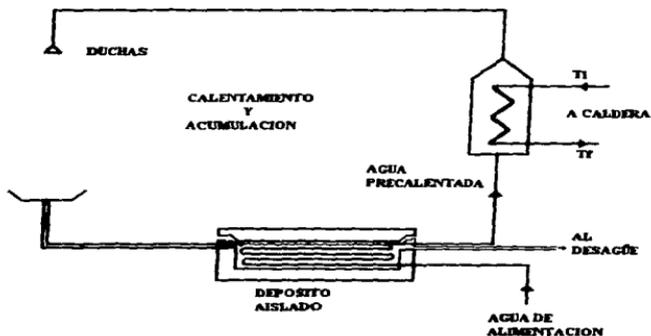
### 2.4.3 Recuperación de calor del agua de las duchas

La recuperación de calor del agua de las duchas es un sistema de ahorro energético de realización sencilla y económica en una instalación de nueva construcción. Para las ya existentes, en cambio, la construcción de un depósito de acumulación, la modificación de los desagües y de la alimentación pueden representar importantes dificultades. En cualquier caso es una medida a tener en cuenta en caso de trabajos de mantenimiento extraordinario, ya que puede conllevar un ahorro energético cercano al 25 % de la energía utilizada para el calentamiento del agua sanitaria.

La fig. 2.1 muestra el esquema básico de un sistema de recuperación del calor de las duchas.

FIGURA: 2.1

Esquema de recuperación del calor de la descarga de las duchas



El procedimiento consiste en recoger el agua caliente a partir del desagüe y conducirla hasta un depósito cuya salida se conecta al desagüe general de la instalación. El depósito, se llena de agua caliente que incorpora suciedad, jabón y otras sustancias. El agua de alimentación atraviesa mediante un serpentín el depósito recuperando parte del calor del agua ya utilizada y sin que haya mezcla con el agua sucia. El agua así precalentada completa su calentamiento mediante la aportación de la caldera o de la fuente de calor utilizada.

El sistema es sencillo y eficaz y de fácil instalación en aquellos casos en que se prevea su utilización ya en el momento del diseño de la instalación.

Otra posibilidad de recuperar el calor del agua utilizada es las duchas es emplear una bomba de calor agua-agua. En este caso, el agua sucia, previo filtrado, se introduce en el evaporador de la bomba donde cede parte de calor que es aportado a la corriente de agua nueva que atraviesa el condensador. De esta forma se produce un precalentamiento del agua de aportación exterior.

#### ***2.4.4 Utilización de depósitos de acumulación de agua caliente***

En instalaciones de tipo medio y grande es muy aconsejable, e incluso obligatorio para preparación de agua caliente sanitaria, disponer de un sistema de acumulación de agua caliente. La adopción de esta opción es particularmente conveniente para instalaciones con diferentes circuitos y grandes variaciones de la carga con el tiempo. La acumulación presenta las siguientes ventajas:

- Necesidad de equipos generadores de potencia reducida y, por tanto, más baratos.
- El sistema de producción de calor trabaja menos tiempo que los circuitos de distribución.
- Los equipos generadores funcionan siempre con carga constante.
- En caso de utilizar energía eléctrica como fuente de energía primaria, la acumulación permite beneficiarse de las ventajas de la tarifa nocturna reducida.

La acumulación de agua caliente presenta el inconveniente que existen pérdidas de calor a través de las paredes del depósito, por lo que éstas han de estar convenientemente aisladas. Además, es necesario prever un espacio para la colocación del depósito o depósitos necesarios.

Para que el sistema de acumulación represente realmente un ahorro respecto a aquellos sistemas de producción instantánea, se precisa controlar la temperatura del agua contenida en los depósitos. La temperatura de acumulación debe ser menor de 58 ° C y la temperatura del agua a la entrada de la red de distribución no puede ser superior a 42 ° C.

La capacidad de acumulación en un sistema convencional ha de ser tal que el tiempo de preparación mínimo del agua caliente sea de tres horas. De esta forma se ha de dimensionar la caldera de tal manera que funcione a su máxima potencia durante un largo periodo de tiempo. Así se reduce el número de paradas y arrancadas, lo que beneficia su vida útil.

En sistemas que incorporen captadores solares para el calentamiento del agua la acumulación puede resolverse, en instalaciones de tipo medio o grande, situando dos depósitos: el depósito solar, que recoge toda la energía captada por los colectores, y el depósito convencional, donde actúa la energía auxiliar para acabar de calentar el agua hasta la temperatura deseada.

#### *2.4.5 Individualización de las instalaciones*

Se ha de evitar en lo posible que la producción de agua caliente sanitaria se realice con el mismo equipo generador de calor para la calefacción, ya que en este caso las calderas utilizadas trabajan, durante los meses en que no es necesaria la calefacción, con una carga muy pequeña, de forma que el rendimiento es inferior.

Se debe asegurar que la producción de calor en cada instalación se realice con un sistema conveniente y que trabaje durante el mayor tiempo posible a carga nominal, esto es, a rendimiento óptimo. En este sentido una buena medida de ahorro puede ser individualizar la producción de agua

caliente de algún tipo de local en caso de que se encuentre muy alejado del lugar de producción de calor.

#### 2.4.6 Aislamiento térmico de tuberías, depósitos e intercambiadores de calor

Es una medida básica de ahorro energético el que el calor producido en los sistemas de generación no se pierda en el transporte hasta los puntos de consumo. Se ha de cuidar, por tanto, la red de tuberías de distribución, procurando que los conductos de agua caliente estén perfectamente aislados.

En el caso de tuberías situadas en locales no calentados, el grueso mínimo de aislamiento viene dado por la tabla 2.2, determinada para un material de conductividad térmica  $0.04 \text{ W/m}^{\circ}\text{C}$ , del tipo de la fibra de vidrio.

Cuando las tuberías estén situadas en el exterior, el espesor mínimo dado por la tabla 2.2 se habrá de incrementar en 10 mm.

TABLA: 2.2

Espesor mínimo de aislamiento térmico para tuberías situadas en locales no calefactados (mm)

Fuente: 24

Diámetro D de la tubería en mm	Temperatura del fluido			
	40 a 65 °C	66 a 100 °C	101 a 150 °C	> 150 °C
D ≤ 32	20	20	30	40
32 < D ≤ 80	20	30	40	40
50 < D ≤ 80	30	30	40	50
80 < D ≤ 125	30	40	50	50
125 < D	30	40	50	60

Espesor mínimo de aislamiento térmico en mm.

En cuanto a las pérdidas de calor en generadores, depósitos e intercambiadores, se prevé que cuando la superficie de pérdida de calor sea superior a  $2 \text{ m}^2$ , el espesor mínimo de aislamiento será

de 50 mm. Cuando la superficie de pérdida sea menor de  $2 \text{ m}^2$ , el grueso mínimo de aislamiento se reduce a 30 mm.

En cualquier caso, e independientemente de los grosores apuntados, la superficie exterior del aislamiento no podrá tener, en servicio, una temperatura superior en  $15 \text{ }^\circ\text{C}$  respecto a la del aire ambiente.

El material que forma el aislamiento ha de cumplir los siguientes requisitos:

- no contener sustancias donde puedan crecer microorganismos.
- no desprender olores a temperaturas de trabajo.
- no ser deformable a consecuencia de temperatura o condensaciones.
- ser compatible con las superficies sobre las que ha de ir colocado, sin que provoque corrosión en las tuberías.

Finalmente el aislamiento de calderas y partes de la instalación cercanas a focos de fuego se ha de realizar con material incombustible. Es aconsejable, de cualquier modo, que todo el aislamiento instalado sea de material no combustible.

#### ***2.4.7 Regulación y control de las instalaciones de producción y distribución de energía***

El objetivo de los sistemas de regulación y control de las instalaciones generadoras y distribuidoras de energía es el mantenimiento de los parámetros de explotación de la instalación dentro de los márgenes de confort para su utilización. Se trata de un proceso esencial por lo que respecta al confort de los usuarios, pero también de una medida importante para evitar el consumo irracional de energía.

La regulación de los equipos térmicos es el caso más común a considerar y que precisa de elementos que aseguren la detección, comparación y regulación propiamente dicha de los parámetros a controlar. El detector mide la magnitud a regular o la que servirá de referencia para esta regulación

y puede consistir en una sonda que detecte las variaciones de temperatura del aire exterior o del agua caliente producida. El elemento comparador actúa entonces evaluando la diferencia entre el valor de la magnitud medida y el valor deseado. Finalmente el elemento regulador envía, en función de esa diferencia, una orden al órgano de regulación final, que puede ser el servomotor de una válvula.

Aunque a nivel teórico la separación entre los conceptos de detección, comparación y regulación es clara, en la práctica no lo es tanto, ya que los elementos utilizados realizan dos o la totalidad de las tres funciones. Así, por ejemplo, un termostato engloba la sonda de detección de temperatura, el elemento de comparación de ésta con el valor de referencia y el mecanismo que envía la señal al órgano final de actuación.

Los elementos más usualmente utilizados en la regulación de una instalación térmica son los termostatos, las válvulas motorizadas y termostáticas, y los equipos de medición de calor.

#### 2.4.7.1 Termostatos

Los termostatos tienen diversas aplicaciones como órganos reguladores. Los que se detallan a continuación es la actuación de termostato de caldera y como termostato de ambiente.

El termostato de ambiente regula el funcionamiento del sistema a partir de la temperatura sólido automáticas. Su función consiste en parar el quemador cuando el fluido que transporta el calor llega a una determinada temperatura. Las calderas han de contar con dos termostatos de este tipo: el de seguridad, que interrumpe la producción de calor al llegar al fluido a la máxima temperatura de seguridad permitida y otro termostato regulable para el funcionamiento usual de la caldera. En las calderas de combustible líquido el termostato interrumpe el paso del combustible al quemador. En las de combustible sólido generalmente cierra el suministro de aire de combustión.

Los termostatos de caldera actúan sobre la temperatura del fluido transportador del calor, la cual ha de variar con las condiciones exteriores. Ya que estas condiciones no son constantes a lo

largo del día, uno de los inconvenientes de estos es que la regulación ha de cambiarse constantemente. Por esta razón, este tipo de regulación se utiliza raramente.

Si se toma en consideración las aportaciones gratuitas de calor de entrada de radiación solar, calor desprendido por los ocupantes, etc., con esto se consigue que los encendidos y apagados de la caldera sean de mayor duración, lo que prolonga la vida útil de los componentes.

Los termostatos pueden actuar gobernados por una sola variable (temperatura del ambiente, temperatura del agua,...) o por varias de ellas. En el caso de termostatos que controlan la apertura o cierre de válvulas en función de que cumpla simultáneamente dos condiciones de temperatura. Otra posibilidad es su actuación como termostato diferenciales. En este modo de funcionamiento el termostato acciona algún elemento de regulación cuando la diferencia entre dos temperaturas supera algún valor prefijado.

#### 2.4.7.2 Válvulas motorizadas

Las válvulas motorizadas permiten la regulación proporcional del caudal del fluido que las atraviesa en función de la señal que llega al dispositivo de servomando eléctrico o neumático que las gobierna.

Entre las válvulas motorizadas, la utilización de las válvulas multivía ofrece la posibilidad de mezcla del fluido caliente y frío.

#### 2.4.7.3 Contadores de calor

La instalación de equipos de medida y control del consumo energético de las instalaciones es interesante para conocer en cada momento la energía consumida y poder evaluar, en su caso, la efectividad de las diferentes medidas de ahorro consideradas. El empleo de contadores de calor

produce un sensible ahorro de energía ya que hace consciente al responsable de la gestión de la instalación de la necesidad de emplear racionalmente la energía.

El mecanismo de funcionamiento de un contador de calor es la integración a lo largo del tiempo del producto de las dos variables medidas: temperatura y caudal de fluido. El contador puede utilizarse para el control del consumo de agua caliente u otros consumos térmicos.

## 2.5 Medidas de ahorro de energía en piscinas

### 2.5.1 Control de la temperatura de utilización.

Es necesario adecuar la temperatura del agua de la piscina a la aplicación que esta tenga. Sobrepasar la temperatura adecuada no incrementa sensiblemente la sensación de confort del usuario y, en cambio, agrava el consumo anual de energía.

La tabla 2.3 muestra las temperaturas óptimas del agua de la piscina para diferentes actividades. En piscinas cubiertas se podrá acomodar la temperatura del agua al tipo de utilización de la piscina, mientras que en el caso de piscinas descubiertas esta adaptación no se podrá realizar, o bien, se deberá conseguir empleando fuentes de energía no convencionales.

TABLA: 2.3

Temperaturas óptimas de utilización para diferentes actividades en piscinas cubiertas

TEMPERATURA (° C )	ACTIVIDAD
30 a 35	Baño terapéutico, piscinas de lujo, piscinas para aprendizaje.
28 a 30	Piscina para competición de saltos
25 a 28	Piscina para entrenamiento y esparcimiento.
23 a 25	Piscina para competición
20 a 23	Mínima temperatura de confort

Dentro de los márgenes del confort, la disminución de la temperatura de agua de la piscina permite obtener un sensible ahorro energético debido a dos efectos fundamentales:

1. la disminución de la tasa de evaporación del agua y, con ella, de las necesidades de deshumidificación del aire ambiente, en piscinas cubiertas.
2. la disminución también del consumo de energía para calentar el agua de renovación.

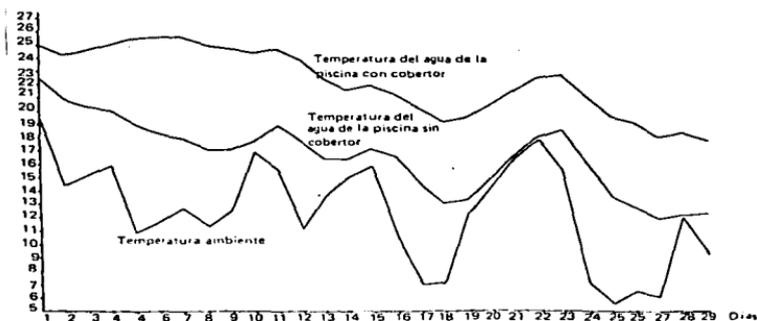
### 2.5.2 Utilización de la manta térmica

Una medida de ahorro que resulta siempre ventajosa es cubrir la superficie de la piscina en periodos de no utilización.

En piscinas descubiertas la protección de la superficie de la piscina en horas que no se utilice es una medida fundamental de ahorro. Experimentos realizados han mostrado que en dos piscinas similares, una con una manta térmica instalada y otra sin ella, el agua de la piscina con cobertor se ha mantenido a temperaturas entre 4 y 6 °C superiores, tal como se muestra en la fig. 2.2.

FIGURA: 2.2

Evolución de las temperaturas del agua para dos piscinas de similares características. Una de ellas ha sido protegida durante todo el experimento mediante un cobertor, mientras que en la otra el cobertor no ha sido utilizado (fuente 24).



La manta térmica elimina por completo las pérdidas de calor por evaporación del agua mientras el cobertor está instalado. Las pérdidas por convección hacia el ambiente y por radiación hacia el entorno sufren también una pequeña reducción, debido al tiempo que tarda la manta térmica en alcanzar la temperatura del agua que cubre. Se puede considerar (ref. 24) que el cobertor reduce

en un 10 % las pérdidas totales de calor por radiación y en un 55% las pérdidas por convección, durante el tiempo que está extendido.

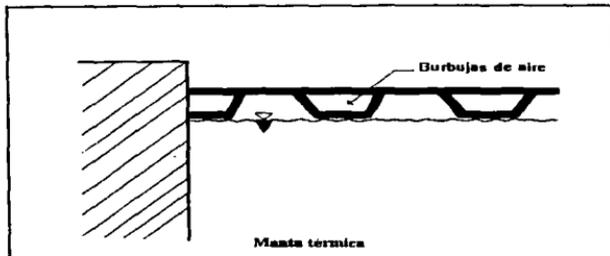
Cuando el régimen de explotación de la piscina descubierta permite su cubrimiento durante las horas diurnas, es especialmente importante que la manta térmica sea transparente para dejar pasar la radiación solar hacia el agua.

Para evitar la evaporación cualquier material plástico es adecuado. Se utiliza sobre todo cobertores de PVC y polietileno. El efecto protector de esta lámina plástica se puede incrementar utilizando una manta térmica de material aislante que incluya burbujas de aire. Estos sistemas mas elaborados permiten disminuir también las pérdidas de calor por convección y radiación hacia el ambiente, perdidas de calor muy importantes en piscinas descubiertas.

Cuando se utiliza mantas térmicas con burbujas aislantes de aire, la mejor colocación del cobertor en relación al agua es aquella en que las burbujas de aire están en contacto con el agua, como muestra la fig. 2.3. De esta forma, la superficie de intercambio de calor con el ambiente se reduce a la zona entre burbujas y se disminuye la pérdida de calor.

FIGURA: 2.3

Manta térmica de burbujas, con las burbujas en contacto con el agua.

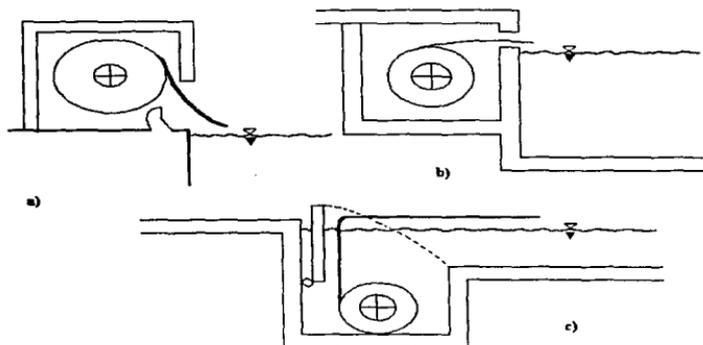


Un aspecto importante para la instalación de la manta térmica es el relativo a su colocación y retirada. Esta maniobra puede agilizarse utilizando rodetes accionados manualmente o mediante motor. En ocasiones, la ubicación de estos rodetes puede suponer un estorbo. En estos casos, una alternativa es la utilización de cobertores de plástico sencillo, fáciles de enrollar manualmente y poco voluminosos.

Existen mecanismos sencillos, pero a la vez muy eficientes que permiten recoger la manta térmica con compartimentos especiales, de forma que no ocupe espacio útil en los períodos en que no se utiliza. Las disposiciones son diversas y todas ellas incluyen rodetes accionados mecánicamente. La fig. 2.4 muestra diversas posibilidades.

FIGURA: 2.4

Diferentes disposiciones de recogida de la manta térmica.



Aparte de las ventajas energéticas comentadas, la cobertura de la piscina mejora las tareas de mantenimiento, ya que impide que polvo, insectos y elementos exteriores caigan en el agua. Esto permite que la limpieza del fondo de la piscina no sea tan frecuente y alarga también la vida de la instalación de filtrado.

### 2.5.3 Recuperación de calor del agua de renovación de la piscina

Una piscina cubierta necesita renovar diariamente un volumen cercano a 1/40 de su capacidad. Esta renovación, que para piscinas descubiertas puede incrementarse hasta 1/20 ó 1/25

del volumen total es necesaria para mantener las condiciones higiénicas del agua e incluye también las pérdidas de líquido causadas por la operación de limpieza de filtros y por la evaporación del agua.

Es parte importante del volumen de la piscina supone un considerable caudal de agua caliente que se desperdicia y que es renovado con agua fría de la red de distribución, la cual hay que calentar hasta la temperatura de servicio.

La recuperación de calor de esta agua es posible con dispositivos adecuados que, en cambio, requieren para su instalación una configuración oportuna de las tuberías de entrada y salida del agua, lo cual no siempre puede efectuarse en las instalaciones ya existentes.

Cuando la recuperación es posible, puede utilizarse para ello diferentes sistemas recuperadores, como en el caso de la recuperación del calor del agua de las duchas. Estos sistemas suelen tener buen rendimiento ya que transportan el calor entre dos corrientes de agua, lo que presenta elevados rendimientos de recuperación superiores al 60%.

#### *2.5.4 Creación de barreras contra el viento en piscinas al aire libre*

La presencia de barreras contra el viento en las piscinas al aire libre es un elemento que, si no fue previsto en la fase de diseño de la instalación, se debe de llevar siempre a la práctica.

La incidencia directa del viento sobre el agua de la piscina aumenta considerablemente las pérdidas de calor por convección del agua caliente hacia el aire ambiente y favorece en gran medida la evaporación del agua, al eliminar más rápidamente la capa de aire saturada de vapor que se forma sobre la superficie del agua.

Los efectos pueden llegar a ser muy importantes en casos de una fuerte incidencia del viento sobre la superficie de la lámina de agua.

Las barreras contra el viento pueden consistir en vallas, setos, árboles u otras protecciones vegetales o constructivas. Hay que cuidar, sin embargo, de que estas protecciones no obstaculicen la incidencia de la radiación solar sobre el agua de la piscina.

#### *2.5.5 Aprovechamiento de la radiación solar directa*

Mientras que las piscinas cubiertas tienen pocas posibilidades de aprovechar la radiación solar para calentar directamente el agua, en piscinas descubiertas esta posibilidad se ha de aprovechar a fondo.

El aprovechamiento de la radiación solar directa es, evidentemente de fácil previsión en piscinas al aire libre. En este caso es necesario evitar, en la medida posible, cualquier sombra que pueda provocar construcciones vecinas sobre la pileta.

Una piscina llena de agua se comporta como un captador solar. En los dos primeros metros de recorrido de la radiación solar incidente dentro del agua, la propia agua transforma en calor un 56% de la radiación incidente (ref. 24). La radiación que no se absorbe llega al fondo y a las paredes de la piscina, donde se absorbe o refleja en función de la composición y textura de los materiales que los compongan.

La fracción total de energía solar que una piscina aprovecha en forma de calor está entre el 65 y el 80%. Este aprovechamiento se puede mejorar en el caso de que las paredes y el fondo de la piscina (que por motivos estéticos son generalmente de colores claros), se construyan o se pinten con colores oscuros que permitan absorber la radiación solar y convertirla en calor. Únicamente con esta medida la fracción de energía solar incidente aprovechada puede alcanzar valores cercanos al 90%.

Finalmente se precisa la presencia de un cobertor sobre la piscina que impida que durante la noche el agua pierda el calor que ha captado durante las horas del sol.

### ***2.5.6 Mejoras en el aislamiento de tuberías y paredes***

Un factor que puede contribuir a aumentar el consumo de energía es el calor perdido en las tuberías de distribución. En la mayoría de las instalaciones estas tuberías son de PVC, lo que ya proporciona un cierto nivel de aislamiento térmico, dadas las bajas temperaturas del agua.

En otras instalaciones, en cambio, estas tuberías no tienen aislamiento o éste es muy deficiente e incompleto. El ahorro obtenido con la implantación del aislamiento térmico depende del estado anterior y de la longitud de tuberías con pérdidas de calor. Para una instalación de tipo medio puede estimarse una incidencia cercana al 5% del total del consumo para el calentamiento del agua de la piscina.

Otro aspecto a considerar son las pérdidas de calor del agua de la piscina a través de las paredes. Para una piscina descubierta, estas pérdidas de calor pueden ser del orden del 2 al 4% del consumo total de energía en la piscina. Este pequeño porcentaje hace que la corrección de estas pérdidas no sea rentable en piscinas ya construidas. En cambio, en nuevas construcciones, es buena opción aislar, en el momento de la construcción, las paredes de la piscina.

**TERCERA PARTE**

**DESARROLLO DE AUDITORÍA ENERGÉTICA (DIAGNOSTICO ENERGÉTICO) DE  
SEGUNDO NIVEL, EN LAS INSTALACIONES DEPORTIVAS DEL CAMPUS DE  
CIUDAD UNIVERSITARIA DE LA UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE  
MÉXICO**

## CAPITULO III

### 3.1 APLICACIÓN DE LA AUDITORÍA ENERGÉTICA EN INSTALACIONES DEPORTIVAS DE C.U.

#### 3.2 Introducción

Antes de proponer cualquier medida a implantar, es necesario hacer un análisis de las instalaciones, las cuales se visitarán y se determinará la situación energética actual, así como las posibilidades de ahorro para cada una de las cinco instalaciones en estudio.

En estas visitas realizadas es importante conocer las características de operación de los equipos consumidores de energía así como los consumos anuales de combustibles, etc.

Las instalaciones que se analizarán son las siguientes: casa de máquinas frontón cerrado, alberca, fútbol americano (baños generales), estadio C.U. y pista de tartán (karate), a cada una de estas instalaciones se le dio estos nombres por estar localizadas precisamente en estos lugares dentro de Ciudad Universitaria.

Se visitó cada una de estas instalaciones (casas de máquinas) y se realizó un diagrama de cada una de estas, tomando los datos de placa de cada una de las calderas, así como la presión y la temperatura que cada una de estas registraba en condiciones de trabajo máximas, la cual se utiliza para lograr obtener las características adecuadas del fluido de trabajo en los lugares necesarios.

Posteriormente se realizaron mediciones de combustión, se evaluaron las áreas de potencial de ahorro de energía, se realizaron estimaciones de ahorro de energía, etc.

Es importante señalar que cuatro de las instalaciones visitadas cuentan con los mismos equipos, solo que con diferentes capacidades, entre los principales se encuentran: calderas, cabezal, tanque de agua caliente, tanque de condensados, bomba de condensados y los instrumentos de

seguridad y medición, como son: válvulas de seguridad, válvulas de paso, trampas de vapor, medidores de presión, de temperatura, etc.

La quinta instalación estudiada es la alberca, la cual cuenta con los mismos equipos anteriormente descritos, pero como esta tiene adicionalmente que calentar el agua de la alberca entonces los equipos que requiere son muchos más que los anteriores y estos son: filtros para el agua de la alberca, cambiador de calor, etc., por lo tanto ésta instalación es la mayor de todas.

En términos generales, estas instalaciones son exclusivamente para generación de agua caliente sanitaria y para el calentamiento del agua de la piscina en el caso de la alberca. A continuación se describe y analiza cada una de estas instalaciones.

### 3.3 Instalación: Estadio C.U

#### 3.3.1 Situación actual

#### 1.0 IDENTIFICACIÓN DE LA EMPRESA

1.1 Nombre de la empresa 1.2 Ramo a la que pertenece

U.N.A.M.

Pública

1.3 Dirección: Campus de Ciudad Universitaria

#### 2.0 PRODUCCIÓN

2.1 Periodo de trabajo:  
2 turnos/día : 12 hrs./día : 6 días/sem.

#### 3.0 CONSUMO DE COMBUSTIBLES

3.1 Cons./año, \$/año. 3.2 Distribución de consumos (%)

Diesel : 60,162 Lts./año

Calderas 100%

#### 4.0 GENERADORES DE CALOR

4.1 Características.

CALDERA No. 1 ( No. serie: 1232)

- Marca ..... SAN FCO.
- Capacidad nominal ..... 33 C.V.H.
- Producción de vapor ..... 545 Kg. de vap./hr.
- Presión de vapor ..... 8.8 Kg./cm<sup>2</sup>
- Presión de trabajo ..... 4 Kg./cm<sup>2</sup>
- Temperatura de gases calientes ..... 237: 145 cal<sub>2</sub> °C
- Temp. de agua de alimentación ..... 75 °C
- Tipo de combustible ..... Diesel

- Presión de combustible ..... 9: 8  $\text{kg/cm}^2$
- Temp. de combustible ..... 16 °C
- Caldera pirotubular de tres pasos.

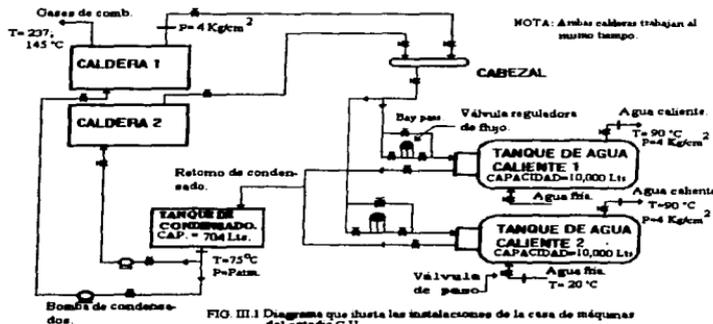
Caldera No. 1 = Caldera No. 2. ( No. serie: 1231)

Esta instalación está situada en el costado sur del estadio C. U. y dispone de una sola persona encargada de dicha instalación por turno.

La instalación genera exclusivamente agua caliente para ducharse. Dicha instalación utiliza para el calentamiento del agua, energía térmica aportada con Diesel, mediante vapor.

Del análisis se deduce que pueden llevar a cabo medidas importantes tendentes a reducir el consumo de energía.

La fig. III.1 muestra la distribución de los equipos en dicha instalación.



El análisis del equipo consumidor de energía, de acuerdo a los datos facilitados en la instalación y las mediciones realizadas, determinaron la siguientes áreas de potencial de ahorro de energía.

### **3.3.2 Áreas de potencial de ahorro de energía**

Se analizó el área de potencial de ahorro de energía térmica.

#### **3.3.2.1 Energía térmica**

Los aspectos que se estudiaron fueron los siguientes:

- Operación de las calderas (combustión)
- Mantenimiento de las calderas
- Disminución de la temperatura del agua caliente
- Revisión de aislamientos térmicos
- Eliminación de fugas evidentes de vapor

### **3.3.3 Mediciones**

Se realizó una medición en estas calderas en las condiciones de operación existentes, los valores promedio de las determinaciones fueron las siguientes:

#### **BACHARACH FYRITE II**

##### **CALDERA No. 1**

Temperatura gases combustión.....	237 ° C
O2.....	11.7 %
CO2.....	6.8 %
Exceso de aire.....	117 %
Eficiencia de la combustión(EF).....	78.1 %

Perdidas en la chimenea.....21.9 %

#### CALDERA No. 2

Temp. gases de combustión.....145 °C

O<sub>2</sub>.....9 %

CO<sub>2</sub>.....8.8 %

Exceso de aire .....70 %

EF combustión.....86.8 %

Pérdidas en la chimenea.....13.2 %

#### 3.3.4 Cálculos

- Operación de las calderas (combustión).

La eficiencia térmica mediante el método de pérdidas separadas fue de:

EFICIENCIA = 100-(Pérdidas de calor sensible en los humos + pérdidas por inquemados + pérdidas por radiación y otros)

Las pérdidas de calor sensible en los humanos lo da directamente el aparato (BACHARACH FYRITE II) y las pérdidas por inquemados son mínimas por lo que no se contabilizaron.

Las pérdidas por radiación y otros es de 4.5% la cual se obtuvo de tablas (ref. 1).

Por lo tanto, la eficiencia para la caldera 1 es de:

$$EFICIENCIA_{\text{caldera 1}} = 100-(21.9+4.5)=73.6\%$$

$$EFICIENCIA_{\text{caldera 2}} = 82.3\%$$

La eficiencia a térmica también se define como:

$$\eta_1 = \frac{\text{Energía aprovechada}}{\text{Energía suministrada}} = \frac{Q_{\text{útil}}}{Q_{\text{sum}}}$$

La energía suministrada ( $Q_{sum}$ ) con una eficiencia promedio de 77.95 % es de (si las calderas consumen 227.9 Lts/día):

$$Q_{sum, cald1} = (\text{Consumo de diesel/día})(\text{PCI diesel}).$$

$$Q_{sum, cald1} = (227.9 \text{ lts/día})(8044.8 \text{ kcal/lt}) = 1833.4 \text{ Mcal/día}.$$

Por lo tanto:

$$Q_{pro, cald1} = (\eta_1)(Q_{sum, cald1}) = (0.7795)(1833.4) = 1429.1 \text{ Mcal/día}.$$

La eficiencia recomendada según las políticas energéticas en las cuales deben operar estas calderas es de 83%, y ésto se puede lograr mejorando el mantenimiento de estas últimas.

Por lo que el calor suministrado a una eficiencia de 83% es de:

$$Q_{sum, 83\%} = \frac{1429.1}{0.83} = 1721.86 \text{ Mcal/día}$$

por lo tanto el ahorro de Energía será de:

$$Q_{sum, cald1, 83\%} - Q_{sum, cald1, 77.95\%} = (1833.4) - (1429.1) = 404.3 \text{ Mcal/día}.$$

Si la caldera trabaja 264 días/año.

Ahorro de Energía Anual = 29,446.8 Mcal/año.

Ahorro de combustible (diesel):

$$\text{Ahorro de Combustible} = \frac{111.54 \times 10^3 \text{ Kcal/día}}{8044.8 \text{ Kcal/lt}} = 13.86 \text{ lts/día}.$$

Ahorro de Combustible Anual = (13.86) (264) = 3,660.3 lts/año.

Ahorro Económico Anual es de (si el lt de diesel es de \$1.37 pesos):

Ahorro Anual = \$5,015 pesos anuales

- Mantenimiento de las calderas.

Se observa que no se realizan análisis químicos, para la determinación de la dureza total, PH, cloro residual, alcalinidades, sulfitos, fosfatos, sílice, etc.

Es necesario que se realicen diariamente estos análisis químicos, así como los físicos, para determinar si estos parámetros de operación son los óptimos, ya que nos sirven para el control y buen funcionamiento de los equipos y sistemas de tratamiento de agua.

- Disminución de la temperatura del agua caliente.

Se recomienda disminuir la temperatura del agua caliente en el tanque de 90 a 65°C. Si se tiene un consumo de agua caliente de 13,625 Kg./día.

Por lo tanto el calor necesario para calentar el agua de 20 a 90°C es de:

$$Q_{\text{actual}} = m C_p \Delta t.$$

Donde:

m = gasto masico de agua caliente (Kg./día)

Cp = Calor específico del agua a 20°C (4.19 KJ/kg. °C).

Δt = Temperatura final - Temperatura inicial.

Sustituyendo:

$$q_{\text{actual}} = 13,625 \text{ kg./día} (4.19 \text{ KJ/kg. } ^\circ\text{C}) (90-20 \text{ } ^\circ\text{C}) = 3996.21 \text{ MJ / día.}$$

Para una eficiencia promedio de las Calderas de 77.95 %

$$q_{\text{actual}} = \frac{3996.21}{0.7795} = 5126.6 \frac{\text{MJ}}{\text{día}} = 1224.7 \text{ Mcal/ día.}$$

Si disminuimos la temperatura del agua a 65°C y consideramos una eficiencia de la caldera de 83%

$$q_{\text{recomendado}} = \frac{2508.99}{0.83} = 3095.17 \frac{\text{MJ}}{\text{día}} = 739.4 \frac{\text{Mcal}}{\text{día}}$$

Por lo tanto el ahorro de energía es de :

$$\text{Ahorro Energía} = q_{\text{actual}} - q_{\text{recomendado}} = 485.3 \frac{\text{Mcal}}{\text{día}} = 128,119.2 \frac{\text{Mcal}}{\text{año}}$$

Ahorro de Combustible (diesel) :

$$\text{Ahorro Combustible} = \frac{485.3 \times 10^3 \text{ (Kcal/día)}}{8044.8 \text{ (Kcal / lt)}} = 60.32 \text{ lts/día}$$

$$\text{Ahorro Anual} = 60.32 \text{ lts/día (264 días / año)} = 15,925.7 \text{ lts./año}$$

Lo anterior se traduce en ahorros económicos anuales de (si el lt de diesel es de \$1.37 pesos) :

$$\text{Ahorro Anual} = \$21,818.2 \text{ pesos anuales}$$

- Revisión de aislamientos térmicos

Las condiciones para el aislamiento térmico son aceptables. Realmente todas las superficies calientes están aisladas térmicamente.

- Eliminación de fugas evidentes de vapor en las calderas.

A pesar de la antigüedad de estas calderas, no hay desperdicio por fugas de gases calientes. De acuerdo con el proyecto de Norma Oficial Mexicana NOM-078-SCFI-1994, que se refiere a la eficiencia térmica de calderas tipo paquete, "Especificaciones y métodos de prueba" publicada el viernes 23 de septiembre de 1994 en el Diario oficial, en promedio sólo la parte superior de la caldera está por encima de la temperatura de la superficie externa especificada en la norma. En esta zona se deberá poner más atención en el próximo programa de mantenimiento.

### 3.4 Instalación: Frontón Cerrado

#### 3.4.1 Situación actual

##### 1.0 PRODUCCIÓN

1.1 Periodo de trabajo  
Turnos: h/día; días/sem.; h/año personas

2 turnos/día : 12 hrs./día : 6 días/sem.

##### 2.0 CONSUMO DE COMBUSTIBLES

2.1	Cons./año, \$/año. <u>Diesel : 53.738 Lts./año</u>	2.2	Distribución de consumos (%) <u>Calderas 100%</u>
-----	---	-----	--

##### 3.0 GENERADORES DE CALOR

###### 3.1 Características:

#### CALDERAS

Caldera No. 1 (Serie: 80-006)

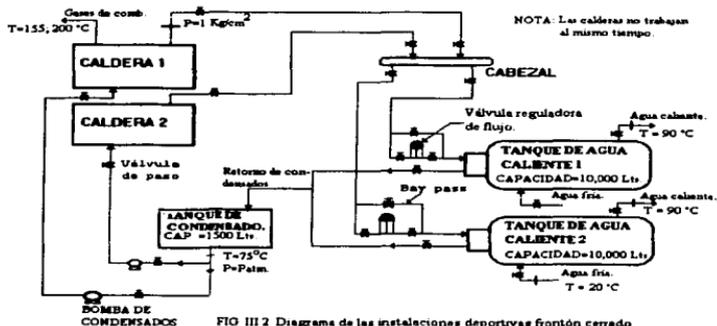
- Marca ..... McCLELLAN
- Capacidad nominal ..... —
- Producción de vapor ..... 1456 Kg. de vap./hr.
- Presión de vapor ..... 1.05 Kg./cm<sup>2</sup>
- Presión de trabajo ..... 1 Kg./cm<sup>2</sup>
- Temp. de gases calientes ..... 152; 200 °C <sub>ca 2</sub>
- Temp. de agua de alimentación ..... 75 °C
- Tipo de combustible ..... diesel
- Presión de combustible ..... 15 Kg./cm<sup>2</sup> ; 201 psi <sub>ca 2</sub>
- Temp. de combustible ..... 16 °C
- Caldera pirotubular de tres pasos

CALDERA No. 1 = CALDERA No. 2 (modelo: 3B-125; Serie:80-004)

Esta instalación está ubicada a un lado de la facultad de contaduría y administración, campus C.U.

Al igual que las demás instalaciones estudiadas, dicha instalación produce exclusivamente agua caliente sanitaria la cual es utilizada por los deportistas para ducharse.

Como en todos los casos en la fig. III.2 se ilustra con un diagrama los equipos de esta instalación, que tienen como función el calentamiento del agua para ducharse.



Esta instalación funciona con dos calderas, las cuales solo trabaja una a la vez, es decir no trabajan al mismo tiempo.

También en esta instalación, así como en las demás, hay una sola persona encargada por turno, para operar los equipos.

Al igual que la anterior y que todas las demás instalaciones esta utiliza para el calentamiento del agua, energía térmica aportada con diesel, mediante vapor.

Del análisis del equipo consumidor de energía, se determinó la siguientes áreas de potencial de ahorro de energía.

### **3.4.2 Áreas de potencial de Ahorro de Energía**

Se analizó el área de potencial de Ahorro de energía térmica

#### **3.4.2.1 Energía térmica**

Los aspectos que se estudiaron fueron los siguientes:

- Operación de las calderas (combustión).
- Mantenimiento de las calderas.
- Disminución de la temperatura del agua caliente.
- Revisión de aislamientos térmicos.
- Eliminación de fugas evidentes de vapor.

#### **3.4.3 Mediciones.**

Los valores promedio de la medición fueron los siguientes:

##### **BACHARACH FYRITE II**

##### **CALDERA No. 1**

Temperatura gases de Combustión.....	155°C
O2.....	13%
CO2.....	5.8%
Exceso de aire.....	15.2%
Combustión( E F).....	82.7%

Pérdidas en la Chimenea.....17.3%

#### CALDERA No 2

Temperatura gases de Combustión.....200°C

O<sub>2</sub>.....9.4%

CO<sub>2</sub>.....8.5%

Exceso de aire.....75%

Combustión( EF).....83.1%

Pérdidas en la Chimenea.....16.9%

#### 3.4.4 cálculos

- Operación de las calderas (combustión).

La eficiencia térmica mediante el método de Pérdidas separadas fue de:

EFICIENCIA <sub>cal 1</sub> = 78.2%

EFICIENCIA <sub>cal 2</sub> = 78.6%

El calor suministrado con una eficiencia promedio de 78.4%. La caldera consume : 53.738  
lts/año ; 179.13 lts/día.

$Q_{sum \text{ a } 78.4\%} = 1441 \text{ Mcal/día}$

y  $Q_{apro} = 1129.8 \text{ Mcal/día}$

El calor suministrado con una eficiencia de 83 % es:

$Q_{sum \text{ a } 83\%} = 1,361.2 \text{ Mcal/día}$

El ahorro de energía es de:

Ahorro de energía = 79.9 Mcal/día

Si se trabajan 300 días por año.

Ahorro de energía anual = 23.970 Mcal/año

El ahorro de combustible (diesel) es de:

Ahorro de combustible diario = 9,93 lts/día

Ahorro de combustible Anual = 2,979.6 lts/año

Ahorro económico (\$):

Ahorro Anual = \$ 4,082 pesos anuales

- Mantenimiento de las calderas

Idem. a las anteriores.

- Disminución de la temperatura del agua caliente

$q_{\text{actual}} = (14,040 \text{ kg./día})(4.19 \text{ kJ/kg. } ^\circ\text{C})(90.20 \text{ } ^\circ\text{C}) = 4,118 \text{ MJ/día}$

Para una eficiencia promedio de la caldera de 78.4%

$q_{\text{actual}} = 5,252.5 \text{ MJ/día} = 1,254.8 \text{ Mcal/día.}$

$q_{\text{recomendada}} = 3189.4 \text{ MJ/día} = 761.9 \text{ Mcal/día}$

Ahorro de Energía:

Ahorro de Energía = 492.9 Mcal/día

Ahorro de Energía Anual = 147,840.3 Mcal/año

Ahorro de Combustible (diesel):

Ahorro de diesel = 61.26 lts/día

Ahorro de diesel Anual = 18,377 lts/año

Ahorro Económico :

Ahorro Anual = \$ 25,176.49 pesos anuales

- **Revisión de aislamientos térmicos**

Las condiciones para el aislamiento térmico son aceptables. Realmente todas las superficies calientes tienen aislamiento térmico en esta instalación.

- **Eliminación de fugas evidentes de vapor en las calderas**

Idem. a las anteriores.

### 3.5 Instalación: Alberca

#### 3.5.1 Situación actual

##### 1.0 PRODUCCIÓN

1.1 Periodo de trabajo:  
2 turnos/día : 12 hrs / día : 6 días/sem.

##### 2.0 CONSUMO DE COMBUSTIBLES

2.1 Cons./año, \$/año                      4.2                      Distribución de consumos (%)  
Diesel : 777,846 Lts./año                      Calderas 100%

##### 3.0 GENERADORES DE CALOR

##### 3.1 Características:

#### CALDERAS

Caldera No. 1 (modelo: CB-655-150)

Marca ..... Cleaver Brooks

- Capacidad nominal ..... --
- Producción de vapor ..... -- Kg./hr.
- Presión de vapor ..... -- Kg./cm<sup>2</sup>
- Presión de trabajo ..... 4 Kg./cm<sup>2</sup>
- Temp. de gases calientes ... 249 ; 254 °C cal<sub>2</sub>
- Temp. de agua de alimentación ..... 75 °C
- Tipo de combustible ..... diesel
- Presión de combustible ..... 1 : 2.1 cal<sub>2</sub> Kg./cm<sup>2</sup>
- Temp. de combustible ..... 16 °C
- Caldera pirotubular de dos pasos

CALDERA No. 1 = CALDERA No. 2 (modelo: MX-1342-AE)

Esta instalación está situada en el lado sur de la Facultad de Ingeniería (edif. principal) del campus C.U.

La instalación de la alberca cuenta con dos calderas marca CLEAVER BROOKS de México S.A., tipo CB, modelo CB-655-150, con una capacidad de 2352 Kg./hr. Estas calderas trabajan a 4 Kg./cm<sup>2</sup>, ambas trabajan al mismo tiempo, para satisfacer las demandas de agua caliente de la alberca así como de las regaderas de estas instalaciones, la temperatura que mantienen en la alberca oscila entre los 28 y 29 °C.

Las calderas deberían descargar los gases a la atmósfera a una temperatura de 150 grados centígrados teniendo limpios el banco tubos de gases combustión de esta, y cuando estos se encuentran ya muy sucios la descarga se realiza aproximadamente entre 200 y 250 grados centígrados lo que indica que se requiere de mantenimiento.

También se cuenta con un tanque de agua caliente de 10,000 Lts., que almacena agua a 90 grados centígrados.

Por otro lado el agua contenida en la alberca se le aplica un filtrado cada vez que se manda a esta y estos filtros se les aplica un retrolavado cada 5 días aproximadamente.

En la fig. III.3 se ilustra con un diagrama los equipos y sus distribuciones, así como sus principales características de trabajo.

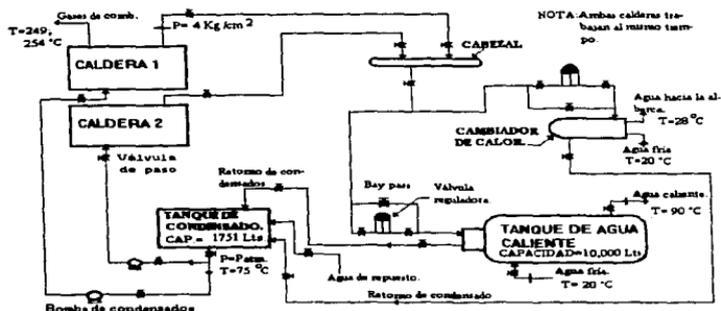


FIG. III.3 Diagrama de las instalaciones de la casa de máquinas de la alberca.

Del análisis del equipo consumidor de energía, se determinó las siguientes áreas de potencial de ahorro de energía.

### 3.5.2 Áreas de Potencial de Ahorro de Energía

Se analizó el área de potencial de ahorro de energía térmica.

#### 3.5.2.1 Energía térmica

Los aspectos que se estudiaron fueron los siguientes:

- Operación de las calderas (combustión)
- Mantenimiento de las calderas
- Disminución de la temperatura del agua caliente
- Revisión de aislamientos térmicos.

- Eliminación de fugas evidentes de vapor.

### 3.5.3 Mediciones

Los valores promedio de las mediciones fueron los siguientes:

#### BACHARACH FYRITE II

##### CALDERA No. 1

Temperatura de los gases de combustión.....	249 ° C
O <sub>2</sub> .....	6.4 %
CO <sub>2</sub> .....	10.8%
EF combustión.....	83.2 %
Exceso de aire.....	40 %
Perdidas en la chimenea.....	16.8 %

##### CALDERA No. 2

Temperatura de los gases de combustión.....	254 ° C
O <sub>2</sub> .....	3.9 %
CO <sub>2</sub> .....	12.6 %
EF combustión.....	84.5 %
Exceso de aire.....	21 %
Perdidas en la chimenea.....	15.5 %

### 3.5.4 Cálculos

- Operación de las calderas (combustión)

La eficiencia térmica mediante el método de pérdidas separadas fue de :

EFICIENCIA cal 1 = 78.7 %

EFICIENCIA cal 2 = 80 %

El calor suministrado con una eficiencia promedio de 79.35 % es de (si las calderas consumen : 740,571 lts/año; 2,068.6 lts/día).

$Q_{sum} = 16,641.5 \text{ Mcal/día}$

y  $Q_{apro} = 13,205 \text{ Mcal/día}$

El calor suministrado con una eficiencia de 83 % es de:

$Q_{sum} = 15,909.6 \text{ Mcal/día.}$

El ahorro de energía es de:

Ahorro de Energía diario = 731.8 Mcal/día

Ahorro de Energía Anual = 262,002.3 Mcal/año.

Ahorro de combustible (diesel):

Ahorro de combustible diario = 90.9 lts/día

Ahorro de combustible anual = 32,567.9 lts/año.

Ahorro Económico (\$):

Ahorro económico anual = \$ 44,618 pesos anuales

- Mantenimiento de las calderas.

Idem. a las anteriores.

- Disminución de la temperatura del agua caliente

$q_{actual} = 6,335.28 \text{ MJ/día}$

Para una eficiencia promedio de las calderas de 79.35 %

$q_{actual} = 7,983.97 \text{ MJ/día} = 1,907.3 \text{ Mcal/día}$

$q_{\text{recomendado}} = 4,906.84 \text{ MJ/día} = 1,172.2 \text{ Mcal/día}$

Ahorro de Energía:

Ahorro de Energía diario = 735.1 Mcal/día

Ahorro de Energía Anual = 263,164.9 Mcal/año

Ahorro de combustible (diesel):

Ahorro de combustible diario = 91.4 lts/día

Ahorro de diesel anual = 32,712.4 lts/año.

Ahorro económico (\$):

Ahorro anual = \$ 44,816 pesos anuales

- Revisión de aislamientos térmicos

Idem. a las anteriores

- Eliminación de fugas evidentes de vapor

Idem a las anteriores

### 3.6 Instalación: Fútbol Americano (Baños Generales).

#### 3.6.1 Situación actual

#### 1.0 PRODUCCIÓN

1.1 Periodo de trabajo:  
2 turnos/día : 12 hrs./día : 6 días/sem.

#### 2.0 CONSUMOS DE COMBUSTIBLES

2.1	Cons./año, \$/año <u>Diesel : 50,961 Lts./año</u>	2.2	Distribución de consumos (%) <u>Calderas 100%</u>
-----	--	-----	--

#### 3.0 GENERADORES DE CALOR

#### 3.1 Características:

##### CALDERAS

Caldera No. 1 (serie: 12580)

- Marca ..... SAN FRANCISCO
- Capacidad nominal ..... 125 C.V.
- Producción de vapor ..... 545 Kg. de vap./hr.
- Presión de vapor ..... 14 Kg/cm<sup>2</sup>
- Presión de trabajo ..... 5 Kg./cm<sup>2</sup>
- Temp. de gases calientes ..... 207 °C
- Temp. de agua de alimentación ..... 75 °C
- Tipo de combustible ..... diesel
- Presión de combustible ..... 7.2 Kg./cm<sup>2</sup>
- Temp. de combustible ..... 16 °C
- Caldera pirotubular de tres pasos

CALDERA No. 1 = CALDERA No. 2

Esta instalación está localizada a un costado de la alberca y es muy pequeña, cuenta con dos calderas que tienen una capacidad de 125 c.v. y estas no trabajan al mismo tiempo, mientras una está funcionando la otra se le da mantenimiento. la presión de trabajo de estas es de 5 Kg./cm<sup>2</sup>. y generan agua caliente para abastecer dichas instalaciones.

La fig. III.4 ilustra la distribución de los equipos en la instalación.

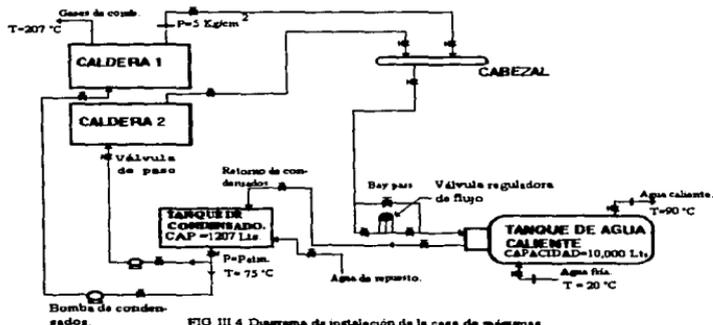


FIG III 4 Diagrama de instalación de la casa de máquinas de fútbol americano

Dicha instalación cuenta con 90 regaderas las cuales son abastecidas con agua caliente durante todo el día.

De la misma forma que las instalaciones anteriores se tiene un tanque de agua caliente de 10,000 Lts. que almacena dicha agua a 90 grados centígrados.

Del análisis del equipo consumidor de energía, se determinó las siguientes áreas de potencial de ahorro de energía.

### 3.6.2 Áreas de potencial de Ahorro de Energía.

Se analizó el área de potencial de Ahorro de energía térmica.

#### 3.6.2.1 Energía térmica.

Los aspectos que se estudiaron fueron los siguientes:

- Operación de las calderas (combustión).
- Mantenimiento de las calderas.
- Disminución de la temperatura del agua caliente.
- Revisión de aislamientos térmicos.
- Eliminación de fugas evidentes de vapor.
- Disminuir la presión de trabajo de la caldera a 4 Kg./cm<sup>2</sup>

#### 3.6.3 Mediciones

Los valores promedio de la medición fueron los siguientes:

##### BACHARACH FYRETE II

Temperatura de gases de combustión .....	207°C
O <sub>2</sub> .....	7%
CO <sub>2</sub> .....	10.3%
EF combustión .....	84.6%
Exceso de aire .....	46%
Perdidas en la chimenea .....	15.4%

### 3.6.4 Cálculos

- Operación de las calderas (combustión).

La eficiencia térmica mediante el método de pérdidas separadas fue de:

EFICIENCIA = 80.1 %

El calor suministrado con una eficiencia de 80.1%. La caldera consume: 50,980 lts/año; 169.9 lts/día.

$Q_{sum \ 80.1\%} = 1,367 \text{ Mcal/día.}$

y  $Q_{apro} = 1,095 \text{ Mcal/día.}$

El calor suministrado con una eficiencia de 83% es de:

$Q_{sum \ 83\%} = 1,319.3 \text{ Mcal/día.}$

El Ahorro de Energía es de:

Ahorro de Energía = 47.8 Mcal/día.

Si se trabajan en promedio 300 días por año:

Ahorro de Energía anual = 14,340 Mcal/año.

Ahorro de Combustible (Diesel):

Ahorro de combustible diario = 5.9 lts/día.

Ahorro de combustible Anual = 1,782.5 lts/año.

Ahorro Económico (\$):

Ahorro Anual = \$ 2,442 pesos anuales

- Mantenimiento de las calderas:

Idem. a las anteriores.

- Disminución de la temperatura del agua caliente.

$q_{\text{actual}} = 3,167.6 \text{ MJ/día.}$

Para una eficiencia de la caldera de 80.1%.

$q_{\text{actual}} = 3,954.6 \text{ MJ/día} = 944.7 \text{ Mcal/día.}$

$q_{\text{recomendado}} = 2,453.4 \text{ MJ/día} = 586.1 \text{ Mcal/día}$

Ahorro de Energía:

Ahorro de Energía = 358.6 Mcal/día.

Ahorro de Energía anual = 107,579.5 Mcal/año.

Ahorro de Combustible (diesel):

Ahorro combustible diario = 44.58 lts/año.

Ahorro combustible anual = 13,372.6 lts/año.

Ahorro Económico(\$):

Ahorro Anual = \$ 18,320 pesos anuales

- Revisión de aislamientos térmicos

Idem. a las anteriores.

- Eliminación de fugas evidentes de vapor en las calderas.

Idem. a las anteriores.

- Disminución de la presión de trabajo de la caldera a  $4 \text{ Kg./cm}^2$

Con la presión que trabaja actualmente la caldera es  $P = 5 \text{ Kg./cm}^2$

tenemos que  $h = 2576.73 \text{ KJ/Kg.}$  con una calidad estimada de 0.97 % de vapor.

y con la presión recomendada  $P = 4 \text{ Kg./cm}^2$

tenemos que  $h = 2544.01 \text{ KJ/Kg.}$  por lo que:

**Ahorro de Energía:**

$\Delta h = 32.718 \text{ KJ/Kg. vap. de ahorro de energia.}$

$(\Delta h \times m) = (32.718 \text{ KJ/Kg. vap.})(3313.6 \text{ Kg. vap./dia}) = 108.4 \text{ MJ/dia} = 25.9 \text{ Mcal/dia}$

$(\Delta h \times m) / \eta_{\text{evap.}} = (25.9 \text{ Mcal/dia}) / 0.801 = 32.32 \text{ Mcal/dia} = 9698.8 \text{ Mcal/año}$

donde:

m<sub>vap.</sub>: Consumo de vapor por día ( 3313.6 Kg. de vap./dia)

$\eta_{\text{evap.}}$ : Eficiencia de evaporación de la caldera ( 80.1% )

Dividiendo entre el poder calorífico del diesel (PCI).

**Ahorro de Combustible (diesel):**

**Ahorro de Combustible =  $(32.32 \times 10^3 \text{ Kcal/dia}) / (8044.4 \text{ Kcal/lt.}) = 4.018 \text{ lts./día} = 1205.7 \text{ lts/año.}$**

**Ahorro Económico (\$):**

**Ahorro Económico = \$ 1,652 pesos anuales**



para almacenar el agua caliente, cada uno con una capacidad de 5,000 lts., estos abastecen a las regaderas de los atletas que allí entrenan, también cuenta con un pequeño tanque de condensados que tiene una capacidad de 254 lts.

La fig. III.5 ilustra la distribución de los equipos de la instalación.

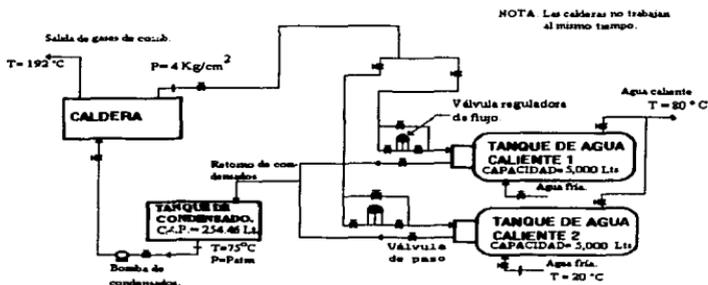


FIG. III.5 Diagrama de las instalaciones de la casa de máquinas de la pista de tartán.

Las regaderas que son abastecidas por esta pequeña casa de máquinas son: 24 regaderas de hombres y 26 regaderas de mujeres las cuales suman 50 regaderas.

Se calcula que hacen uso de estas instalaciones un promedio de 200 personas diariamente de los cuales solo 160 personas hacen uso de las regaderas diariamente. Por otro lado esta instalación trabaja de lunes a viernes, la presión a la que trabaja la caldera es de 4 Kg./cm<sup>2</sup> (60 Lbs.).

Del análisis del equipo consumidor de energía, se determinó las siguientes áreas de potencial de ahorro de energía.

### 3.7.2 Áreas de Potencial de Ahorro de Energía.

Al igual que todas las instalaciones se analizó el área de potencial de ahorro de Energía Térmica.

#### 3.7.2.1 Energía térmica

Los aspectos que se estudiaron fueron los siguientes :

- Operación de las calderas (combustión).
- Mantenimiento de las calderas.
- Disminución de la temperatura del agua caliente.
- Revisión de aislamientos térmicos.
- Eliminación de fugas evidentes de vapor de las calderas.

#### 3.7.3 Mediciones.

La medición de los parámetros de operación se realizó tal como se encontró funcionando al generador de vapor. Los datos operativos promedio de esa condición fueron los siguientes :

##### BACHARACH FYRITE II

Temperatura gases Combustión.....	192°C
O2.....	13.6%
CO2.....	5.5%
Exceso de aire.....	172%
E F combustible.....	78.4%
Perdidas en la chimenea.....	21.6%

#### 3.7.4 Cálculos

- Operación de las calderas (combustión).

La eficiencia térmica mediante el método de pérdidas separadas fue de:

$$\text{EFICIENCIA} = 73.9\%$$

El Calor Suministrado ( $Q_{\text{sum}}$ ) con una eficiencia de 73.9%

La caldera consume 69,933 Lts de diesel /día

$$Q_{\text{sum a 73.9\%}} = 562.6 \text{ Mcal /día.}$$

Por otro lado

$$Q_{\text{apro}} = 415.8 \text{ Mcal /día}$$

El calor suministrado a una eficiencia de 83% es de:

$$Q_{\text{sum a 83\%}} = \frac{415.8}{0.83} = 500.96 \text{ Mcal /día.}$$

El Ahorro de Energía es de :

$$Q_{\text{sum a 73.9\%}} - Q_{\text{sum a 83\%}} = 61.64 \text{ Mcal /día.}$$

$$\text{Ahorro Anual} = 18,492 \text{ Mcal /año}$$

Ahorro de Combustible.

$$\text{Ahorro por día} = 7.66 \text{ lts/día}$$

$$\text{Ahorro Anual} = 2298.6 \text{ lts/año}$$

Ahorro Económico (\$):

$$\text{Ahorro Anual} = \$3,149 \text{ pesos anuales}$$

- Mantenimiento de las calderas

Idem. a la anterior.

- Disminución de la temperatura del agua caliente .

$$Q_{\text{actual}} = (8100 \text{ kg./día}) (4.19 \text{ kJ/kg. } ^\circ\text{C}) (80-20 \text{ } ^\circ\text{C}) = 2036.3 \text{ MJ/día.}$$

para una eficiencia de la caldera de 73.9 %

$$Q_{\text{actual}} = 2755.5 \text{ MJ/día} = 658.3 \text{ Mcal/día}$$

$q_{recomendado} = 1840.1 \frac{\text{MJ}}{\text{día}} = 439.6 \text{ Mcal/día.}$

Ahorro de energía:

Ahorro energía = 218.7 Mcal/día

Si se trabajan 300 días/año

Ahorro energía Anual = 65,610 Mcal/año

Ahorro de combustible (diesel):

Ahorro de combustible diario = 27.19 lts/día

Ahorro de combustible anual = 8156 lts/año

Ahorro económico:

Ahorro anual = \$ 11,174 pesos anuales

- Revisión de aislamientos térmicos

Idem. a la anterior.

- Eliminación de fugas evidentes de vapor en las calderas

Idem. a la anterior.

### 3.8 Resultado del diagnóstico energético (auditoría energética).

De acuerdo a los aspectos anteriores el diagnóstico energético arrojó los siguientes resultados, los cuales se ilustran en las tablas que a continuación se presentan.

TABLA: 3.1

Tabla que ilustra los ahorros potenciales de energía, combustible y económicos para cada instalación.

INSTALACIÓN	Medida a implantar	Ahorro de energía (Mcal/año)	Ahorro de combustible (lts/año)	Ahorro económico (\$/año)
ESTADIO C.U.	• Operación de calderas (comb.)	29,447	3,660	5,015
	• Mantenimiento de las calderas	---	---	---
	• Disminución de temp. del agua caliente	128,119	15,926	21,818
	• Revisión de aislamientos térm.	---	---	---
	• Eliminación de fugas de vapor	---	---	---
F. CERRADO	• Operación de calderas comb.	23,970	2,979.6	4,082
	• Mantto. de las calderas	---	---	---
	• Disminución de temp. del agua caliente	147,840	18,377	25,176.5
	• Revisión de aislamientos térm.	---	---	---
	• Eliminación de fugas de vapor	---	---	---
ALBERCA	• Operación de calderas (comb.)	26,2002.3	32,567.9	44,618
	• Manto. de las calderas	---	---	---
	• Disminución de temp. del agua caliente	263,164.9	32,712.4	44,816
	• Revisión de aislamientos térm.	---	---	---
	• Eliminación de fugas de vapor	---	---	---

Continuación tabla: 3.1

FÚTBOL AMERICANO (Baños generales)	• Operación de calderas (comb.)	14,340	1,782.5	2,442
	• Manto de las calderas	—	—	—
	• Disminución de temp. del agua caliente	107,579.5	13,372.6	18,320
	• Revisión de aislamientos térm.	—	—	—
	• Eliminación de fugas de vapor	—	—	—
	• Disminución presión en la caldera	9,698	1,206	1,652
PISTA DE TARTAN (Karate)	• Operación de calderas (comb.)	18,492	2,298.6	3,149
	• Manto de las calderas	—	—	—
	• Disminución de temp. del agua caliente	65,610	8,156	11,174
	• Revisión de aislamientos térm.	—	—	—
	• Eliminación de fugas de vapor	—	—	—

TABLA: 3.2

Tabla que ilustra los ahorros potenciales totales por instalación

INSTALACIÓN	Ahorro de energía total (Mcal/año)	Ahorro de combustible total (Lts/año)	Ahorro económico total (\$/año)
Estadio C. U.	157,566	19,586	26,833
Frontón cerrado	171,810	21,357	29,258
Alberca	525,167	65,280	89,434
F. Americano	131,617	16,361	22,414
Karate	84,102	10,455	14,323
TOTAL	1,070,263	133,039	182,265

**TABLA: 3.3**

Tabla que ilustra los consumos actuales por instalación.

Instalación	Estadio C.U.	F. cerrado	Alberca	F. americano	Karate	TOTAL
Consumo de diesel (lts/año)	60,162	53,738	740,571	50,961	20,980	926,412
Costo de los consumos anuales (\$/año)	82,422	73,621	1,014,582	69,817	28,743	1,269,185

**TABLA: 3.4**

Tabla que ilustra los consumos, aplicando las medidas de ahorro por instalación.

Instalación	Estadio C.U.	F. cerrado	Alberca	F. americano	Karate	TOTAL
Consumo de diesel (lts/año)	40,576	32,381	675,291	34,600	10,525	793,373
Costo de los consumos anuales (\$/año)	55,589	44,363	925,148	47,403	14,420	1,086,923

**TABLA: 3.5**

Tabla que ilustra el porcentaje de ahorro por instalación y total general

Instalación	Estadio C.U.	F. cerrado	Alberca	F. americano	Karate	TOTAL
% de ahorro combustible	32.5	39.7	8.8	32	49	14.4

De las tablas anteriores se observa que de un consumo general de diesel de 926,412 Lts/año, se estima que se pueden obtener ahorros de 133,039 Lts de diesel anual (14.4 % de ahorro general),

aplicando las medidas recomendadas anteriormente, como son disminuir 25 y 15 grados centígrados la temperatura del almacenamiento del agua caliente, chequeando constantemente la combustión de las calderas y disminuyendo la presión de trabajo de la instalación de baños generales

### **3.9 Medidas adicionales de tipo general**

#### **3.9.1 Recomendaciones generales para acción inmediata**

##### **3.9.1.1 Vapor**

- Suspender el calentamiento de agua si las condiciones del tiempo no lo hacen necesario.
- Emplear presiones mínimas de operación del vapor.

##### **3.9.1.2 Combustión.**

- Calcular y graficar diariamente la eficiencia de las calderas.
  - Establecer un programa de mantenimiento y ajuste a los quemadores para su operación , eficiente.
  - Reducir el flujo de aire de Combustión a su punto óptimo, para eliminar el arrastre de gas combustible.
  - Reemplazar los quemadores obsoletos por otros de mayor eficiencia.
  - Mantener limpios los tubos de la caldera, tanto de la cámara de combustión como los de agua.
  - Analizar frecuentemente los gases de combustión para adecuar la relación aire/combustible.
- Además se recomienda disminuir el exceso de aire hasta un 26 %, O<sub>2</sub> hasta un 4.5 %, incrementando el CO<sub>2</sub> hasta un 13 % para mejorar el rendimiento de las calderas.

##### **3.9.1.3 Otras acciones sugeridas**

- Disminuir la temperatura del agua caliente en los servicios y/o baños hasta 50 ° C de ser posible.
- Usar agua fría para asearse cuando sea posible.

- Programar el mantenimiento de rutina en los periodos fuera de operación.

### ***3.9.2 Recomendaciones para el mantenimiento de las instalaciones***

El mantenimiento correcto de las instalaciones es fundamental para conseguir un importante ahorro de energía. Se considera que el mantenimiento en condiciones idóneas de los sistemas energéticos de una instalación deportiva puede conseguir un ahorro entre el 10 y el 20% del consumo total (ref. 24).

Un aspecto importante dentro del mantenimiento general de las instalaciones energéticas es el referente a las calderas. El rendimiento de una caldera, superior al 80% si se mantiene en condiciones de eficiencia, puede disminuir considerablemente en el caso de presencia de incrustaciones, falta de limpieza de los conductos de humo o de las chimeneas, regulación defectuosa del quemador u otras circunstancias.

El mantenimiento de la caldera en condiciones óptimas de funcionamiento exige revisiones periódicas del estado de sus partes. La vigilancia de la pérdida de calor sensible por medio de los humos de combustión es otro de los factores a considerar.

Es preciso también vigilar que no se produzcan incrustaciones calcáreas a consecuencia del contacto del agua con la caldera, ya que este hecho disminuye el rendimiento del equipo. Se puede estimar que un espesor de 10 mm de incrustaciones produce un incremento del 50% del consumo de combustibles. Se ha de analizar, pues, previamente el funcionamiento de la instalación, la calidad del agua y prever, en caso necesario, un tratamiento de agua.

También precisan un mantenimiento similar otros equipos como bombas, etc. Para estos, es particular, se produce a menudo una disminución en su eficiencia por falta de limpieza de los filtros.

La tabla 3.6 muestran el ahorro conseguido y el periodo de amortización de diversas operaciones de mantenimiento para instalaciones que consumen agua caliente sanitaria.

TABLA: 3.6

Acciones de ahorro energético en instalaciones de agua caliente sanitaria, ahorro conseguido y amortización de la medida.

Fuente: 24

MEDIDA	AHORRO (%)	PERIODO DE AMORTIZACIÓN (AÑOS)
-Sustitución de elementos obsoletos:		
* quemador (de más de 8 años)	9	3-4,5
* caldera (de más de 12 años)	7	>4,5
- Controlar la combustión, limpiar las superficies de intercambio de calor	8	3-4,5
- Control de la temperatura del agua caliente	5	< 1,5
- Colocación de contadores de consumo	15	3-4,5

Finalmente en la tabla 3.7 se ofrece una lista de las operaciones de mantenimiento a realizar en las instalaciones térmicas, indicando la periodicidad de tales actuaciones.

TABLA: 3.7

Operaciones de mantenimiento a efectuar en instalaciones térmicas.

MATERIALES TÉRMICOS

PERIODICIDAD	NATURALEZA DE LA OPERACIÓN
SEMANAL	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Permutación de las calderas</li> <li>- Control de los niveles de agua y purga de las redes en caso necesario.</li> <li>- Permutación del funcionamiento de las bombas.</li> <li>- Limpieza de los filtros de combustible.</li> </ul>
TRIMESTRAL	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Control del emugrecimiento de las superficies de transferencia de calor.</li> </ul>
SEMESTRAL (o después de la reparación de un quemador)	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Ajuste de la combustión:               <ul style="list-style-type: none"> <li>* depresión del hogar y chimenea.</li> <li>* temperatura de los gases de combustión.</li> <li>* contenido en CO<sub>2</sub>.</li> </ul> </li> </ul>
ANUAL	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Desmontaje de quemadores, ajuste, reemplazamiento de las piezas defectuosas.</li> <li>- Control de los instrumentos de medida y seguridad.</li> <li>- Deshollinado de los tubos en escape de gases y chimeneas</li> </ul>

**TABLA 3.8**

**Mantenimiento general**

<b>SEMANTAL</b>	- Limpieza de los locales destinados a los equipos energéticos (sala de máquinas, etc.)
<b>MENSUAL</b>	- Redacción de un informe de funcionamiento de los equipos. - Limpieza de maquinaria: motores, calderas, ventiladores, etc...
<b>ANUAL</b>	- Control visual del estado general de la red de distribución de agua caliente (tuberías, etc...)

## CONCLUSIONES

Un gran porcentaje de la energía que se consume en el mundo y en el país actualmente procede de recursos energéticos no renovables, principalmente de los hidrocarburos (petróleo y gas) y del carbón y en menor cantidad del uranio en algunos países.

Salta a la vista que estos recursos tendrán que agotarse necesariamente algún día, como ya se mencionó en este trabajo. Pero no se cree que ese día está muy lejano, los pronósticos según los expertos en la materia el tiempo promedio para que estos hidrocarburos se agoten es de aproximadamente 36 años, si consideramos que la demanda de estos sigue aumentando año con año, entonces ese promedio se reduce grandemente, teniendo un valor menor de dicho tiempo.

La conclusión que se desprende de tal situación es que se debe utilizar la energía de la manera más eficiente e implantar programas rigurosos de ahorro de la misma, sobre todo en aquellos sectores que la consumen de manera intensiva.

A nivel internacional se han realizado serios esfuerzos en el ahorro de energía, principalmente en los países altamente industrializados y a partir de la crisis del petróleo de 1973 y 1979.

Esos países avanzaron en la instrumentación de programas ambiciosos de ahorro y uso eficiente de la energía, y en la diversificación de fuentes de energía, a través de la investigación científica que permitió utilizar nuevas tecnologías para emplear eficientemente la energía procedentes de las fuentes alternas, tales como la energía solar, la eólica, la procedente de la biomasa y la geotérmica, entre otras. Estas nuevas fuentes tienen la característica de ser recursos prácticamente renovables.

Nuestro país, sumido en una fuerte crisis económica de la cual todavía no acaba de salir, carece de los recursos financieros necesarios para realizar investigación sobre nuevas fuentes de energía, por lo cual lo ha suspendido casi en su totalidad.

Todo esto ha orillado a tratar de poner en marcha programas de uso eficiente y ahorro de energía, en todos los sectores, incluido el propio sector energético, pero fundamentalmente encaminado a aplicarse en el sector industrial y más específicamente a las industrias con alto consumo de energía, entre esas industrias las más importantes por su consumo son la siderúrgica, la del cemento, la química, la petroquímica, la del vidrio, la de producción de algunos metales como cobre y aluminio, la del transporte, etc.

De acuerdo con el estudio que se desarrolló y a los resultados obtenidos en este trabajo se llegó a las siguientes conclusiones:

1. De lo anterior se concluye que si se llevan a cabo las medidas recomendadas anteriormente se pueden lograr ahorros importantes en cada instalación y al parecer las medidas más eficaces para obtener mejoras substanciales en los gastos económicos de dichas instalaciones respecto al consumo específico de energía, se encuentra la disminución en la temperatura del agua de almacenamiento.

2. Por otra parte, también es necesario actualizar el equipo para la producción de agua caliente sanitaria en la mayoría de las instalaciones, con miras a poder ahorrar energía. La mayoría de los equipos son muy antiguos. Es obvio que con ese grado de obsolescencia las instalaciones tengan consumos específicos mayores.

Por lo tanto el ahorro de energía en las instalaciones deportivas está también íntimamente relacionada con los programas de modernización.

3. Una parte fundamental de toda buena administración de energía es la realización periódica de diagnósticos energéticos o de auditorías energéticas como se les conoce comúnmente.

Sin los datos que arroja un estudio de esta naturaleza, el gerente general de la planta y más específicamente el responsable del organismo de administración de energía, no podrá diseñar ni poner en práctica una política eficaz, ni un programa de uso y ahorro eficiente de energía.

Por lo tanto, este tipo de instalaciones que tienen un importante consumo de energía, deberían realizar auditorías panorámicas por lo menos cada mes, y auditorías cortas o a nivel intermedio de profundidad, cada año, y finalmente realizar auditorías completas o al máximo nivel de profundidad cada 3 ó 5 años.

4. Para poder implantar un programa serio y amplio de uso eficiente y ahorro de la energía en las instalaciones deportivas, es necesario lograr antes, que se ponga en marcha la administración energética formal, a través de la creación de un organismo, que cuente con el apoyo decidido de la dirección de dichas instalaciones y que esté integrado por personal calificado en el área, de ser posible que sea personal que trabajen ahí mismo (mantenimiento).

Nuestro país no tiene ni siquiera una estadística confiable de cuáles y cuántas empresas llevan a cabo la administración formal de energía, y cuales cuentan con un departamento u organismo interno encargado específicamente y exclusivamente de realizar la administración energética.

Sin embargo, se puede decir que la mayoría de las industrias nacionales, incluidas aquellas que tienen un consumo intensivo de energéticos, no cuentan con la administración formal de la energía, ni menos con un organismo interior encargado de hacerla.

Por lo tanto es urgente que las industrias (entre ellas contamos las instalaciones deportivas del Campus de Ciudad Universitaria) empiecen de inmediato a crear sus organismos internos para la administración formal del uso de energía y a realizar tal administración de manera eficaz.

5. Dado que la inmensa mayoría de las industrias en México, incluidas por supuesto las instalaciones deportivas no tienen una política de administración formal de la energía, pues no cuentan con organismos internos dedicados específicamente y exclusivamente a esa tarea. Es necesario que a la brevedad posible establezcan ese tipo de organismos, que en algunos países se conocen como comités de administración de energía, pero que inclusive, según el tamaño de la instalación en cuestión, sería conveniente elevarlos a la categoría de departamentos con la misma jerarquía, autoridad y apoyo de otros departamentos de una gran empresa o de una planta industrial.

6. Los beneficios de una auditoría energética a nivel intermedio o inclusive al máximo nivel de profundidad son tales, que si los directivos de las instalaciones deportivas estuvieran convencido de ello, practicarían constantemente este tipo de análisis energético en sus instalaciones. Sin embargo todavía impera la indiferencia hacia la importancia de la administración de la energía y la práctica de los diagnósticos energéticos.

Por tanto es necesario crear conciencia en los dirigentes del sector y llevar a cabo acciones concertadas entre el gobierno, los industriales y las instituciones de educación superior que tengan los conocimientos suficientes en el tema para asesorar a la industria. Pero en esencia las autoridades no deben dejar esta cuestión al arbitrio de la buena o mala voluntad de los directivos de estas instalaciones y industriales, sino hacerla de alguna manera obligatoria.

7. Finalmente, se sabe que en el país hay muy pocas instituciones de Educación Superior, la UNAM, la UAM, y el IPN, entre otras, que cuentan con instalaciones y personal dedicado a la investigación sobre el manejo y generación de energía para hacerlo más eficiente y para instrumentar programas de ahorro de energía en las industrias (actualmente la CONAE establece y asesora en programas de ahorro de energía).

**Sería muy conveniente que el sector oficial se preocupara más por inducir el establecimiento de este tipo de investigación en las universidades, institutos tecnológicos e instituciones de investigación y los dotara de recursos suficientes, para que en un lapso breve, México cuente con personal calificado en cuestiones energéticas, concretamente en administración, ahorro y uso eficiente de energía, para atender los rezagos y las necesidades futuras del país en ese renglón.**

## **BIBLIOGRAFIA**

1. **Manual de eficiencia Energética Térmica en la Industria**  
**Centro para el Ahorro y Desarrollo Energético y Minero (CADEM).**  
**Luis Alfonso Molina I.**  
**Gonzalo Molina I.**  
**Tomo: I**  
**Bilbao 1984.**
2. **CADEM. Curso No. 1:**  
**Conservación de Energía en la Industria. Dic. 1982.**  
**Vol. 5. Equipos y tuberías: reducción de pérdidas térmicas.**
3. **Seminario de Ahorro de Energía**  
**Memoria: Agosto 1995.**  
**CONAE, CANACINTRA, Comisión de la unión Europea, Secretaria de Energía.**
4. **Casos exitosos de Ahorro de Energía**  
**Secretaria de Energía, Minas e Industria Paraestatal (SEMIP).**  
**Comisión Nacional para el Ahorro de Energía (CONAE).**
5. **Balances nacionales de Energía, de 1985 a 1989 SEMIP.**

6. **Balance Nacional de Energía 1992.**  
**Secretaría de Energía, Minas e Industria paraestatal.**  
**SEMIP, PEMEX, CFE.**
  
7. **Programa Nacional de Modernización Energética (PNME) 1990-94.**  
**SEMIP. Diario Oficial del 7 de mayo de 1990.**
  
8. **Diagnósticos Energéticos**  
**J/R Ávila Espinosa**  
**SOMAC, FIDE.**
  
9. **Elementos para un Diagnostico Energético.**  
**J. Ávila Espinosa**  
**D. González P.**
  
10. **Balances nacionales de Energía, de 1985**
  
11. **Comisión Nacional para el Ahorro de Energía (CONAE)**  
**Informe de Labores 1990-1994.**
  
12. **Reglamento de instalaciones de calefacción, climatización y agua caliente sanitaria**  
**Ministerios de Industria y Energía y Ministerios de Obras Públicas y Urbanismo**  
**Madrid 1979.**

13. **Manual de procedimientos para el uso eficiente de energía en la industria y el comercio**  
**Comisión de Energéticos, México 1977.**  
**Secretaría de Patrimonio y Fomento Industrial**
  
14. **Jornadas técnicas sobre aplicaciones de cogeneración.**  
**Catalana de Gas y Electricidad**  
**Barcelona, 1983.**
  
15. **Consumo de Energía en la Industria.**  
**Secretaría de Energía, Minas e Industria Paraestatal (SEMIP).**  
**México, D.F. Junio de 1988.**
  
16. **"Elements of a Plant Energy Audit".**  
**Walter P. Smith, Jr.**  
**Energy and Environmental management**  
**Badische Corp. Anderson, SC.**
  
17. **"Guía para el Ahorro de Energía en la Industria".**  
**David A. Reay.**  
**International Research and Development Co. Ltd.**  
**Newcastle-upon-Tyne, England. Pergamon Press.**
  
18. **"Técnicas de Conservación Energética en la Industria".**

**Vol. I.**

**Ministerio de Industria y Energía.**

**Centros de Estudios de la Energía. Mayo 1982.**

19. **"Manuales Técnicos y de Instrucción para la Conservación de Energía".**  
(Redes de distribución de fluidos térmicos).  
**Ministerio de Industria y Energía.**  
**Madrid España, 1984.**
  
20. **"Fundamentos para la optimización de la combustión en calderas".**  
**Jorge Izaguirre Montiel**  
**Impulsora Electrotérmica, S.A.**  
**México, D.F. 1987.**
  
21. **Heat Transmission**  
**Mc. Adams, W.H.**  
**Mc. Graw Hill**  
**New York USA. 1954**
  
22. **Introduction to Heat Transfer**  
**Frank P. Incropera**  
**David P. de Witt**  
**Second Edition**

23. **Calefacción de piscinas. Método de evaluación de las pérdidas de calor**  
**Mitja A., Pares P LL.**
  
24. **Manual de Ahorro Energético en Instalaciones Deportivas**  
**Ministerio de cultura**  
**Instituto de Ciencias de la Educación Física y del Deporte 1986.**
  
25. **Manual de "Iniciación a la Ingeniería de Conservación".**  
**Jefatura de Servicios de Conservación**  
**Subjefatura de Investigación y Desarrollo Tecnológico**  
**Recursos Humanos, octubre de 1994**  
**Tomo 3**