

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERIA

**INCIDENCIA DE LA ACTIVIDAD INDUSTRIAL EN LA
CALIDAD AMBIENTAL DE LA CIUDAD DE
QUETZALTENANGO Y PROPUESTAS DE SOLUCION**

TESIS

PRESENTADA A LA HONORABLE JUNTA DIRECTIVA
DE LA FACULTAD DE INGENIERIA

POR

EDDIE OMAR FLORES ACEITUNO

AL CONFERIRSELE EL TITULO DE

INGENIERO MECANICO INDUSTRIAL

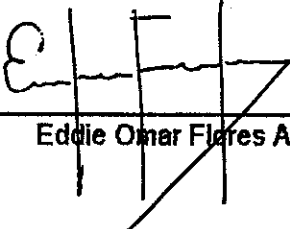
Guatemala, Julio de 1,997

HONORABLE TRIBUNAL EXAMINADOR

Cumpliendo con los preceptos que establece la ley de la Universidad de San Carlos de Guatemala, presento a su consideración mi trabajo de tesis titulado:

" INCIDENCIA DE LA ACTIVIDAD INDUSTRIAL EN LA CALIDAD AMBIENTAL DE LA CIUDAD DE QUETZALTENANGO Y PROPUESTAS DE SOLUCION "

tema que me fuera asignado por la Dirección de la Escuela de Mecánica Industrial.


Eddie Omar Flores Aceituno

Guatemala, febrero de 1996.

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERIA

MIEMBROS DE LA JUNTA DIRECTIVA

DECANO	ING. HERBERT RENE MIRANDA BARRIOS
VOCAL PRIMERO	ING. MIGUEL ANGEL SANCHEZ GUERRA
VOCAL SEGUNDO	ING. JACK DOUGLAS IBARRA SOLORIZANO
VOCAL TERCERO	ING. JUAN FRANCISCO ECHEVERRIA MENDEZ
VOCAL CUARTO	BR. VICTOR MANUEL LOBOS ALDANA
VOCAL QUINTO	BR. WAGNER GUSTAVO LOPEZ CACERES
SECRETARIO	INGA. GILDA MARINA CASTELLANOS DE ILLESCAS

TRIBUNAL QUE PRACTICO EL EXAMEN GENERAL PRIVADO

DECANO	ING. JULIO ISMAEL GONZALEZ PODS ZUECK
EXAMINADOR	ING. GUILLERMO ANTONIO GUINEA MORALES
EXAMINADOR	ING. ARTURO EDUARDO MULLER DE LEON
EXAMINADOR	ING. GUILLERMO ANTONIO HERNANDEZ MORALES
SECRETARIO	ING. FRANCISCO JAVIER GONZALEZ LOPEZ

ACTO QUE DEDICO

A MI PADRE CELESTIAL: Por haber sido mi guía en todo momento

A MI MARDE: Martha Esthela Aceltuno Millán

A LA MEMORIA DE MI PADRE: Marlo René Flores Gonzáles

A MIS HERMANOS: Marlo René
Sergio Javier
María Guadalupe y
especialmente a Jorge Alberto
Gracias por sus esfuerzos

A MI SOBRINO: José Pablo

A MIS CUÑADOS

A TODOS MIS ABUELOS EN PAZ DESCANCE

A TODOS MIS TIOS: Especialmente a:

María Emma de Flores

A TODOS MIS PRIMOS: Especialmente a:

Sylvana del Rosario Rios
Edgar L. Flores R.
Miguel E. Flores R.
Jorge M. Flores R.

A TODOS MIS AMIGOS: Especialmente a:

José Luis Bran Guzman
Edgar Montejo Montejo
German Fuentes
Juan Antonio Cutzal

Y A TODAS LAS PERSONAS QUE SIEMPRE ME HAN APOYADO Y ACOMPAÑADO

UN AGRADECIMIENTO ETERNO

AGRADECIMIENTO ESPECIAL

- A: Dios por darme fuerzas, salud y vida para realizar mis estudios**
- A: Sección Socio Económica: Por su apoyo y ayuda en especial a: Lic. Zalda Toledo**
- A: Fundación Masónica " John William Hall ": Por su vallosa ayuda espiritual y material**
- A: Ingeniero Dagoberto Bautista: Por su vallosa asesoría en el desarrollo de este trabajo**
- A: A la Comisión Nacional del Medio Ambiente: Por el respaldo para esta investigación**
- A: Cámara de la Industria Fíllal Quetzaltenango: Por su colaboración con esta investigación en especial a Lic. Eunice Mérida.**
- A: Todas las plantas Industriales de la ciudad de Quetzaltenango: Por su colaboración para la realización de esta investigación.**
- A: Las Sras. Secretarias Esperancita Maldonado y Beatris de Beber: Por sus consejos y apoyo.**
- A: Todas aquellas personas que en una u otra forma que colaboraron con esta tesis**
- A: Todos mis Maestros en especial a: Ingra. Guisela Galtán Garavito
Ing. José Francisco Gómez Rivera**
- A: El departamento de Matemáticas**
- A: La Facultad de Ingeniería**
- A: La Universidad de San Carlos de Guatemala con respeto, amor y agradecimiento por haberme forjado.**



COMISION NACIONAL DEL MEDIO AMBIENTE

PRESIDENCIA DE LA REPUBLICA

GUATEMALA

GUATEMALA, ABRIL 9 DE 1997
OFICIO NO. 038-97/JG/RDM.

INGENIERO INDUSTRIAL
JOSE FRANCISCO GOMEZ RIVERA
DIRECTOR DE LA ESCUELA DE
INGENIERIA MECANICA INDUSTRIAL
FACULTAD DE INGENIERIA
UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS
CIUDAD DE GUATEMALA

ESTIMADO INGENIERO GOMEZ:

CORDIALMENTE COMUNICAMOS A USTED QUE HABIENDOSE REVISADO EL INFORME FINAL DE LA TESIS DE GRADUACION DEL ESTUDIANTE EDDIE OMAR FLORES ACEITUNO, CARNET NUMERO: 90-30246, TITULADA: "INCIDENCIA DE LA ACTIVIDAD INDUSTRIAL EN LA CALIDAD AMBIENTAL DE LA CIUDAD DE QUETZALTENANGO Y PROPUESTAS DE SOLUCION", CONSIDERAMOS QUE EL TRABAJO HA SIDO CORRECTAMENTE ELABORADO CUMPLIENDO CON LOS OBJETIVOS TRAZADOS EN LA PLANIFICACION RESPECTIVA, ASI COMO LO ESTABLECIDO EN LA LEY DE PROTECCION Y MEJORAMIENTO DEL MEDIO AMBIENTE, POR LO QUE RECOMENDAMOS SU APROBACION E IMPRESION.



DEPARTAMENTO
TECNICO

VO. BO.

ING. JUAN FRANCISCO ASTURIAS
COORDINADOR NACIONAL

ATENTAMENTE,

ING. IND. JOSE BUZMAN SHAUL
COLEGIADO NO. 2785
ASESOR DE TESIS



UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS
DE GUATEMALA



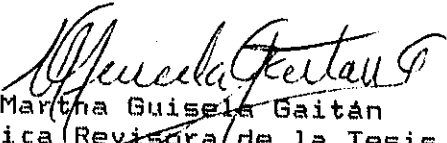
FACULTAD DE INGENIERIA

Escuelas de Ingeniería Civil, Ingeniería
Mecánica Industrial, Ingeniería Química,
Ingeniería Mecánica Eléctrica, Técnica
y Regional de Post-grado de Ingeniería
Sanitaria.

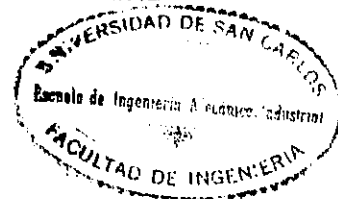
Ciudad Universitaria, zona 12
Guatemala, Centroamérica

El Catedrático Revisor de Tesis de la Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de San Carlos de Guatemala, luego de conocer el dictamen del Asesor de Tesis al trabajo de tesis titulado **INCIDENCIA DE LA ACTIVIDAD INDUSTRIAL EN LA CALIDAD AMBIENTAL DE LA CIUDAD DE QUETZALTENANGO Y PROPUESTA DE SOLUCION**, presentado por el estudiante universitario **Eddie Omar Flores Aceituno**, aprueba el presente trabajo y recomienda la autorización del mismo.

ID Y ENSEÑAD A TODOS


Inga. Martha Guisela Gaitán
Catedrática Revisora de la Tesis
INGENIERÍA MECÁNICA INDUSTRIAL

Guatemala, mayo de 1997



/emds

PROPIEDAD DE LA UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
Biblioteca Central



FACULTAD DE INGENIERIA

Escuelas de Ingeniería Civil, Ingeniería Mecánica Industrial, Ingeniería Química, Ingeniería Mecánica Eléctrica, Escuela Técnica, Ingeniería en Sistemas Ingeniería Electrónica, Escuela Regional de Ingeniería Sanitaria y Recursos Hidráulicos y Escuela de Posgrado Maestría en Sistemas Mención Construcción y Mención Ingeniería Vial.
Apartado Postal 217-1-01-907, Guatemala
Ciudad Universitaria, Zona 12
Guatemala, Centroamérica

El Director de la Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de San Carlos de Guatemala, luego de conocer el dictamen del Asesor con el Visto Bueno del Coordinador de Area, del Coordinador General de Tesis y del Licenciado en Letras, al trabajo de tesis titulado **INCIDENCIA DE LA ACTIVIDAD INDUSTRIAL EN LA CALIDAD AMBIENTAL DE LA CIUDAD DE QUETZALTENANGO Y PROPUESTA DE SOLUCION**, presentado por el estudiante universitario Eddie Omar Flores Acetiuno, aprueba el presente trabajo y solicita la autorización del mismo.

ID Y ENSEÑAD A TODOS

Ing. Francisco Gómez Rivera
DIRECTOR
INGENIERIA MECANICA INDUSTRIAL



Guatemala, julio de 1,997.

emds

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS
DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERIA

Escuelas de Ingeniería Civil, Ingeniería Mecánica Industrial, Ingeniería Química, Ingeniería Mecánica Eléctrica, Escuela Técnica, Ingeniería en Sistemas Ingeniería Electrónica, Escuela Regional de Ingeniería Sanitaria y Recursos Hidráulicos y Escuela de Posgrado Maestría en Sistemas Mención Construcción y Mención Ingeniería Vial.
Apartado Postal 217-1-01-907, Guatemala
Ciudad Universitaria, Zona 12
Guatemala, Centroamérica

El Decano de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de San Carlos de Guatemala, luego de conocer la aprobación por parte del Director de la Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial, al trabajo de tesis titulado **INCIDENCIA DE LA ACTIVIDAD INDUSTRIAL EN LA CALIDAD AMBIENTAL DE LA CIUDAD DE QUETZALTENANGO Y PROPUESTA DE SOLUCION**, presentado por el estudiante universitario Eddie Omar Flores Acetiuno, procede a la autorización para la impresión de la misma.

IMPRIMASE

Ing. Herbert René Miranda Barrios
DECANO



Guatemala, julio de 1,997.

emds

INDICE

LISTADO DE ILUSTRACIONES	I
INTRODUCCION	II
OBJETIVOS E HIPOTESIS	III
METODOLOGIA	IV
CAPITULO I:	
1. ACTIVIDAD INDUSTRIAL EN LA CIUDAD DE QUETZALTENANGO	
1.1 Localización de la ciudad de Quetzaltenango	1
1.2 Aspectos físicos	1
1.3 Actividad industrial en la ciudad de Quetzaltenango	2
1.3.1 Proceso de elaboración de la cerveza	4
1.3.2 Proceso del curtimiento de pieles	8
1.3.3. Proceso de hilaturas	14
1.3.4 Proceso de aguas carbonatadas y jugos de frutas	19
1.3.5 Proceso de obtención de carne	22
1.3.6 Proceso de vidrio soplado	26
1.3.7 Proceso del block de construcción	31
1.3.8 Proceso de la harina de trigo	34
CAPITULO II:	
2. INCIDENCIA DE LA ACTIVIDAD INDUSTRIAL EN LA CIUDAD DE QUETZALTENANGO	
2.1 Estado actual del escenario ambiental	37
2.2 Incidencia de la actividad industrial a nivel general	37
2.3 Incidencia por las industrias más significativas	39
2.3.1 Incidencia por la industria cervecera	39
2.3.1.1 Contaminación por ruido	39
2.3.1.2 Contaminación atmosférica	41
2.3.1.2.1 Definición de los contaminantes del aire para toda la industria	41
2.3.1.2.2 Las cartas de Ringelman	41
2.3.1.2.3 En la industria cervecera de Quetzaltenango	44
2.3.1.3 Contaminación por descarga de aguas residuales	44
2.3.1.4 Contaminación por olores	45
2.3.2 Incidencia por la industria de curtimiento de pieles	47
2.3.2.1 Contaminación por ruido	47
2.3.2.2 Contaminación atmosférica	47
2.3.2.3 Contaminación por descarga de aguas residuales	47
2.3.2.4 Contaminación por olores	51

2.3.3	Incidencia por la industria textil	53
2.3.3.1	Contaminación por ruido	53
2.3.3.2	Contaminación atmosférica	53
2.3.3.3	Contaminación por descarga de aguas residuales	54
2.3.3.4	Contaminación por olores	54
2.3.4	Incidencia por la industria de bebidas no alcohólicas	55
2.3.4.1	Contaminación por ruido	55
2.3.4.2	Contaminación atmosférica	56
2.3.4.3	Contaminación por descarga de aguas residuales	56
2.3.4.4	Contaminación por olores	57
2.3.5	Incidencia por la industria de artículos de cemento	58
2.3.5.1	Contaminación por ruido	58
2.3.5.2	Contaminación atmosférica	58
2.3.5.3	Contaminación por descarga de aguas residuales	58

CAPITULO III:

3.	PROPUESTAS DE SOLUCION	
3.1	Propuestas de solución generales	59
3.2	Propuestas de solución específicas para cada industria	61
3.2.1	industria cervecera	61
3.2.1.1	Control del ruido	61
3.2.1.1.1	Materiales acústicos y absorbentes del ruido empleados por toda la industria	62
3.2.1.1.2	Métodos de control propuestos	62
3.2.1.1.2.1	Materiales absorbentes	62
3.2.1.1.2.2	Silenciadores y mufflers	63
3.2.1.1.2.2.1	Silenciadores de absorción	63
3.2.1.1.2.2.1.1	Deflectores paralelos	63
3.2.1.3.1	Características de los tratamientos de control de contaminación de aguas residuales	73
3.2.1.3.1.1	Tratamiento primario	73
3.2.1.3.1.2	Tratamiento secundario	73
3.2.1.3.1.3	Tratamiento terciario	74
3.2.1.3.2	Tratamiento de aguas residuales en la industria cervecera	75
3.2.2	Industria del curtiembre de pieles	75
3.2.2.1	Control de la contaminación atmosférica	75
3.2.2.2	Control de aguas residuales	77
3.2.2.2.1	Esquema del sistema propuesto	77
3.2.2.2.2	Descripción de las operaciones de tratamiento por etapas	77
3.2.2.2.2.1	Etapas de rivera	77
3.2.2.2.2.2	Etapas de curtido	79
3.2.2.2.2.3	Etapas de acabado y otros efluentes	79
3.2.2.2.2.4	Tratamiento combinado final	79

3.2.2.2.5	Disposición de lodos	79
3.2.2.3	Control de olor	79
3.2.2.3.1	Absorción	80
3.2.2.3.2	Dispersión	81
3.2.2.3.3	Enmascarar olores (masking)	81
3.2.3	Industria textil	81
3.2.3.1	Control de las emisiones atmosféricas	81
3.2.3.2	Control de las aguas residuales de la industria textil	82
3.2.3.3	Control de olores en la industria textil	82
3.2.3.3.1	Absorción con carbón activado	82
3.2.4	Industria de bebidas no alcohólicas	83
3.2.4.1	Control del ruido	83
3.2.4.1.1	Recintos parciales	84
3.2.4.2	Aguas residuales	86
3.2.5	Industria de artículos de cemento	87
3.2.5.1	Control del ruido	87
3.2.5.1.2	Penetraciones	88
3.2.5.2	Control de la contaminación atmosférica	89
3.2.5.2.1	Colectores húmedos	89
3.2.5.2.2	Precipitadores electrostáticos	90
3.2.5.3	Aguas residuales de las industria de artículos de cemento	91

CAPITULO IV:

4.	MARCO LEGAL Y REGULACIONES	
4.1	Introducción	93
4.2	Marco legal	93
4.2.1	Ley de Protección y Mejoramiento del Medio Ambiente	93
4.2.2	Aspectos Ambientales en la Legislación Nacional	93
4.2.2.1	Constitución Política de la República de Guatemala	93
4.2.2.2	Código de Salud	94
4.2.2.3	Otros cuerpos legales	94
4.2.2.4	Tratados y convenios internacionales	95
4.3	Conocimiento y aplicabilidad del marco legal por las industrias de Quetzaltenango	96

CONCLUSIONES X

RECOMENDACIONES XII

BIBLIOGRAFIA XIII

ANEXOS

LISTADO DE ILUSTRACIONES

	Página
1. Localización de la ciudad de Quetzaltenango	3
2. Descripción del uso de la carta de Ringelman	43
3. Area disponible para la creación de zonas de tolerancia	59
4. Trampas de aceite, instaladas en serie	61
5. Ducto silenciador paralelo	64
6. Pasos para armar recintos totales	66
7. Recinto personal	67
8. Maquinaria enclausada utilizando cortinas de vinil denso	68
9. Cámara de sedimentación con un deflector	70
10. Ciclón	71
11. Ciclón múltiple	72
12. Precipitador dinámico	72
13. Planta de tratamiento de aguas residuales para tenería	78
14. Sistema de Carbón Activado	83
15. Recinto parcial de una prensa industrial	84
16. Recinto parcial de una bomba hidráulica	85
17. Recinto parcial para una línea de embotellado	85
18. Diseño contra ruido para una máquina blockera	88
19. Técnicas para sellar penetraciones	89
20. Precipitador electrostático	91
21. Planta de tratamiento para aguas residuales en blockeras	92

GLOSARIO

1.-) Agua de Derroche o Descarga: Se refiere al agua ya utilizada en algún proceso que lleva consigo contaminantes.

2.-) Aire: Es la mezcla gaseosa que constituye la atmosfera. En su estado natural, el aire seco sin contaminar, está compuesto de:

Nitrógeno.....	78 %
Oxígeno.....	21 %
Argón.....	0.093 %
Dióxido de carbono.....	0.032 %

3.-) Alcalino: Significa que el grado de acidez de una sustancia es demasiado bajo o nulo.

4.-) Bomba: Son máquinas destinadas a comunicar presión y velocidad a los fluidos.

5.-) Bombos: Son unos barriles giratorios de gran tamaño, los cuales son utilizados en el proceso del curtimiento de pieles para el lavado, teñido y descalcado de las mismas.

6.-) Bunker: Es un aceite negro derivado del petróleo muy utilizado como combustible industrial.

7.-) Caldera: Es un generador de vapor.

8.-) Carburador: Utilizado en los motores para regular las cantidades de oxígeno y de combustible que entran en el tubo de distribución de la mezcla, establece la conveniente relación combustible/aire para varias gamas de velocidades y cargas del motor, y favorece el mezclado entre el combustible y el aire.

9.-) Caudal: Es el volumen de un fluido sobre el tiempo que tarda en pasar por un orificio. Generalmente es expresado en m^3 / minuto.

10.-) Cilindros: Se encuentra dentro de las cámaras de combustión de los motores y son los encargados de transmitir la energía calorífica de la combustión en energía mecánica.

11.-) Contaminación ambiental: Se denomina a la presencia en el medio ambiente de uno o más contaminantes, o cualquier combinación de ellos, que perjudiquen o molesten la vida, la salud y el bienestar humano, la flora y la fauna o degraden la calidad del aire, del agua, de la tierra, de los bienes, de los recursos de la nación en general o de los particulares.

12.-) La contaminación atmosférica: Es el resultado de un desarrollo sin control y mal planificado que ha permitido una marcada concentración de población y actividades económicamente productivas en un determinado número de lugares; el aumento en el uso del vehículo de motor como medio esencial de transporte; el crecimiento vertiginoso del comercio y de las actividades agropecuarias, lo cual ha originado una concentración de gran cantidad de materia, energía e información en pequeñas áreas, el cual tiene por resultado que cada una de estas áreas se vuelva una fuente de todo género de contaminantes atmosféricos, los cuales el ambiente no tiene capacidad de disponer, sin poner en peligro la salud y el bienestar de todos aquellos que deben respirar el aire contaminado.

13.-) **Contaminación Industrial:** Es pues, la incorrelación de elementos contaminantes que son toda materia o substancia, sus combinaciones o compuestos, derivados químicos y biológicos, que son desechos industriales tales como humos, polvos, gases, cenizas, bacterias, residuos, desperdicios y cualquiera otros que al incorporarse o acondicionarse al aire, agua, o tierra, puedan alterar o modificar sus características naturales, o las del medio ambiente, a veces con un aparente efecto beneficioso pero degradando su calidad.

14.-) **Cubas:** Son grandes depósitos utilizados en el proceso de la elaboración de la cerveza.

15.-) **Ecología:** Es el total de las relaciones de los animales con sus medios ambientes " orgánico e inorgánico ". También se puede definir como el estudio científico de las interacciones que determinan la distribución y la abundancia de los organismos.

16.-) **Decibel (dB):** El sonido es una variación en la presión atmosférica normal originada por una fuente de vibración. La variación de esta presión se mide en términos de dinas por cm^2 , unidad también denominada como microbar. En realidad esta unidad no es mencionada en los estudios de los resultados de las medidas de los ruidos, usándose, como unidad el Decibel.

17.-) **Fango:** Son los restos sólidos que quedan después de darle tratamiento a las aguas residuales.

18.-) **Desechos líquidos industriales:** Son aguas desechadas de los procesos de transformación, aguas de enfriamiento y operaciones; las características del efluente dependen del tipo de industria, de los procesos empleados y en general corresponden a la multiplicidad de productos que se elaboran en las diferentes instalaciones industriales.

19.-) **Hollín:** El hollín es carbón o líquido en suspensión en el aire; es también un particulado.

20.-) **Levas:** Son elementos mecánicos o mecanismos que tienen alguna función especial según sea su diseño.

21.-) **Materia Particulada:** Cualquier sólido o líquido en suspensión en el aire. El vapor de agua no combinado se excluye.

22.-) **Mecanismos:** Elementos componentes de las máquinas.

23.-) **Morfología:** Son cambios en los cuerpos.

24.-) **Paneles:** Ocho o más panelistas deberían usarse para medidas de olor en casos críticos, a donde quiera que un argumento costoso se pueda esperar. Con menor número de los valores obtenidos son todavía informativos pero simples estadísticas son las pruebas para juzgar la importancia de diferencias que pueden llegar a existir entre los muestreos difíciles, a menos que las diferencias sean grandes. La selección de panelistas depende del razonamiento de la medida.

25.-) **Proceso:** Es una secuencia ordenada de operaciones para realizar alguna tarea u obtención de algún fin.

26.-) **Polímeros:** Grupo de materiales obtenidos normalmente mediante la unión de moléculas orgánicas (monómeros) en cadenas moleculares gigantes o redes. Los polímeros se caracterizan por su baja resistencia mecánica, bajo punto de fusión y reducida conductividad eléctrica.

INTRODUCCION

Presentación.

Durante mucho tiempo, el hombre ha tomado de la naturaleza lo que necesita y muchas veces lo que no necesita, persuadido tácticamente de que ésta era inagotable, indestructible e infinita. Pero recientemente, agobiado por una serie de crisis derivadas de la irracional explotación, por fin el hombre se ha dado cuenta, que por el contrario, los recursos naturales son frágiles, escasos y finitos.

Desafortunadamente esta toma de conciencia ha sido desarrollada, sólo después de que se han ocasionado perjuicios muchas veces irreversibles a nuestros ecosistemas. Los adelantos tecnológicos, especialmente a partir de la revolución industrial, han sido responsables de la comodidad y un discutido bienestar de una parte de los habitantes de la tierra, pero también han sido la causa del deterioro del medio ambiente, que pone en peligro la calidad de vida y la vida misma de la totalidad de éstos. Sí, el costo del progreso lo pagan todos, hayan gozado o no de sus beneficios.

Los grandes gestores de los sistemas económicos imperantes en nuestros días, tanto capitalistas como socialistas, no consideraron la variable ecológica dentro de sus doctrinas. El problema era inimaginable para ellos. Sin embargo, ahora nosotros nos damos cuenta que el mercado que organiza la economía a través de los precios permite el deterioro del medio ambiente sin pagar el costo ambiental. Esto en economía se sitúa en el campo de las externalidades, es decir, aquellas situaciones externas del mercado para las cuales no existe un precio, de tal manera que las personas puedan utilizarlas y deteriorarlas, dentro del proceso productivo, sin pagar por ello (uso de aire, agua y suelo).

A pesar de eso el costo ecológico es real y tiene que ser pagado por la sociedad tarde o temprano. Con esta conciencia, recientemente se ha propuesto que estas externalidades dejen de ser una anomalía en el proceso de producción y se consideren como algo inherente al mismo, lo que implica generar conciencia sobre la problemática ambiental. Razón que ha motivado la realización del presente trabajo de tesis, y con el cual se pretende documentar los problemas ambientales de mayor relevancia en la ciudad de Quetzaltenango, derivados de la actividad industrial de la misma así como propuestas de solución a la problemática que se pueda presentar.

Premisa básica.

" La contaminación industrial constituye uno de los elementos fundamentales en el deterioro de la calidad ambiental de la ciudad de Quetzaltenango "

Objetivo general.

a) Elaborar una tesis de grado que describa la actividad industrial, su incidencia en el ambiente, y plantee operaciones, técnicas propuestas de solución para la problemática que se pueda detectar en la ciudad de Quetzaltenango. Además de una recopilación y revisión de la legislación existente en la materia tratada.

Objetivos específicos.

a) Describir los principales procesos empleados por las industrias de la ciudad de Quetzaltenango.

b) Describir los problemas de contaminación que enfrentan las principales y más significativas industrias de la ciudad de Quetzaltenango; analizando cuatro factores como lo son: Ruido, contaminantes atmosféricos, aguas residuales y olor.

c) Elaborar propuestas generales y específicas de solución, para las principales actividades industriales de la ciudad de Quetzaltenango con factores críticos manifiestos en contaminación como: Ruido, contaminantes atmosféricos, aguas residuales y olor.

d) Hacer una breve descripción de las principales disposiciones legales existentes en la legislación guatemalteca, así como tratados internacionales en materia ambiental en lo concerniente a la contaminación industrial.

Hipotesis.

a) La mayor proporción de industrias en la ciudad de Quetzaltenango, no toman acciones necesarias para el control sobre la contaminación industrial que generan en la misma y por lo tanto inciden en el deterioro del ambiente en algún grado.

METODOLOGIA.

La investigación es un procedimiento integrado por etapas sucesivas que corresponden a un orden lógico; tanto la teoría como el método desarrollan un papel de primera magnitud en el presente trabajo.

La técnica juega en ello un papel importante, pues nos permite acercarnos a la realidad con mayor objetividad. Así, teoría y técnica constituyen los elementos fundamentales de todo proceso de investigación.

La formulación básica de nuestro tema es uno de los pasos más importantes en la investigación, pues ello permitirá precisar con mayor claridad nuestra concepción teórica de la problemática que nos proponemos tratar.

Metodología del muestreo industrial.

Esta etapa de la metodología es importante para determinar qué plantas, de las 114 enlistadas, van a ser muestreadas y al mismo tiempo lograr que esta muestra sea representativa de la población total.

Como estrategia de la investigación aplicamos la recolección de material de investigación, en bibliotecas, encuestas, entrevistas, asesoría, y consulta con personal especializado aplicando un trabajo de campo técnico, el cual fue realizado en las industrias de la ciudad de Quetzaltenango, analizando los efectos globales de los procesos industriales en el medio ambiente de la ciudad. Se analizaron cuatro factores de contaminación: contaminantes atmosféricos, el ruido, el olor y aguas de desecho industriales. Esta investigación se llevo a cabo durante los meses de abril a julio de 1,996; para tal efecto es empleado el método científico, haciendo uso de un muestreo de tipo estadístico. Es empleado este tipo de muestreo debido a que existe una proporción de empresas que no establecen controles sobre la contaminación que generan, además, que las plantas visitadas sean representativas de la población y nuestra investigación sea valedera, cumpliendo por ende con los objetivos que motivaron su realización.

Por todo lo anterior, ante la imposibilidad de visitar todas las industrias del casco urbano de Quetzaltenango, se utilizó un muestreo probabilístico estratificado por racimos, con el objetivo de determinar qué industrias se visitarán para efectos de esta investigación. Este servirá para agrupar a la población en dos estratos; constituido el primero por la actividad a la que se dedica la industria y el segundo deriva según el tamaño de la muestra.

El tamaño de la muestra estará dado por la siguiente fórmula:

$$n = \frac{(N^2 * Z^2 * p * q)}{E^2 * (N - 1) + Z^2 * p * q}$$

Donde,

- n = Tamaño total de la muestra
- N = Tamaño de la población
- Z² = Nivel de confianza (95 %)
- pq = Variabilidad del fenómeno (Se supone que existe una total heterogeneidad)
- p = Probabilidad de ocurrencia (0.5 debido a que se otorga la máxima variabilidad posible)
- q = Probabilidad de no ocurrencia (1 - p)
- E² = Error máximo permitido (16 %)

La fracción de la muestra por estrato o actividad industrial se calculará de la siguiente manera y se utiliza en función de reducir la varianza, se seleccionará una fracción de muestra por estrato, utilizando la fórmula siguiente:

$$f_h = \frac{n}{N}$$

En donde,

- f_h = Fracción del estrato o actividad industrial.
- N_h = Tamaño de la población del estrato o actividad industrial.
- N = Tamaño total de la población.

Para determinar el tamaño de la muestra (n_h) se procederá a multiplicar la subpoblación (N_h) de cada actividad industrial por la fracción del estrato (f_h), así:

$$n_h = [N_h \cdot f_h]$$

En donde:

- n_h = Tamaño de la muestra. (representa el número de plantas industriales a visitar según su actividad).
- N_h = Sub-población (Industria de alimentos, Curtiembre de Pieles, Madereras, Estructuras Metálicas etc.).
- f_h = Fracción del estrato.

Para efectos de la presente investigación, cada actividad industrial estadísticamente constituirá un racimo, de donde se tomarán las plantas a muestrear, las industrias más grandes e importantes siendo éstas las que posiblemente generen mayores volúmenes de contaminantes.

Cálculos:

- Tamaño de muestra total:

$$n = \frac{114 \cdot (1.96)^2 \cdot (0.5)^2}{[(0.1577) \cdot (114 - 1) + (1.96)^2 \cdot (0.5)^2]} = 29 \text{ a muestrear}$$

- Tamaño de muestra por estratos:

* Industria alimenticia: 26 plantas

$$N_h = \frac{26}{114} = 0.22807 \cdot 29 = 8 \text{ plantas de alimentos a muestrear.}$$

* Industria de textiles:

$$N_h = \frac{21}{114} = 0.1842 * 29 = 5$$

* Industria de tenerías:

$$N_h = \frac{22}{114} = 0.19298 * 29 = 7$$

* Industria de Maderas:

$$N_h = \frac{8}{114} = 0.0701 * 29 = 2$$

* Industria de Impresos:

$$N_h = \frac{5}{114} = 0.0438 * 29 = 1$$

* Industria de vidrio soplado:

$$N_h = \frac{1}{114} = 0.008 * 29 = 1$$

* Industria cementera:

$$N_h = \frac{14}{114} = 0.1228 * 29 = 3$$

* Industria de estructuras metálicas:

$$N_h = \frac{15}{114} = 0.13157 * 29 = 2$$

Llevando a cabo los cálculos respectivos con las fórmulas anteriormente presentadas se determinó que de las 114 empresas listadas, se tienen que muestrear 29 (anexo II).

Metodología de evaluación de los factores de contaminación (ruido, emanaciones atmosféricas, aguas residuales y olor).

1) Metodología de evaluación del ruido Industrial: La evaluación de este factor de contaminación se realizó de dos formas, una cualitativa del tipo entrevista a los trabajadores de la empresa y vecinos de la misma, de tal manera que ellos manifestaran qué tanto les afecta el ruido de los procesos industriales en los cuales están involucrados y la segunda del tipo cuantitativo, llevándose a cabo por mediciones de ruido con un decibelímetro marca " Quest " del tipo portátil, con un margen de error del 10 % (según especificaciones) además de la información por parte de algunas industrias que tienen estudios al respecto y fueron proporcionados para el efecto de esta investigación.

A continuación conoceremos algunas características básicas de los decibelímetros:

a.-) El Decibelímetro: Es un aparato que responde al sonido de forma aproximadamente igual que el oído humano, dando medidas subjetivas y reproducibles de su nivel. La señal sonora se convierte en otra eléctrica equivalente, por medio de un micrófono de alta calidad, pero como resulta aún muy pequeña, hay que amplificarla antes de que se le pueda leer en el indicador. Tras la primera etapa amplificadora se la puede hacer pasar por un circuito de ponderación (A < B o C), o por unos filtros que se pueden colocar exteriormente. Con una nueva amplificación se le da nivel suficiente para actuar sobre el indicador, una vez que se ha determinado su valor eficaz en el detector de este tipo. El valor señalado por la aguja del indicador es el nivel sonoro en decibeles; los decibelímetros pueden llevar además un rectificador de pico, para la medida del valor pico de las señales impulsivas y un circuito de retención, que retiene el valor máximo de la deflexión de la aguja, sea de los valores pico o eficaz, medidos con la característica impulsiva.

Como el decibelímetro es un aparato de precisión, hay que prever su calibración para garantizar la exactitud de sus indicaciones. La mejor calibración es la colocación directa sobre el micrófono de un calibrador acústico portátil. Este calibrador es esencialmente un altavoz en miniatura que produce un nivel de presión sonora sobre el micrófono perfectamente definido, al cual se ajusta la indicación del sonómetro.

Cuando este nivel sonoro varía, la aguja del indicador debe seguir esas variaciones. Pero si son muy rápidas, la aguja puede danzar tan erráticamente que resulte imposible obtener lecturas significativas.

b.-) Reglas operativas básicas.

- Compruébese el estado de las pilas y llévase consigo un juego de repuesto de buena calidad. Si el aparato se va a mantener inactivo un largo período, se deben sacar las pilas de su alojamiento.
- Asegúrese que el aparato esté calibrado. Es muy recomendable el empleo periódico de un calibrador.
- Consúltense las normas y reglas que sean de aplicación para la elección de los equipos y técnicas de medida adecuados.
- Realícese algunas medidas orientadoras antes de anotar los valores definitivos. Determinese el tipo de campo a técnicas de medida adecuados.
- Realícese algunas medidas orientadoras antes de anotar los valores definitivos. Determinese el tipo de campo acústico en el que está trabajando.
- Cuando se use un decibelímetro con micrófono de campo libre manténgase el aparato a la máxima distancia del cuerpo para evitar el efecto de las reflexiones y apúntese el micrófono hacia la fuente sonora.

- Elíjase la respuesta del indicador, rápida o lenta, adecuada para conseguir una lectura exacta. Si el sonido es impulsivo, se debe usar el decibelímetro de impulsor.
- Si el sonido procede de más de una dirección, es importante elegir un micrófono y un montaje cuya respuesta sea de la máxima omnidireccionalidad posible.
- Si no está seguro de la procedencia del ruido que produce la deflexión, puede resultar útil identificarlo, con el empleo de un par de auriculares conectados al decibelímetro

11) Metodología de evaluación de emanaciones a la atmósfera: El análisis de este factor de contaminación se refiere a todos los elementos particulados que pueda expedir la planta industrial pero básicamente la evaluación se basa en las emisiones expelidas por las chimeneas; evaluando la opacidad de los particulados que salen a la atmósfera; esta evaluación se realiza por medio de las denominadas " Cartas de Ringelman " (ver sección 2.2.1.2.1) las cuales se usan para una comparación visual de la emisión de una chimenea, las cuales nos dirán que tan opacas o claras son las emisiones que expelen las chimeneas de las plantas industriales a la atmósfera y lo cual es un parámetro de evaluación sobre qué tanta contaminación atmosférica está generando ese proceso industrial.

Al tomar las emisiones se debe seguir la metodología siguiente:

- a) Al efectuarse una comparación diurna, el observador debe colocarse a una distancia no menor de 30 metros ni mayor de 400 metros del cañón de la chimenea. El sol debe quedar preferentemente, a espaldas del observador. Durante las horas de obscuridad debe utilizarse una fuente de luz situada detrás de la pluma de humo, siendo el frente de ésta, el que observa el operador.
- b) Se coloca la carta lo más próxima posible a la línea de la visual del observador de la pluma, perpendicular a dicha línea y a una distancia tal del observador, que las retículas en la carta aparezcan como campos grises uniformes.
- c) Se mira hacia la parte más densa de la pluma, en donde ésta tiene el mismo diámetro que la salida de la chimenea, y se compara su color con los tonos de la carta. En el caso que exista vapor de agua en la pluma, la lectura debe hacerse en el punto donde se haya disipado el vapor. Siempre que sea posible, la línea de la visual debe quedar en ángulo recto con relación a la dirección del viento.
- d) Cada lectura individual se obtiene determinando el número de la tarjeta cuyo tono sea el más cercano al del humo observado. En los casos en que el humo sea más claro que la tarjeta número 1, se le debe asignar el valor cero; si es más oscuro que la tarjeta No. 4, se le debe asignar el valor cinco. No se permite expresar valores en fracciones de unidad, debiendo registrarse siempre los valores con el número de la tarjeta cuyo tono se asemeja más al humo comparado.
- e) Las lecturas para determinar el porcentaje de densidad aparente visual del humo, se efectúan cada 15 ó 30 segundos en forma consecutiva durante 60 minutos.
- f) El cálculo del porcentaje de densidad aparente visual del humo, del período total de observación, se efectúa aplicando la siguiente fórmula:

$$D.A.V. = \frac{[N_e * 0.20]}{N} \%$$

X

Donde,

D. A. V. = Densidad aparente visual de humo expresada en porcentaje de opacidad (%).

Ne = Número total de equivalentes al número uno.

N = Número total de lecturas.

El 20 % es la equivalencia de densidad del número uno.

El valor " Ne " se obtiene multiplicando el número de lecturas individuales de cada tarjeta por el número correspondiente de la misma y sumando los valores parciales obtenidos.

III) Metodología de evaluación de aguas de desecho del tipo industrial: La evaluación de las mismas es llevada a cabo por medio de entrevistas a los encargados de la planta, análisis de agua¹ midiendo tres parámetros con los mismos (sólidos sedimentables, sólidos totales y pH)² siguiendo las normas de COGUANOR³, las cuales nos ayudan a efectuar un muestreo eficiente.

Metodología para los análisis de muestreo de agua, según las normas de COGUANOR:

a.- Aspectos generales.

La recolección de muestras es la primera etapa del análisis y una de las más importantes. El personal encargado (investigador) de ella debe tener el criterio suficiente para elegir los puntos más representativos y enviar al laboratorio las muestras en las mejores condiciones posibles, en los envases adecuados; puesto que los errores en que se incurran al realizar un muestreo, serán causa de que los resultados de los ensayos o análisis no sean representativos.

b.- Envases para el muestreo.

Los envases deben tener una capacidad acorde al volumen necesario para los diferentes análisis que se desea realizar. Esta información será entregada por el laboratorio que analizará las muestras.

b.1) Selección: De preferencia por razones de durabilidad, se emplearán envases de polietileno y/o teflón. Los envases de vidrio común tienen el inconveniente de quebrarse y la posibilidad de contribuir con elementos inorgánicos al agua, tales como el sodio, sílice y boro.

b.2) Preparación: Los envases deben de estar meticulosamente limpios en su interior y debidamente identificados. La limpieza de los mismos puede efectuarse empleando detergente y teniendo cuidado de enjuagarlos bien. Si no se dispone de detergente pueden lavarse repetidamente con agua limpia y finalmente enjuagarlos con el agua que se va a muestrear.

b.3) Identificación: La identificación de los envases debe ser hecha en el laboratorio mismo, usando una nomenclatura simple y marcado de tinta indeleble.

b.4) Frecuencia del muestreo: En general, mientras menos tiempo transcurra entre la recolección de una muestra y su análisis, mayor será la confianza de los resultados analíticos. Para obtener resultados veraces sobre ciertos constituyentes y valores físicos se requieren análisis inmediatos en el campo, porque la composición de la muestra puede variar antes de llegar al laboratorio. Una vez tomadas las muestras, se

¹ Solamente pruebas a la industria de la tenería por su crecimiento (20 % del total de establecimientos) así como la facilidad en la recolección de muestras en el proceso y en la descarga final que es llevada a cabo en su mayoría directamente al río Samalá; pero la principal razón es que éste es un factor muy crítico para esta industria y por ende para el ambiente.

² Con la medición de estos parámetros no se pretende llegar a la conclusión si una descarga de aguas residuales es contaminante sino como parámetro de referencia en esta investigación e investigaciones futuras más profundas.

³ COGUANOR: Comisión Guatemalteca de normas.

sugiere un período de aproximadamente 72 horas como límite máximo para llevar a cabo los análisis fisicoquímicos de agua potable. En el informe de laboratorio se debe registrar el tiempo que haya transcurrido entre la recolección y el análisis, así como para indicar el preservante agregado, si es que se aplicó alguno.

Como se mencionó anteriormente, se debe determinar el grado de acidez del agua de descarga industrial, tomando este parámetro como otro factor importante para poder comparar con los estándares de calidad ambiental.

Ionización: Es la descomposición que sufre el agua en sus elementos. Todos los líquidos que contienen agua contienen iones libres de N^+ así como iones oxihidrido OH^- . Cuando la cantidad de iones libres es igual a la cantidad de iones oxihidrido, se dice que la solución es neutra. Si hay un exceso de hidrógeno es ácido y es alcalina en caso contrario. El valor pH es un índice de la fracción de hidrógeno ionizado y se expresa por la siguiente fórmula:

$$pH = \log_{10} (1 / h)$$

Donde,

h = cantidad de gramos por litro de solución.

Para establecer el grado de acidez se utilizó papeles de pH; para los cuales se usaron recipientes de polietileno en la recolección de muestras, según la coloración del reactivo al ponerlo en contacto con el agua así será el pH de la muestra acorde con la siguiente tabla.

Rango	pH	Coloración
	0	diferentes
	1	tonalidades
	2	de
	3	rojo
	4	
	5	rosado
	6	amarillo
	7	verde
	8	azul
	9	violeta
	10	diferentes
	11	tonalidades
	12	de
	13	morado
	14	negro

Tabla 5.1 Coloración del papel de pH.

IV) Metodología de evaluación del olor industrial: El mismo se evaluó de manera cualitativa, por medio de entrevistas a los trabajadores que intervienen en el proceso industrial (anexo I) así como también a vecinos de las empresa muestreadas; además de las apreciaciones hechas por el investigador en el momento que se realizó la visita a la planta industrial, tomando en consideración que el aparato de mayor precisión para determinar la intensidad y efectos de olor; es el olfato humano. Todas las personas antes mencionadas forman parte de los " Paneles de Olor ".



CAPITULO I

1. ACTIVIDAD INDUSTRIAL EN LA CIUDAD DE QUETZALTENANGO.

1.1 Localización de la ciudad de Quetzaltenango¹.

La ciudad de Quetzaltenango se encuentra ubicada en el altiplano occidental de la República de Guatemala, a doscientos kilómetros de la ciudad capital por la carretera panamericana, asentada en el valle del mismo nombre.

Esta ciudad, por su historia y cultura, es considerada la segunda ciudad del país, motivo por el cual es una ciudad muy importante en la región donde está ubicada, y por la misma razón se ha convertido en un gran centro de concentración humana e industrial. En esta ciudad viven más de ciento veinticinco mil personas; además de gran cantidad de personas vienen aquí provenientes de otras comunidades, lo cual hace que esta ciudad soporte una población total de unas 150,000 personas aproximadamente, distribuidas en 10 zonas urbanas, en un área de unos 35 Kms.², para una densidad de 4,000 personas por Km².

Toda esta gran cantidad de personas realizan una gran variedad de actividades; unos son estudiantes, otros comerciantes, otros profesionales, industriales, obreros, burócratas, agricultores, amas de casa, etc., e indudablemente, en el ejercicio de su respectiva actividad, de alguna manera afectan la relación y el equilibrio entre el hombre y la naturaleza.

1.2 Aspectos físicos de la ciudad de Quetzaltenango.

Altitud: 2,257 metros (sobre el nivel del mar).

Temperatura: Máxima 23 ° C

Mínima 5 ° C

Promedio 16 ° C

Precipitación pluvial: 1,050 mm (aproximadamente).

Humedad:

a) Absoluta: - Máxima 78 %

- Mínima 42 %

b) Relativa: - Promedio anual 67 %

Viento: Se observaron vientos suaves en dirección este - oeste, los vientos que corren en dirección Norte - Sur son detenidos o desviados por las distintas formaciones montañosas de los alrededores.

Clima: Frío a finales y principios del año y templado en los meses intermedios.

¹ DELEGACION QUETZALTENANGO. Notas mimeografiadas de Quetzaltenango. Guatemala: I.N.E 1,994.

1.3 Actividad Industrial en la ciudad de Quetzaltenango.

La ciudad de Quetzaltenango cuenta con aproximadamente 114 establecimientos industriales, los cuales representan el 5 % del total de la industria nacional, entre las actividades comerciales tenemos:

- a) Molinos de harina, panaderías / pastelerías, embutidos, enlatadoras de alimentos;
- b) Embotelladoras de refrescos y cerveza;
- c) Fábricas de hilados y textiles, tenería y fabricación de calzado;
- d) Confección de ropa y sastrerías;
- e) Fabricación de pisos, blocks, tejas de asbesto cemento, y tubería de vinil;
- f) Fabricación de artículos de vidrio;
- g) Aserraderos y mueblerías;
- h) Imprentas;
- i) Montaje de carrocerías y talleres automotrices;
- j) Talleres mecánica automotriz, soldadura, refrigeración, tornos y fresadoras;
- k) Pequeños talleres de reparación de calzado y electrodomésticos.

Según las industrias registradas en la ciudad de Quetzaltenango existe un porcentaje alto que trabaja en la actividad alimenticia, entre estas fábricas destaca la Cervecería Nacional como la más grande en capacidad instalada, producción, número de empleados etc.; también podemos mencionar otras como la Embotelladora de Los Altos, Hilaturas Centroamericanas, Licorera Quetzalteca, el Molino Excelsior.

Otra actividad industrial en Quetzaltenango de gran importancia por la cantidad de establecimientos existentes es la industria curtidora de cuero llamada " tenería " la que constituye el 25 % del total de la actividad industrial Quetzalteca.

Otra industria que está creciendo en gran medida es la dedicada a la producción de artículos de cemento o blockeras, las cuales han proliferado en gran cantidad por toda la ciudad.

A continuación se describen algunos de los procesos más importantes empleados y los cuales representan la actividad industrial de Quetzaltenango:

REI



D

1. GUA
2. ALI
3. BAJ
4. IZAI
5. ZAC
6. CHI
7. ELI
8. JUI
9. JAI
10. SAI
11. SAK

FIGU



1.3.1 Proceso de elaboración de la cerveza.

Materias primas.

Para la elaboración de la cerveza es necesario utilizar:

- a. Cebada cervecera germinada y tostada (malta).
- b. Adjuntos donadores de carbohidratos.
- c. Lúpulo.
- d. Agua.

Pasos del proceso.

Casa de Cocimientos.

- a. Molienda: En esta etapa del proceso, se busca triturar el grano de malta para poder extraer de él los almidones presentes en la harina fina.
- b. Maceración: En esta etapa lo que se pretende es solubilizar la harina y convertir los almidones en azúcares fermentables con la ayuda de enzimas propias de la malta y variaciones de la temperatura.
- c. Filtración de Mosto: En esta etapa se separaron los restos sólidos (la cáscara de la malta) del mosto.
- d. Cocclón: El propósito es alcanzar una concentración de mosto determinada, esterilizarlo y proporcionarle el carácter amargo característico de la cerveza, mediante la adición de Lúpulo.
- e. Sedimentación: Seguidamente el mosto es enviado a un tanque sedimentador donde debido al efecto de rotación tangencial son separados los sólidos presentes en el mosto.
- f. Enfriamiento del Mosto: Con el propósito de alcanzar la temperatura deseada en la Fermentación, el mosto es enfriado.

Fermentación.

Luego de haber alcanzado el mosto una temperatura determinada se le agrega levadura para proceder a la fermentación, la cual dura aproximadamente una semana.

Al final de la fermentación es recuperada la levadura para ser utilizada en las siguientes fermentaciones.

Reposo.

Al finalizar la fermentación, la levadura es extraída de la cerveza, luego se enfría y se deja reposar por un tiempo determinado.

Filtración.

La siguiente etapa del proceso tiene que ver con la presentación final del producto, en la cual se tiene como propósito eliminar las sustancias insolubles que provocan turbidez. Asimismo, es primordial que la bebida en este momento sea carbonatada para darle la característica de frescura al producto final.

Embotellado.

La parte del proceso donde el líquido es envasado generalmente en botellas, las cuales son desplazadas por medio de una banda transportadora hacia las máquinas llenadoras; éstas son de tipo automático.

Empaque.

Esta operación consiste en introducir las botellas en cajas plásticas de 24 unidades para la presentación de 0.35 litros y 12 unidades para la presentación de 1.0 litro, para luego ser ordenadas en estibas de 45 y 36 cajas respectivamente.

DIAGRAMA DE FLUJO DEL PROCESO

OBJETO DEL DIAGRAMA: Elaboración de Cerveza

DIAGRAMA No.: 1

METODO: Actual

FECHA: mayo, 1996

HOJA: 1 / 2

ANALISTA: Eddie Flores

Fábrica: Cervecería Nacional

Inicia: Almacén de Materia Prima

Finaliza: Bodega de Producto Terminado

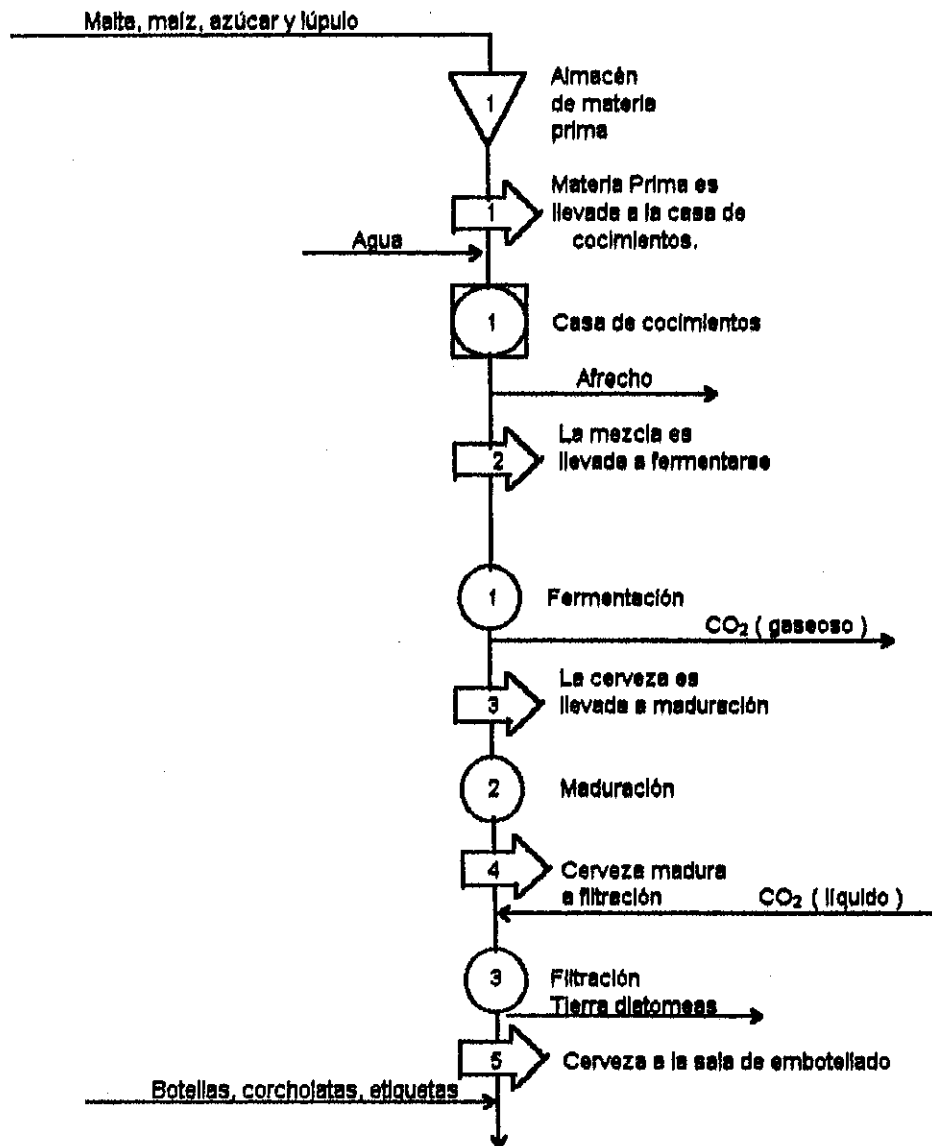


DIAGRAMA DE FLUJO DEL PROCESO

OBJETO DEL DIAGRAMA: Elaboración de Cerveza

DIAGRAMA No.: 1

METODO: Actual

FECHA: mayo, 1996

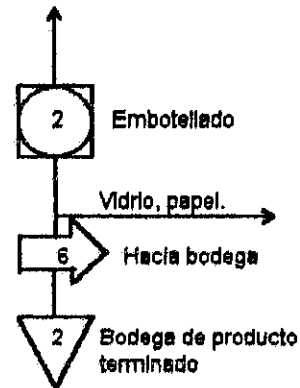
HOJA: 2 / 2

ANALISTA: Eddie Flores

Fábrica: Cervecería Nacional

Inicia: Almacén de Materia Prima

Finaliza: Bodega de Producto Terminado



RESUMEN

Símbolo	Evento	No.	Tiempo	Distancia
□	Inspección	0	Sumatoria del Tiempo	
○	Operación	3	Sumatoria del Tiempo	
➔	Transporte	6	Sumatoria del Tiempo	Sumatoria Distancia
▽	Almacenaje	2	Sumatoria del Tiempo	
□○	Operación Inspección	2	Sumatoria del Tiempo	

1.3.2 Proceso de curtiembre de pieles.

Lavado # 1 (remojo).

El objetivo de esta operación es limpiar la piel de estiércol, sangre, lodo, grasas y cualquier suciedad que contenga del lugar de origen.

Los equipos donde se lleva a cabo esta operación se llaman Bombos para lavado. Los factores más importantes a considerar en esta operación son: Contenido de bacterias, temperatura, contenido de sustancias disueltas y suspendidas en el agua a emplear. Los químicos usados en esta operación son: carbonato de sodio, detergente y sal.

Apelambrado y depilado.

Los objetivos de esta operación son actuar sobre la epidermis y el pelo y saponificar parcialmente las grasas naturales con el fin de purificar el colágeno, acondicionar químicamente la piel y obtener el hinchamiento apropiado. Con el depilado se corta el pelo y con el apelambrado se elimina la raíz del pelo.

Para esta operación se emplean Bombos, los que al rotar golpean los cueros produciendo de esta forma una acción mecánica sobre ellos. Los agentes químicos usados en esta operación son: Cal y Sulfuro sódico mezclados con agua.

Lavado # 2.

Luego que la piel está completamente depilada y limpia, se procede a introducirla en H₂O para lavarla de los químicos que en el proceso anterior se le aplicaron (sulfuro sódico y cal). Esto se lleva a cabo en los llamados Bombos.

Descarnado.

Esta operación tiene como objeto eliminar los restos de carne y grasa que se hallan adheridos y se hace por medio de acción mecánica en una máquina llamada Descarnadora de Cueros. De esta operación se obtienen residuos que después de ser sometidos a un proceso de separación rinde grasa o sebo, subproducto que se utiliza como materia prima para producir jabón.

Desorrillado.

Esta operación consiste en quitar las partes extremas del cuero que por su forma no se utilizan, se lleva a cabo manualmente en una mesa acondicionada para tal efecto. De esta operación se obtiene proteína (por calentamiento), que es cola para fabricar pegamento o engrudo para madera.

Curtido.

El objetivo es consolidar el colágeno con agentes curtiertes, es decir, transformar definitivamente las pieles en materiales estables e imputrescibles. Para esto se le aplican diferentes productos curtiertes, tales como sales de cromo, zirconio, aluminio, aldehídos, aceites y quebracho; el cual es muy utilizado por las pequeñas tenerías de la ciudad de Quetzaltenango.

En la industria curtidora el cuero curtido al cromo es el producto principal. Se emplean sales básicas de cromo en un solo baño. Al agregar el agente curtiembre las pieles están con un pH de 3.5 ó menos. En estos valores de pH la afinidad de la sal curtiembre con la proteína es baja, teniendo lugar una penetración del cromo en la piel. Luego de la penetración del material curtiembre se aumenta el pH provocándose cambios en la sal de cromo y en estas condiciones tiene estabilidad hidrotérmica.

Dividido.

El dividido consiste en cortar el cuero según un plano paralelo, obteniéndose dos capas de menor grosor; el cuero propiamente tal (parte exterior) y el descame (parte interior de la piel bruta).

Ecurrido # 1.

Esta operación tiene por objeto extraer el agua en exceso que tiene el cuero. Para ello se utilizan máquinas con rodillos.

Rebajado.

El rebajado se hace con el objeto de dar al cuero homogeneidad de espesores. Se realiza en unas máquinas llamadas Rebajadoras las que están dispuestas de cuchillas circulares. De esta manera se eliminan todos los defectos que el cuero presenta por el lado de la carne. De esta operación se genera un residuo en polvo llamado raspa de cuero (proteína + cromo).

Recurtido.

Esta operación se realiza para otorgar plena homogeneidad, mejorar el secado, conferir cualidades especiales al cuero y ablandar. Se utilizan agentes recurtientes minerales, recurtientes naturales como taninos básicos y modificados, taninos sintéticos, aceites sulfitados, sulfonados, (sales básicas o polifosfatos) u orgánicos.

Tañido.

En esta operación se da a los cueros el color buscando obtener un tono regular entre las diferentes partes del cuero. Se utilizan colorantes que son ácidos o básicos.

Ecurrido # 2.

Esto se lleva a cabo para quitar los excedentes de agua y colorantes que tiene el cuero. Se realiza por medio de las máquinas mencionadas anteriormente.

Operaciones posteriores.

Al proceso anterior le siguen una serie de operaciones de acabado, que son en su orden:

- Estirado
- Secado
- Humectado
- Ablandado
- Clasificación de espesores
- Lijado
- Despolvado
- Pigmentado

DIAGRAMA DE FLUJO DEL PROCESO

OBJETO DEL DIAGRAMA: Curtiembre de Pieles

DIAGRAMA No.: 2

METODO: Actual

FECHA: mayo, 1996

HOJA: 1 / 4

ANALISTA: Eddle Flores

Fábrica: Tenería Ten Pac

Inicia: Recepción de pieles

Finaliza: Bodega de Producto Terminado

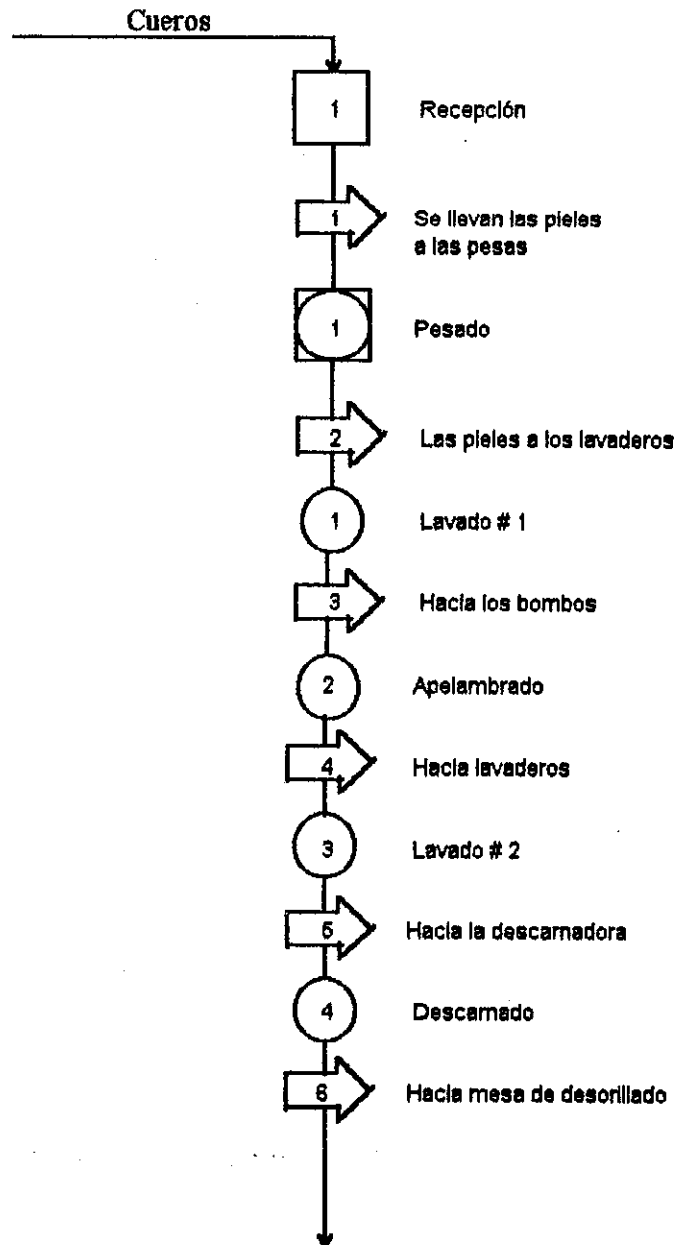


DIAGRAMA DE FLUJO DEL PROCESO

OBJETO DEL DIAGRAMA: Curtiembre de Pieles

DIAGRAMA No.: 2

METODO: Actual

FECHA: mayo, 1996

HOJA: 2 / 4

ANALISTA: Eddie Flores

Fábrica: Tenería Ten Pac

Inicia: Recepción de pieles

Finaliza: Bodega de Producto Terminado

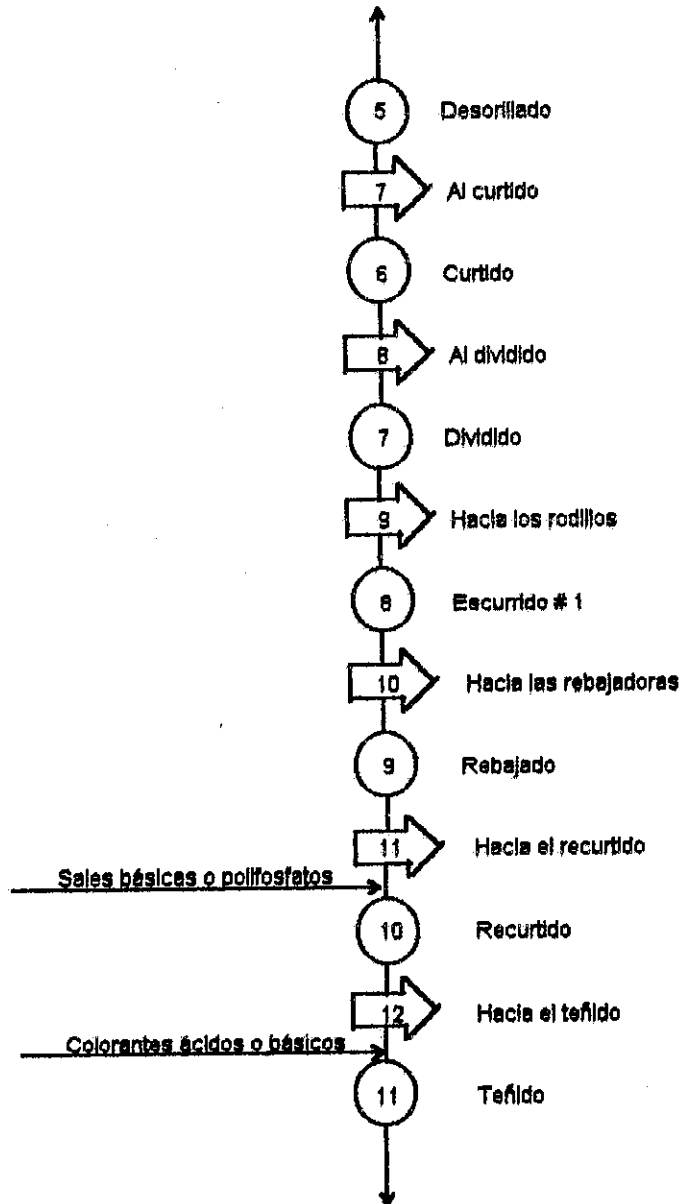


DIAGRAMA DE FLUJO DEL PROCESO

OBJETO DEL DIAGRAMA: Curtiembre de Pieles

DIAGRAMA No.: 2

METODO: Actual

FECHA: mayo, 1996

HOJA: 3 / 4

ANALISTA: Eddie Flores

Fábrica: Tenería Ten Pac

Inicia: Recepción de pieles

Finaliza: Bodega de Producto Terminado

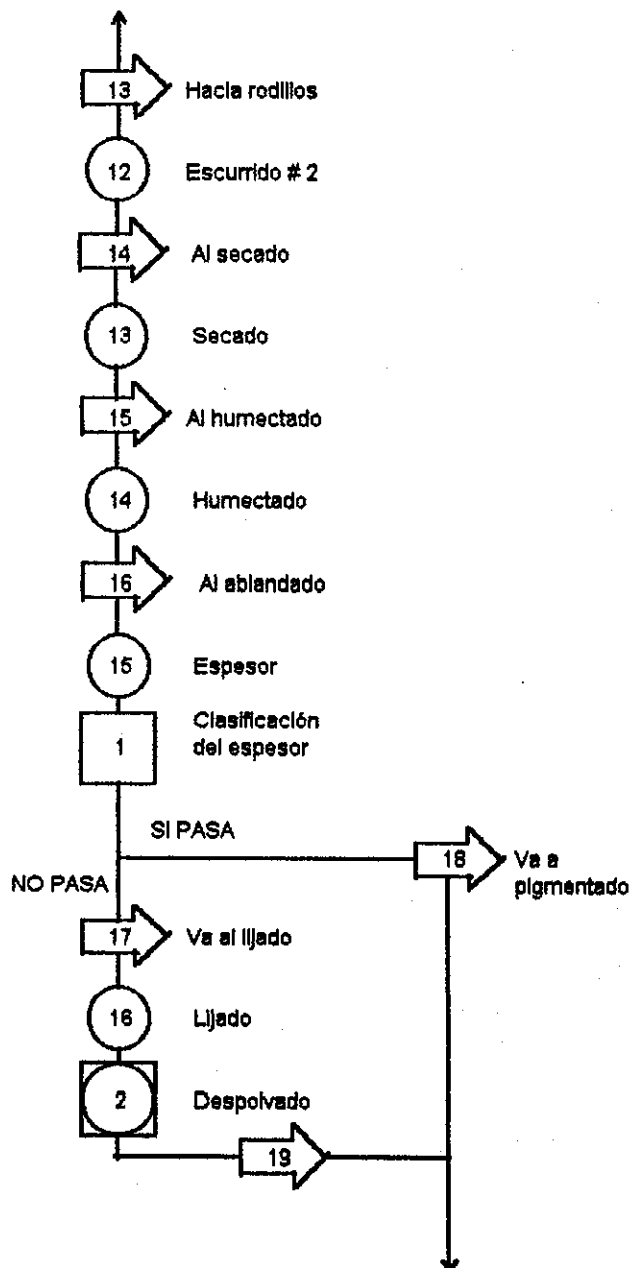


DIAGRAMA DE FLUJO DEL PROCESO

OBJETO DEL DIAGRAMA: Curtiembre de Pieles

DIAGRAMA No.: 2

METODO: Actual

FECHA: mayo, 1996

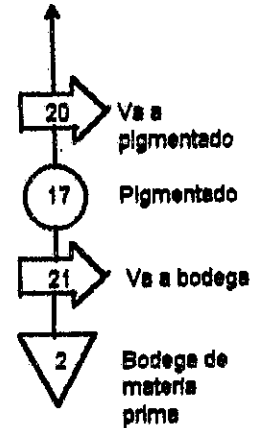
HOJA: 4 / 4

ANALISTA: Eddie Flores

Fábrica: Tenería Ten Pac

Inicia: Recepción de pieles

Finaliza: Bodega de Producto Terminado



RESUMEN

Símbolo	Evento	No.	Tiempo	Distancia
□	Inspección	2	Sumatoria del Tiempo	
○	Operación	17	Sumatoria del Tiempo	
→	Transporte	21	Sumatoria del Tiempo	Sumatoria Distancia
▽	Almacenaje	1	Sumatoria del Tiempo	
□	Operación Inspección	2	Sumatoria del Tiempo	

1.3.3 Proceso de hilaturas.

Materias Primas.

La materia prima de los hilados puede ser de cuatro tipos: vegetales, animales, minerales y artificiales o sintéticas; las cuales deben tener características como: finura, resistencia, flexibilidad, longitud, etc., que las hagan utilizables para la fabricación del hilo. La utilizada por la industria Quetzalteca es una fibra derivada del petróleo denominada Tops, la cual se presenta en grandes planchas de bajo grosor y enrolladas.

Pasos del proceso.

Mixer.

El primer paso del proceso es cuando la materia prima va de su bodega de almacenamiento hacia el Mixer, la cual es una máquina mezcladora de la fibra y la acondiciona adecuadamente para el siguiente paso.

1ra. peinadora.

La fibra pasa a ser peinada por una máquina peinadora con el objetivo de acondicionar la fibra.

2da. peinadora.

La fibra ya un tanto acondicionada pasa a otra peinadora aún más fina.

3ra. peinadora.

Luego la fibra, convertida en mecha es peinada nuevamente por medio de unos erizos, más finos que los anteriores, para darle un completo acondicionamiento a la fibra.

Mechero.

La función del mechero es crear mecha para el hilo, a una determinada medida de longitud, las cuales son enrolladas en palillos plásticos también llamados mecheros.

Continuas.

Las continuas son máquinas donde se colocan las mechas por el operario, además éste gradúa la máquina según el grosor del hilo que sea requerido en el producto final, el cual puede variar entre 1/2 hasta 1/40 siendo ésta una nomenclatura utilizada por esta industria para describir el grosor del hilo.

Depurador Uster.

El depurador Uster es el encargado de determinar la sensibilidad del hilo, no permitiendo que pase contaminación y esto lo realiza gracias a un mecanismo que consta de uniones a presión de aire o pegaderas. Cuando hablamos de contaminación en este paso, se refiere a bolitas de algún material ajeno al proceso, motas, etc., y no estamos hablando de contaminación de la materia prima.

Dobladoras.

La dobladora sirve para enclauchar el hilo en unos artefactos denominados Canillas.

Retorcedora.

Retorcer dos cabos en uno solo para que salga el hilo.

Madejera.

El objetivo de ésta es hacer madeja para poder llevar el hilo adecuadamente a la tintorería.

Tintorería.

El primer paso en la tintorería consiste en lavar el hilo con un jabón o descruador y luego preparar éste para ser tintado con la ayuda de sulfato, ácido acético y fórmico así como con el tinte del color con que se requiera el producto terminado. El teñido se logra por medio de presión y temperatura, en armarios de teñido especiales.

Producto terminado.

El producto terminado es llevado a su bodega de almacenamiento en dos presentaciones, en Conera y en forma de paca.

DIAGRAMA DE FLUJO DEL PROCESO

OBJETO DEL DIAGRAMA: Elaboración de hilos

DIAGRAMA No.: 3

METODO: Actual

FECHA: mayo, 1996

HOJA: 1 / 3

ANALISTA: Eddie Flores

Fábrica: Hilaturas Centroamericanas

Inicia: Bodega de M.P.

Finaliza: Bodega de Producto Terminado

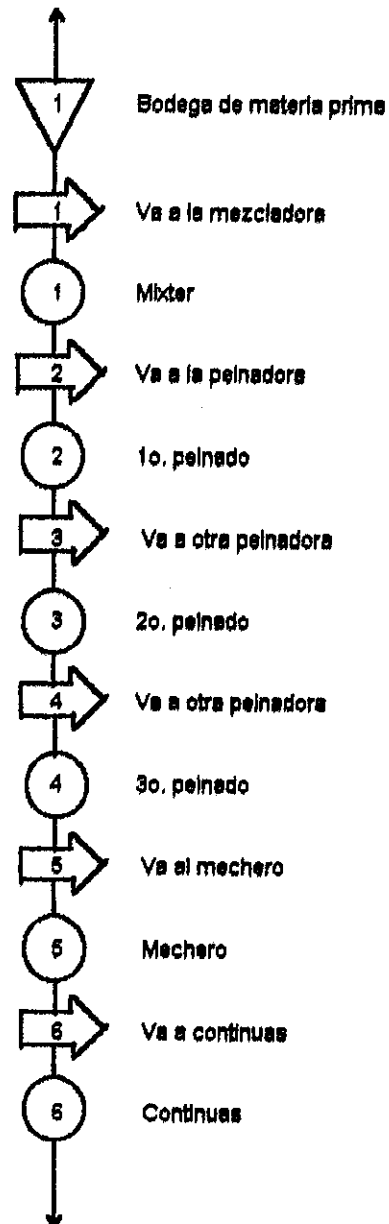


DIAGRAMA DE FLUJO DEL PROCESO

OBJETO DEL DIAGRAMA: Elaboración de hilos

DIAGRAMA No.: 3

METODO: Actual

FECHA: mayo, 1996

HOJA: 2 / 3

ANALISTA: Eddie Flores

Fábrica: Hilaturas Centroamericanas

Inicia: Bodega de materia prima

Finaliza: Bodega de Producto Terminado

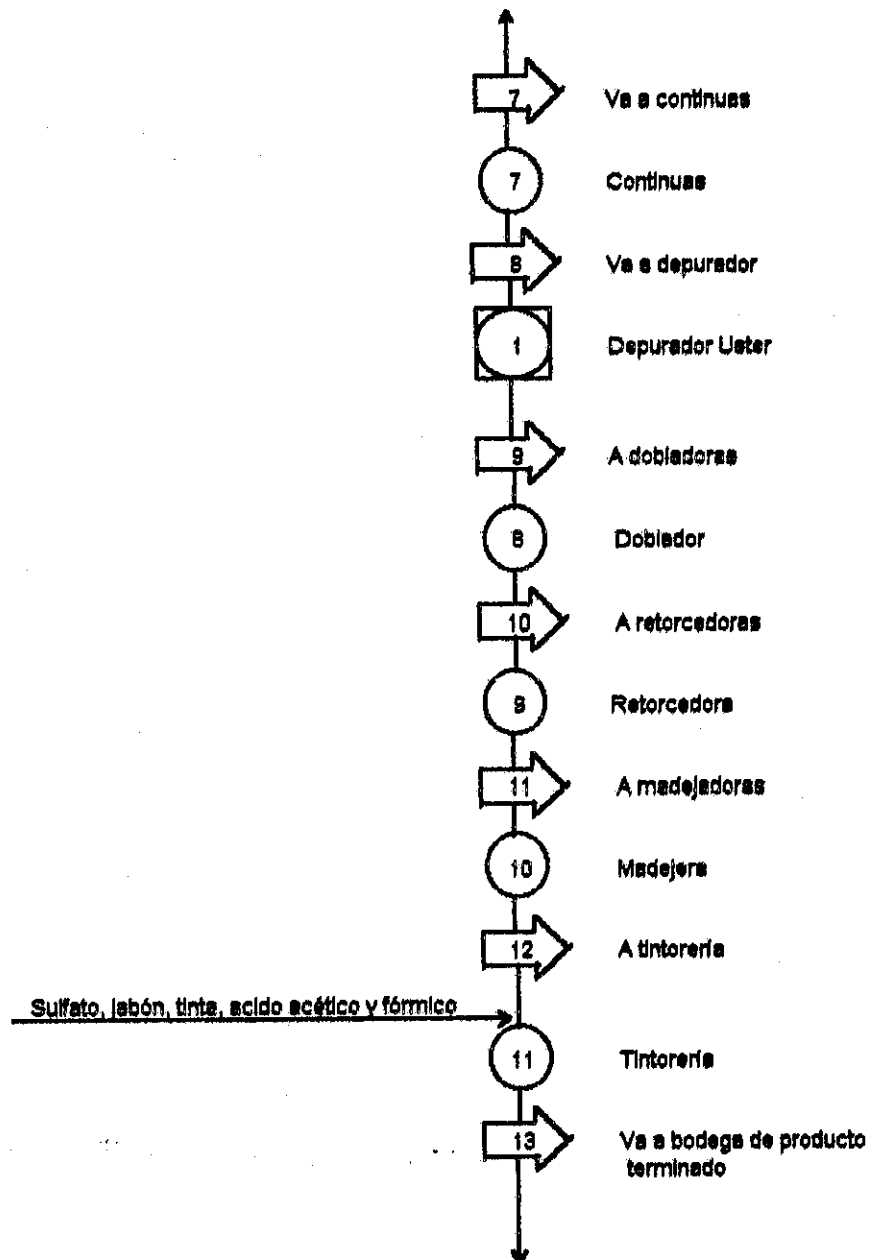


DIAGRAMA DE FLUJO DEL PROCESO

OBJETO DEL DIAGRAMA: Elaboración de Hilos

DIAGRAMA No.: 3

METODO: Actual

FECHA: mayo, 1996

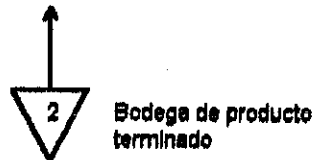
HOJA: 3 / 3

ANALISTA: Eddie Flores

Fábrica: Hilaturas Centroamericanas

Inicia: Bodega de materia prima

Finaliza: Bodega de Producto Terminado



RESUMEN

Símbolo	Evento	No.	Tiempo	Distancia
	Inspección	0	Sumatoria del Tiempo	
	Operación	11	Sumatoria del Tiempo	
	Transporte	13	Sumatoria del Tiempo	Sumatoria Distancia
	Almacenaje	2	Sumatoria del Tiempo	
	Operación Inspección	1	Sumatoria del Tiempo	

1.3.4 Proceso de bebidas no alcohólicas.

Materias primas.

Para la elaboración de jugo de frutas como cualquier otra bebida se necesita de agua purificada como elemento principal, así como dióxido de carbono, azúcar, aroma, color, ácido y el material para su envasamiento y presentación final.

Pasos del proceso.

Tratamiento de agua.

Es la primera fase y la más importante ya que garantiza la salubridad del producto. Este paso no se refiere a tratar el agua con fines no contaminantes, ya que ésta es la materia prima en la elaboración del producto en mención.

Enfriador.

El objetivo de este paso es realizar un cambio de temperatura en el agua purificada, para preparar ésta para el siguiente paso.

Carbonatador.

El objetivo de esta operación es agregar anhídrido carbónico al agua purificada, convirtiéndola en carbonatada.

Mezcladora.

Es la parte del proceso donde son mezclados todos los componentes de la fórmula del jugo de frutas, es decir el agua carbonatada a una determinada temperatura, la cual se encuentra por debajo de la ambiente, es mezclada con azúcar, aroma, color, ácidos etc.

Embotellado.

Es la parte final del proceso donde es embotellada la mezcla descrita en el paso anterior y la que junto con su presentación final constituye el producto terminado.

DIAGRAMA DE FLUJO DEL PROCESO

OBJETO DEL DIAGRAMA: Aguas carbonatadas y jugos de frutas

DIAGRAMA No.: 4

METODO: Actual

FECHA: mayo, 1996

HOJA: 1 / 2

ANALISTA: Eddie Flores

Fábrica: Embotelladora los Altos

Inicia: Bodega de materia prima

Finaliza: Bodega de Producto Terminado

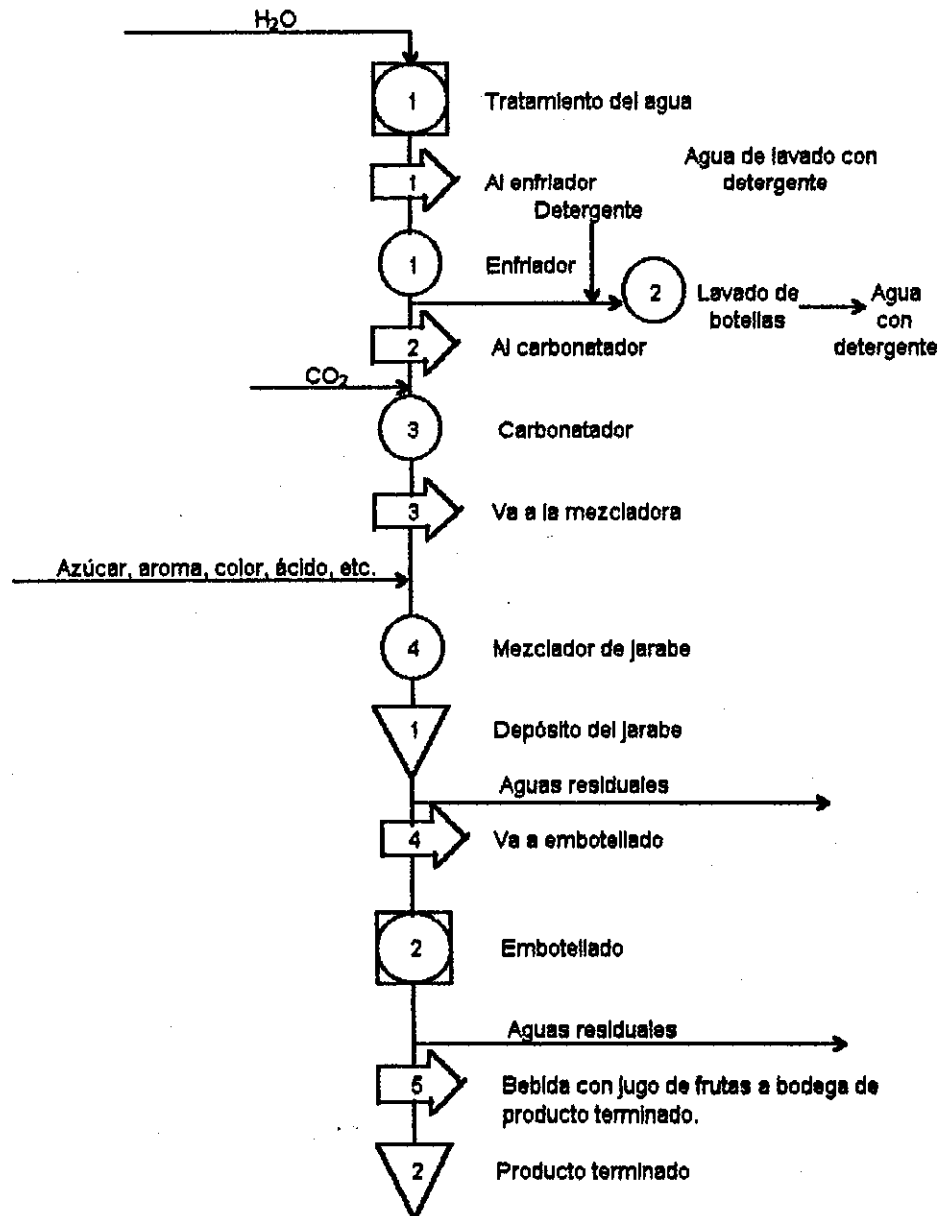


DIAGRAMA DE FLUJO DEL PROCESO

OBJETO DEL DIAGRAMA: Elaboración de aguas carbonatadas

DIAGRAMA No.: 4

METODO: Actual

FECHA: mayo, 1996

HOJA: 2 / 2






ANALISTA: Eddie Flores

Fábrica: Embotelladora los Altos

Inicia: Bodega de materia prima

Finaliza: Bodega de Producto Terminado

RESUMEN

Simbolo	Evento	No.	Tiempo	Distancia
	Inspección	0	Sumatoria del Tiempo	
	Operación	4	Sumatoria del Tiempo	
	Transporte	5	Sumatoria del Tiempo	Sumatoria Distancia
	Almacenaje	2	Sumatoria del Tiempo	
	Operación inspección	2	Sumatoria del Tiempo	

1.3.5 Proceso de obtención de carne.

Materia prima.

En la obtención de carne evidentemente es preciso contar con ganado de diversas clases.

Pasos del proceso.

Corrales.

Donde se tienen almacenadas las reses que van a ser sacrificadas.

Tanque de sedimentación.

Este es un paso alterno del proceso principal, ya que nos permite obtener un subproducto de las reses como lo es el estiércol, el cual al sedimentarlo y empacarlo adecuadamente puede ser útil como fertilizante.

Beneficio de animales.

Esta es la parte principal de este proceso, ya que es el momento en que son sacrificados los animales y consecuentemente destazados; son cinco grupos los que se obtienen del destace: sangre, pellejos, vísceras, productos secundarios y esqueleto; los cuales tienen procesos de transformación diferentes para llegar a ser productos utilizables y poder ser comercializados.

Coágulos.

Extracción de coágulos en la sangre los cuales son para desperdicio.

Cribas.

Extracción de cribas en la sangre.

Deshidratación.

Consiste en deshidratar la sangre para luego ir al drenaje.

Deshidratación y esalazón.

Este paso primario sirve para preparar las pieles para su posterior curtimiento.

Curtimiento.

El curtiembre es un proceso y una actividad industrial de mucho auge en Quetzaltenango, proceso que se describió en la succión.

Presión.

Paso indispensable para compresionar las vísceras, con el objeto en que se conviertan en una masa uniforme y homogénea denominada Mantillo, el cual se constituye en un buen abono.

Procesamiento del esqueleto.

Abono.

El esqueleto de los animales sacrificados es almacenado para convertirlo en abono.

Lavado.

El esqueleto ya en estado putrefacto, apto para ser abono, es lavado para quitar cualquier impureza que estos restos puedan llevar con ellos.

DIAGRAMA DE FLUJO DEL PROCESO

OBJETO DEL DIAGRAMA: Obtención de carne

DIAGRAMA No.: 1

METODO: Propuesto

FECHA: mayo, 1996

HOJA: 1 / 2

ANALISTA: Eddie Flores

Fábrica: Matadero Municipal

Inicia: Corrales

Finaliza: Mercado

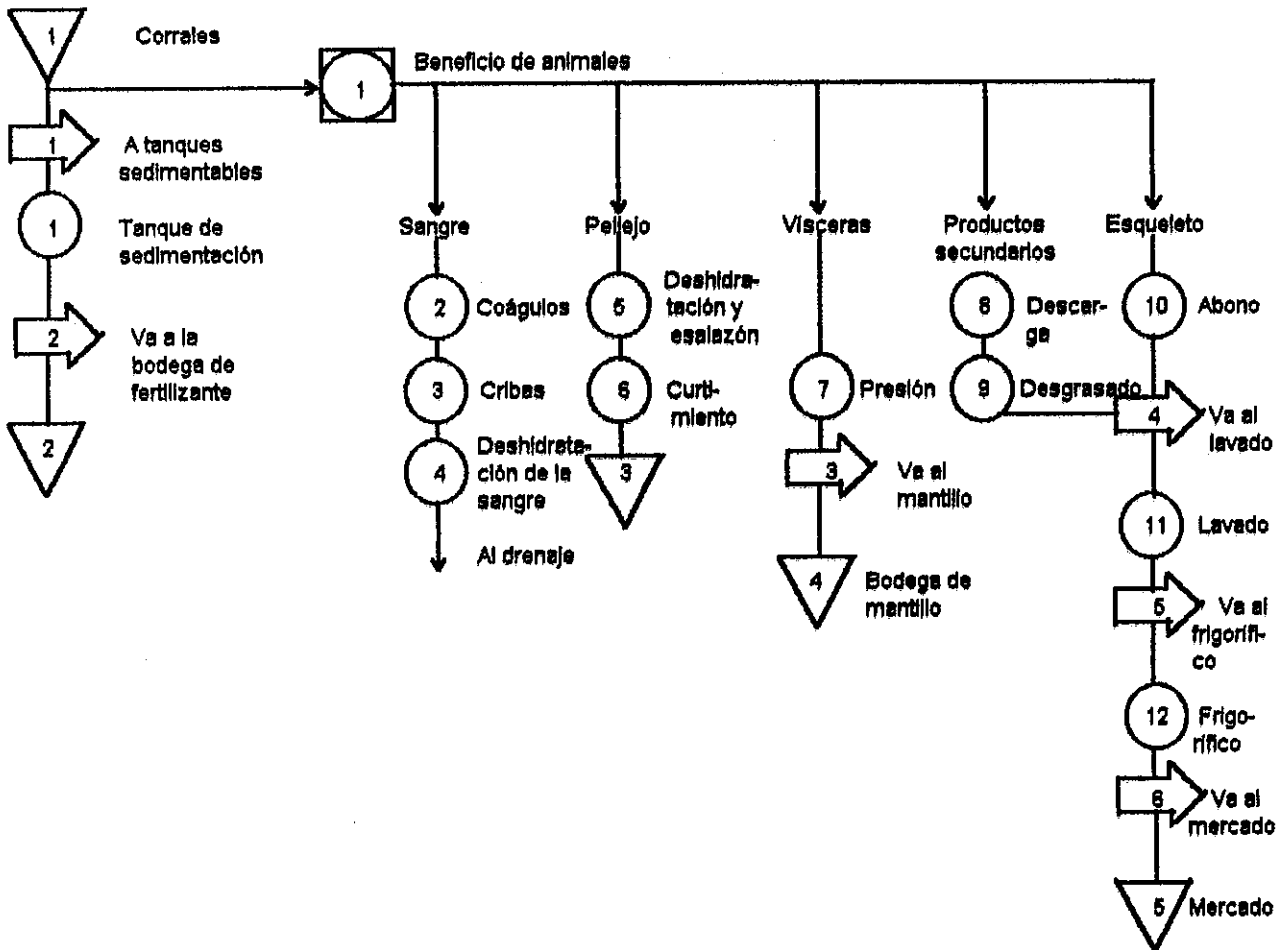


DIAGRAMA DE FLUJO DEL PROCESO

OBJETO DEL DIAGRAMA: Obtención de carne

DIAGRAMA No.: 5

METODO: Propuesto

FECHA: mayo, 1996

HOJA: 2 / 2






ANALISTA: Eddie Flores

Fábrica: Matadero Municipal

Inicia: Corrales

Finaliza: Mercado

RESUMEN

Símbolo	Evento	No.	Tiempo	Distancia
	Inspección	0	Sumatoria del Tiempo	
	Operación	12	Sumatoria del Tiempo	
	Transporte	6	Sumatoria del Tiempo	Sumatoria Distancia
	Almacenaje	5	Sumatoria del Tiempo	
	Operación Inspección	1	Sumatoria del Tiempo	

1.3.6 Proceso del vidrio soplado.

Materia prima.

La materia prima para esta industria que es considerada una artesanía, es el simple vidrio de desperdicio; pedacería policroma, de todos los orígenes y calidades. No tiene la industria necesidad de producirlo a partir de arenas, carbonatos, feldespatos y calizas.

Pasos del proceso.

Horno.

La materia prima, o pedacería de dispar calidad, variada policromía y múltiple procedencia se transforma en el horno a mil doscientos grados centígrados de temperatura, en un viscoso caldo de fundición homogenizado y de apariencia uniforme. El bióxido de manganeso es utilizado en esta etapa del proceso para corregir el color primario de la mezcla, el cual es verde acuoso y es eliminado desencadenando parejas oxidaciones que a fuerza de ser complementarias acaban por neutralizarse. A la mezcla se le agregan sustancias dependiendo del color que se le quiera dar.

Aparazonador.

Es tomada una pequeña muestra, con el ánimo de probar el estado de la masa fundida. Al extraerlo del horno, el vidrio desciende rápidamente de temperatura hasta una zona de calor que va de 600 a 1000 grados, en cuyo intervalo vuélvese materia plástica, viscosa, pesada, incandescente, humeante. Quien aparazona tomará entonces con la caña un bebente, pella vítrea que ha de constituir la base estructural de todo objeto, cualquiera que sea su forma o su volumen.

Marmolear el bebente.

Es el acto de bruñir la pelota de vidrio compacto sobre un grueso trozo que es de hierro. Corregidas las imperfecciones y uniformada la superficie, el aparazonador sopla en la caña y forma con la fuerza del aire un bulbo hueco. Lo anterior se logra rotando la pieza con una mano para compensar la gravedad y evitar que el vidrio caiga o se cuelgue, mientras que con la otra empuña la herramienta.

Degollar la pieza.

Esta operación se realiza durante la rotación de la pieza que es trabajada, con el objetivo de degollar la pieza que vale la pena, para formar cintura en el sitio donde habrá de desprenderla y luego modelar aprovechando el giro, a la manera de un tomo de eje horizontal que viene y va a impulsos del brazo.

Soltador.

Cuando el núcleo fundamental de la pieza ha quedado formado, ya sea un ovoide con destino a un cáliz, o una copa; una esfera que se trasmutará en vistoso platón alveolado; o un goterón precursor de la fantasía zoomorfa, déjase el objeto sobre el soltador, desprendiéndolo de un solo golpe, que quiebra la cintura.

Horno de caldear.

La pieza es llevada nuevamente al horno de caldear, en manos del caldeador, que ha de darle constante movimiento para evitar que caiga, hasta conseguir reblandecerla. Nuevamente en estado plástico, viscosa y maleable, dúctil al estímulo de la herramienta.

Acabador.

La pompa incandescente es confiada al acabador, el cual modela en el banco; se vale en su auxilio de recursos de la naturaleza: Tales como la fuerza centrífuga, la gravitación, la temperatura etc., y los combina de tal suerte que cuando gira, suelta o revolea, justo en el momento oportuno para darle la textura y forma deseada.

Horno de templado.

Terminada definitivamente la pieza la lleva el pasador al horno de templar, de donde veinticuatro horas más tarde, tras lento proceso de enfriamiento gradual, saldrá el vidrio sobreviviente al diluvio de fuego.

DIAGRAMA DE FLUJO DEL PROCESO

OBJETO DEL DIAGRAMA: Artículos de vidrio soplado.

DIAGRAMA No.: 6

METODO: Propuesto

FECHA: mayo, 1996

HOJA: 1 / 3

ANALISTA: Eddie Flores

Fábrica: Vitra

Inicia: Bodega de materia prima

Finaliza: Bodega de producto terminado

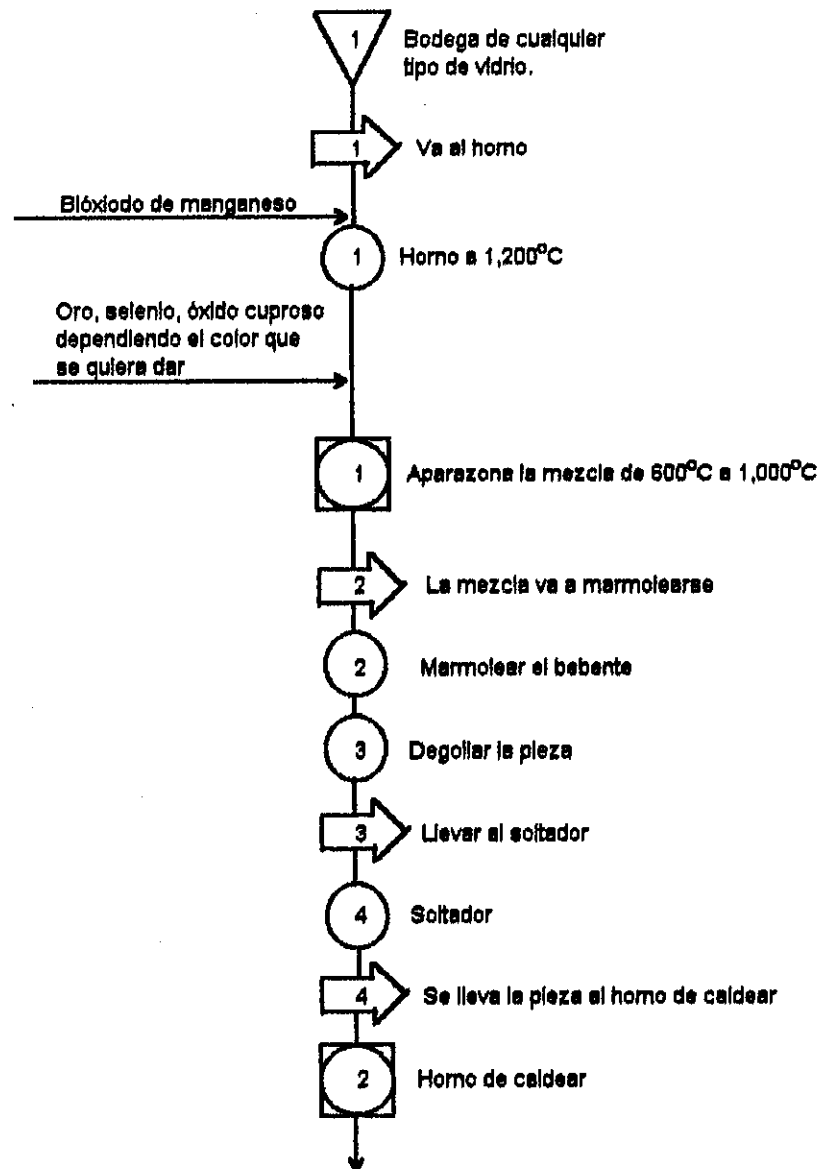


DIAGRAMA DE FLUJO DEL PROCESO

OBJETO DEL DIAGRAMA: Artículos de vidrio soplado.

DIAGRAMA No.: 6

METODO: Propuesto

FECHA: mayo, 1996

HOJA: 2 / 3

ANALISTA: Eddie Flores

Fábrica: Vitra

Inicia: Bodega de materia prima

Finaliza: Bodega de producto terminado

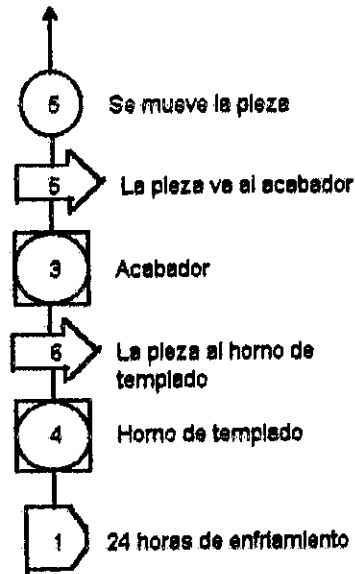


DIAGRAMA DE FLUJO DEL PROCESO

OBJETO DEL DIAGRAMA: Artículos de vidrio soplado.

DIAGRAMA No.: 6

METODO: Propuesto

FECHA: mayo, 1996

HOJA: 3 / 3

ANALISTA: Eddie Flores

Fábrica: Vitra

Inicia: Bodega de materia prima

Finaliza: Bodega de producto terminado

RESUMEN

Símbolo	Evento	No.	Tiempo	Distancia
	Demora	1	Sumatoria del Tiempo	
	Operación	5	Sumatoria del Tiempo	
	Transporte	6	Sumatoria del Tiempo	Sumatoria Distancia
	Almacenaje	1	Sumatoria del Tiempo	
	Operación Inspección	4	Sumatoria del Tiempo	

1.3.7 Proceso del Block de construcción.

Materia prima.

Para la fabricación del block es necesario pedrín, arena y cemento como elementos principales.

Pasos del proceso.

Inspección y mezcla.

Se verifican las cantidades adecuadas de materia prima y se procede a la mezcla de los componentes agregándoles ciertas cantidades de agua según las características de la mezcla.

Blockera.

Es la máquina de blocks, la cual se gradúa según el tamaño requerido del block y la mezcla se agrega a esta máquina para ser compactada y tomar la forma deseada.

Inspección.

Esta etapa es destinada para determinar si el block cumple con las especificaciones requeridas y por ende " Sí " o " No " pasa.

Secado.

El block del paso anterior sale húmedo por lo tanto éste es llevado al aire libre para secarse, lo cual dura aproximadamente medio día.

DIAGRAMA DE FLUJO DEL PROCESO

OBJETO DEL DIAGRAMA: Block de construcción

DIAGRAMA No.: 1

METODO: Propuesto

FECHA: mayo, 1996

HOJA: 1 / 2

ANALISTA: Eddie Flores

Fábrica: Blockera la Esmeralda

Inicia: Bodega de materia prima

Finaliza: Bodega de producto terminado

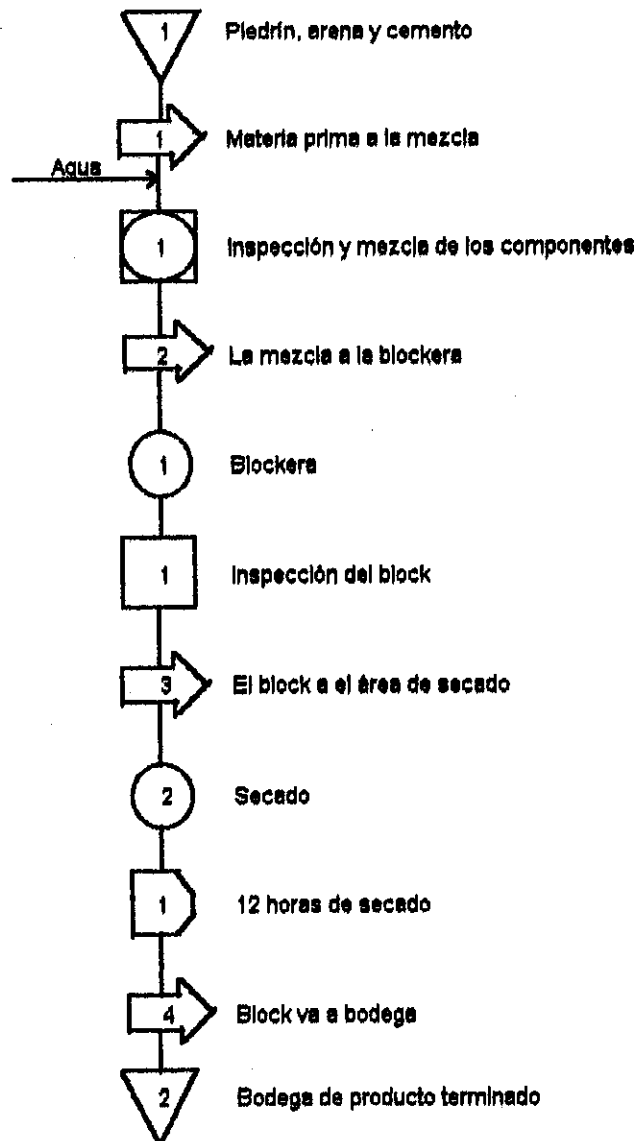


DIAGRAMA DE FLUJO DEL PROCESO

OBJETO DEL DIAGRAMA: Block de construcción

DIAGRAMA No.: 7

METODO: Propuesto

FECHA: mayo, 1996

HOJA: 2 / 2

ANALISTA: Eddie Flores

Fábrica: Blockera la Esmeralda

Inicia: Bodega de materia prima

Finaliza: Bodega de producto terminado

RESUMEN

Símbolo	Evento	No.	Tiempo	Distancia
	Demora	1	Sumatoria del Tiempo	
	Operación	2	Sumatoria del Tiempo	
	Transporte	4	Sumatoria del Tiempo	Sumatoria Distancia
	Almacenaje	1	Sumatoria del Tiempo	
	Operación Inspección	2	Sumatoria del Tiempo	
	Inspección	1	Sumatoria del Tiempo	

1.3.8 Proceso de la harina de trigo.

Materia prima.

La materia prima de este proceso son los granos de trigo, plantación muy común en tierra de clima frío y por consiguiente en Quetzaltenango.

Pasos del proceso.

Despigado.

Es necesario como primer paso la obtención del grano, ésto se logra desmembrando las espigas de trigo.

Lavadero.

Lavado de espigas para evitar que cualquier agente extraño se encuentre en el momento de la molienda.

Secado.

Evidentemente esta operación es con el objetivo de revertir los efectos de la operación anterior y preparar el grano para la operación principal.

Molino.

Realiza la molienda de los granos de trigo hasta que se convierten en polvo, o sea harina.

Pesadora y empacadora.

El objetivo de esta operación es pesar la harina para luego empacarla en presentaciones de 1, 5, 10 y 100 libras para su siguiente comercialización.

DIAGRAMA DE FLUJO DEL PROCESO

OBJETO DEL DIAGRAMA: Harina de trigo.

DIAGRAMA No.: 8

METODO: Actual

FECHA: mayo, 1996

HOJA: 1 / 2

ANALISTA: Eddie Flores

Fábrica: Molino Excelsior

Inicia: Bodega de materia prima

Finaliza: Bodega de producto terminado

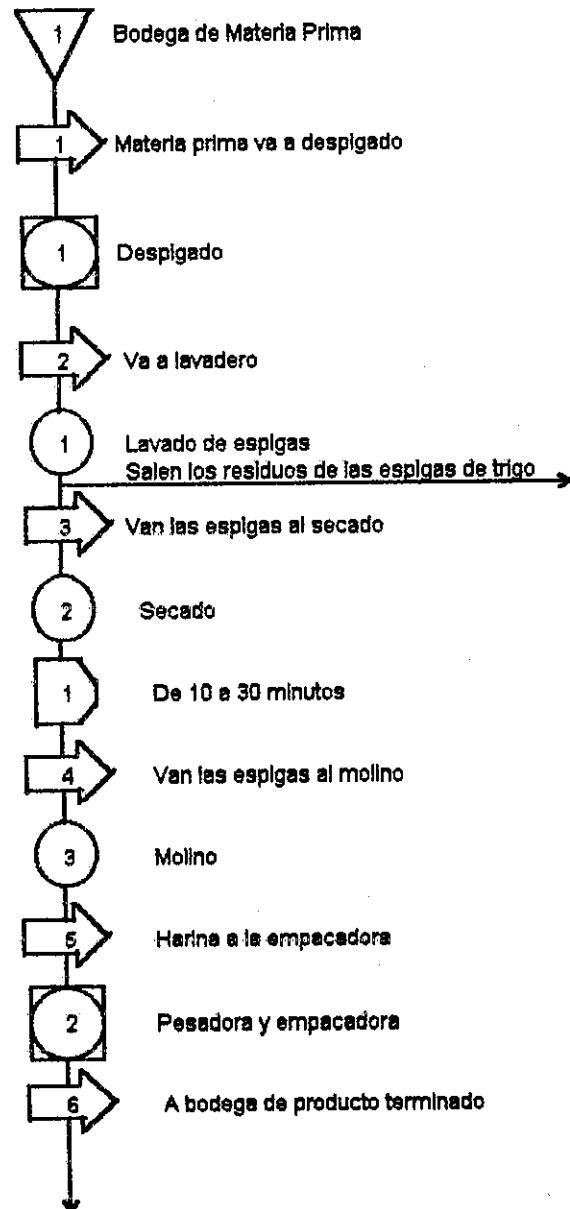


DIAGRAMA DE FLUJO DEL PROCESO

OBJETO DEL DIAGRAMA: Harina de trigo.

DIAGRAMA No.: 8

METODO: Actual

FECHA: mayo, 1996

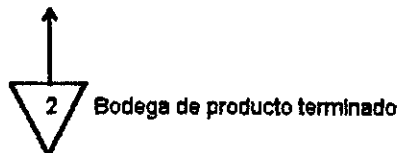
HOJA: 2 / 2

ANALISTA: Eddie Flores

Fábrica: Molino Excelsior

Inicia: Bodega de materia prima

Finaliza: Bodega de producto terminado



RESUMEN

Símbolo	Evento	No.	Tiempo	Distancia
	Demora	1	Sumatoria del Tiempo	
	Operación	3	Sumatoria del Tiempo	
	Transporte	6	Sumatoria del Tiempo	Sumatoria Distancia
	Almacenaje	2	Sumatoria del Tiempo	
	Operación Inspección	2	Sumatoria del Tiempo	
	Inspección	0	Sumatoria del Tiempo	



CAPITULO I I

2. INCIDENCIA DE LA ACTIVIDAD INDUSTRIAL EN LA CIUDAD DE QUETZALTENANGO.

2.1 Estado actual del escenario ambiental.

La ciudad de Quetzaltenango es una urbe que se encuentra actualmente experimentando un crecimiento desmedido en todos los órdenes; industrialmente no es la excepción. A pesar de lo anterior, el medio ambiente es aún agradable gracias a la gran capacidad y resistencia de los recursos naturales ante los embates de la actividad humana; sin embargo los recursos naturales que constituyen el medio ambiente se van deteriorando paulatinamente hasta desaparecer. A continuación se presentan en el Cuadro # 1 algunas características del escenario ambiental y que interesan en este estudio.

Cuadro # 1
Características Ambientales de la ciudad de Quetzaltenango

	Sí	No
A. Perímetro urbano	X	
B. Zona de tolerancia Industrial		X
C. Area rural		X
D. Zona de cualidades estéticas únicas o excepcionales		X
E. Zona de características turísticas	X	
F. Area de reserva protegida		X
G. Sitio arqueológico		X

Basándonos en el tipo de insumos / productos, localización y procesos que se realizan en la planta, señalamos lo siguiente para cada actividad industrial:

2.2 Incidencia de la actividad industrial a nivel general.

A continuación son presentados los resultados generales de la investigación realizada, refiriéndose a los cuatro factores en análisis (ruido, aire, olor y aguas residuales).

Cuadro # 2

Resultados Generales Obtenidos de la Investigación				
Nombre de la industria muestreada	Ruido (dB)	D.A.V (%)	Olor	Aguares residuales
1.-) Cervecería Nacional	71	45	Intenso	-----
2.-) Salchichonería Ragusa	-----	-----	Poco	-----
3.-) Molino Excelsior	66	-----	M. poco	-----
4.-) Panadería San Salvador	49	40	Poco	-----
5.-) Panadería Xelapán	52	45	Poco	-----
6.-) Ind. Química de Quetzgo.	60	-----	Poco	-----
7.-) Ind. Licorera de Quetzgo. (almacenamiento y trasego)	58	-----	Poco	-----
8.-) Lozano	65	-----	Poco	-----
9.-) Embotelladora Los Altos	75	-----	Poco	-----
10.-) Textiles Xequijel	73.5	65	Poco	Rica en tintes
11.-) Hilaturas Fibroquímicas	75	75	Poco	Rica en tintes
12.-) Fábrica de tejidos Sportex	74.8	48	Poco	Rica en tintes
13.-) El Zepelín	70.3	64	Poco	Rica en tintes
14.-) Tenería Lopez	64	48.24	Fuerte	Altamente con-
15.-) Tenería Herrera	60	52.40	Fuerte	taminada con
16.-) Ind. Curtidora el Sol	65	55.24	Fuerte	sales de Cromo
17.-) Tenería Eneadma	58	60	Fuerte	y tintes.
18.-) Tenería Pac	70	57.80	Fuerte	-----
19.-) Tenería Arriola	70	70.30	Fuerte	-----
20.-) Calzadora C. A.	65	-----	Poco	-----
21.-) La Cuchilla	84	-----	M. Poco	-----
22.-) Mueblería Morales	73	-----	Poco	-----
23.-) Imprenta Ortega	60	-----	No hay	-----
24.-) Vitra	55	65.30	-----	-----
25.-) San Francisco	115	-----	No hay	Con restos de
26.-) La Esmeralda	118	-----	No hay	piedras y otros
27.-) La Divina Providencia	112	-----	No hay	particulados
28.-) Incisa	50	-----	No hay	-----
29.-) Carrocerías Rosmo	75	-----	No hay	-----

En el cuadro # 2, se presentan los resultados obtenidos durante los cuatro meses de trabajo de campo (abril a julio de 1,996) en las industrias muestreadas del área en estudio; básicamente estos datos son de tipo cuantitativo (exceptuando el olor), representando las condiciones de la industria de Quetzaltenango en lo que respecta a los cuatro factores de contaminación en estudio.

El ruido determinado por la unidad de medida de éste, el decibel (dB); muestra un promedio de 70.84 dB, el cual según el cuadro # 3 es un valor normal sin embargo es bastante alto, denotando que las industrias blockeras son críticas respecto a este factor con una desviación standar bastante alta.

La contaminación atmosférica valuada según la opacidad de las emisiones expelidas a la atmósfera por medio de chimeneas, las cuales captan particulados y emisiones gaseosas de hornos y maquinarias que intervienen en los procesos. Las emisiones son valuadas cuantitativamente por medio del % de densidad aparente visual (% D.A.V.) de las unidades Ringelman. El promedio del % de D.A.V obtenido de las industrias muestreadas es de 56.52 %; el cual es un valor alto, semejándose al número tres de Ringelman (con opacidad del 60 %); indicando que las emisiones son más grises y opacas que blancas, lo cual implica que éstas son ricas en compuestos nocivos a la atmósfera; considerando en esta investigación a las industrias dedicadas a los textiles y tenerías como críticas, incidiendo negativamente en el ambiente de la ciudad de Quetzaltenango.

El olor, determinado cualitativamente por las apreciaciones efectuadas por los operarios de planta, así como por el investigador (no existiendo una unidad de medida cuantitativa para este factor) se valuó según su intensidad, desde la inexistencia del mismo hasta cuando su presencia es muy fuerte en el ambiente, resultando como críticas las industrias dedicadas al curtimiento de pieles, así como la Cervecería Nacional.

Aguas residuales, valuadas todas de una forma cualitativa, y cuantitativamente sólo las consideradas como críticas debido a su apariencia física, resultando más contaminantes las descargadas por las tenerías, las cuales están altamente contaminadas, presentando en la sección 2.3.2.3 los resultados de laboratorio en forma detallada.

En sí es posible concluir que existe contaminación industrial por medio de los cuatro factores en análisis y ésta incide en la calidad ambiental de la ciudad de Quetzaltenango; esto es justificable, debido a que el 100 % de industrias en el área de estudio, no cuentan con sistemas o métodos de control de contaminantes, que contrarresten la contaminación, lo cual provoca que las poluciones sean generadas en una forma desmedida y por ende descontrolada.

Por todo lo discutido anteriormente, existen actividades industriales más contaminantes que otras, en algunos o en todos los factores en estudio y que inciden en mayor grado en el ambiente, debido a su tamaño y número dedicadas a una actividad específica, por lo que a continuación se creyó conveniente analizar éstas en forma más detallada.

2.3 Incidencia por las industrias más significativas de la ciudad de Quetzaltenango.

2.3.1 Incidencia por la industria Cervecera.

2.3.1.1 Contaminación por Ruido.

Características: En general se puede calificar el ruido de dos modos: Ruido confuso y ruido significativo. El ruido confuso puede ser continuo o intermitente. El ruido significativo es sonido distractivo que tendrá influencia sobre el hombre¹. El ruido proveniente de las áreas de proceso de la Cervecería Nacional, es de tipo significativo, medio y grave.

¹ KNUDSEN, Vine. Architectural Acoustics. USA: Edit. Wiley, 1990.

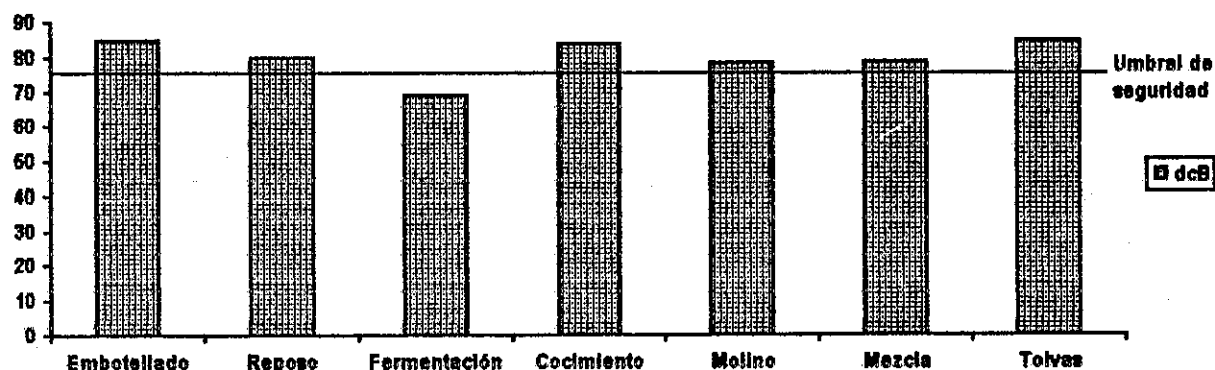
- Fuente u origen: Equipo usado en las áreas de proceso, especialmente la Olla de mezcla, Molinos, Tolvas y en el Salón de Embotellado.

- Intensidad (valor en decibeles):

Nivel promedio interno: 81.2 dcB

Nivel promedio Externo: 71.0 dcB

Para tener una idea más clara de los niveles de ruido que se manifiestan en las áreas de proceso de la Cervecería Nacional y su relación con el nivel promedio general y con el umbral máximo en que no se manifiestan indicios de perturbaciones auditivas, se presenta la siguiente gráfica de niveles de ruido, tomadas durante las visitas de trabajo en las áreas de proceso de elaboración de la Cerveza:



Gráfica # 1: Representa los diversos niveles de ruido en las diferentes áreas del proceso de la cerveza.

Se ha reportado que en casos de Ruido laboral, no existe riesgo identificable de trastorno auditivo con exposición prolongada a un máximo de 75 dcB. Los trabajadores que soportan ruidos de más de 85 dcB, denotan perturbaciones más o menos intensas de la audición al terminar la jornada de trabajo, las cuales pueden ser permanentes después de 5 a 10 años de soportarlas. Debe tomarse en cuenta la sensibilidad auditiva particular de cada persona ya que algunas son susceptibles de sufrir lesiones más fácilmente que otras. Las alteraciones sonoras que registran niveles entre 80 y 90 dcB se clasifican dentro de las áreas denominadas " área de peligro y área de sordera en el umbral auditivo ", debido a su intensidad y frecuencia¹. Aunque la alteración se tipifique como un ruido sordo, también se clasifica como un ruido muy intenso y las medidas de seguridad para los trabajadores deben ser atendidas inmediatamente.

- Daños existentes y potenciales: En el ambiente laboral los ruidos confusos y significativos han demostrado ser lo bastante perturbadores como para causar bajas en la productividad e incrementos en la fatiga ocupacional, así como molestias para la comunidad.

Según la Ley de Salud y Seguridad Ocupacional de Estados Unidos (Occupational Safety and Health Act, OSHA) las exposiciones permisibles al ruido son las indicadas a continuación (cuadro # 2), lo cual presentamos como un indicador por no contarse en Guatemala con normas específicas al respecto.

¹ KNUDSEN, Vine. Architectural Acoustics. USA: Edit. Wiley, 1980. 1-10 pp.

Cuadro # 3

Duración Por Día (Horas de trabajo)	Nivel de Ruido (dcB)
8	90
6	92
4	95
3	97
2	100
1.5	102
1.0	105
0.5	110
0.25 ó menos	115

- Métodos de control empleados: Solamente equipo de protección personal como Tapones en los oídos.

2.3.1.2 Contaminación atmosférica.

2.3.1.2.1 Definición de los contaminantes del aire para toda industria.

En general, se pueden considerar fuentes de contaminación atmosférica a todos aquellos procesos o actividades, cuyas emisiones alteren la calidad del aire. De acuerdo al origen de las fuentes pueden ser:

- a.-) Naturales, tales como erupciones volcánicas, las tormentas de arena, etc.
- b.-) Antropogénicas, originadas por las distintas actividades del hombre. Todas las actividades que el hombre realiza en la industria, el hogar, la utilización de los medios de transporte o en el uso de combustibles, son fuentes de contaminación.

La Cervecería Nacional expelle contaminantes a la atmósfera por medio de tres chimeneas que están ligadas a sus respectivas calderas. Para poder determinar el grado de nocividad al ambiente se hicieron mediciones con las Cartas de Ringelman, las cuales expresan el grado de contaminación aérea por medio de un porcentaje de densidad aparente visual (% D.A.V.) el cual no solamente se aplicó a la industria cervecera sino a cualquier industria que cuente con una chimenea para evacuar sus emanaciones.

2.3.1.2.2 Las cartas de Ringelman¹.

La carta de Ringelman se emplea frecuentemente para evaluar las emisiones (aunque es un método burdo e impreciso) de humos y polvos de las chimeneas, así como el principio de opacidad que hace posible su utilización para evaluar colores de humo. Estas pruebas se hacen con la finalidad de evitar que se perjudique o moleste la vida, salud y el bienestar humano, y contar con la identificación de las posibles fuentes de contaminantes.

Descripción: La carta de humo de Ringelman proporciona diferentes tonalidades de gris, por medio de las cuales pueden compararse las columnas de humo de las chimeneas. Para reproducir los tonos

¹ TORRES, Sergio. Ingeniería de Plantas. 3a. edición. Guatemala: s.p.i 1985. 135 pp.

graduados de gris, constitutivos de la carta de humo de Ringelman, se procederá a dibujar con tinta negra, sobre tarjetas blancas, rejillas con las siguientes características:

Tarjeta "No. 0": Todo blanco.

Tarjeta "No. 1": Dibujos con líneas negras de un milímetro de espesor a los lados de espacios blancos cuadrados de nueve milímetros de lado.

Tarjeta "No. 2": Dibujos con líneas negras de 2.3 milímetros de espesor, a los lados espacios blancos cuadrados de 7.7 milímetros de lado.

Tarjeta "No. 3": Dibujos con líneas negras de 3.7 milímetros de espesor, a los lados de espacios blancos cuadrados de 6.3 milímetros de lado.

Tarjeta "No. 4": Dibujos con líneas negras de 5.5 milímetros de espesor, a los lados de espacios blancos cuadrados de 4.5 milímetros de lado.

Tarjeta "No. 5": Todo en negro.

Los números de la carta de humo de Ringelman corresponden con el tono de gris que se obtiene de ver la tarjeta correspondiente a una distancia en que se pierden las líneas del dibujo. El uso de la gráfica de la obscuridad u opacidad aparente de una columna de humo o polvo de una chimenea, depende de la concentración de partículas en el efluente, el tamaño de la misma, la profundidad de las columnas de humo o polvo de partículas.

Para usar la carta de humo de Ringelman formada por dibujos descritos en las tarjetas 1, 2, 3 y 4 o bien en dibujos o sistemas que den las tonalidades de gris equivalente, se debe observar el humo cuando sale de la chimenea y comparar con el número de tarjeta a que corresponda con más precisión.

Una chimenea sin emisión alguna debe anotarse como número 0 (cero) de la carta de humo de Ringelman y aquella chimenea que emita humo negro 100 % debe anotarse como número 5 (cinco) de la misma carta. Aunque la carta de humo de Ringelman normalmente se usa para evaluar emisiones negras o grises, el principio de la opacidad equivalente hace posible su utilización para evaluar otros colores de humo. El reglamento que cita la opacidad equivalente al número de Ringelman se refiere a cualquier emisión visible de tal opacidad que oscurezca la visibilidad del observador en escala comparativa a la carta de humo de Ringelman. La opacidad simplemente significa el grado en que la luz transmitida se oscurece. La relación entre los números de carta de humo de Ringelman o el porcentaje de opacidad, es como sigue:

No. 0 de Ringelman, igual a 0 % de opacidad.

No. 1 de Ringelman, igual a 20 % de opacidad.

No. 2 de Ringelman, igual a 40 % de opacidad.

No. 3 de Ringelman, igual a 60 % de opacidad.

No. 4 de Ringelman, igual a 80 % de opacidad.

No. 5 de Ringelman, igual a 100 % de opacidad

Numerosas gráficas y métodos han sido desarrollados bajo el principio de Ringelman para comparar los tonos de gris con la fuente de emisión. Una cinta de película ha sido desarrollada, compuesta de 4 densidades de transmisión al 80, 60, 40 y 20 % comparándolas con la fuente de emisión tan precisamente como sea posible, se obtiene el número de Ringelman correspondiente.

Es importante tomar muy en cuenta las siguientes reglas generales:

- 1.- Las emisiones grises y negras se miden en densidades y se anotan según el número de Ringelman a que corresponden.
- 2.- Cualquier otra emisión de color se mide por su opacidad, anotándose este porcentaje de opacidad y reportándose al número de Ringelman correspondiente.
- 3.- De ser posible, las lecturas deben hacerse durante el día y debe tratarse de tener el sol en dirección contraria a la observación.
- 4.- Debe existir una fuente de luz detrás de la columna en horas de obscuridad.
- 5.- De ser posible las lecturas deben hacerse en ángulo recto, con relación a la dirección del viento y distancia conveniente, para tener una vista clara de la chimenea y los objetos de fondo.
- 6.- Las lecturas deben hacerse en la parte más densa de la columna de emisión, donde no es más ancha que el diámetro de la chimenea.
- 7.- El tiempo transcurrido durante la observación deberá ser cuidadosamente anotado, al igual que otros datos como fecha, sitio donde se hizo la observación, distancia aproximada de la chimenea, nombre y cargo de la persona que hizo la observación y empresa responsable de la emisión.

La exactitud de la lectura puede afectarse cuando una columna de humo o polvo tiene una gran cantidad de vapor, aunque no es considerado como contaminante puede interferir con la transmisión de la luz a través de la columna de humo.

El vapor se disipa en un punto a corta distancia de la fuente de emisión, por lo que en tales casos, la lectura de la opacidad puede hacerse inmediatamente adelante de este punto.

Este método se aplica exclusivamente a los humos producidos por combustión en fuentes estacionarias y que varían del transparente a diversos tonos de gris, hasta negro.

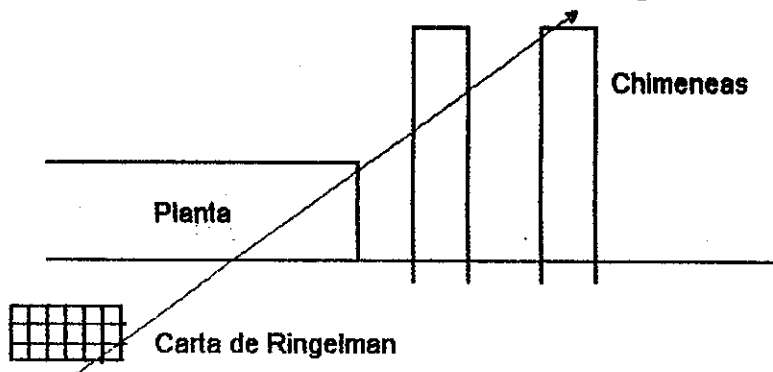


Figura # 2: La carta de Ringelman se usa para una comparación visual de la emisión de la chimenea.

2.3.1.2.3 En la industria cervecera de la ciudad de Quetzaltenango.

- Por humo negro.
- Características: Humo proveniente de la combustión de Bunker C.
- Fuente u origen: Calderas.
- Intensidad: Mínima
- Daños existentes y potenciales: Contribución a la contaminación Ambiental. Primero se forman óxidos de azufre (SO) los cuales al entrar en contacto con el aire son hidratados, ganando átomos de oxígeno e hidrógeno hasta formar ácido sulfúrico (H₂SO₄) el cual al ser expelido al ambiente forma la lluvia ácida.
- D.A.V. = 45 % (por cartas de Ringelman).
- Métodos de control empleados: Ninguno encontrado.
- Por humo blanco (vapor).
- Características: Vapores de color claro y blancos.
- Fuente u Origen: Casa de cocimiento.
- Intensidad: Mediana, manifiesta de forma intermitente.
- Daños existentes y potenciales: Contaminación visual.
- Otras emanaciones.
- Características: Humos de combustión de papel, partículas suspendidas (hollín).
- Fuentes de origen: Incineración al aire libre de desechos de papel de la oficina y particulados provenientes de la combustión en las Calderas.
- Intensidad: Mínima.
- Daños existentes y potenciales: Contaminación atmosférica con anhídrido carbónico (CO₂) y molestias a la comunidad.
- Métodos de control empleados: Filtros de hollín del tipo rejilla, en las chimeneas.

2.3.1.3 Contaminación por descarga de aguas residuales.

- Características: Las aguas residuales son ricas en materia orgánica y poseen alta alcalinidad. La alcalinidad proviene principalmente de las soluciones de Soda Cáustica altamente diluida que se utiliza en el lavado de botellas.
- Fuente u origen: Esencialmente aguas de lavado de la casa de cocimientos, maduración y lavado de envases. El caudal es incrementado por el agua de enfriamiento de las máquinas, purga de calderas,

laboratorio, aguas domésticas de áreas de oficina y aguas pluviales. También se agrega el agua de lavado y limpieza general.

- Intensidad: Se producen diariamente, sin embargo el caudal no pudo ser determinado con exactitud; como dato proporcionado por la planta, se utilizan de 6 a 10 metros cúbicos de agua por cada hectolitro de mosto.

- Daños existentes y potenciales: Aunque es muy difícil de predecir cuál puede ser el impacto a cierto tiempo, es indudable que al no recibir estas aguas tratamiento previo, a su descarga al drenaje municipal, se estará contribuyendo a afectar la calidad del cuerpo receptor final, en este caso el río Samalá. No puede determinarse con precisión el impacto de los residuos del proceso en los puntos de desague inmediatos a la planta, ya que el agua que viene por el drenaje procedente de la zona militar y áreas aledañas arrastra en su recorrido una serie de contaminantes de diverso carácter, los cuales se mezclan con las aguas industriales y prosiguen su recorrido. La situación del impacto final de estas aguas y de otras, vertidas por comunidades que se agregan al sistema de drenaje general, es responsabilidad de la municipalidad de Quetzaltenango, la cual no tiene establecido ningún tipo de tratamiento antes que estas aguas sean recibidas por el río Samalá; el cual se deteriora y puede llegar a convertirse en un cuerpo de agua muerto, con niveles muy altos de contaminación.

Es evidente que el impacto ambiental no es inmediato pero existe y es responsabilidad de cada ente individual o empresarial velar por la protección y restablecimiento de los recursos naturales, específicamente los de carácter hídrico, evitando contribuir en menor o mayor medida a su deterioro debido a condiciones contaminantes.

- Métodos de control empleados: Ninguno encontrado.

2.3.1.4 Contaminación por olores.

No existen instrumentos o dispositivos medidores cuantitativos disponibles hoy, que pueden proveer una determinación objetiva del nivel de olor. Todavía se realiza un vistazo a los códigos y las regulaciones afirmando que el nivel de olor no es aceptable y las fuentes se someten comúnmente a quejas de molestia e implicaciones legales.

Cómo hace una planta industrial para probar el nivel de olor. Un mejoramiento sobre interpretaciones generales es el uso de un grupo de individuos; un panel de individuos generará una interpretación colectiva del nivel de olor, la ocurrencia y reproductibilidad de los resultados mejorarán, como el número de observadores es aumentado. Los paneles para las evaluaciones de gusto y olor han estado en uso registrados por centenares de años.

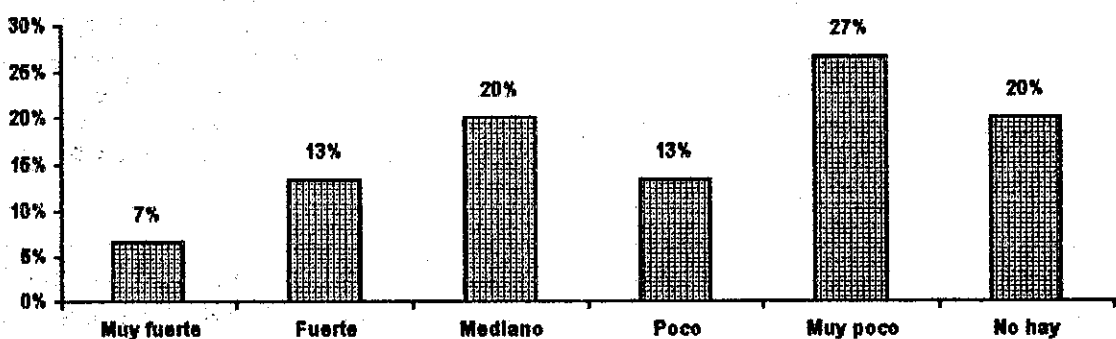
Las agencias reguladoras en su búsqueda de métodos para medir el nivel de olor han atendido a los intereses industriales, con consultores y el uso de paneles¹.

El método se basa en el hecho de que el tema promedio puede informar la presencia o ausencia de un olor con más certeza que el que se puede determinar objetivamente. De esta manera arbitrariamente se introducé para probarlo; es esencial que los miembros del panel no intenten dar su interpretación subjetiva de la calidad del olor. Un " Sí " o un " No " es todo lo que se requiere, un muestreo de los olores de gases se diluyen con el olor liberado al aire, hasta que se logra una dilución a un nivel en que el olor es apenas perceptible por la mitad del panel.

¹ CHEREMISINOFF, Paul. Pollution Engineering and Technology. USA: Edit. Marcel Dekker Ink. 1995. 378 pp.

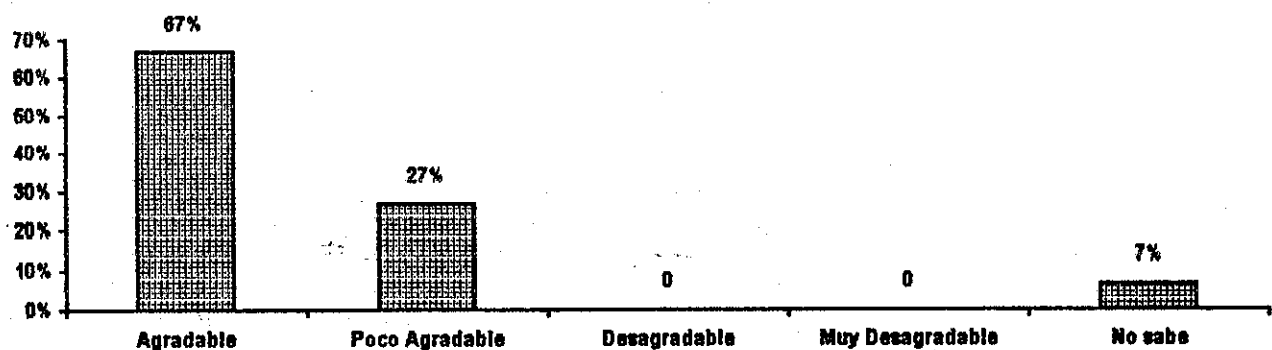
- Características: Olor dulzón y agradable (similar a tamales en cocimiento), pero intenso y fácilmente perceptible en los alrededores.
- Frecuencia: Sucede cada 4 ó 5 horas, cuatro veces a la semana.
- Fuente u origen: Casa de cocimientos.
- Intensidad: Variable, dependiendo de factores como dirección del viento.

A continuación se presenta la opinión de los panelistas con respecto a la intensidad del olor generado:



Gráfica # 2 : Representa la opinión de los 15 panelistas con respecto a la intensidad del olor emanado por la industria cervecera.

- Daños existentes y potenciales: Ninguno.
- Malos olores: Aunque no existen malos olores u olores desagradables en la planta y en sus alrededores, los procesos de cocimiento si despiden un olor dulzón similar al olor de maíz cocido, el cual se percibe con cierta intensidad dependiendo de la hora, del día y de la dirección del viento. En general el olor se tipifica como agradable; variable, dependiendo de factores naturales y de ubicación de mediana intensidad y permanente durante el proceso. A continuación se presenta la opinión de operarios y vecinos de la fábrica, con respecto a la tipificación del olor, constituyéndose ellos como miembros del panel evaluador:



Gráfica # 3 : Representa la opinión de 15 panelistas sobre la agradabilidad o desagradabilidad del olor expelido por la industria cervecera de la ciudad de Quetzaltenango

- Métodos de control empleados: Ninguno encontrado.

2.3.2 Incidencia por la Industria de Curtiembre de pieles.

2.3.2.1 Contaminación por ruido.

- Características: Por lo general en las industrias Quetzaltecas dedicadas a esta actividad; todos los pasos de su proceso son realizados en conjunto en una sola nave industrial, el ruido generado por estas actividades, es de tipo significativo, constante y no grave.

- Fuente u origen: Equipo usado en las áreas de proceso, principalmente Bombos (para lavar las pieles, curtir, recurrir y teñir), Lijadoras, Compresores, Rebajadoras etc.

- Intensidad (valor en decibeles).

Nivel interno promedio: 78.7 dcB

Nivel externo promedio: 64.5 dcB

- Daños existentes y potenciales: Solamente a nivel interno de la planta, por lo tanto se deben tomar las precauciones necesarias para la protección de los operarios.

- Métodos de control empleados: Ninguno.

2.3.2.2 Contaminación atmosférica.

- Por humo negro.

- Características: Humo proveniente de la combustión de Bunker.

- Fuente u origen: Calderas.

- Intensidad: Mínima.

- Daños existentes y potenciales: Contribución a la contaminación Ambiental y Visual.

- % D.A.V.: 57.66 % (valor promedio de las seis tenerías muestreadas).

- Métodos de control empleados: Ninguno encontrado.

2.3.2.3 Contaminación por descarga de aguas residuales.

- Características: El color de las aguas residuales es muy turbio, más o menos verdoso, siendo a veces azulado o de color Aqua; estas son ricas de sales en solución como por ejemplo: Sales de azufre (sulfuros), de sodio (cloruros) y de cromo; así como grandes cantidades de tintes, grasas, aceites, cromo, (dependiendo del tipo de proceso empleado), restos de sulfuro en suspensión etc.; las aguas residuales despiden olores fétidos y desagradables. En el Cuadro # 3 se presenta una composición típica de los efluentes de tenería.

Cuadro # 4¹
Composición típica de los efluentes de tenería

Parámetros	Valores Normales
pH	8 - 9
Sólidos totales disueltos (mg/l)	4000 - 15000
Sólidos suspendidos (mg/l)	2000 - 3000
DBO ₅ (mg/l)	1500 - 3000
DQ ₅ (mg/l)	5000 - 6000
Cromo total (mg/l)	30 - 100
Aceites y grasas	10 - 30

- Fuente u origen: Esencialmente provienen de las diferentes fases del proceso y subprocesos empleados. En un curtiembre que utiliza cromo y cortezas (los dos más utilizados en Quetzgo.); los volúmenes de aguas residuales de las diferentes fases del proceso son:

Cuadro # 4

Remojo y lavado	22.5 %
Encalado	17.5 %
Enjuague	5.5 %
Hinchado y remojo	19.0 %
Curtido al cromo	2.0 %
Curtido con cortezas	2.0 %
Lavado y tambor	31.5 %

- Intensidad: El flujo de las aguas residuales es irregular. Durante dos horas en la mañana, existe normalmente un flujo pico que equivale a un 250 % del promedio por hora. En este tiempo, los índices analíticos de los diferentes residuos también alcanzan sus valores más altos. Durante las otras horas del día, el caudal llega solamente a un 50 % del promedio por hora.

- Daños existentes y potenciales: Aunque es muy difícil de predecir cuál puede ser el impacto a cierto tiempo, es indudable que al no recibir estas aguas tratamiento previo a su descarga al río Seco que desemboca en el río Samalá, se estará contribuyendo a afectar la calidad del cuerpo receptor final. Conocemos que las aguas residuales de tenerías son ricas en una diversidad de contaminantes, para los cuales existen límites permisibles impuestos por organismos internacionales, países etc., con diferentes valores, dependiendo de las exigencias y necesidades de los mismos. El objetivo de estos límites es regular y evitar la excesiva contaminación. A continuación se presentan los parámetros exigidos en Guatemala, otros países y el Banco Internacional para contaminantes de tenería:

¹ Datos obtenidos de la Comisión Nacional del Medio Ambiente (CONAMA) área sur-occidental, sede Quetzaltenango.

CUADRO # 6¹
Parámetros para descarga de contaminantes de tenería

Parámetros	Países / Institución			
	Guatemala	Nicaragua	México	Banco Mundial
pH	5-8 / 6-8	6 - 9	5 - 9	6 - 9
Sólidos suspendidos totales (mg/lt)		150	200 - 240	50
Sólidos sedimentables (ml/lt)	1.0	5.0	5.0 / 8.0	
DBO (mg/lt)		120	200 / 240	50
DQO (mg/lt)		250		250
Cromo total (mg/lt)		10	1.0 / 1.5	2
Cromo hexavalente (mg/lt)			0.1 / 0.2	0.5
Sulfuros (mg/lt)		0.2	1.0 / 1.5	2.0
Fenoles (mg/lt)		0.1		
Grasas y aceites		3.0	30 / 40	10

De las cifras anteriores se observa que Guatemala sólo ha fijado dos parámetros, en cambio los países vecinos y el Banco Mundial establecen por lo menos ocho, teniendo cierta similitud.

A continuación se presentan los resultados de laboratorio, para los parámetros exigidos en Guatemala, para tener un elemento de juicio sobre el impacto de estas aguas en el ambiente; las muestras se tomaron en el momento de descarga al río; ya que el 100 % de las industrias muestreadas evacuan directamente sus aguas residuales al río Samalá.

¹ Datos obtenidos de la Comisión Nacional del Medio Ambiente (CONAMA) área sur-occidental, sede Quetzaltenango.

CUADRO # 7¹
Resultados de laboratorio de las seis industrias de tenería muestreadas

Principales Fases del Proceso	% de pieles tratadas	Flujo de aguas residuales de aproximadamente seis fábricas que procesan alrededor de 500 pieles por día				Aguas Residuales (Caudal)
		DBO ₅ (gr/l.)	pH	Sólidos Sedimentables	Sólidos Suspendedos	
Lavado y remojo corto	100	160	13	0.85 ml/l	590	360
Eliminación de pelos	40	320	13	1.35 ml/l	790	170
Descarnado	60	540		1.50 ml/l	1810	250
Remojo	100	90			180	110
Curtido (agente vegetal) (cromo)	20	20	4		110	20
	80	50	3		290	60
Procesos finales	100	20	5		50	60
Totales		1200	5	0.5 ml/l	4770	1090

Podemos comparar los cuadros 5 y 6 para determinar qué tan contaminantes son las aguas residuales de tenería descargadas en el río Samalá. Por lo tanto, podemos afirmar que la industria del curtimiento de pieles en la ciudad de Quetzaltenango no cumple con los parámetros establecidos por la legislación Guatemalteca para aguas residuales²; aunque si cumpliera con los parámetros antes mencionados por las leyes Guatemaltecas sobre " tenerías ", de todas maneras los afluentes serían contaminantes del ambiente debido a los pocos parámetros exigidos, además es indudable que al no recibir las aguas tratamiento previo a su descarga al río, estas dañan el ambiente.

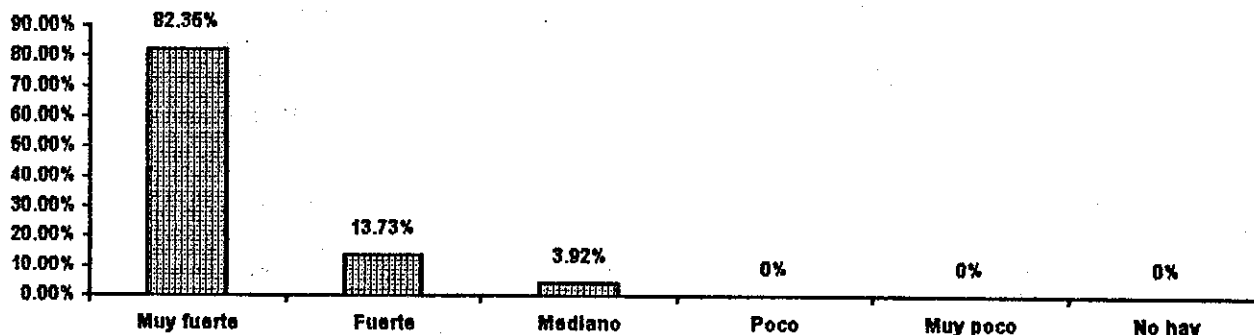
- Métodos de control empleados: Ninguno encontrado.

¹ Datos obtenidos de las visitas de campo y del laboratorio del Instituto Centroamericano de Investigación y Tecnología Industrial (ICATI) así como de la Comisión Nacional del Medio Ambiente área sur-occidental, sede Quetzaltenango.

² Con los resultados obtenidos no se pretende afirmar que las aguas residuales de " tenería " de la ciudad de Quetzaltenango son contaminantes ya que para afirmar eso sería necesario muchas más pruebas de otros parámetros. Lo que se pretende es demostrar si se cumple con los parámetros exigidos por la ley Guatemalteca además de servir como elemento de referencia.

2.3.2.4 Contaminación por olores.

- Características: Olor agrio y desagradable, intenso, es decir extra fuerte en las plantas de procesamiento y fácilmente perceptible en los alrededores.
- Frecuencia: Sucede las ocho horas de la jornada de trabajo.
- Fuente u origen: Las pieles y sales de cromo utilizadas en el curtido propiamente.
- Intensidad: Muy fuerte a nivel interno y fuerte en los alrededores de la planta. A continuación son presentadas las opiniones de los panelistas con respecto a que tan fuerte es el olor.



Gráfica # 4: Representa la opinión de los panelistas referente al olor existente dentro de la planta.

Los resultados de la anterior gráfica se pueden considerar bastante acertados, sin embargo los panelistas que contestaron que el olor no era tan fuerte probablemente fueron afectados por un fenómeno del olfato denominado "adaptación", el cual les puede afectar cada vez más en la percepción de malos olores, hasta que pierden la sensación de éstos; ya que el sentido del olfato se acostumbra a ellos.

Las pequeñas variaciones en el ambiente pueden afectar nuestras vidas dramáticamente; estas variaciones pueden ser de comodidad con relación a cambios menores en el ambiente, nosotros modificamos nuestro comportamiento inconscientemente; a esto precisamente se le llama adaptación. Si un olor produce ciertos estímulos en la nariz y la sensibilidad de ésta se reduce durante el próximo estímulo por el mismo olor, la adaptación ha ocurrido. Comúnmente esta reducción ocurre para el olfato de un olor. Cuando dos olores diferentes se introducen, la reducción en la sensibilidad, si ocurre, no es tan grata como cuando se percibe un olor.

La adaptación a un olor en particular puede ser medida para anotar el límite máximo de la fuente. Durante varios minutos de estímulo y adaptación, el límite de umbral aumenta con el tiempo; pero después de un cierto tiempo el valor de adaptación, identifica dos fenómenos básicos que pertenecen a la adaptación: El límite de umbral cambia más rápido cuando nosotros nos ponemos de manifiesto con un olor de alta intensidad, que cuando nos ponemos de manifiesto con un olor de baja intensidad y el valor de adaptación es diferente para olores diferentes. La conclusión por ser sacada, es que la respuesta olfativa máxima durante la respiración normal ocurre sobre el primer hálito, si las concentraciones de olor están por ser clasificadas medianamente altas. En altas concentraciones, la respuesta olfativa llega a ser límite después de cierto tiempo de exposición, debido a la adaptación. La adaptación reduce la respuesta hasta un estado de equilibrio o un nivel constante de respuesta que se logre.

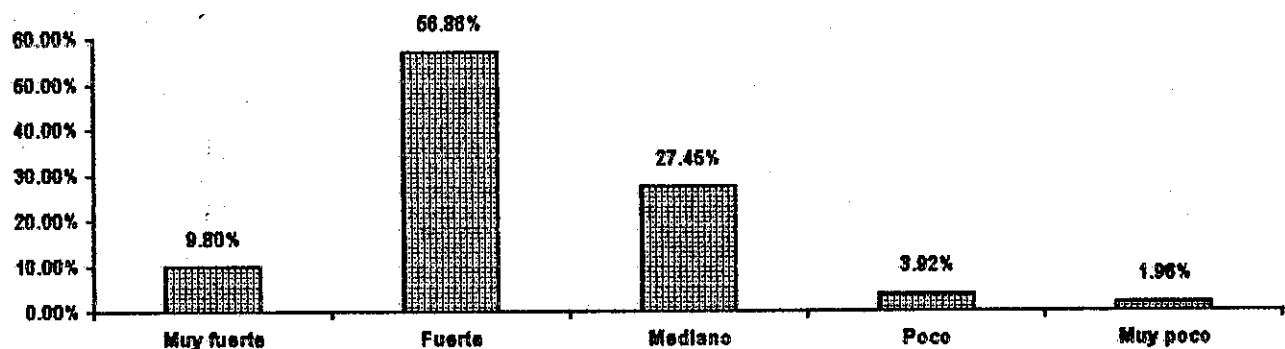
Este nivel constante de respuesta puede ser cero (total agotado) cuando una alta concentración de olor está presente. Para bajas concentraciones, la adaptación ocurre realmente cuando el estímulo está presente continuamente, como durante la respiración pasada.

Una complicación adicional es que el valor de adaptación puede ser controlado por la manera de aplicación del estímulo. El valor de corriente a través de la región olfativa puede variar un sin número de maneras y por un número de razones. Así, el valor de adaptación es no solamente dependiente de la intensidad de olor, sino también sobre cómo se percibe éste. Debemos anotar también que la respuesta es afectada por las fibras simpáticas en el nervio etmoidal en el área nasal.

La adaptación¹ total al olor específico, ocurre cuando el sentido del olfato llega a ser agotado. Los trabajadores del curtiembre de cuero, en los primeros días de trabajo, pueden llegar a nausear por los olores agrios del sulfito de hidrógeno. Sin embargo después de una exposición prolongada al olor esa sensación desaparece en función, esto sucede porque ellos llegan a estar agotados por éste. Esto puede parecer bueno, ya que permite que ellos trabajen con comodidad relativa, pero el sulfito de hidrógeno puede ocasionar daño médico y físico cuando descuidan las advertencias del cuerpo y sus mecanismos de defensa.

La adaptación es un proceso selectivo que puede o no ser afectado por otros estímulos. Si nosotros nos adaptamos a un olor específico, no necesariamente nos adaptaremos a otros olores, sin embargo la adaptación al olor afecta la adaptación a otros; cada olor inicial afecta el sistema olfativo de manera diferente.

A continuación se presenta la percepción de los panelistas con respecto al olor emanado al exterior por las plantas de curtiembre de pieles.



Gráfica # 5: Representa la opinión de los panelistas (51 miembros) referente al olor externo de las plantas de Curtiembre de pieles de la ciudad de Quetzaltenango.

- Métodos de control empleados: Ninguno encontrado.

¹ LEWIS, Bell. Industrial noise control fundamentals and applications. USA: Edit. Basel 1,982. 185 pp.

2.3.3 Incidencia por la industria textil.

2.3.3.1 Contaminación por ruido.

- **Características:** El ruido en las principales áreas del proceso de hilados e industria textil, es de tipo significativo, medio y grave. A nivel exterior normalmente el ruido es de tipo confuso e intermitente.

- **Fuente u Origen:** Principalmente este proviene de la maquinaria utilizada en los procesos, como por ejemplo las Peinadoras, Continuas, Dobladoras, Retorcedoras etc., en sí esta maquinaria, por la naturaleza del trabajo que desempeña y su diseño, es bastante ruidosa. Además se verificó durante las visitas de trabajo que la maquinaria utilizada es bastante antigua.

- **Intensidad (valor en decibeles).**

Nivel promedio Interno: 87.3 dcB

Nivel promedio externo: 73.4 dcB

Las alteraciones sonoras que registran niveles entre 80 y 90 dcB se clasifican dentro de las áreas denominadas "área de peligro" y "área de sordera" en el umbral auditivo, debido a su intensidad y frecuencia.

- **Daños existentes y potenciales:** Esta actividad industrial podría generar problemas a nivel interno constituyéndose los operarios como los más expuestos a sufrir algún problema auditivo ya que el ruido es clasificado como muy intenso y las jornadas de trabajo son de 8 horas o más (ver cuadro # 2), por lo tanto las medidas de seguridad para los trabajadores deben ser atendidas inmediatamente.

- **Métodos de control empleados:** Ninguno encontrado.

2.3.3.2 Contaminación atmosférica.

- **Por humo negro.**

- **Características:** Humo proveniente de la combustión de Bunker.

- **Fuente u origen:** Calderas.

- **Intensidad:** Mediana a fuerte.

- **% D.A.V.:** 63 %.

- **Métodos de control empleados:** Ninguno encontrado.

- **Otras emanaciones.**

- **Características:** Humos de combustión de desechos sólidos.

- **Fuente u origen:** Incineración, en un horno, de cualquier tipo de desecho de la planta.

- **Intensidad:** Mínima.

- Daños existentes y potenciales: Contaminación atmosférica con anhídrido carbónico (CO₂).

2.3.3.4 Contaminación por descarga de aguas residuales.

- Características: En estas plantas de procesamiento, un porcentaje importante de los constituyentes de las aguas residuales son sustancias orgánicas disueltas o, por ejemplo en el caso de la lana, sustancias orgánicas como grasa y suciedad. Por otro lado, los residuos de las plantas de acabado suelen contener sustancias que son tóxicas o que no se descomponen fácilmente. Así, por ejemplo, los residuos de viscosa pueden tener sulfuro de hidrógeno, disulfuro de carbono, ácidos minerales libres y sales de zinc.
- Fuente u origen: Esencialmente las aguas residuales fluyen de las plantas de acabado textil en dos fases del proceso que son: Tratamiento y lavado (lavado de lana, blanqueado de algodón, remojo de lino, desgome de la seda) y de los procesos de blanqueado y teñido.
- Intensidad: Se producen diariamente, el caudal por unidad de tiempo es el siguiente según el proceso textil que sea ejecutado:

CUADRO # 8¹
CANTIDADES DE AGUAS RESIDUALES EN LA INDUSTRIA TEXTIL (CAUDAL)

Planta de limpieza de lana	20 - 70 m ³ / t	de producto
Plantas de teñido	20 - 50 m ³ / t	de producto
Plantas de blanqueado	50 - 100 m ³ / t	de producto
Fábricas de telas	600 - 1000 m ³ / t	de producto
Fábrica de viscosa, lana reprocesada o seda	50 - 100 m ³ / t	de producto
Fábricas de fibra de rayón	350 - 1000 m ³ / t	de producto

- Daños existentes y potenciales: Como todo factor contaminante, es difícil predecir cuál será su incidencia en el ambiente, ya sea a corto, mediano o largo plazo, máxime cuando las aguas de estas industrias no reciben ninguna clase de tratamiento y son descargadas al drenaje municipal, donde tampoco son tratadas, afectando directamente al cuerpo receptor que es el río Samalá² donde es descargado el drenaje de la ciudad de Quetzaltenango, el cual desemboca en el Océano Pacífico.
- Métodos de control empleados: Ninguno encontrado.

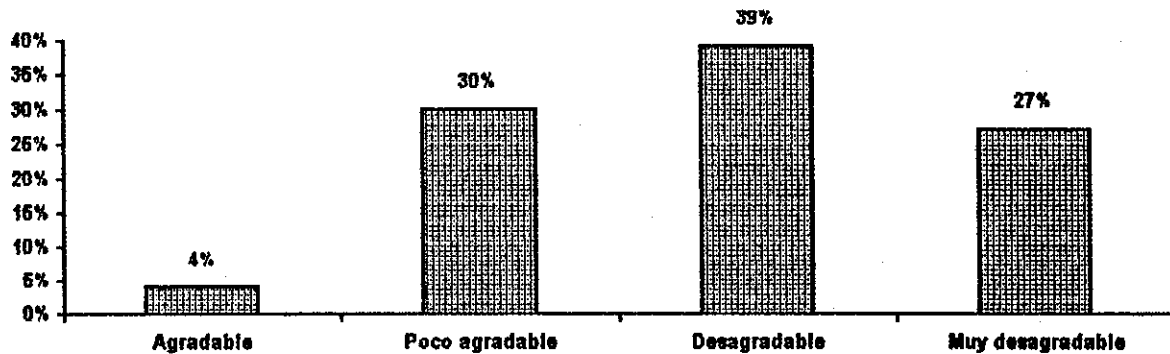
2.3.3.5 Contaminación por olores.

- Características: Las operaciones de hilados dan origen a olores de una naturaleza fenólica principalmente cuando se trabaja con materias primas sintéticas. La producción de rayón vincula emisiones olorosas debido al tratamiento de la celulosa disuelta por un ácido coagulado en baños de soda, que solidifica el hilo y en adición; casos asociados con polímeros orgánicos involucran emisiones de acetona como solventes de los olores, metanol, disulfuro de carbono, cloruro de metileno, etc.
- Frecuencia: Sucede durante todo el proceso.

¹ DENNE, A. Manual de Disposición de Aguas Residuales. Alemania: Edit. Cooperación técnica República Federal de Alemania 1991. 1049 pp.

² DELEGACION QUETZALTENANGO. Notes Mimeografiadas de Quetzaltenango. Guatemala I.N.E. 1994.

- Fuente u origen: En las diferentes etapas del proceso debido a que se procesan materias primas sintéticas.
- Intensidad: Variable e interna. A nivel externo no se percibe olor alguno.
- Daños existentes y potenciales: Es importante que los operarios cuenten con el atuendo adecuado para que éstas emisiones olorosas no le afecten en su productividad y salud.
- Malos olores: Los olores son desagradables cuando se trabaja con la materia prima sintética siendo esto lo más comúnmente utilizado. A continuación se presenta la apreciación de los panelistas (operarios e investigador) con respecto a qué tan desagradable es el olor generado en el proceso:



Gráfica # 6 : Representa la aceptación de los olores generados en el proceso en la industria textil.

- Métodos de control empleados: Ninguno encontrado.

2.3.4 Incidencia por la industria de bebidas no alcohólicas.

2.3.4.1 Contaminación por ruido.

- Características: El ruido proveniente de este tipo de industria, es de tipo significativo, alto, grave y constante.

- Fuente u origen: Principalmente proviene del área de embotellado.

- Intensidad:

Nivel promedio interno (área crítica) : 102 dcB

Nivel promedio externo: 70 dcB

- Daños existentes y potenciales: Estos existen solamente a nivel interno en la planta. Por lo tanto es importante tomar las medidas adecuadas de protección para los operarios.
- Métodos de control empleados: Equipo de protección personal como orejeras, tapones además de un techo aislante encontrado en una de las plantas muestreadas de esta naturaleza.

2.3.4.2 Contaminación atmosférica.

- Por humo negro.
- Características: Humo proveniente de la combustión de Bunker.
- Fuente u origen: Calderas.
- Intensidad: Mínima
- Daños existentes y potenciales: Contribución a la contaminación ambiental.
- Otras emanaciones.
- Características: Humos por la combustión de residuos sólidos.
- Fuente u origen: Basuras de las plantas.
- Intensidad: Mínima.
- Daños existentes y potenciales: Contaminación atmosférica con anhídrido carbónico (CO_2).

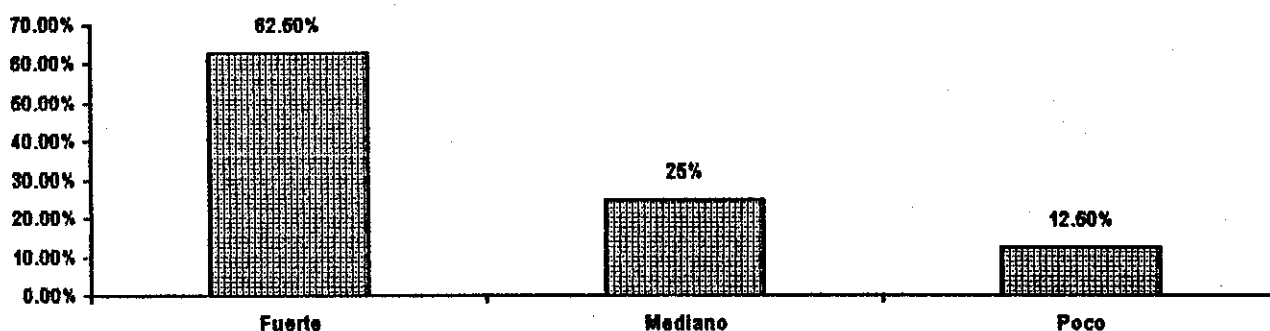
2.3.4.3 Contaminación por descarga de aguas residuales.

- Características: Las aguas residuales de este tipo de actividad industrial, por lo general, son ricas en sustancias orgánicas. Estas contienen en su mayoría compuestos altamente energéticos, como proteínas, péptidos, aminoácidos, azúcar y carbohidratos, grasas animales y vegetales, ácidos orgánicos menores, alcoholes, aldehídos y cetonas; en su forma original o como productos de conversión provenientes de la fermentación, Soda Cáustica para el lavado de botellas y por lo general en esta fase del proceso las aguas residuales son descargadas a una temperatura próxima a la de ebullición.
- Fuente u origen: Esencialmente provienen de aguas de lavado, enjuague, transporte de frutas; agua de lavado de botellas; aguas de pelado o jugos de frutas; agua de purga de calderas; preparación de jarabes; aguas de limpieza de pisos, talleres y máquinas etc.
- Intensidad: Las aguas residuales con frecuencia fluyen irregularmente durante sólo unas horas al día; es posible también que existan grandes fluctuaciones en la cantidad y concentración de los constituyentes. También puede ocurrir que en el transcurso del año existan variaciones considerables en las condiciones de las aguas residuales debido al uso irregular de la capacidad instalada de acuerdo a la estación.
- Daños existentes y potenciales: Por los tipos de procesos empleados, esta industria se caracteriza por generar grandes cantidades de aguas residuales. Estas aguas a pesar del gran caudal con que son evacuadas al drenaje Municipal, no son tan nocivas debido a que el 70 a 80 % de los residuos que arrastran son de naturaleza orgánica; la cual es una contaminación que más fácilmente puede ser degradada y tratada. Como se ha mencionado anteriormente, en el caso de otras industrias es difícil predecir cuál será el impacto ambiental que éstas tendrán en el ambiente y más específicamente en el cuerpo receptor de las mismas, pero es evidente que el mismo existe y hay que controlarlo.

- **Métodos de Control Empleados:** En una embotelladora de Aguas Carbonatadas se encontró la utilización de filtros de carbón; por los cuales se hace pasar las aguas residuales antes de su descarga al drenaje municipal, además de este método no se encontró ningún otro que sea empleado por las plantas de este tipo, en la ciudad de Quetzaltenango.

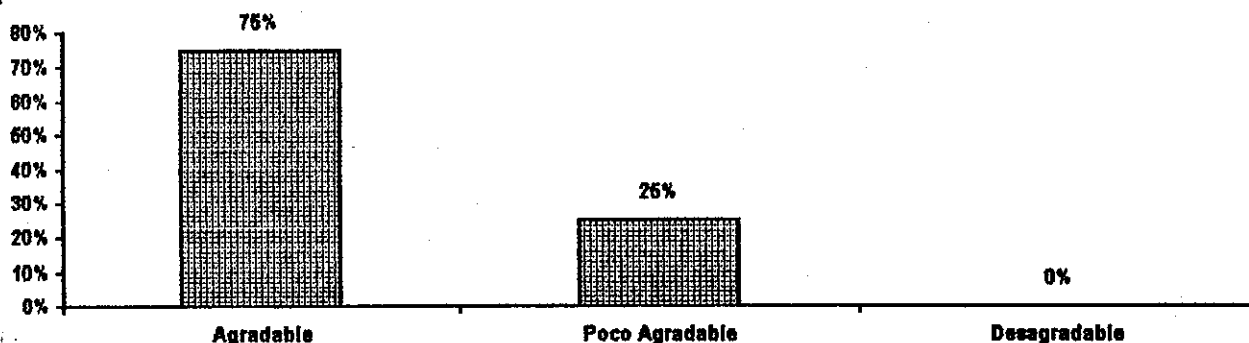
2.3.4.4 Contaminación por olores.

- **Características:** Olores agradables y fácilmente perceptible en los alrededores.
- **Frecuencia:** Sucede durante el proceso; todos los días.
- **Fuente u origen:** En la elaboración de jarabes, procesamiento de frutas y en sí todo el tratamiento que se le da a la materia prima.
- **Intensidad:** Variable dependiendo de factores como dirección y fuerza del viento. A continuación son presentados los resultados de dieciséis panelistas (16) consultados.



Gráfica # 7 : Representa la intensidad del olor generado por las plantas de bebidas no alcohólicas.

- **Daños existentes y potenciales:** Ninguno.
- **Malos olores:** No existen. A continuación son presentados los resultados con respecto a los dieciséis panelistas consultados.



Gráfica # 8 : Representa que tan agradable es el olor emanado por el proceso de bebidas no alcohólicas.

2.6 Incidencia por la industria de artículos de Cemento.

2.3.5 Incidencia por la industria de artículos de cemento

2.3.5.1 Contaminación por ruido.

- Características: Altamente significativo e intermitente.
- Fuente u origen: Las máquinas destinadas en la fabricación de block. En el momento en que es vertida la mezcla (arena, agua, pedrín y cemento) en el molde de la máquina para la fabricación de block; ésta al compactar la mezcla comienza e experimentar fuertes vibraciones, las que dan origen al ruido.
- Intensidad (valor en decibeles).

Nivel promedio interno: 115 dcB (promedio de las industrias muestreadas).

Nivel promedio externo: 115 dcB (básicamente todas las plantas están al aire libre).

- Daños existentes y potenciales: El impacto del ruido es significativo debido a la intensidad del mismo afectando directamente a la comunidad y operarios, realmente su salud se está deteriorando, específicamente su audición, experimentando bajas en su productividad.

2.3.5.2 Contaminación atmosférica.

- Algunas emanaciones.
- Características: Polvos y particulados.
- Fuente u origen: Materia prima y el proceso en sí.
- Intensidad: Mínima.
- Daños existentes y potenciales: Contaminación visual y contribuyente del deterioro ambiental en general.

2.3.5.3 Contaminación por aguas residuales.

- Características: Las aguas residuales son ricas en materia inorgánica en forma de sólidos desde tamaños grandes (piedras) hasta elementos muy pequeños (particulados).
- Fuente u origen: Esencialmente son aguas de desperdicio de las mezclas para la fabricación del block, tejas de asbesto cemento y tubería de vinil. Además que varias plantas de esta naturaleza se encuentran localizadas a la orilla del río Samalá y descargan sus desperdicios sólidos en este cuerpo de agua.
- Intensidad: Se producen diariamente, en intensidad mediana, caudal intermitente y bien definido, es decir, por lo regular esta industria no tiene un flujo específico.
- Daños existentes y potenciales: Es difícil determinar el impacto que tendrá sobre el ambiente y específicamente, en el cuerpo receptor que es el río Samalá, al no existir tratamientos y descargar descuidadamente estas aguas residuales; además de muchos desechos sólidos que afectarán indudablemente el ambiente. Aunque el flujo no es grande, el crecimiento en cantidad de estos establecimientos industriales si lo es, los cuales en conjunto ya son significativos.

3. PROPUESTAS DE SOLUCION.

3.1 Propuestas de solución generales.

Cada industria tiene problemas diferentes con respecto a la contaminación; esto se debe a los tipos de procesos, materias primas, maquinarias empleadas etc., y en sí un sin número de características especiales de cada actividad industrial específica; e inclusive hasta dos plantas dedicadas a la misma actividad industrial y que por ende aplican el mismo, o procesos similares; pueden tener profundas diferencias en problemas e intereses, debido a factores como localización; sin embargo se presentan a continuación propuestas o simples lineamientos que debe seguir toda la industria en general para que maneje su contaminación de una forma eficiente y más controlada; es por eso que las industrias ya establecidas y las que están por formarse deben atender a las siguientes proposiciones.

1.-) En la ciudad de Quetzaltenango no existen zonas de tolerancia industrial, por lo tanto la industria local se ha instalado diseminada y desordenadamente en toda el área urbana, principalmente en lugares de mucha concentración humana, y las empresas están generando (capítulo II) cantidades considerables de contaminantes ambientales en sus diferentes manifestaciones (ruido, olor, aguas negras, atmósfera viciada etc.) afectando directamente a la comunidad y a su medio ambiente; incidiendo negativamente en el ambiente de esta ciudad, además por su ubicación las plantas industriales de la ciudad de Quetzaltenango no tienen la libertad, ni los medios, para evacuar sus contaminantes adecuadamente. La solución ideal sería sacar la industria de la ciudad al área del valle de Quetzaltenango aún despoblada, aunque manifestando indicios de crecimiento aislado poblacional, (área mostrada en la figura # 3¹).

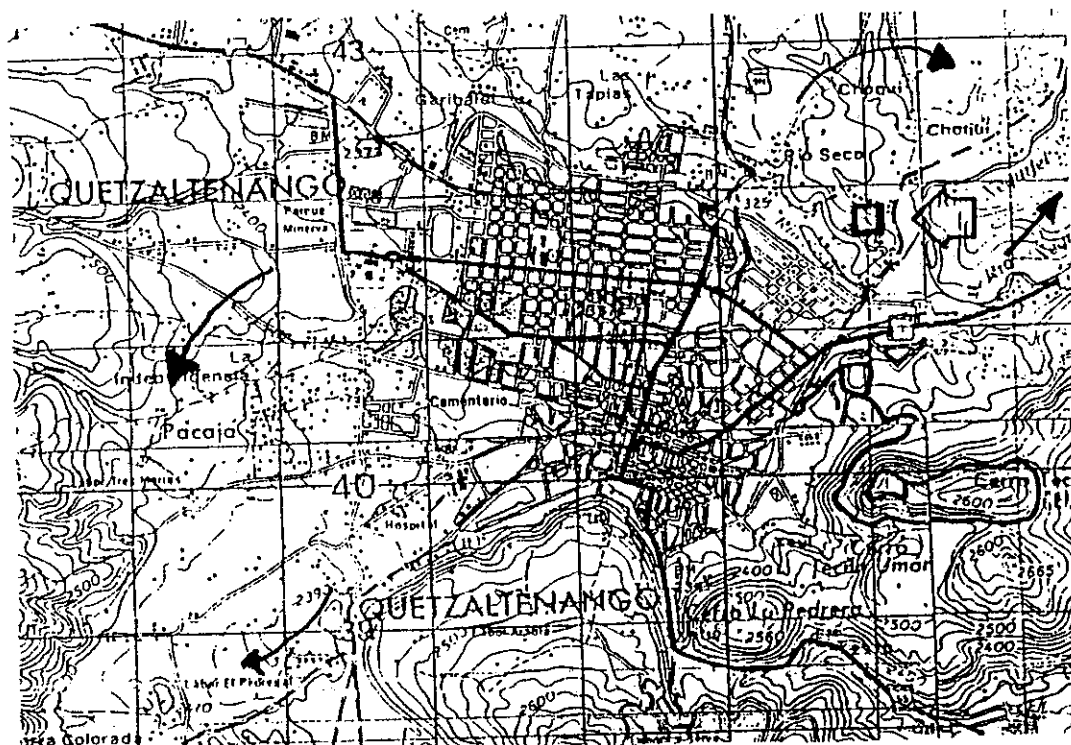


Figura # 3: Representa el área disponible para la creación de zonas de tolerancia industrial.

¹ et. al. Mapas Cartográficos. Quetzaltenango: s.p.i escala 1 : 50,000.

Lo anterior es materialmente imposible debido a que todas las industrias tienen ya su infraestructura física, donde se encuentran actualmente localizadas, por lo que la medida de crear zonas de tolerancia industrial básicamente es aplicable en la instalación de futuras plantas, creando parques industriales; los cuales agruparían industrias con intereses y problemas comunes, como los que se refieren a la contaminación ambiental debido a la actividad industrial que desarrollan. Podemos dar como ejemplo de lo anterior a las industrias curtientes de pieles, las cuales descargan grandes caudales de aguas residuales y altamente contaminados, y muchas veces no están al alcance de sus posibilidades económicas plantas de tratamiento. Si varias de estas plantas estuvieran ubicadas en un parque o zona industrial, entre todas podrían cooperar en la instalación de una planta de tratamiento, ya que el aspecto costo, no sería cubierto por una sola empresa sino por varias plantas industriales. Para las plantas actuales, que ya no es posible relocalizar, deben emplear técnicas o medidas específicas para atenuar la contaminación.

2.-) El mantenimiento y readecuación de instalaciones, edificios, maquinaria, equipo etc.; ya que si no se encuentran en un estado óptimo o por lo menos aceptable; esta condición los convierte en colaboradores indirectos de la contaminación, en cualquiera de sus manifestaciones; por ejemplo si en una planta el proceso ejecutado es muy ruidoso y sus paredes en lugar de ser aislantes propagan el ruido o no lo detienen; si la maquinaria no está lubricada correctamente, los mecanismos o elementos de máquinas trabajarán en un nivel de eficiencia inferior al que fueron diseñados, como consecuencia generando ruido, fallas y en general mal funcionamiento; si un motor combustiona inadecuadamente despedirá más emisiones o gases de lo normal y aparte de eso más intensas, impactando en mayor grado el ambiente receptor.

3.-) En la industria existen contaminantes muy nocivos al ambiente, los cuales deben ser tratados particularmente; en su mayoría todas las fábricas están involucradas con lubricantes para el mantenimiento de sus maquinarias, el aceite, después de su uso, si es desechado al alcantarillado municipal contaminará a gran escala los cuerpos receptores, ya que es un contaminante difícil de degradar por lo cual es especial y hay que tratarlo en esa forma. A continuación se presentan algunas alternativas aplicables al tratamiento y manejo de este tipo de desechos.

- Una alternativa viable de los lubricantes o aceites usados es el reciclaje, este puede ser ejecutado por medio de filtros para remover sus impurezas y reutilizarlo posiblemente en maquinaria que requiera menos calidad de aceite o en procesos alternativos donde éste pueda ser empleado.
- Otra posibilidad es un organismo especial e involucrado en el medio industrial podría ser que coordinado por la cámara de industria Quetzalteca por ejemplo. También cabe la posibilidad en un lugar específico, conocido por todas las fábricas, se recolecten todos los aceites de desperdicio que utilizan en sus plantas; de tal manera que en ese lugar se almacene y recicle, de tal forma que sea posible sacar propiedades reutilizables de éstos, además de que se está evitando la contaminación del ambiente y si en un dado caso no es posible reciclarlos por alguna razón determinada (como la falta de tecnología para hacerlo) simplemente estos aceites y lubricantes deben ser concentrados en el área específica antes mencionada.
- Una tercera alternativa para los lubricantes usados es mezclarlos con combustibles y quemarlos, pero tomando precauciones durante este proceso, ya que la combustión incorrecta puede contribuir a la contaminación atmosférica. Los desechos se deben manejar en tal forma, que se puedan eliminar sin aumentar la contaminación.
- Una cuarta alternativa es la creación de trampas de aceite (figura # 4) en las plantas industriales. Estas operan bajo el principio de almacenar el aceite y dejarlo en reposo de tal manera que los compuestos de los aceites y los lubricantes debido a la diferencia o cambio de densidad con el agua, flotarán y en la parte de abajo del depósito existirá una endidura en la cual fluirá agua por ser la que se encuentra abajo. Claro que

el flujo de agua contará con cierto grado de contaminación o elementos de aceite en forma de particulados ya que es difícil eliminar de un sólo paso los compuestos de los lubricantes, pero éstos podrán ser eliminados en la trampa subsiguiente, la cual opera por el mismo principio de diferencia de densidades empleado en la primera trampa. La separación de los compuestos de los lubricantes nos permite tener estos elementos altamente contaminantes (por su naturaleza) en volúmenes más pequeños y permiten su manipulación y que el almacenamiento sea más fácil. Estos son removidos de las trampas quitando las tapaderas de los depósitos que conforman la trampa. El agua purificada por este proceso puede ser reutilizada o simplemente desechada al drenaje pluvial.

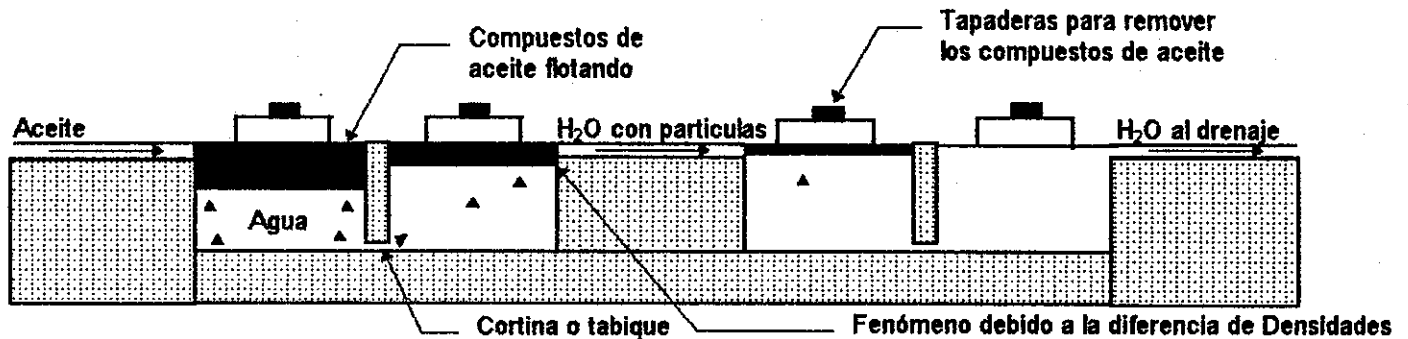


Figura #4: Trampas de aceite, instaladas en serie para purificarlo o descomponerlo.

4.-) Se debe procurar aprovechamiento de los recursos, por medios como la reutilización de materias primas dadas por pérdidas (reciclaje) y que al ser descargadas al ambiente son altamente contaminantes; como por ejemplo el cromo en la industria del curtimiento de pieles. Rediseño de los procesos o cambios en los mismos ya que en ciertas ocasiones es factible cambiar determinada etapa del proceso, y de esta forma, eliminar focos de contaminación innecesarios o simplemente contrarrestarlos. Por ejemplo: En algunos procesos donde se generan vapores al ambiente, es posible que se instalen condensadores que permitan la recuperación del producto, todo esto para una mayor eficiencia y productividad del proceso e instalaciones. Se debe hacer conciencia ambiental en todos los niveles organizacionales de las empresas. Para las futuras plantas, elaborar un diseño adecuado de las mismas de acuerdo con los principios de la Ingeniería de Plantas, previendo la protección de los trabajadores, la comunidad, así como del medio ambiente en sí.

A continuación se presentan algunas ideas, métodos de control de contaminantes apropiados a las industrias muestreadas, con el objetivo de corregir la incidencia de la contaminación industrial a nivel interno y lo más importante en el ambiente de la ciudad de Quetzaltenango, que fue lo que motivó esta investigación.

3.2 Propuestas de solución específicas para cada industria.

3.2.1 Industria cervecera.

3.2.1.1 Control del ruido.

Antes de establecer qué tipos de controles del ruido son apropiados para cada actividad industrial, es importante conocer qué materiales son adecuados y por ende, puedan ser utilizados en los diseños. A continuación se da una descripción de estos materiales.

3.2.1.1.1 Materiales acústicos y absorbentes del ruido, empleados para toda la industria.¹

A continuación se considerarán los diversos tipos de materiales acústicos, sus propiedades y los parámetros que se usaron para describir estas propiedades. Los materiales acústicos pueden dividirse en tres categorías básicas:

- (a) materiales absorbentes,
- (b) materiales de barrera y
- (c) materiales de amortiguamiento.

Los materiales absorbentes son generalmente de una naturaleza resistente, fibrosa, porosa o en casos más especiales, reactivos resonantes. Los ejemplos clásicos de materiales resistivos son: La fibra de vidrio, lanas minerales, fieltro, duroport y polyurethano del tipo espuma.

Los materiales efectivos de barrera tienen una propiedad común básica: La densidad de masa. Los materiales de barrera más efectiva también tienen un alto grado de amortiguamiento interno; el amortiguamiento de los materiales comúnmente adelgaza, debido relativamente a los revestimientos de polímeros, plásticos, epóxicos o goma que puede adherirse a paneles de metal de hoja, engranes, separadores de máquinas, etc.

3.2.1.1.2 Métodos de control propuestos.

3.2.1.1.2.1 Materiales absorbentes.

La actual absorción de energía acústica en materiales fibrosos y porosos ocurre como un traslado entre energías termodinámicas y aerodinámicas. En el caso de materiales porosos existen procesos adiabáticos² y se transfiere el calor isotérmico³, el cual aumenta debido a las expansiones gaseosas y reflexiones a lo largo de los bordes del poro y se anulan a sí mismos, para que el proceso realmente ocurra depende en gran medida de la frecuencia de la energía de incidencia, para materiales fibrosos y un alza de temperatura ocurre debido a la fibra de rozadura. En corto, la energía acústica se transfiere en forma de calor al material en sí mismo.

Ahora, el parámetro que mejor describe la absorción de materiales es el coeficiente de absorción (α); el coeficiente de absorción es esencialmente una medida de la energía acústica absorbida por el material sobre la incidencia y se expresa comúnmente entre 0 y 0.1. este depende dinámicamente del ángulo de frente de la onda de incidencia y frecuencia.

El método de caño, es un muestreo del material que se pone al final del caño; las olas sanas de frecuencia generadas por el altavoz propagadas abajo del caño se impregnan sobre el muestreo y son reflejadas.

La industria cervecera tiene solamente problemas de ruido a nivel interno por lo que la comunidad no se ve afectada por este factor, por lo tanto es importante emplear métodos internos de control.

El ruido proviene de diferentes áreas del proceso, pero su fuente más intrínseca es la maquinaria y elementos mecánicos utilizados, por lo que es necesario emplear técnicas como las siguientes.

¹ CHEREMISINOFF, Paul. Pollution Engineering and Technology. USA: Edit. Marcel Dekker Inc. 1995. 378 pp.

² Proceso Adiabático: Es un proceso termodinámico donde no existe la transferencia de energía en forma de calor.

³ Calor Isotérmico: Calor a temperatura constante.

3.2.1.1.2.2 Silenciadores y Mufflers¹

Silenciadores y mufflers pertenecen a una amplia gama de los dispositivos de reducción de ruido y deben considerarse una de las armas más poderosas disponibles para el ingeniero acústico. Técnicamente no existe una distinción entre un silenciador o muffler y los términos frecuentemente se intercambian, por ejemplo: Un fabricante usará un silenciador y otro un muffler para la misma necesidad, a pesar de los términos y variedad de configuraciones los dispositivos pueden clasificarse según su entrada, en tres grupos fundamentales: absorbentes, reactivos y dispersivo.

Silenciadores absorbentes realmente no contienen ningún material absorbente, pero dependen del reflejo o expansión de ondas sanas con una correspondiente autodestrucción como la reducción básica de los mecanismos de ruido. La reducción de ruido cuando se encuentran de por medio silenciadores dispersivos comúnmente vienen desde difusión por una alta velocidad de los gases que fluyen a una menor velocidad.

Algunos silenciadores combinan el elemento de dos o más tipos de desempeño; además, otras funciones tales como la separación de agua, filtración, recuperación por calentamiento etc., pueden también estar presentes. De todas formas, ellos se instalan comúnmente en tubos o conductos para reducir la transmisión sana de una sección en un sistema de corriente de gas a otro.

Con una comprensión básica de las propiedades acústicas de cada tipo para el control del ruido, el ingeniero puede seleccionar comúnmente un silenciador o la combinación de silenciadores que proveen efectivamente una reducción de ruido sin considerar el carácter del mismo. La dificultad que generalmente se encuentra es el no contar con un silenciador que tenga el desempeño acústico adecuado, con problemas tales como tamaño, peso, aerodinamismo, pérdidas de presión, etc.

3.2.1.1.2.2.1 Silenciadores de absorción

Silenciadores de absorción se usan ampliamente para tratar ruidos donde existen volúmenes grandes de aire o el gas se mueve a presiones estáticas relativamente bajas.

3.2.1.1.2.2.1.1 Deflectores paralelos.

La forma más simple de silenciadores absorbentes o disipativos es el deflector paralelo, como se ilustra en la figura # 5 básicamente, estos deflectores constan de una salida y una entrada aerodinámica modernizada con paredes horadadas respaldada por material acústico, altamente absorbente. El material absorbente es comúnmente fibroso en su textura. El desempeño acústico de deflectores paralelos depende primariamente de tres parámetros:

1. El espesor de los materiales absorbentes
2. El espaciamiento de deflectores
3. La longitud de los deflectores

¹ LEWIS, Bell. Industrial Noise Control Fundamentals and Applications. USA: Edit. Basel 1,992. 185 pp.
KNUDSEN, Vine. Architectural Acustics. USA: Edit. Wiley, 1990. 233 pp.

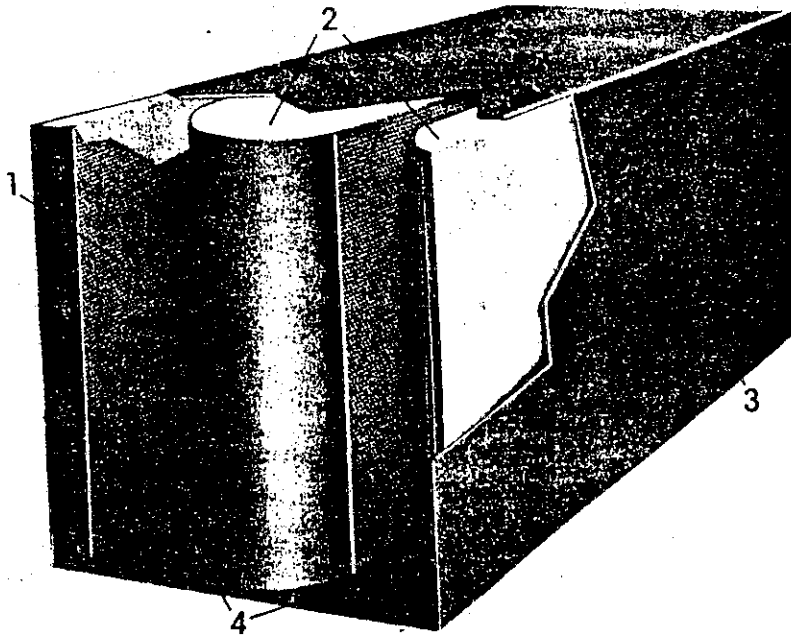


Figura # 5: Representa un ducto silenciador paralelo. (1) Perforación, hierro galvanizado; (2) ligadura larga de fibra; (3) lámina de metal galvanizado; (4) diseño aerodinámico de pasajes de aire.

Hay que tomar en consideración que la atenuación aumenta severamente en frecuencias altas como cuando el espaciado es estrecho; también que el mejor desempeño en frecuencias inferiores se obtiene cuando el espesor del material absorbente es aumentado. Con respecto a la longitud de deflectores paralelos, el desempeño acústico aumenta cuando el largo de éste lo hace.

El deflector paralelo es un silenciador absorbente y se encuentra disponible comercialmente con un número grande de fabricantes; para encontrar una amplia gama de aplicaciones, la mayoría de los fabricantes proveen las unidades con la cruz nominal, con dimensiones seccionales en incrementos de 6 " y el largo de 3, 5, y 7 pies.

Debe enfatizarse que el desempeño acústico de deflectores paralelos disminuye severamente según la velocidad de los gases, utilizando silenciadores hasta 3000 fpm¹ de alcance. Las correcciones acústicas de desempeño para la velocidad de corriente son usualmente abastecidas por los fabricantes en las especificaciones de diseño. Porque existe muy poca resistencia de corriente en paralelo, pero ellos pueden aplicarse fácilmente a esas instalaciones donde presionados, ya que las pérdidas son críticas tal como: En el aire acondicionando o los sistemas ventiladores forzados, instalaciones de turbina de gas, etc.

¹ fpm: Frecuencias acústicas por minuto.

3.2.1.1.2.2.2 Silenciadores reactivos.

Silenciadores reactivos generalmente consisten de una o más cámaras de expansión, en donde la atenuación se logra mediante la autodestrucción reflexiva.

Probablemente el ejemplo más común de un silenciador reactivo es el silenciador de un automóvil, como nosotros veremos, el desempeño acústico de los silenciadores reactivos es más bien selectivo y de aquí en adelante en la mayoría de las aplicaciones los silenciadores deben diseñarse, sintonizado al carácter discreto de la frecuencia del ruido. Estos silenciadores son muy efectivos en aplicaciones asociados con equipos rotativos que generan ruido con carácter predominantemente de frecuencia discreta, algunos ejemplos comunes incluyen motores de combustión interna, compresores, sopladores rotativos de desplazamiento positivo, bombas de vacío, etc.

3.2.1.1.2.3 Recintos especiales.

Algunos elementos industriales y equipo de fabricación tal como martillos, prensas, moledores plásticos, motores diesel etc., son todavía bastante ruidosos; además existen muchas instalaciones donde el costo para desarrollar la reducción del ruido es prohibitiva desde el punto de vista económico; en estas situaciones, el ingeniero acústico debe considerar adjuntando al equipo, un recinto total o parcial. El pensamiento de un recinto especial es inicialmente repulsivo por parte de los ingenieros de planta, el personal de mantenimiento y el operador a causa de la molestia prevista asociada con la pérdida de accesibilidad, visibilidad y agregando a esto el mantenimiento. Estos problemas no son inherentes y el recinto puede proveer el sobredividendo que se caracteriza tal como una seguridad personal adicional.

Debe enfatizarse que esa reducción de ruido en la fuente siempre disfruta mayor prioridad, pero con un enfoque sistemático y una atención cuidadosa para diseñar en detalle. Los recintos pueden ser uno de los métodos más poderosos de control disponibles para el ingeniero acústico.

Frecuentemente el ingeniero que diseña un recinto considera inicialmente qué materiales o combinaciones de materiales se seleccionarán para el recinto o anexo (ver sección 3.2.1.1.1).

Para estar seguro, esta decisión debe hacerse paso a paso, tomándose primero los que simplificarán el proceso de selección y aseguran un diseño equilibrado. Estos pasos recomendados se plantean a continuación.

- Paso # 1: Como en cualquier disciplina de buen diseño, el paso inicial debe establecer los criterios de diseño (metas de diseño) y determinar el desempeño acústico correspondiente requerido por el recinto. Las metas de diseño pueden tomar en cuenta criterios de riesgo o de molestias por parte del ruido en áreas sensibles.

- Paso # 2: El segundo paso consiste en determinar o predecir los niveles de ruido de banda de frecuencia del equipo en las ubicaciones seleccionadas en el paso # 1., la frecuencia agrupa los datos del nivel de ruido que pueden medirse; sin embargo, las medidas reales en las ubicaciones seleccionadas en el paso # 1 son obviamente preferibles.

Con los criterios establecidos y medidas obtenidas, el desempeño acústico requerido del recinto o anexo pueden calcularse.

3.2.1.1.2.4 Recintos para máquinas¹.

Existen dos tipos básicos de recintos para máquinas, total y parcial. Con un buen diseño, el recinto total prácticamente no tiene ningún límite inferior a los niveles resultantes de ruido; los recintos parciales por otra parte tienen limitaciones acústicas muy serias y deben repararse en la planta. Primero hay que definir los parámetros para establecer y caracterizar el desempeño acústico de un recinto. Si uno mide la presión a un nivel sano cerca de la parte de adentro de la pared de un anexo acústico de máquina $L_{p,1}$ y afuera $L_{p,2}$ en la ubicación de interés, dice la estación del operador, la diferencia puede ser entonces considerada la reducción de ruido (NR) del anexo o recinto:

$$NR = L_{p,1} - L_{p,2} \text{ [dB] representa la medida de reducción.}$$

El ruido aquí definido no provee necesariamente información cuantitativa con respecto a el desempeño acústico del recinto.

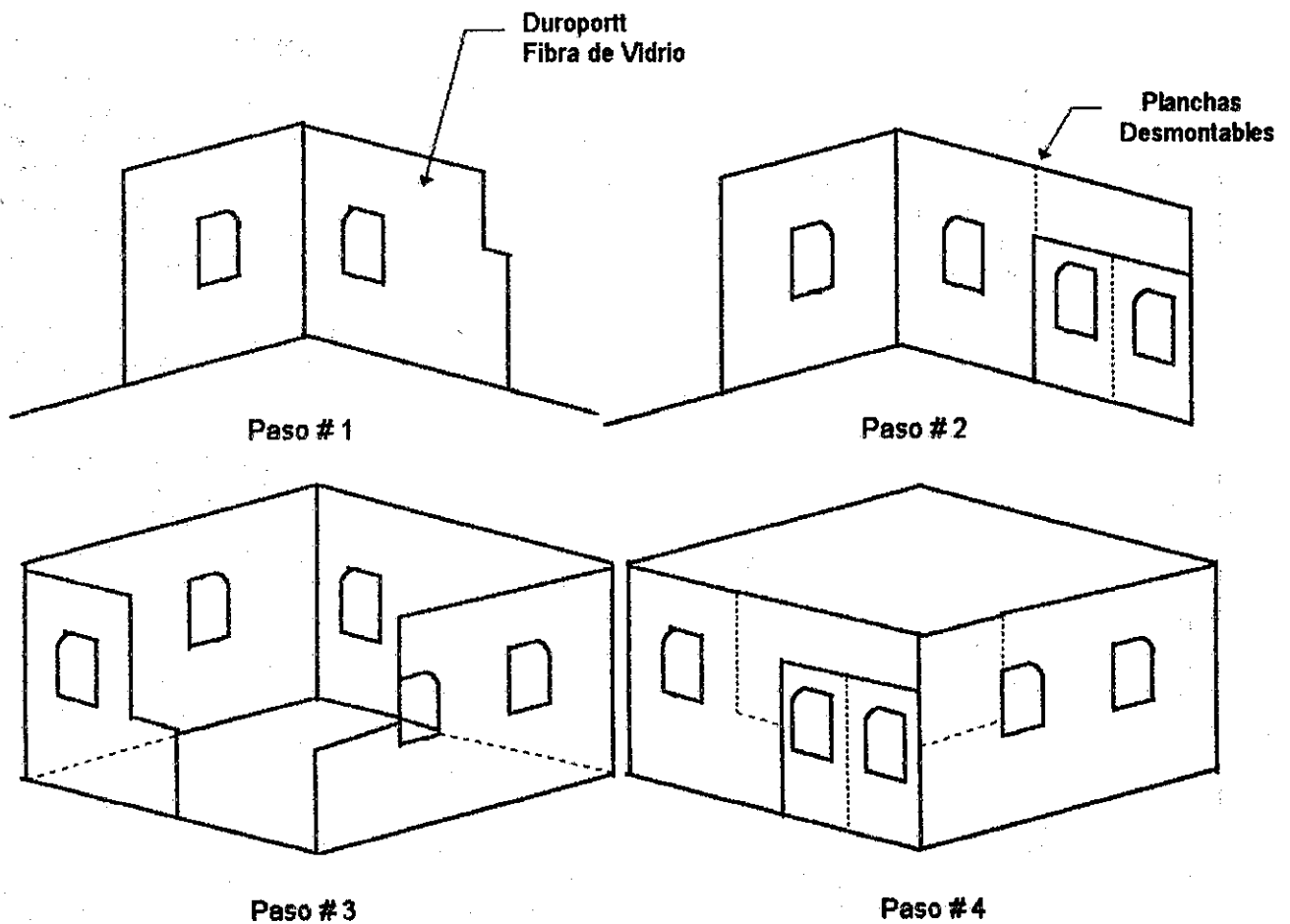


Figura # 6 : Representa los pasos necesarios para armar recintos o paneles totales teniendo en consideración que éstos se deben armar por partes, de tal forma que sean fácilmente desmontables por si en un momento dado tiene que ser modificado el proceso o mantenimiento de la maquinaria.

¹ KNUDSEN, Vibe. Architectural Acoustics. USA: Edit. Wiley 1.990. 223 pp.

Las desventajas de recintos totales son obvias; la superficie adicional es de alto costo además se tienen algunos problemas de producción asociados con el mantenimiento y operación de las máquinas, lo cual debe anticiparse desde el diseño de la planta. En los recintos totales existen comúnmente algunos problemas engorrosos como visibilidad y acceso, los cuales deben de minimizarse de la mejor manera posible ya que estos son necesarios y no se pueden remover. El aspecto positivo del recinto total es la facilidad con que los contaminantes de aire pueden ser recolectados o tratados.

3.2.1.1.2.5 Recintos personales.

Para áreas, tales como alojamientos de caldera, generadores, bombas, plantas de oficinas, etc., donde recintos de máquinas no son factibles, un recinto de sala personal para los ingenieros u operadores reducirán significativamente la exposición diaria al ruido. Estas salas de personal se instalan frecuentemente en los paneles de control, ubicados centralmente para tener control sobre toda la planta.

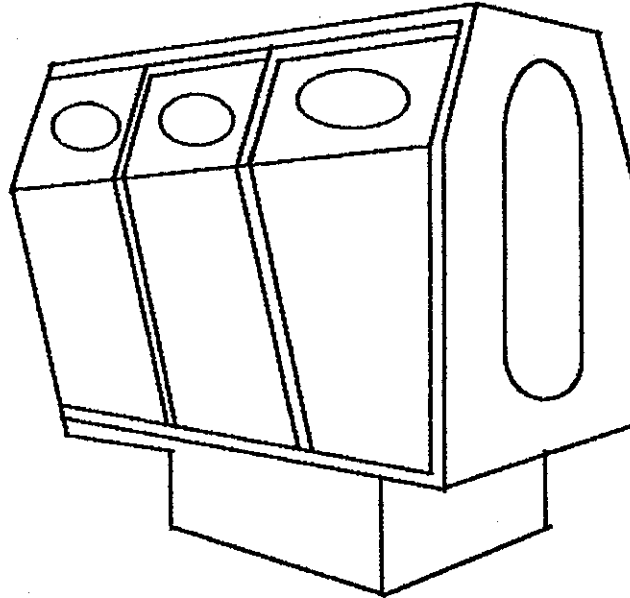


Figura # 7: Representa un recinto personal el cual puede ser instalado dentro del área de maquinarias.

3.2.1.1.2.6 Cortinas acústicas.

El uso de recintos como cortinas acústicas o los recintos parciales ha crecido exponencialmente, su popularidad surge de su eficacia acústica, versatilidad y facilidad de instalación; típicamente, los materiales de cortina resisten presiones entre 0.5 ó 1 psi.¹ por delante, con un recubrimiento de vinil.

Los materiales lisos de vinil son altamente resistentes al ambiente industrial, en la figura # 8 se muestra algunas ilustraciones de instalaciones típicas de recintos de cortina; aquí nuevamente la reducción de ruido se limita comúnmente al número de escapes acústicos y la cantidad de ruido que flanquea sobre o debajo la cortina como tal. Estas cortinas pueden lograr reducciones de ruido hasta 10 dcB.

¹ p.s.f.: Dimensionales de presión del sistema de unidades inglés, representando libras por pulgada cuadrada (Lbs/plg²).

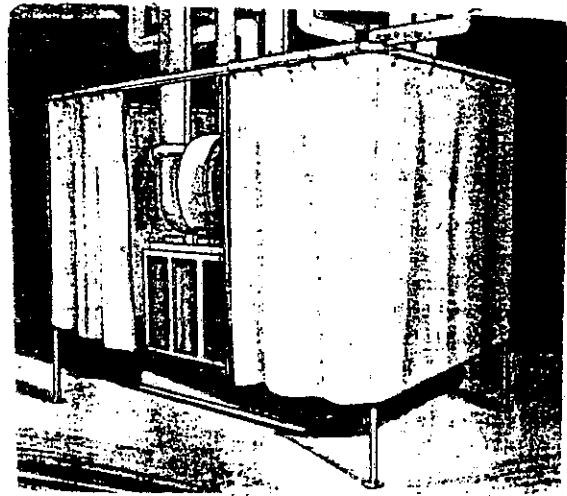
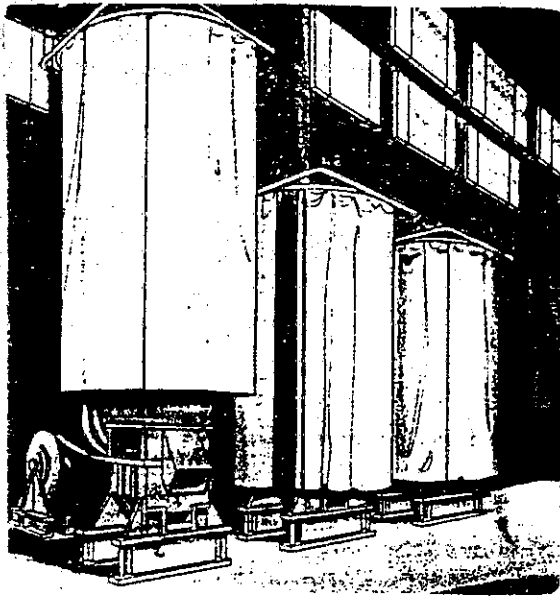


Figura # 8: Representa un ejemplo de maquinaria enclausada utilizando cortinas de vinil denso.

Existen también cortinas de faja, las cuales se pueden obtener comercialmente en una variedad de espesores y superposiciones. El desempeño acústico de las cortinas de faja aumenta según su espesor y superposición.

3.2.1.2 Control sobre la contaminación atmosférica.

Esta industria tiene problemas con la comunidad (áreas aledañas a la planta constituidas por comercios y viviendas), debido a que expela por sus chimeneas una serie de elementos particulados, el principal de esto es el hollín de las calderas y el cual cae en forma de capa de ceniza, en las vecindades a la planta. Para efectos de contrarrestar lo anterior, la planta tiene instalados filtros de malla en sus tres chimeneas, los mismos no son eficientes, ya que el problema prevalece.

Existen varias posibles soluciones ante la problemática antes planteada, entre estas tenemos:

- Elevar la altura de las chimeneas para que sus descargas sean más altas y por ende los particulados se diseminen en mejor forma en la atmósfera. Por supuesto esta medida ambientalmente no es factible ya que se sigue contaminando el ambiente sin embargo se reducen las molestias a la comunidad con la ceniza. Algo que se tiene que tomar en cuenta es que al poner en práctica esta medida se afectará el tiro de las emanaciones, por lo tanto se recomienda un rediseño del tiro mecánico de las chimeneas para que estas evacuen de una manera eficiente, y si es posible considerar en el diseño la utilización de ventiladores mecánicos con más potencia o simplemente instalar más en serie para que estos ejerzan el tiro necesario sobre las emisiones.
- En algunos casos las emanaciones de particulados son muy intensas, por lo cual se hace necesario la utilización de elementos mecánicos para atrapar estos particulados. Entre estos elementos mecánicos, podemos mencionar los siguientes, y se ha de utilizar el que más se adapte a las condiciones físicas de la planta, capacidad económica, y lo más importante, que contrarreste los efectos contaminantes.

3.2.1.2.1 Filtros de tejido o de bolsa.

La filtración es un método para separar partículas de un flujo de gases, de uso frecuente en la industria. Un filtro es una estructura compuesta de material fibroso o granulado, el cual tiende a retener las partículas al pasar por los poros. El filtro debe limpiarse periódicamente y, para ello, se usan varios métodos, tales como: Agitación manual, agitación automática, flujo invertido, etc. La capa de polvo removida cae en una tolva para su disposición posterior. Existe una gran variedad de filtros en el mercado que utilizan tejidos lisos o con pelusa de fibras naturales, sintéticas o fibra de vidrio siliconado.

La elección del filtro a utilizar depende de la composición química, temperatura y contenido de humedad del gas, así como, de la composición química de las partículas, las cuales tienen efecto en el desgaste de los filtros.

Ventajas:

- Alta eficiencia para partículas de diferentes tamaños.
- Son fáciles de limpiar.
- Capacidad volumétrica entre 100 - 5 millones de pies³ / min.

Desventajas:

- La instalación de los filtros puede ser limitada por el tamaño de las fábricas.
- Existe peligro de explosión si se producen chispas cerca de los filtros de bolsa.
- No deben utilizarse para material que absorba líquido, ya que causa problemas en la limpieza de los filtros.

3.2.1.2.2 Cámara de sedimentación¹.

Las cámaras de sedimentación (figura # 9) son de los más viejos y simples tipos de colectores de partículas entre 40 y 100 micrómetros de diámetro son colectadas por esta técnica. Su eficiencia es muy pobre, estos tienen la característica física de ser muy largos, porque de otra manera ellos no cumplirían con su función; el costo de operación y mantenimiento de estos colectores es realmente bajo.

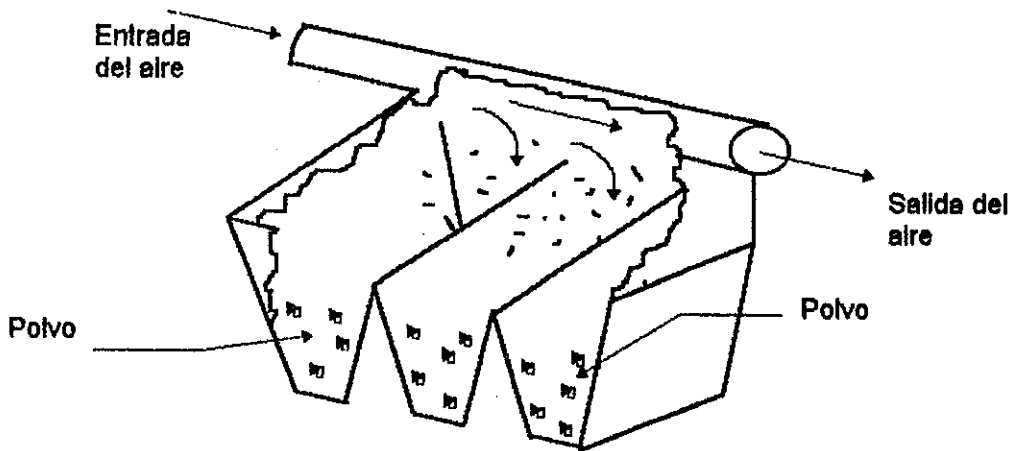


Figura # 9: Representa una cámara de sedimentación.

¹ SELL, Nancy. Industrial Pollution Control, Issues and Techniques. 2a. edición. USA: Edit. Van Nostrand Reinhold. 343 pp.

3.2.1.2.3 Colectores que impiden la recirculación.

La adición de deflectores en los colectores mecánicos de sedimentación, chimeneas o donde circule el flujo a ser tratado (figura # 10), aumenta la eficiencia de recolección. La entrada del flujo es algo abrupta, así como su viaje hasta la salida; este cambio de dirección obligado en las partículas es debido a su momentum; las partículas caen al fondo del colector.

El tamaño físico de los deflectores es pequeño y estos son más eficientes si son lisos para cargas altas. Ellos pueden ser usados generalmente para coleccionar partículas que tengan un diámetro de 10 a 50 micrómetros.

En las cámaras de sedimentación, los costos de instalación y mantenimiento es bajo; desafortunadamente su eficiencia no es lo suficientemente efectiva como colector para algunos procesos industriales, por lo tanto los deflectores son considerados como prefiltradores de partículas.

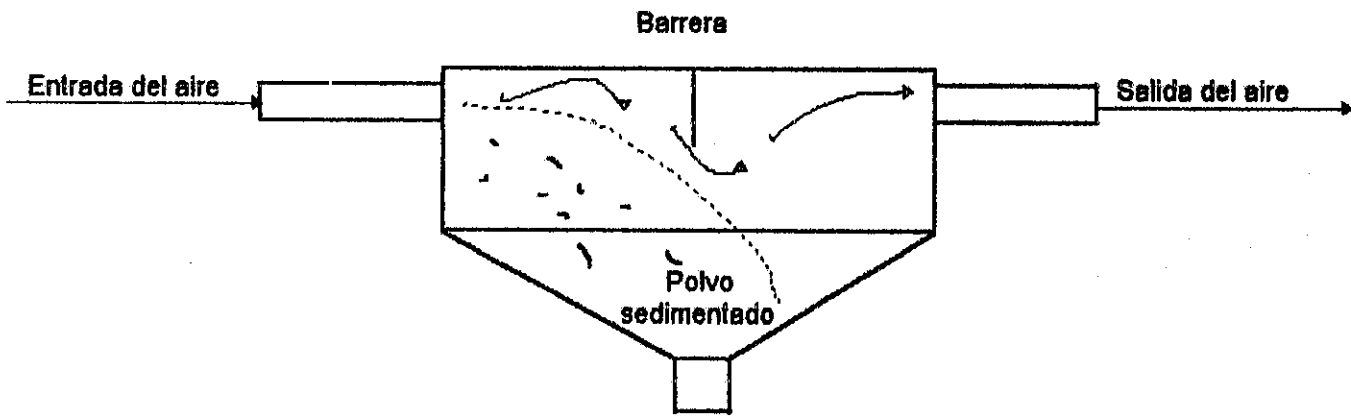


Figura # 10: Representa una cámara de sedimentación con un deflector.

3.2.1.2.4 Ciclones.

Son los dispositivos más ampliamente utilizados en la industria para eliminar partículas de una corriente gaseosa, en los distintos procesos en que se produce tal tipo de material. Los ciclones están constituidos fundamentalmente de una cámara cilíndrica, en su parte superior, y un tronco cónico invertido en la parte inferior. El gas que contiene las partículas ingresa al cilindro tangencialmente y sale ya limpio por un tubo vertical localizado en el centro de la parte cilíndrica. En los ciclones la velocidad de la corriente que entra se transforma en un remolino exterior descendente y otro remolino interior ascendente. El remolino descendente que gira a gran velocidad envía por la fuerza centrífuga, el polvo contra las paredes del ciclón y lo lanza al interior de la tolva, de la cual se extrae periódicamente.

El remolino ascendente de gas limpio abandona el ciclón por medio de un tubo colocado en la parte superior del cilindro. Estos dispositivos, por lo general, se usan para separar partículas grandes y medianas (aproximadamente hasta 10 micrómetros¹).

¹ Unidad de medida normalmente empleada para partículas pequeñas equivalente a 10⁻⁶ metros.

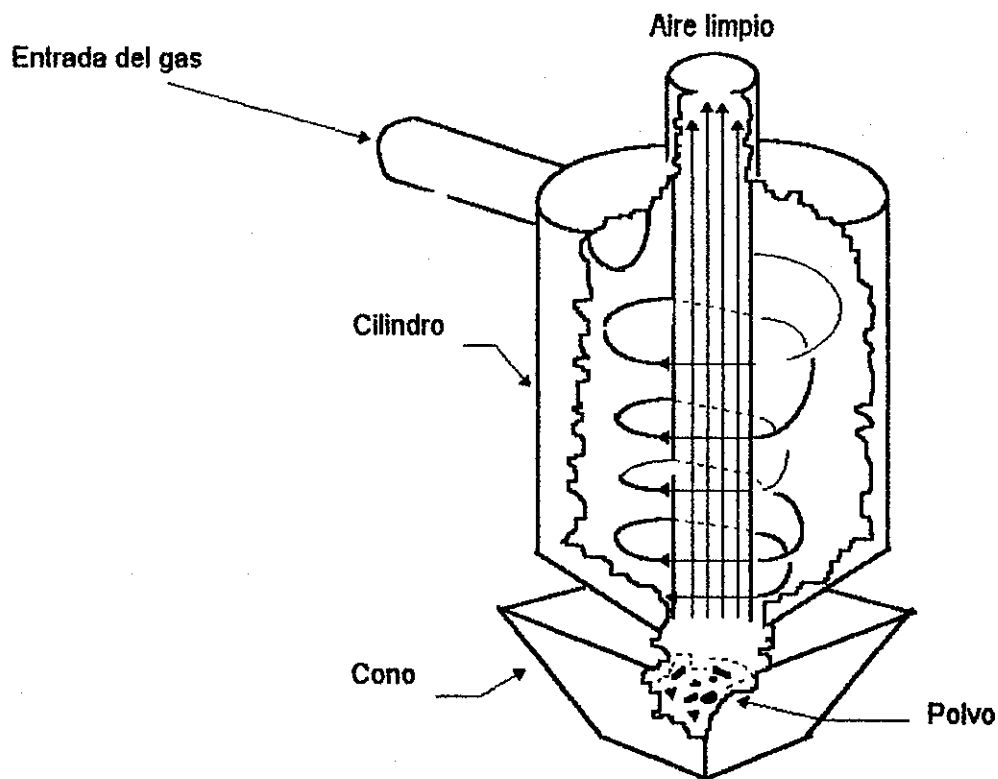


Figura # 11: Representa a un ciclón

3.2.1.2.5 Ciclonés múltiples¹.

Consiste en un banco de ciclones (figura # 12) en paralelo con respecto a la corriente de alimentación, este puede ser utilizado más efectivamente que si solamente se usara un simple, por supuesto; el diámetro de alimentación tiene que ser más grande, pequeñas partículas son colectadas con los ciclones múltiples.

La adición de persianas o veletas a lo largo del eje de un cobrador aumenta la eficiencia del ciclón particularmente para el curso de las partículas. Mientras el espaciamento de estos elementos sea menor la eficiencia aumenta; estas veletas sin embargo, sufren mucho desgaste y problemas de corrosión, esta adición aumenta la eficiencia de recaudo sin aumentar el costo activo del equipo.

¹ Todos los métodos propuestos para esta industria pueden ser empleados en otras plantas industriales que se dediquen a otra actividad industrial.

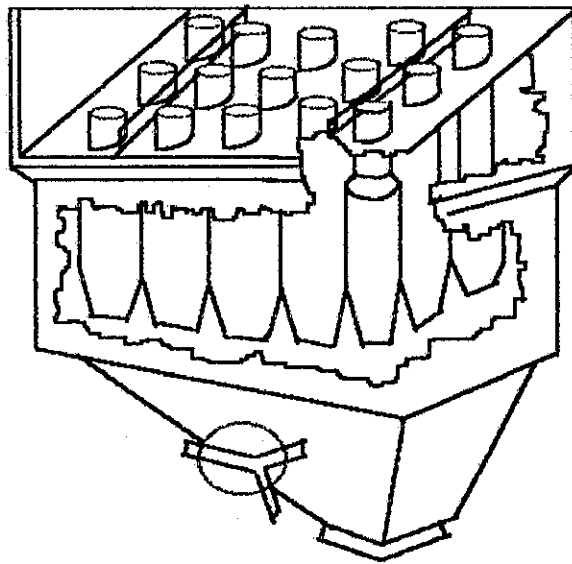


Figura # 12: Representa a un ciclón múltiple que colecta partículas de 5 a 10 micrómetros.

3.2.1.2.6 Precipitadores dinámicos.

Los precipitadores dinámicos (figura # 13) son equipos que operan por el principio de fuerza centrífuga. Estos realmente son una combinación especial de ventiladores centrifugos y colectores secos; la fuerza centrífuga es generada por la rotación de las aspas, las partículas que son arrestradas con la corriente de aire chocan con estas aspas donde es quitada la concentración de polvos al chorro de aire. Este tipo de colectores es impropio para materiales fibrosos, debido a que los sólidos se adhieren a las aspas, tiene generalmente baja eficiencia sobre partículas lisas que se encuentran entre 5 a 20 micrometros de diámetro.

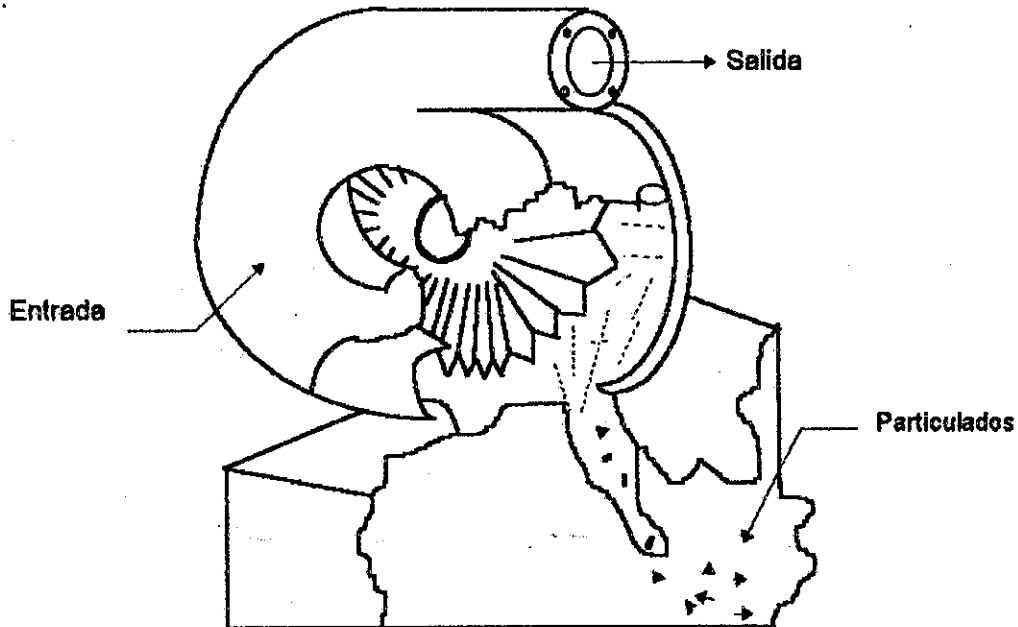


Figura # 13: Representa un precipitador dinámico.

3.2.1.3 Control de aguas residuales.

3.2.1.3.1 Características de los tratamientos de control de contaminación en aguas residuales industriales.

Por lo general existen tres fases de tratamiento para cualquier agua residual industrial, aplicables dependiendo de la cantidad de contaminantes que éstas contengan y la clase de los mismos.

1. Tratamiento primario: Todos los procesos en esta categoría se concentran en quitar los contaminantes por medios físicos, éste se constituye en la etapa mecánica de todos los tratamientos. Las técnicas incluyen remoción de arenilla, selección, molienda y sedimentación.

2. Tratamiento secundario: Este paso se basa siempre en la oxidación biológica, así como una reproducción de la degradación de los procesos que ocurren en la naturaleza; el propósito importante consiste en quitar la demanda bioquímica de oxígeno soluble, así como también los sólidos suspendidos que no son removidos por el tratamiento primario.

3. Tratamiento terciario: Este es un tratamiento muy avanzado, que incluye primariamente los diversos tratamientos con que puede tratarse las aguas de descarga industrial.

La mayoría de las instalaciones de tratamiento incluyen tratamiento primario y secundario, algunos particularmente asociados directamente con un tipo de industria, también incluyen alguna forma de tratamiento avanzado.

3.2.1.3.1.1 Tratamiento primario¹.

Es utilizado para separar aquellos materiales sólidos orgánicos suspendidos y coloidales que por su peso específico o mediante coagulación y floculación son removidos para reducir su carácter ofensivo entonces de esa manera neutralizar la acidez o alcalinidad excesiva y la eliminación de compuestos inorgánicos mediante precipitación química; además en el caso de algunas aguas residuales industriales es a veces necesario proveer un tratamiento preliminar para reducir la concentración de ciertos compuestos que pueden ser tóxicos a los microorganismos hasta límites tolerables.

Consta de:

- Tanques de sedimentación.
- Coagulación.
- Floculación.
- Neutralización.
- Precipitación química.

3.2.3.1.3.2 Tratamiento secundario.

Se utiliza en los líquidos que han sufrido previamente tratamiento primario, físico o fisicoquímico; en este tratamiento, el efluente es sometido a la acción de los organismos vivientes los cuales transforman la materia orgánica biodegradable en materia estable inofensiva a los receptores. Es en este tratamiento cuando se " optimiza " el trabajo de los microorganismos en la remoción de la carga contaminante que tienen las aguas residuales domésticas e industriales.

¹ Estas fases de tratamiento se aplican a cualquier actividad industrial que necesite tratar sus aguas residuales.

Las unidades de tratamiento son:

- Lodos activados: Convencional, oxidación total, zanjas de oxidación.
- Discos rotatorios, contacto anaerobio.
- Filtros percoladores.
- Digestores.

3.2.1.3.1.3 Métodos terciarios.

Estos son utilizados para lograr que efluentes con características que permitan ser utilizados ya sea para abastecimientos de industrias, riego, recreación o recarga de acuíferos; entre los procesos que se utilizan se encuentran:

1. Remoción de sólidos en suspensión:

- a. Microcribado.
- b. Clarificación química.
- c. Filtros rápidos
- d. Filtros de diamanteas

2. Remoción de complejos orgánicos:

- a. Adsorción.
- b. Oxidación química.
- c. Separación con espuma.

3. Remoción de nutrientes:

- a. Nitrificación-desnitrificación.
- b. Oxidación química.
- c. Eliminación de fósforo

4. Remoción de compuestos inorgánicos disueltos:

- a. Precipitación química.
- b. Ósmosis inversa.
- c. Destilación.
- d. Electrodialisis.
- e. Intercambio iónico.
- f. Congelación eutéctica.

5. Desinfección:

- a. Cloración
- b. Ozonización.
- c. Irradiación.

Estos tratamientos permiten la purificación del líquido y así se puede reintegrar el agua a su ciclo natural. Prácticamente los métodos terciarios son poco utilizados para el tratamiento de aguas, esto se debe al alto costo de los mismos; sin embargo para industrias que utilizan grandes cantidades de agua encuentran muy ventajoso utilizar estos métodos ya que los mismos remueven el 85 % de BOD que el tratamiento secundario no pudo quitar, nitrógeno, fósforo, bacalao soluble y los metales pesados que comúnmente permanecen en el efluente.

3.2.1.3.2 Tratamiento de aguas residuales en la industria cervecera.

Debe evitarse en lo posible la contaminación innecesaria de las aguas residuales, así como las alteraciones en la operación de los sistemas de purificación de las mismas. Por lo tanto, los residuos de la malta y el lúpulo, las partículas de levadura, el sedimento o lodo con contenido de proteínas y otros sólidos deben ser retenidos mediante el cribado y la sedimentación lo más pronto posible en las diferentes etapas de procesamiento. Desde un punto de vista económico, es mejor reutilizarlos como alimentos o fertilizantes que descargarlos en las aguas residuales, lo cual demandaría una mayor inversión para tratar dichas aguas. Sin embargo, de no ser posible, estas sustancias pueden descomponerse anaerobiamente en digestores. Su parte orgánica se descompone en ácido carbónico y metano gaseoso con un pequeño porcentaje de compuestos intermedios de bajo peso molecular. El resto de residuos sólidos puede evacuarse en la tierra. La mejor alternativa para el lodo es mezclarlo con las aguas residuales para su purificación.

Para cumplir con lo descrito anteriormente las aguas residuales de cervecería deben ser tratadas físicamente (tratamiento primario) y luego ser pasadas a través de procesos biológicos (tratamiento secundario) en la aplicación en la tierra, lechos biológicos (en dos etapas con una unidad colectora precedente), biodiscos, tanques de activación. Un tanque de homogenización previo conviene desde el punto de vista económico cuando se aplican métodos biológicos artificiales.

Estas aguas residuales también pueden descargarse en el sistema público de alcantarillado. Sin embargo, en tal caso es necesario contar con tanques de homogenización.

3.2.2 Industria del curtiembre de pieles.

3.2.2.1 Contaminación atmosférica¹.

Es importante destacar que las tenerías utilizan necesariamente en sus procesos equipo como calderas, motores y en fin máquinas térmicas que en su funcionamiento tienen que quemar alguna clase de combustible (proceso de combustión), lo cual provoca que se expidan emanaciones a la atmósfera. Estas emanaciones para las tenerías muestreadas son muy intensas; lo cual se puede demostrar mediante el % de D.A.V de las mediciones de Ringelman, el cual resultó bastante alto, además en las visitas de campo se pudo constatar que el equipo en su mayoría estaba descuidado y con un inadecuado mantenimiento, lo cual es aceptado por los responsables de estas empresas, ellos atribuyen esto a la falta de gente y equipo capacitado en la ciudad. Los equipos o maquinarias deben estar ajustados y con un mantenimiento periódico y efectivo para poder evitar generaciones excesivas e innecesarias de contaminación, además de que se aprovecharán de mejor manera los recursos como combustibles, en el caso de las calderas se debe

¹ Estas recomendaciones pueden ser empleadas en cualquier industria que emplee en sus procesos, maquinaria como Calderas, Motores de combustión interna y en sí donde se quema alguna clase de combustible.

evitar la incorrecta combustión, para lograr esto se deben tener en cuenta ciertas medidas y principios técnicos básicos e indispensables que a continuación se mencionan¹.

- La caldera debe mantenerse adecuadamente limpia, principalmente en los tubos donde se lleva a cabo el proceso de transferencia de calor, ya que si estos tienen suciedades o incrustaciones se tendrá que quemar más combustible, lo cual generará un aumento de emanaciones a la atmósfera y las desventajas económicas para la empresa son evidentes. Para limpiar adecuadamente la caldera se debe limpiar primeramente el lado de la combustión, se debe remover todo el hollín y otros depósitos tan pronto como se pueda entrar de manera más segura después del paro. En las calderas de tubos de fuego (más empleadas por esta industria en Quetzaltenango), se limpian los tubos con vapor, con una lanza de aire comprimido o con cepillos de mano. Los lodos de agua se limpian de diversas formas. El método usual es tallar todos los depósitos visibles y luego usar un limpiador flexible de tubos. Estos limpiadores de tubos son mecánicos, movidos por aire, agua o electricidad. Se usan cepillos o cuchillas para remover los depósitos. Hay que tener cuidado de no apretar las cuchillas contra los tubos ni sostenerlas en una sola posición, para no cortar los tubos.
- Se debe evaluar la calidad así como características del combustible actualmente empleado; verificar factores como viscosidad, la cual si es muy alta (petróleo muy frío) la combustión es lenta y ocasiona humo más negro y denso de lo normal; así como verificar contenidos de los combustibles, ya que se debe utilizar en la medida de lo posible combustibles que no contengan compuestos nocivos para el ambiente como por ejemplo: Plomo, azufre, grandes cantidades de carbono etc.; por ejemplo cada 1 % de aumento del dióxido de carbono en las emanaciones (CO₂), la caldera tiene una reducción del 2 % en su eficiencia. Como por ejemplo: La quema de combustibles, tales como: El carbón y aceites pesados (fuel-oil y bunker) generan muchas emisiones de óxidos de azufre y de partículas, en cambio si se emplea gas natural se podría reducir la contaminación casi en su totalidad.
- Por lo general el combustible más utilizado en nuestro medio para calderas pirótubulares es el Bunker, el cual es un aceite derivado del petróleo y puede tener diversas calidades; es aconsejable agregar al combustible, ciertos aditivos disponibles en el mercado, los cuales ayudan a que el proceso de combustión se lleve a cabo con mayor eficiencia y por ende se generen emanaciones más sanas.; como por ejemplo: El combustible Diesel se emplea un aditivo a base de " Bario " para reducir las emisiones blancas, principalmente en el período de calentamiento.
- Se deben minimizar las emisiones por medio de cambios en el diseño de motores, tendientes a lograr una mejor combustión del combustible empleado. Estos cambios generalmente tienen relación directa con el costo de adquisición y mantenimiento de los motores.
- Verificar que en el hogar de la caldera o motor, la relación aire / combustible, ya que si la misma es incorrecta ocasionará humo negro y denso. La causa principal del humo negro es trabajar con insuficiente aire o con exceso de combustible. Conforme se aumenta el aire necesario para la combustión, el humo se vuelve más claro hasta que se convierte en una neblina de color café claro, que corresponde a las mejores condiciones de operación. Un aumento adicional de aire hará que desaparezca el humo; un humo blanco y denso indica demasiado aire. Por tanto, hay que regular el aire hasta tener una tenue neblina café clara en la chimenea. En el caso de las calderas la cantidad necesaria de aire para la combustión debe ser proporcional a la cantidad de vapor generado.

El mejor medio para asegurar la operación continua con bajo exceso de aire es la graduación del oxígeno. El corazón de un sistema eficiente de combustión con bajo exceso de aire es el quemador, pero

¹ ELONKA, Stephen. Operación de Plantas Industriales. México: Edit. Mc. Graw Hill Interamericana 1966. 363 pp.

se debe acoplar con un sistema de detección y control. Un analizador de oxígeno (O_2) y otro equipo de muestreo producen una señal eléctrica de salida que se puede utilizar para corregir la relación aire/combustible preestablecido en un sistema de control de combustión.

La señal de corrección de oxígeno (O_2) proporciona un punto variable de graduación para el controlador de oxígeno. Este sistema complementa al quemador de la caldera y promueve una mezcla íntima de aire y combustible para operación eficiente con bajo exceso de aire en calderas industriales.

3.2.2.2 Control de aguas residuales.

Este es otro factor crítico de contaminación en esta industria, para contrarrestar los efectos nocivos se estructurará una estrategia de tratamiento que consta de un sistema de tratamiento de aguas que se vale de varios procesos aplicados en una planta de tratamiento típica, diseñada propiamente para ésta.

El sistema de control de contaminantes se estructurará en base al principio de segregar las corrientes residuales que contienen en mayor concentración los productos sólidos no deseados, con el propósito de separarlos mediante tratamientos físico-químicos y reducirlos a los niveles requeridos por la ley de Guatemala.

Además de lo anterior, se han considerado en el diseño los aspectos del costo de tratamiento en la selección del sistema que se propone a través del uso de tecnologías de construcción local.

3.2.2.2.1 Esquema del sistema propuesto.

En la figura # 14 se esquematiza la estrategia que se ha explicado con anterioridad, con base en un día de operación. Tomando en consideración que este esquema propuesto se refiere a un caudal dado (450 $m^3/día$) y a una cantidad de pieles trabajadas específicamente (300 pieles) lo cual se puede adaptar para cualquier tenería de tamaño mediano a grande, haciendo una simple relación con estos datos y los que se desean trabajar.

3.2.2.2.2 Descripción de las operaciones de tratamiento por etapas.

3.2.2.2.2.1 Etapa de rivera.

Esta etapa de rivera comprende las siguientes fases del proceso: Remojo, pelambre y descamado. El volumen total de esta operación, se estima en 315 $m^3/día$. Un 90 % ($L_1 = 288 m^3/día$) de esta etapa es agua de remojo y lavado, y de ella se procederá a separar la mayor cantidad de sólidos de la corriente líquida, mediante rejillas gruesas y tamices medianos (A).

Un tratamiento especial merecen las corrientes de pelambre y su primer lavado ($L_2 = 27 m^3/día$), debido a la presencia de sulfuro de sodio (Na_2S). Este flujo tendrá una canalización especial, su propio sistema de limpieza de sólidos (B = tamiz) y un tratamiento químico de neutralización, mediante oxidación catalítica. Esta corriente especial se calcula en 27.0 $m^3/día$.

Como se observará en esta propuesta, la separación de los efluentes de rivera permitirá dar un tratamiento químico al 10 % de las aguas de rivera y al 90 % sólo se le someterá a cribado.

Una vez sometidos a los tratamientos indicados, los efluentes son dirigidos a un tanque común de homogenización.

3.2.2.2.2 Etapa de curtido.

Esta etapa comprende las fases del proceso siguientes: Desencalado/purga, piquelado, curtido / recurtido. El volumen de aguas desde el desencalado hasta el recurtido se estima es del orden de 117 m³/día.

De manera similar que en el caso anterior, en vista de la presencia del cromo en la corriente de curtido; ésta (L₄ = 14.4 m³/día) se canalizará mediante una tubería especial hacia un sistema que eliminará los sólidos más grandes (C = tamiz) para luego separar el cromo mediante su precipitación como hidróxido. Este producto se disolverá para convertirlo en un producto útil que puede ser reusado. El volumen de aguas del curtido se calcula en 14.4 m³/día.

Las aguas decantadas de este último tratamiento, más otras aguas anteriormente segregadas de esta etapa (L₃ = 102.6 m³/día), se dirigirán al tanque de homogenización ya referido.

Puede observarse también en este caso, que el principio es separar en el origen la o las corrientes que conservan los contaminantes en mayor proporción; para brindarles un tratamiento que los transforme en productos inocuos (caso del sulfuro de sodio) o bien los separe del efluente (caso del cromo).

3.2.2.2.3 Etapa de acabado y otros efluentes.

Esta etapa es la que menos agua residual producirá (L₅ = 18 m³/día) con la característica de contribuir con la menor cantidad de DBO₅ y sólidos. Por esta razón esta corriente se canalizará directamente al tanque de homogenización ya referido.

3.2.2.2.4 Tratamiento combinado final.

El tratamiento a que han sido sometidas las distintas corrientes ha reducido los sólidos, el sulfuro, el cromo y consecuentemente la DBO y la DQO⁽¹⁾. Adicional a lo anterior, se estima necesario un tratamiento a la combinación de todas las corrientes con el propósito de separar las grasas, controlar el nivel de pH y permitir, mediante métodos de precipitación química, separar el material biológico; operaciones que mejorarán las características del efluente antes de su descarga.

3.2.2.2.5 Disposición de lodos.

El material sólido que ha sido separado en tamices, cribas y el sedimentador final se trasladará a un área especial, de concentración de sólidos, constituida por un tanque pulmón y un filtro prensa. Se estima que se obtienen 270 Kg. de lodo (al 33 % sólidos) por tonelada métrica de piel procesada, con un total de 2.43 toneladas por día.

Los líquidos del prensado se recircularán al sedimentador y los sólidos, libres de sulfuros y cromo, pueden ser incinerados, dispuestos en un relleno especial o utilizados como abono.

3.2.2.3 Control del Olor.

La selección de los métodos de control de olor en esta industria depende de la relación producción de este en el proceso, las sustancias o compuestos odoríferos presentes, en el derroche de un arroyo de gases. Los métodos de disminución de olor pueden dividirse en las categorías siguientes: Por cambios en el proceso; la contención física que incluye la utilización de elementos físicos de naturaleza mecánica, y la dispersión del olor por medios de ventilación y difusión (con la ayuda de pilas altas, ventiladores etc.); la

conversión química que incluir llama térmica, y la combustión catalítica y oxidación o reacción química, la captura de olores por absorción y enmascarando o concentrando.

El olor se constituye en un factor crítico para esta industria, el cual afecta regularmente a la comunidad en una forma intensa y desagradable, es prácticamente inevitable evitar el olor modificando el proceso del curtiembre debido a la naturaleza de las materias primas y elementos curties. Lo que se aconseja es la utilización de métodos para contrarrestar estos intensos malos olores. A continuación se describen algunas técnicas aplicables a este problema.

3.2.2.3.1 Absorción¹.

La absorción es un método para remover sustancias olorosas desde un flujo de aire. Este proceso depende de las fuerzas atractivas entre una superficie sólida y una molécula gaseosa; estas fuerzas pueden ser químicas o físicas. Si ellas son químicas, el proceso es probablemente no reversible; si es un dispositivo físico, el absorbente puede nuevamente ser usado mediante un ciclo regenerativo.

El carbón activado es de los más comunes absorbentes, muchos otros materiales, tales como alúminas activadas, bauxita, cedazos moleculares, sílice gel, pueden recuperarse mediante el proceso regenerativo y ser reutilizados.

Si el olor es generado por un solvente y no está contaminado con otras sustancias, puede recuperarse mediante el proceso regenerativo y es factible su reutilización, si este es el caso, el sistema puede tener una ventaja económica; si el olor es de baja concentración, es fácilmente absorbible por el carbón, y puede quitarse o ser regenerado fácilmente, esto puede ser el método más adecuado por utilizar, claro está, sin considerar el valor económico de las sustancias de olor.

Los costos de inversión iniciales para el equipo y el absorbente pueden ser altos, el costo de operación para tal sistema es moderado. Absorción puede ser un método efectivo y económico como un método de control para emisiones con concentraciones bajas de compuestos de olor.

Absorción es un proceso físico en que las moléculas desde un estado gaseoso son capturadas por él y retenidas sobre la superficie de un absorbente sólido; el proceso consiste en una difusión limitada y es dependiente del área activa de superficie absorbente disponible. El mecanismo depende de las fuerzas de Van Der Waals las cuales son fuerzas de atracción entre el absorbente y el contaminante por ser removido desde el arroyo de gas. La eficiencia de la operación es regida por el equilibrio termodinámico que existe entre el absorbente y el absorbedor.

El uso de absorción es debido a que diluye olores desde atmósferas adjuntas para la recuperación o destrucción subsiguiente; incluye la eliminación de solventes y vapores desde la descarga de gases de los efluentes.

El carbón activado es el principal medio de absorción usado y tiene una amplia aplicación en atmósferas húmedas; el uso de sílice gel también es utilizado; otra clase de materiales absorbentes, tales como el permanganato de potasio y dióxido de manganeso. La eficiencia de absorción depende de la temperatura y presión del volumen de los gases, el tiempo de contacto del absorbente da la frecuencia de regeneración o reemplazo, las características de los absorbentes (específicamente para olores gaseados, emerge a la relación de volumen) y las propiedades del olor en los gases tal como el grado de insaturación, tamaño, configuración y polaridad molecular, importante es la retención, a diferencia de la penetración. La

¹ CHEREMISINOFF, Paul. Pollution Engineering and Technology. USA: Edit. Marcel Dekker Inc. 1995. 378 pp.

penetración puede ocurrir de dos maneras: Por la desabsorción de algunos componentes ocasionados por la presencia en el estado de vapor de más fuertemente materiales absorbentes; o cuando la capacidad del absorbente sea alcanzada respecto a un componente en particular.

Los sistemas de absorción son llevados a cabo normalmente por los métodos siguientes: El vapor despojado; la ebullición a temperaturas elevadas seguida por un proceso de incineración; el vacío creado por desabsorción seguido por la condensación, para la recuperación de valiosos componentes o una combinación de estas técnicas.

3.2.2.3.2 Dispersión.

La dispersión puede, bajo ciertas circunstancias, hacer un trabajo adecuado; donde la idea es simplemente pasan o no pasan. Esta técnica hace uso máximo de factores meteorológicos locales a niveles externos de la planta, velocidad del viento, topografía, elevación, temperatura, volumen y velocidad de los gases que contienen las sustancias olorosas. A nivel interno se vale de unos equipos artificiales o mecánicos como ventiladores, unidades de aire acondicionado etc., para dispersar los malos olores en áreas del proceso y lograr que la intensidad de éstos sea diluida con aire no viciado. Este es un método sumamente apropiado que se ha usado para resolver problemas de particulados gaseosos.

3.2.2.3.3 Enmascarar los Olores (Masking).

Este método es uno de los más susceptibles que existen, se describe como el que hace al sentido olfativo menos sensible al olor o un olor más aceptable para este sentido. Los olores pueden enmascarse o ser neutralizados; en el primer caso, el olor desaparece por uno más fuerte y este último podría resultar más deleitoso; si bien el olor puede ser más " agradable ", el público receptor puede contener individuos quienes no están de acuerdo, lo cual podría resultar en una problemática aún mayor.

Enmascarar los agentes con compuestos aromáticos sean de origen orgánico, naturales o sintéticos, tal como Helloprina, Vainilla, Eugenoles, Acetato de Benzolilo y alcohol Fenitetil. Los métodos usados para enmascarar los olores son muchos y variados, la máscara puede ser afectada antes de ser utilizada. Los agentes pueden a veces introducirse en el material en bruto antes de llevar a cabo el proceso. Si el olor emana desde una fuente con un área bastante grande tal como una planta y vecindades; el agente puede bombarse directamente rociando sobre la superficie o introducirlo en la atmósfera de la circunvalación por medio de boquillas, el agente también puede ser introducido por medio de una solución.

3.2.3 Industria textil.

3.2.3.1 Control de las emisiones atmosféricas.

El % de D.A.V para esta industria al igual que en las tenerías es bastante alto debido a las opacas e intensas emanaciones que son generadas por las calderas de las textileras, por lo que se recomienda cumplir con las propuestas de la sección 3.2.2.1, las cuales hablan de un adecuado mantenimiento de calderas y en sí donde se lleve a cabo cualquier proceso donde intervenga la combustión.

3.2.3.2 Control de las aguas residuales de la industria textil.

La industria textil genera una gran cantidad de aguas residuales con altos contenidos de contaminantes como detergentes, tintes etc., los cuales por sus características son altamente nocivos al ambiente, además si se trataran estas aguas residuales, gran cantidad de esos elementos sería posible recuperarlas y su reuso. Las ventajas económicas de lo anterior dependerían básicamente de los costos que implicarían la implementación de tecnologías anticontaminantes y de las cantidades recuperadas de productos que se daban por perdidos; lo anterior ambientalmente sin ninguna duda sería bastante estimulante. Entre las sustancias recuperables y reutilizables en esta industria podemos mencionar por ejemplo: El aceite de hilado del licor industrial, fertilizantes, materia fibrosa, tintes, baños de teñido etc.

En el tratamiento de las aguas residuales provenientes de la industria textil se utilizan las siguientes técnicas y operaciones: Separación de fibras con tamices giratorios, regulación de volúmenes y homogenización en tanques de mezcla y homogenización, neutralización, enfriamiento, eliminación de sulfuros disueltos, agregando sales de hierro con una aeración adecuada, eventualmente con una floculación o precipitación previa, purificación biológica con sistemas de lechos biológicos o de activación, tratamiento posterior eventual en etapas contaminadas de floculación/precipitación (sales de aluminio o hierro además de polielectrolitos) y tratamiento con agentes de absorción.

Existen procesos biológicos naturales o artificiales para profundizar el tratamiento. Con un sistema de activación de grandes dimensiones (considerado mejor que los lechos biológicos), se puede añadir carbón vegetal activado en polvo u otros productos químicos de uso común en el tratamiento de aguas residuales (cal apagada, sales de hierro o aluminio, polielectrolitos) para que la calidad de la descarga sea superior a la que se obtiene sólo con un tratamiento biológico. Los puntos de aplicación y las dosis de carbón vegetal activado y de productos químicos deberán determinarse en ensayos preliminares.

La descarga de aguas residuales en el sistema municipal de alcantarillado podría ser una solución económica, una vez aplicado el tratamiento preliminar respectivo, siempre teniendo cuidado con la temperatura y el color, bajo las condiciones antes señaladas.

3.2.3.3 Control de olores en la industria textil.

Los olores desagradables o no tolerables por el ser humano, generados por la industria textil solamente afectan en niveles internos de la planta y el ambiente externo se pudiera ver afectado en algún grado mínimo por las descargas de aguas residuales, las cuales expelen muy mal olor, pero esto es corregido automáticamente al tratarlas con lo expuesto en la sección 3.3.3. Generalmente las emanaciones internas de olor van acompañados de elementos particulados, por lo cual se debe contrarrestar los efectos nocivos de estos, lo cual es posible lograr por medio de la aplicación de técnicas u operaciones como las siguientes:

3.2.3.3.1 Absorción con carbón activado¹.

El carbón activado ha probado tener capacidad para remover olores, es efectivo en tratar depresión y altas concentraciones de pequeñas emisiones, y arroyos de altos volúmenes, todo lo cual se encuentra entre los diversos problemas de olor. En algunas aplicaciones la capacidad del carbón activado para concentrar emisiones hace que sea una técnica de disminución muy atractiva, debido a que reduce el volumen de aire y aumenta la concentración de materiales olorosos, el carbón activado puede por ejemplo,

¹ CHEREMISINOFF, Paul. Pollution Engineering and Technology. USA: Edit. Marcel Dekker Inc. 1995. 378 pp.

producir un arroyo enriquecido para una subsiguiente incineración; no solamente hace esto a gran escala sino disminuye el costo activo de un sistema de control de olor; también ofrece un uso muy reducido de energía.

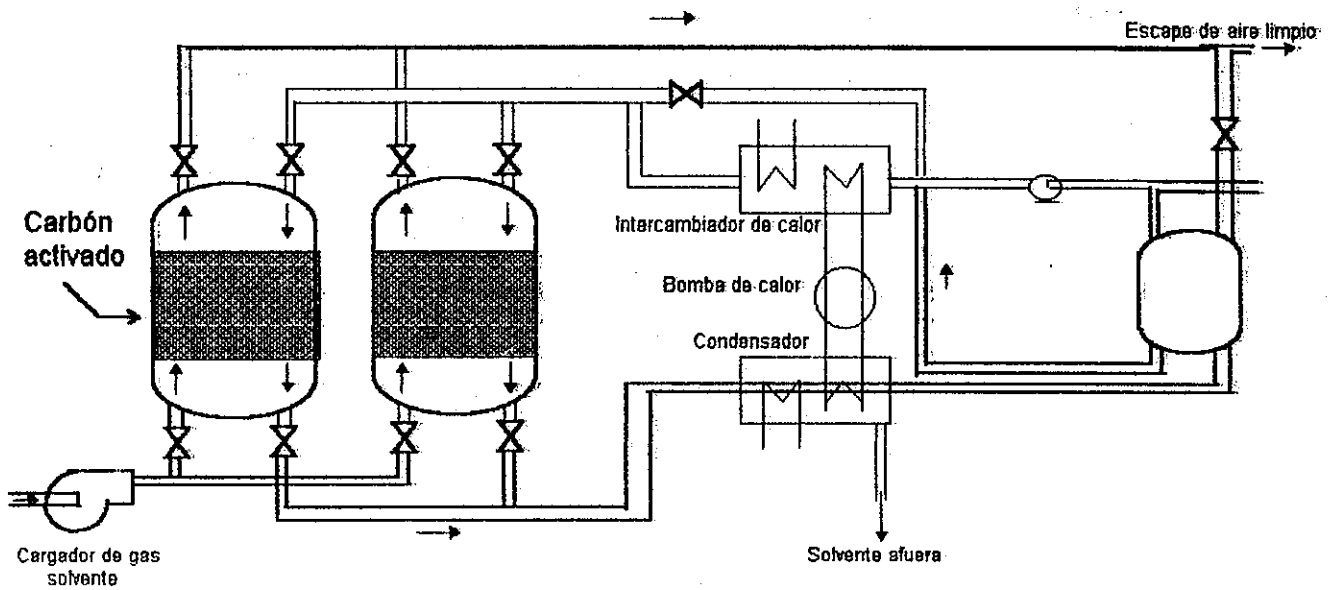


Figura 14: Representa un sistema con carbón activado; el aire o gases viciados son inducidos a este sistema por medio de ductos.

El carbón activado de absorción ha demostrado que la capacidad de aumentar o completar la remoción de olores como parte de un sistema más grande de mejoramiento ambiental. Los simples cambios en parámetros operacionales aumentarán la eficiencia del sistema.

3.2.4 Industria de bebidas no alcohólicas.

3.2.4.1 Control del ruido.

Este problema es muy agudo principalmente en el área de embotellado de la industria de aguas carbonatadas, si no fuera porque se utiliza en una embotelladora de aguas carbonatadas de la ciudad de Quetzaltenango un sistema atenuador del ruido, este sería un problema generalizado a toda la planta y hasta niveles externos por lo que vale la pena analizarlo. Este sistema de ruido consiste en un techo aislante especial para la prevención del ruido, sin embargo esto no es suficiente ya que la intensidad de las emisiones sonoras tienen un promedio de 105 dcb por lo que los trabajadores se ven forzados a usar orejeras. Para estos casos, existen otras técnicas u operaciones que podrían complementar a la anteriormente descrita o simplemente utilizarlas independientemente. Entre estas tenemos:

3.2.4.1.1 Recintos parciales¹

Cuando un recinto total no es factible o práctico, un recinto parcial debería considerarse; los recintos parciales pueden dividirse en dos tipos básicos:

1. Los recintos que totalmente adjuntan fuentes importantes de ruido pero no la máquina entera.
2. Recintos que adjuntan parcialmente una fuente de ruido o máquina con respecto al primer tipo mostrada en la figura 15 donde se muestra un recinto de área de trabajo para un punzón prensa (operación de modo automático).

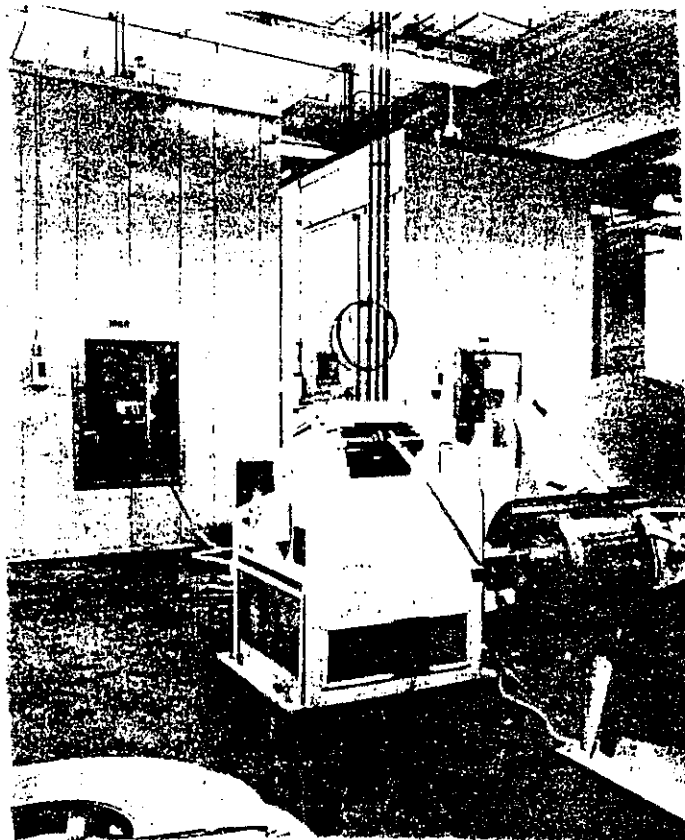


Figura # 15: Recinto parcial de una prensa con una capacidad de presión de 75 toneladas.

Específicamente en esta fotografía nosotros vemos la existencia de alimentación y fijaciones anteriores del portal; hay que tomar en consideración el alto nivel de visibilidad y las numerosas puertas de acceso.

Debería también notarse esa construcción de la puerta de acceso y panel, los detalles siguen las directivas básicas acostumbradas para diseños como anteriormente se presentó. Con respecto al segundo tipo mostrado en la figura # 16 es un recinto parcial que aísla una bomba hidráulica instalada sobre una gran herramienta de una máquina.

¹ LEWIS, Bell. Industrial Noise Control Fundamentals and Applications. USA: Edit. Basel 1992. 185 pp.

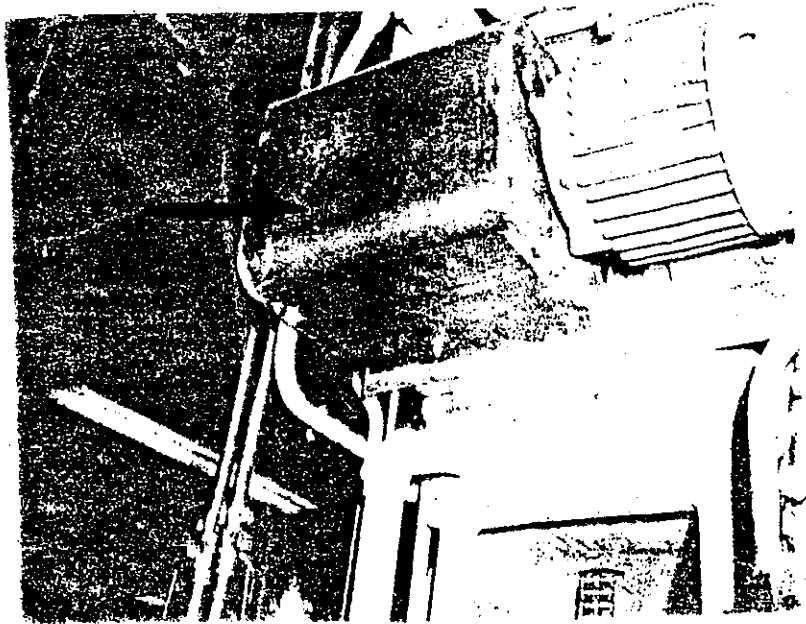


Figura # 16: Recinto parcial de una bomba hidráulica.

En este caso una total reducción del nivel de ruido de 8 a 12 dcB es lograda. Se muestra en la fotografía de la figura #17, otro ejemplo de un recinto parcial que es bastante efectiva y tiene una amplia aplicación en áreas para empaquetar productos alimenticios.

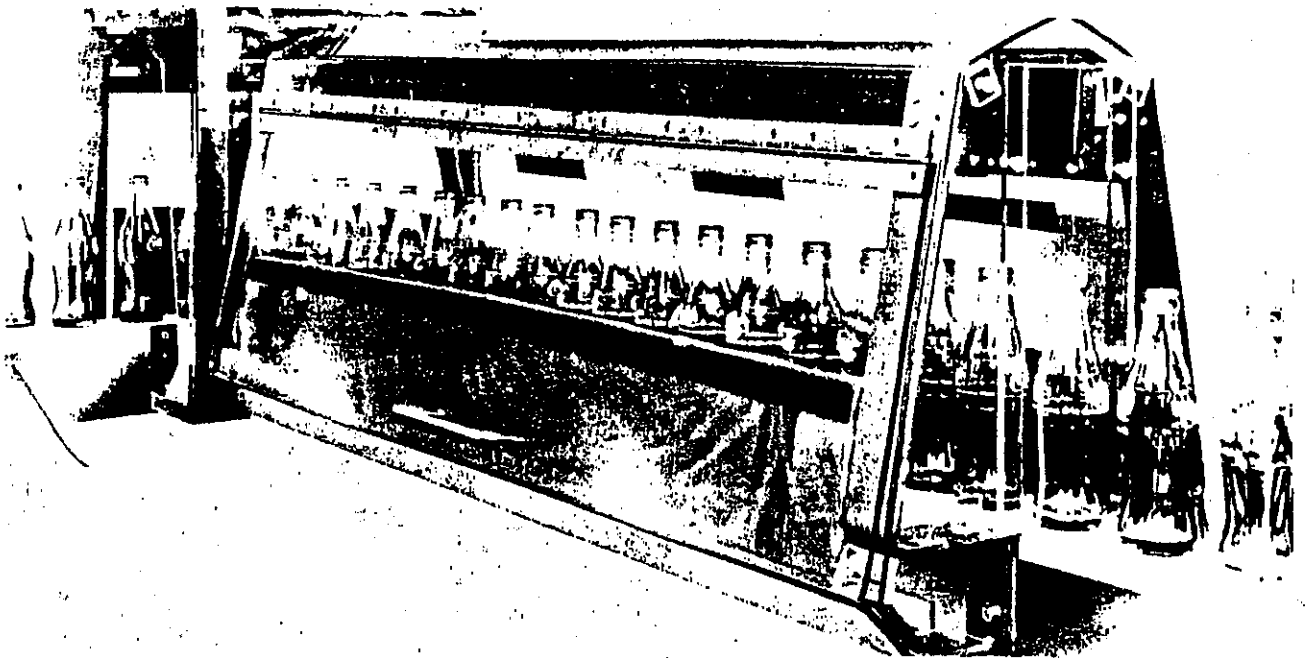


Figura # 17: Recinto parcial para una línea de embotellado.

Como se mencionó anteriormente una línea típica de empaque, botellas vacías o las latas se toman desde el caso y puestas sobre un transportador de cinturón para ser llenado; existen áreas donde las botellas o las latas se acumulan e inciden la una con la otra. El resultado de estos impactos es el ruido discreto aproximadamente continuo en los tonos naturales de campana o frecuencias de las botellas o latas. Un anexo, como lo ilustra la figura # 17, puesto sobre el transportador en los puntos críticos de acumulación se ha utilizado para reducir el nivel del ruido hasta de 12 dcB., con respecto al diseño parcial del anexo, los pasos siguientes deberían seguirse:

1. Adjunte las fuentes de ruido como sea posible.
2. Trafe los paneles o paredes del recinto con materiales pesadamente absorbentes.

Desde estos ejemplos y las directivas de diseño, es claro que adjuntan la fuente importante de ruido sobre una máquina puede jugar un papel importante en el control del mismo. Desafortunadamente, el ruido frecuentemente considerable, o la energía vibratoria, escapa o flanquea fuera del anexo parcial mediante el apoyo de una estructura de manera sostenida. La energía se resplandece consecutivamente como onda y la reducción prevista de ruido del recinto es comprometida; como tal este recinto parcial a veces tiene serias limitaciones cuando es la única medida de reducción de ruido que es aplicada.

3.2.4.2 Aguas residuales.

Estas son generadas en grandes cantidades, ya que el proceso así lo requiere. Estas aguas provenientes de la producción de jugos, aguas carbonatadas y minerales; las mismas no deben descargarse en las aguas naturales sin tratamiento previo.

En las plantas de tratamiento de las mismas empresas, las aguas residuales son tratadas con un proceso biológico, en el que se incluye cribado, sistemas de activación y lagunas de estabilización. Debido a la falta de nitrógeno y fósforo, los jugos de frutas no fermentados son insuficientes para actuar como nutrientes de las bacterias mineralizantes. Por lo tanto, es necesario agregar nutrientes a las aguas residuales o mezclarlas con aguas residuales domésticas.

El valor del pH debe ser verificado regularmente y corregido o diluido para mantenerlo entre 6.5 y 9. Se recomienda instalar tanque de homogenización aguas arriba de las etapas de tratamiento, para así contrarrestar las variaciones en cantidad y composición.

El agua clarificada puede reutilizarse para lavar botellas, como agua de proceso o para limpiar pisos, automóviles, etc; sin embargo, en este caso, es necesario que las aguas residuales clarificadas pasen por una purificación adicional mediante:

- Una segunda etapa de tratamiento biológico, o
- filtración en arena, y una
- desinfección (con cloro) y
- una posterior decoloración con carbón vegetal activado o anhídrido sulfuroso.

Es importante destacar que las aguas utilizadas, para el lavado de botellas de vidrio, en la industria de aguas carbonatadas tiene un alto contenido de Soda Cáustica, y estas son descargadas a altas temperaturas (80 ° C) casi al punto de ebullición; recordando que no es recomendable descargar al

alcantarillado aguas a una temperatura mayor de 45 ° C (ver anexo I I I), por lo que esta industria. Ha de implementar la utilización de intercambiadores de calor, instalados antes de descargar estas aguas al drenaje municipal, lo cual no solamente beneficia al ambiente, ya que impacta en menor manera las aguas pluviales, sino económicamente es factible, ya que es aprovechado el calor de estas aguas que de otra forma sería desperdiciada.

3.2.5 Industria de artículos de cemento.

3.2.5.1 Control del ruido.

El principal problema de esta industria es la emisión de altas ondas de ruido, las cuales tienen como fuente de origen las máquinas Blockeras las que en su mayoría son improvisaciones o ensambles hechos por ellos mismos, no contando con diseños adecuados; además de la naturaleza de la máquina que tiene que vibrar para compactar la mezcla de cemento generando ruidos muy intensos pero no continuos; por esta operación se llega a niveles del orden de hasta 115 dcB, afectando directamente a la comunidad; ya que esta actividad industrial a crecido mucho, localizándose dentro de grandes concentraciones humanas. A continuación se describen algunas técnicas para contrarrestar los efectos de este contaminante del ambiente.

- Las máquinas improvisadas o de fabricación casera empleadas por la mayoría de plantas de esta naturaleza en la ciudad de Quetzaltenango, debido en gran manera al que el costo de esta es muy inferior al de una máquina de fábrica. Una medida a poner en práctica es mejorar el diseño de estas Blockeras, con lo cual se combatirá el origen del ruido que es producido esencialmente por las vibraciones de la máquina en el momento de compactar la mezcla (arena, agua, pedrín y cemento) del block. En el diseño se debe incluir materiales amortiguadores de la vibración como cauchos, gomas, epóxicos etc., los cuales atenuarán la vibración de la máquina y contrarrestarán el ruido que es producido por esta vibración.

- Debido a la excesiva vibración de las blockeras las cuales son las causantes del intenso ruido debe ser atenuada con un montaje adecuado, es decir que según la carga hay que diseñar las cimentaciones y en sí todos los cálculos necesarios para que el montaje contrarreste el ruido.

- Otra medida a ser empleada en el control del ruido ocasionado por estas máquinas blockeras es la combinación de dos métodos anteriormente descritos: Los recintos para máquinas o paneles y silenciadores; El arreglo de estos con la máquina quedaría de la siguiente forma:

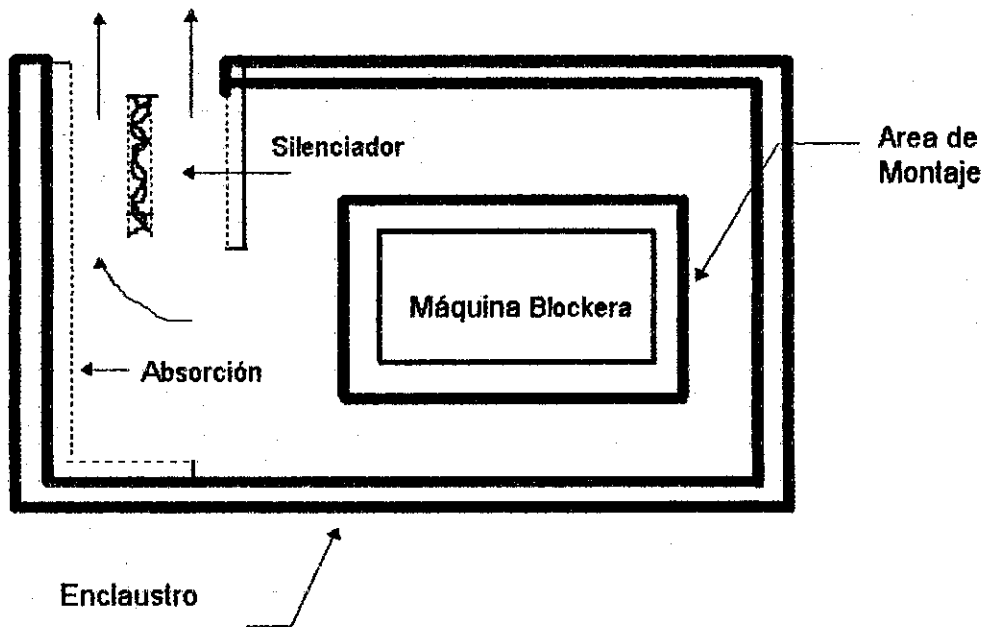


Figura # 18 : Representa el diseño contra ruido para una máquina blockera.

Recordando que se deben dejar puertas y ventanas al recinto para el acceso del operario, así como para acciones de mantenimiento de la máquina, para que la introducción de puertas, ventanas o cualquier penetración no vaya a tener repercusiones en el diseño y posterior eficiencia del recinto.

La utilización en paneles de puertas es frecuente, pero estas constituyen una causa en la reducción de la capacidad de ruido en estos bien diseñados anexos. Unas pocas directivas de diseño para las puertas de acceso están presentes ahora, un simple panel de acceso es muy efectivo; por mucho, el error más común está en seleccionar una puerta de material liviano tal como aluminio además la puerta debe adaptarse y si es posible que ésta sea hermética, hay que incluir goma con sellos del tipo laberinto y una presión positiva, picaporte para comprimir los sellos y resistir la vibración.

3.2.5.1.2 Penetraciones.

Rara es la instalación de recintos donde las penetraciones son numerosas al anexo, ya que en este por lo regular no son requeridas.

Estas penetraciones incluyen, por ejemplo, conductos eléctricos, fontanería y despiden aperturas para cambiar grandes volúmenes de aire. Las penetraciones de fontanería o conductos son más bien fáciles de sellar por adelante con vinil denso alrededor del tubo o el conducto, como se ilustra en la figura # 14 donde las aperturas de penetración se observan bien; el tratamiento ilustrado debería aplicarse a ambos lados de los exteriores e interiores del panel.

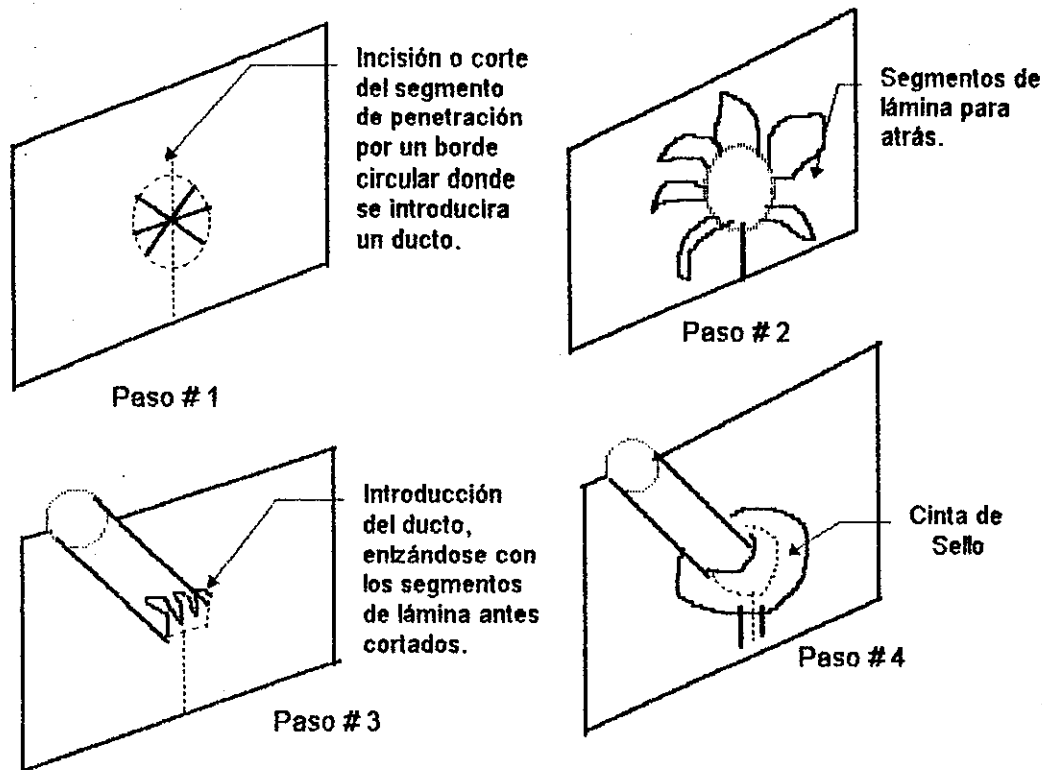


Figura # 19: Técnicas para sellar las penetraciones.

- Siempre recordando que el operario tiene que llevar puesto el equipo de protección adecuado para estas operaciones, como mascarillas, tapones y si fuera posible orejeras.

3.2.5.2 Control de la contaminación atmosférica.

El problema de la industria blockera al respecto es el exceso de partículas suspendidas para lo cual se proponen los siguientes métodos de control.

3.2.5.2.1 Colectores húmedos¹.

Estos dispositivos emplean un líquido para su funcionamiento, generalmente agua, la cual es utilizada para humedecer las partículas de una corriente de gas y luego efectuar su remoción. En estos equipos se hace pasar el flujo gaseoso a través de una cortina de asperación líquida y como consecuencia de esto, las partículas y los gases solubles quedan retenidos en el líquido y son eliminados de la corriente gaseosa.

Dentro de los colectores húmedos hay tres tipos principales:

- Lavadores venturi.
- Ciclones húmedos (depuradores).
- Cámaras de sedimentación con lavadores.

¹ ROSS, Herbert. *Air Pollution Control and Design Handbook*. USA: Edit. Marcel Dekker Inc. 1994. 540 pp.

MARKS, Lionel. *Manual del Ingeniero Mecánico*. Vol. I - 1118a. edición. México: Edit Mc. Graw Hill Interamericana 1992. 18-8 a 18-12 pp.

Estos equipos son utilizados cuando:

- Se necesita remover partículas finas con alta eficiencia (90-97 %).
- Los gases son solubles en agua.

Se caracterizan por:

- Bajo costo inicial.
- Tamaño compacto con relación a otros colectores de alta eficiencia.
- Requieren una gran cantidad de agua para el lavado.
- Introducen problemas de disposición de residuos líquidos.

3.2.5.2.2 Precipitadores electrostáticos.

Su funcionamiento está basado en la atracción electrostática. El flujo gaseoso cargado de partículas se hace pasar por entre dos electrodos sometidos a un elevado voltaje; las partículas se cargan eléctricamente y son atraídas por el electrodo colector de carga contraria, donde se adhieren. De esta forma el gas queda libre de partículas. Al engrosar la capa de material recogido, éste se debe coleccionar mediante un proceso de lavado, vibración o raspado.

Por lo general, estos dispositivos trabajan con corriente continua entre 30,000 y 80,000 voltios. En general, los precipitadores electrostáticos se usan cuando:

- Es necesario tener una alta eficiencia de remoción de polvo.
- Se emiten grandes volúmenes de gases.
- Se necesita recuperar gran cantidad de material.
- Las partículas son pequeñas (0.05 a 200 de diámetro).

Ventajas:

- El gas puede salir a una temperatura elevada.
- La pérdida de presión es muy pequeña.
- Elimina partículas de cualquier tamaño y composición, aunque es más efectivo para partículas menores de 10 micrómetros.
- El costo de operación y mantenimiento es bajo.

Desventajas:

- Alto costo inicial.
- Son de gran tamaño.
- No se pueden usar con partículas combustibles (madera, granos, etc.).

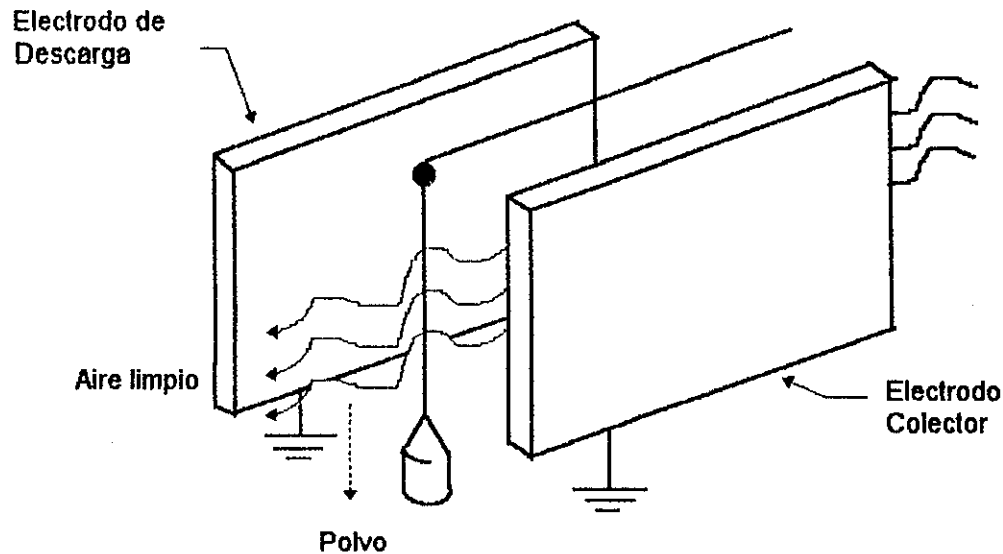
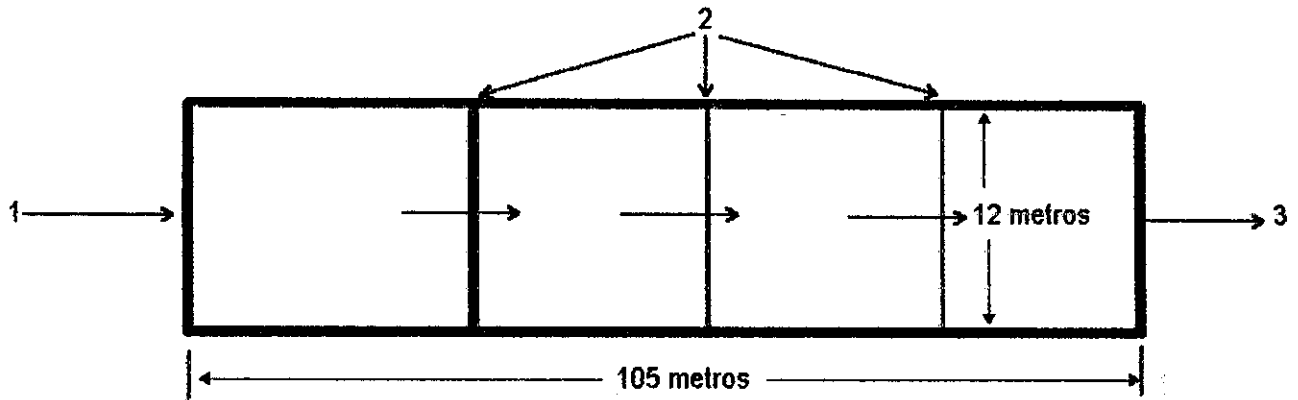


Figura # 20 : Representa un precipitador electrostático.

3.5.2 Aguas residuales de las industrias de artículos de cemento.

Este tipo de aguas residuales normalmente suelen acarrear minerales de granos gruesos y fragmentos de materiales, por lo que se requiere de un tratamiento preliminar mediante sistemas de tamices removedores de granos gruesos. Las cargas de sólidos desechables contienen grandes cantidades de sustancias fácilmente sedimentables, las que no pueden ser bombeadas, ni removidas luego del breve período que les toma sedimentarse o espesarse. Los lodos de hidróxido pueden preservarse en condiciones adecuadas para su bombeo o remoción sólo agregándoles cantidades considerables de agentes floculantes (sales de hierro y aluminio). Los agentes auxiliares utilizados en el proceso producen cambios en la carga de sustancias que provocan turbiedad. Por ello es necesario realizar siempre una dosificación previa y una reacción preliminar de los agentes floculantes (sales de hierro o aluminio) durante 5 a 10 minutos, para que el proceso sea continuo con el mismo agente floculante auxiliar aniónico.

A continuación se presenta el diseño de una planta para tratar este tipo de aguas residuales.



1. Flujo de ingreso

2. Divisiones

3. Flujo de salida

Figura # 21: Muestra el esquema de una planta de tratamiento para aguas residuales por medio de las gradas, sedimentando sólidos como piedras, arenas, polvos etc.

CAPITULO IV

4. MARCO LEGAL Y REGULACIONES.

4.1 Introducción.

En el presente capítulo se describe el fundamento legal para la realización de la evaluación ambiental, criterios ambientales jurídicos presentes en la legislación nacional y estándares ambientales relacionados con cualquier actividad industrial de la ciudad de Quetzaltenango.

4.2 Marco legal.

4.2.1 Ley de Protección y Mejoramiento del Medio Ambiente (Decreto 68 - 86 del Congreso de la República).

Esta ley está orientada a normar, coordinar y aplicar la política nacional y acciones tendientes a la prevención del deterioro ecológico y mejoramiento del medio ambiente y la de crear una entidad específica para el logro de estos propósitos (tercer considerando Decreto 68 - 86).

Mediante el artículo 20 y capítulo I se crea la Comisión Nacional del Medio Ambiente (CONAMA).

Por su parte el artículo 8 de la Ley citada contiene la disposición relativa a las obligaciones de evaluación ambiental para toda actividad industrial:

“ Para todo proyecto, obra, industria, o cualquier otra actividad que por sus características pueda producir deterioro a los recursos naturales renovables o no, el ambiente, o introducir modificaciones nocivas o notorias al paisaje y a los recursos culturales del patrimonio nacional, será necesario, previamente a su desarrollo, un estudio de evaluación de impacto ambiental, realizado por técnicos en la materia y aprobado por la “ Comisión Nacional del Medio Ambiente ”.

4.2.2 Aspectos Ambientales en la Legislación Nacional.

En distintos cuerpos legales vigentes en Guatemala se encuentran dispersos elementos cuyo espíritu es la protección del ambiente. A continuación se mencionan los aspectos de interés para proyectos de tipo industrial.

4.2.2.1 Constitución Política de la República de Guatemala.

En el artículo 2, se establece que: “ Es deber del Estado garantizarle a los habitantes de la República, la vida, la libertad, la justicia, la seguridad, la paz y el desarrollo integral de la persona ”.

En el artículo 43 establece la libertad de industria, comercio y trabajo, indicando que: “se reconoce la libertad de industria, de comercio, y de trabajo, salvo las limitaciones que por motivos sociales o de interés nacionales; por lo que deberá entenderse que, cuando aquella libertad afecte el medio ambiente en que se desenvuelve la población y consecuentemente afecte la salud y la calidad de vida de los habitantes dicha libertad deberá restringirse.

Encontramos también otras disposiciones constitucionales de carácter ambiental en los artículos siguientes:

El artículo 64, que se refiere al patrimonio natural indica: " se declara de interés nacional la conservación, protección y mejoramiento del patrimonio natural de la Nación. El estado fomentará la creación de parques nacionales, reservas y refugios naturales, los cuales son inalienables. Una ley garantizará su protección y la de la fauna y la de la flora que en ellos exista ".

El artículo 97 que se refiere al medio ambiente y equilibrio ecológico establece: " el Estado, las Municipalidades y los habitantes del territorio nacional están obligados a propiciar el desarrollo social, económico y tecnológico que prevenga la contaminación del ambiente y mantenga el equilibrio ecológico; se dictarán todas las normas necesarias para garantizar que la utilización y el aprovechamiento de la fauna, de la flora, de la tierra y del agua, se realicen racionalmente evitando su depredación ".

4.2.2.2 Código de Salud (Decreto 45-79 del Congreso de la República).

El Código de Salud establece en su artículo 1o.: " todos los habitantes de la República tienen derecho a la conservación, protección y recuperación de la salud; pero están asimismo obligados a preocuparse, mejorar y conservar las condiciones de salubridad del medio en que vivan y desarrollen sus actividades, y a contribuir a la conservación higiénica del medio ambiente en general ".

El Código de Salud contiene otras disposiciones que regulan lo concerniente a contaminación ambiental de diferente índole, tal como lo que el artículo 43 establece: " Queda terminantemente prohibido a todos los habitantes causar molestias públicas, tales como ruidos, vibraciones, malos olores o pestilencias, gases de cualquier naturaleza, polvos, en general emanaciones que puedan, afectar la salud o bienestar de la población, el reglamento normará todo lo relativo a esta materia ".

4.2.2.3 Otros cuerpos legales.

En Guatemala el Código Civil, el Código Municipal, el Reglamento de Construcción Municipal, el Código Penal, el Código de Trabajo, etc., incluyen también normas generales que podrían ser aplicables al medio ambiente y son normas que regulan acciones específicas y deben ser observadas por los proyectos.

En noviembre de 1,996 se hicieron reformas al decreto 17-73 del Congreso de la República perteneciente al Código Penal adicionando nuevos artículos referentes a contaminación industrial que dicen lo siguiente:

Artículo 347 " A ". Contaminación. Será sancionado con prisión de uno o dos años, y multa de trescientos a cinco mil quetzales, el que contamine el aire, el suelo o las aguas, mediante emanaciones tóxicas, ruidos excesivos, vertiendo sustancias peligrosas o desechando productos que puedan perjudicar a las personas, a los animales, bosques o plantaciones.

Artículo 347 " B ". Contaminación Industrial. Se impondrá prisión de dos a diez años y multa de tres mil a diez mil quetzales, al Director, Administrador, Gerente, Titular o responsable de una explotación industrial o actividad comercial que permita o autorize en el ejercicio de la actividad comercial o industrial, la contaminación del aire, el suelo o las aguas, mediante emanaciones tóxicas, ruidos excesivos, vertiendo sustancias peligrosas. Si la contaminación se produce por culpa, se impondrá prisión de uno a cinco años y multa de cien a cinco mil quetzales.

En los dos artículos anteriores la pena se aumentará en un tercio si a consecuencia de la contaminación resultare una alteración permanente de las condiciones ambientales.

Artículo 347 " C ". Responsabilidad del funcionario. Las mismas penas indicadas en los artículos anteriores se aplicarán al funcionario público que permita la instalación de una explotación industrial o comercial contaminante o consintiere su funcionamiento. Si lo hiciere por culpa, se impondrá prisión de seis meses a un año y multa de mil a cinco mil quetzales.

Los tratados y convenios internacionales también son leyes de la República. Por esta razón se presenta a continuación la lista de aquellos correspondientes al área ambiental y que han entrado en vigor.

4.2.2.4 Tratados y convenios internacionales.

Guatemala ha suscrito los siguientes tratados internacionales relacionados con la protección del medio ambiente (UNEP, 1991);

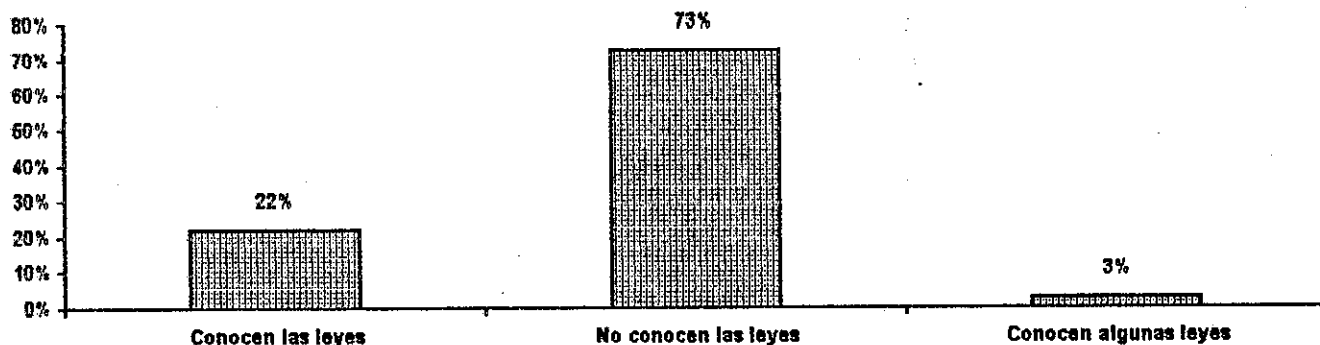
- Convención para la Protección de la Flora, de la Fauna, y de las Bellezas Escénicas Naturales de los Países de América, 1940, entra en vigor en Guatemala el 1/5/42.
- Convención Internacional sobre Protección Fitosanitaria, 1951, entró en vigor en Guatemala el 25/5/55.
- Convención sobre la Plataforma Continental, 1958, entró en vigor en Guatemala el 10/6/94.
- Convención sobre la alta mar, 1958, entró en vigor en Guatemala el 30/9/62.
- Tratado por el que se prohíben los ensayos con armas nucleares en la atmósfera, en el espacio ultra terrestre y debajo del agua, 1963, entró en vigor en Guatemala el 6/1/64.
- Convención sobre la prohibición del desarrollo, la producción y el almacenamiento de armas bacteriológicas (biológicas) y toxinas y sobre su destrucción, 1972, entró en vigor en Guatemala el 26/3/75.
- Convenio sobre la Prevención de la Contaminación del Mar por vertimientos de Desechos y otras Materias, 1972, entró en vigor en Guatemala el 5/2/80.
- Convención sobre Defensa del Patrimonio Arqueológico, Histórico y Artístico de las Naciones Americanas (Convención de San Salvador), 1976, entró en vigor en Guatemala el 17/12/79.
- Convención sobre la prohibición de utilizar técnicas de modificación ambiental con fines militares u otros fines hostiles, 1976, entró en vigor en Guatemala el 21/3/88.
- Convención sobre la Protección Física de los Materiales Nucleares, 1980, entró en vigor en Guatemala el 8/2/87.
- Convención de las Naciones Unidas sobre el Derecho del Mar, 1982, entró en vigor en Guatemala el 8/7/83.
- Convención de Viena para la Protección de la Capa de Ozono, 1985, entró en vigor en Guatemala el 22/9/88.
- Convención sobre asistencia en caso de accidente nuclear emergencia radiológica, 1986, entró en vigor en Guatemala el 8/9/88.

- Convención sobre la pronta notificación de accidentes nucleares, 1986, entró en vigor en Guatemala el 8/9/88.

4.3 Conocimiento y aplicabilidad del marco legal por las industrias de la ciudad de Quetzaltenango.

Como se ha dicho anteriormente existen leyes sobre el cuidado del medio ambiente y específicamente la concerniente a la contaminación que es generada y emanada descuidadamente por alguna factoría o planta industrial etc., pero estas leyes no son concretas, le falta elementos y recursos para poder ser ejecutadas, así como que sean mucho más específicas, además se encuentran esparcidas en una gran cantidad de códigos y leyes.

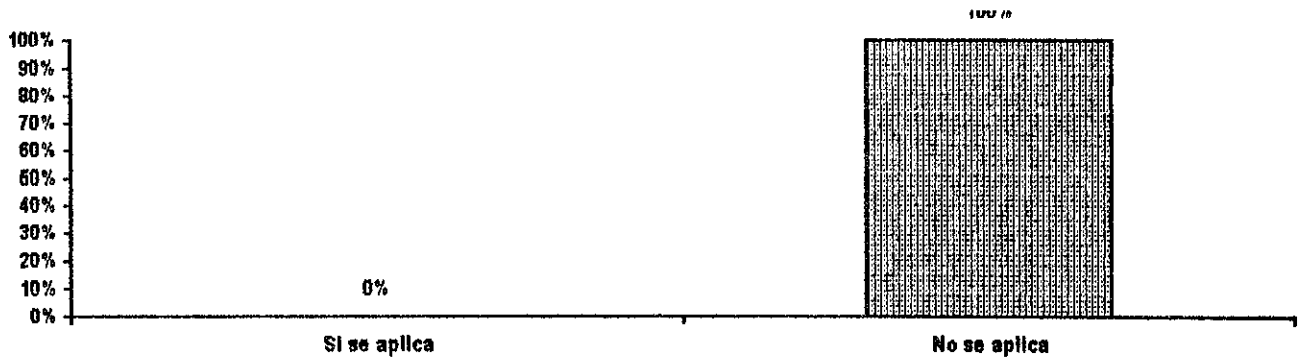
En la investigación que fue realizada en 29 industrias muestreadas de la Ciudad de Quetzaltenango se preguntó a los encargados de la planta si ellos tienen conocimiento de las leyes referentes a contaminación industrial y protección del medio ambiente (ver anexo I I); a continuación se presentan los resultados obtenidos:



Gráfica # 16: Conocimiento por parte de los responsables de las plantas de la ciudad de Quetzaltenango muestreadas con respecto a las leyes sobre contaminación, específicamente la referente a la industrial.

Por lo anterior podemos afirmar que no existe conocimiento de las leyes y por ende sobre qué cuidados y controles se pueden tomar con respecto a la preservación y mejoramiento del medio ambiente.

Para los que su respuesta fue afirmativa a la anterior pregunta, se les preguntó si ellos creían que en la ciudad de Quetzaltenango se aplican estas las leyes con respecto a la temática que es tratada y los resultados fueron los siguientes:



Gráfica # 17: Representa la aplicabilidad de la legislación sobre contaminación por parte de las industrias de la ciudad de Quetzaltenango.

Analizando la gráfica anterior significa que según la apreciación de los encuestados que dicen conocer la legislación existente en materia de contaminación industrial, ellos consideran que en Quetzaltenango no se respetan estas leyes en un 100 %; pero este resultado no es significativo ya que como se vio en la gráfica # 16 solamente el 3 % de los encuestados conocen o tienen alguna noción con respecto a la escasa y diseminada legislación¹ existente en la materia referente. Aunque las respuestas no son tan significativas, son bastante reales y predecibles; ya que no se puede cumplir algo que se desconoce. Claro que no se pretende justificar a las industrias contaminantes, debido a que todos como ciudadanos responsables debemos conocer nuestra legislación, pero es importante decirlo para obtener algo positivo y mejorar la situación prevaleciente.

¹ XCOT, Alma. Necesidad e Importancia de Crear el Derecho Ecológico en Guatemala. Revista actualidad. Departamento de Investigaciones Económicas y Sociales CUNOC/USAC; 1995, No. 3 Quetzaltenango, Guatemala: Edit. Universitaria 23 pp.



1000

1000

1000

1000

1000

1000

5

1000

1000

1000

1000

1000

1000

1000

1000

1000

1000

1000

Vertical line of text on the right edge of the page.

RECOMENDACIONES

A LA INDUSTRIA DE LA CIUDAD DE QUETZALTENANGO:

- 1.-) Tomar en cuenta las proposiciones expuestas en este trabajo para el control de las poluciones de tipo industrial.
- 2.-) Para cada actividad industrial de la ciudad de Quetzaltenango se deben establecer límites de tolerancia industrial con respecto a ruido, olor, aguas residuales y contaminación atmosférica; según los requerimientos y necesidades de esta comunidad y si no fuera posible lo anterior se ha de emplear los establecidos a nivel nacional, los cuales se deben adecuar a las circunstancias prevalecientes.
- 3.-) Identificar los productos que estén siendo elaborados con tecnologías menos contaminantes de tal manera que éstos adquieran más valor para el consumidor ya sea este nacional o internacional; debido a que preservan el medio ambiente.
- 4.-) Las instituciones como la Cámara de Industria, filial Quetzaltenango, deben organizar y promover actividades como seminarios, cursillos etc., que promuevan una conciencia ambiental entre sus afiliados.
- 5.-) Debe procurarse el mejor aprovechamiento de los recursos, materia prima etc., lo cual produciría menos contaminación del ambiente; una forma de lograr lo dicho anteriormente, es la implementación e instalación de plantas recicladoras; las cuales podrían crearse ya sea por parte del sector público o si no por la iniciativa privada.

A LA MUNICIPALIDAD DE QUETZALTENANGO:

- 6.-) Hacer que las industrias cumplan con las propuestas de solución específicas para cada una de ellas por medio de las instituciones encargadas de la protección del medio ambiente.
- 7.-) Establecer zonas de tolerancia industrial y hacer cumplir las mismas.
- 8.-) Incentivar fiscalmente con la reducción o eliminación de impuestos a aquellas industrias que importen o empleen tecnología anticontaminante en sus procesos.
- 9.-) La Legislación con respecto a contaminación industrial debe ser ampliada, en forma específica a cada actividad industrial, constantemente renovada, práctica; es decir, que establezca adecuadamente los mecanismos que permitirán su cumplimiento real, a las necesidades ambientales de Guatemala, así como contemplando las posibilidades económicas, debe ser recopilada en un solo documento para su eficiente utilización, así como divulgada entre todos los miembros del medio industrial en nuestro país.

A LA UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS:

- 10.-) Introducir en el pensum de Ingeniería Mecánica en la Universidad de San Carlos, contenidos referentes al diseño de tecnologías anticontaminantes que incluyan elementos Mecánicos tal como el área de Ingeniería acústica.
- 11.-) Crear una Ingeniería del Ambiente en la Universidad de San Carlos con el objetivo de contar en el país con gente calificada para trabajar en el área del medio ambiente.



10/10/2000
10/10/2000
10/10/2000

10/10/2000

10/10/2000

10/10/2000

10/10/2000

10/10/2000

10/10/2000

10/10/2000

10/10/2000

10/10/2000

10/10/2000

10/10/2000

10/10/2000

10/10/2000

10/10/2000

10/10/2000

10/10/2000

CONCLUSIONES

- GENERALES.

- 1.-) Es muy difícil predecir cuál puede ser el impacto de la actividad industrial en la ciudad de Quetzaltenango actualmente y a cierto tiempo, pero al no recibir tratamiento previo las descargas contaminantes industriales al ambiente, en sus diferentes manifestaciones (olor, ruido, aguas residuales y contaminantes atmosféricos), se estará contribuyendo a afectar la calidad del cuerpo receptor final.
- 2.-) No existen zonas de tolerancia industrial en la ciudad de Quetzaltenango.
- 3.-) Existen áreas aledañas a la ciudad todavía despobladas en el valle de Quetzaltenango las que pueden estar disponibles para la creación de parques y zonas de tolerancia industrial.
- 4.-) Las condiciones sanitarias de las industrias de la ciudad de Quetzaltenango son un factor importante en el control de la contaminación, así como las características de la edificación donde están instaladas.
- 5.-) La ciudad de Quetzaltenango carece de estándares de calidad ambiental específicos para sus necesidades y características ambientales.
- 6.-) Existen estándares para Guatemala con respecto a características de las descargas contaminantes en sus diferentes manifestaciones; sin embargo estos parámetros requieren una revisión y posteriormente una readecuación
- 7.-) No existe recurso humano, físico y mucho menos instituciones expertas sobre contaminación ambiental para proporcionar asesoramiento a las industrias en la utilización de tecnologías y procedimientos empleados en los procesos, para que estos sean menos contaminantes.
- 8.-) No existe conocimiento por parte del factor humano en las plantas industriales sobre la legislación Guatemalteca y tratados internacionales; todos referentes a contaminación generada por actividad industrial.
- 9.-) La legislación sobre contaminación industrial está diseminada en una gran cantidad de códigos, decretos, artículos y tratados etc., lo cual impide que se tenga una interpretación global de lo que es requerido sin dejar de mencionar que ésta es muy escueta y poco específica al dictar normas generales para toda la industria.

- ESPECIFICAS.

INDUSTRIA CERVECERA.

- 1.-) No se considera adecuada la incineración al aire libre de los desechos de papel del área de oficinas administrativas de la Cervecería, ya que su combustión genera emanaciones indeseables que contaminan el aire (específicamente por liberación de CO₂) y pueden ser causa posible de molestias en sus alrededores, además de contribuir a la contaminación atmosférica.
- 2.-) El hollín generado por las calderas expelido al ambiente por medio de las chimeneas afecta a las vecindades de la planta cervecera además de ser un contribuyente directo de la contaminación atmosférica.
- 3.-) Los efluentes líquidos producidos por la actividad de producción de la cerveza, denotan cierta contaminación orgánica (levadura, afrecho, etc.) y química (soda cáustica y soluciones desinfectantes), motivo por el cual deben ser adecuadamente tratados, previo a su descarga al colector municipal.

4.-) Es necesario que previo al planteamiento de cualquier alternativa para el tratamiento de aguas residuales provenientes de la planta de la Cervecería en Quetzaltenango, se estudien a fondo las características de los efluentes, para que las alternativas que se generen sean técnica, económica y ambientalmente viables.

- TENERIAS.

1.-) En la ciudad de Quetzaltenango la industria del curtiembre de pieles es crítica con respecto a la contaminación ambiental por olor; ya que debido al tipo de materias primas y procesos empleados, de las plantas se expelen malos olores a sus vecindades.

2.-) Las aguas residuales de tenería en la ciudad de Quetzaltenango, están altamente contaminadas debido a su turbia apariencia física además de los resultados de laboratorio presentados y analizados en este documento.

3.-) La industria de la tenería (100 % de las industrias muestreadas) en su mayoría descargan sus aguas residuales directamente al río Samalá, debido a la ausencia de drenajes Municipales en sus plantas, de todas formas los drenajes descargan sus aguas en el mismo cuerpo receptor de las aguas residuales de tenería.

4.-) Se hace necesario que previo al planteamiento de cualquier alternativa para el tratamiento de aguas residuales provenientes de las plantas del curtiembre de pieles, se estudien a fondo las características de los efluentes, para que las alternativas que se generen sean técnica, económica y ambientalmente viables.

5.-) La opacidad tan alta en el humo emanado por medio de sus chimeneas se debe al tipo de combustible empleado en hornos; pero principalmente al poco e inadecuado mantenimiento de sus calderas.

- TEXTILES.

1.-) Las plantas de textiles en la ciudad de Quetzaltenango emanan altas cantidades de humo negro contribuyendo en gran manera a la contaminación atmosférica.

- BLOCKERAS.

1.-) Debido a las máquinas compactadoras de mezcla, principio esencial en la fabricación del block de construcción de estas plantas, se emana ruido con altas intensidades (hasta 130 dcB) afectando a las comunidades vecinas.

REFERENCIAS

1. DELEGACION QUETZALTENANGO. Notas Mimeografiadas de Quetzaltenango. Guatemala: I.N.E 1,994.
2. KNUDSEN, Vine. Architectural Acustics. USA: Edit. Wiley, 1,990. 233 pp.
3. TORRES, Sergio. Ingeniería de Plantas. 3a. edición. Guatemala: s.p.i 1,995. 135pp.
4. CHEREMISINOFF, Paul. Pollution Engineering and Technology. USA: Edit. Marcel Dekker Inc. 1,995. 378 pp.
5. LEWIS, Bell. Industrial Noise Control Fundaments and Applications. USA: Edit. Basel 1,992. 185 pp.
6. DENNE, A. Manual de Disposición de Aguas Residuales. Alemania: Edit. Cooperación técnica República Federal de Alemania 1,991. 1049 pp.
7. et.al. Mapas Cartográficos. Quetzaltenango: s.p.i escala 1: 50,000.
8. SELL, Nancy. Industrial Pollution Control, Issues and Techniques. 2a. edición. USA: Edit. Van Nostrand Reinhold. 343 pp.
9. ELONKA, Stephen. Operación de Plantas Industriales. México: Edit. Mc. Graw Hill Interamericana 1,986. 383 pp.
10. ROSS, Herbert. Air Pollution and Industry. USA: Edit: Van Nostrand Reinhold. 1,994. 12 pc.
11. MARKS, Lionel. Manual del Ingeniero Mecánico. Vol. I - III 8a. edición. México: Edit. Mc.Graw Hill Interamericana 1,992 .
12. IXCOT, Alma. Necesidad e Importancia de Crear el Derecho Ecológico en Guatemala. Revista Actualidad. Departamento de Investigaciones Económicas y Sociales CUNOC/USAC; 1,995, No. 3. Quetzaltenango, Guatemala: Edit. Universitaria. 23 pp.



BIBLIOGRAFIA

1. AGUILAR, René. Contaminación Industrial de la Ciudad de Guatemala. (tesis: Facultad de Ingeniería, Universidad de San Carlos) Guatemala: 1,981.
2. ARAUJO, Zulay. Deterioro del ambiente por contaminación y su control. Venezuela: Edit. Iseade, 1,988.
3. BALDIZON, Douglas. Ecología. Guatemala: Offset facultad de ingeniería USAC, 1,990.
4. BOLAÑOS, Luis. Evaluación del Impacto Ambiental de Proyectos de Ingeniería. (tesis: Facultad de Ingeniería, Universidad de San Carlos) Guatemala: 1,990. 202 pp.
5. GARCIA, Romel. Evaluación de la Contaminación Atmosférica en la Ciudad de Guatemala para su Prevención y Control. (tesis: Facultad de Ingeniería, Universidad de San Carlos) Guatemala: 1,976. 31 - 41 pp.
6. et.al. Reglamento de Localización e Instalación Industrial. Guatemala: s.p.i. 1,982. 96 p.p.
7. et.al. Constitución Política de la República de Guatemala. Guatemala: s.p.i. 1,985. pp. 1 - 5.
8. et.al. Código Civil. Guatemala: s.p.i. 1,944. 548 p.p.
9. et.al. Código de Salud. Decreto 45 -79 del Congreso de La República de Guatemala.
10. et.al. Código Municipal. Guatemala: s.p.i. 123 p.p.
11. et.al. Directorio de Establecimientos Industriales. Guatemala: Publicaciones Estadísticas Temáticas del INEP. 1,993.
12. et.al. Ley de Protección y Mejoramiento del Medio Ambiente. Decreto 68 - 86 del Congreso de la República de Guatemala: s.p.i. 1,986. 26 pp.
13. et.al. Reglamento de Localización e Instalación Industrial. Guatemala: s.p.i. 1,982. 96 p.p.
14. KABDARLI, I. The Treatability of Cromiun Tannery Wastes. USA: Water Science Tecnology. Vol. 28, pp. 97 -106.
15. OROZCO, Juan. Evaluación del Impacto Ambiental en la Localización de Plantas Industriales. (tesis: Facultad de Ingeniería, Universidad de San Carlos) Guatemala: 1,988.
16. SUTTON, Harmon. Fundamentos de Ecología. México: Edit. Limusa 1,971.
17. VASQUEZ, Carlos. Deterioro ambiental, sus causas y efectos. México: Edit. Cecsca 1,982. 432 pp.
18. YOUNG, Richard A. Air Pollution Control and Design Handbook. USA: Edit. Mercel Dekker Inc. 1,994. 540 pp.
19. ZARATE, M. Guía Técnica para la Minimización de Residuos de Curtiembre. México: CEPIS/GTZ 1,993 107 pp.

XVII
PROPIEDAD DE LA UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
BIBLIOTECA CENTRAL



Vertical text or markings along the right edge of the page, possibly a page number or margin indicator.

ANEXO I

ENCUESTAS A LOS TRABAJADORES
DE LAS INDUSTRIAS MUESTREADAS

OBJETIVO: Determinar las incidencias negativas de un Proceso Industrial, en la sanidad ambiental de los trabajadores y la población en general.

1.-) Considera usted que el proceso industrial en el cual operan contamina la ciudad de Quetzaltenango:

SI NO

Por qué: _____

2.-) Qué contaminantes genera el proceso industrial que operan : _____

3.-) Qué problemas ambientales cree usted que genera el proceso industrial que ustedes opera:

a.-) Ruido: SI NO

Si su respuesta fue " SI ", de qué forma : _____

b.-) Turbiedad del Aire o Contaminantes Atmosféricos: SI NO

Si su respuesta fue SI, de qué manera se manifiesta _____

c.-) Olor: SI NO

Si su respuesta es SI, de qué manera se manifiesta: _____

d.-) Desechos Líquidos: SI NO

Si su respuesta es " SI ", de qué manera se manifiesta : _____

Otros: _____

4.-) Establecen algún tipo de control sobre la contaminación que su proceso industrial genera:

a.-) Ruido: SI NO Cuál: _____

b.-) Olor: SI NO Cuál: _____

c.-) Desechos Líquidos: SI NO Cuál: _____

d.-) Turbiedad del Aire o Contaminantes Atmosféricos: SI No

Cuál: _____

OTROS: _____

5.-) Qué posibles soluciones considera usted que serian adecuadas para resolver el problema de la contaminación industrial en la Ciudad de Quetzaltenango: _____

6.-) Conoce la legislación Guatemalteca referente a contaminación y hablando más específicamente sobre la que es generada por las industrias en nuestro país:

SI NO

Si contesto " SI "; Cree que las industrias de la Ciudad de Quetzaltenango apliquen estas leyes:

SI NO

ENCUESTAS A VECINOS DE LAS INDUSTRIAS MUESTREADAS

OBJETIVO: Determinar las incidencias negativas del proceso industrial en la sanidad ambiental de la población en general.

1.-) Cree usted que la industria de la cual es vecino está contaminando a la Ciudad de Quetzaltenango:

SI NO

Por qué: _____

2.-) Qué problemas ambientales cree que le traiga a usted la fábrica de la cual es vecino:

a.-) Ruido: _____

b.-) Turbiedad del Aire o Contaminantes Atmosféricos: _____

c.-) Olor: _____

d.-) Desechos Liquidados: _____

OTROS: _____

Considera que se pueden solucionar y de qué forma: _____

3.-) Cree que la industria de la cual es vecino tiene control sobre la contaminación que ellos están generando con sus procesos industriales:

SI NO

Por qué: _____

4.-) Considera que la localización de la fábrica de la cual es vecino es correcta:

SI NO

Por qué: _____

5.-) La contaminación que genera la industria de la cual es vecino, qué Factores Naturales y Ambientales están dañando según lo que a visto:

- a.-) Sistema atmosférico (aire)
- b.-) Sistema hídrico (ríos, mares etc.)
- c.-) Sistema lítico (rocas y minerales)
- d.-) Sistema edáfico (suelos)
- e.-) Estética del paisaje
- f.-) Otros

Cuáles: _____

6.-) Conoce las leyes existentes en Guatemala sobre contaminación , específicamente hablando de la que es generada por las industrias:

SI NO

Si su respuesta es " SI "; Considera que las industrias de Quetzaltenango aplican estas leyes:

SI NO

Por qué: _____

OBSERVACIONES: _____

INFORMACION INDUSTRIAS VISITADAS

NOMBRE: _____

TIPO DE INDUSTRIA: _____

DIRECCION: _____

CATEGORIA SEGUN LOCALIZACION INDUSTRIAL: _____

IMPORTANCIA SEGUN # DE EMPLEADOS: _____

1.-) RUIDO:

DECIBELES: _____

UTILIZAN CONTROL DE CONTAMINANTES:

SI NO

CUALES: _____

2.-) DESECHOS LIQUIDOS:

TEMPERATURA: _____ COLOR: A) CLARO

B) MEDIO TURBIO

C) TURBIO

pH: _____

RESIDUO TOTAL DE SECADO (sólidos totales): _____

RESIDUO TOTAL NO FILTRABLE SECADO 103-105 Grados C. (sólidos sedimentables) : _____

UTILIZAN CONTROL DE CONTAMINANTES:

SI NO

CUALES: _____

3.-) CONTAMINANTES ATMOSFERICOS:

% D.A.V. DE UNIDADES RINGELMAN _____

UTILIZAN METODOS DE CONTROL:

SI NO

CUALES: _____

TIPOS DE CONTAMINANTES QUE EXPELEN: _____

4.-) OLOR:

- | | | | |
|-----------------|--------------------------|-----------------------|--------------------------|
| A.-) NO HAY | <input type="checkbox"/> | A.-) AGRADABLE | <input type="checkbox"/> |
| B.-) MUY POCO | <input type="checkbox"/> | B.-) POCO AGRADABLE | <input type="checkbox"/> |
| C.-) POCO | <input type="checkbox"/> | C.-) DESAGRADABLE | <input type="checkbox"/> |
| D.-) MEDIANO | <input type="checkbox"/> | D.-) MUY DESAGRADABLE | <input type="checkbox"/> |
| E.-) FUERTE | <input type="checkbox"/> | | |
| F.-) MUY FUERTE | <input type="checkbox"/> | | |

EXISTEN METODOS DE CONTROL:

SI: NO:

CUALES: _____

OBSERVACIONES: _____

Vertical line of text or artifacts on the left side of the page.

