

4



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO

FACULTAD DE INGENIERÍA

**SISTEMA DE ADMINISTRACIÓN AMBIENTAL PARA
EL LABORATORIO DE MÁQUINAS TÉRMICAS
(SAA - LMT)**

T E S I S

Que para obtener el título de
INGENIERO INDUSTRIAL

P R E S E N T A :
CARLOS GILBERTO BOCANEGRA URIBE

DIRECTORA:
DRA. RINA AGUIRRE SALDIVAR



MÉXICO, D.F.

NOVIEMBRE 2002

**TESIS CON
FALLA DE ORIGEN**



Universidad Nacional
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

Biblioteca Central



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

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

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

Aquí se me revela la esencia y la expresión de todas las cosas;
todo lo que existe quiere expresarse aquí,
y todo lo que está en vías de existir
quiere aprender a hablar de mí.

NIETZSCHE, *Así hablaba Zaratustra*, III. El regreso, 163.

General de Bibliotecas de la
formato electrónico e impreso al
del trabajo recepcional. J AUSE
CABLES SOCANGABA
15/11/02
CA

Gracias a:

Dios por su regazo que durante toda mi vida se ha manifestado con signos de liberación.

Mis Padres María y Salvador por la oportunidad y el apoyo que me han regalado en estos años, de cerrar un ciclo más de mi vida.

Mis hermanos Margarita, Salvador y Guadalupe por su confianza y apoyo. Los quiero mucho.

Mi tío Tomás por sus consejos y ejemplo.

Las familias Tello Garrido, Tello Arista y González Tello por su comprensión en todos estos años de ayuda.

Mi más sincero agradecimiento

Carlos

Gracias a:

La Doctora Rina Aguirre por su apoyo, paciencia y dedicación en la realización de este proyecto.

Al Maestro Vicente López por todas las facilidades que me dio para que esta tesis llegará a su termino.

La Maestra Ana García por su incondicional apoyo durante mis años de estancia en la facultad.

Todos los que en el laboratorio me brindaron su apoyo: Margarito, Prudencio, Paco, Enrique, Alfonso, Felipe, Gustavo, Moisés, Ricardo, etc.

Esta Universidad por su espacio.

De todo corazón

Carlos

CONTENIDO

	Pág.
Índice de tablas.	I
Índice de figuras.	II
1. Introducción.	
1.1 Objetivo.	2
1.2 Justificación.	2
1.3 Alcances y limitaciones.	2
2. Contaminación ambiental.	
2.1 Principales contaminates.	4
2.1.1 Aire.	5
2.1.2 Agua.	6
2.1.3 Residuos sólidos.	7
2.1.4 Contaminación por energía.	8
2.2 Recursos naturales.	10
2.2.1 Uso del agua..	10
2.2.2 Uso de combustibles.	12
2.2.3 Energía eléctrica.	14
3. Laboratorio de máquinas térmicas (LMT).	
3.1 Objetivos.	15
3.2 Características generales.	16
3.2.1 Localización y distribución del equipo.	16
3.3 Descripción del equipo.	23
3.4 Impacto ambiental del LMT.	51
4. Sistemas de administración ambiental (SAA).	
4.1 Panorama internacional.	54
4.2 Panorama nacional y legislación ambiental en México.	55
4.3 ISO 14000.	56
4.4 Sistema de administración ambiental (SAA).	57
4.4.1 Requisitos generales.	58
4.4.2 Declaración de política ambiental.	59
4.4.3 Planificación de procedimientos.	59
4.4.4 Implantación.	59
4.4.5 Revisión, verificación y acciones correctivas.	59
5. SAA para el LMT.	
5.1 Requisitos generales.	61
5.1.1 Descripción del sistema.	61
5.1.2 Identificación de aspectos ambientales.	61
5.1.3 Identificación de requerimientos legales.	62

5.1.4 Objetivos, metas y actividades.	64
5.2 Declaración de política ambiental.	69
5.3 Planificación de procedimientos.	69
5.4 Implantación.	74
5.5 Revisión, verificación y acciones correctivas.	76
6. Conclusiones y recomendaciones.	77
Apéndice 1 Diagnóstico de mejoras ambientales por equipo y elemento.	79
Apéndice 2 Normas de disposición y almacenamiento de residuos peligrosos.	87
Bibliografía y referencias.	90

ÍNDICE DE TABLAS

	Pág.
2.1 Contaminantes emitidos al aire fuentes y efectos.	5
2.2 Contaminantes vertidos en agua. Fuentes y efectos.	6
2.3 Contaminantes inorgánicos vertidos en agua. Fuentes y efectos.	7
2.4 Diferentes niveles de sonido en decibeles.	9
2.5 Unidades de radiación.	9
2.6 Efectos de radiación para diferentes dosis.	10
3.1 Cantidades registradas de insumos y residuos en el LMT.	16
3.2 Tabla resumen de impacto ambiental debido a los equipos y elementos del LMT.	52
5.1 Límites máximos permisibles para temperatura, grasas y aceites que pueden arrojarse al sistema de alcantarillado.	62
5.2 Límites de emisión aplicables a partir de enero de 1998 (SEMARNAT 2002).	63
5.3 Tiempo máximo permisible de exposición en función del nivel sonoro continuo equivalente (NSCE).	64
5.4 Número de equipo y nivel de ruido que produce.	67
5.5 Parámetros que debe contener el cuestionario.	70
5.6 Representación esquemática de las actividades y tiempos en la implantación del SAA para el LMT.	75

ÍNDICE DE FIGURAS

	Pág.
2.1 Fuentes de agua como porcentajes del abasto total (Van Der Leeden 1990).	11
2.2 Uso del agua en Estados Unidos en 1990.(USGS 1992).	12
2.3 Aprovechamiento anual de aguas subterráneas y superficiales (millones de metros cúbicos) (CNA 1993).	12
2.4 Fuentes de energía en el mundo, 1860 –2030. (British Petroleum 1992).	13
3.1 Organigrama del LMT.	16
3.2 Localización del LMT.	17
3.3 Plano y distribución de equipos en el LMT .	19
3.3 A Plano 1.	20
3.3 B Plano 2.	21
3.3 C Plano 3.	22
3.3 D Plano 4.	23
3.4 Partes del compresor de paletas deslizantes Diro.	24
3.5 Compresor Diro.	25
3.6 Caldera Clayton.	26
3.7 Torre de enfriamiento de tiro inducido.	27
3.8 Torre de enfriamiento del LMT. Vista inferior.	27
3.9 Turbina de gas y sus elementos principales.	28
3.10 Turbina de gas.	28
3.11 Motor diesel.	29
3.12 Motor de 2 tiempos Diesel con inyección por aire comprimido.	30
3.13 Caldera Ce-Rrey con algunos elementos.	31
3.14 Diagrama de flujo de aire, combustible y agua.	32
3.15 Caldera Ce-Rrey.	32
3.16 Caldera Cleaver – Brooks con sus elementos principales.	33
3.17 Caldera Cleaver – Brooks.	33
3.18 Turbina Westinghouse.	34
3.19 Ciclo Rankine.	35
3.20 Representación de un pistón dentro del compresor.	35
3.21 Compresor Ingersoll-Rand.	36
3.22 Energía del vapor en el interior de la turbina.	37
3.23 Turbina Bellis-Marcom.	37
3.24 Esquema del funcionamiento de la bomba de calor.	38
3.25 Bomba de calor.	39
3.26 Compresor Worthington.	39
3.27 Diagrama de instalación del compresor.	40
3.28 Ciclo del motor encendido por chispa.	41
3.29 Motores encendido por chispa.	41
3.30 Representación de un ventilador centrífugo.	42
3.31 Ventilador centrífugo y ducto de aire.	42
3.32 Cámara de gas con algunos de sus componentes.	43

3.33	Cámara de combustión.	44
3.34	Ciclo de refrigeración por compresión.	44
3.35	Equipos de refrigeración A , B y C.	45
3.36	Tanque diesel.	45
3.37	Depósito de gasolina.	46
3.38	Depósito de combustible de la turbina de gas.	46
3.39	Depósito diesel.	47
3.40	Almacén temporal.	47
3.41	Motor de gasolina de exhibición.	48
3.42	Motor de vapor Corlis.	48
3.43	Planta de refrigeración Crasso.	49
3.44	Diagrama simplificado de la planta de tratamiento de agua.	50
3.45	Planta de tratamiento de agua con algunos de sus elementos.	50
3.46	Torno.	50
3.47	Depósito de agua.	51
3.48	Compresora.	51
4.1	Tendencia de la Administración Ambiental.	54
5.1	Bitácora ambiental y programa de mantenimiento preventivo.	71
5.2 A	Sistema de recirculación de agua.	72
5.2 B	Distribución de agua a los diferentes equipos desde un depósito superior.	73
5.2 C	Isométrico del sistema propuesto de recuperación de agua.	74
5.3	Organigrama ambiental.	74
5.4	Flujo de información entre los responsables ambientales y el facilitador mayor.	75

CAPÍTULO 1

INTRODUCCIÓN

A lo largo de la historia el hombre se ha enfrentado con grandes problemas, la mayoría debidos a su propia evolución. Algunos de estos problemas aparentemente ya los ha controlado, mientras que otros no solo no han podido controlarlos sino que se siguen incrementando.

Uno de esos problemas es la contaminación, que a partir de la revolución industrial se incrementó considerablemente, separando cada vez más al hombre del equilibrio natural que este planeta le había proporcionado para su vivencia. Tan solo, en los últimos 200 años el hombre ha depositado en el ambiente una gran cantidad de productos químicos que hoy en día ponen en peligro su existencia.

De lo anterior, que en los últimos años se haya notado una gran preocupación por el cuidado del ambiente y las investigaciones en esta materia han tenido un desarrollo. Sin embargo, este desarrollo ha sido lento, comparado con los avances tecnológicos que alteran negativamente el medio.

El desarrollo de programas, técnicas y planes de mejoramiento ambiental surgió en países desarrollados, y son estos quienes proporcionan la mayor parte de la información relacionada con la protección ambiental.

En México se han tomado medidas en materia de protección ambiental: el establecimiento de la *Ley General del Equilibrio y la Protección al Ambiente* (LGEEPA) en 1988 (Diario Oficial de la Federación, el 28 de enero de 1988), y modificada en 1996 es el mejor indicador de ello (COA, 1999).

Además, en abril de 1997 se publicó en el Diario Oficial de la Federación el acuerdo mediante el cual se establecen los mecanismos para obtener una *Licencia Ambiental Única* (LAU), así como la actualización de la información de emisiones contaminantes mediante un reporte llamado *Cedula de Operación Anual* (COA). Ambos documentos LAU y COA, forman parte del Sistema Integrado de Regulación y Gestión Ambiental de la Industria (SIRG) que promueve la SEMARNAT como parte de su política ambiental hacia este sector (COA, 1999). Este documento permitirá al industrial y a las autoridades ambientales contar con un sistema de información para administrar ambientalmente las actividades contaminantes, para poder identificar aquellas actividades o procesos que puedan ser mejorados (INE, 2002).

Las bases de datos que se construyen con la información reportada por la industria u otras fuentes de contaminación se conocen como *Registros de Emisiones* y, a nivel internacional, se consideran actualmente como las herramientas más poderosas para la elaboración de *Políticas de Desarrollo Sustentable*.

El poseer información ambiental dentro de una empresa y emplear ésta para elaborar programas de *mejora ambiental* es por tanto, indispensable en la actualidad para asegurar la competitividad de la empresa.

El laboratorio de máquinas térmicas (LMT) de la Facultad de Ingeniería de la Universidad Nacional Autónoma de México, posee equipo y en el se realizan actividades que consumen recursos y generan contaminantes. Por lo tanto este laboratorio debería contar con un sistema de administración ambiental (SAA), que asegure el correcto funcionamiento del laboratorio y la reducción del consumo de recursos naturales y emisión de contaminantes.

1.1 Objetivo

El objetivo de este trabajo es desarrollar un Sistema de Administración Ambiental para el Laboratorio de Máquinas Térmicas de la Facultad de Ingeniería de la UNAM (SAA-LMT).

Para cumplir con este objetivo será necesario identificar cada uno de los equipos que existen en el laboratorio y su posible impacto sobre el ambiente al emplear para su funcionamiento recursos naturales (agua y energéticos, principalmente), o al generar contaminantes (gases emitidos al aire, producción de aguas residuales, ruido, residuos sólidos y peligrosos).

En el capítulo 3 de este trabajo se describe detalladamente cada uno de los equipos del LMT y su impacto en el apéndice 1, pero antes (capítulo 2), se presentan los principales conceptos de contaminación, sus fuentes y efectos.

En el capítulo 4 se introduce el concepto de SAA, para después aplicarlo (capítulo 5) al LMT. La tesis finaliza con un capítulo de recomendaciones y conclusiones.

1.2 Justificación

Para diseñar un SAA se deberá tomar un enfoque integral; considerando entre otros problemas como: el ruido excesivo cuando se realizan las prácticas, la emisión de contaminantes, la generación de residuos peligrosos, el uso excesivo de agua, la falta de tratamiento de esta, etc.

Por otra parte, la localización del laboratorio contribuye a complicar la solución a los problemas de contaminación que presenta, ya que se encuentra totalmente cubierto, hay poca ventilación y las vibraciones se extienden a otras zonas de clases de la facultad, provocando incomodidad e ineficiencia para los que ahí trabajan.

1.3 Alcances y limitaciones

En este trabajo se realiza lo siguiente:

- Análisis de los diferentes equipos que tiene el LMT,
- Revisión de la normatividad aplicable a los equipos y elementos del laboratorio,
- Medición del ruido durante la realización de prácticas,
- Diseño de una bitácora ambiental para todos los equipos,
- Diseño del sistema de recirculación de agua.

Lo que no se realizó en esta tesis, por estar fuera de su objetivo fue:

- El diseño de cursos de capacitación,
- El análisis de los costos para la implantación total del sistema,
- Los trámites para su aceptación oficial por parte de las autoridades universitarias.

CAPÍTULO 2

CONTAMINACIÓN AMBIENTAL

En los últimos 200 años el hombre ha depositado en el ambiente una gran cantidad de productos químicos, prueba de su dominio sobre la naturaleza y muy particularmente sobre los procesos que proveen energía.

Se ha observado que existe una relación entre el uso de los recursos naturales y la población, es decir, entre mayor sea el nivel de vida de la población mayor será la demanda de estos valiosos recursos y como consecuencia directa, la contaminación se elevará. En este punto cabría preguntarse ¿qué cosa es contaminación? Se puede definir como *"la adición de cualquier sustancia al ambiente, en cantidades tales, que cause efectos adversos a los seres humanos, animales, vegetales o materiales que se encuentran expuestos a dosis (concentración por tiempo) que sobrepasan los niveles que se encuentran en la naturaleza"* (Wark y Warner, 1998).

2.1 Principales contaminantes

La contaminación tiene varias clasificaciones.

-Por su naturaleza:

- 1) Biológica.- Debida a microorganismos patógenos, por ejemplo: hongos, virus y bacterias.
- 2) Física.- Debida principalmente a altas temperaturas, ruido y ondas electromagnéticas.
- 3) Química.- Debida sustancias orgánicas o inorgánicas, que alteran la calidad del medio: aire, agua o suelo.

-Por sus orígenes:

- 1) Natural.- Es aquella que se presenta a causa de fenómenos naturales como: erupciones volcánicas, erosión y radiaciones naturales.
- 2) Antropogénica.- Es aquella que causa el hombre, por ejemplo: residuos sólidos municipales, aguas negras y smog.

El término ambiente puede ser tan flexible como uno quiera ya que el número de factores físicos, químicos y biológicos que intervienen es muy amplio. Por lo tanto se debe acotar, desde el punto de vista ecológico, el ambiente es: *"Un conjunto de parámetros externos que tienen una influencia en la calidad de vida del hombre"* (Wark y Warner, 1998).

Para propósitos de este estudio el ambiente se subdivide en medios susceptibles de ser contaminados: aire, agua y suelo.

2.1.1 Aire

Los compuestos contaminantes emitidos a la atmósfera pueden ser hidrocarburos, partículas sólidas, líquidos o radiaciones que al ser recibidas por los organismos vivos producen daños.

Entre las fuentes de estos contaminantes del aire se pueden mencionar: transporte, calefacción doméstica, producción de energía eléctrica, incineración de desechos y procesos de combustión en las industrias.

Además de las anteriores existen otras fuentes de menor importancia que contribuyen a aumentar este problema; por ejemplo, la contaminación producida por las partículas de hule quemado de las llantas, los compuestos orgánicos usados como aerosoles, los plaguicidas, los fertilizantes, etc.

Todos los días se lanzan al aire enormes cantidades de contaminantes y aunque no se puede estimar con exactitud la cantidad que emite cada fuente, se sabe que los procesos industriales contribuyen en una quinta parte del volumen total. En la tabla 2.1 se muestran algunos contaminantes emitidos al aire así como su fuente y efectos.

Tabla 2.1 Contaminantes emitidos al aire fuentes y efectos.

Contaminante	Fuentes Natural	Fuentes Antropogenicas Principales	Efectos
CO (monóxido de carbono)	Incendios forestales	Combustión incompleta	Formación de carboxihemoglobina
CO ₂ (dióxido de carbono)	Respiración de seres vivos	Combustión completa	Efecto invernadero
HC (hidrocarburos no quemados)	Incendios forestales	Combustión incompleta	Variable, precursor de ozono.
PST (partículas suspendidas totales)	Erosión natural	Combustión incompleta, procesos mecánicos industriales	Afección respiratoria, Reducción de visibilidad
PM 10 y PM 2.5 (partículas menores a 10 μm y 2.5 μm)	Aerosoles, erosión	Combustión incompleta,	Sistema respiratorio, enfisema pulmonar.
SO ₂ (Dióxido de azufre)	Aguas termales, volcanes	Impurezas en la combustión, fundición	Afecciones cardiovasculares, lluvia ácida.
COV. (Compuestos orgánicos volátiles)	Descomposición orgánica	Solventes, evaporación de gasolina.	Variable.
CFC (Clorofluocarbonos)		Pesticidas, refrigerantes, aerosoles.	Destrucción de la capa de ozono.
NO _x (Óxidos de nitrógeno)	Rayos, pantanos.	Combustión de impurezas.	Irrita pulmones, bronquitis, neumonía, precursor de ozono.
CH ₄ (Metano)	Pantanos, erupción volcánica.	Rellenos sanitarios.	Mareos, intoxicación, efecto invernadero

(Aguirre, 2000; Henry y Heinke, 1999)

2.1.2 Agua

La contaminación del agua se intensificó después de la Segunda Guerra Mundial debido al aumento de la densidad urbana y la industrialización. En la década de 1970, los países desarrollados, entre ellos Estados Unidos, Canadá, Gran Bretaña y Japón, se vieron en la necesidad de tomar serias medidas para combatir este problema. Algunas de estas medidas consistieron en llevar a cabo una evaluación del impacto ambiental, sobre todo poniendo énfasis en los factores físicos medibles, por ejemplo: calidad del aire, calidad del agua y eliminación de residuos sólidos.

El modo de abordar el problema depende de *"si los contaminantes demandan oxígeno, favorecen el crecimiento de algas, son infecciosos tóxicos o simplemente si su aspecto es desagradable"* (Henry y Heinke, 1999).

Una forma de clasificar los contaminantes de los recursos hidráulicos puede ser por su fuente: aguas negras o descargas industriales (fuentes puntuales). Las aguas negras, también conocidas como aguas residuales municipales son una mezcla de contaminantes orgánicos e inorgánicos tanto en suspensión como disueltos. En la tabla 2.2 se muestran las fuentes y los efectos de los contaminantes en las aguas negras (Henry y Heinke, 1999).

Tabla 2.2 Contaminantes vertidos en agua. Fuentes y efectos.

Contaminante	Fuente	Efecto
Microorganismos (bacterias, patógenos, protozoarios)	Excrementos de personas enfermas	Cólera, tifoidea, tuberculosis, hepatitis y disentería.
Materia orgánica	Excrementos y orina humanos, residuos de alimentos.	Enfermedades, mal olor y mal aspecto, etc.
Componentes inorgánicos (Cloruros y sulfatos nítrógeno y fósforo carbonatos, etc.)	Detergentes, residuos industriales	Turbiedad, dureza, taponamiento de tuberías, corrosión etc.

Por otra parte las aguas residuales industriales, incluyen residuos sanitarios, residuos derivados de la manufactura, aguas de lavado y aguas contaminadas procedentes de las operaciones de enfriamiento y calentamiento. Las aguas derivadas de los procesos son las que causan mayor preocupación y varían según el tipo de industria. En la tabla 2.3 se muestran los contaminantes inorgánicos más peligrosos que son vertidos en el agua por las industrias.

Tabla 2.3 Contaminantes inorgánicos vertidos en agua. Fuentes y efectos.

Contaminante	Fuente	Efecto
Arsénico	Fundición de cobre y plomo, tostación de menas de oro, cobalto y plata	Parálisis de los miembros inferiores, trastornos gástricos e intestinales.
Cromo	Manufacturas de acero y otras aleaciones, fabricación de ladrillos usados en hornos industriales, pigmentos y colorantes.	Perforaciones en el tabique nasal con pérdidas de sangre, úlceras ó asma.
Cadmio	Galvanoplastia, fabricación de baterías, minería.	Carcinógeno, causa degeneración en las articulaciones. Bioacumulable.
Mercurio	Producción de componentes eléctricos, de cloro e hidróxido de sodio, industria del papel.	Bioacumulable, insuficiencia respiratoria, trastornos mentales, auditivos y visuales.
Plomo	Pigmentos de pinturas y plásticos, soldadura en cañerías, tubos de plomo.	Insuficiencia renal, neuropatía, cefalea.
Nitratos y nitritos	Fertilizantes, estiércol de ganado, criaderos de aves de corral, carnes frías.	Carcinógeno, enfermedad del bebe azul.

(Henry y Heinke, 1999)

2.1.3 Residuos sólidos

De acuerdo con la LGEEPA (Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente) residuo es *"cualquier material generado en los procesos de extracción, beneficio, transformación, producción, consumo, utilización, control o tratamiento cuya calidad no permita usarlo nuevamente en el proceso que lo generó"* (LGEEPA, 1997).

Para entender la contaminación del suelo por residuos es necesario saber que existe el suelo superficial y el subsuperficial. La contaminación del suelo superficial se da por residuos sólidos que varían en su composición y características, dependiendo de su origen, estos pueden ser: domésticos, industriales, hospitalarios o de laboratorios comerciales y de talleres. Cabe aclarar que independientemente de su origen los residuos pueden ser peligrosos o no peligrosos.

Los residuos peligrosos (RP's) son aquellos que en cualquier estado físico, poseen características corrosivas, tóxicas, reactivas, explosivas, inflamables y biológico infecciosas (CRETIB). Los problemas y costos que acarrea su disposición final inadecuada son de tal

magnitud, que puede decirse que estos residuos constituyen uno de los desafíos más importantes que enfrentan las ciudades industriales.

Los *residuos no peligrosos* son los que se denominan simplemente *residuos sólidos* y estos se definen como “*aquellos desperdicios que no son transportados por agua y que han sido rechazados porque ya no se van a utilizar*” (Wark y Warner, 1998).

Si los residuos son considerados municipales y además son residuos de alimentos biodegradables (putrescibles) son llamados desperdicios. Si no son putrescibles son simplemente basura.

2.1.4 Contaminación por energía

Ruido. Las ondas sonoras rompen contra el tímpano como las olas rompen contra la playa, no hay sonido en el vacío, es decir el sonido necesita algo que lo transporte y ese “algo” puede ser el hierro, la tierra el agua o el aire. Las ondas en el aire viajan a unos 344 metros por segundo, la rapidez o lentitud con que vibra una fuente de sonido determina la *frecuencia* y cada compresión del aire y su relajación se llama *ciclo*, y el ciclo por segundo se le conoce como Hertz (Hz). La más alta frecuencia que puede percibir el oído humano es 20,000 Hz y la más baja 15 Hz.

El ruido como agente contaminante ha adquirido importancia en la actualidad. En los últimos veinte años, la cantidad total de la energía acústica se ha duplicado y el porcentaje de puestos de trabajo con niveles de ruido nocivo ha aumentado considerablemente.

El nivel de presión sonora en Decibel (dB) es un parámetro de gran utilidad ya que describe los efectos de las ondas sonoras de una forma cuantitativa. La escala en dB es logarítmica y utiliza 20 m Pa (umbral auditivo) como nivel de referencia; el umbral sonoro del dolor se sitúa alrededor de 130 dB. Para comprender lo anterior, en la tabla 2.4 se muestran los niveles de intensidad sonora en decibel (dB).

Temperatura. La contaminación debida a la temperatura se debe a la elevación anormal de esta, por ejemplo, el agua que utiliza una planta termoeléctrica para enfriar algún tipo de sistema, al tomarla del río o del mar y regresarla a una mayor temperatura ocasionaría daños para la vida acuática.

Los mamíferos y las aves poseen mecanismos capaces de regular la temperatura de su cuerpo, en un cierto rango. Sin embargo, los organismos acuáticos son incapaces de regularla, su metabolismo se acelera, su demanda de oxígeno aumenta y se producen alteraciones genéticas o hasta la muerte por daño del sistema nervioso o respiratorio. Las plantas termoeléctricas son la fuente principal de contaminación térmica de los cuerpos de agua. La norma oficial mexicana NOM-001-ECOL-96 establece como valor máximo permitido de descarga de 40 °C (DOF, SEMARNAT, 1997).

Tabla 2.4 Diferentes niveles de sonido en decibeles.

Rango de audición	Nivel de sonido en dB	Fuente sonora
Nocivo	140	Motor de reacción
	130	Máquina remachadora
	120	Avión de hélice
Crítico	110	Taladro de rocas
	100	Taller de fabricación de chapa
	90	Vehículo pesado
De seguridad	80	Calle con mucho tráfico
	70	Automóvil particular
	60	Conversación ordinaria
	30	Conversación en voz baja
	10	Murmullo de la hojas

(Martí MJA, Desolille H., 1993).

Radiación. La contaminación por radiación consiste en la inestabilidad de núcleos atómicos a los que se les llama radioisótopos, así como a las sustancias que los contienen (sustancias radioactivas).

Existen varias fuentes de contaminación radioactiva, entre las que se encuentran: desechos radioactivos, tratamientos médicos con radioisótopos, radiaciones ionizantes y explosiones nucleares, entre otras.

Algunos de los efectos de la radiactividad sobre los seres vivos dependen:

- Del tipo de radioactividad, la intensidad y los tipos de rayos producidos.
- De la composición química de los radioisótopos que influyen en el transporte de estos sobre todo en las cadenas alimenticias.

Para cuantificar el riesgo de exposición a las radiaciones, se ha creado un sistema de unidades; la Comisión Internacional sobre Unidades Radiológicas y Mediciones (ICRV) ha recomendado que las antiguas unidades CGS sean sustituidas por las unidades equivalentes SI, como se muestra en el tabla 2.5.

Tabla 2.5 Unidades de radiación

Parámetro	Unidades SI	Unidades CGS
Actividad – velocidad de desintegración (Desintegración por segundos)	Becquerel (Bq)	Curie (Ci)
Exposición – Cantidad de rayos x o radiación gama en	Coulomb C /Kg de aire	Roentgen R

un punto dado.		
Frecuencia de dosis – Dosis por unidad de tiempo	Coulomb C /Kg de aire/hora	Roentgen R /hr
Dosis absorbida – Cantidad de radiación absorbida por unidad de masa	Gray (Gy) Joules (J) /Kg	Rad erg
Dosis equivalente – Dosis absorbida en términos de efecto biológico estimado relativo a una exposición de un Roentgen de rayos x o radiación gamma.	Sievert (Sv)	Rem

En la tabla 2.6 se muestran los efectos que diferentes dosis pueden provocar en el hombre.

Tabla 2.6 Efectos de radiación para diferentes dosis.

Dosis agudas	Efecto probable
0-25 rems (0 - .25 Sv)	Ninguna lesión evidente
25 – 50 rems (.25 - .5 Sv)	Posibles alteraciones en la sangre, pero ninguna lesión grave.
50 – 100 rems (.5 - 1 Sv)	Alteraciones de las células sanguíneas. Alguna lesión. Ninguna incapacitación.
100 – 200 rems (1 - 2 Sv)	Lesión. Posible incapacitación.
200 – 400 rems (2 - 4 Sv)	Certeza de lesión e incapacitación. Probabilidad de muerte.
400 rems (4-Sv)	Cincuenta por ciento de mortalidad.
600 o más rems (6 Sv)	Probablemente mortal.

(Rickards J, Camaras R, 2002)

2.2 Recursos naturales

Después de la segunda mitad del siglo pasado el hombre se dio cuenta de lo ilimitado y peligroso que puede ser, para él y su medio, la tecnología militar cuando se pierde el control sobre ella, los ejemplos son múltiples, bombas y máquinas atómicas, armas biológicas y químicas, derrames y fugas de sustancias nocivas, etc., por primera vez se interesó por el ambiente y la escasez de sus recursos. Estos recursos se empezaron a ver como algo que se puede acabar y que por lo tanto hay que ahorrar, administrar y conservar.

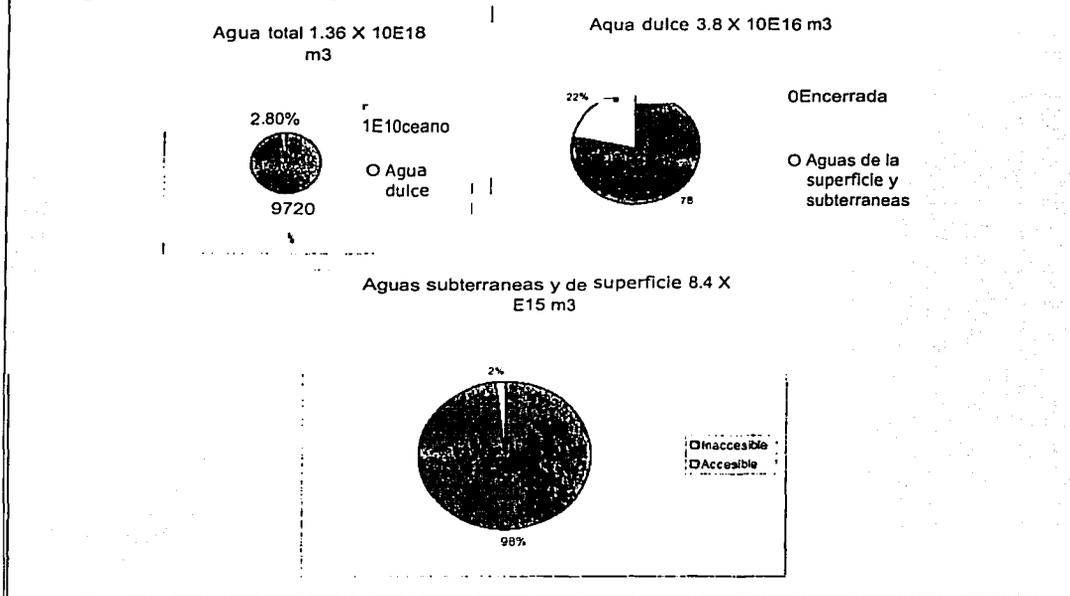
2.2.1 Uso del agua

El aumento de la demanda de agua debido al crecimiento demográfico ha sido tan impresionante en los últimos años que países como Estados Unidos y Canadá han estudiado ya formas de almacenar el agua para el futuro. Ante esta necesidad apremiante es

importante contar con una nueva cultura que concientice al usuario doméstico y al empresario en el uso de este líquido.

De acuerdo con Van Der Leeden la cantidad de agua en el mundo es aproximadamente $1.36 \times 10^{18} \text{ m}^3$, esta enorme cantidad de agua está distribuida como se muestra en la figura 2.1, en esta se puede observar la mínima parte de agua que puede ser accesible al hombre y es aquí donde se encuentra el problema. La escasez que se presenta es a nivel mundial, aunque las razones que las causan sean diferentes en cada país o región.

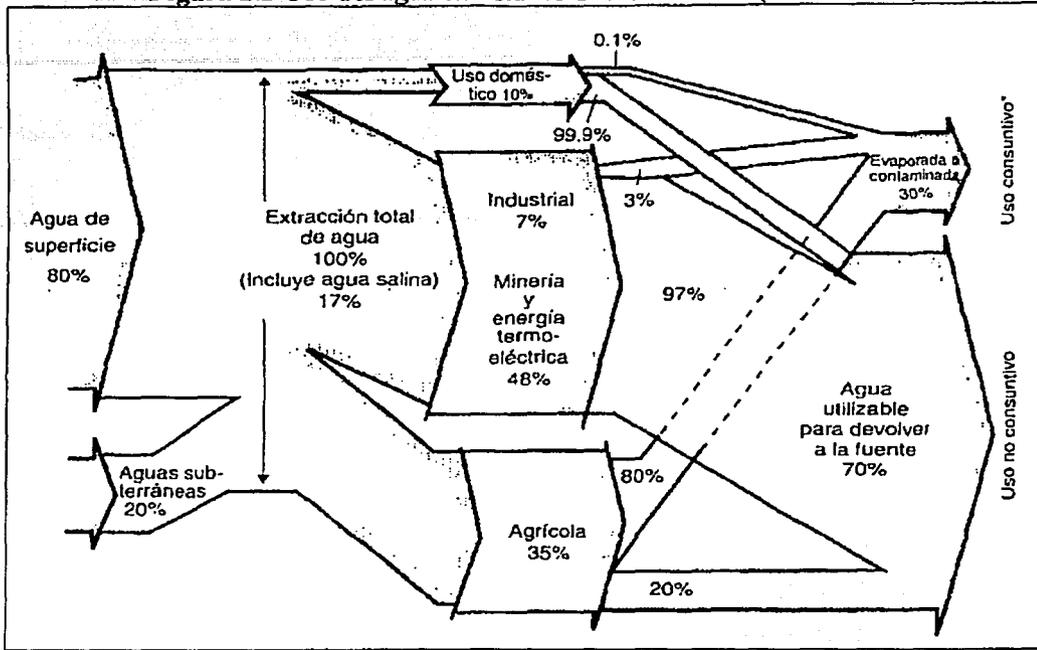
Figura 2.1 Fuentes de agua como porcentajes del abasto total (Van Der Leeden 1990).



En cuanto al uso del agua se deben diferenciar dos aspectos. El primero es aquel que impide que el agua sea reutilizable, o porque está muy contaminada o porque se ha evaporado o infiltrado, a menos que se integre al ciclo hidrológico (uso consuntivo) y el segundo se refiere a cuando el agua se trata, si es necesario, para ser usada nuevamente (uso no consuntivo) (Wark y Warner 1998).

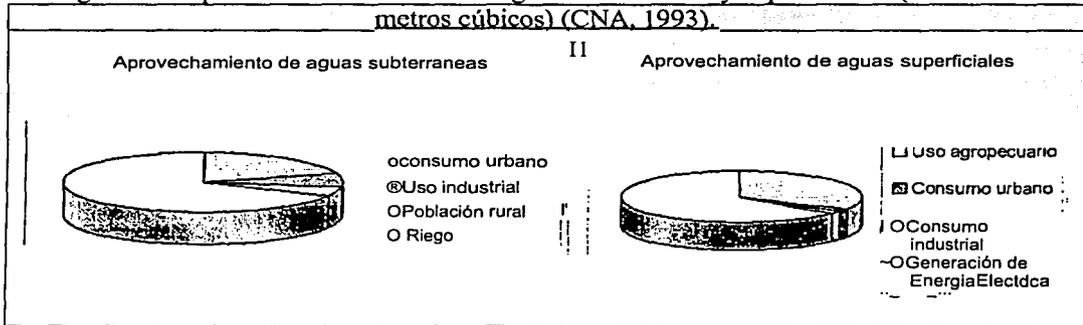
Con lo dicho en el párrafo anterior podemos decir, por ejemplo, que para el caso de la agricultura, esta utiliza el 90% del agua no disponible para nuevo uso debido a la infiltración y evaporación, en la figura 2.2 se observa con más detalle cuál es el uso del agua en Estados Unidos de acuerdo a esta categorización.

Figura 2.2 Uso del agua en Estados Unidos en 1990 (USGS 1992).



Haciendo una comparación, en el caso de México, su distribución se encuentra de acuerdo a la figura 2.3

Figura 2.3 Aprovechamiento anual de aguas subterráneas y superficiales (millones de metros cúbicos) (CNA, 1993).



2.2.2 Uso de combustibles

Tenemos a nuestro alcance diferentes formas de energía; eléctrica, nuclear y fósil en forma de petróleo, carbón o gas, sin embargo la más importante para el planeta y para todos los

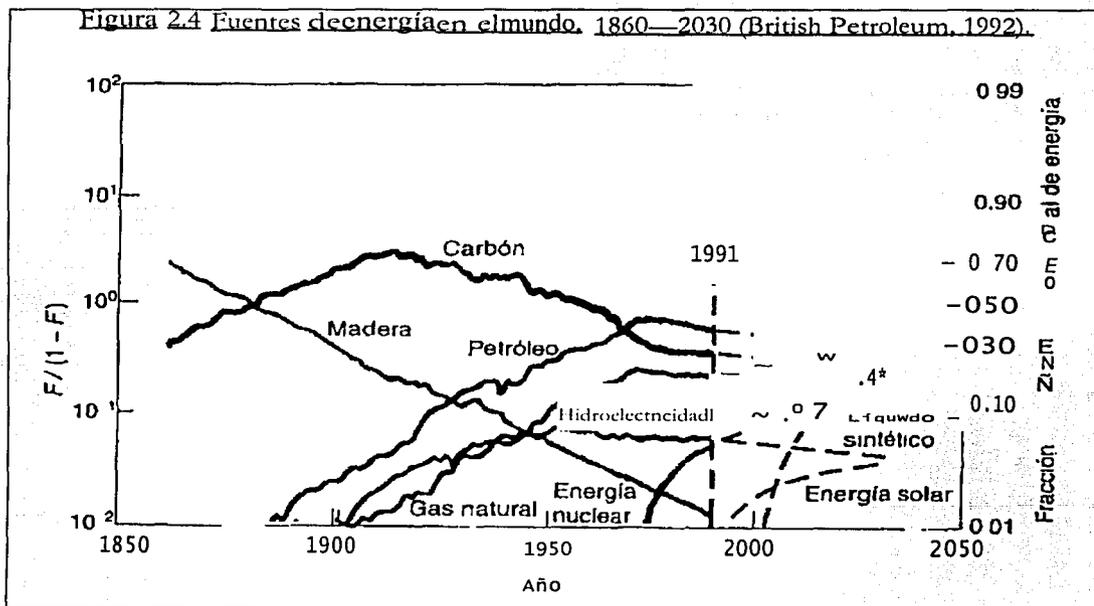
que habitamos en el es la proporcionada por el sol. El sol como forma de energía no se ha explotado tanto como las otras debido principalmente a la ausencia de tecnología, a la situación geográfica propios de cada región o simplemente a intereses propios de las economías y administraciones energéticas. Lo mismo a ocurrido con la energía eólica, la biomasa o incluso con la que proporcionan las mareas.

Para una comprensión suficiente del uso de energía a cualquier nivel, debemos entender que existen fuentes primarias de energía, estas pueden ser renovables o no renovables, dicho en términos de Putman (1953), *de ingreso energético o capital energético*. La primera se refiere a aquel tipo de energía que se renueva a causa de factores físicos o climáticos, en cambio la segunda son para aquellos que no se pueden renovar, es decir, "cuando estos materiales se explotan el capital energético se reduce" (Wark y Warner 1998).

El consumo de energía se ha caracterizado, en los últimos dos siglos, por ser de *capital energético*, es de esperar que se desarrollen nuevas tecnologías para explotar aquellos tipos de energía que no contaminen tanto, en la figura 2.4 se muestra este comportamiento en las próximas décadas y en la presente.

Por otra parte, al estar utilizando combustibles fósiles se ha provocado un mayor desequilibrio ambiental. Entonces crisis económica y alteración ambiental han sido consecuencias que ahora se observan y que se deben esperar si no se procura hoy administrar este capital y buscar en las nuevas formas de energía una alternativa para prevenir o controlar este desenlace trágico.

Figura 2.4 Fuentes de energía en el mundo, 1860—2030 (British Petroleum, 1992).



2.2.3 Energía eléctrica

En la generación de energía eléctrica se utilizan diferentes combustibles. De acuerdo con la oficina de Censos de Estados Unidos, la generación neta de electricidad en ese país alcanzó los 2.805 mil millones de kWh en 1990. Más del 50% de esa electricidad se generó por la quema de carbón (Freeman, 1998). México dispone de 105 millones de kWh. por año para atender a más de 17 millones de usuarios (Aguilera y Ríos, 1993).

Las plantas productoras de electricidad varían en cuanto tamaño, diseño y cantidad. Pueden ser, desde pequeños motores de combustión interna alimentados con diesel hasta plantas nucleoelectricas.

La mayor parte de la electricidad se genera mediante el proceso convencional de vapor que consta de tres etapas: (a) la generación de calor a partir de la combustión de carbón, gas natural, petróleo o por medio de energía nuclear (b) la conversión del calor en vapor de alta presión capaz de realizar trabajo y (c) la conversión del trabajo mecánico en electricidad.

La energía calorífica liberada se transmite a través de las paredes de los tubos de la caldera que se utiliza para generar vapor de alta presión, el vapor se convierte en medio de transferencia para convertir la energía calorífica en energía mecánica dentro de una turbina de vapor y esta impulsa a un generador eléctrico.

Normalmente para mejorar la eficiencia del sistema el vapor de salida se condensa conforme sale de la turbina, utilizando agua con una temperatura menor; el escape de la caldera puede utilizarse para precalentar el aire de combustión antes de la descarga.

El tipo y la cantidad de desechos que se generan en una planta eléctrica depende de la antigüedad, el tamaño y el tipo de combustible así como del diseño. Los desechos que se atribuyen directamente al proceso incluyen: *"emisiones a la atmósfera de óxidos nitrosos, óxidos sulfúricos y cenizas; los desechos acuosos, como el agua purgada de las calderas, las descargas del agua de enfriamiento y soluciones salinas provenientes de la regeneración del agua de alimentación"* (Freeman, 1998).

Hay otros desechos que no dependen directamente del proceso de generación, estos pueden ser: de mantenimiento, como son: soluciones y solventes de limpieza, restos de pinturas y aceites quemados.

CAPÍTULO 3

LABORATORIO DE MÁQUINAS TÉRMICAS (LMT)

El LMT adquiere su configuración actual en la década de los sesenta. La adquisición, renovación y adecuación de equipos continua hasta la fecha. La configuración concebida inicialmente responde a las expectativas de la UNAM, satisfacer las necesidades sociales de educación.

Por esto el Laboratorio de Máquinas Térmicas (LMT) entiende la necesidad de crecer y trascender proporcionando, al país, a la industria y a las empresas en general, profesionistas con la capacitación y calidad adecuada a los requerimientos estrictos de las mismas, al mismo tiempo pretende proporcionar servicios de capacitación y realización de pruebas de laboratorio y proyectos a empresas públicas y privadas.

3.1 Objetivos

De acuerdo con el manual de operación del laboratorio de máquinas térmicas de la facultad de ingeniería de la UNAM (Negrete y Hernández, 2001), este laboratorio debe cumplir con los siguientes objetivos generales y particulares:

Generales:

- Otorgará a los alumnos actualización e información completa en las prácticas y conocimientos generales del laboratorio de máquinas térmicas, para su desarrollo profesional.
- Capacitará y adiestrará al personal externo.
- Obtendrá un crecimiento y desarrollo profesional y personal de todos y cada uno de los integrantes de la organización.

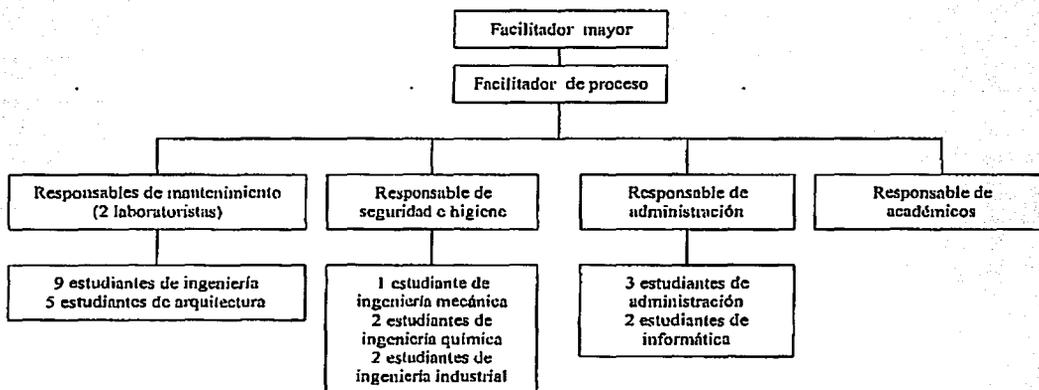
Particulares:

- Fomentará un programa adecuado para la capacitación de los alumnos con la finalidad de obtener resultados exitosos.
- Certificará los recursos de las empresas satisfactoriamente para el cumplimiento de sus objetivos.
- Creará un procedimiento eficaz para la capacitación más pertinente del personal externo para que obtengan un desarrollo profesional de calidad.
- Desarrollará los conocimientos y habilidades de la manera más efectiva de las personas participantes del proyecto.

3.2 Características generales

La estructura organizacional esta diseñada de tal manera que los mandos superiores recaigan siempre en personal de base de la facultad, pero a la vez para que sea posible la participación directa, en mandos medios y operativos, de los propios estudiantes de la facultad. El organigrama actual del laboratorio (Julio 01) se presenta en la figura 3.1.

Figura 3.1 Organigrama del LMT



Dentro del organigrama es necesario aclarar que el nivel inferior corresponde a estudiantes que realizan el servicio social en el LMT: 10 son estudiantes ingeniería mecánica, 5 de arquitectura, 2 de ingeniería química, 2 de ingeniería industrial, 3 de administración y 2 de informática.

Es importante determinar que para los fines de este trabajo se obtuvieron las siguientes cantidades de insumos y residuos mostrados en la tabla 3.1 (González, 2002).

Tabla 3.1 Cantidades registradas de insumos y residuos en el LMT.

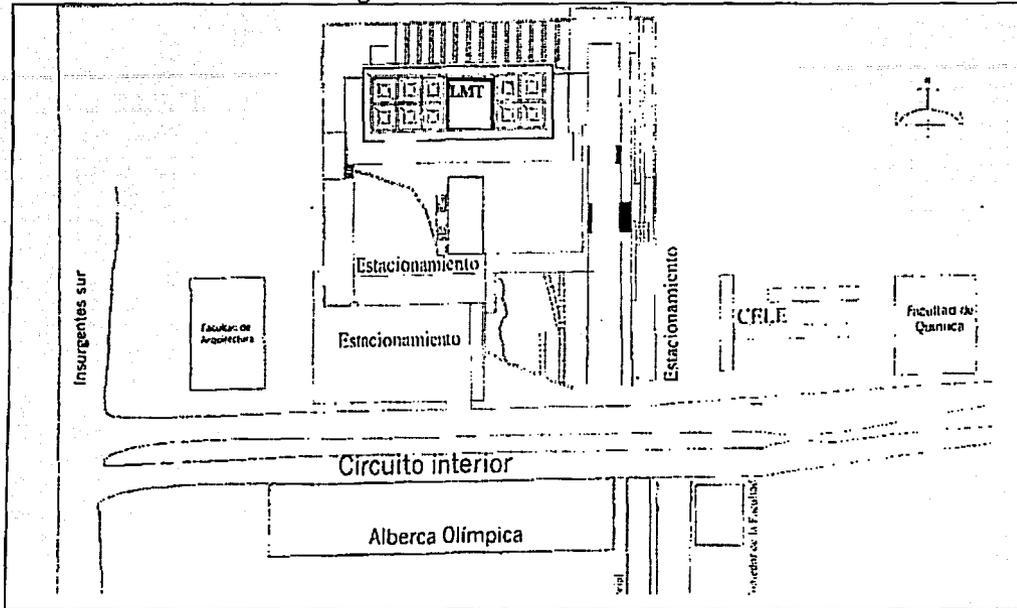
Observación	Cantidad
Diesel	10,400 litros / año
Agua	2.7 litros / seg.
Gasolina	200 litros / semestre.
Residuos peligrosos (estopas con aceites o grasas y aceites gastados)	2 Kg. / semestre 15 litros / semestre de aceites gastados
Residuos sólidos	40 Kg. / semana

3.2.1 Localización y distribución de equipos

Físicamente el LMT esta ubicado dentro del edificio principal de la Facultad de Ingeniería, en la planta baja del ala norte del edificio principal y colinda al norte y poniente con el

laboratorio de hidráulica, al sur con salones de clase y al oriente con el laboratorio de máquinas eléctricas (figura 3.2).

Figura 3.2 Localización del LMT



Los equipos que se encuentran en el laboratorio se distribuyen como se muestra en la figura 3.3. Para su mejor reconocimiento el plano se ha dividido en cuatro partes (figura 3.3 A, B, C y D), los números indican la localización del equipo o elemento dentro del LMT. Estos, de acuerdo con su número de localización en el plano y a su clasificación, son:

EQUIPOS PARA PRÁCTICAS

1. Compresor de paletas deslizantes Diro
2. Caldera Clayton
3. Torre de enfriamiento
4. Turbina de gas
5. Generador eléctrico diesel
6. Caldera Ce-Rrey
7. Caldera Claver-Brooks
8. Turbina Westinghouse
9. Compresor Ingersoll-Rand
10. Turbina Bellis-marcom
11. Bomba de calor
12. Compresor Worthington
13. Motor GM en línea 6 cilindros
14. Motor Ford en V 8 cilindros

15. Ventilador centrífugo y ducto de aire
16. Cámara de combustión
17. Equipo de refrigeración A $\frac{1}{4}$ HP
18. Equipo de refrigeración B $\frac{1}{3}$ HP
19. Equipo de refrigeración C $\frac{3}{4}$ HP

ALMACENES Y DEPÓSITOS

20. Tanque diesel
21. Tanque de gasolina
22. Depósito de combustible de la turbina de gas
23. Depósito diesel para alimentación de calderas
24. Almacén del laboratorio
25. Zona de almacenamiento temporal

EQUIPOS DE EXHIBICIÓN

26. Intercambiador de calor "The Griscom-Rusell" controlado por presión
27. Intercambiador de calor de tubos de coraza controlado por temperatura
28. Motor de gasolina
29. Motor de vapor Corlis
30. Planta de refrigeración Crasso

EQUIPOS AUXILIARES

31. Planta de tratamiento de agua (1)
32. Planta de tratamiento de agua (2)
33. Torno
34. Agua corriente
35. Compresora

ADMINISTRACIÓN

36. Oficina administrativa
37. Cubículos de ayudantes
38. Baño
39. Cocineta
40. Refrigerador

Figura 3.3 Plano y distribución de equipos en el LMT.

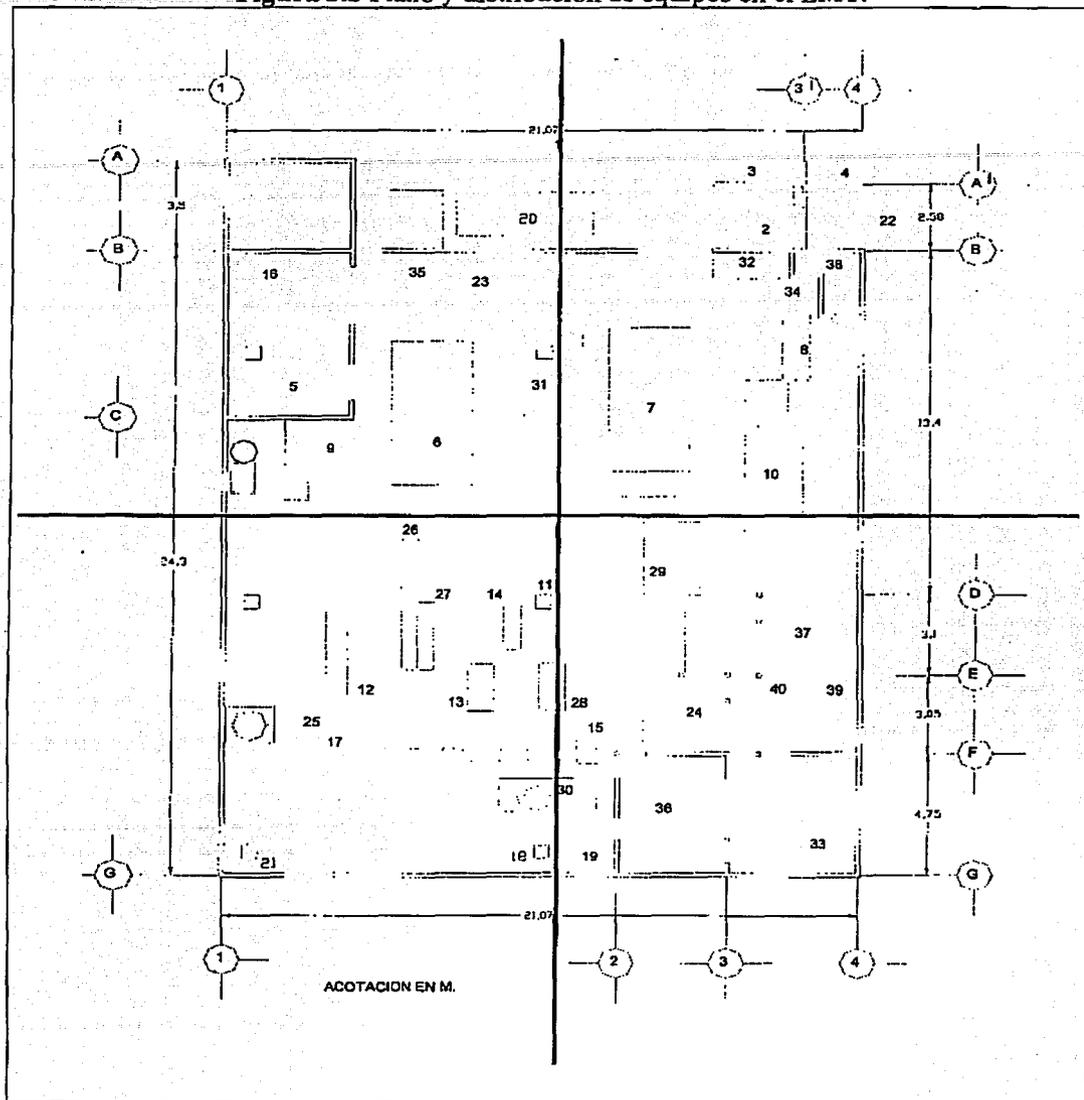


Figura 3.3A Plano 1.

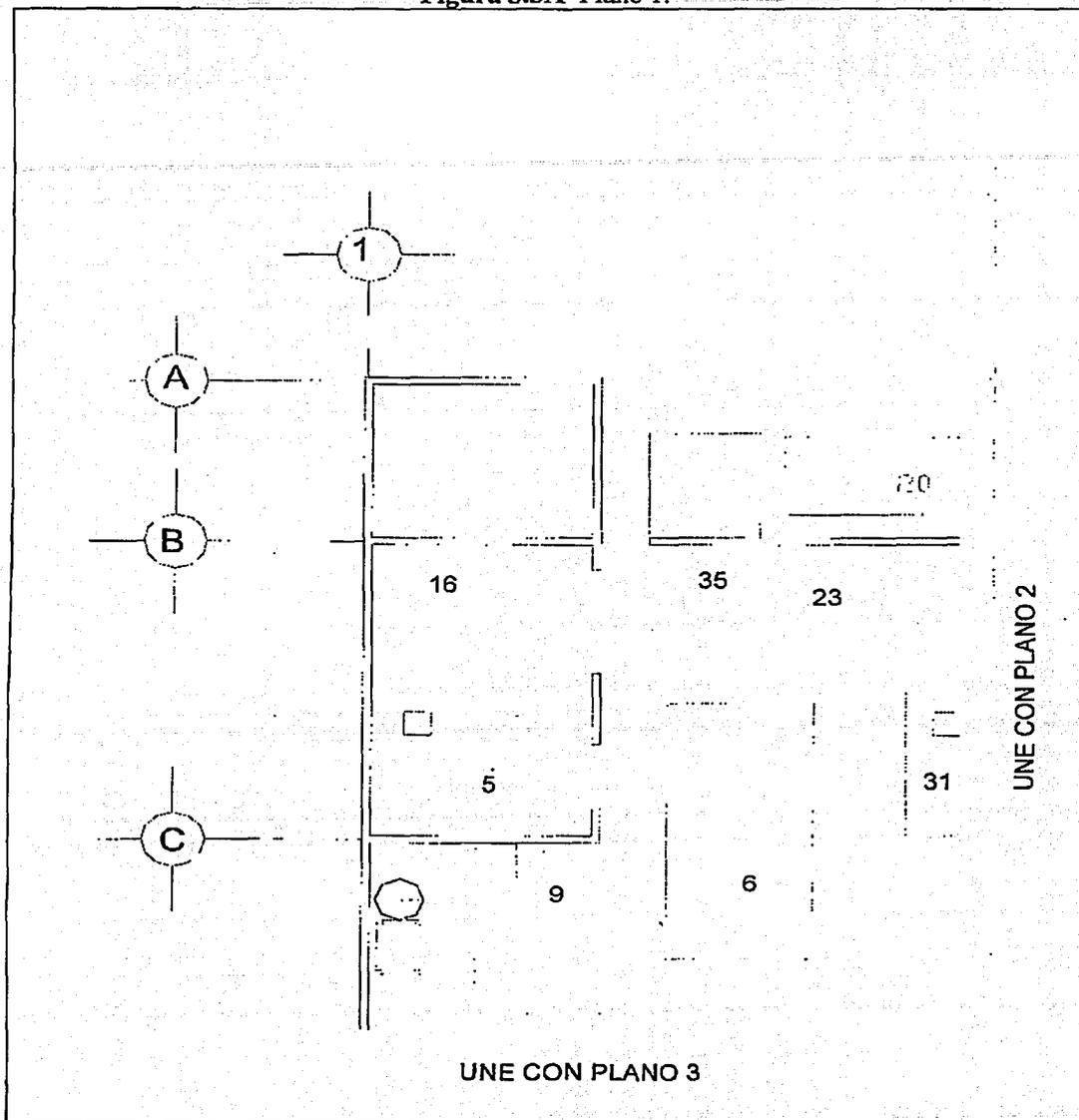


Figura 3.3B Plano 2.

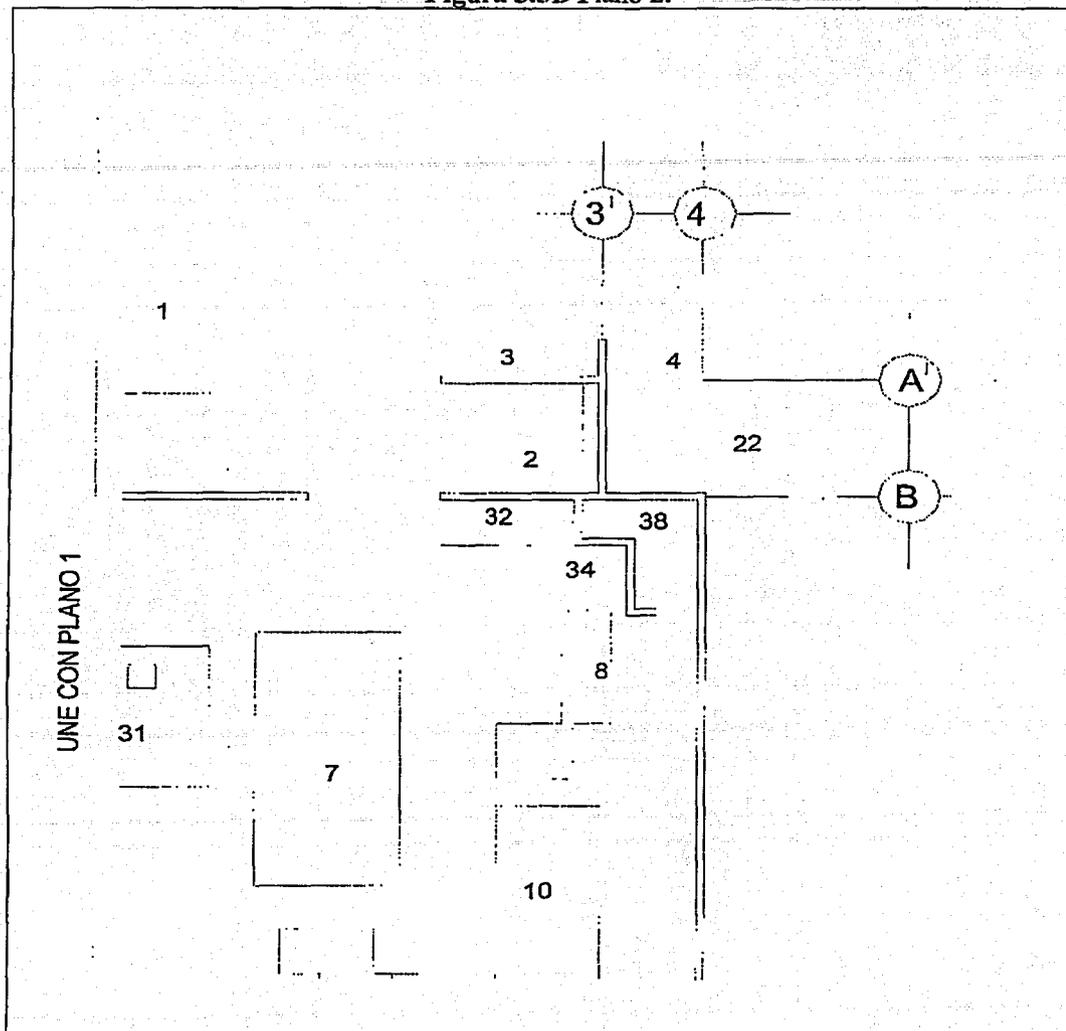


Figura 3.3C Plano 3.

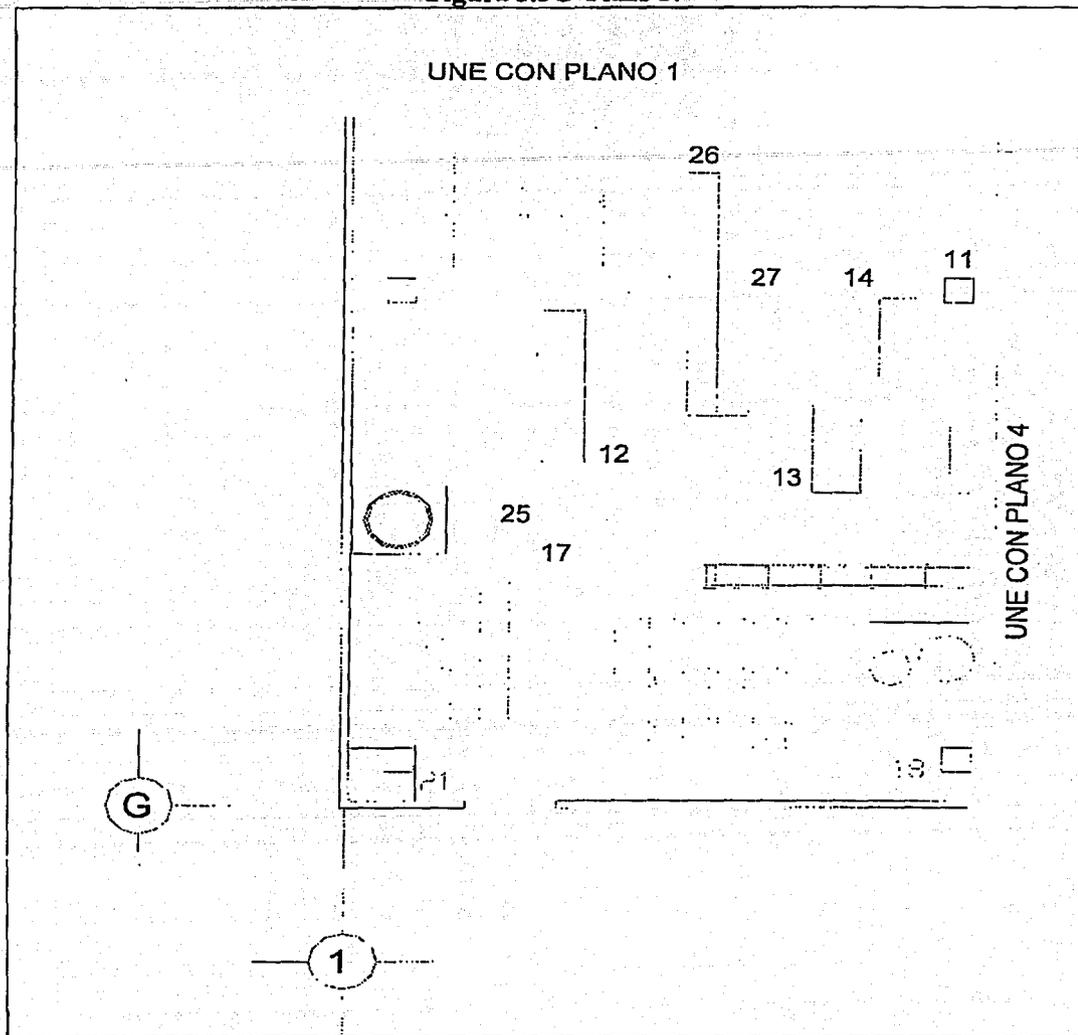
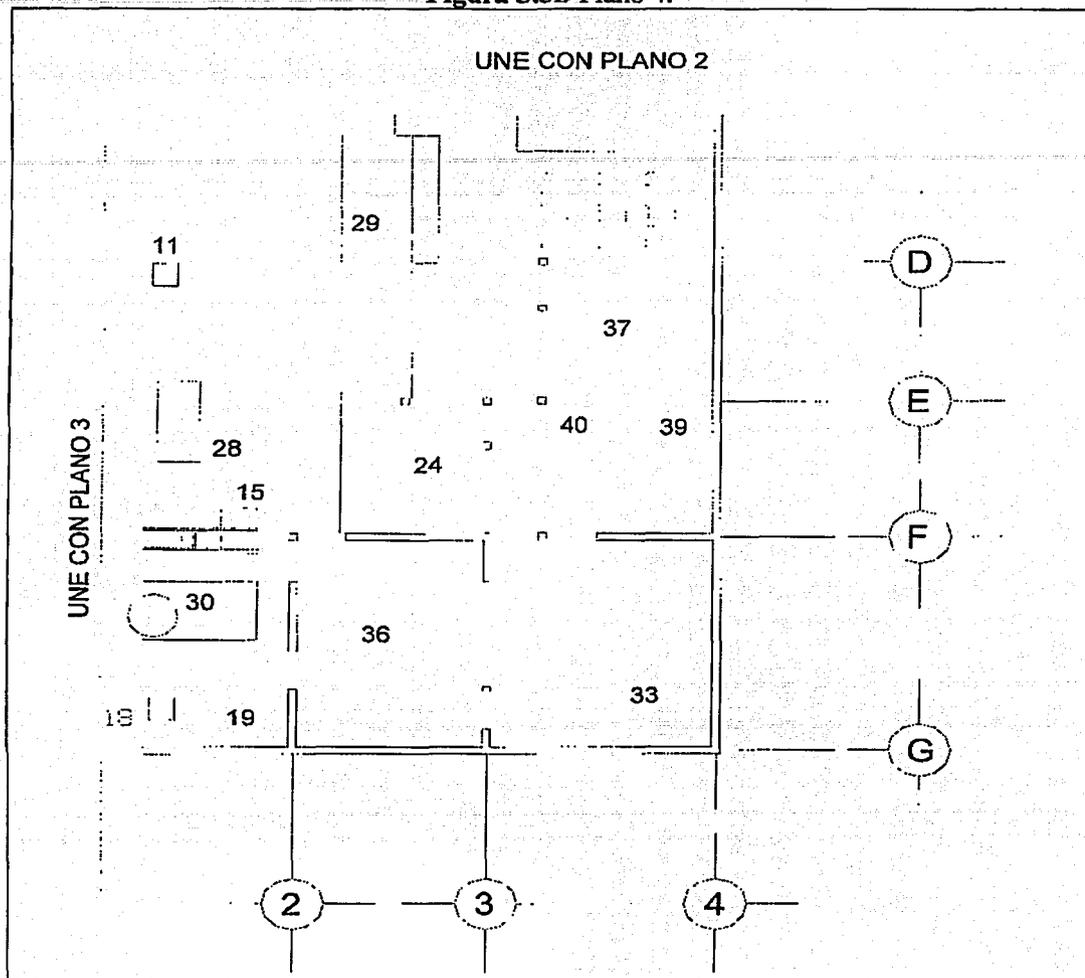


Figura 3.3D Plano 4.



3.3 Descripción del equipo

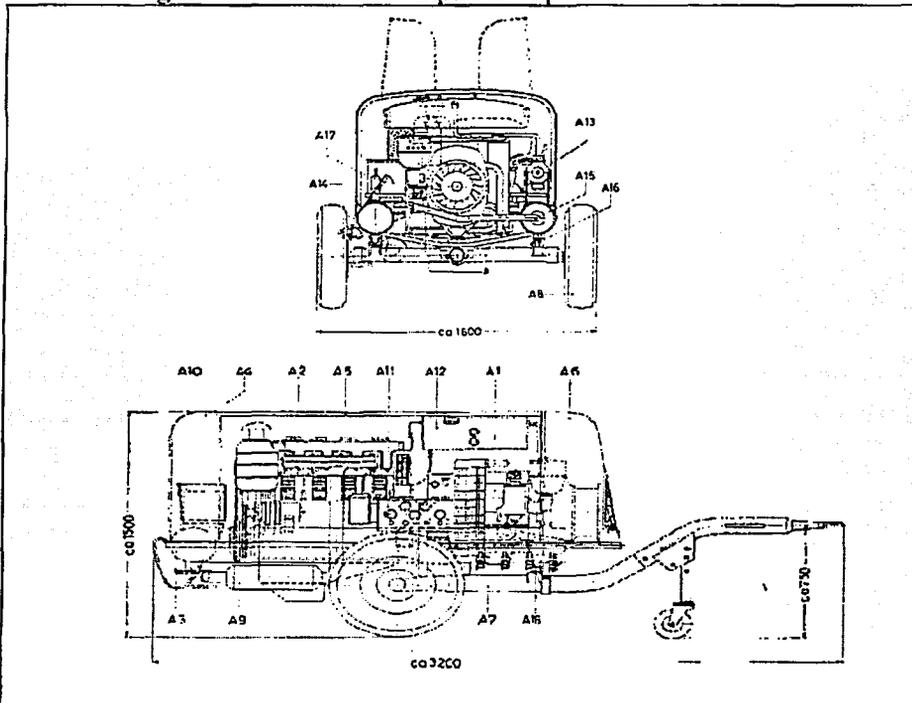
A continuación se presentarán, en forma de fichas técnicas, la descripción de cada uno de los elementos que componen al LMT de acuerdo con el número progresivo que se indica en la figura 3.3. El número que se encuentra enseguida del nombre corresponde a la ubicación del equipo dentro del plano.

COMPRESOR DE PALETAS DESLIZANTES DIRO (1)

Se emplea en la práctica de compresores cuyo objetivo es: introducir y familiarizar al alumno con el estudio de los compresores en general, tanto en aspectos teóricos como prácticos.

El compresor se acciona gracias a un motor diesel, toma aire de la atmósfera aspirado a baja presión, pasa por un filtro de aire, se comprime a la presión media, después es conducido para su enfriamiento a los lados intermedios que se encuentran en los extremos. El aire así comprimido a baja presión pasa a una etapa de alta donde alcanza la presión final prevista. En la figura 3.4 se muestran las partes que constituyen a este compresor.

Figura 3.4 Partes del compresor de paletas deslizantes Diro.



A1 Compresor rotativo

A2 Motor diesel

A3 Chasis de tubo

A4 Pared frontal trasera

A5 Cubiertas superior y laterales

A6 Pared frontal delantera

A7 Eje de suspensión

A8 Rueda de disco con neumático

A9 Amortiguador del escape

A10 Batería

A11 Panel de mandos

A12 Depósito de combustible

A13 Bomba de llenado para el combustible

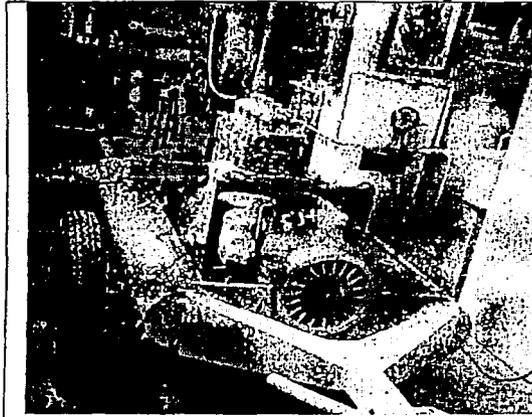
A14 Grifo de aire comprimido

A15 Tubería de impulsión

A16 Grifo de salida y condensaciones

A17 Válvula de seguridad

Figura 3.5 Compresor Diro.

**Datos técnicos.**

Compresor:

Modelo RHL3

Caudal = $6 \text{ m}^3 / \text{min}$.

Presión de servicio = 7 atm.

Velocidad = 1800 rpm.

Potencia = 57 CV.

Consumo de aceite = 80 g / h.

Motor diesel:

Modelo A4L514

Potencia = 60 CV.

Sobrecarga admisible = 10%

Consumo de combustible = 190 g / CV

Efecto ambiental. Provoca ruido (no estimable por estar en reparación), consume diesel y aceite así como grasa para las partes móviles.

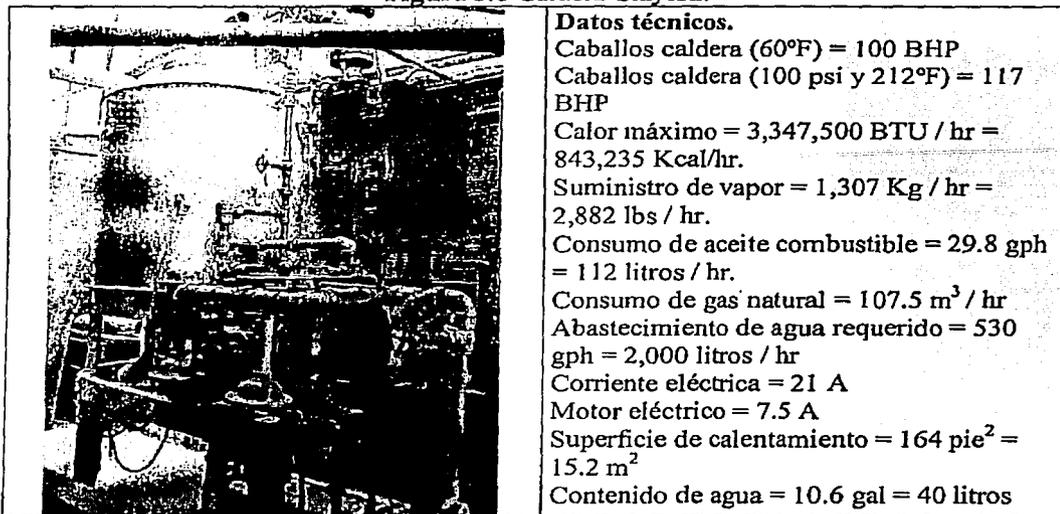
CALDERA CLAYTON (2)

El generador de vapor Clayton suministra vapor de 99% de calidad (menos del 1% de humedad) a su capacidad nominal de caballos caldera y a plena capacidad después de cinco minutos de arranque en frío.

El equipo incluye dispositivos de seguridad para protección contra escasez o falta de agua, falla de quemador, presión excesiva, y sobrecarga eléctrica. Los controles automáticos regulan el flujo del agua de alimentación y suspenden o inician el encendido en el quemador de acuerdo con la demanda de vapor.

El abastecimiento de agua y el retorno de condensados se mezclan en el tanque de condensados y de allí fluyen hacia la bomba de agua de alimentación. El agua es bombeada directamente dentro del serpentín de calentamiento, pasando a través de dicho serpentín, el líquido fluye en dirección contraria a la de los gases de combustión. Al salir de la sección generadora el líquido fluye por un tubo termostático y de la sección helicoidal de la sección de la pared. El vapor es suministrado a través de una válvula de descarga situada en la parte superior del separador de vapor.

Figura 3.6 Caldera Clayton.

**Datos técnicos.**

Caballos caldera (60°F) = 100 BHP

Caballos caldera (100 psi y 212°F) = 117 BHP

Calor máximo = 3,347,500 BTU / hr = 843,235 Kcal/hr.

Suministro de vapor = 1,307 Kg / hr = 2,882 lbs / hr.

Consumo de aceite combustible = 29.8 gph = 112 litros / hr.

Consumo de gas natural = 107.5 m³ / hr

Abastecimiento de agua requerido = 530 gph = 2,000 litros / hr

Corriente eléctrica = 21 A

Motor eléctrico = 7.5 A

Superficie de calentamiento = 164 pie² = 15.2 m²

Contenido de agua = 10.6 gal = 40 litros

Efecto ambiental. Produce humos y ruido (no estimable por estar en reparación), consume agua, energía eléctrica, y aceite en las partes móviles de los motores o bombas que intervienen en el proceso, además, cuando se le da mantenimiento a los tubos interiores se producen óxidos que se descargan en las alcantarillas.

TORRE DE ENFRIAMIENTO (3)

La torre de enfriamiento es un equipo que se emplea para el enfriamiento de agua que sale de las unidades condensadoras que se encuentran en el LMT, con ella se realiza la práctica "torre de enfriamiento" cuyo objetivo es: introducir al alumno al estudio de las torres de enfriamiento así como realizar pruebas para determinar sus características de comportamiento.

El agua que se utiliza para enfriar el condensador sale más caliente y debería desecharse, sin embargo, una alternativa es enfriar el agua mediante una torre. El principio de funcionamiento es simple, se trata de formar una lluvia de agua dentro de una torre, inyectándola por la parte superior y dejando que caiga por gravedad, en contracorriente se hace circular una corriente de aire.

Existen dos tipos principales de torres de enfriamiento: las de tiro inducido y las de tiro forzado. Para el primer caso los ventiladores se encuentran a los lados de la torre y para el segundo se encuentra en la parte superior.

En el LMT la torre de enfriamiento es de tiro inducido, y se muestra en la figura 3.7.

Figura 3.7 Torre de enfriamiento de tiro inducido.

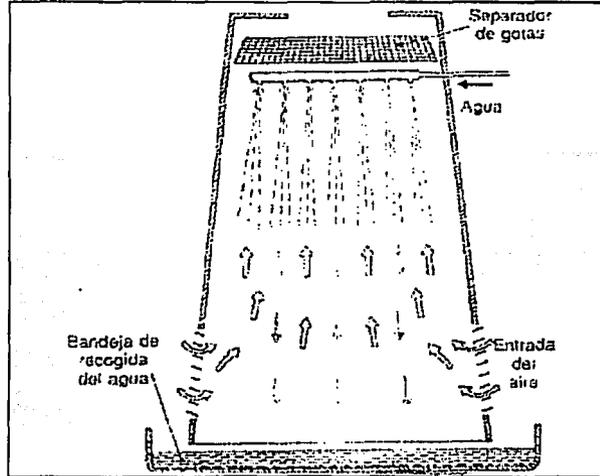


Figura 3.8 Torre de enfriamiento del LMT. Vista inferior.



Datos técnicos.

Alto = 8 m
 Ancho = 2.6 m
 Largo = 2.2 m

2 motores eléctricos:

$P = \frac{3}{4}$ Hp.
 $I = 12.2 / 5.8$ A
 $V = 127 / 220$
 1 Fase
 $F = 50/60$ Hz.

Efecto ambiental. Produce ruido (60 dB) y utiliza dos motores eléctricos que cuando es necesario se engrasan las partes móviles.

TURBINA DE GAS (4)

Una turbina de gas es una máquina que produce trabajo debido a gases calientes; difiere de las de combustión interna convencionales en la forma en que aprovecha los gases calientes.

La figura 3.9 muestra el esquema general de la turbina de gas instalada en el LMT.

Figura 3.9 Turbina de gas y sus elementos principales.

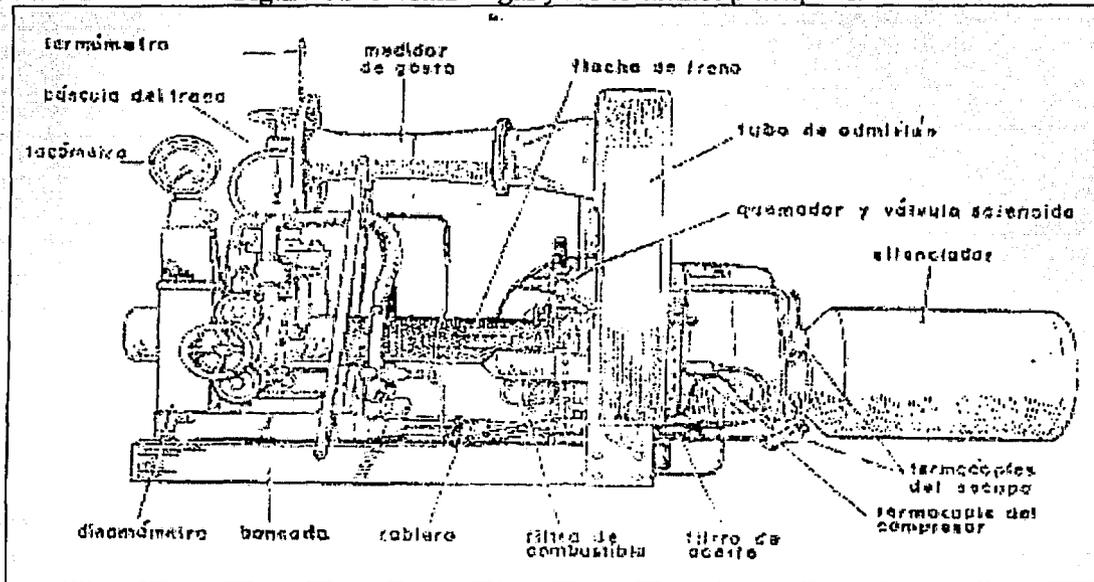
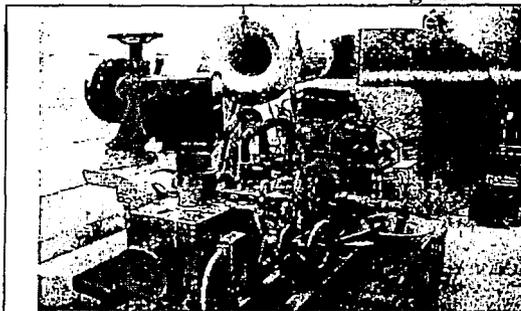


Figura 3.10 Turbina de gas.



Datos técnicos.

Potencia al freno 60 bhp (45 kW)
 Velocidad de la turbina 46,000 rpm
 Velocidad de la flecha 3,000 rpm
 Compresor centrífugo de una sola etapa
 Turbina axial de una sola etapa, marca Rover IS/60
 Flujo másico de aire: 0.603 kg/s (1.33 lb/s)
 Consumo específico de combustible: 0.635 kg/bhp/h (1.4 lb/bhp/h)

Efecto ambiental. Produce ruido (115 dB), consume diesel, aceite como agente lubricante, grasa para las partes móviles y agua como medio de enfriamiento.

MOTOR DIESEL (5)

La figura 3.12 muestra el funcionamiento del Motor Diesel de 2 tiempos. En este motor se usa un soplador o compresor de aire para arrastrar hacia fuera los gases de escape y para alimentar de aire fresco, este soplador es actuado por la flecha del motor. El aire es admitido por la lumbrera de admisión y los gases se desalojan a través una válvula de escape, que en el caso de la figura está en la parte superior del cilindro.

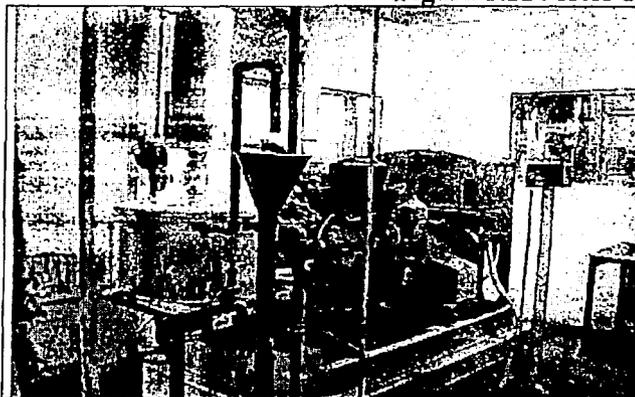
Al final de la carrera descendente del pistón, los gases ya expandidos se extraen del cilindro y se reemplazan por aire fresco. Al subir el émbolo, el aire se comprime y la presión se eleva cuando llega al punto muerto superior. En este momento se efectúa la inyección del combustible finamente atomizado que al encontrarse con estas condiciones de presión y temperatura, se inflama provocando la expansión de los gases y generando la carrera de potencia.

La máquina realiza un ciclo completo por cada revolución. Los motores de 2 tiempos tienen un uso muy extenso y entre sus principales diferencias respecto al de 4 tiempos están las siguientes:

- a. Menos pérdidas de fricción por H.P.
- b. Motor más compacto y liviano .
- c. Construcción más simple.
- d. Mayores pérdidas de mezcla fresca.
- e. Mayores pérdidas en la admisión de aire y expulsión de gases

Efecto ambiental. El motor quema diesel, utiliza agua para su sistema de enfriamiento y aceite para el de lubricación además grasa para las partes móviles, provoca ruido (118 dB).

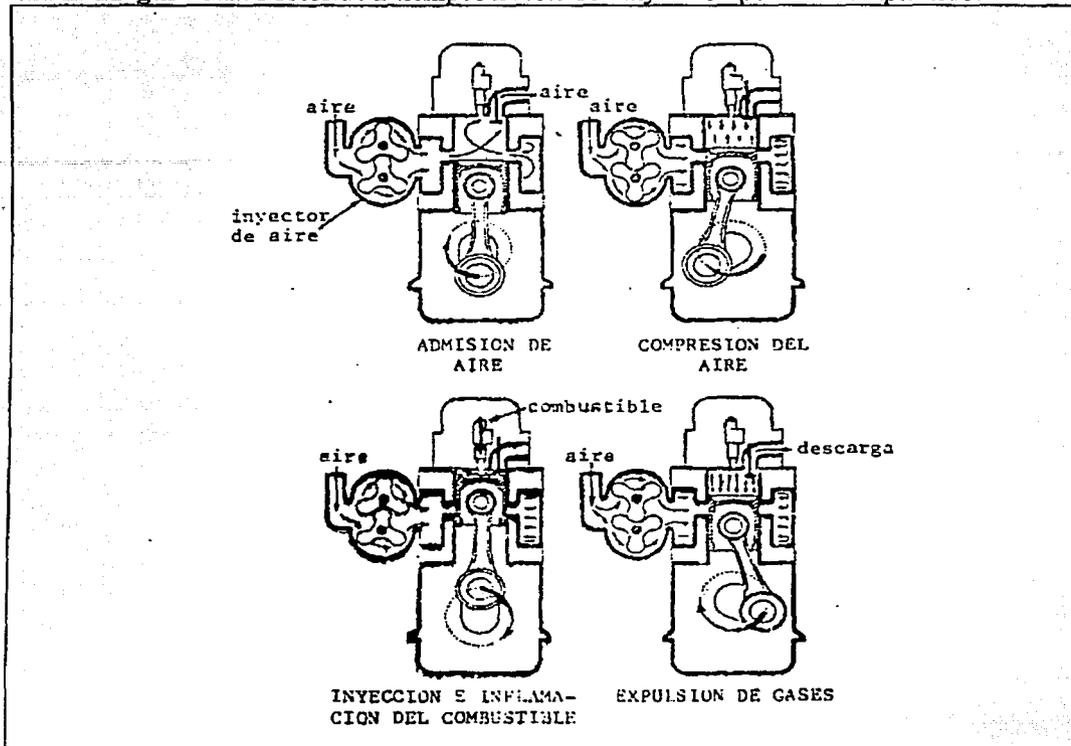
Figura 3.11 Motor diesel.



Datos técnicos.

Motor es General Motors.
 Dos tiempos y dos cilindros.
 Generador:
 Capacidad = 27.5 kW ,
 50 ciclos
 3 Fases
 V = 220 V
 Freno hidráulico:
 Carga = 12 /14 Kg.
 RPM = 3000 rpm.

Figura 3.12 Motor de 2 tiempos Diesel con inyección por aire comprimido.



CALDERA CE-RREY (6)

El laboratorio cuenta con dos calderas una de ellas, "la Ce-Rrey" es la que actualmente se utiliza para alimentar de vapor todos los procesos que así lo requieran. En la figura 3.13 se muestra el esquema de ésta caldera.

Esta caldera se utiliza para proveer de vapor a las turbinas y realizar las prácticas "generadores de vapor y calorímetros" y "ciclo Rankine" sus objetivos son:

- describir los elementos que constituyen los dos generadores de vapor instalado en el Laboratorio de máquinas térmicas.
- calcular la superficie de calefacción, la capacidad y eficiencia de una caldera, y los gastos de combustible y vapor.
- estudiar brevemente la naturaleza del vapor, la importancia de la humedad en el mismo y cómo se mide.
- estudiar el ciclo ideal de Rankine, y sus modificaciones.
- calcular las eficiencias de los equipos que intervienen en el ciclo.

La caldera es un intercambiador de calor, que transmite la energía gracias a la combustión del diesel transmitida al fluido, comúnmente agua, para obtener vapor. La figura 3.14

muestra a la caldera acompañada del conjunto de equipos que forman lo que se llama "generador de vapor", así como el flujo de agua, aire y combustible que intervienen en el proceso.

La transferencia de calor se realiza a través de una superficie de calefacción, formada por paredes y bancos de tubos. La superficie de calefacción es el área de una caldera que por un lado está en contacto con los gases y por el otro, con el agua que se desea calentar y vaporar.

Existe una gran variedad de tamaños: desde las domésticas para calefacción, hasta las que se usan en plantas termoeléctricas capaces de producir hasta 1,250 kg/s de vapor, a presiones de aproximadamente 17.5 a 28.0 MPa, y temperaturas de sobrecalentamiento superiores a los 530 °C.

Efecto ambiental. Produce humos por la quema del diesel y ruido (80 dB), consume agua, energía eléctrica, y aceite en las partes móviles de los motores o bombas que intervienen en el proceso, además cuando se le da mantenimiento a los tubos interiores se producen óxidos.

Figura 3.13 Caldera Ce-Rrey con algunos elementos.

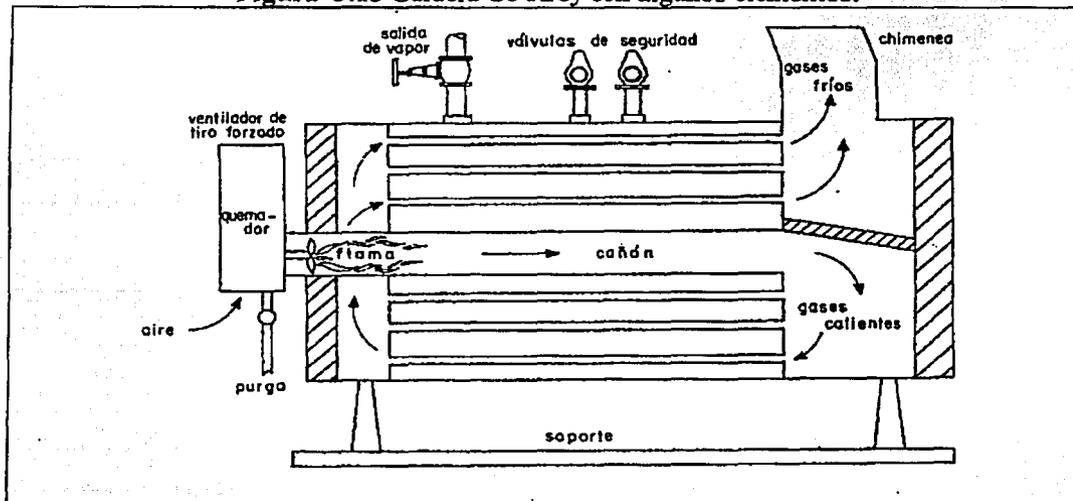


Figura 3.14 Diagrama de flujo de aire, combustible y agua.

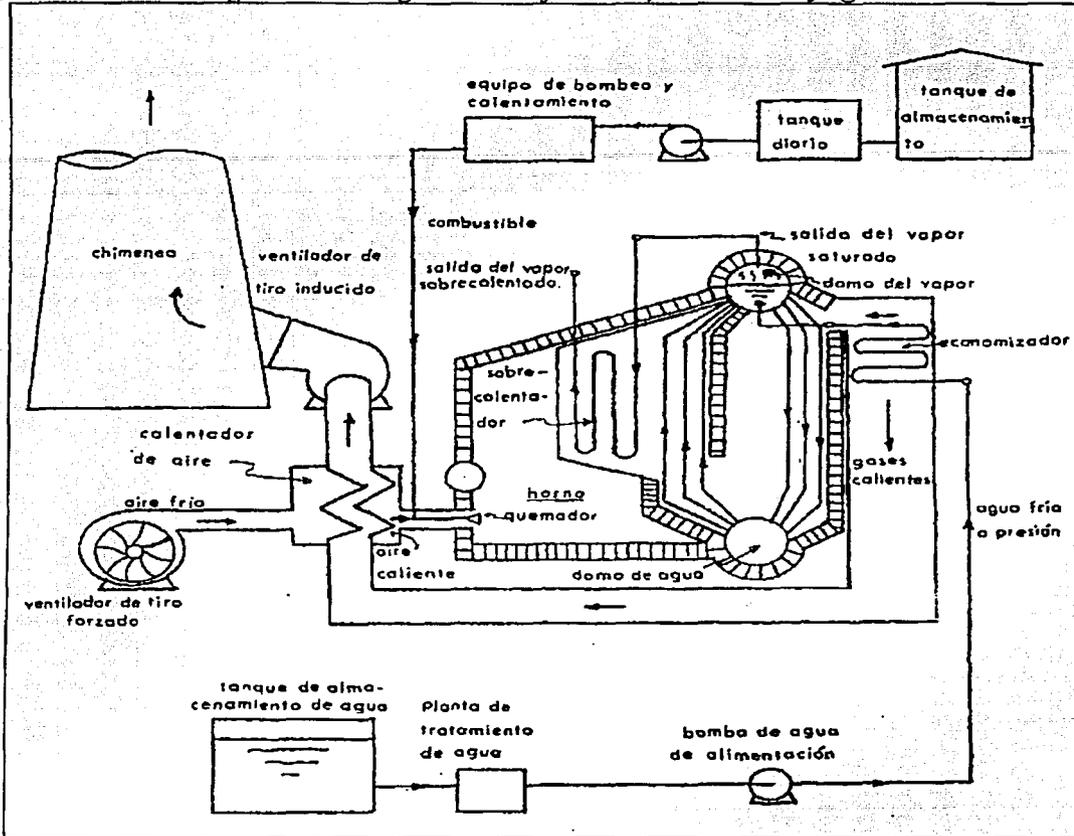
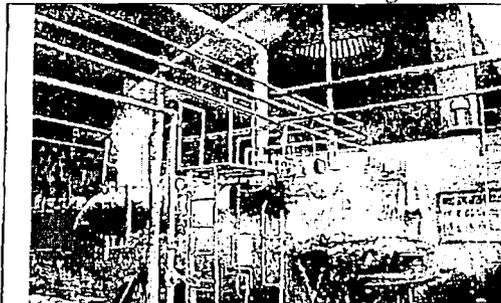


Figura 3.15. Caldera Ce-Rrey



Datos técnicos.

Capacidad = 1568 Kg. / hr.
 Presión de diseño = 10.5 Kg. / cm²
 Superficie de calefacción = 47.55 m²

CALDERA CLEAVER – BROOKS (7)

Se utiliza de forma similar a la caldera vista anteriormente, la diferencia está en las especificaciones técnicas.

La caldera “Cleaver-Brooks” es de acero soldado, tiene un quemador, un receptáculo de presión, controles de quemador, ventilador de aire a presión, registro, bomba de aire, refractario y algunos componentes adicionales que en la figura 3.16 se ven con más detalle.

Figura 3.16 Caldera Cleaver – Brooks con sus elementos principales.

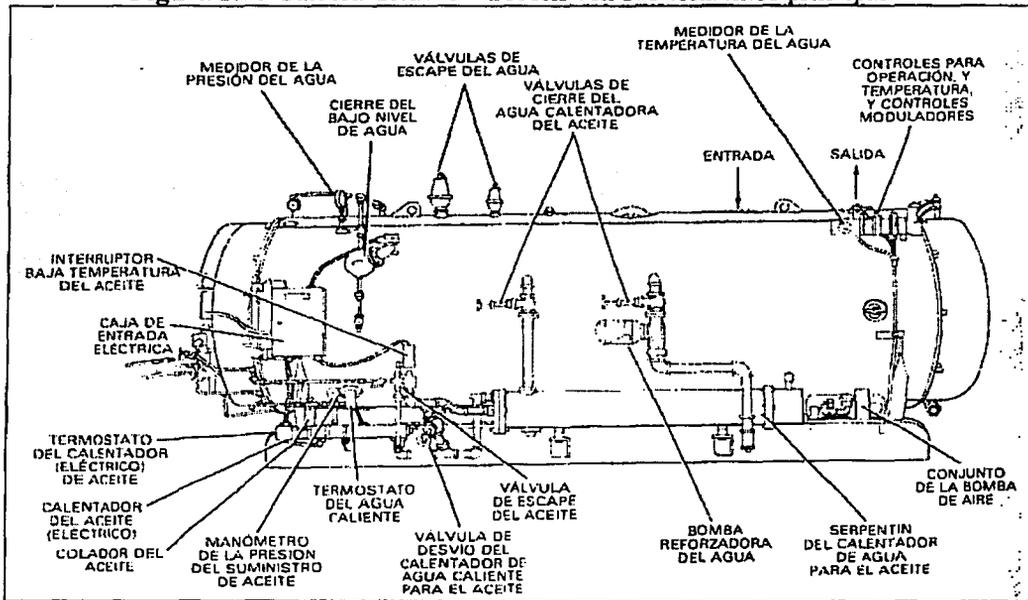
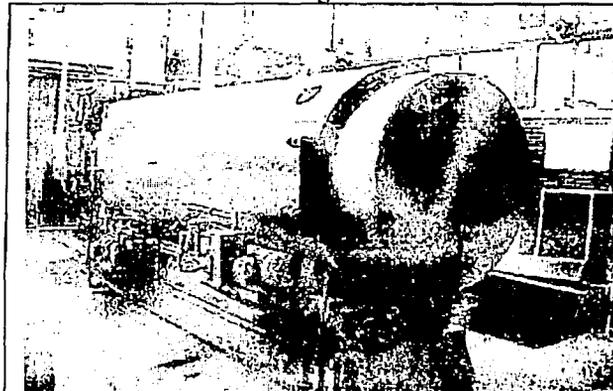


Figura 3.17 Caldera Cleaver – Brooks



Datos técnicos.

Adquisición 1997

Presión máxima = 10.6 Kg. / cm²

Capacidad = 1565 Kg. / hr.

Requerimientos eléctricos: 220 v, 3 F, 60 Hz. 7.8 A.

Motovenilador 3 Hp.

Motocompresor 2 Hp.

Circuito de control:

110 v, 1 F, 60 Hz, 7 A.

Efecto ambiental. Al igual que la caldera Ce-Rrey, esta produce humos por la quema del diesel y ruido (80 dB), consume agua, energía eléctrica, y aceite en las partes móviles de los motores o bombas que intervienen en el proceso, además, cuando se le da mantenimiento a los tubos interiores se producen óxidos.

TURBINA WESTINGHOUSE (8)

Esta turbina es utilizada en la práctica de "Ciclo Rankine", los objetivos son:

- estudiar el ciclo ideal de Rankine, y sus modificaciones.
- calcular las eficiencias de los equipos que intervienen en el ciclo.

El ciclo de Rankine es usado para expresar el comportamiento ideal de una máquina reciprocante de vapor o de una turbina, que operan en conjunto con otro equipo y forman lo que se llama una planta de vapor.

Para esta práctica, la máquina de vapor será una turbina (Turbina Westinghouse) y como equipo adicional se tienen una caldera, un condensador y una bomba de agua de alimentación, tal como aparece en la figura 3.19.

La turbina es marca Westinghouse acoplada directamente a un generador de corriente continua con devanado compound de una capacidad de 10 Kw. Es de simple impulso con un sólo rodete y con inversión del escape, para que el vapor que sale del rodete, previa inversión del sentido de su velocidad por unas guías, pase nuevamente entre los alabes y transmita una cantidad adicional de energía al eje.

Efecto ambiental. Provoca ruido (70 dB), el condensado se traslada a la torre de enfriamiento, para lubricar se ocupan aceites y grasas para las partes móviles.

Figura 3.18 Turbina Westinghouse.

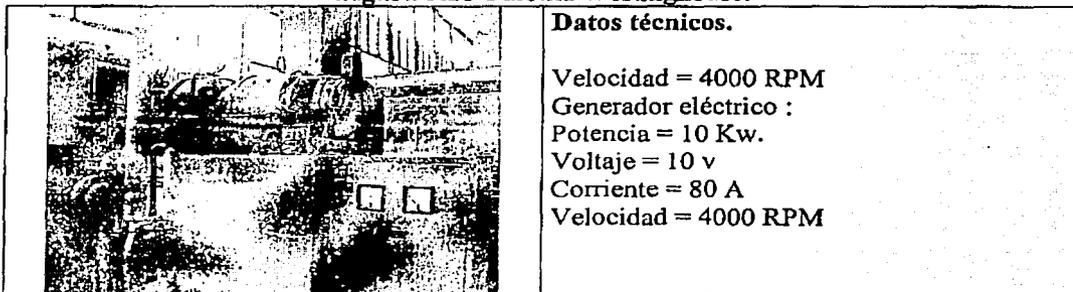
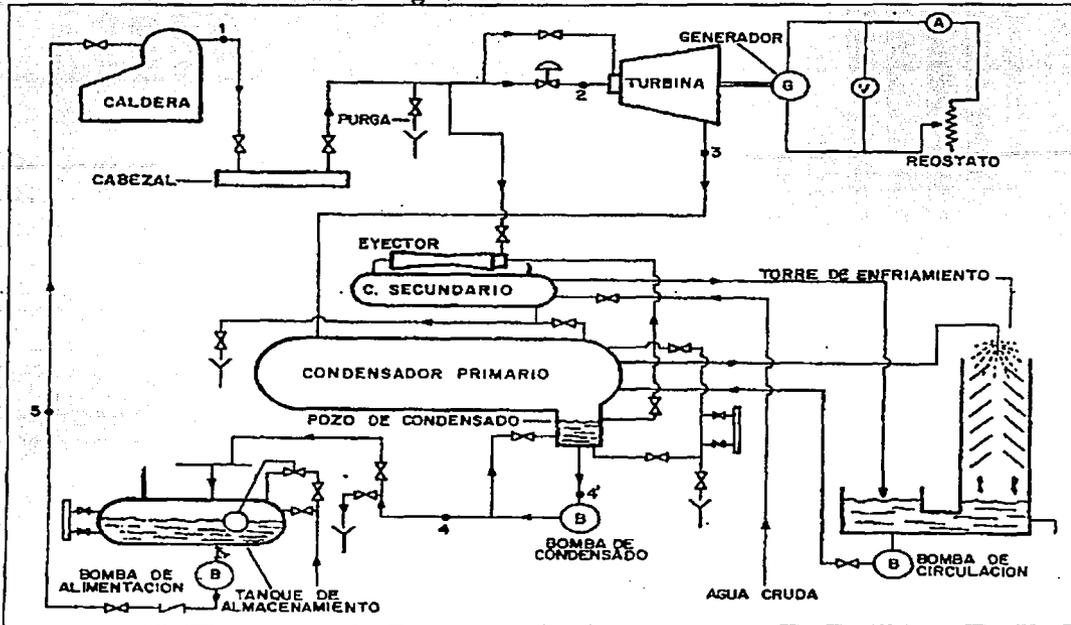


Figura 3.19 Ciclo Rankine.



COMPRESOR INGERSOLL-RAND (9)

Este equipo se utiliza para la practica de "compresores", cuyos objetivos son:

- introducir al alumno al estudio de los compresores en general.
- familiarizar al alumno con los compresores para aire recíprocos y de paletas deslizantes, tanto en aspectos teóricos como prácticos.

Un compresor es una máquina que se utiliza para elevar la presión de los gases a un valor mayor que la presión atmosférica. Los gases a presiones mayores que la atmosférica son de uso común en la industria, sobre todo si ese gas es aire, debido a la gran aplicación que tiene como elemento de transmisión de energía. Hay diferentes tipos de compresores, para efecto de esta investigación sólo se analizan los que se encuentran en el LMT.

Figura 3.20 Representación de un pistón dentro del compresor.

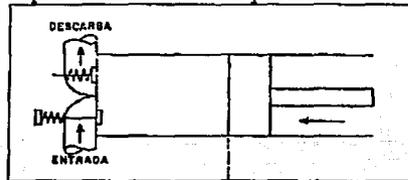
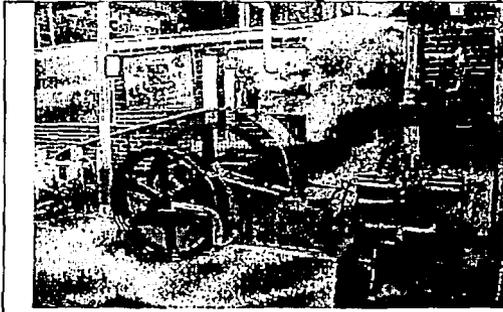


Figura 3.21 Compressor Ingersoll-Rand.

**Datos técnicos.**

Reciprocante de doble efecto y un paso.
 Cilindro horizontal
 Enfriado por agua circulante
 Longitud de la carrera = 152 mm (6")
 Diámetro del pistón 178 mm (7")
 Diámetro del vástago = 35 mm (1 3/8")

Efecto ambiental. Utiliza aceite para lubricar, agua para el sistema de enfriamiento, provoca ruido (98 dB), en algunas partes móviles utiliza grasa y consume energía eléctrica para su funcionamiento.

TURBINA BELLIS-MARCOM (10)

Esta turbina se utiliza para la práctica "turbinas de vapor" y sus objetivos son:

- introducir al alumno al campo de las turbinas de vapor estudiando sus partes fundamentales y los principios termodinámicos que las rigen.
- analizar el comportamiento de una turbina bajo diferentes condiciones de carga graficando sus curvas características y calculando sus eficiencias.
- estudiar al condensador como equipo auxiliar principal.

En las turbinas de vapor existe una doble transformación de energía; el calor es primero transformado en energía cinética debido a la expansión en las toberas, después la energía cinética es transformada en trabajo en las aspas del rotor.

En la figura 3.22 puede verse con claridad como se aprovecha la energía interna del vapor a presión para crear fuerzas de trabajo.

El esquema (a) de la figura muestra un pistón de una máquina reciprocante; el vapor ejerce una presión igual en las paredes del cilindro y en el pistón. Al desplazarse el émbolo el vapor realiza un trabajo, utilizando parte de su energía interna para hacerlo. El vapor se enfría cuando la presión cae.

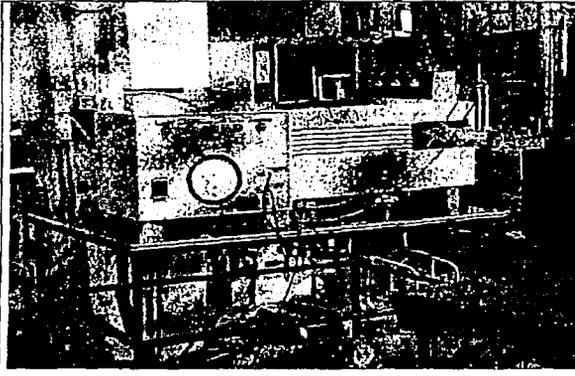
De igual forma en el esquema (b) el vapor ejerce una presión igual sobre las paredes, pero escapa a través de una tobera formando un chorro (jet) de alta velocidad.

Se cuenta con válvulas de control de las toberas para poder disponer de un control de las áreas de alimentación.

Las partes interiores de la turbina son intercambiables, de modo que puede hacerse una selección de ruedas y diafragmas para simular cualquiera de los arreglos usuales en las turbinas de impulso.

Los arreglos que se pueden tener en esta turbina son:

Figura 3.25 Bomba de calor.

**Datos técnicos.**

Modelo VH215

Consumo de energía máximo. Aire acondicionado: 1.5 kW.

Consumo de energía. Calentador de inmersión: 2 kW

Flujo máximo de agua de enfriamiento: 5 l / min.

Volumen nominal de aire: 9

Capacidad de calentamiento: 1.8 a 3.5 kW.

Capacidad de enfriamiento: 6000 a 12000 Btu / Hr.

Efecto ambiental. Provoca ruido (60 dB), consume energía eléctrica, ocupa grasa para las partes móviles y utiliza agua para su funcionamiento, así como refrigerante R12.

COMPRESOR WORTHINGTON (12)

Es similar al "Compresor Ingersoll-Rand", sólo que este tiene un interenfriador un postenfriador y el diseño del filtro de aire es diferente.

El "Compresor Worthington", es de desplazamiento positivo o flujo intermitente, además de ser recíprocante. Está constituido por un cilindro dentro del cual un émbolo se desplaza con movimiento alternativo, aspirando el gas cuando se mueve en una dirección y comprimiéndolo cuando se desplaza en el sentido opuesto, la entrada y salida del gas se regula por medio de válvulas. Por otra parte este compresor es de doble efecto, ya que las dos caras del émbolo se emplean para efectuar la compresión; de un paso o una etapa debido a que el incremento total de la presión se efectúa en un sólo cilindro y por la disposición del émbolo es horizontal. En la figura 3.27 se muestra la instalación de este compresor en el LMT.

Figura 3.26 Compresor Worthington.

**Datos técnicos.**

Recíprocante de doble efecto y un paso

Cilindro horizontal

Enfriado por agua circulante

Longitud de la carrera = 228 mm (9")

Diámetro del pistón = 203 mm (8")

Diámetro del vástago = 41 mm (1 5/8")

**FALTA
PAGINA**

37

**FALTA
PAGINA**

38

Figura 3.25 Bomba de calor.

**Datos técnicos.**

Modelo VH215

Consumo de energía máximo. Aire acondicionado: 1.5 kW.

Consumo de energía. Calentador de inmersión: 2 kW

Flujo máximo de agua de enfriamiento: 5 l / min.

Volumen nominal de aire: 9

Capacidad de calentamiento: 1.8 a 3.5 kW.

Capacidad de enfriamiento: 6000 a 12000 Btu / Hr.

Efecto ambiental. Provoca ruido (60 dB), consume energía eléctrica, ocupa grasa para las partes móviles y utiliza agua para su funcionamiento, así como refrigerante R12.

COMPRESOR WORTHINGTON (12)

Es similar al "Compresor Ingersoll-Rand", sólo que este tiene un interenfriador un postenfriador y el diseño del filtro de aire es diferente.

El "Compresor Worthington", es de desplazamiento positivo o flujo intermitente, además de ser recíprocante. Está constituido por un cilindro dentro del cual un émbolo se desplaza con movimiento alternativo, aspirando el gas cuando se mueve en una dirección y comprimiéndolo cuando se desplaza en el sentido opuesto, la entrada y salida del gas se regula por medio de válvulas. Por otra parte este compresor es de doble efecto, ya que las dos caras del émbolo se emplean para efectuar la compresión; de un paso o una etapa debido a que el incremento total de la presión se efectúa en un sólo cilindro y por la disposición del émbolo es horizontal. En la figura 3.27 se muestra la instalación de este compresor en el LMT.

Figura 3.26 Compresor Worthington.

**Datos técnicos.**

Recíprocante de doble efecto y un paso

Cilindro horizontal

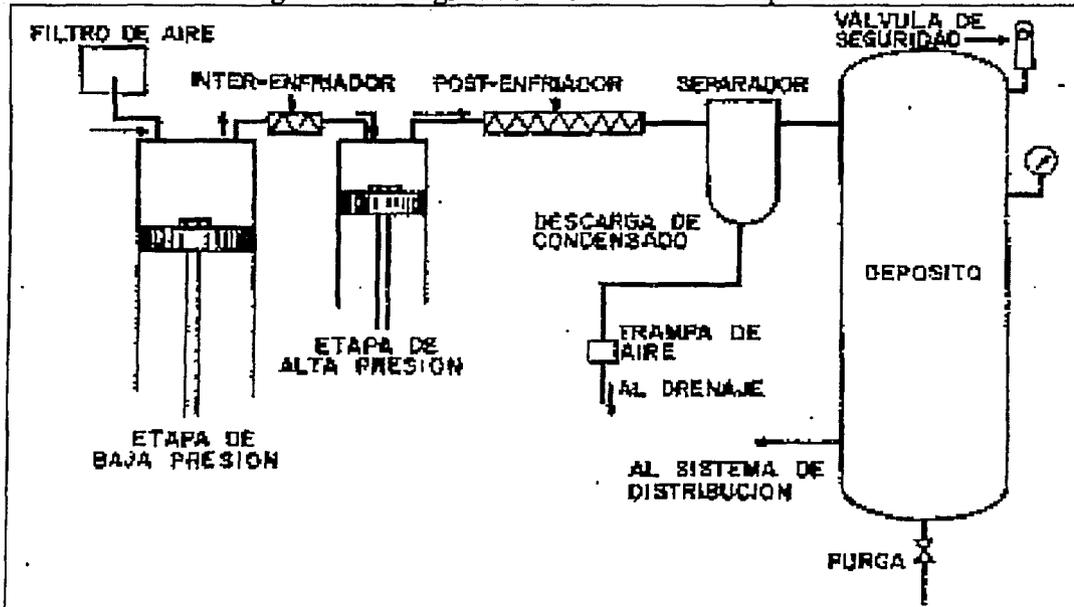
Enfriado por agua circulante

Longitud de la carrera = 228 mm (9")

Diámetro del pistón = 203 mm (8")

Diámetro del vástago = 41 mm (1 5/8")

Figura 3.27 Diagrama de instalación del compresor.



Efecto ambiental. Este compresor utiliza aceite para lubricar, agua para el sistema de enfriamiento, provoca ruido (87 dB), en algunas partes móviles grasa y consume energía eléctrica para su funcionamiento.

MOTOR ENCENDIDO POR CHISPA (13 y 14)

El motor se utiliza para realizar la práctica que lleva su nombre, los objetivos de esta son:

- Estudiar el ciclo termodinámico del motor encendido por chispa (ECH).
- Mostrar las diferencias entre el ciclo teórico y el ciclo real para un motor de gasolina.

Describirlos sistemas principales de funcionamiento de los motores encendidos por chispa.

Obtener los parámetros principales de operación y curvas de comportamiento tanto a velocidad constante como variable para el motor.

El motor encendido por chispa basa su funcionamiento el ciclo Otto de cuatro o dos carreras o tiempos. Para efectuar prácticamente el ciclo, se requiere de un émbolo recíprocante, un cilindro y un mecanismo biela-manivela, tal como se muestra en la figura 3.28.

El émbolo o pistón tiene un movimiento recíprocante dentro del cilindro, alcanzando de esta manera dos posiciones extremas, que se les conoce como punto muerto superior (PMS) y punto muerto inferior (PMI). Cuando el émbolo se encuentra en el PMS, En el cilindro se tiene el menor volumen, correspondiente a la cámara de combustión, y cuando el pistón se encuentra en el PMI, se tiene el mayor volumen; al desplazamiento del émbolo del PMS al

PMI o viceversa, se le conoce como carrera. En la figura 3.28 se muestra un esquema de este ciclo.

Efecto ambiental. Utiliza gasolina, agua como agente de enfriamiento, aceite para lubricar, grasa en las partes móviles y provoca ruido (82 dB).

Figura 3.28 Ciclo del motor encendido por chispa.

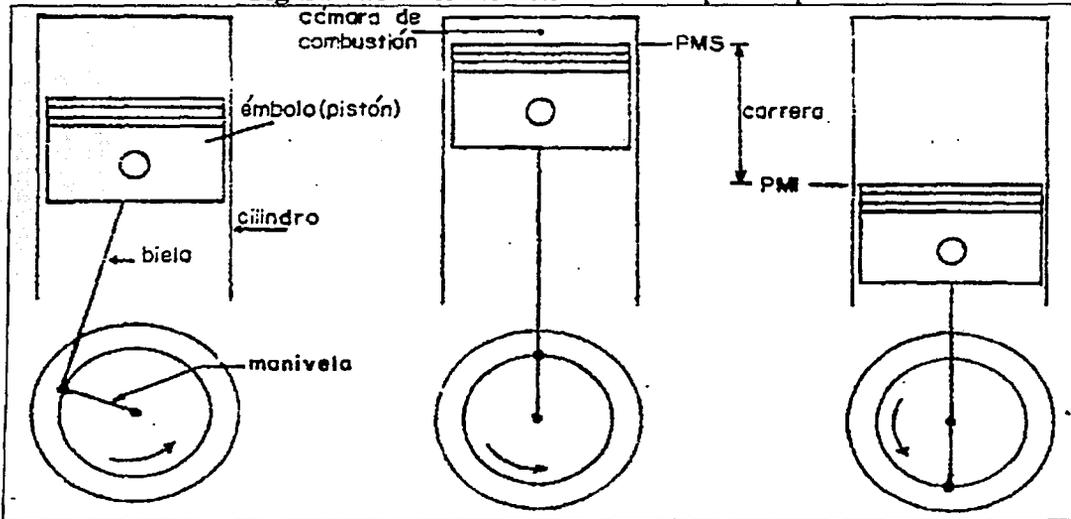
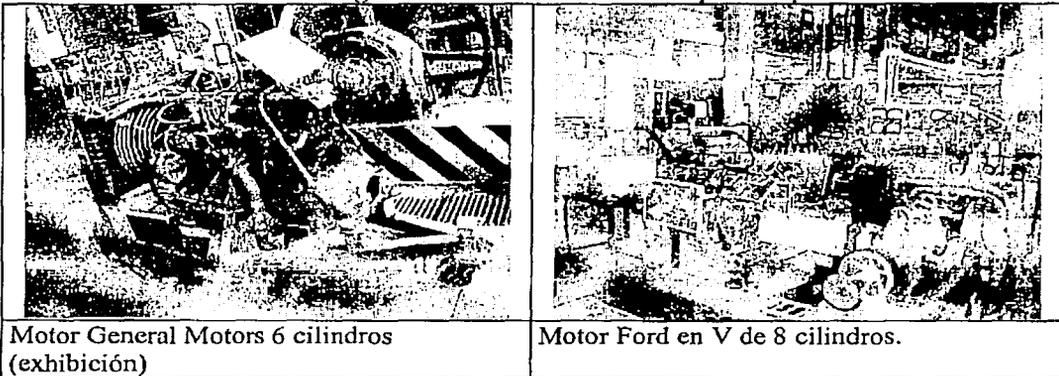


Figura 3.29 Motores encendido por chispa.



Motor General Motors 6 cilindros (exhibición)

Motor Ford en V de 8 cilindros.

VENTILADOR CENTRÍFUGO Y DUCTO DE AIRE (15)

El ventilador se utiliza para la práctica de "ventiladores", esta tiene como objetivos:

- Introducir al alumno al estudio de los ventiladores, considerándolos como un caso especial de los compresores.

- Realizar la prueba elemental a un ventilador para determinar sus características de comportamiento y expresarlas mediante gráficas.

Un ventilador es una máquina propulsora de aire en forma continua por acción aerodinámica. Hay tres tipos básicos de ventiladores: centrífugos, helicoidales y axiales.

El ventilador que se encuentra en el laboratorio es de tipo centrífugo, con los alabes curvados hacia atrás respecto a la dirección de rotación; aspira el aire directamente de la atmósfera, por lo que a la entrada la presión estática es igual a la presión atmosférica, y la velocidad del flujo es nula. El ventilador descarga en un ducto de sección cuadrada, al cual se le han adaptado dispositivos para medir y regular el caudal, en la figura 3.30 se muestra un esquema de la forma del ventilador.

Figura 3.30 Representación de un ventilador centrífugo.

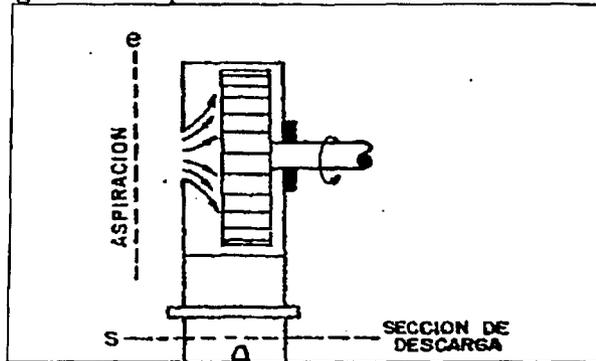


Figura 3.31 Ventilador centrífugo y ducto de aire



Datos técnicos.

Tipo centrífugo
Tiro inducido
 $V = 220 / 440 \text{ V.}$
 $I = 9.4 / 4.7 \text{ A.}$
 $L = 6 \text{ m.}$

Efecto ambiental. Provoca ruido (77dB), consume energía eléctrica y ocupa grasa para las partes móviles.

CÁMARA DE COMBUSTIÓN (16)

La combustión es una reacción química (oxidación) entre los componentes de combustible y oxígeno en el aire. La reacción es rápida y caliente, luz y energía pueden transformarse en una flama. La cual comenzada por una fuente de ignición, se propaga. El proceso requiere

de una sustancia que se queme, y esta es usualmente un combustible, como carbón, aceite o gas.

En perfecta combustión de hidrocarburos todo el hidrógeno y carbono en el combustible son oxidados para producir principalmente dióxido de carbono (CO_2) y agua (H_2O). También si el aire es insuficiente, la combustión será incompleta, es decir, una parte de ese combustible no se oxida. Esto significa incrementar los niveles de monóxido de carbono (CO) en el gas combustible lo cual puede ser peligroso, además de que contamina el aire.

En la figura 3.32 se muestra el esquema de la cámara de combustión que se encuentra en el LMT.

Figura 3.32 Cámara de gas con algunos de sus componentes.

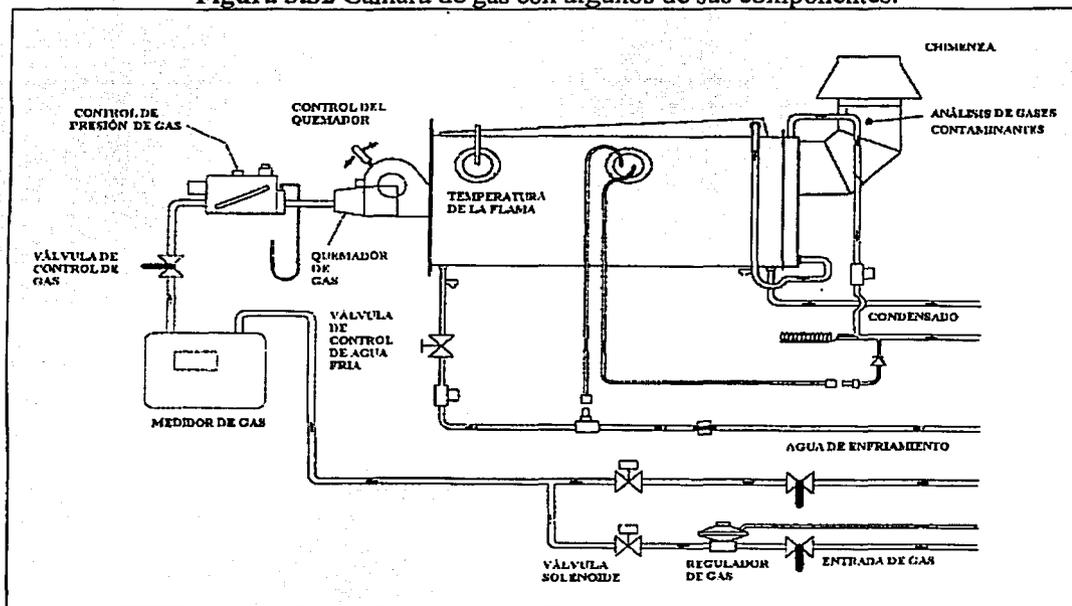
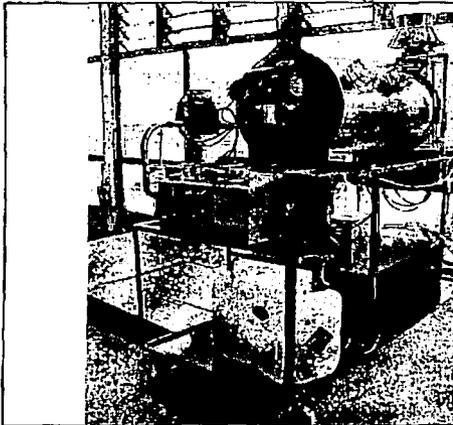


Figura 3.33 Cámara de combustión



Datos técnicos

Eléctricos:

Potencia = 250 W

Voltaje = 230 V

Frecuencia = 50 Hz.

Demanda de agua fría = $400 \text{ cm}^3 / \text{s}$

Consumo máximo de:

Gas natural = 8.4 Kg. / hr. A una presión de 2 bar.

Propano = 7.4 Kg. / hr.

Butano = 10 Kg. / hr.

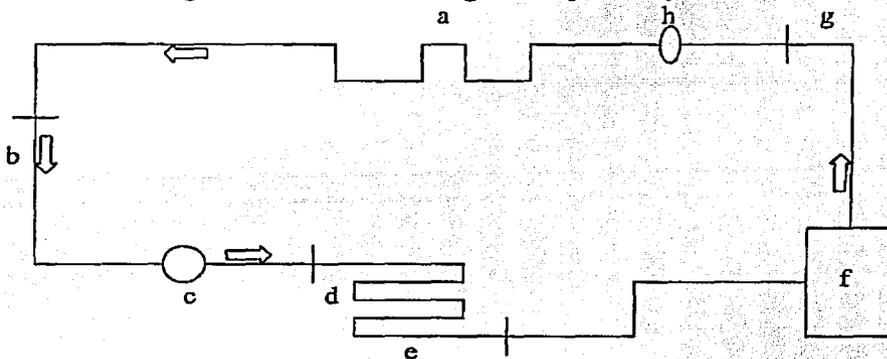
Aceite combustible y Keroseno = 10 l / hr.

Efecto ambiental. Actualmente (Julio 2002) este equipo se está instalando.

EQUIPOS DE REFRIGERACIÓN A, B Y C (17, 18 y 19)

Los equipos de refrigeración que se muestran en las fichas 17, 18 y 19 funcionan de acuerdo al ciclo de refrigeración por compresión común que se muestra en la figura 3.34 y más abajo se explica cada elemento del proceso.

Figura 3.34 Ciclo de refrigeración por compresión.

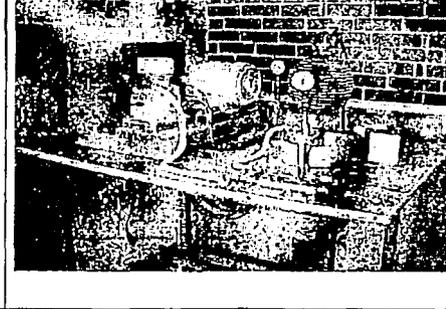


- a. Evaporador. Es el elemento que provee la superficie de calefacción necesaria para que el refrigerante se evapore y absorba el calor.
- b. Línea de succión. Transporta el vapor de baja presión del evaporador al compresor.
- c. Compresor. Tiene las siguientes funciones:
 1. Remueve el vapor del evaporador.
 2. Sube la presión y la temperatura del vapor.
 3. Baja la presión del evaporador.
- d. Línea de descarga. Transporta del compresor al condensador el vapor de alta presión.

- e. Condensador. Provee la superficie de calefacción necesaria para que el calor fluya del refrigerante al medio del condensador que rechaza el calor y cambia de fase al refrigerante.
- f. Tanque recibidor. Almacena el refrigerante a fin de que exista un suministro continuo cuando se requiera (no hay cambio de fase).
- g. Línea líquida. Transporta refrigerante líquido del tanque recibidor a la válvula de control de flujo.
- h. Válvula de control de flujo (válvula de expansión). Controla la cantidad necesaria de refrigerante al evaporador y reduce la presión del líquido que entra al evaporador de modo que el líquido se evapore en el evaporador a la presión y temperatura deseada (también disminuye la temperatura del refrigerante).

Efecto ambiental. Utilizan refrigerante R - 12 y energía eléctrica.

Figura 3.35 Equipos de refrigeración A , B y C.

		
Capacidad = $\frac{3}{4}$ HP Freon 12.	Capacidad = $\frac{1}{3}$ HP Freon 12.	Capacidad = $\frac{1}{4}$ HP Freon 12

TANQUE DIESEL (20)

El tanque provee de combustible a los equipos que así lo requieran entre ellos están las dos calderas que se mencionaran en la ficha 6 y 7. En la figura 3.36 se muestra un el tanque.

Figura 3.36 Tanque diesel.

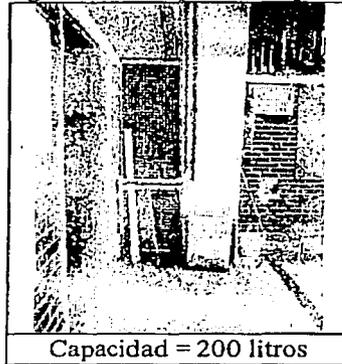
	Capacidad = 10, 400 litros
---	----------------------------

Efecto ambiental. Presenta algunos escurrimientos en conexiones con las tuberías del sistema de alimentación del interior y exterior del LMT.

DEPÓSITO DE GASOLINA (21)

El depósito de gasolina que se encuentra en el LMT sirve para distribuir de combustible a los motores encendidos por chispa, figura 3.37.

Figura 3.37 Depósito de gasolina

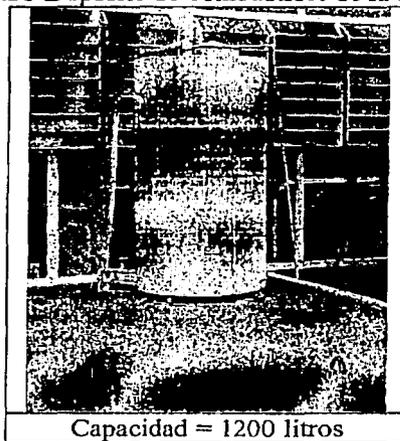


Efecto ambiental. No tiene sello hermético para evitar la evaporación de compuestos orgánicos volátiles.

DEPÓSITO DE COMBUSTIBLE DE LA TURBINA DE GAS (22)

Este depósito alimenta de combustible a la turbina de gas cuando se pone en funcionamiento para la realización de la práctica que corresponde a la turbina de gas, figura 3.38.

Figura 3.38 Depósito de combustible de la turbina de gas.



Efecto ambiental. No tiene sello hermético para evitar la evaporación de compuestos orgánicos volátiles.

DEPOSITOS DIESEL PARA ALIMENTACIÓN DE LAS CALDERAS (23)

Estos depósitos alimentan las calderas de combustible y se muestran en la figura 3.39.

Figura 3.39 Depósito diesel



Capacidad = 54 litros c/u

Efecto ambiental. Presenta algunos escurrimientos en conexiones con las tuberías, no tienen sellos herméticos.

ALMACEN DEL LABORATORIO (24)

El lugar destinado al almacén de laboratorio se encuentra ubicado en la zona de oficinas.

Efecto ambiental. Produce residuos sólidos.

ZONA DE ALMACENAMIENTO TEMPORAL (25)

Este almacén por lo regular se encuentra dentro de las áreas de los equipos con los que se hacen las practicas, se muestra en la figura 3.40.

Figura 3.40 Almacén temporal



Efecto ambiental. No tiene una zona fija, el lugar donde se encuentra es un pasillo donde circulan los usuarios del laboratorio.

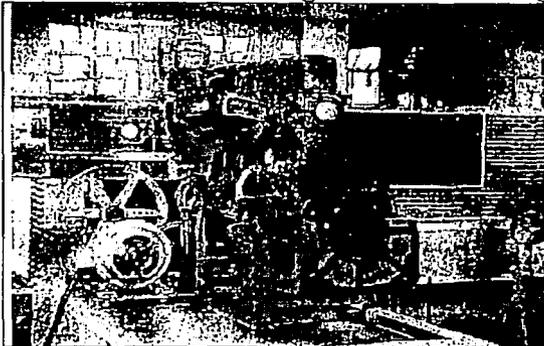
INTERCAMBIADOR DE CALOR THE GRISCOM-RUSELL CONTROLADO POR PRESIÓN (26) (En exhibición).

INTERCAMBIADOR DE CALOR DE TUBOS Y CORAZA, CONTROLADO POR TEMPERATURA (27) (En exhibición).

MOTOR DE GASOLINA (28)

Este motor se encuentra destinado a mostrar el funcionamiento de los motores de combustión interna utilizando un motor eléctrico, figura 3.41.

Figura 3.41 Motor de gasolina de exhibición.



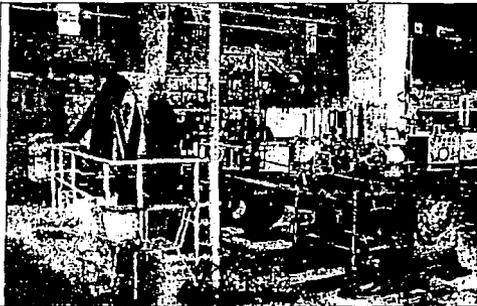
Motor eléctrico de $\frac{3}{4}$ hp.

Efecto ambiental. Utiliza grasa en las partes móviles y energía eléctrica.

MOTOR DE VAPOR CORLIS (29)

Este motor se encuentra en exhibición, sin embargo hay ocasiones especiales en las que se demuestra su funcionamiento, figura 3.42.

Figura 3.42 Motor de vapor Corliss.



Tipo Corliss Horizontal
Doble efecto
1 cilindro
Diámetro del pistón = 12 in.
Carrera = 30 in.
Velocidad = 80 rpm.

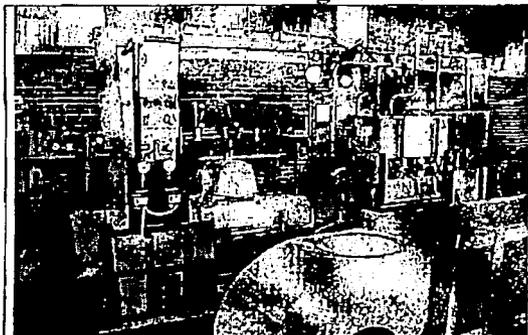
Efecto ambiental. Utiliza aceite como medio lubricante y sus depósitos presentan fugas provocando encharcamientos.

PLANTA DE REFRIGERACIÓN CRASSO (30)

La planta de refrigeración solo esta en exhibición, figura 3.43.

Efecto ambiental. Exhibición.

Figura 3.43 Planta de refrigeración Crasso.

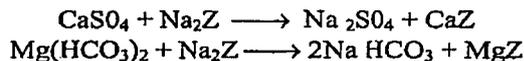


Capacidad = 10,000 Kcal. / h (3.3 TON)
Compresor = 840 RPM

PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUA (31 y 32)

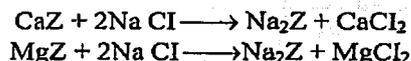
La planta de tratamiento de agua (PTA) se utiliza para suavizar el agua que entra a las calderas, su función está ligada a las prácticas que se realizan con las calderas.

El principio de funcionamiento de esta planta es el siguiente. Algunos materiales cuando llegan a ponerse en contacto con el agua cambian el radical de su base con los aniones que se encuentran disueltos en ella; si se puede obtener un intercambio de calcio por sodio, el resultado será quitar la dureza al agua. La palabra zeolita está relacionada con esta propiedad. Al principio este término se aplicó a ciertas arenas naturales; pero éstas se han substituido por materiales porosos obtenidos artificialmente. Se conoce como zeolita a los silicatos hidratados de sodio y aluminio, ya sean naturales o artificiales. La más usada es la zeolita de sodio, $\text{Na}_2(\text{Al}_2\text{Si}_2\text{O}_8)$ cuyo símbolo simplificado es Na_2Z . Se han obtenido zeolitas orgánicas que no contienen sílice, las cuales pueden ser carbonáceas o resinosas; al igual que las zeolitas inorgánicas, pueden intercambiar el radical de base cuando una capa de este material atraviesa el agua. Las reducciones típicas de las zeolitas sódicas con el agua son:



Estas fórmulas muestran que al atravesar el agua dura la zeolita, el agua sale sin dureza; esto es, pierde sodio y gana calcio. Después de cierto tiempo, la capa de zeolita se agota y ya no se realiza el intercambio, por lo que obviamente la dureza del agua no se elimina.

Afortunadamente, la zeolita tiene la propiedad de poderse regenerar si se trata con una solución adecuada de sodio. Si una zeolita cargada de calcio y magnesio se trata con salmuera (cloruro de sodio), se regenera:



La figura 3.44 representa un diagrama simplificado de la planta de tratamiento de agua del laboratorio.

Figura 3.44 Diagrama simplificado de la planta de tratamiento de agua.

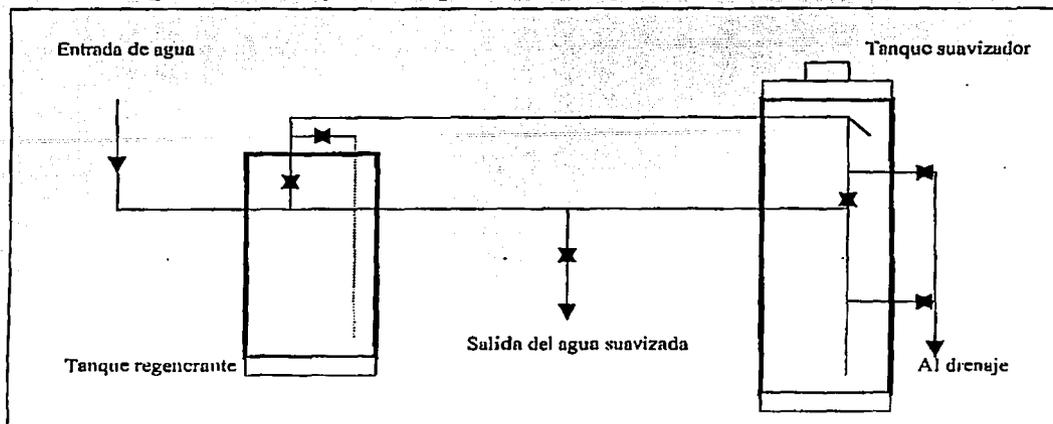


Figura 3.45 Planta de tratamiento de agua con algunos de sus elementos.

<p>Marca: Permut Modelo: SX - 14 Capacidad = 4 L / seg</p>	<p>Marca: Permut Modelo: SX - 28 Capacidad = 4 L / seg.</p>

Efecto ambiental. Utiliza zeolita y una parte de agua puede reutilizarse.

TORNO (33)

El torno se encuentra ubicado en la zona del almacén del laboratorio y es utilizado cuando es necesario elaborar alguna pieza mecánica de los equipos que se encuentran en este, figura 3.49.

Figura 3.46 Torno.



Efecto ambiental. Utiliza aceite en las partes móviles y energía eléctrica.

AGUA CORRIENTE (34)

Este elemento corresponde a un depósito de interno que distribuye agua a los equipos que la utilizan.

Figura 3.47 Depósito de agua.



Capacidad = 830 Litros

Efecto ambiental. Cuando se le da mantenimiento utiliza agua en grandes cantidades.

COMPRESORA (35)

La compresora se utiliza para aplicar mantenimiento preventivo o correctivo, pintar o limpiar los equipos que así lo requieran.

Figura 3.48 Compresora.



1.5 HP

Presión de trabajo = 15 lb.

Capacidad = 235 lts.

Efecto ambiental. Produce ruido 73 dB y consume energía eléctrica.

3.4 Impacto ambiental del LMT

A manera de síntesis la tabla 3.1 muestra el impacto que los equipos y elementos que conforman al laboratorio tienen al ambiente, fue obtenida de las fichas técnicas vistas en el apartado 3.3. Además en el apéndice I se muestra este impacto de manera detallada.

Tabla 3.2 Tabla resumen de impacto ambiental debido a los equipos y elementos del LMT.

Número de elemento	Nombre de elemento, maquinaria o actividad	Entradas			Contaminantes				
		Insumo	Agua	Energía	Air Aire	Aguas residuales	Residuos peligrosos	Residuos sólidos	Ruido y vibraciones

EQUIPOS PARA PRÁCTICAS

1	Compresor de paletas deslizantes Diro	*		*	*		*		*
2	Caldera Clayton	*	*		*	*		*	*
3	Torre de enfriamiento		*	*		*			*
4	Turbina de gas	*		*	*		*		*
5	Generador eléctrico diesel	*	*	*	*	*	*		*
6	Caldera Ce-Rrey	*	*	*	*	*	*	*	*
7	Caldera Claver-Brooks	*	*	*	*	*	*	*	*
8	Turbina Westinghouse		*	*		*	*		*
9	Compresor Ingersoll-Rand		*	*		*	*		*
10	Turbina Bellis-marcom		*	*		*	*		*
11	Bomba de calor		*	*	*	*			*
12	Compresor Worthington		*	*		*	*		*
13	Motor GM en línea 6 cilindros	*		*	*		*		*
14	Motor Ford en V 8 cilindros	*	*	*	*	*	*		*
15	Ventilador centrífugo y ducto de aire			*			*		*
16	Cámara de combustión	*	*	*	*		*		
17	Equipo de refrigeración A 1/4 HP			*	*		*		
18	Equipo de refrigeración B 1/3 HP			*	*		*		
19	Equipo de refrigeración C 3/4 HP			*	*		*		

ALMACENES Y DEPÓSITOS

20	Tanque diesel	*					*		
21	Tanque de gasolina	*					*		
22	Depósito de combustible de la turbina de gas	*					*		
23	Deposito diesel para alimentación de calderas	*					*		
24	Almacén del laboratorio	*					*	*	
25	Zona de almacenamiento temporal	*			*	*	*		

EQUIPOS DE EXHIBICIÓN

TESIS CON FALLA DE ORIGEN

26	Intercambiador de calor "The Griscom-Rusell" controlado por presión								
27	Intercambiador de calor de tubos de coraza controlado por temperatura								
28	Motor de gasolina			*					
29	Motor de vapor Corlis			*			*		*
30	Planta de refrigeración Crasso								

EQUIPOS AUXILIARES

31	Planta de tratamiento de agua (1)		*	*		*			
32	Planta de tratamiento de agua (2)		*	*		*			
33	Torno			*			*		*
34	Agua corriente		*			*			
35	Compresora			*					*

ADMINISTRACIÓN

36	Oficina administrativa							*	
37	Cubículos de ayudantes							*	
38	Baño		*			*		*	
39	Cocineta		*	*		*			
40	Refrigerador			*	*				

CAPÍTULO 4

SISTEMAS DE ADMINISTRACIÓN AMBIENTAL (SAA)

El aumento de los niveles de contaminación en el mundo generado por la actividad humana, ha provocado caos ambiental. Ante esta situación, diferentes gobiernos han realizado reuniones para analizar esta problemática, comprometiéndose a tomar acciones para detener el deterioro ambiental.

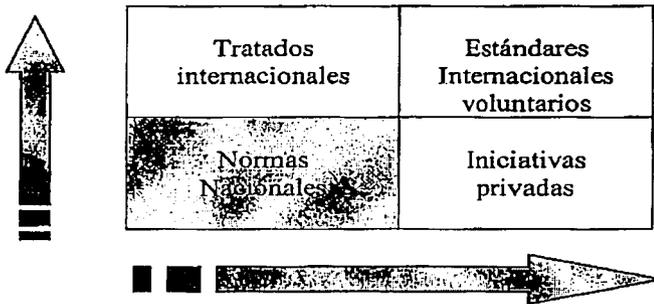
4.1. Panorama internacional

Para prevenir el deterioro ambiental, deben implementarse acciones que conduzcan a procesos mas limpios en las industrias y en las viviendas, que se fortalezca la vigilancia y que se sancione por incumplimiento.

Entre los modelos internacionales de administración ambiental más importantes se encuentra: ISO 14000 (del inglés International Standard Organization, serie 14000), el British Standard 7750 y el código ambiental de la Unión Europea: Eco Management and Audit Scheme (EMAS).

La figura 4.1 muestra la importancia de los convenios internacionales, los cuales debilitan la normatividad nacional ambiental que pretende imponer el cumplimiento ambiental mediante sanciones económicas, favoreciendo en su lugar a los sistemas voluntarios de administración ambiental que *preman*, mediante incentivos económicos, el continuo mejoramiento en el desempeño ambiental.

Figura 4.1 Tendencia de la Administración Ambiental



4.2 Panorama nacional y legislación ambiental en México

México, como lo hicieron antes muchos países, desde los 70s adoptó nuevas políticas y tecnologías para mitigar el impacto ambiental generado por la industria, no solo con la finalidad de contrarrestar los efectos sobre el bienestar y salud de la población, sino de atacar las causas y las actividades que originan estos efectos. Entre las principales políticas en nuestro país relacionadas con la calidad del ambiente debemos citar:

- **1940** Aprobación de la Ley de Conservación del Suelo y Agua.
- **1971** Aprobación de la Ley para Prevenir y Controlar la Contaminación Ambiental.
- **1973** Creación de la Subsecretaría para el Mejoramiento del Medio Ambiente.
- **1980** Reformas a la Constitución Política Nacional, donde se incluyen leyes para fortalecer la legislación ambiental.
- **1982** Creación de la Secretaría de Desarrollo Urbano y Ecología (SEDUE), y la Ley Federal de Protección al Ambiente.
- **1987** Modificación de la Constitución Política Nacional, incorporando facultades al Estado a fin de preservar y restaurar el equilibrio ecológico.
- **1988** Se emite la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección del Ambiente (LGEEPA).
- **1989** El Plan Nacional de Desarrollo 1989–1994 incluye modificaciones en la estructura institucional, creando organismos con autonomía técnica y operativa en busca de mejorar el tratamiento de los problemas ambientales.
- **1989** Creación de la Comisión Nacional del Agua.
- **1992** Se transforma la SEDUE en la Secretaría de Desarrollo Social, otorgándole autoridad para desplegar una política de desarrollo social relacionada con los aspectos ecológicos.
- **1994** Se conforma la Secretaría de Medio Ambiente, Recursos Naturales y Pesca (SEMARNAP), como máxima autoridad de la administración de los recursos pesqueros, forestales y de suelos.
- **1995** El Plan Nacional de Desarrollo 1995–2000 contempla los acuerdos firmados en la Conferencia de Río.
- **1996** Modificación de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección del Ambiente.
- **2000** Se transforma la SEMARNAP en la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos.
- **Programa 2001 – 2006.** Plan nacional de desarrollo.

Tanto el plan 2001 – 2006 como en el anterior se establecía la necesidad de crear un, PRTR (del inglés Pollutant Release and Transfer Registers) mexicano.

El PRTR mexicano se conoce por sus siglas en español, RETC (Registros de Emisiones y Transferencia de Contaminantes) y sus objetivos fundamentales son:

- Proporcionar información sobre las emisiones de sustancias que representen riesgos para la salud y el ambiente, para apoyar los mecanismos que faciliten la evaluación de estos riesgos, difundiendo los resultados de estas evaluaciones.

- Proporcionar una base de información confiable y actualizada sobre la emisión y transferencia de contaminantes específicos a los diferentes medios (aire, agua y suelo), que ayude en la toma de decisiones y en la formulación de políticas ambientales en México.
- Permitir el seguimiento y evaluación de los avances en el abatimiento de emisiones contaminantes a los distintos medios.
- Simplificar y racionalizar la información que proporcionan las empresas, concerniente a la emisión y transferencia de algunos contaminantes previamente seleccionados.
- Construir un elemento adicional de administración ambiental para la toma de decisiones en las empresas.
- Generar un sistema de información sobre emisiones y transferencias de contaminantes que sirva para la elaboración de fuentes con información accesible y disponible al público en general.
- Generar un instrumento que sirva de base para que México cumpla con sus obligaciones internacionales de información ambiental.

La diferencia que existe entre RETC y un SAA es en que el primero es sólo una base de datos mientras que el segundo toma esos datos y a partir de estos basa su administración para la toma de decisiones para la elaboración de programas que conduzcan a la mejora continua de la empresa

4.3 ISO 14000

La certificación, es un procedimiento por el cual se asegura, por escrito, que un producto, un proceso o un servicio, cumplen los requisitos especificados por una norma. Es en Europa y en EE.UU., a fines del siglo XIX y comienzos del XX, que surge con mayor fuerza la necesidad de que las empresas demuestren que cumplen con una determinada norma. Así, se dio comienzo a la certificación de productos. Es así que en 1998, fue el turno de la certificación de Sistemas de Administración Ambiental según las ISO 14000.

Las normas ISO 14000 constituyen un documento que ofrece directrices respecto de como organizar, mantener o mejorar un sistema de administración ambiental. Son aplicables a empresas de cualquier tipo que deseen asegurar el cumplimiento de los objetivos previstos en su política ambiental y demostrar a terceros (clientes, compradores, público en general, autoridades) dicho cumplimiento (GERENCIA AMBIENTAL, 1995).

Las normas ISO 14000 también buscan la promoción de estándares consistentes en materia de programas de etiquetado y rotulado de productos según conceptos y términos específicos, tales como "fabricados con material reciclado", "no destructores de la capa de ozono", "reciclables", "biodegradables", etcétera, evitando en lo posible menciones generales tales como "productos respetuosos del medio ambiente".

Otro de los objetivos de las normas ISO 14000 es permitir la medición de la mejora ambiental de una empresa determinada, fortaleciendo de manera indirecta su imagen institucional en la medida en que ésta promueva el cuidado ambiental. Dado que su implementación implica una inversión relativamente significativa para la empresa, la

aceptación generalizada de las normas ISO 14000 será promovida como una suerte de "efecto cascada" desde las empresas que las adopten, a efectos de evitar que la conciencia responsable del medio ambiente resulte en un perjuicio frente a quienes no asuman dicho costo. (GERENCIA AMBIENTAL 1995)

Dentro de este contexto, un sistema de administración ambiental adecuado debe ser desarrollado a partir de criterios que en el apartado siguiente se explicaran.

4.4 Sistema de Administración Ambiental (SAA)

Ante una opinión pública que reconoce los efectos de las actividades económicas sobre ambiente y la necesidad de corregir la tendencia actual, estamos ciertos que las normas y regulaciones en la materia serán cada día más rígidas; esto es, en un futuro cercano las empresas se verán en la necesidad de corregir y controlar bajo procedimientos más severos sus procesos productivos (CÉSPEDES, 2002).

Para garantizar que una empresa está comprometida con la protección del ambiente, la International Standard Organization (ISO) anunció en septiembre de 1996 la integración de un paquete de normas ISO 14001 (CÉSPEDES, 2002).

Obtener la certificación significa mayor competitividad a nivel mundial, un mejor desempeño industrial y, contra lo que suele suponerse, ahorros en los procesos. De ahí la importancia de adoptar un sistema de administración ambiental en cada empresa.

Un sistema de administración ambiental es un conjunto de herramientas de carácter administrativo, que permite coordinar y controlar los procesos productivos y su impacto al ambiente. Se desarrolla a través de la participación de las personas directamente involucradas, y con una estructura organizacional que otorga los elementos y el apoyo necesarios (CÉSPEDES, 2002).

Un SAA para ser validado o certificado bajo parámetros internacionales específicos (ISO, EMAS, etc.), debe cumplir con los requisitos mínimos fijados en cada caso (CÉSPEDES, 2002).

Algunas de las razones que hacen importante obtener la certificación de un SAA y que pueden ayudar al empresario a tomar una decisión son las siguientes:

- La aplicación del SAA ayuda a controlar y reducir significativamente la inversión de capital requerido en proyectos ambientales, ya que promueve la productividad y optimización de recursos.
- Ayuda a cumplir con acuerdos y planes de acción de entidades gubernamentales, como la Procuraduría Federal del Ambiente, la Secretaría del Trabajo y Previsión Social o la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales.
- Respalda ante la banca el control de pasivos ambientales, al gestionar créditos nacionales e internacionales.

- Refleja un compromiso de cuidado ambiental, nuevo requerimiento del mercado. Las empresas de los países desarrollados han comenzado a solicitar a sus proveedores contar con sistemas de administración ambiental.
- Promueve el cambio cultural en la industria, y modifica los hábitos y actitudes de las personas.
- El incumplimiento de normas ambientales puede originar controversias en casos de exportación, al dar pie a demandas por barreras no arancelarias por motivos ecologistas. Así como la certificación ayuda a facilitar la exportación de bienes y servicios, carecer de ella podría ser una limitante comercial en el futuro.

A continuación se presentan los puntos más relevantes a considerar en un SAA .

4.4.1 Requisitos generales

Los requisitos generales son la base sobre los cuales se construirá el sistema, de estos dependen los demás puntos del SAA. Los requisitos se enumeran a continuación.

1. Descripción del sistema. Consiste en describir el sistema tanto en sus aspectos departamentales y funcionales como en los referentes a los procesos.
2. Identificación de aspectos ambientales. Son aquellos aspectos ambientales que se alteran debido a la naturaleza de los procesos. Estos son:
 - Agua
 - Aire
 - Suelo
 - Riesgo o impacto ambiental
 - Ruido
 - Residuos no peligrosos y peligrosos
 - Consumo de energía eléctrica
3. Identificación de requerimientos legales. Son los requerimientos que tienen que ver con las leyes para el control y la prevención ambiental. Por ejemplo la NOM, NMX
4. Objetivos y metas. Los objetivos y las metas pueden estar orientados: al reemplazo o sustitución de desechos y a cierta actividad, por ejemplo:
 - Incorporación del SAA en las evaluaciones del desempeño del personal administrativo.
 - Instalación de un sistema contable que asigne costos que genera algún tipo de desecho.
 - Capacitación de todos los integrantes de la empresa en el SAA.
 - Reducciones porcentuales de contaminantes.

4.4.2 Declaración de política ambiental

Es requisito que el más alto nivel directivo de la organización defina una política ambiental, la cual debe ser apropiada para la naturaleza, la escala y los impactos ambientales de sus actividades, productos o servicios, debe a su vez asegurar que la organización se comprometa al mejoramiento continuo, a la prevención de la contaminación y al cumplimiento de la legislación y las reglamentaciones ambientales.

La misma conforma la base sobre la cual la organización establece sus objetivos y metas ambientales; a su vez debe estar documentada, implementada, mantenida y comunicada a todo el personal, además debe ser corta.

4.4.3 Planificación de procedimientos

En cuanto a los aspectos ambientales es requisito que la organización establezca y mantenga procedimientos para identificar los aspectos ambientales de sus actividades, productos o servicios que puedan tener impactos significativos sobre el ambiente, y los requisitos legales relacionados con los mismos.

La organización deberá establecer y mantener documentados los objetivos y metas ambientales considerando los aspectos legales, operativos, financieros y las opciones tecnológicas económicamente viables, así como los indicadores ambientales. Para ello debe establecerse uno o más programas, designando responsabilidad, medios y plazos para que sean logrados.

4.4.4 Implantación

Deben definirse, documentarse y comunicarse roles, responsabilidades y autoridades, partiendo de la dirección, de modo que facilite la gestión ambiental efectiva.

Se capacitará al personal cuyo trabajo pueda originar un impacto significativo sobre el o ambiente. Asimismo, se debe establecer y mantener la documentación correspondiente al sistema de administración ambiental y los procedimientos para su control.

La organización deberá establecer y mantener procedimientos para identificar su potencial para enfrentar y responder ante accidentes y situaciones de emergencia, y para prevenir y mitigar los impactos ambientales que pudieran estar relacionados con aquellos.

4.4.5 Revisión, verificación y acciones correctivas

La organización deberá establecer y mantener procedimientos para medir y hacer el seguimiento, en forma periódica, de las características clave de sus operaciones y actividades que pueden tener un impacto significativo sobre el ambiente.

La organización deberá establecer y mantener procedimientos para definir la responsabilidad y autoridad. A su vez, establecerá y mantendrá procedimientos para la identificación, el mantenimiento y la disposición de los registros ambientales. Dichos registros incluirán los datos de capacitación y los resultados de auditorías internas o externas y revisiones.

La organización establecerá y mantendrá uno o más programas y procedimientos para realizar auditorías periódicas del SAA que permita verificar la conformidad con las disposiciones planificadas y la adecuada implantación y mantenimiento del mismo, a la vez de proveer a la dirección información sobre los resultados de las auditorías.

CAPÍTULO 5

SAA PARA EL LMT

Una vez definido el procedimiento para desarrollar un Sistema de Administración Ambiental (sección 4.4), en este capítulo se seguirán los puntos marcados para su establecimiento para el caso particular del LMT.

5.1 Requisitos generales

En el capítulo 3 se analizaron detalladamente los componentes del laboratorio, su organización y los equipos instalados, así como sus posibles impactos ambientales; por lo que a continuación solo se reorganizará la información antes presentada, pero ahora bajo el esquema de desarrollo de un Sistema de Administración Ambiental.

5.1.1 Descripción del sistema

La descripción de todo sistema se empieza identificando los elementos a administrar, posteriormente se encuentra la relación entre ellos para servir como un instrumento de la enseñanza, según se establece en los objetivos generales y particulares mencionados en la sección 3.1.

Los elementos del sistema: personal docente, administrativo, prácticas de laboratorio y equipo, están organizados según se detalla en las figuras 3.1 a 3.3. Y las características particulares de cada elemento de interés ambiental, se analizaron en la sección 3.3, para poder deducir los posibles impactos ambientales relacionados con su funcionamiento.

5.1.2 Identificación de los aspectos ambientales

En la tabla resumen del apartado 3.4, se identificó que el impacto ambiental que provoca el laboratorio se debe principalmente a: gases de combustión emitidos a la atmósfera, generación de residuos sólidos y peligrosos, agua de enfriamiento, descarga de agua con grasas y partículas producto de limpieza, consumo no controlado de energía eléctrica y producción de ruido.

Por lo tanto, en cada uno de estos impactos se tiene la oportunidad de identificar medidas de prevención o control para proteger el ambiente (aire, agua y suelo), minimizar el consumo de agua, combustibles y energía, así como corregir las condiciones de trabajo reduciendo ruido y vibraciones.

5.1.3 Identificación de requisitos legales

A continuación se mencionan los requisitos legales en función de cada una de las variables ambientales en cuestión.

Agua. El suministro de agua lo proporciona la universidad, y las descargas se realizan al sistema propio, sin embargo, se debe operar de acuerdo al cumplimiento de la NOM-002-ECOL-1996, que establece los límites máximos permisibles de contaminantes, que pueden arrojarse al sistema de alcantarillado (tabla 5.1 SEMARNAT 02).

Tabla 5.1 Límites máximos permisibles para temperatura, grasas y aceites que pueden arrojarse al sistema de alcantarillado.

Parámetros	Ríos (uso público urbano)	
	Promedio Mensual	Promedio Diario
Temperatura (°C)	40	40
Grasas y aceites (miligramos / litro)	15	25

Aire. Por tener equipos de combustión, principalmente calderas, se debe buscar que el laboratorio cumpla con la NOM-085-ECOL-1994 (tabla 5.2) que corresponde a contaminación atmosférica para fuentes fijas que utilizan combustibles fósiles sólidos, líquidos o gaseosos o cualquiera de sus combinaciones, establece los niveles máximos permisibles de emisión a la atmósfera de humos, partículas suspendidas totales, bióxidos de azufre y óxidos de nitrógeno y los requisitos y condiciones para la operación de los equipos de calentamiento indirecto por combustión, así como los niveles máximos permisibles de emisión de bióxido de azufre en los equipos de calentamiento directo por combustión (dof, 1994).

Residuos peligrosos. El LMT deberá cumplir con la NOM-052-ECOL-1993 (Apéndice 2) que establece las características de los residuos peligrosos, el listado de los mismos y los límites que hacen a un residuo peligroso por su toxicidad al ambiente (dof, 1993).

Residuos sólidos municipales. Como los residuos del laboratorio se mezclan con los residuos de la Facultad de Ingeniería y estos con los de la UNAM, la disposición adecuada de estos residuos recae dentro de la competencia de la dirección general de obras de la UNAM y la delegación Coyoacan del D.F.

Ruido. Los niveles de ruido no deberán exceder los valores que la NOM-011-STPS-1994 establece. El nivel sonoro continuo equivalente, deberá estar comprendido entre 90 y 105 dB de acuerdo a un tiempo determinado, como se muestra en la tabla 5.3 (STPS 2002).

Además se deberá cumplir con la NOM-081-ECOL-1994, que establece los límites máximos permisibles de emisión de ruido de las fuentes fijas y su método de medición (dof, 1995), además el NIOSH (Instituto Nacional de Salud y Seguridad Ocupacional de los Estados Unidos) y la OSHA (Administración de Seguridad y Salud Ocupacional de los Estados Unidos), recomiendan programas para prevenir la pérdida del oído en los lugares de trabajo con niveles peligrosos del ruido. Estos programas deben incluir:

- ✓ evaluaciones del ruido,

- ✓ controles de ingeniería (silenciadores y barreras acústicas),
- ✓ uso apropiado de protectores del oído,
- ✓ chequeos audiométricos,
- ✓ bitácoras de medición y percances,
- ✓ capacitación a los trabajadores y
- ✓ evaluación del programa.

Tabla 5.2 Límites de emisión aplicables a partir de enero de 1998 (SEMARNAT 02).

CAPACIDAD DEL EQUIPO DE COMBUSTION MJ/h	TIPO DE COMBUSTIBLE EMPLEADO	DENSIDAD DEL HUMO	PARTICULAS (PST) mg/m3 (kg/106 kcal) (1) (2)	BIOXIDO DE AZUFRE ppm V (kg/106 kcal) (1) (2)	OXIDOS DE NITROGENO ppm V (kg/106 kcal) (1)	EXCESO DE AIRE DE COMBUSTION % volumen (5)
		Número de mancha u opacidad	ZMCM	ZMCM	ZMCM	
Hasta 5,250	Combustible o gasóleo	3	NA	550 (2.04)	NA	50
	Otros líquidos	2	NA	550 (2.04)	NA	
	Gaseosos	0	NA	NA	NA	
De 5,250 a 43,000	Líquidos	NA	75 (0.106)	550 (2.04)	190 (0.507)	40
	Gaseosos	NA	NA	NA	190 (0.486)	
De 43,000 a 110,000	Líquidos	NA	60 (0.085)	550 (2.04)	110 (0.294)	30
	Gaseosos	NA	NA	NA	110 (0.281)	
Mayor de 110,000	Sólidos	NA	60 (0.090)	550 (2.16)	110 (0.309)	20
	Líquidos	NA	60 (0.085)	550 (2.04)	110 (0.294)	
	Gaseosos	NA	NA	NA	110 (0.281)	

ZMCM = Zona metropolitana de la ciudad de México.

NA = No aplicable.

Tabla 5.3 Tiempo máximo permisible de exposición en función del nivel sonoro continuo equivalente (NSCE).

Tiempo (horas)	NSCE (dB)
8	90
4	93
2	96
1	99
0.5	102
25	105

5.1.4 Objetivos, metas y actividades

De acuerdo a lo establecido en el inciso 4.4.1 se indican a continuación los objetivos, indicadores, metas y actividades para cada una de las variables ambientales de interés.

Agua

Objetivo: disminuir el consumo de agua en las instalaciones del LMT

Consumo actual de agua: 2.7 litros / seg.

Metas:

1. Disminuir en seis meses el 20% del consumo de agua.
 - ✓ Colocando letreros que indiquen al usuario del laboratorio que debe ahorrar agua.
 - ✓ Impartiendo pláticas informativas a los responsables del laboratorio, maestros y alumnos acerca de las medidas que se van a tomar para el ahorro del agua.
 - ✓ Impartiendo pláticas motivacionales a los maestros y alumnos sobre las medidas que se van a tomar para el ahorro del agua.
 - ✓ Impartiendo pláticas de concientización a los responsables del laboratorio sobre las medidas que se van a tomar para el ahorro del agua.
2. Disminuir en un año el 40% del consumo de agua.
 - ✓ Utilizando una bitácora que establezca el tiempo de inicio y fin de cada práctica y/o elemento que consuma agua dentro del laboratorio.
 - ✓ Utilizando un registro de mantenimiento preventivo para que al descubrir fugas se puedan reportar inmediatamente.
 - ✓ Instalando sistemas de recuperación para el agua de enfriamiento.
 - ✓ Impartiendo cursos de capacitación y actualización a maestros, trabajadores y estudiantes que estén involucrados.
3. Reducir lo más posible el agua de limpieza.
 - ✓ Impartiendo pláticas de concientización a los responsables de la limpieza del laboratorio para el ahorro del agua.
 - ✓ Verificando que el mantenimiento preventivo se realice durante los periodos intersemestrales y vacaciones con poco consumo de agua; para evitar el lavado total al inicio de semestre en el cual se emplean grandes cantidades de agua.
 - ✓ Programar el lavado de los depósitos de tal manera que se minimice al final del ciclo escolar el gasto de agua por lavado.
4. Colocar en la entrada del LMT un periódico mural ambiental, en seis meses y actualizarlo cada mes.

- ✓ Informando a la comunidad de la FI acerca de cómo el SAA-LMT se ha utilizado para el ahorro de agua.
5. Publicar una gaceta ambiental a partir del primer año y después publicarla por periodos de dos meses.
- ✓ Indicando los logros que el LMT ha tenido en el ahorro de agua.
 - ✓ Reconociendo la labor que los maestros, alumnos y trabajadores han tenido en el ahorro de agua.
6. Disminuir en dos años el 70% del consumo de agua del LMT.
- ✓ Instalando un sistema de recuperación de condensados.

Residuos sólidos

Objetivo: reducir la generación de residuos sólidos en el LMT.

Producción actual de residuos sólidos: 40 Kg. / Semana (vidrio, plástico y papel).

Metas:

1. Disminuir la generación de papel en un 15% en los próximos tres meses.
 - ✓ Mediante campañas de información en el uso eficiente de papelería.
 - ✓ Colocando letreros que indiquen al usuario del laboratorio como reducir la generación de residuos sólidos.
 - ✓ Impartiendo pláticas informativas a los responsables del laboratorio, maestros y alumnos acerca de las medidas que se van a tomar para la reducción de residuos sólidos.
 - ✓ Impartiendo pláticas motivacionales a los responsables del laboratorio, maestros y alumnos acerca de las medidas que se van a tomar para la reducción de residuos sólidos.
 - ✓ Impartiendo pláticas de concientización a los responsables del laboratorio, maestros y alumnos acerca de las medidas que se van a tomar para la reducción de residuos sólidos.
2. Disminuir la generación de papel en un 30% en los próximos seis meses.
 - ✓ Mediante el reuso de hojas de papel.
 - ✓ Separando los residuos sólidos en depósitos especiales para este fin.
3. Reducir en un año el 50% la generación de residuos sólidos.
 - ✓ Promoviendo campañas de información ambiental.
 - ✓ Utilizar depósitos con letreros que indiquen que tipo de residuo se debe depositar en cada uno de ellos.
 - ✓ Impartiendo cursos de capacitación a maestros, trabajadores y estudiantes que estén involucrados.
4. Colocar en la entrada del LMT un periódico mural ambiental, en seis meses y actualizarlo cada mes.
 - ✓ Informando a la comunidad de la FI acerca de cómo el SSA-LMT se ha utilizado para la reducción de residuos sólidos.
 - ✓ Dando a conocer los logros que el SSA-LMT ha tenido en la reducción de residuos sólidos.
5. Publicar una gaceta ambiental a partir del primer año y después publicarla por periodos de dos meses.
 - ✓ Indicando los logros que el LMT ha tenido en la reducción de los residuos sólidos.
 - ✓ Reconociendo la labor que los maestros, alumnos y trabajadores han tenido en la reducción de residuos sólidos.

Aire

Objetivo: reducir las emisiones de: NO_x, CO y HC, evaporaciones de combustibles o fugas de refrigerante.

Actualmente se queman: 10,400 litros / año de diesel.

Metas:

1. Reducir en seis meses el 20% de las emisiones de NO_x, CO y HC.
 - ✓ Mediante un programa de mantenimiento preventivo
 - ✓ Utilizando una bitácora ambiental que establezca el uso correcto del equipo.
 - ✓ Impartiendo pláticas informativas a los responsables del laboratorio, maestros y alumnos acerca de las medidas que se van a tomar para la reducción de emisiones.
 - ✓ Impartiendo pláticas motivacionales a los responsables del laboratorio, maestros y alumnos acerca de las medidas que se van a tomar para la reducción de emisiones.
 - ✓ Impartiendo pláticas de concientización a los responsables del laboratorio, maestros y alumnos acerca de las medidas que se van a tomar para la reducción de emisiones.
 - ✓ Utilizando embudos cuando sea necesario el llenado manual de depósitos.
2. Reducir en un año el 50% de las emisiones de NO_x, CO y HC.
 - ✓ Mediante equipo de control para los equipos 1, 2, 5, 6, 7, 13, 14 y 16.
3. Reducir en seis meses el 40% de las fugas de combustible por evaporación.
 - ✓ Mediante un programa de mantenimiento preventivo
 - ✓ Manteniendo bien tapados los depósitos de combustible.
 - ✓ Manteniendo bien tapados los tanques receptores de combustible.
 - ✓ Utilizando una bitácora para el uso de combustible.
4. Cambiar el refrigerante R-14 por R-134^a en los equipos 11 y 17 de refrigeración en seis meses.
5. Cambiar el refrigerante R-14 por R-134^a en los equipos 18 y 19 de refrigeración en un año.
6. Colocar en la entrada del LMT un periódico mural ambiental, en seis meses y actualizarlo cada mes.
 - ✓ Informando a la comunidad de la FI acerca de cómo el SSA-LMT se ha utilizado para la reducción de emisiones.
 - ✓ Dando a conocer los logros que el SSA-LMT ha tenido en la reducción de emisiones.
7. Publicar una gaceta ambiental a partir del primer año y después publicarla por periodos de dos meses.
 - ✓ Indicando los logros que el LMT ha tenido en la reducción de emisiones.
 - ✓ Reconociendo la labor que los maestros, alumnos y trabajadores han tenido en la reducción de emisiones.

Ruido

Objetivo: reducir la cantidad de ruido que se genera en el LMT

En la tabla 5.4 se muestra el número del equipo que produce ruido y su nivel correspondiente.

Tabla 5.4 Número de equipo y nivel de ruido que produce.

Equipo	Nivel de ruido (dB)
3	60
4	115
5	118
6	80
7	80
8	70
9	98
10	69
11	60
12	87
14	82
15	77
35	73

Metas:

1. Reducir un 30% en seis meses el nivel de ruido.
 - ✓ Mediante un programa de mantenimiento preventivo.
 - ✓ Impartiendo pláticas informativas a los responsables del laboratorio, maestros y alumnos acerca de las medidas que se van a tomar para la reducción de ruido.
 - ✓ Impartiendo pláticas motivacionales a los responsables del laboratorio, maestros y alumnos acerca de las medidas que se van a tomar para la reducción de ruido.
 - ✓ Impartiendo pláticas de concientización a los responsables del laboratorio, maestros y alumnos acerca de las medidas que se van a tomar para la reducción de ruido.
 - ✓ Utilizando una bitácora ambiental que establezca los límites permisibles de ruido en el equipo.
2. Reducir un 50% en un año la cantidad de ruido.
 - ✓ Mediante el uso de silenciadores para los equipos 1, 4, 13 y 14
 - ✓ Mediante el aislamiento de los equipos 1, 4, 13 y 14 utilizando barreras acústicas.
3. Colocar en la entrada del LMT un periódico mural ambiental, en seis meses y actualizarlo cada mes.
 - ✓ Informando a la comunidad de la FI acerca de cómo el SSA-LMT se ha utilizado para la reducción de ruido.
 - ✓ Dando a conocer los logros que el SSA-LMT ha tenido en la reducción del ruido.
4. Publicar una gaceta ambiental a partir del primer año y después publicarla por periodos de dos meses.
 - ✓ Indicando los logros que el LMT ha tenido en la reducción del ruido.
 - ✓ Reconociendo la labor que los maestros, alumnos y trabajadores han tenido en la reducción del ruido.

Residuos peligrosos

Objetivo: reducir los residuos peligrosos que se generan en el LMT

Se estima que actualmente se producen: 2 Kg. / semestre de estopas con aceites y 15 litros / semestre de aceites gastados.

Metas:

1. Reducir un 40% en tres meses la cantidad de residuos peligrosos en el LMT
 - ✓ Mediante un programa de mantenimiento preventivo.
 - ✓ Mediante la utilización de una bitácora ambiental.
 - ✓ Mediante un depósito provisional para este tipo de residuos (estopas y botes con residuos de aceite o pintura).
 - ✓ Colocando letreros informativos sobre la reducción de residuos peligrosos en el LMT
2. Reducir un 50% en nueve meses la cantidad de residuos peligrosos en el LMT.
 - ✓ Impartiendo pláticas informativas a los responsables del laboratorio, maestros y alumnos acerca de las medidas que se van a tomar para la reducción de residuos peligrosos.
 - ✓ Impartiendo pláticas motivacionales a los responsables del laboratorio, maestros y alumnos acerca de las medidas que se van a tomar para la reducción de residuos peligrosos.
 - ✓ Impartiendo pláticas de concientización a los responsables del laboratorio, maestros y alumnos acerca de las medidas que se van a tomar para la reducción de residuos peligrosos.
 - ✓ Depositando en un lugar especial las estopas que se utilizan para limpieza de fugas en los equipos que utilizan aceite, combustibles o cuando se realiza mantenimiento correctivo.
 - ✓ Depositando los aceites gastados en lugar exclusivo.
 - ✓ Localizando un espacio especial para el depósito de residuos peligrosos tal y como lo indica el Reglamento de la ley general de equilibrio ecológico y la protección al ambiente en materia de residuos peligrosos (Apéndice 3).
3. Contratar en un año los servicios de una empresa especializada en la recolección de residuos peligrosos.
4. Colocar en la entrada del LMT un periódico mural ambiental, en seis meses y actualizarlo cada mes.
 - ✓ Informando a la comunidad de la FI acerca de cómo el SSA-LMT se ha utilizado para la reducción de residuos peligrosos.
 - ✓ Dando a conocer los logros que el SSA-LMT ha tenido en la reducción de residuos peligrosos.
4. Publicar una gaceta ambiental a partir del primer año y después publicarla por periodos de dos meses.
 - ✓ Indicando los logros que el LMT ha tenido en la reducción de residuos peligrosos.
 - ✓ Reconociendo la labor que los maestros, alumnos y trabajadores han tenido en la reducción de residuos peligrosos.

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

5.2 Declaración de política ambiental

El "Laboratorio de Máquinas Térmicas", tendrá que comprometerse a proteger con excelencia y liderazgo el ambiente, reduciendo la generación y emisión de residuos y optimizando el aprovechamiento de los recursos naturales.

Esforzarse por minimizar el impacto adverso sobre el aire, agua y suelo a través de la prevención y control de la contaminación.

Al prevenir la contaminación en su fuente, podrá reducir el costo y aumentar las eficiencias de operación, mejorar la calidad de sus servicios, así como mantener el lugar de trabajo seguro e higiénico.

Esta política ambiental incluye:

- La protección ambiental como responsabilidad de todos los participantes.
- El control de la contaminación mediante la reducción en la generación y emisión, como parte primordial en la demostración del funcionamiento de los equipos durante las prácticas que se realizan en este laboratorio.
- La identificación y el establecimiento de oportunidades de prevención de la contaminación a través de la motivación y participación de todos los integrantes.
- El otorgar prioridad a las tecnologías y técnicas que reduzcan la generación de contaminantes.
- Demostrar su preocupación mediante la adhesión a todos los reglamentos ambientales, promoviendo la cooperación y la coordinación entre los estudiantes, profesores, trabajadores, sectores público, privado y social, para la prevención de la contaminación ambiental.

Nuestra política ambiental es:

La Facultad de Ingeniería enseña a cuidar el ambiente

5.3 Planificación de procedimientos

Para asegurar una exitosa práctica y operación del SAA propuesto se ha considerado realizar las siguientes actividades, dividiéndolas en corto y mediano y largo plazo:

Corto plazo

1. Establecer un organigrama donde se aclare que departamento y quienes son los responsables de la operación y funcionamiento del SAA.
2. Realizar un programa de concientización para las partes académica, administrativa, auxiliares y de alumnos de servicio social buscando el que se involucren en el SAA. Este programa se realizará de forma intensiva durante el primer semestre de la puesta en marcha, luego de manera periódica.

3. Diseñar carteles con la política ambiental y ubicarlos en los lugares mas visibles del laboratorio para que los involucrados con el laboratorio estén enterados de la aplicación del SAA al LMT.
4. Realizar pláticas motivacionales con la finalidad de que el personal reconozca la importancia que tiene el SAA.
5. Utilizar una bitácora ambiental y un registro de mantenimiento preventivo que establezca los parámetros de funcionamiento de cada elemento del SAA, en la figura 5.1 se muestran los formatos para la bitácora ambiental y el programa de mantenimiento preventivo.
6. Contratar los servicios de una empresa especializada en recolección de residuos peligrosos.

Mediano y largo plazo

1. Integrar en cada una de las prácticas que se realizan en el laboratorio un cuestionario sobre las medidas ambientales (cuestionario ambiental) que se deben tomar para que el equipo en estudio funcione dentro de las normas establecidas. En la tabla 5.4 se muestran algunas de los parámetros que puede contener ese cuestionario.

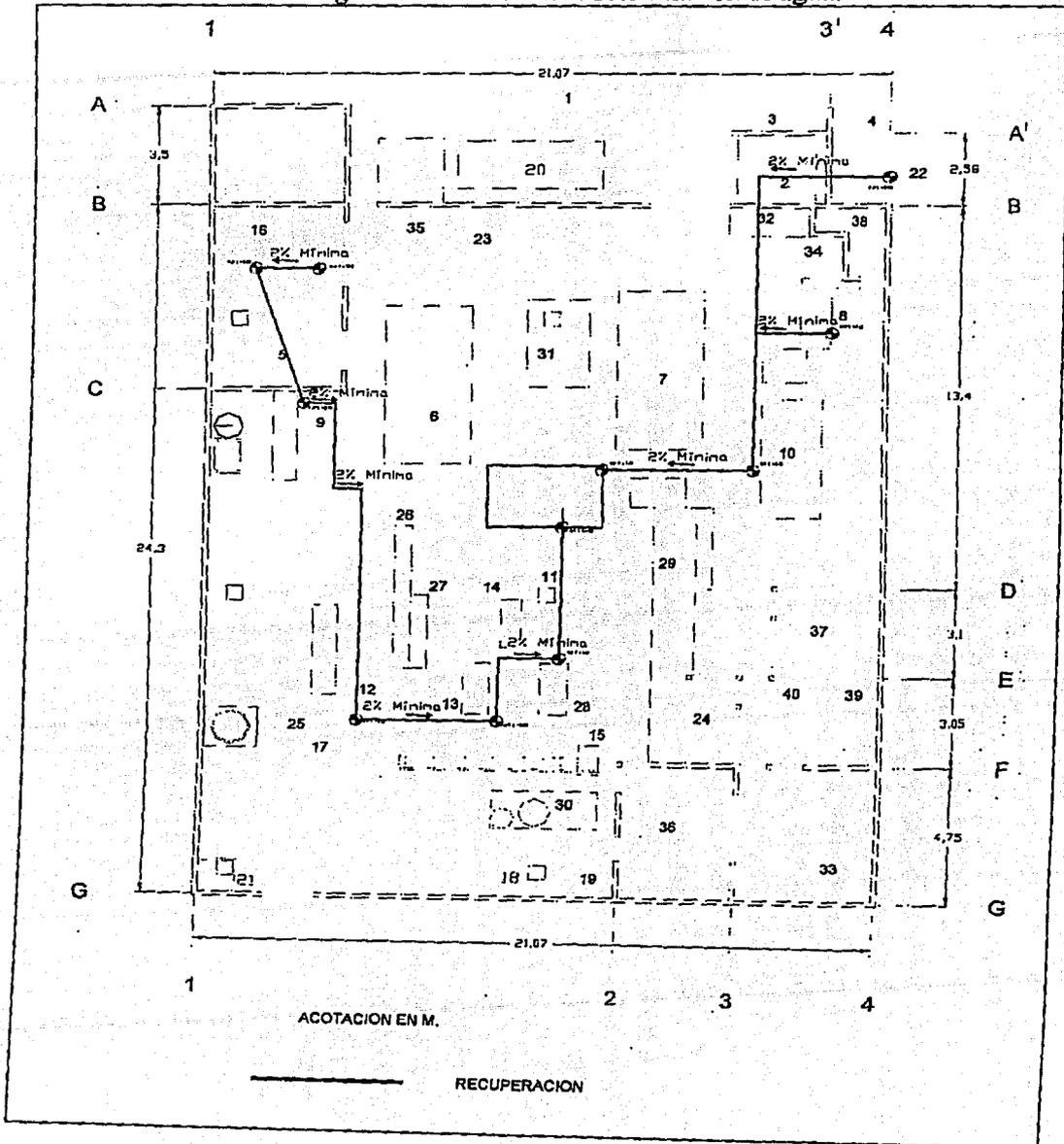
Tabla 5.5 Parámetros que debe contener el cuestionario.

Parámetros
-Emisión de contaminantes a la atmósfera.
-Nivel de ruido.
-Temperatura de salida del agua de enfriamiento.
-Cantidad de aceites gastados que se producen por el funcionamiento del equipo
-Cantidad de agua que se desperdicia en los equipos que utilizan freno hidráulico.

2. Diseñar cursos de capacitación para el personal involucrado con el laboratorio sobre ahorro de energía, agua y en general sobre el SAA haciendo hincapié que es un programa es de *mejora continua*.
3. Aislar los lugares donde están los equipos que provocan más ruido (salen de norma) con algún material absorbente.
4. Utilizar un sistema de recirculación de agua para aquellos equipos que la ocupan como medio de enfriamiento, en la figura 5.2 se muestra una propuesta para recuperar esta agua.
5. Establecer un almacén de residuos peligrosos de acuerdo con las normas para este fin antes mencionadas (Apéndice 2).
6. Realizar juntas periódicas para informar el resultado de la operación del SAA, sobre todo para la revisión de las bitácoras ambientales y del programa de mantenimiento preventivo, de manera que se cuente siempre con la información y retroalimentación necesarias.

Finalmente en la figura 5.2 C se muestra el sistema de recuperación de agua propuesto en isométrico.

Figura 5.2 A Sistema de recirculación de agua.



CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

El presente trabajo ha demostrado que el LMT realmente necesita un SAA ya que evidenció aquellos factores que afectan o alteran el ambiente, como: ruido, consumo de energéticos, emisiones al aire, gasto excesivo de agua, uso de refrigerantes inadecuados, utilización de aceites y grasas que generan residuos peligrosos.

Bajo esta perspectiva se han propuesto algunas alternativas para evitar que el consumo innecesario de recursos se siga dando en la realización de las prácticas o proyectos que el LMT tiene como objetivo. Estas propuestas, han sido planteadas de tal forma que se vayan aplicando estratégicamente y de acuerdo a los propios intereses que se desprendan de los responsables de este laboratorio.

Una de los principales propósitos como ya se mostró, es crear una cultura de protección al ambiente así como conciencia de Mono de recursos a los estudiantes, académicos y laboratoristas que utilizan este laboratorio; unos como centro de formación y otros como centro de trabajo. Así mismo se ha insistido en el cambio de paradigma funcional del laboratorio desde sus altos directivos, ya que de no ser así esta tesis sólo quedará como un trabajo con buenas intenciones y una lista de propuestas.

Conclusiones

- El funcionamiento del LMT produce contaminantes consume recursos naturales innecesariamente.
- Es posible mejorar el desempeño ambiental del LMT.
- Dentro de los objetivos del LMT es posible introducir un SAA, principalmente si se consideran los objetivos del SAA como académicos que este debe cumplir.

Recomendaciones

- Se recomienda seguir las actividades que se proponen en el capítulo 5 para implementar el SAA — LMT. Las prioridades que se establecieron han sido planteadas conforme a los recursos con los que cuenta actualmente el laboratorio.
- Por otro lado es urgente que en la realización de las prácticas se involucre directamente al estudiante con las actividades que promueve el SAA, por ejemplo:
 - Prevención, control y medición de ruido.
 - Ahorro de agua de enfriamiento.
 - Realización de bitácoras.

- **Se debe establecer un programa de colaboración entre los laboratorios ambientales de la UNAM y el LMT, de tal manera que haya un monitoreo en los niveles de contaminación producida.**

APÉNDICE 1

Diagnóstico de mejoras ambientales por equipo y elemento.

Con base en el análisis realizado en el apartado 3.4 se han podido establecer, en este apéndice el diagnóstico de las mejoras ambientales. El código que se muestra al inicio de cada renglón se explica a continuación:

- 1. El número que está al inicio es el de localización en la figura 3.3
- 2. La letra que está en segundo lugar indica si es Entrada o Salida y
- 3. La tercera letra indica:

I = Insumo
 A= Aire
 E= Energía
 W=Aguas residuales
 P=Residuos peligrosos
 S=Residuos sólidos
 R=Ruido

EQUIPOS PARA PRÁCTICAS

1	Compresor de paletas deslizantes Diro
IEI	Utilizar embudos al cargar de combustible el depósito para evitar evaporaciones o desperdicios.
IEE	Realizar: Una bitácora donde se establezca el tiempo de inicio y de termino de la práctica. - Un programa de mantenimiento preventivo para evitar cualquier tipo de fricción entre rodamientos ya que esto provoca mayor demanda de energía.
ISA	- Poner un filtro en el escape, - Cuidar que no haya evaporación de aceite y diesel debido a fugas con un programa de mantenimiento preventivo.
ISP	Depositar en un lugar especial las estopas que se utilicen para limpieza de fugas o general.
ISR	Poner un silenciador, - Proporcionar protecciones pam los oídos a los involucrados con la practica y el mantenimiento (es recomendable el uso <i>dechicharos</i> sobre todo pam los laboratoristas), - Aislar el equipo en un cuarto especial donde se disipe el mido.

2	Caldera Clayton
2E1	Utilizar embudos al cargar de combustible el depósito para evitar evaporaciones o desperdicios.
2EA	Realizar: - un programa de mantenimiento preventivo a los serpentines y quemador para que el agua que demande sea la necesaria. - una bitácora donde se establezca el tiempo de inicio y de termino de la práctica.
2SA	- Colocar un filtro en la chimenea, - Realizar programa de mantenimiento preventivo para el quemador y todos los elementos que intervienen en el proceso de combustión.
2SP	Depositar en un lugar especial las estopas que se utilicen para limpieza de togas o general.

3	Torre de enfriamiento
3EA	Realizar una bitácora donde se establezca el tiempo de inicio y de termino de la práctica.
3EE	Realizar un programa de mantenimiento preventivo para evitar cualquier tipo de fricción entre rodamientos ya que esto provoca mayor demanda de energía.
3SW	Trasladar el agua utilizada a un sistema de recirculación.
3SP	Depositar en un lugar especial las estopas que se utilicen para limpieza..
3SR	Realizar un programa de mantenimiento preventivo a los motores para evitar cualquier exceso de ruido en la tose.

4	Turbina de gas
4EI	Utilizar embudos al cargar de combustible el depósito para evitar evaporaciones o desperdicios.
4EA	Realizar una bitácora donde se establezca el tiempo de inicio y de termino de la práctica.
4EE	Crear una bitácora donde se especifique el tiempo inicial y final de la práctica para evitar demandas mayores de energía
4SA	Utilizar un programa de mantenimiento preventivo para evitar la evaporación de aceite y diesel debido a fugas que pueda tener la turbina.
4SW	Trasladar el agua utilizada a un sistema de recirculación.
4SP	Depositar en un lugar especial las estopas que se utilicen para limpieza de fugas o general.
4SR	<ul style="list-style-type: none"> - Adaptar un silenciador en el escape, - Proporcionar protecciones para los oídos a los involucrados con la practica,

5	Generador eléctrico diesel
5EI	Utilizar embudos al cargar de combustible el depósito para evitar evaporaciones o desperdicios.
5EA	Realizar una bitácora donde se establezca el tiempo de inicio y de termino de la práctica.
5EE	Crear una bitácora donde se especifique el tiempo inicial y final de la práctica para evitar demandas mayores de energía.
5SA	Utilizar un programa de mantenimiento preventivo para evitar la evaporación de aceite y diesel debido a fugas que pueda tener la turbina.
5SW	Trasladar el agua utilizada a un sistema de recirculación.
5SP	Depositar en un lugar especial las estopas que se utilicen para limpieza de fuga; o general.
5SR	Aislar el lugar donde se encuentra el motor para evitar que el ruido se propague al exterior con algún material que lo absorba (cartón o corcho).

	Caldera Ce-Rrey
6EI	Utilizar embudos al cargar de combustible el depósito para evitar evaporaciones o desperdicios.
6EA	Realizar: <ul style="list-style-type: none"> - un programa de mantenimiento preventivo a los serpentines y quemador para que el agua que demande sea la necesaria. - una bitácora donde se establezca el tiempo de inicio y de termino de la práctica.
6EE	Crear una bitácora donde se especifique el tiempo inicial y final de la práctica para evitar demandas mayores de energía.
6SA	<ul style="list-style-type: none"> - Colocar un filtro en la chimenea, - Realizar programa de mantenimiento preventivo para el quemador y todos los elementos que intervienen en el proceso de combustión.
6SP	Depositar en un lugar especial las estopas que se utilicen para limpieza de fugas o general.

7	Caldera Claver-Brooks
7EI	Utilizar embudos para llenar el depósito de combustible para evitar evaporaciones o desperdicios.
7EA	Realizar: <ul style="list-style-type: none"> - un programa de mantenimiento preventivo a los serpentines y quemador para que el agua que demande sea la necesaria. - una bitácora donde se establezca el tiempo de inicio y de término de la práctica.
7EE	Crear una bitácora donde se especifique el tiempo inicial y final de la práctica para evitar demandas mayores de energía.
7SA	<ul style="list-style-type: none"> - Colocar un filtro en la chimenea, - Realizar programa de mantenimiento preventivo para el quemador y todos los elementos que intervienen en el proceso de combustión.
7SW	
7SP	Las estopas que se utilicen para limpieza general o de fugas deben tener un depósito especial.
7SS	Depositar en un lugar especial las estopas que se utilicen para limpieza de fugas o general.

8	Turbina Westinghouse
8EA	Realizar una bitácora donde se establezca el tiempo de inicio y de término de la práctica.
8EE	Crear una bitácora donde se especifique el tiempo inicial y final de la práctica para evitar demandas mayores de energía.
8SW	Trasladar el agua utilizada a un sistema de recirculación.
8SP	Depositar en un lugar especial las estopas que se utilicen para limpieza de fugas o general.
8SR	Proporcionar protecciones para los oídos a los involucrados con la práctica.

9	Compresor Ingersoll-Rand
9EA	Realizar una bitácora donde se establezca el tiempo de inicio y de término de la práctica.
9EE	Crear una bitácora donde se especifique el tiempo inicial y final de la práctica para evitar demandas mayores de energía.
9SW	Trasladar el agua utilizada a un sistema de recirculación.
9SP	Depositar en un lugar especial las estopas que se utilicen para limpieza de fugas o general.
9SR	<ul style="list-style-type: none"> - Realizar un programa de mantenimiento preventivo para evitar cualquier exceso de ruido. - Proporcionar protecciones para los oídos a los involucrados en las prácticas así como los laboratoristas que lo operan.

10	Turbina Bellis-Marcom
10EA	Realizar una bitácora donde se establezca el tiempo de inicio y de término de la práctica.
10EE	Crear una bitácora donde se especifique el tiempo inicial y final de la práctica para evitar demandas mayores de energía.
10SW	Trasladar el agua utilizada a un sistema de recirculación.
10SP	Depositar en un lugar especial las estopas que se utilicen para limpieza de fugas o general.
10SR	<ul style="list-style-type: none"> - Realizar un programa de mantenimiento preventivo para evitar cualquier exceso de ruido. - Proporcionar protecciones para los oídos a los involucrados en las prácticas así como los laboratoristas que lo operan.

11	Bomba de calor
11EA	Realizar una bitácora donde se establezca el tiempo de inicio y de término de la práctica.
11EE	Crear una bitácora donde se especifique el tiempo inicial y final de la práctica para evitar demandas mayores de energía.
11SA	Utilizar un refrigerante ecológico (R-132)
11SW	Trasladar el agua utilizada a un sistema de recirculación
11SP	Depositar en un lugar especial las estopas que se utilicen para limpieza de fugas o general.
11SR	<ul style="list-style-type: none"> - Realizar un programa de mantenimiento preventivo para evitar cualquier exceso de ruido. - Proporcionar protecciones para los oídos a los involucrados en las practicas así como los laboratoristas que lo operan.

12	Compresor Worthington
12EA	Realizar una bitácora donde se establezca el tiempo de inicio y de término de la práctica.
12EE	Crear una bitácora donde se especifique el tiempo inicial y final de la práctica para evitar demandas mayores de energía
12SW	Trasladar el agua utilizada a un sistema de recirculación
12SP	Depositar en un lugar especial las estopas que se utilicen para limpieza de fugas o general.
12SR	<ul style="list-style-type: none"> - Realizar un programa de mantenimiento preventivo para evitar cualquier exceso de ruido. - Proporcionar protecciones para los oídos a los involucrados en las practicas así como los laboratoristas que lo operan.

13	Motor GM en línea 6 cilindros.
13EI	Utilizar embudos para llenar el depósito de combustible para evitar evaporaciones o desperdicios.
13EA	Realizar una bitácora donde se establezca el tiempo de inicio y de término de la práctica.
13EE	Crear una bitácora donde se especifique el tiempo inicial y final de la práctica para evitar demandas mayores de energía
13SA	<ul style="list-style-type: none"> - Colocar un filtro en el escape - Realizar programa de mantenimiento preventivo para los elementos que intervienen en el proceso de combustión.
13SW	Trasladar el agua utilizada a un sistema de recirculación
13SP	Depositar en un lugar especial las estopas que se utilicen para limpieza de fugas o general.
13SR	<ul style="list-style-type: none"> - Realizar un programa de mantenimiento preventivo para evitar cualquier exceso de ruido. - Proporcionar protecciones para los oídos a los involucrados en las practicas así como los laboratoristas que lo operan.

14	Motor Ford en V 8 cilindros.
14EI	Utilizar embudos para llenar el depósito de combustible para evitar evaporaciones o desperdicios.
14EA	Realizar una bitácora donde se establezca el tiempo de inicio y de término de la práctica.
14EE	Crear una bitácora donde se especifique el tiempo inicial y final de la práctica para evitar demandas mayores de energía
14SA	<ul style="list-style-type: none"> - Colocar un filtro en el escape. - Realizar programa de mantenimiento preventivo para los elementos que intervienen en el proceso de combustión.
14SW	Trasladar el agua utilizada a un sistema de recirculación
14SP	Depositar en un lugar especial las estopas que se utilicen para limpieza de fugas o general.
14SR	<ul style="list-style-type: none"> - Realizar un programa de mantenimiento preventivo para evitar cualquier exceso de ruido. - Proporcionar protecciones para los oídos a los involucrados en las practicas así como los laboratoristas que lo operan.

15	Ventilador centrífugo y ducto de aire.
15EE	Crear una bitácora donde se especifique el tiempo inicial y final de la práctica para evitar demandas mayores de energía
15SP	Depositar en un lugar especial las estopas que se utilicen para limpieza de fugas o general.
15SR	<ul style="list-style-type: none"> - Realizar un programa de mantenimiento preventivo para evitar cualquier exceso de mido. - Proporcionar protecciones para los oídos a los involucrados en las practicas asi como los laboratoristas que lo operan.

16	Cámara de combustión
16E1	Utilizar embudos pan llenar el depósito de combustible para evitar evaporaciones o desperdicios.
16EA -	Realizar una bitácora donde se establezca el tiempo de inicio y de termino de la práctica.
16EE	Crear una bitácora donde se especifique el tiempo inicial y final de la práctica para evitar demandas mayores de energía
16SA	<ul style="list-style-type: none"> - Colocar un filtro en el escape. - Realizar programa de mantenimiento preventivo para los elementos que intervienen en el proceso de combustión.
16SW	Trasladar el agua utilizada a un sistema de recirculación
16SP	Depositar en un lugar especial las estopas que se utilicen para limpieza de fugas o general.

17	Equipo de refrigeración A (1/4 HP)
17EE	Crear una bitácora donde se especifique el tiempo inicial y final de la práctica para evitar demandas mayores de energía
17SA	Utilizar un refrigerante ecológico (R-132).
17SP	Depositar en un lugar especial las estopas que se utilicen para limpieza de fugas o general.

18	Equipo de refrigeración B (1/3 HP)
18EE	Crear una bitácora donde se especifique el tiempo inicial y final de la práctica para evitar demandas mayores de energía
18SA	Utilizar un refrigerante ecológico (R-132).
18SP	Depositar en un lugar especial las estopas que se utilicen para limpieza de fugas o general.

19	Equipo de refrigeración C (3/4 HP)
19EE	Crear una bitácora donde se especifique el tiempo inicial y final de la práctica para evitar demandas mayores de energía
19SA	Utilizar un refrigerante ecológico (R 132).
19SP	Depositar en un lugar especial las estopas que se utilicen para limpiezade fugas o general.

ALMACENES Y DEPÓSITOS

20	Tanque Diesel
20E1	Utilizar embudos al cargar de combustible el depósito para evitar evaporaciones o desperdicios.
20SA	<ul style="list-style-type: none"> - Mantener bien tapados y sin fugas los depósitos para evitar evaporación. - Utilizar una bitácora en el uso del combustible.
20SP	Depositar en un lugar especial las estopas que se utilicen para limpieza.

21	Tanque de gasolina
21EI	Utilizar embudos al cargar de combustible el depósito para evitar evaporaciones o desperdicios.
21SA	<ul style="list-style-type: none"> - Mantener bien tapados y sin fugas los depósitos para evitar evaporación. - Utilizar una bitácora en el uso del combustible.
21SP	Depositar en un lugar especial las estopas que se utilicen para limpieza

22	Depósito de combustible de la turbina de gas
22EI	Utilizar embudos al cargar de combustible el depósito para evitar evaporaciones o desperdicios.
22SA	<ul style="list-style-type: none"> - Mantener bien tapados y sin fugas los depósitos para evitar evaporación. - Utilizar una bitácora en el uso del combustible.
22SP	Depositar en un lugar especial las estopas que se utilicen para limpieza

23	Deposito diesel para alimentación de calderas
23EI	Utilizar embudos al cargar de combustible el depósito para evitar evaporaciones o desperdicios.
23SA	<ul style="list-style-type: none"> - Mantener bien tapados y sin fugas los depósitos para evitar evaporación. - Utilizar una bitácora en el uso del combustible.
23SP	Depositar en un lugar especial las estopas que se utilicen para limpieza

24	Almacén del laboratorio
24EI	Crear un registro de entrada y salida de insumos para tomar medidas m cuanto que y cuanto es lo que realmente necesita el LMT
24SP	<ul style="list-style-type: none"> - Depositar en un lugar especial las estopas que se utilicen para limpieza - Los bates de pintura deben estar bien sellados y cuando se tiren debe ser en un depósito especial
24SS	Diseñar un sistema de rehúso de papel

25	Zona de almacenamiento temporal
25EI	Especificar una zona especial donde este delimitada por señalamientos advirtiendo el peligro.
25SA	<ul style="list-style-type: none"> - Mantener bien tapados y sin fugas los depósitos para evitar evaporación. - Utilizar una bitácora en el uso de los combustibles.
25SW	Prever la posible fuga a alcantarillas de agua creando una zanja de seguridad.

EQUIPOS DE EXHIBICIÓN

26	~ Intercambiador de calor "TheGriscom-Rusell" controlado por presión
----	--

27	Intercambiador de calor de tubos de coraza controlado por temperatura
----	---

28	Motor de gasolina
28SP	Las estopas que se utilicen para limpieza general deben tener un depósito especial. Así como los recipientes con residuos de combustible.

29	Motor de vapor Corlis
29SP	Las estopas que se utilicen para limpieza general o fugas deben tener un depósito especial. Así como los recipientes con residuos de combustible.

30	Planta de refrigeración Crasso
----	--------------------------------

EQUIPOS AUXILIARES

31	Planta de tratamiento de agua (1).
31EA	Realizar una bitácora donde se establezca el tiempo de inicio y de termino de la práctica en donde se utilice agua suave (calderas).
31EE	Utilizar un programa de mantenimiento preventivo.
31SW	

32	Planta de tratamiento de agua (2).
32EA	Realizar una bitácora donde se establezca el tiempo de inicio y de termino de la práctica en donde se utilice agua suave (calderas).
32EE	Utilizar un programa de mantenimiento preventivo.
32SW	

33	Torno.
33EE	Utilizar un programa de mantenimiento preventivo.
33SP	Depositar en un lugar especial las estopas que se utilicen para limpieza así como los aceites gastados.
33SR	<ul style="list-style-type: none"> - Realizar un programa de mantenimiento preventivo para evitar cualquier exceso de ruido. - Proporcionar protecciones para los oídos a los involucrados en las practicas así como los laboratoristas que lo operan.

34	Agua corriente.
34EA	Realizar una bitácora en donde se establezca el tiempo durante el cual el depósito tiene que estar en servicio para así proporcionar el mantenimiento preventivo adecuado.
34SW	Reutilizar el agua que se utiliza en la limpieza

35	Compresora.
35EE	Realizar una bitácora en donde se establezca el tiempo durante el cual la compresora tiene que estar en servicio para así proporcionar el mantenimiento preventivo adecuado.
35SR	<ul style="list-style-type: none"> - Realizar un programa de mantenimiento preventivo para evitar cualquier exceso de ruido. - Proporcionar protecciones para los oídos a los involucrados en las practicas así como los laboratoristas que lo operan.

ADMINISTRACIÓN

36	Oficina administrativa
36EE	Colocando letreros que indiquen al usuario de la oficina como ahorrar energía eléctrica.
36SS	Colocando letreros que indiquen al usuario de la oficina como reducir la generación de residuos sólidos.

37	Cubículos de ayudantes.
37EE	Colocando letreros que indiquen al usuario de los cubículos como ahorrar energía eléctrica.
37SS	Colocando letreros que indiquen al usuario del laboratorio como reducir la generación de residuos sólidos.

38	Baño.
38EE	Colocando letreros que indiquen al usuario como ahorrar energía eléctrica.
38EA	Colocando letreros que indiquen al usuario que debe ahorrar agua.
38SW	Utilizando un programa de mantenimiento que verifique el buen funcionamiento.

39	Cocineta.
39EA	Colocando letreros que indiquen al usuario del laboratorio que debe ahorrar agua
39EE	Utilizando un programa de mantenimiento correctivo que verifique el buen funcionamiento del excusado.

40	Refrigerador
40EE	Colocando letreros que indiquen al usuario del laboratorio que debe ahorrar agua
40A	Cambiar el refrigerante R-14 por R-134 ^a

APÉNDICE 2

Normas de disposición y almacenamiento de residuos peligrosos

A.2.1 Nom 001 – Ecol – 1999. Límites máximos permitidos

CONSTITUYENTES INORGANICOS.	CONCENTRACION MAXIMA PERMITIDA (mg/l)
ARSENICO	5.0
BARIO	100.00
CADMIO	1.0
CROMO HEXAVALENTE	5.0
NIQUEL	5.0
MERCURIO	0.2
PLATA	5.0
PLOMO	5.0
SELENIO	1.0
CONSTITUYENTES ORGANICOS	CONCENTRACION MAXIMA PERMITIDA (mg/l)
ACRILONITRILO	5.0
CLORDANO	0.03
o-CRESOL	200.0
m-CRESOL	200.0
p-CRESOL	200.0
ACIDO 2,4-DICLOROFENOXIACETICO	10.0
2,4-DINITROTOLUENO	0.13
ENDRIN	0.02
HEPTACLORO (Y SU EPOXIDO)	0.008
HEXACLOROETANO	3.0
LINDANO	0.4
METOXICLORO	10.0
NITROBENCENO	2.0
PENTAFLOROFENOL	100.0
2,3,4,6-TETRAFLOROFENOL	1.5
TOXAFENO (CANFENOCLORADO TECNICO)	0.5
2,4,5-TRICLOROFENOL	400.0
2,4,6-TRICLOROFENOL	2.0
ACIDO 2,4,5-TRICLORO FENOXIPROPIONICO (SILVEX)	1.0
CONSTITUYENTE ORGANICO VOLATIL	CONCENTRACION MAXIMA PERMITIDA (mg/l)
BENCENO	0.5
ETER BIS (2-CLORO ETILICO)	0.05
CLOROBENCENO	100.0
CLOROFORMO	6.0

CLORURO DE METILENO	8.6
CLORURO DE VINILO	0.2
1,2-DICLOROBENCENO	4.3
1,4-DICLOROBENCENO	7.5
1,2-DICLOROETANO	0.5
1,1-DICLOROETILENO	0.7
DISULFURO DE CARBONO	14.4
FENOL	14.4
HEXACLOROBENCENO	0.13
HEXACLORO-1,3-BUTADIENO	0.5
ISOBUTANOL	36.0
ETILMETILCETONA	200.0
PIRIDINA	5.0
1,1,1,2-TETRACLOROETANO	10.0
1,1,2,2-TETRACLOROETANO	1.3
TETRACLORURO DE CARBONO	0.5
TETRACLOROETILENO	0.7
TOLUENO	14.4
1,1,1-TRICLOROETANO	30.0
1,1,2-TRICLOROETANO	1.2
TRICLOROETILENO	0.5

A.2.2 Características del sitio de almacenamiento residuos peligrosos de acuerdo al Reglamento de la ley general del equilibrio ecológico y la protección al ambiente en materia de residuos peligrosos.

El depósito debe estar en un lugar que cumpla las condiciones dadas por el Reglamento de la ley general del equilibrio ecológico y la protección al ambiente en materia de residuos peligrosos:

I.- Estar separadas de las áreas de producción, servicios, oficinas y de almacenamiento de materias primas o productos terminados;

II.- Estar ubicadas en zonas donde se reduzcan los riesgos por posibles emisiones, fugas, incendios, explosiones o inundaciones;

III.- Contar con muros de contención, y fosas de retención para la captación de los residuos o de los lixiviados;

IV.- Los pisos deberán contar con trincheras o canaletas que conduzcan los derrames a las fosas de retención, con capacidad para contener una quinta parte de lo almacenado;

V.- Contar con pasillos lo suficientemente amplios, que permitan el tránsito de montacargas mecánicas, electrónicas o manuales, así como el movimiento de los grupos de seguridad y bomberos en caso de emergencia.

VI.- Contar con sistemas de extinción contra incendios. En el caso de hidrantes, éstos deberán mantener una presión mínima de 6 kg/cm² durante 15 minutos; y

VII.- Contar con señalamientos y letreros alusivos a la peligrosidad de los mismos, en lugares y formas visibles.

Bibliografía

- Aguilera, A. Ríos., A. (1993). *Sistemas integrales de ahorro de energía eléctrica para tiendas de autoservicio*. UIA.
- Aguirre, R., (2000). *Apuntes de la clase Sistemas de Mejoramiento Ambiental*. Facultad de ingeniería UNAM.
- British Petroleum, (1992). *Statistical Review of World Energy*. Londres. British Petroleum Company.
- CÉSPEDES (2002).
Reglamentos de la LGEEPA en Materia de Residuos Peligrosos
http://www.cce.org.mx/cespedes/sistemas/contexto/reglamentos/resi/reglamento_resi.html
- CNA (1993).
Compendio Básico del Agua en México
http://www.cna.gob.mx/portal/publicaciones/compendio02/7_Administracion_del_Agua.PDF
- COA (1999). *Instructivo de la cedula de operación anual (COA)*. SEMARNAP
- DOF, SEMARNAT (1997)
Diario oficial de la federación. NOM -001-ECOL-96.
http://www.semarnat.gob.mx/marco_juridico/cont_agua.shtml/
- Freeman., H. (1998). *Manual de prevención de la contaminación industria*. Mc. Graw Hill.
- GERENCIA AMBIENTAL (1995)
El futuro de la ISO 14000 en Argentina.
www.ingeniroambiental.com/futuroiso.htm
- González, G. (2002). *Entrevista y comentarios*. LMT, UNAM
- Henry G., Heinke G. (1996). *Ingeniería ambiental*. Prentice hall.
- INE (2002).
Instituto Nacional de Ecología. Leyes y normas
<http://www.ine.gob.mx/dggia/retc/coa/indexcoa.html>
- LEGEEPA (1997)
Leyes y Reglamentos
www.ecología.campeche.gob.mx/leyes_reglamentos.html
- Marti MJA, Desolille H., (1993). *Ambiente sonoro de los lugares de trabajo*. Masson.

Negrete y Hernández (2001), *Manual de operación del laboratorio de máquinas térmicas de la facultad de ingeniería de la UNAM*

Putman. P.C., (1953). *Energy in the Future*. Nueva York. Van Nostrand

Rickards C.J, Camaras R.R (2002). *El manejo de las radiaciones nucleares*
[www. Lectura.ilce.edu.mx:3000/sites/ciencia/volumen2/ciencia3/094/htm/radia2.htm](http://www.Lectura.ilce.edu.mx:3000/sites/ciencia/volumen2/ciencia3/094/htm/radia2.htm)

STPS (2002)
Normas Oficiales Mexicanas
www.stps.gob.mx/index2.htm

SEMARNAT (2002).
Reglamento de la ley general del equilibrio ecológico y la protección al ambiente en materia de residuos peligrosos. Publicado en el Diario Oficial de la Federación el 25 de noviembre de 1988.
http://www.semarnat.gob.mx/marco_juridico/reglamentos/residuo.shtml

Van Der Leeaden., (1990). *The Water Encyclopedia*. 2da. ed. Chelsea, Mich. Lewis Publishers.

Wark W., (1998). *Contaminación del aire. Origen y control*. Limusa.

Lecturas adicionales

Batstone, R., J. E. Smith, Jr., y D. Wilson. (1989).
The Safe Disposal of Hazardous Waste. World Bank Technical Paper Number 983, Washington, D. C.

Centers for Disease Control and Prevention (CDC) (2002).
Instituto Nacional de Salud Y Seguridad Ocupacional (NIOSH) (fecha de consulta 17 mayo 2002)
www.cdc.gov/spanish/niosh/ab-sp.html

Enkerlin, E. (1997). *Ciencia ambiental y desarrollo sostenible*. Thomson

INGENIERO AMBIENTAL (2002).
Introducción a las normas ISO 14000. Un caso práctico.
<http://www.ingenieroambiental.com/inf/gestionagua.htm>

Ochoa, J., y Bolaños, F. (1990). *Medida y control del ruido*. Marcombo.

Ross, R. (1972). *La industria y la contaminación del aire*. Diana.