

ESCUELA SUPERIOR POLITECNICA DEL LITORAL
FACULTAD DE INGENERÍA MECÁNICA Y CIENCIAS
DE LA PRODUCCIÓN

“Construcción De Un Prototipo Para El Tratamiento De Lodos de
Aceite De Una Central Termoeléctrica (Elecaastro)”

TESIS DE GRADO

Previo la obtención del Título de:

INGENIERO MECÁNICO

Presentada por:

IVAN DANIEL ESPINOSA MEJÍA

GUAYAQUIL-ECUADOR

AÑO: 2006

AGRADECIMIENTO

Agradezco a Jehová Dios el gran instructor por haberme apoyado incondicionalmente en esta maravillosa carrera, a mis padres Dr. Guillermo Espinosa y Lcda. Dora Mejía su apoyo en estos años de mi carrera.

Gratitud para mi director el Ing. Ernesto Martínez por su excelente ayuda e incentivo. Al Ing. Jorge López por su cooperación y al Ing. Gonzalo Zabala por valiosa información.

DEDICATORIA

Esta tesis está dedicada especialmente a Jehová Dios, quién me fortaleció día y noche hasta la culminación de mi carrera. También dedico esta tesis a mis padres y hermanos menores Andrea y Leonardo.

TRIBUNAL DE GRADUACIÓN

.....
Ing. Francisco Andrade S.
DELEGADO DEL DECANO DE
LA FIMCP

.....
Ing. Ernesto Martínez L
DIRECTOR DE TESIS

.....
Ing. Manuel Helguero G.
VOCAL

.....
Ing. Rodolfo Paz M.
VOCAL

DECLARACIÓN EXPRESA

“La responsabilidad del contenido de esta Tesis de Grado, me corresponde exclusivamente, y el patrimonio intelectual de la misma a la ESCUELA SUPERIOR POLITECNICA DEL LITORAL”

(Reglamento de Graduación de la ESPOL).

.....

Iván Daniel Espinosa Mejía

RESUMEN

En el desarrollo de una nación es indispensable la inversión en el sector eléctrico, la provincia del Azuay cuenta con una amplia variedad de centrales hidroeléctricas y térmicas como Saucay, Saymirín, El Descanso y Monay pertenecientes a la compañía Elecaastro.

En el caso de las centrales térmicas se da el caso especial de más inversión por la compra de combustibles como diesel y búnker y la compra de aceite para la lubricación de los motores de generación. Además existen planes de mantenimiento de las máquinas y sistema de tratamientos de los residuos provenientes del consumo de aceite lubricante. Este problema de limpieza actualmente representa un costo significativo para la empresa, además de un perjuicio ambiental debido al sistema incompleto de los residuos de aceite.

Lo que se ha encomendado para ésta tesis es justamente reducir estos costos de tratamiento de estos lodos y mitigar el impacto ambiental del mismo. Con su colaboración desde finales del año 1988 en que **ETAPA** estableció el **PROGRAMA DE CONTROL DE CONTAMINACION POR**

ACEITES USADOS hasta el mes de septiembre de 2002 se ha recolectado y eliminado más de 380.000 galones de aceite mineral usado. Sin embargo todavía se expulsan desechos en una fosa cavada contigua a la central térmica.

Existen varias maneras para el tratamiento de estos lodos, pero para ésta tesis se ha escogido el sistema convencional de filtro-prensa debido a las pruebas realizadas en laboratorio, la efectividad de este proceso es muy buena, además es un proceso limpio que conlleva bajos costos.

Primeramente es necesario establecer un parámetro que me defina el tipo de fluido a utilizar para el sistema de prensado. El parámetro ha sido definido como la presión del fluido necesario para dicho proceso.

Como se analizará y explicará en esta tesis el fluido es aire. Esto significará la implementación de un sistema neumático con todos los elementos necesarios, además se harán los respectivos cálculos para la selección adecuada de los equipos.

Es importante recalcar que para la instalación de los sistemas neumáticos, los elementos son seleccionados en función de ciertas variables necesarias para la instalación.

Primeramente se seleccionará un diámetro comercial de cilindro neumático, la presión ha sido dispuesta según lo expuesto experimentalmente y con un valor que generalmente se utiliza para un sistema neumático. Para la comprobación de estos resultados existen ábacos con ciertos parámetros definidos.

Con éstos parámetros se establecerá el valor de la fuerza necesaria para compactar los lodos y la proporción de agua que se encuentra en este lodo de aceite para finalmente establecer la proporción de sólido presente en este residuo.

El valor del caudal de aire necesario estará establecido según ábacos expuestos en ésta tesis. Los procedimientos para el cálculo en el avance y retorno del cilindro son explicados también.

Es de suma importancia esclarecer que para los parámetros de selección de ciertas unidades que completan el sistema neumático se utilizan ábacos que facilitan los cálculos. La unidad de mantenimiento FRL y el tanque de almacenamiento de aire comprimido han sido seleccionados a partir de ciertos parámetros y se los explicará más adelante.

Finalmente se hará un análisis del costo de instalación del sistema propuesto y se lo comparará con el costo de tratamiento de lodos del sistema actual, se comparará y se comprobará el ahorro que podría significar para Elecaustro.

Se cuantificará el Impacto ambiental sobre el recurso agua y sobre el recurso suelo y los beneficios al medio ambiente.

Esta tesis es realizada en la Central Termoeléctrica El Descanso en la ciudad de Cuenca propiedad de ELECAUSTRO. Es una planta de generación de energía eléctrica de 19200 Kw., pero debido al desastre de la Josefina ocurrido el 29 de Marzo de 1993, en el cual se desprendieron aproximadamente 24 millones de m³ de rocas y arcillas a escala kilométrica, formando un enorme dique natural en el que quedaron atrapadas las aguas de los ríos Paute y Jadán, provocando una inundación de más de 1000 hectáreas. Como consecuencia sus instalaciones quedaron anegadas y su capacidad se redujo a 17200, es decir su potencia se redujo aproximadamente un 10%. Este porcentaje fue recomendado por la compañía japonesa Nigata, la cual es el fabricante de los equipos.

ÍNDICE GENERAL

RESUMEN.....	II
INDICE GENERAL.....	VI
ABREVIATURAS.....	VIII
SIMBOLOGÍA.....	IX
INDICE DE FIGURAS.....	X
INDICE DE TABLAS.....	XII
INDICE DE PLANOS.....	XIII
INTRODUCCIÓN.....	1
CAPÍTULO 1	
1 DESCRIPCIÓN GENERAL DE LA CENTRAL TERMOELÉCTRICA EL	
DESCANSO.....	
1.1 Elementos constitutivos de la Central termoeléctrica El Descanso.....	20
1.2 Tipos de Combustible utilizado y Propiedades.....	29
1.3 Tipos de Lubricante utilizado y Propiedades.....	33
1.4 Contaminación del Lubricante durante la Operación.....	40
CAPÍTULO 2	
2 PROCESO DE PURIFICACIÓN DE ACEITE LUBRICANTE.....	
2.1 Descripción del Proceso.....	47
2.2 Deficiencias con el Sistema Actual de extracción de lodos.....	58

2.3 Análisis del Costo Anual de Tratamiento de Lodos.....	60
2.4 Análisis del Impacto Ambiental.....	61

CAPÍTULO 3

3 MEJORAMIENTO DEL PROCESO DE PURIFICACIÓN MEDIANTE TRATAMIENTO DEL SISTEMA DE RECOLECCIÓN DE LODOS.....	91
3.1 Sistema Propuesto para la Solución del Problema.....	91
3.2 Datos de Entrada del Sistema.....	100
3.3 Análisis físico y Matemático para el Diseño.....	108
3.4 Especificaciones técnicas del Prototipo.....	109
3.5 Construcción del Prototipo.....	119

CAPÍTULO 4

4 EVALUACIÓN DEL PROTOTIPO.....	192
4.1 Variables de Entrada.....	192
4.2 Variables de Salida.....	296
4.3 Cantidad de lodos recolectados por galón de desechos.....	203
4.4 Cantidad de agua obtenida por galón de desechos.....	204

CAPÍTULO 5

5 ANÁLISIS ECONÓMICO.....	206
5.1 Análisis del Costo de Tratamiento Actual.....	206
5.2 Análisis del Costo del Tratamiento de Lodos Propuesto.....	208
5.3 Análisis Comparativo de los tratamientos Actual y Propuesto.....	216

CAPÍTULO 6

6 IMPACTO AMBIENTAL.....	219
6.1 Descripción Actual del Recurso Agua.....	224
6.2 Descripción Actual del Recurso Suelo.....	228
6.3 Cumplimiento con Normas Ambientales.....	232

6.4 Cuantificación Impacto Ambiental Antes y Después del Proceso.....	250
CAPÍTULO 7	
7 CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	253
ANEXOS	
BIBLIOGRAFÍA.	

ABREVIATURAS

Bar.:	Bares
dm:	decímetro.
h :	Horas.
ISO:	Organización internacional de estándares
Kg.:	Kilogramo.
l :	litros.
m:	Metro
mm.:	Milímetros.
m^2 :	Metro cuadrado
m^3 :	Metro cúbico.
min:	Minuto.
$\frac{m^3}{s}$:	Metro cúbico por minuto.
$\frac{m^3}{\text{min}}$:	Metro cúbico por segundo.
N :	Newton.
$\frac{Nl}{s}$:	Normal litros por segundo
$\frac{Nl}{h}$:	Normal litro por hora.
$\frac{Nm^3}{s}$:	Normal metros cúbicos por segundo.
$\frac{Nm^3}{h}$:	Normal metros cúbicos por hora.
$\frac{Ndc m^3}{s}$:	Normal decímetros cúbicos por segundo.
Pa:	Pascales.

SIMBOLOGÍA

P	Presión constante suministrada por el tanque de presión
S	Área de la sección del émbolo.
F	Fuerza que se necesita para compactar los lodos.
D	Diámetro del émbolo.
d	Diámetro del vástago.
v	Velocidad
Q	Caudal de alimentación
V	Volumen de lodos de aceite
C	Carrera de ambos cilindros.
R	Relación de Compresión
L	Longitud total de tubería.
L equiv.	Longitud equivalente.
QN	Consumo de aire libre promedio.
QC	Capacidad del compresor.
VND	Volumen normal de aire en el depósito de parada
VNA	Volumen normal de aire en el depósito de arranque.
VC	Volumen consumido para un salto de presiones ΔP
tM	tiempo de marcha.
tP	tiempo de parada.
to	tiempo de operación.
H	Período de mantenimiento en horas
km	Período de mantenimiento en kilómetros
c	Carrera del cilindro expresada en metros
n	Frecuencia de operación del actuador

INDICE DE FIGURAS

	Pág.
Figura 1.1	Presa el Labrado.....4
Figura 1.2	Central Hidroeléctrica Saucay.....5
Figura 1.3	Presa Chanlud.....6
Figura 1.4	Central Hidroeléctrica Saymirín.....7
Figura 1.5	Central Termoeléctrica Monay.....9
Figura 1.6	Central Termoeléctrica El Descanso.....11
Figura 1.7	Mapa de la provincia del Azuay con acceso a la Central....12
Figura 1.8	Esquematación del sistema de tratamiento de agua.....23
Figura 1.9	Diagrama Viscosidad-Temperatura.....31
Figura 1.10	Diagrama de conversión de unidades.....33
Figura 2.1	Proceso de circulación de aceite lubricante.....47
Figura 2.2	Esquema del sistema de lubricación.....48
Figura 2.3	Purificadora centrífuga utilizada.....51
Figura 2.4	Tanque de lodos.....60
Figura 3.1	Experimento para determinación de fuerza.....101
Figura 3.2	Prueba de filtrado.....102
Figura 3.3	Compactación experimental de lodos de aceite.....103
Figura 3.4	Torta homogénea y heterogénea.....104
Figura 3.5	Cilindro neumático y cilindro de lodos.....106
Figura 3.6	Cilindros neumáticos.....109
Figura 3.7	Cilindros de doble y simple efecto.....111
Figura 3.8	Simbología de cilindros neumáticos.....112
Figura 3.9	Compresor utilizado en el sistema neumático.....123
Figura 3.10	Tanque de aire comprimido.....129
Figura 3.11	Esquema similar a la instalación.....140
Figura 3.12	Esquema del sistema de compactación de la central.....141
Figura 3.13	Elementos del sistema neumático.....150
Figura 3.14	Diagrama neumático.....151

Figura 3.15	Unidades FRL.....	158
Figura 3.16	Tipos de FRL.....	158
Figura 3.17	Diagrama para selección de FRL.....	162
Figura 3.18	Curvas de caudal para una unidad de mantenimiento.....	164
Figura 3.19	Accionamiento de un cilindro de simple efecto.....	170
Figura 3.20	Accionamiento de un cilindro de doble efecto.....	173
Figura 3.21	Esquema de distribución con válvulas 4/2.....	177
Figura 3.22	Esquema de distribución de válvulas 5/2.....	178
Figura 3.23	Tipos de accionamiento manual para válvulas de vías.....	179
Figura 3.24	Sistema propuesto para el llenado del cilindro de lodos.....	187
Figura 3.25	Carga puntual en el punto crítico de la estructura.....	189
Figura 3.26	Análisis de esfuerzo de la estructura.....	190
Figura 3.27	Estructura diseñada.	191
Figura 4.1	Gráfica Densidad vs. Temperatura de los lodos de aceite.....	198
Figura 4.2	Geometría esperada del sólido.....	200
Figura 4.3	Experimentación con un galón de desechos.....	204
Figura 5.1	Comparación entre los costos actuales y propuesto.....	217
Figura 6.1	Condición actual de los residuos de aceite.....	237

INDICE DE TABLAS

	Pág.
Tabla 1	Representativo de las Centrales Hidroeléctricas.....9
Tabla 2	Tanque de almacenamiento de combustible.....14
Tabla 3	Stock de combustibles en el mercado eléctrico.....20
Tabla 4	Normas de calidad para el agua de la Central.....24
Tabla 5	Clasificación de los fuel oil según “S.E.M.T”27
Tabla 6	Hoja técnica del lubricante Argina T-40.....38
Tabla 7	Consumo de aceite año 2001-2002.....39
Tabla 8	Tipos de separadores mecánicos.....52
Tabla 9	Esquematización del Plan de Manejo Ambiental.....73
Tabla 10	Caudal por ciclo en el cilindro.....118
Tabla 11	Número de etapas del compresor.....122
Tabla 12	Datos del compresor.....126
Tabla 13	Datos de accesorios proporcionado por La Llave S.A.....147
Tabla 14	Valores seleccionados para la instalación.....148
Tabla 15	Unidades modulares FRL.....166
Tabla 16	Composición de un aceite usado según su procedencia..196
Tabla 17	Densidad a distintas temperaturas.....197
Tabla 18	Elementos que constituyen el sistema neumático.....209
Tabla 19	Precio de cada uno de los elementos.....210
Tabla 20	Análisis de la calidad del agua en el pozo de descarga...227
Tabla 21	Análisis de la calidad del suelo en el área de descarga...231
Tabla 22	Parámetros promedios obtenidos por Legin.....246
Tabla 23	Resultados de análisis de laboratorio.....247

INDICE DE PLANOS

Plano 1	Distribución actual del sistema de purificación de aceite
Plano 2	Plano de La Central Termoeléctrica El Descanso.

INTRODUCCIÓN

La presente tesis trata de la “Construcción de un prototipo para el tratamiento de lodos de aceite para una Central Térmica”. Esta tesis tiene por objetivo minimizar los costos del tratamiento de lodos actual y mitigar el impacto ambiental. La Central Térmica está ubicada en la ciudad de Cuenca y su generación la realiza a través de motores de combustión interna.

Se ha seleccionado un sistema de filtro-prensa neumático, debido al bajo costo de operación y a la limpieza del proceso de compactación. Actualmente el proceso de tratamiento de lodos es bastante engorroso para los trabajadores debido a la limpieza manual y rudimentaria de hacerlo.

En este estudio se analiza el diseño de un sistema neumático que pueda producir la fuerza de compactación necesaria además de la selección de equipos que cumplan con los parámetros de diseño. Estos equipos seleccionados tendrán el respaldo de La Llave S.A.

El producto obtenido podrá ser vendido a ETAPA que es la empresa encargada del tratamiento de desechos y aguas residuales contaminantes.

CAPITULO 1

1. DESCRIPCION GENERAL DE LA CENTRAL TERMoeLECTRICA EL DESCANSO.

La compañía es **ELECAUSTRO (ELECTRO GENERADORA DEL AUSTRO)**, con una serie de complejos hidroeléctricos y termoeléctricos:

CENTRALES HIDROELECTRICAS Y PRESAS DE LA COMPAÑÍA

Entre las principales centrales y presas tenemos:

- Complejo hidroeléctrico Machángara.
- Central Saucay.
- Central Saymirín.
- Presa El Labrado.
- Presa Chanlud.

COMPLEJO HIDROELECTRICO MACHANGARA

Son todas las obras que se hallan construidas en la cuenca alta y media.

En esta zona se encuentran implantadas las obras hidroeléctricas más importantes de la Empresa Electro Generadora del Austro S.A., como son la presa de Labrado y Chanlud, y las centrales de Saucay y Saymirín.

PRESA EL LABRADO



Fig.1.1 Presa El Labrado del Complejo Hidroeléctrico Machángara.

La Presa de El Labrado se encuentra ubicada en la cuenca alta del río Chulco (afuente del río Machángara, a una distancia de 40Km. de la ciudad de Cuenca, al noroccidente de la misma.

La Presa es del tipo Gravedad, en la que su estructura principal está construida de hormigón ciclópeo, complementada con un dique conformado por un enrocado recubierto de arcilla debidamente compactado. La altura de la presa es de 13 metros con una capacidad de almacenamiento de 6'200.000 m³, lo que permite operar a las centrales hidroeléctricas en los períodos de estiaje.

Los estudios de la presa los realizó la Compañía INGLEDOW KIDD AND ASSOCIATES del Canadá, en el año de 1962. La construcción se inició el 12 de noviembre de 1969 y la terminación de la obra fue en abril de 1972.

SAUCAY

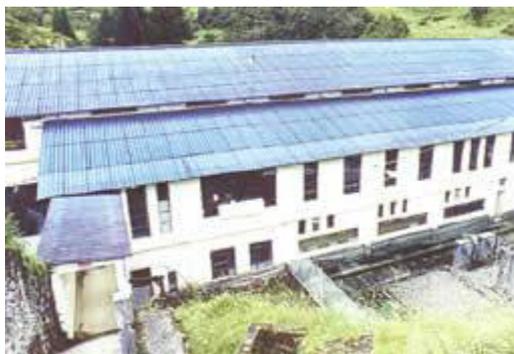


Fig.1.2 Central Hidroeléctrica Saucay

La central Hidroeléctrica Saucay está ubicada a 24 Km. de distancia al noroccidente de la ciudad de Cuenca. La central fue construida en dos etapas, la primera en el año de 1978 con dos unidades de 4.000 Kw. cada una, la segunda en 1982 con dos unidades más de 8.000 Kw. Cada una, dando una potencia total de 24.000 Kw.

Las turbinas son de tipo PELTON y para generar la potencia total se requieren de 7.2 metros cúbicos de agua, la caída neta es de 425 metros y la longitud de las dos tuberías de presión es de 1317 metros cada una.

El voltaje de generación de las cuatro unidades es de 4.160 V., esta tensión se eleva por medio de una Subestación a 69.000 V.

PRESA CHANLUD

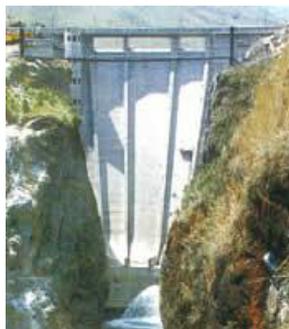


Fig. 1.3 Presa Chanlud

La Presa de Chanlud se encuentra ubicada en la cuenca alta del río Machángara, a una distancia de 45 kilómetros al noroccidente de la ciudad de Cuenca.

La presa es de tipo Arco Gravedad en la que toda la estructura es de Hormigón Armado. La altura de la presa es de 51 metros, con una capacidad de almacenamiento de 17'000.000 de metros cúbicos de agua, con lo cual se puede operar en las centrales de Saucay y Saymirín en los períodos de estiaje.

Los estudios de esta obra los realizó el Consorcio Español-Ecuatoriano INTECSA-GEOSISA en el año de 1978. La construcción se inició en 1995 y se terminó el 11 de Noviembre de 1997 a cargo de la Compañía COANDES.

CENTRAL HIDROELECTRICA SAYMIRIN



Fig. 1.4 Central Hidroeléctrica Saymirín

La central de Saymirín esta a 15 Km. de distancia al noroccidente de la ciudad de Cuenca. Fue construida en tres etapas, la primera en 1956 con dos unidades de 1250 Kw. cada una, la segunda en 1960 con dos unidades de 1960 Kw. cada una y la tercera en 1995 con otras dos unidades más de 4000 Kw. cada una, dando una potencia total de 14.420 Kw. Las turbinas de la primera y segunda etapa son de tipo PELTON y de la tercera etapa son del tipo FRANCIS.

Para generar la potencia total se requieren de 7.9 metros cúbicos/ seg. de agua, la caída neta es de 212 metros y la longitud de las tres tuberías de presión es de 345 metros cada una.

El voltaje de generación de las etapas primeras es de 2.400 V., y ésta se eleva por medio de una Subestación a 22.000 V., el voltaje de la tercera etapa es de 2.400 V. y es elevado por una Subestación a 69.000 V.

La siguiente tabla 1 es lo representativo de las Centrales Hidroeléctricas

Tabla 1 Representativo de las Centrales Hidroeléctricas

CENTRALES HIDROELECTRICAS							
Central	Unidad	Marca	Potencia [KW]	Tensión [KV]	Frecuencia [HZ]	Año Operación	Año de Fabricación
Saucay	1	Parson Peebles	4.000	4,16	60	1978	1976
	2	Parson Peebles	4.000	4,16	60	1978	1976
	3	BBC	8.000	4,16	60	1982	1978
	4	BBC	8.000	4,16	60	1982	1978
Saymirin	1	AEG	1.258	2,40	60	1957	1952
	2	AEG	1.258	2,40	60	1957	1952
	3	AEG	1.960	2,40	60	1964	1953
	4	AEG	1.960	2,40	60	1964	1953
	5	BBC	4.000	2,40	60	1995	1980
	6	BBC	4.000	2,40	60	1995	1980

CENTRALES TERMoeLECRICAS

Dos Centrales Termoeléctricas:

- Central Monay.
- Central El Descanso

CENTRAL TERMoeLECTRICA MONAY



Fig. 1.5 Central Termoeléctrica Monay

La Central de Monay se encuentra ubicada en la ciudad de Cuenca, en la parroquia de Monay. Esta central fue instalada en dos etapas, la primera en 1971 con tres unidades de 1500 Kw. cada una y la segunda en 1975 con tres unidades de 2375 Kw. cada una, dando una potencia total de 11.625 Kw.

Las primeras tres máquinas son de procedencia japonesa marca Niigata, de 400 R.P.M., 6 cilindros, turboalimentados y consumen como combustibles el diesel 2.

Las otras tres unidades son de procedencia americana marca Fairbanks Morse, de 900 R.P.M., 12 cilindros, 24 pistones opuestos, sobrealimentados con turbos y blowers, consumiendo el combustible diesel 2.

El voltaje de generación de todos los generadores es de 6.300 V. y se elevan a 22.000 V. por medio de una Subestación.

La central Termoeléctrica El Descanso se ubica aproximadamente a 20 Km. al noreste de la ciudad de Cuenca, cercana a la confluencia de los ríos Cuenca y Burgay que da origen al río Paute, en el sector denominado "El Descanso" en la provincia del Azuay. Para el acceso se toma la carretera que se dirige a Gualaceo, desde la panamericana Cuenca-Azogues.

A continuación en la figura 1.6 se muestra una panorámica de la Central.



Fig. 1.6 Vista Posterior de La Central Termoeléctrica El Descanso.

.Esta central fue instalada en 1983 con cuatro unidades de 4800 Kw. cada una, dando una potencia total de 19.200 Kw.

Su operación depende de las lluvias que se presenten en las centrales hidroeléctricas ya que en tiempo de estiaje su operación es de 24 horas al día y en época de lluvias su operación es de 10 horas diarias aproximadamente.

El voltaje de salida de los generadores es 6.300 V., y se eleva a una tensión de 22.000 V. por medio de una Subestación.

Posición Geográfica.

La central Termoeléctrica El Descanso se ubica aproximadamente a 20 Km. al noreste de la ciudad de Cuenca, cercana a la confluencia de los ríos Cuenca y Burgay que da origen al río Paute, en el sector denominado “El Descanso” en la provincia del Azuay. Para el acceso se toma la carretera que se dirige a Gualaceo, desde la panamericana Cuenca-Azogues. En la figura 1.7 se identifica claramente la posición geográfica de La Central Térmica “El

Descanso”.

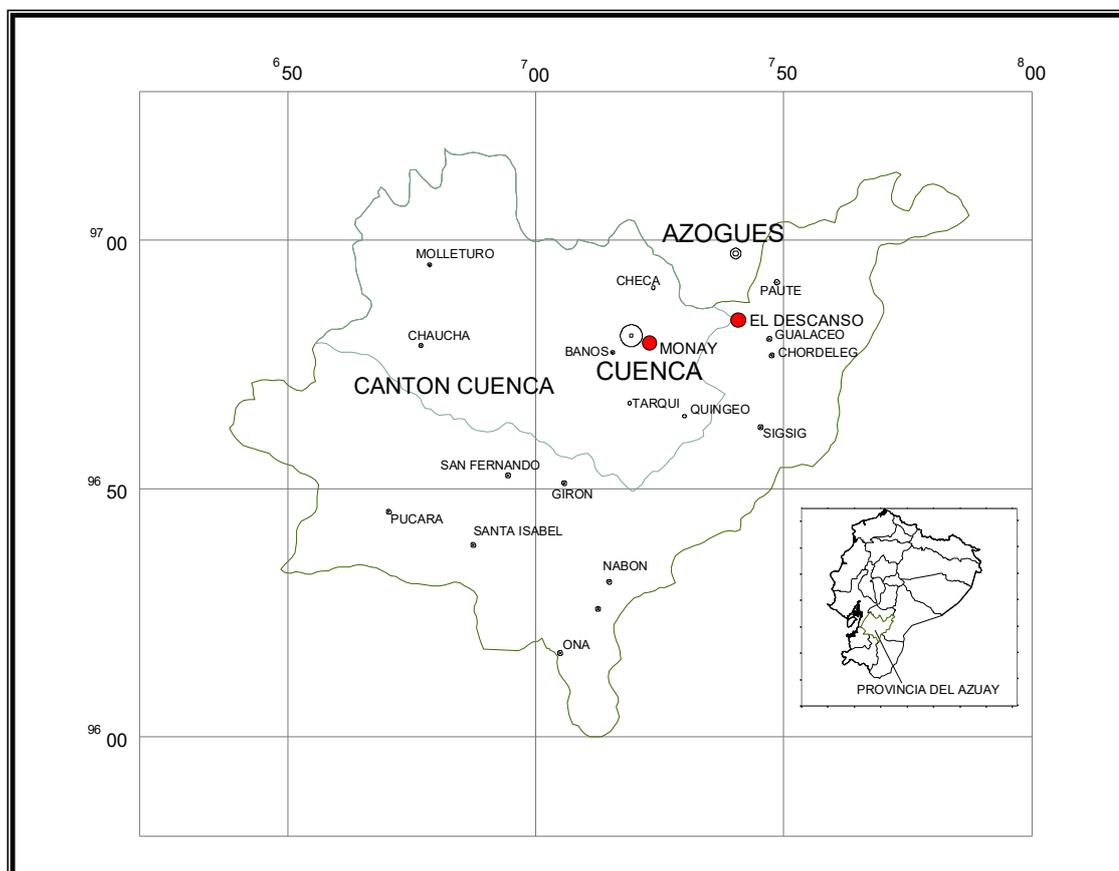


Fig. 1.7 Mapa de La provincia del Azuay con la vía de acceso a la Central

Casa de Máquinas

Tiene por dimensiones (B x L) son 66.75 x 80.16 m y está diseñada para alojar los cuatro generadores de la central.

Las máquinas son de procedencia japonesa marca Niigata, de 514 R.P.M., 14 cilindros, Turboalimentados y consume dos tipos de combustible, diesel 2 para los arranques y paradas y bunker para la operación normal.

Existen dos niveles; en la planta baja están alojados los cuatro grupos motor-generadores, al lado sur de éstos se encuentran sus grupos lubricantes y calentadores, uno por cada uno. Adicionalmente se encuentran los paneles de mando por cada grupo, sobre éstos se encuentran los tanques de combustible diario.

En el subsuelo se encuentran las siguientes instalaciones:

- Tanques de lubricante para cada motor
- Enfriadores de aceite lubricante y agua del motor.
- Tanques de combustible de búnker.
- Compresores.
- Tanques de lodos

Sistema de Depósito de Combustibles y Lubricantes.

La central cuenta con siete tanques de almacenamiento para combustible líquido ubicados fuera del área de la casa de máquinas. Estos tanques se hallan en posición vertical. El volumen total máximo almacenado de diesel es de 84619 galones; y de bunker es de 169680 galones.

Tanque para Almacenamiento de Combustibles

La central cuenta con siete tanques de almacenamiento para combustible líquido ubicados fuera del área de la casa de máquinas. Estos tanques se hallan en posición vertical. (Ver Plano 1, Implantación de las obras).

Con el propósito de almacenar el combustible, la central cuenta con los depósitos, que se muestran en la Tabla 2.

TABLA 2 TANQUES DE ALMACENAMIENTO DE COMBUSTIBLE

Código	Combustible	Diámetro (m)	Altura (m)	Capacidad galones	Uso
TQ1	Diesel	6.10	6.82	52484	Recepción
TQ2	Diesel	5.06	6.10	32135	Centrifugado
Total Diesel				84619	
TQ3	Bunker	6.20	6.87	54582	Recepción
TQ4	Bunker	7.58	4.89	57413	Recepción
TQ5	Bunker	7.58	4.89	57685	Recepción
Total Bunker				169680	

Adicionalmente a estos depósitos, cuenta con dos tanques de 20.000 litros para calentamiento y centrifugado de bunker, de 3.5 m de altura y 2.88 m de diámetro.

Los tanques han cumplido su vida útil sin embargo cuentan con programas de mantenimiento.

Tanque para almacenamiento de lodos de lubricante

Para desalojo de lodos de tanque lubricante

Material	Acero
Forma	Cilíndrica
Capacidad	500 litros
Marca	Slurry Pump
Type	SPL – 20 C
Flujo	0.034 m ³ /h
Tamaño	H = 1m, D = 0.8 m

Bodegas

Junto a los tanques de almacenamiento existe un área de 105 m² donde se almacenan repuestos y barriles de aceite.

Existe otra bodega de repuestos en el subsuelo, bajo la sala de control.

Taller de Mantenimiento de la Central termoeléctrica el Descanso

Tiene áreas que por alojar tubería de diesel y búnker, filtros, purificadores de combustible, y otros equipos, presentan el aspecto aceitoso característico de este tipo de instalaciones, sin embargo, no existen derrames.

Hay que añadir, la presencia de equipo para soldadura, pintura y otros materiales para mantenimiento. Se tiene una zona específica donde se almacenan los barriles de los aceites de lubricación, sin embargo de lo cual, existen otros puntos de la instalación en donde están presentes aquellos.

Interconexión con el Sistema Nacional Interconectado (S.N.I)

Esta central se interconecta con el sistema distribución de la “Empresa Eléctrica Regional Centro Sur C.A”., en el lado de alta tensión de la subestación adyacente de elevación de propiedad de ELECAUSTRO que contiene un transformador de marca AICHI – ELECTRIC.

Las cuatro unidades de 4800 Kw. se conectan a un mismo transformador - descrito anteriormente-, a través de un disyuntor en aceite. El lado primario del transformador se conecta a la barra de 22kV de la S/E # 12 de la Empresa Eléctrica Regional Centro Sur y por medio de éste a los dos

transformadores 69/22 kV, a través del cual se evacua la potencia y energía generada en la central, al sistema de subtransmisión de la citada empresa distribuidora.

Iluminación: La central está muy mal iluminada la irregularidad en los flujos lumínicos es casi una regla.

Señalización: Si bien existe señalización interior y exterior, ésta no cumple con las normas internacionales en cuanto a especificación de colores de seguridad y formas. También hay deficiencia en el número de señales de tipo informativa, restrictiva, prohibitiva, obligatoria, etc.

Seguridad industrial y salud ocupacional: Los valores obtenidos de concentración de contaminantes de interés ambiental, cumplen con los límites máximos permisibles establecidos en el Reglamento de Calidad de Aire aplicable en el Ecuador expedido por el Ministerio de Salud Pública y publicado en el Registro Oficial No. 726 del 15 de julio de 1991. Sin embargo realizado un modelo de dispersión de los contaminante en función de la velocidad del viento de la zona, determinándose que existirá contaminación en periodos de calma (velocidad del viento menor a 1 m/s), en especial de NOx.

Capacitación: Existe deficiencia en cuanto a la regularidad de simulacros, atención de emergencias, dotación y reemplazo de equipos de protección personal. Necesidad de capacitación al personal en la operación - instrumentación de las diversas instalaciones. La actualización de manuales o guías para enfrentar problemas asociados a la operación de las instalaciones, o en caso de presentarse una contingencia.

Aditivos usados en la Central Termoeléctrica “El Descanso”

Los aditivos utilizados de importancia son:

IT-BOILER 52-A, constituyen aminas del grupo NH₂ (anticorrosivos); IT-BOILER 41 L, son compuestos formados por elementos orgánicos e inorgánicos, inhibidores de corrosión; HIDROX CF, producto usado para control de corrosión e incrustaciones en la torre de enfriamiento, además disminuye el pH.

Productos peligrosos para el Proceso Industrial

En el proceso industrial puede identificarse como producto peligroso, el denominado HIDROX 16, usado para evitar la corrosión en camisas e inyectores.

HIDROX 16 es un compuesto anti-incrustante y anticorrosivo formulado a base de dispersantes, polímeros y cromatos, de allí su peligrosidad.

Su uso es restringido para el agua para camisas e inyectores, y siendo un sistema cerrado no produce efluentes continuos.

Ruido:

Las emisiones sonoras en el ambiente externo a la central representan un aspecto ambiental adverso significativo, en cuanto al cumplimiento del Reglamento para la Prevención y Control de la Contaminación Ambiental Originada por la Emisión de Ruidos RO 560 del 12 de noviembre de 1990, y su reforma RO. 337 del 6 de agosto de 1998; debido fundamentalmente que los niveles de presión sonora equivalentes registrados en varios de los puntos receptores considerados, se encuentran sobre los valores permitidos por la normativa aplicable, para la noche (70 dB); y aquellos más influenciados por la operación de los motor-generadores, también incumplen con los valores máximos permisibles para el horario diurno (75 dB).

Existen varias áreas de interés como: vestidores, cuyo nivel de ruido es cercano a la normativa de 85 dB, sin protección; y, la cabina de control que aunque no se supera el valor máximo permisible, se recomienda sea igual a 60 dB (valor límite para actividades intelectuales, IESS)

En cuanto a los niveles de ruido industrial, en todos los casos, se supera el valor de 85 dB(A), a partir del cual el uso de protección auditiva es indispensable.

Stock de Combustibles Diesel, Bunker o Nafta además de la Potencia Disponible

Se especifican en la siguiente tabla 3 del 1 de Junio del 2005.

Tabla 3 Stock de Combustibles en la Central Termoeléctrica

TANQUES DE ALMACENAMIENTO DE COMBUSTIBLE

Código	Combustible	Diámetro (m)	Altura (m)	Capacidad galones	Uso
TQ1	Diesel	6.10	6.82	52484	Recepción
TQ2	Diesel	5.06	6.10	32135	Centrifugado
Total Diesel				84619	
TQ3	Bunker	6.20	6.87	54582	Recepción
TQ4	Bunker	7.58	4.89	57413	Recepción
TQ5	Bunker	7.58	4.89	57685	Recepción
Total Bunker				169680	

Adicionalmente a estos depósitos, cuenta con dos tanques de 20.000 litros para calentamiento y centrifugado de bunker, de 3.5 m de altura y 2.88 m de diámetro.

1.1 ELEMENTOS CONSTITUYENTES DE LA CENTRAL

Sistema de Tratamiento de Agua: este sistema representa un enorme ahorro para la compañía ya que posee un recurso natural como es el río que pasa junto a la central proporcionando así agua todo el tiempo. El proceso se describe a continuación.

Agua es bombeada desde el río hacia un tanque con una capacidad de 18 metros cúbicos sin realizarse ningún tipo de tratamiento. Este tanque subterráneo cuenta con tres sorbetes ; el primero trae agua bombeada desde el río, el segundo uno más profundo que me sirve para la extracción de los sedimentos mediante una bomba y el tercero un poco más alto que me sirve para que el agua sea bombeada nuevamente para ser tratada.

Esta agua sin ningún tratamiento es bombeada hacia unos canales en donde se le añade una solución de agua con sulfato de aluminio en una proporción de 1 quintal de sulfato de aluminio por cada 1000 litros de agua. La mezcla es realizada en dos tanques de polietileno de 1000 litros cada uno.

Después de haber realizado esta solución, la cual me permite que se precipiten los lodos, esta agua es pasada a través de canales con varias etapas de precipitado mediante, los cuales me permiten que estos lodos se decanten y pase un poco más pura el agua. Este sistema esta inclinado un poco lo que me permite que el agua fluya con facilidad.

Seguidamente esta agua se deposita en una piscina en las cuales se encuentran unos paneles de asbesto, los cuales a su vez retienen un poco más de impurezas.

Esta piscina cuenta en su parte superior con unos tubos agujerados, es decir, tubos en forma de flauta, los cuales se anegan cuando sube el nivel del agua de la piscina permitiendo así que pase el agua que esta cerca de la superficie y por ende es la mas libre de impurezas.

Cuando se han anegado las flautas permite el paso de agua a través de estos agujeros y es llevada a canales que luego de dirigirán a una cisterna para su decantación final.

Desde esta cisterna se bombea hacia unos filtros, finalmente esta agua es llevada a una piscina de 400 metros cúbicos que ya es apta para el consumo en las maquinas y equipos y es llevada a través de distintos equipos de bombeo.

El agua tratada se consume para el enfriamiento de las camisas de los motores, agua de alimentación de la caldera, para el mismo consumo humano. En la figura 1.8 se esquematiza el proceso de tratamiento de Agua de la Central.

ESQUEMA DEL PROCESO DE TRATAMIENTO DE AGUA

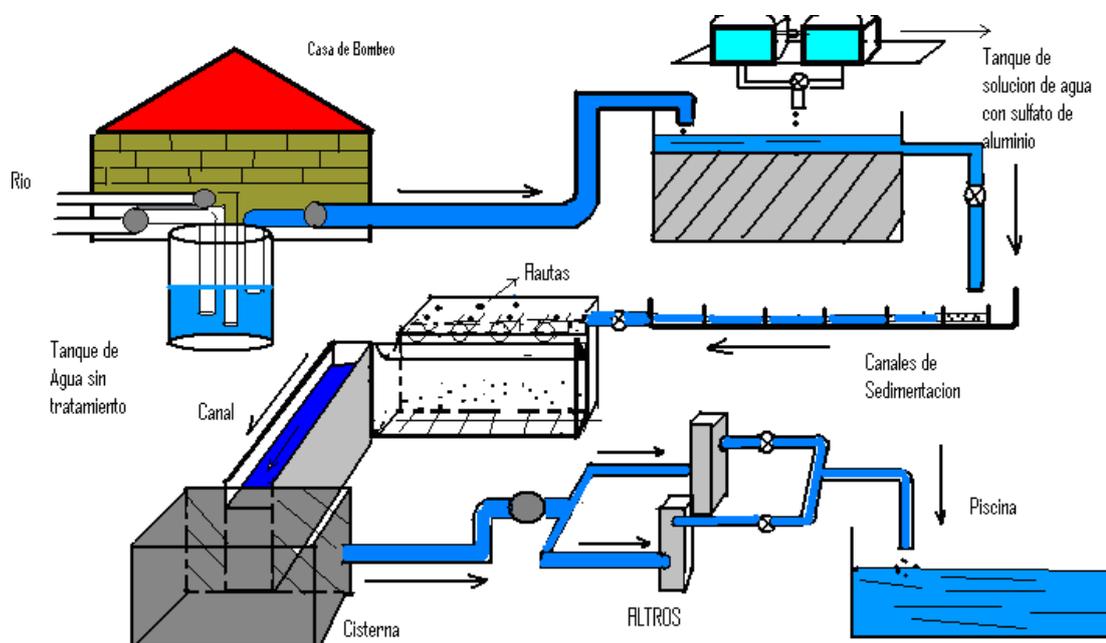


Fig. 1.8 Esquemización del Sistema de Tratamiento de Agua

NORMAS DE CALIDAD DEL AGUA DE ENFRIAMIENTO

Estas normas de calidad del agua de enfriamiento son recomendadas por Niigata.

- A: Agua de enfriamiento primario y agua de circulación del radiador con el sistema de enfriamiento secundario.
- B: Agua de circulación de la Torre de Enfriamiento con el sistema de enfriamiento primario y secundario.
- C: Agua de enfriamiento abierta con sistema de enfriamiento primario y secundario.

Tabla 4 Normas para la Calidad del Agua en La Central “El Descanso”

ítem	unidad	Agua suministrada	A	B y C
Turbiedad	grado	10	15	15
PH (25°C)		6-8.5	7-8.5	7-8.5
Conductiv. Eléctrica	$\mu V / cm$	<400	<600	<600
Consumo de Oxigeno químico	ppm	-	-	-
Dureza Total como CO_3Ca	ppm	<80	<120	<120
Ion Cloro (Cl -)	ppm	<100	<200	<200
Ion Amonio NH₄⁺	ppm	<10	<10	<10
Ion Acido Sulfúrico (SO₄⁻²)	ppm	<100		

NOTA: COMO VEMOS EN EL ANALISIS DE AGUA SUMINISTRADA SE ESTAN CUMPLIENDO CON LOS PARAMETROS RECOMENDADOS POR NIIGATA, ESTAS PRUEBAS FUERON REALIZADAS POR LA COMPAÑÍA.

SISTEMA DE LUBRICACION Y COMBUSTIBLE

GENERALIDADES

FUEL OIL

Los fuel oil que pueden usarse para los motores de poder son los siguientes:

- Aceites completamente destilados
- Fuel oil medianos y ligeros (mezcla de aceite destilado y residuos de destilación, en proporciones variables).
- Residuos de destilación

CLASIFICACION DE LOS FUEL OILS DE “S.E.M.T”.

Las apelaciones y especificaciones administrativas para la clasificación de aceites combustibles por sus propiedades dependen de un país a otro.

Para simplificar y dar exactitud en la conversión con sus concesionarios y sus clientes S.E.M.T (Societè D'Etudes de Machines Techniques) definió 5 clases de aceites combustibles para motores Diesel por sus propiedades, tal como se muestra en el cuadro.

Estas clases corresponden aproximadamente a la clase de administración utilizadas en la mayoría de países. En la tabla 5 se muestra la clasificación del fuel oil según "S.E.M.T".

Tabla 5 CLASIFICACION DE LOS FUEL OILS DE "S.E.M.T".

Clasificación Standard	Gravedad Especifica 156° C	Viscosidad Centistokes 50° C	Valor Analizado			Tipo A.C. utilizado	JIS Equiv
			Sulfuro %	Resto de Carbón %	Ceniza %		
Aceite Diesel LSc y similar	< 0.87	< 14 *(90)	< 0.1	< 0.2	<0.01	A	Ac. Ligeros
Aceite Diesel y Similar	< 0.9	<14 *(90)	<1	< 0.2	<0.01	B	"A" Ac. Espeso
Destilados	<0.9	≤ 30 *(200)	<1.8	<1.5	<0.02	C	"B" Ac. Espeso
Intermedios	<0.97	30<V<180 *(200) (1500)	0.3<S<1.8	<10	<0.05	D	"C" Ac. Espeso
			1.8<S<3	<10	<0.05	D	"C" Ac. Espeso
Intermedios y Aceites Espesos	<0.99	180<V<420 *(1500) (4000)	1.5<S<4	<12	<0.1	D	"C" Ac. Espeso

* Redwood No 1 a 100° F (37.8° C)

NORMA PARA CONTROLAR LOS FUEL OILS

Fuel Oils Medianos y Viscosos

Las especificaciones oficiales referentes al fuel oil medianos y viscosos son como siguen:

- Norma norteamericana CS 12-48: Clases 5 y 6
- Norma británica BS 2869-1967: Clases E, F y G
- Especificaciones francesas: Fuel oils viscosos No. 1 y 2
- Normas Industriales Japonesas: Aceites viscosos A, B y C (JIS).

Estas especificaciones son equivalentes a las Clases de “Aceites Diesel y similares”, “Destilados”, “Intermedios” e “Intermedios y combustibles espesos” de la norma S.E.M.T.

Nota:

Un fuel oil, que tenga una de las características mencionadas anteriormente en una cantidad que sobrepase el límite indicado por S.E.M.T no será necesariamente inadecuado para usarse en los motores de poder, especialmente si las demás características están por debajo de los límites indicados, y es conveniente consultar este asunto con los fabricantes de motores.

1.2 Tipo de combustible utilizado y sus propiedades

La central utiliza como combustible diesel – bunker, en el año de 2001 el diesel utilizado fue de 108737 galones por los motor - generadores y de 51922 galones por el caldero; el bunker utilizado en el 2001 fue de 3'867501 galones.

De acuerdo con los volúmenes utilizados, su modo de uso y las actividades de operación y mantenimiento que se realizan, el grado de toxicidad para el medio ambiente de estos productos es nulo.

MEDIDAS QUE HAY QUE TOMAR PARA USAR FUEL OILS NEGROS Y VISCOSOS

El tratamiento será llevado a cabo tal como se describe abajo cuando se analizan aceites combustibles de las siguientes clases: "Aceite Diesel y

Similares”, “Destilados”, “Intermedios” e “Intermedios y combustibles espesos”

Instalación del Purificador para combustible

Todos los motores que trabajan con fuel oil viscosos necesitan de un Purificador de fuel oil.

La función de este purificador consiste en eliminar, antes de la introducción de fuel oil en las bombas de inyección, las partículas sólidas y el agua.

Instalación del Precalentador para combustible

Cuando se usa fuel oil negro viscoso, es necesario precalentarlo a fin de que su viscosidad sea de 2 – 5° Engler (75 – 125 seg. Redwood No.1 – el valor óptimo es de 80-100 seg. Redwood No.1) en la entrada del motor (entrada de la bomba de inyección de combustible) para mantener un buen rendimiento en las bombas de inyección y de los inyectores de combustible para que pueda mantenerse una buena combustión debido a que su viscosidad es bastante alta. Esta viscosidad deseada es lograda calentando el fuel oil a la temperatura específica de acuerdo al diagrama **Viscosidad – Temperatura**.

Debido a que esta temperatura de precalentamiento se basa en la viscosidad indicada por el fabricante del fuel oil, se recomienda que el usuario compruebe por si mismo la viscosidad.

Diagrama Viscosidad – Temperatura para Precalentamiento

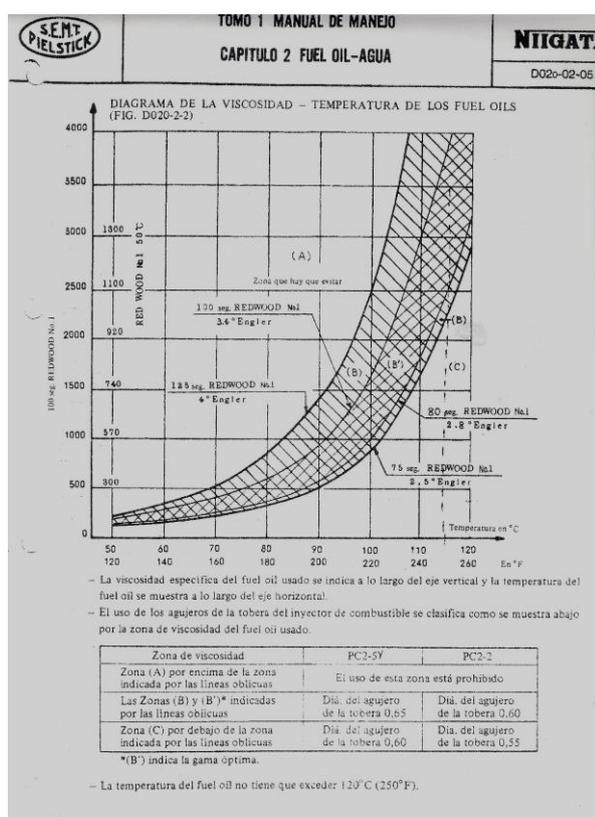


Fig. 1.9 Diagrama Viscosidad-Temperatura

- La viscosidad específica del fuel oil usado se indica a lo largo del eje vertical y la temperatura del fuel oil se muestra en el eje horizontal.

- El uso de los agujeros de la tobera del inyector de combustible se clasifica como se muestra abajo por la zona de viscosidad de fuel oil usado.

Zona de viscosidad	Motor de Poder
Zona (A) por encima de la zona indicada por las líneas oblicuas	El uso de esta zona esta Prohibido
Las zonas (B) y (B')*indicadas por las líneas oblicuas	Diá. Del agujero de la tobera 0.65
Zona (C) por debajo de la zona indicada por las líneas oblicuas	Diá. Del agujero de la tobera 0.60

*(B') indica la gama óptima

- La temperatura del fuel oil no debe de exceder de 120° .

Generalmente la viscosidad se da en distintas unidades entre las cuales tenemos los segundos Redwood, grados Engler, Centistokes o Centipoises, por lo que es necesario buscar un sistema adecuado de unidades. A continuación se muestra un diagrama de conversión de unidades para facilidad en la conversión.

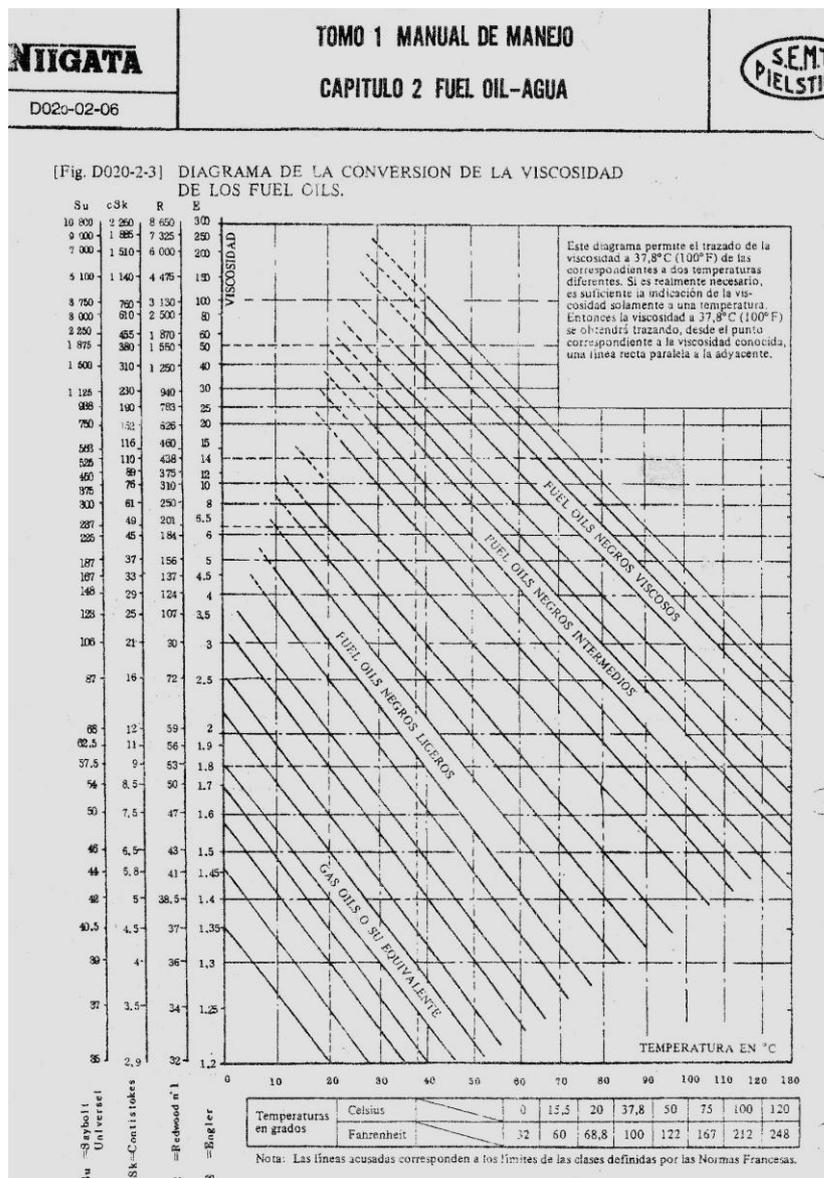


Fig.1.10 Diagrama de conversión de unidades

1.3 TIPO DE LUBRICANTE UTILIZADO Y PROPIEDADES

La selección correcta del fuel oil y del aceite lubricante es de una importancia vital para mantener al motor en las mejores condiciones de funcionamiento

en todo momento para asegurar una alta confiabilidad. Las precauciones para la selección y el tratamiento del fuel oil y del aceite lubricante son descritos desde el punto de vista de la fabricación del motor.

Es necesario que los aceites lubricantes tengan sus propiedades superiores a las normales con los motores de alto rendimiento usando fuel oils de baja calidad en particular con el fin de obtener un buen rendimiento de lubricación. Los aceites cuyas propiedades son adecuadas cuando se usan fuel oils de buena calidad (aceite ligero o gas oil) son a menudo inadecuados cuando se usan fuel oils de baja calidad (aceite muy viscoso). Por el contrario, si los aceites lubricantes que son adecuados cuando se usan fuel oils de baja calidad se usan en aquellos casos que se usan fuel oils de buena calidad (aceite ligero o gas oil), la puesta en marcha será difícil.

Para la lubricación de los motores de combustión interna para generación se utiliza el lubricante Argina T-40 Shell, su hoja técnica se muestra a continuación:

Aceite lubricante para motores diesel de mediana velocidad:

Shell Argina Oil S y T: son aceites para lubricación combinada de cilindros y cárter de motores diesel de alta potencia y mediana velocidad, que operan

con combustibles residuales en aplicaciones industriales y marinas. Están compuestos por aceites básicos altamente refinados y avanzados aditivos desarrollados por Shell para satisfacer las siempre crecientes demandas de los modernos motores diesel de velocidad media.

Aplicaciones:

- Motores industriales o marinos de propulsión y auxiliares de mediana velocidad que queman combustibles residuales con contenidos de azufre sobre 2.5 % en peso.
- Engranajes de reducción de motores marinos y ciertas otras aplicaciones a bordo de los buques.

Características

- Excelente detergencia con combustibles pesados.
- Entrega una inigualable protección de las partes críticas del motor al prevenir depósitos de hollín y contaminantes del combustible.
- Estabilidad térmica y resistencia a la oxidación.

-Provee un excelente control de depósitos producido por las altas temperaturas y contribuye a una larga vida útil del aceite.

-Rápida neutralización de los productos ácidos de la combustión.

-Entrega una protección continua contra la corrosión de los metales ferrosos y no ferrosos.

Detergencia y Alcalinidad

Los Argina contienen un avanzado sistema de aditivos que incorpora una efectiva capacidad detergente y cumple un rol multifuncional en el lubricante. En primer lugar, el detergente cumple un efectivo control sobre la formación de depósitos en las partes más calientes del motor, por ejemplo en las zonas entre los anillos donde depósitos carbonosos ensucian las superficies del pistón y las ranuras de los anillos, pudiendo producir un desgaste prematuro de los anillos y su alojamiento, aumentando de esta forma el paso de gases hacia el cárter y la pérdida del control del consumo de aceite. El detergente también ayuda a prevenir la acumulación de lacas y el depósito de barnices sobre la camisa del pistón y áreas bajo la corona.

La entrega y retención de la alcalinidad en los Argina es otra función primordial del sistema detergente. La alta alcalinidad proporciona los medios

para neutralizar los ácidos formados durante el proceso de combustión de manera que inhibe la corrosión del motor y la formación de depósitos.

La retención de esta alcalinidad en el aceite, aún bajo severas condiciones oxidantes y corrosivas, es particularmente efectiva y contribuye a la confiabilidad y extensión de la vida útil del motor.

La acción antioxidante del sistema detergente es excelente y cuando se combina con la alta resistencia a la oxidación de los aceites básicos y los inhibidores presentes en los Argina, se proporciona un control superior contra el espesamiento del aceite a altas temperaturas.

El detergente también es activo como agente anti-corrosivo entregando un alto grado de protección tanto a los elementos ferrosos como a los no ferrosos, ya sea por la adsorción de ácidos fuertes sobre superficies metálicas previniendo así el ataque corrosivo, o por una rápida neutralización de los ácidos corrosivos.

Durante el ciclo de operación del motor, una gran variedad de contaminantes entran al cárter, incluyendo agua, productos sólidos provenientes de la combustión y residuos de la oxidación y degradación térmica del combustible y en menor grado del lubricante. Los aditivos detergentes poseen

características de dispersancia que reducen el riesgo de que estos contaminantes formen borras en el cárter y en las tapas de válvulas tanto en funcionamiento en frío o en caliente.

Sin embargo los aceites Argina contienen aditivos dispersantes libres de cenizas, lo cual permite que los contaminantes sean removidos en los equipos separadores de los que comúnmente disponen los motores diesel de velocidad media.

En la siguiente tabla están las características del lubricante Argina.

Tabla 6 HOJA TECNICA DEL LUBRICANTE ARGINA T-40 SHELL

Cifras típicas

Shell Argina Oil SAE	S-30	S-40	T 30	T-40
Viscosidad Cinemática				
(IP 71 / ASTM D-445) a 40°C cSt	104	139	104	139
100°CcSt	11.8	14.9	11.8	14.9
Indice de Viscosidad (IP 226 / ASTM D-2270)	100	100	100	100
Densidad a 15°C kg/l (IP 365 / ASTM D-1298)	0.906	0.909	0.913	0.916
Punto de Inflamación °C				
(IP 34 / ASTM D-93) (Pensky-Martens Closed Cup)	195	234	212	225
Punto de Escurrimiento °C (IP 15 / ASTM D-97)	-18	-18	-18	-18
TBN-E mg KOH/g (IP 276 / ASTM D-2896)	20	20	30	30
Cenizas Sulfatadas % wt (IP 163 / ASTM D-874)	2.6	2.6	3.7	3.7
Capacidad Soportante de carga				
(IP 334) Pass Stage (FZG Gear Machine)	11	11		11

En la siguiente tabla 7 se muestra el consumo de aceite en los años 2001 y 2002

TABLA 7 CONSUMO DE ACEITE AÑO 2001 - 2002 (GL)

GRUPO	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	ACUM
1	699.63	1122.92	1606.04	712.83	938.58	605.00	906.41	684.54	1500.04	2298.91	2897.17	2758.28	16730.
2	-	-	-	-	-	-	-	233.00	-	-	-	-	233.0
3	-	855.68	2402.25	594.17	391.17	446.50	158.50	315.00	1377.00	1730.66	1872.54	2460.35	12603.
4	1537.84	1.827.82	2.420.00	1453.96	382.83	565.8	739.5	685.92	2276.25	2884.33	4504.34	4887.61	24165.
TOTAL	2237.47	3806.42	6428.29	2760.97	1712.58	1616.88	1804.16	1918.46	5153.29	6913.90	9274.05	10106.24	53732.

Consumo de aceite año 2002

GRUPO	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	ACUM
1	3371.43	1069.84	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	4441.2
2	-	-	1017.80	539.53	385.00	314.00	-	-	-	-	-	-	2256.3
3	3398.82	2041.25	2033.30	-	-	-	-	-	-	-	-	-	7473.3
4	6439.08	7507.06	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	13946.
TOTAL	13209.33	10618.5	305.10	539.53	385.00	314.00	-	-	-	-	-	-	28117.

Nota: Para el año 2002, únicamente se reporta hasta junio del 2002

1.4 Contaminación del aceite lubricante durante la operación

Evaluación de aceites usados para lubricación

Los lubricantes sirven para evitar el desgaste de las piezas móviles de los dispositivos mecánicos, sirviendo también en muchos casos para refrigerar la zona de fricción, evitando el agarrotamiento del mecanismo debido a los efectos dilatadores del calor.

Los primeros lubricantes fueron los aceites vegetales y las grasas animales, pero la industria petroquímica ha proporcionado una buena cantidad de sustancias derivadas del petróleo, mucho más resistentes a la descomposición térmica por calentamiento y más estables ante los cambios climatológicos. También se utilizan lubricantes derivados de materias sólidas; como el polvo de grafito o los polvos de talco.

Últimamente pueden encontrar en el mercado mecanismos que no es necesario lubricar mediante las grasas y aceites tradicionales, al tener todas sus piezas un recubrimiento de materiales poliméricos, con un coeficiente de rozamiento muy bajo.

A un aceite en servicio se le debe evaluar lo siguiente:

- Propiedades físico-químicas según las normas ASTM: permite conocer el estado del aceite y si éste puede ó no continuar en servicio. Los análisis de

laboratorio más importantes que se le deben hacer periódicamente al aceite, son: - Viscosidad, cSt/40°C, ASTM D88; - TAN, mgr KOH/ gr.ac.us., ASTM D664; Contenido de agua, % vol., ASTM D95.

· Contenido de metales por espectrofotometría de absorción atómica: permite cuantificar el nivel de desgaste en los mecanismos lubricados y cuál es el elemento que más se está desgastando.

Contaminación del aceite por partículas sólidas según la norma ISO 4406: permite conocer la cantidad de partículas sólidas presentes en el aceite en los tamaños mayores de 2, 5, 15, 25, 50 y 100 micras.

Los aceites minerales que se drenan de las máquinas, ya sea porque se les ha terminado su vida de servicio (se han oxidado) ó porque se han contaminado con agua, gases, ó con partículas sólidas y metálicas, en la mayoría de las empresas industriales se convierten en un verdadero problema, porque la aplicabilidad de las normas ambientales cada vez más restrictivas impiden que se quemen, se viertan a los afluentes ó a la tierra. Es así como es prioritario que las empresas industriales incluyan dentro de sus programas de lubricación el del mantenimiento a los aceites que se encuentran trabajando en las máquinas y el del manejo responsable de los desechos de los mismos cuando finalmente estos se oxidan. Es muy importante distinguir entre re-acondicionamiento y recuperación de un aceite mineral, normalmente estos dos términos se identifican como uno solo dando

lugar a que en la práctica mediante procesos físicos se trate de recuperar aceites minerales que están completamente oxidados.

Es muy importante tener muy claro que se debe hacer con un aceite mineral que se encuentra trabajando en una máquina y finalmente, cuando se desecha, cuales son las acciones que se deben ejecutar. Cuando se utilizan aceites sintéticos, el caso es menos crítico, pero igualmente se deben manejar como si fueran minerales ya que son igualmente no biodegradables y tóxicos

El aceite usado, de origen mineral o sintético, que se emplea como lubricante en motores, tiene entre sus componentes diversos elementos contaminantes. Tal es el caso de aditivos como el cinc, cadmio, aluminio, plomo, cloro, fósforo, azufre..., que se añaden al aceite base para conferirle estabilidad, durabilidad y potenciar su calidad lubricante.

Así mismo, presenta una serie de sedimentos procedentes del desgaste de las partes móviles del motor e inquemados derivados de los combustibles, que van a parar al aceite y acentúan aun más su toxicidad.

Como contiene innumerables productos venenosos, cancerígenos, tóxicos, irritantes y no es biodegradable, el aceite usado está automáticamente clasificado como un "residuo peligroso" y como tal tiene que ser manipulado,

trasvasado, recogido, almacenado, tratado y utilizado, de acuerdo con la legislación específica.

Además de ser un producto de elevado riesgo para la salud, por contacto con el cuerpo humano, su vertido en la Naturaleza constituye una agresión ecológica violentísima. Estudios eco-biológicos señalan que el contacto de un aceite usado sobre el suelo destruye la flora de tal forma que ésta sólo se recompone totalmente transcurridos 15 años. Los mismos estudios indican que el vertido de 5 litros de aceite usado sobre el agua origina la formación de una película aceitosa con diámetro de 5 kilómetros. Los vertidos en los basureros provocan la inhibición del sistema de depuración de las estaciones de procesamiento.

Si al carácter contaminante de estos desechos, le sumamos la propiedad impermeable que tienen los aceites en general, actuando de barrera ante el paso de oxígeno, se pone de manifiesto el doble efecto perjudicial que producen cuando se vierten al medio: contaminación y asfixia.

Es de resaltar además, la gran expansión o alcance de su toxicidad, hecho que se manifiesta con las siguientes cifras: Un litro de aceite usado contamina un millón de litros de agua.

Cinco litros de aceite usado quemado, contaminan el volumen de aire respirado por una persona durante tres años.

Verter cinco litros de aceite usado en el mar, crea una fina película de grasa de 5000 m² que dificulta y contamina la vida marina.

En resumen, los elementos peligrosos que contienen los aceites usados y la gran capacidad de expansión de su toxicidad, hacen que estos tengan un potencial de contaminación muy importante.

A pesar de todo ello, los aceites son:

- Vertidos al mar, originando una fina película impermeable que impide la oxigenación y contamina el agua, la cual dificulta (y en caso extremo destruye) el desarrollo de la vida marina.
- Vertidos en tierra, recubriendo el suelo, por lo que destruye el humus vegetal ante la falta de oxígeno y, por tanto, la fertilidad del suelo.

Además, estos aceites se filtran en el subsuelo y pueden llegar hasta los acuíferos, contaminando el agua que bebemos procedente de pozos y galerías.

- Vertidos en los sistemas de alcantarillado, provocando serios daños en las estaciones depuradoras e impidiendo la recuperación del agua para la agricultura.

- Quemados inadecuadamente, emitiendo gases tóxicos provenientes de los compuestos de cloro, fósforo, azufre..., desprendiéndose además gran cantidad de plomo.

-No tire los aceites usados, son muy peligrosos

-1 litro de aceite usado tirado contamina 1 millón de litros de agua

-5 litros de aceite usado quemado contaminan el aire que una persona respira en tres años.

-1 litro de aceite usado puede llegar a formar una mancha de 4.000 m²

- El aceite usado puede re-refinarse indefinidamente

-Un desarrollo sostenible, comienza por la recogida selectiva

-No es lógico que solamente con un único uso se tengan que quemar los aceites usados, saquémosles partido.

-El petróleo no es una fuente renovable, ahorrémoslo.

CAPITULO 2

PROCESO DE PURIFICACION DE ACEITE LUBRICANTE

El proceso de purificación es basado fundamentalmente en la centrifugación del aceite que ya ha sido utilizado en las máquinas para lubricación.

2.1 DESCRIPCION DEL PROCESO

Generalmente, tamaños pequeños o medianos de las maquinas incorporan un “wet sump” , “sumidero húmedo ” y su lubricación se lleva a cabo de manera que la bomba para aceite lo conduce directamente a la máquina. Sin embargo en los motores para generación de electricidad como para otros motores de largo tamaño a diesel, el aceite lubricante es circulado vía un sumidero-separador (llamado sumidero seco), aceite mas frío y filtrado. El sistema estándar es ilustrado seguidamente:

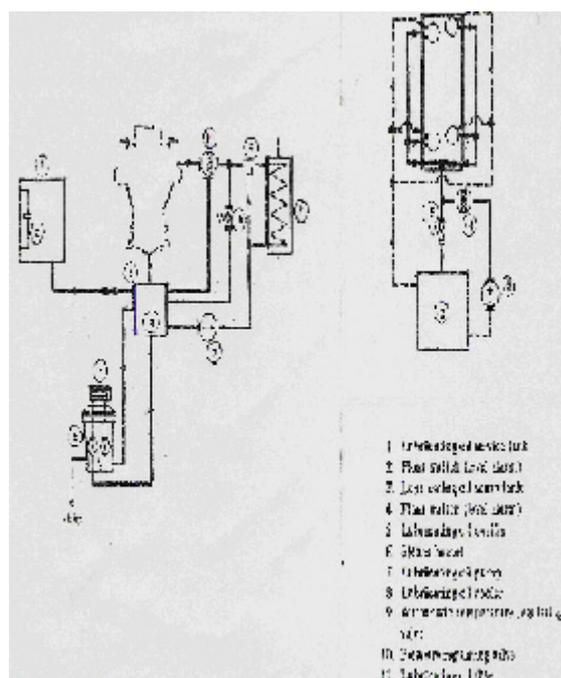


Fig. 2.1 Proceso de Circulación del Aceite Lubricante

SISTEMA DE LUBRICACION

Aceite Argina T-40 es bombeado desde un tanque de almacenamiento con una capacidad de 8000 galones. El consumo diario de 3 máquinas de generación es de 300 galones.

En la figura 12 se muestra el ciclo de lubricación básico se esquematiza de la siguiente forma:

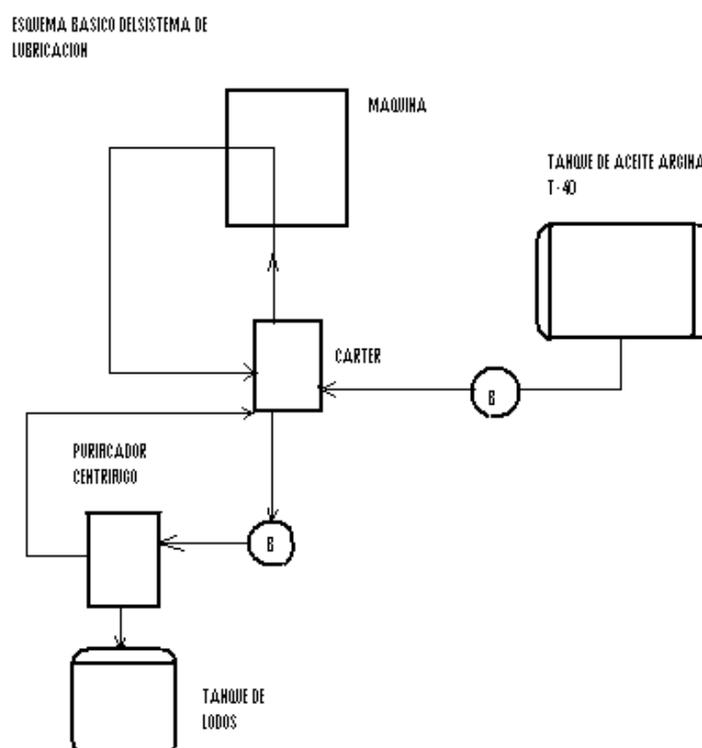


Fig. 2.2 Esquema del Sistema de Lubricación

Como se puede observar en el esquema el aceite que recircula a través de la máquina y el cárter, es nuevamente reutilizado mediante el sistema de

purificación centrífuga, una parte de este aceite es reemplazado por una cantidad nueva proveniente del tanque principal.

Los lodos de aceite provenientes de la purificadora son depositados en un tanque para lodos 1.6m de largo por 1m de diámetro.

La cantidad de lodos recolectados por cada tanque es de 1 galón de lodos por hora de operación

En motores con capacidades que sobrealimentan, el aceite lubricante debe circular completamente antes de comenzar la operación.

Después de cerrar abajo también, el aceite debe continuar siendo circulado para después-refrescarse del pistón. Una bomba separada se puede proporcionar para este propósito, aunque la bomba principal se utiliza generalmente. Si la bomba principal dirigir-se junta al motor, una bomba eléctrica separada debe ser proporcionada.

La lubricación de los trazadores de líneas del cilindro es alcanzada por el cigüeñal que reduce radicalmente, y no se adopta ningún sistema lubricante del cilindro especial

Para el propósito que comienza negro de la emergencia, un generador separado debe proveer energía a la bomba del aceite lubricante del motor totalmente antes de comenzar.

Este motor incorporará una batería que comienza el sistema.

Filtro del aceite lubricante

Para el cojinete de la cabeza de biela principal y, las cáscaras del cojinete están allí de una construcción de la capa como fue descrito previamente. El metal del grupo de la carga que constituye la capa superficial tolerará impurezas sólidas en el aceite de menos de 20 – 30 μ solamente, y un filtro será requerido para mantener este nivel.

Según los filtros de combustible mencionados previamente, componen el tipo del lavado de cambio, descargan el tipo de la limpieza, el tipo automático etc. de la limpieza, están disponibles para este propósito. El tipo automático de la limpieza se adopta generalmente.

Purificadora Centrifuga

La centrifugación es un método mecánico de separación de líquidos no miscibles, o de sólidos y líquidos por la aplicación de una fuerza centrífuga.

Esta fuerza puede ser muy grande. Las separaciones que se llevan a cabo lentamente por gravedad pueden acelerarse en gran medida con el empleo de equipo centrífugo. En la figura 2.3 se muestra la purificadora centrífuga.



Fig. 2.3 Purificadora Centrífuga utilizada

Una centrífuga es un aparato que aplica una fuerza centrífuga sostenida (esto es, una fuerza producida por rotación) para impeler la materia hacia afuera del centro de rotación. Este principio se utiliza para separar partículas en un medio líquido por sedimentación.

La fuerza centrífuga se genera dentro del equipo estacionario mediante la introducción de un fluido con alta velocidad tangencial a una cámara cilindro cónica, formando un vórtice de considerable intensidad.

Los ciclones que se basan en este principio extraen gotas líquidas o partículas sólidas de los gases con diámetros hasta de 1 a 2 μm . Unidades más pequeñas, llamadas ciclones líquidos, separan las partículas sólidas de los líquidos. En la siguiente tabla 8 se muestran los separadores mecánicos.

Tabla 8 .Tipos de separador mecánico

Materiales separados	Separadores
Líquido de líquido	Tanques de sedimentación, ciclones líquidos, decantadores centrífugos, coalescedores.
Gas de líquido	Tanques fijos, deaeradores, rompedores de espumas.
Líquido de gas	Cámaras de sedimentación, ciclones, precipitadores electroestáticos, separadores de choque.
Sólido de líquido	Filtros, filtros centrífugos, clarificadores, espesadores, centrífugas de sedimentación, ciclones líquidos, criba húmeda, separadores magnéticos.
Líquido de sólido	Prensas, extractores centrífugos.
Sólido de gas	Cámaras de sedimentación, filtros de <u>aire</u> , filtros de bolsa, ciclones.
Sólidos de sólidos	Cribas, clasificadores neumáticos y húmedos, clasificadores centrífugos.

Es un medio acelerado para separar el agua libre y diluida y los contaminantes sólidos del aceite, utilizando la fuerza centrífuga desarrollada por la rotación del aceite a altas velocidades.

La centrífuga ha sido diseñada de tal forma que el aceite puro y el agua libre (no separa emulsiones ni agua solubilizada) son canalizados y separados independientemente y el mugre y el lodo se depositan en el asiento del casco, excepto una pequeña cantidad, que es descargada junto con el agua. El proceso de centrifugación se lleva a cabo en una centrífuga.

La alta velocidad que requiere un líquido a la entrada de estos se obtiene con bombas estándar. En los equipos giratorios se genera una fuerza centrífuga mucho mayor que en los equipos estacionarios (tazones o canastas operados en forma mecánica, normalmente de metal, giran en el interior de una carcasa estacionaria). Al rotar un cilindro a alta velocidad, se induce un esfuerzo de tensión considerable en la pared del mismo. Esto limita la fuerza centrífuga, que puede generarse en una unidad de tamaño y material de construcción dados. Por lo tanto, solamente pueden desarrollarse fuerzas muy intensas en centrífugas pequeñas..

La base física de la separación es la acción de la fuerza centrífuga sobre las partículas en rotación, que aumenta con el radio del campo rotacional y con la velocidad de rotación. La velocidad de sedimentación se determina por la densidad de las partículas. Las partículas densas sedimentan primero,

seguida de las partículas más ligeras. En función de las condiciones existentes, las partículas muy ligeras pueden incluso permanecer en suspensión.

La centrifugación es un proceso muy apropiado para el tratamiento de grandes cantidades de aceite con niveles de contaminación sólida ó con agua libre, elevadas, y por ser la centrífuga un equipo compacto, no requiere de instalaciones e infraestructura especiales. Un embrague de fricción hace el acople entre el motor eléctrico y un engranaje de tornillo sinfín-corona, el cual permite además, una puesta en marcha suave e impide que se sobrecarguen los diferentes elementos de la centrífuga.

El rotor de la centrífuga se mantiene unido a la tapa superior por el anillo de cierre. En el rotor se encuentran el distribuidor y los discos de los que fluye el aceite contaminado y en los cuales tiene lugar la separación. En la parte más alta del juego de discos se encuentra el disco superior, el cual forma una cámara de descarga que evacua el aceite limpio mediante el disco centrípeto. El agua sale del rotor a través del disco de gravedad ó anillo de descarga.

Una bomba de engranajes accionada por el eje horizontal de la centrífuga, succiona el aceite sucio del depósito y lo hace fluir a través de la centrífuga. Una vez que el aceite ha sido purificado, la otra sección de la bomba lo

impulsa nuevamente al depósito. En algunos casos se emplea un depósito adicional, el cual se comunica por gravedad con el depósito principal.

El aceite sucio penetra a la tapa de la taza a través del tubo de regulación. Luego baja por el interior del eje tubular hasta la aguja de distribución, desde donde sale hacia la parte inferior del conjunto de discos. La gran fuerza centrífuga originada por la elevada velocidad de la taza hace que la mugre, el lodo y el agua, se muevan hacia el exterior y el aceite purificado hacia la pared interior del eje tubular. Los discos dividen el espacio interior de la taza en pequeños pasajes independientes, lo cual evita la agitación del aceite y aumenta grandemente la eficiencia en la purificación.

La mayor parte la mugre y el lodo permanece en la taza y se recoge como una capa más ó menos uniforme sobre la superficie lateral interior del casco. El agua junto con cierta cantidad de mugre y lodo, se descarga a través del borde del anillo de descarga y el aceite purificado fluye hacia arriba, siendo descargado por la garganta del disco superior.

Mientras que después de que se extraiga partículas sólidas, el aceite lubricante puede también contaminarse químicamente de las maneras tales como el siguiente:

- Combinación con el oxígeno en el aire
- El mezclarse con agua en las altas temperaturas

- Contacto con metales
- El mezclarse y oxidación con polvo
- Herrumbre de metales
- La mezcla con residuos producto de una combustión imperfecta

Si se utilizan los fuel-oil de la baja calidad, la contaminación será rápida, y un sistema independiente de la limpieza debe ser proporcionado.

Esto requerirá un purificador centrífugo calentado por vapor, el caudal de el cual será el aproximadamente el 5% del índice del sistema principal del aceite lubricante. Porque el sistema de la limpieza no está en serie con el sistema principal, la limpieza es posible incluso si se cierra el motor.

La capacidad clasificada del purificador requerido se puede calcular usando la fórmula siguiente

$$\text{Capacidad clasificada} = \frac{QT}{(5 - 6).K}$$

Donde,

$$K = \text{Coeficiente de sofocación} = \frac{\text{Flujo..acatual..de..aceite}}{\text{Capacidad..clasificada}}$$

$$= 0.25 - 0.5$$

Q = Capacidad del tanque sumidero de aceite lubricante (ver descripción mas adelante)

El valor de K según condiciones de carga y las características del fuel-oil. Por ejemplo, K debe ser dentro de 0.25-0.35 si se va la clase B1, B2, E, F y combustible de G a ser utilizada

Capacidad del tanque sumidero de aceite lubricante:

Como se mencionó, el sistema de “sumidero seco” requiere de un tanque de sumidero de separación. Por supuesto, este es mas largo, cuanto mas lento el aceite sea contaminado y viceversa.

Puesto que el espacio es generalmente un factor importante, hemos encontrado que un tanque que lleva a cabo 1 litro por el motor es suficiente para este propósito. Una válvula de desagüe para comprobar la contaminación de la humedad se debe proporcionar en el fondo del tanque.

Marca de fábrica del aceite lubricante

Los aceites que se requieren con las características altamente neutrales y de limpieza.

Lubricación de los brazos del eje de balancín

Debido a los factores siguientes, este sistema se guarda a parte del sistema principal del aceite lubricante

- Diferencia en la presión que circula
- Diferencia en el índice de la contaminación de los dos sistemas

Los sistemas consisten de:

- Bomba de circulación
- Filtro
- Válvula de regulación de presión
- Válvula de seguridad
- Tanque de aceite de lubricación

El aceite lubricante se provee a todos los cilindros.

2.2 DEFICIENCIAS CON EL SISTEMA ACTUAL DE TRATAMIENTO DE PURIFICACION DE LODOS DE ACEITE.

El sistema actual de almacenamiento de lodos es bueno pero incompleto. El procedimiento se explica a continuación:

- Se realiza la descarga en la purificadora centrífuga de los lodos hacia los tanques de almacenamiento de lodos ubicados en el subsuelo de

la instalación, esta cantidad de lodos extraídos de la purificadora y a su vez enviado al tanque es a una razón de 1 galón cada 4 horas.

- Es preciso destacar que estos lodos caen por gravedad a través de una tubería aislada térmicamente, manteniendo una temperatura aproximada de 75° C.
- Asumiendo que las máquinas trabajan las 24 horas al día tenemos una producción de 6 galones o 22,72 litros diarios de desechos.
- La limpieza se lo hace por dos métodos: El primero es básicamente mediante diluir estos lodos hasta cierta viscosidad para poder ser bombeados por la bomba existente en el sistema. El segundo método es la descarga manual a su vez el mas rústico y sucio para los operadores el cual se lo extrae con palas y se los deposita en carretillas.
- Sea por cualquiera de los dos métodos estos lodos van a una cisterna común de desechos y luego son bombeados al pozo cavado a un lado de la Central Termoeléctrica.
- La siguiente figura 10 muestra el tanque de desechos de evacuación de lodos desde la purificadora.



Fig. 2.4 Tanque de Lodos en la Planta Baja de la casa de Máquinas.

2.3 Análisis de costo anual del tratamiento de lodos

Se utiliza para el bombeo de estos lodos un químico con un valor de \$ 4.5 por litro para poder diluirlos y así ser bombeados; esto anualmente es un costo para la empresa.

Diariamente se realizan tres limpiezas y por cada limpieza se gasta un litro de químico por lo que por máquina cuesta \$ 13.50 y suponiendo que se trabaje 30 días al mes se tiene \$ 405 de gasto en químico por máquina. Por lo tanto como son **cuatro grupos generadores por mes el costo total** es de \$1620 y anualmente se gastaría \$19440.

Suponiendo una operación ideal de 30 días al mes que no es real porque siempre hay mantenimientos programados, o algún daño tendremos que con una carga de 4.300 Kw. por hora, por día tendremos una generación de 103200 Kw. Por lo tanto al mes produciremos 3096000 Kw. por maquina. Anualmente la generación de energía será de 37152000 Kw. o 37152 Mw. por máquina, como son **cuatro grupos generadores se tiene 148608 Mw.**

Por lo tanto a la empresa le cuesta \$19440 / 148608 Mw., o sea \$0.13 / Mw.

2.4 Análisis Del Impacto Ambiental

En el local de la Sala de Capacitación de la Empresa Eléctrica Regional CENTROSUR, tuvo lugar el debate público sobre los términos de referencia del Estudio de Impacto Ambiental Definitivo ex post para el Sistema de Distribución Eléctrica en Operación, contratado con la compañía Eficiencia Energética Y Ambiental Efficácitas Consultora.

Este debate se efectuó como mecanismo de participación ciudadana con la finalidad de considerar e incorporar criterios y observaciones de la ciudadanía, especialmente de la población directamente afectada por las obras o proyectos de la CENTROSUR. Las observaciones recibidas serán analizadas y tomadas en cuenta para minimizar o compensar los impactos

negativos, así como también, maximizar los impactos positivos asociados con los diferentes componentes y actividades del sistema de distribución de la CENTROSUR.

EL ESTUDIO

Los objetivos fundamentales del Estudio de Impacto Ambiental Definitivo son identificar los impactos ambientales significativos, directos e indirectos, de las fases de operación, mantenimiento y retiro de las instalaciones de subtransmisión y distribución de energía eléctrica del Sistema CENTROSUR, y de las demás actividades relacionadas y complementarias; identificar alternativas para mejorar las características ambientales de las instalaciones y recomendar medidas de prevención, mitigación, remediación y compensación de los impactos ambientales

Las instalaciones a auditarse comprenden los sistemas de distribución de media y alta tensión (subestaciones, líneas de subtransmisión de 69 y 22 KV), sistema de distribución de baja tensión (alimentadores, líneas secundarias, parque de transformadores de distribución, luminarias) instalaciones administrativas y talleres.

Además se analizarán aspectos sociales y económicos que influyen en la operación del sistema, en particular la presencia de asentamientos humanos en la cercanía de las subestaciones e instalaciones de distribución, así como

las expectativas de los sectores productivos y de la ciudadanía en general con respecto a las operaciones de la CENTROSUR.

Durante la ejecución del estudio, se evaluará con amplio detalle aspectos como el Manejo de Residuos Sólidos, Manejo de Aceites Usados, Manejo de Luminarias Descartadas, Manejo de Baterías, a más del estado de los Planes de Contingencia, Salud y Seguridad Industrial.

Como resultado del estudio se definirá un Plan de Manejo Ambiental que incluya programas de prevención, mitigación, medidas compensatorias, gestión de desechos, capacitación ambiental, monitoreo, relaciones comunitarias, seguridad industrial, contingencias y riesgos.

Las acciones de la CENTROSUR en pro del medio ambiente forman parte de la filosofía de mejoramiento continuo, responsabilidad social y ambiental, estipulados en su planeación estratégica como políticas institucionales. En el local de la Sala de Capacitación de la Empresa Eléctrica Regional CENTROSUR, tuvo lugar el debate público sobre los términos de referencia del Estudio de Impacto Ambiental Definitivo ex post para el Sistema de Distribución Eléctrica en Operación, contratado con la compañía Eficiencia Energética Y Ambiental Efficácitas Consultora.

Este debate se efectuó como mecanismo de participación ciudadana con la finalidad de considerar e incorporar criterios y observaciones de la

ciudadanía, especialmente de la población directamente afectada por las obras o proyectos de la CENTROSUR. Las observaciones recibidas serán analizadas y tomadas en cuenta para minimizar o compensar los impactos negativos, así como también, maximizar los impactos positivos asociados con los diferentes componentes y actividades del sistema de distribución de la CENTROSUR.

ANTECEDENTES, JUSTIFICATIVO Y OBJETIVOS DEL ESTUDIO

En cumplimiento de lo dispuesto en el Numeral 3, literal D de la primera Disposición Transitoria de la Ley de Régimen del Sector Eléctrico, Art. 17 literal b) del Reglamento de Concesiones, Permisos y Licencias, para la prestación del Servicio de Energía Eléctrica; la concesión para la generación del servicio de Energía Eléctrica a la Empresa Electro Generadora del Austro - ELECAUSTRO S.A.- exige la presentación al Consejo Nacional de Electricidad (CONELEC) del Estudio de Evaluación Ambiental Definitivo Ex Post (EIAD Ex POST), a fin de identificar y evaluar los impactos ambientales que se generan por efecto de las actividades de operación de las centrales termoeléctricas, y la formulación de un Plan de Manejo Ambiental –PMA- orientado al control de los impactos negativos, dentro de las áreas de

influencia directa e indirecta de las obras e instalaciones de las centrales de generación eléctrica.

Para el efecto, el Directorio de ELECAUSTRO S.A. luego del respectivo concurso de ofertas, otorgó la ejecución del citado estudio al Consorcio HANS WOLF & PARTNER Cía. Ltda.- ECUAMBIENTE y mediante resolución No 062-0284 del 23 de julio del 2002, autoriza la contratación de Hans Wolf & Partner Cía Ltda. y Ecuambiente Consulting Group y se firma el contrato el 19 de agosto del 2002.

El presente documento contiene el resumen de los resultados obtenidos en el Estudio de Impacto Ambiental EIAD Ex-Post de la central termoeléctrica El Descanso de ELECAUSTRO S.A. El Informe se halla estructurado en 7 Capítulos que incluyen toda la temática requerida por el CONELEC para los estudios ExPost del sector eléctrico.

OBJETIVOS DEL ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL EX POST

El objetivo general es realizar el Estudio de Impacto Ambiental definitivo. Ex-Post (EIAD ExPost) y el Plan de Manejo Ambiental – PMA- del sistema de generación termoeléctrica de ELECAUSTRO,

para lo cual se contemplan los siguientes objetivos específicos:

-Describir la caracterización ambiental en los aspectos físico-bióticos y antrópicos en el área de la central de generación termoeléctrica El Descanso.

- Evaluar y diagnosticar la situación actual de la central termoeléctrica El Descanso y sus áreas de influencia.

-Determinar el estado actual de contaminación del ambiente en el área de operación de la central termoeléctrica El Descanso.

- Identificar y evaluar los impactos ambientales asociados a las operaciones de la central termoeléctrica El Descanso, y determinar el área de influencia real, directa e indirecta.

-Establecer el correspondiente Plan de Manejo Ambiental que permita tomar medidas de prevención, control, compensación, mitigación, rehabilitación de impactos que se deriven de las operaciones de la central termoeléctrica El Descanso, en sus áreas de influencia.

Impactos del Sistema al Ambiente en La Central Termoeléctrica El Descanso

Cien interacciones son identificadas en la evaluación de impactos ambientales de la central térmica de El Descanso. De ellos 94 interacciones son de carácter adverso (-) y 6 interacciones tienen el carácter benéfico ().

El mayor número de interacciones están relacionadas con los factores ambientales agua, aire, biota acuática y seguridad de la población.

En relación al criterio de MAGNITUD, se obtiene un valor total de 125, el mismo que se desglosa así: un valor total de magnitud negativo de (- 115) y un valor de magnitud positivo de 10. Los mayores valores de magnitud negativa se tienen para los impactos que generan las actividades de transporte y almacenamiento de combustibles y lubricantes, en la actividad de generación eléctrica, la operación de chimeneas y por las aguas residuales y desechos.

En cuanto a los factores ambientales afectados, los valores de mayor magnitud se destacan para los impactos que se generan hacia el agua, aire, biota acuática y seguridad de la población.

En relación al GRADO DE LOS IMPACTOS, se obtienen valores medios

negativos en las actividades de transporte y almacenamiento de combustibles y lubricantes, en la operación de chimeneas y en las aguas residuales y desechos, siendo los factores aire, agua y seguridad de la población los elementos de mayor afectación; el resto de actividades representan un grado bajo de impacto hacia los factores ambientales.

El proceso de valoración de impactos en la central térmica de El Descanso, la enmarca en la categoría B, que de acuerdo al Banco Mundial corresponde a un proyecto que genera impactos ambientales negativos que requieren ser mitigados.

La jerarquización de los impactos destaca los siguientes resultados:

i. Las actividades con mayor grado de afectación negativo corresponden en el siguiente orden de prioridad a las siguientes:

Grado de afectación medio:

Disposición de aguas residuales, purga y disposición de lodos.

Grado de afectación baja:

Almacenamiento de combustibles y lubricantes, descarga de lubricantes y combustibles, mantenimiento de motor-generador, mantenimiento de válvulas

y líneas de agua y aceite, operación de chimeneas, almacenamiento y disposición de aceites, disposición de desechos, transporte de combustibles y lubricantes, mantenimiento de la línea de combustible, mantenimiento de calderos, mantenimiento de tuberías de conducción de vapor, operación de unidades de generación, almacenamiento y disposición de aceites dieléctricos, operación de instalaciones (bodegas y oficinas), proceso de enfriamiento y el mantenimiento de la obra civil de la subestación.

ii. Los factores ambientales afectados en orden de prioridad con un grado medio se tienen: calidad del aire, calidad física del agua, riesgos y accidentes a terceros.

iii. Grados benéficos altos presentan los factores generación de empleo y la dotación del servicio de energía eléctrica.

Evaluación de la Vulnerabilidad de la Infraestructura Termoeléctrica

Los potenciales impactos que el ambiente puede ocasionar a la infraestructura termoeléctrica instalada, está definida por la susceptibilidad del área en que se hallan implantadas las obras e instalaciones de la central El Descanso, y que son:

-Impactos relacionados con sismos y actividad eruptiva: la zona de análisis no presenta riesgo a impactos relacionados con sismos de origen volcánico, pero si podrán darse impactos debidos a sismos de origen tectónico. La principal estructura tectónica activa a considerarse es la falla de Girón-Santa Isabel que atraviesa la región austral con un rumbo aproximado N-S, cuyos sismos asociados podrían influir en el comportamiento de las estructuras menores localizadas dentro del área de obras e instalaciones de la central.

-Impactos futuros por asentamientos y hundimientos: estudios geológicos y geotécnicos que cubren la zona de influencia de las obras de la central y sus componentes, no se reportan síntomas de asentamientos ni tampoco de hundimientos, sean estos de pequeña o gran escala. La probabilidad de ocurrencia futura es mínima considerando que los suelos y depósitos superiores del terreno son de carácter rocoso y granular.

-Impactos asociados a movimientos en masa: los procesos morfodinámicos están relacionados con las pendientes moderadas a fuertes y con la acción de la gravedad, en este sentido se puede catalogar a la zona de El Descanso como áreas morfodinámicamente estables, ya que se trata de sectores planos y presentan materiales poco propensos a degradarse por este tipo de fenómenos. En el sector de la central El Descanso las pendientes circundantes son de poca altura y algo tendidas. La cobertura vegetal de los

suelos es ligera y suficiente para controlar la generación de sedimentos y la erosión. Los riesgos de deslizamientos de orden y tamaño macro que puedan llegar a afectar la Central Termoeléctrica El Descanso son mínimos.

-Impactos asociados eventos torrenciales: la amenaza de daños por inundación en la central El Descanso es mínima, por cuanto los niveles de crecida obtenidos en el presente estudio y los reportados en otros estudios indican que estos niveles se encuentran por debajo de la cota de localización de la central termoeléctrica.

Áreas de Influencia de la Central Termoeléctrica El Descanso.

Se las define tomando en consideración los resultados del diagnóstico de evaluación ambiental y de los impactos ambientales sobre los componentes físico, biológico y socioeconómico.

- Área de influencia física de la Central El Descanso

La determinación del área de influencia directa comprende la delimitación del área física afectada positiva o negativamente por las diferentes actividades de la central. El área de influencia directa está restringida o focalizada al área de localización de la infraestructura de la central de El Descanso. Además la

alteración hacia el medio físico es limitada por cuanto esta central se ubica dentro de una zona semi urbana.

- Área de influencia biológica de la Central El Descanso

Se considera que los efectos directos sobre el componente biótico, están limitados al área de las instalaciones de la central y al sitio donde se produce la descarga. Esto está determinado porque las instalaciones de la central han modificado el hábitat natural, incluyendo el área donde se produce la descarga.

- Área de influencia socioeconómica de la Central El Descanso

Las áreas de influencia social o humana, están definidas por el riesgo asociado a una posible contingencia como explosión o incendio y debido a las emanaciones gaseosas. Por lo que existe una afectación hasta 200m y el perímetro de 600 m. es el de mayor impacto.

Las áreas que se incluyen como de influencia son las de Huangarcucho, Chaullabamba y un gran sector de El Descanso.

Estas zonas son por el momento de muy baja población, pero constituyen área de reserva para la expansión urbana de la ciudad de Cuenca, las

convierte en zonas de riesgo, debido a que sobre ellas se presentan concentraciones sobre la norma de NOx.

PLAN DE MANEJO AMBIENTAL DE LA CENTRAL EL DESCANSO.

Con el criterio de hacer frente a la ocurrencia de impactos ambientales que la central termoeléctrica del sitio El Descanso, genera hacia los componentes biofísicos, socioeconómicos y culturales en su área de influencia, se presenta el diseño del Plan de manejo ambiental que incluye los planes y programas correctivos y mitigantes necesarios para la operación del sistema, de una manera compatible con el medio ambiente.

La Tabla 9 Esquematización de la estructura del Plan de Manejo Ambiental propuesto.

TABLA 9. RESUMEN DE PLANES Y PROGRAMAS DEL PMA

Plan Programas

1. Plan de prevención

- a. Programa de prevención de la contaminación ambiental.
- b. Programa de prevención de accidentes laborales y a terceros.

2. Plan de mitigación

- a. Mitigación de impactos por ruido.
- b.- Mitigación de impactos por emisiones.
- c. Mitigación de impactos por contaminación de suelos y aguas.

3. Plan de manejo de desechos

- a.- Programa de manejo de desechos industriales.
- b. -Programa de manejo de desechos sólidos domésticos.
- c.- Programa de manejo de efluentes.
- d.- Programa de manejo de aceites dieléctricos.

4. Plan de seguridad industrial y salud ocupacional

- a. Programa complementario al Reglamento de Seguridad e Higiene Industrial de ELECAUSTRO.
- b. Programa: Propuesta del Sistema de Señalización.
- c. Programa de mejoramiento de iluminación.

5. Plan de contingencias ante accidentes y siniestros

6. Plan de relaciones comunitarias

- a. Programa de información a la comunidad
- b. Programa de colaboración institucional.

7. Plan de capacitación ambiental

- a. Plan de capacitación ambiental al personal de ELECAUSTRO

8. Plan de monitoreo y seguimiento

- a. Programa de monitoreo en el medio físico
- b. Programa de monitoreo en el medio biótico
- c. Programa de monitoreo en el medio social

9. Auditoria ambiental Auditoria ambiental interna**10. Plan de retiro y abandono de la central termoeléctrica el Descanso**

1.-Plan de Prevención de la Central Termoeléctrica El

Descanso.

En el plan se definen las medidas técnicas, normativas, administrativas y operativas para prevenir, evitar y reducir los impactos ambientales negativos en la operación y mantenimiento de la central térmica de El Descanso, antes de que se produzcan. Incluye tres programas:

- Programa de Prevención de la Contaminación Ambiental

Este programa tiene como objetivo evitar que residuos sólidos (basuras, desechos, grasas), residuos líquidos (aguas residuales, residuos de hidrocarburos), desechos peligrosos y excedentes sólidos (sedimentos finos, fragmentos rocosos), generados como producto de la operación y mantenimiento del sistema de generación termoeléctrica de la central El Descanso, así como de los procesos naturales y antrópicos, puedan ser causa de alteración de la calidad de suelos y aguas en el área de influencia directa.

- Programa de Prevención de Accidentes Laborales y a Terceros

Este programa se orienta a prevenir los potenciales impactos negativos sobre la integridad física y salud de los trabajadores de ELECAUSTRO, durante la

ejecución de sus actividades. Las medidas contempladas en este programa están relacionadas con aquellas que se incluyen en el Plan de Seguridad Industrial y Salud Ocupacional.

2.- Plan de Mitigación de La Central Termoeléctrica El Descanso

Tiene como objetivo definir las medidas técnicas, normativas, administrativas y operativas para corregir, atenuar o disminuir los impactos negativos que se han producido por efecto de la operación en la generación de energía eléctrica en la central El Descanso. Incluye tres programas:

- Programa de Mitigación de Impactos por Ruido

Este programa se restringe a la aplicación de las normas y son las contenidas en los Reglamentos para la Prevención y Control de la Contaminación Ambiental originada por la emisión de Ruidos.

Se formula un plan para proteger al personal y atenuar los altos índices de emisiones acústicas contaminantes, entre las cuales el presente programa indica las siguientes. Las medidas de control del ruido pueden clasificarse así:

- Reemplazo, ajuste de piezas gastadas o desbalanceadas de las máquinas.
- Lubricación de las piezas de las máquinas y empleo de aceites en La Central
- Chequeo periódico del estado de los aceites en las Máquinas.
- Eliminar los salideros de vapor y todas las causas de vibraciones excesivas.
- Sobre el ambiente en La Central Termoeléctrica El Descanso.

Estas medidas se orientan a reducir el nivel de ruido mediante el empleo de materiales absorbentes, obras civiles pequeñas, aislamiento a los trabajadores mediante barreras físicas.

- Controles administrativos en La Central Termoeléctrica El Descanso.

Los controles administrativos deben interpretarse como toda decisión administrativa que signifique una menor exposición del trabajador al ruido.

Mediante medidas administrativas se disminuirá la exposición de los trabajadores al ruido, sin modificarlo, sino cambiando solamente los esquemas de producción o rotando los trabajadores de modo que el tiempo de exposición se encuentre dentro de los límites seguros. Por lo que deberá ponerse en práctica criterios sobre:

*Programación y separación de actividades en la planta de tal forma de reducir al máximo la exposición de los trabajadores.

*Cambios de turnos entre personal de las Hidroeléctricas y Termoeléctricas.

- Sobre el hombre expuesto a ruidos en la Central

Se refieren a la protección auditiva personal. El personal debe ser protegido por los efectos de los niveles excesivos de ruido. En la mayoría de los casos esa protección puede alcanzarse mediante el uso de protectores auditivos adecuados.

Se prevé exámenes médicos que posibilitarán la identificación temprana de daños auditivos o transformaciones fisiológicas y psicológicas de comportamiento de los trabajadores.

Programa de Mitigación de Impactos por Emisiones

Este programa se restringe a la aplicación de las normas y son las contenidas en los Reglamentos para la Prevención y Control de la Contaminación Ambiental originada por las emisiones gaseosas.

Se plantea realizar un programa de mantenimiento (overhaul), a los motores generadores para lo cual debe tomarse en cuenta lo siguiente:

- Una entrada apropiada del flujo de aire a la cámara modificando las características térmicas.

- Chequeo de inyectores y filtros de las máquinas en la Central.
- No solo con el objeto de obtener el mejor desempeño energético, si no también con el objeto de mejorar su desempeño ambiental, aspectos que no son siempre proporcionales. Por lo que, una vez realizada cualquier modificación en el programa de mantenimiento, debe chequearse parámetros en las fuentes fijas hasta lograr la disminución de niveles.

Se plantea además mantener un control de la cantidad de Azufre del combustible suministrado por el proveedor. Para lo cual ELECAUSTRO deberá solicitar a la compañía los ensayos químicos de cada embarque. Luego de realizado este control deberá realizarse un monitoreo aleatorio.

- Programa de Mitigación de Impactos por Contaminación de Suelos y Aguas

Se plantea mediante medidas de minimización y tratamiento, mediante la adopción de técnicas, procedimientos y comportamientos adecuados, la reducción a niveles permisibles de los contaminantes entregados al recurso suelo y aguas. Entre estas medidas se destacan el tratamiento de efluentes líquidos industriales y domésticos y la adopción de medidas para recolección de desechos sólidos y su disposición; además se incluye un programa para

el manejo de los aceites dieléctricos cuya producción es mínima pero es uno de los desechos de mayor potencial de contaminación.

3.- Plan de Manejo de Desechos en La Central Termoeléctrica El Descanso.

El programa tiene como objetivo garantizar un adecuado manejo de desechos sólidos, y líquidos, generados directamente en el proceso de operación – mantenimiento, así como los generados indirectamente como resultado del mantenimiento de maquinaria.

El Plan de manejo de desechos de la Central contempla cuatro programas:

- Programa de Manejo de Desechos Industriales

Los desechos industriales que con mayor frecuencia se generan en la central El Descanso son: aceites lubricantes e hidráulicos, guaipes usados, empaques, filtros, chatarra metálica y plástica, vidrio. El programa de manejo tiende a minimizar la producción de estos desechos mediante la adopción de técnicas, procedimientos y comportamientos adecuados, como optimización de su uso.

-Programa de Manejo de Desechos Sólidos Domésticos

Los desechos domésticos se catalogarán como: Desechos orgánicos e inorgánicos. Se debe minimizar la producción de desechos mediante la adopción de técnicas, procedimientos y comportamientos adecuados, como separación de desechos en la fuente: desechos orgánicos e inorgánicos, concienciar a los empleados a NO abandonar desechos generados en la central. Ubicar en un solo sitio los desechos, hasta su transporte o disposición final. Para lo cual deberá implementarse un pequeño contenedor de fácil acceso, ubicado en el área de maniobras.

- Programa de Manejo de desechos Efluentes

En la central El Descanso se generan dos tipos de efluentes:

-Los domésticos provenientes de las oficinas de La Central.

-Los industriales producto de las operaciones y procedimientos realizados en la Central.

El efluente de la central deberá estar enmarcado dentro las normas de calidad para vertidos de desechos líquidos, de tal manera que no causen problemas de salud.

Para las aguas servidas y de desecho provenientes de áreas domésticas, se plantea su tratamiento a través una fosa séptica con filtro anaerobio ascendente.

Para el tratamiento de efluentes, se plantea la utilización de separadores API, este tratamiento permite un mínimo de mantenimiento y su operación no requiere de personal especializado para este tratamiento de efluentes.

El agua de escorrentía proveniente de las áreas exteriores debe ser encausada al río Cuenca, sin embargo existe agua de escorrentía que será contaminada con hidrocarburos y grasas, procedente de la zona de talleres, áreas de tuberías (posibles fugas), y del patio de descarga de combustibles, ésta deberá ser evacuada hacia un interceptor API.

La implementación de estos tratamientos descritos determina la necesidad de la separación de los sistemas de drenaje en: drenaje de efluentes domésticos, drenaje de efluentes industriales y de aguas lluvias.

Con el objeto de tener parámetros referentes a los usos aguas abajo, para cada actividad se presentan las Tablas de Criterios de Calidad de Aguas Destinadas a Fines Recreativos; Para Consumo Humano y Doméstico que Requieran Tratamiento Convencional; Para las Aguas Destinadas a Consumo Agrícola, que constan en el Reglamento para la Prevención y

Control de la Contaminación Ambiental, referida al recurso Agua (RO. No. 204, del 5 de junio 1989).

- Programa de Manejo de Aceites Dieléctricos

A pesar de ser mínima la generación de estos residuos, en la central El Descanso, la importancia que tienen como agente contaminante requiere que se establezcan las siguientes medidas tendientes a un manejo adecuado de estos aceites:

Técnicas de reemplazo, de reacondicionamiento y de regeneración de aceites dieléctricos. Su aplicación permitirá el manejo adecuado de este tipo de insumo.

4.- Plan de Seguridad Industrial y Salud Ocupacional

El objetivo es establecer las normas de prevención y control a fin de evitar la ocurrencia de accidentes de trabajo.

Prevenir la generación de enfermedades profesionales consideradas graves y que son resultado de efectuar labores en un ambiente de trabajo inadecuado.

Tres programas se definen para este plan según ELECAUSTRO:

- **Programa Complementario al Reglamento de Seguridad e Higiene Industrial.**

Este programa tiende a complementar el Reglamento de Seguridad e Higiene Industrial de ELECAUSTRO, a fin de cubrir los aspectos faltantes en el mismo. Por ello se presenta las Normas de Seguridad Industrial para Centrales de Generación, estas normas se encuentran en el Anexo 7.3 del EIA, Seguridad y Señalización.

Propuesta del Sistema de Señalización de ELECAUSTRO

Siendo este tema uno de los más importantes en lo referente a la seguridad industrial en las centrales eléctricas, se le ha dado primordial importancia en la propuesta del Plan de Manejo Ambiental del EIA ExPost de la central El Descanso. El detalle de cada una de las acciones de la propuesta de señalización, se encuentran en el Capítulo 7, numeral 7.4.3.2.

- **Programa de Mejoramiento de Iluminación en La Central**

La central El Descanso se encuentra muy por debajo de los estándares internacionales, presenta valores muy irregulares y el contraste zonas claras – penumbra es muy pronunciado. La deficiente iluminación verificada en la central determina efectos negativos para la salud del personal que labora al

interior de las centrales térmicas, así como también efectos negativos en los niveles de productividad de este personal en las operaciones que realizan. El programa propone las acciones para mejorar las condiciones de iluminación.

5.- Plan de Contingencias de La central termoeléctrica El Descanso.

El plan comprende acciones que permiten enfrentar los eventuales accidentes y siniestros en la infraestructura, durante la operación del sistema. Está orientado por tanto, a proporcionar una respuesta inmediata y eficiente ante la ocurrencia de cualquier situación de emergencia, con el propósito de prevenir contingencias sobre los trabajadores, proteger la propiedad comunitaria en el área de influencia y reducir los riesgos para el ambiente, la operación termoeléctrica y la infraestructura instalada.

Este plan complementa el “Plan de Emergencia de ELECAUSTRO”, elaborado para la Empresa por el Cuerpo de Bomberos Voluntarios de Cuenca, con miras a enfrentar los eventos de incendios en las centrales eléctricas, el mismo que ha sido objeto de una revisión durante el presente año y que constituye una herramienta de la Comisión de Seguridad e Higiene Industrial de la Empresa. El programa contiene esencialmente las acciones de organización, equipos, materiales y personal requeridos para enfrentar los eventos contingentes así como la definición y asignación de responsabilidades.

Los objetivos del plan incluyen: Prevenir y/o minimizar los efectos de un determinado incidente asegurando una respuesta inmediata y eficaz, producto de una planificación y capacitación previa; Garantizar la seguridad del personal involucrado en las actividades de ELECAUSTRO así como de terceras personas; Evitar que ocurra una cadena de accidentes que causen problemas mayores que el inicial; Establecer la organización de respuesta, interna y externa, ante un evento contingente.

6. Plan de Relaciones Comunitarias de La Central Termoeléctrica El Descanso.

El plan contempla dos programas que se detallan a continuación:

- Programa de Información a la Comunidad

Este programa es de carácter permanente y permite: Dar a conocer a la población local, sobre las características del sistema operativo en el proceso de generación eléctrica y los beneficios del mismo. Es necesario informar a los actores sociales y especialmente a la comunidad local sobre las características de las obras, las diferentes actividades que se realizan y los impactos negativos y positivos que se generan. Es importante lograr la aceptación de la población acerca de la importancia del sistema, el proceso de concesión e igualmente debe advertirse a la población sobre los riesgos,

peligros y precauciones que se deben tomar en cuenta al hallarse en las áreas de obras e instalaciones de la Central El Descanso.

- Programa de Colaboración Institucional a cumplirse

Las siguientes serán las acciones a cumplir dentro de este programa:

Transferencia de información (monitoreos), para conformar un banco de datos que apoyen, sistematicen, difundan e incrementen la información ambiental local, con miras a efectuar una gestión institucional planificada y de largo plazo.

Permitir el acceso de la información a la comunidad, de modo que ella se compenetre con los avances y formalice su participación ciudadana en la protección de entorno y de su calidad de vida.

7.- Plan de Capacitación Ambiental para La Central Termoeléctrica.

ELECAUSTRO, reconoce que para garantizar el cumplimiento de las actividades de operación y mantenimiento de acuerdo a las normas ambientales vigentes en el país, es necesario desarrollar planes de capacitación al personal involucrado, de manera tal que no sólo se cumplan con los procedimientos sino que también el personal sea consciente de los impactos, reales o potenciales, de la actividad.

El objetivo del plan es garantizar que todo el personal de ELECAUSTRO, de acuerdo a sus responsabilidades, reciba la capacitación necesaria y cumplan con los procedimientos especificados dentro de la normativa ambiental.

ELECAUSTRO tiene implementado programas de capacitación en seguridad industrial, que se ejecutan a lo largo del año conforme lo establece el Comité de Seguridad Industrial y la comisión de capacitación de acuerdo a lo que establece el Reglamento de Seguridad y Higiene Industrial; sin embargo, eventos de capacitación en relación a la temática ambiental son inexistentes.

Acorde con el Plan Estratégico de la Empresa y en cumplimiento de la misión y compromiso de respetar el marco legal vigente y el medio ambiente (para la prevención y mitigación de contaminantes atmosféricos, efluentes y desechos), la alta dirección ha asumido la responsabilidad de insertar a la seguridad y salud ocupacional como acciones interdependientes con la protección ambiental, lo cual le permitirá influir en la política y toma de decisiones empresariales, respecto al cumplimiento de las normas de seguridad laboral, ambiental y la planeación de inversiones de capital respecto a la protección personal y del ambiente en general.

8.- Plan de Monitoreo y Seguimientote la Central El Descanso.

Durante las actividades de operación y mantenimiento de la central El

Descanso, ELECAUSTRO se propone realizar una serie de monitoreos ambientales, con el objetivo de asegurar que las actividades que ejecutan no afecten el medio ambiente natural y humano así como para establecer la eficiencia de las medidas ambientales implementadas para los impactos identificados.

El objetivo del Plan es implementar un sistema de seguimiento y evaluación de variables ambientales. Tres programas se contempla en el plan de monitoreo:

- Programa de Monitoreo en el Medio Físico

Contempla el seguimiento ambiental de los componentes agua y aire, el mismo que permitirá cumplir con los estándares orientados para conservar, mejorar, defender y aprovechar ambientalmente la calidad de estos recursos.

- Programa de Monitoreo en el Medio Biótico.

El programa tiende a evaluar los componentes ambientales bióticos (fauna acuática) que se encuentran en el área de influencia y que eventualmente podrían ser afectados por el desarrollo de las actividades de la Central El Descanso.

-Programa de Monitoreo en el Medio Social y Humano

Los objetivos del programa contemplan: Vigilar el cumplimiento y logros del programa de relaciones comunitarias. Establecer el grado de respuesta y participación de la comunidad local y verificar la consolidación y alianza con las instituciones locales, a efectos de que se permita que la operación de la central eléctrica dentro de un marco de convivencia y respeto mutuo.

CAPITULO 3

MEJORAMIENTO DEL PROCESO DE PURIFICACION DE ACEITE MEDIANTE TRATAMIENTO DE SSISTEMA DE RECOLECCION DE LODOS.

3.1 Sistema Propuesto para la solución del problema.

Para este proyecto se establecerán dos procedimientos:

- a) Clarificación: se procede a la adhesión de arcilla clarificante, manteniéndose la temperatura en torna a los 150° C por un periodo de tiempo hasta que se complete el tiempo de clarificación.
- b) Filtración: el aceite clarificado pasa por un filtro-prensa para la separación de la arcilla utilizada y eliminación de partículas de

carbón y materiales con colores remanentes del producto. Los residuos de filtración tienen el nombre de borra de aceite o torta de filtro.

A continuación se procederá a establecer los parámetros necesarios para el filtro-prensa.

Este sistema ha sido seleccionado en función de las pruebas previas que se han realizado y en el porcentaje de sólidos compactados obtenidos.

En las pruebas realizadas en laboratorio para una temperatura ambiente de 20 °C, se obtuvo un 20% de sólidos por cada galón de desechos de aceite.

Por lo tanto estos lodos compactados podrán ser extraídos del filtro-prensa, con un grado aceptable de limpieza, para luego ser empaquetados y vendidos a la Cementera Nacional, la cual es la empresa encargada de comprar estos desechos de aceite lubricante.

Análisis Teórico

La fuerza total F , que debe de vencer el cilindro si despreciamos el rozamiento depende primeramente de la presión del fluido y de la sección del émbolo.

$$F = P.S \quad \text{EC. 1}$$

De donde determinamos, en primera aproximación, una vez conocida la presión de trabajo y el esfuerzo requerido.

$$S = \frac{F}{P} \text{ o bien, } P = \frac{F}{S}$$

Equivaliendo a:

S = Superficie del émbolo

F = Fuerza máxima en Kg.

P = Presión de servicio en $\frac{Kg.}{cm^2}$

Siendo la superficie del émbolo (la que no lleva el vástago) igual a:

$$S_1 = \frac{\pi}{4}.D^2 \approx 0.785.D^2 \quad \text{EC. 2}$$

Representando:

S_1 = Área del émbolo, en cm^2

D = Diámetro, en cm.

De aquí podemos deducir el diámetro del émbolo.

Para hallar la superficie del émbolo que lleva vástago se restara el área del vástago, quedando:

$$S_2 = \frac{\pi}{4} \cdot (D^2 - d^2) \approx 0.785 \cdot (D^2 - d^2) \quad \text{EC. 3}$$

D = Diámetro del émbolo.

d = Diámetro del vástago.

A aplicar estas fórmulas a la realidad práctica deberán de tenerse presentes los esfuerzos que se superponen al esfuerzo neto (rozamientos, inercias, etc.) recurriendo para su determinación al uso de ábacos y reglas de cálculo.

Los esfuerzos de compresión (empujando) y de tracción (tirando) es igual a la sección del cilindro por la presión del fluido.

$$\text{Esfuerzo de compresión } E = \frac{D^2 \cdot 3.14 \cdot P}{4} \quad \text{EC. 4}$$

$$\text{Esfuerzo de tracción } E = \frac{(D^2 - d^2) \cdot 3.14 \cdot P}{4} \quad \text{EC. 5}$$

Siendo para las fórmulas las siguientes unidades:

E = Esfuerzo de tracción y de compresión, en Kg.

D = D = Diámetro del émbolo, en cm.

d = Diámetro del vástago en cm.

P = Presión en $\frac{Kg.}{cm^2}$

La velocidad (v) de salida del émbolo (avance) es:

$$v = 16.6 \cdot \frac{Q}{S_1} \quad \text{EC. 6}$$

En donde las fórmulas vienen expresadas en las siguientes unidades:

v = Velocidad, en cm. /s.

Q = Caudal de alimentación, en l/min.

S_1 = Sección émbolo cilindro, en cm.²

S_2 = Sección anular del cilindro, en cm.²

El volumen del cilindro se expresa por:

$$V = A \cdot L \quad \text{EC. 7}$$

Siendo:

V = Volumen del cilindro en cm^3

A = Área en $cm.^2$

L = Carrera, en cm.

Si la velocidad de los cilindros esta predeterminada, para calcular el caudal de alimentación se utilizara la siguiente fórmula:

$$Q = \frac{v \cdot 60 \cdot S}{1000} \quad \text{EC. 8}$$

Que viene a significar:

Q = Caudal de alimentación en l/min.

v = Velocidad de avance o retroceso del cilindro, en cm./s.

S = Sección de que se trate, en cm^2

Observación:

Los cilindros de gran volumen y que trabajan a presiones elevadas, se deben de descomprimir, para evitar el golpe de Ariete, antes de invertir el

movimiento, cuando la disminución de volumen, sea igual o mayor a 160 cm^3

Para un mejor manejo de los cálculos de cilindros, independientemente de las fórmulas precedentes, y realizar un calculo más sencillo, se incluyen ábacos representativos para la elección del cilindros que relacionan los elementos que integran el cálculo.

Selección del fluido de trabajo para el Sistema Propuesto

Como un dato de referencia se tiene que la carrera del pistón es de 37 cm., además se ha seleccionado un diámetro de 250 mm. para el pistón.

Con estos datos y valiéndose del ábaco 1, se puede determinar la fuerza que producirá el pistón, esta fuerza será aquella que compacte los lodos con un valor del 20% de sólidos por cada galón de desechos.

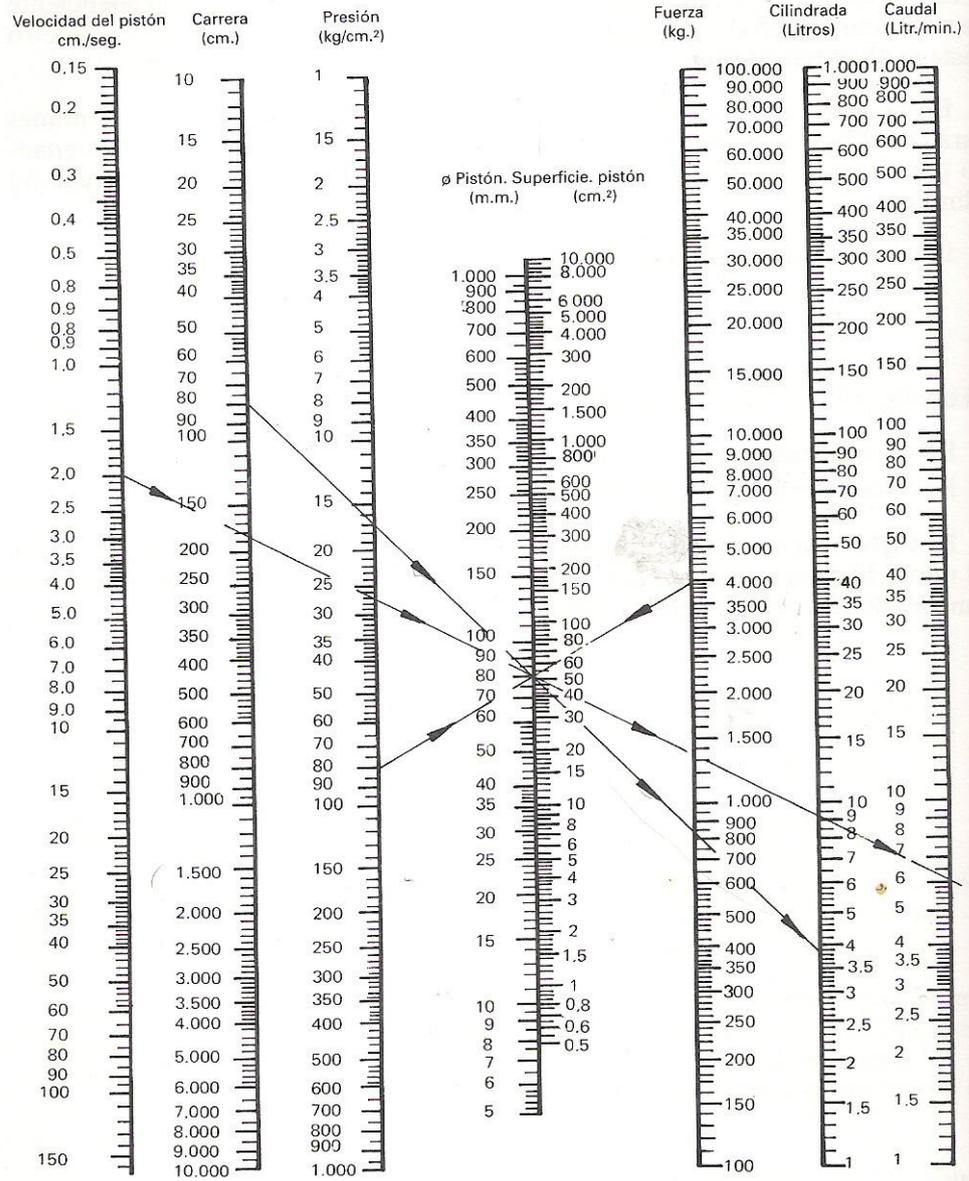
En los cálculos que siguen a continuación se podrá establecer que la presión requerida para producir esta fuerza es pequeña, lo que significa que el sistema será **Neumático**.

Ventajas del Sistema Neumático

- Reducción de costos de mano de obra directa.
- Uniformidad de la producción.
- Posibilidad de programación a mediano y largo plazo
- Se puede usar en lugares húmedos (no hay electricidad estática) y calientes (hasta aproximadamente 80 °C).
- Sistemas de A.C. son limpios.

A continuación se muestra el ábaco 1 que facilitará los cálculos.

CILINDROS



Ábaco 1 para el cálculo de cilindros con o sin amortiguación

En el ábaco 1 de esfuerzos las líneas en trazos continuos representan a esfuerzos de compresión. Las líneas de trazos discontinuos representan los esfuerzos de tracción calculados con el vástago de menor diámetro, respecto del diámetro del émbolo correspondiente. Los números que figuran en las líneas inclinadas son los diámetros del vástago y del émbolo.

3.2 Datos de entrada del Sistema

Para el diseño del sistema de prensado estableceremos primeramente la producción de lodos de aceite por día. Tenemos:

- 1 galón de desechos por cada cuatro horas y por cada máquina; por lo tanto:

$$V(\text{desechos}) = \frac{1\text{galon}}{4\text{horas}} * \frac{24}{1\text{dia}} * \frac{3.785\text{litros}}{1\text{galon}} = 22.71\text{litros} = 22710\text{ cm}^3$$

- Luego tenemos que para las cuatro máquinas habrá una producción de 90.84litros ò 90840 cm^3 por día.

Procedimiento experimental para el cálculo de la fuerza

Es oportuno destacar que el diseño del equipo se basa en el sistema Filtro-Prensa. La prueba de filtración de lodos se lo ha realizado en el laboratorio

de Petrofísica de la ESPOL. A continuación se muestra en la figura 15 el experimento realizado.

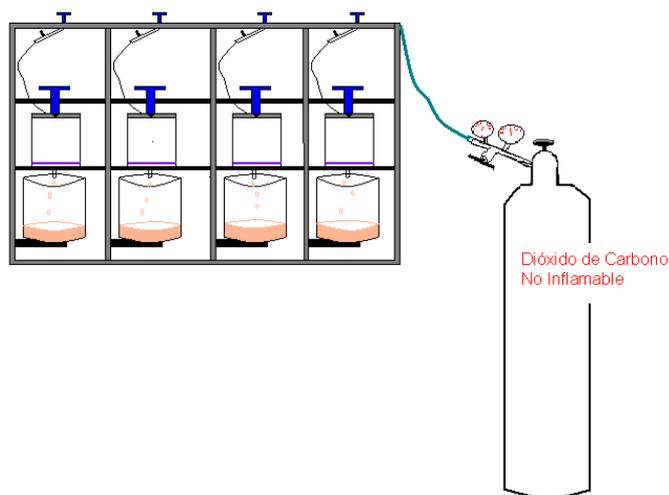


Fig.3.1 Experimento realizado para la determinación de la fuerza necesaria para compactar los lodos de aceite

1.- Utilizando la misma mezcla de lodos, se procede a colocarla en el recipiente para realizar la prueba de filtrado (probablemente tenga que realizar un poco mas de mezcla para que el recipiente quede completamente lleno) en, la figura 3.2 se muestra el procedimiento, utilizando el dispositivo para medir el filtrado el cual utiliza dióxido de carbono al someter a la muestra a una presión constante de 89 psi durante 30 minutos.

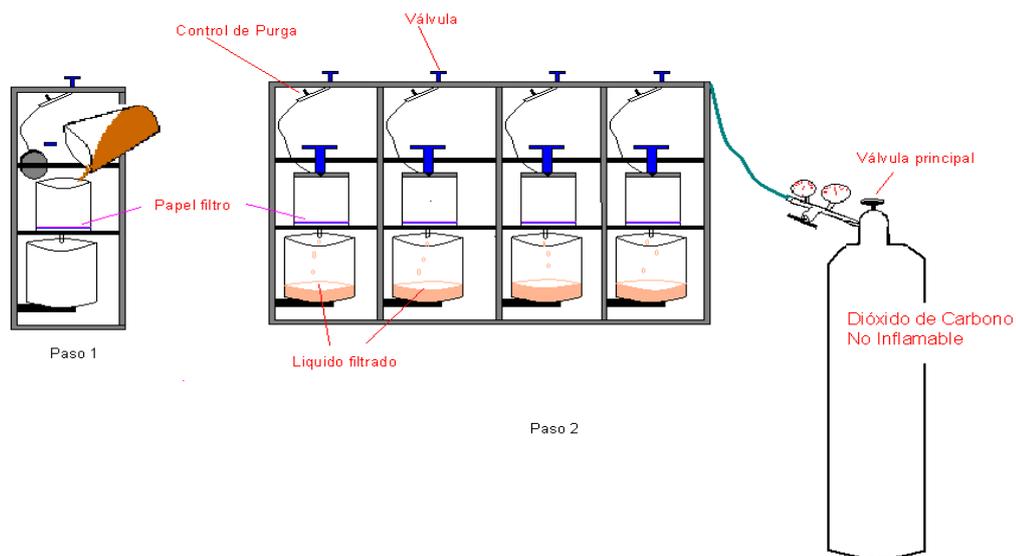


Fig. 3.2 Prueba de filtrado utilizando una presión de 89 psi.

2.-Una vez terminado el lapso de tiempo se retira el papel filtro del dispositivo y se verifica las siguientes propiedades:

-Espesor de la costra de lodo.

Mediante un procedimiento experimental se ha llegado a la conclusión que los lodos al compactarse dan un producto sólido de aproximadamente 1/5 del total de la altura de los recipientes cilíndricos de lodos; es decir la quinta parte del volumen total del recipiente. En la figura 3.3 se muestra el esquema de lo obtenido.

Compactación de los lodos de aceite

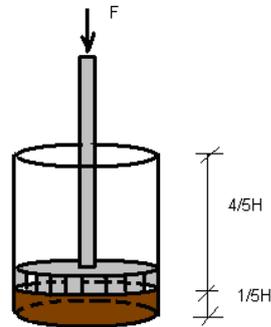


Fig. 3.3 Compactación experimental de los lodos de aceite con el 20% correspondiente a masa sólida

-Textura: Homogénea o Heterogénea.

La figura 3.4 muestra como se puede identificar una masa sólida o torta como homogénea o heterogénea.

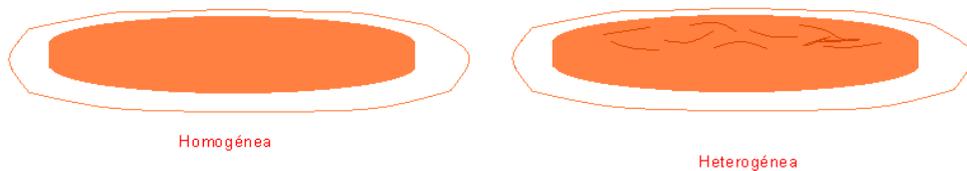


Fig. 3.4 Torta homogénea o heterogénea.

Consistencia.- esta la mida volteando 180 grados la muestra de tal manera que la gravedad actúe sobre dicha muestra si esta no se cae y se queda

pegada en el papel concluya que tiene buena consistencia si por el contrario se cae todo o cierta parte concluya que tiene mala o regulara consistencia respectivamente.

La muestra correspondiente a esta tesis tiene una buena consistencia ya que se ha quedado pegado en el papel la masa correspondiente.

Conclusión de la experimentación:

Fuerza: como la presión por experimentación que se necesita para compactación ha sido de 89 Psi, además se debe se seleccionar un diámetro de cilindro comercial (para este proyecto un diámetro de 250 mm), la fuerza será calculada con la ecuación 1:

$$F = P.S$$

Donde:

P = presión constante suministrada por el tanque de presión $\left(\frac{N}{m^2}\right)$

S = Área de la sección del émbolo. m^2

F = fuerza que se necesita para compactar los lodos (N)

Datos:

$$P = 89 \text{ psi} = 6.05 \text{ bares.}$$

$$S = 250 \text{ mm.} = 0.25 \text{ m}$$

$$P = 89 \text{ psi} = 61496.59 \text{ Pa.}$$

Por lo tanto con estos datos se obtiene lo siguiente:

$$F = P \cdot A = 30016.84 \text{ N (fuerza en Newton)}$$

$$F = 3062.94 \text{ Kg. (Fuerza en kilogramos)}$$

Carrera del Cilindro Neumático.

Se puede determinar la carrera del pistón, esta carrera será aquella que compacte los lodos con un valor del 20% de sólidos por cada galón de desechos. Valiéndose de la figura 3.5, se puede obtener que la carrera en ambos cilindro será la misma, por lo que se tiene lo siguiente:

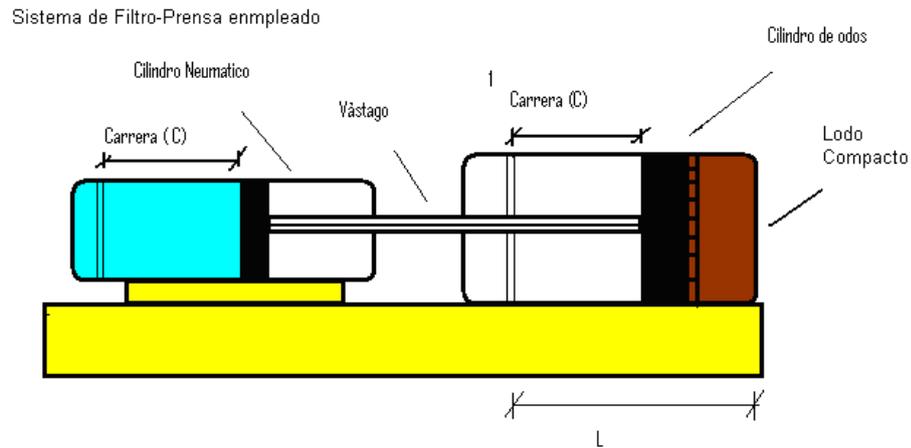


Fig. 3.5 Cilindros Neumáticos y de lodos unidos por un mismo vástago.

Con este gráfico se puede establecer que la carrera en ambos cilindros es la misma, por lo tanto se puede establecer la siguiente relación:

$$4/5 V (\text{lodos}) = (3.1416/4) \times D_p^2 \times C$$

- $V (\text{lodos}) = 90.84 \text{ litros} \approx 90840 \text{ cm}^3$ por día

Si se procedieran a realizar 4 limpiezas diarias de lodos de aceite se tendría solo un volumen de 22.71 litros o 22710 c.c para las cuatro máquinas. Por lo tanto seleccionamos un diámetro comercial de cilindros neumático de 250 mm. y un diámetro de tanque de lodos de 25cm.

Si se tiene en consideración lo expuesto anteriormente de los 4/5 de reducción de volumen de los lodos en tanque y manteniendo una carrera constante para ambos cilindros, se procede con la siguiente relación:

$$4/5 (V \text{ lodos}) = (3.1416/4) \times D^2 \times C \quad \text{EC. 10}$$

Donde:

D = diámetro del cilindro neumático seleccionado = 250 mm.

C = carrera de ambos cilindros.

V = Volumen total de los lodos = 22710 c.c

Por lo tanto despejando el valor de **C se tiene que la carrera es de 37 cm.**

Comprobación de lo calculado mediante la utilización de los ábacos

Para la utilización del ábaco 1 se escogerán parámetros de presión y diámetro del cilindro neumático.

Como dato se tenía que la presión era de 89 psi. o 6.05 bares y seleccionando un cilindro neumático de 250 mm., estos datos proporcionaban una fuerza de 3062.94Kg y una carrera de 37 cm. de manera experimental. Si se verifican estos datos siguiendo la línea recta entre estos dos puntos con una presión de 6 bares y diámetro de 250 mm, se

obtiene una fuerza de **3000 Kg. y una carrera de 33 cm.** que es bastante aproximado a los valores reales necesarios.

Por lo tanto los valores de los datos experimentales se utilizarán para el diseño del sistema neumático con una fuerza de 3062.94Kg y una carrera de 37 cm.

3.3 Análisis Físico y Matemático para el Diseño

FUERZA EN LOS CILINDROS

La fuerza disponible de un cilindro crece con mayor presión y con mayor diámetro. Es importante considerar que los análisis físicos y matemáticos han sido realizados para esta tesis y comparados. La determinación de la fuerza estática en los cilindros está sustentada por la siguiente fórmula

$$F = 10.(3.1416). p. (D^2 /4)$$

EC. 11

Donde: F: Fuerza (N)

Ó bien $F = 7.85. p. D^2$ p: Presión (bar.)

D: Diámetro de la camisa del cilindro (cm.)

La Fuerza en el cilindro previamente ha sido calculada y comprobada con el ábaco 1 anteriormente expuesto la cual fue de 30016.84N.

3.4 Especificaciones Técnicas del Prototipo

SELECCIÓN DEL CILINDRO

Según datos proporcionados por **La Llave S.A.** se tiene en el mercado diámetros de émbolos comerciales de: 32,40, 50, 80, 100, 125, 160, 200, 250 mm.

En la figura 3.6 se muestran cilindros Neumáticos y se seleccionará el de 250 mm.

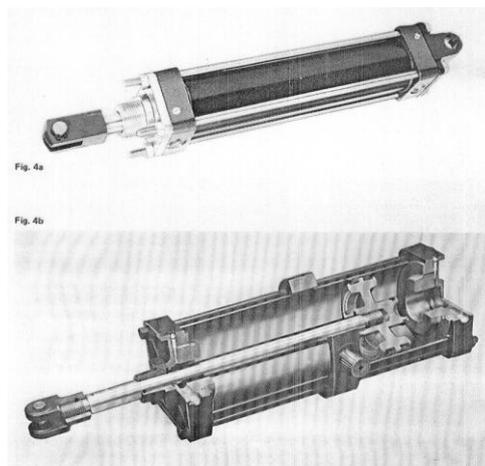
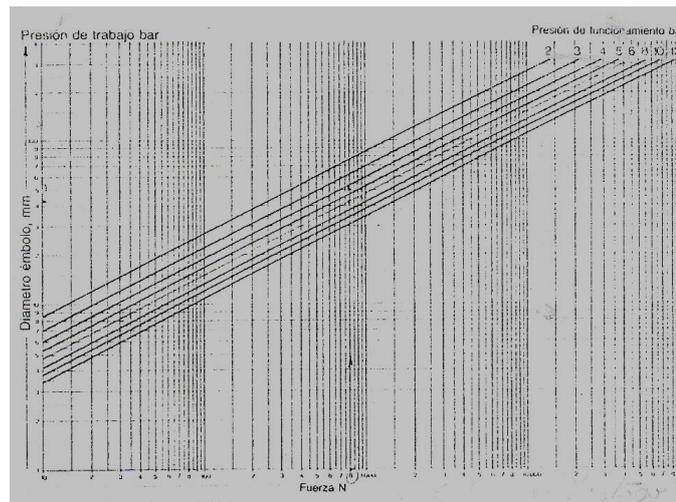


Fig. 3.6 Cilindros Neumáticos

El diámetro seleccionado es de 250 mm para que resulte una presión de 6.05 Bares como se han hecho los cálculos previamente.

En el ábaco 2 mostrado a continuación se comprobará que estos datos de fuerza, diámetro del émbolo escogidos coinciden con los datos del diagrama. Si se considera el ábaco 2, entrando con una presión de 6 bares y un diámetro de émbolo de 250 mm, se puede verificar que la fuerza es aproximadamente de 30000 N muy aproximada al valor experimental de 30016.84N.



Ábaco 2 para la selección del cilindro conocidos la fuerza y la presión de trabajo.

Cilindro Comercial Seleccionado

Para este proyecto se **seleccionará el cilindro de doble efecto de 250 mm de diámetro**. En la siguiente figura 3.7 se muestra el Cilindro de doble efecto.

El cilindro de doble efecto puede trabajar en ambas direcciones ya que ambos lados del émbolo pueden recibir presión del sistema para efectuar las operaciones de avance y de retroceso.



Fig. 3.7 Cilindros de doble y simple efecto.

A continuación en la Fig. 3.8 se muestra una tabla donde se identifican los distintos tipos de cilindros neumáticos con su respectiva simbología proporcionados por “Micro”.

MICRO

Cilindros neumáticos

Simbología

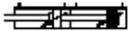
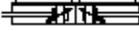
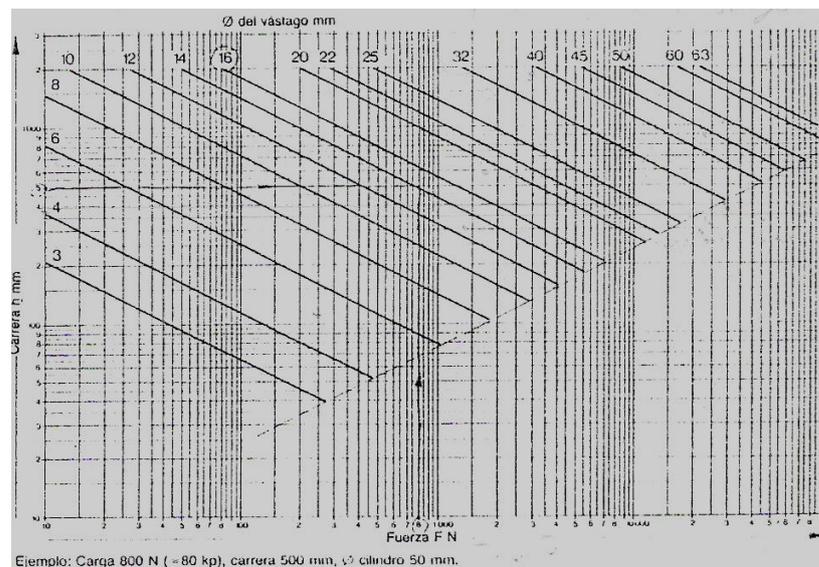
	Cilindros de simple efecto		Cilindros doble efecto con doble pistón (tandem)
	Cilindros de simple efecto con imán		Cilindros doble efecto con doble pistón (tandem) e imán
	Cilindros de simple efecto con resorte trasero		Cilindros doble efecto con doble pistón (tandem) y amortiguación
	Cilindros de simple efecto con resorte trasero e imán		Cilindros doble efecto con doble pistón (tandem), amortiguación e imán
	Cilindros de simple efecto con doble vástago		Cilindros doble efecto acoplados
	Cilindros de simple efecto con doble vástago e imán		Cilindros doble efecto con imán acoplados
	Cilindros de doble efecto		Cilindros doble efecto con doble amortiguación acoplados
	Cilindros de doble efecto con imán		Cilindros doble efecto con doble amortiguación e imán acoplados
	Cilindros de doble efecto con doble amortiguación		Cilindros sin vástago de doble efecto
	Cilindros de doble efecto con doble amortiguación e imán		Cilindros de impacto
	Cilindros de doble efecto con doble vástago		Actuadores rotantes neumáticos
	Cilindros de doble efecto con doble vástago e imán		
	Cilindros de doble efecto con doble vástago y amortiguación		
	Cilindros de doble efecto con doble vástago, amortiguación e imán		

Fig. 3.8 Hoja proporcionado por “Micro” donde se muestran los tipos de cilindros con su respectiva simbología.

SELECCIÓN DEL DIAMETRO DEL VÁSTAGO

Para la selección del diámetro del vástago procederemos a hacer uso del ábaco 3 donde se expresa carrera del **Pistón Vs. Fuerza**.

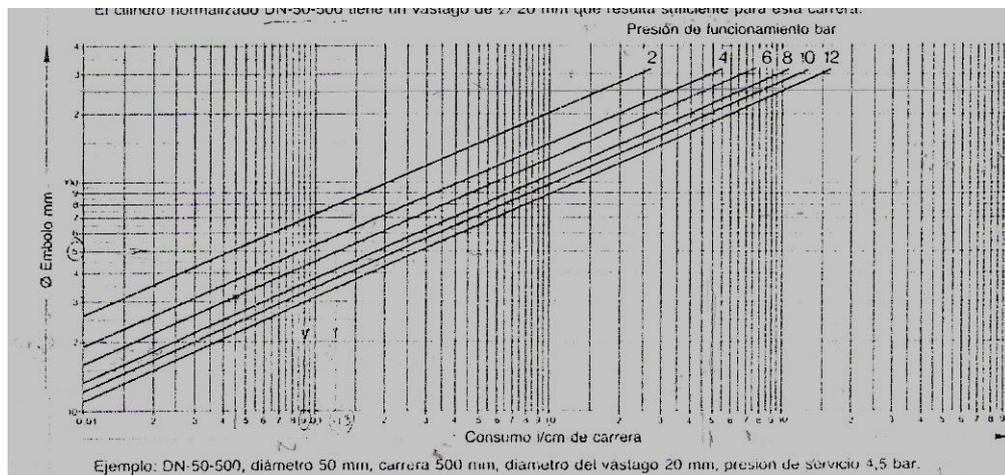
Luego para una fuerza de 30016.84 N y una carrera de 37 cm. Se tiene un **diámetro de vástago de 32 mm**



Ábaco 3 para la selección del diámetro del Vástago (Diagrama de Pandeo).

CALCULO DEL CONSUMO DE AIRE EN EL AVANCE DEL PISTON

Para el cálculo de consumo de aire en el avance del pistón se tomará de referencia el ábaco 4, en donde conociendo el diámetro del émbolo y la presión de funcionamiento de 6 bares estableceremos el consumo de aire (NI).



Ábaco 4 para establecer el consumo de aire (NI) por centímetro de carrera.

Considerando los datos seleccionados de diámetro de pistón de 250 mm. y presión de trabajo de 6.05 bares, **el consumo de aire es de 4.5 NI/cm. de carrera.**

Por lo tanto el consumo de aire en el avance del pistón será:

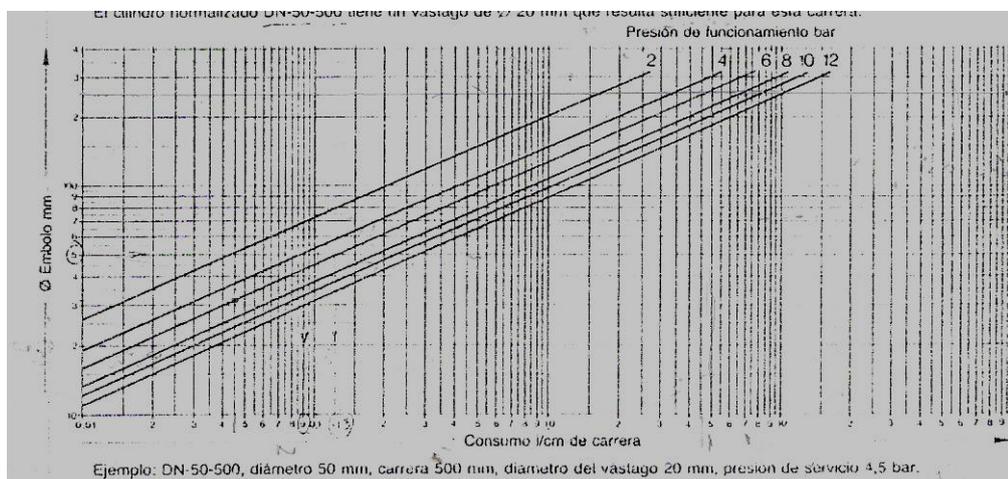
$$\text{Consumo..de..aire..avance} = \frac{NI}{\text{cm.}(carrera)} * Carrera \quad \text{EC. 12}$$

Carrera = 37 cm.

Consumo de aire en avance = 166.5 NI

CALCULO DE AIRE NO CONSUMIDO POR EL VASTAGO

Para el cálculo del aire del vástago no consumido se hará referencia al **ábaco 4** en donde conociendo el diámetro de vástago y la presión de trabajo, estableceremos el aire no consumido por el vástago.



Ábaco 4 para establecer el consumo de aire (NI) por centímetro de carrera.

Considerando los datos seleccionados de diámetro del vástago de 32 mm. y presión de trabajo de 6 bares, **el aire no consumido por el vástago es de 0.045 NI/cm. de carrera.**

$$.Aire..no..consumido..por..vástago = \frac{NI}{cm.(carrera)} * Carrera \quad EC. 13$$

Aire no consumido por vástago = 1.665 NI

CALCULO DEL CONSUMO DE AIRE EN EL RETORNO.

El consumo de aire en el retorno del pistón será la diferencia entre el aire consumido en el avance del pistón y el aire no consumido por el vástago.

Consumo de aire en el retorno = (Consumo de aire en avance – aire no consumido en vástago) EC. 14

Consumo de aire en el retorno = (166.5-1.666) NI = 164.835 NI

CALCULO DEL VOLUMEN NECESARIO DE AIRE POR CICLO

El consumo de aire por ciclo será:

(El consumo de aire del avance más el consumo de aire del retorno). EC.15

Volumen necesario por ciclo = (166.5 + 164.835) NI = 331.335 NI.

VELOCIDAD DEL EMBOLO SELECCIONADA SEGÚN (FESTO)

Mediante la utilización del **ábaco 5**, partiendo de una fuerza o carga de 30016.84 N, además de un diámetro de émbolo de 250mm, seleccionamos una válvula de 1/2 pulgada, obtendremos según la curva una velocidad de 10 mm/s.

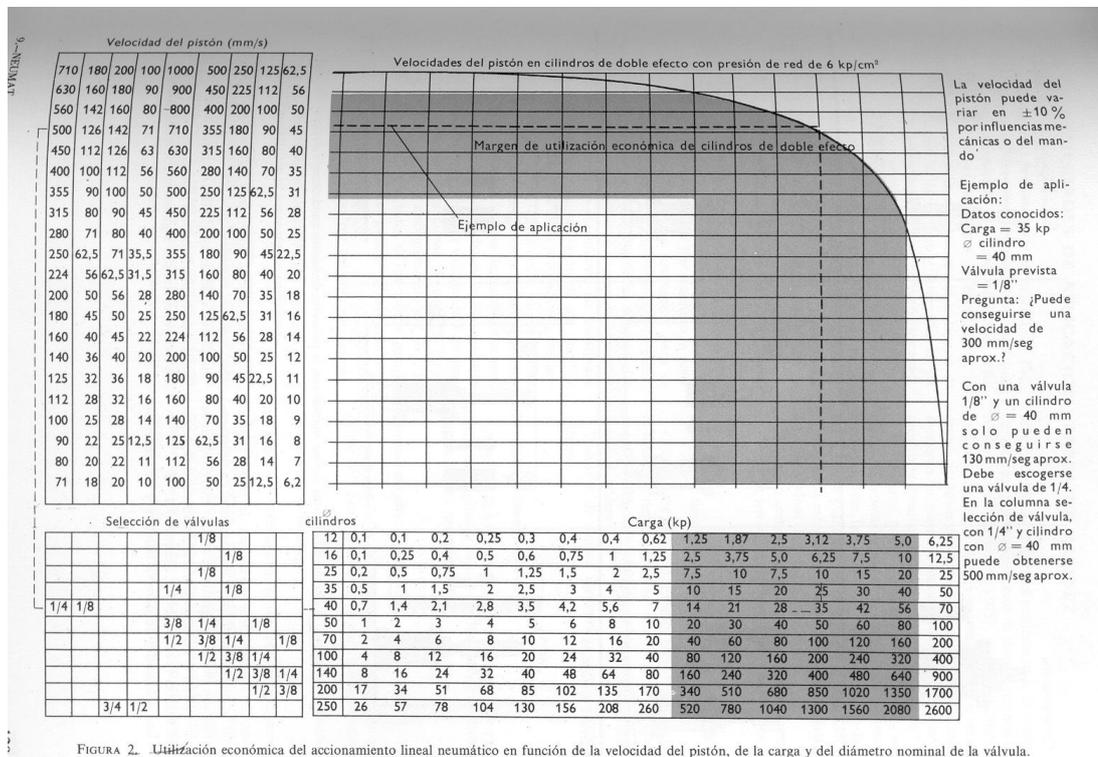


FIGURA 2. Utilización económica del accionamiento lineal neumático en función de la velocidad del pistón, de la carga y del diámetro nominal de la válvula.

Ábaco 5 para el cálculo de la velocidad del émbolo

CALCULO DEL TIEMPO POR CICLO DEL EMBOLO

El tiempo de avance o retroceso del émbolo será establecido con la longitud de la carrera y la velocidad del émbolo.

$$\text{Tiempo de avance o retroceso (t)} = \frac{\text{carrera}}{\text{velocidad}(\text{piston})} \quad \text{EC. 16}$$

$$\text{Tiempo de avance o retroceso (t)} = 370\text{mm}/10\text{mm/s} = 37 \text{ s}$$

Tiempo por ciclo = 74 s.

Cálculo del caudal necesario por ciclo

El caudal necesario por ciclo estará determinado por el volumen necesario por ciclo dividido para el tiempo por ciclo.

Con un tiempo por ciclo de 74 segundos se procede al cálculo del caudal necesario por ciclo, este caudal se presenta a continuación en la tabla 10 en distintas unidades:

Tabla 10 Caudal por ciclo en el cilindro

Caudal Necesario Por Ciclo en (NI/s),(Nm3/s),(Nm3/h),(NI/h)					
TIPO	(NI/s)	(NI/h)	(Nm3/s)	(Nm3/h)	(Ndm3/s)
DN	4,4775	16119	0,0044775	16,119	4,4775
DNZ	4,4775	16119	0,0044775	16,119	4,4775

Nota: se ha aproximado el tiempo de avance al tiempo de retorno

3.5 Construcción del Prototipo.

Elementos Constitutivos del Sistema Neumático (AC → Aire Comprimido)

Los sistemas neumáticos de mando consumen aire comprimido, que debe de estar disponible en el caudal suficiente y con una presión determinada según el rendimiento de trabajo.

Para producir aire comprimido se utilizan compresores que elevan la presión del aire al valor de trabajo deseado. Los mecanismos y mandos neumáticos se alimentan desde una estación central. Entonces no es necesario calcular ni proyectar la transformación de la energía para cada uno de los consumidores.

El aire comprimido llega de la estación compresora y llega a las instalaciones a través de tuberías.

En el momento de la planificación, es necesario prever un tamaño superior de la red, con el fin de poder alimentar aparatos neumáticos nuevos que se adquieran en el futuro, al objetivo de que el compresor no resulte más tarde insuficiente.

Es muy importante que el aire sea puro. Si es puro el generador de aire comprimido tendrá una larga duración. También debería de tener la aplicación correcta de los diversos tipos de compresores.

El técnico neumático conecta su instalación a la red de aire comprimido, ya que normalmente la producción del mismo no pertenece a su campo de trabajo y presupone la existencia de suficiente aire comprimido pero con la primera aplicación Neumática surge el tema de la instalación productora de aire comprimido.

Una buena Distribución del Aire Comprimido en las instalaciones neumáticas, puede lograr ahorrar muchos costes, mediante un adecuado diseño y prevención de fugas, mejor estanqueidad, mejor tratamiento del aire comprimido, etc.

Las instalaciones deben estar constituidas por:

- Compresor.
- Depósito Acumulador del aire a presión - comprimido.
- Depósito de Condensación, con llave de purgado.
- Depósito auxiliar (en caso de instalaciones de gran consumo)
- Unidad de Mantenimiento: FILTRO, MANÓMETRO, REGULADOR Y LUBRICADOR.

Además las instalaciones deben de tener elementos para el control de la suciedad del aire comprimido como los filtros de aspiración y elementos que eviten el contraflujo.

Compresor

El grupo principal de la instalación productora de aire comprimido, es el compresor, del que existen varios tipos para las distintas posibilidades de aplicación.

El Compresor es toda máquina que impulsa aire, gases o vapores, ejerciendo influencia sobre las condiciones de presión.

Los compresores se valoran por el caudal suministrado en Nm^3/min (para compresores pequeños o en Nm^3/min y por la relación de compresión. Los caudales suministrados pueden medir desde pocos Nm^3/min hasta más de $50000\text{Nm}^3/\text{min}$., según el tipo; las presiones finales asciendes desde pocos mm de columna de agua hasta más de $100\text{Kp}/\text{cm}^2$. Para la Neumática solo son aptos una parte de los distintos tipos de compresores, condicionada por la presión de trabajo requerida. Los sistemas Neumáticos de mando trabajan normalmente con aire comprimido a $6\text{ Kp}/\text{cm}^2$. El límite inferior se halla en los $3\text{ Kp}/\text{cm}^2$ y el límite superior en los $15\text{Kp}/\text{cm}^2$.

Existen otras características:

- Eleva la presión del aire al valor de trabajo requerido. El A.C es entregado a las instalaciones a través de tuberías.
- Existen dos tipos básicos de compresores: turbocompresores y de desplazamiento positivo.
- El tamaño del compresor debe ser seleccionado superior al de los requerimientos actuales de la red de distribución.
- Debe ser instalado en la sombra y evitando la dirección del viento.

Compresor Utilizado

El compresor más frecuente usado es el **compresor de émbolo** Fig.3.9, pudiendo emplearse como unidad estacionaria (fija) o móvil y existiendo desde los equipos más pequeños hasta los que entregan caudales superiores a 500Nm³/min. Como la presión requerida en el compresor es de 7 bares, se necesita un compresor de una etapa. En la tabla 11 se muestra el número de etapas según la presión de trabajo.

Tabla 11 Número de Etapas Según las prescripciones de trabajo.

# Etapas	Presión
1 Etapa	Hasta 12 bares
2 Etapas	Hasta 30 bares
3 Etapas	Hasta 220 bares

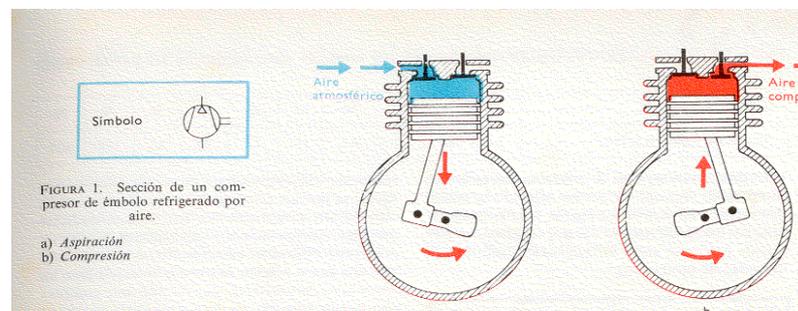
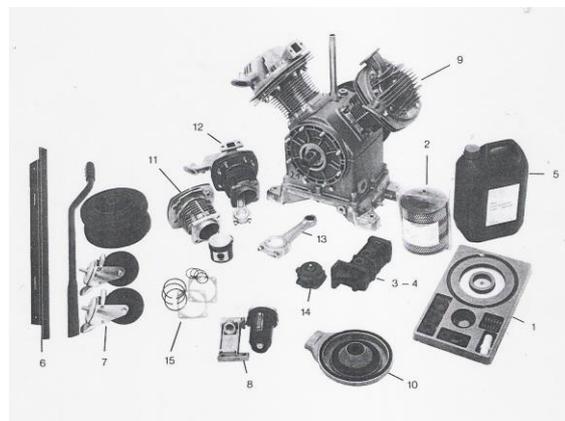


Fig. 3.9 Compresor utilizado en la instalación del Sistema Neumático

Nota: La numeración correspondiente es detallada a continuación.

Determinación de la capacidad del compresor.

La capacidad de los mismos puede averiguarse aplicando el siguiente procedimiento:

1.- Determinar el consumo específico de todas las herramientas o equipos de

la planta que consumen aire comprimido en $\frac{N.m^3}{min}$.

2.- Multiplicar dichos consumos por el coeficiente de utilización individual, que es el tiempo del equipo funcionando en relación al tiempo total de un ciclo completo de trabajo. Porcentaje de tiempo de utilización sobre una hora de trabajo.

3.- Sumar dichos resultados.

4.- Sumar entre 5 a 10% del valor computado en 3), para totalizar las pérdidas por fugas en el sistema.

5.- Agregar un cierto porcentaje de consumo de aire para contemplar posibilidades de ampliación. Muy importante ya que sino, las disponibilidades del sistema son rápidamente rebasadas.

El resultado así obtenido deberá ser cubierto por la capacidad del o de los compresores que si bien podrían llegar a funcionar con un coeficiente de

consumo ($C = \frac{QN}{QC} \times 100\%$) del 100% esto implicaría la no detención del

compresor ($tM = \infty$), por lo tanto elegimos el mismo con un coeficiente de consumo de 80 % logrando así que $tM / tP = 5/1$, obteniendo la capacidad

del compresor multiplicando el valor de QN antes hallado por el valor de n determinada en la escala paralela del ábaco 6 mostrado para el cálculo de la capacidad del acumulador, que para el valor de $C = 80\%$ $n = 1.25$ por lo tanto:

$$QC = 1.25 \cdot QN \quad \text{EC. 17}$$

Donde:

QC = capacidad del compresor ($N.m^3 / \text{min},$)

QN = consumo de aire libre promedio ($N.m^3 / \text{min},$)

$$16,1 \frac{Nm^3}{h} = 0.2683 \frac{Nm^3}{\text{min}} = QN$$

$$19.7 \frac{l}{s} = 1.182 \frac{Nm^3}{\text{min}} = QC$$

Por lo tanto la capacidad del compresor necesaria para este proyecto es de:

$$QC = 0.3353 \frac{Nm^3}{\text{min}} .$$

A continuación se muestran los datos de placa del Compresor de émbolo.

Tabla 12 Datos del Compresor

Tipo	Fecha de Construcción	Serial N°	
LT230UV	17/07/2003	AIW110187	
1500 r.p.m		1800 r.p.m	
15Kw.	20Hp	18.5 Kw.	24Hp
17 l/s	-	19.7 l/s	41.91 C.F.M
30 bar	-	30 bares.	435 Psi.

Los datos de placa correspondientes a 1800 r.p.m son aquellos correspondientes al compresor del Sistema Neumático empleado.

Nota: Como el compresor que es utilizado en la central tiene una capacidad de 41.91 C.F.M = $1.186 \frac{Nm^3}{min}$, la utilización del mismo en este proyecto, está justificado.

Potencia Estimada del Compresor.

- La potencia *real* requerida puede ser un 30% mayor que el valor teórico. Para compresores pequeños se puede requerir un poco más.

- Regla empírica:

“Se requiere aproximadamente 6 Kw. para comprimir 1 Nm³/min. a una presión absoluta de 7 bar.”.

- La potencia ideal requerida por el compresor es:

$$H = QN p_1 \left(\frac{p_2}{p_1} \right)^{\frac{1}{n}} \left[\frac{p_2}{p_1} - 1 \right] \cdot 10^{-3} \quad \text{EC. 18}$$

Donde: H = potencia (Kw.)

QN = caudal de entrada (Nm³/s)

r = (p₂/p₁)_{abs} = relación de compresión

n = índice politrópico (1 – 1.4)

p₁ = presión absoluta de entrada (N/m²)

- Una vez calculados los requerimientos de *caudal* y *presión* para una instalación dada, se puede estimar la *potencia* requerida del compresor.

- También se puede seleccionar el *tipo* de compresor, el *número de etapas* (generalmente dos), y el *tipo de accionamiento* (generalmente eléctrico).

Filtro de Aspiración (Strainer)

- Generalmente es de tipo seco, en el que el aire pasa a través de un elemento corrugado de papel ó tela (algodón).
- Elimina polvos, suciedad, humos, gases, etc., con tamaños superiores a 10 μ .

Post Enfriadores

- Después de la compresión, los mayores contaminantes del A.C. son el aceite y el agua. El aceite se origina en el propio compresor y el agua en el aire.
- Estos contaminantes se eliminan usando diferentes tipos de filtros y enfriadores del aire.

Válvula de Retención

- Evita el contraflujo al apagar el compresor.

Acumulador

El acumulador o depósito sirve para estabilizar el suministro de aire comprimido. Compensa las oscilaciones de presión en la red de tuberías a medida que se consume el aire comprimido.

Gracias a la gran superficie del acumulador, el aire se refrigera adicionalmente. Por este motivo, en el acumulador se desprende directamente una parte de la humedad del aire en forma de agua.

Los depósitos y acumuladores pueden estar colocados en posición vertical u horizontal; los pequeños acumuladores pueden ser a veces la misma tubería de aire comprimido Fig. 3.10

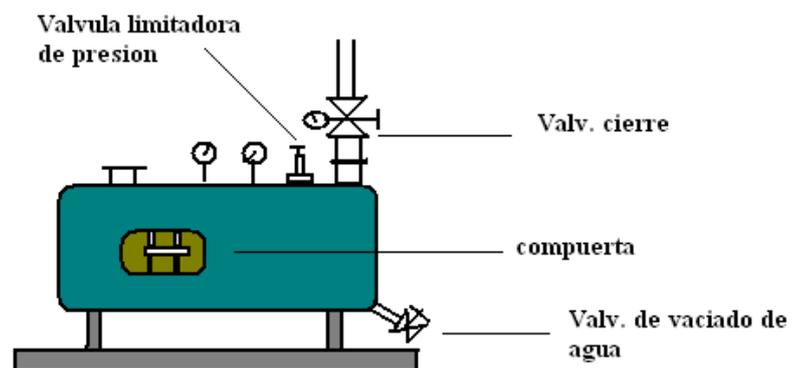


Fig. 3.10 Tanque de Aire Comprimido

El tamaño de un acumulador de aire comprimido depende:

- Del caudal de suministro del compresor.
- Del consumo de aire.
- De la red de tuberías (volumen suplementario).
- Del tipo de regulación.
- De la diferencia de presión admisible en el interior de la red.

Para establecer el número de conmutaciones por hora (Z) se debe de realizar el estudio de los tiempos de marcha y parada de un compresor.

Estudio de los tiempos de marcha y parada de un compresor

Sea:

VD = volumen del depósito (m^3).

P2 = Presión de parada del compresor (bar.).

P1 = Presión de arranque del compresor (bar.).

$\Delta P = P2 - P1 =$ Salto de presión admisible.

QN = consumo de aire libre promedio. $\frac{\text{m}^3}{\text{min}}$

QC = Capacidad del compresor $\frac{\text{m}^3}{\text{min}}$.

VND = Volumen normal de aire en el depósito de parada

VNA = Volumen normal de aire en el depósito de arranque.

$VC = VND - VNA =$ volumen consumido para un salto de presiones ΔP

$tM =$ tiempo de marcha.

$tP =$ tiempo de parada.

$t_o = tM + tP =$ tiempo de operación.

El tiempo de parada estará definido por:

$$tp = \frac{\Delta P * VD}{QN} (\text{min})$$

El tiempo de marcha estará definido por:

$$tm = \frac{\Delta P * VD}{QC - QN}$$

El coeficiente de consumo será:

$$C = \frac{QN}{QC} \times 100\%$$

Del siguiente diagrama se establecerá los valores de los tiempos de parada, marcha y operación.

El Parámetro de entrada en esta grafica es el coeficiente de consumo (C). Además se ha establecido que las relaciones siguientes:

$$\frac{VD}{QC} = 1 \text{ Y } \Delta P = 1$$

El valor de QN es de $16,1 \frac{Nm^3}{h}$ y el valor de QC es de 19.7 l/s. Haciendo el cambio de unidades respectivo se tiene lo siguiente:

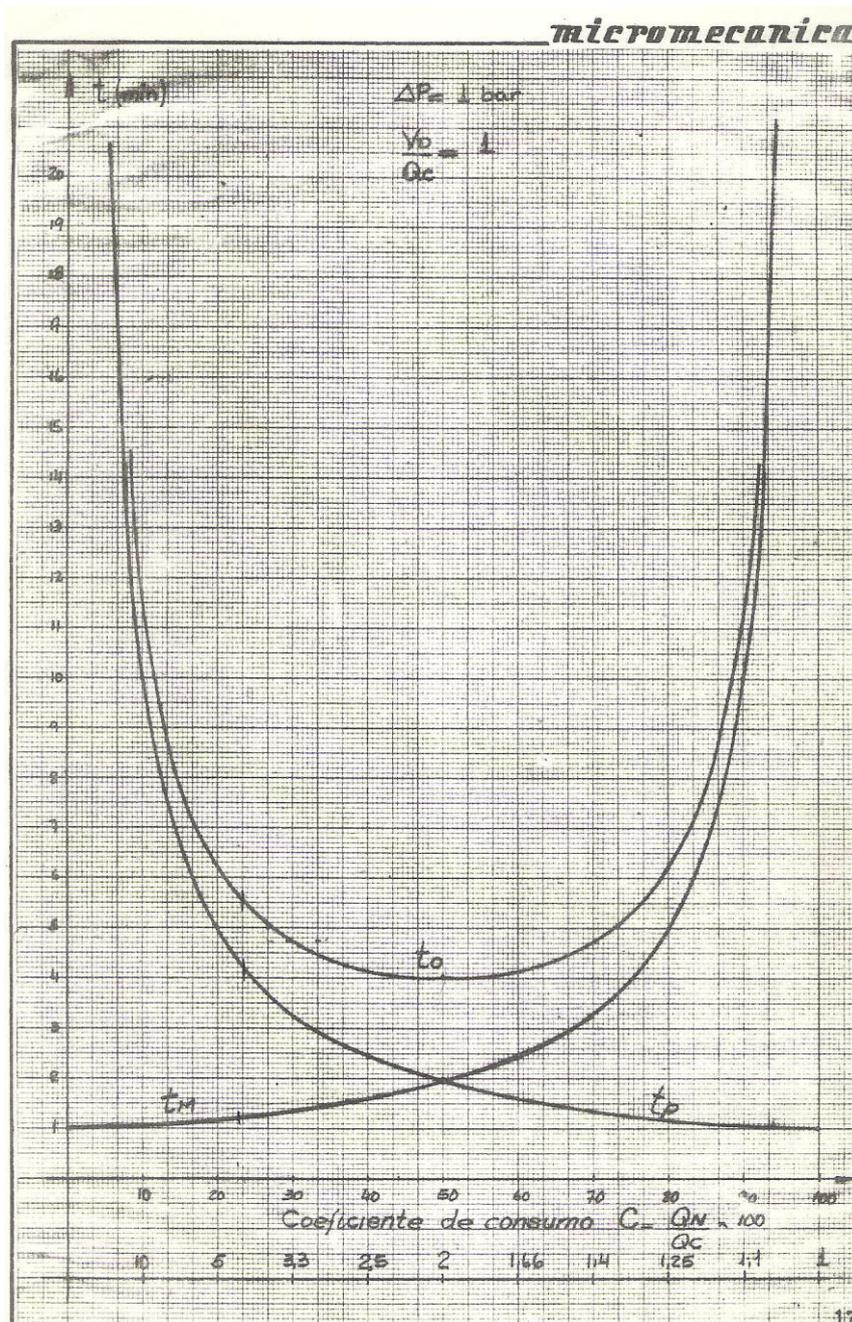
$$16,1 \frac{Nm^3}{h} = 0.2683 \frac{Nm^3}{min} = QN$$

$$19.7 \frac{l}{s} = 1.182 \frac{Nm^3}{min} = QC$$

Por lo tanto el valor de C es de:

$$C = \frac{QN}{QC} \times 100 \% = \frac{0.2683}{1.182} \times 100 \% = 22.6988 \approx 22.7 \%$$

Con este valor se ingresa al Ábaco 6 y se establecen los respectivos tiempos dados en minutos tanto el de parada como el de marcha.



Ábaco 6. Para establecer el tiempo de operación del compresor

De este ábaco se puede establecer que con un valor de $C = 22.7\%$ y con los valores expuestos anteriormente lo siguiente:

tM = 1 minutos

tP = 4 minutos

to = 5 minutos.

Por lo tanto las operaciones por hora con C = 20 % serán:

$$\frac{60}{t_o} = \frac{60}{5.0} = 12$$

Se escogerán 12 operaciones por hora (frecuencia de conmutación por hora).

Por lo tanto Z = 12, además la caída de presión es $\Delta P = 1bar$. Para obtener los tiempos con relaciones VD/QC y ΔP diferentes de 1 se multiplican los tiempos del gráfico por dichas relaciones. Considerando que la caída de presión generalmente no excede los 0.5 bares entre el compresor y la salida del tanque. Se seleccionará la caída de presión de 1 bares debido a que generalmente se toma este valor para cálculos.

Si se adoptara $\Delta P = 0.5$ bar. equivale a duplicar el número z de maniobras horarias, lo que involucraría que para mantenerlas dentro de los valores admisibles (20 para regulación de marcha y parada y 40 para regulación de

marcha y vacío) se debe de duplicar el volumen del depósito es decir trabajas con relaciones $VD/QC = 2$ y $VD/QC = 0.74$ respectivamente.

El valor de t_0 no cambia si se multiplica este valor por 0.5 y 2 según lo analizado anteriormente.

Ahora se establecerá el volumen del depósito en función del caudal de aire suministrado por el compresor, de la caída de presión (desde el compresor hasta la salida del tanque) y del número de conmutaciones por hora. El ábaco 7 mostrado a continuación facilitará el cálculo del volumen del depósito.

Datos:

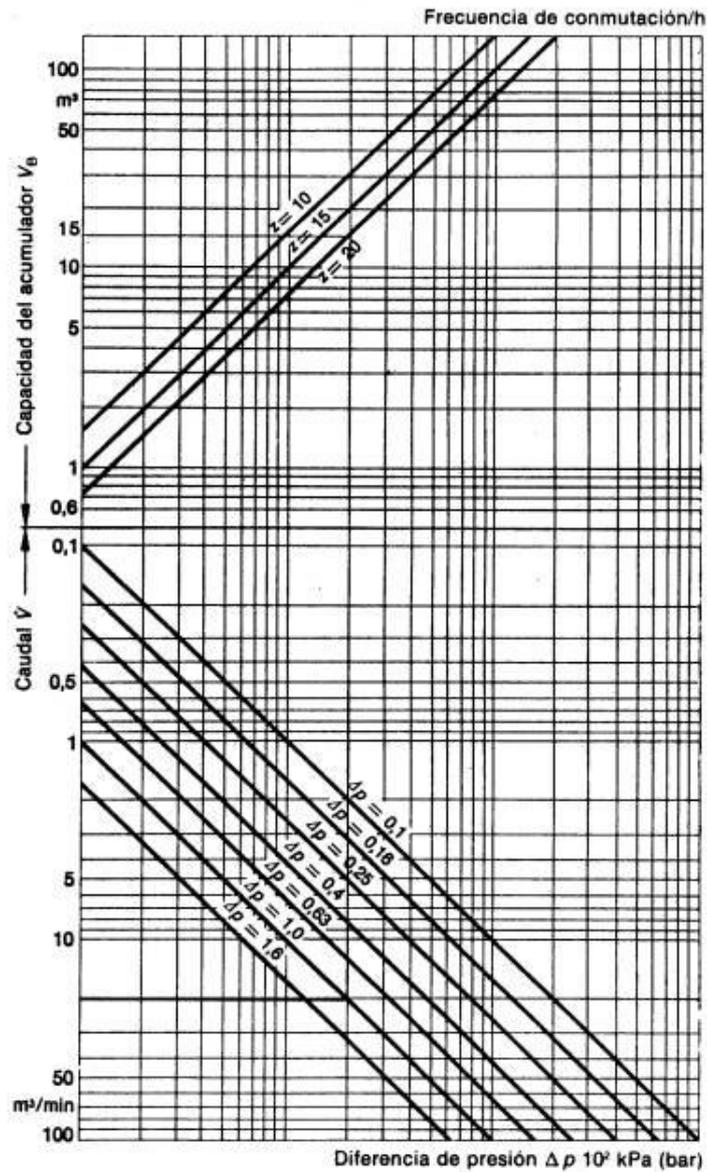
$Z = 12$ (número de conmutaciones por hora).

$\Delta P = 1$ bares (desde el compresor hasta la salida del tanque).

$$\dot{V} = 1.182 \frac{Nm^3}{min}$$

VB = Volumen del tanque (Valor leído x 100) litros.

Figura 24: Diagrama



Ábaco 7 para el cálculo del volumen del tanque de almacenamiento.

Después de haber considerado todos los parámetros antes mencionados se establece que el volumen del tanque será de 156 litros ó $0,156 m^3$.

A continuación se mostrará el procedimiento para calcular el volumen del tanque. Este procedimiento es proporcionado por **Ingersoll-Rand**.

SELECCIÓN O DETERMINACIÓN PARA EL VOLUMEN DEL TANQUE DE ALMACENAMIENTO DE AIRE COMPRIMIDO

Como regla general, de manera empírica se adopta el siguiente concepto.

Volumen del tanque = 1 galón(3.78 lts.) por cada CFM producido por el compresor

Por ejemplo: El compresor EP75/50 tiene una capacidad de 330 CFM @ 125 PSIG, entonces, el volumen capaz de recibir el tanque deberá ser de 330 galones(1,249 lts).

Calculando en base a los requerimientos del sistema:

$$V = \frac{T \times Q \times P_a}{(P_1 - P_2)}$$

donde:

T = tiempo en minutos en que se desea que el compresor trabaje en "off line" después de estar en carga

V = volumen del tanque en ft³

P2 = presión mínima de trabajo en el tanque en PSIG

P1 = presión máxima de trabajo en el tanque en PSIG

Q = caudal de aire suministrado por el compresor en CFM

Ejemplo:

Asumiendo: V = ?

T = 10 seg. = 0,1667 min.

P2 = 110 PSIG P1 = 128 PSIG

Pa = 14,16 PSIA Q = 324 CFM

$$V = 42,4 \text{ ft}^3 \quad (1 \text{ ft}^3 = 7,48 \text{ galones})$$

$$V = 318 \text{ galones (1,204 lts.)}$$

Capacidad del Tanque de almacenamiento de aire comprimido

El volumen del tanque de aire será calculado en función del procedimiento establecido por **Ingersoll-Rand**.

$$\frac{1 \text{ galon}}{C.F.M} \times 41.91 C.F.M = 41.91 \text{ Galones}$$

EC. 19

$$41.91 \text{ galones} \times \frac{3.785 \text{ litros}}{1 \text{ galón}} = 158.63 \text{ litros}$$

Se tomará un **valor de 158.63 litros** por ser una regla empírica comúnmente utilizada.

Características:

- Es un tanque dimensionado en base a los requerimientos de A.C. de la instalación.
- Actúa como almacenador de energía, enfriador, separador de agua y aceite.
- Es más económico instalar un depósito demasiado grande que uno demasiado pequeño.

Válvula de Seguridad

- Protege contra sobrepresiones en el sistema.
- Es una válvula normalmente cerrada.

Presostato

- Detecta la presión en la línea, y apaga o prende el compresor, para valores predeterminados de presión, lo cual ahorra energía.
- Existen sistemas más eficientes de control de la presión.

Unidad de Mantenimiento

- Va instalada generalmente en el lugar de uso del A.C.
- Consta de un filtro de alta eficiencia (1-0.01 micras), regulador de presión y lubricador.
- La presión de trabajo de los elementos neumáticos es de 5.5 – 6 bar.
- El aceite es necesario para lubricar las partes móviles.

Actuadores

- Los usuarios finales del A.C. son los cilindros y motores neumáticos, los cuales incluyen a las herramientas y elementos de automatización.

A continuación se muestra un diagrama esquemático de una instalación neumática.

Diagrama Esquemático de una Instalación de Aire Comprimido con Tubería de Derivación

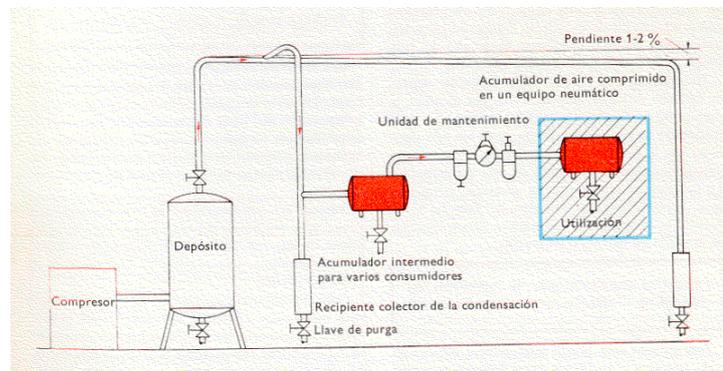


Fig. 3.11 Esquemática similar a la instalación de aire comprimido utilizada.

Lugar de Instalación y Cálculo de las Pérdidas en la Red

Lugar de Instalación

La instalación del Sistema de Compactación Neumático se lo realizará en la parte subterránea de la Casa de Máquinas, esto se realizará debido a que los lodos llegarán a la Filtro-Prensa únicamente por gravedad.

Los lodos son producidos en la parte superior y están a una temperatura de 75 °C, esta temperatura permite que los lodos fluyan con mayor facilidad. (La Curva de Viscosidad y Temperatura se adjunta en los Anexos).

El esquema de distribución de la tubería se muestra en la Fig.3.12. Los cálculos de caída de presión del sistema se los muestra a continuación.

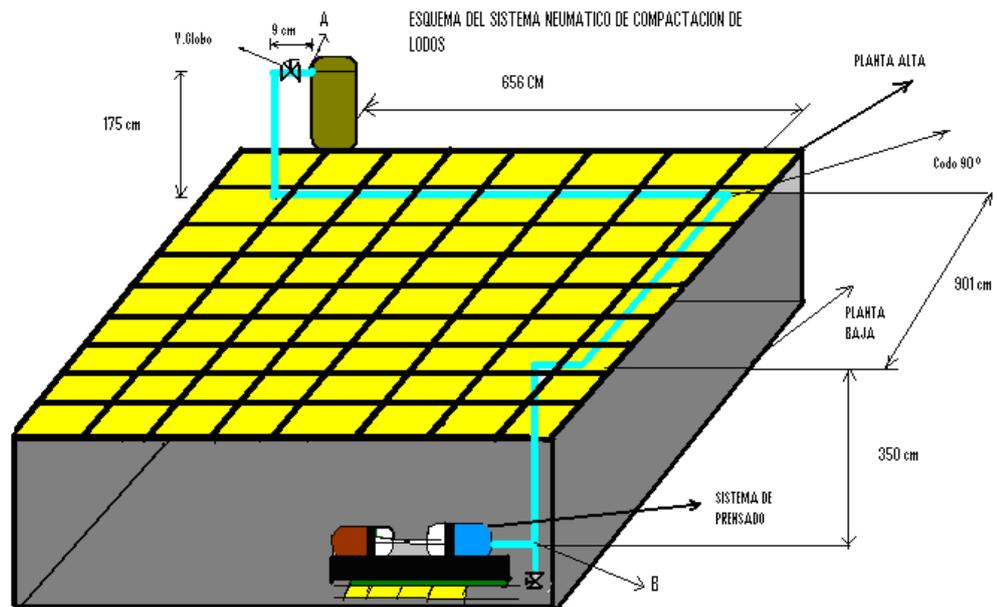


Fig. 3.12 Esquema del Sistema de Compactación de Lodos en La Central el Descanso.

Cálculo de La Caída de presión en la Red de Aire Comprimido

Principios Básicos

Se entiende por red de aire comprimido al conjunto de todas las tuberías que parten del depósito, colocadas fijamente unidas entre sí y que conducen el aire comprimido a los puntos de toma para los equipos consumidores individuales.

Los criterios principales de una red son la velocidad de circulación y la caída de presión en las tuberías así como la estanqueidad de la red en conjunto.

Para la determinación del diámetro interior la magnitud decisiva es el conjunto de aire comprimido más una reserva adicional para los equipos neumáticos que en poco tiempo pueden incorporarse.

Además de esto, existen valores procedentes de la práctica, que indican cuales deben de ser la velocidad de circulación y la caída de presión en la tubería para conseguir una rentabilidad óptima. La selección del diámetro interior de tubería depende de:

- ✓ Velocidad de circulación admisible.
- ✓ Pérdida admisible de presión.
- ✓ Presión de trabajo.
- ✓ Número de puntos de estrangulación existentes en la tubería.
- ✓ La longitud de la tubería.

-El caudal de Aire Comprimido: es una magnitud que se determina “a priori” según el planteamiento. La velocidad de circulación y la caída de presión se hallan relacionadas estrechamente; pero en la caída de presión

también influyen la aspereza o rugosidad de la pared interior de la tubería y el número de los tubos-accesorios instalados.

Nota: Cuanto mayor es la velocidad de circulación, tanto mayor es la caída de presión hasta el punto de toma de una tubería.

-La Velocidad de circulación: de aire comprimido en las tuberías debe de estar comprendida entre 6 y 10 m/s; debiéndose utilizar un valor por debajo de los 10 m/s, puesto que la velocidad supera el valor permisible en muchos puntos debido a codos existentes, a las válvulas, piezas reductoras o manguitos de empalme; además de esto, produce una elevación momentánea de la velocidad de circulación la entrada en funcionamiento de los grandes consumidores.

Nota: para este diseño se considerará que la velocidad de circulación de aire en la red este entre 15 y 20 m/s para tubería de $\frac{1}{2}$ ". Este dato es proporcionado por Técnicos de "La Llave S.A."

-Caída de presión: no debe de superar en lo posible es valor de 0.1 Kp/cm^2 hasta los consumidores acoplados; calculándose en la práctica con el 5 % del valor de la presión de trabajo ; así con un valor de 6 Kp/cm^2 de presión de trabajo se tiene una pérdida de 0.3 Kp/cm^2 que es aceptable.

- **Los puntos de estrangulación:** en la red de aire comprimido se originan por la inclusión de tubos-accesorios, codos o curvaturas y derivaciones. Para el cálculo del diámetro interior de tubería deben transformarse estos puntos de estrangulación (m) de longitud equivalente y añadirse a la longitud total de la misma.

Para el Cálculo de la caída de presión en la red se debe de considerar el flujo requerido por el cilindro obtenido en cálculos previos.

La caída de presión en la red de tubería está dada por la siguiente expresión:

$$\Delta P = \frac{635 * Q^2 * L}{R * D^{5.31}} \quad \text{EC.20}$$

Donde:

Q está dado en $\frac{N.dcm^3}{s}$

D está en mm.

L está en m

Donde:

Q (necesario) = 16.119 Nm³/h = 4.4774 Nm³/s = 0.004475 Nm³/s

P (trabajo) = 6 Bares

D = (Diámetro de tubería seleccionado) = 20 mm. = 3/4 "Cédula 40

R = Relación de Compresión = (P compresor + 1Bar)/ 1Bar

L = Longitud total de tubería + L equiv.

L equiv. = Longitud equivalente.

P (compresor) = 7 bares.

Desarrollo

- Primeramente se obtiene la velocidad de circulación de aire. Esta velocidad está dada por:

$$V = Q/A \quad \text{EC. 21}$$

Donde:

A = Área de sección de tubería.

$$A = 3,1415 \cdot D^2 / 4$$

$$D = 20\text{mm} = 0.0020 \text{ m.}$$

Por lo tanto la velocidad del aire en la tubería es de 15.79 m/s.

Nota: es necesario considerar que la velocidad recomendada para una tubería de $\frac{3}{4}$ " = 20 mm. Está entre los valores de 10 a 15 m/s. Por lo tanto el valor de 14.25 m/s calculado para la velocidad del aire en la tubería está dentro del rango aceptable.

-Se procede al cálculo de la longitud L en función del tipo de accesorios utilizados en la instalación y del diámetro de la tubería, además de la longitud de tubería en la instalación.

La tabla 13 que se muestra a continuación donde están los parámetros a considerar para la longitud equivalente ha sido proporcionado por la Llave S.A.

Tabla 13 Datos de Accesorios proporcionado por “ La Llave S.A. “

LENGTH OF STRAIGHT PIPE IN FEET HAVING THE SAME PRESSURE LOSS AS THE TABULATED FITTING
Be Sure to Read Notes on Page 85

Nominal Pipe Size Inches	Schedule Number	Inside Diameter		Fittings										90° Welding Elbow		
		Inches	Feet	Globe Valve*	Angle Valve*	Gate Valve*	Swing Check Valve**	Plug Cock*	45° Sid. Elbow	90° Sid. Elbow	90° Long Radius Elbow	Standard Tee		Close Return Bend	Short Radius	Long Radius
				L/D = 340	L/D = 145	L/D = 13	L/D = 135	L/D = 18	L/D = 16	L/D = 30	L/D = 20	L/D = 20	L/D = 60	L/D = 50		
½	40	0.622	0.0518	17.6	7.5	67	7.0	.93	.83	1.55	1.04	1.04	3.11	2.59		
¾	40	0.824	0.0685	23.3	9.9	.89	9.2	1.23	1.10	2.06	1.37	1.37	4.11	3.43		
1	40	1.049	0.0872	29.7	13.6	1.14	11.8	1.57	1.40	2.62	1.74	1.74	5.2	4.36	1.4	1.1
1½	40	1.610	0.134	45.5	19.4	1.74	18.1	2.41	2.14	4.02	2.68	2.68	8.1	6.7	2.1	1.6
2	40	2.067	0.172	59	25.0	2.24	23.2	3.10	2.75	5.2	3.44	3.44	10.3	8.6	2.8	2.1
2½	40	2.469	0.206	70	29.9	2.68	27.8	3.70	3.30	6.2	4.12	4.12	12.4	10.3	3.3	2.5
3	40	3.068	0.256	87	37.1	3.32	34.6	4.60	4.10	7.7	5.1	5.1	15.4	12.8	4.1	3.1
4	40	4.026	0.335	114	48.5	4.35	45.2	6.0	5.4	10.1	6.7	6.7	20.1	16.8	5.4	4.0
5	40	5.047	0.420	143	61	5.5	57	7.6	6.7	12.6	8.4	8.4	25.2	21.0	6.7	5.1
6	40	6.065	0.505	172	73	6.6	68	9.1	8.1	15.1	10.1	10.1	30.3	25.3	8.1	6.1
8	40	7.981	0.665	226	96	8.7	90	12.0	10.7	19.9	13.3	13.3	40.0	33.3	11	8.0
10	40	10.020	0.836	284	121	10.9	113	15.0	13.4	25.1	16.7	16.7	50.2	41.8	13	10
12	40	11.938	0.995			13.0	134	17.9	15.9	29.8	19.9	19.9	60	50	16	12
14	30	13.250	1.104			14.3	149		17.7	33.2	22.1	22.1	66	55	18	13
16	30	15.250	1.270			16.5	171		20.3	38.2	25.4	25.4	76	64	20	15
18	30	17.124	1.430			18.6	193		22.8	43.2	28.6	28.6	86	72	23	17
20	20	19.250	1.600			20.8	216		25.6	48.0	32.0	32.0	96	80	25	19
24	20	23.250	1.940			25.2	262		31.0	58	38.8	38.8	117	97	30	23

*All valves and cocks to be fully open.
**Check valves require 0.50 psi pressure loss to open fully.
Welding elbow data from Midwest Piping Catalog 61 (1961).
L/D values from Crane Co. Technical Paper No. 410 (1957). Both L and D in feet.
in x .254 = mm; ft x 0.3048 = m

De esta tabla se puede extraer los elementos constitutivos de la instalación con sus valores de longitud equivalente.

Estos datos se presentan en la tabla 14 mostrada a continuación. Los elementos constitutivos de la instalación son mostrados en la Fig. 3.12.

Tabla 14 Valores seleccionados para la instalación.

Longitud Equivalentes de Accesorio					
Seleccionado					
Accesorio	Relación(L/D)	Leq (mm) (Unitaria)	Leq (m) Unitaria	# Accesorio	Leq.(total) m
Valv. Globo	340	6800	6.80	2	13.60
Codo 90°	30	600	0.60	5	3.00
Tee 90°	60	1200	1.20	1	1.20
				Sumatoria(m)	17.80

Por lo tanto la longitud equivalente correspondiente a los accesorios es de 17.8 m.

La Longitud medida de la tubería para la instalación es de 22.18 m, según se muestra en la Fig. 3.12.

Por lo tanto la longitud L será igual a:

(La suma de la longitud de tubería más la longitud equivalente correspondiente a los accesorios).

EC. 22

$$L = (22.18 + 17.80) \text{ m} = 39.98 \text{ m}$$

-Finalmente se procede al cálculo de la caída de presión a través de la red. Además se determina que la presión en el punto B es la diferencia entre la presión en el punto A (Presión del compresor) y la caída de presión en la red. La caída de presión ha sido determinada con la ecuación 20.

$$\text{Caída de presión} = \Delta P = \frac{635 * Q^2 * L}{R * D^{5.31}}$$

Reemplazando los parámetros hallados por cálculo se procede a encontrar la caída de presión en la red.

$$\text{Caída de Presión} = \Delta P = 0.007854 \text{ Bares.}$$

Por lo tanto la presión en el **punto B**

$$\text{PB} = \text{P compresor} - \Delta P$$

EC. 23

PB es de 6.9921 Bares. Este valor es aceptable ya que no ha existido una considerable caída de presión en la red.

Elementos que constituyen el Sistema Neumático.

A partir del punto B de la figura 3.12., se instalarán los equipos necesarios para completar el Sistema Neumático. Los elementos son mostrados a continuación en la figura 3.13.

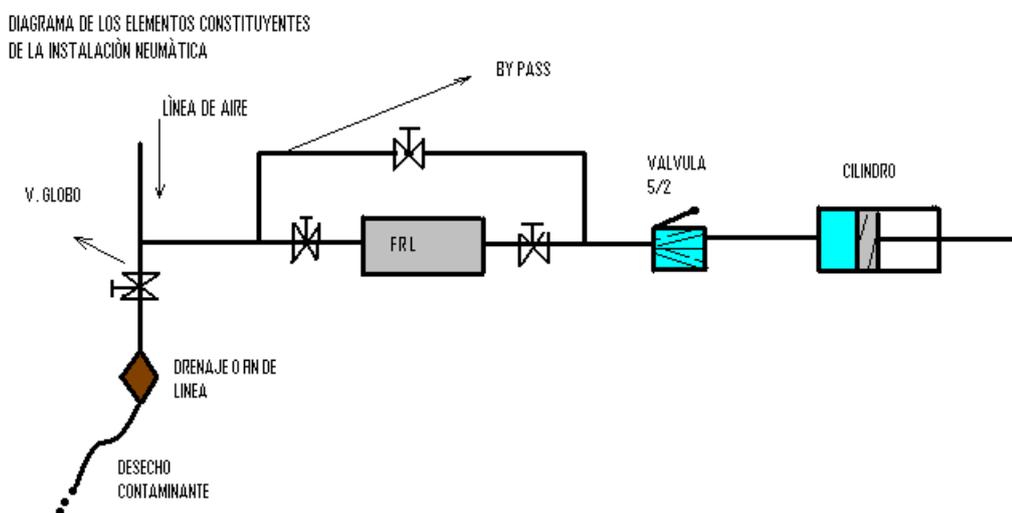


Fig. 3.13 Elementos constitutivos del Sistema Neumático.

El diagrama esquemático se muestra en la figura 3.14, siguiendo el conjunto de normas ISO (se especificarán en los anexos):

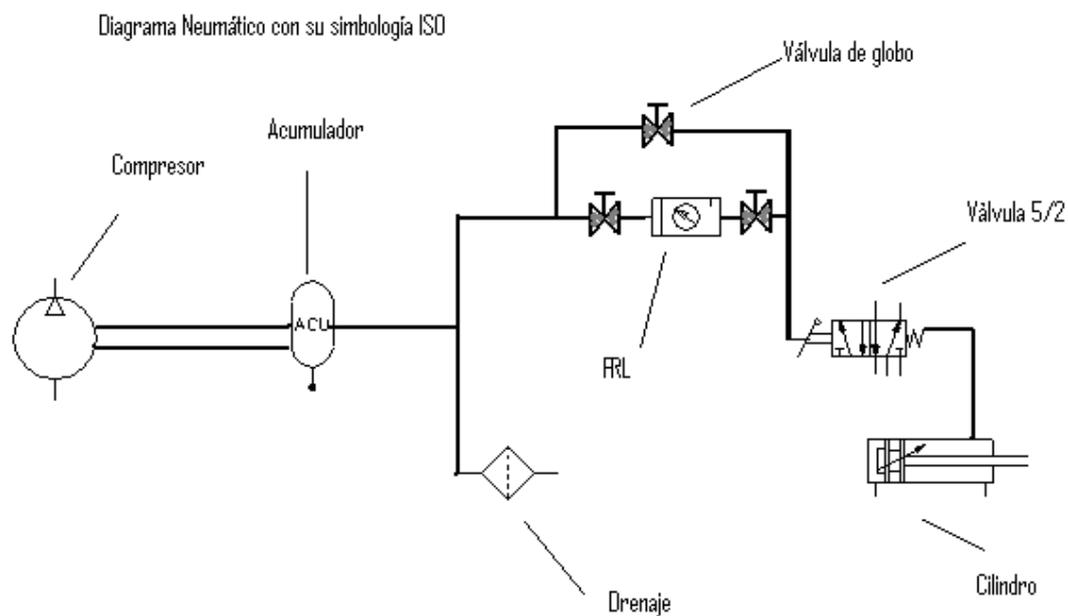


Fig.3.14 Diagrama del Sistema Neumático.

Los elementos que constituyen el Sistema Neumático son:

- Unidad de tratamiento FRL
- Drenaje o fin de línea
- Válvula para aire 5/2
- Válvulas de globo.
- By Pass.
- Cilindro Neumático.

Unidades de Tratamiento FRL Series Minor y Nova

El aire comprimido provisto por la red contiene agua, aceite e impurezas sólidas provenientes de la atmósfera y del deterioro normal de la instalación de generación y distribución.

Filtros.

Los filtros del aire comprimido retienen las partículas sólidas y las gotas de humedad contenidas en el aire. **Los filtros llamados Ciclónicos** tienen doble función: El aire al entrar pasa a través de placas que fuerzan una circulación rotativa, así las grandes partículas sólidas y el líquido se depositan en las paredes del vaso o copa, por la acción centrífuga. Luego el aire atraviesa el elemento filtrante principal, de malla metálica, papel, o metal sinterizado. Este filtro de entre 20 a 40 micrones retiene las partículas sólidas. Esta acción de filtrado se denomina "mecánica" ya que, afecta a la contaminación mecánica del aire, y no a su contenido de humedad.

Son elementos necesarios en toda instalación neumática correctamente concebida, aún cuando se haya hecho tratamiento del aire a la salida del compresor o del depósito.

Éste no impedirá la llegada a los puntos de consumo de partículas de óxido ni de pequeñas cantidades de condensado provenientes de las redes de distribución.

El aire de red ingresa al filtro dirigiéndose luego hacia la parte inferior, encontrando un deflector en forma de turbina que modifica la forma de la corriente haciéndola rotar.

Esta rotación separa por centrifugado las partículas más pesadas: gotas de agua, emulsión agua - aceite, cascarillas de óxido, etc.

Desprovisto de las impurezas más gruesas, el aire avanza hacia la salida pasando obligatoriamente por un filtro sinterizado o de fibras sintéticas, capaz de retener las partículas sólidas no precipitadas en el filtro ciclónico. Se disponen de variados rangos de filtración, expresados en micrones.

Las partículas más grandes, son retenidas por el filtro sinterizado, mientras que los líquidos son desviados al vaso del filtro. El líquido condensado en el vaso o copa del filtro se debe vaciar periódicamente, ya que sino podría ser arrastrado por la corriente del aire comprimido al circuito.

Los filtros más finos, de hasta 0.01 micras, se encargan de filtrar las partículas más pequeñas e incluso mínimas gotas de agua que pudieran quedar en el aire comprimido.

La Válvula Reguladora o Regulador de presión

Mantiene la presión de trabajo constante en el lado del usuario, independientemente de las variaciones de presión en la Red Principal y del consumo. Obviamente, para lograr esto, la presión de entrada del regulador debe ser siempre superior a la de trabajo.

Un regulador de presión, instalado en la línea después de filtrar el aire, cumple las siguientes funciones:

- 1) Evitar las pulsaciones provenientes del compresor.
- 2) Mantener una presión constante e independiente de la presión de la línea y del consumo.
- 3) Evitar un excesivo consumo por utilizar presiones de operación mayores que las necesarias para los equipos.
- 4) Independizar los distintos equipos instalados.

Su funcionamiento se basa en el equilibrio de fuerzas sobre una membrana o pistón, que soporta sobre su parte superior la tensión de un resorte, la que puede variarse a voluntad por la acción de un tornillo de accionamiento manual mediante una perilla. En su parte inferior la membrana soporta directamente la presión de salida. Desequilibrando el sistema por aumento voluntario de la tensión del resorte, la membrana descenderá ligeramente abriendo la entrada de aire a presión. Esta introducción de aire permanecerá hasta que se restablezca el equilibrio perdido, con una presión resultante ligeramente mayor.

El **Lubricador del aire comprimido**, tiene la importante función de Lubricar de modo suficiente a todos los elementos neumáticos, en especial a los activos. El aceite que se utiliza en la lubricación es aspirado de un pequeño depósito de la misma **Unidad de Mantenimiento**, mezclado con la corriente del aire comprimido, y distribuido en forma de "niebla" o micro pulverización. Para que esta tarea sea efectiva el caudal debe de ser suficientemente fuerte. En instalaciones especiales, de baja presión o con sensores específicos, deberá evitarse el uso de aire lubricado, mediante el uso de toma diferente para la conexión de esos elementos.

Todos los aparatos neumáticos poseen una resistencia interior, por lo que se produce una caída de presión entre la entrada y su salida. Esta caída de

presión depende caudal de paso y de la presión de alimentación correspondiente.

Por lo tanto, debe tenerse en cuenta para el cálculo de la elección del tipo y modelo más adecuado a nuestra instalación, y el uso que le será dado.

Constituyen unidades indispensables para el correcto funcionamiento de los sistemas neumáticos y para prolongar la vida útil de los componentes. Se instalan en la línea de alimentación de un circuito, suministrando aire libre de humedad e impurezas, lubricado y regulado a la presión requerida, es decir en las óptimas condiciones de utilización.

Los conjuntos FRL poseen en suma todas las características funcionales y constructivas de cada uno de los elementos que los constituyen. A continuación se describen las principales funciones:

La lubricación de los componentes neumáticos evita el prematuro deterioro de los mismos, provocado por la fricción y la corrosión, aumentando notablemente su vida útil, reduciendo los costos de mantenimiento, tiempos de reparación y repuestos.

Para lubricar componentes y herramientas neumáticas, el método más difundido es dosificar lubricante en el aire que acciona el sistema,

atomizándolo y formando una micronebla que es arrastrada por el flujo de aire, cubriendo las superficies internas de los componentes con una fina capa de aceite.

El aire que ingresa a la unidad es obligado a pasar a través de un dispositivo que produce una leve caída de presión, provocando el ascenso del aceite desde el vaso por un tubo hasta el dosificador de lubricante, pudiéndose regular así el goteo. Cada gota de aceite se atomizará en el aire que lo llevará a los distintos elementos que estén conectados a este lubricador.

Utilizar siempre el tipo de aceite recomendado para garantizar un óptimo rendimiento de la unidad.

Además, la presión se mantiene variable dentro de un campo relativamente grande y la falta de lubricación atentaría contra el rendimiento de los órganos en movimiento.

De lo expuesto, es evidente la necesidad de un filtrado correcto de líquidos y sólidos (F), de una regulación de presión acorde con las necesidades de cada circuito (R), y de una lubricación eficiente que minimice los desgastes (L).

Tales cometidos se llevan a cabo mediante unidades de tratamiento de aire comprimido, conocidas industrialmente como conjuntos FRL .A continuación en la Figura 3.15 se muestra una unidad de mantenimiento FRL.

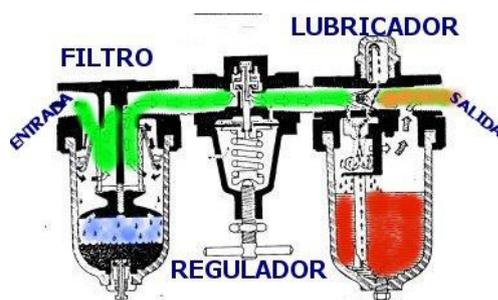


Fig. 3.15 Unidad de mantenimiento FRL.

A continuación Fig. 3.16 se muestra los distintos tipos de FRL con su respectiva simbología.

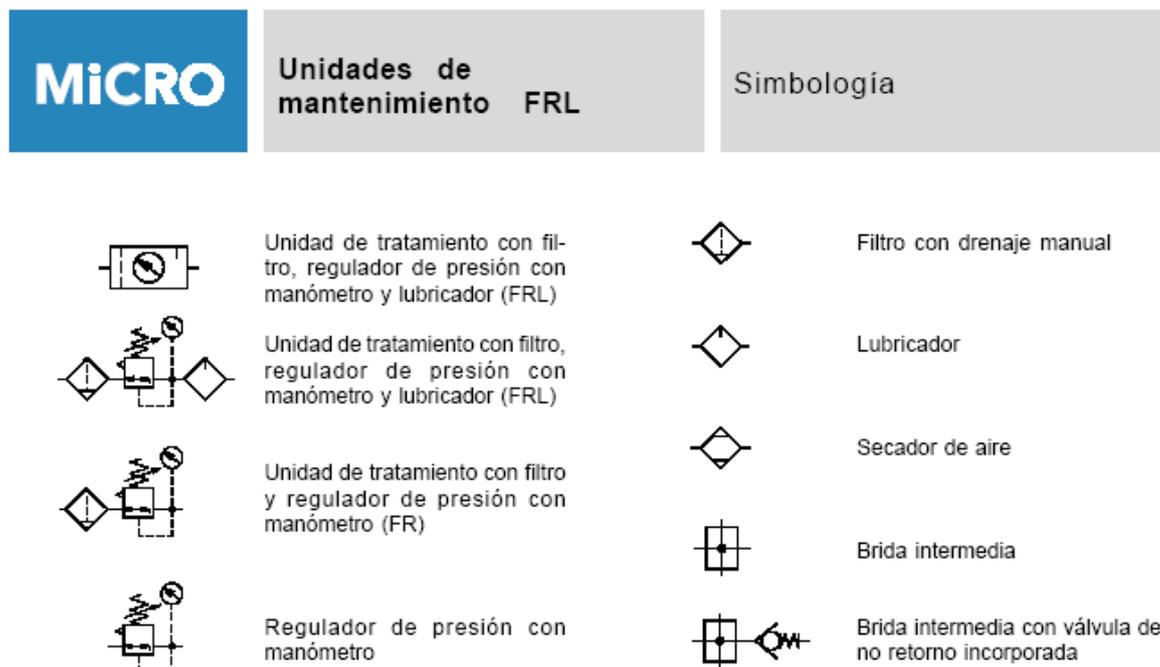


Fig. 3.16 Hoja de los distintos tipos de unidades de mantenimiento FRL

Síntomas de un acondicionamiento de aire deficiente.

- Acumulación de suciedad y presencia de agua en los componentes.
- Atascamiento de los mandos.
- Oxidación de internos.
- Rápido desgaste de piezas móviles en válvulas y cilindros.
- Obturación de condiciones de señal.
- Emulsificación del lubricante con pérdida de sus propiedades.
- Obturación de Silenciadores.
- Baja velocidad de elementos de trabajo.

- En resumen Alta carga de mantenimiento y costo de reposición de componentes y bajo rendimiento del sistema.

Selección de la Unidad de Mantenimiento más apropiada

Todos los aparatos neumáticos poseen una resistencia interior, por lo que se produce una caída de presión entre la entrada y su salida. Esta caída de presión depende caudal de paso y de la presión de alimentación correspondiente. Por lo tanto, debe tenerse en cuenta para el cálculo de la elección del tipo y modelo más adecuado a nuestra instalación, y el uso que le será dado.

La unidad de mantenimiento representa una combinación de los siguientes elementos:

- Filtro de aire comprimido
- Regulador de presión
- Lubricador de aire comprimido

Deben tenerse en cuenta los siguientes puntos:

1. El caudal total de aire en m³/h es decisivo para la elección del tamaño de unidad. Si el caudal es demasiado grande, se produce en las unidades una

caída de presión demasiado grande. Por eso, es imprescindible respetar los valores indicados por el fabricante.

2. La presión de trabajo no debe sobrepasar el valor estipulado en la unidad, y la temperatura no deberá ser tampoco superior a 50,00 C (valores máximos para recipiente de plástico).

Todos los aparatos poseen una resistencia interior, por lo que se produce una caída de presión hasta que el aire llega a la salida. Esta caída de presión depende caudal de paso y de la presión de alimentación correspondiente. En el diagrama están representadas varias curvas.

En la abscisa está indicada la pérdida de presión Δp . Esta es la diferencia entre la presión reinante en el regulador de presión (p_1) y la presión a la salida de la unidad (p_2).

La pérdida máxima de presión Δp puede corresponder por tanto a la presión P_2 . En este caso, la resistencia después de la unidad ha disminuido hasta el valor cero y, por tanto, se dispone del caudal máximo de flujo.

Ejemplo:

El flujo con $p_1 = 600$ kPa (6 bar) y $\Delta p = 50$ kPa (0,5 bar) [$p_2 = 550$ kPa (5,5 bar)] es de un caudal de 1,8 m³/h, aproximadamente.

La unidad de mantenimiento debe elegirse cuidadosamente según el consumo de la instalación. Si no se pospone un depósito, hay que considerar el consumo máximo por unidad de tiempo. En la Fig. 3.17 se muestra este ejemplo.

Unidad de mantenimiento de R 1/8" seleccionada para este ejemplo.

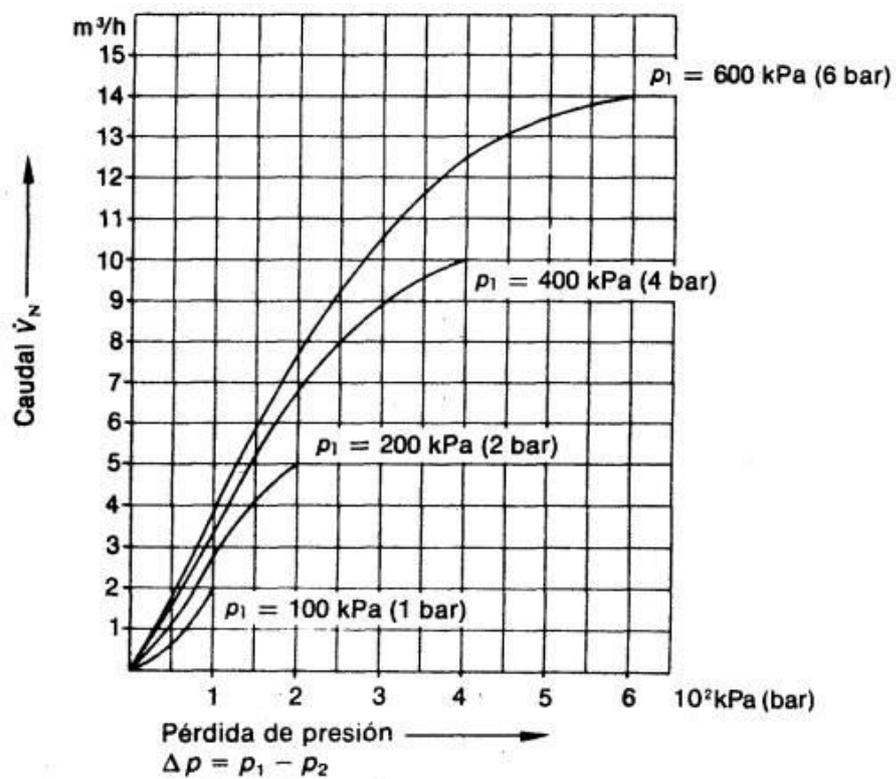


Fig. 3.17 Diagrama para selección de una Unidad de Mantenimiento.

Unidad Modular FRL (QB 1 y QB 4)

QB es una generación de unidades Filtro, Regulador de presión y Lubricador (FRL) para dar un óptimo tratamiento de aire comprimido de uso industrial.

Por tratarse de unidades modulares pueden configurarse conjuntos compactos, es decir filtro y regulador en un solo cuerpo, o unidades independientes en línea.

A su vez, el regulador de presión puede ser montado en paneles de mando sin desarmar la perilla de regulación (versión para tablero).

Las principales ventajas son:

- ❖ Cuerpos y protecciones de vasos con aleaciones metálicas.
- ❖ Concepción modular con bridas intercambiables (Gas ò NPT).
- ❖ Exclusivo sistema o bayoneta para fácil extracción de vasos y protecciones sin usar herramientas, con considerable ahorro en el servicio y el mantenimiento.
- ❖ Regulador de presión a membrana de gran sensibilidad y repetibilidad frente a importantes consumos instantáneos (opcional a pistón).
- ❖ Perilla de regulación con posibilidad de bloqueo en cualquier posición, para evitar accionamientos accidentales.
- ❖ Capacidad de filtrado de 5 ò 50 micras.

- ❖ Regulación de 0 a 2.5 ò de 0 a 10 bar.
- ❖ Filtro con drenaje manual, semiautomático o automático (sólo QB 4).
- ❖ Sistema de lubricación altamente sensible, aun ante bajos consumos de aire.
- ❖ Reposición de aceite con línea presurizada utilizando la exclusiva válvula de alivio, sin necesidad de herramientas ni recipientes especiales.

Unidad FRL seleccionada en función del caudal y la presión de trabajo.

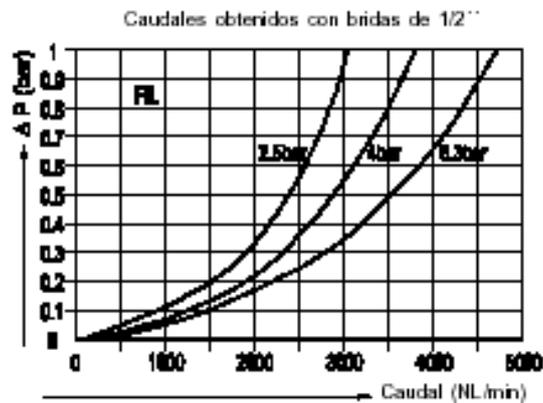
En el diseño del Sistema Neumático se calculó un caudal de 16119

$\frac{Nl}{h} = 268.65 \frac{Nl}{min.}$ Se ha seleccionado la unidad QB4 debido primeramente a

las ventajas presentadas anteriormente, además se debe de notar que la caída de presión es mínima a través de este tipo de unidades para caudales altos; por lo tanto no existen ningún problema en la caída de presión a este caudal inferior.

A continuación en la Fig. 3.18 se muestran las curvas de caudal para una unidad QB4.

Curva de caudal del filtro QB4



Curva de caudal del regulador QB4

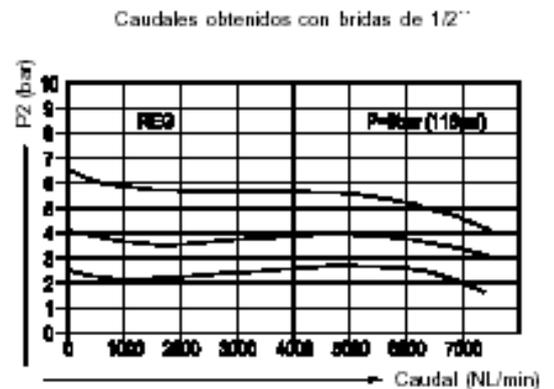


Fig. 3.18 Caída de presión a través del Filtro y Regulador de presión.

La caída de presión total a través del FRL será la suma entre la caída de presión en el filtro y el regulador de presión.

La caída de presión del filtro como se puede leer aproximadamente en la curva de caudal de filtro es casi cero y la caída de presión en la curva del regulador es también aproximadamente cero la que las líneas son casi horizontales y además la caída de presión en el filtro es mayor que la caída de presión en el regulador. Se puede concluir que la caída de presión total es aproximadamente cero. A continuación se muestran las especificaciones técnicas de las unidades de mantenimiento QB1 y QB4.

Especificaciones Técnicas del equipo QB1 y QB4

La tabla 15 muestra las especificaciones técnicas de los FRL QB1 y QB4.

Tabla 15 Unidades Modulares FRL QB 1 y QB 4

Modelo	Unidades FRL de mantenimiento QB1 y QB4
Tipo	Unidades modulares filtro, regulador de presión, y sus combinaciones –Protecciones metálicas de vasos Standard con desarme as bayoneta-Bloqueo de posición en el regulador.
Fijación	Contra plano vertical mediante 4 tornillos
Posición de trabajo	Vertical, con vasos hacia abajo.
Temperatura	Máx. 65° C (150° F).
Presión de Trabajo	0.....2.5 bar. ò 0.....10 bar.
Poder Filtrante	5 ò 50 micras
Drenaje de condensados	Manual, Semiautomático por caída de presión o Automático por flotador (éste solo para QB 4).
Conexiones	QB 1: G : 1/8 “ , ¼ “ y 3/8 “ (opcional NPT) QB 4: G : ¼ “ ,3/8” , ½ “ ,3/4 “ Y 1 “ (Opcional NPT)
Capac. condensado	QB 1: 25 c.c – QB 4: 66 c.c
Capac. Aceite	QB 1: 38 c.c -QB4 : 130 c.c
Aceites Recomendados	YPF Turbina 32 o equivalentes (ISO VG 32/ SAE 10)

CONSERVACION DE LAS UNIDADES DE MANTENIMIENTO

- **Filtro del aire comprimido.** Debe revisarse periódicamente el nivel de agua condensada, que no debe sobrepasar nunca la altura marcada. De lo contrario, el agua podría ser arrastrada hasta la tubería por el aire comprimido. Para purgar el agua condensada hay que abrir el tornillo existente en la mirilla. Algunas disponen de dispositivos de purga automática, por lo que debe comprobarse su correcto funcionamiento.
- **Regulador o Válvula reguladora.** Siempre que esté precedida por un correcto sistema de filtrado, no necesita más mantenimiento que comprobar la ausencia de fugas.
- **Lubricador.** Verificar el nivel de aceite y, si es necesario, añadir hasta el nivel marcado. Los filtros de plástico y los recipientes de los lubricadores no deben limpiarse con disolventes, dado que pueden dañarlos. Para los lubricadores, utilizar únicamente aceites minerales de la viscosidad y componentes adecuados.

Válvulas de Vías del Sistema Neumático.

Las válvulas tienen la función de controlar la presión o el paso de aire a presión. Según el tipo, las válvulas pueden clasificarse del siguiente modo.

- Válvulas de vías: Sensores, procesadores y actuadores.
- Válvulas de cierre (válvulas de antirretorno).
- Válvulas reguladoras de flujo (válvulas de estrangulación).
- Válvulas de presión.
- Combinación de estas válvulas.

Las válvulas de vías controlan el paso de señales neumáticas o de flujo de aire. Estas válvulas abren, cierran o modifican la dirección del paso de aire a presión.

Parámetros de una válvula de vías.

- Cantidad de conexiones (vías): 2 vías, 3 vías, 4 vías, etc.
- Cantidad de posiciones de conmutación: 2 posiciones, 3 posiciones, etc.
- Tipo de accionamiento: mecánico, neumático, eléctrico
manual.
- Tipo de reposición por muelle, por presión.

Un cilindro es accionado por lo general mediante una válvula de vías. La selección de la válvula de vías (cantidad de conexiones, cantidad de posiciones, tipo de accionamiento) depende de cada caso de la aplicación concreta.

Esquemas de distribución para algunas válvulas de vías para cilindros de simple y doble efecto.

- **Simple Efecto**

En el siguiente esquema el vástago de un cilindro de simple efecto deberá avanzar al recibir la presión y volver automáticamente a la posición normal cuando este bloqueada la alimentación de aire. En la Fig.,. 31 se identifica el accionamiento de un cilindro de simple efecto.

Accionamiento de un cilindro de simple efecto

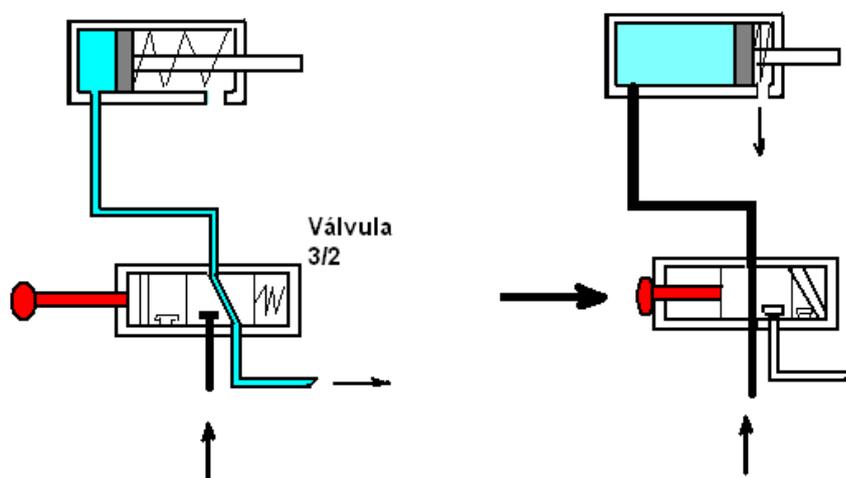


Fig. 3.19 Accionamiento de un cilindro de simple efecto

Accionamiento de un cilindro de simple efecto mediante una válvula 3/2 vías manual. La válvula cambia de posición normal a posición de paso al accionar el pulsador.

El esquema de distribución de la Fig. 3.19 incluye los siguientes elementos.

- Cilindro de simple efecto de reposición por muelle.
- Válvula manual 3/2 vías, de reposición por muelle.
- Alimentación de aire a presión entre la válvula y el cilindro.

El conexionado de la válvula 3/2 vías consta de la conexión de aire a presión, de la tubería de trabajo y la de la salida y, además de la conexión de evaluación de aire. Estas conexiones están unidas en función de la posición de la válvula. En el esquema se muestran las conexiones posibles.

Posición Normal.

La posición normal (esquema izquierdo) es el estado en que están ocupadas todas las conexiones sin que se halla producido ningún accionamiento manual por el usuario. En este estado inactivo, la conexión de aire a presión está bloqueada en la válvula y el cilindro está en posición retraída (reposición por muelle). Si la válvula se encuentra en esta posición, la cámara de presión está vacía.

Accionamiento del pulsador.

Accionando el pulsador, la válvula 3/2 vías actúa contra la fuerza del muelle de reposición. El esquema de la derecha muestra la válvula en posición de trabajo.

En este estado, la conexión de aire a presión está unida a la cámara del lado del émbolo del cilindro. De esta manera se genera presión en dicha cámara, con lo que el vástago del cilindro avanza en contra de la fuerza del muelle de

reposición. Una vez que el cilindro llega a la posición anterior de final de carrera, la presión del lado del émbolo es máxima.

Pulsador sin accionar.

En el momento en que se deja de accionar el pulsador, el muelle de reposición se encarga de recuperar la posición normal de la válvula, con lo que el cilindro retrocede.

La velocidad de avance y la de retroceso del vástago del cilindro suelen ser diferentes:

- El muelle ejerce una contra fuerza cuando avanza el cilindro.
- Al retroceder el cilindro, el aire desplazado es evacuado a través de la válvula. En consecuencia el aire debe de superar la fuerza de fricción de flujo.

Los cilindros de simple efecto suelen estar contruidos de tal modo que la velocidad de avance es mayor que la de retroceso.

- **Doble efecto.**

En el siguiente esquema el vástago de un cilindro de doble efecto deberá avanzar al accionarse un pulsador y deberá de retroceder cuando se suelte.

El cilindro de doble efecto puede trabajar en ambas direcciones ya que ambos lados del émbolo pueden recibir presión del sistema para efectuar las operaciones de avance y de retroceso. A continuación en la Fig. 3.20 se muestra un accionamiento de un cilindro de doble efecto.

Accionamiento de un cilindro de doble efecto.

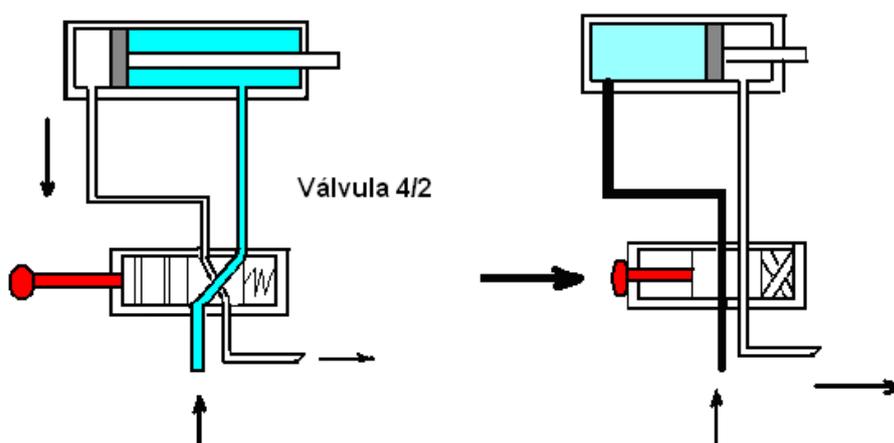


Fig. 3.20 Accionamiento de un cilindro de doble efecto.

El accionamiento de un cilindro de doble efecto mediante una válvula manual de 4/2 vías. Pulsando y dejando de pulsar, la válvula genera y respectivamente, cancela su señal.

La esquematización de la Fig. 3.20 consta de los siguientes elementos:

- Cilindro de doble efecto.
- Válvula manual 4/2 vías de reposición por muelle.
- Conexión de la alimentación de aire a presión a la válvula de 4/2 vías.
- Conexión de aire a presión entre válvula y el cilindro.

Estas conexiones están unidas en función de la posición de la válvula. En el esquema se muestran las conexiones posibles.

Posición Normal.

La posición normal (esquema izquierdo) es aquella en la que se encuentra el sistema sin que el usuario accione el pulsador. En este estado inactivo, el lado del vástago recibe presión mientras se evacua el aire en el lado del émbolo.

Pulsador Activado.

Al activarse el pulsador, la válvula 4/2 vías actúa en contra de la fuerza del muelle de reposición. En el esquema derecho se muestra la válvula en posición de trabajo. En este estado, el aire a presión está conectado al lado del émbolo del cilindro a través de la válvula, mientras que en el lado del vástago se evacua aire. La presión que se forma en el lado del émbolo provoca que el vástago avance. Una vez que el vástago llega a la posición de

fin de carrera, se genera la presión máxima del sistema en el lado del émbolo del cilindro.

Pulsador No Activado.

Cuando se deja de activar el pulsador, el muelle de reposición se encarga de poner la válvula en la posición normal. El lado del vástago recibe presión y el cilindro retrocede. El aire del lado del émbolo es evacuado hacia fuera a través de la válvula.

La velocidad de retroceso y avance suelen ser diferentes, circunstancia que se explica por las siguientes razones: En el lado correspondiente a la operación de avance, el vástago ocupa parte del volumen del cilindro. En consecuencia, al retroceder, el cilindro tiene que llenarse con menos aire que al avanzar. Por lo tanto la velocidad de retroceso es menor que la de avance.

Nota: En el diseño del Sistema Neumático se han considerado aproximadamente iguales.

Selección de la Válvula para el Sistema Neumático.

Las conexiones de las válvulas de vías pueden estar señalizadas con letras o m aplicando la norma DIN ISO 5599, con números. En la lista que se incluye a continuación se utilizan ambos métodos.

Taladro o conexión	DIN ISO 5599	Letras
Conexión de aire a presión	1	P
Escape de aire	3, 5	R, S
Salidas	2, 4	A, B
Conexiones de mando		X, Y, Z
Conexión de aire a presión de 1 hacia 2	12	
Conexión de aire a presión de 1 hacia 4	14	
Cancela salida de señal	10	
Aire auxiliar de mando	81, 91	Pz

Observación: todas las conexiones son identificadas con números y letras.

Para accionar un cilindro de doble efecto puede recurrirse a una válvula de 4/2 y la otra de 5/2. En ambos casos el aire fluye primero desde la conexión 1 (P) hacia 2 (B). La evacuación del aire se produce por 4 (A).

Cuando recibe presión, el cilindro se encuentra retraído. El accionamiento de la válvula tiene como consecuencia la activación de la conexión 4 (A), mientras que el aire es evacuado en la conexión 2 (B). El cilindro avanza y se mantiene en la posición final de carrera mientras que la válvula está accionada. En el caso de una válvula 4/2 vías, la evacuación de aire se produce a través de la conexión 3 (R) en ambas posiciones.

En la figura 3.21 se muestra el esquema de distribución con válvulas de 4/2 vías.

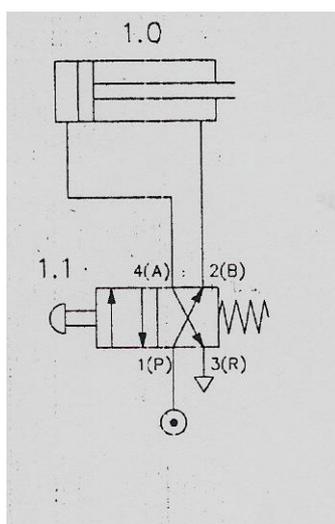


Fig. 3.21 Esquema de distribución con válvulas 4/2 vías.

Por lo general suele utilizarse una válvula de 5/2 vías para accionar un cilindro de doble efecto. En este caso la evacuación del aire se produce a través de dos conexiones diferentes 3 (S) y 5 (R) , dependiendo de la posición de la válvula. La Fig. 3.22 muestra el esquema de distribución con válvulas 5/2 vías.

Esquema de distribución de
válvulas 5/2 vías

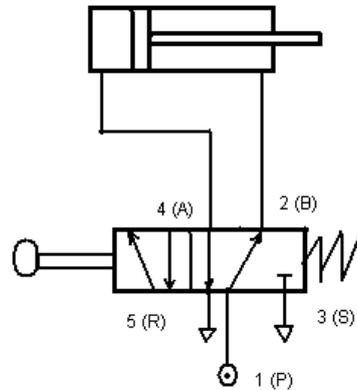


Fig. 3.22 Esquema de distribución de válvulas de 5/2 vías.

Conclusión: Debido a la generalidad de usar una válvula 5/2 para accionar un sistema neumático con cilindro de doble efecto se escogerá esta válvula tal y como se muestra en la Fig. 3.22 para el Sistema Neumático empleado.

Tipo de Accionamiento de válvulas

Tratándose de válvulas de vías, es necesario considerar su tipo básico de accionamiento y sus características de reposición.

Los símbolos utilizados para representar los tipos de accionamiento están contenidos en la norma DIN ISO 1219. En la Fig.3.23 se puede apreciar los tipos de accionamiento manual.

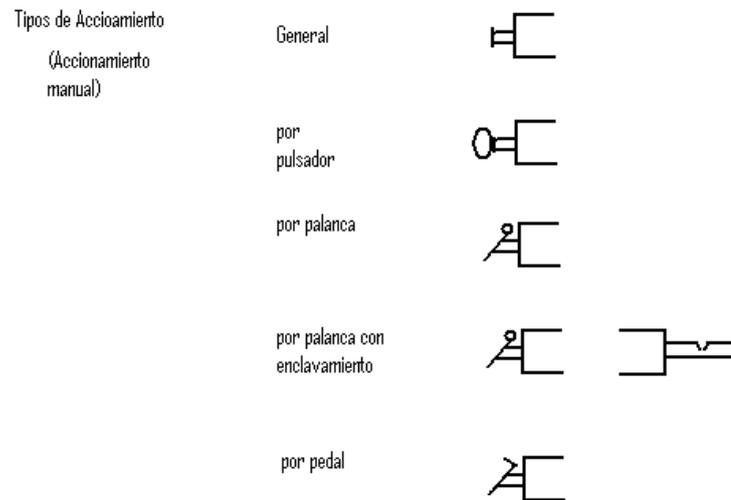


Fig. 3.23 Tipos de accionamiento manual para válvulas de vías

Conclusión: para este proyecto se ha seleccionado un tipo de accionamiento por pulsador.

Montaje de Cilindro Neumático

Montajes

En cuanto a la forma de sujetar un cilindro neumático, es propio de cada aplicación que modelo de montaje se utilizará.

En general estará sujeto a condiciones de diseño, razones de espacio y características de los movimientos.

Las posibilidades de montaje en cilindros pueden tener las siguientes características:

1 - Montajes rígidos: el cuerpo del cilindro permanece fijo durante el desplazamiento del pistón.

2 - Montajes basculantes: el cuerpo del cilindro gira en torno a uno o más ejes durante el desplazamiento del pistón.

Nota: el montaje seleccionado será rígido debido a la fácil evacuación de los lodos en el sector escogido.

Recomendaciones para el montaje de cilindros

Neumáticos

1. Los cilindros neumáticos están diseñados para transmitir esfuerzos axiales. La presencia de esfuerzos radiales o laterales sobre los vástagos conducirá a un desgaste prematuro de las guarniciones y de sus guías, materializado en la ovalización del buje guía del vástago y del propio tubo del cilindro. Por lo tanto, deberán analizarse detenidamente los tipos de montaje más adecuados para cada aplicación a efectos de anular dichos esfuerzos.

2. Toda vez que se utilice un montaje basculante para el cilindro (en cualquiera de sus formas), deberá preverse un equivalente en el extremo del vástago. La combinación de montajes rígidos con basculantes resulta un contrasentido técnico que origina esfuerzos radiales sobre el vástago.

3. Cuando las oscilaciones puedan ser en más de un eje, son recomendables los montajes con rótula tanto para el cilindro como para su vástago. La combinación de montajes con rótula (universal) con montajes basculantes en un plano es también un contrasentido técnico que origina esfuerzos radiales.

4. Debe evitarse el montaje rígido del cilindro con el elemento a mover. En caso que sea inevitable, fijar suavemente el actuador y operarlo a baja presión de modo que entre y salga libremente y pueda autoalinearse.

Suplementar si fuera necesario y luego ajustar firmemente los tornillos de sujeción.

5. Cuando el cilindro sea de gran carrera y supere los valores máximos admisibles por pandeo, es recomendable guiar el vástago y preferentemente «tirar» de la carga en lugar de empujarla. El pandeo también origina esfuerzos radiales sobre el vástago.

6. Cuando se desplacen masas o el movimiento se realice a elevada velocidad, es recomendable el uso de cilindros con amortiguación. Si éstas fueran importantes, prever además amortiguadores hidráulicos de choque y topes positivos en la máquina.

7. Durante la puesta en marcha, debe asegurarse que los tornillos de regulación de las amortiguaciones no sean abiertos más de 1/2 vuelta, de modo de tener un exceso y no una falta de amortiguación. La calibración final se hará con la máquina en operación con la carga y velocidad definitivas.

8. Al montar un cilindro amortiguado, tener la precaución que los tornillos de registro de amortiguación queden en posición accesible.

9. Cuando se monten cilindros neumáticos en proximidades de grandes campos magnéticos, por ejemplo en máquinas donde se realicen tareas de soldadura, se deberá aislar al cilindro convenientemente para evitar tanto como sea posible la circulación de corrientes inducidas por el mismo. Consultar por mayores datos.

10. Suministrar aire con la calidad adecuada. El aire con impurezas y la deficiente lubricación acortan la vida útil de los cilindros neumáticos.

11. Las roscas de conexionado son Gas cilíndricas. Tener especial cuidado al utilizar cañerías o accesorios con rosca cónica, pues pueden producir la rotura del elemento. Es recomendable utilizar conexiones con rosca cilíndrica de asiento frontal.

12. Las cañerías deberán estar limpias en su interior, evitando que restos de cinta o pasta de sellado puedan ser arrastrados al interior del cilindro. Es recomendable «soplar» las cañerías antes de conectar.

13. Al seleccionar un cilindro, considerar en cada caso las carreras definidas como Standard como selección de preferencia. Este hecho influirá en el plazo de entrega y facilitará futuras reposiciones.

Plan de mantenimiento preventivo de cilindros neumáticos.

La vida de los cilindros neumáticos queda determinada por los kilómetros recorridos por el conjunto vástago y pistón. Por lo tanto en función de este parámetro se define un programa de mantenimiento preventivo. Los períodos de mantenimiento y la vida de los cilindros son afectados también por la calidad del montaje (alineación y esfuerzos) y la calidad del aire (humedad y lubricación).

Pueden considerarse intervenciones por períodos semanales, cada 500 y cada 3000 Km. recorridos. Estipular por ejemplo controles visuales de fugas y alineamiento, regulación de amortiguaciones, desarmes parciales, limpieza de elementos y recambios preventivos de partes deterioradas. Utilice siempre Kits de Reparación MICRO originales.

La conversión del período indicado en km a horas de funcionamiento de máquina puede establecerse para cada actuador en particular mediante la siguiente fórmula:

$$H = 8,33 \cdot km / (c \cdot n)$$

EC. 21

Donde:

H = Período de mantenimiento en horas

km = Período de mantenimiento en kilómetros

c = Carrera del cilindro expresada en metros

n = Frecuencia de operación del actuador (ciclos/minuto).

Cálculo del espesor para el cilindro de lodos

Para el cilindro de lodos se tiene que el volumen de los lodos fue de 22710 c.c por cada limpieza y por las cuatro máquinas, el diámetro seleccionado fue de 250 mm., la carrera fue además de 37 cm. Por lo tanto la longitud del cilindro sería de 46.25 (recordando que se habían compactado los 4/5 y se habían hecho sólido).

Para este diseño se utilizará el acero A36, se lo someterá a una presión de 6 Psi tal como ha sido diseñado el sistema neumático. En la figura 3.24 se muestran las dimensiones del tanque.

Dimensiones del tanque de lodos

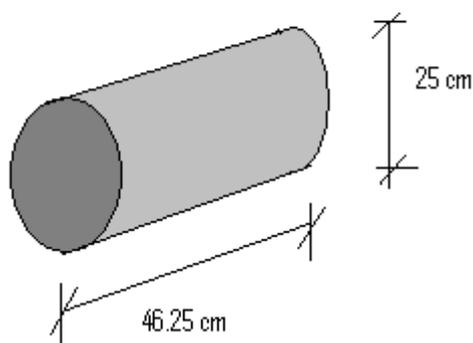


Fig. 3.24 Dimensiones del tanque de lodos.

De la fórmula para el cálculo del espesor del cilindro dado a continuación, se procederá al cálculo del mismo.

$$e = P.D. / (2.S.E)$$

Donde:

e = espesor,

P = presión para compactar lodos = 6 Bares = 88.2 Psi

S = esfuerzo del material. = 36000 lb/pulg.²

E = factor de seguridad ($E < 1$). = 0.7 (seleccionado)

D = diámetro de cilindro = 250 mm. = 9.8425 pulg.

Reemplazando datos se tiene que el espesor es de 0.017 pulgadas ó 0.43 mm. Se seleccionará un espesor **$e = 1\text{mm}$** .

Sistema propuesto para implementación en la Central Termoeléctrica El Descanso.

De la figura 2.4 se puede observar el tratamiento de lodos actual, donde los lodos provenientes de la centrifugadora llegan al tanque de lodos solo por gravedad. Las dimensiones y capacidad del tanque son las siguientes:

Tanque para desalajo de lodos de tanque lubricante

Material	Acero A36
Forma	Cilíndrica
Capacidad	500 litros
Marca	Slurry Pump
Type	SPL – 20 C
Flujo	0.034 m ³ /h
Tamaño	D= 0.8m , H= 1 m

Se esta proponiendo levantar este tanque una altura de 1.6 m y asentarlo sobre una estructura de acero diseñada para soportar el peso del tanque en

condiciones extremas (completamente lleno). Para el diseño de esta estructura de acero se utilizará el programa **Sap 2000** para diseño de estructuras. En la figura 3.24 se ha simulado como sería el nuevo sistema de tratamiento de lodos. Como datos se tiene que el volumen del tanque es de 500 litros, diámetro del tanque de 0.8 m y la altura del tanque de 1m. Respecto a los lodos se tiene que la densidad relativa del lodo a 20 ° C es de 1.18.

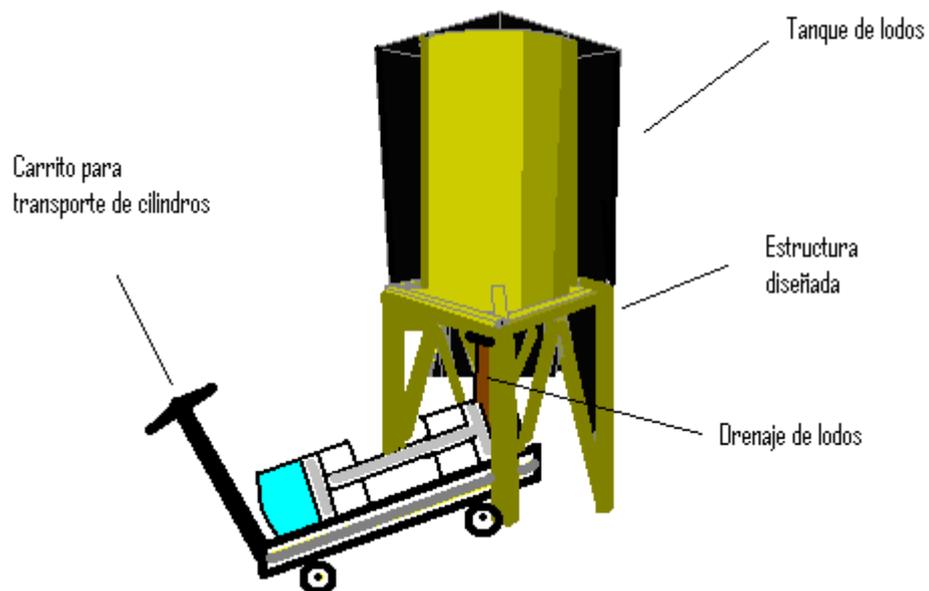


Fig. 3.24 Sistema propuesto para el llenado del cilindro de lodos.

Los datos a ingresar son la carga producida por los lodos y por el tanque. En lo que tiene que ver con el lodo de aceite se tienen los siguientes cálculos:

$D1 = 1180 \text{ Kg./ m}^3$ (Densidad lodo).

$V1 = 0.5 \text{ m}^3$ (volumen del taque completamente lleno)

$m_1 = D \cdot V$ (masa de los lodos de aceite lubricante)

Por lo tanto:

$m_1 = 590 \text{ Kg.}$

Para el cálculo de la carga producida por el peso del tanque se tiene los siguientes datos:

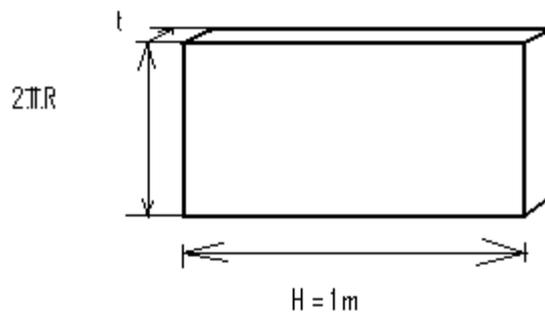
$D_2 = 7850 \text{ Kg./ m}^3$ (Densidad del acero).

$t = 2\text{mm.}$ (Espesor del taque).

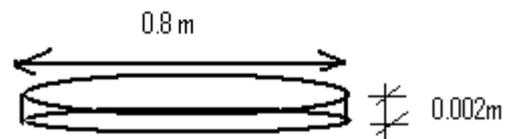
$H = 1\text{m.}$ (Altura del tanque).

$R = 0.4 \text{ m}$ (radio del tanque).

$V_2 = \text{Volumen del tanque}$



Tapas del tanque



Se calculará el volumen del tanque como sigue:

$V_2 = (2 \times (3.1414) \times R \times H \times t) + 2 (3.1416 \times (D^2 / 4) \times t).$

Calculando y reemplazando datos se tiene que el volumen es:

$$V2 = 0.007037\text{m}^3.$$

Por lo tanto se tiene que la masa del tanque es:

$$m2 = D2 \times V2 = 55.24 \text{ Kg.}$$

Finalmente se tiene que la carga que soporta la estructura es la masa del tanque y la masa de los lodos. Por lo tanto la estructura soporta una masa de:

$$M = m1 + m2 = 590 \text{ Kg.} + 55.24 \text{ Kg.} = 645.24 \text{ Kg.}$$

Utilizando el programa Sap 2000 se establecerá este parámetro como una carga puntual en el centro de la estructura, además se tiene que se han colocado vigas cruzadas en las diagonales para un mejor diseño y mayor soporte de la estructura se procederá a hacer el análisis. La figura 3.25 muestra este la carga puntual de 645.24 Kg.

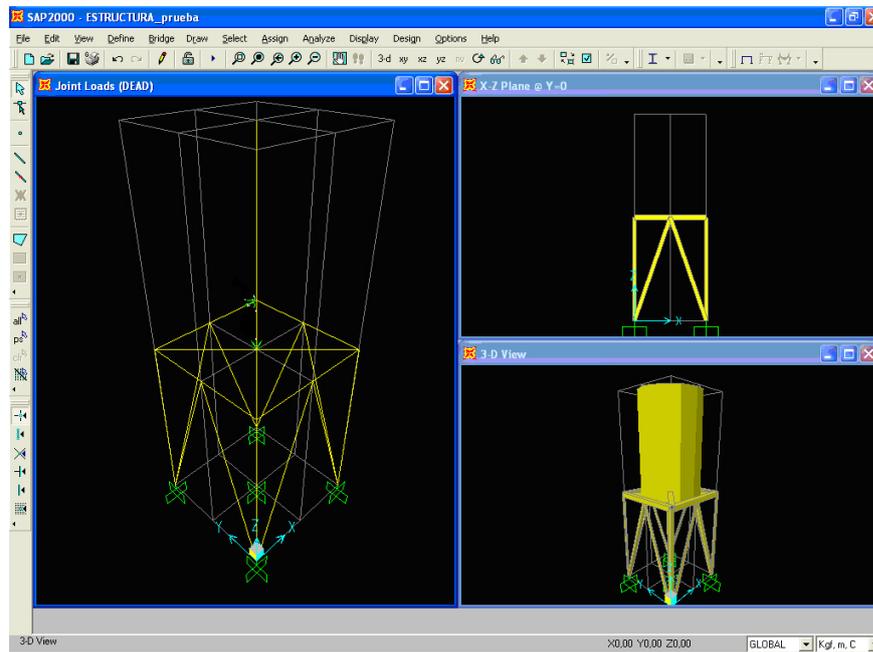


Fig. 3.25 Carga puntual en el punto crítico de la estructura.

Luego de haber ingresado el valor de la carga de 645.54 Kg. y de haber seleccionado un perfil adecuado (para este caso los perfiles son en ángulo de 2x2x1/4 en la parte inferior y 3x3x1/4 en la parte superior de la estructura), se procede al análisis de esfuerzos. El análisis de esfuerzos se realiza en función de la coloración de las vigas, siendo un buen diseño entre los colores verde y amarillo, es decir entre 0.7 y 0.9. En la figura 3.26 se especifican los perfiles, la carga y el análisis de esfuerzos.

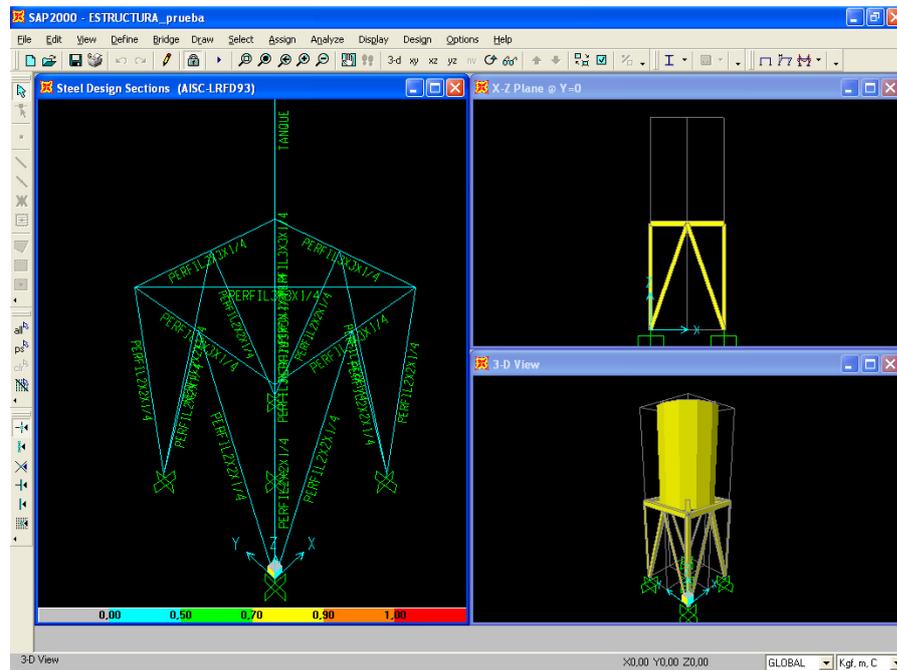


Fig. 3.26 Análisis de esfuerzos a través de colores que corroboran un buen diseño.

Del análisis de esfuerzos se puede observar que es una estructura que está bien diseñada debido a que las vigas están entre los colores verde y azul.

Las características de la viga son presentadas en la figura 3.26

Finalmente la estructura podrá ser vista de la siguiente manera con las dimensiones que se especifican en la figura 3.27. Las vigas que ayudarán a soportar un poco más la estructura y que están en la parte inferior irán colocadas al centro de la viga de 1.1 m, estas vigas tendrán una longitud de 1.69 m.

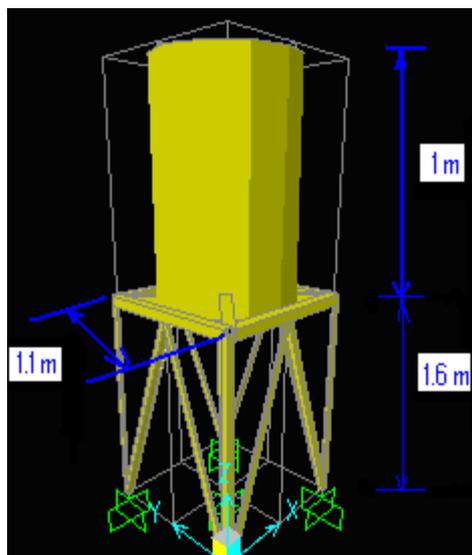


Figura 3.27 Estructura diseñada para el soporte del tanque de 500 litros de lodos.

CAPITULO 4

EVALUACION DEL PROTOTIPO.

4.1 VARIABLES DE ENTRADA.

Producción de lodos

Como una de las variables de entrada se encuentra la cantidad de lodos de aceite recolectados por día en la Central El Descanso. En el diseño preliminar se estableció que existía una producción de lodos de aceite por día determinada por el siguiente cálculo:

- 1 galón de desechos por cada cuatro horas y por cada máquina; por lo tanto:

$$V(\text{desechos}) = \frac{1\text{galon}}{4\text{horas}} * \frac{24\text{horas}}{1\text{dia}} * \frac{3.785\text{litros}}{1\text{galon}} = 22.7 \frac{\text{litros}}{\text{día}} = \frac{22710\text{cm}^3}{\text{día}}$$

- Ahora se tiene que para las cuatro máquinas habrá una producción de 90.84litros ò 90840 cm^3 por cada día.
- Luego se tiene que la producción mensual de estos lodos sería de:

$$90840 \frac{cm^3}{día} \times \frac{30días}{1mes} = 2725200 \frac{cm^3}{mes} = 2.7252 \frac{m^3}{mes}$$

- Finalmente se tiene la producción anual de lodos de.

$$2.7252 \frac{m^3}{mes} \times \frac{12meses}{1año} = 32.7024 \frac{m^3}{año.}$$

Sin la instalación del sistema de compactación de lodos se hacía una limpieza de los tanques de almacenamiento de lodos totalmente rudimentaria y sucia por parte de los operadores. El problema también estribaba en el desalojo de estos lodos desde los tanques hasta la fosa cavada contigua a la Central lo que afectaba directamente al suelo.

Los aceites usados generalmente llegan al suelo por descuido o intencionadamente para sustituir el asfalto o evitar el polvo etc. Según estudios sobre la efectividad de los aceites usados como un aglutinante del polvo en las carreteras, resulta que solo el 1% de la cantidad del aceite es efectivo para este fin. Del 70 al 75% serán lavados por las lluvias o por el viento en conjunto con el polvo, del 20 al 25% por evaporación y destrucción

biológica. Los aceites lavados por las lluvias causan una fuerte contaminación de las áreas aledañas de las carreteras con graves consecuencias.

Los efectos de los aceites al suelo son importantes por 2 razones:

- El aceite se acumula en el suelo, representando un peligro para la vida micro-orgánica y las plantas. El aceite impide, por la eliminación de oxígeno la libre germinación de las plantas.
- Por filtración puede llegar a las aguas subterráneas.

El aceite vertido al suelo se filtra primero por las capas superficiales. Con el tiempo, por la gravedad, se filtra a las capas más profundas hasta llegar a un material impermeable o al agua subterránea. La velocidad de filtración es depende de la viscosidad de aceite y por supuesto de la densidad del suelo.

Los aceites usados tienen las siguientes consecuencias negativas para el suelo:

- Alteración de las propiedades físicas del suelo (reducción de capacidad de absorción y filtración)
- Aumentar la sensibilidad para infecciones de plantas
- Influencia al crecimiento de plantas

- Obstaculizar la acumulación de aguas y sustancias alimenticias
- Reducción del poder germinativo de semillas
- Disminución de la calidad del suelo por influencia a la fauna subterránea (bacterias, lombrices etc.)
- Sustracción de oxígeno y sustancias alimenticias por poblaciones de organismos biológicos no propios del suelo

Los suelos contaminados por aceites usados deben ser evacuados hasta la profundidad en donde se encuentra restos de aceites. Un peligro adicional esta formado por los aditivos que se encuentra generalmente en los aceites lubricantes. Estas sustancias pueden tener componentes tóxicos que, por acumulación en las plantas llegan a la cadena alimenticia humana.

En la tabla 16 se describe la composición media de un aceite usado según su procedencia.

Tabla 16 Composición de un aceite usado según su procedencia

Composición media de un aceite usado			
Contaminantes (ppm)	Aceites de automoción		Aceite de procedencia industrial
	Motor gasolina	Motor Diesel	
Cadmio	1.7	1.1	6.1

Cromo	9.7	2.0	36.8
Plomo	2.2	29.0	217.7
Zinc	951.0	332.0	373.3
Cloro Total	3600.0	3600.0	6100
PCB's	20.7	20.7	957.2

Fuente: José Luis Martín Pantoja y Pilar Matías Moreno. ¿Qué se hace en España con los aceites usados? En: Ingeniería Química. Enero 1995, p. 115

4.2 Variables de salida.

Masa de lodo sólido y mitigación de contaminantes al suelo

Masa de lodo sólido

Esta variable de salida es obtener una masa específica y la geometría de lodo por día. Mediante un procedimiento experimental con los parámetros establecidos se ha llegado a la conclusión que los lodos al compactarse dan un producto sólido de aproximadamente 1/5 del total de lodos.

A partir de una muestra real de lodos analizados en el Instituto de Ciencias Químicas de la ESPOL se han obtenido los datos de densidad a distintas temperaturas (El análisis de estas muestras reales se presentarán en los anexos).

Con estos datos de densidad se procede al cálculo de la masa de lodos producido por día. Estos resultados son mostrados a continuación en la tabla 17 y en la figura 4.1 se muestra la gráfica de Densidad vs. Temperatura para encontrar la densidad a 20 ° C, la cual es de interés para este diseño.

Tabla 17 Densidad a distintas temperaturas

Densidad	Temperatura
1.158	27° C
1.140	35° C
1.124	45° C
1.106	65° C
1.092	85° C

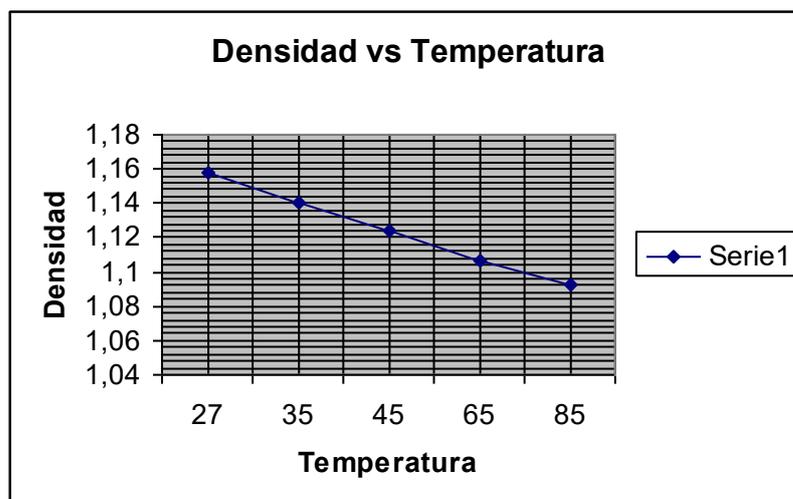


Fig. 4.1 Gráfica de Densidad vs. Temperatura de los lodos de aceite lubricante.

Si se procedieran a realizar 4 limpiezas diarias de lodos de aceite se tendría solo un volumen de 22.71 litros obtenidos por cada limpieza. De estos 22.71 litros de lodos solo la quinta parte se convierte en un sólido en forma de torta, es decir 4.542 litros. Haciendo la conversión necesaria se tiene que:

1 litro = 1000 c.c

Parámetros para el cálculo

- El volumen de sólido es 4542 c.c. (de la forma de un cilindro) por cada limpieza.

- De la gráfica se puede observar que la densidad relativa a 20° C es aproximadamente 1.18.
- La densidad absoluta será de 1.18 gr. / c.c

De la fórmula conocida $\rho = m / V$ se procede a el cálculo de la masa de los lodos compactados.

Donde:

m: (masa de lodos compactado).

V: volumen de sólidos.

ρ : densidad de los lodos a 20° C.

Despejando la masa (m) de la fórmula tenemos que **la masa será de 5359.6 gramos = 5.36 Kg. por cada limpieza.**

Por lo tanto en el día se obtienen 4 tortas de 5.36 Kg. cada una.

En la figura 4.2 se describe la geometría del sólido la cual será la de un cilindro con las siguientes dimensiones:

H (altura) = 9.25 cm.

D (diámetro) = 25 cm.

Forma del lodo
compactado (torta)

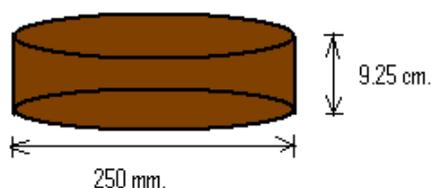


Fig. 4.2 Geometría del sólido esperada

Mitigación de contaminantes al suelo.

La ignorancia acerca de las implicaciones de tirar los residuos por doquier sin ningún control, ha tenido como consecuencia situaciones graves de contaminación ambiental, sobre todo en los países o regiones más industrializados.

Lo anterior ha traído consigo grandes costos desde la perspectiva de la pérdida de la capacidad de los suelos de sustentar los procesos de degradación de la materia orgánica por la destrucción de los organismos encargados de ello, así como de su fertilidad, o bien desde la perspectiva del deterioro de la calidad del agua en las fuentes de abastecimiento subterráneas o superficiales. A esos costos se suman los del monitoreo de

contaminantes para determinar la magnitud del problema y priorizar las acciones de remediación, así como los derivados de dichas acciones.

Todo residuo o desecho que pueda causar daño a la salud o al medio ambiente es considerado como un residuo peligroso, fundamento por el cual los gobiernos tienen la responsabilidad de promover la adopción de medidas para reducir al máximo la generación de estos desechos, así como establecer políticas y estrategias para que su manejo y eliminación se ejecuten sin menoscabo del medio ambiente y se reduzcan sus propiedades nocivas mediante técnicas apropiadas.

En el mundo han hecho su aparición en los últimos años, nuevos procesos y tecnologías que permiten la reutilización o reciclaje de residuos o desechos peligrosos, transformándolos en sustancias susceptibles de ser utilizadas o aprovechadas ya sea como materia prima o como energéticos. Por desconocimiento de procedimientos técnicos para su adaptación, por ausencia de normatividad sobre su reutilización industrial, por la carencia de estándares de consumo en calderas, hornos y secadores y por el mercado negro existente con estos productos, se presume que los manejos dados a los aceites usados y en general a este tipo de energéticos alternativos, son inadecuados, no solo ambiental, sino técnicamente. Estos procedimientos están generando la degradación del medio ambiente por la gran cantidad de contaminantes, particularmente aquellos asociados con contenidos de

metales como arsénico, cadmio, cromo, plomo y antimonio entre otros, que son emitidos a la atmósfera durante el proceso de combustión. Estos compuestos químicos producen un efecto directo sobre la salud humana y varios de ellos son cancerígenos.

Dependiendo de la aplicación que se les vaya a dar, los aceites poseen composiciones muy variables, en todos los casos como consecuencia de su utilización se degradan perdiendo las cualidades que les hacían operativos, llegado éste punto se hace necesaria su sustitución por otros nuevos, generándose un residuo que puede ser variable en cantidad y composición, dependiendo de la procedencia.

Las características del aceite usado pueden variar dentro de un amplio margen dependiendo de la procedencia y aplicación del aceite, en general las contaminaciones tienen su origen en compuestos derivados de la degradación de los aditivos en subproductos de combustión incompleta, polvo, partículas metálicas o en contaminaciones exteriores por mal mantenimiento o mal almacenamiento del aceite (agua, disolventes, etc.).

Su composición química presenta una serie de contaminantes como son: agua, azufre, compuestos clorados y metales pesados que determinan sus características tóxicas y peligrosas.

Finalmente se tiene que con el sistema de compactación propuesto se ha mitigado en algo el desalojo de estos lodos a la fosa cavada contigua a la central y por ende se ha reducido la contaminación del suelo. **Con este proyecto se eliminarían $32.7 \frac{m^3}{año}$ de desechos por año.**

4.3 Cantidad de lodos recolectada por galón de desechos.

La cantidad de lodos recolectados por galón de desechos se lo ha estimado ha partir de la fracción entre agua y sólidos disueltos. Esta fracción se ha establecido experimentalmente con un valor de 1/5 de sólidos por cada galón de desechos.

De cálculos anteriores el volumen de sólido es 4542 c.c. (de la forma de un cilindro) por cada limpieza. Despejando la masa (m) de la fórmula se tiene que la masa será de 5359.6 gramos = 5.36 Kg. por cada limpieza.

Diariamente se realizan cuatro limpiezas por lo que se obtendrían 4 paquetes de sólidos (tortas) de 5.36 Kg. cada una. Diariamente se obtendría una masa de 21.44 Kg. Mensualmente se obtendrían (30X21.44Kg.) = 643.2 Kg. de sólidos. Finalmente se tiene que por año la masa total de sólidos sería de 7718.4 Kg. recolectados en 1440 paquetes.

4.4 CANTIDAD DE AGUA OBTENIDA POR GALON DE DESECHOS.

La cantidad de agua obtenida por cada galón de desechos es igualmente correspondiente al cálculo anterior. Ahora se obtendrán $4/5$ de agua por cada galón de desechos, es decir se obtienen 3.028 litros por cada galón en cuatro máquinas y por cada cuatro horas.

La figura 4.3 muestra el procedimiento para medir la cantidad de agua en el proceso de filtro-prensa. Se retira el líquido filtrado que se depósito en los recipientes de el dispositivo de filtrado y proceda a colocarlo en una probeta para medir el volumen de filtrado.

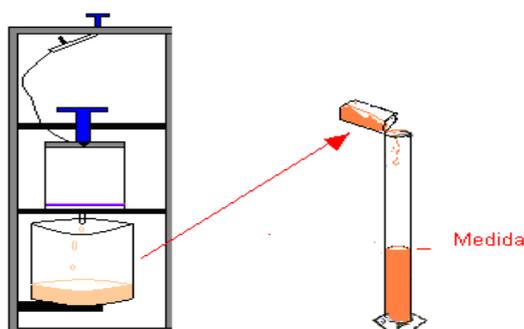


Fig. 4.3 Experimentando con un galón de desechos de lodos de aceite.

Con 4 limpiezas diarias de lodos de aceite se tiene un volumen de 22.71 litros obtenidos por cada limpieza. De estos 22.71 litros de lodos la $4/5$

partes se es agua, es decir 18.168 litros. Haciendo la conversión necesaria se tiene que: 1 litro = 1000 c.c

Diariamente se tienen que por cuatro limpiezas se obtienen (4X18.168) litros = 72.672 litros. Mensualmente se obtendrían (30x72.672) litros = 2180.16 litros.

Finalmente el volumen de agua estimada sería de 26161.92 litros. Llevando estos resultados a metros cúbicos se obtiene 26.16 metros cúbicos.

CAPITULO 5

ANALISIS ECONOMICO.

5.1 Análisis del costo de tratamiento de lodos actual.

Actualmente se utiliza el sistema mostrado en la figura 14 para el bombeo de estos lodos. Para el bombeo se utiliza un químico proporcionado por Spartan

para diluir estos lodos y poder ser extraídos mediante el sistema de bombeo existente en la planta.

El valor de este químico es de \$ 4.5 por litro, esto representa un costo para la empresa.

Diariamente se realizan tres limpiezas y por cada limpieza se gasta un litro de químico por lo que por máquina cuesta \$ 13.50 y suponiendo que se trabaje 30 días al mes el costo es de \$ 405 por máquina. El costo mensual del químico para las cuatro máquinas es de \$ 1620. Finalmente el costo anual es de \$19440.

Suponiendo una operación ideal de de 30 días al mes que no es real porque siempre hay mantenimientos programados o algún daño de tiene que con una carga de 4300Kw. por hora, por día se tiene una generación de 103200Kw. Por lo tanto al mes se genera 3096000 Kw. por cada máquina. Anualmente la generación de energía será de 37152000 Kw. ò 37152 Mw. por máquina., como son cuatro grupos generadores se tiene una generación de 148608 Mw.

Haciendo una comparación anual entra el costo del químico y la generación por megavatio ($\$19440 / 148608\text{Mw.}$), se tiene que el costo es de **\$0.13 / Mw.**

5.2 Análisis del costo del tratamiento de lodos propuesto.

El análisis del costo del sistema neumático propuesto se basa fundamentalmente en el costo de instalación y el costo de operación del sistema:

Costo total de instalación: Este costo es el costo de equipos, mano de obra, adicionales y transporte y la ganancia por la instalación realizada.

-Costo de los equipos del Sistema Neumático: es calculado en función de los elementos adquiridos constitutivos del sistema neumático.

Cada uno de los elementos del sistema han sido extraídos de las figuras 21 y 22, además los elementos han sido seleccionados en función de lo calculado en esta tesis y requerimientos de Elecaastro.

El precio de los elementos neumáticos es detallado por la empresa La Llave S.A. A continuación se muestra en la tabla 18 una lista de los elementos que se necesitan en la instalación y en la tabla 19 se muestra el detalle de cada uno de los precios actuales.

Finalmente se ha detallado el costo final en dólares de todos los elementos del sistema neumático incluyendo el impuesto al valor agregado (IVA).

Tabla 18. Elementos que constituyen el Sistema neumático

Nombre del Elemento Neumático	Cantidad
Válvula de cierre rápido (G ½)	1
1 FRL (G ½)	1
1 Válvula 5/2-1/2-M.P , Biestable	1
Racores ½ X 14	3
Silenciadores de ½	2
Drenaje de fin de línea G ½ (Con flotador Automático)	1
Cilindro (D = 250 mm., C = 370 mm) 2 E , 2 A	1
Placa de Montaje para Cilindro	1
Codo de ½	5
Uniones de ½	1
Tee de ½	1
Right (Universal)	2
Válvula reductora (30 – 10 bares)	1
tubería de acero negro	22 m.
Tanque de almacenamiento de aire (159 litros o 42 galones).	1

A continuación se presentará el detalle del precio de cada elemento. Estos precios son actuales y proporcionados por La Llave S.A.

TABLA 19		Lista de precios de los elementos del Sistema Neumático	
Detalle	Cantidad	P. Unitario (\$)	P. Total mas IVA
Válvula de cierre rápido	5	3,75	22,5
FRL (G 1/2)	1	85,66	102,792
Válvula 5/2 - 1/2 -M.P- Monoestable	1	166	199,2
Racores 1/2 x 14	3	4,78	17,208
Silenciadores (1/2)	2	14,5	34,8
Drenaje de fin de línea (G 1/2)	1	117,5	141
Cilindro de D=250 mm. C=370mm.	1	2376,05	2851,26
Tubería de acero negro ½ cédula 40	*22	#3,5	92,4
Tanque Acumulador(200L).	1	285	342
codo (1/2)	5	0,17	1,02
Tee (1/2)	1	0,23	0,276
Unión (1/2)	2	0,14	0,336
Válvula Reductora (30 a 10 bares)	1	670	804
Placa de montaje para cilindro	1	416,5	499,8
Right Universal (1/2)	2	2,37	5,69
		P. Total (dólares)	5114,28

* 22 metros de tubería necesarios para la instalación.

3,5 costo por metro de tubería.

Por lo tanto el costo de los equipos para el armado del sistema neumático ha sido de **5114 dólares con 28 centavos**.

-Costo de mano de obra: el costo de mano de obra de la instalación está determinado en función del número de puntos o conexiones a través de la instalación. Volviendo a la figura 25 y figura 26, se obtienen 48 puntos y considerando que el valor del costo de mano de obra es de (3-4) dólares por cada punto. Los puntos son las uniones en cada accesorio del sistema neumático. Por ejemplo los codos tienen 2 puntos, los right universal 2 puntos, válvulas de globo 2 puntos, válvulas 5/2 con cinco puntos y para conexión al cilindro 2 puntos.

Para el cálculo del costo de mano de obra se establecerá un valor de 3,5 dólares por punto; por lo tanto se obtiene el siguiente costo por mano de obra:

Costo por mano de obra = (3,5) (dólares/punto) X48 puntos = **168 dólares**.

-Costo adicional y transporte: generalmente se establece para una instalación neumática el costo de **100 dólares** en adicionales y transporte. El tiempo de entrega de la carga ha sido estimado en 2 meses más 1 semana para el montaje del equipo.

-Ganancia por la instalación del sistema: la ganancia por la instalación del sistema es determinada como un porcentaje entre el 15% y 20%, se ha seleccionado un 18% de la suma de los costos de equipos, costo de mano de obra y costo por adicionales y transporte. Por lo tanto en valor de la ganancia por la instalación realizada es:

$$\text{Ganancia por instalación de sistema} = (5114.28 + 168 + 100) \times 0.18 = \$968.81$$

Ganancia por instalación de sistema = **968 dólares y 81 centavos.**

Luego de haber realizado el análisis de cada uno de los costos, el costo de instalación total será:

Costo de instalación total = Costo de los equipos + Costo de mano de obra + Costo adicional y transporte + Costo por la instalación del sistema.

$$\text{Costo de instalación total} = (5114.28 + 168 + 100 + 968.81) \$ = 6351.09 \text{ dólares}$$

Costo de instalación total = 6351 dólares y 9 centavos.

Costo de operación del sistema: este costo de operación será el consumo de energía anual del compresor.

Al igual que el agua, gas o electricidad, el aire comprimido es un servicio que se debe de pagar. Pocos usuarios del aire comprimido conocen cuanto cuesta producir 1CFM (Pie cúbico por minuto), aquí sigue una buena forma de convertir su producción de aire, en dinero que debe pagar en la forma de consumo de Kw. /Hr.

- Un compresor produce 4 CFM por cada HP.

$$* 1 \text{ HP} = \frac{0.746 \text{ Kw}}{\text{Eficiencia motor}}$$

$$1 \text{ HP} = \frac{0.746 \text{ Kw}}{0.9}$$

$$- \text{ Luego, } 1 \text{ CFM} = 0,207 \text{ Kw.} \quad (0.829 \text{ Kw} / 4 \text{ CFM})$$

$$- \text{ Costo de energía eléctrica es de } (0.09 \text{ \$} / \text{ Kw.Hr})$$

$$- 1 \text{ CFM } (0.032 \text{ M}^3/\text{min}) = 0.01863 \text{ \$US. Hr.}$$

$$(0.09 \text{ \$US./Kw..Hr} \times 0.207 \text{ Kw})$$

- El número de horas en el que el compresor estará prendido dependerá del número de limpiezas que se realicen por día y del tiempo de llenado del tanque de almacenamiento.

- El caudal suministrado por el compresor es de 41,91 C F M y el volumen del tanque es de 158.63 litros ó 5.6 pie³. Por lo tanto utilizando la relación:

$Q = V/t$, donde:

Q = caudal suministrado por el compresor

V = volumen del tanque de almacenamiento

t = tiempo de llenado del tanque de almacenamiento.

- Por lo tanto se obtendrá el tiempo de llenado del tanque, o el tiempo de operación del compresor por cada llenada del tanque de almacenamiento.
- $t = V/Q = 5.6 \text{ pie}^3 / 41.91 \text{ CFM} = 0.1336 \text{ minutos}$
- Como se realizarán cuatro limpiezas por día, se tiene un tiempo total de 0.5344 minutos por día.
- Mensualmente el tiempo de producción de aire comprimido sería de 16 minutos.
- Anualmente el tiempo de producción de aire comprimido sería de 192 minutos.
- Anualmente sería en horas el tiempo de 3,2 horas.

- **Por consiguiente:** 41.91 CFM **durante** 2.5 **Horas al año costaran:**

- 41.91 CFM X 3.2 Hrs. Año X \$US 0.01863 . Hr. = \$ 2.5 /Año

- Por lo tanto el costo de operación del sistema debido a la energía consumida por el compresor ha sido de **2 dólares y 50 centavos.**

Nota: en este proyecto el costo de operación es pequeño debido al corto espacio de tiempo de operación por día del compresor.

Si se tuvieran espacios de operación bastantes largos del compresor, se podría ahorrar considerable dinero al tomar ciertas precauciones. En el siguiente ejemplo con 4000 horas de operación anual del compresor y considerando las posibles fugas se han determinado dicho ahorro.

DONDE PODEMOS AHORRAR

En la mayoría de las plantas industriales las fugas representan el 20 % del consumo de aire. Diámetros de tubería inadecuados , deficiente diseño de red , demasiadas curvas, tees, acoples, tuberías viejas y corroidas son puntos donde se puede mejorar y por consiguiente ahorrar.

Supongamos una fuga de 1/8" (3.1mm) en su línea de aire. Esto significa que por ahí se pierde 26 CFM

Entonces: $26 \text{ CFM} \times 4000 \text{ Hrs. Año} \times \$\text{US. } 0.0124 \text{ .Hr.} = \$\text{US. } 1,289.60 / \text{Año}$

• Usted esta perdiendo \$US. 1,289.60 en una sola fuga de 1/8". Cuántas fugas tiene en su Red de Aire?

Revisa periódicamente su red de aire?

5.3 Análisis comparativo de los tratamientos actual y propuesto.

Del análisis anterior de la sección 5.1 se ha determinado que el costo por el tratamiento de lodos ha sido de \$19440 anuales los cuales son invertidos para diluir los lodos de aceite lubricante producido por la limpieza del mismo a través del proceso de centrifugación.

En vista de este costo por este tratamiento se necesitó establecer una relación entre el costo de tratamiento y los megavatios producidos, y se logró obtener una razón de \$ 0.13 por cada megavatio producido a través de los cuatro grupos generadores en todo el año.

Con el modelo de filtro-prensa propuesto se ha logrado determinar los costos de instalación y operación.

El costo de instalación fue una función del costo de equipos, mano de obra, adicionales y transporte y la ganancia por la instalación realizada. Este costo ha dado un valor de **6351 dólares y 9 centavos.**

El costo de operación ha sido exclusivamente una función del consumo de energía eléctrica del compresor y del número de limpiezas realizadas en el día por un período de un año. Este costo de operación ha sido de **2 dólares con 50 centavos.**

Por lo tanto el proyecto tendría un costo total de $(6351.09 + 2.50)$ dólares = 6353.59, o sea, **6353 dólares con 59 centavos**.

En la figura 5.1 se hace una comparación entre los costos del sistema actual de tratamiento de lodos y el sistema propuesto de filtro-prensa. Cabe recalcar que estos datos han sido calculados para un periodo de 1 año.

Se compararán los valores del costo de instalación total y el costo del tratamiento actual implementado por Elecaastro y se mostrará que tan económico puede resultar para esta empresa.

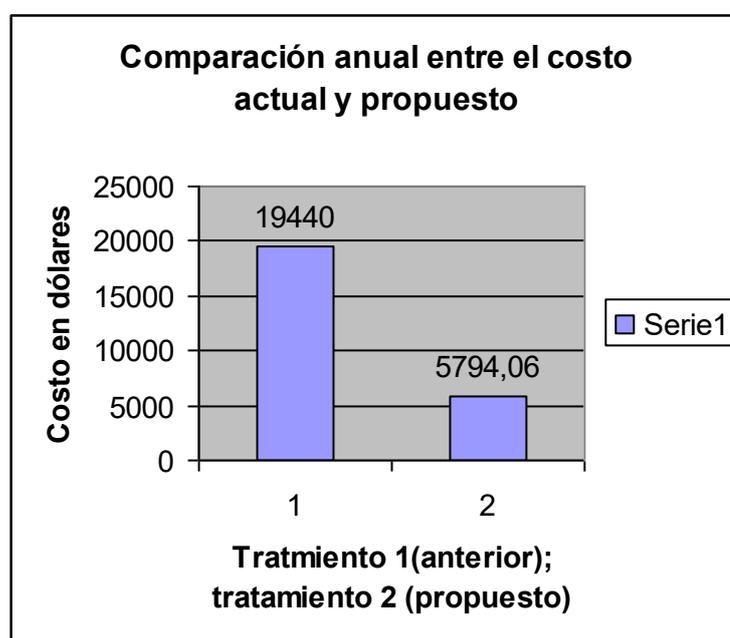


Fig. 5.1 Comparación entre los costo actuales y propuesto en un año.

De la gráfica se puede concluir que existe un ahorro de (19440 – 5794.06) dólares, es decir, **un ahorro para elecaustro de 13645.94 dólares** en un periodo de 1 año. Por lo tanto se ha cumplido con el objetivo de esta tesis se minimizar los costos que anteriormente eran altos.

CAPITULO 6

6. IMPACTO AMBIENTAL

La Empresa Pública Municipal de Telecomunicaciones, Agua Potable, Alcantarillado y Saneamiento de Cuenca, ETAPA, posee personería jurídica, autonomía administrativa y patrimonial y tiene como objetivo la prestación de

servicios públicos de telecomunicaciones, agua potable y tratamiento de aguas residuales.

La protección de medio ambiente y de los recursos naturales en peligro de contaminación y en degradación, tiene especial importancia para ETAPA, es así que se llevan adelante varios programas como la conservación y protección de fuentes hídricas, control de efluentes, educación ambiental, control de descargas industriales, control de la calidad de aguas residuales, preservación de los recursos aire, agua y suelo.

Objetivos del Proyecto

Este proyecto tiene como primera finalidad la de controlar la descarga de aceites usados hacia los cursos de aguas superficiales, subterráneas y el suelo. Otra finalidad es el procesamiento y reutilización de los aceites usados, con lo cual se solucionaría el problema de disposición final de estos desechos.

Justificación

La incidencia directa de los aceites usados a los ecosistemas parte de los gases tóxicos, ruidos etc., los cuales contaminan el ambiente, se produce una gran cantidad de aceites usados, los mismos que sin un adecuado tratamiento contaminan fuertemente los recursos Suelo y Agua y en menor cantidad el Aire.

Los aceites lubricantes usados, aún en cantidades mínimas tienen condiciones para contaminar grandes masas de agua:

UN GRAMO DE ACEITE USADO PUEDE CONTAMINAR A 1000 LITROS DE AGUA.

Cuando los aceites y/o combustibles entran en el sistema de evacuación de agua residual (desagües, alcantarillado) producen graves consecuencias no solamente para la flora y fauna, sino también los hidrocarburos (aceites, combustibles) generan gases inflamables. Los cuales se acumulan en sistema de alcantarillado, constituyendo un peligro permanente de explosión (son numerosos los casos de explosiones producidos por esta causa en diferentes partes del mundo los cuales han causado enormes pérdidas de vidas humanas y materiales).

Los aceites usados en los automotores y otros equipos, al ser inadecuadamente desechados (lanzados a sumideros y desagües) llegan a las plantas depuradoras de agua residual e influyen muy desfavorablemente en los procesos biológicos que allí se desarrollan, disminuyendo su eficiencia e incluso anulándoles en forma total.

En la ciudad de Cuenca el proceso seleccionado para depurar aguas residuales, es el conocido como: lagunas de oxidación o de estabilización, su

operación es especialmente crítica en presencia de aceites e hidrocarburos en general y en el agua a ser tratada.

Al ingresar los hidrocarburos a la laguna de oxidación forma una película flotante en su superficie, lo cual impide la libre transferencia de oxígeno y de otros gases y la penetración de los rayos solares, los cuales son mecanismos absolutamente indispensables para el desarrollo de los microorganismos responsables en gran medida de la degradación de los elementos biológicos nocivos que contiene el agua residual.

Para precautelar la salud pública, la vida acuática y el uso benéfico del agua de los ríos de Cuenca, el sistema de alcantarillado y las cuantiosas inversiones realizadas en el sistema de depuración, la Empresa Pública Municipal De Teléfonos Agua Potable Y Alcantarillado (ETAPA), se encuentra planificando un sistema para recolección de aceites usados y otras sustancias perjudiciales así como su tratamiento y destino final tales de no causar daños al ambiente, la salud humana y a las instalaciones.

Según el artículo 32 de Código de salud, La Municipalidad está en la obligación de realizar la recolección y disposición final de desechos, de acuerdo con los métodos técnicos adecuados a las condiciones locales.

De acuerdo a la Ordenanza Municipal, es de responsabilidad de Etapa la recolección de agua servida y su disposición final, así como la recolección de desechos peligrosos para la depuración de agua residual.

ETAPA está empeñada en el cumplimiento de sus obligaciones, esperando que la ciudadanía también las cumpla.

Art. 12 del Código de la Salud:

“Ninguna persona podrá eliminar hacia el aire, el suelo o el agua, los residuos sólidos, líquidos o gaseosos, sin previo tratamiento que los convierta en inofensivos para la salud”.

Lo anterior significa que cuando usted acumula desechos, guardándoles en forma adecuada y cuidadosa y entregándoles cuidadosamente al servicio de recolección que se va a poner a su disposición, ya cumple con los requisitos previstos por la ley.

El Art. 7 de la Ordenanza Municipal, establece:

“En todo establecimiento en que se emplee para el desarrollo de cualquier actividad material tales como: gasolina, diesel, kerex, aceites, grasas y otros similares y, que exista la posibilidad de que se produzcan derrames o se generen desechos, deberán implementarse los dispositivos adecuados para

la separación de los líquidos residuales de grasas, aceites, combustibles, etc.”.

“Así mismo en sitios de producción o de elevado consumo de grasas y aceites o en aquellos que se descarga arcilla, arena etc., tales como locales de limpieza de vehículos, fabricas de cerámica y otros, se deberán emplear como paso previo a la conexión al alcantarillado público, el tratamiento y dispositivos que señala (ETAPA)”.

Los aceites usados se calculan en solo un 0,5% de los productos hidrocarburíferos, sin embargo, anualmente se producen 5,3 mil millones de litros, que representan un peligro considerable para el medio ambiente.

6.1 Descripción del recurso agua

La mezcla de aceites con el agua conlleva diferentes problemas ecológicos. A continuación se explica los diferentes problemas a los diferentes tipos de aguas: subterránea, superficiales y en los sistemas de recolección y de tratamiento de aguas servidas.

Influencias al agua subterránea

A las aguas subterráneas llega el aceite solamente, cuando esta arrojado al suelo. Por gravitación y depende de la viscosidad del aceite como la densidad del suelo en diferentes tiempos. Cuando el aceite llega a las aguas

subterráneas, no se puede utilizar esta agua como agua potable, ni para el riego de plantaciones, por la toxicidad de los aditivos y además, por el sabor y el olor del agua se convierte en inutilizable.

Por la deficiente recuperación biológica de aceites, una pequeña cantidad puede contaminar el agua subterránea para muchos años. Actualmente el agua subterránea no es utilizada para la preparación de agua potable ni para el riego, si después de algún tiempo se va a utilizar para estos fines, podría ser que se encuentra altamente contaminado por la evacuación de aceites al suelo de muchos años atrás.

Influencias a las aguas superficiales

Los aceites, arrojados a las aguas, se propagan rápidamente con una película de un grosor de 0,2 a 1mm. 300 litros de aceite por km² ya producen una película visible. La consecuencia no es solo la película visible, sino presenta un peligro permanente para la vida de aves y otros animales, que utilizan estas aguas para su vida. Más grave todavía es el cambio del estado biológico de las aguas.

Por los aceites, flotando sobre la superficie de aguas, se impide el libre intercambio de los gases, como el oxígeno y el dióxido de carbono. La demanda biológica de oxígeno (DBO) de las aguas aumenta por la existencia de microbios para el tratamiento biológico del aceite (Una tonelada de aceites

requiere para su recuperación una demanda igual que las aguas residuales de 40.000 habitantes). Sin embargo, la recuperación biológica de aceites es un proceso lento. La película de aceites obstaculiza también la entrada de rayos ultravioletas, que provoca una reducción notable de la fotosíntesis.

Según este proyecto la cantidad de agua obtenida a través del proceso de filtro-prensa está determinado por lo estimado en la sección 4.4 Diariamente se tienen que por cuatro limpiezas se obtienen (4×18.168) litros = 72.672 litros. Mensualmente se obtendrían (30×72.672) litros = 2180.16 litros. Finalmente el volumen de agua por año estimada sería de 26161.92 litros. Llevando estos resultados a metros cúbicos se obtiene 26.16 metros cúbicos. En la tabla 20 se especifica el análisis de la calidad de agua en el pozo de descarga.

TABLA 20 ANÁLISIS DE LA CALIDAD DEL AGUA EN EL POZO DE DESCARGA

Parámetro	Expresado en	Unidad	Valor obtenido	Valor límite permisible RO 265	Valor límite permisible RO 204	Estado de cumplimiento	Observaciones
Potencial hidrógeno	pH		7.8	5<pH<9	5,0<pH<9,0	Cumple	Cumple con las dos normas
Color aparente		U.color	>550	SR	SR		SIN REGULACIÓN, sin embargo este parámetro nos determina la película visible de contaminación de hidrocarburos, aceites y grasas.
Conductividad eléctrica	CE	μS/cm	985	<2500	<1000	Cumple	Según el RO 204, cumple con la norma para agua utilizada para uso agrícola
Hidrocarburos totales	TPH	mg/l	1.42	<20		Cumple	No existe valor índice en el RO 204
Aceites y grasas		mg/l	3.04	SR	Ausencia de película visible	Incumple	Se presenta una película visible en el agua atrapada en las márgenes del río.
Demanda Bioquímica de Oxígeno 5	DBO ₅	mg/l	32	<40	<380 * RO 222	Cumple	Cumple con el RO 222, para el cantón Cuenca cuyo límite máximo es de 380 mg/l.
Demanda Química de Oxígeno	DQO	mg/l	130	<120	-----	Incumple	La presencia de hidrocarburos incrementa el valor de DQO Y DBO ₅ .
Sólidos suspendidos	SS	mg/l	385	SR	SR		Sin regulación, sin embargo tiene estrecha relación con los valores de conductividad.
Sólidos totales	ST	mg/l	478	<1700	<1000	Cumple	La norma contenida en el RO 204, da un valor máximo permisible de 1000 mg/l, para tratamiento convencional de agua potable.
Cadmio	Cd	mg/l	<0.016(*)	<0.1	0.01	Cumple	La norma contenida en el RO 204, da un valor máximo permisible de 0.01 mg/l, (*) El valor obtenido en el ensayo es menor a 0.016 por el proceso de análisis y el equipo usado por lo que no existe certeza del no cumplimiento para la normativa RO 204.
Zinc	Zn	mg/l	4.28	<0.05*	<2.00	Incumple	* Este valor es referencial, puesto que en la reforma al Reglamento para operaciones hidrocarburíferas ya no aparece.
Cromo (Total)	Cr	mg/l	<0.041	<0,5		Cumple	
Plomo	Pb	mg/l	0.63	<0,5	<0,5	Incumple	
Sulfatos	SO ₄ ²⁻	mg/l	133.14	<1200		Cumple	
Cloruros	Cl	mg/l	50	<2500		Cumple	
Cobre	Cu	mg/l	<0.032	SR	2.0	Cumple	Regulación dada para aguas destinadas a uso agrícola.
Manganeso	Mn	mg/l	1.145	SR	0.2	Incumple	Regulación dada para aguas destinadas a uso agrícola.

6.2 Descripción del recurso suelo

Los aceites usados generalmente llegan al suelo por descuido o intencionadamente para sustituir el asfalto o evitar el polvo etc. Según estudios sobre la efectividad de los aceites usados como un aglutinante del polvo en las carreteras, resulta que solo el 1% de la cantidad del aceite es efectivo para este fin. Del 70 al 75% serán lavados por las lluvias o por el viento en conjunto con el polvo, del 20 al 25% por evaporación y destrucción biológica. Los aceites lavados por las lluvias causan una fuerte contaminación de las áreas aledañas de las carreteras con graves consecuencias.

Los efectos de los aceites al suelo son importantes por 2 razones:

- El aceite se acumula en el suelo, representando un peligro para la vida micro-orgánica y las plantas. El aceite impide, por la eliminación de oxígeno la libre germinación de las plantas.
- Por filtración puede llegar a las aguas subterráneas.

El aceite vertido al suelo se filtra primero por las capas superficiales. Con el tiempo, por la gravedad, se filtra a las capas más profundas hasta llegar a un material impermeable o al agua subterránea. La velocidad de filtración es depende de la viscosidad de aceite y por supuesto de la densidad del suelo.

Los aceites usados tienen las siguientes consecuencias negativas para el suelo:

- Alteración de las propiedades físicas del suelo (reducción de capacidad de absorción y filtración)
- Aumentar la sensibilidad para infecciones de plantas
- Influencia al crecimiento de plantas
- Obstaculizar la acumulación de aguas y sustancias alimenticias
- Reducción del poder germinativo de semillas
- Disminución de la calidad del suelo por influencia a la fauna subterránea (bacterias, lombrices etc.)
- Sustracción de oxígeno y sustancias alimenticias por poblaciones de organismos biológicos no propios del suelo

Los suelos contaminados por aceites usados deben ser evacuados hasta la profundidad en donde se encuentra restos de aceites. Un peligro adicional esta formado por los aditivos que se encuentra generalmente en los aceites lubricantes. Estas sustancias pueden tener componentes tóxicos que, por acumulación en las plantas llegan a la cadena alimenticia humana.

Influencias de aceites usados al aire

Los aceites, en relación con otros hidrocarburos, tienen una presión de vapor reducida. Por eso la influencia a la contaminación del aire es menor. De todos modos, el aceite es un hidrocarburo con sus efectos negativos a la salud humana. En las alturas, con la influencia de calor, el aceite evapora más rápido que en zonas bajas y frías, con las respectivas consecuencias al aire.

Los metales pesados del aceite usado quedan en el polvo del suelo y por turbulencias se puede trasladarse a suelos agrícolas, entrando así a la cadena alimenticia (Plomo en las hortalizas).

Análisis del recurso suelo

De acuerdo con los ensayos realizados se determina que existe una contaminación del suelo, pero esta no sobrepasa los límites permisibles dados por las normas nacionales registradas en el Reglamento Sustitutivo del Reglamento Ambiental para las Operaciones Hidrocarburíferas en el Ecuador, publicado en RO 265 del 13 de febrero del 2001. En la tabla 21 se muestra el análisis realizado de la calidad de suelos.

TABLA 21 CALIDAD DEL SUELO (LODO QUE SE ENCUENTRA ATRAPADO EN LAS ÁREAS DE DESCARGA DE LOS EFLUENTES DE LA CENTRAL

Parámetro	Expresado en	Unidad	Valor obtenido	Valor límite permisible RO 265	Estado de cumplimiento	Observaciones
Potencial hidrógeno	pH		7.3	SR		A pesar de que no existe regulación se podría considerar un valor normal
Conductividad eléctrica	CE	μS/cm	920	SR		Valor semejante al del análisis de aguas.
Contenido de líquido		%V	10	SR		
Contenido de sólido		%V	90	SR		
Hidrocarburos totales	TPH	mg/kg	141.65	<2500	Cumple	Valor guía para áreas de uso agrícola
Aceites y Grasas		mg/kg	182.12	SR		Este parámetro tiene relación con hidrocarburos totales. Sin embargo se aprecia una película visible en las depresiones de las márgenes del río Cuenca.
Sólidos totales disueltos	ST	mg/kg	436	SR		
Cadmio	Cd	mg/kg	<0.016	<2	Cumple	Valor guía para áreas de uso agrícola
Zinc	Zn	mg/kg	26.85	SR		
Cromo (Total)	Cr	mg/kg	1.0	SR		
Plomo	Pb	mg/kg	8.0	<100	Cumple	
Sulfatos	SO ₄ ²	mg/kg	128.51	SR		
Cloruros	Cl	mg/kg	2.464	SR		
Cobre	Cu	mg/kg	3.75	SR		El valor guía corresponde a las normas establecidas en Japón para los límites permisibles de contaminación de suelos.
Manganeso	Mn	mg/kg	75	SR		

SR: Sin regulación.

6.3 Cumplimiento con las normas ambientales

MARCO LEGAL AMBIENTAL VIGENTE PARA EL SECTOR ELÉCTRICO

-Legislación Nacional

La Constitución Política del Estado Ecuatoriano es la norma de máxima jerarquía en el Ordenamiento Jurídico, como tal, todas las normas inferiores en el referido ordenamiento, esto es, Leyes, Reglamentos, Decretos Ejecutivos, Acuerdos Ministeriales y Resoluciones (entre los más relevantes y en ese estricto orden), están subordinadas a la misma, por lo que las disposiciones de carácter macro contenidas en la Constitución, guían en el aspecto ambiental a las demás.

La misma Constitución expresa este Principio Universal del Derecho en su artículo 274 que establece que “La Constitución prevalece sobre cualquier otra norma legal (...)”, las mismas que “(...) deberán mantener conformidad con sus disposiciones y no tendrán valor si, de algún modo, estuvieran en contradicción con ella o alteren sus prescripciones. (...)”.

Para entender la lógica de importancia y jerarquía entre las normas entre sí, la Constitución dispone que Art. 272. “ (...) Si hubiere conflicto entre normas de distinta jerarquía, las cortes, tribunales, jueces y autoridades

administrativas lo resolverán mediante la aplicación de la norma jerárquicamente superior”.

A continuación se resumen las principales normas analizadas.

-Disposiciones Constitucionales

La Constitución Política del Estado es la Ley Suprema del Estado Ecuatoriano, ella contiene las normas que mandan, prohíben y permiten, en base a las cuales se desarrolla la legislación general en el país.

Los principales contenidos de la misma con relación al accionar de ELECAUSTRO S.A., se establecen directamente con los deberes, derechos y garantías reconocidos en el texto de la Constitución, principalmente respecto a la obligación de instituciones del Estado, sus concesionarios o delegatarios por los eventuales perjuicios ocasionados a particulares por la prestación deficiente de servicios públicos o por los actos de sus funcionarios.

El texto de la norma constitucional establece como un derecho civil fundamental de toda persona en el país a vivir en un ambiente sano, ecológicamente equilibrado y libre de contaminación, a fin de garantizar este derecho, el Estado puede establecer a través de la Ley restricciones al ejercicio de derechos y libertades con fin de proteger al ambiente.

Así mismo el Estado garantiza el derecho de las personas a contar con una calidad de vida que asegure su acceso a servicios básicos de calidad.

La Constitución Política del Estado establece la potestad a favor de las municipalidades Art. 32 “... para expropiar, reservar y controlar áreas para el desarrollo futuro, con el fin de hacer efectiva la conservación del ambiente..”, disposición que podría ser utilizada por ELECAUSTRO S.A., para conservar áreas que son de su interés para garantizar su normal funcionamiento futuro, coordinando para este efecto acciones con la I. Municipalidad de Cuenca.

La sección específica sobre el medio ambiente está incluida en el capítulo correspondiente a los derechos colectivos, al igual que bajo la conceptualización de derechos difusos.

Entre las medidas más relevantes que se aplican a la gestión de ELECAUSTRO S.A., están la responsabilidad en sus ámbitos de acción de preservar el ambiente, conservar los ecosistemas, la biodiversidad y la integridad del patrimonio genético del país, así como prevenir la contaminación ambiental, recuperar espacios naturales degradados y manejar sustentablemente los recursos naturales.

-Disposiciones Legales

Ley de Gestión Ambiental, publicada en el Registro Oficial No. 245 del 30 de julio de 1999

La Ley de Gestión Ambiental es la norma macro, respecto a la política ambiental del Estado Ecuatoriano y todos los que ejecutan acciones relacionadas con el ambiente en general.

La Ley establece la existencia de gran parte del marco institucional que tendrá que contemplar el Proyecto, determinando las funciones de Autoridad Ambiental Nacional al Ministerio del Ambiente, el que para efectos del Proyecto, junto al Ministerio de Energía y Minas y al Consejo Nacional de Electricidad (CONELEC) y otras instituciones conforman el “Sistema Descentralizado de Gestión Ambiental”.

Estas instituciones serán las responsables de aprobar, regular y exigir el cumplimiento de los diferentes instrumentos ambientales como los Estudios de Impacto Ambiental, Planes de Manejo y otros; así mismo, supervisar, controlar y ejecutar acciones de protección y cuidado ambiental respecto a las acciones que ejecute ELECAUSTRO S.A.

Esta Ley determina las obligaciones, responsabilidades, niveles de participación, límites permisibles, controles y sanciones en la gestión ambiental en el país, la misma que se orienta en los principios universales del Desarrollo Sustentable, contenidos en la Declaración de Río de Janeiro de 1992, sobre Medio Ambiente y Desarrollo, así como, en las políticas generales de desarrollo sustentable para la conservación del patrimonio natural, y el aprovechamiento sustentable de los recursos naturales que

establezca el Presidente de la República al aprobar el Plan Ambiental Ecuatoriano.

La Ley establece los principios de solidaridad, corresponsabilidad, cooperación, coordinación, reciclaje, reutilización de desechos, utilización de tecnologías alternativas sustentables; y, respeto a las culturas y prácticas tradicionales.

En relación más clara con ELECAUSTRO S.A., la Ley establece la obligatoriedad que las disposiciones ambientales contempladas en la misma, deben ser elementos de los contratos que se suscriban. Adicionalmente, la Contraloría General del Estado, podrá en cualquier momento, auditar los procedimientos de realización y aprobación de los estudios y evaluaciones de impacto ambiental, determinando la validez y eficacia de éstos.

Condición Actual de Lodos y restos de aceites y combustibles

No se realiza almacenamiento de aceites y residuos de combustibles, estos se ubican en pozos de recolección de desechos para luego ser bombeados directamente a las márgenes del río Cuenca, donde se ha formado zonas deprimidas de acumulación de aguas y combustibles no tratados de la central térmica El Descanso.

Además debido a fugas de combustible y aceites, se incrementa el volumen de desechos y se mantiene los pisos con rastros de estos derrames. La figura 6.1 muestra la condición actual del almacenamiento de éstos residuos.



Fig. 6.1 Condición actual de almacenamiento de los residuos de aceite.

El pozo de lodos de aceite se llena cada tres días, su volumen es de aproximadamente 500 litros, de acuerdo con las entrevistas realizadas, una vez lleno se descarga a la margen del río Cuenca.

En lo que respecta al tanque de bunker luego del purificador, los residuos de la purificación son continuamente descargados al río por medio de una conexión con tubería de 300 mm de HC, en los días de la inspección la salida se restringía a una pequeñísima lamina densa, por lo que no se pudo identificar un caudal promedio de salida.

Efluentes Líquidos

De la encuesta realizada se establece que no existen planos de las instalaciones del alcantarillado. La planta de generación térmica no posee sistemas de alcantarillado separados, por lo que los efluentes industriales, las aguas domésticas y aguas lluvias se mezclan y descargan directamente al río Cuenca, sin ningún proceso de tratamiento. Generando en este proceso descargas contaminadas con aceites e hidrocarburos.

No existe un Plan de Manejo de efluentes líquidos, las descargas líquidas de la central El Descanso ha deteriorado las márgenes del río Cuenca, como lo corroboran los ensayos realizados a los efluentes de los tanques de almacenamiento temporal de aceite y bunker; y al agua contaminada que se encuentra estancada en las depresiones de las márgenes del río Cuenca. La caracterización del efluente fue realizada por Lagin en 1998 (Ver Anexo 3.2, Resumen del estudio realizado por Lagin – Ecuador para la central El Descanso).

Efluentes industriales

La caracterización de los efluentes industriales la realizó Lagin – Ecuador, 1998-2000, sin embargo con el objeto de identificar si los parámetros básicos se mantienen, se tomó una muestra compuesta del pozo de

recolección del desecho del bunker y del tanque de recolección de aceites (subsuelo).

Los resultados de los análisis corroboraron que los parámetros que sirvieron de base para el tratamiento de los efluentes industriales ofertado por Lagin se mantienen, de allí que el diseño propuesto se encuentra en vigencia y deberá ser implementado por ELECAUSTRO, como parte del Plan de Manejo Ambiental de la central termoeléctrica El Descanso, mas aún cuando cuenta con la aprobación de ETAPA.

En el siguiente documento se incluye el resumen del estudio realizado por Lagín – Ecuador, en el que constan además los planos del tratamiento propuesto.

RESUMEN DEL ESTUDIO PRESENTADO POR LAGIN – ECUADOR PARA LA CENTRAL TÉRMICA “EL DESCANSO”

ANTECEDENTES

La Empresa Eléctrica Regional Centro Sur C.A. mediante contrato DIPRO N°4818 firmado el 7 de noviembre de 1997 realizó la caracterización de los efluentes líquidos, de las Centrales Térmicas Monay y El Descanso, para su

aprobación a la Empresa Municipal de Teléfonos y Alcantarillado (ETAPA), ya que es el organismo local encargado de controlar la contaminación de los ríos del cantón Cuenca.¹

Elecaustro, encargada de la Generación no a implementado el tratamiento descrito por Lagín para la Centrales Térmicas, sin embargo de las inspecciones realizadas y revisados los estudios técnicos de Lagín , no han cambiado las condiciones de generación.

Por lo anterior y sin haberse cambiado las condiciones de generación el proyecto realizado por Lagín, mantiene su vigencia y deberá ser implementado por la Empresa Electro Generadora del Austro a corto plazo.

A continuación se describen los parámetros principales que sirvieron de base para el diseño y las características del tratamiento propuesto por Lagín-Ecuador.

Parámetros analizados

¹ En Junio de 1991, ETAPA suscribe un convenio con el Ministerio de Salud Pública, en su calidad de Presidente del comité Interinstitucional de la protección del Ambiente y el Instituto Ecuatoriano de Recursos Hidráulicos INERHI, mediante el cual estas instituciones delegan a ETAPA la aplicación de la Ley de Prevención y Control de la Contaminación Ambiental y su Reglamento relativo al recurso Agua en el Cantón Cuenca. En diciembre de 1996 ETAPA renovó el convenio para la aplicación de la Ley de Prevención y Control de la Contaminación ambiental en el Cantón Cuenca con el Ministerio del Medio Ambiente, el Ministerio de Desarrollo Urbano y Vivienda MIDUVI, el Consejo Nacional de recursos hídricos y el Centro de reconversión Económica de la Provincias del Azuay, Cañar y Morona Santiago CREA.

Los análisis se realizaron en muestras compuestas y conforme a los parámetros establecidos en el "Reglamento Ambiental para las Actividades Hidrocarburíferas en el Ecuador", Cuadro N° 4 contenido en el Decreto N° 2982, publicado en el Registro Oficial N° 766 de del 24 de Agosto de 1995, así como en la "Regulación para la Municipalidad de Cuenca", en el Capítulo 1, Artículo 8, emitida en el Registro Oficial N°. 222

Al respecto en el presente resumen de los resultados obtenidos por LAGIN, se compara los valores obtenidos por ellos en los ensayos realizados con los valores permisibles establecidos en el Reglamento Sustitutivo del Reglamento Ambiental para las Operaciones hidrocarburíferas en el Ecuador publicado mediante Registro Oficial N°265 del 13 de febrero del 2001.

Los parámetros analizados fueron los siguientes:

- Caudal
- pH
- Temperatura
- Materia Flotante
- Hidrocarburos y Grasas
- Sólidos disueltos

- Cloruros
- Sulfatos
- Sólidos suspendidos
- Sólidos sedimentables
- Demanda Química de Oxígeno
- Demanda Bioquímica de Oxígeno
- Cadmio
- Cobre
- Zinc
- Cromo
- Fenoles
- Fluoruros .
- Mercurio
- Niquel
- Plomo
- Vanadio
- Color
- Turbidez
- DQO
- DBO

Los métodos de análisis empleados fueron los identificados en las normas APHA, AWWA, y WPCF, establecidos en los Estándar Métodos.

Procedimiento de muestreo

El Descanso

La toma de muestras se la realizó por 11 días. En este período de tiempo, el funcionamiento de la Central se lo realizó de forma normal, es decir, sin efectuar ningún tipo de modificación del proceso y utilizando los combustibles y máquinas usuales.

El monitoreo se realizó durante períodos de tiempo de aproximadamente 12 horas, tomando alícuotas de efluente en proporción directa al caudal vertido y mezclándolas, de está forma se garantizó que la muestra final a analizar sea compuesta y representativa. Las muestras se las tomo tanto en el día como en la noche, completando un total de 11 muestras compuestas y analizadas. Las alícuotas para la conformación de las muestras compuesta y la determinación de caudal se realizaron cada 30 minutos.

Resultados

Del análisis químico de las muestras se concluyó:

pH se encuentran en el rango de 8.49 y 6.32 lo que cumple con la reforma al Reglamento Ambiental para las Actividades Hidrocarburíferas en el Ecuador. Registro Oficial N° 265.

Temperatura, el rango de los efluentes líquidos se encuentra entre los 20 y 27 °C que fluctúa hasta en 3° mayor a la temperatura ambiente.

Materia flotante,. Este parámetro no se detectó en ninguna de las muestras analizadas.

Hidrocarburos y grasas, son el parámetro más crítico de todos los analizados, se encuentran entre los rangos de 1576 a 115 ppm, incumpliendo la normativa vigente que indica como valor máximo 15 ppm.

Al ser los hidrocarburos y grasas el parámetro crítico de la Central, el diseño está enfocado a tomar la acción correctiva pertinente para evitar la contaminación del cauce receptor por estas sustancias.

Sólidos disueltos, suspendidos y sedimentables, los rangos presentes en los efluentes industriales están en cantidades tales que no afectarán la calidad de las aguas del cauce receptor.

Cloruros, se encuentran en valores que corresponden a las características propias del agua del sector por lo que no se los consideró como un parámetro de diseño.

Sulfatos, están dentro de los valores permitidos de emisión.

La Demanda Química de Oxígeno (DQO) y la Demanda Bioquímica de Oxígeno 5 (DBO₅) se encuentran entre los valores de 892 a 72.5 para el caso de DQO y 296 a 48.73 para el caso de DBO₅. Estos valores se han visto afectados por la presencia de hidrocarburos y grasas la eliminación de hidrocarburos y grasas hará que estos parámetros disminuyan y cumplan la reglamentación vigente.

Metales pesados, cadmio, cobre, zinc, cromo, mercurio, níquel, plomo y vanadio se encontró que no se generan en cantidades significativas, sino que son trazas propias de las características de la zona, por lo que no se aprecia afectación de estos parámetros en la calidad de los efluentes. Se cumple la normativa vigente.

Fenoles, cumple con la normativa vigente.

Fluoruros, cumplen con la normativa vigente.

Turbidez y color, los mismos que no presentan dificultades en la calidad de los efluentes analizados.

Tabla 22 Parámetros promedios obtenidos por Lagin, en su estudio.

N.	PARÁMETROS	UNIDADES	METODO			PROMEDIO
			APHA, AWWA	MÁXIMO	MÍNIMO	
1	Caudal	m ³ /h		21.410	7.110	16.030
2	pH		4500-H+	8.490	6.320	7.527
3	Temperatura	°C	2550	27.000	20.000	23.818
4	Materia Flotante		VISUAL	ND	ND	ND
5	Hidrocarburos y Grasas	mg/l	5520	1576.000	115.000	750.091
6	Sólidos disueltos	mg/l	2540 C	1380.000	270.000	493.636
7	Cloruros	mg/l	4500-Cl-	180.000	63.800	100.758
8	Sulfatos	mg/l	4500-SO ₄ ⁺	44.000	10.000	19.909
9	Sólidos suspendidos	mg/l	2540 D	330.000	10.000	77.364
10	Sólidos sedimentables	mg/l	2540 F	2.000	0.260	0.815
11	Demanda Química de Oxígeno	mg/l de O ₂	5220	892.000	72.500	760.000
12	Demanda Bioquímica de Oxígeno	mg/l de O ₂	5210	296.000	48.730	120.000
13	Cadmio	mg/l	3500-Cd	0.070	0.011	0.029
14	Cobre	mg/l	3500-Cu	0.120	0.050	0.094
15	Zinc	mg/l	3500-Zn	1.500	0.053	0.761
16	Cromo	mg/l	3500-Cr	0.080	0.010	0.028
17	Fenoles	mg/l	5530	0.092	0.028	0.054
18	Fluoruros	mg/l	4500-F-	0.700	0.000	0.112
19	Mercurio	mg/l	3500-Hg	ND	ND	ND
20	Niquel	mg/l	3500-Ni	0.110	0.040	0.066
21	Plomo	mg/l	3500-Pb	0.061	0.036	0.046
22	Vanadio	mg/l	3500-V	0.003	0.000	0.001
23	Color	und. Pt-Co	2120	213.000	9.000	45.910
24	Turbidez	F.T.U.	ESPECT.	184.000	3.000	26.910

Valores obtenidos en las pruebas realizadas a los líquidos detenidos en los tanques de aceite y en el pozo de bunker

TABLA 23 RESULTADOS DE LOS ANÁLISIS DE LABORATORIO A LOS LÍQUIDOS DE LOS TANQUES Y POZO DE BUNKER

Parámetro	Unidad	Valor	Valor de la norma
pH		9.30	9.0
Materia orgánica	% en peso	51.94	
Fósforo total	% en peso	0.0134	
Sólidos totales	%	53.27	
Humedad	%	46.73	
Substancias solubles en hexano	g/l	283.20	
Cadmio	% en peso	0.00003	
Cobre	% en peso	0.0075	
Cromo	% en peso	0.0051	
Hierro	% en peso	0.0481	
Zinc	% en peso	0.0276	
Hidrocarburos totales	% en peso	12.227	0.4

Fuente: Ensayos realizados noviembre 2002

Se determina que el valor de pH supera la normativa vigente.

Debido a que la muestra presenta el 53% de sólidos totales, la muestra fue considerada como un lodo, por lo tanto se realiza el ensayo como si fuera un suelo. No existen parámetros nacionales para comparar los resultados obtenidos, sin embargo son valores altos de contaminación. Los parámetros que sobresalen en el análisis para la normativa ecuatoriana es el valor de Hidrocarburos totales, mayor a 4000 mg/kg.

Para cromo y cobre no existe normativa ecuatoriana, sin embargo pueden usarse como valores guía: 15 mg/kg de cromo hexavalente para tierra agrícola y cobre no detectado, que son valores normados en el Japón.

Una vez que se implante el tratamiento se deberá usar los datos de monitoreo del efluente y de los lodos para definir los parámetros de contaminación e identificar las medidas a implantarse.

Los resultados de los ensayos realizados se presentan en el Anexo 3.3. (Reporte de ensayos de calidad de suelos y aguas).

Análisis de aguas y suelo presente en la zona de descarga, margen izquierda del río Cuenca.

Con el objeto de identificar los niveles de contaminación se realizó un muestro de lodos y aguas ubicados en las márgenes del río Cuenca, zona de descarga de efluentes industriales, obteniéndose los siguientes resultados:

Para la determinación de índices guía se ha hecho uso del reglamento sustitutivo para operaciones hidrocarburíferas, RO 265 del 13 de febrero del 2001; del Reglamento para la prevención y control de la contaminación ambiental, en lo relativo al recurso agua RO 204 del 5 de junio del 1989; y Reforma a la Ordenanza de Administración y Regulación y Tarifas para el uso de los servicios de alcantarillado del cantón Cuenca publicada en el RO 222, del 30 de junio de 1993.

Calidad del agua

Las aguas que se encuentran atrapadas en las márgenes del río Cuenca, incumplen en los siguientes parámetros: Aceites y Grasas, DQO, Zinc, Plomo y Manganeseo. Una vez que se implante el tratamiento y se recupere el área afectada, deberá realizarse muestras de los efluentes del proceso industrial donde entre otros parámetros a analizar estarán los anteriores en

especial los metales pesados, que no se removerán con el tratamiento propuesto.

En la Tabla 20, se presenta los valores obtenidos del análisis de la muestra tomada para obtener parámetros de calidad del agua, la misma que se encuentra atrapada en las áreas de descarga de los efluentes de la central térmica El Descanso.

6.4 Cuantificación del impacto ambiental antes y después del proceso.

La cuantificación del impacto ambiental **antes del proceso de filtro-prensa**, está determinado por la cantidad de lodos de aceite producidos en un año, los datos de producción de estos lodos se analizaron en capítulos anteriores.

Para la producción de lodos de aceite tenemos:

- 1 galón de desechos por cada cuatro horas y por cada máquina; por lo tanto:

$$V(\text{desechos}) = \frac{1 \text{ galon}}{4 \text{ horas}} * \frac{24}{1 \text{ dia}} * \frac{3.785 \text{ litros}}{1 \text{ galon}} = 22.71 \text{ litros} = 22710 \text{ cm}^3$$

- Luego tenemos que para las cuatro máquinas habrá una producción de 90.84 litros ó 90840 cm^3 por día.

- Trabajando los 30 días a la semana se tendría una producción de contaminante de 2725.2 litros.
- Anualmente se tendría una producción de 32702,4 litros ó 32.7 m³ de contaminante que serían depositados en la fosa cavada contigua a la Central.

La cuantificación ambiental **después del proceso** está determinada por la cantidad de agua obtenida y la cantidad de borra de aceite (torta) al final del procedimiento.

La cantidad de agua obtenida ha sido estimada experimentalmente y cuantificada anteriormente

Con 4 limpiezas diarias de lodos de aceite se obtendrían 18.168 litros por cada limpieza.

Diariamente se tienen que por cuatro limpiezas se obtienen (4X18.168) litros = 72.672 litros.

Mensualmente se obtendrían (30x72.672) litros = 2180.16 litros.

Finalmente el volumen de agua estimada anualmente sería de 26161.92 litros.

Llevando estos resultados a metros cúbicos se obtiene 26.16 metros cúbicos anualmente.

La **cantidad de borra de aceite (torta)** también ha sido estimada en la sección 4.3 de esta tesis Despejando la masa (m) de la fórmula tenemos que **la masa será de 5359.6 gramos = 5.36 Kg. por cada limpieza.**

Por lo tanto en el día se obtienen 4 tortas de 5.36 Kg. cada una.

Mensualmente la producción es de 120 tortas de 5.36Kg. Finalmente la producción anual es de **1440 tortas de 5.36 Kg. cada** una con la dimensiones especificadas en la sección 4.3.

CAPITULO 7

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Conclusiones:

- Se ha seleccionado el método convencional de filtro-prensa para el tratamiento de los lodos de aceite lubricante. Los residuos de filtración tienen el nombre de borra de aceite o torta.

- En el sistema actual de lodos existen deficiencias, como por ejemplo este es un tratamiento en el que los operadores de las máquinas debían necesariamente pasar por momentos desagradables limpiando 3 veces al día los lodos acumulados en el tanque de lodos destinado para ese propósito. Con el sistema neumático de filtro no tendrían ese problema ya que la masa extraída sería fácil de empaquetar para su venta posterior.
- La producción de ésta masa en el día sería de 4 tortas con un peso de 5.36 Kg. cada una. Finalmente se tiene que por año la masa total de sólidos sería de 7718.4 Kg. recolectados en 1440 paquetes.
- Diariamente se tienen que por cuatro limpiezas se obtienen 72.672 litros. Mensualmente se obtendrían 2180.16 litros. Finalmente el volumen de agua estimada anualmente sería de 26161.92 litros.
- Actualmente no se realiza almacenamiento de aceites y residuos de combustibles, estos se ubican en pozos de recolección de desechos para luego ser bombeados directamente a las márgenes del río Cuenca, donde se ha formado zonas deprimidas de acumulación de aguas y combustibles no tratados de la Central Térmica El Descanso. Con este tratamiento propuesto se mitigaría la cantidad de desechos en el pozo de recolección, ésta cantidad de lodos ha sido estimada en

$$2.7252 \frac{m^3}{mes} \times \frac{12 meses}{año} = 32.7024 \frac{m^3}{año}.$$

- En el análisis realizado al agua presente en el pozo de descarga se puede observar que en la cantidad de aceites y grasas no cumple con la normativa ambiental debido a que se presenta una película visible en el agua atrapada en las márgenes de río (mg/L)
- En el análisis del agua presente en el pozo la demanda química de oxígeno 5 DBO₅ (mg /L) no cumple con la normativa ambiental según se muestra en la tabla 20. Al igual los elementos zinc, plomo y manganeso se especifican en la misma tabla y se observa que no cumple.

RECOMENDACIONES:

- Como una recomendación para la determinación del diámetro interior la magnitud decisiva es el conjunto de aire comprimido más una reserva adicional para los equipos neumáticos que en poco tiempo pueden incorporarse.
- Es importante considerar que existen valores procedentes de la práctica, que indican cuales deben de ser la velocidad de circulación y la caída de presión en la tubería para conseguir una rentabilidad óptima.
- Cuanto mayor es la velocidad de circulación, tanto mayor es la caída de presión hasta el punto de toma de una tubería, por lo que se recomienda controlar la velocidad de circulación de aire en la red según los valores en la práctica.
- Los períodos de mantenimiento y la vida de los cilindros son afectados también por la calidad del montaje (alineación y esfuerzos) y la calidad del aire (humedad y lubricación). Por lo tanto es recomendable verificar la calidad del montaje y la calidad del aire.

ANEXOS 1

SIMBOLOGÍA NEUMÁTICA NORMALIZADA ISO/IRAM.

NORMA INTERNACIONAL

ISO 1219

IRAM 4542

TRANSMISIONES HIDRAULICAS Y NEUMÁTICAS –
SIMBOLOS GRAFICOS

PRIMERA EDICIÓN: 1/ 08/ 1976.

CORREGIDA Y REIMPRIMIDA: 1/ 03/ 1977.

ISO (Organización Internacional de Standardización) es una federación mundial de organismos nacionales de normalización (miembros del comité ISO). La elaboración de normas internacionales se desarrolla a través de comités técnicos ISO. Las organizaciones gubernamentales en relación con ISO también toman parte en el trabajo. Los proyectos de normas internacionales adoptadas por los comités técnicos se envían a los miembros del comité para su aprobación antes de ser aceptada como norma internacional por el consejo ISO. La norma internacional ISO 1219 fue designada por el comité técnico ISO/TC 10 (Designaciones Técnicas), y el ISO/TC 131, Transmisiones Hidráulicas y Neumáticas. Esta fue sometida directamente al consejo ISO, conforme al parágrafo 6-12-1 de directivas para los trabajos técnicos ISO. Esta norma internacional anual y reemplaza la recomendación ISO/R 1219-1970, que había sido aprobada por los miembros del comité de los siguientes países

Alemania		Francia	Reino Unido
Australia		Grecia	Rumania
Bélgica		Hungría	Sud. África. Rep de
Brasil	IR - ESPOL	India	Suecia
Canadá		Israel	Suiza
Checoslovaquia		Italia	Tailandia
Chile		Japón	Turquia
Dinamarca		Noruega	U.S.A
Egipto		Nueva Zelanda	U.R.S.S

CONTENIDO

0	Introducción	1
1	Objeto y campo de aplicación	1
2	Referencia	1
3	Definiciones	1
4	Frase de identificación	1
5	Generalidades (símbolos básicos y funcionales)	2
6	Conversión de la energía	3
7	Valvulas de control	7
8	Transmision de la energía	14
9	Comandos	17
10	Equipos suplementarios	20
11	Ejemplos de ensamble de equipos	20
12	Ejemplos de instalaciones completas	23

España

Países Bajos

Yugoslavia

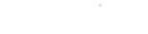
Finlandia

Polonia

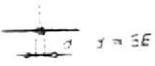
* En preparación

5 Generalidades

Los símbolos para equipos hidráulicos y neumáticos y accesorios son funcionales y consisten en uno o más símbolos básicos y en general de uno o más símbolos funcionales. Los símbolos no están en escala, ni en general orientados en una dirección particular. Las dimensiones relativas en combinaciones de símbolos deben de corresponder a los indicados en los ejemplos de los apartados 11 y 12.

	Descripción	Aplicación	Símbolo
5.1	Símbolos Básicos		
5.1.1	Líneas:		
5.1.1.1	- continua		
5.1.1.2	- trazos largos	conductor	
5.1.1.3	- trazos cortos		
5.1.1.4	- doble	construcción mecánica	
5.1.1.5	- trazo y punto o. ocasional	rotación para verificación de punto o. ocasional	
5.1.2	Círculo, semicírculo		
5.1.2.1		líneas de construcción, etc.	
5.1.2.2		líneas de construcción, etc.	
5.1.2.3		líneas de construcción, etc.	
5.1.2.4		líneas de construcción, etc.	
5.1.2.5		líneas de construcción, etc.	
5.1.3	Rectángulo, rectángulo	líneas de construcción, etc.	
5.1.4	Forma de triángulo	líneas de construcción, etc.	
5.1.5	Forma de triángulo	líneas de construcción, etc.	
5.1.6	Forma de triángulo	líneas de construcción, etc.	
5.1.7	Forma de triángulo	líneas de construcción, etc.	
5.1.8	Forma de triángulo	líneas de construcción, etc.	
5.1.9	Forma de triángulo	líneas de construcción, etc.	
5.1.10	Forma de triángulo	líneas de construcción, etc.	
5.1.11	Forma de triángulo	líneas de construcción, etc.	
5.1.12	Forma de triángulo	líneas de construcción, etc.	
5.1.13	Forma de triángulo	líneas de construcción, etc.	
5.1.14	Forma de triángulo	líneas de construcción, etc.	
5.1.15	Forma de triángulo	líneas de construcción, etc.	
5.1.16	Forma de triángulo	líneas de construcción, etc.	
5.1.17	Forma de triángulo	líneas de construcción, etc.	
5.1.18	Forma de triángulo	líneas de construcción, etc.	
5.1.19	Forma de triángulo	líneas de construcción, etc.	
5.1.20	Forma de triángulo	líneas de construcción, etc.	

- 1) L = Largo de la línea
- 2) S = Espesor de la línea
- 3) E = Espacio entre líneas

	Descripción	Aplicación	Símbolos
5.1.5 5.1.5.1	Signos diversos	conexión de conductor	
5.1.5.2		resorte	
5.1.5.3		restricción:	
5.1.5.3.1		-sensible a la viscosidad	
5.1.5.3.2		-no sensible a la viscosidad	
5.2	Símbolos funcionales		
5.2.1	Triángulo:	Dirección de flujo y magnitud del fluido	
5.2.1.1	-lleno	flujo hidráulico	
5.2.1.2	-perímetro solamente	flujo neumático o escape a la atmósfera	
5.2.2	Flecha	Indicación de: -dirección -dirección de conexión -paso de conexión del fluido a través de válvulas	
		Para aparatos de regulación como en 7.4 se usan las presentaciones con o sin cara al flanco de la flecha se usan en la dirección.	
		Como regla general la línea perpendicular en la cabeza de la flecha indica que cuando la flecha actúa el paso interior siempre permanece conectado al correspondiente paso exterior.	
5.2.3	Flecha oblicua	Indicación de posibilidad de regresión o de variación progresiva.	
6 Conversión de la energía			
6.1	Bombas y compresores	Para convertir energía mecánica a hidráulica o neumática.	



19 - ESPOL

M I C R O M E C Á N I C A

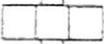
	Descripción	Aplicación	Símbolos
6.1.1	Desplazamiento fijo: bombas hidráulicas		
6.1.1.1	- con una dirección de flujo		
6.1.1.2	- con dos direcciones de flujo		
6.2	Desplazamiento variable: bombas hidráulicas		
6.2.1	- con una dirección de flujo	El símbolo es una combinación de 6.1.1.1 y 6.2.1 (flecha oblicua)	
6.2.2	- con dos direcciones de flujo	El símbolo es una combinación de 6.1.1.2 y 6.2.1 (flecha oblicua)	
6.3	Desplazamiento fijo: bombas neumáticas	Siempre una dirección de flujo	
	Motores	Para convertir energía hidráulica o neumática en mecánica rotatoria	
6.2.1	Motor hidráulico con desplazamiento fijo		
6.2.1.1	- con una dirección de flujo		
6.2.1.2	- con dos direcciones de flujo		
6.2.2	Motor hidráulico con desplazamiento variable:		
6.2.2.1	- con una dirección de flujo	El símbolo es una combinación de 6.2.1.1 y 6.2.3 (flecha oblicua)	
6.2.2.2	- con dos direcciones de flujo	El símbolo es una combinación de 6.2.1.2 y 6.2.3 (flecha oblicua)	

micromecánica

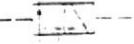
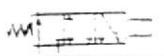
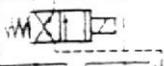
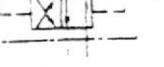
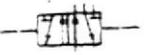
	Descripción	Aplicación	Símbolos
6.2.3	Motor neumático: desplazamiento fijo		
6.2.3.1	-con una dirección de flujo		
6.2.3.2	-con dos direcciones de flujo		
6.2.4	Motor neumático: desplazamiento variable		
6.2.4.1	-con una dirección de flujo	Funcionando en combinación de 5.2.3.1 y 5.2.3.2	
6.2.4.2	-con dos direcciones de flujo	Funcionando en combinación de 5.2.3.1 y 5.2.3.2	
6.3.5	Motor hidráulico		
6.3.5.1	-paralelo		
6.3.5.2	-a-umático		
6.3.	Trinca motor-bomba	Funcionando en combinación de 6.3.1.1 y 6.3.1.2	
6.3.1	Motor/Bomba de desplazamiento fijo		
6.3.1.1	-con inversión del sentido de flujo	Funcionando como bomba o motor de desplazamiento fijo	
6.3.1.2	-con una sola dirección del flujo	Funcionando como bomba o motor de desplazamiento fijo	
6.3.1.3	-con dos direcciones de flujo	Funcionando como bomba o motor de desplazamiento fijo	
6.3.2	Motor/Bomba de desplazamiento variable		
6.3.2.1	-con inversión de la dirección de flujo	El símbolo es una comb. de 6.3.1.1 y 5.2.3 (flecha oblicua)	
6.3.2.2	-con una sola dirección de flujo	El símbolo es una comb. de 6.3.1.2 y 5.2.3 (flecha oblicua)	
6.3.2.3	-con dos direcciones de flujo	El símbolo es una comb. de 6.3.1.3 y 5.2.3 (flecha oblicua)	

TRIPLO MEXICANA

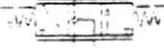
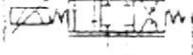
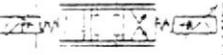
	Descripción	Simbolización	Simbolos
6.4	Variadores de Velocidad	Controladores de velocidad-bomba y/o motor con dispositivo de des-arranque variable	
6.5	Cilindros	Control de flujo de aire a través de válvulas de control de flujo de aire de tipo solenoide lineal	
6.5.1	Cilindros de simple efecto	Control de flujo de aire a través de válvulas de control de flujo de aire de tipo solenoide lineal	
6.5.1.1	-Retorno por fuerza de especificada	Control de flujo de aire a través de válvulas de control de flujo de aire de tipo solenoide lineal	
6.5.1.2	-Retorno por resorte	Control de flujo de aire a través de válvulas de control de flujo de aire de tipo solenoide lineal	
6.5.2	Cilindros de doble efecto	Control de flujo de aire a través de válvulas de control de flujo de aire de tipo solenoide lineal	
6.5.2.1	-con simple salida de vástago	Control de flujo de aire a través de válvulas de control de flujo de aire de tipo solenoide lineal	
6.5.2.2	-con doble salida de vástago	Control de flujo de aire a través de válvulas de control de flujo de aire de tipo solenoide lineal	
6.5.3	Cilindros	Control de flujo de aire a través de válvulas de control de flujo de aire de tipo solenoide lineal	
6.5.4	Cilindros con amortiguación:		
6.5.4.1	-con amortiguación simple fija	El cilindro tiene amortiguación fija en una sola dirección	
6.5.4.2	-con amortiguación doble fija	Cilindros con amortiguación fija en ambas direcciones	
6.5.4.3	-con simple amortiguación ajustable	El símbolo es una comb. de 6.5.4.1 y 6.5.3 (Flecha oblicua)	

	Descripción	Aplicación	Símbolos
7.1.2	dos o más cuadrados	Indica una válvula de control direccional con tantas posiciones como cuadrados haya. Los conductos de conexión son normalmente representados como conectados al cubo en la posición de reposo (ver 7.1). Las otras posiciones pueden ser deducidas imaginando los cubos desplazados a las conexiones correspondientes con las bocas del cubo en cuestión	 
7.1.3	Símbolos simplificados para válvulas en caso de múltiple repetición	El número se refiere a una nota en el diagrama en el cual el símbolo de la válvula se da completo	
7.2	Válvulas de control direccional: distribuidores	Unidades provistas para la abertura o cierre de uno o más pasajes (representadas por varios cuadrados)	
7.2.1	Vías o canales:	Cuadrados conteniendo las vías internas	
7.2.1.1	-una vía		
7.2.1.2	-dos bocas cerradas		
7.2.1.3	-dos vías		 
7.2.1.4	-dos vías y una boca cerrada		
7.2.1.5	-dos vías en conexión transversal		
7.2.1.6	-una vía en posición de by-pass con dos bocas cerradas		
7.2.2	Distribuidor sin estrangulación	La unidad alimenta distintos circuitos condicionados a la posición del cubo	
7.2.2.1		Símbolo básico para dos posiciones	

SÍMBOLOS

	Descripción	Aplicación	Símbolos
7.2.2.2		Símbolo básico para válvula direccional de tres posiciones	
7.2.2.3		Representación opcional de pasaje a un estado intermedio entre dos posiciones distintas. Representado por un cubo con trazos	
		Un símbolo básico para válvula de control direccional con dos posiciones distintas y un estado intermedio de pasaje	
7.2.2.4	Designación: La primera cifra en la designación muestra el número de bocas (excluidas bocas piloto) y la segunda cifra el n° de posiciones distintas		
7.2.2.5	Válvula de control direccional 2/2:	Válvula de control direccional, con dos bocas y dos posiciones distintas	
7.2.2.5.1	-con control manual		
7.2.2.5.2	-controlado por presión con retorno a resorte		
7.2.2.6	Válvula de control direccional 3/2	Válvula de control direccional con tres bocas y 2 posiciones distintas	
7.2.2.6.1	-controlados por presión en ambas direcciones		
7.2.2.6.2	-controlada por solenoide con resorte de retorno	Indicando una posición intermedia (ver 7.2.3)	
7.2.2.7	Válvula de control direccional 4/2	Válvula de control direccional con 4 bocas y 2 posiciones	
7.2.2.7.1	-comando por presión en ambas direcciones por medio de una válvula piloto (con simple solenoide y retorno a resorte)		
7.2.2.8	Válvula de control direccional 5/2	Válvula de control direccional de 5 bocas y 2 posiciones	
7.2.2.8.1	-comando por presión en ambas direcciones		

Mecánica

	Descripción	Aplicación	Símbolos
7.2.3	Distribuidores con estrangulación	<p>La válvula posee dos posiciones de trabajo con un número de posiciones variando el grado de estrangulación.</p> <p>Los símbolos tienen flechas que indican a los puertos de los puertos.</p> <p>Se muestran la retro-acción de la válvula.</p>	
7.2.3.1		Las válvulas en posiciones extremas	
7.2.3.2		Las válvulas en posiciones intermedias	
7.2.3.3	Con dos bocas (una estrangulación)	<p>La válvula estrangula a fin de que sea comandada por un resorte.</p>	
7.2.3.4	Con tres bocas (dos estrangulaciones)	<p>La válvula de control de flujo estrangula con dos bocas de estrangulación y resorte.</p>	
7.2.3.5	Con cuatro bocas (4 estrangulaciones)	<p>La válvula a fin de que sea comandada a fin de que sea resorte.</p>	
7.2.4	Servo-válvulas eléctricas: Servo-válvulas electro-neumáticas	<p>La válvula acepta una señal eléctrica analógica o digital para una acción hidráulica o neumática.</p>	
7.2.4.1	Simple paso	Con acción directa	
7.2.4.2	Doble paso con retorno mecánico	Con acción directa indirecta	
7.2.4.3	Doble paso con retorno hidráulico	Con acción directa indirecta	
7.3	Válvula anti-retorno selectora de circuito y válvula de descarga rápida	Válvulas que permiten el flujo en una sola dirección.	
7.3.1	Válvula anti-retorno		
7.3.1.1	-sin resorte	Abre si la presión de entrada es más elevada que la de salida.	
7.3.1.2	-con resorte	Abre si la presión de entrada es mayor que la de salida más la presión del resorte.	
7.3.1.3	-con piloto	como 7.3.1.1 pero con control piloto.	

VALVULAS

	Descripción	Aplicación	Símbolos
7.3.1.3.1		-del cierre	
7.3.1.3.2		-de la abertura	
7.3.1.4	-con restricción	Unidad que permite sobre fluir en una dirección pero restringida en sentido opuesto	
7.3.1	Selectora de circuitos	Conecta automáticamente la línea de salida más adecuada con la otra línea	
7.3.2	Válvula de escape rápido	En caso de emergencia de seguridad se abren las cartuchos	
7.3.3	Válvulas de control de presión	Unidad de control de presión que se abre por un resorte cuando la presión en la línea de salida de la flecha de control al final de la línea. Para más detalles ver 9.3.4.1	
7.4.1.1	Válvula de control de presión -normalmente cerrada y una estrangulación	Símbolos de los	
7.4.1.2	-normalmente abierta y una estrangulación		
7.4.1.3	-normalmente cerrada y 2 estrangulaciones		
7.4.2	Válvula limitadora de presión (válvula de seguridad)	Limitación de la presión del orificio de entrada por abertura del orificio de descarga al aire libre o al depósito utilizando una fuerza antagonica por resorte	

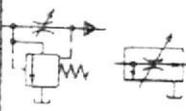


18 - ESPOL

	Descripción	Aplicación	Símbolos
7.4.2.1	-piloto por comando a distancia	La presión del orificio de entrada está limitada como en 7.4.2 o a aquella que corresponda a la regulación del control piloto	
7.4.3	Limitador proporcional de presión	La presión de entrada está limitada a un valor que es proporcional a la presión de pilotaje - ver 9.2.4.1.3.-	
7.4.4	Válvula de secuencia	Cuando la presión de entrada supera la fuerza antagónica del resorte, la válvula se abre permitiendo la circulación hacia la boca de salida.	
7.4.5	Regulador de presión o válvula reductora	Unidad, tal que, con una presión variable de entrada entrega una presión de salida sensiblemente constante. La presión de entrada debe ser siempre más elevada que la requerida en la salida	
7.4.5.1	-sin boca de descarga		
7.4.5.2	-sin orificio de descarga con control remoto	Como en 7.4.5.1, pero la presión de salida depende de la presión de control.	
7.4.5.3	-con orificio de descarga		
7.4.5.4	-con orificio de descarga y control remoto	Como en 7.4.5.3, pero la presión de salida depende de la presión de control	

Microhidráulica

	Descripción	Aplicación	Símbolos
7.4.6	Reductor de presión diferencial	La presión de salida es reducida a un valor sensiblemente constante fijo respecto a la presión de entrada	
7.4.7	Reductor de presión proporcional	La presión de salida es reducida desde un valor constante de la presión de entrada-ver 3.2.4.1.3-	
7.5	Válvulas de control de flujo	Unidades que aseguran el control del flujo. Excepto 7.5.3, posiciones y principio de representaciones como 7.4.-	
7.5.1	Válvula reductora de flujo -variable-	Símbolo simplificado (no se indica el método de control, ni el estado de la válvula)	
7.5.1.1	-con control manual	Símbolo detallado (indica el método de control o el estado de la válvula)	
7.5.1.2	-con control mecánico y retorno a resorte (válvula de frenado)		
7.5.2	Válvula reguladora de caudal	El caudal se mantiene sensiblemente constante independientemente de las variaciones de presión de entrada	
7.5.2.1	-de caudal fijo		
7.5.2.2	-de caudal fijo con retorno al depósito.	Como en 7.5.2.1 pero con descarga del caudal excedente	
7.5.2.3	-de caudal variable	Como 7.5.2.1 pero con flecha 3.2.3 agregada al símbolo de restricción	

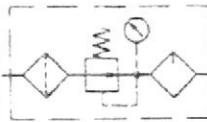
	Descripción	Aplicación	Símbolos
7.5.2.4	-de caudal variable con retorno al depósito	Como 7.5.2.3 pero con descarga del caudal excedente	
7.5.3	Divisor de caudal	El flujo es dividido en 2 flujos con un valor fijo sensiblemente independiente de las variaciones de presión	
7.6	Válvula robinete	Símbolo simplificado	
8 Transmisión de la energía y acondicionamiento			
8.1	Fuentes de energía		
8.1.1	Fuentes de presión	Símbolo general simplificado	
8.1.1.1	-fuente de presión hidráulica	Símbolos usados cuando se debe indicar la naturaleza de la fuente	
8.1.1.2	-fuente de presión neumática		
8.1.2	Motor eléctrico	Símbolo 113 en I.E.C. Publicación 117.2	
8.1.3	Motor térmico		
8.2	Líneas de flujo y conexiones		
8.2.1	-línea de flujo:		
8.2.1.1	-línea de trabajo de retorno y alimentación		
8.2.1.2	-línea de control piloto		

micromecánica

	Descripción	Aplicación	Símbolos
8.2.1.3	-línea de drenaje o purga o descarga	Usualmente conectando partes móviles	
8.2.1.4	-tubo flexible		
8.2.1.5	-línea eléctrica		
8.2.2	Unión de conductor		
8.2.3	Cruce de conductor	No conectado	
8.2.4	Purga de aire		
8.2.5	Boca de descarga:		
8.2.5.1	-liso no previsto para conexión		
8.2.5.2	-roscado para conexión		
8.2.6	Toma de presión	Sobre equipos o líneas para tomas de presión o mediciones	
8.2.6.1	-taponada		
8.2.6.2	-con línea de salida		
8.2.7	Acoples rápidos:		
8.2.7.1	-conectado sin válvula anti-retorno abierta mecánicamente		
8.2.7.2	-conectado con válvula anti-retorno abierta mecánicamente		
8.2.7.3	-desacoplado, a conducto abierto		
8.2.7.4	-desacoplado, conducto cerrado por válvula anti-retorno (ver 7.3.1.1)		
8.2.8	Conexión giratoria	Unión de líneas con movimiento, ángulos en servicio	
8.2.8.1	-una vía		
8.2.8.2	-tres vías		
8.2.9	Silenciador		

	Descripción	Aplicación	Simbolos
8.3	Depósitos		
8.3.1	Depósito abierto a la atmósfera		
8.3.1.1	-con conducto de entrada sobre nivel		
8.3.1.2	-con línea de entrada bajo nivel		
8.3.1.3	-con conducto en carga		
8.3.2	Depósitos presurizados		
8.4	Acumuladores	El fluido se mantiene bajo presión por el efecto de un resorte, un peso o gas comprimido (aire, nitrógeno, etc.)	
8.5	Filtros, trampas de agua, lubricadores y aparatos diversos		
8.5.1	Filtro o colador		
8.5.2	Trampa de agua:		
8.5.2.1	-con control manual		
8.5.2.2	-drenaje automático		
8.5.3	filtro con trampa de agua:		
8.5.3.1	-drenaje manual	Combinación de 8.5.1 y 8.5.2.1	
8.5.3.2	-drenaje automático	Combinación de 8.5.1 y 8.5.2.2.	
8.5.4	Secador de aire	Unidad secando aire (Por ej.: por métodos químicos)	
8.5.5.	Lubricador	Pequeñas cantidades de aceite son agregadas al aire al pasar por el equipo con el objeto de lubricar a los equipos receptores del aire	

micromecánica

	Descripción	Aplicación	Símbolos
8.5.6	Grupo de acondicionamiento	Consiste en filtro, regulador de presión, manómetro lubricador.	 
8.5.6.1		-símbolos detallados	
8.5.6.2		-símbolo simplificado	
8.6	Intercambiadores de calor	Aparatos para calentamiento del fluido circulante	
8.6.1	Reguladores de temperatura	La temperatura del fluido es mantenida entre dos valores predeterminados. Las flechas indican que el calor bien puede ser introducido o disipado.	
8.6.2	Enfriador	Las flechas en el diamante indican la extracción del calor	
8.6.2.1		Sin representación de las líneas del fluido de refrigeración	
8.6.2.2		Indicando las líneas de flujo del refrigerante	
8.6.3	Calentador	Las flechas en el diamante indican la introducción de calor	
9 Mecanismos de control (comandos)			
9.1	Elementos mecánicos		
9.1.1	Eje giratorio	Las flechas indican rotación	
9.1.1.1	-en una dirección		
9.1.1.2	-en cualquier dirección		
9.1.2	Dispositivo de mantener en posición	Para mantener una posición sistemática de un aparato	

	Descripción	Aplicación	Símbolos
9.1.3	Dispositivo de detención o bloqueo	El símbolo para desbloqueo es insertado en el cubo	
9.1.4	Bisaculador	Impide la inmovilización de un aparato en punto muerto	
9.1.5	Mecanismo de articulación:		
9.1.5.1	-simple		
9.1.5.2	-con palanca transversal		
9.1.5.3	-con punto fijo		
9.2	Modos de comando	Los símbolos que representan los modos de comando son incorporados en los símbolos de los elementos comandados a los cuales deben ser adyacentes. Para aparatos con varios cubos, la actuación del comando hace efectivo el cubo a el adyacente.	
9.2.1	Comando manual	Símbolo general (sin indicación de modo de comando)	
9.2.1.1	-pulsador		
9.2.1.2	-a palanca		
9.2.1.3	-a pedal		
9.2.2	Comando mecánico:		
9.2.2.1	-por émbolo o fin de carrera		
9.2.2.2	-por resorte		

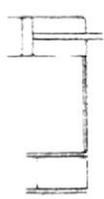
MOTOBOMBAS

	Descripción	Aplicación	Símbolos
9.2.2.3	-por rodillo		
9.2.2.4	-por rodillo actuando en una dirección sola		
9.2.3	Control eléctrico:		
9.2.3.1	-por solenoide		
9.2.3.1.1		-con un arrollamiento	
9.2.3.1.2		-con dos arrollamientos actuando en direcciones opuestas	
9.2.3.1.3		-con dos arrollamientos de acción variable progresiva operando en direcciones opuestas	
9.2.3.2	-por motor eléctrico		
9.2.4	Comando por aplicación o descarga de presión		
9.2.4.1	Comando directo:		
9.2.4.1.1	-por aplicación de presión		
9.2.4.1.2	-por descenso de la presión		
9.2.4.1.3	-por áreas de comando diferentes	En el símbolo el rectángulo más grande representa el área de control mayor, es decir, la fase prioritaria	
9.2.4.2	Comando indirecto accionado por piloto	Símbolo general para válvulas de control direccional con comando piloto	
9.2.4.2.1	-por aplicación de presión		
9.2.4.2.2	-por descenso de la presión		
9.2.4.3	Vías interiores de comando	Las vías de comando están dentro de la unidad	
9.2.5	Comando combinado:		
9.2.5.1	-por solenoide y distribuidor piloto	La válvula piloto direccional es accionada por el solenoide	
9.2.5.2	-por solenoide o válvula piloto direccional	Puede ser comandado independientemente	



ITB-ESPOL

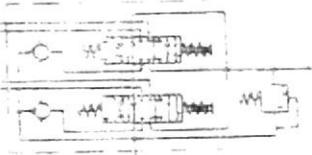
MICROMECAENICA

	Descripción	Aplicación	Símbolos
9.3	Retroacción mecánica	La conexión mecánica de una parte móvil del aparato de comando con una parte móvil del aparato comandado se representa por el símbolo 5.1.1.4 uniendo los dos elementos en cuestión-ver 11.1.2 y 12.1.1-	 <p>*Aparato de comando *Aparato de comando</p>
10 Equipos Suplementarios			
10.1	Instrumentos de medición		
10.1.1 10.1.1.1	Medición de presión: -manómetro	La posición de la conexión es indiferente	
10.1.2 10.1.2.1	Medición de temperatura: -termómetro	Posición de la conexión indiferente	
10.1.3 10.1.3.1	Medición de caudal: -caudalímetro		
10.1.3.2	-caudalímetro integral		
10.2	Otros aparatos		
10.2.1	Presóstato		
11 Ejemplos de ensamble de equipos			
En diagramas de circuitos los símbolos representan equipos en la posición de reposo. Como así también es posible representar cualquier otra condición , si está claramente indicada.			



Micro-mecánica

	Descripción y Aplicación	Símbolos IB-ESPOL
1.1	Grupos generadores de presión (bombas)	
1.1.1	Una bomba de dos etapas accionada por un motor eléctrico con una válvula de seguridad en la segunda etapa y una válvula limitadora proporcional de presión, la cual mantiene la presión de la primera etapa a, por ej., la mitad de la presión de la segunda.	
1.1.2	Una bomba de desplazamiento variable accionada por un motor eléctrico, controlada por un servomotor con un cilindro diferencial y una válvula de fin de carrera, con dos orificios de estrangulación y retroacción mecánica.	
1.1.3	Un compresor de una etapa accionado por motor eléctrico, el cual es automáticamente puesto en marcha y detenido con un presostato de acuerdo a si la presión sube o baja.	
1.1.4	Un compresor de dos etapas, accionado por motor de combustión interna. Comando de marcha en vacío o carga por conmutación de un distribuidor 3/2 dependiendo de la presión en el depósito.	
1.2	Grupos motoras	
1.2.1	Un motor de dos sentidos de rotación con válvula de seguridad y válvula de purga	
1.3	Aparatos de distribución y grupos de regulación	
1.3.1	Una unidad de control por la cual el pistón de un cilindro es movido automáticamente hacia atrás y adelante	

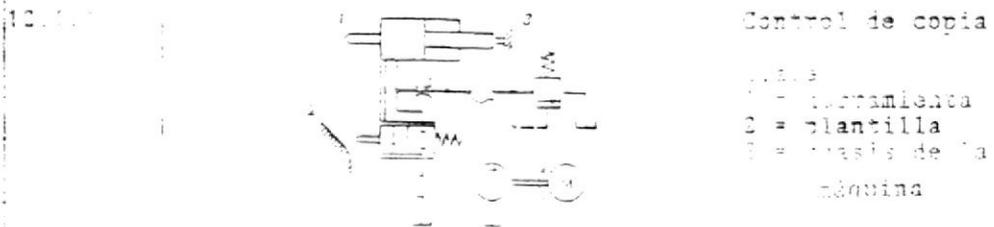
	Descripción y Aplicación	Símbolos
<p>Fig. 2</p>	<p>Un grupo de dos símbolos de control direccional 6/3. Las pines están conectadas para generar las válvulas anti-retorno y una válvula de seguridad.</p> <p>Cuando ambos controles direccionales están en posición neutral, el flujo es regresado al depósito.</p>	

12 Ejemplos de instalaciones completas

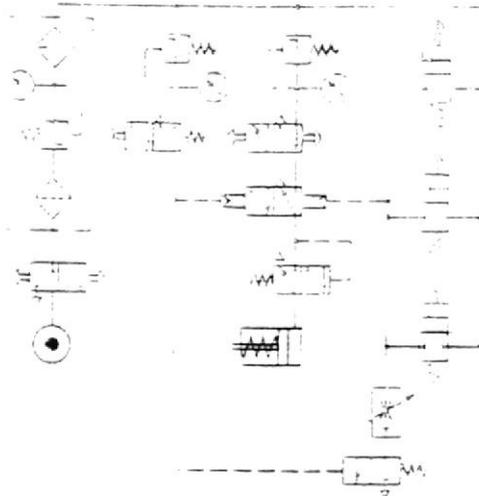
12 Ejemplos de instalaciones completas

En esquemas de circuitos, los símbolos normalmente representan el equipo en posición de reposo.

12.1 Instalaciones

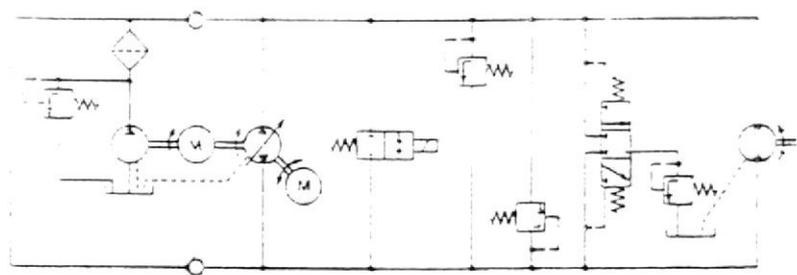


12.1.2 Control de operación de arrastre



12.1 Transmisiones

12.1.1 Transmisiones reversibles



ANEXO 2

ESPECIFICACIONES TECNICAS DE LA CENTRAL TERMoeLECTRICA

VALORES DE DISEÑO

ESPECIFICACIONES DE LOS CILINDROS

Ciclo de trabajo	Ciclo de cuatro tiempos de simple efecto
Diámetro interior	400 mm.
Carrera	460 mm.
Volumen de Carrera	57.81 litros
Volumen de Cámara de Combustión	5.51 litros
Relación de compresión	11.5/1

ESPECIFICACIONES DEL MOTOR

Distancia entre las líneas centrales de los cilindros. 740 mm.

Desplazamiento entre cilindros en
la misma carrera del cigüeñal (Tipo V)

125 mm.

Angulo V (Tipo V)

45°



CIB - ESPOL

ESPECIFICACIONES DEL CIGÜEÑAL

Diámetro de los muñones del cigüeñal

315 mm

Diámetro de los muñones de los

315 mm

cojinetes principales

Diámetro de los muñones de cojinetes

330 mm.

de anclaje

INYECCION DE COMBUSTIBLE

Método

Inyección Directa

INYECTOR DE COMBUSTIBLE

Tipo

Válvula Automática

tipo aguja

Número de agujeros x diá. agujero x

10 x 0.65 x 140°

ángulo de inyección

(fuel oil claro o

negro claro).

Presión de regulación de inyección

240 Kg. / cm.²

VELOCIDAD

Velocidad de régimen (máxima)

N = 520 r.p.m

Velocidad sobrecargada (1 hora o menos)

N x 1.03 r.p.m

Desconexión de sobrevelocidad (mecánica)

Aprox. N x 1.15

Velocidad mínima

Aprox. 170

Velocidad máxima de prueba

N x 1.06

(30 min. o menos bajo carga de régimen o inferior)

Velocidad mínima de encendido

Aprox. 80

Velocidad media del Pistón (N=529 r.p.m)

7.97 m/s

PRESION

Presión Efectiva Media (salida del régimen,

19.5 Kg./cm.²

520 r.p.m)

Presión de cilindro máxima

130 Kg./ cm.²

FUEL OIL

Clase	Fuel Oil ligero o negro ligero o negro muy viscoso
Presión de entrada al motor	
Fuel Oil negro muy viscoso	1.5 – 3 Kg./cm ²
Fuel oil ligero o negro ligero	0.5 – 2.5 Kg./cm
Consumo específico de combustible tres	2200 galones de Bunker por Máquinas por día

AGUA DE ENFRIAMIENTO

Agua de enfriamiento del motor (agua dulce)

Calidad	Agua dulce tratada
Régimen de flujo (por cilindro)	Aprox. 15 m ³ /h
Presión en la entrada del motor	2 – 3 Kg. / cm. ²
Diferencia de presión entre la entrada y Salida del motor.	Mayor que 1.4 Kg. / cm. ²
Temperatura en la salida del motor	80 a 85 ° C
Máximo valor tolerable (Alarma)	92° C o superior

Máximo valor del límite (desconexión) 95° C

Agua de enfriamiento de la válvula de

inyección de combustible

Calidad Agua dulce tratada

Régimen de flujo (por cilindro) 100 a 150 litros/ hr

Temperatura en la entrada del motor 60 a 70 ° C

ACEITE LUBRICANTE



TR - ESPOL

Aceite Lubricante del sistema

Clase de aceite Argina T-40

Viscosidad Ver el cuadro (Argina T-40)

Presión en la entrada del motor SAE-40

Valor Normal 5 – 6 Kg./ cm.²

Mínimo valor tolerable (Alarma) 4.2 Kg./ cm.² O inferior

Mínimo valor de límite (desconexión) 3.5 Kg./ cm.²

Temperatura en la entrada del motor

Valor normal 50 a 60 ° C

Máximo valor tolerable (alarma) 65 ° C o superior

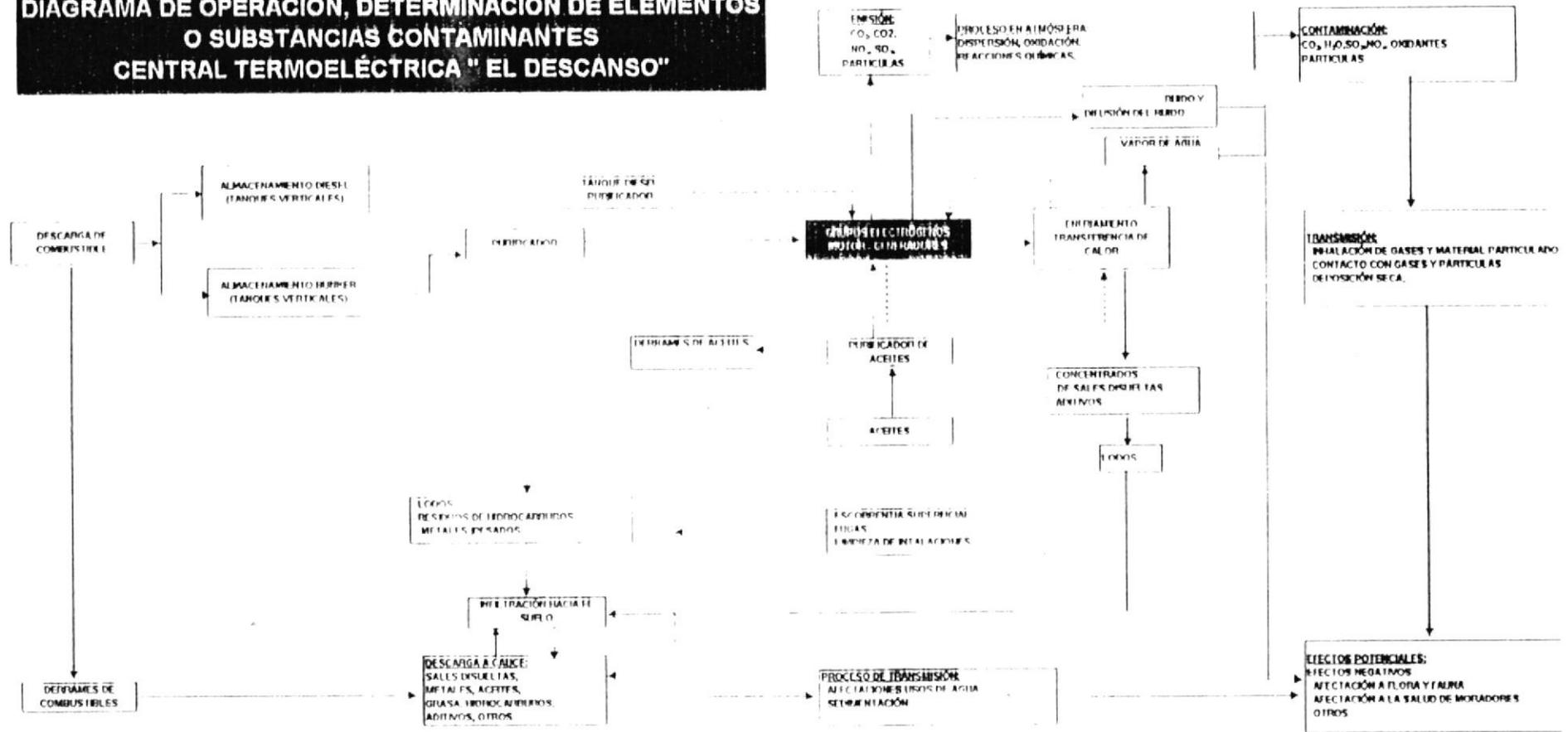
Temperatura en la salida del motor

Valor normal 60 a 70 ° C

Máxima Temperatura tolerable (alarma) 75°C o superior

DIAGRAMA PARA LA DETERMINACIÓN DE CONTAMINANTES

DIAGRAMA DE OPERACIÓN, DETERMINACIÓN DE ELEMENTOS O SUBSTANCIAS CONTAMINANTES CENTRAL TERMOELÉCTRICA "EL DESCANSO"



NOTA: EN LOS EFUENTES GASEOSOS Y LIQUIDOS, SU COMPARACION SE LA REALIZA CON LA NOMINATIVA VIGENTE

ANEXO 4

ESPECIFICACIONES TÉCNICAS DEL ACEITE ARGINA T-40

Lubricants Report



Product Data Sheet from Shell Lubricants

POB-001

ARGINA* OILS

Argina Oils are formulated under the ShellCare™ technology for use in highly rated medium speed diesel engines using residual fuels. Two TBN levels are available. Argina S grades are 20 TBN products and Argina T grades are 40 TBN products. Argina S grades cover engines using residual fuels of up to 20% sulphur content and Argina T grades cover engines using fuels of up to 35% sulphur content. Argina Oils are blends of fully selected base oils containing HVI base oils and a unique additive technology developed by Shell International Lubricants and Shell Research.

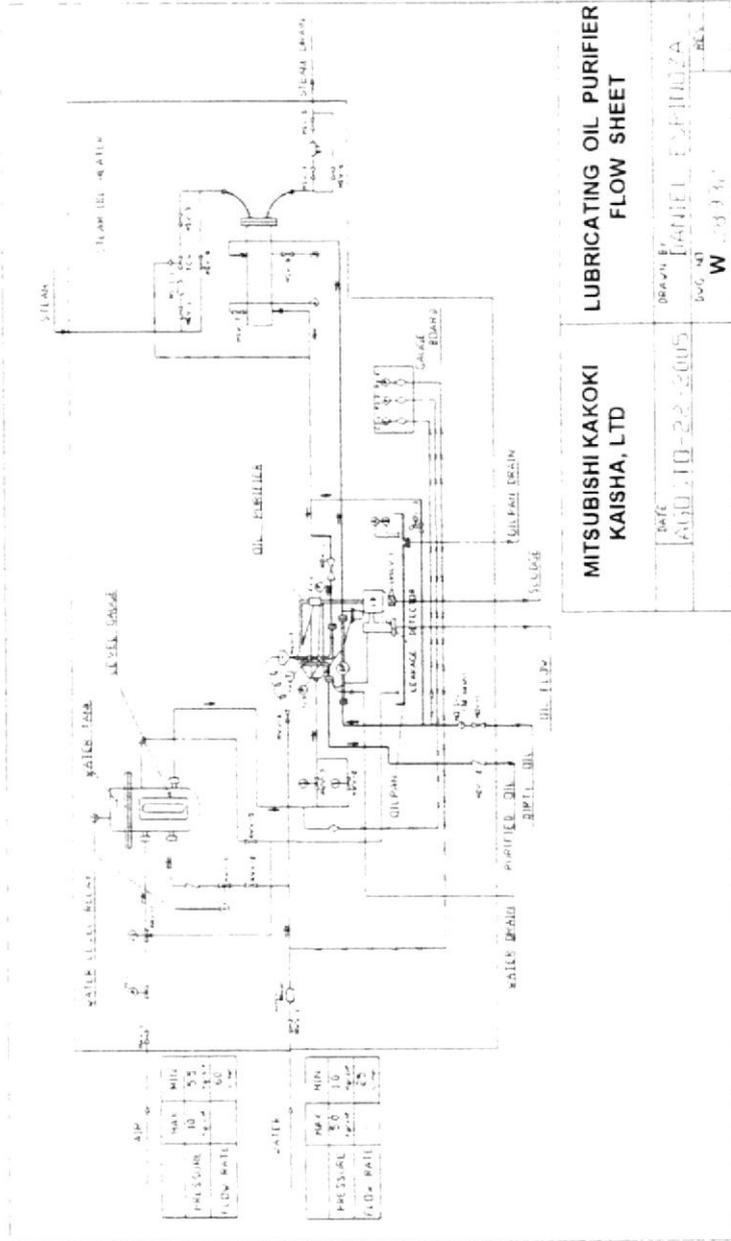
- Excellent detergent protects against lead and heavy metal contaminants in dirty oil from the engine
- Superior thermal stability provides excellent ash temperature deposit control
- Excellent oxidative stability combusters a long oil life
- Unique additive chemistry provides maximum corrosion protection of critical engine parts
- Excellent TBN retention ensures fuel protection throughout long oil drain intervals
- Meets API Services Classification S and Caterpillar series requirements
- Specially formulated for use in all diesel operations

CHARACTERISTIC	Argina S 40	Argina T 30	Argina T 40	ASTM METHOD
PRODUCT CODE	40™-437	40™-434	40™-435	
Density at 15 °C, kg/m ³	885	893	890	D 1535
Pour Point, °C	-24	-24	-24	D 97
Flash Point, COC, °C	275	287	285	D 92
Viscosity at 100 °C, cSt	14.1	12.2	14.2	D 445
Calcium, % mass	0.2	0.15	0.2	SA JCP
Sulphated Ash, % mass	1.00	1.50	1.70	D 874
TBN-E, mg KOH/g	20	40	30	D 2896

ANEXO 5



IPOL - ESPOL



MITSUBISHI KAKOKI KAISHA, LTD

LUBRICATING OIL PURIFIER FLOW SHEET

DATE: AUG. 10-22-2005
 DRAWN BY: DANIEL ESPINOZA
 W 3333

ANEXO 6

ORDENANAZAS MUNICIPALES PARA ACEITES USADOS



Muy Ilustre
MUNICIPALIDAD DE GUAYAQUIL

ORDENANZA QUE REGLAMENTA LA RECOLECCIÓN, TRANSPORTE Y DISPOSICIÓN FINAL DE ACEITES USADOS

EL M. I. CONCEJO CANTONAL DE GUAYAQUIL
CONSIDERANDO:

- QUE, los aceites usados como lubricantes de automotores son considerados un residuo peligroso, y su recolección, transporte y disposición inadecuada carente de control, genera daños al medio ambiente provocando contaminación de los recursos suelo, agua, atmósfera y de la biodiversidad.
- QUE, la Constitución Política de la República del Ecuador, en el artículo 11 reconoce a las personas el derecho a vivir en un ambiente sano ecológicamente equilibrado y libre de contaminación. Además, declara de interés público la preservación del medio ambiente, la conservación de los ecosistemas, la biodiversidad y la integridad del patrimonio genético del país.
- QUE, la Ley de Régimen Municipal en su artículo 164 dispone que corresponde a la administración municipal dictar las normas de control relativas al saneamiento ambiental y especialmente de las que tienen relación con olores desagradables, gases tóxicos, emanaciones y demás factores que pueden afectar la salud y bienestar de la población.
- QUE, la M. I. Municipalidad de Guayaquil tiene las atribuciones constitucionales legales para normar, mediante ordenanza, los procedimientos necesarios para precautelar la preservación del medio ambiente, así como establecer responsabilidades de las personas naturales y jurídicas, nacionales o extranjeras que por acciones u omisiones incurran en violación de normas de protección ambiental.
- QUE, mediante Convenio de Transferencia de Competencias, suscrito el 12 de Agosto del 2002, entre el Ministerio del Ambiente y la Municipalidad de Guayaquil, esta última asumió la atribución y competencia en materia ambiental, estando plenamente facultada para regular la recolección, transporte y/o disposición final de los aceites usados que se generan por los automotores, al igual que para sancionar a quienes infrinjan las disposiciones que en tal materia dicte la Corporación Municipal.
- QUE, el Régimen Nacional para la Gestión de Productos Químicos Peligrosos, Título VI del Libro VI de la Calidad Ambiental del Texto Único de Legislación Secundaria del Ministerio del Ambiente, en su artículo 240 sobre eliminación de desechos o remanentes, establece la obligatoriedad de las personas que intervengan en cualesquiera de las fases de gestión de productos químicos peligrosos, de minimizar la producción de desechos o remanentes, responsabilizarse por el manejo adecuado de éstos, de tal forma que no contaminen el ambiente.



Muy Ilustre
MUNICIPALIDAD DE GUAYAQUIL

el Reglamento para la Prevención y Control de la Contaminación por Desechos Peligrosos, Título VI de la Calidad Ambiental del Texto Unificado de Legislación Secundaria del Ministerio del Ambiente, regula las diferentes fases de gestión de los desechos peligrosos (generación recolección, transporte, tratamiento reciclaje y disposición final) y los mecanismos de prevención y control de los desechos y control de los desechos peligrosos, y en su Artículo 159, obliga y faculta de manera general a los organismos seccionales, en el marco de la Ley de Gestión Ambiental y sus reglamentos, a exigir el cumplimiento de las disposiciones del citado Reglamento, y,

EN uso de las facultades y atribuciones constitucionales y legales de las que se halla investido, y de conformidad con lo señalado en el artículo 64 numeral 49 de la Ley Orgánica de Regimen Municipal y 228 párrafo segundo de la Constitución Política

EXPIDE:

La "ORDENANZA QUE REGLAMENTA LA RECOLECCIÓN, TRANSPORTE Y DISPOSICIÓN FINAL DE ACEITES USADOS".

TÍTULO I
ÁMBITO, OBJETIVOS Y DEFINICIONES

ARTICULO PRIMERO: ÁMBITO.- El ámbito de aplicación de la presente ordenanza comprende a todas las personas naturales y jurídicas, públicas y privadas o de economía mixta que como consecuencia de su actividad económica o particular traten con aceites y grasas lubricantes ya sea mediante su comercialización, utilización o prestación de servicios de mantenimiento de automotores, vehículos, motores estacionarios, maquinaria o equipo industrial que, generan aceites usados y/o grasas lubricantes usadas, provenientes del mantenimiento de todo tipo de maquinaria, pesada o liviana, motores de combustión y de sistemas de transmisión, en cualquier actividad dentro del Cantón Guayaquil.

También se regulan en esta ordenanza a las personas naturales y jurídicas que deseen realizar la recolección, transporte y/o disposición final de los aceites usados y/o grasas lubricantes usadas.

Todos los actores que están al ámbito de esta ordenanza, quedan obligados al fiel y estricto cumplimiento de las normas aquí, contempladas, así como de las disposiciones complementarias que la Corporación Municipal expida o aplique en cumplimiento de normas nacionales y/o internacionales.

ARTICULO SEGUNDO: OBJETIVOS.- Los Objetivos de la presente reglamentación son



Muy Ilustre
MUNICIPALIDAD DE GUAYAQUIL

Depósito de Almacenamiento Temporal: Comprende los locales o lugares autorizados por la Municipalidad de Guayaquil, que por el genero de su actividad deben almacenar los aceites usados, grasas lubricantes usados y/o solventes hidrocarbureados contaminados desde donde se entregara exclusivamente a las personas autorizadas por la Corporacion Municipal para su traslado y/o disposicion final

Generador: Se entiende a toda persona natural o juridica cuya actividad produzca aceites usados o grasas lubricantes, si esa persona es desconocida se reputara como generador aquella persona que este en posesion de esos aceites o grasas lubricantes y/o los controles

TITULO II
RESPONSABILIDADES Y OBLIGACIONES

ARTICULO CUARTO:

Las personas naturales o juridicas que generen aceites usados y grasas lubricantes usadas, deberan almacenarlos temporalmente en tinques metalicos de capacidad no menor a 55 galones, para que de alli sean retirados por las personas autorizadas por la Municipalidad, para su transporte al sitio de disposicion final autorizada

Ademas, los actores indicados en el inciso anterior, estan obligados a llevar un registro (computacional o manual) de la generacion de aceites o grasas lubricantes usadas y su suministrar bimensualmente a la Direccion de Medio Ambiente la informacion donde conste la cantidad y el destino final de aceites y grasas lubricantes usadas generadas y estan obligados a conocer el destino que se les esta dando al volumen de aceites usados generados

La Direccion de Medio Ambiente podra a disposicion un instructivo para el formato de registro a utilizarse

Los valores que conste en el registro deberan llevar concordancia con lo reportado en la cadena de custodia de residuos, que sera utilizada para la recoleccion, transporte y disposicion final de aceites usados o grasas usadas, con los datos consignados tanto del recolector, transportista y el sitio de disposicion final de los aceites usados.

ARTICULO QUINTO:

Los generadores indirectos esto es la persona naturales y juridicas que produzcan importe y/o distribuyan aceites lubricantes, minerales o sinteticos y grasas lubricantes estan obligados a informar, orientar, capacitar a los generadores respecto con las disposiciones relacionadas con el manejo adecuado de aceites usados o grasas usadas, sea en la recoleccion interna en el sitio del generador o en el almacenamiento temporal de estos aceites o grasas usadas, previa su disposicion final

Ademas, estos sujetos de control estan obligados a suministrar a la Direccion de Medio Ambiente, trimestralmente, un listado pormenorizado donde conste la cantidad detallada



Muy Ilustre
MUNICIPALIDAD DE GUAYAQUIL



CIB - ESPOL

Establecer la responsabilidad que tienen los generadores y transportadores de aceites usados y/o grasas lubricantes usadas, para una adecuada recolección, transporte y/o disposición final de los mismos.

- II Determinar las normas que se deben seguir para la recolección, transporte y disposición final de los aceites usados, definidos en el artículo tercero, v.
- III Establecer como medios adecuados de disposición final de aceites usados, la incineración previo cumplimiento del proceso respectivo que no afecte al medio ambiente

ARTICULO TERCERO: DEFINICIÓN DE TERMINOS.- Para los efectos de este reglamento entienda los siguientes terminos como

Aceite usado: Todos los aceites lubricantes con base mineral o sintética que se hayan vuelto inadecuados para su uso, particularmente los aceites usados de motores de combustión, lubricación de maquinaria y/o equipos y de los sistemas de transmisión

Depósitos de Almacenamiento Temporal: Comprende los locales o lugares autorizados por la Municipalidad de Guayaquil, que por el genero de su actividad deben almacenar los aceites usados, grasas lubricantes usados y/o solventes hidrocarburos contaminados, desde donde se entregaran exclusivamente a las personas autorizadas por la Corporación Municipal para su traslado y/o disposición final

Contaminación: Proceso por el cual un ecosistema se altera debido a la introducción, por parte del hombre, de elementos sustancias y/o energía en el ambiente, hasta un grado capaz de perjudicar su salud, atentar contra los sistemas ecológicos y organismos vivientes, deteriorar la estructura y características del ambiente o dificultar el aprovechamiento racional de los recursos naturales

Disposición Final: Es la acción de depositos permanentes de los desechos en sitios y condiciones adecuadas para evitar daños a la salud y al ambiente. (Definición del Reglamento para la Prevención y Control de la Contaminación y Desechos Peligrosos)

Incineración: Proceso controlado en cuanto a los factores de temperatura y oxigenación para quemar desechos sólidos y líquidos, considerado como un metodo de eliminación de residuos, transformando su fracción combustible en materias inertes y gases

Límite Permisible: Valor máximo de concentración de elemento(s) o sustancia(s), en los diferentes componentes del ambiente, determinando a través de métodos standardizados, y reglamentado a través de instrumentos legales

Residuos: Cualquier material que ya no se pueda usar en su capacidad o forma original, que también debe ser eliminado mediante procesos técnicos adecuados

Residuos Peligrosos: Aquellos residuos que debido a su naturaleza y cantidad son potencialmente peligrosos para la salud humana o al medio ambiente y que requiere de un tratamiento o técnica de eliminación especial para terminar o controlar su peligro. Se las denomina también "Residuos Especiales", desechos peligrosos o desechos especiales.



Muy Ilustre
MUNICIPALIDAD DE GUAYAQUIL

de aceite lubricante, minerales o sintéticos, comercializado y/o distribuidos dentro del cantón Guayaquil.

ARTICULO SEXTO:

Las personas naturales o jurídicas que deseen realizar la recolección, transporte y/o disposición final de los aceites usados y/o grasas lubricantes usadas deberán previamente presentar a la Municipalidad un estudio ambiental donde consiste la forma en que se propone realizar la recolección y transporte de los aceites usados, y/o el proceso que se seguirá para su destrucción.

Las labores antes referidas se podrán efectuar por parte de una misma persona sea esta natural o jurídica, así como también podrán participar cualquier persona en cualquier de las etapas mencionadas anteriormente (recolección, transporte, disposición final)

Para el trámite de licenciamiento ambiental los interesados deberán presentar los documentos que se señalaran e continuación, sin perjuicio del cumplimiento que en materia de tratamiento de aceites usados y/o grasas lubricantes usadas se establezcan en otras normas nacionales y/o internacionales para su disposición final.

1. Solicitud dirigida al Alcalde, en la que conste su voluntad de ejecutar una o varias de las etapas mencionadas en el Artículo Sexto (recolección, transporte, disposición final)
2. Determinación de las cantidades de aceites usados y/o grasas lubricantes usadas que estarían en capacidad de recolectar, transportar y/o disponer de manera final.
3. Determinación del número de vehículos y personal que utilizara para su labor, sustentada técnicamente mediante estudios de mercado
4. Estudio de Impacto Ambiental (Estudio de Impacto Ambiental o Auditoría Ambiental Inicial según se estipula en la Ordenanza respectiva), relacionado con los procesos que se que se ejecutaran para la recolección de los aceites usados y/o grasa lubricantes usadas, transportación y disposición final, en base a las directrices de la Dirección de Medio Ambiente elaborará en el plazo de 30 días a partir de la puesta en vigencia de la presente Ordenanza.

Para transporte se justificara en le estudio ambiental el cumplimiento de las disposiciones de la Ordenanza Municipal que regula la transportación de mercancías peligrosas.

5. Indicación de la zona o sectores a lo que daría cobertura en el cantón Guayaquil.
6. La información suministrada en los numerales anteriores, y la aprobación del Estudio Ambiental servirá de sustento para la licenciamiento ambiental de la etapa de manejo solicitada



Muy Honorable

MUNICIPALIDAD DE GUAYAQUIL

La Dirección de Medio Ambiente emitirá la licencia ambiental respectiva al interesado, la que permitirá efectuar la recolección, transportación y/o disposición final de los aceites usados y/o grasas lubricantes usadas.

La referida licencia además de las consideraciones de carácter técnico que pueda contener, determinará la manera expresa la fecha de inicio de las actividades, así como expresará la zona o sectores a los cuales se autoriza prestar el servicio.

RECOLECCIÓN Y TRANSPORTE

ARTÍCULO SÉPTIMO: DE LA RECOLECCIÓN.- Las estaciones de servicio para automotores, talleres de lubricación, comercios, industrias, o cualquier negocio o actividad donde se generen aceites industriales o se generen aceites usados y/o grasas lubricantes usadas, deben disponer de tanques o recipientes de almacenamiento provisional, para, posteriormente, entregar dichos desechos a las personas naturales o jurídicas autorizadas por la Corporación Municipal, para que se encarguen de su traslado y/o disposición final.

Prohibase a los generadores de aceites usados y/o grasas lubricantes usadas la comercialización de estos desechos o entrega a otras personas distintas de aquellas expresamente autorizadas por la Corporación Municipal, para lo cual ésta publicará los nombres de quienes se encuentren autorizados para la prestación de tal servicio.

ARTÍCULO OCTAVO: DE LOS SITIOS DE TRATAMIENTO FINAL DE LOS ACEITES USADOS.- Las personas naturales y/o jurídicas autorizadas para la disposición final por la Corporación Municipal de los aceites usados y/o grasas lubricantes usadas, no podrán destinarlos a otros y otros usos que no sean la destrucción de dichos aceites usados y/o grasas lubricantes usadas que reciben, pudiendo en dicho proceso aprovecharlo como combustible acorde a los parámetros técnicos internacionales que aprueben la Corporación Municipal a través del Alcalde, previo informe favorable del Director de Medio Ambiente.

Las áreas donde se ubiquen los depósitos para la disposición final de aceites usados y/o grasas lubricantes usadas, sin perjuicio de las normas técnicas internacionales que se indique por la Corporación Municipal, deberán constar con:

- a) Existencia de techo,
- b) Facilidad para maniobra de carga y descarga,
- c) Impermeabilidad en el piso;
- d) No debe existir conexión alguna con el sistema de alcantarillado o de agua,
- e) Disponer de un canal o dique perimetral que sirva de conexión en caso de desborde o siniestro,
- f) Contar con medidas para control de aceite,
- g) Identificación de los tanques, según los diferentes residuos almacenados, y;
- h) Los que se consideren necesarios, la Corporación Municipal sobre la base del análisis de la Dirección de Medio Ambiente.



Muy Ilustre
MUNICIPALIDAD DE GUAYAQUIL

ARTÍCULO NOVENO: Las personas naturales y jurídicas productoras y/o comercializadora de aceites industriales lubricantes deberán cumplir con esta Ordenanza, instalando tanques o recipientes de almacenamiento temporal apropiados en las industrias, comercio o servicio que tengan consumo medio o altos de lubricantes.

En concordancia con lo anterior las industrias, comercio o servicios proporcionaran al productor o comercializador de aceites o grasas lubricantes un área para la instalación de tanques o almacenamiento temporal. El o los tanques tendran las características apropiadas para almacenar el aceite usado dentro del predio de la industria, comercio, servicio, con un volumen de almacenamiento que guarde concordancia con los índices de consumo periódicos, debiéndose ser este su único fin o destino.

ARTÍCULO DÉCIMO: EL TRANSPORTE.- El transporte de los aceites usados y/o grasas lubricantes usadas, deben efectuarse de conformidad con las disposiciones legales, internacionales aplicables, reglamentarias, y municipales vigentes para el transporte de residuos peligrosos, cuyas características deberán constar en la petición de licenciamiento ambiental que se presente para el proceso de recolección, transporte y/o disposición final.

TITULO IV
DE LA DISPOSICIÓN FINAL DE LOS ACEITES USADOS

ARTÍCULO DÉCIMO PRIMERO.- Los aceites usados para su incineración se podrán mezclar con otro tipo de combustible en cualquier proporción en hornos, cuya temperatura de proceso sea al menos de 850 grados centígrados.

ARTÍCULO DÉCIMO SEGUNDO.- Los aceites usados que ingresen a los sitios de disposición final (Depósito de Acopio) deben ser entregados sin que tengan ningún residuo de estopa, metales, filtros, etc. El porcentaje de agua no debe exceder del 5%.

ARTÍCULO DÉCIMO TERCERO.- La condiciones de entrega del aceite usado en los lugares correspondientes para la incineración con la posibilidad de utilización en forma de energía deberán satisfacer los requerimientos fijados en este título.

ARTÍCULO DÉCIMO CUARTO.- En el caso de utilizarse aceites de desechos provenientes de transformadores y/o equipos de refrigeración, en hornos industriales, deben realizarse análisis para conocer los contenidos de Policlorobifenilos (PCBs) o Policloroterfenilos (PCTs) en los aceites usados, no deben ser superior a 100 mg/Kg. y la concentración de halógenos no debe superar los 2000 mg/Kg.

La caracterización anterior deberá tenerse permanentemente a disposición de la Corporación Municipal para la verificación respectiva cuando la Municipalidad así lo requiera.



Muy Ilustre
MUNICIPALIDAD DE GUAYAQUIL



CIB - ESPOL

ARTÍCULO DÉCIMO QUINTO.- En el caso de utilizarse aceites de desechos provenientes de transformadores y/o equipos de refrigeración, en hornos industriales, deben realizarse análisis para conocer los contenidos de Policlorobifenilos (PCBs) o Policloroterténilos (PCTs) en los aceites usados, no deben ser superior a 100 mg/Kg. y la concentración de halógenos no debe superar los 2000 mg/Kg.

La caracterización anterior deberá tenerse permanentemente a disposición de la Corporación Municipal para la verificación respectiva cuando la Municipalidad así lo requiera

Lo anterior sin perjuicio del cumplimiento de las obligaciones jurídicamente exigibles

ARTÍCULO DÉCIMO SEXTO.- El aceite lubricante usado en hornos tendrán como límites permisibles contaminantes en los gases emitidos lo siguiente:

Partículas totales: 355 mg/m³
Oxígeno de Nitrógeno
NO_x 2) 700 mg/ N m³
Dióxido de Azufre (SO₂) 1650 mg/ mm³

La persona natural o jurídica que cuente con licencia ambiental para la disposición final de aceites o grasas lubricante usadas, deberá monitorear y presentar a la Dirección de Medio Ambiente, los resultados de caracterización de emisiones contaminantes normada en el artículo precedente en periodos semestrales durante los dos primeros años de operación con la licencia ambiental, y en periodicos mensuales a partir del tercer año de licenciamiento.

ARTÍCULO DÉCIMO SÉPTIMO.- Las personas naturales o jurídicas responsables de la disposición final, sin perjuicio de las normas técnicas que señale la Corporación Municipal a través del Alcalde, previo informe favorable del Director de Medio Ambiente, debe contar con:

- Espacio físico adecuado para la instalación de tanques o cisternas,
- Infraestructura tecnológica que garantice un buen proceso de disposición final de los aceites usados;
- Sistema de Tratamiento de aguas residuales por el proceso de separación, y,
- Cualquier otra instalación requerida que deberá contar detalladamente en el estudio pertinente.

TITULO V LICENCIA

ARTÍCULO DÉCIMO OCTAVO.- Las personas naturales o jurídicas que se encarguen previa autorización municipal de la recolección, transporte y/o disposición final de los aceites usados y/o grasas lubricantes usadas, necesitan licencia ambiental y aprobación de estudio de impacto ambiental por parte de la Municipalidad, para iniciar sus actividades en el cantón.



Muy Ilustre
MUNICIPALIDAD DE GUAYAQUIL

TITULO VI

PROHIBICIONES Y SANCIONES

ARTÍCULO DÉCIMO NOVENO.- Queda prohibido a todos los generadores de aceites usados y/o grasas lubricantes usadas, así como a los consumidores en general, lo siguiente:

- Vertirlos en aguas de ríos, esteros o brazos de mar, incluyendo alcantarillado y suelos, comprendiéndose, además, a los materiales generados en el tratamiento.
- Usarlos en actividades agropecuarias.
- Utilizarlos como recubrimiento para la protección de madera.
- Emplearlos en actividades de desmoldamiento de bloques y ladrillos.
- Quemarlos en mezcla con diesel y bunker en fuentes fijas de combustión que no alcance temperatura de combustión para su adecuada destrucción de conformidad con lo prescrito en la presente ordenanza.
- Diluirlo usando fuentes de agua potable, de lluvia, de agua subterráneas.
- Mezclarlos con aceites térmicos y/o dieléctrico u otros identificados como residuos altamente tóxicos y peligrosos.
- Comercializar clandestinamente los aceites lubricantes usados.
- Realizar actividades en las aceras o en la vía pública, con las cuales se generen aceites lubricantes usados, y,
- Cualquier otro uso que atente con la salud de la población o la calidad ambiental.

ARTÍCULO VIGÉSIMO.- La inobservancia o incumplimiento de las disposiciones contempladas en la presente ordenanza, acarreará la imposición de las siguientes sanciones:

- a) Quienes como producto de la actividad señalada en el artículo séptimo no entreguen a las personas naturales y jurídicas que cuenten con la licencia ambiental, los aceites usados y/o grasas lubricantes usadas, serán sancionados con una multa de US\$ 1,000.00, en caso de reincidencia con la clausura del local, el mismo que podrá funcionar previo el pago de una multa doblada del valor señalado inicialmente y siempre que hubiere cumplido con las entregas correspondientes. La siguiente reincidencia determinará la clausura definitiva del negocio, local o establecimiento.
- b) Quién no mantenga en sus instalaciones o negocio los recipientes de almacenamiento temporal para la recolección de aceites usados o grasas lubricantes usadas será sancionado con una multa de US\$ 500 o multa que será doblada en caso de reincidencia. Una multa de US\$ 1,000 será aplicada al productor o comercializador del aceite cuando se cumpliere lo indicado en el Artículo Noveno de la presente Ordenanza para cada instalación industrial, comercio o servicio.
- c) Quienes retiren, transporte y/o disponga de los aceites usados sin autorización municipal, serán sancionados con una multa de US\$ 5,000.00, sin perjuicio de las



Muy Ilustre
MUNICIPALIDAD DE GUAYAQUIL

acciones penales que pueda iniciar la Corporación Municipal por la contaminación ambiental que se cause. La reincidencia causará de derecho la expiración o terminación definitiva de la autorización concedida.

- d) Si las personas naturales y jurídicas autorizada por las Municipalidad incumpla con el sistema de recolección, transporte y/o disposición final en forma parcial o total serán sancionados con una multa de US\$ 4,000.00, y tendrá un plazo de 15 días para adecuar su accionar a la autorización concedida debiendo además cubrir los costos que se hubieren generados por concepto de daño ambiental, de ser el caso, los mismos que serán determinado por el Director de Medio Ambiente.

La reincidencia causará de derecho la expiración o terminación definitiva de la autorización concedida y una multa equivalente al doble del valor pagado por el primer incumplimiento.

- e) La inobservancia o incumplimiento de las disposiciones contempladas en la presente Ordenanzas no sancionadas en los literales precedente, estará sujeta a las siguientes sanciones:

- 1) Multa de US\$ 500 por el incumplimiento de lo establecido en el Artículo CUARTO de la presente Ordenanza. Se doblará la multa en caso de reincidencia.
- 2) Multa de US\$ 1000 por el incumplimiento de lo establecido en el Artículo QUINTO de la presente Ordenanza. Se doblará la multa en caso de reincidencia.

Los Comisarios Municipales juzgarán a los contraventores de la presente Ordenanza, de conformidad con lo dispuesto en el art. 398 del Código de Procedimiento Penal e impondrán las sanciones pertinentes fundados en los informes de los Delegados de la Dirección de Justicia y Vigilancia y Director de Medio Ambiente y previo informe favorable de la Comisión de Medio Ambiente.

Todo lo anterior sin perjuicio de la Autoridad Municipal, de considerarlo procedente y dado la gravedad del daño ambiental que el incumplimiento que la presente ordenanza cause solicite las autoridades competentes, el inicio de acciones legales de conformidad con las normas jurídicas aplicables.

DISPOSICIONES GENERALES

PRIMERA.- Para efecto de una debida aplicación de las disposiciones establecidas en la presente Ordenanza y como normas supletorias y/o complementarias, se encuentren las disposiciones constantes en el Texto Unificado de la Legislación Ambiental Secundaria, Libro VI, de la Calidad Ambiental; así como, todas las Ordenanzas Municipales que sobre materias correlacionada estén vigentes, así como las normativas internacionales aplicables.

SEGUNDA.- Los residuos conocidos como agua de sentina, generados en los buques o naves, que transitan, nacional o internacionalmente, por las terminales marítimas o de



Muy Ilustre
MUNICIPALIDAD DE GUAYAQUIL

rios del Cantón. No constituye aceites usados por su variada composición, al contener diversos elementos contaminantes al ambiente o la salud.

Esta prohibido que se viertan al río, estero o brazo de mar, los cuales no son objeto de la presente normativa. Debiendo estarse a lo dispuesto en las aprobaciones que para cada caso expida la Corporación Municipal a quienes deseen realizar su recolección y tratamiento.

TERCERA.- En lo no regulado por la presente Ordenanza se estara a las disposiciones y definiciones que establezca el M. I. Concejo Cantonal de la ciudad previo informe de la Dirección de Medio Ambiente.

CUARTA.- El Alcalde de la ciudad es la autoridad competente para autorizar la renovación de las autorizaciones establecidas en la presente ordenanza.

DISPOSICIÓN TRANSITORIA

Todas las personas naturales y jurídicas que se encuentren ejerciendo actividades reguladas en la presente Ordenanza podran gestionar la autorización y licenciamiento ambiental dentro del plazo perentorio de 60 días contados a partir de la vigencia de esta Ordenanza.

La presente Ordenanza entrará en vigencia a partir de su publicación en uno de los diarios de mayor circulación en la ciudad de Guayaquil.

DADO Y FIRMADO EN LA SALA DE SESIONES DEL M. I. CONCEJO CANTONAL DE GUAYAQUIL, A LOS ONCE DIAS DEL MES DE SEPTIEMBRE DEL AÑO DOS MIL TRES.

Luis Chiriboga Parra
VICEPRESIDENTE DEL M. I.
CONCEJO CANTONAL

Ab. Henry Cucalón Camacho
SECRETARIO DE LA M. I.
MUNICIPALIDAD DE GUAYAQUIL (E)

Certifico: Que la presente "ORDENANZA QUE REGLAMENTA LA RECOLECCIÓN, TRANSPORTE Y DISPOSICIÓN FINAL DE ACEITES USADOS", fue discutida y aprobada por el M. I. Concejo Cantonal de Guayaquil, en Sesiones Ordinarias de fechas siete de agosto y once de septiembre del año dos mil tres, en primero y segundo debate, respectivamente.

Guayaquil, 11 de septiembre del 2003

Ab. Henry Cucalón Camacho
SECRETARIO DE LA M. I.



Muy Ilustre
MUNICIPALIDAD DE GUAYAQUIL

MUNICIPALIDAD DE GUAYAQUIL (E)

De conformidad con lo prescrito en los artículos 127, 128, 129, y 133 de la Ley de Régimen Municipal vigente, **SANCIONO** la presente **"ORDENANZA QUE REGLAMENTA LA RECOLECCIÓN, TRANSPORTE Y DISPOSICIÓN FINAL DE ACEITES USADOS"**, y ordeno su **PROMULGACIÓN** a través de su publicación por uno de los diarios de mayor circulación en el Cantón.

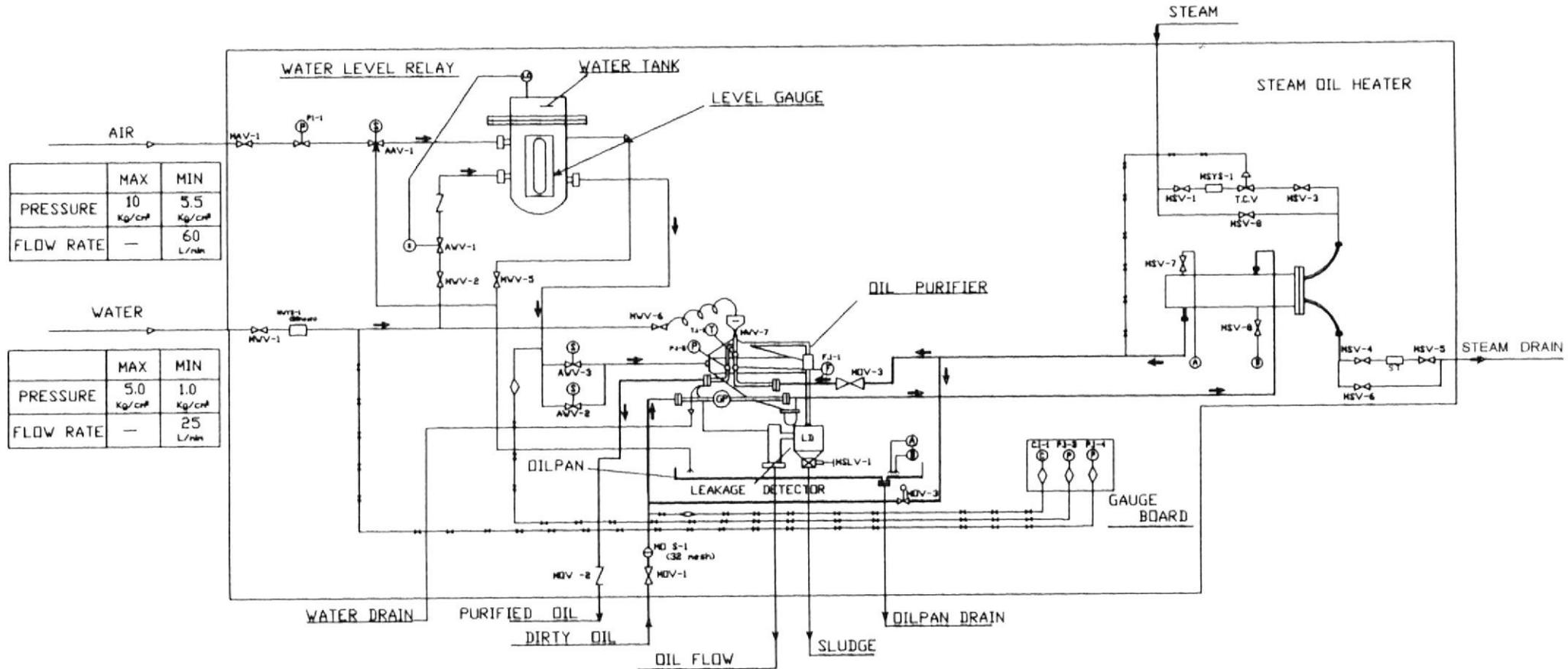
Guayaquil, 11 de septiembre del 2003

Jaime Nebot Saadi
ALCALDE DE GUAYAQUIL

Sanciono y ordeno la promulgación a través de su publicación en uno de los diarios de mayor circulación en el Cantón, de la presente **"ORDENANZA QUE REGLAMENTA LA RECOLECCIÓN, TRANSPORTE Y DISPOSICIÓN FINAL DE ACEITES USADOS"**, el señor abogado Jaime Nebot Saadi, Alcalde de Guayaquil, a los once días del mes de septiembre del año dos mil tres - **LC CERTIFICO.**

Guayaquil, 11 de septiembre del 2003

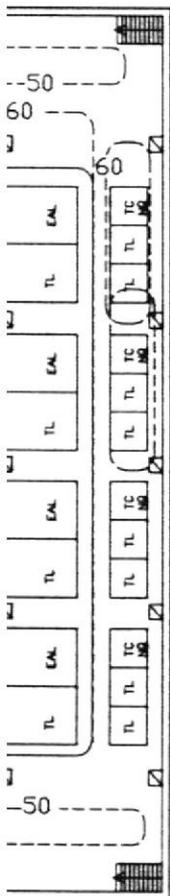
Ab. Henry Cucalón Camacho
SECRETARIO DE LA M. I.
MUNICIPALIDAD DE GUAYAQUIL (E)



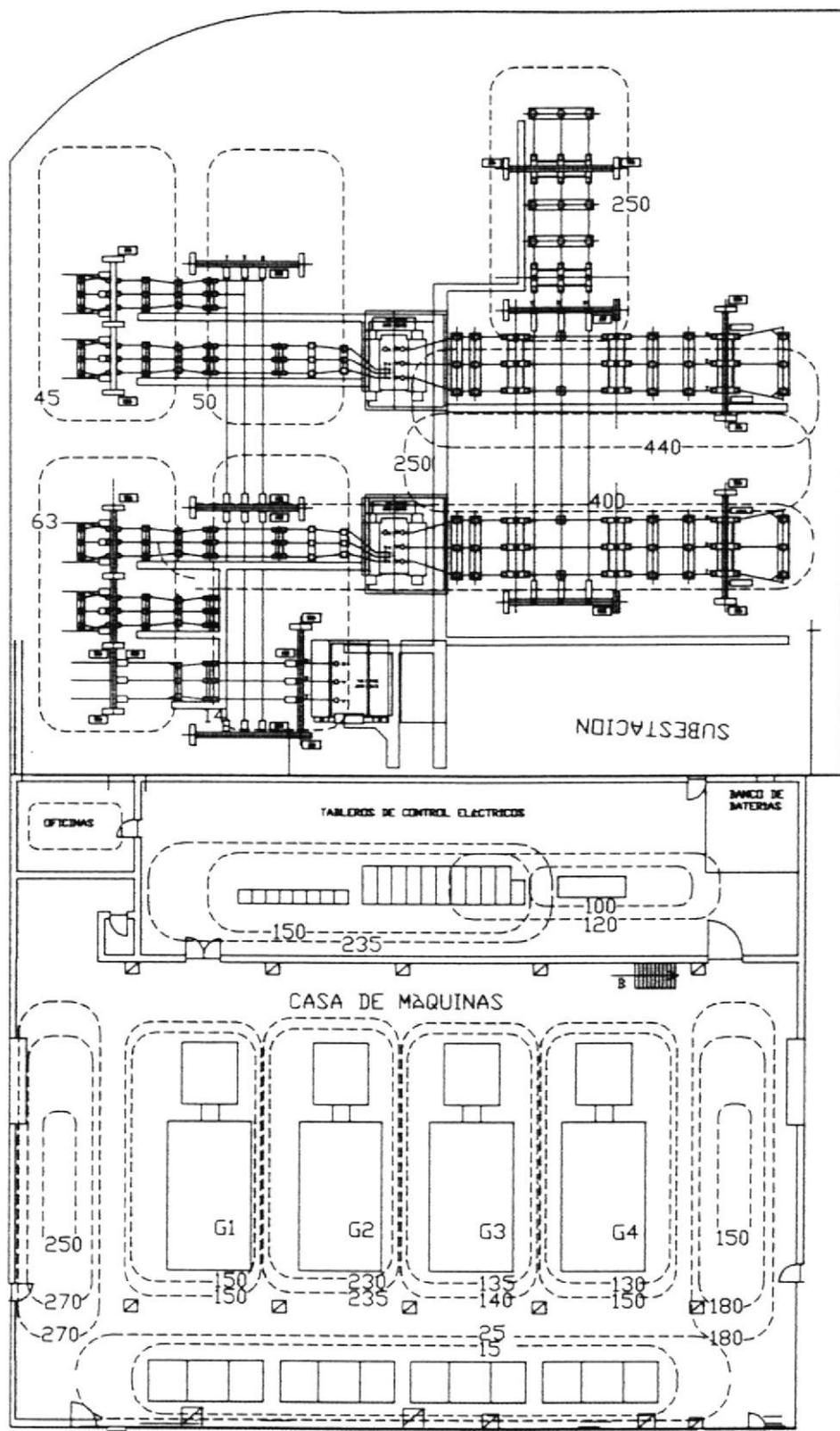
	MAX	MIN
PRESSURE	10 Kg/cm ²	5.5 Kg/cm ²
FLOW RATE	—	60 L/min

	MAX	MIN
PRESSURE	5.0 Kg/cm ²	1.0 Kg/cm ²
FLOW RATE	—	25 L/min

MITSUBISHI KAKOKI KAISHA, LTD		LUBRICATING OIL PURIFIER FLOW SHEET	
DATE AGOSTO-22-2005		DRAWN BY DANIEL ESPINOZA	
PLANO 1		DWG. NO. W 28932	REV



PLAN DE DISTRIBUCION SUBSUELO



PSICOLOGIA

CURVA ISOLUX MEDIDA AL PLANO DE TRABAJO DE 60 LUXES DE ILUMINACION PROMEDIO

PROYECTO: CENTRAL TERMICA EL DESCANSO	
CONCEPTO: CURVAS DE ILUMINACION ISOLUX	
ESCALA: Grillas	PLANO 2
ELABORADO: Ing. Raúl Corales	FECHA: Curvas resultadas de la medición en Planta

BIBLIOGRAFÍA

1. CARNICER ROYO E. "Oleohidráulica – Conceptos Básicos", Segunda Edición, Editorial Paraninfo
2. MICRO AR. "Automatización Micromecánica", Editorial Lincoln.
3. MORENO M., "Reparación de componentes Neumáticos", Editorial Wilde.
4. Internet Explorer: www.elecaustro.gov.ec.
5. Cd. "Automatización Neumática de marzo del 2005", Grupo Micro.
6. Cd. "Estudio del Impacto Ambiental del Descanso", Elecaustro.



Muy Ilustre
MUNICIPALIDAD DE GUAYAQUIL

MUNICIPALIDAD DE GUAYAQUIL (E)

De conformidad con lo prescrito en los artículos 127, 128, 129, y 133 de la Ley de Régimen Municipal vigente, **SANCIONO** la presente **"ORDENANZA QUE REGLAMENTA LA RECOLECCIÓN, TRANSPORTE Y DISPOSICIÓN FINAL DE ACEITES USADOS"**, y ordeno su **PROMULGACIÓN** a través de su publicación por uno de los diarios de mayor circulación en el Cantón.

Guayaquil, 11 de septiembre del 2003

Jaime Nebot Saadi
ALCALDE DE GUAYAQUIL

Sanciono y ordeno la promulgación a través de su publicación en uno de los diarios de mayor circulación en el Cantón, de la presente **"ORDENANZA QUE REGLAMENTA LA RECOLECCIÓN, TRANSPORTE Y DISPOSICIÓN FINAL DE ACEITES USADOS"**, el señor abogado Jaime Nebot Saadi, Alcalde de Guayaquil, a los once días del mes de septiembre del año dos mil tres - **LC CERTIFICO.**

Guayaquil, 11 de septiembre del 2003

Ab. Henry Cucalón Camacho
SECRETARIO DE LA M. I.
MUNICIPALIDAD DE GUAYAQUIL (E)



Muy Ilustre
MUNICIPALIDAD DE GUAYAQUIL

TITULO VI

PROHIBICIONES Y SANCIONES

ARTÍCULO DÉCIMO NOVENO.- Queda prohibido a todos los generadores de aceites usados y/o grasas lubricantes usadas, así como a los consumidores en general, lo siguiente:

- Vertirlos en aguas de ríos, esteros o brazos de mar, incluyendo alcantarillado y suelos, comprendiéndose, además, a los materiales generados en el tratamiento.
- Usarlos en actividades agropecuarias.
- Utilizarlos como recubrimiento para la protección de madera.
- Emplearlos en actividades de desmoldamiento de bloques y ladrillos.
- Quemarlos en mezcla con diesel y bunker en fuentes fijas de combustión que no alcance temperatura de combustión para su adecuada destrucción de conformidad con lo prescrito en la presente ordenanza.
- Diluirlo usando fuentes de agua potable, de lluvia, de agua subterráneas.
- Mezclarlos con aceites térmicos y/o dieléctrico u otros identificados como residuos altamente tóxicos y peligrosos.
- Comercializar clandestinamente los aceites lubricantes usados.
- Realizar actividades en las aceras o en la vía pública, con las cuales se generen aceites lubricantes usados, y,
- Cualquier otro uso que atente con la salud de la población o la calidad ambiental.

ARTÍCULO VIGÉSIMO.- La inobservancia o incumplimiento de las disposiciones contempladas en la presente ordenanza, acarreará la imposición de las siguientes sanciones:

- a) Quienes como producto de la actividad señalada en el artículo séptimo no entreguen a las personas naturales y jurídicas que cuenten con la licencia ambiental, los aceites usados y/o grasas lubricantes usadas, serán sancionados con una multa de US\$ 1,000.00, en caso de reincidencia con la clausura del local, el mismo que podrá funcionar previo el pago de una multa doblada del valor señalado inicialmente y siempre que hubiere cumplido con las entregas correspondientes. La siguiente reincidencia determinará la clausura definitiva del negocio, local o establecimiento.
- b) Quién no mantenga en sus instalaciones o negocio los recipientes de almacenamiento temporal para la recolección de aceites usados o grasas lubricantes usadas será sancionado con una multa de US\$ 500 o multa que será doblada en caso de reincidencia. Una multa de US\$ 1,000 será aplicada al productor o comercializador del aceite cuando se cumpliere lo indicado en el Artículo Noveno de la presente Ordenanza para cada instalación industrial, comercio o servicio.
- c) Quienes retiren, transporte y/o disponga de los aceites usados sin autorización municipal, serán sancionados con una multa de US\$ 5,000.00, sin perjuicio de las



Muy Ilustre
MUNICIPALIDAD DE GUAYAQUIL

ARTÍCULO NOVENO: Las personas naturales y jurídicas productoras y/o comercializadora de aceites industriales lubricantes deberán cumplir con esta Ordenanza, instalando tanques o recipientes de almacenamiento temporal apropiados en las industrias, comercio o servicio que tengan consumo medio o altos de lubricantes.

En concordancia con lo anterior las industrias, comercio o servicios proporcionaran al productor o comercializador de aceites o grasas lubricantes un área para la instalación de tanques o almacenamiento temporal. El o los tanques tendran las características apropiadas para almacenar el aceite usado dentro del predio de la industria, comercio, servicio, con un volumen de almacenamiento que guarde concordancia con los índices de consumo periódicos, debiéndose ser este su único fin o destino.

ARTÍCULO DÉCIMO: EL TRANSPORTE.- El transporte de los aceites usados y/o grasas lubricantes usadas, deben efectuarse de conformidad con las disposiciones legales, internacionales aplicables, reglamentarias, y municipales vigentes para el transporte de residuos peligrosos, cuyas características deberán constar en la petición de licenciamiento ambiental que se presente para el proceso de recolección, transporte y/o disposición final.

TITULO IV
DE LA DISPOSICIÓN FINAL DE LOS ACEITES USADOS

ARTÍCULO DÉCIMO PRIMERO.- Los aceites usados para su incineración se podrán mezclar con otro tipo de combustible en cualquier proporción en hornos, cuya temperatura de proceso sea al menos de 850 grados centígrados.

ARTÍCULO DÉCIMO SEGUNDO.- Los aceites usados que ingresen a los sitios de disposición final (Depósito de Acopio) deben ser entregados sin que tengan ningún residuo de estopa, metales, filtros, etc. El porcentaje de agua no debe exceder del 5%.

ARTÍCULO DÉCIMO TERCERO.- La condiciones de entrega del aceite usado en los lugares correspondientes para la incineración con la posibilidad de utilización en forma de energía deberán satisfacer los requerimientos fijados en este título.

ARTÍCULO DÉCIMO CUARTO.- En el caso de utilizarse aceites de desechos provenientes de transformadores y/o equipos de refrigeración, en hornos industriales, deben realizarse análisis para conocer los contenidos de Policlorobifenilos (PCBs) o Policloroterfenilos (PCTs) en los aceites usados, no deben ser superior a 100 mg/Kg. y la concentración de halógenos no debe superar los 2000 mg/Kg.

La caracterización anterior deberá tenerse permanentemente a disposición de la Corporación Municipal para la verificación respectiva cuando la Municipalidad así lo requiera.



Muy Honorable

MUNICIPALIDAD DE GUAYAQUIL

La Dirección de Medio Ambiente emitirá la licencia ambiental respectiva al interesado, la que permitirá efectuar la recolección, transportación y/o disposición final de los aceites usados y/o grasas lubricantes usadas.

La referida licencia además de las consideraciones de carácter técnico que pueda contener, determinará la manera expresa la fecha de inicio de las actividades, así como expresará la zona o sectores a los cuales se autoriza prestar el servicio.

RECOLECCIÓN Y TRANSPORTE

ARTÍCULO SÉPTIMO: DE LA RECOLECCIÓN.- Las estaciones de servicio para automotores, talleres de lubricación, comercios, industrias, o cualquier negocio o actividad donde se generen aceites industriales o se generen aceites usados y/o grasas lubricantes usadas, deben disponer de tanques o recipientes de almacenamiento provisional, para, posteriormente, entregar dichos desechos a las personas naturales o jurídicas autorizadas por la Corporación Municipal, para que se encarguen de su traslado y/o disposición final.

Prohibase a los generadores de aceites usados y/o grasas lubricantes usadas la comercialización de estos desechos o entrega a otras personas distintas de aquellas expresamente autorizadas por la Corporación Municipal, para lo cual ésta publicará los nombres de quienes se encuentren autorizados para la prestación de tal servicio.

ARTÍCULO OCTAVO: DE LOS SITIOS DE TRATAMIENTO FINAL DE LOS ACEITES USADOS.- Las personas naturales y/o jurídicas autorizadas para la disposición final por la Corporación Municipal de los aceites usados y/o grasas lubricantes usadas, no podrán destinarlos a otros y otros usos que no sean la destrucción de dichos aceites usados y/o grasas lubricantes usadas que reciben, pudiendo en dicho proceso aprovecharlo como combustible acorde a los parámetros técnicos internacionales que aprueben la Corporación Municipal a través del Alcalde, previo informe favorable del Director de Medio Ambiente.

Las áreas donde se ubiquen los depósitos para la disposición final de aceites usados y/o grasas lubricantes usadas, sin perjuicio de las normas técnicas internacionales que se indique por la Corporación Municipal, deberán constar con:

- a) Existencia de techo,
- b) Facilidad para maniobra de carga y descarga,
- c) Impermeabilidad en el piso;
- d) No debe existir conexión alguna con el sistema de alcantarillado o de agua,
- e) Disponer de un canal o dique perimetral que sirva de conexión en caso de desborde o siniestro,
- f) Contar con medidas para control de aceite,
- g) Identificación de los tanques, según los diferentes residuos almacenados; y;
- h) Los que se consideren necesarios, la Corporación Municipal sobre la base del análisis de la Dirección de Medio Ambiente.



Muy Honorable

MUNICIPALIDAD DE GUAYAQUIL

La Dirección de Medio Ambiente emitirá la licencia ambiental respectiva al interesado, la que permitirá efectuar la recolección, transportación y/o disposición final de los aceites usados y/o grasas lubricantes usadas.

La referida licencia además de las consideraciones de carácter técnico que pueda contener, determinará la manera expresa la fecha de inicio de las actividades, así como expresará la zona o sectores a los cuales se autoriza prestar el servicio.

RECOLECCIÓN Y TRANSPORTE

ARTÍCULO SÉPTIMO: DE LA RECOLECCIÓN.- Las estaciones de servicio para automotores, talleres de lubricación, comercios, industrias, o cualquier negocio o actividad donde se generen aceites industriales o se generen aceites usados y/o grasas lubricantes usadas, deben disponer de tanques o recipientes de almacenamiento provisional, para, posteriormente, entregar dichos desechos a las personas naturales o jurídicas autorizadas por la Corporación Municipal, para que se encarguen de su traslado y/o disposición final.

Prohibase a los generadores de aceites usados y/o grasas lubricantes usadas la comercialización de estos desechos o entrega a otras personas distintas de aquellas expresamente autorizadas por la Corporación Municipal, para lo cual ésta publicará los nombres de quienes se encuentren autorizados para la prestación de tal servicio.

ARTÍCULO OCTAVO: DE LOS SITIOS DE TRATAMIENTO FINAL DE LOS ACEITES USADOS.- Las personas naturales y/o jurídicas autorizadas para la disposición final por la Corporación Municipal de los aceites usados y/o grasas lubricantes usadas, no podrán destinarlos a otros y otros usos que no sean la destrucción de dichos aceites usados y/o grasas lubricantes usadas que reciben, pudiendo en dicho proceso aprovecharlo como combustible acorde a los parámetros técnicos internacionales que aprueben la Corporación Municipal a través del Alcalde, previo informe favorable del Director de Medio Ambiente.

Las áreas donde se ubiquen los depósitos para la disposición final de aceites usados y/o grasas lubricantes usadas, sin perjuicio de las normas técnicas internacionales que se indique por la Corporación Municipal, deberán constar con:

- a) Existencia de techo,
- b) Facilidad para maniobra de carga y descarga,
- c) Impermeabilidad en el piso;
- d) No debe existir conexión alguna con el sistema de alcantarillado o de agua,
- e) Disponer de un canal o dique perimetral que sirva de conexión en caso de desborde o siniestro,
- f) Contar con medidas para control de aceite,
- g) Identificación de los tanques, según los diferentes residuos almacenados, y;
- h) Los que se consideren necesarios, la Corporación Municipal sobre la base del análisis de la Dirección de Medio Ambiente.



Muy Ilustre
MUNICIPALIDAD DE GUAYAQUIL

de aceite lubricante, minerales o sintéticos, comercializado y/o distribuidos dentro del cantón Guayaquil.

ARTICULO SEXTO:

Las personas naturales o jurídicas que deseen realizar la recolección, transporte y/o disposición final de los aceites usados y/o grasas lubricantes usadas deberán previamente presentar a la Municipalidad un estudio ambiental donde consiste la forma en que se propone realizar la recolección y transporte de los aceites usados, y/o el proceso que se seguirá para su destrucción.

Las labores antes referidas se podrán efectuar por parte de una misma persona sea esta natural o jurídica, así como también podrán participar cualquier persona en cualquier de las etapas mencionadas anteriormente (recolección, transporte, disposición final)

Para el trámite de licenciamiento ambiental los interesados deberán presentar los documentos que se señalaran e continuación, sin perjuicio del cumplimiento que en materia de tratamiento de aceites usados y/o grasas lubricantes usadas se establezcan en otras normas nacionales y/o internacionales para su disposición final.

1. Solicitud dirigida al Alcalde, en la que conste su voluntad de ejecutar una o varias de las etapas mencionadas en el Artículo Sexto (recolección, transporte, disposición final)
2. Determinación de las cantidades de aceites usados y/o grasas lubricantes usadas que estarían en capacidad de recolectar, transportar y/o disponer de manera final.
3. Determinación del número de vehículos y personal que utilizara para su labor, sustentada técnicamente mediante estudios de mercado
4. Estudio de Impacto Ambiental (Estudio de Impacto Ambiental o Auditoría Ambiental Inicial según se estipula en la Ordenanza respectiva), relacionado con los procesos que se que se ejecutaran para la recolección de los aceites usados y/o grasa lubricantes usadas, transportación y disposición final, en base a las directrices de la Dirección de Medio Ambiente elaborará en el plazo de 30 días a partir de la puesta en vigencia de la presente Ordenanza.

Para transporte se justificara en le estudio ambiental el cumplimiento de las disposiciones de la Ordenanza Municipal que regula la transportación de mercancías peligrosas.

5. Indicación de la zona o sectores a lo que daría cobertura en el cantón Guayaquil.
6. La información suministrada en los numerales anteriores, y la aprobación del Estudio Ambiental servirá de sustento para la licenciamiento ambiental de la etapa de manejo solicitada

ANEXO 6

ORDENANAZAS MUNICIPALES PARA ACEITES USADOS



Muy Ilustre
MUNICIPALIDAD DE GUAYAQUIL

ORDENANZA QUE REGLAMENTA LA RECOLECCIÓN, TRANSPORTE Y DISPOSICIÓN FINAL DE ACEITES USADOS

EL M. I. CONCEJO CANTONAL DE GUAYAQUIL
CONSIDERANDO:

- QUE, los aceites usados como lubricantes de automotores son considerados un residuo peligroso, y su recolección, transporte y disposición inadecuada carente de control, genera daños al medio ambiente provocando contaminación de los recursos suelo, agua, atmósfera y de la biodiversidad.
- QUE, la Constitución Política de la República del Ecuador, en el artículo 11 reconoce a las personas el derecho a vivir en un ambiente sano ecológicamente equilibrado y libre de contaminación. Además, declara de interés público la preservación del medio ambiente, la conservación de los ecosistemas, la biodiversidad y la integridad del patrimonio genético del país.
- QUE, la Ley de Régimen Municipal en su artículo 164 dispone que corresponde a la administración municipal dictar las normas de control relativas al saneamiento ambiental y especialmente de las que tienen relación con olores desagradables, gases tóxicos, emanaciones y demás factores que pueden afectar la salud y bienestar de la población.
- QUE, la M. I. Municipalidad de Guayaquil tiene las atribuciones constitucionales legales para normar, mediante ordenanza, los procedimientos necesarios para precautelar la preservación del medio ambiente, así como establecer responsabilidades de las personas naturales y jurídicas, nacionales o extranjeras que por acciones u omisiones incurran en violación de normas de protección ambiental.
- QUE, mediante Convenio de Transferencia de Competencias, suscrito el 12 de Agosto del 2002, entre el Ministerio del Ambiente y la Municipalidad de Guayaquil, esta última asumió la atribución y competencia en materia ambiental, estando plenamente facultada para regular la recolección, transporte y/o disposición final de los aceites usados que se generan por los automotores, al igual que para sancionar a quienes infrinjan las disposiciones que en tal materia dicte la Corporación Municipal.
- QUE, el Régimen Nacional para la Gestión de Productos Químicos Peligrosos, Título VI del Libro VI de la Calidad Ambiental del Texto Unificado de Legislación Secundaria del Ministerio del Ambiente, en su artículo 240 sobre eliminación de desechos o remanentes, establece la obligatoriedad de las personas que intervengan en cualesquiera de las fases de gestión de productos químicos peligrosos, de minimizar la producción de desechos o remanentes, responsabilizarse por el manejo adecuado de éstos, de tal forma que no contaminen el ambiente.