



INSTITUTO POLITÉCNICO NACIONAL

ESCUELA SUPERIOR DE INGENIERÍA MECÁNICA Y ELÉCTRICA

UNIDAD PROFESIONAL ADOLFO LOPEZ MATEOS

SECCIÓN DE ESTUDIOS DE POSGRADO E INVESTIGACIÓN

LABORATORIO DE INGENIERÍA TÉRMICA E HIDRÁULICA APLICADA

**DESARROLLO DE UNA METODOLOGÍA PARA DETECTAR
NICHOS DE OPORTUNIDAD PARA LA MEJORA DE LA
EFICIENCIA ENERGÉTICA Y LA PRODUCTIVIDAD,
APLICADO A LA INDUSTRIA ALIMENTICIA LÁCTEA.**

T E S I N A

**Que para Obtener el Diploma de Especialidad en:
Ingeniería Térmica**

**P R E S E N T A:
ING. NADIA CORTÉS SALINAS**

**DIRECTOR DE TESINA:
DR. FLORENCIO SÁNCHEZ SILVA**



CIUDAD DE MEXICO

DICIEMBRE. 2016



AGRADECIMIENTOS

Agradezco a **Dios** trinidad, mi Señor y Creador **Jesús** por poner en mi camino la preparación necesaria para servir a mi país y a mi prójimo, gracias Padre Eterno por todo el amor y bondad que no tienen fin, tú me guías y me provees la ayuda necesaria a mi vida para lograr estas metas, sin cesar de decir que es por ti que se logran; tú serás siempre mi admiración y anhelo, el más grande de los ingenieros por conocer.

Gracias a mi madre **María** por cobijarme y brindarme ternura y compañía al emprender la vida cotidiana en otra ciudad, porque sé que nunca me dejas sola y nunca lo harás como mi madre y protectora, te amo Regina Madre Mía.

Agradezco a aquel hombre admirable en mi vida mi tlatoani, mi abuelo; **José Arturo Cortés Flores**, gran líder laboral, social y familiar, por ser fuente de inspiración mía, por su ejemplo de superación y sencillez, por el amor y por la enseñanza de vida en el trabajo, me acompañas durante todo momento, desde donde estas ahora, te amo por siempre TU mi abuelito.

Agradezco a mi familia; a mis padres **Arturo** y **Carmen** y a mis hermanos **Denisse** y **Arturo**, por ser parte de este mi camino, por entender mis ausencias y por animarme a lograr esta meta más en mi desempeño profesional; a mis mascotas **Grillo**, **Nina** y **Squishy** que me aman de manera incondicional y a quienes retribuiré el tiempo y las atenciones si Dios me lo sigue permitiendo.

Agradezco esta oportunidad al **Instituto Politécnico Nacional** y al **Laboratorio de Ingeniería Térmica e Hidráulica Aplicada**; sus conocimientos transmitidos durante el transcurso de mis clases, han formado un peldaño clave en mi ejercicio profesional.

Y de manera especial y sincera al **Ing. Pedro Sebastián Vargas** y al **Centro Mexicano para la Producción más Limpia** por su apoyo, paciencia y confianza, ciertamente he sido privilegiada por la formación de su parte. Su capacidad para guiar mis ideas ha sido un apoyo invaluable en el desarrollo y cumplimiento del presente trabajo. Gracias a todos ustedes; profesores y asesores.





CONTENIDO

I.	Relación de Tablas.....	6
II.	Relación de Figuras.....	7
III.	Nomenclatura.....	9
IV.	Resumen.....	13
V.	Abstract.....	15
VI.	Introducción.....	17

Capítulo 1: Fundamentos sobre la Eficiencia Energética

1.1	Situación Actual Energética.....	21
1.2	Balance Energético Nacional.....	21
1.2.1	Análisis del Contexto Nacional entre los años 2004-2014.....	22
1.2.2	Comportamiento de la Energía en México desde el Contexto Internacional.....	25
1.3	Análisis de la Evolución de la Eficiencia Energética en el Sector Industrial.....	27
1.3.1	Histórico del Panorama Energético Mundial.....	27
1.3.2	Antecedentes Históricos de la Evolución de la Eficiencia Energética Global.....	29
1.3.3	Antecedentes Históricos y Normativos de la Eficiencia Energética en México.....	33
1.3.4	Marco Legal y Político de la Eficiencia Energética en México.....	52
1.3.5	Instituciones y Programas dentro del Sector Energético para promover la Eficiencia Energética en México.....	54
1.3.6	Proyección del Potencial de Reducción del Consumo de Energía y de Emisiones del GEI en México.....	58
1.3.7	Potencial de Ahorro de Energía Eléctrica y Mitigación de GEI.....	59
1.3.8	Potencial de Ahorro de Energía Térmica y Mitigación de GEI.....	61

Capítulo 2: Infraestructura del Proceso Productivo de la Leche Tratada

Térmicamente

2.1	Situación de la Industria Láctea.....	64
2.2	Estructura y Factores de la Producción.....	66
2.2.1	Objetivos del Proceso de Producción de Leche Tipo UHT.....	70
2.2.2	Descripción y Lay Out del Proceso de Producción UHT.....	72





2.2.3 Sistemas y Equipos del Proceso UHT77
2.3 Balances de Materia y Energía.....83

Capítulo 3: Desarrollo de la Metodología de Eficiencia Energética

3.1 Desarrollo de la Metodología para Mejora de la Eficiencia Energética y la Productividad.....87
3.1.1 Fase I Planeación y Organización: Diagnostico Energético.....87
3.1.1.1 Primer Nivel Energético (DEN-I).....89
3.1.1.2 Segundo Nivel Energético (DEN-II).....91
3.1.1.3 Tercer Nivel Energético (DEN-III).....93
3.1.2 Fase II Evaluación Previa: Solicitud de Información a la Organización.....93
3.1.2.1 Facturación de Energía Eléctrica.....99
3.1.2.1.1 Análisis de la Facturación Eléctrica.....99
3.1.2.1.2 Control de la Demanda.....102
3.1.2.2 Facturación de Energía Térmica.....104
3.1.3 Fase III Evaluación: Mediciones y Determinaciones de Mejoras por Rubro...104
3.1.3.1 Mediciones Eléctricas.....105
3.1.3.2 Mediciones Térmicas.....106
3.1.3.3 Determinación de Mejoras de Ahorro de Energía en Sistema de: Iluminación110
3.1.3.4 Determinación de Mejoras de Ahorro de Energía en Sistema: Electromotriz..111
3.1.3.5 Determinación de Mejoras de Ahorro de Energía en Sistema de: Aire Comprimido.....112
3.1.3.6 Determinación de Mejoras de Ahorro de Energía en Sistema de: Bombas....113
3.1.3.7 Determinación de Mejoras de Ahorro de Energía en Sistema de: Generación y Distribución de Vapor.....114
3.1.3.8 Determinación de Mejoras de Ahorro de Energía en Sistema de: Hornos.....116
3.1.4 Fase IV Estudio de Factibilidad: Detección de Nichos de Oportunidades.....117
3.1.4.1 Elaboración del Resumen Ejecutivo.....117
3.1.4.2 Oportunidades de Ahorro y Periodo de Retorno de Inversión.....118
3.1.5 Fase V Implantación: Plan de Trabajo Continuo y su Monitoreo.....120





Capítulo 4: Aplicación de la Metodología al Caso Industrial Lácteo

4.1 Aplicación de la Metodología al Sector Industrial Lácteo.....	124
4.1.1 Análisis de la Facturación Eléctrica.....	125
4.1.2 Mediciones Térmicas y Eléctricas.....	129
4.1.3 Análisis de las Mediciones.....	131
4.1.4 Nichos de Oportunidades de Ahorro detectados para la Mejora.....	136
4.1.4.1 Nicho de Oportunidad 1: Retirar las lámparas de aditivos metálicos que se encuentran en la parte superior de la cámara de refrigeración.....	136
4.1.4.2 Nicho de Oportunidad 2: Optimizar el equipo de fuerza del sistema de refrigeración.....	139
4.1.4.3 Nicho de Oportunidad 3: Instalación de un economizador condensante en la caldera.....	141
4.2 Recomendaciones de Ahorro Energético en Diferentes Sectores.....	145
4.2.1 Recomendaciones de Ahorro Energético para el Sector Transporte.....	147
4.2.2 Recomendaciones de Ahorro Energético para el Sector Residencial.....	147
4.2.3 Recomendaciones de Ahorro Energético para el Sector Comercial.....	148
Conclusiones.....	150
Bibliografía.....	151
Anexo A: Definiciones Energéticas.....	154





RELACIÓN DE TABLAS

<i>Tabla 1.1 Principales Países Productores de Energía en 2009.....</i>	<i>25</i>
<i>Tabla 1.2 Consumo Total y por habitante de Energía Eléctrica en 2009.....</i>	<i>27</i>
<i>Tabla 1.3 Evolución de los Precios de Barril de Petróleo Crudo 1999-2010.....</i>	<i>28</i>
<i>Tabla 1.4 Resumen del Ahorro de Energía Eléctrica y del Potencial de Mitigación en México.....</i>	<i>59</i>
<i>Tabla 1.5 Potencial de Mitigación con una Penetración del 90%.....</i>	<i>60</i>
<i>Tabla 1.6 Medidas de Eficiencia Térmica en el Sector Industrial.....</i>	<i>61</i>
<i>Tabla 2.1 Mayores Empresas Lácteas con Presencia en México.....</i>	<i>66</i>
<i>Tabla 2.2 Costo de Producción por tipo de Productor.....</i>	<i>67</i>
<i>Tabla 2.3 Producción Nacional de Leche (millones de litros).....</i>	<i>68</i>
<i>Tabla 2.4 Precios Actuales de Leche en México 2012.....</i>	<i>69</i>
<i>Tabla 2.5 Datos Técnicos de Tanques Lácteos.....</i>	<i>80</i>
<i>Tabla 2.6 Facturación Eléctrica de la Empresa Láctea.....</i>	<i>83</i>
<i>Tabla 2.7 Facturación Térmica de la Empresa Láctea.....</i>	<i>84</i>
<i>Tabla 2.8 Producción Anual de Leche UHT.....</i>	<i>84</i>
<i>Tabla 3.1 Horarios y Periodos de la Comisión Federal de Electricidad.....</i>	<i>101</i>
<i>Tabla 4.1 Condensado de Factura Eléctrica de la Empresa Láctea.....</i>	<i>125</i>
<i>Tabla 4.2 Modificación de los Precios en la factura Eléctrica por parte de CFE.....</i>	<i>127</i>
<i>Tabla 4.3 Horarios Anuales que Intervienen en la Factura de CFE.....</i>	<i>128</i>
<i>Tabla 4.4 Placa de Datos del Transformador.....</i>	<i>130</i>
<i>Tabla 4.5 Resultados del Retiro de Luminarias en Cámara de Refrigeración.....</i>	<i>138</i>
<i>Tabla 4.6 Potencias de Ahorro de los Motores a Sustituir.....</i>	<i>140</i>
<i>Tabla 4.7 Clasificación de Empresas en México 2015.....</i>	<i>146</i>
<i>Tabla 4.8 Proyecciones de Ahorro para el Sector Transporte.....</i>	<i>147</i>
<i>Tabla 4.9 Proyecciones de Ahorro para el Sector Residencial.....</i>	<i>148</i>
<i>Tabla 4.10 Proyecciones de Ahorro para el Sector Comercial.....</i>	<i>149</i>





RELACION DE FIGURAS

<i>Figura 1.1 Consumo Final Energético por Sector y tipo de Energético 2005.....</i>	<i>23</i>
<i>Figura 1.2 Exportación de Petróleo por Región de Destino 2002-2013.....</i>	<i>26</i>
<i>Figura 1.3 Evolución del Consumo Mundial del Petróleo 1996-2010.....</i>	<i>29</i>
<i>Figura 1.4 Historia de los Sistemas de Gestión Energética.....</i>	<i>30</i>
<i>Figura 1.5 Programas de Eficiencia Energética Exitosos Mundialmente.....</i>	<i>31</i>
<i>Figura 1.6 Medidas de Gestión de la Energía en una Industria Alemana.....</i>	<i>32</i>
<i>Figura 1.7 Instituciones en el Sector Energía en México.....</i>	<i>58</i>
<i>Figura 1.8 Potencial de Mitigación con el 90% de Penetración de Tecnologías.....</i>	<i>61</i>
<i>Figura 2.1 Producción Nacional de Leche Fluida 2003-2011.....</i>	<i>65</i>
<i>Figura 2.2 Proceso de Producción de Leche UHT.....</i>	<i>76</i>
<i>Figura 2.3 Acometida de la Empresa Láctea.....</i>	<i>77</i>
<i>Figura 2.4 Medidor de Consumo de la Empresa Láctea.....</i>	<i>78</i>
<i>Figura 2.5 Distribución de la Energía Eléctrica de la Empresa Láctea.....</i>	<i>78</i>
<i>Figura 2.6 Suministro de Gas a Nivel Industrial.....</i>	<i>79</i>
<i>Figura 2.7 Infraestructura de Producción del Proceso Lácteo UHT.....</i>	<i>82</i>
<i>Figura 3.1 Marco de Trabajo de la Metodología para la Mejora de la Eficiencia.....</i>	<i>88</i>
<i>Figura 3.2 Diagrama del Primer Nivel Energético.....</i>	<i>90</i>
<i>Figura 3.3 Diagrama del Segundo Nivel Energético.....</i>	<i>92</i>
<i>Figura 3.4 Regiones Tarifarias de la Comisión Federal de Electricidad.....</i>	<i>96</i>
<i>Figura 3.5 Ejemplo de Interpretación de Factura Eléctrica.....</i>	<i>103</i>
<i>Figura 3.6 Ejemplo de Interpretación de Factura Térmica.....</i>	<i>104</i>
<i>Figura 3.7 Ejemplo de Equipo y Mediciones Eléctricas.....</i>	<i>106</i>
<i>Figura 3.8 Ejemplo de Cámara Infrarroja y sus Mediciones Térmicas.....</i>	<i>107</i>
<i>Figura 3.9 Ejemplo de Termómetro Infrarrojo.....</i>	<i>107</i>
<i>Figura 3.10 Ejemplo de Analizador de Gases de Combustión.....</i>	<i>108</i>
<i>Figura 3.11 Ejemplo de Luxómetro.....</i>	<i>108</i>
<i>Figura 3.12 Ejemplo de Tacómetro.....</i>	<i>109</i>
<i>Figura 3.13 Ejemplo de Medidor de Flujo Ultrasónico.....</i>	<i>109</i>
<i>Figura 3.14 Ejemplo de Termo higrómetro.....</i>	<i>110</i>





<i>Figura 3.15 Resumen de Aplicación de la Metodología</i>	121
<i>Figura 4.1 Comportamiento de la Energía Eléctrica</i>	126
<i>Figura 4.2 Mediciones Eléctricas en el Tablero Principal</i>	130
<i>Figura 4.3 Imagen del Transformador Principal</i>	131
<i>Figura 4.4 Medición Termo gráfica en el Transformador</i>	132
<i>Figura 4.5 Datos de Potencia Demandada en el Transformador</i>	132
<i>Figura 4.6 Datos de Tensión Eléctrica en el Transformador</i>	132
<i>Figura 4.7 Datos de Corriente Eléctrica en el transformador</i>	133
<i>Figura 4.8 Datos de Factor de Potencia en el Transformador</i>	134
<i>Figura 4.9 Datos de Armónicos en el Transformador</i>	135
<i>Figura 4.10 Sistemas Consumidores de Energía</i>	136
<i>Figura 4.11 Cámara de Refrigeración</i>	137
<i>Figura 4.12 Imagen Termo gráfica de la Cámara de Refrigeración</i>	137
<i>Figura 4.13 Temperatura de Roció para el Gas Natural a diferentes % de aire</i>	143
<i>Figura 4.14 Economizador Condensante de Contacto Directo</i>	144
<i>Figura 4.15 Programas de Promoción y Apoyo del Gobierno Federal</i>	146





NOMENCLATURA

- AC** Acondicionador de Aire
- ADEME** Agencia del Medio Ambiente y Eficiencia Energética en Francia
- AIE** Agencia Internacional de Energía
- AISI** Clasificación de Aceros y Aleaciones de Materiales no Ferrosos de Estados Unidos
- APF** Administración Pública Federal
- API** American Petroleum Institute
- ASI** Ahorro Sistemático Integral
- BANOBRAS** Banco Nacional de Obras y Servicios Públicos
- BNE** Balance Nacional de Energía
- CAL** Caloría
- CANAME** Cámara Nacional de Manufacturas Eléctricas
- CANACINTRA** Cámara Nacional de la Industria de la Transformación
- CESPEDES** Comisión de Estudios del Sector Privado para el Desarrollo Sustentable
- CFE** Comisión Federal de Electricidad
- CMNUCC** Convención Marco de las Naciones Unidas para el Cambio Climático
- CNH** Comisión Nacional de Hidrocarburos
- CSG** Sistema Sexagesimal
- CO** Monóxido de Carbono
- CO₂** Bióxido de Carbono
- COCAMIN** Confederación de Cámaras de Comercio de los Estados Unidos Mexicanos
- CONAE** Comisión Nacional para el Ahorro de Energía
- CONCANACO** Confederación de Cámaras Nacionales de Comercio y Turismo
- CONUEE** Comisión Nacional para el Uso Eficiente de la Energía
- CRE** Comisión Reguladora de Energía
- CNH** Comisión Nacional de Hidrocarburos
- CNSNS** Comisión Nacional de Seguridad Nuclear y Salvaguardia
- CSC** Captura y Secuestro de Carbono
- DDF** Departamento del Distrito Federal
- DOF** Diario Oficial de la Federación





EER Relación de Eficiencia Energética

ENTEASE Estrategia Nacional para la Transición Energética y el Aprovechamiento Sustentable de la Energía

ENERDATA Empresa Energética Técnica

FIDE Fideicomiso para el Ahorro de Energía Eléctrica

FIPATERM Fideicomiso para el Ahorro de Energía

Gas LP Gas Licuado de Petróleo

GEF Fondo para el Medio Ambiente Mundial

GEI Gases de Efecto Invernadero

GJ Giga Joules

GPM Galones por minuto

GW Gigawatt

GWh Gigawatt hora

GIZ Deutsche Gesellschaft fuer Internationale Zusammenarbeit (Agencia Alemana para la Cooperación Internacional)

GTZ Sociedad Alemana de Cooperación Técnica

HP Horse Power (Caballo de Fuerza)

IIE Instituto de Investigaciones Eléctricas

IMP Instituto Mexicano del Petróleo

INEGEI Inventario Nacional de Emisiones de Gases de Efecto Invernadero

ININ Instituto Nacional de Investigaciones Nucleares

IRCEE Índice de Referencia sobre el Consumo de Energía Eléctrica

J Joule

KW Kilowatt

KWh Kilowatt-hora

LAERFTE Ley para el Aprovechamiento de Energías Renovables y el Financiamiento de la Transición Energética

LASE Ley para el Aprovechamiento Sustentable de la Energía

LFMN Ley Federal de Metrología y Normalización

LGPAEIAPF Lineamientos Generales para la Aplicación del Programa de Ahorro de Energía en Inmuebles de la Administración Pública Federal





LOAPF Ley Orgánica de la Administración Pública Federal

LyF Luz y Fuerza del Centro

MDL Mecanismo para un Desarrollo Limpio

MRV Medición, Reporte y Verificación

MJ Megajoules

Mmtep Millones de Toneladas equivalente de Petróleo

Mt Millones de toneladas

Mtbep Millones de Toneladas de Barriles equivalentes de Petróleo

MtCO₂e Millones de toneladas de bióxido de carbono equivalente

MW Megawatt

MWh Megawatt-hora

NAFIN Nacional Financiera

NOM Norma Oficial Mexicana

NMX Norma Mexicana

OCDE Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico

ONUDI Organización de las Naciones Unidas para el Desarrollo Industrial

PAESE Programa de Ahorro del Sector Eléctrico

PCI Poder Calorífico Inferior

PECC Programa Especial de Cambio Climático

PEMEX Petróleos Mexicanos

PEF Presupuesto de Egresos de la Federación

PEP Pemex Exploración y Producción

PFAE Programa Familiar de Ahorro de Energía

PGPB Pemex Gas y Petroquímica Básica

PIB Producto Interno Bruto

PIE Productores Independientes de Energía

PJ Petajoules

PRONASE Programa Nacional para el Aprovechamiento Sustentable de Energía

PRONUREE Programa Nacional para el Uso Racional de la Energía Eléctrica

PyME Pequeña y Mediana Empresa

PVDF/EPDM Empaquetadoras Asépticas de Grado Alimenticio





Q Calor

RCE Reducción Certificada de Emisiones

RSC Responsabilidad Social Corporativa

SAGARPA Secretaria de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación

SCT Secretaria de Comunicaciones y Transporte

SE Secretaria de Economía

SECOFI Secretaria de Comercio y Fomento Industrial

SECODAM Secretaria de Contraloría y Desarrollo Administrativo

SEDESOL Secretaria de Desarrollo Social

SEDUE Secretaria de Desarrollo Urbano y Ecología

SEMARNAT Secretaría del Medio Ambiente y Recursos Naturales

SEN Sistema Eléctrico Nacional

SENER Secretaría de Energía

SEMIP Secretaria de Minas e Industria Paraestatal

SEP Secretaria de Educación Pública

SHCP Secretaria de Hacienda y Crédito Público

SGEN Sistemas de Gestión Energética

SI Sistema Internacional

SIAP Servicio de Información Estadística Agroalimentaria y Pesquera

SIE Sistema de Información Eléctrica

SISPA Sistema de Información de Seguridad Industrial y Protección Ambiental

SUTERM Sindicato de Trabajadores Electricistas de la República Mexicana

Tep Toneladas Equivalente de Petróleo

tCO_{2e} Tonelada de bióxido de carbono equivalente

TJ Terajoules

TR Toneladas de Refrigeración

TWh Terawatt-hora

UHT Tratamiento Térmico de Ultra pasteurización de Leche

W Watt





RESUMEN

En el mundo en desarrollo confluyen ahora varias fuerzas para que éste sea un momento muy oportuno para formular una estrategia destinada a abordar mejor las cuestiones relativas a la eficiencia energética y el uso racional de la energía, este proyecto lo aborda de mejor forma como una metodología; que tuvo como objetivo sistematizar un procedimiento para obtener el rendimiento energético óptimo del consumo de energía en un sistema industrial sin que ello provoque una disminución de la productividad o de la calidad de este servicio. Siendo una forma de apoyar la productividad de una empresa y contribuir a una mejor situación ambiental a escala global y nacional en la instauración de programas de uso óptimo de consumo de esta energía. Es incuestionable la importancia de este recurso como insumo estratégico en el desarrollo económico del país para las instalaciones industriales, comerciales o de servicios. Además la creciente demanda de energía implica un cuidadoso estudio a efecto de optimizar su uso, pudiendo contar con una oferta adecuada a corto, mediano y largo plazo, de esta manera se evitaran presiones innecesarias que frenen el desarrollo equilibrado de este ramo.

Por parte de la iniciativa privada y los organismos de gobierno se ha comenzado a tener una actitud más abierta respecto del modo en que la energía se produce y se consume, dentro del sector industrial. Entre otras razones para abordar este trabajo encontramos los siguientes puntos tomados en cuenta para desarrollar lo presente:

- a) La demanda de energía crece rápidamente
- b) Hay importantes prestaciones de financiamiento para que crezca el sector energético
- c) Existen afortunadamente presiones mayores en materia de conservación del medio ambiente
- d) Actualmente existe un desempeño deficiente del sector, con respecto de la insatisfacción de los consumos por parte de los usuarios.
- e) La reevaluación de las funciones que se realizan e incumben respectivamente a los gobiernos y a los sectores público y privado en el proceso de desarrollo de metodologías con respecto de la energía, siendo esta propuesta un marco de referencia.





Todos estos factores forman a las industrias a abordar problemas, por largo tiempo descuidados, relativos al desperdicio de energía, tanto en su producción como en su consumo final. Por otro lado, el consumo energético, no está definido por el comportamiento individual del consumidor, sino por patrones de estilo de vida más bien colectivos, que enfatizan que la elección individual en las sociedades industriales está limitada por la manera en que están configuradas, de estas constataciones surge una premisa básica: dado que los equipos convierten la energía en servicios, entonces los individuos están interesados en aquellos servicios y no en la energía. Entender entonces “cómo y por qué” la demanda por los servicios crece, es esencial para entender los cambios socio- tecnológicos y la evolución de infraestructuras, equipamientos, rutinas y hábitos, presentes en la actualidad; que permitieron así, planificar y obtener de manera más sólida los instrumentos orientados en la presente metodología para producir e implementar los mecanismos para mejorar la eficiencia en el uso de la energía. Y si esta “perspectiva social” en relación con la demanda ofrece una visión conceptual más precisa del uso de la energía, entonces el análisis de acciones estará en condición de explorar un mayor número de razones y causales que permiten así la identificación de un abanico más amplio de posibles intervenciones y soluciones del diseño, instrumentos de funcionamiento y acciones de políticas.

Las mejoras de los procesos productivos, con la incorporación de tecnologías más eficientes y sostenibles, la renovación de equipamientos obsoletos y la adecuada gestión de los procesos y servicios productivos serán los ejes básicos de actuación que conducirán a una disminución de los consumos energéticos. Se aborda y desarrolla el tema de metodología; analizando desde un nivel macroeconómico pasando por el sector industrial en su conjunto y finalmente para las agrupaciones de actividad del sector industrial más intensivas en energía. Es a través de esta propuesta que se identifican los puntos del proceso de mayor uso energético y se hacen resaltar aquellos donde esta se desperdicia y es posible generar algún ahorro. Esta metodología desarrollada apoya además, los sistema de gestión en cualquiera de sus versiones, necesarios para certificar y/o verificar a cualquier proceso o actividad industrial en las condiciones óptimas.





ABSTRACT

In the developing world, several forces now come together to make this a timely opportunity to formulate a strategy to better address issues of energy efficiency and the rational use of energy. This project is best addressed by a methodology ; Which aimed to systematize a procedure to obtain the optimum energy performance of energy consumption in an industrial system without causing a decrease in productivity or the quality of this service. Being a way to support the productivity of a company and contribute to a better environmental situation at global and national level in the implementation of programs of optimal use of this energy. The importance of this resource as a strategic input in the economic development of the country for industrial, commercial or service facilities is unquestionable. In addition, the growing demand for energy implies a careful study in order to optimize its use, being able to count on an adequate supply in the short, medium and long term, thus avoiding unnecessary pressures that will hinder the balanced development of this sector.

On the part of the private initiative and the organisms of government has begun to have a more open attitude with respect to the way in which the energy is produced and consumed, within the industrial sector. Among other reasons to approach this work we find the following points taken into account to develop the present:

- A) Demand for energy grows rapidly
- B) There are important financing benefits for the growth of the energy sector
- C) Fortunately there are major pressures on environmental conservation
- D) There is currently a poor performance of the sector, regarding the dissatisfaction of consumption by users.
- E) The re-evaluation of the functions that are carried out and are incumbent respectively on the governments and the public and private sectors in the process of developing methodologies with respect to energy, this proposal being a frame of reference.





All these factors form the industries to address long-neglected problems related to the waste of energy, both in their production and in their final consumption. On the other hand, energy consumption is not defined by individual consumer behavior, but by rather collective lifestyle patterns, which emphasize that individual choice in industrial societies is limited by the way they are configured, These findings arise a basic premise: given that teams convert energy into services, then individuals are interested in those services and not energy. Understanding "how and why" the demand for services grows is essential to understand the socio-technological changes and the evolution of infrastructures, equipment, routines and habits, present at present; Which enabled them to plan and obtain in a more solid way the instruments oriented in the present methodology to produce and implement the mechanisms to improve the efficiency in the use of energy. And if this "social perspective" in relation to the demand offers a more precise conceptual vision of the use of energy, then the analysis of actions will be able to explore a greater number of reasons and causes that allow the identification of a fan more wide range of possible interventions and design solutions, operational tools and policy actions.

The improvement of production processes, with the incorporation of more efficient and sustainable technologies, the renovation of obsolete equipment and the adequate management of productive processes and services will be the basic axes of action that will lead to a reduction of energy consumption. The topic of methodology is addressed and developed; Analyzing from a macroeconomic level through the industrial sector as a whole and finally to the most energy intensive industrial sector clusters. It is through this proposal that the points of the process of greater energy use are identified and they are emphasized those where this one is wasted and it is possible to generate some savings. This developed methodology also supports the management systems in any of its versions, necessary to certify and / or verify any industrial process or activity under optimum conditions.





INTRODUCCIÓN

Se ha observado en el transcurso de la ejecución industrial, la necesidad en la manufactura de tener mejores desempeños en materia energética en un nivel de escala global. Es evidente que la eficiencia energética ocupa un lugar prioritario en la agenda de la mayoría. Sin embargo, la comprensión de lo que realmente supone la eficiencia energética y como se pueden implementar iniciativas para ahorrar no es tan sólida.

Es por ello que se propone en este trabajo una metodología para abordar dicha situación industrial actual. La eficiencia energética se puede definir como el cambio permanente que se consigue, mediante el uso de las mediciones, la monitorización y el control del uso de la energía de forma activa. El uso de equipos y dispositivos que ahorren energía en los diferentes rubros como iluminación, refrigeración, bombeo etc., es fundamental pero no es suficiente sin un adecuado control, pues las medidas solo mitigaran las pérdidas de energía pero no conseguirán una reducción real del consumo de la energía, ni en la forma que esta se emplea. Es importante enfatizar que el factor humano tiene que poseer la mentalidad de cultura de ahorro energético así como buenas prácticas de ingeniería, pero obviamente esta necesidad se reduce si se utilizan más controles técnicos en los procesos.

En el capítulo 1 del presente trabajo, se establecen los principales conceptos y definiciones clave para entender todo lo relacionado con la eficiencia y el ahorro energético, se recomienda de igual manera la lectura del Anexo A como apoyo en las referencias energéticas. Así como se contextualiza un panorama del estado energético en el referente mundial y nacional que nos encontramos y posibles previsiones futuras.

El capítulo 2, es un capítulo introductorio sobre la industria láctea que trata, en primera instancia, los procesos e instalaciones referentes a esta industria, en específico sobre el proceso de la leche tratada térmicamente UHT para tener una idea de la estructura. Se destacan los datos referidos a su producción industrial, valor añadido y consumo





energético de cada agrupación de los equipos y sistemas, consultando la información bibliográfica referenciada.

El capítulo 3 es el más importante del presente proyecto ya que desarrolla con los datos recogidos en las diferentes fuentes de información, los diferentes indicadores energéticos a analizar para aplicación de la metodología por el equipo especialista, evaluando así como es el comportamiento de la eficiencia energética dentro de la organización, obteniendo una base de datos sistemática que sirve y es de gran utilidad para poder adaptarlo a los diferentes escenarios industriales.

En el capítulo 4 se realiza la aplicación específica al escenario lácteo, las recomendaciones para seguir con la mejora continua de la metodología y adaptarlo a los diferentes sectores que existen en nuestro país, además de las conclusiones obtenidas en el trabajo presente.

Otro factor muy importante que impulso el desarrollo en el uso de la eficiencia energética, es la necesidad de lograr los ambiciosos objetivos de reducción de las emisiones de carbono establecidos por los gobiernos que firmaron el protocolo de Kyoto. Con las emisiones de gases de efecto invernadero en el punto de mira en todo el mundo y con la gráfica mundial de ello que no ha logrado estabilizarse para descender poco a poco, ha llegado la hora de que todos ahorremos energía con las aplicaciones inteligentes de tecnologías y métodos que promuevan dicha eficiencia.

Por otro lado la energía se consume de muchas formas en todos los ámbitos de la vida desde el suministro de recursos vitales como el agua, petróleo y el gas, hasta la iluminación y la calefacción de las casas así como la energía que necesitan la industria, el comercio y el transporte. Mucha de esa energía se consume de forma útil, pero a diario se derrochan grandes cantidades. Este despilfarro o uso ineficiente de la energía debe corregirse siendo por ello que se realizaron recomendaciones y propuestas con respecto de estos sectores. Analizando también un panorama futuro donde las legislaciones





tendrán consecuencias importantes, pero quizás la mayor repercusión para las empresas sea el fuerte incremento en el costo de la energía.

Esto plantea un gran problema para las empresas ya que sus márgenes de beneficios se pueden reducir considerablemente y enfrentarse al dilema de aplicar recorte a sus resultados o bien repercutir en el aumento de los costos en los precios de sus productos y servicios, arriesgándose a perder competitividad. En este documento técnico se exploran los principales aspectos y ventajas del uso de la energía a escala industrial, en forma de electricidad y energía térmica así como su impacto en la producción e indirectamente su impacto al medio ambiente.





CAPITULO I: FUNDAMENTOS SOBRE LA EFICIENCIA ENERGETICA

En este capítulo se proporcionan las bases para el análisis del comportamiento de la eficiencia energética, con el fin de detectar en que puntos de consumo de este recurso se hace de manera ineficiente y con esa información poder proponer alguna medida que sirva para mejorar su utilización dentro del proceso productivo. Así como se contextualiza un panorama del estado energético en el referente mundial y nacional que nos encontramos y posibles previsiones futuras.





1.1 Situación Actual Energética

Es importante incorporar información oficial sobre el origen y destino de la energía en México, se considera de alta utilidad para la estructura de este proyecto, puesto que apoya la implementación de la metodología propuesta con fundamentos estadísticos en el marco de los principios de difusión de incorporación energética al ámbito industrial.

Finalmente, con el objeto de contar con elementos gráficos que simplifiquen la comprensión de los consumos energéticos industriales y de la estructura general de las industrias más sobresalientes del análisis de este apartado, se presentan diagramas contenidos en tales documentos oficiales para una visualización amplia del estado energético actual, además este capítulo comprende el Anexo A donde se encuentran todas las referencias energéticas.

La perspectiva que conlleva este apartado se benefició de varias interacciones que proporcionaron la perspectiva sobre las necesidades futuras; nacionales e internacionales, con el fin de fortalecer la capacidad del proceso de revisión de estándares comunes y directrices técnicas, representando en el análisis un desafío único para identificar las mejores respuestas energéticas que sean consistentes con el objetivo de desarrollo de la metodología que incluye también de manera indirecta la preservación de los recursos naturales, el aumento de la resiliencia de los sistemas productivos y la creación de nuevas oportunidades de empleo. [1]

1.2. Balance Energético Nacional

El balance nacional de energía es un documento que muestra el contexto nacional del desempeño del sector energético, registra la producción, exportación, importación, transformación, pérdidas y consumo de la energía en México, mostrando el origen y destino final por fuente de energía.

Además la información contenida en el balance permitirá:





- 1) Realizar un análisis comparativo con lo observado en años previos, en especial sobre el consumo de las fuentes de energía, dentro de la estructura de la demanda de esta misma.
- 2) Así como también permite analizar a los distintos sectores y agentes económicos, como herramientas para una prospectiva de planeación dentro del desarrollo sustentable y la eficiencia energética.

Cabe resaltar que en este apartado se presentan los flujos de la energía a nivel nacional, durante los años 2004 y 2014 para el objeto de estudio. Las estadísticas contenidas en este documento están a la disposición del público en general en el sitio de internet del Sistema de Información Energética (SIE), <http://sie.energia.gob.mx>.

1.2.1 Análisis del Contexto Nacional entre los años 2004-2014

En relación al análisis del Balance Energético Nacional 2005 destacan los siguientes aspectos;

- 1) Se observa un menor crecimiento en el consumo sectorial y subsectorial; Entre los años 2004 y 2005 el consumo final total de energía disminuyó 0.8%, esto como resultado de los menores consumos observados en los sectores residencial, comercial y público, transporte y agropecuario.
- 2) Por otro lado, los sectores agropecuario e industrial crecieron 3.3 y 0.4%, respectivamente, como consecuencia de los mayores consumos observados en los subsectores cerveza y malta (8.0%), cemento (7.1%), automotriz (5.9%), hule (5.4%), celulosa y papel (3.3%) y construcción (3.3%) principalmente.

Siendo esta parte de importancia debido a que no hay crecimiento en los sectores residencia, comercial y público, transporte y agropecuario el consumo final disminuye, sin embargo desde las estadísticas de esos años se analizaba el crecimiento del sector industrial expresado en un 0.4%.





- 3) En 2005, el sector transporte tuvo una participación del 45.7% en el consumo final energético, mientras que el sector industrial representó el 30.7%. Por su parte, el agregado formado por los subsectores residencial, comercial y público registró una participación del 20.6% y el sector agropecuario contribuyó con el 3.0%.

Entre 2004 y 2005 los sectores industrial y agropecuario ganaron participación en el consumo final energético; mientras que los sectores transporte, residencial, comercial y público disminuyeron su participación en el total del consumo final energético.

Se resalta que posterior del sector transporte a nivel nacional, el segundo mayor consumidor de energía es el sector industrial como se observa en la Figura 1.1 de consumo final energético por sector y tipo de energético, 2005.

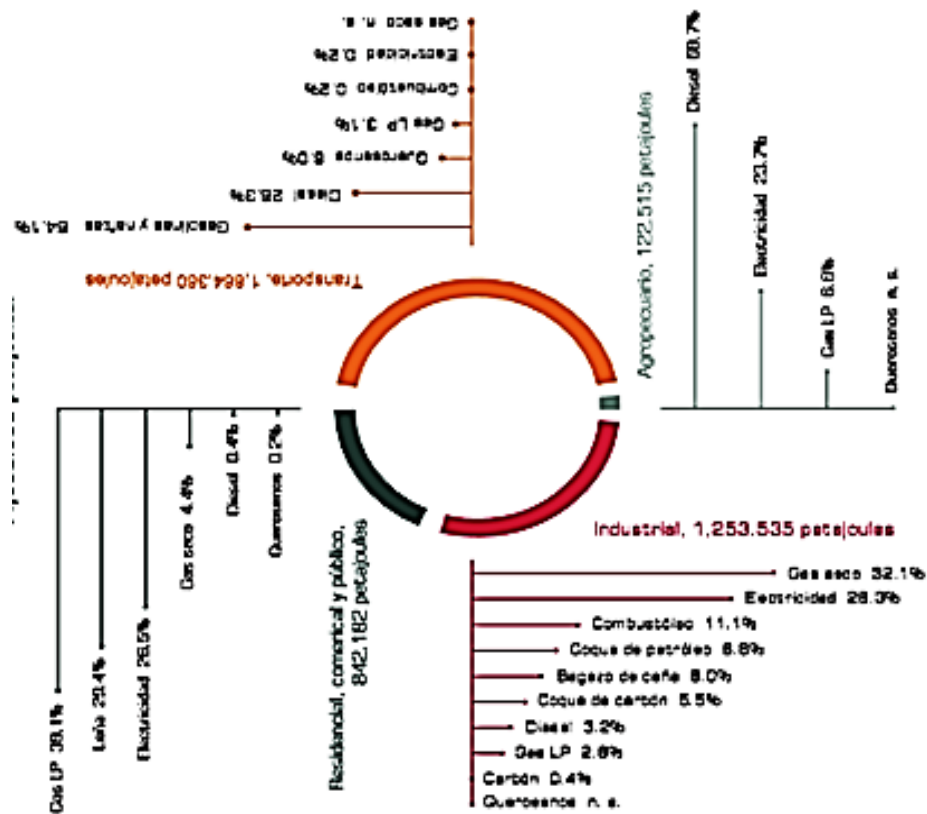


Figura 1.1 Consumo Final Energético por Sector y tipo de energético 2005, Fuente: Sistema de Información Energética (SIE), Sener.





En la Figura 1.1 se distingue que en el sector industrial el principal combustible ocupado es el gas seco debido a su ocupación mayormente en los procesos de Pemex petroquímica, sin embargo la parte eléctrica se proyecta como segundo lugar puesto que la mayoría de industrias a nivel nacional la ocupa como principal fuente de procesos de transformación.

Continuando con el análisis del balance energético nacional 2013 destacan los siguientes aspectos;

- 4) El balance nacional de energía 2013 incorporo indicadores internacionales de energía de los cuales podemos destacar los datos sobre el consumo mundial de energía que creció 0.7% en 2012, al totalizar 8 978.86 MMtpe. Esto se debió principalmente al incremento en el consumo de electricidad con 2.8%, al carbón y sus derivados con 0.6% y a las energías renovables con 0.5%. Los tipos de energía renovable que tuvieron un incremento en su participación fueron la solar y la eólica, con 20.28 MMtpe, cifra 15.7% más alta que la registrada en 2011.
- 5) Por sectores de consumo, el principal a nivel mundial fue el industrial con 2,540.76 MMtpe, 28.3% del total, seguido por el sector transporte con 2,506.97 MMtpe, representando el 27.9% y el residencial con 2,076.06 MMtpe constituyendo el 23.1%.

Mundialmente está aumentando la tasa de consumo energético por el consumo de la electricidad, se observa que el sector de principal uso es el industrial con un 28.3% del total mundial.

- 6) El indicador de independencia energética comenzó a disminuir a partir del 2005, la tasa promedio anual de disminución fue de 3.7%, por lo que en 2013 por primera vez en México la relación entre la producción y el consumo nacional de energía fue equivalente a 1.0 lo que significa que la producción de energía fue la misma cantidad que la que se puso a disposición en las diversas actividades de consumo en el territorio nacional.





- 7) El consumo de energía per cápita en 2013 fue 1.1% que el de 2012, el incremento de este indicador se debió a un mayor crecimiento del consumo energético en comparación con el de la población.

Debido a estos comportamientos energéticos nacionales, se busca por parte del gobierno intensificar las acciones que deriven en el óptimo aprovechamiento de la energía a nivel nacional, por lo tanto el sector energético en México presenta una oportunidad estratégica para elevar la capacidad del país de producir energía sustentable a fin de asegurar el abasto para la economía nacional [4].

1.2.2 Comportamiento de la Energía en México desde el Contexto Internacional

En materia de producción energética, México ocupa un lugar destacado a nivel internacional, como se puede observar en Tabla 1.1 de los principales países productores de energía en 2009, contribuyendo con el 1.79% de los 12,292 millones de toneladas de barriles equivalentes de petróleo (Mtbe) que se generan en el mundo. Ocupa además el segundo lugar de América Latina, produciendo el 29.3% de los 751 Mtbe originados en la región [5].

Tabla 1.1 Principales Países Productores de Energía, 2009

Lugar	País	Producción de Energía (Mtbe)
1	China	2,085
2	Estados Unidos de América	1,686
3	Rusia	1,182
4	Arabia Saudita	528
5	India	502
6	Canadá	390
7	Indonesia	352
9	Irán	350
10	Australia	311
11	Brasil	230
12	Nigeria	229
13	México	220

Fuente: International Energy Agency, Key World Energy Statics.

Del flujo de producción de petróleo nacional la exportación de este por región de destino se observa en la figura 1.1 de exportación de petróleo por región de destino 2002-2013,



unidades de miles de barriles diarios, siendo nuestro mayor comprador los Estados Unidos de América desde 2003 hasta la actualidad como se aprecia en figura 1.2. En 2009, México consumió el 1.18% del total mundial de la energía mundial, ubicándose en el 16° lugar a nivel mundial. Asimismo, consume el 25.6% de la energía de América Latina como se observa en la Tabla 1.2 consumo total y por habitante de energía eléctrica, 2009 sobre consumo de esta energía.

	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013
Total	1,843.93	1,870.33	1,817.12	1,792.68	1,686.15	1,403.37	1,222.13	1,360.54	1,337.90	1,184.42	1,086.95
América	1,603.78	1,655.60	1,589.08	1,589.88	1,487.62	1,223.14	1,083.46	1,178.71	1,133.35	994.11	893.78
Estados Unidos	1,437.45	1,482.00	1,424.65	1,441.87	1,351.48	1,142.91	1,048.96	1,139.51	1,095.04	957.14	856.90
Canadá	29.28	28.13	38.18	36.34	30.55	25.95	22.36	23.94	20.47	22.79	22.37
Otros	137.05	145.47	126.25	111.67	105.59	54.27	12.14	15.25	17.83	14.18	14.50
Europa	170.94	174.15	189.45	166.52	159.68	139.17	103.64	124.47	123.67	176.13	178.67
Lejano Oriente y otros	69.21	40.58	38.59	36.28	38.86	41.06	35.03	57.37	80.89	85.33	116.33

Fuente: Sistema de Información Energética y Anuario Estadístico de Pemex.



Figura 1.2 Exportación de Petróleo por Región de Destino 2003-2013 Fuente: International Energy Agency, Key World Energy Statistics.

México está por abajo del promedio mundial (2,730 kWh/habitante) en cuanto a consumo de energía eléctrica por habitante, ocupando la posición 71.



Tabla 1.2 Consumo Total y por Habitante de Energía Eléctrica, 2009

Lugar	País	Consumo de electricidad (TWh)	Consumo por habitante (kWh/persona)
1	Japón	997	7,883
2	Estados Unidos de América	962	12,884
3	Rusia	870	6,133
4	India	690	597
5	Alemania	555	6,781
6	Canadá	522	15,467
7	China	503	2,631
8	Francia	483	7,494
9	Korea	438	8,980
10	Brasil	426	2,201
11	Reino Unido	352	5,693
12	Italia	317	5,271
13	España	276	6,004
14	Australia	244	11,038
15	Sudáfrica	224	4,532
16	México	218	2,026

Fuente: Sistema de Información Energética y Anuario Estadístico de Pemex

Esto anterior refleja las condiciones de temperatura y los usos de electricidad que se ocupan en México; sin embargo, pudiera ser también un indicador de disparidad, que debe analizarse con atención con el objetivo de aumentar la disponibilidad de energía para la población y para las actividades productivas.

1.3 Análisis de la Evolución de la Eficiencia Energética en el Sector Industrial

Debido a la alta dependencia de los hidrocarburos como fuente primaria de suministro de energía en el mundo, y en particular la dependencia y vulnerabilidad de las naciones importadoras, sobre todo las de economías desarrolladas principales consumidoras de los energéticos en el mundo, se iniciaron importantes cambios por el lado de la demanda de energía, al implantar entre otras políticas la de ahorro, cuyos resultados en muy corto plazo resultaron espectaculares lo cual se simplifica en este apartado.

1.3.1 Histórico del Panorama Energético Mundial

A partir de la primera crisis petrolera de 1973-1974, cuando los precios del hidrocarburo se incrementaron notablemente, se gestaron importantes transformaciones en el entorno energético mundial, las cuales se intensificaron con los aumentos de precios registrados en los años de 1979 y 1980.





En este período concluyó, sobre todo en los países de mayor nivel de desarrollo, la era de los energéticos baratos que había servido como uno de los elementos base para la expansión de la economía mundial.

La transformación inició a principios de los 70's y se aceleró después de 1979, año a partir del cual el consumo total de petróleo en el mundo disminuyó en 2.57% anual promedio, mientras que a partir de 1984 retomó el crecimiento a una tasa más moderada del 1.5% anual, muy inferior a la registrada en el lapso comprendido entre 1960 y 1979 que fue del 6.4% anual. De esta forma en nuestro país también se registró una evolución en el precio del petróleo como se muestra en la tabla 1.3 Evolución de los precios de barril de Petróleo Crudo 1999-2010.

Tabla 1.3 Evolución de Precios de Barril de Petróleo Crudo 1999-2010 (dólares por barril)

	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	Var. % 2010/2009
Canasta	24.79	18.61	21.52	24.78	31.05	42.71	53.04	61.64	84.38	57.44	72.33	25.9
Olmeca	29.00	23.96	24.87	29.32	39.34	53.91	64.67	70.89	99.37	65.79	79.58	21.0
Istmo	27.87	22.27	23.48	28.08	38.04	53.11	57.29	69.92	81.09	63.38	78.63	24.1
Maya ¹	22.99	17.19	20.89	24.13	29.82	40.61	51.10	60.38	82.92	56.27	70.47	25.2

Fuente: Sistema de Información Energética y Anuario Estadístico de Pemex

En el caso del consumo de petróleo de los países de la OCDE, la caída fue aún más pronunciada, pues de 1979 a 1984, el consumo mundial disminuyó a razón del 3.05% anual, aunque recupera su crecimiento a partir de 1985, hasta el 2002 registra una tasa media de crecimiento anual del 1.44%, muy inferior al registrado en el período 1960 -1979 que fue de 5.55% observado en la figura 1.3 evolución del consumo mundial de petróleo 1996-2010 [5].

Con ello se puede interpretar que mientras existan oferta global habrá demanda, sin embargo en los últimos años nacionalmente ha habido una deficiencia en la producción del crudo, al igual que en el resto del mundo, por lo tanto la mayoría de las naciones





desde tiempos anteriores que México, han desarrollado este tipo de estrategias energéticas implementadas a alcanzar un abastecimiento de la energía más sostenible.

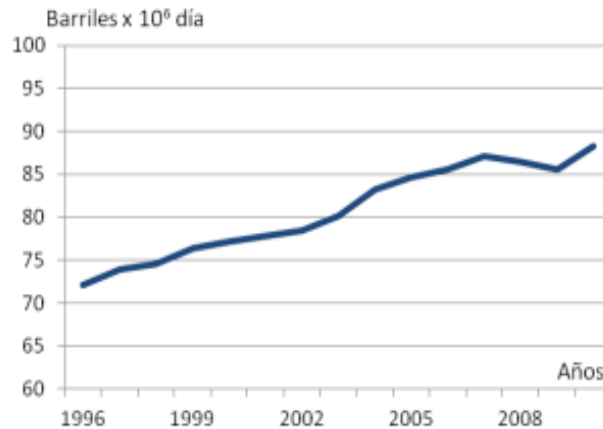


Figura 1.3 Evolución del Consumo Mundial de Petróleo 1996-2010. Fuente: International Energy Agency, Key World Energy Statistics.

1.3.2 Antecedentes Históricos de la Evolución de la Eficiencia Energética Global

La energía es un bien que incide directamente sobre el desarrollo de la sociedad. A su vez, el desarrollo constituye un factor fundamental de seguridad, en tanto que aporta estabilidad, cohesión social y una mejor o peor posición estratégica. El sector industrial, en general, y las pymes, en particular, han venido mostrando históricamente un gran interés en la utilización efectiva de la energía.

La gestión de la demanda de energía se revela cada vez más como un elemento fundamental de la política energética de un país. La reducción de la demanda permite avanzar, de la forma más económica posible, hacia los objetivos de reducción del costo de aprovisionamiento de energía, de minimización del impacto ambiental, y de incremento de la seguridad energética [6].

Existen también reportes sobre la cantidad de medidas de eficiencia energética de organizaciones como el Consejo Mundial de Energía (WEC) que trabaja junto con ADEME (Agencia del Medio Ambiente y Eficiencia Energética, Francia) y con la asistencia técnica de ENERDATA (Francia). Esto proporciona datos y un índice



comparativo de los resultados de los diferentes países en una variedad de áreas de la eficiencia energética.

Como se muestra en la Figura 1.4 la historia de los sistemas de gestión energética, desde la década de los 70, caracterizada por una crisis de los energéticos, los sistemas de gestión energética surgen como una herramienta esencial que ha impulsado el desempeño energético a nivel mundial.

HISTORIA DE LOS SGEN	
1970	Crisis del petróleo. Gestión de la producción y compra de energía, servicios energéticos y conservación de la energía.
1988	Las industrias comienzan a desarrollar programas de eficiencia energética.
1990	Australia: AS 3595. Programas de Gestión Energética – Guía para evaluación financiera de proyectos.
1992	Australia: AS 3596. Programas de Gestión Energética – Guía para definición y análisis de ahorro de energía y costos.
1995	USA: ANSI 739. IEEE Recomendación práctica para la Gestión Energética en instalaciones industriales y comerciales. Canadá: Plus 1140. Guía para la gestión energética voluntaria. China: GB/T 15587. Guía para la gestión energética en las empresas industriales.
2000	USA: ANSI/MSE 2000: 2000
2001	Dinamarca: DS 2403: 2001
2003	Suecia: SS 627750: 2003
2005	Irlanda: I.S. 393: 2005 Holanda: Sistema de Gestión Energética – Guía para uso
2007	España: UNE 216301: 2007 Corea del sur: KSA 4000: 2007 Alemania: Gestión energética – Términos y definiciones
2009	Sudáfrica: SANS 879: 2009 China: GB/T 23331: 2009 Europa: EN 16001: 2009
2011	Estándar Internacional ISO 50001: 2011 México: NMX-J-SAA-50001-ANCE-IMNC-2011

Figura 1.4 Historia de los Sistemas de Gestión Energética. Fuente: Consulta realizada por MGM Innova para el Proyecto GEF-PIM 54371CC

Observando que en todos los países hay oportunidades para aprovechar el potencial de eficiencia energética en el sector público. Como las actividades del sector público tienen alcance a través de los diversos sectores de uso final, siempre hay





oportunidades que van desde la reconversión de iluminación a pequeña escala a las de mayor escala por implementación de mejoras en los servicios públicos.

El dinero público se está utilizando para comprar productos y servicios, y para la construcción de instalaciones: el dinero público puede ser más eficaz con mayor rentabilidad a largo plazo mediante la integración de consideraciones de eficiencia en los procesos de compra.

El potencial para aprender de las experiencias de otros países en diferentes niveles de gobierno es enorme, y las redes existentes de los funcionarios públicos pueden proporcionar apoyo instrumental en este proceso. Además de la difusión de experiencias a través de las fronteras nacionales, también existen oportunidades de aprendizaje de un nivel de gobierno a otro.

Una escala de programas de eficiencia energética más exitosos a nivel mundial debido a la implementación de estas medidas de eficiencia se muestra en la Figura 1.5 programas de eficiencia energética exitosos mundialmente siguiente.

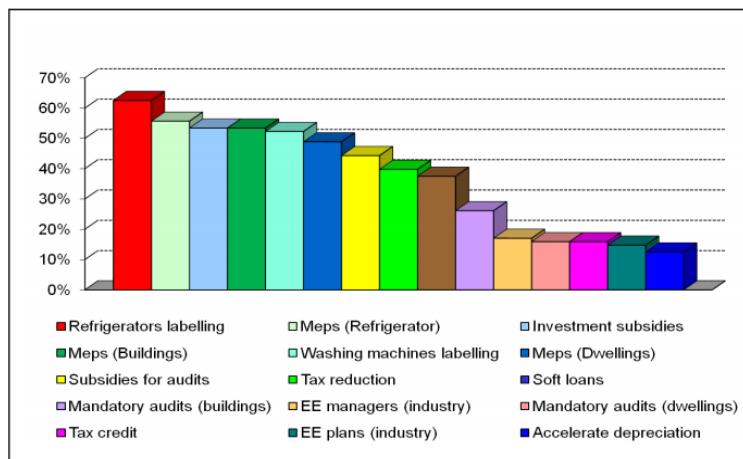


Figura 1.5 Programas de Eficiencia Energética Exitosos Mundialmente. Fuente: Wold Energy Council, Reporte Eficiencia Energética una receta para el Éxito

Este sector público representa una parte muy importante del PIB de la Unión Europea. Una de las propuestas de la nueva directiva europea es impulsar el uso de productos eficientes





desde el punto de vista energético, mediante la licitación de bienes, servicios y edificios con alta eficiencia energética. Las propuestas de la directiva para este sector van desde los incentivos para las PYME para que mejoren su eficiencia energética animándolas a realizar auditorías energéticas y difundiendo mejores prácticas, hasta las auditorías energéticas obligatorias para las grandes empresas con el objetivo de ayudarles a determinar sus posibilidades de reducción de consumo [7].

Así lo reconocen la Agencia Internacional de Energía o la Unión Europea. En particular, la unión europea pretende que la eficiencia energética juegue un papel fundamental en el escenario energético europeo, lo que relaciona explícitamente con sus objetivos estratégicos en materia de cambio climático global, crisis del petróleo y globalización de la economía mundial. Otro claro ejemplo a nivel mundial como caso de éxito en la implementación de un sistema energético es Alemania, donde se han registrado diversos resultados como consecuencia de la incorporación de un sistema de este tipo en el sector industrial, algunos de los cuales se muestran en la Figura 1.6 sobre medidas de gestión en una industria alemana.

MEDIDAS DE GESTIÓN DE LA ENERGÍA EN UNA INDUSTRIA DE ALEMANIA ¹					
MEDIDAS	SECTORES	INVERSIÓN (EUROS)	REDUCCIÓN DE COSTOS (EUROS/AÑO)	PERIODO DE AMORTIZACIÓN	AHORROS EN MWh/TONCO ₂
Instalación de intercambiadores de calor	Industria de la construcción (producción de ladrillos)	925,000	aprox. 450,000	aprox. 2 años	3,225 tCO ₂
Revisión de sistemas de iluminación en pasillos de edificios	Servicios	0	5,500	0	48MWh 30tCO ₂
Instalación de bombas de circulación en piscinas	Hotelero	4,000	3,200	1.25 años	20MWh 11tCO ₂
Sistema de ahorro en proceso de pintado	Automotriz	133,000 (inversión adicional)	255,000	0.52 años	219 MWh eléctricos 4,080 MWh térmicos 344 tCO ₂
Optimización de sistemas de aire comprimido	Industria alimenticia	62,500	55,000	1.1 años	775 MWh 300 tCO ₂

Figura 1.6 Medidas de Gestión de la Energía en una Industria Alemana Fuente: Consulta realizada por MGM Innova para el Proyecto GEF-PIM 54371CC





1.3.3 Antecedentes Históricos y Normativos de la Eficiencia Energética en México

En nuestro país se puede enumerar que desde 1980 se dan los primeros esfuerzos para promover el ahorro de energía por parte de la Comisión Federal de Electricidad (CFE), con la creación del:

1. Se realiza la creación del Programa Nacional para el uso Racional de la Energía Eléctrica (Pronuree); Programa que tenía como propósito difundir información en torno al ahorro de energía y a las alternativas energéticas para diferentes usuarios. Sin embargo este programa se constriñó a campañas escolares y domésticas, así como a seminarios y conferencias, sin resultados concretos [8].
2. Continuando con otro Programa de Energía que hace referencia a la racionalización de la producción y uso de la energía, fue publicado en 1981 "Programa de Energía Metas a 1990 y Proyecciones al año 2000".
3. Posteriormente en 1984 el Programa Nacional de Energéticos 1984-1988 Se plantea como uno de los principales problemas, el alto consumo de energía por unidad de producto, provocado entre otros factores por el uso ineficiente; partir de este diagnóstico, el programa establece: "Ahorrar energía y promover su uso eficiente..., en la producción distribución y utilización final".
4. En 1984 también se realiza la Creación del Programa de Conservación y Ahorro de Energía de Petróleos Mexicanos.
5. El año 1985 da pauta PEMEX a través del PROCAE y con el apoyo del Instituto Mexicano del Petróleo la puesta en marcha de uno de los "Programas de Formación de Recursos Humanos en Ahorro de Energía" de mayor dimensión hasta ahora implementados.
6. En 1989, en el marco de la desregulación económica y la modernización del sector energético, el Pronuree de la CFE se convierte en el "Programa de Ahorro del Sector Eléctrico (PAESE)", que sigue operando hasta la fecha, y que tiene como propósito el uso más eficiente de la energía en las instalaciones de la CFE.
7. También en 1989 la Secretaría de Energía, Minas e Industria Paraestatal (Semip) por su parte, pone en marcha una serie de acciones que dan como resultado la expedición del "Acuerdo por el que se crea la Comisión Nacional para el Ahorro de Energía" (Conae), que se publicó en el Diario Oficial de la Federación (DOF)





del 28 de Septiembre de 1989 que se titula (Comisión Nacional para el Ahorro de Energía).

La Conae se crea como una comisión intersecretarial cuyo objetivo era fungir como órgano interno de consulta en materia de ahorro y uso eficiente de la energía de las dependencias y entidades de la APF, de los gobiernos estatales y municipales y de los particulares constituyendo una instancia de concertación social para promover acciones relacionadas con la eficiencia energética entre todos los sectores de la sociedad.

El reglamento interior de la Conae establecía que esta se integraba por la Semip, que fungía como titular la Secretaria de Hacienda y Crédito Público (SHCP), la Secretaria de Comercio y Fomento Industrial (Secofi), Secretaria de Comunicaciones y Transporte (SCT), la Secretaria de Educación Pública (SEP), la Secretaria Desarrollo Urbano y Ecología (Sedue), el Departamento del Distrito Federal (DDF), Petróleos Mexicanos (Pemex), Comisión Federal de Electricidad (CFE), y la Secretaria de Desarrollo Social (Sedesol).

Sin embargo participaban como invitados permanentes Luz y Fuerza del Centro (LyFC), el Banco Nacional de Obras y Servicios Públicos (Banobras), Nacional Financiera (Nafin), la Cámara Nacional de la Industria de la Transformación (Canacintra), la Confederación de Cámaras de Comercio de los Estados Unidos Mexicanos (Cocamin), y la Confederación de Cámaras Nacionales de Comercio y Turismo (Concanaco-Servitur). El acuerdo de creación establecía que la Conae debía concebir, promover, coordinar, y concertar acciones sobre ahorro y uso eficiente y racional de la energía.

8. En 1990, la CFE con el fin de apoyar el financiamiento del Paese contando con el apoyo de LyF del Centro, del Sindicato de Trabajadores Electricistas de la República Mexicana (SUTERM), y de los principales organismos empresariales, promueve la creación del Fideicomiso para el Ahorro de Energía (FIDE).
9. En ese mismo año la CFE crea también en Banobras el Fideicomiso Público No. 728 "Fideicomiso para el aislamiento térmico de la vivienda" (Fipaterm), con objeto de financiar en un principio el aislamiento térmico de viviendas en la ciudad de Mexicali B.C.





10. De igual forma en esa década se crea el Programa Nacional de Modernización Energética 1990-1994, donde se reconoce que los esfuerzos realizados para promover el tema no se habían desarrollado de manera integral, por lo que se establece la necesidad de impulsar el ahorro y uso eficiente de la energía con la participación de toda la sociedad, para ello define entre sus lineamientos de política la estrategia a seguir [8].
11. En 1991 inicia el PAESE-CFE con la puesta en acción de una de sus funciones que es el desarrollo de proyectos de sustitución de lámparas incandescentes por fluorescentes compactas.
12. En 1992, la Conae establece la subcomisión de “Ahorro de Energía del Gobierno Federal”, con el fin de promover el ahorro de energía en los inmuebles y en las flotas vehiculares de las dependencias del gobierno federal. Entonces se formó un grupo de trabajo con la participación de más de 20 dependencias y se iniciaron diagnósticos energéticos en seis edificios tipo, además de un ciclo de conferencias sobre eficiencia energética.
13. En esta misma época se establece el Premio Nacional de Ahorro de Energía Eléctrica CFE-PAESE-FIDE.
14. En Septiembre de 1994, la Secofi publica el Proyecto de Norma Oficial Mexicana (NOM), NOM-081-SCFI-1994 “Eficiencia Energética Integral en Edificios no Residenciales. Especificaciones y Métodos de Verificación”.
Este proyecto de NOM establecía los requerimientos mínimos de diseño y construcción de edificios nuevos; de áreas con modificaciones y ampliaciones, así como de remodelaciones y/o reparaciones de la envolvente de edificios existentes, de propiedad pública o privada, para lograr el uso eficiente de la energía, sin restringir las funciones del edificio ni el confort ni productividad de sus ocupantes. La certificación y vigilancia quedaba a cargo de la Dirección General de Normas de la Secofi.
15. Es hasta 1995 cuando derivado de las reformas a la Ley Orgánica de la Administración Pública Federal (LOAPF) publicadas en el DOF del 28 de diciembre de 1994, se transfiere la facultad de expedir NOM en materia de eficiencia energética a la nueva Secretaría de Energía (SENER), y





posteriormente con la expedición del Reglamento Interior de la Sener, que se publicó en el DOF el 19 de Abril de ese mismo año, se faculta a la Conae para expedir las NOM.

Es de esta manera como la Conae expide las primeras normas oficiales, estando entre ellas la NOM-007-ENER-1995 “Eficiencia Energética para Sistemas de Alumbrado en Edificios no Residenciales”, que toma como antecedente el proyecto de NOM-081-SCFI-1994. No obstante lo anterior queda a cargo de la Sener como Autoridad, la facultad de vigilancia y certificación del cumplimiento de dichas NOM.

16. También se crea el “Programa de Desarrollo y Reestructuración del Sector de la Energía 1995-2000”; desde su introducción establece que la actividad de este sector ha transitado de una etapa en la que prevaleció la meta de autosuficiencia en el abasto, a otra en la que se sumaron a la lista de prioridades, entre otras el fomento al ahorro de energía; también señala, refiriéndose al cuidado de los recursos naturales y la protección del medio ambiente, que el esfuerzo sostenido y aún acrecentado en materia de ahorro y uso eficiente de la energía, contribuirá a ese propósito.

Concluyendo que los programas encaminados a una mayor eficiencia energética, deberán influir sobre la demanda de manera que, manteniendo las tasas de crecimiento económico previstas, se aseguren menores consumos. En el análisis del sector de la energía en México, el Programa indica: “El aprovechamiento cabal del potencial de ahorro de energía demanda condiciones que no están totalmente dadas y que por lo tanto, deben ser promovidas activamente por el sector público y la empresa privada.

En este sentido, hay que superar la falta de información sobre tecnologías disponibles; promover el fortalecimiento de las firmas consultoras existentes y desarrollar nuevas, así como agilizar los mecanismos de financiamiento.” En el documento que contiene el programa, se precisa la labor de los organismos responsables de llevar a cabo las acciones en materia de ahorro de energía, específicamente se hace referencia a la CONAE, el PAESE y el FIDE.





17. En 1996 la sub secretaria de Egresos de la SHCP emite los “Lineamientos de Austeridad y Disciplina Presupuestal” con los que el gobierno pretende fomentar el ahorro presupuestario a través de la reducción en el consumo de energía de las dependencias y entidades de la APF.
18. De igual forma, la evolución en el desarrollo del tema se evidencia en los documentos de prospectiva del sector eléctrico, que se publican por primera ocasión en 1994. Estas prospectivas se actualizan anualmente, inicialmente se realizaban con un horizonte de 10 años, y recientemente el escenario de planeación se extendió a 15 años. Están integradas por cinco capítulos, de los cuales uno está dedicado a plantear las expectativas, para el período de referencia, en materia de ahorro de energía eléctrica.
19. En las prospectivas del sector eléctrico se ha transitado del planteamiento de propósitos (Prospectiva 1995–2004), hasta la determinación de potenciales (Prospectiva 1997-2006) y el reporte de ahorros obtenidos como resultado de la ejecución de diversos programas y proyectos. A partir del documento relativo al período 1999-2008, ya se incluye la prospectiva de ahorros de energía eléctrica por programa, tanto en lo que corresponde a consumo, como a potencia.
20. Es en este Contexto y en el marco del Programa de Desarrollo y Reestructuración del sector eléctrico 1995-2000, a mediados de 1996 que la Conae lanza “Cien Edificios Públicos” como un programa piloto de carácter voluntario, que tomando como base los diagnósticos energéticos realizados y los contactos del grupo de trabajo de inmuebles, permitiera dar soluciones de ahorro energético a un número importante de usuarios que tuviera un gran impacto.
En este programa participaron oficinas administrativas, escuelas y hospitales. Para llevarlo a cabo la Conae diseño una metodología, que consistía en tres formatos: el primero contenía el levantamiento de datos del sistema de iluminación, el segundo reflejaba la información relativa a la facturación de energía eléctrica, y el ultimo contenía información de mediciones que se llevarían a cabo en el lugar por personal del Instituto de Investigaciones Eléctricas de la CFE.





Las mediciones eran supervisadas por expertos de la Conae, y con ellas se monitoreaba los consumos de los edificios. Adicionalmente la Conae impartió cursos y talleres a los responsables y operadores de los inmuebles.

Como resultado del programa en 1998 se evaluaron 90 edificios: 28 en los estados de Aguascalientes, Estado de México, Guanajuato, Guerrero, Hidalgo, Yucatán y Morelos, y 62 en el Distrito Federal. De la evaluación se detectó que más del 50% del consumo energético de los edificios correspondía a los sistemas de iluminación en donde predominaban lámparas fluorescentes, y en menor medida lámparas incandescentes de alta intensidad de carga.

De las lámparas fluorescentes solo el 16% correspondía a modelos eficientes. El programa permitió determinar dos tipos de medidas de ahorro: las tecnológicas que implicaban la sustitución de equipos convencionales por otros de mayor eficiencia, y las operacionales, que no requerían inversión y consistían en medidas simples como el control del encendido y apagado [8].

21. En 1995 se desarrolla el Proyecto Ilumex, en su momento el de mayor dimensión para el reemplazo de lámparas incandescentes por fluorescentes compactas, así como la publicación de las primeras Normas Oficiales Mexicanas (para cuatro productos: refrigeradores, equipo de aire acondicionado, lavadoras y motores eléctricos). De igual forma se introduce en México el “Sello FIDE”, como un sello de cumplimiento voluntario de eficiencia energética.
22. Se lanza primer proyecto del Fondo para el Medio Ambiente Mundial (GEF, por sus siglas en inglés) para promover eficiencia energética en iluminación en el sector residencial (ILUMEX).
23. En 1996 FIDE comienza el “Programa de Incentivos y Desarrollo de Mercado” para transformar el mercado hacia el uso de motores eléctricos, compresores y sistemas de iluminación comercial de alta eficiencia.
24. También es a partir de 1996 que se implementa el horario de verano para todo el país; mediante el Decreto publicado en el Diario Oficial de la Federación el 4 de enero del mismo año. Aplica en dos etapas:





- 1) Del segundo domingo de marzo al primer domingo de noviembre en los 33 municipios de la franja fronteriza norte (exceptuando Sonora), con el propósito de facilitar la vida cotidiana de los residentes locales, que cruzan la frontera por motivos laborales o escolares, al homologar su horario con el de la zona fronteriza estadounidense, que cambia en esas mismas fechas.
- 2) Del primer domingo de abril al último de octubre en el resto del territorio del a República Mexicana, con excepción del estado de Sonora, que conserva un solo horario durante todo el año, a la par que el estado de Arizona de la Unión Americana, y el estado de Quintana Roo.

Desde su implementación en 1996, el FIDE ha sido el organismo encargado de darle seguimiento puntual a la medida, cuantificar los ahorros que se logran año con año en colaboración de la Comisión Federal de Electricidad y el Instituto de Investigaciones Eléctricas, y darlos a conocer a la opinión pública nacional. Los resultados de ahorro logrados en 2015 con la implementación del Horario de Verano son las siguientes:

Ahorro en consumo	1,046.47 GWh
Ahorro en demanda	672.6 MW (equivalente a la Yesca)
Ahorro económico	1,470 millones de pesos
Barriles de petróleo no consumidos	1.33 millones
Emisiones evitadas	466 mil toneladas de CO ₂ equiv.

Para dimensionarlo, este ahorro de energía en consumo sería suficiente para abastecer el consumo eléctrico de 602 mil casas habitación durante todo un año (con un consumo promedio 289 kWh al bimestre) o 9.18 millones LFCA prendidas 24/365. El ahorro logrado en demanda equivale a la capacidad de generación anual de la planta hidroeléctrica de La Yesca, en Nayarit.

25. En 1997 la SHCP y la Secretaria de Contraloría y Desarrollo Administrativo (Secodam) expiden un nuevo “Acuerdo que establecen las disposiciones de carácter general que en Materia de Racionalidad, Austeridad y Disciplina presupuestaria se deben observar durante el ejercicio fiscal de 1997”. En este documento normativo se establecían que los titulares de las dependencias y órganos de gobierno autorizarían programas para fomentar el ahorro conforme a





lo dispuesto en el artículo 50 del Presupuesto de Egresos de la Federación (PEF) de ese año para el ejercicio fiscal.

26. El 27 de Febrero de 1998 se publicó en el DOF el “Acuerdo que establece las disposiciones de carácter general que en materia de racionalidad, austeridad y disciplina presupuestaria que se deberán observar durante el ejercicio fiscal de 1998”, expedido por la SHCP y la Secodam.

Este ordenamiento previo que los oficiales mayores de las dependencias y sus equivalentes en las entidades serían responsables de integrar programas para fomentar ahorro conforme a lo dispuesto en el artículo 50 del PEF de ese año. Este acuerdo consideraba como una de las medidas la “revisión de horarios de utilización y permanencia en las instalaciones de la dependencia o entidad”.

Por lo que establecía la obligación de que los titulares de las dependencias y de los órganos de gobierno de las entidades aprobaran lineamientos internos, en los que se estableciera los horarios de utilización y permanencia en las instalaciones. Los criterios para la utilización de horarios de permanencia debían sustentarse en el óptimo aprovechamiento de la luz natural, buscando abatir los consumos de energía eléctrica.

Finalmente, el acuerdo establecía como un incentivo que los ahorros generados por la reducción del consumo de energía eléctrica se pudieran aplicar al mejoramiento de las áreas administrativas que prestaran servicios al público o generaran ingresos o al pago de estímulos por eficiencia y calidad a los servidores públicos.

Con la evaluación hecha en ese año por la Conae se tenía por consolidado el programa de “cien edificios públicos”, por lo que la Conae con la información y capacidad institucional desarrollada, propuso al secretario de energía, expandir el programa a toda la APF.

27. En el PEF de 1999 publicado en el DOF del 31 de Diciembre de 1998, al igual que su antecesor se estableció como parte de las medidas de racionalidad y austeridad la obligación de que los oficiales mayores y sus equivalentes en las entidades adoptaran medidas para fomentar el ahorro de energía eléctrica y combustibles; sin embargo a diferencia de aquel ya no se previa que los ahorros





que se obtuvieran pudieran utilizarse para el pago de ahorros de estímulos por productividad, eficiencia y calidad a los servidores públicos.

28. Para 1999 dadas las condiciones de austeridad presupuestaria que prevalecían en el país, la Sener plantea a la Secodam y a la SHCP un programa de Ahorro de Energía en Inmuebles de la Administración Pública Federal. Así se expide en ese año el “Acuerdo que establece el Programa de Austeridad Presupuestaria en la Administración Pública Federal para el Ejercicio Fiscal 1999” que se publica en el DOF el 22 de Febrero.

Esta normativa presupuestaria a diferencia de su similar del año fiscal anterior, establecía como obligación de los oficiales mayores la compactación de honorarios, utilizando como criterio para la determinación de los horarios de utilización y permanencia en las instalaciones, el óptimo aprovechamiento de la luz natural y el abatimiento del consumo de la energía eléctrica.

Así mismo se restringe el gasto por concepto de combustibles, lubricantes y aditivos al parque vehicular de las dependencias y entidades, y se obliga a reducir en términos generales a secretarios de estado.

Pero fundamentalmente estableció por primera vez que la Conae expediría los lineamientos generales del PAEIAPF a más tardar el 15 de marzo, teniendo la obligación de las dependencias y entidades de la APF, de incorporarse al programa e identificar en ese ejercicio fiscal las medidas operativas, así como cuantificar las inversiones necesarias para reducir el consumo de energía en sus instalaciones.

Las medidas operativas debían de implementarse a más tardar en diciembre de ese año y las necesidades de inversión proveerse en los anteproyectos de presupuesto para el ejercicio fiscal 2000.

Se establecía como obligación de los oficiales mayores y sus equivalentes en las entidades remitir a las direcciones generales de programación y presupuesto sectorial de la SHCP y a la unidad de seguimiento y evaluación de la Gestión Pública a más tardar el 31 de marzo de ese año el informe detallado de las acciones específicas, que se hubieran establecido.





Finalmente se establecía que la Contraloría y los Órganos Internos de Control de las dependencias y entidades, vigilarían el estricto cumplimiento del acuerdo, siendo sujetos los servidores públicos al fincamiento de responsabilidades en los términos de la Ley Federal de Responsabilidades de los Servidores Públicos.

29. El 10 de marzo de 1999 la SHCP y la Secodam expidieron la “norma que regula las Jornadas y Horarios Laborales en la Administración Pública Centralizada”. Esta disposición administrativa tenía como objetivo mejorar la eficiencia y eficacia del gasto público federal para obtener ahorros presupuestarios en el gasto corriente, estimular el desarrollo de personal y elevar el nivel de vida de los servidores públicos de base y confianza.

Para ello estableció como jornada de trabajo un horario de las 7:00 a las 18:00hrs coadyuvando a reducir los consumos de energía en los inmuebles de la APF, junto con los lineamientos de ahorro de energía publicados en el DOF seis días después, que se describen en seguida.

30. El 16 de Marzo de 1999 se publica en el DOF el “Acuerdo que establece los lineamientos generales para la Aplicación del Programa de Ahorro de Energía en Inmuebles de la Administración Pública Federal para el Ejercicio Fiscal de 1999” (LGPAEIAPF).

Este acuerdo establecía que las dependencias y entidades debían implantar medidas operativas y realizar acciones tendientes a lograr el ahorro de energía en aquellos inmuebles que estuvieran destinados principalmente al uso administrativo; contaran con área igual o superior a 5000 m² de espacio interior, y tuvieran un índice de consumo igual o superior a 60Kw/m² año durante 1998. Asimismo daba un plazo de 30 días naturales a partir de su entrada en vigor, para que los oficiales mayores de sus dependencias o sus equivalentes en las entidades, integraran un comité para coordinar e implementar los lineamientos, que debía integrarse por los funcionarios públicos, el contralor y los responsables del manejo de los recursos materiales y humanos.

En este plazo debían coordinarse con la Conae para obtener las guías necesarias para implementar las acciones requeridas y registrar todos los inmuebles que estuvieran en los supuestos antes referidos. Una vez hecho lo anterior, se debía





acreditar a todos los funcionarios responsables para inscribirlos en un curso de capacitación sobre levantamiento de datos y manejo de las herramientas para el desarrollo de diagnósticos energéticos. Finalmente 60 días naturales después de su entrada en vigor, los comités a través de los funcionarios designados, debía emitir los datos levantados a través de la página de internet de la Conae y para quienes no contaran con el recurso informático, en los puertos de atención que se establecieran para ese propósito.

Para valorar las acciones realizadas por los comités de las dependencias y entidades, se creó el Comité Técnico de Ahorro de Energía Eléctrica en Inmuebles de la APF, integrado por representantes de la Sener, de la SHCP, de la Secodam, de la Secretaria de Medio Ambiente, Recursos Naturales y Pesca (Semarnap) así como de Pemex y la CFE.

El éxito del PAEIAPF dependió de la calidad de la información cargada en el sistema a través de una herramienta de captura de información llamada SILUM, y un sistema de evaluación automatizada de los sistemas de iluminación de inmuebles llamado SIAPF.

De acuerdo con los resultados del PAEIAPF 1999-2000, durante 1999 se registraron 317 edificios y se instalaron 62 comités internos, se impartieron 5 talleres para funcionarios representantes y 5 cursos de capacitación a distancia en once sedes, capacitando a 390 operadores de inmuebles. Se encontró que los posibles ahorros detectados y las inversiones requeridas podrían ser mayores o menores a las que mostraba el diagnóstico, dependiendo de la exactitud con que era llenado el censo [8].

31. El 20 de Septiembre de 1999 se expidió el decreto presidencial por el cual se crea a la Conae como órgano desconcentrado de la Sener. La nueva Conae goza de autonomía técnica y operativa y tiene por objeto fungir como órgano interno de consulta de las dependencias y entidades de la APF y a solicitud de parte, de los gobiernos estatales, municipales y de los particulares.

A esta nueva Conae se le otorgan entre otras facultades las de expedir disposiciones administrativas en materia de ahorro y uso eficiente de la energía; de fomentar la eficiencia en el uso de la energía mediante acciones coordinadas





con las dependencias y entidades de la APF y los gobiernos estatales y municipales, mediante acciones concertadas con los sectores social y privado; para proponer al ejecutivo federal programas de operación, inversión y financiamiento para el fomento del uso eficiente de la energía y el aprovechamiento de energías renovables; de promover, gestionar y en su caso apoyar actividades tendientes a obtener y aplicar fondos provenientes de fuentes de financiamiento públicas y privadas, así como de participar en la elaboración de NOM.

La Conae conto en ese momento con un comité técnico, que fungía como órgano de gobierno, que presidía con voto de calidad al secretario de energía, y se integraba con representantes, con nivel mínimo de director general de la SHCP, de la Semarnap, de la Secretaría de Comunicaciones y transportes, de la Secofi, y tres representantes de la Sener. Formaban parte del Comité Técnico a invitación de su presidente, PEMEX, CFE y LyF.

Además, contaba con un director general nombrado por el secretario de Energía, y encargado de ejecutar los acuerdos del comité técnico.

No obstante a lo anterior, no faculto a la Conae para vigilar y sancionar el cumplimiento de las disposiciones administrativas que expidiera, dejando esta atribución en la Sener.

32. En el año 2000 la CONAE ha publicado y puesto en vigor 18 NOMs de eficiencia energética.

El FIDE recibe el reconocimiento Energy Globe Award 2000 y PEMEX restablece su programa de ahorro de energía.

33. El 15 de Marzo del 2000 se publicó en el DOF el “Acuerdo que establece los lineamientos generales para la continuación del programa de Ahorro de Energía en Inmuebles de la Administración Pública Federal”. Esta norma administrativa establecía la continuación los lineamientos del 16 de marzo de 1999, así como de las medidas operativas y tecnológicas realizadas en ese año.

Aquellas dependencias o entidades que no contaran con la información tenían que informarlo para que la Conae pusiera su caso a consideración del comité técnico.





Los lineamientos obligaban a las dependencias realizaran medidas tanto operativas como de inversión durante el año 2000 para reducir los índices de consumo de los edificios registrados en cuanto menos un 20% con respecto a 1998, y a informar trimestralmente a la Conae de sus consumos de energía eléctrica durante el año. La vigilancia del cumplimiento de los lineamientos quedaba a cargo de la Conae que en caso de desviaciones debía comunicarlo a los interesados y al comité técnico.

Durante este año solo se inscribieron al programa 75 edificios y se integraron doce comités internos y aunque la Conae siguió impartiendo cursos de capacitación y talleres informativos a operadores de inmuebles y funcionarios representantes, de un análisis de 215 inmuebles, solo 42 alcanzaron o sobrepasaron la meta, mientras que 158 lograron ahorros menores al 20%.

Las causas para el bajo cumplimiento se explicaron por el aumento en la utilización de los equipos de cómputo, al incumplimiento de la norma de jornada y horarios de trabajo, al incremento del personal laborando, etc.

34. Nuevamente en 2001, la SHCP y la Secodam expiden y se publica en DOF del 28 de Febrero el “Acuerdo que establece las disposiciones de productividad, ahorro, transparencia y desregulación presupuestaria en la Administración Pública Federal para el ejercicio fiscal del año 2001”.

En este acuerdo se establecía como una medida de ahorro presupuestario la obligación de que las dependencias y entidades observaran los lineamientos generales para el ahorro de energía en inmuebles en la APF que emitiera la Conae, además de identificar para ese ejercicio fiscal las medidas operativas y requerimientos de inversiones necesarios para reducir el consumo de energía eléctrica en sus instalaciones.

Las medidas operativas debían llevarse a cabo antes de diciembre de ese año, y las necesidades de inversión proveerse en sus anteproyectos de presupuesto para el ejercicio fiscal 2002.

35. El 2 de Abril de 2001 se publicó en el DOF, expedido por primera vez por la Conae, “El acuerdo que establece los lineamientos generales del Programa de Ahorro de Energía en Inmuebles de la Administración Pública Federal para el





2001". Estos lineamientos aplicaban a todos los inmuebles de más de 1000m², que fueran propios o en arrendamiento destinados principalmente al uso de oficinas administrativas, excluyendo aquellos compartidos con alguna institución pública o privada.

Las dependencias o entidades que tuvieran uno o más inmuebles con estas características debían integrar un comité interno, que sería responsable de coordinar o implementar la aplicación de los lineamientos generales. El comité interno tenía que estar integrado por el oficial mayor o sus equivalentes en las entidades, el contralor interno y los responsables del manejo de los recursos materiales y humanos.

Asimismo se debía designar a un funcionario responsable ante la Conae de cuando menos nivel director de área; y el oficial mayor o su equivalente, dentro de los 30 días a la entrada de vigor del acuerdo debían comunicar a la Conae por escrito la confirmación o conformación del mismo. Las dependencias y entidades del APF debían registrar ante la Conae todos los inmuebles con las características antes descritas, incorporando la información de los consumos de energía durante el 2000 y registrando los consumos durante 2001.

Aquellos inmuebles registrados con un área interior de 3000m² o más, que hubieran tenido un índice de consumo durante 2000 igual o mayor al índice de referencia sobre el consumo de energía eléctrica (IRCEE) establecidos entonces en un tabulador, debían definir por inmueble una meta de ahorro de energía eléctrica, elaborar un programa de trabajo, así como reportes trimestrales de las actividades realizadas, y registrar sus consumos de energía.

El acuerdo establecía además que las dependencias o entidades debían integrar en sus programas de trabajo el desarrollo profesional del personal responsable y operativo de sus inmuebles, para lo cual la Conae establecería un catálogo de cursos especializados y talleres tecnológicos de materia de ahorro de energía. La vigilancia del cumplimiento del acuerdo era responsabilidad de la Conae, que en caso de incumplimiento debía comunicarlo a los presidentes de los comités internos, al comité técnico y a la unidad de seguimiento de la Gestión pública de la Secodam. Sin embargo el comité técnico en ese momento era presidido por el





presidente de la Conae en vez del Secretario de Energía, y estaba integrado por representantes de la Sener, la SHCP, la Secodam, la SE, Semarnat, PEMEX, CFE, y LyF, obviamente sin el mismo nivel jerárquico de sus antecesores. Durante 2001 la Conae continuo realizando talleres informativos, cursos de metodología y talleres tecnológicos, pero al terminar el año, gracias al registro de edificios de menores dimensiones, se llegaron a registrar 877 edificios de la APF, y a contar con 106 comités internos. El resultado de los programas de 1999 a 2001 para los inmuebles registrados se estimó en una reducción del consumo de energía de 100 GWh con un ahorro de 70 millones de pesos.

36. En 2002 la SHCP y la Secodam, expiden el “Acuerdo que establece las disposiciones de ahorro en la Administración pública federal para el ejercicio fiscal 2002” publicado en el DOF del 28 de Febrero que a diferencia de los anteriores se vuelve muy parco, pues establece que para las dependencias y entidades puedan cumplir con la obligación de reducir sus presupuestos aprobados en un 5% debían considerar para reducir al mínimo sus gastos administrativos; entre otros el establecimiento de medidas para el ahorro de energía en las oficinas públicas, observando las disposiciones que en su caso emitiera la Conae.

Esta disposición de ahorro de energía en el contexto del acuerdo representa únicamente una oración de dos líneas, apareciendo como la última fracción de otras once más que tocan distintos rubros de ahorro de gasto público de manera más extensa. La Conae no emitió nueva normatividad en materia de eficiencia energética hasta 2003.

37. Se inicia el PFAEE (Programa de Financiamiento para el Ahorro de Energía Eléctrica), con la participación de CFE, NAFIN, FIPATERM y FIDE, para la sustitución de equipos electrodomésticos.
38. El 27 de junio se publicó en el DOF el “Acuerdo que establece las disposiciones generales para el programa de ahorro de energía en la administración pública federal” (PAEAPF).

Este acuerdo al igual que el publicado el 2 de abril de 2001 vuelve a requerir que los oficiales mayores o sus equivalentes en las entidades informen a la Conae





dentro de los 30 días naturales siguientes a la entrada en vigor del mismo, sobre la conformación de su comité interno bajo formato electrónico establecido en la página de internet de la comisión. El acuerdo establecía que el comité interno registrado en años anteriores en el plazo antes citado, de la misma manera debían notificar su continuidad y los cambios que tuvieran. Este acuerdo a diferencia de su antecesor establecía un protocolo de actividades que se llevarían a cabo en un proceso de largo plazo con metas anuales de corto plazo, a donde la primera etapa consistía en informar de la entrada en vigor de las disposiciones y las subsecuentes etapas se presentarían a más tardar durante la última semana de enero de cada año. Para ello la Conae impartiría anualmente un taller informativo sobre el esquema y mecanismos de operación del PAEAPF.

De acuerdo con esta nueva normativa, las dependencias y entidades eran responsables de definir sus propias metas de ahorro de energía de corto y largo plazo; de elaborar su plan de trabajo para su cumplimiento y los reportes trimestrales siguiendo los procedimientos y recomendaciones indicados en el sitio de internet de la Conae.

Los planes de trabajo debían incorporar como elementos del mismo: sistemas de control y seguimiento que garantizaran la correcta ejecución del PAEAPF; la capacitación del personal y diagnósticos energéticos que permitieran conocer la situación energética de los inmuebles, las oportunidades de mejora y las inversiones requeridas.

Finalmente este acuerdo establecía como estímulo a las dependencias y entidades, la entrega de un reconocimiento por sus esfuerzos y logros alcanzados en el campo de ahorro y uso eficiente de la energía durante el año inmediato anterior.

El PAEAPF establecía una subcomisión que sería la responsable de valorar las disposiciones del acuerdo, sin embargo, la subcomisión era presidida por el director general de la Conae e integrada por representantes de la Sener, de la SHCP, de la Secretaría de la Función Pública, de la Semarnat, de la SCT, de PEMEX, de la CFE, y de la LyF sin especificar niveles jerárquicos mínimos para los representantes.





Parecería que después de cinco años no todos los oficiales mayores y sus equivalente habían conformado sus comités internos, a pesar de los requerimientos normativos para hacerlos año con año desde 1999, aun cuando los comités internos debían estar presididos por el oficial mayor, por el contralor interno, por los representantes del manejo de los recursos humanos y de recursos materiales y servicios generales. En este sentido es claro que desde el punto de vista de jerarquía administrativa el director general de la Conae y la subcomisión en general estaba jerárquicamente debajo de los oficiales mayores a quienes debía supervisar en el cumplimiento del acuerdo.

Además de no contar con incentivo o mecanismo de sanción presupuestario o administrativo alguno, salvo por la posibilidad de la supervisión que pudiera hacer el órgano de control interno de las dependencias y entidades.

La situación que de facto presentaba la subcomisión en cuanto a su nivel jerárquico respecto a los sujetos responsables de la aplicación del acuerdo en las dependencias y entidades de la APF se pueden apreciar claramente en cuanto la Conae en este acuerdo se desiste de establecer metas específicas con respecto del IRCEE, además de no poder facultarse más que para la “valoración de las disposiciones establecidas” en el mismo, al carecer la Conae de atributos de autoridad.

El acuerdo de 27 de junio de 2003 fue el último de esta naturaleza durante la administración del presidente Fox, ya que posteriormente solo se emitió la “Convocatoria y bases para el Premio de Ahorro de Energía en Inmuebles de la Administración Pública Federal 2005 y la versión de esta en 2006.

39. Se homologan 3 NOMs con normas de Estados Unidos y Canadá
40. En 2004 CONAE implementa tres Premios Nacionales de Ahorro de Energía (Térmica, Transporte, Energía Renovable).
41. En 2006 el FIDE se hizo acreedor del premio “International Star of Energy Efficiency Award” de la Alliance to Save Energy
42. Finalmente, en el Programa Sectorial de Energía 2007 - 2012, se contempla que los ahorros que se lograrán como consecuencia directa de los programas y proyectos que se llevan a cabo en el ámbito nacional, en el año 2012, serán





equivalentes al 13.4% de las ventas nacionales pronosticadas para ese mismo año.

Su componente III. Eficiencia Energética, Energías Renovables y Biocombustibles, establece como su primer objetivo promover el uso y producción eficientes de la energía e indica que: “Dos de los ejes centrales de las políticas públicas de México son la sustentabilidad ambiental y la economía competitiva y generadora de empleos. En este sentido, el uso eficiente de la energía concilia las necesidades de la sociedad con el cuidado de los recursos naturales”.

La eficiencia energética busca ofrecer el mismo servicio con un menor consumo de energía. Es una oportunidad para reducir el gasto en insumos energéticos, aumentar la competitividad del aparato productivo, reducir las emisiones de gases de efecto invernadero y conservar los recursos energéticos de nuestro país.” Como indicador de este objetivo plantea como línea base al 2006 un ahorro de 21,585 GWh, mientras que para el 2012 lo fija en 43,416 GWh.

El Programa contempla las siguientes estrategias:

- Proponer políticas y mecanismos financieros para acelerar la adopción de tecnologías energéticamente eficientes por parte de los sectores público y privado.
- Impulsar la optimización en el abastecimiento y uso de la energía por parte de las dependencias y entidades que conforman la Administración Pública Federal.
- Ampliar las acciones coordinadas entre los sectores público, social y privado, para el fomento del uso eficiente de la energía entre la población.
- Impulsar la reducción del consumo de energía en el sector residencial y de edificaciones.
- Fomentar la generación de energía eléctrica eficiente, a través de las figuras de autoabastecimiento y cogeneración.
- Integrar propuestas de política pública que impulsen el aprovechamiento del potencial de cogeneración eficiente.





- Promover un conjunto de disposiciones que le permitan a la Comisión Reguladora de Energía (CRE) ampliar y reforzar sus atribuciones en materia de regulación y fomento de la cogeneración eficiente.
 - Apoyar las labores de investigación relacionadas con el incremento en la eficiencia de las actividades de generación, distribución y consumo de energía eléctrica.
43. En 2008 se Publica la Ley para el Aprovechamiento Sustentable de la Energía (LASE) y la CONUEE queda constituida a partir de la entrada en vigor de la Ley para el Aprovechamiento Sustentable de la Energía, publicada el 28 de noviembre de 2008 Programa Piloto para el reemplazo de lámparas incandescentes por CFLs.
- Como resultado de la aplicación de normas de eficiencia energética, el Sistema de Información Energético menciona un ahorro total de energía eléctrica consumida de 15,776 GWh y de energía térmica de 35,160 TJ, para el año 2008.
44. Publicación del Programa Especial de Cambio Climático 2009-2012
45. Inicia el Programa “Para Vivir Mejor” incluyendo el Programa de Reemplazo de Electrodomésticos. Comienza el Programa Nacional para el Aprovechamiento Sustentable de la Energía (PRONASE).
46. Inicia el Programa Luz Sustentable. Así como se crea el Fondo para la Transición Energética. Registrando el primer programa bajo el mecanismo de desarrollo limpio a nivel internacional para la sustitución de lámparas incandescentes por fluorescentes compactas.
47. Finalizando el año 2012 se ha publicado la Ley General de Cambio Climático
48. La SENER a través de la CONUEE y de la CRE han publicado e iniciado la entrada en vigor de 23 NOMs de eficiencia energética.
49. En el año 2013 se publicaron las Disposiciones administrativas de carácter general en materia de eficiencia energética en los inmuebles, flotas vehiculares e instalaciones industriales de la Administración Pública Federal (Disposiciones 2013), las cuales tomaron en cuenta los esfuerzos realizados en años anteriores, y se buscó simplificar el proceso de captura de información y se estableció nuevamente una meta específica de ahorro.





50. Finalmente, las Disposiciones Administrativas de carácter general en materia de eficiencia energética en los inmuebles, flotas vehiculares e instalaciones industriales de la APF 2014 (Disposiciones 2014) se orientaron a establecer un proceso de mejora continua para incrementar la eficiencia energética en la APF, mediante la implementación de mejores prácticas e innovación tecnológica, así como la utilización de herramientas de operación, control y seguimiento, que contribuyan al uso eficiente de los recursos públicos y a la sustentabilidad.

1.3.4 Marco Legal y Político de la Eficiencia Energética en México

Para establecer acciones en cualquiera de los sectores a mejorar dentro de la eficiencia energética: transporte, vivienda, comercial y de servicios e industrial es importante conocer el marco legal histórico y actual que lo rige:

1. Ley Federal sobre Metrología y Normalización (LFMN, 1992). Esta ley fundamenta las acciones de normalización que han permitido a México tener impactos significativos en la mejora de la EE en su economía, especialmente en equipos eléctricos y térmicos de mayor uso en hogares, industrias, comercios y servicios. La LFMN establece los mandatos de la aplicación de normas voluntarias y obligatorias. A través de esta ley, la SENER tiene el mandato de elaborar y aplicar las NOM de eficiencia energética, el cual se transfiere a la CONUEE [4].
2. Ley para el Aprovechamiento de Energías Renovables y el financiamiento de la Transición Energética (LAERFTE, 2008). Establece la estrategia para la transición energética y el aprovechamiento sustentable de la energía, promoviendo un mayor uso de energías renovables, la eficiencia y sustentabilidad energética; también se comprenden los mecanismos presupuestarios para asegurar la congruencia y consistencia entre las acciones para promover las energías renovables y la eficiencia energética.





3. Ley para el Aprovechamiento Sustentable de la Energía (LASE, 2008). Esta ley tiene como objetivo propiciar un aprovechamiento sustentable de la energía mediante el uso óptimo de la misma en todos sus procesos y actividades, desde su explotación hasta su consumo. La ley además establece a la CONUEE y el consejo consultivo para el aprovechamiento sustentable de la energía.
4. El 31 de mayo de 2007, se publicó en el Diario Oficial de la Federación el Plan Nacional de Desarrollo 2007-2012, el cual contiene los objetivos nacionales, estrategias y prioridades que rigen la actuación del Gobierno Federal durante la presente administración.
En este plan compuesto por 5 ejes rectores se establece, en el Eje 2 sobre economía competitiva y generadora de empleos, la existencia de la infraestructura necesaria para que todos los mexicanos puedan tener acceso adecuado a la energía; de igual forma en el Eje 4 sobre sustentabilidad ambiental hace referencia a la reducción de GEI por medio del uso eficiente de energía de los diferentes sectores económicos.
5. A su vez, la Estrategia Nacional de Energía 2012-2026 define tres ejes temáticos; 1) Seguridad Energética; 2) Eficiencia Económica Productiva; y 3) Sustentabilidad Ambiental. Dentro del punto 2 se incluye el objetivo de aprovechar de manera eficiente los recursos energéticos, para lo cual establece la estrategia de incrementar los niveles de eficiencia en el consumo de energía, y entre sus acciones contempla el diseño de programas para acelerar la difusión de tecnologías eficientes y mejores prácticas.
6. A partir de la Visión México 2030 y el Plan Nacional de Desarrollo, se elaboró el Programa Sectorial de Energía 2007-2012. En este plan se expresan los objetivos, las estrategias y las líneas de acción que definirán la actuación de las dependencias y de los organismos federales que pertenecen al sector energía. En su estrategia III, hace referencia a la eficiencia energética, energías renovables y biocombustibles.





A través de esta estrategia se busca proponer políticas y mecanismos financieros para acelerar la adopción de tecnologías energéticamente eficientes por parte de los sectores público y privado, impulsar la optimización en el abastecimiento y uso de la energía e impulsar la reducción del consumo de energía en el sector residencial y de edificaciones, entre otros.

1.3.5 Instituciones y Programas dentro del Sector Energético para promover la Eficiencia Energética en México

Desde la creación de las Instancias mencionadas con anterioridad en México se han desarrollado programas e instituciones que apoyen alcances más puntuales, los programas como el Programa Luz Sustentable, el Programa de Promoción del Uso de Calentadores Solares de Agua, el Programa de Sustitución de Electrodomésticos, el Proyecto Nacional de Eficiencia Energética en el Alumbrado Público Municipal, el Protocolo de actividades para la implementación de acciones de eficiencia energética en inmuebles, flotas vehiculares e instalaciones de la Administración Pública Federal, el Programa de Hipoteca Verde, y el Programa de normalización para la eficiencia energética, etc [4].

Por otro lado las instituciones en México en materia de energía son que promueven este tema son: la Secretaría de Energía (SENER), las compañías públicas como Comisión Federal de Electricidad (CFE) y Petróleos Mexicanos (PEMEX), así como la Comisión Reguladora de Energía (CRE), la Comisión Nacional para el Uso Eficiente de la Energía (CONUEE), la Comisión Nacional de Hidrocarburos (CNH), la Comisión Nacional de Seguridad Nuclear y Salvaguardias (CNSNS) y los institutos de investigación energética como el Instituto de Investigaciones Eléctricas (IIE), el Instituto Mexicano del Petróleo (IMP) y el Instituto Nacional de Investigaciones Nucleares (ININ).

A continuación se mencionan los programas generales de eficiencia energética y sus objetivos:

- a) **Programa Nacional para el Aprovechamiento Sustentable de Energía (PRONASE).**





Publicado el 27 de Noviembre de 2009 en el Diario Oficial de la Federación. El programa tiene como objetivo identificar oportunidades para el aprovechamiento eficiente de la energía.

Se define a la curva de costos de mitigación como la herramienta para priorizar acciones identificadas de ahorro energético con base en su potencial de mitigación de GEI. El PRONASE identifica un conjunto de siete áreas de oportunidad que tienen amplios márgenes de mejora de eficiencia energética y que concentran una buena parte del impacto potencial de mitigación de GEI debido al consumo final de energía. Estas medidas son en:

- Transporte
- Edificaciones
- Iluminación
- Motores Industriales
- Cogeneración
- Bombas de Agua
- Equipos del Hogar o de inmuebles

Partiendo de los objetivos y estrategias identificadas para cada una de las áreas de oportunidad se definieron líneas de acción incorporando:

- Lineamientos al Sector Público
- LSP (lineamientos para la adopción de tecnologías eficientes, programas de información y difusión de mejores prácticas, entre otros).
- Programas Enfocados para los Usuarios Finales de Energía
- PEUFE (como normalización y apoyo a grupos marginados)
- Desarrollo de Capacidades
- DC en cada una de las medidas de mejora de eficiencia energética (por ejemplo: realización de campañas de promoción, desarrollo de profesionistas).

b) Programa de Ahorro de Energía del Sector Eléctrico (PAESE)

En 1989 se crea el PAESE por la CFE para promover el ahorro y uso eficiente de la energía eléctrica, en su producción, distribución, y en las instalaciones de los usuarios, esto último principalmente a través del FIDE.





c) Programa Luz Sustentable

El programa sustituyó más de 45.8 millones de lámparas incandescentes por lámparas fluorescentes compactas.

d) Programa de Promoción del Uso de Calentadores Solares de Agua

Como resultado de este Programa hasta junio de 2011 se han instalado casi 813,500 metros cuadrados de calentadores solares de agua.

e) Programa de Sustitución de Electrodomésticos

El Programa brinda apoyos económicos y financiamiento para sustituir refrigeradores y equipo de aire acondicionado con diez o más años de uso, por aparatos nuevos más eficientes. Desde el inicio del período de Gobierno Federal 2006 – 2012, y hasta junio de 2011, se ha financiado la sustitución de 1, 196,000 equipos ineficientes por refrigerados y equipos de equipo de aire acondicionado de alta eficiencia.

f) Proyecto Nacional de Eficiencia Energética en el Alumbrado Público Municipal

El programa pretende apoyar a los municipios para la sustitución de sus sistemas de alumbrado público por sistemas más eficientes, donde se identifique un potencial importante de mitigación; también busca integrar localidades con factibilidad técnica y financiera para incluirlos en el proyecto nacional.

g) Protocolo de actividades para la implementación de acciones de eficiencia energética en inmuebles, flotas vehiculares e instalaciones de la Administración Pública Federal

Publicado el 13 de enero de 2012, en el Diario Oficial de la Federación, el protocolo tiene como objetivo establecer un proceso de mejora continua para fomentar la eficiencia energética en inmuebles, flotas vehiculares e instalaciones de las dependencias y entidades del gobierno federal, mediante la implementación de buenas prácticas e innovación tecnológica; así como la utilización de herramientas de operación, control y seguimiento, que contribuyan al uso eficiente de los recursos públicos y a la sustentabilidad [4].





h) Programa de normalización para la eficiencia energética

Hasta mediados de julio de 2012 se han desarrollado, publicado y entrado en vigor 23 normas de eficiencia energética aplicables a tecnologías e instalaciones de alto consumo de energía como equipos de bombeo, iluminación, calentamiento de agua, motores, edificaciones, entre otros.

Sobre las instituciones que promueven este tema se enumeran a continuación, así como se muestra un preámbulo sobre sus funciones y responsabilidades:

- 1) La SENER tiene entre sus responsabilidades conducir la política energética del país y llevar a cabo la planeación energética a mediano y largo plazos, así como fijar las directrices económicas y sociales para el sector energético paraestatal. La CFE es la empresa eléctrica nacional que genera, transmite, distribuye y vende electricidad en todo el país. Esta entidad es también responsable de la planificación del sistema eléctrico nacional.
- 2) PEMEX es una empresa integrada, que realiza actividades de exploración, producción de hidrocarburos y su transformación.
- 3) La CRE es un órgano desconcentrado de la SENER con autonomía técnica, operativa, de gestión y de decisión.
- 4) La CONUEE es un órgano administrativo desconcentrado de la SENER, con autonomía técnica y operativa, su objetivo es promover la eficiencia energética (EE) y sirve como órgano técnico de consulta sobre el uso sustentable de la energía.
- 5) Otra organización ligada al sector energía, es el Fideicomiso para el Ahorro de Energía (FIDE). Creado por la CFE y es un fideicomiso privado-público, con la finalidad de impulsar el ahorro de energía eléctrica en la industria, el comercio, los servicios, el campo y los municipios, así como en el sector doméstico nacional, al mismo tiempo promover el desarrollo de una cultura del uso racional de este fundamental energético.



En la Figura 1.7 de instituciones en el sector energía en México, siguiente se puede observar el diagrama jerárquico de las instituciones que promueven y se encargan de la eficiencia energética.

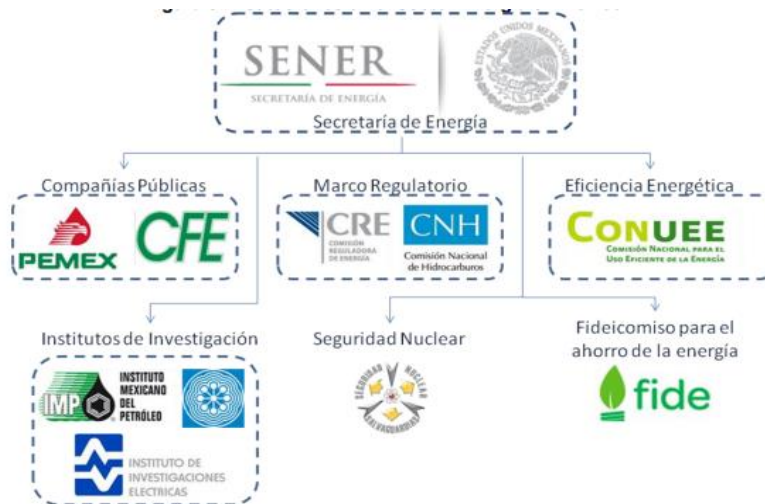


Figura 1.7 Instituciones en el Sector Energía en México Fuente: Consultoría realizada por MGM Innova para el proyecto GEF-PIMS4371 CC

Se recomienda que antes de implementar alguna mejora en este tema, se consulte con alguno de estos programas e instituciones, con el objetivo de facilitar y apoyar el proyecto a implementar dentro de la organización.

1.4 Proyección del Potencial de Reducción del Consumo de Energía y de Emisiones de GEI en México

Esta parte evalúa el potencial para incrementar la eficiencia energética en México, en los diferentes sectores en específico el industrial de interés para este proyecto, y el potencial de reducción de emisiones de GEI con la aplicación de las medidas propuestas, muy importante para contribuir a la menor emisiones que afectan al medio ambiente y la población con el cambio climático.

Parte de las intervenciones ya se han implementado en México, y se evalúa su posible ampliación. Las siguientes tablas, muestran un resumen de las medidas y su potencial de mitigación por sector.

Se tomaron deducciones para determinar el potencial de mitigación de gases de efecto invernadero, para lo cual se consideraron diferentes escenarios de



penetración de las tecnologías que permiten elevar la eficiencia con la que se utiliza la energía.

1.4.1 Potencial de Ahorro de Energía Eléctrica y Mitigación de GEI

La siguiente tabla 1.4 se resume el ahorro de energía eléctrica y del potencial de mitigación en México, sintetizando las deducciones efectuadas para estimar el potencial de reducción de consumo eléctrico y de emisión de GEI del parque de equipos eléctricos con mayor consumo de electricidad en el sector industrial, y que por su antigüedad se pueden considerar como ineficientes.

Este informe contiene información donde se consultaron las actividades de los últimos 5 años de la SENER, y los informes de actividades de los últimos 9 años de la CFE, a fin de conocer los proyectos de eficiencia energética de los últimos años, y cuantificar las tecnologías de alta eficiencia que se han aplicado como resultado de programas de sustitución de equipos ineficientes.

Se comparó la tecnología estándar contra la de alta eficiencia, esta última es la que tiene que cumplir los valores exigidos por las normas de eficiencia energética correspondientes. A partir de lo anterior se estima en la siguiente:

Tabla 1.4 Resumen del Ahorro de Energía Eléctrica y del Potencial de Mitigación en México

Sectores	Tecnología	Ahorro de energía/penetración			Mitigación		
		50%	75%	90%	50%	75%	90%
		MWh/año			TCO ₂ /año		
Industrial	Aire acondicionado Chillers	496,562	744,828	893,793	240,430	360,646	432,775
	Iluminación	2,473,883	3,710,825	4,452,990	1,197,854	1,796,782	2,156,138
	Motores de alta eficiencia	1,853,169	2,779,753	3,335,704	897,304	1,345,956	1,615,148
	Refrigeración	624,703	937,054	1,124,465	302,481	453,722	544,466
	Equipo de cómputo	577,528	866,292	1,039,550	279,639	419,459	503,350
	Equipo de bombeo	27,501	41,252	49,502	13,316	19,974	23,969
	Compresores de aire	1,122,263	1,683,395	2,020,074	543,400	815,100	978,120
	Subtotal	7,175,599	10,763,399	12,916,078	3,474,424	5,211,639	6,253,966
Total	18,844,248	28,266,369	30,642,917	9,991,279	14,986,920	17,984,303	

Fuente: Consulta realizada por MGM Innova para el Proyecto GEF-PIM 54371 CC.





Se consideraron tres diferentes escenarios de penetración de las tecnologías de alta eficiencia, el primero fue de 50%, el segundo de 75% y el tercero del 90%. En la siguiente tabla 1.5 de potencial de mitigación con una penetración del 90% se puede apreciar que el potencial de mitigación más alto se puede lograr en el sector industrial, le siguen por orden de importancia los equipos de iluminación, motores de alta eficiencia y los compresores de aire.

Tabla 1.5 Potencial de Mitigación con una Penetración del 90%

Sector	Potencial de mitigación (TCO ₂ /año)	Porcentaje (%)
Residencial	5,752,827	31.99%
Municipal	861,716	4.79%
Agrícola	1,582,569	8.80%
Comercial	3,533,225	19.65%
Industrial	6,253,966	34.77%
Total	17,984,303	100.00%

Fuente: Consulta realizada por MGM Innova para el Proyecto GEF-PIM 54371 CC.

Es muy difícil llegar a un potencial tan alto y sólo se lograría después de varios años, en los que se siga trabajando con proyectos demostrativos, difundiendo resultados reales, otorgando financiamientos con créditos blandos, e impulsando la aplicación obligatoria de normas de eficiencia energética.

En el sector comercial e industrial, el índice de penetración es alto, quizás porque desde hace años se iniciaron esfuerzos para cambiar los equipos ineficientes por tecnologías de alta eficiencia, mediante campañas de difusión, proyectos piloto y demostrativos. Se resalta la implementación de las normas de eficiencia energética, así como la existencia de organismos que otorgan financiamientos, como el FIDE y proveedores de tecnología que otorgan financiamiento directo.

- En este sector industrial es necesario continuar con las normas oficiales mexicanas, para que las empresas tengan sistemas de gestión energética, y un responsable del monitoreo y control de los parámetros eléctricos; ya sea para el control de la demanda o del consumo de energía eléctrica, o para el monitoreo de índices energéticos.



- Retomar los proyectos piloto para demostrar las ventajas de las nuevas tecnologías en aire acondicionado, convertidores de frecuencia, compresores de aire, etc.
- Impulsar el desarrollo de foros especializados de eficiencia energética en el que se difundan las nuevas tecnologías, seguidos de talleres de capacitación por tema. En la siguiente Figura 1.8, se presenta el potencial de mitigación que se tendrá cuando las tecnologías de alta eficiencia tengan una penetración del 90%.

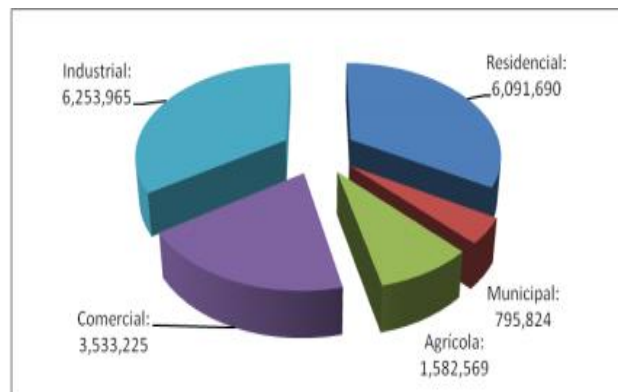


Figura 1.8 Potencial de Mitigación con el 90% de Penetración de las Tecnologías (TCO₂/año) Fuente: Consulta realizada por MGM Innova para el Proyecto GEF-PIM 54371 CC.

1.4.2 Potenciales de ahorro de energía térmica y mitigación de GEI

En lo que corresponde a los ahorros de energía proveniente del consumo de combustibles, en la siguiente tabla 1.6 se resumen los potenciales evaluados para el sector industrial:

Tabla 1.6 Medidas de Eficiencia Térmica en el Sector Industrial

Línea de oportunidad de mejora energética	Ahorro potencial de energía a 2020 (TJ/año)	Mitigación de emisiones de GEI a 2020 (MtCO ₂ e)	Ahorro potencial de energía a 2030 (TJ/año)	Mitigación de emisiones de GEI a 2030 (MtCO ₂ e)	Costo marginal de abatimiento US\$/tCO ₂ e evitada
Instalación de Economizadores en Calderas Industriales	7,550	0.42	7,550	0.42	-2.4
Optimización de Sistemas de Distribución de Vapor	11,325	0.64	18,875	1.06	-113.7
Ajustes operacionales en calderas	3,398	0.19	6,229	0.35	-68.4

Fuente: Consulta realizada por MGM Innova para el Proyecto GEF-PIM 54371 CC.



En México, la producción y uso de energía es la principal fuente de emisiones de CO₂, y su tendencia es ascendente. Por ello una mitigación efectiva de emisiones requiere el uso sustentable de la Energía, esto implica tomar medidas tecnológicas y operativas, para emitir menos, mejorando la eficiencia en todos los sectores. El desafío no es pequeño; sin embargo, si logramos trabajar todos juntos, como ejemplo con este proyecto, se apoya a mejorar la situación actual ayudando a diseñar las políticas necesarias para un futuro más competitivo y limpio.

Este Capítulo resume la importancia de este tema en el país, como en el mundo, tanto por su contribución al desarrollo económico, como por su impacto ambiental, por tanto se exige atender de manera prioritaria su uso eficiente, entendido éste como consumo racional (eliminación de desperdicios), ahorro (menor consumo por unidad producida) y conservación (uso de tecnología de alta eficiencia y energías renovables), así como la aplicación de políticas y programas incluidos en el texto. [4]





CAPITULO II: INFRAESTRUCTURA DEL PROCESO PRODUCTIVO DE LA LECHE TRATADA TERMICAMENTE

En este capítulo se trata, las previsiones referentes a la industria láctea en específico sobre el proceso de la leche tratada térmicamente para tener una idea de la estructura productiva para la fabricación del tipo UHT. Se destacan los datos referidos a su producción industrial, valor añadido y consumos de cada agrupación de los equipos y sistemas.





2.1 Situación de la Industria Láctea

El consumo y el comercio mundial de alimentos en general y de lácteos en particular está influenciado por un conjunto de factores referidos al contexto macroeconómico, a la evolución de la población mundial y a su localización, así como de las políticas de apoyo a la producción y comercialización en los distintos países y de las negociaciones internacionales. Todos ellos afectan la demanda, la oferta y el comercio mundial de este recurso. En la última década el crecimiento del consumo mundial de lácteos dependió en gran medida del aumento de población mundial. Aproximadamente el 70% de los aumentos en la demanda se atribuyen a este factor, en tanto que el consumo por habitante explicó el restante 30% [9].

Actualmente la mayor parte del consumo de lácteos está concentrado en los países industrializados alcanzando niveles elevados, como consecuencia de su mayor poder adquisitivo y de su mayor consumo per cápita, el mayor ritmo de crecimiento de la población en los países en desarrollo ha contribuido a que la participación de estos últimos se haya incrementado en las últimas décadas.

Por otra parte, los niveles de demanda de lácteos y su comercio mundial dependen de los procesos de urbanización, especialmente cuando se registran cambios significativos en la población rural y urbana como se menciona. Es debido a esta relación dependiente del crecimiento poblacional, que la industria láctea se encuentra en constante crecimiento, una de las razones principales por la cual se ha enfocado el presente proyecto en este sector industrial, además de que se trata de un proceso térmico [10].

Es en esta parte que la eficiencia energética como instrumento tecnológico y operativo juega un papel primordial para la mejora del ramo lechero debido a que existen una serie de factores que intervienen para que en los países en desarrollo se aproveche de manera insuficiente los avances en la tecnología con respecto de la industria lechera, entre ellos destacan:

- Falta de una política clara de fomento de la ganadería que propicie la introducción de nuevas tecnologías de eficacia demostrada;
- Falta de la adaptación necesaria de la tecnología a las condiciones locales/regionales;





- Intercambio de información insuficiente con los encargados de adoptar decisiones
- Accesibilidad de las tecnologías, determinada por el precio, los derechos de propiedad intelectual, y la presencia o ausencia de apoyo después de su introducción;
- Expresión insuficiente de la demanda de tecnología;

En México la producción de leche de bovino es muy heterogénea desde el punto de vista tecnológico, agroecológico y socioeconómico, incluyendo la gran variedad de climas regionales y características de tradiciones y costumbres de las poblaciones; factores que se tienen que tomar en cuenta para la formulación de soluciones [11].

Sin embargo, la industria de productos lácteos es la tercera actividad más importante dentro de la rama de la industria de alimentos en México, y depende de la disponibilidad de la leche nacional su crecimiento. Según cifras del Servicio de Información Estadística Agroalimentaria y Pesquera (SIAP) de la Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación (SAGARPA), la figura 2.1 muestra durante el período 2003-2011 la producción nacional de leche de bovino que ha tenido una tasa media de crecimiento de 1.3%, la línea roja representa la tendencia de crecimiento del mercado

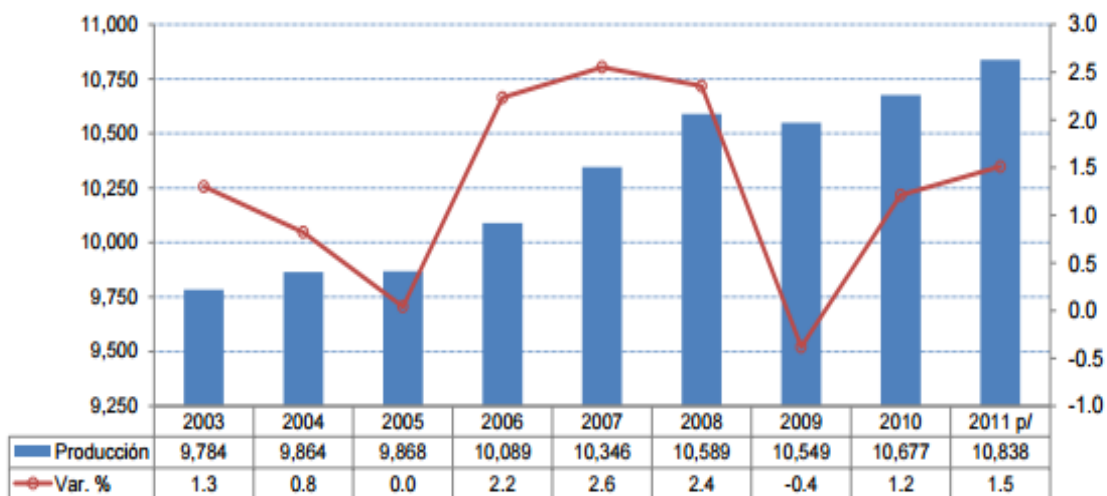


Figura 2.1 Producción Nacional de Leche Fluida 2003-2011 (Millones de Fluidos) Fuente: SAGARPA



Existen diferentes productos lácteos, todos derivados de la Leche, en México las Mayores empresas con presencia y diferentes marcas se encuentran descritas en la siguiente tabla 2.1, se encuentran ordenadas con respecto del consumo en el país:

Tabla 2.1 Mayores Empresas con Presencia en México




No.	Empresas	Marcas
1	Grupo LALA	Lala
2	Grupo Alpura	Alpura 2000, LacDel, Yofrut
3	Nestlé	Nido, Chamburcy, Carnation, La lechera, Svelty
4	Grupo Zaragoza	Lucerna, Optima, Yaqui, Gota Blanca, La Pureza
5	Lechera Guadalajara	Sello Rojo, Al Día
6	Grupo Chilchota	Chilchota, Queen
7	Danone	Danone, DanFrut, Danonino, Dany
8	Sigma Alim	Lácteos Yoplait, Chalet, La Villita
9	Grupo San Marcos	San Marcos, Dulac
10	Parmalat	Parmalat
11	Evamex (Latinlac) Boreal	Nutriceche, Mileche, Baden, Los Volcanes
12	Grupo Prolesa Chipilo	Bonafina, Darel, El Sauz, Holstein, Iberia
13	New Zeland Milk	P. Nochebuena
14	Axa Alimetos	Caperucita, Creso
15	Industria Cor Lyncott	
16	Grupo Chen	Chen, Camelia, Norteño, Nor-Mex, Colonos
17	Kraft	Philadelphia, Cheez Whiz
18	Licons	Licons, Programa de Abasto Social




Fuente: SAGARPA

El mercado nacional de lácteos se compone de diversos segmentos de mercado, entre los que destacan leches pasteurizadas y ultra pasteurizadas, siendo las empresas líderes:

- Grupo Lala y Ganaderos Productores de Leche Pura (Alpura), con un participación conjunta de mercado superior al 50%,
- Seguidas por empresas como Nestlé de México, Lechera Guadalajara, Grupo Zaragoza, con presencia regional las dos últimas [12].

2.2 Estructura y Factores de la Producción

La producción de leche presenta una diversidad de condiciones, las que van determinando una variedad de costos de producción, entre los principales factores que influyen en este tema se tienen;



- 1) el grado de tecnificación de la explotación,
- 2) el tipo de alimentación del ganado,
- 3) el tipo de raza o ganado lechero especializado,
- 4) así como las condiciones climáticas
- 5) y la disponibilidad de agua
- 6) el sistema de producción
- 7) envasado y comercialización

Todos estos tomados factores son tomados en cuenta para la determinación de costos de producción; si bien al considerar el grado de tecnificación de las explotaciones lecheras, destaca que el nivel de los costos de producción sea más alto en las que operan con una mayor tecnificación, lo cual está relacionado por el índice de los costos de alimentación, gastos generales, depreciaciones, pagos de impuestos y gastos financieros, principalmente. En contraste, en las explotaciones de menor tecnificación el mayor índice en costos corresponde a la mano de obra y no tienen costos por servicios financieros [13].

La viabilidad por tipo de explotación está relacionada no sólo con la rentabilidad que obtienen en cada caso, también se relaciona con los niveles de productividad y competitividad con la que trabajan. Esta situación puede visualizarse, al observar que en términos absolutos como relativos, la utilidad es más alta en las explotaciones no tecnificadas; pero en contraste, el promedio de producción en litros por día es considerablemente menor al compararlas con las explotaciones tecnificadas, como se muestra en la tabla 2.2.

Tabla 2.2 Costo de Producción por tipo de Productor

GASTOS	ALTAMENTE TECNIFICADO	TECNIFICADO FAMILIAR	TRÓPICO ESPECIALIZADO	TRÓPICO DOBLE PROPÓSITO	PROMEDIO EN PORCENTAJE
Alimentación*	\$2.35	\$2.05	\$1.51	\$0.97	56.80%
Mano de obra	\$0.31	\$0.36	\$0.37	\$0.48	12.50%
Gastos Generales	\$0.48	\$0.18	\$0.32	\$0.25	10.10%
Depreciaciones	\$0.55	\$0.58	\$0.61	\$0.47	18.20%
Impuestos y Cuotas	\$0.08	\$0.01	\$0.02	\$0.02	1.10%
Gastos Financieros	\$0.15	\$0.00	\$0.00	\$0.00	1.20%
TOTAL	\$3.92	\$3.18	\$2.83	\$2.19	100%

Precio de venta	\$4.52	\$3.89	\$3.81	\$3.50
Utilidad	\$0.60	\$0.71	\$0.98	\$1.31
% sobre los gastos	15.30%	22.30%	34.60%	59.80%
Prom. Lts / Día	+ de 10,000	1,000	600	150

Fuente: Secretaría de Economía, Análisis del Sector Lácteo





Se observa en estos resultados que los productores tienen sus variaciones con respecto de algunos integrantes de la cadena productiva de lácteos, la situación de que algunos productores tipo para hacer a sus productos más competitivos, tienen alguna desventaja atribuida a que carecen de integración productiva, siendo todo esto en conjunto la contribución a mejorar en las condiciones en que cotizan y comercializan su producción. Situación donde se genera también la oportunidad de aplicación tecnológica con respecto a la eficiencia energética.

Es importante señalar que en el contexto de los cambios climáticos que se vienen observando recientemente, la opinión de algunos expertos es de mantenerse la situación de sequía y de fenómenos climáticos, que afectan la disponibilidad recursos hídricos para la producción de forrajes y granos, así como para el funcionamiento y abasto de los establos, esta actividad ganadera se verá cada vez más afectada en el balance de sus costos, factor a observar, para lo cual se hace mas necesario la inclusion de tecnologías y procedimientos de eficiencia [14].

Por otro lado en analisis del periodo más reciente, entre 2003 y 2010 la producción nacional de leche pasó de 9,784 a 10,677 millones de litros al año, lo que representó un crecimiento a una tasa anual promedio de 1.3%. Cabe señalar, que la producción nacional mantiene una tendencia de crecimiento que abarca poco más de dos décadas, desde el inicio de la década de los noventa; no obstante, a pesar del crecimiento sostenido sólo contribuye a cubrir alrededor del 80% del consumo nacional como se puede observar en la tabla 2.3.

Tabla 2.3 Producción Nacional de Leche (Millones de Litros)

Año	Producción	Var. %
2003	9,784	1.3
2004	9,864	0.8
2005	9,868	0.0
2006	10,089	2.2
2007	10,346	2.6
2008	10,589	2.4
2009	10,549	-0.4
2010	10,677	1.2
2011 ^{p/}	10,838	1.5
2010/2003	TMCA: 1.3	9.1

Fuente: Secretaría de Economía, Análisis del Sector Lácteo





Como se ha señalado se observa una tendencia de crecimiento que se sostiene desde inicios de la década de los noventa hasta el actual periodo, esto se explica sobre todo en que este producto es un consumible del ser humano por periodo prolongado en el transcurso de la vida, desde el nacimiento hasta la posterioridad.

Algunos ejemplos de precios actuales por tipo de producto se muestran a continuación en la tabla 2.4 de precios actuales de leche en México año 2012.

Tabla 2.4 Precios Actuales de Leche en México, 2012

Producto	Cont. Neto	Precio (\$)
Lala entera Premium Leche entera pasteurizada adicionada con vitaminas A y D	1 L	9.20
Lala Light Leche parcialmente descremada y pasteurizada adicionada con vitaminas A y D	1L	18.30
Lala Vive deslactosada Leche semidescremada deslactosada adicionada con vitaminas A y D	1 L	12.00
Alpura Clásica Leche entera pasteurizada adicionada con vitaminas A y D	1 L	10.20
Alpura Semi Leche parcialmente descremada y pasteurizada adicionada con vitaminas A y D	1 L	10.20
Alpura Light Leche parcialmente descremada adicionada con vitaminas A y D, baja en grasa	1 L	10.20
Alpura frutal (mango, manzana, fresa, durazno y guayaba) Producto lácteo combinado, pasteurizado, con néctar de frutas y adicionado con vitaminas A y D	1 L	13.00
Alpura 2000 entera Leche entera UHT adicionada con vitaminas A y D	1 L	11.00
Alpura 2000 sin colesterol Leche con grasa vegetal, UHT, sin colesterol, adicionada con vitaminas A y D	1 L	12.60
Parmalat deslactosada entera Leche deslactosada entera UHT adicionada con vitaminas A y D	1 L	12.60
Parmalat deslactosada Light Leche descremada deslactosada y UHT, adicionada con vitaminas A y D, baja en grada	1 L	11.60
Parmalat deslactosada semi Leche semidescremada, deslactosada y UHT, adicionada con vitaminas A y D	1 L	12.60
San Marcos semidescremada con calcio Leche semidescremada, reducida en grasa, UHT adicionada de calcio y vitaminas E, D, A y ácido fólico	1 L	12.00
San Marcos entera con calcio Leche entera adicionada con calcio, vitaminas A, D, E y ácido fólico	1 L	12.00
San Marcos deslactosada Leche descremada, baja en grasa, deslactosada, UHT, adicionada con vitaminas D y E y grasa butírica	1 L	12.00
Best Choice semidescremada Leche semidescremada reducida en grasa, UHT y adicionada con vitaminas A y D	1 L	13.00
Desly deslactosada entera Leche entera UHT, deslactosada y adicionada con vitaminas A y D	1 L	12.60
Desly deslactosada descremada Light Leche descremada deslactosada, UHT, adicionada de vitaminas A y D	1 L	12.60
Aires de campo entera orgánica Leche entera orgánica	1 L	17.48

Fuente: Secretaría de Economía, Análisis del Sector Lácteo





Se puede observar que existen diferentes productos finales, composiciones y marcas en cuanto se refiere a leche líquida; Estos tienen que ver con el proceso de producción, en las leches de consumo tenemos los siguientes tipos:

- Leche pasteurizada
- Leche esterilizada
- Leche aromatizada
- Leche semi descremada
- Leche descremada
- Leche UHT

Entre otros tipos, para representar el presente proyecto se ha escogido el análisis del proceso de producción de la leche tipo UHT, ya que es este producto es el de mayor consumo.

Aunado que este proceso general de obtención de leche es un proceso tratado térmicamente, razón sumada por la cual se ha desarrollado el presente proyecto, el proceso y sus controles se puede resumir como sigue.

2.1.1 Objetivos del Proceso de Producción de Leche Tipo UHT

Se denomina leche UHT a la leche natural, entera, semidesnatada o desnatada, sometida a un calentamiento en condiciones tales de temperatura y tiempo que asegure la destrucción de los microorganismos, la inactivación de las formas de resistencia, y envasada posteriormente en condiciones asépticas [15].

El tratamiento UHT persigue los siguientes propósitos:

- Obtener un producto libre de microorganismos y toxinas dañinas para la salud.
- Un producto que permanezca estable durante un periodo largo de tiempo (sin refrigeración)

Aunque cabe destacar que este producto no es absolutamente estéril desde un punto de vista biológico, puede haber microorganismos pero estos no deben ser capaces de desarrollarse en las condiciones habituales de almacenamiento, aunque si existe una ausencia de patógenos.





Este tratamiento UHT consiste en calentar a una temperatura de 135 - 150 °C el líquido durante un tiempo (donde el mínimo legal son 135 °C durante al menos 1 segundo), es este tratamiento el que une los procesos de pasteurización y esterilización, de modo que se reduzcan a un mínimo las transformaciones químicas, físicas y organolépticas.

Pudiendo ser efectuado por estas dos operaciones:

- Tratamiento directo del producto y el fluido calefactor que entran en contacto directo (por inyección de vapor por ejemplo).
- Tratamiento indirecto el producto y el fluido calefactor no entran en contacto directo, está separados por una pared transmisora de calor (esta pared es de acero inoxidable grado alimenticio).

En este proceso se deben monitorear los siguientes controles:

- Composición química con contenido en grasa, proteína, extracto seco magro, etc.
- Punto de congelación.
- Estabilidad.
- pH.
- Controles organolépticos donde lo primero que se hace es comprobar que las cualidades organolépticas del producto sean normales.
- Controles microbiológicos.
- Gráficos del proceso, limpieza y esterilización de los equipos.
- Calentamientos excesivos donde se valora la intensidad del tratamiento por el contenido en lactulosa (la lactulosa es un isómero de la lactosa que se forma en las reacciones de Maillard a partir de lactosa). El nivel de lactulosa nos indica las posibles modificaciones en la composición química de la leche.

Una vez que la leche ya ha pasado los procedimientos iniciales de UHT, se pueden apreciar las siguientes modificaciones como resultado:





- La grasa apenas se modifica.
- Las proteínas séricas se modifican parcialmente.
- Para las reacciones de Millard la formación de complejos lisina - lactosa son poco intensos, lo que implica que no ha habido cambios sustanciales en la composición de la leche.
- Los minerales sufren pocas modificaciones, sólo en la distribución entre fracciones en forma coloidal y en disolución.
- En cuanto a las vitaminas se sufren algunas pérdidas sensibles, aunque no de las vitaminas importantes desde un punto de vista nutricional, como por ejemplo de vitamina C.

Una vez que se ha logrado el propósito del Tratamiento térmico se proceden a los controles sobre el envasado aséptico, los cuales son:

- Control de hermeticidad de los envases mediante pruebas de colorantes (se vacía el envase y se llena de colorante, si no es un recipiente hermético existirá un escape de colorante) o de conductividad.
- Verificar que no exista recontaminación, este riesgo existe cuando el envasado aséptico y el cierre hermético de los envases no son correctos.
- Los envases deben impedir esta recontaminación, siendo las superficies interiores estériles y el cierre hermético (las bolsas en las que se envasa antes la leche UHT no cerraban herméticamente en muchos casos, pero los bricks van mucho mejor en ese sentido).

Es muy importante tener los Controles adecuados de Calidad, así como la toma de muestras aleatorias, para probar cada uno de estos controles en las etapas pertinentes en base a las normas microbiológicas y evitar así la contaminación de toda la línea de producto, o de los empacados.

2.2.2 Descripción y Lay Out del Proceso de Producción de Leche tipo UHT

En base a la Norma Mexicana No. NMX-155-SCFI-2003 “Leche, fórmula láctea y producto lácteo combinado – Denominaciones, especificaciones fisicoquímicas,





información comercial y métodos de prueba” emitida el 12 de Septiembre del 2003. La leche que se produce es la leche tipo UHT.

El proceso general de obtención de leche tratada térmicamente se puede resumir como sigue.

1. Recepción de Materia Prima

Le leche cruda proviene de los ganaderos de la región, que la entregan en contenedores de aproximadamente 3000ml. En la cantidad de descargue se determina la cantidad de volumen recibido.

2. Pruebas de Clasificación

Prueba de suma importancia para determinar el contenido graso y proteico así como microbiano de la leche, se clasifica en tres tipos: I, II y III. En ocasiones el precio de la leche varía según su composición.

3. Almacenamiento y Enfriamiento de la Materia Prima

Se almacena en condiciones refrigeradas a 4°C para evitar la proliferación de bacterias, hasta su entrada en la línea de producción, manteniendo su calidad entre 48 y 72 hrs.

4. Limpieza de Tanque de Almacenamiento

Se realiza la limpieza de cisternas utilizadas antes de vaciar el siguiente transporte, el grado alimenticio de inocuidad alimentaria regula todo este procedimiento dentro del proceso productivo debido a la alta cantidad de bacterias pertenecientes a la leche. Encontrando una oportunidad de ahorro de agua.

5. Filtración

A continuación se eliminan las partículas orgánicas e inorgánicas de suciedad que pueda contener la leche tras el ordeño o debido al transporte. También se eliminan los aglomerados de proteínas (coágulos) que se forman en la leche. El grado de impurezas de la leche variará en función de las técnicas de ordeño, del tratamiento en las granjas y del transporte. En cualquier caso, es inevitable un proceso de depuración en la





industria. En primera instancia se puede realizar una filtración para eliminar las partículas más groseras (dependerá del diámetro de paso del filtro empleado).

6. Clarificación

Posteriormente tiene lugar la clarificación de la leche, donde se eliminan las partículas orgánicas e inorgánicas y los aglomerados de proteínas. Esta operación se realiza utilizando centrifugas, que basándose en la fuerza centrífuga, separan las impurezas con un peso específico superior al de la leche.

7. Desnatado y Normalización

En el desnatado se produce la separación de la materia grasa (nata) del resto de componentes de la leche (leche desnatada). Generalmente se realiza empleando centrifugas que separan la nata, con aproximadamente un 40% de grasa, de la leche, con aproximadamente un 0,5% de materia grasa. En la normalización se emplea la misma centrifuga del desnatado, es aquí donde se añaden porciones de nata en distintas proporciones en función de lo que se busque obtener, leche entera, semidesnatada o desnatada.

8. Tratamiento Térmico UHT

El propósito del tratamiento térmico es la destrucción casi completa de los microorganismos que hay contenidos en la leche; combinando la ultra pasteurización o esterilización a temperaturas ultra altas (135-150°C) en 2.5 segundos, tras este tratamiento la leche se conserva tras un largo tiempo sin refrigeración como se ha mencionado.

Se realiza esta operación por sistema de calentamiento indirecto que es más redituable, se produce una transferencia de calor a través de una superficie de intercambio con el fluido que se encuentra a temperatura elevada, pasa por las placas mediante el equipo de intercambiador de placas.





9. Homogenización

Con la homogeneización se reduce el tamaño de los glóbulos grasos favoreciendo una distribución uniforme de la materia grasa a la vez que se evita la separación de la nata. En los homogeneizadores se hace pasar la leche a elevada presión a través de estrechas hendiduras cuyas medidas sean menores que las de los glóbulos grasos, de esta forma se reduce el diámetro de los glóbulos grasos manteniéndose éstos en suspensión.

10. Almacenamiento

La leche, una vez tratada y refrigerada se almacena en tanques hasta su envasado. Este almacenamiento refrigerado permite controlar la calidad de la leche antes de su envasado e independizar esta etapa del proceso de producción.

11. Envasado

El envasado es la última etapa del proceso y consiste en el llenado de los envases con el producto. La condición indispensable para conseguir la conservación del producto durante un largo período de tiempo es mantener las condiciones asépticas durante el envasado. Debiendo tomarse en cuenta los aspectos relacionados a la conservación del producto. Los envases de cartón como el TetraBrick cuya base está formada por láminas de cartón o papel y, que según las necesidades pueden estar compuestos también por capas de; plásticos, parafina o aluminio, muy especialmente ocupados para este tratamiento UHT. El consumo energético en esta parte es muy elevado.



El Lay Out del Proceso de Producción de Leche tipo UHT se muestra en la Figura 2.2 siguiente:

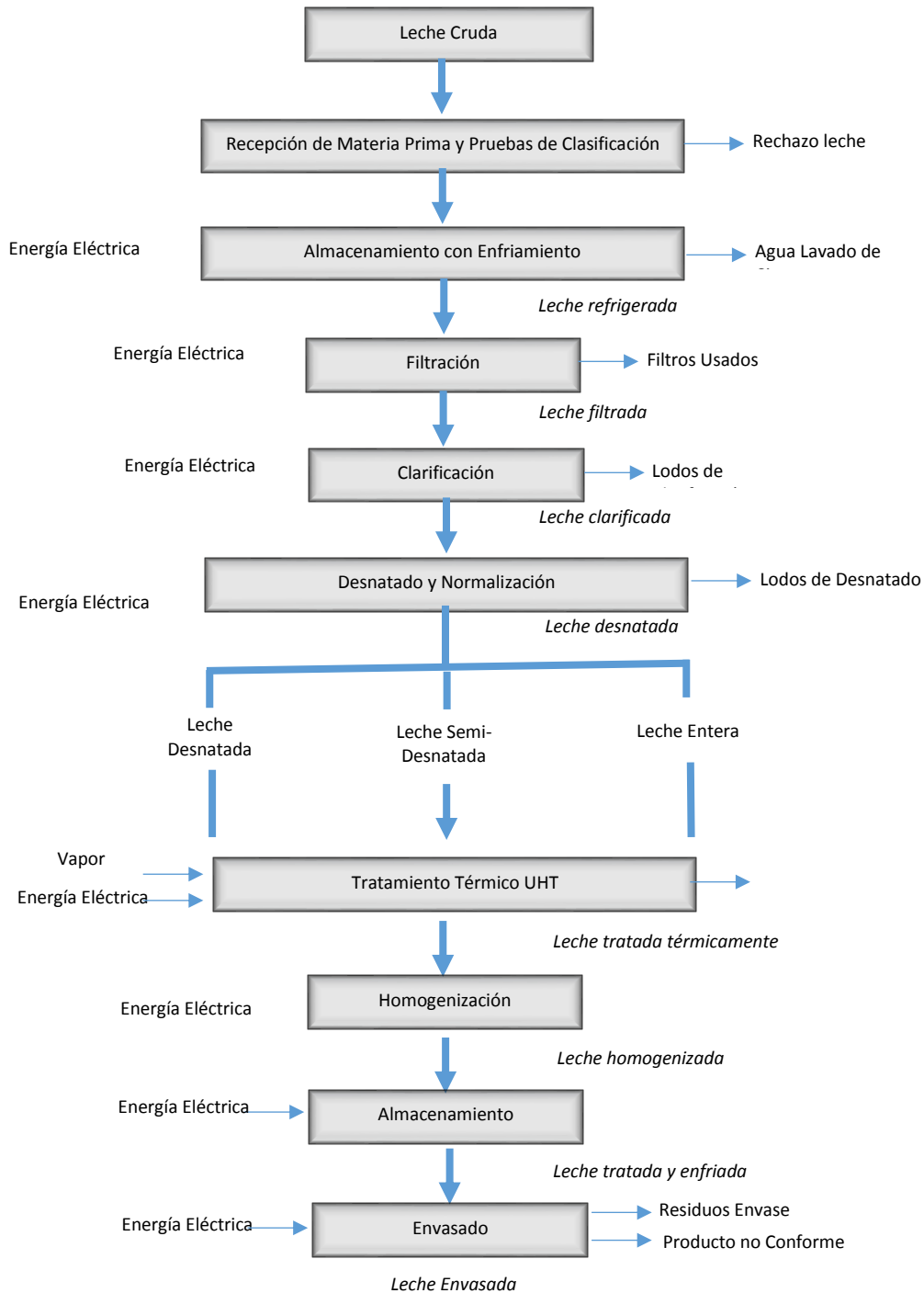


Figura 2.2 Proceso de Producción Leche UHT. Fuente: Elaboración Propia

2.2.3 Sistemas y Equipos del Proceso UHT

Se identifican los Sistemas que suministran energéticamente a la empresa y al proceso para realizar todas las actividades.

- **Suministro Energía Eléctrica**

La Comisión Federal de Electricidad (CFE) le suministra energía eléctrica a la empresa Láctea mediante un contrato en mediana tensión, con un voltaje de 23 kV (denominado subtransmisión), con una tarifa eléctrica HM para la región centro.

La Figura 2.3 muestra la acometida, que abastece toda la electricidad requerida.



Figura 2.3 Acometida de la Empresa Láctea. Fuente: Elaboración Propia

La empresa Láctea cuenta con un medidor de consumo utilizado por CFE para su facturación, como se muestra en la Figura 2.4. Éste, abastece a un transformador principal de la subestación eléctrica de 500 kVA, este transformador abastecen los requerimientos de energía eléctrica para las áreas de tratamiento térmico UHT, envasado, alumbrado, refrigeración, suministro de agua, planta tratadora de agua, homogenización, generación de vapor y comedor.



Figura 2.4 Medidor de Consumo de la Empresa Láctea. Fuente: Elaboración Propia

La tarifa eléctrica HM es principalmente por el uso del transformador, aun cuando la demanda sea de 100 kW o más, en la cual se cobra el consumo, demanda y cargo o bonificación del factor de potencia; además se factura con base en la demanda contratada de los periodos base, intermedio y punta; es decir el costo por consumo de energía eléctrica varía de acuerdo con un horario establecido, depende la temporada del año (y fuera de verano) y de la zona geográfica.

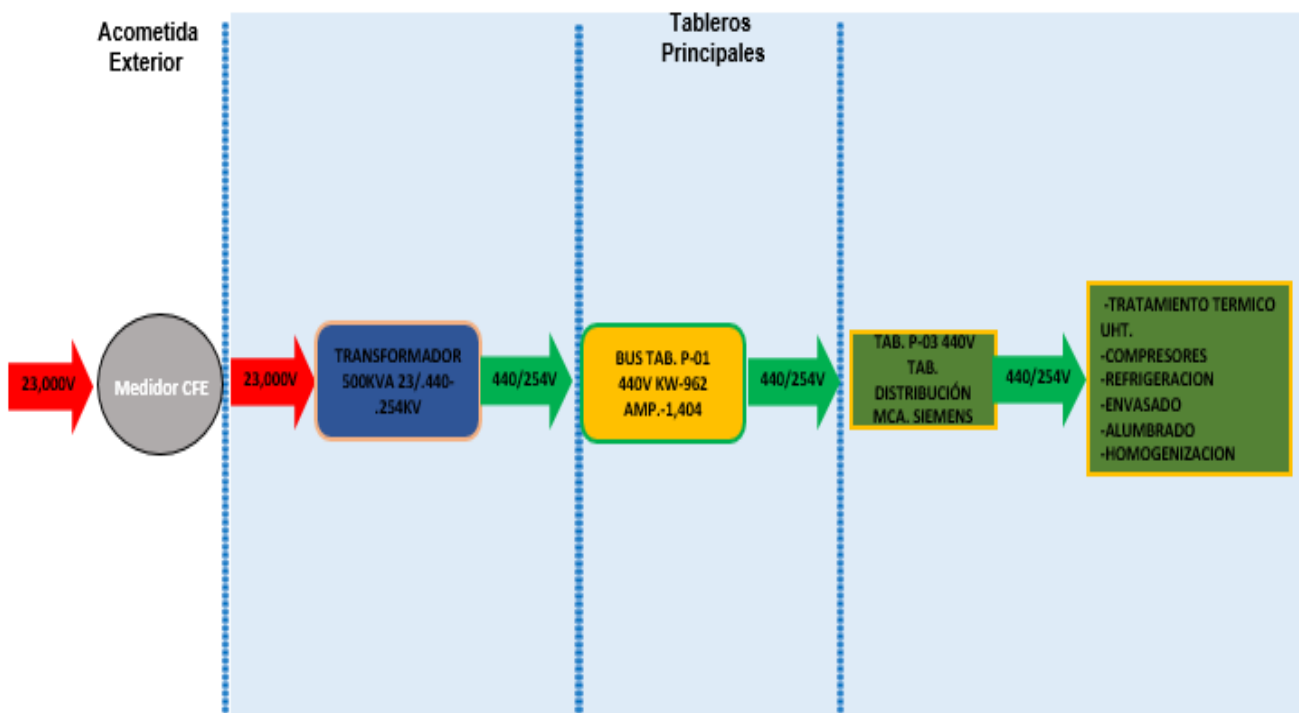


Figura 2.5 Distribución de la Energía Eléctrica de la Empresa Láctea Fuente: Elaboración Propia

- **Suministro de Energía Térmica**

El suministro de gas natural lo realiza la empresa: “Gas Natural de México, S.A. de C.V.” a una presión de 1.41 kg/cm² y de 0.28 kg/cm², bajo los contratos MY19970113 y MY19970114 para la planta; La tarifa que aplica la empresa suministradora es para la zona del Centro, mercado industrial, para consumidores mayores de 0-84 GJ [15].

El suministro de gas a nivel industrial se puede observar en la figura 2.6 siguiente:

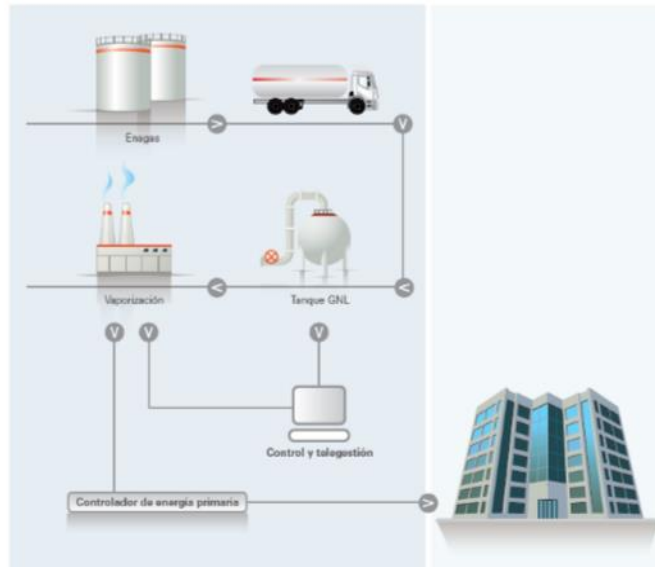


Figura 2.6 Suministro de Gas a Nivel Industria Fuente: Elaboración Propia

La acometida como se muestra en la figura 2.3 es aérea con un voltaje de suministro en media tensión (23 kV), de ahí pasan a subestación principal, donde se encuentra el transformador trifásico de 500 kVA enfriado en aceite (tipo OA), se encuentra ubicado en el interior de la empresa, el cual suministra energía eléctrica a todas las áreas, a partir de los tableros de distribución surge la red secundaria, esta red opera a un voltaje de 440 y 220 V, como se muestra en la Figura 2.5.

- **Esquema de los Equipos del Proceso**

Los equipos se dividieron en dos secciones de acuerdo a la parte del proceso que sirven, están los equipos del proceso productivo que forman parte de la cadena de producto y los equipos que proporcionan servicios al proceso productivo y demás áreas de la empresa.



- **Sección 1: Equipos del Proceso Productivo**

Una vez entrada a la planta la materia prima, se almacena en tanques de leche cruda, este equipo tiene las siguientes especificaciones:

1. Tanques que permite mantener fría la leche, hasta su uso final, 4 construidos en acero inoxidable; tanque horizontal de 1,000 lts con agitador a 20 rpm, 1 tanque de 3500 lts, los datos técnicos están especificados en la tabla 2.5.

Tabla 2.5 Datos Técnicos de Tanques Lácteos

Marca	Fischer
Modelo (Lt)	5,000, 3,500 y 1000
Potencia (HP)	7.5
Capacidad (Lt)	5,000, 3,500 y 1000
Voltaje (voltios)	220
Suministro	monofásico
Vida útil (años)	10
Peso (Kg)	80
Requiere para su instalación	Interruptor Termo magnético de 60 A

Fuente: Empresa Equipos Lacteos S.A.

2. Filtro: Construcciones en acero inoxidable AISI 304 con estructura montada sobre ruedas. Barra de cierre con husillos de acero inoxidable en todos los modelos con volante central para un buen cierre de las placas, siempre uniforme. Placa de mopleen atóxico (Noril esterilizado a 120°C). Manómetros para control de presión. Válvula reguladora del líquido. Electrobomba en acero inoxidable con By-pass. Producción 6000 L/h.
3. Clarificación, Centrifuga con capacidad de procesamiento de 10000 L/h, potencia del motor 15 kW, peso bruto 1 270 Kg.
4. Desnatado y Normalización: centrifuga modelo PDSM10000-DN , 18.5 kW, peso neto 1 250 Kg
5. Unidad de esterilización o intercambiador de calor UHT, estructura de acero al carbón y placas o elementos metálicos de acero inoxidable, modelo M3D de doble





pared. Capacidad de pasteurización: 9000 L/h. Tiempo de retención: 3 segundos a 150 l/s de leche. Temperatura del agua en la sección de calentamiento: 150°C.

6. Unidad de homogenización, Todas las partes en contacto con el producto, en acero inoxidable resistente a los ácidos. Diseño sanitario que permite la recirculación de agua o agentes químicos en el proceso de limpieza. Válvula de homogeneización en carburo de tungsteno, Manómetro digital indicador de la presión de homogeneización, con indicador de sobrepresión. Pistón cerámico. Tuberías para recirculación, motor eléctrico de 3.0 kW, 460V/50Hz, cableado interno e interruptor de marcha-parada.
7. Tres Envasadoras Dupont al alto vacío, modelo IS-7 de 7,200 L/h.

- **Sección 2: Equipos de Servicios al Proceso Productivo**

Los equipos de servicios para las exigencias del proceso productivo son los siguientes:

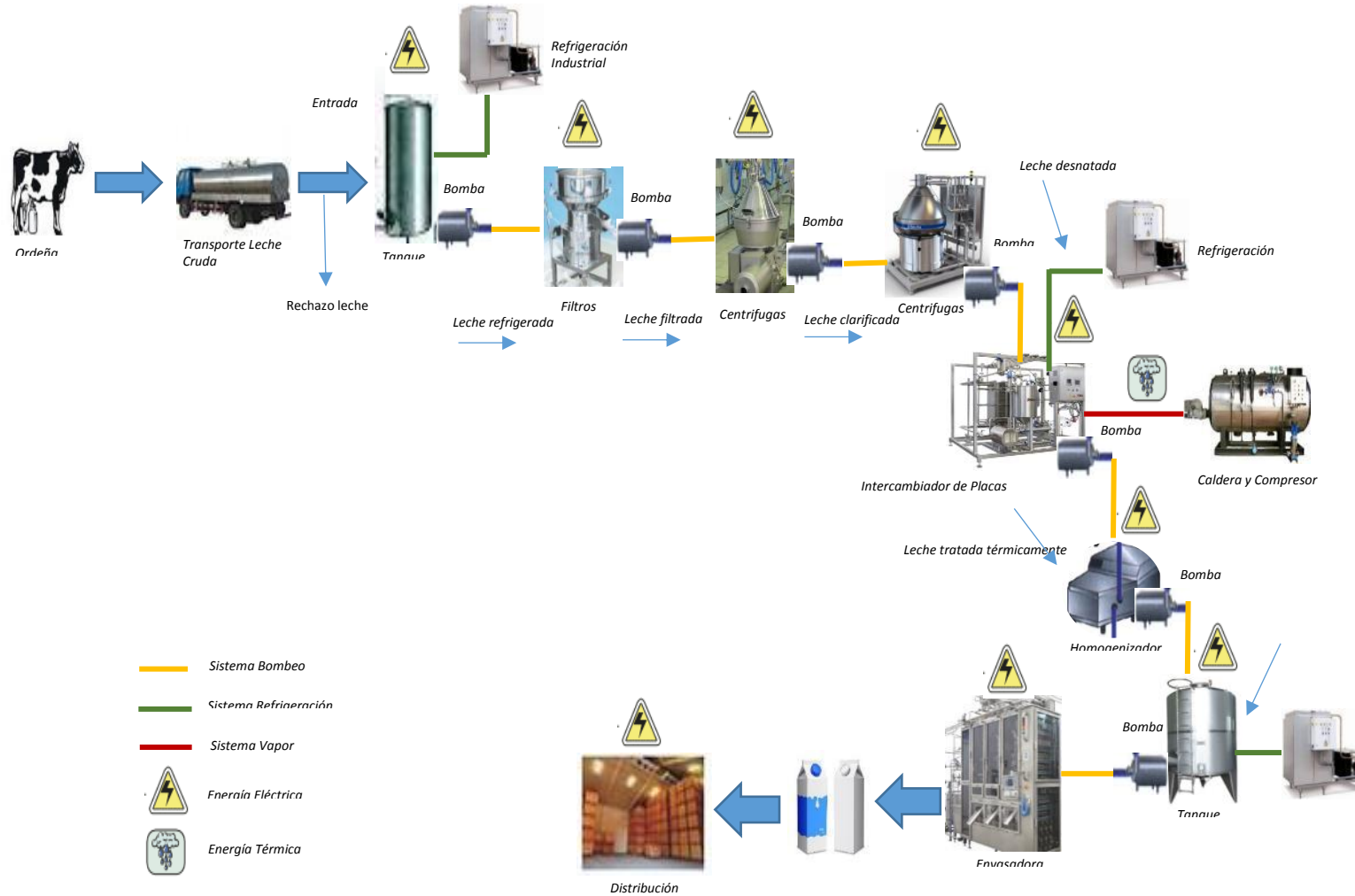
1. Suministro de refrigeración para el Proceso: 2 Compresores Mycom 4B de 53 TR, 2 Bancos de hielo de 90 TR.
2. Suministro de Bombeo: 7 Bombas para todo el sistema de producción Serie CN; Química Normalizada ISO2858/ISO5199PN16. Caudal: de 3 a 7 000 m³/h. Altura manométrica total: hasta 165 m o 540 pies. Presión máxima de servicio: hasta 20 bar. Temperatura de servicio admisible: de -40 hasta 180 °C. Velocidad máxima: 3 600 rpm a 60 Hz.
3. Suministro de vapor: 1 Caldera Cleaver Brooks de 150 C.C. 8.0 kg/cm², alimentación gas natural.
4. Suministro de aire comprimido: 3 Compresores Sullair de tornillo de capacidad 2770 CFM (pie³ /min), a una presión de servicio de 7 kg/cm².

Los equipos específicos en relación con los servicios se muestran en la figura 2.7 siguiente:





Figura 2.7 Infraestructura de Producción del Proceso Lácteo UHT



Fuente: Elaboración Propia



2.3 Balances de Materia y Energía del Proceso Productivo

Los balances de Materia y Energía expresados en esta sección corresponden a los consumos energéticos con respecto de la producción, cabe resaltar que los consumos en cualquiera de los sistemas de producción dependerán del tipo de producto elaborado, edad y tamaño de las instalaciones, el grado de automatización, la tecnología empleada, el mantenimiento, y el diseño de la instalación por mencionar algunos.

- **Balance de Energía Eléctrica**

El consumo total de energía eléctrica para la empresa láctea es de 1 350 000 kWh/año, con una demanda facturable promedio equivalente a 261 kW, con un costo aproximado de 3'457 255.00 \$/año, sin cargo por bajo factor de potencia ya que están por arriba del 95%.

En la Tabla 2.6 se muestra la facturación eléctrica, tarifa HM, en base mensual de la empresa, donde se analiza la evolución de la demanda, consumo, factor de potencia y los costos asociados a la facturación.

Tabla 2.6. Facturación eléctrica mensual (Tarifa HM)

No.	Fecha		Consumo			Energía Total	Demanda			Demanda facturable	Factor Potencia	Bonificación	Importe
	De	Hasta	Energía Base	Energía Intermedia	Energía Punta		Base	Intermedia	Punta		%	\$	\$
1	mar-15	abr-15	32,000	84,000	1,000	117,000	362	380	150	219	95.03	3,003	257,486
2	abr-15	may-15	24,000	96,000	2,000	122,000	370	378	180	239	95.02	3,504	300,899
3	may-15	jun-15	22,000	84,000	4,000	110,000	350	368	186	241	95.04	3,135	268,331
4	jun-15	jul-15	22,000	86,000	4,000	112,000	346	366	244	281	95.20	3,461	287,324
5	jul-15	ago-15	26,000	88,000	4,000	118,000	352	370	220	265	95.16	3,639	304,205
6	ago-15	sep-15	26,000	86,000	8,000	100,000	358	384	272	306	95.24	3,603	296,949
7	sep-15	oct-15	24,000	78,000	12,000	114,000	350	372	248	285	95.35	4,128	333,212
8	oct-15	nov-15	24,000	72,000	8,000	104,000	340	386	230	277	95.05	3,308	282,604
9	nov-15	dic-15	26,000	82,000	6,000	114,000	348	372	202	253	95.35	3,728	300,945
10	dic-15	ene-16	20,000	90,000	1,000	111,000	356	372	226	270	95.12	3,182	268,198
11	ene-16	feb-16	27,000	90,000	1,000	118,000	348	378	204	256	95.18	3,416	284,519
12	feb-16	mar-16	14,000	94,000	2,000	110,000	350	379	184	242	95.04	3,185	272,584
Promedio			23,917	84,167	4,417	112,500	353	375	212	261	95	3,441	288,105
Total			287,000	1,010,000	53,000	1,350,000				3,134		41,292	3,457,255

La Tabla 2.6 se muestra el comportamiento del consumo eléctrico de un año de facturación (marzo 2015 – marzo 2016), además se aprecia que el mes de mayo es el de mayor consumo.





• **Balance de Energía Térmica**

Para el Consumo de Energía Térmica la Tabla 2.7 siguiente nos muestra los consumos de un año, con el mismo periodo de tiempo que el balance de energía eléctrica, se aplicó para la tarifa Mercado Gran Comercial, Bloque pequeño Industrial.

Tabla 2.7 Facturación Térmica de la Empresa Láctea

No	Fecha		Consumo Calorífico (MJ)	Consumo Facturable	Importe
	De	Hasta		M ³	\$
1	mar-15	abr-15	16935.55	441030	42872.10
2	abr-15	may-15	14415.74	375410	38278.70
3	may-15	jun-15	12008.83	312730	33891.00
4	jun-15	jul-15	15446.40	402250	40157.50
5	jul-15	ago-15	15692.16	408650	40605.50
6	ago-15	sep-15	15586.17	405890	40412.30
7	sep-15	oct-15	15493.63	403480	40243.60
8	oct-15	nov-15	13072.89	340440	35830.80
9	nov-15	dic-15	15758.20	410370	40725.90
10	dic-15	ene-16	12949.24	337220	35605.40
11	ene-16	feb-16	13069.44	340350	35824.50
12	feb-16	mar-16	14577.40	379620	38574.80
Promedio			14583.80	379780	35585.18
Total			175005.65	4557460	4,630,022.20

• **Balance de Materia con Respecto la Producción**

Se tomaron datos con respecto de la producción de un ciclo que coincide con los periodos de energía térmica y eléctrica, para así calcular indicadores de eficiencia en los capítulos próximos, los daros observados se muestran en la tabla 2.8 siguiente:

Tabla 2.8 Producción Anual de leche UTH

No	Fecha		Litros/mes	Precio Unitario	Importe Total
	De	Hasta		\$	\$
1	mar-15	abr-15	1,287,000	12.61	16,229,070
2	abr-15	may-15	1,232,000	12.63	15,560,160
3	may-15	jun-15	1,177,000	12.60	14,830,200
4	jun-15	jul-15	1,236,000	12.62	15,598,320
5	jul-15	ago-15	1,238,000	12.60	15,598,800
6	ago-15	sep-15	1,233,000	12.61	15,548,130
7	sep-15	oct-15	1,235,000	12.60	15,561,000
8	oct-15	nov-15	1,174,000	12.60	14,792,400
9	nov-15	dic-15	1,234,000	12.62	15,573,080
10	dic-15	ene-16	1,179,000	12.60	14,855,400
11	ene-16	feb-16	1,172,000	12.65	14,825,800
12	feb-16	mar-16	1,175,000	12.65	14,863,750
Promedio			1,214,333	12.60	15,319,675
Total			14,572,000		183,836,110





En este Capítulo para cubrir los conocimientos sobre el mercado e industria láctea, fue necesario analizar la proyección nacional y el desempeño industrial, eligiendo una trayectoria de diseño a seguir, durante esta etapa ardua de simulación del diseño industrial se consultó infinidad de fuentes bibliográficas y digitales.





CAPITULO III: DESARROLLO DE LA METODOLOGIA DE EFICIENCIA ENERGETICA

Se desarrolla con los datos recogidos en las diferentes fuentes de información para eficientar los métodos productivos energéticamente, la metodología a seguir y los diferentes indicadores energéticos con los que se puede disponer, para poder evaluar correctamente el comportamiento de la energía en el sistema elegido, disponiendo una base de datos principal que sirve y es de gran utilidad para poder adaptarlo a los diferentes escenarios industriales, además incorpora la aplicación de dicho sistema al ejemplo de la industria láctea.





INTRODUCCION

Si bien estos sistemas se encuentran ya estudiados y asentados en diferentes bibliografías que se consultaron, se han incorporado al presente proyecto ejes rectores de actuación desde la perspectiva de la eficiencia energética activa como guía por la CONUUE, la auditoria energética para la mejora continua de la norma de estandarización ISO 50 0001 y la metodología de industria limpia sector energía de la ONUDI, que no solo redundaran en el refuerzo del tejido empresarial del país, sino también de la sociedad en conjunto posibilitando el consumo energético sostenible.

En este sentido aplicando la metodología desarrollada, estos sistemas de gestión de la energía, cuando son implementados de forma continua y sistemática han demostrado su éxito para mejorar el desempeño energético de las empresas, independientemente de su tamaño o actividad.

Para sustentar esta metodología es importante señalar la aplicación de diagnósticos energéticos que a su vez se sustenten en mediciones, pues lo que no se mide no se puede controlar, todo ello dentro de la Identificación, posteriormente para lograr en la operación el esquema de eficiencia se tienen que combinar el mantenimiento preventivo y correctivo, de ser necesario la sustitución de tecnología (maquinaria y equipo) más eficiente, así como el monitoreo de los servicios, temas que se profundizan en el presente capítulo. [16]

3.1 Desarrollo de la Metodología para Mejora de la Eficiencia Energética y la Productividad

3.1.1 FASE I Planeación y Organización: Diagnóstico Energético

Un diagnóstico energético es el instrumento imprescindible para saber cuánto, cuándo, cómo, dónde y por qué se consume la energía, así como la forma para establecer el grado de eficiencia en su utilización.

Es importante desde un comienzo definir con la alta dirección el nivel de perpetración de la información y de las soluciones a implementar, así como la continua cooperación para lograr los objetivos, para poder tener una profundidad de la escala del trabajo.



La metodología propuesta de diagnóstico energético para cualquier esquema de trabajo o sector sea pymes, hotelero, vivienda, transporte, o Industrial que es el que se desarrolla, debe seguir las siguientes fases; Planificación, Hacer, Verifica y Actuar (PHVA) como cualquier sistema de gestión, diseñado de esta forma para proporcionar a las organizaciones un reconocido marco de trabajo para la integración de la eficiencia energética en sus prácticas de gestión, como lo muestra la Figura 3.1 Marco de Trabajo de la Metodología para la Mejora de la Eficiencia Energética y la Productividad.

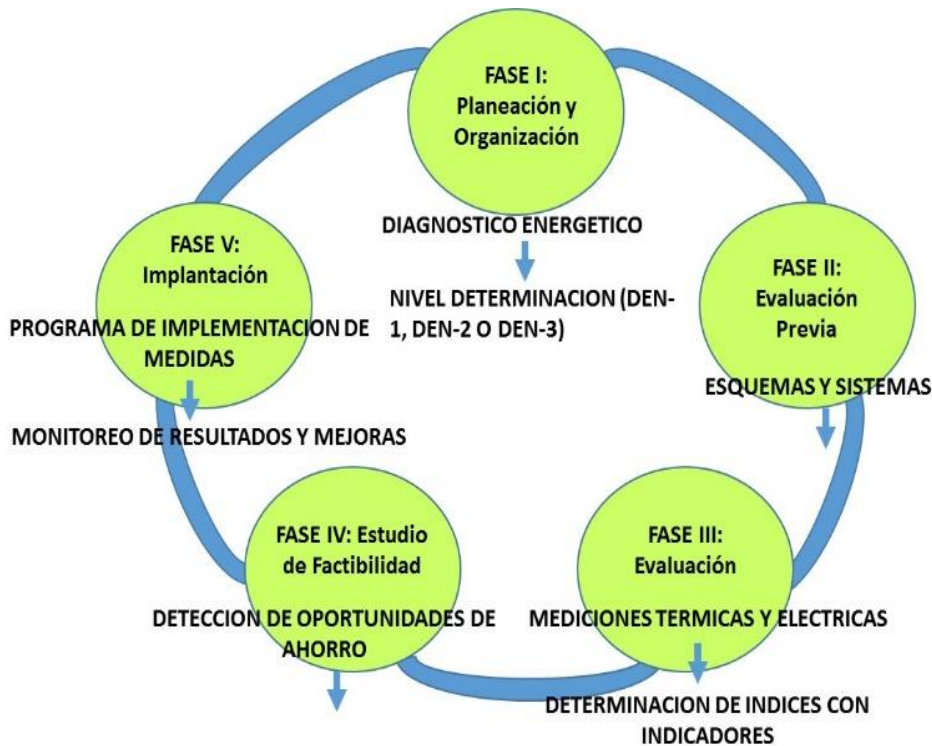


Figura 3.1 Marco de Trabajo de la Metodología para la Mejora de la Eficiencia Energética y la Productividad.

Esta estrategia a seguir prepara una secuencia de trabajo real, de esta acción se deduce la metodología que como cualquier sistema de gestión debe ser pulido y detallado, para extraer continuamente de cada una de las oportunidades de mejora la máxima eficiencia. Esta propuesta tiene beneficios al implementarse en una organización, debido a que se cuenta con información para:

- Conocer el comportamiento y uso de la energía
- Evaluar cuantitativa y cualitativamente la energía que se consume



- Detectar áreas de oportunidad de ahorro y uso eficiente de energía
- Cuantificar los potenciales de ahorro de energía
- Analizar de manera detallada las instalaciones, a fin de estructurar propuestas técnicas viables, para ahorrar energía en los diversos sistemas eléctricos y térmicos
- Establecer un catálogo de acciones y medidas de ahorro
- Estimar la inversión requerida para la aplicación de las medidas de ahorro
- Determinar beneficios energéticos, ambientales y económicos.

Estas medidas que se implementen como resultado de la aplicación de la metodología, permitirán alcanzar ahorros significativos en el corto, mediano y largo plazo, siempre y cuando así lo establezca la dependencia u organización.

Para facilitar el uso de la metodología se ha concebido una clasificación por niveles. El nivel energético es la herramienta técnica utilizada para la definición de la escala de trabajo del uso de la energía, definiendo la situación del consumo y las posibles oportunidades como potenciales de ahorro. Existen básicamente tres tipos según su nivel de análisis.

- Primer Nivel Energético (DEN-1)
- Segundo Nivel Energético (DEN-2)
- Tercer Nivel Energético (DEN-3)

3.1.1.1 Primer Nivel Energético (DEN-1)

Su objetivo principal es la obtención de un balance global de energía y potenciales de ahorro que no requieren de inversión o con inversiones marginales.

Mediante el empleo del primer nivel energético se detectan medidas de ahorro cuya aplicación es inmediata.

Al realizar estos diagnósticos se deben considerar los detalles detectados visualmente y que se consideren como desperdicios de energía, tales como falta de aislamiento o purgas (salideros), malas operación de equipos, o mal funcionamiento de estos equipos, etc.; así mismo, se deben detectar y cuantificar los costos y posibles ahorros producto



de la administración de la demanda de energía eléctrica y de la corrección del factor de potencia. Siendo las tareas primordiales la obtención de un balance global y la revisión del Proceso original para una idea de los ahorros potenciales por mantenimiento y operación. Cabe recalcar que en este tipo de nivel no se pretende efectuar un análisis exhaustivo del uso de la energía, sino precisar medidas de aplicación inmediata. Se puede observar en la Figura 3.2 el Diagrama de Primer Nivel Energético.



Figura 3.2 Diagrama de Primer Nivel Energético Fuente: Elaboración Propia



3.1.1.2 Segundo Nivel Energético (DEN-2)

Su objetivo principal es la obtención de balances específicos de energía, así como potenciales de ahorro de energía sin y con inversión, aplicados al proceso. Comprende la evaluación de la eficiencia energética en áreas y equipos intensivos en su uso.

Este tipo de nivel requiere de un análisis detallado de los registros históricos de las condiciones de operación de los equipos, lo que incluye la información sobre los volúmenes manejados o procesados y los consumos específicos de energía. La información obtenida directamente de la operación se compara con la de diseño, para obtener las variaciones de la eficiencia.

Así como detectar las desviaciones entre las condiciones de operación con las del diseño, para así jerarquizar el orden de análisis de cada equipo o proceso.

Finalmente, se deben evaluar, desde el punto de vista económico, las medidas que se recomienden llevar a cabo, tomando en consideración que éstas se deben pagar con los ahorros o convenios que se alcancen y que en ningún momento deben poner en riesgo la liquidez de la empresa.

El diagrama de segundo nivel energético se puede observar en la Figura 3. 3.



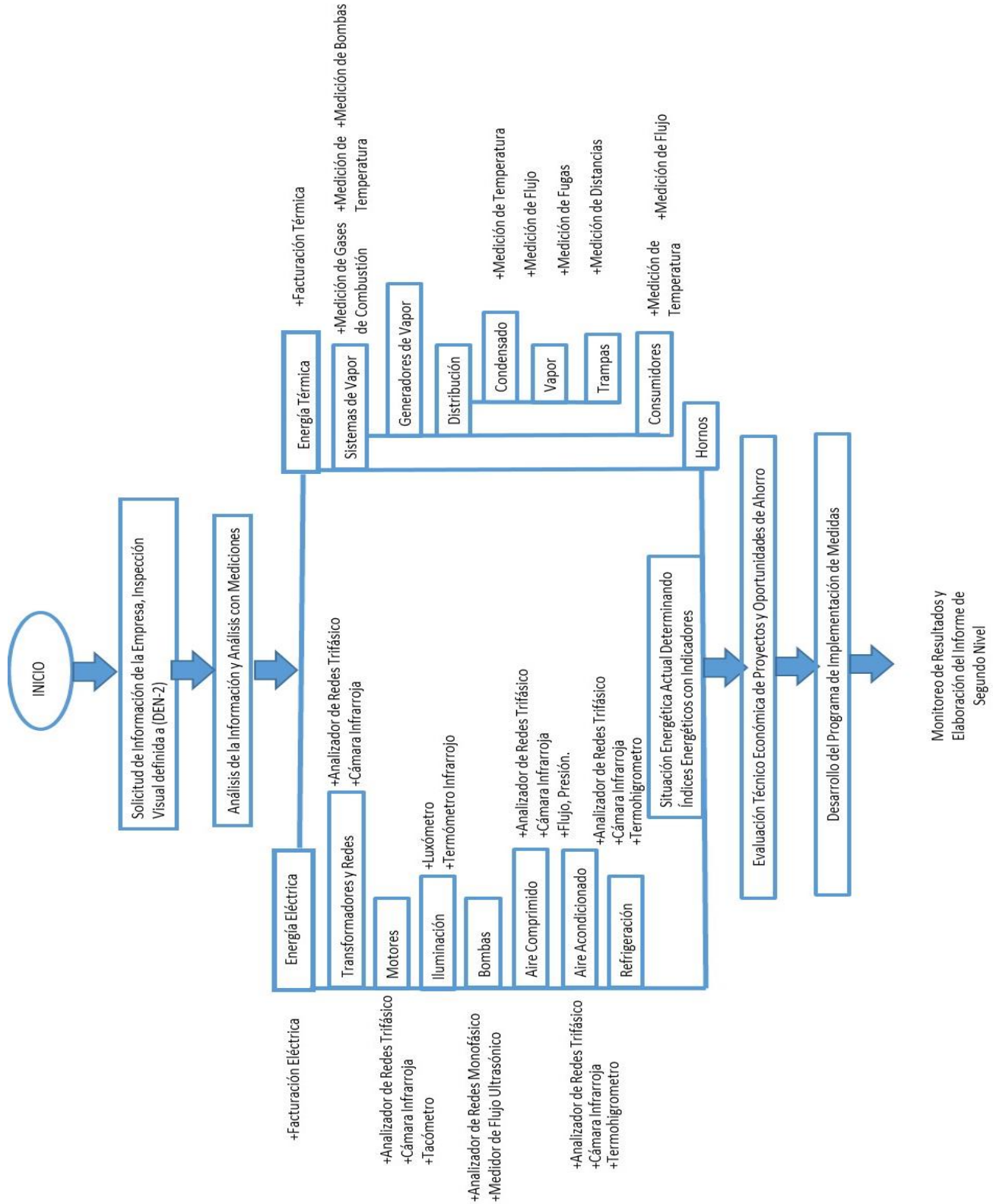


Figura 3.3 Diagrama de Segundo Nivel Energético. Fuente: Elaboración Propia





3.1.1.3 Tercer Nivel Energético (DEN-3)

Consiste en un análisis exhaustivo de las condiciones de operación y las bases de diseño de una instalación, mediante el uso de equipos especializados de medición y control. Deben de realizarse con la participación de especialistas de cada área, auxiliados por el personal de ingeniería. En este nivel es común el uso de las técnicas de simulación de procesos. Además, facilitan la evaluación de los efectos de cambios de condiciones de operación y de modificaciones del consumo específico de energía, por lo que se requiere información completa de los flujos de materiales, combustibles, energía eléctrica, así como de las variables de presión, temperatura y las propiedades de las diferentes sustancias o corrientes; proporcionando información precisa y comprensible de todos y cada uno de los puntos relevantes del diagrama de proceso (entradas y salidas), pérdidas de energía en cada equipo [17].

Teniendo como algunas de sus características:

- Instrumentación Extensiva
- Analiza todas las pérdidas de Energía de Forma Detallada
- Provee suficiente información para justificar proyectos de inversión de capital para recuperar energía desperdiciada.

Las recomendaciones derivadas de estos diagnósticos generalmente son de aplicación a mediano plazo e implican modificaciones a los equipos y procesos, e incluso de las tecnologías utilizadas. Debido a que las inversiones de estos diagnósticos son altas, la evaluación económica debe ser rigurosa en cuanto al período de recuperación de la inversión. El Diagrama de Aplicación de este tipo de este nivel es igual al DEN-2, con la diferencia que en el nivel 2 se aplican las medidas solo para los sistemas y equipos más intensivos en el uso de la energía.

3.1.2 FASE II Evaluación Previa: Solicitud de Información a la Organización

Dentro del marco común para cualquier diagnóstico, en la fase de evaluación previa de los esquemas industriales y sus sistemas, se puede comenzar a analizar los comportamientos energéticos y comenzar a detectar posibles ahorros potenciales.





Productos	
Cantidad Total Anual de cada Producto	
Tienen Registros de Balances de Materia	
No. De Computadoras	
SECCION IV: PROCESO DE ENERGIA ELECTRICA Y/O TERMICA	
Tipo de Tarifa Eléctrica aplicable a la Empresa	
Cuántas Acometidas (CFE) de energía Eléctrica existen en la planta	
No. De Transformadores principales que existen en la Planta y sus Capacidades (440V, 220V,127V)	
No. De Subestaciones en Planta	
Capacidad de la Sub estación en (kVAs)	
Principales Combustibles Utilizados en la Planta	
Se cuenta con banco de Capacitores?	
Cuántos Generadores de Vapor se tienen, Tipos y Capacidad	
Principales Equipos Consumidores de Energía	
Cuántos equipos de aire comprimido se tienen? Tipos y Capacidades	
Cuántos Compresores de Refrigeración se tienen? Tipos y Capacidad	
Cuántos Equipos de aire acondicionado tipo paquete se tienen?	
Cuántos Motores tienen? Tipos y Capacidad	
Cuántas Luminarias Tienen y que Tipos	Área Operativa Área Administrativa Servicios





SECCION V: INFORMACION ELECTRICA ANEXA	
No de Edificios No de Niveles	
Listado de Motores Eléctricos de Inducción superiores a 7.5 HP de potencia.	Entregado Nombre Cargo Recibido Nombre Cargo
Facturación de Energía Eléctrica de al menos 1 año	Entregado Nombre Cargo Recibido Nombre Cargo
Listado de Equipos Consumidores de Energía Eléctrica: Motores, Compresores, Bombas, Iluminación	Entregado Nombre Cargo Recibido Nombre Cargo
Diagrama Unifilar	Entregado Nombre Cargo Recibido Nombre Cargo
Listado de Datos de Placa de todos los Equipos	Entregado Nombre Cargo Recibido Nombre Cargo
Manuales de Operación de Compresores, Bombas, Centrifugas, Sopladores.	Entregado Nombre Cargo Recibido Nombre Cargo
SECCION VI: INFORMACION TERMICA ANEXA	





Tipo de Tarifa Térmica	
Tipos de Tratamiento de Agua para el Proceso (Pozo, municipal, cruda, suavizada, tratada, recuperada o condensados, etc)	
Empresa de Servicios que Proporciona Combustible y el Tipo de Combustible	
Listado de Generadores de Vapor indicando tipo, capacidad, marca, combustible empleado, presión de vapor y horas de Operación.	Entregado Nombre Cargo Recibido Nombre Cargo
Facturación Energía Térmica de al menos 1 año	Entregado Nombre Cargo Recibido Nombre Cargo
Datos mensuales de Consumos y Generación de Vapor de al menos 1 año	Entregado Nombre Cargo Recibido Nombre Cargo
Listado de equipos que usen combustible o que produzcan energía térmica utilizable	Entregado Nombre Cargo Recibido Nombre Cargo
Listado de equipos y sistemas que utilicen energía térmica	Entregado Nombre Cargo Recibido Nombre Cargo
SECCION VII: INFORMACION DE INSTALACIONES	
Datos de Producción de al menos 1 año	Entregado Nombre Cargo





	Recibido Nombre Cargo
Diagramas de Distribución de Tuberías de Aire Comprimido, Agua, Vapor, y retorno de Condensados	Entregado Nombre Cargo Recibido Nombre Cargo
Lay Out de Planta	Entregado Nombre Cargo Recibido Nombre Cargo
Diagrama de Flujo del Proceso o Sistema	Entregado Nombre Cargo Recibido Nombre Cargo
Plan de Mantenimiento Periódico a todas las Instalaciones Térmicas	Entregado Nombre Cargo Recibido Nombre Cargo
Plan de Mantenimiento Periódico a todas las Instalaciones Eléctricas	Entregado Nombre Cargo Recibido Nombre Cargo
Plan de Mantenimiento Periódico a todas las Instalaciones Productivas	Entregado Nombre Cargo Recibido Nombre Cargo

*Ambas partes se reconocen recíprocamente con capacidad para obligarse y, al efecto, suscriben El Acuerdo de Confidencialidad y de No Divulgación de Información en base a las estipulaciones.

Y en señal de expresa conformidad y Aceptación de los Términos recogidos en el Acuerdo, lo firman las partes por duplicado ejemplar y a un solo efecto en el Lugar y Fecha indicados.





Una vez obtenida la información es necesario tomar un tiempo para analizarla y determinar parámetros que ayudaran al entendimiento del análisis energético, se debe preparar el programa de actividades basado en el análisis de la información entregada, teniendo en cuenta que los procesos, sistemas y equipos que se van a evaluar son aquellos que cumplen con la regla 80/20; es decir, que el 80% de la energía es consumida por el 20% de los equipos de la empresa [18].

3.1.2.1. Facturación de Energía Eléctrica

Existen diferentes metodologías propuestas para análisis de una factura eléctrica desde el punto de vista energético-económico, pero todas contienen los mismos elementos; elementos que a nivel nacional son iguales y los cuales se describen en cada punto así como su importancia y repercusión de cada uno de ellos en la facturación.

Para comenzar a identificar algunas ideas sobre los posibles ahorros en nuestra empresa, se proponen las siguientes preguntas y puntos importantes:

- Se está aplicando la tarifa correcta?
- Cuáles son los costos marginales de demanda y consumo?
- Es la facturación exacta?
- Cuál es la demanda máxima?
- Hay multas o bonificaciones?
- Cuál es el factor de potencia de la planta, recordar que debe ser mayor del 90% para bonificación por parte de CFE.
- Cuál es el costo por Kw/h?
- Cuál es la variación?
- Cuál es el consumo de electricidad por unidad de producción?

3.1.2.1.1 Análisis de la Facturación de Energía Eléctrica

Para explicar y comprender este apartado, se dividen 4 sub temas, que son; las zonas o regiones tarifarias, los tipos de tarifas eléctricas, la tensión de suministro y los periodos y horarios presentes en el país.

1. Las zonas o regiones tarifarias están seccionadas por la Comisión Federal de Electricidad, mostradas en la figura:





Figura 3.4 Regiones Tarifarias de la Comisión Federal de Electricidad. Fuente: Portal de la Comisión Federal de Electricidad, Sección Conoce tu Tarifa

2. Además de estas 8 regiones tarifarias, el tipo de tarifa eléctrica que se ocupe de suministro se clasificara por los siguientes usos.

Tarifas para el Suministro y venta de Energía Eléctrica

Tarifas Específicas

- ✓ Servicios públicos: 5 , 5-A , 6
- ✓ Agrícolas: 9, 9M, 9-CU, 9-N Cuotas Mensuales Autorizadas
- ✓ Temporal : 7 Cuotas Mensuales Autorizadas
- ✓ Acuícola: EA

Tarifas Generales

- ✓ En baja tensión: 2, 3 Cuotas Mensuales Autorizadas
 - ✓ En media tensión: O-M, H-M, H-MCF Cuotas Mensuales Autorizadas
- Con cargos fijos: OMF, HMF, HMCF Cuotas Mensuales Autorizadas
- ✓ En alta tensión: HS, HS-L, HT, HT-L Cuotas Mensuales Autorizadas
- Con cargos fijos: HSF, HS-LF, HTF, HT-LF Cuotas Mensuales Autorizadas



- ✓ Servicio de respaldo: HM-R, HM-RF, HM-RM, HS-R, HS-RF, HS-RM, HT-R HT-RF, HT-RM Cuotas Mensuales Autorizadas
 - ✓ Servicio interrumpible: I-15 I-30 Cuotas Mensuales Autorizadas
3. El tipo de tarifa eléctrica además dependerá de la tensión de suministro
- ✓ Baja Tensión Nivel de Tensión $< \text{ó} = 1,000$ Volts
 - ✓ Media Tensión Nivel de tensión $> 1,000 < \text{ó} = 35,000$ Volts
 - ✓ Alta Tensión Nivel Nivel de tensión Sub transmisión $> 35,000 < 220,000$ Volts
 - ✓ Alta Tensión Nivel Nivel de Tensión Transmisión $> \text{ó} = 220,000$ Volts
4. Las tarifas eléctricas de alta y media tensión denominadas de servicio, de consumo y de horario de demanda se dividen en periodos de consumo: base intermedia, punta y semi punta; el tiempo y duración de esos periodos dependen del horario en que se encuentren, es decir, si se encuentran dentro del horario de verano o en el horario fuera de verano. Para tener una idea específica sobre ellos, se detallan en la tabla 3.1 siguiente:

Tabla 3.1 Horarios y Periodos de la Comisión Federal de Electricidad

Regiones Central, Noreste, Noroeste, Norte, Peninsular y Sur

Del primer domingo de abril al sábado anterior al último domingo de octubre (Verano)

Día de la semana	Base	Intermedio	Punta
lunes a viernes	0:00 - 6:00	6:00 - 20:00 22:00 - 24:00	20:00 - 22:00
sábado	0:00 - 7:00	7:00 - 24:00	
domingo y festivo	0:00 - 19:00	19:00 - 24:00	

Del último domingo de octubre al sábado anterior al primer domingo de abril (Fuera de verano)

Día de la semana	Base	Intermedio	Punta
lunes a viernes	0:00 - 6:00	6:00 - 18:00 22:00 - 24:00	18:00 - 22:00
sábado	0:00 - 8:00	8:00 - 19:00 21:00 - 24:00	19:00 - 21:00
domingo y festivo	0:00 - 18:00	18:00 - 24:00	

Fuente: Portal de la Comisión Federal de Electricidad, Sección Conoce tu Tarifa





Para calcular costos de nuestra facturación es necesario ponernos en contacto con la información de la Comisión Federal de Electricidad, donde se nos especificara los cargos por energía consumida con los cambios continuos de las tarifas por parte de la administración de la propia comisión, así como el cargo por demanda facturable que depende de lo anterior mencionado y el cargo en caso de tener bajo factor de potencia o bonificación cuando este se encuentre indicado en la factura mayor al 90%.

Siendo así que el monto total de la facturación es igual a la suma de los cargos y bonificaciones; y el resultado total debe ser multiplicado por el IVA (16%).

Todo esto nos dará un panorama de cómo es que se nos cobra nuestra factura eléctrica y las posibilidades de incrementar compensaciones y acciones para ahorro de costos. Algunas de las acciones que realiza o debe realizar el departamento de mantenimiento o gerencia de planta, es el seguimiento o control de la energía eléctrica consumida como parte de las actividades de producción o administrativas, debido a que contabilidad no analiza los consumos, es mantenimiento o producción quien se percata que existen estos excesos [19].

3.1.2.1.2 Control de la Demanda

El control de la demanda es la administración y control de las cargas eléctricas para reducir e imponer un límite a la demanda durante ciertos periodos.

El control de demanda aplica solo en empresas que cuentan con tarifa horaria (HM) y consiste en desplazar fuera del horario punta las cargas que no sean prioritarias (el horario punta es de 3 a 4 veces más caro que cualquier otro horario).

De acuerdo al esquema tarifario de la energía suministradora la demanda facturable es función de las demandas en los diferentes periodos, es decir, base, intermedia y punta; la demanda para tarifas horarias, la demanda en punta es el termino de mayor peso en la ecuación, así un ahorro en la demanda en punta repercute directamente en un ahorro en demanda facturable. Mientras que los ahorros en otros periodos son solo una fracción.

Los intervalos de 15 minutos utilizados para determinar la demanda máxima medida ofrecen una posibilidad de control, ya que existe un cierto tiempo disponible para apagar o reducir las cargas que pueden estar contribuyendo al pico de demanda.





Para determinar el potencial de ahorro por control de demanda se recurre al análisis de la información histórica de los recibos de energía eléctrica, por ello es necesario:

- Entender la forma de facturación,
- Determinar cuando ocurre la demanda máxima medida,
- Identificar las cargas que contribuyen a picos de demanda e identificar cuales se pueden disminuir o sacar de operación cuando se presenta el pico.

Esta parte es mejor entendible para el análisis una vez que se han tomado mediciones eléctricas en tableros, sin embargo desde la facturación podemos visualizar como es que mi demanda se comporta.

Para poder interpretar en mi factura cómo se comporta la energía en mi organización, se muestra en la figura 3.5 un ejemplo de ello:

1. Medidor o Numero de Servicio
2. Periodo
3. Tarifa
4. Datos Históricos
5. Demanda
6. Consumo
7. Factor de Potencia
8. Factor de Carga
9. Demanda Contratada
10. Costo Unitario de Energía
11. Consumos Unitarios

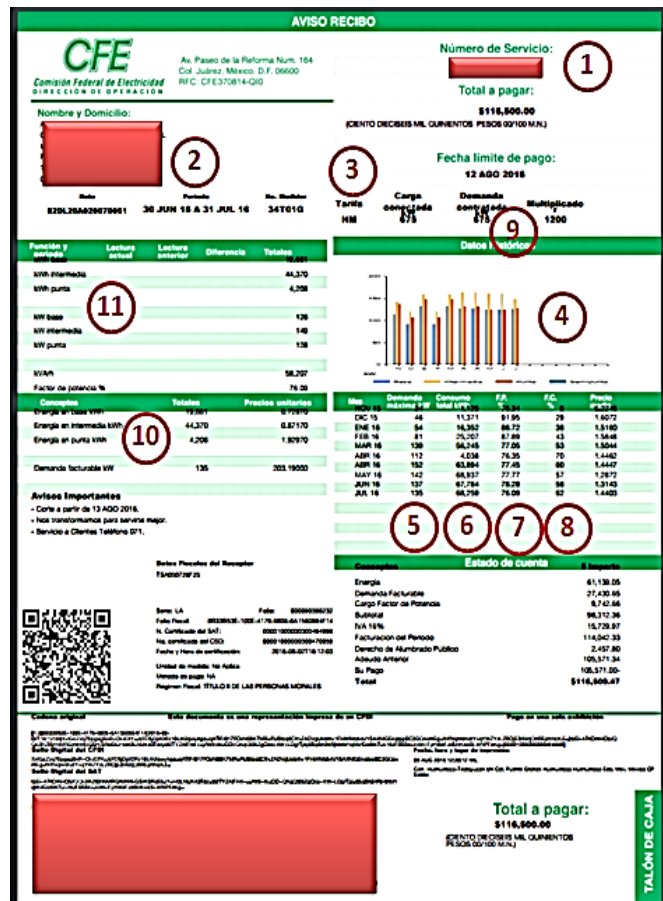


Figura 3.5 Ejemplo de Interpretación de Factura Eléctrica Fuente: Curso MOODLE, Centro Mexicano para la Industria más Limpia, ONUDI.



3.1.2.2 Facturación de la Energía Térmica

La mayoría de las empresas de gas a nivel nacional facturan los metros cúbicos de gas o los litros consumidos. Así podemos dividir el total mensual de consumo entre las unidades de producción y podremos estimar la unidad de consumo de gas por unidad de producción, un ejemplo de la factura de energía térmica o gas, se muestra en la figura 3.6.



Figura 3.6 Ejemplo de Interpretación de Factura Térmica Fuente: Gas Natural Fenosa, Desglose de Conceptos Facturados.

Una vez que se ha llegado a este punto es posible formular una propuesta técnico-económica por parte del equipo especialista para ejecución del proyecto.

3.1.3 FASE III Evaluación: Mediciones y Determinación de Mejoras por Rubro

En este apartado se comienzan los recorridos de inspección, de esta forma si hubo alguna información que no se incluyó por parte de la empresa o del departamento de mantenimiento, planos, diagramas, manuales o datos de placa; es necesario conjuntar. Durante el recorrido es recomendable hacer una lista de oportunidades de ahorro que se observen para discutir las con el equipo de trabajo. Es de suma importancia mencionar que cada una de las áreas que se medirá y donde se encontraran soluciones, debe estar respaldada por cada uno de los especialistas en el tema. Al final se establecerá una serie de puntos posibles de trabajo para elaborar un listado de alternativas y valorar el



potencial de ahorro en cada uno de ellas. El listado deberá de estar ordenado desde los puntos con mayor intensidad de energía y que puedan ofrecer los resultados mejores e inmediatos, esto debido al presupuesto y tiempo que son limitados [20].

3.1.3.1 Mediciones Eléctricas

Es de suma importancia mencionar que las mediciones deben ser realizadas por un equipo experto en el tema, con el objetivo de cuidar siempre la integridad del personal que contribuya a la búsqueda de soluciones energéticas en la organización.

Esta actividad es con el fin de caracterizar su operación actual donde se observara su forma de operación (horas de operación, horario de operación, como se utiliza, para que se utiliza, etc), tipo de control (manual o automático), si existe la posibilidad de mejora, desperdicios o anomalías en la operación así como tomar los datos de placa, pues todo funcionamiento del equipo se compara con el original de diseño [21].

Es necesario contar con equipamiento no invasivo, para obtener la información requerida con suficiente facilidad, precisión y claridad. El nivel de instrumentación necesario dependerá en cada caso de una serie de factores, tales como la naturaleza del proceso, el consumo de energía y el potencial de energía recuperable. Las mediciones brindaran datos reales y darán la posibilidad de estar probando continuamente las variaciones que se pueden presentar.

Las mediciones necesarias son en:

- En el transformador principal de abastecimiento
- En cada uno de los transformadores y centros de control de motores (CCM)
- Medición de parámetros eléctricos de todos los motores, resistencias o equipos que estén directamente relacionados con el proceso
- Motores eléctricos mayores a 7.5 h.p. y con más de 6000 horas de operación al año.
- Interruptores de los circuitos de iluminación
- Niveles de iluminación



Las mediciones se efectuarán durante un periodo de tiempo suficiente (se recomienda de 3 a 7 días) a plena carga, para así identificar el perfil de operación de los sistemas. Con esto se obtiene el perfil de carga (eléctrica y producción del equipo) de bombas, ventiladores, sopladores y compresores. Las variables más comunes que tiene que ser medidas son temperatura, voltaje, amperaje, potencia demandada, factor de potencia y armónicos. El equipo necesario para estas mediciones eléctricas son los analizadores de redes trifásicos ocupados para diagnosticar la calidad de la energía eléctrica, esto nos proporcionará indicadores del nivel de adecuación de la instalación para soportar y garantizar un funcionamiento fiable de sus cargas.

En caso de que haya una perturbación eléctrica o evento se puede afectar a la tensión, la corriente o la frecuencia. Las perturbaciones eléctricas pueden originarse en las instalaciones del usuario, las cargas del usuario o la compañía eléctrica y así identificar con mayor precisión el área de oportunidad. Un ejemplo del equipo y la forma en cómo se efectúan las mediciones se puede observar en la figura 3.7.



Figura 3.7 Ejemplo de Equipo y Mediciones Eléctricas Fuente: Catalogo de Empresa Ibérica.

3.1.3.2 Mediciones Térmicas

Las mediciones térmicas son variadas dependiendo el proceso que tenga, las principales mediciones a los sistemas son la termografía, análisis de gases de combustión, flujo y temperatura del vapor, del agua de alimentación y combustible, la presión de generación de vapor, medición de las temperaturas de pared en los depósitos en los que se requiera calentamiento, así como identificar y medir superficies o tuberías con falta de aislamiento

térmico y los diámetros de fugas de vapor y condensados. A continuación se ejemplifican la instrumentación necesaria. La termografía, la cual se realiza por una cámara termo gráfica es uno de los equipos que ocupamos, la cámara es un dispositivo que no hace contacto con los procesos y que detecta la energía infrarroja (el calor) y la convierte en una señal electrónica, esta se procesa para proyectar una imagen térmica en la pantalla y calcular así su temperatura. El calor que detecta se cuantifica y mide de manera muy precisa, un ejemplo de este equipo se observa en la figura 3.8

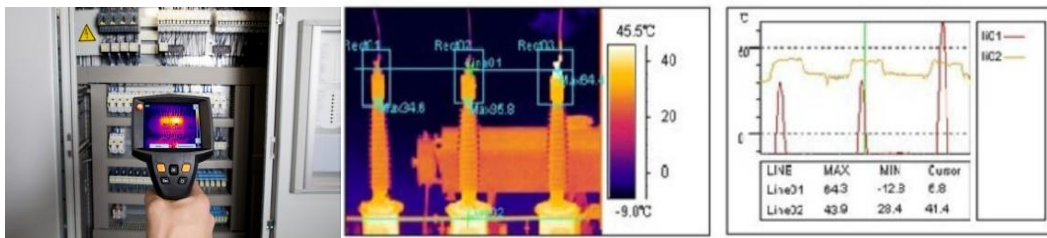


Figura 3.8 Ejemplo de Cámara Infrarroja y sus Mediciones Térmicas Fuente: Catalogo de Empresa Fluke.

Esto nos proporcionara información sobre:

Calentamiento de componentes eléctricos defectuosos, fricciones en motores o maquinas eléctricas, desequilibrio de cargas, conexiones mal realizadas, sobrecarga en circuitos eléctricos, etc. Otro equipo es el termómetro Infrarrojo este instrumento infrarrojo toma lecturas de temperatura por medio de sensores que captan el total de energía que surge de un objeto, la cual se compone de energía emitida, energía reflejada y energía transmitida. Tienen la particularidad de que solo miden temperaturas superficiales, se ocupa para diferentes aplicaciones como: motores, maquinaria, circuitos eléctricos, placas, luces, cables, cámaras frigoríficas, aire acondicionado etc. Un ejemplo del termómetro infrarrojo es la figura 3.9.



Figura 3.9 Ejemplo de termómetro infrarrojo Fuente: Catalogo de Empresa Fluke.

El analizador de gases de combustión ECA 450 mide directamente O_2 , CO , NO , NO_2 , SO_2 , gases combustibles, calcula la eficiencia de la combustión, exceso de aire, dióxido de carbono, NO_x . Almacenando hasta 1000 pruebas, es de suma importancia tener este tipo de equipos para conocer la relación de aire combustible en la caldera. Se puede observar un ejemplo del equipo en la figura 3.10.



Figura 3.10 Ejemplo de analizador de gases de combustión Fuente: Catalogo de Empresa BACHARACH.

OTRAS MEDICIONES

El luxómetro es un instrumento que permite medir la iluminancia real y no subjetiva de un ambiente. Contiene una célula fotoeléctrica que capta la luz y la convierte en impulsos eléctricos, los cuales son interpretados y representada en un display con la correspondiente escala de luxes. Se puede observar en la figura 3.11.



Figura 3.11 Ejemplo de luxómetro Fuente: Catalogo de Empresa Fluke.

El tacómetro es un dispositivo que mide la velocidad de giro de un eje, normalmente la velocidad de giro de un motor. Se mide en revoluciones por minuto (RPM). Se puede observar un ejemplo del equipo en la figura 3.12.



Figura 3.12 Ejemplo de tacómetro Fuente: Catalogo de Empresa Fluke.

El medidor de flujo ultrasónico es un instrumento que mide la velocidad del flujo por la diferencia de velocidad del sonido al propagarse ésta en el sentido del flujo y en sentido contrario. Aplicable en: agua potable, líquidos ultra puros, agua desionizada, productos del petróleo, agua tratada y/o residual. Se puede observar en la figura 3.13.



Figura 3.13 Ejemplo de medidor de flujo ultrasónico Fuente: Catalogo de Empresa J.S Industrial.

El termo higrómetro es un instrumento que mide la temperatura, humedad relativa del aire y del ambiente. Es utilizado para el constante monitoreo de algún equipo que puede ser susceptible a cambios de temperatura. Ocupador principalmente para cámaras de refrigeración. Se puede observar en la figura 3.14.



Figura 3.14 Ejemplo de termo higrómetro Fuente: Catalogo de Empresa J.S Industrial.

3.1.3.3 Determinación de Mejoras de Ahorro de Energía en: Sistema de Iluminación

Es importante siempre caracterizar el tipo de iluminación con la que se cuenta y la necesaria para cumplir con la NOM-025-STPS-2008.

Hay diferentes tipos de lámparas en el mercado nacional, es sobre ellas que se analizan costos para sustitución.

Su clasificación principal es:

- ✓ Incandescentes
 - Convencionales
 - Halógenas
- ✓ De descarga
 - Fluorescencia
 - Alta Intensidad
 - De Inducción
- ✓ LED's (Diodo emisor de luz)



Cada una presenta ventajas y desventajas, por lo cual debemos adaptar la inversión para alcanzar así el máximo de eficiencia energética en ahorros en iluminación.

Las principales oportunidades de mejora que se presentan son las siguientes:

- Conectar circuitos independientes.
- Reloj programable conectado con los interruptores
- Instalar láminas translúcidas.
- Reemplazar la iluminación ineficiente por LED.
- Reemplazar fluorescente T-12 por T-8 o T-5.
- Balastos electromagnéticos por electrónicos
- Instalación de reflectores especulares.
- Aplicar controles automáticos de encendido y apagado como el temporizador.
- Instalación de controles de tiempo y sensores de movimiento.
- Mantenimiento de la Instalación
- Iluminación pública o perimetral con control crepuscular
- Iluminación sectorizada automatizada
- Para fluorescencia el balastro es necesario

3.1.3.4 Determinación de Mejoras de Ahorro de Energía en: Sistemas Electromotrices

La función de los motores son la transformación de la energía eléctrica en potencia de la flecha, la mayoría de los motores pueden ser reemplazados por tecnología más eficiente siempre y cuando se utilicen más de 6 horas por día; si ya se ha realizado embobinado y su potencia es mayor de 7.5 h.p el reemplazo es más rentable todavía.

Para poder proyectar adecuadamente el cambio y la inversión es necesario conocer algunos aspectos más técnicos de los motores, que pueden ser consultados con el especialista en el tema, siguiendo la línea de las condiciones actuales y su caracterización, un listado de información necesaria para justificación es:

- Potencia medida o demandada





- Factor de carga
- Eficiencia de las condiciones de carga
- Variación del voltaje
- Desbalanceo del voltaje
- Ajuste por re embobinado
- Consumo de energía del motor
- Potencia de la flecha
- Marca y modelo
- Potencia activa, voltaje y corriente
- Voltaje (rpm) y su tipo de motor

Debido a que representa un potencial de ahorro de energía prioritario, el mercado nacional y extranjero ya no se caracteriza por producir motores estándar si no todos de alta eficiencia, sin embargo aún existen muchos motores estándares en funcionamiento.

Las principales actuaciones a realizar:

- Aplicar el arrancador suave cuando sea necesario
- Mejorar el factor de potencia
- Reubicación del motor
- Mantenimiento constante
- Variadores de velocidad
- Motores de dos velocidades

3.1.3.5 Determinación de Mejoras de Ahorro de Energía en: Sistemas de Aire Comprimido

Los compresores de aire tienen gran potencia de ahorro debido al alto costo de energía y a su gran variedad de utilidades dentro de la industria, aunque también tienen grandes desventajas [23].

Es necesario por tanto analizar el sistema del lado de la demanda y del suministro y cómo interactúan entre ellos.





Así como tener un enfoque del desempeño del sistema, por lo que se hace necesario conocer:

- Las condiciones y parámetros de operación en sitio
- La carga presente y futura del sistema como relación de la producción
- Agrupar y analizar los datos de operación y desarrollo de los ciclos de trabajo
- Analizar la operación y consumo de energía
- Continuar con la operación y mantenimiento del máximo desempeño

Para mantener el alto desempeño del sistema de aire se enlistan una serie de medidas:

- Analizar las necesidades reales suministrando en calidad, presión y cantidad adecuada para el correcto funcionamiento de equipos y sistemas que accionan
- Detectar los usos inapropiados, sopladores abiertos, sustituyéndoles por otros.
- Detectar fugas de aire comprimido
- Seleccionar el compresor adecuado a la aplicación
- Fragmentación de la carga
- Utilizar aceite sintético
- Controles de velocidad para el motor
- Utilización de diámetros adecuados de tubería
- Disminuir la temperatura de succión del aire
- Verificar siempre distribuir aire en lazos cerrados
- Eliminación de Fugas
- Retiro de compresores innecesarios

Se recomienda el reemplazo de compresores del tipo reciprocantes de pistones y tornillo con eficiencias bajas del orden de 3.0 h.p. a compresores tornillo con eficiencias arriba de 4.5 h.p.

3.1.3.6 Determinación de Mejoras de Ahorro de Energía en: Bombas Centrifugas

Las bombas centrifugas constituyen no menos del 80% mundial de las bombas industriales porque son más adecuadas para manejar una cantidad mayor de líquido que las bombas de desplazamiento positivo.





En las organizaciones debe haber un personal encargado de la selección, operación, supervisión y mantenimiento de los distintos procesos y equipos que incorporan su funcionamiento.

La primera fuente a la que debe recurrirse es al dato de placa, con la información de la placa (marca, modelo, velocidad, diámetro, y tipo de impulsor) se puede recurrir a los catálogos de fabricante para obtener las características técnicas de la bomba de interés.

Siendo ya caracterizado el dimensionamiento correcto sobre las necesidades actuales y futuras, las medidas que se pueden tomar son:

- Sustitución por bombas de alta eficiencia
- Aplicación de variadores de velocidad
- Eliminación de fugas
- Eliminación de estrangulaciones y retornos
- Diámetros apropiados de tuberías
- Recorte de Impulsores
- Bombeo en horas no críticas

Se recalca que en el 90% de los sistemas de bombeo, se puede aplicar un variador de frecuencia para controlar el flujo y la presión, con ahorros que van de un 10% a un 30% de energía.

Se tiene conocimiento de lo que implica adquirir estos variadores de frecuencia, por lo que en la fase V, se comunica diferentes formas económicas como prestaciones federales para poder obtenerlo.

3.1.3.7 Determinación de Mejoras de Ahorro de Energía en: Generación y Distribución de Vapor

Este apartado incluye también considerar la rehabilitación de calderas que consiste básicamente en el cambio de elementos deteriorados, generalmente quemadores, compuertas y equipo de control e instrumentación, así como válvulas y accesorios





relacionados con sistemas operativos de combustión, agua de alimentación y vapor integrados al equipo; se incluye también el cambio de todos los sellos y aislamiento así como la sustitución de partes a presión en paredes de agua, según sea necesario. Dependiendo de las necesidades de instalación, dichos trabajos pueden incluir también el redimensionamiento de equipos auxiliares tales como ventiladores y bombas, y la incorporación de dispositivos tales como sopladores de hollín, puertas y sistemas de control avanzado [24].

Por otro lado, para poder conocer la eficiencia de los sistemas de vapor el código ASME PTC 4.1 establece dos métodos, dichos métodos son:

- Método de Perdidas de Calor
- Método de Entradas y Salidas

Aunque existen en el mercado algunos software que nos determinan también eficiencias y equipos de medición, sin embargo se menciona dentro de esta metodología, las medidas más comunes de optimización para los sistemas de vapor.

En Generación:

- Optimizar la combustión
- Sustitución de tipo de combustible
- Sustitución de Quemadores
- Optimizar la purga continua en calderas
- Eliminar fugas y grietas en calderas
- Mejorar la transferencia de calor en los tubos de agua
- Mejorar la administración de la carga en calderas
- Cambios de los equipos auxiliares de calderas

En Distribución:

- Aislamiento térmico en líneas de vapor
- Aislamiento térmico en tanques de vapor y condensados
- Eliminar las fugas de vapor
- Recuperación de trampas de vapor

En Recuperación:





- Pre calentamiento del aire de la combustión o del agua de alimentación
- Incremento del retorno de condensados

Es muy importante instalar en cada tramo de tubería, el tipo y espesor óptimo de aislamiento.

3.1.3.8 Determinación de Mejoras de Ahorro de Energía en: Hornos

Los hornos siempre tendrán como función principal calentar objetos elevando la temperatura por encima de la temperatura ambiente, el calor aplicado puede servir para fundir, calentar para ablandamiento, recubrimiento con otros elementos, etc. Existen dos tipos de hornos; los hornos de combustión y los hornos eléctricos.

Los hornos de combustión principalmente de gas o de otros hidrocarburos, tienen la característica es la temperatura interior máxima que puede alcanzar, los factores que se deben analizar para eficientar este equipo son:

- El poder calorífico efectivo del combustible
- El exceso de aire en la combustión
- Pre calentamiento del aire comburente
- Verificar que la velocidad de combustión sea instantánea

Los hornos eléctricos pueden transformar esta electricidad en calor mediante diversos procesos, como: arco eléctrico, resistencia de efecto joule, radiación infrarroja, plasma, bomba de calor.

Las medidas para aumentar la eficiencia son:

- Aislamiento, el espesor y calidad de aislamiento debe ser mayor entre mayor sea la temperatura de trabajo en el interior del horno.
- Mantenimiento continuo y limpieza

Es importante hacer énfasis en que para determinar la eficiencia correcta del horno siempre debemos ocupar las herramientas de análisis de masa o materia y el análisis de energía. De esta manera podemos tener una mejor aproximación al consumo y al máximo alcanzable además de las medidas prácticas propuestas anteriormente.





3.1.4 FASE IV Estudio de Factibilidad: Detección de Nichos de Oportunidades

Para iniciar esta etapa, ya se cuenta con la información necesaria de los equipos y las condiciones de operación reales con las que se trabaja, las cuales comparadas con las reportadas por el fabricante, se puede comenzar a elaborar una guía de puntos de posibles ahorros energéticos que sean lo más rentables económicamente.

Estas posibles medidas de incremento de eficiencia, varían en el ahorro y en el tipo de operación a realizar, de aquí se deriva las operaciones que requerirán inversión y las que no. Esta labor de análisis puede durar varios días según las dimensiones de instalación de organización, siendo primordial para plantear la estrategia a seguir para conseguir estos máximos ahorros posibles con las inversiones justas [25].

Es necesario seleccionar una ruta de seguimiento evaluando los resultados que se alcanzaran modificando el proceso, equipo o instalación, esta posibilidad debe ser real con respecto del tiempo a realizarse. Estas posibilidades variaran dependiendo de cada empresa, por tanto en comunicación con la alta dirección de la empresa se propondrán y dependiendo de la decisión ejecutiva de cada una de las organizaciones, es que se podrá dar continuación a un plan de trabajo bajo supervisión de los especialistas.

3.1.4.1 Elaboración del Resumen Ejecutivo

Esta parte es el reflejo del análisis de oportunidades identificadas y establecidas por el equipo especialista, se necesita de mucha dedicación pues se pretende diseñar o cambiar los procesos e incluso las materias primas si ello fuere necesario, con la finalidad de obtener una mejor calidad de producto sin menor consumo de energía.

Primera Etapa del Resumen Ejecutivo: Se proporciona una introducción de la planta evaluada, y como todo resumen debe incluir información proporcionada en el Anexo A:

- Portada
- Introducción
- tamaño de la empresa
- total de personal





- así como los índices de consumo energético totales anuales tanto eléctricos, como térmicos
- descripción general del proceso
- áreas evaluadas con sus sistemas y equipos

Segunda Etapa del Resumen Ejecutivo: Los beneficios que se pueden alcanzar según las propuestas, resumidas como tabla de cada uno de los rubros como; aire acondicionado, refrigeración, etc;

- listado de puntos detectados dentro de la instalación
- desarrollo de los puntos listados anteriormente
- su cálculo de ahorro tanto económico como ambiental.

Tercera Etapa del Resumen Ejecutivo: Recomendaciones para la implementación de dichas medidas en la organización y anexos como recomendaciones fuera de evaluación o fuera de tiempo. Una vez concluido el resumen ejecutivo así como la aplicación de la metodología, se debe concertar una cita con la alta dirección o dueños de la empresa para exponer con detalle, apoyados del estudio completo los resultados obtenidos, es de suma importancia que en esta junta se encuentren presentes los grupos de ingeniería de la empresa.

Después de la entrega del estudio completo, de manera breve se mencionara que el resumen ejecutivo es un condensado de lo identificado y de las soluciones a las problemáticas para ahorro de energía. Es importante también dar pauta a que en el desarrollo de la junta se formulen preguntas a los demás asistentes para aclarar todas las dudas que surjan del trabajo realizado en la organización, y de esta manera, dar por concluido el trabajo de aplicación de la metodología.

3.1.4.2 Oportunidades de Ahorro y Periodo de Retorno de Inversión

El periodo de retorno de la inversión se debe calcular e incluir en cada una de las propuestas de ahorro, es de las últimas partes dentro de la metodología ya que necesita del soporte de las mediciones y de los cálculos económicos que se incluyen en los





balances de materia y energía para poder proyectarlas. La fórmula general del periodo simple de recuperación de la inversión, para ponerla en términos económicos es:

$$PSRI = Inversion (\$) \div Ahorros proyectados (\$)$$

Esta parte aunque es simple la formula se debe tener mucho cuidado, debido al margen de error que se maneje, debe preverse que se atienda en un margen pequeño para ser apegado al proceso real remarcando que de preferencia lo desarrolle el especialista en la evaluación económica. Es recomendable que el periodo no rebase los dos años, aunque estas decisiones deben ser consultadas con la empresa para verificar sus propias políticas. En otros países, con economías más estables, los tiempos de recuperación de la inversión pueden ser notoriamente superiores. No obstante, en muchas empresas nacionales se presentan estrategias de inversiones amplias, que dependen del tipo de gastos de inversión.

Es conveniente realizar en conjunto con la dirección un análisis financiero de las oportunidades de ahorro de energía, para planear un calendario de pagos o retornos de la inversión del capital en proyección de las mejoras que complementa la propuesta. En las oportunidades de ahorro se quiere hacer hincapié en que existen otras oportunidades de ahorro que están subsidiadas por diferentes organismos nacionales, a las cuales se puede tener acceso, siempre y cuando se siga un esquema de registro y estar atentos a las fechas de cada una de las convocatorias por parte del ejecutivo federal.

El registro debe hacerse por parte del CONACYT-RENIECYT, llenando los formatos incluidos en esa área, se requerirá adjuntar cierta información fiscal de la empresa, una vez realizada esta parte se puede comenzar a proyectar para algún subsidio como los contenidos en el Fondo de Innovación Tecnológica.

Otro programa es por parte del FIDE para sustitución de motores, aquí es necesario contar con la información y el gestor para estar atento a las fechas específicas de convocatorias. Como se menciona en el Capítulo 1, este es un momento propicio para





entablar y adquirir este tipo de tecnologías enfocadas a la eficiencia energética, pues no solo mejoraremos el funcionamiento de equipos si no también impactaremos de manera positiva el resultado en nuestro medio ambiente.

3.1.5 FASE V Implantación: Plan de Trabajo Continuo y su Monitoreo

La alta dirección de la organización comentara y acordara en conjunto con el especialista el trabajo a seguir, pudiendo ser de dos formas:

1. Que el especialista y el equipo de trabajo se encuentren dentro de la organización y gestione conforme al programa calendarizado las modificaciones al proceso o bien,
2. Que el especialista y el equipo de trabajo sean consultores externos, si fuera el caso; entre seis y doce meses después de haber presentado el informe, se efectuara una visita y entrevista de seguimiento con los directivos para apoyo de implementación, aquí se examina también si alguna medida de ahorro no se pudo implementar y buscar una causa por la cual no fueron implementadas. Encontrar el por qué y tratar de exponer y entregar un caso más sólido y mejor estructurado la siguiente ocasión que se presente.

La serie de parámetros a regular para el plan de trabajo continuo y su monitoreo, pudieran ser únicos o muy amplios, estos se podrán observar desde el llenado del formato de registro y consecuentemente con la demanda, los procesos industriales de cada marca o cliente, así como de los equipos con los que cuente la empresa.

Siendo de mayor relevancia aquellos que consuman más energía y que puedan tener efectos de ahorro económicos inmediatos, aquellos que no cuenten con esta característica se pueden indicar solamente como oportunidad de mejora y no como nicho de oportunidad.

Para un mejor entendimiento de aplicación y la metodología desarrollada, se resume de manera general en la siguiente figura 3.15 Resumen de aplicación de la metodología:



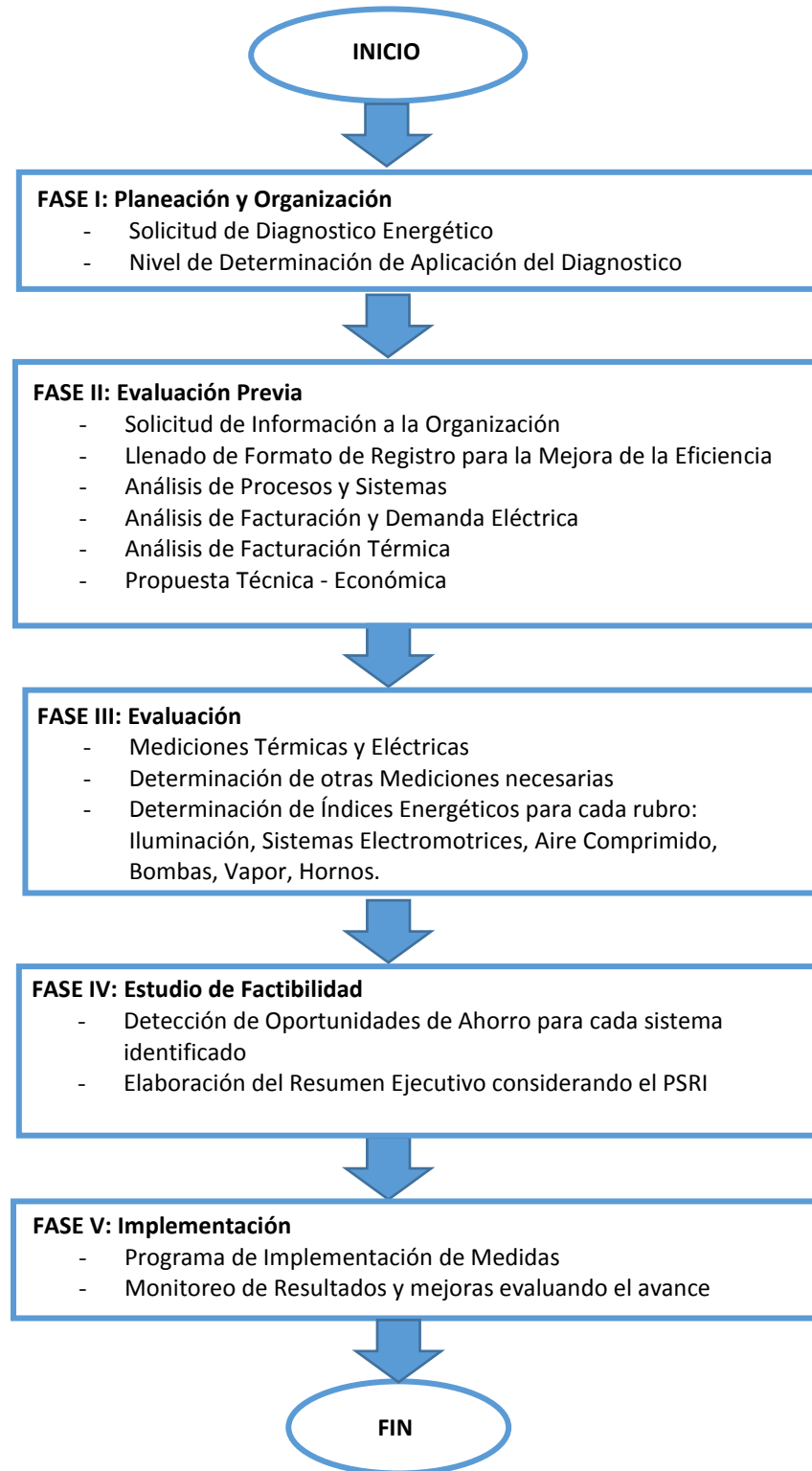


Figura 3.15 Resumen de Aplicación de la Metodología para la Eficiencia Energética y la Productividad.



La excelencia ha de alcanzarse mediante el mejoramiento continuo de esta metodología energética, si bien realizar la aplicación de diagnósticos energéticos es un proyecto complejo puede ser ejecutado cuando se realiza secuencialmente y contando con un buen equipo de especialistas para cada área, cada paso de la aplicación de la metodología es importante para el proceso de estudio de las fases subsecuentes, que llevaran de lo general a lo específico.

En este capítulo se desarrolló la metodología para la mejora de la eficiencia energética y la productividad, como se observa los diagnósticos energéticos son proyectos complejos pero pueden ser ejecutados adecuadamente cuando se realizan de forma secuencial. Cada paso energético es un proceso de estudio para las fases subsecuentes, que llevaran de lo general a lo específico.





CAPITULO IV: APLICACIÓN DE LA METODOLOGIA AL CASO INDUSTRIAL LACTEO

En este capítulo se aplica la metodología a la industria escogida para seguir con la mejora continua de la metodología y adaptarlo a las diferentes empresas que existen en nuestro país, además de recomendaciones para futuros proyectos sobre energía.





4.1 Aplicación de la Metodología al Caso Industrial Lácteo

La información principal de la empresa, se encuentra contenida en el Capítulo 2 del presente proyecto, es por ello que en este apartado solo nos enfocaremos a la aplicación de la metodología para el caso industrial lácteo como resumen ejecutivo, presentando los datos que nos llevaran a los ahorros energéticos para el nivel energético (DEN-2).

- **Energía Eléctrica**

Características de Abastecimiento

La Comisión Federal de Electricidad (CFE) le suministra energía eléctrica a la empresa láctea mediante un contrato en mediana tensión, con una tensión de suministro de 23 kV (denominado sub transmisión¹), con una tarifa eléctrica HM para la región centro.

La empresa láctea cuenta con un medidor de consumo utilizado por CFE para su facturación. Éste, abastece a un transformador principal de la subestación eléctrica de 500 kVA, este transformador abastecen los requerimientos de energía eléctrica para las áreas de tratamiento térmico UHT, envasado, alumbrado, refrigeración, suministro de agua, planta tratadora de agua, homogenización, generación de vapor y comedor.

La tarifa eléctrica HM es principalmente por el uso del transformador, aun cuando la demanda sea de 100 kW o más, en la cual se cobra el consumo, demanda y cargo o bonificación del factor de potencia; además se factura con base en la demanda contratada de los periodos base, intermedio y punta; es decir el costo por consumo de energía eléctrica varía de acuerdo con un horario establecido, depende la temporada del año (dentro y fuera de verano) y de la zona geográfica.

La empresa cuenta con un medidor conectado en el lado de alta tensión que es utilizado por CFE para la facturación eléctrica mensual.

La acometida es aérea con una tensión de suministro en media tensión (23 kV), de ahí pasan a subestación principal, donde se encuentra el transformador trifásico de 500 kVA enfriado en aceite (tipo OA), se encuentra ubicado en el interior de la empresa, el cual

¹ De acuerdo con la http://app.cfe.gob.mx/Aplicaciones/CCFE/Tarifas/Tarifas/Tarifas_industria.asp.





suministra energía eléctrica a todas las áreas, a partir de los tableros de distribución surge la red secundaria, esta red opera a un voltaje de 440 y 220 V.

4.1.1 Análisis de la Facturación de Energía Eléctrica

El consumo total de energía eléctrica para la empresa Láctea es de 1 350 000 kWh/año, con una demanda facturable promedio equivalente a 261 kW, con un costo aproximado de 3´457,255 \$/año, sin cargo por bajo factor de potencia ya que están por arriba del 95%. En la Tabla 4.1 se muestra la facturación eléctrica, tarifa HM, en base mensual de la empresa, donde se analiza la evolución de la demanda, consumo, factor de potencia y los costos asociados a la facturación.

Tabla 4.1 Condensado de Factura Eléctrica Empresa Láctea

No.	Fecha		Consumo			Energía Total	Demanda			Demanda facturable	Factor Potencia	Bonificación	Importe
	De	Hasta	Energía Base	Energía Intermedia	Energía Punta		Base	Intermedia	Punta		%	\$	\$
1	mar-15	abr-15	32,000	84,000	1,000	117,000	362	380	150	219	95.03	3,003	257,486
2	abr-15	may-15	24,000	98,000	2,000	122,000	370	378	180	239	95.02	3,504	300,899
3	may-15	jun-15	22,000	84,000	4,000	110,000	350	368	186	241	95.04	3,135	268,331
4	jun-15	jul-15	22,000	88,000	4,000	112,000	346	366	244	281	95.20	3,461	287,324
5	jul-15	ago-15	26,000	88,000	4,000	118,000	352	370	220	265	95.16	3,639	304,205
6	ago-15	sep-15	26,000	88,000	8,000	100,000	358	384	272	308	95.24	3,603	296,949
7	sep-15	oct-15	24,000	78,000	12,000	114,000	350	372	248	285	95.35	4,128	333,212
8	oct-15	nov-15	24,000	72,000	8,000	104,000	340	366	230	277	95.05	3,308	282,604
9	nov-15	dic-15	26,000	82,000	6,000	114,000	348	372	202	253	95.35	3,728	300,945
10	dic-15	ene-16	20,000	90,000	1,000	111,000	356	372	226	270	95.12	3,182	268,198
11	ene-16	feb-16	27,000	90,000	1,000	118,000	348	378	204	256	95.18	3,416	284,519
12	feb-16	mar-16	14,000	94,000	2,000	110,000	350	379	184	242	95.04	3,185	272,584
Promedio			23,917	84,167	4,417	112,500	353	375	212	261	95	3,441	288,105
Total			287,000	1,010,000	53,000	1,350,000				3,134		41,292	3,457,255

Fuente: Elaboración Propia.





La Figura 4.1 muestra el comportamiento del consumo eléctrico de un año de facturación (abril 2015 – marzo 2016), además se aprecia que el mes de mayo es el de mayor consumo.

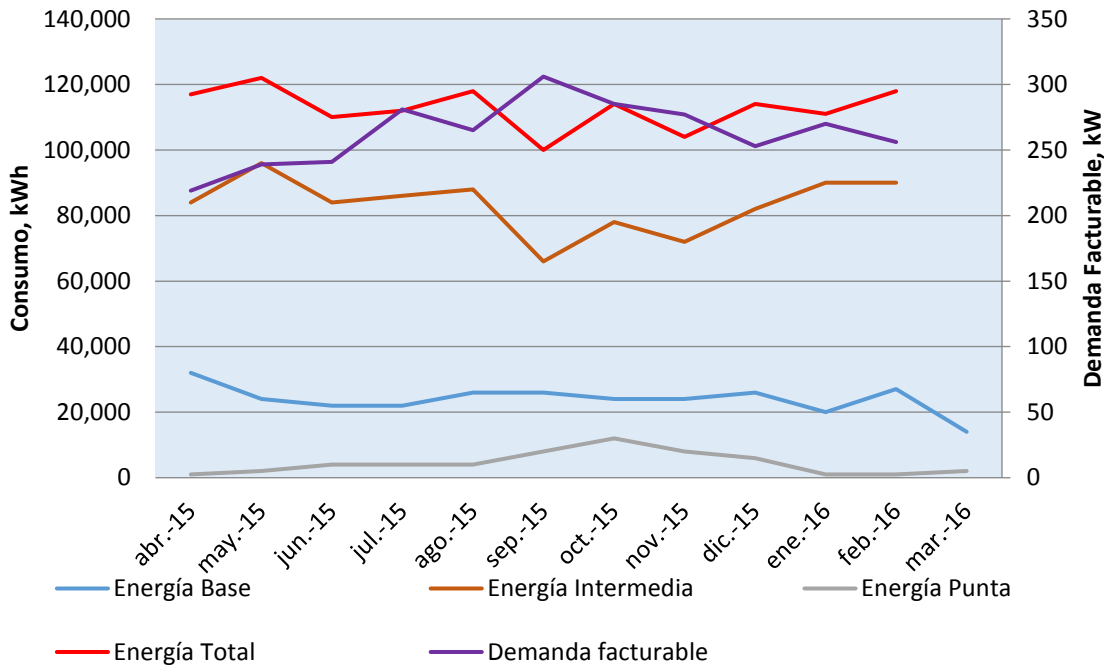


Figura 4.1 Comportamiento de la Energía Eléctrica

• **Costos de la Energía Eléctrica**

La tarifa eléctrica que tiene la empresa es HM, (tarifa eléctrica horaria para servicio general en media tensión) con demanda de 100 kW ó más, que se factura con base en la demanda contratada con las modalidades de los periodos punta, intermedio y base. Las cuotas aplicables mensualmente (pesos por kWh) serán las indicadas en la Tabla 4.2; y se tomarán los costos del mes de marzo 2016 para el presente reporte².

² <http://www.cfe.gob.mx/negocio/conocetarifa/Paginas/Tarifas.aspx>





Tabla 4.2 Modificación de los Precios en la Factura Eléctrica por parte de la CFE

	abr-15	may-15	jun-15	jul-15	ago-15	sep-15	oct-15	nov-15	dic-15	ene-16	feb-16	mar-16
Demanda Facturable (\$/kW)	186.24	187.41	188.07	188.67	189.58	191.27	193.74	194.53	194.51	194.35	195.38	198.58
Energía Punta (\$/kWh)	1.8647	1.8483	1.8209	1.8143	1.8265	1.9142	1.8765	1.8163	1.7202	1.7527	1.8309	1.7859
Energía Intermedia (\$/kWh)	0.9194	0.8951	0.8626	0.8527	0.8602	0.9411	0.8866	0.8205	0.7263	0.7569	0.8255	0.7656
Energía Base (\$/kWh)	0.7687	0.7484	0.7212	0.7129	0.7192	0.7868	0.7412	0.6859	0.6072	0.6328	0.6901	0.64

Fuente: Elaboración Propia.

En los datos indicados en la tabla 4.2 se observa una variación en la tendencia mensual de los precios de la energía eléctrica. El costo en la energía punta y la demanda facturable es mayor que la tendencia de costo en cualquier otro periodo.

Para los efectos de la aplicación de esta tarifa, se utilizaron los horarios locales oficialmente establecidos por la CFE. Por días festivos se entenderán aquellos de descanso obligatorio establecidos en el artículo 74 de la Ley Federal del Trabajo, a excepción de la fracción IX, así como los que se establezcan por Acuerdo Presidencial, cabe recalcar que es de suma importancia tomar esto en cuenta en el momento de diseñar las oportunidades de ahorro económicas.

En la Tabla 4.3 se muestran los periodos punta, intermedio y base se definen para la región central de la siguiente manera:





Tabla 4.3 Horarios anuales que intervienen en la facturación de la CFE

Regiones Central, Noreste, Noroeste, Norte, Peninsular y Sur

Del primer domingo de abril al sábado anterior al último domingo de octubre (Verano)

Día de la semana	Base	Intermedio	Punta
lunes a viernes	0:00 - 6:00	6:00 - 20:00 22:00 - 24:00	20:00 - 22:00
sábado	0:00 - 7:00	7:00 - 24:00	
domingo y festivo	0:00 - 19:00	19:00 - 24:00	

Del último domingo de octubre al sábado anterior al primer domingo de abril (Fuera de verano)

Día de la semana	Base	Intermedio	Punta
lunes a viernes	0:00 - 6:00	6:00 - 18:00 22:00 - 24:00	18:00 - 22:00
sábado	0:00 - 8:00	8:00 - 19:00 21:00 - 24:00	19:00 - 21:00
domingo y festivo	0:00 - 18:00	18:00 - 24:00	

- Costo ponderado de la energía**

Este costo ponderado del kWh contempla la participación específica del importe de la energía para cada uno de los horarios de facturación, siendo el costo igual a **0.8192 \$/kWh**.

$$\begin{aligned} \text{Costo } kWh_{ponderado} &= \text{Costo } kWh_{base} \times (\text{Consumo}_{base} / \text{Consumo}_{total}) + \\ &\quad \text{Costo } kWh_{intermedio} \times (\text{Consumo}_{intermedio} / \text{Consumo}_{total}) + \\ &\quad \text{Costo } kWh_{punta} \times (\text{Consumo}_{punto} / \text{Consumo}_{total}) \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Costo } kWh_{ponderado} &= 0.64 \frac{\$}{kWh} \times \left(\frac{337\,500}{1\,350\,000} \right) + \\ &\quad 0.7656 \frac{\$}{kWh} \times \left(\frac{900\,000}{1\,350\,000} \right) + \\ &\quad 1.7859 \frac{\$}{kWh} \times \left(\frac{112\,500}{1\,350\,000} \right) \end{aligned}$$

$$\text{Costo } kWh_{ponderado} = 0.8192 \frac{\$}{kWh}; \text{ el precio indicado es sin IVA}$$



- **Distribución**

La energía eléctrica que suministra la CFE se distribuye a la subestación eléctrica primaria de la empresa, que cuenta con un transformador de 500 kVA; posteriormente abastece a los tableros principales, para de ahí entregar la energía a los usuarios finales.

4.1.2 Mediciones Térmicas y Eléctricas

- **Mediciones en el Transformador Principal**

El equipo se programó en el tablero principal del transformador para el registro de datos cada 15 minutos, los parámetros a medir son kW, voltaje, corriente, F.P. y armónicos. Se realizaron mediciones trifásicas, utilizando conectores tipo caimán para la señal de tensión y transformadores de corriente flexibles de núcleo abierto para la señal de corriente de 3,000 amperes. La figura 4.2 muestra las mediciones realizadas.



Figura 4.2 Mediciones Eléctricas en el Tablero Principal Fuente: Elaboración Propia.

- **Mediciones en el Transformador Tr-500 kVA**

El Transformador (TR-500 kVA) suministra la energía eléctrica demandada a todas las áreas de la empresa, como son: tratamiento térmico UHT, envasado, alumbrado, refrigeración, suministro de agua, planta tratadora de agua, homogenización, generación de vapor y comedor.

En la Figura 4.3 se muestra una imagen del transformador, y en la tabla 4.4 se indican las características principales de la placa de datos del transformador.



Figura 4.3 Imagen del Transformador Principal

Tabla 4.4 Placa de Datos del Transformador

Marca	PROLEC
Capacidad	500 <u>kVA</u>
Tipo	Aceite tipo subestación
Voltaje primario	23 000 V
Voltaje secundario	440/254 V
Fases	3
Ciclos	60 Hz

Fuente: Elaboración Propia.

- **Termografía en el Transformador**

El transformador PROLEC de 500 kVA (23 000/440-254 V) que se muestra en la Figura 4.4, como una imagen térmica, está trabajando a una temperatura de superficie máxima de 39°C, lo que significa que está funcionando sin sobrecalentamiento, ni pérdidas de energía sustanciales por el calor producido en su interior, bajo este régimen de carga.

Conociendo la temperatura del transformador en dicho punto de la imagen y de acuerdo a lo especificado en la norma NMX-J-116-ANCE-2005, para transformadores tipo subestación en aceite; se indica que la temperatura de sobreelevación es de 65°C o 55/65 °C sobre una media de 30 °C y una máxima de 40 °C; Por lo tanto, se recomienda programar mantenimiento preventivo en este transformador.

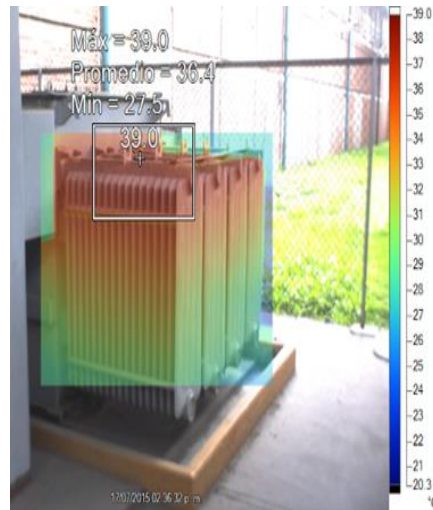


Figura 4.4 Medición Termográfica en el Transformador Fuente: Elaboración Propia.

4.1.3 Análisis de las Mediciones

Las mediciones se realizaron del 16 al 17 de marzo de 2016, el punto de medición fue el lado secundario del transformador, para lograr obtener la información de toda la carga existente. Resumen de parámetros eléctricos del transformador principal:

- **Demanda eléctrica TR-500 Kva**

En la Figura 4.5 se ve que la demanda activa tiene prácticamente el mismo perfil que el de la corriente, lo cual es normal debido a que el voltaje permanece en valores prácticamente constantes.

De la curva de los kW se observa que el valor máximo registrado fue de 372 kW, el cual es muy cercano al valor promedio histórico en intermedia (375 kW) de la facturación, dicho valor máximo se registró a las 12:15 horas del miércoles 16 de marzo del 2016. Los valores mínimos se presentan durante las noches a partir de las 20:00 hasta las 5:30 horas, con valores que fluctúan entre 15 y 37 kW, aquí es importante mencionar que durante el periodo de carga mínima.

Podemos estimar una demanda base de 300 kW y una demanda variable de 70 kW, para considerar un control automático de la demanda.

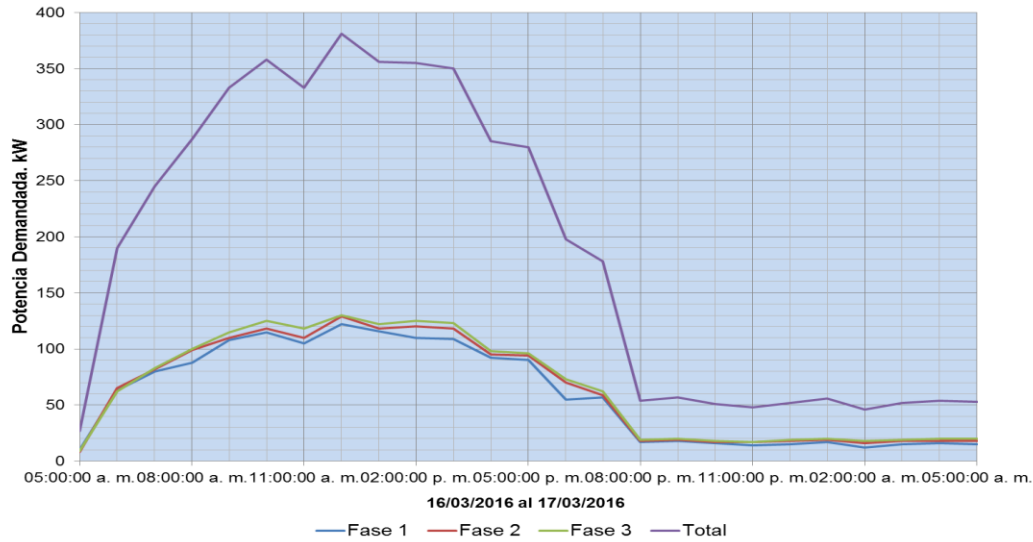


Figura 4.5 Datos de Potencia Demandada en el Transformador Fuente: Elaboración Propia.

- **Tensión eléctrica TR-500 kVA**

En la figura 4.6 se muestra la tensión eléctrica (V) medida durante el periodo del 16 al 17 de marzo del 2016; se tiene un voltaje promedio de 252 V a la salida del transformador TR-500 kVA, equivalente en un sistema trifásico a 464 V.

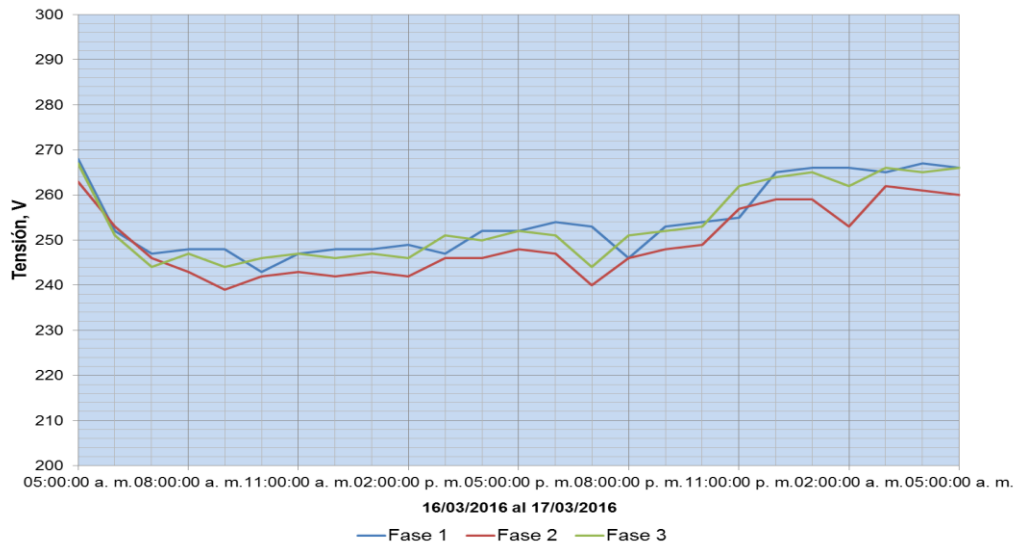


Figura 4.6 Datos de Tensión Eléctrica en el Transformador

Se presenta un desbalanceo promedio entre fases del 0.5%, mientras que la variación de voltaje promedio es del 2.5% Considerando que el voltaje nominal del sistema



eléctrico en las instalaciones de la planta es de 440/254 y 220/127 V, lo anterior cumple con lo establecido en la Norma Oficial Mexicana NOM-001-SEDE-2005, artículo 110-4 tensiones eléctricas.

- **Corriente Eléctrica TR-500 kVA**

La Figura 4.7 muestra un comportamiento similar durante los días de medición, ya que a partir de las 5:30 A.M., al inicio de operaciones, se tiene el primer incremento de corriente del orden de 265 amperes, después entre las 6:00 y las 7:00 hay otro incremento en la corriente de aproximadamente 130 amperes, luego a partir de la 7:30 la corriente se incrementa hasta valores de 430 a 520 amperes.

La corriente comienza a disminuir después de las 15:00 horas, llegando a 250 amperes aproximadamente a las 18:00 horas y a las 20:15 horas se alcanza la corriente mínima del orden de 35 a 40 amperes. Esto indica que durante las noches permanece operando una carga de manera cíclica, pudiendo ser uno de los compresores del sistema de refrigeración o una bomba de la cisterna de agua potable.

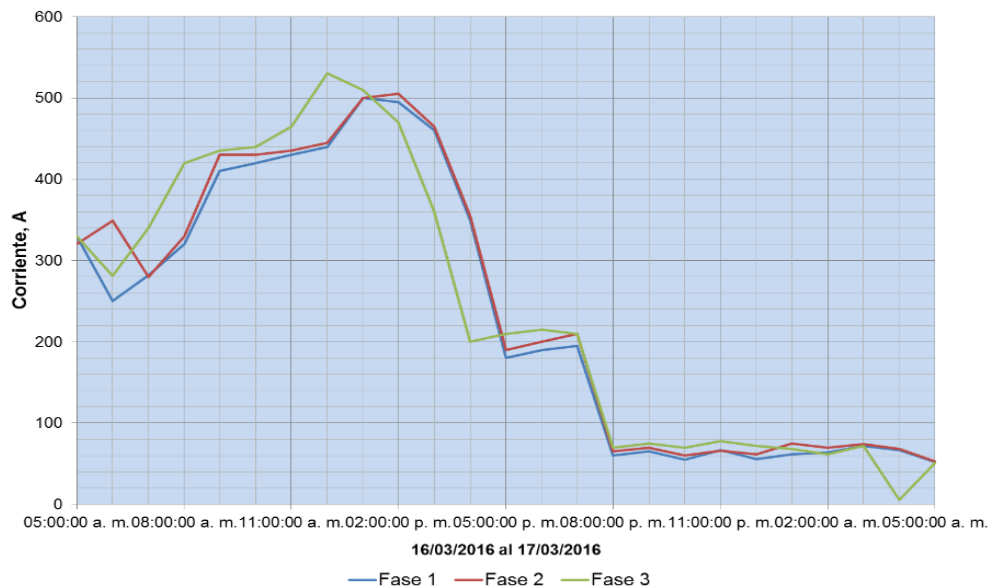


Figura 4.7 Datos de Corriente Eléctrica en el Transformador Fuente: Elaboración Propia.

- **Factor de Potencia (FP) TR1-500 kVA**

La Figura 4.8 muestra que cuando la carga es mínima el FP se vuelve capacitivo (negativo) llegando a valores entre el -100% y -80%, sin embargo cuando la carga es mayor el factor de potencia medido fue del 96% e incluso 100%.

Lo antes expuesto debido a que se tienen algunos bancos de capacitores fijos que están suministrando constantemente potencia reactiva capacitiva, aun cuando la carga primordialmente inductiva en este centro de trabajo, va disminuyendo y requiere menos reactivos, razón por la cual el factor de potencia se sobre compensa. Sin embargo, es factible obtener un factor de potencia del 99%, con los bancos de capacitores existentes en este centro de trabajo, la necesidad es automatizar la operación de los mismos.

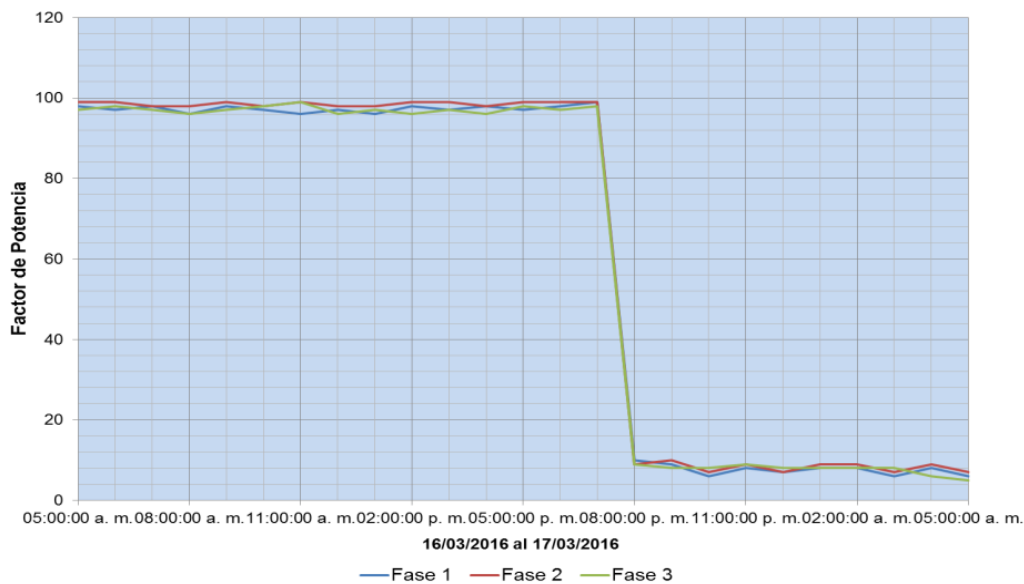


Figura 4.8 Datos de Factor de Potencia en el Transformador

- **Armónicos en TR-500 kVA**

En la Figura 4.9 se muestran representados los valores de Distorsión Armónica Total (THD) medidos de voltaje. En la cual se ve que el THD máximo de voltaje medido es del 3.8% con un promedio del 1.0% existente en el sistema eléctrico por lo cual no se provoca ningún problema. El Std-IEEE-519 recomienda que una distorsión armónica en voltaje menor del 5% es aceptable.

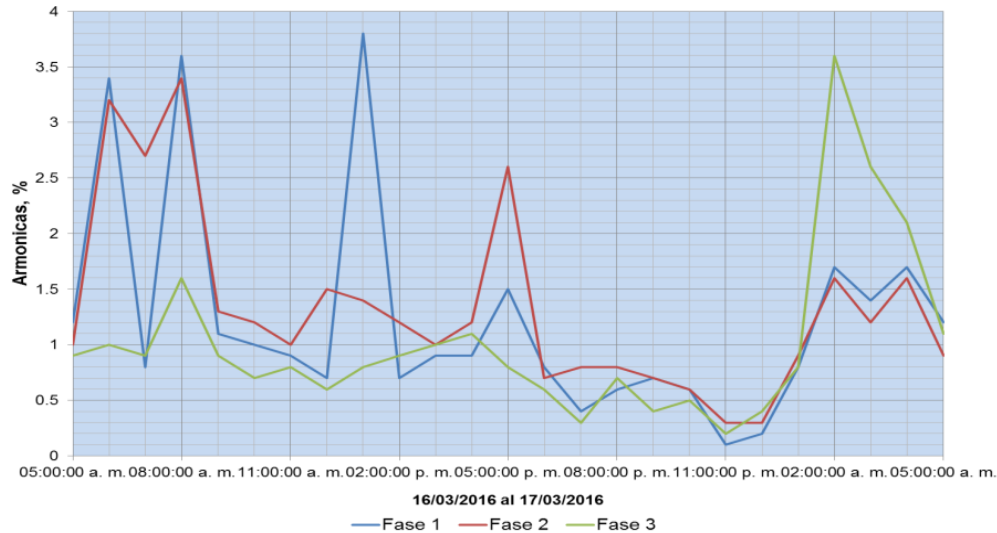


Figura 4.9 Datos de Armónicos en el Transformador Fuente: Elaboración Propia.

El consumo medido de energía eléctrica en la empresa; recae en un transformador TR-500 kVA, que abastece los requerimientos de energía eléctrica.

En la Figura 4.10 se indica que el sistema mayor consumidor de electricidad en la empresa es el sistema de Refrigeración con el 44%, seguido del Tratamiento Térmico UTH con el 24 %, Suministro de agua con el 8%, Generación de vapor con el 7%, la Plata tratadora de agua tiene el 5%, Alumbrado con el 5%, Homogenización 4%, el Envasado 3% y Comedor de la Empresa.

Por lo tanto, las áreas potenciales de ahorro para reducir el consumo energético en el que se enfocaron los esfuerzos son en el sistema de fuerza (motores), e iluminación que afecta directamente a la refrigeración. En los siguientes enunciados se hace una descripción de las oportunidades de ahorro y su desarrollo.

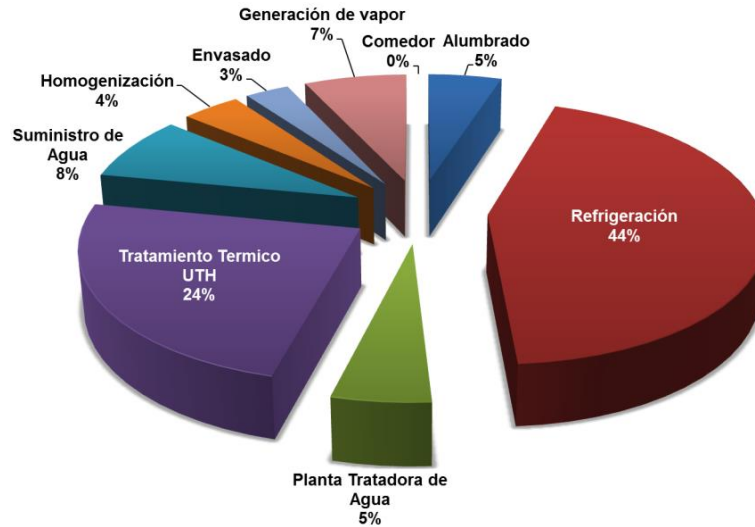


Figura 4.10 Sistemas Consumidores de Energía Fuente: Elaboración Propia.

4.1.4 Nichos de Oportunidades de Ahorro Detectados para la Mejora

Estos nichos de oportunidades de ahorro detectadas deben ser desarrollados por cada uno de los especialistas técnicos que conforman el equipo, para reunir la información energética de mayor relevancia con respecto a los costos.

4.1.4.1 Nicho de Oportunidad de Mejora 1: Retirar las lámparas de aditivos metálicos que se encuentran en la parte superior de la cámara de refrigeración

Disminución en Consumo, kWh/año	2,880
Reducción de GEI, tCO _{2eq} /año	1.87
Beneficio económico, \$/año	4,062.21
Inversión, \$	0
PSRI, años	Inmediata

Durante la realización del diagnóstico se observó que en la parte superior de la cámara se encuentran instaladas 4 luminarias de aditivos metálicos los cuales radian calor directamente sobre el techo de la cámara, adicionalmente se presenta una temperatura elevada en la parte superior debido a que el vapor de salida no es extraído correctamente se puede observar en la figura 4.11.



Figura 4.11 Cámara de Refrigeración

La Figura 4.12 muestra la imagen termo gráfica de la cámara donde se puede observar que la temperatura máxima es de 36.3° C, la cual provoca que el compresor del condensador trabaje más y por consecuente tiene un mayor consumo de energía eléctrica. La cámara tiene un consumo de 594,000 kWh/año (44 % del consumo total de la energía utilizada en la empresa).

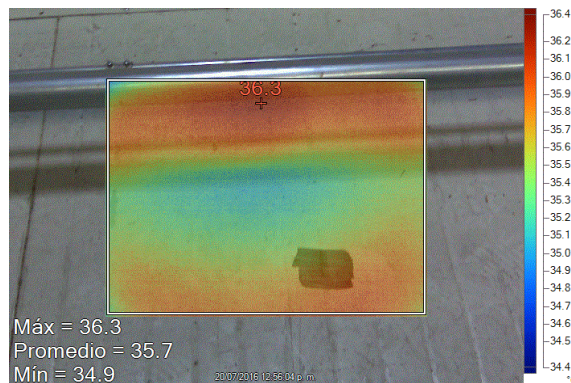


Figura 4.12 Imagen Termo gráfica de la Cámara de Refrigeración

Se recomienda retirar las 4 lámparas de aditivos metálicos que se encuentran en la parte superior de la cámara de refrigeración/congelación, los cuales radian calor directamente y provocan que trabaje más el compresor del condensador.

Resultados

La tabla 4.5 muestra los resultados al retirar las luminarias, donde se observa una disminución del consumo de energía eléctrica de 2,880 kWh/año.

Los datos de la demanda (kW) se obtuvieron haciendo mediciones continuas en el interruptor de la cámara.

Tabla 4.5 Resultados de Retiro de Luminarias de la Cámara de Refrigeración

Cámara de Refrigeración		
ID	DEMANDA (kW)	CONSUMO (kWh/año)
Medición 1	60.6	594,000
Medición 2	60.2	591,120
Disminución	0.4	2,880
Beneficios económicos		
Ahorro en consumo (\$/año)	2,359.29	

Fuente: Elaboración Propia.

Beneficios económicos

El beneficio económico está dado por los costos del consumo eléctrico, donde:

El costo ponderado por consumo es igual a 0.8192 \$/kWh de energía consumida, por lo tanto el ahorro económico por consumo en este periodo será igual al producto de la disminución en consumo por el costo ponderado:

$$\text{Ahorro en consumo} = (2,880 \text{ kWh/año} \times 0.8192) \$/\text{kWh} = 2,359.29 \text{ \$/año}$$

Disminución de CO_{2eq}

Al retirar las lámparas se obtiene que la disminución en el consumo sea de 2,880 kWh/año³, lo que equivale a 1.87 ton CO₂/año⁴.

$$\begin{aligned} \text{Beneficio ambiental} &= 2,880 \text{ kWh/año} \times 0.0006521 \text{ tonCO}_2/\text{kWh} \\ &= 1.87 \text{ ton CO}_2/\text{año} \end{aligned}$$

Inversión

La inversión es nula ya que solo se retiraron las lámparas de aditivos metálicos.

Periodo Simple de Recuperación de la Inversión (PSRI)

El periodo simple de recuperación de la inversión es inmediato por tratarse de retirar las lámparas y no requerir inversión.

³ 365 días laborables.

⁴ Donde 0.0006521 tonCO₂/kWh es el coeficiente de emisión por cada kWh.



4.1.4.2 Nicho de Oportunidad de Mejora 2: Oportunidad Optimizar el sistema de fuerza de sistema de refrigeración

Disminución en Consumo	70 402 kWh/año
Reducción de GEI	26 tCO _{2ec} /año
Ahorro económico	57,673.31 \$/año
Inversión	\$ 105,348.88
PSRI	1.82 años

Situación actual

Durante la realización del diagnóstico, se llevó a cabo un levantamiento de información del sistema de fuerza de los compresores de refrigeración, teniendo un total de 2 motores modulares integrados de corriente alterna para el proceso de refrigeración. Se realizó un levantamiento de datos en el área, donde se recabaron las características de los motores además de las mediciones puntuales a los mismos.

Tomando en cuenta las características de los motores, horas de uso, días anuales laborables, se realiza el análisis del sistema de fuerza.

En la empresa se está utilizando aproximadamente 1'350,000 kWh/año (112,500 kWh/mes).

Sistemas de Control

Las áreas de proceso cuentan con interruptores termo magnético que alimenta a cada uno de los circuitos derivados de cada máquina de refrigeración, los cuales son accionados por interruptores tipo pedal o estación de botones.

Potencial de ahorro de energía eléctrica

Debido a que los motores representan un gran consumo de energía, se eligieron 2 motores estándar con operación constante para sustituirse por motores de alta eficiencia, estos motores se localizan en el área de refrigeración. Se evaluaron los 2 motores eléctricos modulares con una capacidad 70 HP cada uno.





Recomendación

Optimizar el sistema de fuerza estándar del sistema de refrigeración con el remplazo de motores de alta eficiencia.

Situación Propuesta

Los incrementos en el costo de los energéticos a nivel mundial, han orientado a los fabricantes de motores a construir, principalmente, motores de alta eficiencia, con rendimientos de hasta 96% y cuyo costo adicional sobre los convencionales se puede pagar rápidamente con los ahorros que se tienen en el consumo.

Una vez que se sustituyan los motores en la empresa se obtendrán nuevos valores en demanda y consumo, lo que representa un ahorro económico, ya que los motores de alta eficiencia se instalarán para operar bajo las siguientes condiciones:

Aplicación de motores de alta eficiencia de menor tamaño: cuando el motor estándar estaba trabajando con bajo factor de carga.

Aplicación de motores de alta eficiencia del mismo tamaño: cuando el motor estándar estaba trabajando con un factor de carga entre 60 y 90 %. De sustituir los motores seleccionados por motores de alta eficiencia, se estima una reducción en el consumo de energía eléctrica de 70,402 kWh al año (5.21 % del total de la energía consumida en el inmueble) y una disminución de lo que significa un ahorro económico de \$/año 57,673.31. En la Tabla 4.6 se muestran las potencias de ahorro de los motores a sustituir además de las eficiencias de cada uno de los motores, así como la capacidad, horas de operación, días laborales y consumo de energía eléctrica.

Tabla 4.6 Potencias de Ahorro de los Motores a Sustituir

Capacidad HP	h operación	Días/año	Consumo kWh/año	E1	E2	Potencial de ahorro kWh	Consumo kWh/año	Ahorro en Consumo kWh/año
70	24	313	224,158	85	93	3.02	153,756	70,402

Fuente: Elaboración Propia.





Beneficios Energéticos y Económicos

De reemplazarse los motores seleccionados y tener un programa para apagarlos en horarios y días en que no hay actividades en la empresa, se estima una reducción en el consumo de energía eléctrica de 70,402 kWh al año como se menciona en los resultados y un ahorro económico de \$ 57,673.31, que se verá reflejado en la facturación eléctrica.

Disminución de CO_{2eq}

Este ahorro de energía representaría también una disminución en las emisiones de CO_{2eq} por generación de electricidad equivalente a 26 tCO_{2eq}/año.

Coeficientes de Emisión de GEI (tCO_{2eq}/año) = 70,402 kWh/año X 0.0006521 tCO_{2eq}/MWh

Inversión

La inversión mínima es de alrededor de \$ 105,348.88; que consta del reemplazo del motor actual por un motor de alta eficiencia de la misma capacidad pero de menor consumo.

Periodo Simple de Recuperación de la Inversión (PSRI)

El periodo simple de recuperación de la inversión es de 1.82 años, siendo la inversión requerida dividida entre el ahorro económico esperado.

4.1.4.3 Nicho de Oportunidad de Mejora 3: Instalación de un Economizador Condensante en la Caldera

<i>Disminución en Consumo:</i>	5,087	GJ/año
<i>Reducción de GEI:</i>	273.7	tonCO ₂ /año
Beneficios económicos:	286,475	\$/año

Situación actual

La caldera al ser carburada para que funcione adecuadamente a una temperatura de 29.7 °C, a una humedad de 11.74 g agua/kg aire, con un exceso de aire de 15%, una





producción de CO de 5 ppm y una temperatura de salida de 160°C; se obtiene una eficiencia tal como se muestra a continuación.

% pérdida	12.74%	Humedad
	5.69%	Gases secos
	0.02%	No quemado
	0.50%	Radiación
Eficiencia GV	80.05%	Bacharach

Suponiendo que el consumo de vapor permanece constante; se tiene que 32,346 m³/año⁵ y una recuperación del 75% de los condensados. Sustituyendo los valores en la ecuación de cálculo de la masa del combustible (masa = densidad x volumen), se obtiene el resultado siguiente donde se muestran los parámetros de consumo y costo de la operación de la caldera.

Parámetro	Valor	Unidades
Consumo de	3,431,767.38	kg/año
gas natural:	174,368.13	GJ/año
Costo:	4,630,022.20	
Disminuciones		
Consumo:	5,087.46	GJ/año
	\$ 286,475.10	\$/año
ton de CO ₂ eq	273.65	tonCO ₂ /año

Recomendación

Optimizar la eficiencia de la generación de vapor, incorporando un economizador condensante.

Resultados.

La mayoría de los economizadores se recomiendan para generadores de vapor grandes. Los economizadores extraen el calor de los gases de combustión y disminuyen la

⁵ La densidad del agua líquida a temperatura de alimentación del agua a la caldera es de 994.08 kg/m³





temperatura de éstos por encima de la temperatura del punto de rocío para evitar la corrosión, (para el combustible mexicano el contenido de SO_3 es de 150 ppm máximo).

Al evitar la condensación la energía contenida en el vapor de agua formado por el hidrogeno en el combustible y el que ingresa con el aire; se escapa y no es aprovechado. Como se puede observar en la figura 4.13 la temperatura de rocío para el gas natural a diferentes excesos de aire, conforme aumenta este % la temperatura decrece.

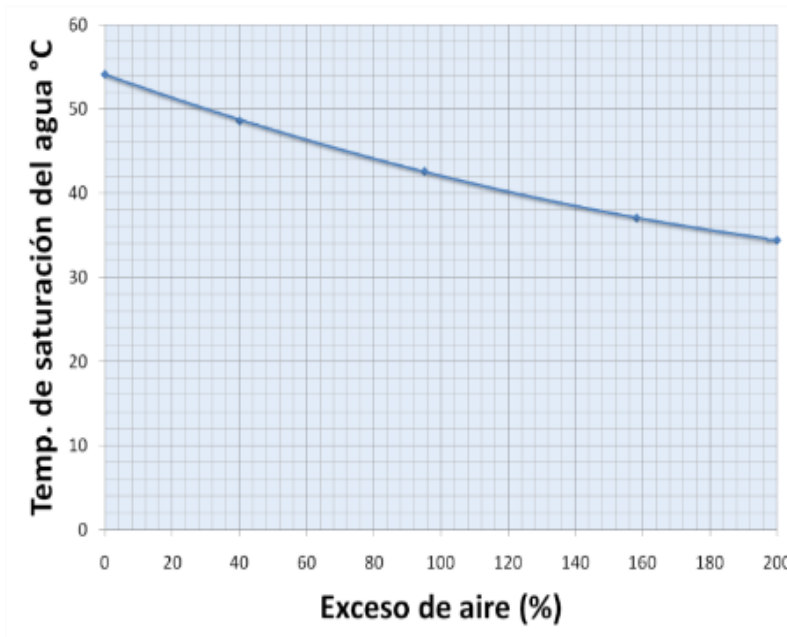


Figura 4.13 Temperatura de rocío para el gas natural a diferentes excesos de aire

Hoy en día debido al avance de la tecnología y la disminución en los costos de producción; es posible extraer la mayor parte de la energía de este vapor en los gases de combustión por medio de un economizador condensante.



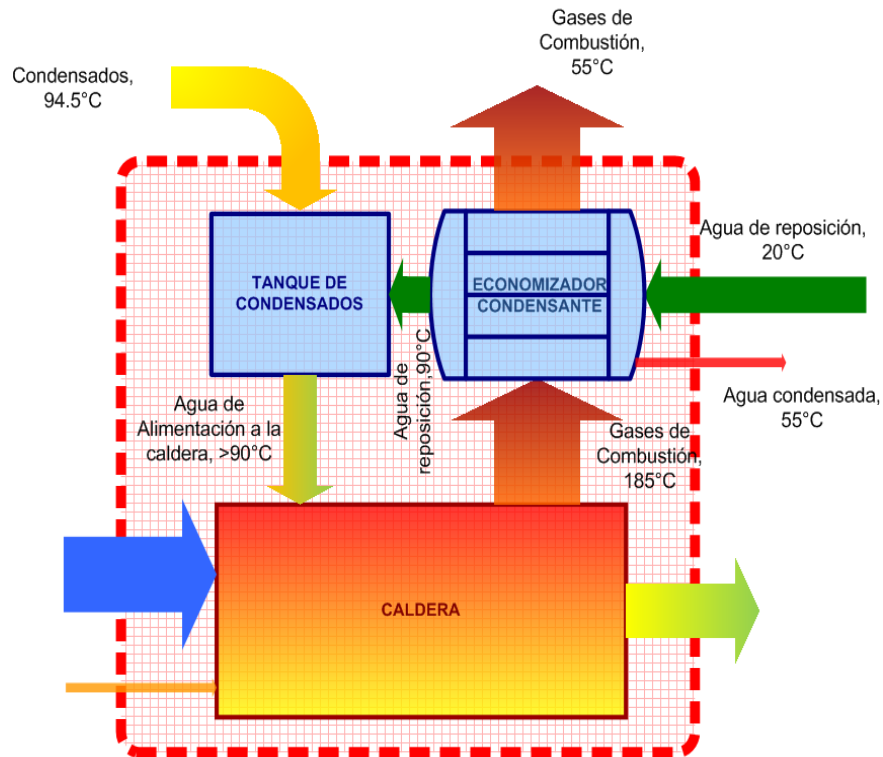


Figura 4.14 Economizador Condensante de Contacto Indirecto. Fuente: Manual de Proceso de Refinamiento de Petróleo

El economizador condensante nos permite alcanzar temperaturas por debajo del punto de rocío extrayendo gran parte de la energía del vapor de agua, con lo que puede aumentar la eficiencia general del sistema a más de un 90%. Se puede observar en la figura 4.14 el diagrama de este. El economizador aumenta la eficiencia del sistema de vapor y de recuperación del calor en más de 10%, reduciendo la temperatura por debajo del punto de rocío y aumentando la efectividad de la recuperación de calor. Este intercambiador puede calentar el fluido de trabajo (agua de reposición) hasta 95°C y disminuye la temperatura de los gases calientes hasta 25°C.

Este condensador debe ser diseñado para resistir la corrosión del agua y el ácido formado por la condensación del vapor de los gases calientes de combustión; acero inoxidable y recubrimientos de materiales resistentes a los ácidos; además se requiere manejar este condensado de acuerdo a las legislaciones nacionales para ser neutralizado y dispuesto en el sistema de tratamiento de agua residual.



Beneficios económicos

El consumo de combustible anual bajo condiciones de carburación, aislamiento y recuperación de condensados es igual a 174,368.13 GJ/año que equivale a \$ 4,630,022.20 anuales, mientras que el consumo de combustible al incorporar economizadores sería igual a 169,281.13 GJ/año que equivale a \$ 4,343,546.9 anuales. El beneficio económico es igual a la diferencia entre el costo del consumo anual bajo las condiciones actuales menos el costo del consumo anual implementando la carburación de la caldera.

$$BE = \$C_{actual} - \$C_{economizadores}$$

Este beneficio es igual a \$286,475.00 anuales.

Inversión

Se requiere la adquisición de 1 economizador condensante de contacto indirecto, el cual se debe instalar en el espacio del área de calderas, se deben desviar las corrientes de los gases de combustión hacia el economizador, teniendo en cuenta el instalar un by pass para estas corrientes, en caso que se requiera reparar el economizador, también se debe de decidir qué hacer con la corriente de condensados ácidos; neutralizar y mandar al tratamiento de aguas residuales.

Disminución de CO₂equivalente

El factor de conversión a CO₂ se puede obtener por medio de los componentes del gas natural y su poder calorífico superior; esta relación es de 0.05379 tCO₂/GJ.

Con el economizador se lograría una disminución de 5,087.46 GJ/año, utilizando el factor de conversión de 0.05379 tCO₂/GJ, obtenemos una disminución de 273.7 ton CO₂/año.

4.2 Recomendaciones de Ahorro Energético en Diferentes Sectores

Actualmente México cuenta **con** un total de cuatro millones 926 mil empresas, según lo reportado con el Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI) informado en su nuevo "Directorio Estadístico Nacional de Unidades Económicas 2015", de ese total se





encuentran fraccionadas según su tamaño en la tabla 4.7 las consistentes, siendo necesario que den este paso debido a las proyecciones de crisis de energéticos futuras.

Tabla 4.7 Clasificación de Empresas en México, 2015.

Tamaño	Empresas		Personal ocupado
	Número	Participación (%)	Participación (%)
Micro	3 952 422	97.6	75.4
Pequeña	79 367	2.0	13.5
Mediana	16 754	0.4	11.1
Total	4 048 543	100.0	100.0

Fuente: Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI)

No siendo suficiente que adopten esta metodología, sino que también se invierta en mejorar los equipos e instalaciones que ya cuenten con funcionamiento más antiguo sin renovar el stock productivo, alcanzando así ahorros más significativos, así como menores impactos al medio ambiente; y para ello existen programas mencionados en el capítulo anterior que apoyan la sustitución de equipos estándar por equipos de innovación tecnológica y eficiencia energética. La mayoría de estos programas se desconocen por parte de las empresas y organizaciones, la figura 4.15 muestran el porcentaje de aprovechamiento.

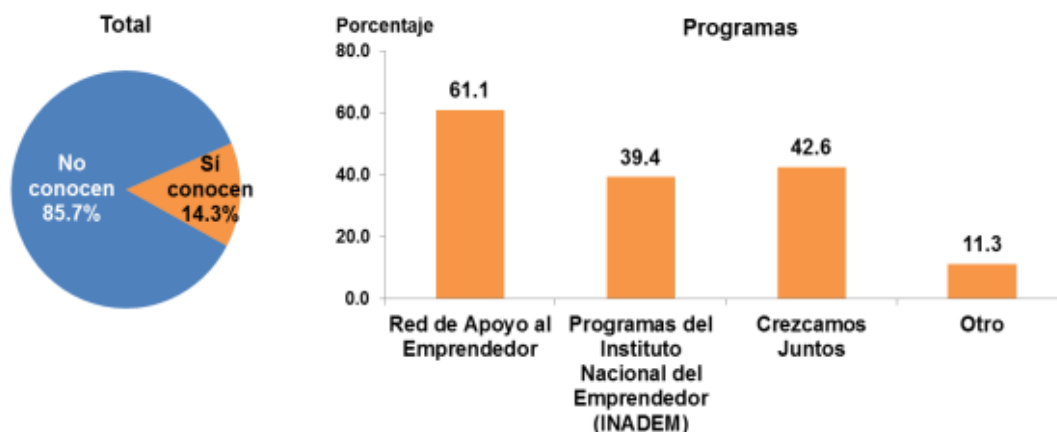


Figura 4.15 Programas de Promoción y Apoyo del Gobierno Federal 2015. Fuente: Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI)





Existen proyecciones calculadas para ahorros económicos y ambientales incorporando metodologías e innovaciones tecnológicas de eficiencia energética para cada sector, por lo que se recomienda visualizar también otros sectores.

4.2.1 Recomendaciones de Ahorro Energético para el Sector Transporte

Las proyecciones están orientadas a mejorar la eficiencia en el consumo de combustible del transporte terrestre de carga. Aunque no obstante también pudiera desarrollarse para transporte aéreo y marítimo alguna metodología de eficiencia energética. Se proponen tres acciones, la primera, la sustitución de la flota obsoleta (vehículos de modelo anterior al año 1990) por vehículos eficientes.

La segunda, la implementación de tecnologías de eficiencia en el consumo de combustible, es un paquete sencillo que se detalla más adelante, y que considera tres mejoras tecnológicas disponibles actualmente en México.

Y la tercera, la promoción e implementación de prácticas de conducción eficiente. Los resultados de la mitigación estimada para las medidas mencionadas, se presenta en la siguiente tabla 4.8.

Tabla 4.8 Proyecciones de Ahorro para el Sector Transporte

	Pasajeros MtCO ₂ e	Turismo MtCO ₂ e	Total
Sustitución de flota obsoleta	0.046	0.038	0.084
Optimización eficiencia en vehículos	0.461	0.647	1.108
Conducción eficiente	0.748	1.051	1.799
Total	1.255	1.736	2.991

Fuente: Instituto Nacional de Ecología y Cambio Climático

4.2.2 Recomendaciones de Ahorro Energético para el Sector Residencial

Las tecnologías más rentables dentro del sector residencial son las de iluminación (reemplazo de lámparas incandescentes por fluorescentes compactas), seguidas del





cambio de equipos de aire acondicionado estándar (equipo de ventana o minisplit) por equipo de alta eficiencia, para ello se evaluó el minisplit inverter que es la nueva tecnología en equipos de aire acondicionado del tipo dividido. Aunque también hay proyecciones para electrodomésticos como refrigeradores, lavadoras, etc.

Tabla 4.9 Proyecciones de Ahorro para el Sector Residencial

Sector residencial					
	Tipo de tecnología		Capacidad del equipo (TR)	Ahorros económicos en tarifa HM (MX\$añó)	Periodo de recuperación de la inversión (Años)
	Aires acondicionado	Equipo de ventana	Minisplit	1	663
1.5				995	2.79
2				1,326	2.14
Minisplit		Minisplit	1	1,455	1.83
			1.5	2,183	1.27
			2	2,910	0.97
Refrigeradores	Año de fabricación	Año de fabricación	Pies cúbicos	Ahorros económicos en tarifa HM (MX\$añó)	Periodo de recuperación de la inversión (Años)
	1990	2012	menor a 16.5	954	4.09
	1994	2012	menor a 16.5	603	6.47
	2002	2012	menor a 16.5	256	15.25
	1990	2012	entre 16.5 y 19	1,084	4.5
	1194	2012	entre 16.5 y 19	689	7.08
	2002	2012	entre 16.5 y 19	294	16.59
Iluminación	Incandescente (W)	Fluorescente compacta (W)	Lúmenes	Ahorros económicos en tarifa HM (MX\$añó)	Periodo de recuperación de la inversión (Años)
	40	8	475	58.4	0.67
	60	13	900	85.8	0.54
	75	18	1200	104	0.46
	100	23	1600	140.5	0.36
	Incandescente (W)	LED	Lúmenes	Ahorros económicos en tarifa HM (MX\$añó)	Periodo de recuperación de la inversión (Años)
	40	8	470	58.4	2.72
	60	12	800	87.6	3.54
	75	14.5	1055	110.4	3.31
	100	17	1100	151.5	2.74

Fuente: Instituto Nacional de Ecología y Cambio Climático

4.2.3 Recomendaciones de Ahorro Energético para el Sector Comercial

En el sector comercial se propone el reemplazo de equipos de aire acondicionado tipo paquete por otros equipos del mismo tipo pero con una mayor eficiencia.





El cambio en la eficiencia en estos equipos no es tan alto como en el caso de los equipos del tipo dividido y por lo tanto los periodos de recuperación resultaron ser mayores, aunque también existen oportunidades en sectores de iluminación, cómputo y otros rubros.

Tabla 4.10 Proyecciones de Ahorro para el Sector Comercial

	Capacidad del equipo (TR)	Ahorros económicos (kWh/año)	Recuperación de la inversión Tarifa HM (Años)
AC	5	\$16,356	2.36
	10	\$25,885	3
	15	\$38,827	3.2
Refrigeradores	Capacidad del equipo (TR)	Ahorros económicos en tarifa HM (MX\$año)	Recuperación de la inversión Tarifa HM (Años)
	0.5	\$2,687	2.2
	0.75	\$4,031	2.42
	1	\$5,374	3.14
	2	\$10,748	2.12
	3	\$16,122	1.64
	5	\$26,870	1.23
Iluminación	Capacidad del equipo (TR)	Ahorros económicos en tarifa HM (MX\$año)	Recuperación de la inversión Tarifa HM (Años)
	3x32W	\$700.67	0.85
	2x32W	\$781.51	0.58
	1x32W	\$458.13	0.85
	3x54W	\$727.62	2.89
Bombeo	Capacidad del equipo (TR)	Ahorros económicos en tarifa HM (MX\$año)	Recuperación de la inversión Tarifa HM (Años)
	3x32W	\$3,443.71	5.90
	2x32W	\$5,165.57	5.32
	1x32W	\$6,887.42	4.39
	3x54W	\$10,331.13	3.72
Cómputo	Capacidad del equipo (TR)	Ahorros económicos en tarifa HM (MX\$año)	Recuperación de la inversión Tarifa HM (Años)
	PC	\$619.82	0.96
	PC	\$855.62	0.53
	Monitor LCD	\$592.87	0.66
	Monitor LCD	\$404.23	5.2

Fuente: Instituto Nacional de Ecología y Cambio Climático





CONCLUSIONES

La metodología para la mejora de la eficiencia energética y la productividad se realizó recopilando, analizando y proponiendo un solo enfoque de aplicación a cualquier proyecto, donde ya dichas fuentes bibliográficas han sido utilizadas para encontrar resultados de ahorro energético.

A México le faltan actuaciones para cada uno de los sectores, ya se han implementado ciertas medidas pero aun no son suficientes para contrarrestar y llegar a lo comprometido dentro de los acuerdos internacionales de sustentabilidad. Es por ello que el país se enfrenta a una nueva cultura de ahorro industrial representando ciertas barreras en el momento de incluirlas en la organización empresarial.

Es necesario que se incrementen los trabajos que aborden la independencia energética del país, para que se resuelva el problema de crisis energética que se avecina, situación en la que la presente metodología desarrollada cumple con un aporte a un panorama de problemática de costos para poder ejecutarlo en una compañía. Resolviendo con ello lo necesario para dirigir un proyecto secuencial en una organización, ahorrando en costos, aumentando la productividad y competitividad, así como brindando indirectamente beneficios ambientales.

Es de suma importancia que proyectos como el presente conjunten la técnica y la competencia con la práctica y el desempeño, para impulsar que más organizaciones independientemente del tamaño de estas, adopten estas formas de ejecución energética.





BIBLIOGRAFIA

- [1]. “*Balance Nacional de Energía 2005*” Sub Secretaria de Planeación y Desarrollo Tecnológico, Dirección General de Información y Estudios Energéticos, México, 2005.
- [2]. “*Balance Nacional de Energía 2014*” Secretaria de Energía, México, 2014.
- [3]. Diego Sevilleja Aceituno, “*Eficiencia Energética, en el Sector Industrial*”, Universidad Carlos III de la Madrid, España, 2011.
- [4]. “*Estudio del Impacto de Medidas y políticas de eficiencia energética en los sectores de consumo, sobre el Balance de Energía y sobre los escenarios de emisiones de gases de efecto invernadero en el corto y mediano plazo*” Instituto Nacional de Ecología y Cambio Climático, México, 2012.
- [5]. “*Indicadores de Eficiencia Energética en México: 5 Sectores, 5 Retos*, Agencia Internacional de Energía, México, 2011.
- [6]. “*Eficiencia Energética, una receta para el Éxito*”, Consejo Mundial de Energía, Londres, 2010.
- [7]. “*Manual para la Implementación de un Sistema de Gestión de la Energía*”, Cooperación Alemana por encargo del Ministerio Federal Alemán de Cooperación Económica y Desarrollo, México, 2014.
- [8]. “*Capítulo III Antecedentes Históricos y Normativos en Materia de Eficiencia Energética en México*”, Instituto de Investigaciones Jurídicas de la UNAM, México, 2005.
- [9]. “*Análisis del Sector Lácteo en México*”, Secretaria de Economía, México, 2012.
- [10]. Fabio Andrés Bermejo Altamar “*Desarrollo de una Caracterización Energética para una Industria Láctea*”, Universidad Antonio Nariño Facultad de Ingeniería, Colombia, 2012.
- [11]. “*Prevención de la Contaminación en la Industria Láctea*” Centro de Actividad Regional para la Industria más Limpia, España, 2002.
- [12]. “*Catálogo de Maquinaria para Procesamiento Lácteo*”, Cooperación Alemana de Desarrollo, Perú, 2013.
- [13]. Elfego Gallegos Cerón “*Diagnostico Energético a una Planta Envasadora de Leche*”, Universidad Autónoma Metropolitana, México, 2006.





- [14]. “*Mejores Técnicas Disponibles en la Industria Láctea*”, Instituto Tecnológico Agroalimentario, España, 2011.
- [15]. Darvin Jose Zamoran Murillo “*Manual de Procesamiento Lácteo*”, Agencia de Cooperación Internacional Japón, Nicaragua, 2011.
- [16]. “*Manual de Eficiencia Energética para PYMES*”, Gas Natural Fenosa, España, 2011.
- [17]. “*Gestión de la Energía e ISO 50 001*”, Agencia Chilena de Eficiencia Energética, Chile, 2013.
- [18]. Jean Jacques Marchais “*Ahorro Energético Permanente hacia la Eficiencia Activa*”, Scheneider Electric, Francia, 2011.
- [19]. Oscar Redondo Rivera “*Manual de Eficiencia Energética para Edificios*”, Fundación Laboral de la Construcción, España, 2013.
- [20]. “*Guía para Elaborar Diagnósticos Energéticos en Inmuebles*”, Comisión Nacional para el Uso Eficiente de la Energía, México, 2013.
- [21]. “*Guía de Ahorro Energético para Instalaciones Industriales*”, Centro de Ahorro y Eficiencia Energética de Madrid, España, 2006.
- [22]. “*Ahorro y Gestión Eficiente de la Energía*”, Fondo Social Europeo, España, 2010.
- [23]. “*Gana el Desafío de la Energía con ISO 50 001*”, Organización Internacional de Normalización ISO, Suiza, 2014.
- [24]. “*Metodología de Eficiencia Energética en la Industria*”, Banco Interamericano de Desarrollo, Consejo Nacional de Energía, 2011
- [25]. Gadonneix Pierre, “*Eficiencia Energética, Receta de Éxito*”, Consejo Mundial de Energía, Londres, 2010.
- [26]. “*Diagnósticos energéticos*”, Comisión Nacional para el Ahorro de Energía (CONAE), Secretaría de Energía, México, 1995.
- [27]. Granados Rojas Francisco, “*Marco Regulatorio de la Cogeneración de Energía Eléctrica*” Comisión Reguladora de Energía, (CRE). Secretaría de Energía, México, 2012.
- [28]. “*Eficiencia Energética*”, Colección Sello de Arena, Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM), México, 2012.





- [29]. “*Guía práctica de trámites y permisos para proyectos de cogeneración de energía eléctrica en México*”, Comisión Nacional para el Uso Eficiente de la Energía, (CONUEE). Secretaría de Energía, México, 2012.
- [30]. “*Eficiencia Energética en América Latina: Experiencias, Obstáculos y Desafíos*”, Seminario de Eficiencia Energética en América Latina, Chile, 2005.
- [31]. Martínez Vivar Héctor, “*Curso básico para el ahorro de energía eléctrica*”, ESM, SA. México, 2009.
- [32]. “*Termodinámica y sus Aplicaciones*”, Comisión Nacional para el Ahorro de Energía (CONAE), Secretaría de Energía, México, 1995.





ANEXO A: Definiciones Energéticas

En este apartado de la teoría energética del proceso industrial se incluye una relación de las definiciones clave sobre los elementos del tema de interés, mostrados para fortalecer el enfoque del documento, creando así las bases apropiadas para entender la información básica que apoya este proyecto y el contexto del sector energético a implementar [1].

a) El ahorro energético

Es la reducción del consumo de energía mediante la minoración del servicio o utilidad proporcionada, sin alterar la eficiencia energética.

Un ejemplo de ahorro energético en el sector industrial sería la utilización de variadores de velocidad en los procesos productivos. Cuando un equipo es accionado mediante un variador de velocidad, utiliza menos energía eléctrica que si el equipo fuera activado a una velocidad constante, ya que no utiliza más energía de la necesaria.

Se puede regular la velocidad en función de las necesidades; cintas transportadoras, bombas y compresores son ejemplos de ello.

b) Auditoría energética

Es una inspección, estudio y análisis de los flujos de energía que permite identificar e implantar medidas de ahorro de energía adaptadas a cada industria.

Gracias a ellas se rentabiliza el uso de la energía en las empresas, reduciendo también el impacto ambiental de las instalaciones.

Su fundamento es que si no podemos medir, no podemos controlar, por lo que tampoco conseguiremos administrar. Este es el motivo por el que se realizan.

c) Balance energético

Aplicación del principio de conservación de la energía a un sistema determinado mediante lo que se determinan todos los aportes y pérdidas de energía, experimentalmente o mediante cálculo. Este tipo de sistema es útil para la determinación de un sistema y para identificar las etapas en las que mejorar el proceso.





d) Bienestar térmico

Condiciones interiores de temperatura, humedad y velocidad del aire establecidas reglamentariamente que se considera que producen una sensación de bienestar adecuada y suficiente a sus ocupantes.

e) Bombas de calor

Es un equipo que permite refrigerar en verano y calentar en invierno, simplemente invirtiendo el ciclo de funcionamiento. Se basa en el principio según el cual se puede transferir calor de un medio que está a menor temperatura a otro que está a temperatura superior, aportando para ello un trabajo mecánico que es el bombeo de calor. La diferencia fundamental con un equipo de refrigeración es que, mediante la incorporación de una válvula inversora de flujo, se puede intercambiar la función del evaporado con la del condensador. Energéticamente es un sistema muy eficiente, pues la energía térmica producida es varias veces la potencia eléctrica absorbida.

f) Carbón mineral

Combustible sólido, de color negro o marrón, que contiene esencialmente carbono y pequeñas cantidades de hidrógeno, oxígeno, nitrógeno, azufre y otros elementos. Proviene de la degradación de organismos vegetales durante un largo periodo de tiempo.

Las cifras de carbón que se registran en el Balance se refieren a dos tipos:

Siderúrgico. Carbón con bajo contenido de cenizas, característica favorable para ser transformado en coque.

Térmico. Carbón con alto contenido de cenizas y finos, de flama larga, adecuado para su empleo en la generación eléctrica [1].

g) Calor (Q)

Se define calor como la forma de energía en tránsito que se manifiesta debido a una diferencia de temperaturas. Su notación es la letra Q y sus unidades son el Julio (J) en el sistema internacional (SI) y la caloría (cal) en el sistema cegesimal (CSG).





h) Combustóleo

Combustible residual de la refinación del petróleo. Abarca todos los productos pesados; se utiliza principalmente en calderas, plantas de generación eléctrica y motores para navegación, y se divide en combustóleo pesado, ligero e intermedio.

i) Central ciclo combinado

Con este nombre se conocen las centrales que utilizan gas natural como combustible y que para generar electricidad emplean la tradicional turbina de vapor y una turbina de gas que aprovecha la energía de los gases de escape de la combustión. Con ello se consiguen rendimientos termoeléctricos del orden de los 55%, muy superiores al de las plantas convencionales.

j) Coque de carbón

Combustible sólido, con alto contenido de carbono, obtenido de la destilación del carbón siderúrgico. Se clasifica de acuerdo con su tamaño en metalúrgico, nuez y fino; las tres variedades se obtienen en hornos de recuperación. El coque imperial es un producto especial obtenido en hornos de colmena a partir de la mezcla de carbón lavado. Es un producto que se utiliza en la industria siderúrgica.

k) Coque de petróleo

Es un combustible sólido y poroso, de color que va del gris al negro, aproximadamente con 92% de carbono y 8% de ceniza, que se obtiene como residuo en la refinación del petróleo. El coque producido en las refinerías es conocido como coque sin calcinar o coque verde, ya que aún contiene residuos de elementos volátiles. Éste se puede convertir en coque calcinado que posee alta resistencia, alta densidad y baja porosidad. El coque calcinado se obtiene al introducir la materia prima en un horno cilíndrico refractario a 1,300 °C. Las industrias utilizan principalmente como energético el coque sin calcinar, mientras que el calcinado se usa más como materia prima [2].

l) Cogeneración





Es la producción y explotación de dos fuentes de energía eléctrica (o mecánica) y térmica, a partir de un sistema que utiliza el mismo combustible. Se aplica en las industrias y los edificios donde hay una demanda simultánea de electricidad y calor.

Se obtiene un importante ahorro de energía primaria.

m) Demanda Energética

Es la energía necesaria para mantener en el interior del edificio unas condiciones de confort definidas reglamentariamente en función del uso del edificio y de la zona climática en la que se ubique. Se compone de la demanda energética de calefacción, correspondientes a los meses de la temporada de calefacción y de refrigeración respectivamente.

n) Desarrollo Sustentable

Aprovechamiento de los recursos que satisface las necesidades actuales protegiendo el medio ambiente sin poner en peligro la capacidad de las generaciones futuras de satisfacer las suyas.

o) Diesel

Combustible líquido que se obtiene de la destilación del petróleo entre los 200 y 380 °C. Es un producto para uso automotriz e industrial; se emplea principalmente en motores de combustión interna tipo diesel. En este grupo se incluyen Pemex diesel, diesel desulfurado, diesel marino y gasóleo industrial. Este último fue sustituido por el combustible industrial a partir de 1998, y posteriormente dejó de comercializarse en abril de 2001.

p) Electricidad

Energía transmitida por electrones en movimiento. Este rubro incluye la energía eléctrica generada por el Sistema Eléctrico Nacional (SEN) y los Productores Independientes de Energía (PIE).

La autogeneración de electricidad de la industria, entregada a la red del SEN, se registra por el momento en la diferencia estadística de electricidad [2].





q) Efecto invernadero

Es el efecto de atrapar el calor del sol, debido al cambio de longitud de onda que se produce en la radiación solar al atravesar determinados medios y luego no poder volver a escaparse a la atmósfera. Cuando hay exceso de algunos gases, como el CO₂, este efecto aumenta artificialmente, con peligro de que eleve la temperatura y se provoquen desertizaciones, disminución de las masas de hielo polares e inundaciones.

r) Eficiencia Energética

Conjunto de programas y estrategias para reducir la energía que emplean determinados dispositivos y sistemas sin que se vea afectada la calidad de los servicios suministrados.

ñ) Energía

Capacidad de producir un trabajo.

s) Energía primaria

Se encuentran directamente en la naturaleza y no han sufrido ninguna transformación. Se pueden dividir entre aquellas que necesitan de procesos para su consumo (uranio, petróleo, gas natural, carbón) y las que no lo necesitan (madera, agua en embalses, sol, viento). Corresponde a las distintas fuentes de energía tal y como se obtienen de la naturaleza, ya sea en forma directa o después de un proceso de extracción.

Los recursos energéticos se utilizan como insumo para obtener productos secundarios o se consumen en forma directa, como es el caso de la leña, el bagazo de caña y una parte del gas natural no asociado. En el Balance nacional de energía se utiliza el signo negativo para indicar el ingreso de energía a los centros de transformación.

Asimismo, se utiliza para contabilizar la energía que se destina a la exportación, la que sale del proceso por concepto de variación de inventarios y la no aprovechada.

En este documento se consideran 10 fuentes primarias de energía: carbón mineral, petróleo crudo, condensados, gas natural, nucleenergía, hidroenergía, geoenergía, energía eólica, bagazo de caña y leña.





t) Energía final

Modo en que se usa la energía en los puntos de consumo (calor, electricidad).

u) Energía secundaria

Son energéticos derivados de las fuentes primarias y se obtienen en los centros de transformación, con características específicas para su consumo final. Estos productos son coque de carbón, coque de petróleo, gas licuado de petróleo, gasolinas y naftas, querosenos, diesel, combustóleo, productos no energéticos, gas seco y electricidad.

v) Fuentes de energía

Las fuentes de energía son aquellas que producen energía útil directamente o por medio de una transformación y se clasifican en primarias y secundarias.

Sobre fuentes renovables, las cuales se definen como la energía disponible a partir de procesos permanentes y naturales, con posibilidades técnicas de ser explotadas económicamente.

Las principales fuentes renovables, técnica y en ciertas circunstancias económicamente viables, son la hidro energía, la eólica y la solar, las cuales se aprovechan en la generación de energía eléctrica, bombeo, iluminación y calentamiento de agua, entre otras aplicaciones.

w) Gas natural

Es una mezcla de hidrocarburos parafínicos ligeros, con el metano como su principal constituyente y pequeñas cantidades de etano y propano; tiene proporciones variables de gases no orgánicos, nitrógeno, dióxido de carbono y ácido sulfhídrico. El gas natural puede encontrarse asociado con el petróleo crudo o independiente en pozos de gas no asociado o gas seco. Es utilizado en los sectores residencial, industrial y en la generación de electricidad.

x) Gas licuado de petróleo (gas LP)





Combustible que se obtiene de la destilación del petróleo y del tratamiento de los líquidos del gas natural. Se compone principalmente de propano, butano, o una mezcla de ambos. Se utiliza principalmente en el sector residencial, comercial y para el transporte en vehículos para personas y carga.

y) Gas seco

Hidrocarburo gaseoso obtenido como subproducto del gas natural en plantas de gas y refinerías después de extraer los licuables; se forma por metano y pequeñas cantidades de etano. El gas seco es apropiado para su utilización como materia prima. Se emplea en la petroquímica básica de Pemex, donde se produce principalmente metanol y amoníaco (producto básico en la industria de los fertilizantes). Asimismo, se utiliza como combustible en los sectores industrial (incluido el petroquímico), residencial y en centrales eléctricas.

z) Gasolinas y naftas

Combustible líquido liviano, con un rango de ebullición entre 30 y 200 °C, que se obtiene de la destilación del petróleo y del tratamiento del gas natural.

Dentro de este rango se consideran las gasolinas de aviación, automotrices, naturales y las naftas.

Gasolina de aviación. Mezcla de naftas reformadas de elevado octanaje, alta volatilidad y estabilidad, y un bajo punto de congelamiento. Se usa en aviones de motores de pistón.

Gasolina automotriz. Mezcla de naftas relativamente volátiles con especificaciones para su uso en motores de combustión interna del tipo automotriz.

Gasolina natural. Producto del procesamiento de gas natural. Sirve como materia prima en la industria petroquímica o se mezcla directamente con las naftas.

Nafta. Es un producto del procesamiento del petróleo y del gas natural. Se emplea como materia prima en la industria petroquímica, como solvente en la manufactura de pinturas y barnices, y como limpiador en la industria.

aa) Hidroenergía





Energía potencial de un caudal hidráulico. La producción de hidroenergía se calcula convencionalmente dividiendo la generación bruta de electricidad entre la eficiencia del Sistema Eléctrico Nacional (SEN).

bb) KW/h (kilo watt hora)

Símbolo para el Kilo Watt-hora, unidad de energía eléctrica en el Sistema Internacional de Unidades, equivalente a 3,6 millones de Julios y que expresa la energía que desarrolla un equipo generador, de 1 vatio de potencia durante una hora, o consume un equipo consumidor de la misma potencia durante el mismo tiempo. Utilizada frecuentemente para medir el consumo eléctrico.

cc) Los indicadores energéticos

Son datos técnico-económicos, usados a niveles finales de consumo de energía, que relacionan el consumo de energía con un indicador de actividad física.

Se puede realizar un análisis de los impactos producidos sobre el sistema energético por las medidas políticas y las estrategias puestas en marcha. Esto se hace comparando los valores actuales de la eficiencia energética con los datos de años anteriores y analizando cuáles son las tendencias a largo plazo. La eficiencia varía mucho dependiendo del escenario, esto se debe principalmente al tipo de tecnología empleada y al impacto de otros factores, como la calidad de combustible, las condiciones climatológicas, etc.

Es por ello que se requiere disponer de indicadores, diseñados para seguir los cambios de la eficiencia energética, basados en datos estadísticos fiables sobre balances energéticos. Se utiliza conjuntamente con la intensidad energética para describir la relación entre la energía utilizada y el servicio producido. La intensidad se utiliza para medir y evaluar la eficiencia aunque son inversamente proporcionales: cuanta menos energía se utiliza para un servicio, mayor será la eficiencia, por lo que la disminución de la intensidad energética implica mayor eficiencia. A la hora de medir las variaciones a lo largo del tiempo del uso de la energía, hay que tener en cuenta no solo la eficiencia, sino otros efectos que influyen en los consumos como son el clima, los cambios de





actividad del sector, etc. Los indicadores de eficiencia energética se pueden clasificar en económicos y técnico económicos [3].

Los indicadores económicos miden la relación entre el consumo de energía respecto a una variable de actividad económica, como el Producto Interior Bruto (PIB), valor añadido, etc. y tienen un alto nivel de agregación. Esto quiere decir, que se utilizan contando la totalidad de una economía o sector, a ese nivel no es posible presentar la actividad utilizando indicadores técnicos o físicos.

Se expresan como intensidades energéticas y se definen como la relación entre el consumo de energía, primaria o final, medido en unidades de energía y el indicador de actividad económica medido en unidades monetarias. Para poder hacer comparaciones entre países con diferentes economías se suelen convertir los precios a la misma moneda en un año determinado. Un ejemplo de estos indicadores para el sector industrial, es el del consumo de energía por valor agregado de los bienes producidos para todas las ramas industriales (Minería y Extracción, Alimentos, Bebidas y Tabaco, Papel y Productos de Papel; Productos Químicos, Otros Productos no Metálicos, Metales básicos, y Otras industrias).

Los indicadores técnico-económicos miden la relación existente entre los consumos energéticos respecto a indicadores de actividad medidos en términos físicos, como toneladas de acero producido, kilómetros recorridos, etc. Se pueden calcular en niveles desagregados por sub-sector o por uso final y se denominan consumos por la unidad de actividad correspondiente. Estos índices técnico-económicos se llaman consumo unitario y permiten tener una base de partida para la comparación con otras empresas del sector. El control de estos indicadores de consumo de energía permite conocer el nivel de eficiencia de operación.

dd) Nucleoenergía





Energía contenida en el mineral de uranio después de pasar por un proceso de purificación y enriquecimiento. Se considera energía primaria únicamente al contenido de material fisiónable del uranio, el cual se usa como combustible en los reactores nucleares.

ee) *Petróleo crudo*

Líquido aceitoso de color café oscuro que se presenta como un fluido viscoso y se le encuentra almacenado en el interior de la corteza terrestre. Su cálculo excluye la producción de condensados y líquidos del gas natural obtenidos en plantas de extracción de licuables. El petróleo crudo producido se clasifica en según la tabla:

	Densidad (gr/cm ³)	Densidad (grados API ¹)
Extrapesado	> 1.0	10.0
Pesado	1.0 – 0.92	10.0 – 22.3
Mediano	0.92 – 0.87	22.3 – 31.1
Ligero	0.87 – 0.83	31.1 – 39.0
Superligero	< 0.83	> 39.0

¹ Densidad API. Escala normalizada por el Instituto Estadounidense del Petróleo (American Petroleum Institute) utilizada en la industria petrolera mundial para expresar la densidad de los hidrocarburos líquidos.

Para el mercado de exportación se preparan cuatro variedades de petróleo, con las siguientes calidades típicas:

- Altamira. Petróleo crudo pesado con densidad de 16.8° API y con un contenido de 5.5% de azufre.
- Maya. Petróleo crudo pesado con densidad de 22° API y con un contenido de 3.3% de azufre.
- Istmo. Petróleo crudo ligero con densidad de 33.6° API y 1.3% de azufre.
- Olmeca. Petróleo crudo muy ligero con densidad de 39.3° API y 0.8% de azufre.
- El petróleo crudo se utiliza como materia prima para su proceso en refinerías y para su fraccionamiento en derivados.

ff) *Potencia*

Tiempo en el cual se realiza un trabajo. Es el trabajo dividido por el tiempo (J/s). Se mide en W (Watts = vatios).

gg) *Principio cero de la Termodinámica*





Dos cuerpos a distintas temperaturas tienden a igualarlas. Define como debe existir un equilibrio térmico en la naturaleza. Desde el punto de vista de la eficiencia energética hay que tener en cuenta este principio porque determina una transferencia de energía térmica, como puede ser la de un fluido caliente por una red de distribución, debemos minimizar siempre la tendencia natural de igualar las temperaturas de los cuerpos.

hh) Primer principio de la Termodinámica

La energía no se crea ni se destruye, solo se transforma. Si las leyes de la física, en este caso termodinámica, se detuvieran en este enunciado se podría tratar la energía sin que existiera ninguna pérdida en el proceso.

ii) Segundo Principio de la Termodinámica

Todas las formas de energía no son iguales. La consecuencia es que convertir trabajo en calor siempre va a ser más favorable que transformar el calor en trabajo.

jj) Tercer Principio de la Termodinámica

El valor de la entropía de un cuerpo en el cero absoluto (0° K) es nulo. La entropía mide la degradación de la energía.

kk) Sistema de control y Regulación

Conjunto de dispositivos, cableado y componentes destinados a controlar de forma automática o manual el encendido y apagado o el flujo luminoso de una instalación de iluminación. Se distinguen 4 tipos fundamentales:

- a) regulación y control bajo demanda del usuario, por interruptor manual, pulsador, potenciómetro o mando a distancia;
- b) regulación de iluminación artificial según aporte de luz natural por ventanas, cristaleras, lucernarios o claraboyas;
- c) control del encendido y apagado según presencia en la zona;
- d) regulación y control por sistema centralizado de gestión.





ll) Trabajo

Forma útil de la energía. Se mide en J (Joules).

mm) Trigeneración

Trigeneración o Trigen es la producción simultánea de energía mecánica o electricidad, el calor y refrigeración a partir de una sola fuente de calor, como el combustible o la energía solar.

nn) Termodinámica

Es la ciencia que estudia la circulación de la energía y los efectos de los cambios de la presión, temperatura y volumen.

oo) La tonelada equivalente de petróleo

Es una unidad de energía. Su valor equivale a la energía que rinde una tonelada de petróleo, la cual, como varía según la composición química de éste, se ha tomado un valor convencional de: 41 868 000 000 J (joules) = 11 630 kWh (kilowatts-hora).

pp) Querosenos

Combustible líquido compuesto por la fracción del petróleo que se destila entre 150 y 300 °C. Los querosenos, según su aplicación, se clasifican en dos grupos:

Turbosina. Combustible con un grado especial de refinación que posee un punto de congelación más bajo que el querosén común y se utiliza en el transporte aéreo para motores de turbina. Otros querosenos. Querosén común, que se utiliza para cocción de alimentos, alumbrado, motores, equipos de refrigeración, como solvente para asfaltos e insecticidas de uso doméstico.

qq) W: Símbolo de Watt.

Es la unidad que expresa la potencia en el Sistema Internacional de Unidades y equivale en el caso de la energía eléctrica- a 1 Ohmio multiplicado por Amper al cuadrado.

