



**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA  
DE MEXICO**

FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES ZARAGOZA.

ELABORACION DE UN REPORTE DE  
RECONOCIMIENTO, EVALUACION Y CONTROL  
ENFOCADO A UN PROGRAMA DE MONITOREO DE  
AGENTES QUIMICOS EN EL AMBIENTE LABORAL DE  
LA REFINERIA "FRANCISCO I.MADERO".

**T E S I S**  
QUE PARA OBTENER EL TITULO DE:  
**I N G E N I E R O Q U I M I C O**  
P R E S E N T A :  
**JUAREZ HERNANDEZ JORGE DAVID.**

ASESOR: M. EN I. PABLO EDUARDO VALERO TEJEDA.



NOVIEMBRE

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

2003



Universidad Nacional  
Autónoma de México



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

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

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

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

**TESIS  
CON  
FALLA DE  
ORIGEN**



**FACULTAD DE ESTUDIOS  
SUPERIORES ZARAGOZA**

**JEFATURA DE LA CARRERA  
DE INGENIERIA QUIMICA**

**OFICIO: FESZ/JCIQ/065/03**

**ASUNTO: Asignación de Jurado**

**ALUMNO: JUÁREZ HERNÁNDEZ JORGE DAVID**  
**P r e s e n t e.**

En respuesta a su solicitud de asignación de jurado, la jefatura a mi cargo, ha propuesto a los siguientes sinodales:

<b>Presidente:</b>	<b>I.Q. Salvador J. Gallegos Rames</b>
<b>Vocal:</b>	<b>M. en I. Pablo Eduardo Valero Tejada</b>
<b>Secretario:</b>	<b>I.Q. Miguel Angel Varela Cedillo</b>
<b>Suplente:</b>	<b>I.Q. Judith Ventura Cruz</b>
<b>Suplente:</b>	<b>I.Q. Guillermo Gaspar Grimaldo</b>

Sin más por el momento, reciba un cordial saludo.

**A T E N T A M E N T E**  
**"POR MI RAZA HABLARA EL ESPIRITU"**  
México, D. F., 8 de Julio de 2003

**EL JEFE DE LA CARRERA**

**M. en C. ANDRÉS AQUINO CANCHOLA**

**TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN**

**B**

## INTRODUCCION

La higiene es la ciencia que señala los medios para conservar y mejorar la salud. Sus técnicas están comprendidas dentro de los procedimientos que emplea la medicina preventiva; de este modo se puede considerar que la higiene es una rama de la medicina.

La higiene industrial es una parte de la higiene general que busca conservar y mejorar la salud de los trabajadores en función con la labor que realizan. Esto quiere decir que establece los métodos para estudiar, evaluar y controlar el medio ambiente en el cual desarrollan sus actividades, con el fin que este no ejerza su acción nociva en el estado de salud de los trabajadores.

Por otra parte se establece que el reconocimiento, evaluación y control de los riesgos a que están expuestos los trabajadores constituye una labor que debe ser abordada por un equipo multiprofesional en el que participen por lo menos el **Ingeniero Químico** o Industrial, el **Médico** y el **Químico**, acompañados en lo posible por especialistas en otras especialidades afines, los unilaterales de control suelen fallar por que no existe un profesional capaz de dominar en su totalidad los diversos aspectos del problema, esencialmente multifacético.

En el caso particular de la higiene sus relaciones saltan a la vista con la Toxicología, Mecánica, Biología, Medicina e **Ingeniería Química**.

De tal forma se puede mencionar que algunas ventajas del **Ingeniero Químico** sobre los demás profesionistas es que ataca a los contaminantes antes de que estos ejerzan su acción sobre los trabajadores con ayuda del Análisis de riesgo, que es el momento donde se debe prevenir todas las situaciones de contaminación ambiental (Técnicamente con extracción, ventilación, realización de programas de análisis de gases en el ambiente, colocación de detectores de gases, etc), mientras que en el caso del **Médico** o el **Químico** intervienen cuando el contaminante ya ha ingresado al organismo de los trabajadores.

El campo de la higiene del trabajo es muy extenso, variado y complejo, ya que se incluyen condiciones higiénicas y antihigiénicas, es decir la relación del trabajador con su ambiente laboral.

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

C

En este trabajo que toman en cuenta los aspectos más importantes de la salud ocupacional y los principios de la higiene del trabajo.

- a.- El "reconocimiento" de los agentes químicos presentes en el ambiente laboral.
- b.- La "evaluación" cualitativa y cuantitativa de los agentes químicos que estén afectando en medio ambiente de trabajo.
- c.- El "control" mediante la implementación de métodos de ingeniería, administrativos y el uso de equipo de protección personal.

Tomando estos tres aspectos básicos se realizó el Estudio en la Refinería Francisco I. Madero tomando como base para su realización la NORMA-010-STPS-99 enviando las muestras para su análisis a un laboratorio acreditado por la Entidad Mexicana de Acreditamiento ( EMA ); esto se ha realizado con el fin de conocer las concentraciones reales, para poder determinar las medidas adecuadas tomando en cuenta las circunstancias del tipo de trabajo y el medio en el que se encuentre el trabajador, ya que cuando las condiciones del medio en que se trabaja son desfavorables o el individuo somete a su organismo a contaminantes muy severos, entonces con esto se rompe el equilibrio, se pierde la adaptación al medio y aparece el riesgo profesional.

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

## **AGRADECIMIENTOS**

**A DIOS POR HABERME DADO MAS DE LO QUE ESPERABA.**

**A DOÑA RITA QUE HA SIDO MI PADRE Y MADRE. . .POR QUE A USTED LE DEBO LO QUE SOY, TE QUIERO MAMA.**

**A MIS ABUELOS Y PADRES**

**MIGUEL JUÁREZ Y ESPERANZA HERNÁNDEZ PARA ELLOS MI ADMIRACION Y CARIÑO.**

**A MIS HERMANOS MIGUEL, GÉRMAN Y CHRISTIAN DE LOS QUE SIEMPRE RECIBI CONSEJOS, APOYO Y HAN SIDO MI EJEMPLO A SEGUIR ... ESPERO TENERLOS SIEMPRE A MI LADO, LOS QUIERO MUCHACHOS.**

**A MIS TIOS YOLANDA, CELIA, LOURDES, ESPERANZA, JORGE, AMADO, SERGIO, SANTIAGO.**

**A MIS PRIMOS SERGIO, CESAR, RICARDO, ARTURO, LIZ, NALLELY, ARMANDO, GERARDO, MANUEL POR SER PRIMERO MIS AMIGOS Y ESTAR CONMIGO EN LOS MOMENTOS DIFÍCILES...GRACIAS HERMANOS.**

**A MI SOBRINO CHARLY.**

**PARA ALFREDO MENDOZA IBARRA Y SU FAMILIA, QUIEN ME HA DEMOSTRADO SU AMISTAD INCONDICIONAL EN TODO MOMENTO . .  
.GRACIAS "CUCO".**

**A RAUL, DONDE QUIERA QUE ESTES.**

**A MARIO CONDE Y SU FAMILIA.**

**TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN**

**A MONY TE AGRADEZCO EL HABER COMPARTIDO CONMIGO TODOS  
AQUELLOS MOMENTOS INVOLVIDABLES DENTRO Y FUERA DE LA  
UNIVERSIDAD. . . ¡POR TODO LO VIVIDO!. . . SIEMPRE ESTARE  
ORGULLOSO DE TI , TE QUIERO FLACA.**

**AL SR. MARIO BRACAMONTES POR APOYARME PARA DESARROLLAR  
MI CARRERA, POR AQUELLOS CONSEJOS Y POR ESAS PLATICAS  
TAN AMENAS. . . ESPERO CONSERVAR SU AMISTAD.**

**MI ASESOR EL ING. PABLO EDUARDO VALERO QUIEN ME APOYO  
PARA LA REALIZACIÓN DE ESTE TRABAJO.**

**A LOS INGENIEROS SALVADOR GALLEGOS, MIGUEL ANGEL VARELA,  
JUDITH VENTURA Y GUILLERMO GRIMALDO POR TOMARSE LA  
MOLESTIA EN REVISAR MI TRABAJO ... SIN OLVIDAR A TODOS  
AQUELLOS MAESTROS QUE SE ESFORZARON PARA DAR LO MEJOR  
DE ELLOS.**

**A MIS AMIGOS SERGIO, CHAMACO, LALO, FEDE, LANDON, MARIO,  
DANIEL NOE, CHARLY CON QUIENES HE COMPARTIDO GRATOS  
MOMENTOS.**

**A GENARO, FELIPE, JAVIER, OMAR NUNCA OLVIDARE LOS VIAJES A  
SALTILLO, CHIHUAHUA , SILAO, TABASCO. . .**

**A MIS AMIGOS DEL INSTITUTO DE SALUD OCUPACIONAL DE CUBA  
HELIODORA, RUGIERE, CADIZ QUIENES ME HAN DADO ESE VOTO DE  
CONFIANZA Y PRESENTAR ESTE TRABAJO EN SU CONGRESO. . .  
GRACIAS POR TODO.**

**A LA UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MÉXICO POR  
HABERME ABIERTO LAS PUERTAS Y SER MI SEGUNDA CASA**

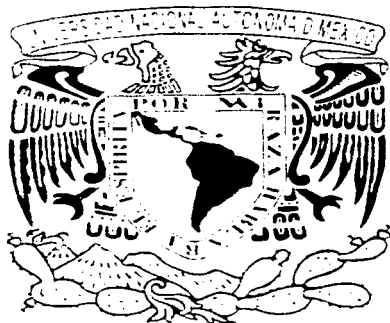
**AL FÚTBOL Y EN ESPECIAL AL "PEÑAROL" . . . PUES GRACIAS A ESTO  
ME CONOCIERON EN LA FES.**

**TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN**

**F**



**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO**  
**FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES ZARAGOZA**



**ELABORACIÓN DE UN REPORTE DE RECONOCIMIENTO,  
EVALUACIÓN Y CONTROL ENFOCADO A UN PROGRAMA DE  
MONITOREO DE AGENTES QUÍMICOS EN EL AMBIENTE  
LABORAL DE LA REFINERÍA "FRANCISCO I. MADERO"**

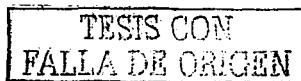
**TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN**

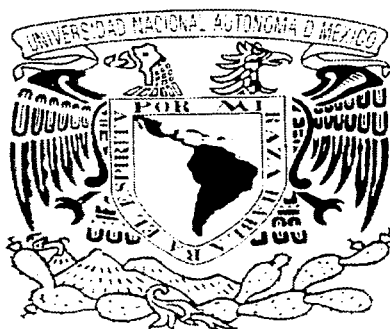
## INDICE

OBJETIVOS	4
<b>* CAPITULO 1</b>	
<b>HIGIENE INDUSTRIAL</b>	
1.1.- INTRODUCCIÓN A LA HIGIENE INDUSTRIAL	6
1.2.- CONTAMINANTES QUÍMICOS	11
1.3.- CLASIFICACIÓN DE LOS CONTAMINANTES QUÍMICOS POR SUS EFECTOS SOBRE EL ORGANISMO	13
1.4.- VIAS DE ENTRADA DE LOS CONTAMINANTES QUÍMICOS EN EL ORGANISMO	15
1.5.-TOXICOLOGÍA DE LOS CONTAMINANTES QUÍMICOS	25
1.6.- METODOLOGÍA PARA MUESTREO DE AGENTES QUÍMICOS	32
1.7.- RECONOCIMIENTO	33
1.8.- EVALUACIÓN	36
1.9.- ANÁLISIS DE CONTAMINANTES QUÍMICOS	53
1.10.- CONTROL DE CONTAMINANTES QUÍMICOS	58
<b>* CAPITULO 2</b>	
<b>ESTUDIO DE RECONOCIMIENTO, EVALUACIÓN Y CONTROL DE LA EXPOSICIÓN LABORAL A DIÓXIDO DE AZUFRE, ÁCIDO SULFHÍDRICO Y MONÓXIDO DE CARBONO</b>	
2 1.- INTRODUCCIÓN	74
2 2 - ESCENARIO AMBIENTAL	75
2 3.- PROPIEDADES FÍSICAS Y QUÍMICAS DEL ACIDO SULFHIDRICO (SULFURO DE HIDRÓGENO H <sub>2</sub> S)	80
2 4.- PROPIEDEADES FÍSICAS Y QUÍMICAS DEL DIÓXIDO DE AZUFRE (SO <sub>2</sub> )	82
2 5.- PROPIEDADES FÍSICAS Y QUÍMICAS DEL MONÓXIDO DE CARBONO (CO)	83
2.6.- JUSTIFICACIÓN	89
2.7.- OBJETIVO ESPECIFICO	89
2.8.- CONTENIDO DEL ESTUDIO	89
2.9.- EVALUACIÓN	90
2 10.- INFORME DE EVALUACIÓN	92

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

2 11 -	REFERENCIAS PARA LA EVALUACIÓN	92
2 12 -	MEMORIA FOTOGRAFICA	111
2 13 -	ANÁLISIS DE RESULTADOS	116
*	PLANOS DE UBICACIÓN	136
*	CAPITULO 3	
<b>PROGRAMA DE CONTROL DE EQUIPO DE PROTECCIÓN RESPIRATORIA</b>		
3 1	ENFERMEDADES PROFESIONALES RESPIRATORAS	143
3 2	PROGRAMA DE CONTROL	144
3 2 1	Establecimiento de políticas y procedimientos en Protección Respiratoria	146
3 2 2	Reconocimiento y Evaluación Periódica de los contaminantes.	146
3 2 3	Selección Cuidadosa y Adecuada del Equipo de Protección Personal.	146
3 2 4	Evaluación Médica Periódica.	146
3 2 5	Capacitación de Usuarios de Equipo de Protección Respiratoria	147
3 2 6	Pruebas de ajuste de Equipo de protección Respiratoria.	148
3 2 7	Inspección y Mantenimiento periódico de Equipo de Protección Personal.	148
3 2 8	Evaluación periódica de los sistemas de los sistemas de control de contaminantes	149
3 2 9	Registros	149
3 2.10	Evaluación periódica del programa de protección respiratoria.	149
3.3	CONCLUSIONES	150
	<b>BIBLIOGRAFÍA</b>	154
<b>ANEXO I</b>	<b>LIMITES MÁXIMOS PERMISIBLES DE EXPOSICIÓN</b>	155
<b>ANEXO II</b>	<b>INDUSTRIAS Y CONTAMINANTES PRINCIPALES</b>	158
<b>ANEXO III</b>	<b>LISTA DE CONTAMINANTES /TLV'S/ EFECTOS/ TIPO DE RESPIRADOR .</b>	164

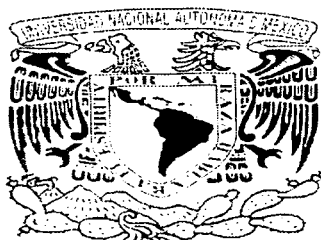




#### OBJETIVOS

1. CONOCER LOS FUNDAMENTOS DE LA HIGIENE INDUSTRIAL, SALUD OCUPACIONAL Y RIESGOS PROFESIONALES DEL TRABAJO.
2. ESTABLECER LOS CRITERIOS DE RECONOCIMIENTO, EVALUACIÓN Y CONTROL DE AGENTES QUÍMICOS EN EL AMBIENTE LABORAL.
3. DETERMINAR LAS CONCENTRACIONES DE DIÓXIDO DE AZUFRE, MONÓXIDO DE CARBONO Y ACIDO SULFHIDRICO.
4. COMPARAR LOS RESULTADOS OBTENIDOS CON LOS LÍMITES MÁXIMOS PERMISIBLES DE EXPOSICIÓN (LMPE), PARA DIÓXIDO DE AZUFRE ,ACIDO SULFHIDRICO Y MONÓXIDO DE CARBONO, ESTABLECIDOS PARA CADA SUSTANCIA.
5. ELABORAR UN REPORTE EN DONDE SE DETERMINEN LAS CONDICIONES DE LOS TRABAJADORES Y QUE CUMPLA CON LOS REQUISITOS DE LA NORMA-010-STPS-1999.

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN



## CAPITULO 1

### HIGIENE INDUSTRIAL

- 1.1.- INTRODUCCIÓN A LA HIGIENE INDUSTRIAL
- 1.2.- CONTAMINANTES QUÍMICOS
- 1.3.- CLASIFICACIÓN DE LOS CONTAMINANTES QUÍMICOS POR SUS EFECTOS SOBRE EL ORGANISMO
- 1.4.- VIAS DE ENTRADA DE LOS CONTAMINANTES QUÍMICOS EN EL ORGANISMO
- 1.5.- TOXICOLOGÍA DE LOS CONTAMINANTES QUÍMICOS
- 1.6.- METODOLOGÍA PARA MUESTREO DE AGENTES QUÍMICOS
- 1.7.- RECONOCIMIENTO
- 1.8.- EVALUACIÓN
- 1.9.- ANÁLISIS DE CONTAMINANTES QUÍMICOS
- 1.10.- CONTROL DE CONTAMINANTES QUÍMICOS

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

## 1.1.- INTRODUCCIÓN A LA HIGIENE INDUSTRIAL

### SALUD Y RIESGOS PROFESIONALES

El concepto actual de salud como <<equilibrio y bienestar físico, mental y social>> incluye:

- La salud física o salud orgánica como resultado del funcionamiento correcto del conjunto de células, tejidos, órganos y sistemas del cuerpo humano.
- La salud social o bienestar en la vida relacional del individuo.

Las alteraciones del ambiente generadas por el trabajo crean una serie de factores agresivos para la salud, entre los que se encuentran:

- Factores mecánicos
- Agentes físicos.
- Contaminantes químicos
- Factores biológicos.
- Tensiones psicológicas y sociales.

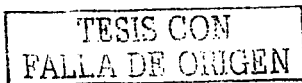
Estos agresivos dan lugar a la **Patología del trabajo** que pueden resumirse en los siguientes riesgos profesionales:

- Accidentes de trabajo.
- Enfermedades de trabajo.
- Fatiga.
- Envejecimiento y desgaste prematuro.
- Insatisfacción.

Los accidentes y las enfermedades profesionales se agrupan en la denominada **Patología Específica del Trabajo** en la que los factores ambientales derivados del mismo actúan como causas claramente determinantes

### **TÉCNICAS DE LUCHA CONTRA LOS RIESGOS PROFESIONALES-** Técnicas preventivas

La importante problemática derivada de los riesgos profesionales ha dado lugar al desarrollo de una serie de técnicas, preventivas, asistenciales, rehabilitadoras y recuperadoras que han llegado a tener personalidad propia aun cuando necesiten. Por la influencia en sus objetivos y las fuertes interrelaciones entre muchas de ellas, de una actuación coordinada de las diversas especialidades.



Limitándonos al ámbito de las técnicas preventivas y con relación a la patología específica del trabajo, se incluyen la medicina preventiva con una relación preferente en el ámbito individual, la Seguridad (prevención de accidentes de trabajo) y la Higiene (prevención de enfermedades profesionales) que actúan fundamentalmente sobre el ambiente.

Desde un punto de vista empresarial, la Seguridad y la higiene forman parte de prevención de daños en la empresa, junto con la seguridad del producto, la prevención y corrección de la contaminación ambiental, la protección de bienes, la seguridad de información, etc.

Por último, la Prevención de riesgos profesionales es un aspecto destacado del balance social de la empresa y forma parte de la política de salud y de mejora de la calidad de vida de todos los países desarrollados.

## **ANTECEDENTES HISTORICOS DE LA HIGIENE DEL TRABAJO**

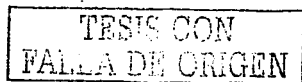
La higiene del trabajo en su concepto actual es una técnica muy moderna. Su desarrollo tuvo que esperar a los avances de la medicina, con la que se confunde en sus orígenes y a la creación y evolución del Derecho del trabajo y la Seguridad Social.

No obstante, existen datos experimentales con muchos siglos de antigüedad, entre los que suelen citarse:

- Las descripciones de algunas enfermedades profesionales (producidas en minería, obtención de azufre y otras) que hicieron PLATÓN, LUCRECIO y otros autores así como, las que la patología del plomo efectuaron HIPÓCRATES Y GALENO.
- El estudio de los cólicos saturninos con las pinturas que contienen plomo, del gran médico árabe, AVICENA.
- En el siglo XVI, los trabajos de AGRÍCOLA Y PARACELSO.

De mayor importancia fue la aportación de BERNARDO RAMAZZINI, creador de la medicina del trabajo, que en su obra <<De Morbis Artificum Diatriba>> publicada en 1690, propone ya el término <<higiene>> y describe detalladamente los riesgos de 54 profesiones distintas.

A partir de esta fecha comienzan los primeros estudios serios sobre la materia y como consecuencia de las penosas condiciones de trabajo a que da lugar la revolución industrial se desarrollan durante el siglo XIX en algunos países distintas disposiciones que afectan a la higiene del trabajo



Así, en Inglaterra en 1802, se prohibía el aprendizaje en las minas antes de cumplir 9 años y el trabajo nocturno de los mismos. Alemania dicta normas en este nuevo sentido en 1839, siguiéndole Francia en 1841.

España se incorpora en la línea 1873, prohibiendo emplear niños de edad inferior de 10 años en fábricas y minas y exigiendo determinadas condiciones de higiene.

La creación de la O.I.T (Organización Internacional de los Trabajadores) y la evolución de la legislación laboral en todos los países, establecieron las condiciones necesarias para el desarrollo de la medicina en el trabajo a partir de la cual se plantearon los enfoques técnicos actuales con respecto a la Higiene industrial.

### **CONCEPTO DE HIGIENE INDUSTRIAL**

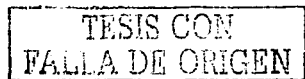
Conforme a lo que habíamos indicado puede definirse la higiene del trabajo como prevención técnica de la enfermedad profesional. Para la A.I.H.A. (American Industrial Hygienist Association) se trata de la <<ciencia y del arte dedicados al reconocimiento, evaluación y control de aquellos factores ambientales o tensiones amañadas o provocadas en el lugar de trabajo y que pueden ocasionar enfermedades, destruir la salud y el bienestar, o crear algún malestar significativo entre los trabajadores o los ciudadanos de la comunidad>>

De esta definición que es la más comúnmente aceptada, destacamos los siguientes aspectos:

- a) Las fases de la Higiene industrial: Reconocimiento, Evaluación y Control.
- b) La actuación sobre los factores ambientales.
- c) La extensión del objetivo de mera prevención de enfermedades a la protección de la salud.
- d) La toma en consideración de los ciudadanos de la comunidad, además de los trabajadores

### **RELACIONES DE LA HIGIENE CON LA MEDICINA DEL TRABAJO**

El carácter eminentemente técnico diferencia la higiene de la medicina del trabajo, pues la primera evalúa y corrige las condiciones ambientales partiendo los criterios de validez general y la segunda es que ejerce el control y vigilancia directa general del estado de salud del trabajador, cuya alteración, que viene causada por las condiciones de su medio ambiente en el trabajo, es precisamente lo que se pretende evitar.





El higienista industrial, puede aplicar técnicas solo en la medida de los conocimientos que tenga sobre los efectos tóxicos de los materiales. Los valores para agentes, tales como plomo, mercurio, benceno, polvo de sílice, y otros materiales. Han sido ampliamente investigados desde el punto de vista biológico y han sido establecidos niveles de referencia para exposiciones seguras; con estos conocimientos pueden aplicarse los controles propios de ingeniería.

## RAMAS DE LA HIGIENE INDUSTRIAL

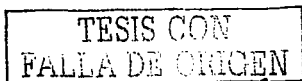
Se pueden distinguir cuatro ramas fundamentales dentro de la Higiene Industrial:

- a) **Higiene Teórica:** Dedicada al estudio de los contaminantes y se relaciona con el hombre, a través de estudios de experimentaciones, con objeto de analizar las relaciones dosis-respuesta y establecer unos estándares de concentración.
- b) **Higiene de Campo:** Es la encargada de realizar el estudio de la situación higiénica en el ambiente de trabajo (análisis de puestos de trabajo, detección de contaminantes y tiempo de exposición, medición directa y toma de muestras, comparación de valores estándares).
- c) **Higiene Analítica:** Realiza la investigación y determinación cualitativa y cuantitativa de los contaminantes presentes en el ambiente de trabajo, en estrecha colaboración con la higiene de campo y la higiene teórica.
- d) **Higiene Operativa:** Comprende la elección y recomendación de los métodos de control al implantar para reducir los niveles de concentración hasta valores no perjudiciales para la salud

## LA ACTUACIÓN EN LA HIGIENE INDUSTRIAL

Los objetivos de un programa de higiene industrial de acuerdo con el comité de expertos de la O.M.S. (Organización Mundial de la Salud) son los siguientes:

1. Determinar y combatir en los lugares de trabajo todos los factores químicos, físicos, mecánicos, biológicos y psicosociales de reconocida y presunta nocividad.
  - a. Conseguir que el esfuerzo físico y mental que exige de cada trabajador el ejercicio de su profesión este adaptado a sus aptitudes, necesidades y limitaciones anatómicas, fisiológicas y psicológicas.
2. Adoptar medidas eficaces para proteger a las personas que sean especialmente vulnerables a las condiciones perjudiciales del medio laboral y reforzar su capacidad de resistencia.
3. Descubrir y corregir aquellas condiciones de trabajo que puedan deteriorar la salud de los trabajadores, a fin de lograr que la morbilidad general de los diferentes grupos profesionales no sea superior a la del conjunto de la población.



4. Educar al personal directivo de las empresas y a la población trabajadora en el cumplimiento de sus obligaciones en lo que respecta a la protección y fomento de la salud.
5. Aplicar en las empresas programas de acción sanitaria que abarquen todos los aspectos de la salud, la cual ayudará a los servidores de salud pública a elevar el nivel sanitario de la colectividad.

Este programa como habíamos indicado, exige necesariamente una actuación multidisciplinar en las que la medicina del trabajo e Higiene Industrial tienen un fuerte protagonismo. La actuación de esta última en su aspecto técnico se materializa a través del:

- Reconocimiento de los factores ambientales que influyen sobre la salud de los trabajadores, lo que implica un conocimiento profundo de los productos, los métodos de trabajo, los procesos y las instalaciones.
- Evaluación de los riesgos a corto y a largo plazo, a través de la objetivación de las condiciones ambientales y su comparación con los estándares máximos o promedios permisibles. Para ello será necesario la aplicación de las técnicas de muestreo y / o medición directa en su caso el análisis de las muestras a través de la higiene analítica.
- Control de los riesgos, de acuerdo con los datos obtenidos en las fases anteriores. Las medidas correctoras vendrán dadas, según los casos, en forma de sustitución de productos o procesos, medidas de ingeniería, reducción de los tiempos de exposición o material de protección personal.

Esta actuación técnica de la Higiene del Trabajo no está exenta de dificultades que debe subsanar la experiencia y buena práctica del profesional.

Entre estas dificultades hay que destacar las siguientes:

- La determinación de los límites máximos que se pueden admitir para la presencia de agentes químicos en la atmósfera, teniendo en cuenta las diferentes respuestas de cada individuo, la frecuente presencia simultánea de varios contaminantes y la aparición de nuevas sustancias cuyos efectos se desconocen, sobre todo a largo plazo.
- La consecución de una adecuada representatividad de mediciones en el tiempo, en el espacio y en la precisión.
- La limitación de recursos económicos para la adopción de medidas de control.

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

## 1.2.- CONTAMINANTES QUÍMICOS

### CONCEPTOS GENERALES

Contaminante químico es toda sustancia orgánica e inorgánica, natural o sintética que durante la fabricación, manejo, transporte, almacenamiento o uso, puede incorporarse al aire ambiente en forma de polvo, humo, gas o vapor, con efectos irritantes, corrosivos, asfixiantes, o tóxicos y en cantidades que tengan probabilidades de lesionar la salud de las personas que entran en contacto con ellas.

De la definición anterior se desprende la dificultad de efectuar un estudio completo y sistemático de esta parte importante de la higiene industrial.

### CLASIFICACIÓN

Los diversos contaminantes químicos pueden clasificarse de varias formas, de las cuales estudiaremos dos solamente:

- a) Por la forma de presentarse.
- b) Por los efectos en el organismo humano.

### CLASIFICACIÓN DE LOS CONTAMINANTES QUÍMICOS POR SU FORMA DE PRESENTARSE

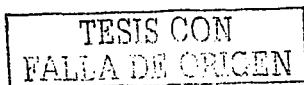
#### AEROSOL

Un aerosol es una dispersión de partículas sólidas o líquidas, del tamaño inferior a  $100 \mu$  en un medio gaseoso. Dentro del campo de los aerosoles se presentan una serie de estados físicos que definiremos a continuación:

**Polvo (Dust).**- Suspensión en el aire de partículas sólidas de tamaño pequeño procedentes de procesos físicos de disgregación. La gama de tamaños de partículas de polvo es amplia, si bien, éstos, fundamentalmente oscilan entre  $0,1$  y  $25 \mu$ .

Los polvos no floculan bajo fuerzas electrostáticas, no se difunden en el aire y sedimentan por la acción de la gravedad.

**Nieblas (Mist).**- Suspensión en el aire de pequeñas gotas de agua de líquido que se generan por condensación de un estado gaseoso o por la desintegración de un estado líquido por atomización, ebullición, etc. El margen de tamaño de partícula para estas gotitas líquidas es muy amplio. Va desde  $0,01$  a  $10 \mu$ , algunas incluso apreciables a simple vista.



**Bruma (Fog).**- Se definen así suspensiones en el aire de pequeñas gotas líquidas a simple vista, originadas por la condensación del estado gaseoso. Su margen de tamaño de partícula esta comprendido entre 2 y 60  $\mu$ . En muchas publicaciones esta se refiere con el de niebla.

**Humo (Smoke).**- Suspensión en el aire de partículas sólidas originadas en procesos de combustión incompleta. Su tamaño es generalmente inferior a 0,1  $\mu$ .

**Humo metálico (Fume).**- Suspensión en el aire de partículas sólidas metálicas generadas en un proceso de condensación del estado gaseoso, partiendo de la sublimación o volatilización de un metal; a menudo va acompañado de una reacción química generalmente de oxidación. Su tamaño similar al del humo. Estas partículas flocculan (unión de partículas pequeñas, formándose otras de tamaño mayor).

El término <<smog>> es aplicable a grandes cantidades atmosféricas, no es higiene industrial.

## **GAS**

Estado físico normal de una sustancia de 25° C y 760 mm de Hg de presión. Son fluidos amorfos que ocupan el espacio que los contiene y que pueden cambiar el estado físico únicamente por una combinación de presión y de temperatura.

Las partículas son de tamaño molecular y, por lo tanto, pueden moverse bien por transferencia de masa o por difusión o bien por influencia de la fuerza gravitacional entre las moléculas.

## **VAPOR**

Fase gaseosa de una sustancia ordinariamente sólida o líquida a 25° C y 760 mm de Hg de presión. El vapor puede pasar a sólido o líquido actuando bien sobre su presión o bien sobre su temperatura.

El tamaño de las partículas también en este caso es molecular y se puede aplicar todo lo dicho para gases.

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

### 1.3.- CLASIFICACIÓN DE LOS CONTAMINANTES QUÍMICOS POR SUS EFECTOS SOBRE EL ORGANISMO

Atendiendo a los efectos que se producen sobre el organismo, es decir, a su acción fisiopatológica, los contaminantes químicos se pueden clasificar en:

**Irritantes** .- Son aquellos compuestos químicos que producen una inflamación, debido a una acción química o física en las áreas anatómicas con las que entran en contacto, principalmente piel y mucosas del sistema respiratorio.

Por ser todas ellas sustancias muy reactivas, el factor que indica la gravedad del efecto es la concentración de la sustancia en el aire y no el tiempo de exposición.

Las sustancias irritantes, a su vez, se dividen en:

- a) Irritantes del tracto respiratorio superior. Son sustancias muy solubles en medios acuosos (ácidos, bases).
- b) Irritantes de tracto superior y tejido pulmonar. Son sustancias de solubilidad moderna en fluidos acuosos, produciendo, debido a lo cual actúan sobre todo el sistema respiratorio (halógenos, ozono, anhídridos de halógenos).
- c) Irritantes de tejido pulmonar. Está constituido este grupo, por sustancias insolubles en fluidos acuosos (dióxido de nitrógeno, fosgeno).

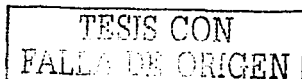
**Neumoconióticos**.- Son aquellas sustancias químicas sólidas, que se depositan en los pulmones y se acumulan, produciendo una neumopatía y degeneración fibrótica del tejido pulmonar.

Los polvos inertes si bien no producen esta degeneración del tejido pulmonar, ejercen una acción como consecuencia de la acumulación de grandes cantidades de polvo en los alvéolos pulmonares impidiendo la difusión del oxígeno a través de los mismos.

**Tóxicos sistemáticos**.- Se definen como tales los compuestos químicos que, independientemente de su vía de entrada, se distribuyen por todo el organismo produciendo efectos diversos, si bien ciertos compuestos presentan efectos específicos o selectivos sobre un órgano o sistema (hidrocarburos alogenados, derivados alquílicos de metales, insecticidas, metanol, plomo, hidrocarburos aromáticos, etc).

**Anestésicos y narcóticos**.- Son sustancias químicas que actúan como depresores del sistema nervioso central. Su acción depende de la cantidad de tóxico que llega al cerebro. Deben ser sustancias liposolubles (sustancias orgánicas, disolventes industriales).

**Cancerígenos**.- Son sustancias que pueden generar o potenciar el desarrollo de un crecimiento desordenado de células.



**Alérgicos.-** Son sustancias cuya acción se caracteriza por dos circunstancias. La primera es que no afectan a la totalidad de los individuos, ya que se requiere una predisposición fisiológica. La segunda es que sólo se presentan en individuos sensibilizados (resinas, monómeros, cromo, etc.).

**Asfixiantes.-** Son sustancias capaces de impedir la llegada de oxígeno a los tejidos.

Los asfixiantes se clasifican en simples y químicos:

- a) **Asfixiante simple.** Es cualquier contaminante químico que sin presentar ningún efecto específico, generalmente sustancias inertes, por el simple hecho de estar presente en el ambiente reduce la concentración de oxígeno en el aire (dióxido de carbono, gases nobles, nitrógeno, etc.).
- b) **Asfixiantes químicos.** Son sustancias que impiden la llegada del oxígeno a las células bloqueando alguno de los mecanismos del organismo. Se encuentran en este grupo sustancias muy diversas como monóxido de carbono, ácido cianhídrico, nitratos, nitritos, sulfuro de hidrógeno. Estas sustancias pueden actuar a nivel de la sangre, de las células o como en el caso del sulfuro de hidrógeno que actúan sobre el cerebro paralizando los músculos de la respiración.

**Productores de dermatosis .-** Son sustancias que independientemente que puedan ejercer otros efectos tóxicos sobre el organismo, en contacto con la piel originan cambios en la misma, a través de diferentes formas:

- irritación primaria.
- Sensibilización alérgica.
- Fotosensibilización.

**Efectos combinados.-** Hay contaminantes que desencadenan uno solo de estos efectos, otros en cambio engloban en su acción varios.

Otra circunstancia es la presencia de un mismo ambiente de contaminantes distintos a un mismo tiempo. Hay que distinguir tres casos:

- Efectos simples: Se presentan cuando los contaminantes actúan sobre órganos distintos.
- Efectos aditivos: Son los producidos por varios contaminantes actúan sobre un mismo órgano o sistema fisiológico.
- Efectos potenciadores: Son producidos cuando uno o varios productos multiplican la acción de otros. El efecto total sólo puede calcularse si se conoce la magnitud de los potenciadores.

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

#### 1.4.- VIAS DE ENTRADA DE LOS CONTAMINANTES QUÍMICOS EN EL ORGANISMO

Las principales formas de penetración de los contaminantes químicos en el organismo son:

**Vía respiratoria.-** Se entiende como tal el sistema formado por: nariz, boca, laringe, bronquios, bronquiolos y alvéolos pulmonares. Es la vía de entrada más importante para la mayoría de los contaminantes químicos, en el campo de la higiene industrial.

Cualquier sustancia suspendida en el ambiente puede ser inhalada, pero sólo las partículas que poseen un tamaño adecuado llegarán a los alvéolos.

También influirá su solubilidad en los fluidos del sistema respiratorio, en los que se deposita.

La cantidad total de un contaminante absorbida por vía respiratoria es función de la concentración del ambiente, del tiempo de exposición y de la ventilación pulmonar.

**Vía dérmica.-** Comprende toda la superficie que envuelve el cuerpo humano. Es la segunda vía en importancia de la higiene industrial.

No todas las sustancias pueden penetrar a través de la piel, ya que para algunas la piel es impermeable. De todas las que penetran a través de la piel, unas lo hacen directamente y otras vehiculizadas por otras sustancias.

La absorción después de la piel deben tener presente en higiene industrial, ya que su contribución a la intoxicación suele ser significativa y para algunas sustancias es incluso vía principal de penetración.

La temperatura y la sudoración puede influir en la absorción de tóxicos a través de la piel.

**Vía digestiva.-** Se entiende como tal el sistema formado por: boca, estomago, intestinos. Esta vía es de poca importancia en higiene industrial, salvo en operaciones del hábito de comer y beber en el puesto de trabajo.

Es necesario tener en cuenta los contaminantes que se puedan ingerir disueltos en las mucosas del sistema respiratorio que pasan al sistema digestivo, siendo luego absorbidas en éste.

**Vía parenteral.-** Se entiende como tal la penetración directa del contaminante en el organismo a través de una discontinuidad de la piel (herida, punción).

#### POLVO

El polvo se puede definir de diferentes formas, pero una definición bastante aceptada es hacerlo como <<toda partícula sólida den cualquier tamaño, naturaleza u origen, suspendida o capaz de mantenerse suspendida en el aire>>.

## CARACTERÍSTICAS

El término polvo incluye todos los sistemas de partículas sólidas esparcidas por un medio gaseoso. Estos sistemas se llaman dispersores y constan de la fase dispersa (partículas) y medio dispersante (aire). Cuando las partículas de fase dispersa presentan diversidad de tamaño se llaman aerosoles polidispersos y cuando las partículas son de tamaño similar monodispersos.

Cuando las partículas están suspendidas en el aire la mezcla recibe el nombre de aerosol y cuando las partículas se depositan y la proporción de la fase gaseosa es comparativamente pequeña, se llama aerogel.

Entre la cantidad de sustancia en masa compacta y la misma cantidad finamente dividida, existe una gran variación en algunas de sus propiedades físicas. fundamentalmente en las que dependen de fenómenos superficiales como la absorción y las cargas eléctricas. ello es debido a que, el aumento de disgregación de la materia, se aumenta grandemente la superficie de la sustancia.

Los aerosoles no son constantes en su composición, sino tanto su masa como su número de partículas por volumen de aerosol varía con el tiempo, como consecuencia de la sedimentación de grandes partículas por la fuerza de gravedad y el movimiento browniano y aglutinación de partículas pequeñas.

El movimiento browniano es una agitación desordenada de las partículas finas, producida por los choques moleculares de las mismas y resultante del movimiento de todas ellas es nula. Como consecuencia de este movimiento las partículas pueden chocar entre sí, aglutinándose, o contra las paredes, pegándose a ellas.

Hay otros factores que influyen en la coagulación de las partículas finas, como son la homogeneidad y el tamaño de éstas la termoforesis y las cargas eléctricas.

La coagulación es más rápida cuando mayor es el tamaño de las partículas

El efecto de termoforesis consiste en que cuando se pone en contacto un gas con una superficie (un cuerpo) y existe entre ellos una diferencia de temperatura, el movimiento browniano de las partículas de gas aumenta si el cuerpo está más caliente que el gas y el movimiento browniano disminuye su velocidad si el cuerpo está más frío. En los aerosoles este fenómeno tiene un efecto de alejamiento de las partículas de la superficie, cuando está más caliente y de acercamiento a la superficie del cuerpo está más frío.

Las partículas frecuentemente se cargan eléctricamente debido a rozos y fricciones. este fenómeno influye en la coagulación ya que cuando las partículas están cargadas con cargas de igual signo se repelen y dificultan la coagulación.



por lo contrario, cuando las cargas de las partículas son de distinto signo, sí que favorece la concentración y coagulación de las partículas.

El polvo fino tiende, con el paso del tiempo, a rodearse de una capa de aire absorbido, originando una presión parcial superior a la atmosférica que va disminuyéndose con la distancia a la partícula; por esta razón las partículas de polvo después de un tiempo tienden ya a aglutinarse.

### COMPORTAMIENTO DINÁMICO DE LAS PARTÍCULAS SUSPENDIDAS EN EL AIRE

Para que las partícula suspendida de un fluido se mueva a través de él se requiere la existencia de una diferencia de densidad entre la partícula y el fluido

Sobre la partícula que se mueve en un fluido actúan la fuerza de la gravedad, la fuerza de flotación y la fuerza rozamiento que se opone al movimiento.

Experimentalmente la resistencia que se opone al movimiento de un cuerpo en un fluido es proporcional al cuadrado de la velocidad, por lo tanto, llegará un momento en que la fuerza de rozamiento se haga igual a la fuerza de gravedad, un momento, la velocidad de caída no aumentará y se mantendrá constante. Por lo tanto, la velocidad de una partícula en un fluido viscoso no puede aumentar indefinitivamente, sino que llega un momento en que alcanza una velocidad máxima llamada velocidad máxima de caída.

La velocidad máxima de caída se alcanza cuando la velocidad máxima debida a la aceleración de la velocidad se equilibra con la fuerza de rozamiento.

Si calculamos el peso y tamaño de las partículas que se mueven dentro de un régimen laminar y, por lo tanto, su velocidad límite de caída es menor que la velocidad de las corrientes de aire aleatorias del local, vemos que todas las partículas del interés higiénico se mueven dentro de un régimen laminar y su velocidad será imperceptible respecto a las condiciones del local (ver tabla 2.1).

TABLA 1.1

Peso específico	Tamaño máximo régimen laminar
1	100
2	80
3	70
4	60
5	50

Por tanto en un campo de fuerzas gravitacionales, el polvo fino no tiene prácticamente movimiento independiente del aire en el cual está suspendido.

Inicialmente se consideran inertes o sedimentables las partículas de mas de 50 micras y polvo fino las partículas con tamaño máximo de 10 a 20 micras.

## CLASIFICACIÓN

El polvo en el campo de los contaminantes químicos industriales ocupan un lugar destacado, debido a los efectos que pueden tener de la salud de los operarios.

Los riesgos que pueden originar varían desde enfermedades como neumoconiosis hasta la simple incomodidad en el puesto de trabajo.

El polvo industrial se puede clasificar en función de:

- a) Su tamaño.
- b) Su forma.
- c) Su composición.
- d) Sus efectos.

Por su tamaño se clasifican en:

- **Sedimentables:** Debido a su peso se deposita rápidamente. Con tamaño entre 10 a 15 micras
- **Inhalable:** Pueden penetrar en el sistema respiratorio. Con tamaño menor a 10 micras.
- **Respirable:** Pueden penetrar en los pulmones. Con tamaño inferior a 5 micras.
- **Visible:** Distinguible a simple vista, mayor a 40 micras.

Por su forma se clasifican en:

- **Polvo propiamente dicho:** Partículas sólidas en suspensión, que no sean fibras
- **Fibras:** Se llaman fibras a las partículas mayores de 5 micras de longitud, con diámetro de sección transversal menor de 3 micras y una relación longitud-anchura mayor de 3.  
La definición de fibra en algunos países no tiene el límite en cuanto al diámetro de la misma.

Por su composición se clasifica:

- **Animal:** Pluma, pelo, cuero, hueso.
- **Vegetal:** Polen cereales, paja, tabaco, cáñamo.
- **Mineral:** Metales, asbesto, etc.

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

Por sus efectos se clasifica:

- **Polvo pneumoconiótico:** Producen alteraciones irreversibles en el pulmón, denominadas pneumoconiosis por ejemplo el polvo con más de 1 por 100 de sílice libre cristalina que origina silicosis.
- **Polvo tóxico:** Tiene una acción tóxica primaria en el organismo, por ejemplo, óxido de plomo, que produce saturnismo.
- **Polvo cancerígeno:** Es todo polvo que puede producir o inducir un tumor maligno en el hombre y someterlo a una determinada dosis. Asbestos, ácido crómico y cromatos, arsénico, cadmio, níquel, berilio.
- **Polvo inerte:** No produce alteraciones fisiológicas. Su efecto más importante es la producción de molestias en el trabajo y con frecuencia origina afecciones respiratorias benignas

### **Retención y aclaración de partículas en la respiración**

El camino que han recorrido las partículas de polvo está constituido por nariz, árbol tráqueo-bronquial y alvéolos pulmonares.

**Nariz.-** Constituye un filtro en el cual el aire es calentado humedecido y parcialmente desprovisto de partículas. La retención tiene por lugar el impacto con las paredes nasales y por sedimentación. Si las partículas se han depositado en la zona anterior, son eliminadas con estornudos y si se han eliminado en la parte posterior ciliada pueden ser extraídas al exterior o llevadas a la faringe.

**Faringe y laringe.-** Las partículas rotundas en la cavidad bucal, garganta, faringe y laringe, pueden ser eliminadas al escupir por vía esofágica

**Árbol tráqueo-bronquial.-** En este tramo las partículas pueden ser retenidas por impacto contra las paredes o simplemente por sedimentación, debido a la pérdida de velocidad del aire. Las partículas retenidas pueden ser impulsadas al exterior por los cilios que posee este aparato.

**Región alveolar.-** Las partículas que han alcanzado la región alveolar, se depositan en las paredes, tanto por difusión como por sedimentación. El mecanismo de expulsión es muy lento y sólo parcialmente conocido. La mayor parte de dichas partículas son retenidas en las paredes alveolares.

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

## FIBRAS

### CONCEPTO DE FIBRA

De forma general, puede entenderse como aquellos cuerpos filamentosos o hirculares que poseen unas determinadas características, dadas por su relación de su diámetro y su longitud. ASTM (American Society for Testing Materials) clasifica como fibra todos aquellos cuerpos cuya sección transversal es menor de  $0.05 \text{ mm}^2$ . su diámetro es menor de 0,25 mm y su relación longitud/diámetro es mayor que 10/1.

Dentro del campo de higiene industrial se considera fibra toda aquella partícula que sea mayor de 5 micras de longitud, con un diámetro de sección transversal menor de 5 micras y una relación de longitud/diámetro mayor de 3.

La <<respirabilidad>> de las fibras, y por lo consiguiente, su acción nociva, está en función de su diámetro aerodinámico. En general se acepta como fibra respirable aquella que tiene un diámetro inferior a 3 micras (algunos autores estipulan 3.5 micras) ya que son fibras de este tamaño las que pueden llegar a las regiones alveolares y desde allí depositarse en el tejido pulmonar. POTT (1978), determina que el máximo factor de riesgo para la salud en especial referido al desarrollo de fibrosis y mesoteliomas, se da cuando las fibras inhaladas

posee un diámetro comprendido entre 0,125 y 0,250 micras y su longitud aproximada de 20 micras. Otros estudios atribuyen la máxima peligrosidad a las fibras que poseen un diámetro inferior a 1,5 micras.

En la actualidad la utilización industrial de las fibras abarcan muchos sectores, sus propiedades tanto físicas como químicas hacen que este tipo de materiales, posean unas características que en general las hacen muy útiles para determinados usos industriales.

Una clasificación bastante completa, aunque no exhaustiva, tabla 2.2, donde se diferencian en general, dos tipos de fibras: las naturales y las artificiales. Las fibras naturales fueron las primeras en utilizarse industrialmente, en especial las de naturaleza mineral. Posteriormente, y al transcurrir el tiempo se ha ido descubriendo el alto riesgo para la salud que entrañaban dichas fibras, lo que ha dado paso a la proliferación de fibras sustitutivas, la mayoría de ellas artificiales, tanto de origen sintético como natural.

## TABLA 1.2

### FIBRAS

#### NATURALES:

MINERALES: amianto, zeolitas fibrosas, arcillas fibrosas.

#### ORGANICAS:

- Vegetales: Algodón, lino, cáñamo, yute, ramio, sisal.
- Animal: Seda, lana, pelo.

#### ARTIFICIALES:

##### DE ORIGEN NATURAL.

- Orgánicas: Rayón de viscosa, éster celulósico, proteínas.
- Inorgánicas:

- Fibras: Vidrio, cerámica, roca.
- Lanas: Roca, vidrio.

##### DE ORIGEN SINTETICO:

Orgánicas: Poliamidas, poliésteres, derivados polivinilos, polipropilenos, polimetanos, politetrafluoroetilenos, poliolefinas.

Inorgánicos: Carbón, grafito.

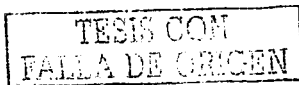
### DISOLVENTES

Los disolventes son una serie de sustancias, generalmente orgánicas, que se utilizan para desengrasar, pinturas, barnices y la disolución de sustancias orgánicas.

Su capacidad de evaporación hacen que estas sustancias se encuentren siempre en el ambiente donde se utilizan.

Debido al gran número de sustancias disolventes existentes, se estudiarán mas detenidamente.

Los disolventes, según la más amplia acepción de la palabra, es el componente mayoritario de una disolución. Un disolvente puede ser sólido, líquido o gaseoso, aunque normalmente se sobreentiende por tales los líquidos en condiciones normales.



Los disolventes líquidos se pueden dividir en disolventes orgánicos y disolventes acuosos. Si bien en higiene se consideran como principalmente los orgánicos.

### **DISOLVENTES ORGÁNICOS**

Los disolventes orgánicos son los que comúnmente se designan como disolventes, están formados por de una o más sustancias orgánicas en estado líquido, empleadas para disolver otras sustancias generalmente poco polares.

Sus principales características son:

- a) líquidos volátiles con una presión de vapor elevada. la cual facilita su paso al ambiente en forma de vapor.
- b) Suelen ser mezcla de varios compuestos líquidos, cuyo número se eleva generalmente cuando intervienen destilados de petróleo. Muy raramente el disolvente es una sustancia única.
- c) Son sustancias poco polares. por lo que no suelen ser solubles en agua.
- d) Suelen ser combustibles. por lo pueden dar a mezclas de vapor inflamables.

Los componentes, tanto como sus proporciones, son muy variables en los disolventes. lo que hacen necesario proceder a un análisis del producto para conocer su verdadera composición.

Los disolventes orgánicos se obtienen de diversas fuentes, siendo principalmente los productos de destilación del petróleo de donde obtienen parafinas, hidrocarburos cíclicos y aromáticos; la destilación por arrastre de vapor de la trementina; productos obtenidos por procesos químicos a partir de productos petrolíferos con hidrocarburos clorados. Debido a la gran cantidad de sustancias que se obtienen en estos procesos y que se utilizan como disolventes. los clasificaremos como familias de los compuestos químicos (tabla 1.3).

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

**TABLA 1.3**  
**FAMILIARES DE LOS COMPONENTES ORGÁNICOS**

Familia	Ejemplos.
Hidrocarburos alifáticos	Hexano, gasolina, etc.
Hidrocarburos cíclicos	Ciclohexano, tolueno, etc.
Hidrocarburos aromáticos	Tetraclorometano, tricloro, trifluoretano, etc.
Hidrocarburos nitrados	Nitroetano, etc.
Alcoholes	Metanol, etanol, etc.
Glicoles	Etilenglicol, etc.
Esteres	Acetato de etilo, acetato de amilo, etc.
Éteres	Éter etílico, éter isopropílico, etc.
Cetonas	Metil etil cetona, acetona, etc.
Aldehidos	Acetaldehído

**TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN**

## **DISOLVENTES ACUOSOS**

Los disolventes acuosos están compuestos por agua que actúa como disolvente propiamente dicho y otras sustancias de acción más específica que facilitan el paso de los solutos al agua. Estos disolventes se emplean para disolver sustancias polares, generalmente sustancias inorgánicas.

Sus características físicas son las del agua y las químicas dependen de sustancias añadidas.

De acuerdo con las sustancias añadida, estos disolventes pueden ser: ácidos, alcalinos, salinos, oxidantes, reductores, tensoactivos, desinfectantes.

Las principales aplicaciones son : operaciones de limpieza de instalaciones industriales; operaciones de lavado; industria minera.

Los riesgos higiénicos de los disolventes acuosos son función de la temperatura de trabajo y de las sustancias químicas añadidas y pueden ocurrir por contacto directo, por las nieblas que pueden formarse y por los vapores de ciertos componentes volátiles

El riesgo por contacto directo, suelen presentarse en la preparación de las soluciones y en los trabajos manuales. El riesgo por las nieblas se pueden presentar cuando hay agitación o temperatura elevada. El riesgo por vapores se puede presentar con ciertas sustancias que los desprenden como cianuros, amoniacos, etc.

En general, los disolventes acuosos originan irritaciones en el sistema respiratorio.

## **SELECCIÓN ADECUADA DE UN DISOLVENTE**

- a) Siempre que el proceso lo permita, utilizar un disolvente acuoso.
- b) Entre los disolventes orgánicos, utilizar los productos tóxicos, como pueden ser 1.1.1. Tricloroetano, hidrocarburos fluorados o hidrocarburos alifáticos con ventilación adecuada.
- c) Siempre que se deben usar productos de toxicidad media como tricloroetano o tolueno, utilizar extracción localizada.
- d) No utilizar nunca aquellos productos cuyo uso como disolventes está prohibido, como benceno y tetracloruro de carbono.



## 1.5.-TOXICOLOGÍA DE LOS CONTAMINANTES QUÍMICOS

Tóxico es cualquier sustancia que, introducida en el cuerpo o que aplicada en él en una cierta cantidad, le ocasiona la muerte o graves trastornos. Este concepto es sinónimo de veneno, si bien el código penal español matiza el significado de este al considerar voluntariamente en el uso.

### PROCEDENCIA

Los tóxicos pueden ser producidos por el organismo o proceder del exterior, denominándose <<endógenos o exógenos>>, respectivamente.

Los tóxicos exógenos, según su procedencia se pueden clasificar en:

- Tóxicos animales, por ejemplo, venenos de aspid.
- Tóxicos vegetales, por ejemplo, hongo <<Amanita>>.
- Tóxicos químicos, generalmente fabricados por el hombre.

Aunque en la mayoría de las definiciones se habla de sustancias, en la actualidad se estudia también los tóxicos de carácter físico que suelen ser formas de energía, como por ejemplo, rayos roentgen, ultravioletas, etc.

### TOXICIDAD

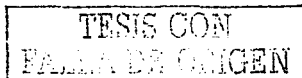
En 1857, CLAUDE BERNARD dijo: <<Toda sustancia introducida en el organismo y extraña a la constitución química de la sangre es un fármaco o bien un veneno>>.

Con ello quería manifestar que la toxicidad o nocividad del tóxico no sólo dependía de la naturaleza de éste, sino también de su cantidad o dosis. Existen infinidad de ejemplos de sustancias que, en pequeñas dosis, son necesarias o beneficiosas para la salud y que ingeridas en cantidades superiores a un límite pueden dañar al organismo. Una de las misiones de la toxicología será establecer la frontera en la que una sustancia comienza a tener efectos deletéreos.

### TOXICOLOGÍA

La toxicología es la ciencia que estudia todo aquello relativo al origen, naturaleza, propiedades, identificación, mecanismos de actuación y calidad de cualquier sustancia tóxica. Como toda ciencia multidisciplinar, compromete a otras, fundamentalmente a la medicina, a la farmacología y a la química.

La toxicología tiene unos orígenes remotos, ya que el hombre desde la prehistoria ha estado interesado en la aplicación de venenos. La noticia histórica más antigua data del siglo XVII a. C. en el papiro de EBERS.



Uno de los motivos que impulsó el desarrollo de la toxicología, fue la necesidad de disponer de personas con el suficiente conocimiento para poder determinar la existencia, o no, de envejecimiento, en casos que un juez lo dispusiera. Esto fue el comienzo de la toxicología judicial.

Posteriormente el desarrollo industrial ha puesto en contacto al hombre con infinidad de nuevas sustancias, que no en pocos casos resultaban nocivas para su organismo.

Este hecho motivó el desarrollo de la toxicología social, en cuyo ámbito se encuadraría la toxicología industrial.

### **TOXICOLOGÍA INDUSTRIAL**

Toxicología Industrial es la parte de la toxicología dedicada al estudio de las intoxicaciones, producidas por compuestos químicos utilizados en la industria y que suelen penetrar en el hombre como consecuencia de sus manipulaciones y usos.

Su campo de acción son las intoxicaciones de origen laboral y de su mecanismo de acción en el organismo. Según OLSHIFSKI es <<la parte de toxicología dedicada al efecto de estudio de efectos toxicológicos producidos en los individuos, que han estado expuestos a sustancias tóxicas en el curso de su actividad laboral>>.

Para el desarrollo de esta materia y conocimiento de los efectos adversos que los contaminantes químicos producen sobre los trabajadores, se utilizan tres procedimientos: La experimentación animal con extrapolación al hombre, la epidemiología y la analogía química.

Las características de la toxicología industrial y que interesan en higiene son:

- Los tóxicos son fundamentalmente químicos (se pueden considerar también formas de energía).
- La cantidad de tóxico son pequeñas pero reiterativas. (no nos referimos a casos de ingestiones o inhalaciones accidentales).
- La naturaleza del tóxico puede ser conocida o estudiada con antelación, ya que se conocen o se deben de conocer, los productos que existen en una industria y en las posibles interacciones entre éstos. Generalmente, nos encontramos con varios tóxicos a la vez.
- La vía más importante de entrada es la respiratoria, aunque no hay que descartar la digestiva ni mucho menos como después veremos la cutánea.

## TIPO DE INTOXICACIONES

El efecto producido por un tóxico en un organismo no es sólo función de la dosis que recibe, sino también de la forma y del tiempo que tarda en administrarse esa dosis. Hay tres tipos de intoxicaciones según velocidad de penetración en el organismo: aguda, subaguda y crónica:

- **Intoxicación aguda** .- da lugar a una alteración grave como un corto periodo de exposición. Se caracteriza por un tiempo de exposición muy corto a una concentración generalmente elevada y por una rápida absorción del tóxico por el organismo.
- **Intoxicación subaguda** .- Se diferencia de la anterior básicamente por el efecto producido, que es el menor.
- **Intoxicación crónica** .- Se produce por exposición repetida a pequeñas dosis del tóxico. Se caracteriza por concentraciones del contaminante pequeñas y largos periodos de exposición; en laboratorio puede ser toda la vida del animal y en el trabajo toda la vida laboral del trabajador.

En la intoxicación crónica, los mecanismos principales que originan el desarrollo del efecto son la acumulación del tóxico en ciertas partes del organismo es capaz de eliminar.

## VIAS DE ENTRADA

La piel esta considerada como un verdadero órgano, y como tal, tiene funciones específicas una de ellas es el de producir compuestos que anulen la acción de agresivos químicos y microbianos.

En las aberturas naturales del cuerpo, la piel cambia de aspecto y recibe el nombre de mucosa. La propia piel y las mencionadas aberturas, serán los caminos de entrada del agresivo.

Como ya hemos mencionado, los tóxicos industriales tienen cuatro vías fundamentales de entrada.

- Piel.
- Nariz —sistema respiratorio- (sistema digestivo).
- Boca (sistema digestivo).
- Parenteral (lesión de la piel)

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

## PENETRACIÓN POR LA PIEL

Como sabemos la piel se compone de dos partes, epidermis y dermis. La primera, de tejido epitelial estratificada, situación en la superficie, y la dermis, de naturaleza conjuntiva y situación profunda.

En la dermis existen papilas que son vasculares, se encuentra y poseen vasos sanguíneos destinados a nutrir la piel.

Protegiendo esta capa vascularizada se encuentran dos zonas correspondientes a la epidermis:

- La interna o cuerpo mucoso de malpigio, posee vitalidad y sus células se dividen continuamente, originando las células de la capa externa.
- La externa que esta en contacto con el medio ambiente, se llama también capa córnea en razón a que las células se queratinizan muriendo y cayendo poco a poco en forma de escamas. En zonas de mucosa no se presenta esta capa córnea.

En la piel se distinguen tres clases de órganos: pelos, glándulas y corpúsculos sensitivos. Las glándulas pueden ser sebáceas, sudoríparas y mamarias. Las glándulas sebáceas impregnarán la piel de grasa formando una película lipídica, que proporcionara flexibilidad y protección. Las glándulas sudoríparas, segregarán sudor, en función excretora y refrigerante.

Un tóxico frente a la piel, puede actuar de la siguiente forma:

1.- Reacción directa: Por ejemplo productos cáusticos. Teniendo la composición química de la piel, en que el 70 por 100 de agua y la naturaleza altamente hidrófila de los productos cáusticos: ácidos, bases, etc. la acción de éstos se localiza lesionado en forma de quemadura y proporcionando la entrada de otros tóxicos.

2 - Penetración por medio de lesión mecánica, disolución en algunos de los medios líquidos superficiales, filtración por poros, canales, etc

La lesión mecánica por medio de ulceración, suministra una vía de entrada eficaz para poner en contacto el tóxico con la corriente sanguínea (vía parental).

La segregación de las glándulas proporciona una película superficial que es una emulsión de lípidos y agua, conteniendo ácidos y sales disueltos. La reactividad del tóxico con las proteínas de la piel, también influye en la capacidad de absorción cutánea.

Los metales y sus combinaciones tienen la dificultad para penetrar por la piel, ya que esta actúa como barrera eficaz, exceptuando compuestos de talio y derivados alquímicos del plomo.

El paso de los tóxicos, disueltos en la emulsión lipídico-acuosa desde la superficie de la piel a la dermis, donde existen vasos sanguíneos y linfáticos, se pueden llevar a cabo atravesando la capa córnea, o utilizando los pequeños orificios de salida de las glándulas sebáceas, sudoríparas exteriores y los folículos pilosos, que son invaginaciones tubulares.

La constitución de la capa córnea dificulta el paso por difusión de los tóxicos hidrosolubles, no ocurre lo mismo con los liposolubles. La naturaleza lipofílica de las membranas semipermeables de las células, explica lo anterior.

Esta cualidad se entiende, ya que están constituidas por una capa de grasa de fosfolípidos, contenida en dos capas paralelas de naturaleza proteica.

Hay que considerar que el álcalis, ácidos fuertes, detergentes, y disolventes, aparte de los efectos señalados anteriormente, destruyendo las proteínas que forman la membrana celular, así como las fibras de queratina. Se comprende que esta situación, modifica la capacidad de protección de la piel.

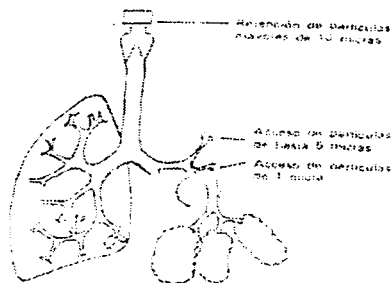
### **PENETRACIÓN POR VÍA RESPIRATORIA.**

Es con mucho, la vía más importante en la toxicología industrial. Al ser necesaria la inhalación del aire para el funcionamiento normal del organismo, el contaminante que acompaña penetra fácilmente, posibilitando el contacto del tóxico con las zonas muy vascularizadas, o incluso, donde se van a realizar los intercambios sangre-aire, los alvéolos pulmonares. El sistema respiratorio se inicia en las vías respiratorias superiores, que están constituidas por nariz, faringe y laringe.

El aire sufre en estas zonas un calentamiento, humidificación y una purificación inicial por medio de los pelos de la nariz y la secreción mucosa. La riqueza de las estructuras linfáticas de la zona, órganos de eliminación de residuos de nuestro organismo, hace de esta zona una inicial contra los elementos nocivos. Al respirar por la boca no funciona el sistema de depuración descrito.

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

La tráquea, que desciende por delante del esófago hasta la mitad del pecho, está tapizada de epitelio vibrátil, formando las células ciliadas que poseen un movimiento rítmico y son capaces de eliminar las sustancias nocivas que son, previamente, envueltas con moco procedente de glándulas, que también están situadas en esta zona (fig 1-1).



**Figura 1-1 Retención de partículas**

La tráquea se ramifica primero en dos bronquios y sucesivamente en bronquios secundarios, formando un verdadero árbol. Los últimos bronquios se ramifican a su vez arborescentemente en los llamados bronquios, tubos delgados como cabellos, cuyos extremos se inflan a manera de vejigas y constituyen a los alvéolos pulmonares. La superficie interior de estos, presenta numerosas celdillas llamadas vesículas pulmonares.

Los movimientos ventilatorios, inspiración y espiración tienen una frecuencia variable. Al nacer respiramos 44 veces por minuto pero al llegar a edad adulta el hombre efectúa normalmente 16 inspiraciones y mientras que la mujer 18 inspiraciones.

La inspiración es fenómeno activo, realizamos a la contracción de los músculos inspiradores a saber: el diafragma y los músculos costales. La espiración, es en cambio, pasiva y se realiza por fuerzas electrostáticas. En la respiración normalmente tomamos y expelemos, alternativamente, medio litro de aire. El hecho que este pequeño volumen de aire el inspirado, se mezcla con gran volumen de vaciado que nos queda en el aparato respiratorio, después de cada espiración, tres litros, tiene como misión evitar que el aire libre se ponga en contacto directo con el delicado endotelio de los alvéolos pulmonares al cual podría dañar tanto por su sequedad como por su frialdad.

Para prevenir de una manera más perfecta semejante contingencia, el aire inspirado pasa en primer lugar por las fosas nasales, cuya mucosa, la membrana pituitaria, está muy vascularizada y con las glándulas, a fin de caldear el aire y dotarlo de humedad. Al mismo tiempo, las fosas nasales retienen en el moco las partículas pulverizadas suspendidas en la atmósfera.

Los contaminantes sólidos, polvo y fibras, suspendidos en el aire inspirado, pueden ser eliminado mediante los mecanismos de la limpieza de que dispone el propio sistema respiratorio, así como los fenómenos físicos, tales como la inercia, la sedimentación la difusión browniana y las fuerzas electrostáticas. En ciertos casos, estos mecanismos contribuyen a introducir el tóxico en el sistema digestivo por deglución.

El tamaño y la densidad de partículas será fundamentalmente, ya que la posibilidad de que la partícula de polvo llegue a la zona alveolar, disminuye con el tamaño.

El 95 por 100 del polvo encontrado en el pulmón es de  $< 2 \mu$ .

El 99,8 por 100 polvo encontrado en el pulmón es de  $< 5 \mu$ .

El 99,99 por 100 del polvo encontrado en el pulmón es  $< 10 \mu$ .

En el tracto superior, las partículas de suficiente tamaño como para estar afectadas por la gravedad se depositan por el choque.

## 1.6.- METODOLOGÍA PARA MUESTREO DE AGENTES QUÍMICOS

### INTRODUCCIÓN

La prevención de los riesgos a la salud provocados por la exposición a Agentes Químicos requiere de la aplicación de la metodología de higiene industrial, que de acuerdo a su definición es la siguiente:

- Reconocimiento de los riesgos de salud
- Evaluación de los factores ambientales y niveles de exposición a dichos riesgos y,
- Control para eliminar o minimizar los riesgos detectados.

Uno de los pasos más importantes de la metodología es la evaluación de los riesgos a la salud ya que de los resultados que se obtengan de la misma, dependerán las acciones de control que se generen para minimizar los riesgos.

Si los resultados obtenidos en la evaluación son mas elevados que los valores reales, se puede correr el riesgo de implementar sistemas de control innecesarios cuyo costo es por lo general muy elevado, por otro lado, si los resultados obtenidos se encuentran por debajo de los reales, corremos el riesgo de exponer a los trabajadores a sufrir las consecuencias de una enfermedad de trabajo; por lo que es importante utilizar la metodología adecuada en la evaluación para obtener información representativa de la exposición.

Uno de los retos más importantes que se nos presenta es la evaluación de agentes químicos, ya que en la actualidad en nuestro país se encuentran reglamentados aproximadamente 600 sustancias de amplio uso industrial, en la NORMA-10-STPS.

Al evaluar el riesgo a una sustancia, es necesario no solo conocer su toxicidad, sino también sus propiedades físicas y químicas, la manera y la cantidad en que se encuentren presentes en el ambiente de trabajo, saber para que su aplicación y si estos son factores que determinan que cantidad del compuesto ingresa al cuerpo, por qué ruta, qué tan frecuentemente y con qué duración.



## 1.7.- RECONOCIMIENTO

El primer paso es el reconocimiento de las áreas problema potenciales en el ambiente de trabajo, debemos familiarizarnos con la operación particular de la planta y conocer los procesos y equipos.

Se deben obtener y estudiar detenidamente los diagramas de flujo de los procesos.

El estudio preliminar debe incluir materiales tóxicos que se están utilizando, la forma de utilizarlos, el número de trabajadores y su potencial de exposición y las medidas de control que se están utilizando.

Además se debe obtener la información desarrollada en estudios previos, ésta se puede obtener en auditorías de Higiene industrial, discusión con los trabajadores, Departamento Médico y personal de supervisión.

No importa la extensión de la información obtenida en este estudio preliminar, para definir los riesgos presentes en las áreas de trabajo.

Estudio preliminar:

Sirve para establecer el alcance del trabajo que se requiere y para registrar y documentar los aspectos importantes del ambiente de trabajo de la planta. En el estudio preliminar se debe hacer una revisión cuidadosa de:

- a) Materias primas, productos y subproductos.
- b) Fuentes de contaminación.
- c) Tipos de agentes presentes.
- d) Personal potencialmente expuestos.
- e) Medidas de control actual en uso.
- f) Quejas de los trabajadores ó síntomas.

## AMBIENTE LABORAL

El ambiente lo forma la empresa o el centro de trabajo, las condiciones atmosféricas de presión, y de contaminación; el clima, la frecuencia y orientación de los vientos y todo el conjunto de los elementos naturales de la región donde se labora. El ambiente deberá cumplir preceptos de carácter colectivo que a la postre se traducen en beneficio de los trabajadores que laboran en las condiciones intrínsecas que lo caracterizan. Refiriéndonos exclusivamente a la empresa o locales de trabajo, deberá tomarse en cuenta el color de las paredes, la naturaleza del suelo, el tipo de iluminación, la ausencia o presencia de seres vivos, las protecciones a las partes peligrosas de la maquinaria, etcétera, son factores que cada centro de trabajo debe satisfacer, de acuerdo con la naturaleza de las labores que desarrolla.



## **MATERIAS PRIMAS, PRODUCTOS Y SUBPRODUCTOS**

La variedad de los materiales utilizados en el área de trabajo incluyen todas las materias primas, productos y subproductos. Depende del proceso, la exposición de cualquier de estas sustancias puede ser importante.

Para empezar se debe obtener un listado de todas las sustancias que se manejan en el área o proceso bajo estudio. El acopio de esta información puede ser de tarea difícil, por lo que se debe recurrir a departamentos como el de compras, técnico y producción para obtenerla.

Una vez que se tiene una lista de materiales utilizados en las áreas de trabajo, es necesario obtener información toxicológica de cada una de ellas. Esta información debe ser lo más reciente disponible y se obtiene de textos y revistas especializadas.

## **FUENTES DE CONTAMINACIÓN**

Por medio de la observación visual en las áreas de trabajo, se pueden detectar muchas operaciones potencialmente riesgosas.

Por ejemplo es posible detectar muchas fuentes polvosas ó bien con el sentido del olfato podemos detectar la presencia de muchos fases o vapores, sin embargo el umbral del olor (concentración mínima a la que puede ser detectada por el olfato) de muchas sustancias, es mayor que las concentraciones máximas permisibles.

Por ejemplo si percibimos ligeramente el olor del tetracloruro de carbono, quiere decir que se encuentra a un nivel de concentración por arriba de los límites máximos permisibles para una exposición continua. Es importante hacer notar que algunos gases y vapores como el ácido sulfhídrico y el tetracloruro de carbono pueden producir fatiga olfatoria, en especial si se encuentran presentes en altas concentraciones. Por lo tanto, la concentración de algunos gases y vapores pueden exceder la concentración máxima permisible sin ser detectados por el olfato.

## **TIPO DE AGENTES PRESENTES**

Es el recorrido preliminar se debe establecer el tipo de agentes químicos y definir las diferentes áreas de trabajo donde se encuentran presentes considerando el estado físico en el que se encuentran, por ejemplo: Polvos, humos, vapores orgánicos, neblinas ácidas, etc.



### **PERSONAL POTENCIALMENTE EXPUESTO**

En el estudio preliminar es necesario analizar los métodos y procedimientos de trabajo de los puestos de trabajo que por sus actividades, puedan estar potencialmente expuestos a agentes físicos y químicos. Lo anterior nos servirá para definir en espacio y tiempo la exposición potencial de las personas que ocupan cada puesto de trabajo.

Esta información se obtiene tanto por observación directa de las operaciones de trabajo como preguntas directas al trabajador, así como a su supervisor.

Durante este paso debemos contestar las siguientes preguntas:

- ¿ Qué es lo que hace ?
- ¿ Como lo hace ?
- ¿ Con que fin lo hace ?
- ¿ Cuando lo hace ?
- ¿ Donde lo hace ?

### **MEDIDAS DE CONTROL EN USO**

Un estudio no estará completo si no se consideran las medidas de control en uso y una evaluación subjetiva de su efectividad.

Las medidas de control se deben considerar incluyen: Sistemas de ventilación (extractiva y por dilución), técnicas de aislamiento, enclaustramiento y medidas de protección personal. Como guía para evaluar las medidas de control en uso, se pueden observar la presencia o polvos en el suelo y techos, hoyos en los ductos, ventiladores fuera de operación, o la manera en el personal utiliza su equipo de protección personal etc

### **QUEJAS DE LOS TRABAJADORES O SÍNTOMAS**

En un estudio preliminar se deben considerar las quejas o síntomas de los trabajadores que sean atribuibles a una exposición significativa a algún agente físico o químico. Esta información se puede obtener del departamento Médico, con el cual el higienista industrial debe de guardar una relación estrecha.

Es conveniente que con la información obtenida en el estudio preliminar se elabore un reporte, ya que de esta información se derivarán los programas de higiene industrial y también esta información es útil para la evaluación de las condiciones ambientales

## 1.8.- EVALUACION

Una vez que se ha concluido el estudio preliminar en el cual debimos haber establecidos los riesgos potenciales de exposición en la planta, los puestos de mayor potencial de exposición, la naturaleza y frecuencia de la exposición, etc. Es necesario pasar a la evaluación de los riesgos identificados como prioritarios.

Es esencial que en la evaluación tenemos muestras representativas de la exposición del trabajador o de la condición ambiental que vamos a evaluar.

Para que el estudio de evaluación sea representativo, el higienista industrial debe ser capaz de decir:

- a) Dónde muestrear
- b) A quién muestrear
- c) Duración del muestreo
- d) Número de muestras
- e) Periodo de muestreo (1er turno, 2° turno, verano, invierno, etc)

### **DONDE MUESTREAR**

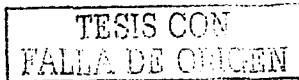
La selección del sitio de muestreo depende de la información que se necesita.

Cuando el objetivo del muestreo es evaluar la exposición del trabajador y determinar su exposición diaria promedio ponderada por el tiempo, es necesario tomar muestras lo más cercano posible a su zona respiratoria que sean representativas de donde está inhalando el trabajador, así como muestras del área adyacente a su lugar de trabajo.

Por otro lado si el objetivo del muestreo es obtener información para el control, se tomarán muestras del área que sean representativas de la exposición del o los trabajadores.

Por lo tanto existen dos tipos básicos de muestreo:

1. *Muestreo personal:* Donde el instrumento de muestreo se coloca directamente al trabajador y es usado por este únicamente durante todas las operaciones de trabajo-descanso de la jornada de trabajo y sirve para determinar precisamente la exposición promedio ponderada por el tiempo del trabajador.
2. *Muestreo de área:* Donde el instrumento de muestreo se coloca en un lugar fijo del área de trabajo, el cual sirve para complementar la información de la exposición personal, definir el riesgo potencial ó bien obtener información para fines de control.



## **A QUIÉN MUESTREAR**

En una situación ideal, cada trabajador o puesto de trabajo potencialmente expuestos debería de ser muestreado individualmente. Sin embargo para ser un uso más eficiente de los recursos del muestreo, se debe muestrear al trabajador o puestos de trabajo con el máximo riesgo de exposición.

Para seleccionar al trabajador o puesto de trabajo o puesto de trabajo con máximo riesgo de exposición, se debe hacer uso de la información obtenida en el estudio preliminar.

El análisis de esta información nos conducirá a obtener un juicio válido para establecer los puestos de trabajo o trabajadores con máximo riesgo de exposición.

## **DURACIÓN DEL MUESTREO.**

En el muestreo debemos obtener una cantidad de muestra lo suficientemente grande para ser analizada en el laboratorio. Por lo tanto la duración de muestreo y el volumen de aire muestreado depende de:

- La sensibilidad del método analítico que se utilizará
- La concentración ambiental esperada, y
- La concentración máxima permisible.

El volumen del aire muestreado (y por lo tanto la duración del muestreo) puede variar desde algunos litros cuando la concentración ambiental es alta, hasta algunos metros cúbicos cuando se esperan bajas concentraciones.

Para determinar la exposición de un trabajador o puesto de trabajo, el tiempo mínimo de muestreo debe ser representativo de un periodo de tiempo definido; por ejemplo el ciclo de operación de trabajo.

Sin embargo siempre que las condiciones antes mencionadas lo permitan, se deberá muestrear durante todo el turno de trabajo ya que las concentraciones máximas permisibles se refiere a concentraciones ponderadas por el tiempo para 8 hrs./día de exposición.

## **NÚMERO DE MUESTRAS**

El número de muestras se debe tomar, depende a la operación de trabajo que se va a estudiar y de la concentración máxima permisible si es concentración media ponderada por el tiempo (TWA), concentración techo (Ceiling) o concentración para periodos cortos para exposición (STEL).



Por ejemplo si se desea determinar la concentración media ponderada por el tiempo para 8 horas de exposición, se puede colocar al trabajador un muestreador personal y obtener una muestra de 8 horas o bien tomar varias consecutivas que cubra el mismo periodo de tiempo (Fig. 1-2).

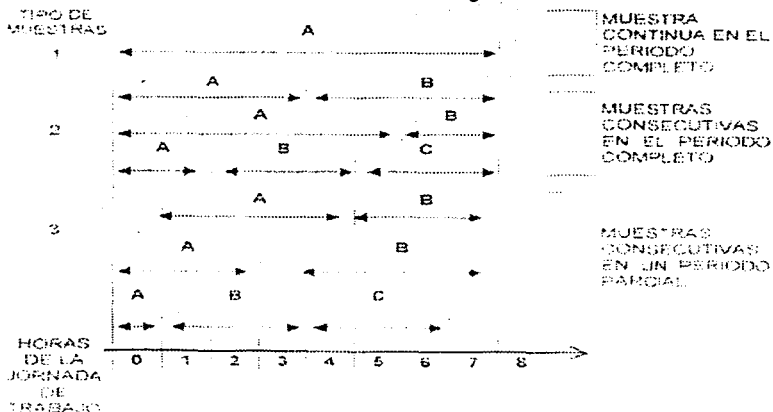


Figura 1-2 Tipo de muestras

El criterio más adecuado es el tomar dos muestras consecutivas de 4 hrs. Cada uno.

Es importante hacer notar que una sola muestra será suficiente para caracterizar una exposición, aún si se piensa que el nivel de concentración ambiental es relativamente estable durante el turno de trabajo. Las concentraciones ambientales pueden sufrir grandes variaciones debido a una serie de factores como velocidad del aire, volumen de producción, características de la operación, fuentes de emisión, etc; por lo que una sola muestra puede arrojar resultados muy altos o muy bajos.

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

Por lo que se requiere varias muestras para definir con precisión la exposición media ponderada por el tiempo de un trabajador.

Debido a que los factores antes mencionados afectan grandemente en los resultados, es necesario muestrear periódicamente los niveles de concentración para asegurar que dichos valores se mantengan por debajo de los límites máximos permisibles, sobre todo si el nivel se encuentra cerca o arriba de los límites.

### **PERÍODO DE MUESTREO**

El periodo de muestreo depende del tipo de información que se desea obtener y las operaciones de trabajo específicas bajo estudio

Si se tiene una operación continua las muestras se deben obtener durante cada turno. Donde existen períodos estacionales con gran variación del clima, se deben obtener muestras tanto del verano como del invierno. Nuevamente, esto deberá estar sujeto al buen criterio del higienista industrial.

### **COMPARACIÓN DE LOS RESULTADOS CON ESTÁNDARES.**

Una vez que se han obtenido los datos del muestreo, es necesario compararlos con los estándares de exposición, tales como las concentraciones máximas permisibles.

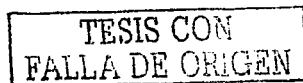
La Secretaría de Trabajo y Prevención Social ha establecido estándares de exposición en la NORMA-10-STPS relativo a Agentes químicos. Dicho instructivo publica las concentraciones máximas permisibles para aproximadamente 600 sustancias químicas, muchas de ellas de amplio uso industrial. (Anexo 1)

### **INTERPRETACIÓN DE LOS RESULTADOS**

La etapa final de la evaluación del ambiente es la interpretación de resultados. Para ello se debe utilizar la experiencia y el buen juicio. Antes de tomar la decisión de si un individuo ó un grupo de individuos está expuesto a riesgos de salud, debemos conocer los siguientes factores:

1. Naturaleza del agente químico o físico.
2. Intensidad de la exposición.
3. Susceptibilidad de la(s) persona(s) expuesta(s).

La naturaleza e intensidad de la exposición, se obtuvo durante la fase de reconocimiento y/o el estudio ambiental.



La exposición requiere información específica de las tareas que realiza el o los trabajadores. Esta información como hemos mencionado, se puede obtener de la Supervisión y del propio trabajador pero debe ser verificada por el Higienista industrial.

### **INSTRUMENTOS DE LA EVALUACIÓN DE AGENTES QUÍMICOS**

Los instrumentos para evaluar los riesgos a la salud para agentes químicos en el ambiente se clasifican de acuerdo a su tipo en:

1. Instrumento de lectura directa.
2. Instrumentos que separen el contaminante de una cantidad conocida de aire, para su análisis posterior.
3. Equipos que colectan un volumen conocido de aire para su análisis posterior.

La mayoría de los instrumentos utilizados en Higiene Industrial se encuentran en los primeros dos tipos. En los del tercer tipo se encuentran: Frascos al vacío, bolsas de plástico y otros tipos de recipientes los cuales se llenan con un volumen conocido de aire y se envían al laboratorio para el análisis directo del aire contaminado; puesto que su uso es limitado no se considera en este trabajo.

Los factores que se deben considerar en la selección de un instrumento de medición son:

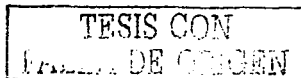
- Tipo de información que se requiere.
- Portabilidad y facilidad de uso.
- Eficiencia de equipo o dispositivo.
- Confiabilidad del equipo bajo varias condiciones de trabajo.
- Disponibilidad.
- Preferencias personales basadas en experiencias previas y otros factores.

### **INSTRUMENTOS DE LECTURA DIRECTA**

Los instrumentos de lectura directa para agentes químicos son aquellos con los cuales obtenemos la concentración ambiental en un momento de hacer la medición.

Este tipo de instrumentos puede ser de gran utilidad para el higienista industrial involucrado en la medición de los riesgos a la salud, siempre y cuando se tengan calibrados adecuadamente y sean utilizados con conocimiento de sus características y sus limitaciones.

Existe una gran variedad de estos instrumentos los cuales dependen de ciertos principios químicos o físicos de operación.





Las ventajas de instrumentos de lectura directa son:

- Estimación inmediata de la concentración de una sustancia.
- Algunos de los monitores continuos permiten el registro permanente de la sustancia las 24 hrs. del día.
- Pueden estar conectados a un sistema de alarma.
- Reducen el número de análisis del laboratorio.

Las desventajas son:

- Alto costo inicial del instrumento.
- Necesidad de calibrarlos frecuentemente.
- Falta de especificidad.
- Falta de portabilidad.
- Algunas solo sirven para lecturas instantáneas.
- Alta posibilidad de tener interferencias con otros compuestos.

A continuación se mencionarán algunos instrumentos de higiene industrial.

*Cromatógrafo de gases portátil*.- Sirve para la determinación de gases solventes o vapores orgánicos. Este instrumento es un cromatógrafo de gases que utiliza un detector de ionización de flama; el aire se hace pasar a través de una columna cromatográfica para separar los contaminantes y posteriormente pasa a través de un detector donde da una respuesta.

*Analizador infrarrojo*.- Estos instrumentos son útiles para la determinación continua de un compuesto determinado en una corriente gaseosa o aire, midiendo la cantidad de energía que absorbe el compuesto de interés. Tiene una gran variedad de aplicaciones. principalmente para CO y CO<sub>2</sub>.

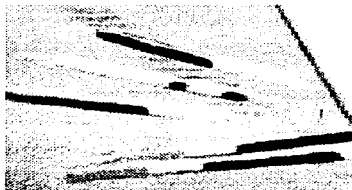
*Contadores de partículas* Leen el número de partículas en el aire presentes en el aire, al hacer pasar el aire contaminado a través de una cámara donde hay una fuente de luz y una celda detectora. Al pasar las partículas por esta cámara, la cantidad de luz que llega al detector disminuye dando como esto una señal.

*Tubos detectores colorimétricos* (Tubos Dräger, MSA, etc) los dispositivos portátiles de lectura directa. Son útiles únicamente para la detección y estimación semicuantitativa de gases y vapores en el ambiente de trabajo. Existen tubos en el mercado para aproximadamente 200 contaminantes. A pesar de que la operación de estos tubos es simple y rápida, tienen varias limitaciones y errores potenciales inherentes al método que utilizan para estimar la concentración de gases y vapores.

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

Por lo tanto los resultados que se obtienen en estos tubos pueden ser erróneos. Para asegurar la confiabilidad de estos tubos se requiere: (1) la calibración periódica de cada lote de tubos con concentraciones conocidas del contaminante, (2) refrigerarlos para minimizar su deterioro con el tiempo, (3) conocer la naturaleza física y química y la extensión de las posibles interferencias a que está sujeto el tubo y (4) conocer sus límites de uso.

Los tubos colorimétricos están empacados con un material granular sólido con sílica gel o Alúmina, la cual ha sido previamente impregnada con el reactivo químico apropiado. Las puntas del tubo se sellan durante su fabricación. Cuando se va a utilizar el tubo se rompen las puntas y se colocan en una bomba de succión manual haciendo pasar a través de éste, el volumen de aire recomendado por el fabricante. Al ponerse en contacto el contaminante con el indicador, se produce un cambio de coloración. La longitud de coloración está en función de la concentración del contaminante (fig 1-3).



**Figura 1-3 Tubos colorimétricos**

La formulación de los contaminantes químicos se desconoce por razones que son obvias, sin embargo se sabe lo suficiente al respecto como para asegurar que los reactivos sólidos utilizados pueden ser poco específicos, en áreas donde se encuentran presentes varios contaminantes (fig 1-4).



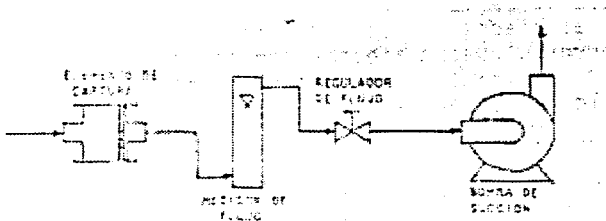
**Figura 1-4 Bomba de succión Dräger**

Instrumentos que separan el contaminante de una cantidad conocida de aire para su análisis posterior.

Este tipo de instrumentos se utiliza para hacer pasar un volumen conocido de aire a través de un medio de adsorción, absorción o filtración, para separar el contaminante del aire contaminado. Con este tipo de muestreo obtenemos una muestra del aire ambiente de trabajo durante un periodo de tiempo conocido y se conoce como <<muestreo integrado>>. El contaminante que se separe del aire muestreado se concentra en o sobre el medio de colección; el periodo de muestreo se selecciona de tal manera que permite la colección de un cantidad de muestra suficiente para su análisis subsiguiente.

El muestreo integrado del aire ambiente de trabajo se debe realizar cuando la composición del aire contaminado no es uniforme o cuando requiere establecer el cumplimiento o no cumplimiento de las condiciones máximas permisibles. El Higienista Industrial debe utilizar su criterio para establecer la estrategia necesaria para obtener muestras representativas de las condiciones de exposición de los trabajadores. Para realizar el muestreo integrado se requiere de un sistema que contenga los siguientes elementos (fig 1-5).

- a) Medidor de flujo.
- b) Regulador de flujo.
- c) Bomba de succión.
- d) Medio de captura.



**Figura 1-5 Tren de calibración para muestreo.**

Las bombas de muestreo personal integran estos elementos en instrumento portátil que permite su uso tanto en muestreo de tipo personal como de área.

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

#### A.- MEDIDOR DE FLUJO.

En la determinación de la concentración del aire es necesario medir la cantidad de aire que pasa a través del medio de colección con precisión, para ello se utiliza un medidor de flujo. Los medidores más comunes son los rotámetros y los contadores.

Los rotámetros son los medidores de flujo que se utilizan más comúnmente en los muestreadores de aire comerciales, especialmente en los portátiles, a menos de que sean calibrados individualmente, con precisión de  $\pm 5\%$  (fig 1-6).

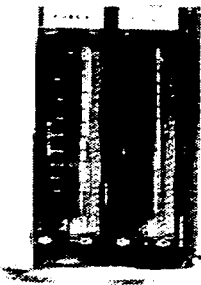


Figura 1-6 Rotámetro

Existen bombas muestreadoras que utilizan métodos directos de medición de flujo, como son contadores de vueltas. Por lo general las bombas muestreadoras tienen como elemento de succión un diafragma movido por una biela y un motor y cada desplazamiento de diafragma succiona un volumen constante dado por la capacidad del mismo, el volumen se puede determinar estableciendo el número de desplazamientos de diafragma y el volumen que succiona cada desplazamiento. Puesto que con este tipo de instrumentos el contaminante se recupera del aire muestreado para el análisis subsiguiente y la concentración se define como la cantidad del contaminante de interés por unidad de volumen de aire es necesario calibrarlos adecuadamente para eliminar los errores asociados con la medición del volumen, ya que estos errores pueden afectar considerablemente los resultados. Para minimizar estos errores deben establecer un protocolo de calibración periódica de estos instrumentos.

### **B.- REGULADOR DE FLUJO.**

El control de flujo del aire que pasa a través del medio de colección es importante ya que depende la eficiencia de colección. El control de flujo se logra por lo general utilizando válvulas de aguja o bien orificios críticos. El principio con el cual se basa el método, es hacer pasar aire del orificio bajo condiciones <<críticas>> de flujo y de presión de entrada.

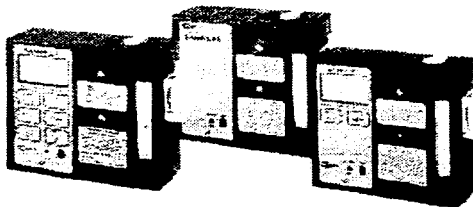
Existen varios tamaños de orificios que permiten obtener el flujo requerido para un determinado método de muestreo. El flujo también puede mantenerse constante utilizando una válvula de aguja que permite mantener el flujo requerido.

El flujo en este tipo de instrumentos puede variar dependiendo del contaminante que va a capturarse, por lo que es necesario verificar el flujo y en su caso realizar los ajustes necesarios durante el muestreo. Existen instrumentos que mantienen el flujo de muestreo ajustándolo a medida que el elemento de captura presenta mayor resistencia al paso del aire.

### **C.- BOMBA DE SUCCIÓN**

La bomba de succión debe tener la potencia suficiente para hacer pasar el aire a través de todo el sistema de muestreo, bajo las condiciones más adversas de resistencia al flujo del aire.

Por lo general las bombas de succión de los instrumentos portátiles son de diafragma. Estas bombas están movidas por un motor eléctrico cuya fuente de energía son baterías recargables de Ni-Cd, para hacerlas portátiles (fig 1-7).



**Figura 1-7 Bombas de succión Portátiles**

#### **D.- MEDIOS DE COLECCIÓN**

Uno de los elementos más importantes del sistema de muestreo es el medio de colección. Su función es la de separar el contaminante del aire que se hace pasar a través de él y concentrarlo para su análisis posterior.

El medio de colección debe de cumplir con los siguientes requisitos:

- Tener una eficiencia de colección aceptable para el (los) contaminante (s).
- Mantener esta eficiencia a un flujo de aire, el cual debe ser el necesario para obtener una cantidad de muestra suficiente para el método analítico que se va utilizar en un periodo aceptable del tiempo.
- Retener el contaminante en una forma química que sea estable durante el transporte de la muestra al laboratorio.
- Proveer la muestra en la forma adecuada para el procedimiento analítico.
- Manipulación mínima en el campo.
- Tener una caída de presión mínima al flujo de aire contaminado para mantener al mínimo el tamaño de la bomba.

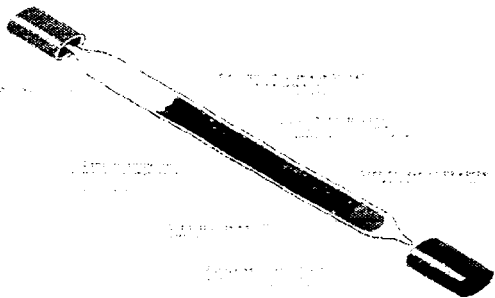
Existen varios tipos de medio de colección que se utilizan para el muestreo de agentes químicos, entre ellos se encuentran los siguientes:

1. Tubos adsorbedores
2. Filtros
3. Burbujeadores
4. Monitores pasivos

### 1).- TUBOS ADSORBEDORES

Los tubos adsorbedores son el medio de colección de muestra más ampliamente utilizado para un gran número de agentes químicos, principalmente gases y vapores orgánicos.

Los tubos adsorbedores consiste en un tubo de vidrio empacado por lo general con dos secciones de algún material adsorbente (fig 1-8).



**Figura 1-8 Tubos adsorbentes de Carbón activado**

La muestra se toma rompiendo ambas puntas selladas del tubo y haciendo pasar una cantidad conocida de aire, a un flujo bajo (menos de 200 ml/min) a través del material adsorbente. La sección mayor del material adsorbente debe quedar hacia el aire ambiente y la sección menor hacia la bomba de succión.

La sección mayor por lo general contiene 100 mg del material adsorbente y es la sección que se utiliza para coleccionar la muestra.

La sección menor por lo general contiene 50 mg del material adsorbente y sirve para asegurar que la sección donde se toma la muestra no haya sido saturada durante el muestreo y si esto sucedió, asegurar que no pierda la muestra.

El de uso más común es el carbón activado, pero existen otros que son sílica gel y algunos polímeros porosos utilizados en cromatografía de gases como el TENAX GC, PORAPAK Q, etc.

TESIS CON  
FALTA DE ORIGEN

A continuación se mencionan algunas de las aplicaciones de los materiales adsorbentes, las listas son enunciativas no limitativas.

#### **APLICACIONES CON CARBÓN ACTIVADO**

- Cetonas (por ejemplo: acetona, Metil etil cetona)
- Hidrocarburos aromáticos (por ejemplo: Benceno, Tolueno, Estireno)
- Acetato (por ejemplo: Acetato de Amilo, Acetato de Butilo)
- Alcoholes (por ejemplo: Alcohol Etilico, Alcohol Propilico, Alcohol Butilico)
- Éteres (por ejemplo: Éter etilico, Éter fenilico)
- Hidrocarburos alifáticos (por ejemplo: Hexano, Heptano, Ciclohexano)

#### **APLICACIONES CON SILICA GEL**

- Aminas Aromáticas (por ejemplo: Anilina, O-Toluidina)
- Aminas alifáticas (por ejemplo: Dietil amina, Dimetil amina)
- Alcoholes (Metanol, Cresol)
- Compuestos nitrados (por ejemplo: Nitrobenceno, Nitrotolueno)

#### **APLICACIONES DE POLÍMEROS POROSOS**

- Fósforo
- Nitrato de etilen glicol
- Nitroglicerina
- Oxido de Estireno
- Acetato de Vinilo

#### **2).- FILTROS**

Por lo general los filtros se utilizan como medio de colección de partículas sólidas, sin embargo tienen otras aplicaciones como el colectar muestras de algunas neblinas ácidas o alcalinas y rocíos de algunos materiales viscosos como los aceites minerales o algunos falatos.

Los filtros pueden ser de diferentes materiales y cada uno de ellos puede tener su aplicación específica. Por ejemplo filtro de esteres de celulosa, filtros de fibra de vidrio, filtros de PVC.

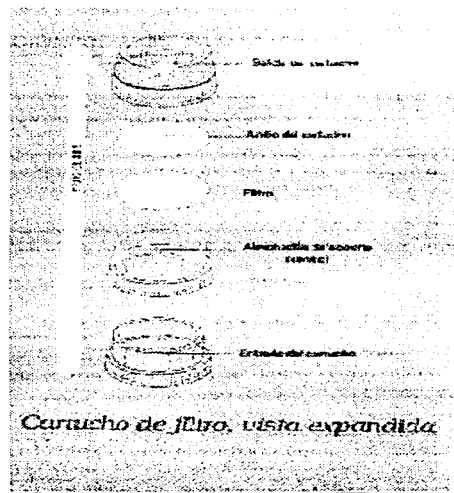
Estos filtros se usan en un portafiltros y tienen 37 mm de diámetro (fig 1-9).

El tamaño de poro del filtro dependerá de la aplicación que le vaya a dar.

Por lo general el tamaño de poro será de 5 $\mu$  de diámetro.

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN





**Figura 1-9 Filtro de tres secciones**

El filtro se coloca en el portafiltros sobre una cama o soporte de celulosa o rejilla metálica que sirve para evitar que el filtro se rompa por la acción de las variaciones de flujo que dan las bombas de diafragma que normalmente se utilizan el muestreo y para obtener una mejor distribución del flujo de aire a través de la superficie del filtro.

El método de muestreo consiste es hacer pasar un volumen conocido de aire contaminado a través del filtro, un flujo por lo general menor de o igual a 2l/min.

El material filtrante retiene las partículas sólidas o líquidas en su superficie por interpretación directa, choque o difusión, con eficiencias cercanas al 100 %.

Una vez colectada la muestra se sella el portafiltros con los tapones provistos para tal fin se envía al laboratorio para cuantificar el contaminante para el método analítico correspondiente.

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

A continuación se enuncian las aplicaciones de estos filtros (fig 1-10):



**Figura 1-10 Tipos de filtros PVC, MEC, TEFLÓN, ETC.**

#### **APLICACIÓN DE LOS FILTROS DE ESTERES DE CELULOSA.**

- Metales y Metaloides (por ejemplo: As. Be. Cr. Cd. Pb. Sn. Se. Sb. Mn. Ba. Co)
- Aceites minerales
- Fibras de asbesto
- Fluoruros particulares
- Acido sulfúrico
- Oxido de Vanadio. Oxido de Fierro
- Peróxido de Benzoino

#### **APLICACIÓN DE LOS FILTROS DE PVC**

- Polvos totales
- Oxidos de Silicio.
- Silice
- Negro de humo
- Oxido de Boro. Oxido de Zirconio.

#### **APLICACIÓN DE LOS FILTROS DE FIBRA DE VIDRIO**

- Hidrocarburos Aromáticos Polinucleares.
- Compuestos solubles en Benceno.
- Pesticidas (por ejemplo: DDT. Lindano. Paration. Malation).

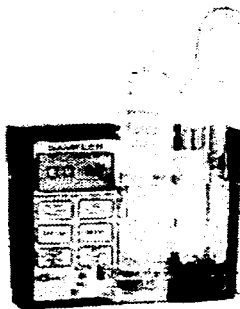
### 3).- BUBUJEADORES

Los gases y vapores pueden ser capturados utilizando como medio de colección el burbujeo del aire contaminado en un líquido que sea capaz de retenerlo.

En estas etapas iniciales de la Higiene Industrial los burbujeadores tenían una gran aplicación para determinar algunos compuestos inclusive el benceno, sin embargo su uso ha decaído debido al desarrollo de técnicas más simples y que no requieren del uso de soluciones que en cualquier momento se pueden derramar.

Sin embargo, para algunos compuestos como el ácido acético, acroleína, trifluoruro de bromo, metil mercaptano, fenol, Dióxido de azufre, Ácido sulfhídrico, ozono, este método es el más conveniente, ya que se atrapan con más eficiencia los contaminantes.

El método consiste en hacer pasar aire contaminado a través de una boquilla sumergida en una solución especialmente preparada para absorber el contaminante. Al pasar el aire por la boquilla se forman burbujas de determinado diámetro, lo cual permite que el contaminante se ponga en contacto con la solución en la cual se absorbe (fig 1-11).



**Figura 1-11. Bomba de succión con Burbujeadores.**

Una vez colectada la muestra se envía al laboratorio donde se repone el volumen de solución evaporada durante el muestreo y se analiza para cuantificar la cantidad del contaminante retenido en la solución. Por lo general los métodos analíticos utilizados son colorimétricos o por titulaciones.

#### **4).- MONITORES PASIVOS PARA GASES Y VAPORES ORGÁNICOS**

recientemente se han desarrollado una serie de dispositivos para la captura de contaminantes que utilizan el principio de difusión, eliminando la necesidad de la bomba de muestreo para hacer pasar aire a través del medio de adsorción.

El uso de monitores pasivos es simple, en él las moléculas de los contaminantes del aire se mueven por difusión hacia una película de material adsorbente donde son retenidas (fig 1-12).

La cantidad del contaminante adsorbido depende del tiempo de exposición del monitor al aire ambiente y de la concentración del contaminante presente.



**Figura 1-12 Monitor pasivo**

El monitor se saca de su empaque en el momento del muestreo y se coloca lo más cercano posible a la zona respiratoria del trabajador, registrando la hora inicial de exposición del monitor.

Al finalizar el período de muestreo se retira el monitor del trabajador, registrando la hora final de exposición y se tapa el monitor con la tapa provista para ello. El monitor se coloca en su bolsa original y se envía al laboratorio para su análisis.

El laboratorio le pone al monitor 1.5 ml de bisulfuro de carbono para desorber el contaminante la solución se inyecta a un cromatógrafo de gases para cuantificar la cantidad colectada.

## 1.9.- ANÁLISIS DE CONTAMINANTES QUÍMICOS

### INTRODUCCION

Una vez considerados los diferentes tipos de muestreo, utilizando el soporte adecuado de acuerdo con el tipo de contaminante, y su límite de concentración en el ambiente, las muestras que lo requieran, son enviadas al laboratorio. En este por medio de diferentes técnicas analíticas se llevarán a efecto las determinaciones cualitativas y cuantitativas adecuadas a cada tipo de muestra.

Se considera de gran utilidad y en muchos casos imprescindible que se acompañe a la muestra de toda la información posible respecto a su naturaleza, el tipo de ambiente que lo rodea, los procesos en donde se está desarrollando el muestreo, con objeto de que al efectuar el análisis puedan conocerse y controlarse las interferencias, hacer las oportunas correcciones de fondo, calcular las concentraciones de las muestras, etc. Y en caso de fuera necesario, optar por la técnica adecuada.

### ANÁLISIS GRAVIMETRICO

Los métodos gravimétricos son aquellos en los que la valoración final de un contaminante, se efectúa mediante una pesada. En caso de polvo de suspensión en el aire, este método reduce el cálculo de la cantidad de muestra recogida sobre el filtro de membrana, por diferencia entre el peso de éste, antes y después de haber pasado a través de un volumen de aire conocido..

Para llevar a cabo esta determinación se utilizarán filtros de membrana con un elevado carácter no higroscópico y muy estables. Los más utilizados son de cloruro de polivinilo (PVC) y teflón

Estos filtros tienen el problema de cargarse con electricidad estática, que afecta la estabilidad de la microbalanza y dificulta su manejo, interfiriendo así en las pesadas. Para eliminar esta electricidad estática, suele utilizarse una fuente de polonio radioactivo, la que se hará pasar en el filtro antes pesada, hasta su total descarga.

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

## **INSTRUMENTACIÓN**

Dadas las características de las muestras, se deberá utilizar una microbalanza de alta precisión con una sensibilidad de una décima de microgramo al microgramo.

Para reducir las posibles variaciones en la pesada deberá someterse al mismo tratamiento de acondicionamiento al filtro antes y después de ser muestreado. Este tratamiento suele consistir en mantenerlo en un recinto de temperatura y de humedad consistente.

## **ANÁLISIS VOLUMETRICO**

El análisis volumétrico consiste en determinar el volumen de una solución de concentración conocida que se necesita para reaccionar (neutralizar, precipitar, oxidar etc) con un determinado volumen de la solución objeto de análisis, cuya concentración se desea conocer. El proceso de medida de dicho volumen se denomina generalmente, valoración; llamándose punto final de valoración a aquél en que pueden detectarse una variación en la reacción tanto física como química (color, un precipitado, pH, potencial, oxidación, etc).

Por otra parte se denomina punto de equivalencia a aquél en que estequiométricamente han reaccionado ambas soluciones. Para que una valoración sea analíticamente útil, deben hacerse coincidir lo más exactamente posible ambos puntos.

Para detectar el punto final de la valoración deben utilizarse tanto métodos instrumentales (pH-metro, turbidímetro, etc), como métodos puramente químicos (indicadores). Si bien cada vez se van utilizando los métodos instrumentales, la utilización de indicadores está en relación con el tipo de valoración.

## **TIPOS DE VALORACIÓN**

Se realiza en función del tipo de reacción que tiene lugar entre las soluciones valorante y la muestra, así se puede establecer la siguiente clasificación:

- Valoraciones de Neutralización: Las soluciones reaccionantes originan un cambio de pH
- Valoraciones de precipitación. El final de la valoración es la forma de un precipitado
- Complexometrías: Por forma de complejos.
- Red-Ox: Por reacciones de oxidación-reducción.

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

## **APLICACIONES DE HIGIENE INDUSTRIAL**

Actualmente son pocos los métodos volumétricos empleados en Higiene Industrial, dado el gran desarrollo experimentado por las técnicas instrumentales, no obstante si se emplean algunos, de ellos, los más importantes métodos volumétricos de precipitación para la determinación de ácido sulfúrico y dióxido de azufre y el método volumétrico de neutralización para la determinación de hidróxido de sodio. Este último método utiliza como detector del punto final de valoración un pH-metro.

## **ANÁLISIS ELECTROQUÍMICO**

Dentro de esta clasificación se engloban todos aquellos métodos instrumentales que son capaces de relacionar una propiedad electroquímica con la concentración de una sustancia en disolución. Los más conocidos son:

- Voltametría de redisolución anódica.
- Potenciometría

En esta última la que mayor desarrollo ha tenido en Higiene Industrial.

## **ELECTROFOTOMETRIA**

Esta denominación agrupada a todas aquellas técnicas analíticas instrumentales que requieren la utilización de un espectrofotómetro. Un << espectrofotómetro >> es un instrumento capaz de producir o medir un <<espectro>>. Un espectro puede definirse como la representación gráfica de la distribución de la intensidad de la radiación electromagnética absorbida o emitida por una muestra en función de su longitud de onda

Es por tanto el tipo de espectro lo que va a definir el tipo de espectrofotometría, así

### **ESPECTROFOTOMETRÍA DE ABSORCIÓN**

El espectro de absorción se obtiene cuando se ilumina una muestra con radiación continua y aquella absorbe parte de ésta. Cuando la absorción por radiación a una longitud de onda la afectan <<átomos>>, se origina un ESPECTRO DE ABSORCIÓN ATÓMICA y cuando esta la realizan especies moleculares se originará un ESPECTRO DE ABSORCIÓN MOLECULAR.

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

## **ESPECTROFOTOMETRÍA DE EMISIÓN**

El espectro de emisión se obtiene excitando adecuadamente una muestra para emitir una radiación electromagnética cuya intensidad se registrará en función de la longitud de onda de la radiación .

Atendiendo a su utilización en higiene Industrial se pueden mencionar cinco tipos de espectrofotometría de más uso:

- Espectrofotometría de absorción Visible-Ultravioleta.
- Espectrofotometría de Infrarrojos.
- Difracción y Fluorescencia de Rayos X.
- Espectrofotometría de Absorción Atómica.
- Espectrofotometría de Emisión Atómica.

## **CROMATOGRAFÍA DE GASES**

Es aquella técnica cromatográfica es la que la fase móvil es un gas. la fase estacionaria se deposita en una columna y el proceso de separación se realiza por elusión. La forma más usual de realizar la cromatografía de gases es utilizando un líquido como fase estacionaria (cromatografía gas-líquido) También se utilizan adsorbentes sólidos como fase estacionaria (cromatografía gas-sólido), pero en mucho menor proporción.

La muestra se inyecta en un bloque termostatzado donde se vaporiza, siendo arrastrado el vapor por la fase móvil, gas portador , a través de la columna, en ella se produce un equilibrio de fase de los componentes de la muestra. Este equilibrio de fases, sea el mecanismo que sea, es diferente para cada componente, en función de sus características físico-químicas (peso molecular, polaridad, etc) por lo que estos serán eluidos de la columna separados en el tiempo.

Durante ese tiempo se mantiene el sistema a suficiente temperatura para mantener los componentes de la muestra en estado de vapor.

Esta técnica cromatográfica será aplicada a compuestos volátiles a la temperatura de análisis y con la suficiente estabilidad, a esta temperatura, de manera que no se descompongan durante el proceso cromatográfico.

La mayoría de los compuestos orgánicos que se evalúan en ambientes laborales Son volátiles por lo que esta técnica es de gran aplicación en Higiene Industrial

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN



## MICROSCOPIA

Esta técnica está limitada al recuento de fibras de acuerdo con la normatividad internacional según se recoge en la norma MTA/MA-010/A87 DEL I.N.S.H.T. El método de muestreo de fibras es por el sistema de filtro de membrana y el de análisis por microscopía óptica de contrastes de fase. Este método similar NIOHS 7400 y al de Asbestos International Association.

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

## **1.10.- CONTROL DE CONTAMINANTES QUÍMICOS**

La Higiene Operativa es la parte de la Higiene Industrial encargada del control, entendiendo por control la eliminación o reducción de la contaminación existente en el ambiente de trabajo hasta niveles considerados adecuados para la higiene teórica.

La protección inherente al proceso mismo, y que siempre es el resultado de su diseño, es preferible a cualquier otro método de control, especialmente los que dependen de la permanente intervención humana.

Para poder elegir el método de control más adecuado, es imprescindible un conocimiento completo, por no decir exhaustivo, del conjunto de circunstancias que acompañan al riesgo. De estas circunstancias, podríamos citar entre otras: conocimiento de la fuente de contaminación, camino que recorre el contaminante hasta llegar al trabajador, tiempo de exposición, método de trabajo, etc.

### **MÉTODOS GENERALES DE CONTROL**

Como norma general, debemos señalar que el momento más oportuno para la instalación de los diferentes controles de ingeniería, es durante la construcción propia de la instalación. El diseño de dicha instalación debe tener en cuenta los métodos de control.

La influencia de un área sobre otra y de una actividad laboral sobre otras, deberán ser tenidas en cuenta, siendo evaluados estos factores como peligros combinados.

Todos los sistemas y sus componentes deberán ser diseñados de tal manera que los contaminantes puedan ser mantenidos de los valores máximos permisibles.

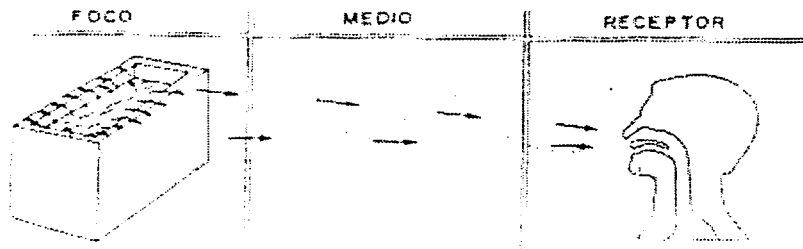
Para el control de los contaminantes o eliminación de estos se pueden actuar sobre tres áreas diferentes.

**Foco de generación de los contaminantes**, con objeto de impedir la formación de éste, o en caso de generarse, impedir su paso hacia la atmósfera del puesto de trabajo.

**Medio de difusión**, para evitar que el contaminante ya generado se extienda por la atmósfera y alcance niveles peligrosos para el operario u otros operarios próximos al puesto de trabajo en cuestión.

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

Receptor, protegiendo al operario, para que el contaminante no penetre en su organismo (fig 1-13).



**Figura 1-13 Esquema del medio de contaminación**

Sobre el foco puede actuarse de diferentes formas:

- Diseñando el proceso, teniendo en cuenta los riesgos higiénicos.
- Sustituyendo el producto.
- Modificando el proceso.
- Encerrando el proceso.
- Aislando el proceso.
- Utilizando métodos húmedos.
- Correcto mantenimiento.
- Extracción localizada.

Sobre el medio se puede actuar por:

- Limpieza.
- Ventilación general.
- Aumento de distancia entre emisor y receptor.
- Sistemas de alarma.

Sobre el operario puede actuarse por:

- Formación e información.
- Disminución del tiempo de exposición.
- Encerramiento del operario.
- Material de protección individual.
- Higiene personal.

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

## **DISEÑO DEL PROCESO**

Es muy importante que durante la fase de proyecto, sean tenidos en cuenta los riesgos higiénicos que puedan generar el proceso en cuestión. El objeto de dicha atención es el correcto diseño del proceso. Así como de los instrumentos o maquinaria que lo llevarán a cabo. Tres parámetros que conviene señalar a la hora del diseño son: encerramiento del proceso, automatización y la integración del cálculo del balance de masas con objeto de disminuir la capacidad de formación de subproductos.

## **SUSTITUCIÓN DE PRODUCTOS**

La sustitución de un material tóxico por otro menos tóxico, es un método sencillo y práctico de reducir un riesgo. Por ejemplo, se puede citar la sustitución de pinturas que contengan pigmentos de plomo, por otras pinturas que contengan pigmentos de metales menos tóxicos.

A la hora de sustituir disolventes por otro de menor riesgo, debe tenerse en cuenta lo indicado respecto al índice de peligrosidad en el capítulo de contaminantes químicos y proceder a su ensayo previo a pequeña escala antes de modificar todo el proceso. En operaciones de limpieza puede estudiarse la utilización de soluciones acuosas con detergentes adecuados en lugar de disolventes orgánicos. Dentro de este grupo de contaminantes podemos citar la eficaz sustitución del tricloroetileno por 1,1,1 tricloroetano, disolvente menos tóxico

## **MODIFICACIÓN DEL PROCESO**

Hay trabajos en cuales se puede modificar el proceso sin cambiar el resultado de la operación logrando variar ampliamente las condiciones del trabajo. La pintura por rociado electrostático automático es higiénicamente mejor que la pintura con pistola de aire comprimido. La sustitución de discos giratorios por pulidores de baja velocidad en los cordones de soldadura, reducen el nivel de polvo.

## **ASLAMIENTO**

Algunas operaciones con riesgo higiénico pueden ser aisladas de los operarios cercanos. El aislamiento puede conseguirse mediante una barrera física de forma que el operario no tenga que estar en las proximidades del foco de los contaminantes, salvo cortos periodos.

El aislamiento es útil en trabajos que requieren relativamente pocos operarios y en los que el control, por otros procedimientos, es dificultoso o inviable. La zona peligrosa de trabajo puede ser aislada del resto de las operaciones y así eliminar la exposición de la mayoría de los trabajadores.



Cuando se procesan materiales muy tóxicos, deben emplearse manipuladores teledirigidos para mantener el equipo desde un lugar alejado.

El aislamiento total puede ser conseguido mediante mecanización o automatización.

El aislamiento de las operaciones peligrosas o la ubicación de una o más de ellas en un recinto separado, no sólo reduce notablemente de un número de operarios expuestos, sino que también simplifica mucho los procedimientos de control necesarios.

Habrà que tomar medidas de control especiales en los periodos dedicados a la limpieza del equipo aislado.

### **MÉTODOS HÚMEDOS**

Las concentraciones de los polvos peligrosos pueden ser reducidos por la aplicación de agua o cualquier otro líquido sobre la fuente de polvo.

El método húmedo es uno de los procedimientos más sencillos para el control de polvo, si bien su eficacia es función de la correcta realización del método, esto puede requerir el agregado de un agente humectante y es necesario proceder a la eliminación del polvo antes de que se seque.

Este método se utiliza humedeciendo la arena abrasiva, las superficies antes de tratarlas o mojado los suelos intermitentemente, focos todos ellos, de generación de polvo.

En algunas ocasiones, es preciso reducir al rociado con agua o presión.

### **SISTEMAS DE ALARMA**

La instalación de medidores directos de contaminantes, así como conexión a sistemas de alarma en caso de que se superen determinados niveles en concentración de contaminantes en el ambiente laboral de trabajo, puede ser muy útil en zonas próximas al foco emisor o donde por diferencias de temperatura, puedan acumularse contaminante químico.

### **LIMPIEZA**

La limpieza del puesto de trabajo es fundamental para el control de los contaminantes. El polvo acumulado en el puesto puede retornar a la atmósfera, debido a choque o corrientes de aire, por lo tanto, debe ser eliminado antes de que esto ocurra.

Lo mismo ocurre con los disolventes, ya que los vertidos en el suelo o en la máquina, los trapos impregnados o los equipos que pierden disolvente, originan zonas, en contacto con la atmósfera libre, donde el disolvente se evapora y se mezcla con el aire.

No se puede lograr un buen control de los contaminantes si la limpieza y el mantenimiento no son adecuados.

La limpieza de instalaciones y equipos deben efectuarse por procedimiento húmedos o de aspiración, nunca por soplado con chorro de aire a presión.

### **FORMACIÓN E INFORMACIÓN**

Es imprescindible que los operarios sean conscientes de los diferentes riesgos que entraña su puesto de trabajo. Así mismo, deben conocer el perfecto manejo y mantenimiento al que deben ser sometidos los diferentes elementos de control, que les son puestos a su disposición.

A este respecto cabe comentar la gran importancia que se les da a este aspecto en las diferentes directivas comunitarias de salud laboral. La directiva marco 80/1107/CEE, modificada por la directiva 88/642/CEE, sobre la protección de los trabajadores contra los riesgos relacionados con la exposición de agentes químicos físicos y biológicos, establece en el punto 9 del artículo 4, la obligación empresarial de información a los trabajadores sobre los riesgos derivados de su exposición de los contaminantes, las medidas técnicas de control existentes, las medidas que deben tomar los trabajadores, los procedimientos de evaluación de riesgo, la necesidad de llevar a cabo mediciones de control y las consecuencias previstas en el caso de la superación de un valor límite. Esta obligación básica del empresario también está recorrida en las diferentes directivas particulares aparecidas.

### **ROTACIÓN DEL PERSONAL**

Este método de control administrativo se basa en la disminución de tiempo de exposición, parámetro que es de suma importancia a la hora de evaluar el riesgo existente de la aparición de riesgos crónicos sobre el organismo. La aparición de dichos organismos está en función de la <<dosis>> recibida por el trabajador que a su vez viene determinada por la concentración del contaminante y por el tiempo de exposición. Para mantener una dosis por debajo del límite permisible, en caso de no poder rebajar la concentración del contaminante en el aire se deben actuar disminuyendo el tiempo de exposición.

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

La rotación del personal, consiste en apartar temporalmente de su puesto de trabajo al operario expuesto a uno o varios contaminantes químicos, encomendándose otras tareas y estableciendo una rotación entre diferentes operarios. El periodo de rotación está en función de la concentración del contaminante.

### **ENCLAUSTRAMIENTO DEL TRABAJADOR**

Este método se aplica en los casos en que su volumen o características no puede encerrarse el proceso y la automatización de éste, es suficiente para que el operario pueda estar aislado del foco del contaminante en cabinas o zonas con acondicionamiento del aire.

### **HIGIENE PERSONAL**

El operario debe de disponer de servicios adecuados a las necesidades de su aseo personal, una vez terminado el trabajo. Así mismo en aquellos puestos en los que se manipulen sustancias peligrosas, el operario debe contar con los medios para eliminar cualquier salpicadura o resto. La incorrecta situación de los lavabos hacen que los operarios recurran a ellos cuando es imprescindible y en algunos en algunos casos da lugar a actitudes incorrectas, como el lavarse e el puesto de trabajo con los materiales de proceso, talandrinas, disolventes, etc.

Debe estar prohibido comer y beber donde se manipulan sustancias tóxicas que puedan contaminar los alimentos.

A continuación se detallan tres métodos que por su amplia difusión y operatividad, merecen atención especial: El primer punto actúa sobre el foco contaminante y es la extracción localizada, el segundo sobre el medio transmisor: ventilación general por dilución y el tercero sobre la persona, siendo ésta la protección individual.

La extracción localizada y la ventilación general por dilución son métodos totalmente englobables en el campo denominado <<Ingeniería de la Higiene Operativa>>.

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

## EXTRACCIÓN LOCALIZADA

La extracción localizada capta el contaminante en su lugar de origen antes de que pueda pasar al ambiente de trabajo. Básicamente, están constituidos por una o más campanas conductos, filtros de aire y ventilador. Su función es eliminar los contaminantes del aire antes de que se dispersen.(fig 1-14)

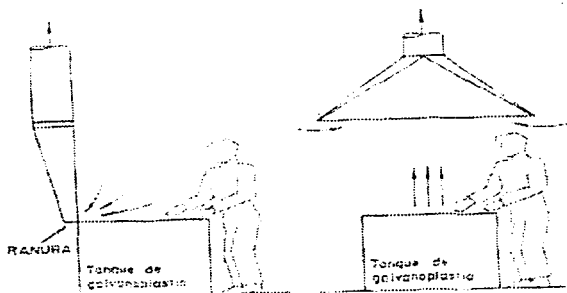


Figura 1-14 Ejemplo de situación de una campana

La mayor ventaja de este método respecto a la ventilación por dilución, es su menor requerimiento del aire y que no contribuyen a esparcir el contaminante. En las plantas con calefacción o aire tratado, es importante el volumen total extraído por el aumento de costos del tratamiento.

Los dos requisitos básicos son: que el foco se encuentre lo más encerrado posible y la creación de una velocidad adecuada del aire próximo al foco de generación, para asegurar que se establezca una corriente hasta la campana. Las campanas son sencillas de diseñar, deben tener una forma apropiada y estar situadas convenientemente para facilitar el atrapamiento del contaminante, con el menor caudal posible: el ventilador y los conductos deben diseñarse para hacer pasar la cantidad correcta de aire de aire a través de cada campana

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN



## SISTEMAS DE EXTRACCIÓN LOCALIZADA

Un sistema de extracción localizada consta de:

- Campanas (una o varias): Para la captación del contaminante en el foco.
- Conducto: Para transportar el aire con el contaminante al sitio adecuado, evitando que se disperse en la atmósfera.
- Separador: Para separar el contaminante del aire, recogiénolo de forma adecuada y liberar aire limpio.
- Ventilador: Para transmitir la energía necesaria al aire y hacerlo circular a través del sistema.(fig 1-15)

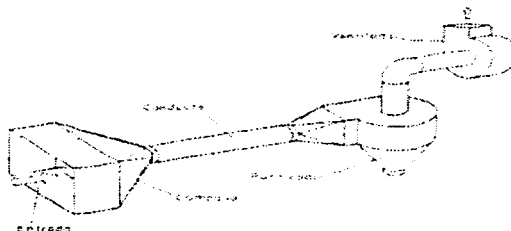


Figura 1-15 Elementos de un sistema de extracción localizada.

### CAMPANA

Una campana es una estructura diseñada para encerrar total o parcialmente una operación generadora de un contaminante. Es el punto de entrada de aire contaminado al sistema.

El valor de una instalación será nulo si el contaminante no es captado y arrastrado dentro de la campana, por muy bien señalados que se encuentren los conductos, separadores y ventilados, de lo cual se desprende la importancia de un buen diseño de la campana.

El termino campana se usa en sentido general, comprendiendo todas las aberturas que por las que se produce succión sin considerar sus formas

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

## **CONDUCTO**

El conducto es un sistema de extracción localizada. En el lugar que se traslada el aire contaminado desde la campana, que se encuentra junto al foco contaminante, al punto en que ha ubicado el separador y la descarga. En los conductos es importante tener presente los siguientes tres aspectos:

- a) En la extracción de polvo, la velocidad del conducto debe ser lo bastante alta para evitar que el polvo sedimente y ataquen la tubería.
- b) Para la extracción de gases y vapores la velocidad en el conducto se obtendrá de un balance económico entre el costo del conducto y el ventilador y los costos del motor y la potencia del mismo.
- c) En la localización y construcción del conducto deben estar previstos los medios de protección necesarios para evitar la corrosión y erosión, con objeto de aumentar la vida del sistema de extracción.

## **SEPARADOR**

El objeto de los separadores o purificadores es recoger el contaminante del aire antes de que éste vuelva a la atmósfera. Un dispositivo separador de aire adecuado debería formar parte de todo sistema de extracción.

En algunas ocasiones el material recogido en los separadores representan algún valor económico pero no es el caso más frecuente.

Los separadores pueden ser de muy diversos tipos, según la técnica empleada y el contaminante que debe separarse.

## **VENTILADOR**

Los ventiladores son los dispositivos que suministran energía al sistema para el movimiento de aire en el interior del mismo.

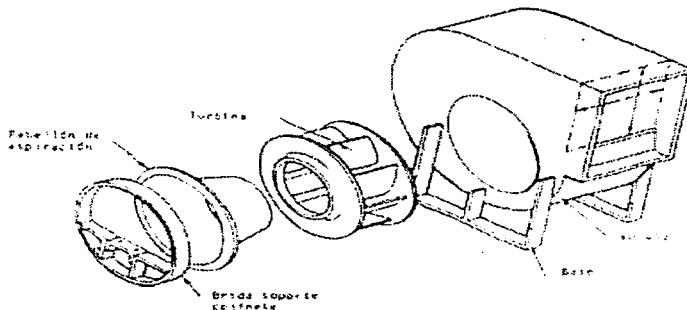
Los ventiladores pueden ser de dos tipos: centrífugos y axiales.

Los ventiladores deben mantenerse sobre bases aisladas. Así mismo, sus uniones a los conductos de entrada y salida deberán con material flexible.

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

## VENTILACIÓN GENERAL

La ventilación general tiene como objetivo el mantenimiento de la pureza y de unas condiciones prescritas en el aire de un local, en otras palabras, mantener la temperatura, velocidad del aire y un nivel de impurezas dentro de los límites admisibles para preservar la salud laboral.(fig 1-16)



**Figura 1-16 Composición de un ventilador centrífugo**

El aire viciado se extrae del local mientras se introduce aire exterior para reemplazarlo.

Se llama ventilación general mecánica cuando las renovaciones de aire se llevan a cabo mediante ventiladores.

El contaminante puede propagarse por todo el recinto siendo la misión del aire exterior la dilución de las impurezas hasta la concentración máxima admisible.

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

## **PRINCIPIOS DE LA VENTILACIÓN GENERAL**

La concepción de una instalación de ventilación general mecánica contiene una gran parte de empirismo e intuición, sin embargo se pueden enunciar los siguientes principios:

1. Asegurar previamente de que la solución por ventilación localizada es técnicamente imposible.
2. Aplicable a contaminantes de baja toxicidad, de rápida difusión, pequeños flujos de emisión y que siempre el personal laboral esté alejado de los focos de emisivos.
3. Forzar un flujo general de las zonas limpias a las zonas contaminadas.
4. Evitar las zonas de flujo muerto.
5. Evitar que los operarios estén colocados entre las fuentes contaminadas y la extracción.
6. Compensar las salidas de aire para las correspondiente entradas de aire.
7. Evitar corrientes de aire.
8. Utilizar los movimientos naturales de los contaminantes, en especial de las zonas calientes en su efecto ascensional.
9. Utilizar preferentemente una instalación con introducción y extracción mecánicas.
10. Utilizar extracción mecánica y entrada natural.

## **EQUIPOS DE PROTECCIÓN PERSONAL**

La protección individual se basa en impedir que estos contaminantes penetren por dichas vías, mediante una serie de elementos de filtraje y/o retención. Cabe señalar, sin embargo, que en la mayoría de los casos la penetración por la vía digestiva se evita mediante las elementales medidas de higiene personal, especialmente en lo que se refiere a no comer, beber ni fumar en el puesto de trabajo, o después de abandonar éste, sin un previo aseo personal.

### **PROTECCIÓN CUTÁNEA**

El aislamiento de dichas vías de penetración se consiguen mediante el empleo de una vestimenta adecuada, basada principalmente en trajes especiales, guantes gorros botas. También existen otros métodos de protección como son el empleo de diferentes protectores dermatológicos.

La elección de los diferentes elementos de protección debe basarse en el conocimiento del contaminante o contaminantes químicos presentes tanto cualitativa como cuantitativamente.



Por otro lado, también es importante conocer aspectos de proceso productivo, en especial, lo referente a puntos o zonas de salidas de los contaminantes, así como la situación y maniobras que realiza el operario

La norma técnica reglamentaria MT-11 sobre guantes de protección personal frente a agresivos químicos, determina las clases, requisitos y métodos de ensayo para la homologación de dichos elementos protectorés. Los guantes se clasifican en:

#### *Clase A*

Guantes impermeables y resistentes a la acción de los agresivos ácidos (tipo 1) o básicos (tipo 2).

#### *Clase B*

Guantes impermeables y resistentes a detergentes, jabones, amoníaco, etc.

#### *Clase C*

Guantes impermeables y resistentes a disolventes orgánicos. Esta clase se divide a su vez en 8 tipos diferentes:

- Tipo 1: Resistentes a hidrocarburos alifáticos.
- Tipo 2: Resistentes a hidrocarburos aromáticos.
- Tipo 3: Resistentes a alcoholes.
- Tipo 4: Resistentes a éteres.
- Tipo 5: Resistentes a cetonas.
- Tipo 6: Resistentes a ácidos orgánicos.
- Tipo 7: Resistentes a hidrocarburos clorados.
- Tipo 8: Resistentes a ésteres.

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

La protección dermatológica se basa en potenciar entre los trabajadores el uso sistemático y habitual de productos destinados a proteger la piel, tales como:

- Jabones neutros.
- Cremas barrera.
- Crema hidratante.

El lavado debe efectuarse tan frecuentemente como sea necesario, pero con jabón neutro, evitando los jabones alcalinos por su carácter agresivo hacia la piel, por destrucción del manto graso.

La crema barrera es un producto de protección de la piel, mediante la constitución de una capa que impide la interacción entre los agresivos y la piel. La utilización

es básica en aquellos puestos en los que no se pueden utilizar guantes. Con respecto a la utilización de este tipo de cremas conviene señalar que su efecto no es excesivamente duradero, ya que no dura toda la jornada, sino que su aplicación debe realizarse cada cierto tiempo.

Por último, los pequeños cortes y heridas deben resguardarse de la acción de los contaminantes mediante el correcto aislamiento y protección.

### PROTECCIÓN RESPIRATORIA

Los equipos de protección respiratoria se clasifican en:

- Equipos dependientes del medio ambiente.
- Equipos independientes del medio ambiente.

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

Los equipos dependientes del medio ambiente son aquellos en el usuario respira el propio aire que le envuelve, previa purificación de éste.

Los equipos independientes del medio ambiente, son aquellos que el aire que respira el usuario no procede del medio donde se encuentra éste, sino que es preciso que una fuente de aportación del aire en condiciones de ser inhalado.

#### *Equipos dependientes del medio ambiente*

Estos equipos constan esencialmente de dos partes:

- Adaptador facial.
- Filtro

Los adaptadores faciales permiten por un lado que el aire a respirar por el trabajador penetren perfectamente las vías respiratorias y por otro lado, que en dichas vías respiratorias no penetre aire contaminado. (fig 1-17)

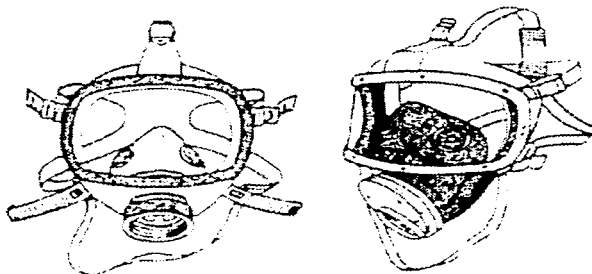


Figura 1-17 Adaptador facial tipo máscara

El filtro es el mecanismo que purifica el aire contaminado, haciéndolo respirable.

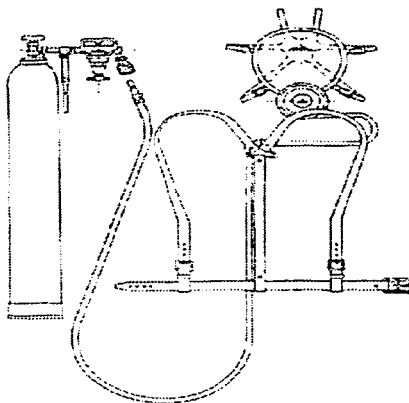
#### *Equipos independientes del medio ambiente*

#### Equipos semiautónomos

Se denominan equipos semiautónomos, en los que el sistema de suministro de aire es aportado por una fuente no contaminada, bien aire atmosférico o bien a través de un compresor, por lo tanto, no es transportado por el usuario. Estos equipos pueden ser:

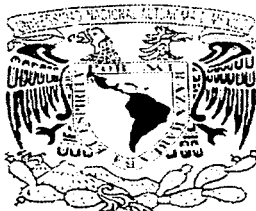
- De aire.
- De aire comprimido.

En los equipos de semiautónomos de aire fresco, el usuario toma el aire en ambientes no contaminados. (fig. 1-18)



**Figura 1-18 Equipo Respiratorio Autónomo.**

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN



## CAPITULO 2

**ESTUDIO DE RECONOCIMIENTO, EVALUACIÓN Y CONTROL DE LA EXPOSICIÓN LABORAL A DIÓXIDO DE AZUFRE, ACIDO SULFHIDRICO Y MONÓXIDO DE CARBONO**

**2.1.- INTRODUCCIÓN**

**2.2. - ESCENARIO AMBIENTAL**

**2.3.- PROPIEDADES FÍSICAS Y QUÍMICAS DEL ACIDO SULFHIDRICO (SULFURO DE HIDRÓGENO)**

**2.4.- PROPIEDEADES FÍSICAS Y QUÍMICAS DEL DIÓXIDO DE AZUFRE**

**2.5.- PROPIEDADES FÍSICAS Y QUÍMICAS DEL MONÓXIDO DE CARBONO**

**2.6.- JUSTIFICACIÓN**

**2.7.- OBJETIVO ESPECIFICO**

**2.8.- CONTENIDO DEL ESTUDIO**

**2.9.- EVALUACIÓN**

**2.10.- INFORME DE EVALUACIÓN**

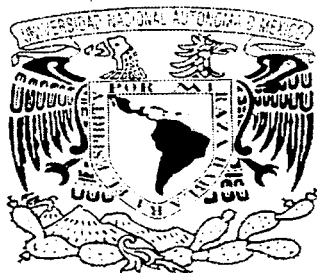
**2.11.- REFERENCIAS PARA LA EVALUACIÓN**

**2.12.- MEMORIA FOTOGRAFICA**

**2.13.- ANÁLISIS DE RESULTADOS**

**TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN**





**ESTUDIO DE RECONOCIMIENTO, EVALUACIÓN Y CONTROL DE LA  
EXPOSICIÓN LABORAL A DÍOXIDO DE AZUFRE, ACIDO SULFHIDRICO Y  
MONÓXIDO DE CARBONO**

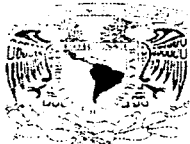
**PRACTICADO EN LA EMPRESA  
REFINERÍA FRANCISCO I. MADERO**

**Domicilio : A. Álvaro Obregón N° 3020 Col. Bosque,  
C.P. 59530, Cd. Madero Tamaulipas**

**Representante : Manfred Schmidt (SIEMENS)**

**Teléfono : 0112 30 01 20**

**Cd. Madero, Tamaulipas  
Junio 2001**



**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO  
FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES ZARAGOZA.**

**2.1.- INTRODUCCIÓN**

La refinería "francisco I. madero" de petróleos mexicanos, fue fundada para su operación en el año de 1914 y su modernización se inicio en 1956.

La refinería se encuentra localizada en el margen izquierda del río pánuco, casi en su desembocadura al golfo de México, dentro del municipio de cd. Madero, Tamaulipas.

Actualmente cuenta con 21 plantas de proceso en operación en las cuales, se lleva a cabo: Destilación primaria; al vacío, Desintegración Catalítica, Reformación, Hidrotratamiento y Petroquímica (MTBE, TAME, ALQUILACION, HIDROGENACION, DESINTEGRACIÓN CATALITICA, ETC) al. Así mismo, cuenta con instalaciones auxiliares tales como la planta de fuerza, patios de Tanques de Almacenamiento, Talleres, Almacenes, Muelles, Estaciones de bombas del Poliducto Madero-Cadereyta y del Oleoducto Madero-Cadereyta, instalaciones para el bombeo y una colonia residencial, entre otras.

La capacidad de diseño de proceso de crudo de la refinería fue de 186,000 bpd de crudo Ordóñez, actualmente la capacidad de la refinería para el crudo procesado (Maya/crudos pesados de la región/Distrito Sur) es de 175,000 bpd.

La refinería de cd. Madero se encuentra actualmente en pruebas de arranque debido a la baja calidad de reconfiguración por medio del proyecto Pempro-Siemens, lo cual preocupa al personal que se encuentra laborando en las diferentes plantas de la refinería debido a la emisión de gases contaminantes por lo que se requiere realizar un estudio mediante a el cual se determine la exactitud de lecturas de los contaminantes, las cuales deben de cumplir con las normas ambientales mexicanas e internacionales. lo anterior con el fin de saber si las condiciones ambientales afectan o no al personal laboral de la refinería.

A continuación se describen las diversas plantas con las que cuenta la refinería, así como sus servicios auxiliares.

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

## 2.2.- ESCENARIO AMBIENTAL

### "RECONFIGURACIÓN DE LA REFINERÍA FRANCISCO I. MADERO"

TABLA 2.1

Plantas de proceso nuevas	Capacidad BPD	Compañía que desarrollo la Ingeniería básica	Observaciones
1. Combinada para procesar 100% crudo Maya	137.000	I.M.P	4 de febrero de 1999 se da el fallo.
2 Coquizadora	45.500	FOSTER WHEELER	inicio de trabajos en julio DE 1999.
3 HDS de Gasóleos	49.700	ABB LUMMUS / I.M.P.	periodo de construcción de 33 meses
4. Alquilación	9,300	U.O.P.	Recepción 1er. trimestre del año
5. MTBE	2.500	CDTECH	
6. TAME	2.600	CDTECH	
7 Hidrógeno a partir de gas Natural (MMSCFD)	42	LURGI	
8. Azufre (Ton/d)	600	LURGI	
9 Reformadora de gasolina	10.000	U.O.P.	
10. Catalítica	30.500	ABB LUMMUS / I.M.P.	

**"RECONFIGURACIÓN DE LA REFINERÍA FRANCISCO I. MADERO"**

**TABLA 2.2**

Rehabilitaciones o Modernizaciones	Capacidad BPD	Compañía que desarrollo la Ingeniería básica	Observaciones
1. Combinada BA	40,000	I.M.P.	4 de febrero de 1999. se da el fallo.
2. Combinada MF	13,000	I.M.P.	Inicio de trabajos en Julio de 1999
3. Hidrosulfuradoras de destilados intermedios U-500 y U-501	16,000 28,000	I.M.P.	Periodo de construcción de 33 meses
4. Tratadora de Nafta de Coquización (U-600)	12,000	I.M.P.	Recepción 1er. Trimestre del año 2002
5. Catalítica ME	30,000	STONE & WEBSTER	

**TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN**

## "RECONFIGURACIÓN DE LA REFINERÍA FRANCISCO I. MADERO"

**TABLA 2.3**

<b>Proyecto Servicios Auxiliares</b>	<b>Capacidad</b>
3 Calderas de alta presión (60 Kg/cm <sup>2</sup> )	200 Ton/Hr c/u
2 Turbogeneradores 13.8 KV	32 MW c/u
3 Torres de Enfriamiento	30,000 GPM 40,000 GPM 50,000 GPM
Conversión de Unidades Desmineralizadoras existentes a lechos empacados	1,200 M3 / HR
Integración de servicios Auxiliares	

### **PLANTA DE DESTILADOS COMBINADA BA UNIDAD 110 DE 40,000 BPD DE UNA MEZCLA DE CRUDO PESADO DE LA REGIÓN Y MAYA**

#### **OBJETIVO**

Procesar una nueva mezcla de crudo pesado y maya para la separación y obtención de los destilados: Gas húmedo, Gasolina, Turbosina, Kerosina, Gasoleo ligero, Gasoleo pesado, Gasoleo ligero de vacío, Gasoleo Pesado de vacío y residuo de vacío.

Integración de calor de las corrientes de proceso para la recuperación de energía.

Adecuación de los materiales para las nuevas condiciones de operación.

Utilización de sistemas de precalentamiento de aire para los nuevos calentadores (según análisis).

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

**PLANTA DE DESINTEGRACIÓN CATALITICA FLUIDIZADA ME UNIDAD 120 DE 30,000 BPSD DE CAPACIDAD.**

**OBJETIVO**

Procesar una nueva mezcla de gasóleos de vacío de las unidades combinadas así como de la planta Desulfuradora de gasóleos de vacío.

Modernización de la sección de reacción de regeneración, así como la inclusión de separadores terciarios y cuaternarios.

Inclusión de recuperación de calor de los gases de combustión.

Nuevos sistemas de tratamiento cáusticos Merichem para LPG y Gasolina.

Integración de calor de las corrientes de proceso para la recuperación de energía.

Nuevo compresor de gas húmedo.

Productos que se obtendrán:

Gas seco, Propano Propileno, Butano Butadieno, Gasolina, Nafta pesada, ACL, Residuo Catalítico

**PLANTA DE DESTILACION COMBINADA MF UNIDAD 130 DE 13,000 BPSD DE UNA MEZCLA DE CRUDO PANUCO Y TAMAULIPAS.**

**OBJETIVO**

Procesar una nueva mezcla de crudo Panuco y Tamaulipas para la separación y obtención de los destilados: Gas húmedo, Gasolina, Turbosina, Kerosina, Gasoleo ligero, Gasoleo pesado, Gasoleo ligero de vacío, Gasoleo Pesado de vacío y residuo de vacío.

Integración de calor de las corrientes de proceso para la recuperación de energía.

Adecuación de los materiales para las nuevas condiciones de operación.

Utilización de sistemas de precalentamiento de aire para los nuevos calentadores (según análisis).

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

## **PLANTA HIDRODESULFURADORA DE DIESEL HDI UNIDAD 150**

### **OBJETIVO**

Desulfurar la proveniente de la nueva planta coquizadora así como los excesos de las hidrosulfuradoras y fraccionadoras.

Nuevo reactor para la saturación de diolefinas.

Evaluación del equipo existente y cambio del equipo necesario.

Productos que se obtendrán:

Envío de gasolina dulce ligera ala planta de fraccionamiento MC, envío de gas ácido

## **PLANTA PREPARADORA DE CARGA DE BUTADIENO UNIDAD 181 CH**

Preparación de carga de butileno: separan el propano y más pesados de la mezcla de gases de carga, se obtiene gas combustible dulce y seco, butano-butileno recibe como carga gas natural, gas seco y amargos

**TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN**

### 2.3.- PROPIEDADES FÍSICAS Y QUÍMICAS DEL ACIDO SULFHIDRICO (SULFURO DE HIDRÓGENO)

El ácido sulfhídrico ( $H_2S$ ) es un gas maloliente (contribuye al olor de los huevos podridos) y esta bastante distribuido en la naturaleza. Se forma en la putrefacción de la materia orgánica: en la hidrólisis de muchos sulfuros inorgánicos; por calentamiento de la hulla o del petróleo que contenga azufre, y por unión directa de  $H_2$  y  $S$  entre  $200^\circ$  y  $400^\circ C$ . Se encuentra en los gases que escapan de depósitos ígneos y sedimentarios, en las aguas de los océanos, lagos, ríos, manantiales, fuentes, en el petróleo y gas natural. En muchos casos es una impureza molesta: sus propiedades físicas son: punto de fusión,  $-85,60^\circ C$ ; punto de ebullición  $-60,75^\circ C$ . Temperatura crítica  $104,4^\circ C$ ; peso específico en forma gaseosa (aire = 1), 1,189, densidad en fase líquida a  $60,75^\circ C$ , 0,993 g/ml; calor de vaporización a  $61,75^\circ C$ .

El Ácido Sulfhídrico es estable por debajo de  $400^\circ C$ , por encima, la fracción que se descompone aumenta con la temperatura hasta que a  $1,700^\circ C$  la descomposición es completa. En disolución acuosa a temperatura ambiente reacciona con  $O_2$  del aire para formar  $S$  y  $H_2O$ .

Reacciona con los halógenos y da los correspondientes halogenuros de hidrógeno y  $S$ . Los agentes oxidantes reaccionan con el  $H_2S$  para formar:  $H_2O$  Y  $S$  ó  $H_2O$  y  $SO_2$  ó  $H_2SO_4$  ó diversas mezclas de estas sustancias, según la temperatura, concentración de la fuerza oxidante y otros factores. El Sulfuro de Hidrógeno es un ácido dibásico débil cuyas constantes de ionización son  $3,3 \times 10^{-7}$  y  $2 \times 10^{-16}$ , forma un líquido no asociado; es ligeramente soluble en agua, pero es fuertemente soluble en muchos disolventes orgánicos. Su vapor es muy tóxico y su permanencia en el aire que contenga 600 ppm durante 3 minutos puede ser fatal.

El Sulfuro de Hidrógeno se emplea en química analítica, en flotación de minerales para producir una capa de sulfuros metálicos que son mojados por los aceites y en algunos procedimientos de fabricación se preparan por: 1) acción de los ácidos no oxidantes sobre sulfuros metálicos como:  $HCl + FeS \rightarrow H_2S + FeCl_2$ ; 2) descomposición de algunos sulfuros orgánicos cola tioacetamida: 3) la reacción entre la parafina y el azufre, y 4) hidrólisis de algunos sulfuros.  $3 H_2O + Al_2S_3 \rightarrow Al_2O_3 + 3H_2S$

Las principales contaminaciones de este gas se producen en las salas de hilatura de las instalaciones de rayón de viscosa, en las minas de minerales sulfurados, en la producción y refinación del petróleo, en los gases procedentes de desagües y tenerías, y siempre que puedan reaccionar disoluciones ácidas con sulfuros y compuestos orgánicos de azufre



Sus contaminaciones moderadas producen conjuntivitis y cuando son considerables causan la muerte por parálisis respiratoria. Los síntomas de contaminación se manifiestan por dolor de cabeza y por perturbaciones gastrointestinales.

Concentración máxima aceptable 20 ppm. Cantidades tan pequeñas como el orden de las 0.3 ppm producen un olor fácil de distinguir, pero, debido a que los órganos del olfato llegan a fatigarse rápidamente, dicho olor no constituye un preventivo adecuado.

Puede comprobarse la presencia de Ácido Sulfhídrico en el aire con un borboteador que contenga una disolución al 5% de  $\text{CdSO}_4$  o de  $\text{CdCl}_2$ . Se añaden 5.0 ml de una disolución 0.05 N de yodo, luego 2 ml de  $\text{H}_2\text{SO}_4$  6N y, al cabo de 10 minutos, se puede valorar el retroceso con  $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$  0.01 N, la sensibilidad para una muestra de 25 litros es de 1 ppm.

Cuando la respiración es dificultosa al haber estado sometido a una acción intensa del gas, se debe hacer una respiración artificial y suministrar oxígeno.

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

## 2.4.- PROPIEDADES FÍSICAS Y QUÍMICAS DEL DIÓXIDO DE AZUFRE

El Dióxido de Azufre ( $\text{SO}_2$ ) gas o líquido de olor fuerte, picante, soluble en agua, alcohol y éter, forma Ácido Sulfuroso ( $\text{H}_2\text{SO}_3$ ). Tiene una densidad de 1,433, líquido a  $0^\circ\text{C}$ , con un punto de congelamiento a  $-76^\circ\text{C}$  y con un punto de ebullición de  $-10^\circ\text{C}$ ; presión de vapor 3,2 atmósferas a  $20^\circ\text{C}$ ; índice de refracción (líquido) 1,410 ( $24^\circ\text{C}$ ), agente oxidante y reductor extraordinario. No combustible.

A temperatura ambiente y presiones ordinarias es un gas incoloro, pero irritante, reacciona con el cloro, bromo y flúor para formar cloruro de Sulfurilo ( $\text{SO}_2\text{Cl}_2$ ), el Bromuro y el Fluoruro de Sulfurilo, respectivamente. Es un excelente agente reductor, a causa de su facilidad de licuación se utiliza en los procesos de refrigeración, se usa en la refinación del petróleo. Las disoluciones acuosas del gas se aplican como fungicida y como un preservador de bebidas y alimentos. El Ácido Sulfuroso y los sulfitos encuentran extenso uso como agentes blanqueantes para tejido de seda y lana, sombreros de paja, plumas y frutos secos. El empleo más grande del Dióxido de Azufre se hace probablemente en la industria de la pulpa y del papel.

El Dióxido de azufre se usa para obtener Ácido Sulfúrico como sustancia de blanqueo y en las fundiciones de Magnesio como antioxidante. Como se produce por oxidación de las materias primas que contienen azufre, es el contaminador atmosférico de muchas regiones.

Su acción irritante es el causante de muchas molestias en el cuerpo. Las concentraciones elevadas del mismo provoca un adema pulmonar y la parálisis de la respiración. Cuando una persona se somete a una acción repetida y prolongadamente, corre el peligro de padecer una bronquitis crónica.

Concentración máxima aceptable 0,1 ppm. El Dióxido de Azufre puede determinarse yodométricamente utilizando 75 ml de una disolución 0,005 N de yodo en un borboteador de placa. Analizando la muestra de aire de 50 litros se obtienen sensibilidades menores de 1 ppm.

A quien ha estado sometido durante mucho tiempo a su acción se le debe administrar oxígeno a una presión de 4-6 cm de agua.

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

## 2.5.- PROPIEDADES FÍSICAS Y QUÍMICAS DEL MONÓXIDO DE CARBONO

### ASPECTOS QUÍMICOS

El Monóxido de Carbono (CO), es un gas incoloro, tóxico con un olor peculiarmente débil, en 1776, Lassone preparó el gas calentando Carbón vegetal con óxido de cinc. Veinticuatro años más tarde Cruinkhash estableció la composición del Monóxido de Carbono, se usa extensamente como agente reductor, como sustancia intermedia para la síntesis de una variedad de compuestos orgánicos y como combustible, mezclado con otros gases.

Cuando la combustión de las materias carbonosas se efectúan con insuficiente suministro de aire, se produce Monóxido de carbono. Se halla presente en algunos gases de los hornos, en los gases de escape de los motores de gasolina y en algunos gases volcánicos. Los gases combustibles que se preparan contienen el Monóxido de Carbono como constituyente principal.

### PREPARACIÓN

El Monóxido de Carbono, que es una de los estados de oxidación más bajos del carbono, se preparan usualmente por reducción a elevada temperatura o en algunos procedimientos de combustión parcial. Algunos de los métodos de reducción a elevada temperatura comprenden la reducción de: 1) óxidos de zinc, de hierro o de manganeso con carbón vegetal; 2) carbonato de bario con carbón; 3) carbonato calcico con zinc o carbón; 4) dióxido de carbono con zinc, hierro, carbón o metano, y 5) vapor con coke o metano. La combustión parcial de la hulla, el coke o el metano produce Monóxido de Carbono.

Este compuesto también se prepara por degradación de compuestos seleccionados. El ácido sulfúrico o el sulfúrico fumante descomponen los ácidos carboxílicos como el fórmico, el oxálico, el pirúvico, otros ácidos alfa cetónicos el glicólico, el láctico, el málico, el cítrico, y otros compuestos como el cianuro de hidrógeno.

Por gasificación de la hulla o el coke o por oxidación parcial con el vapor de agua de gases hidrocarburos se obtienen cantidades comerciales de Monóxido de Carbono. Quizá la mayor fuente de gases producidos es a partir de la hulla o del coke por reacción con el vapor de agua (gas de agua) y el aire (gas de generadores, gas de alto horno) o por calefacción (gas de horno de coke) todos estos gases contienen porciones variables de los componentes, según se indica a continuación:

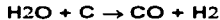
TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

## COMPOSICIÓN DE LOS GASES INDUSTRIALES TÍPICOS

TABLA 2.4

	Gas de agua Azul, % en Volumen	Gas de generadores, % en volumen	Gas de alto Horno, % en volumen	Gas de Horno de coque, % en volumen
CO	37.8-42.8	22.0-26.0	26.2-27.5	5.0-6.8
CO <sub>2</sub>	3.0-6.9	2.5-5.7	10.0-3.0	1.5-7-3
H <sub>2</sub>	49.2-51.8	3.0-13.2	3.0-3.5	47.3-57
CH <sub>4</sub>	0.4-0.8	0.4-2.6	0.2-0.5	27.0-33.9

El gas de agua se usa más frecuentemente como fuente de Monóxido de Carbono puro o mezcla de Monóxido de Carbono e Hidrógeno. Pueden obtenerse mayores proporciones de monóxido de carbono sustituyendo el vapor de agua por el Dióxido de Carbono:



TESIS CON  
 FALLA DE ORIGEN

### PURIFICACIÓN

Para obtener el Monóxido de Carbono puro a partir de los gases fabricados se requieren diversas operaciones. Por borboteo en agua a la presión atmosférica o a 15 atm. se separan los sólidos en suspensión, el amoniaco, el cianuro de hidrógeno, los compuestos de azufre de más elevado peso molecular como el tiofeno, el Dióxido de carbono y el Sulfuro de Hidrógeno. Haciendo borbotear los gases en disoluciones acuosas de sustancias cáusticas o de etanolamina se eliminan los gases ácidos, como Dióxido de carbono, el Sulfuro de hidrógeno, el Disulfuro de carbono, y el Sulfuro de carbonilo. Los aceites ligeros y los alquitránes separan del gas del horno de coque por condensación, por precipitación electrostática y por borboteo en petróleo.

Para la purificación final del Monóxido de Carbono suelen emplearse métodos que suelen emplearse en licuefacción y absorción de sales cuprosas en disoluciones acuosas. Estos métodos son realizables solamente con los gases que no contienen gas inerte, o losa que contienen cantidades insignificantes. como el Nitrógeno.

El vapor de agua y el Dióxido de Carbono deben separarse antes de la licuefacción. Deben evitarse los vestigios de óxido nítrico, por que reaccionan formando compuestos explosivos a las temperaturas de licuefacción.

El método de absorción emplea o una disolución ácido de cloruro cuproso o una disolución amoniacal de carbonato o formiato cuprosos. La absorción se efectúa a temperatura ordinaria bajo una presión de 200 atm. aproximadamente. El Monóxido de Carbono se recupera por disminución de la presión y calentando la disolución por encima de 40 °C. El gas puede purificarse anteriormente por un segundo ciclo y después se hace borbotear en agua. para separar el cloruro de hidrógeno o el amoniaco y se seca.

## **RECONOCIMIENTO**

Los métodos empleados para reconocer el Monóxido de Carbono se basan en sus propiedades reductoras o en su capacidad para formar complejos. Existen diversos métodos útiles para la determinación cuantitativa. En concentraciones superiores al 0.2% en volumen se separan el acetileno, otros hidrocarburos no saturados y el Dióxido de Carbono. y el Monóxido de Carbono es absorbido en una disolución acuosa de cloruro cuproso acidificado. una sal cuproso amoniacal o un reactivo comercial conocido como <<Co-sorbete>>. en un Orsat o aparato del Bureau of Mines.

## **PROPIEDADES FÍSICAS**

Existen dos formas sólidas del Monóxido de Carbono con temperatura de transición de -211.6 °C. p.f de -200 a -205 °C. p. Eb. De 191,5 °C. temperatura crítica -138 °C. Presión crítica 34.6 atm y densidad crítica 0,311 g/cc.

El Monóxido de Carbono es prácticamente insoluble en agua. A 0 °C. 100 g de agua disuelven 0.00044 g. mientras que a 100 °C. 0.0000 g. Su solubilidad es sólo unas pocas veces mayor en los disolventes orgánicos comunes.

## **PROPIEDADES QUÍMICAS**

La inercia del Monóxido de Carbono a temperaturas ordinarias y en ausencia de catalizadores o de la luz no es sorprendente. puesto que su estructura electrónica de valencia es análoga a la de la molécula de Nitrógeno. A temperaturas elevadas. el Monóxido de Carbono es un poderoso agente reductor. Su analización a bajo precio. su poder reductor y su versatilidad en las reacciones

catalíticas de adición hacen el Monóxido de Carbono una sustancia química de importancia en muchas operaciones comerciales.

## ESTABILIDAD

El Monóxido de Carbono es estable respecto de su descomposición en carbono y oxígeno. Sin embargo, se descompone el Dióxido de Carbono y carbono a temperatura de 35 °C sobre el paladio con gel de sílice como soporte. En el intervalo de temperaturas de 400 a 700 °C casi cualquier superficie es suficientemente activa para dar abundantes depósitos de carbono. Por encima de 800 °C, el equilibrio favorece la formación del Monóxido de Carbono.

Esta sustancia arde con llama azul clara y forma el Dióxido de Carbono. La reacción de oxígeno es lenta por debajo de 650 °C en ausencia de catalizadores. A mayores temperaturas o cuando se inicia con una chispa, las mezclas de Monóxido de Carbono y oxígeno que contienen vestigios de agua pueden explotar. Un catalizador que contiene óxidos de cobre y manganeso, conocido como «hopcalita», se ha empleado en las caretas de gas para oxidar el Monóxido de Carbono a dióxido inofensivo. El Monóxido de Carbono reacciona reversiblemente con el vapor de agua para producir el Dióxido de Carbono e Hidrógeno.

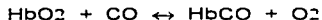
## ASPECTOS FISIOLÓGICOS

El Monóxido de Carbono es tóxico para animales de sangre caliente. Debido al olor y sabor extremadamente débiles, su poder letal es solapado. La careta antigás ordinaria rellena de carbón vegetal es inútil para eliminar el Monóxido de Carbono del aire contaminado, las personas que no necesitan entrar en zonas contaminadas con Monóxido de Carbono (bomberos, personal de salvamento, personal de reparaciones) deben ir provistos de aparatos de respiración de circuito cerrado, que les suministren oxígeno a través de la careta. Esto es esencial en atmósferas que contengan del 2 % en volumen de Monóxido de Carbono. En atmósferas que contienen menos, pueden utilizarse una careta antigás ordinaria durante cortos periodos, si está adaptada a un frasco especial lleno de hopcalita, que es una mezcla de óxidos metálicos que catalizan la oxidación del Monóxido de Carbono a dióxido. La reacción es exotérmica y tales botes se ponen muy calientes cuando se usan.

El Monóxido de Carbono es fisiológicamente inerte por completo excepto por su combinación intensa con la hemoglobina de la sangre. No tiene una acción tóxica única sobre cualquiera de los tejidos del cuerpo. Como Henderon y Haggard afirmaron: «<Si no fuera por esta reacción, el Monóxido de Carbono se clasifica con el Nitrógeno y el Hidrógeno como un simple asfixiante»

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

La afirmación de Hemoglobina es unas 300 veces la del oxígeno, la reacción entre el Monóxido de Carbono y la Hemoglobina es reversible:



El Monóxido de Carbono desplaza al oxígeno de la Hemoglobina y a su vez, el oxígeno puede desplazar al Monóxido de Carbono de su combinación. Los glóbulos rojos, en los que la hemoglobina ha quedado unida al Monóxido de Carbono y luego libera de la combinación por medio de oxígeno, no resultan lesionados; son capaces de transportar el oxígeno como nunca hubieran sido expuestos al gas. En cambio, si la combinación con el Monóxido de Carbono perdura incapaces de cumplir su función respiratoria. Por consiguiente no pueden transportar el oxígeno necesario a los diversos tejidos del organismo. Progresivamente resulta una severa anoxia. Por desgracia la víctima no suele advertir el peligro. La eficacia mecánica, por ejemplo, conducir el automóvil, puede perdurar hasta el mismo momento en que el envenenamiento esta a punto de originar la inconciencia.

La muerte por inhalación por Monóxido de carbono puede resumirse como sigue: 1) Reducción de la capacidad transportadora de oxígeno por la sangre debido a la formación de la HbCO; 2) anoxia de los tejidos, especialmente en el cerebro, que es muy sensible a la falta de oxígeno; 3) la consiguiente depresión del centro respiratorio en el cerebro y la disminución de la respiración; 4) fallo del corazón debido al inadecuado suministro de oxígeno.

El Monóxido de Carbono lo absorbe el organismo solo a través de los alvéolos pulmonares. Afortunadamente, no añade al anterior peligro el de entrar por los ojos, las mucosas, las heridas o por el tramo superior del aparato respiratorio.

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

## EFFECTOS CRÓNICOS

No existe <<Envenenamiento crónico por Monóxido de Carbono>>. El gas no es un veneno acumulativo; se separa fácilmente de la sangre cuando la víctima se expone al aire puro o al oxígeno.

Después de una exposición severamente aguda, la víctima suele morir en unas 36 horas o se recupera completamente transcurridos unos pocos días. El daño crónico ocasionado al hombre por el envenenamiento con monóxido de carbono consiste en la prolongada anoxia cerebral que fue lo bastante severa por causa del daño cerebral permanentemente, pero no suficientemente intensa para causar la muerte; pero estos efectos no se debe a la retención del Monóxido de carbono en el organismo.

## TRATAMIENTO

El tratamiento del envenenamiento con Monóxido de Carbono consiste en retirar la víctima de la atmósfera contaminada, administrarle la respiración artificial y hacerle inhalar oxígeno puro. Si se dispone de un buen respirador mecánico, puede usarse con ventana. En ausencia de tal dispositivo el aire puede introducirse en los pulmones de la víctima por el método Nielsen de la resurrección, que es un procedimiento en el que se presiona el brazo elevándolo hacia atrás. Es el método aceptado ahora para la administración de la respiración artificial en el ejército, la armada y la aviación.

El uso del oxígeno es esencial para el tratamiento efectivo. Desde el punto de vista puramente académico, puede decirse que la adición del 5 al 7 % de Dióxido de carbono origina un restablecimiento más eficaz.

Los medicamentos tienen poco uso e incluso pueden ser muy peligrosos. Bajo ninguna circunstancia a un paciente que está recuperando el conocimiento después del envenenamiento con Monóxido de Carbono debe permitírsele levantarse y andar. La víctima ha de mantenerse postrado o en posición supina y los que la estén socorriendo deben procurar mantener severamente sus exigencias de oxígeno en un minuto.

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN



El presente trabajo es el estudio de reconocimiento, evaluación y control de la exposición laboral a Dióxido de Azufre, Ácido Sulfhídrico y Monóxido de Carbono realizado en la REFINERÍA FRANCISCO I MADERO, ubicada en Cd. Madero, Tamaulipas por solicitud de la empresa de Auditorías Ambientales BEREAU VERITAS MEXICANA, S.A. DE C.V. para efectos de control interno.

Las cantidades, los sitios y los puestos que se eligieron fueron conjuntamente establecidos con la empresa BUREAU VERITAS MEXICANA, S.A. DE C.V tomando como base la NORMA-10-STPS-99.

## **2.6.- JUSTIFICACIÓN**

La evaluación de la exposición a agentes químicos ambientales es importante para diversas áreas científicas, que incluyen la evaluación, el manejo de riesgos, la epidemiología ambiental, el diagnóstico clínico y la prevención de enfermedades.

La evaluación de la exposición permite identificar a los individuos o subgrupos de poblaciones que han estado expuestos a un agente tóxico y obtener datos cualitativos o cuantitativos de la magnitud, frecuencia, duración y vías de exposición.

Por otra parte, es obligación de los patrones realizar el estudio del reconocimiento, evaluación y control según como lo indica la NOM-10-STPS-99.

## **2.7.- OBJETIVO ESPECIFICO**

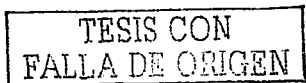
Determinar las concentraciones de Dióxido de Azufre, Ácido Sulfhídrico y Monóxido de Carbono, para establecer la exposición de los trabajadores, comparando los resultados obtenidos con los Límites Máximos Permisibles de Exposición (LMPE), establecidos para cada sustancia.

## **2.8.- CONTENIDO DEL ESTUDIO**

### **RECONOCIMIENTO INICIAL**

Como lo establece la NORMA-10-STPS-99 se realizó un reconocimiento inicial en las áreas de trabajo, donde se realizaron las siguientes acciones:

- a. Identificación de los contaminantes.
- b. Propiedades físicas químicas y la información toxicológica de los contaminantes y las alteraciones que pueden producir a la salud de los trabajadores (hojas de datos de seguridad).



- c. Determinación de las vías de ingreso de los contaminantes al trabajador, el tiempo y frecuencia de exposición.
- d. Identificación del número de trabajadores potencialmente expuestos.
- e. Determinación de los grupos de exposición homogénea y su correspondiente determinación cualitativa de riesgo.

## 2.9.- EVALUACIÓN

### DETERMINACIÓN DEL NÚMERO DE TRABAJADORES A EVALUAR.

Según lo determina la NORMA-10-STPS-99, el número de trabajadores a muestrear dentro de cada grupo de exposición homogénea se establece de acuerdo a la tabla 3.1 de la misma, de tal forma que exista la probabilidad de que grupo contenga al menos un trabajador de alta exposición.

En el presente estudio se realizó junto con la empresa de Auditoria Ambiental BERAU VERITAS MEXICANA S.A. DE C.V. decidió evaluar a 4 trabajadores para establecer la exposición a Dióxido de Azufre y 8 trabajadores para Ácido Sulfhídrico, esto debido al tipo de actividad laboral que realizaban los trabajadores y al tipo de medio de captura que en este caso se utilizó solución absorbente las muestras restantes se realizaron de área en distintas posiciones de la REFINERÍA FRANCISCO I MADERO.

Selección de los procedimientos analíticos.

Según lo establecido en la NORMA-10-STPS-99, los procedimientos analíticos para la sustancia evaluadas son las siguientes:

**TABLA 2.5**

Sustancia	Procedimiento N°	Descripción
Dióxido de Azufre	031	Determinación de Dióxido de Azufre en aire-Método volumétrico
Acido Sulfhídrico	P & CAM 126	Determinación de Acido Sulfhídrico en aire-Método colorimétrico
Monóxido de Carbono	005	Determinación de Monóxido de Carbono en aire-Método electroquímico

**Nota.** Los análisis de las muestras se realizaron en un laboratorio de pruebas acreditado ante EMA (Entidad Mexicana de Acreditación).

### SELECCIÓN DEL TIPO DE MUESTREO.

De acuerdo al tipo de exposición de los trabajadores, se definió el tipo de muestreo a desarrollarse: Muestra continua de periodo completo de la jornada de trabajo (una sola muestra, sin interrupciones, que abarque el total de la jornada de trabajo).

### SELECCIÓN DE LA INSTRUMENTACIÓN.

La instrumentación, material y equipo empleados son los que indican los procedimientos de muestreo, indicados en la tabla 3.2

Para la determinación de cada sustancia se empleo un medio de colección específico (determinado en los procedimientos de muestreo de cada sustancia), acoplado a una bomba de flujo continuo.

Los medios de colección empleados son:

**TABLA 2.6**

Sustancia	Medio de colección
Dióxido de Azufre	Solución de peróxido de hidrógeno
Acido Sulfhídrico	Sulfato de Cadmio
Monóxido de Carbono	Bolsa Tedlar

Los materiales y equipos empleados son los siguientes:

- Bomba de muestreo SKC.
- Calibrador de flujo primario Dry Cal modelo Cell dc-Lite, numero de serie 1093.
- Impinger o borboteadores o burbujeadores.
- Trampas de solución.
- Bolsas tedlar.
- Gastech.
- Mangueras.
- Rotámetro.
- Psicrómetro.
- Solución absorbadora.

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

## 2.10.- INFORME DE EVALUACIÓN

Los informes de evaluaciones realizaron conforme lo indica la NORMA-10-STPS-99. contienen los siguientes datos:

- a. Nombre, denominación o razón social de la empresa.
- b. Domicilio.
- c. Nombre del representante legal.
- d. Teléfono.
- e. Datos del muestreo: lugares y puntos de muestreo, número de trabajadores a los que se les hizo el muestreo, frecuencia de evaluación y tipos de muestras.
- f. Datos generales: Tiempo total de muestreo, flujo, volumen total (flujo por tiempo), cantidad colectada, CMA (cantidad colectada dividida entre el volumen total) y observaciones.
- g. La comparación e interpretación de los resultados, en base a los Límites Máximos Permisibles de Exposición (LMPE).

Las mediciones se identificaron con un número consecutivo.

## 2.11.- REFERENCIAS PARA LA EVALUACIÓN

La NORMA-10-STPS-1999, indica que los Límites Máximos Permitidos de Exposición Promedio Ponderado en el Tiempo (LMPE) para 8 horas de exposición (tabla 3.3), para las sustancias evaluadas son las siguientes:

TABLA 2.7

SUSTANCIA	<sup>3</sup> (LMPE-PPT) mg/m
Dióxido de Azufre	5 (A4)
Ácido Sulfhídrico	14
Monóxido de Carbono	55

## CONNOTACIONES

A4 No clasificado como carcinógeno en humano.

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

La NOM-10-STPS-99, indica que cuando la jornada laboral sea diferente a 8 horas diarias, se debe corregir el LMPE, de la siguiente forma:

LMPE corregido = (Fc día) (LMPE)      donde:  
Hd: Es la duración de la jornada de trabajo; en horas.

$$Fc \text{ día} = (8 / Hd) (24 - Hd / 16)$$

A continuación se presentan el formato de **Clasificación Cualitativa del Riesgo** la cual tiene la siguiente información:

- a. Grado de Exposición Potencial
- b. Numero de trabajadores en el grupo de exposición homogénea
- c. Número de trabajadores a muestrear
- d. Grado de efecto a la salud
- e. Clasificación cualitativa del riesgo
- f. Observaciones

En base al grado de exposición potencial y el grado de efecto a la salud podemos clasificar el riesgo por cada contaminante involucrado en el estudio de evaluación (inocua, baja, moderada y muy alta)

Posteriormente se presentan el formato de **Reconocimiento de Riesgos** del medio ambiente laboral, que debe integrarse al informe de evaluación de los contaminantes del medio ambiente laboral, el cual debe contener la siguiente información:

- I. Nombre de la compañía
- II. Nombre de la(s) Planta(s)
- III. Nombre de los departamentos
- IV. Identificación de los contaminantes;
- V. definir los grupos de exposición homogénea y su correspondiente determinación cualitativa de riesgo.
- VI. Descripción del Proceso
- VII. las propiedades físicas, químicas y toda la información toxicológica de los contaminantes y las alteraciones que puedan producir a la salud de los trabajadores, señaladas en las hojas de datos de seguridad, conforme a lo establecido en la NOM-114-STPS-1994;
- VIII. Las vías de ingreso de los contaminantes al trabajador, el tiempo y frecuencia de la exposición.

IX. Prioridad de los grupos de exposición homogénea por evaluar.

X. Para la evaluación del riesgo, se debe dar prioridad a los trabajadores o a los grupos de trabajadores de exposición homogénea, bajo los criterios siguientes:

grado de efecto a la salud del contaminante del medio ambiente de trabajo;

grado de exposición potencial;

número de trabajadores expuestos.

la identificación en un plano, de las fuentes generadoras de los contaminantes;

identificación en el plano, de las zonas donde exista riesgo de exposición y el número de trabajadores potencialmente expuestos a los contaminantes

También se anexan las **hojas de seguridad** de los contaminantes en cuestión y una **memoria fotográfica** que se muestran las plantas en donde se realizaron los estudios de monitoreo ambiental.

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN



**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO  
FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES ZARAGOZA**

**FORMATO PARA LA CLASIFICACIÓN CUALITATIVA DEL RIESGO**

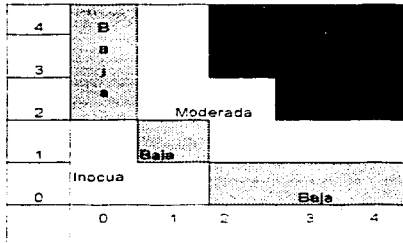
**GRADO DE EXPOSICIÓN POTENCIAL**

GRADO	DESCRIPCIÓN DE LA EXPOSICIÓN	RANGO DEL LMPE (PPT O CT)
0	NO EXPOSICIÓN CON LA SUSTANCIA QUÍMICA	CMA $\leq$ 0.1 LMPE
1	EXPOSICIÓN POCO FRECUENTE CON LA SUSTANCIA QUÍMICA A BAJOS NIVELES O CONCENTRACIONES	0.1 LMPE $<$ CMA $\leq$ 0.25 LMPE
2	EXPOSICIÓN FRECUENTE CON LA SUSTANCIA QUÍMICA A BAJAS CONCENTRACIONES	0.25 LMPE $<$ CMA $\leq$ 0.5 LMPE
3	EXPOSICIÓN FRECUENTE A ALTAS CONCENTRACIONES	0.5 LMPE $<$ CMA $\leq$ 1.0 LMPE
4	EXPOSICIÓN FRECUENTE A MUY ALTAS CONCENTRACIONES	1.0 LMPE $<$ CMA

Numero de Trabajadores En el grupo de exposición homogénea	Numero de Trabajadores A muestrear
1	1
2	2
3	3
4	4
5	5
6	6
7	7
8	8
9	9
10	10
11	11
12	12
13	13
14	14
De 15 a 20	15
De 21 a 24	16
De 25 a 28	17
De 30 a 37	18
De 38 a 46	19
50	20
Más de 50	22

Grado de Efecto a La salud

**CLASIFICACIÓN CUALITATIVA DEL RIESGO**



Clasificación

Grado de exposición Potencial  
**Moderada**

Observaciones

**LA PROGRAMACIÓN DE MUESTREOS DEBE REALIZARSE CON BASE AL PROGRAMA ANUAL DE TRABAJO**

Datos recabados David Juárez

Datos proporcionados por SIEMENS

**TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN**

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO  
FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES ZARAGOZA

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

FORMATO PARA EL RECONOCIMIENTO DE RIESGOS

Compañía: REFINERIA FRANCISCO I MADERO  
Contaminante: ACIDO SULFIDRICO Fecha: Mayo del 2001

No de trabajadores No de  
exposición trabajadores  
homogénea a muestrear

Descripción del proceso

Planta	Depto	No de exposición homogénea	No de trabajadores a muestrear	Descripción del proceso
Preparadora de carga de Butadieno	Unidad 181 CH	24	14	Preparación de carga de butileno: separan el propano y más pesados de la mezcla de gases de carga, se obtiene gas combustible dulce y seco, butano-butileno recibe como carga gas natural, gas seco y amargos
Combinada	Unidad 110 BA	2	2	Separación del crudo por medio de diferentes temperaturas de ebullición por medio de una destilación al vacío, obteniendo gasolina, querosina, diesel y gasóleo de vacío
Desintegración catalítica	Unidad 120 ME	2	2	Procesa gasóleos provenientes de la preparadora de carga, de la planta combinada de coque fluido; en donde se obtiene octanaje, propano, propileno, butano, butileno, gas combustible, nafta pesada, aceite ciclico ligero y residuo.
Planta de Asfalto	Unidad 130 MF	2	2	Procesa crudo del panuco y tamaulipas, se obtiene: gasolina, querosina, diesel, gasóleo de vacío, residuo atmosférico y de vacío.
Hidrodesulfuradora de Destilados Intermedios	Unidad 150 HDI	8	7	Reciben cargas de gasolina y querosinas provenientes de la planta de destilación primaria y de la planta Combinada, para eliminar el azufre mediante tratamiento con hidrogeno. Se obtiene Turbosina, Diesel bajo en azufre

Principales propiedades físicas, químicas y toxicológicas del contaminante

Se anexa MSDS (Hoja de seguridad)

Principal vía de ingreso

Oral  Cutánea  Respiratoria  X  otra   
frecuencia de exposición de los trabajadores: Jornada de 9 horas, con 1 hora de descanso

Descripción de las principales fuentes generadoras del contaminante

Los contaminantes provienen principalmente de quemadores y equipos que se encuentran todavía en proceso y de la elaboración de limpieza de los mismos.

Grado de Efecto a la salud	Efecto a la salud	Criterio de toxicidad			
		Rata DL50	Consejo CL50	Rata CL50	
		Vía oral	Vía cutánea	Vía Respiratoria	
0	Efectos leves reversibles o sin efectos conocidos	Mayor que 5000	Mayor que 2000	Mayor que 20	Mayor que 1000
1	Efectos moderados reversibles	Mayor que 500 a 5000	Mayor que 1000 a 2000	Mayor que 2 a 20	Mayor que 2000 a 10000
2	Efectos severos reversibles	Mayor que 50 a 500	Mayor que 200 a 1000	Mayor que 0.05 a 2	Mayor que 200 a 20000
3	Efectos reversibles, sustancias cancerígenas sospechosas, mutágenas teratógenas	Mayor que 1 a 50	Mayor que 20 a 200	Mayor que 0.05 a 0.5	Mayor que 20 a 200
4	Efectos incapacitantes o fatales, sustancias cancerígenas comprobables	Igual o menor de 1	Igual o menor de 20	Igual o menor de 0.05	Igual o menor de 20

Grado de efecto contaminante a la salud

2



**TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN**

**2.8 HOJA DE SEGURIDAD DEL ACIDO SULFHIDRICO ( H2S )**

**Masa molecular 34.08**

SINÓNIMO	DESCRIPCIÓN
Sulfuro de Hidrogeno; Acido Hidrosulfúrico; Hidrogeno Sulfurado; Monosulfano; Gas Sulfhidrico.	En estado puro se trata de un gas incoloro, con olor característico a huevos podridos sobre todo en bajas concentraciones. Si aumenta la concentración, el olor se atenúa e incluso puede llegar a desaparecer a altas concentraciones. El gas es mas pesado que el aire y se desplaza a ras del suelo. Es inflamable y puede licuarse sometido a baja temperatura y alta presión. Es soluble en agua y en alcohol etílico. Las disoluciones acuosas actuan como un acido (acido sulfhidrico).

PROPIEDADES FÍSICAS	CARACTERÍSTICAS QUÍMICAS	
Peso molecular :	34.08	<p>A temperatura normal el sulfuro de hidrogeno es un compuesto gaseoso estable. Sometido a altas temperaturas se descompone en azufre e hidrogeno. Se quema dando una llama azul. Si la combustion es completa, se forman humos tóxicos de anhídrido sulfuroso. Si no lo es o hay exceso de oxigeno, se produce un depósito de azufre. El producto tiene propiedades reductoras, por lo que reacciona violentamente con agentes oxidantes con riesgos de inflamación y explosión. Ataca a numerosos metales tomándose los sulfuros correspondientes y desprendiéndose hidrogeno. El producto anhidro no ataca a los aceros y a metales tales como aluminio, níquel y sus aleaciones. En presencia de humedad o en disolución acuosa, el producto es muy corrosivo, resistiendo solo su ataque los aceros inoxidables y algunas aleaciones especiales de aluminio. Ataca a diversas formas de plásticos, cauchos y revestimientos.</p>
Punto de ebullición :	-60.7°C	
Punto de fusión:	-82.4"	
Punto de inflamación:	gas inflamable	
Temperatura de auto-ignición :	260°C	
Densidad relativa (agua = 1)	0.916	
(a -60°C)		
Densidad relativa (aire = 1) :	1.2	
Presión de vapor en milibar (a 20°C) :	1.810	
Solubilidad en agua: (gr/100 ml a 20°C):	2.9	
Limites de inflamabilidad :	4.3-45.5	

(% en volumen en aire):

sinéticos. Con los siguientes productos puede dar lugar a reacciones exotérmicas o de descomposición con riesgo de inflamación y explosión: Acetaldehído, óxido de bario y óxido mercurioso en presencia de aire, óxido de bario y níquel en presencia de aire, monóxido de cloro, pentafluoruro de bromo, trifluoruro de cloro, anhídrido hipocloroso, anhídrido crónico fluor, hipocloritos, cobre, óxido de hierro hidratado, ácido nítrico, óxido nítrico, yoduro de nitrógeno, tricloruro de nitrógeno, trifluoruro de nitrógeno, cloruro de fenil diazono, sodio, peróxido de sodio, oxiclورو de selenio.

#### DETECCION AMBIENTAL

TLV-TWA (1) { 10 ppm; 14 mg / m3

TLV-STEL(2) { 15 ppm, 21 mg/m3

IDLH (3) { 300 ppm ; 420 mg / m3

Toma de muestras haciendo burbujear aire a caudal constante a través de un impactador conteniendo solución alcalina de hidróxido de cadmio, formando sulfuro de cadmio. Tratamiento químico en laboratorio y valoración espectrofotométrica de la reacción del sulfuro con dimetilfenilén diamina y cloruro ferrico (Metodo recomendado por las normas NIOSH) Existen tambien tubos detectores colorimétricos de lectura directa.

#### RIESGOS TOXICOLOGICO

#### PREVENTIVOS

#### PRIMEROS AUXILIOS

Inhalación: Es la vía de penetración más rápida en el organismo. El producto tiene una rápida acción sistémica de envenenamiento que, en altas concentraciones, puede causar edema pulmonar y parálisis respiratoria con la consiguiente asfixia sobreviniendo rápidamente la inconciencia y la muerte. La exposición a bajas concentraciones causa afecciones en sistema

Inhalación: Se usarán sistemas de ventilación general o localizada, con bocas de extracción orientadas hacia el suelo, ya que el gas es más pesado que el aire. Si no es posible se usará protección respiratoria adecuada (mascarillas con filtros con suministros de aire autónomos o semiautónomas).

Inhalación: Retirar de la zona contaminada, llevar el aire libre, mantener en reposo abrigado y en posición semiincorporado y avisar a un médico rápidamente. Si es necesario, practicar respiración artificial.

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

<p>nervioso en el sistema gastrointestinal y en el sistema pulmonar. El producto es tóxico para la respiración celular, pero no presentan fenómenos de acumulación, es oxidado rápidamente y eliminado por la orina y heces. Los síntomas son dolor de garganta, cefaleas, tos, vértigos, náuseas, vómitos, fetidez del aliento, dolor de estómago y diarrea. Puede perderse la sensación olfativa.</p>		
<p><b>Piel:</b> Puede causar irritación al contacto con la piel al contacto con la piel, pero lo más significativo es que se produzcan congelaciones parciales debido a la rápida evaporación. El contacto con soluciones acuosas produce escamaciones, hasta causar dermatitis. Los síntomas por contacto con el ácido son: Enrojecimiento, dolor, falta de sensibilidad, ulceraciones.</p>	<p><b>Piel:</b> En caso de manejarse en estado líquido se usará ropa de protección y guantes aislantes del frío.</p>	<p><b>Piel:</b> Si el contacto es con el producto gaseoso y por si hay congelación, no retirar las ropas contaminadas, lavar las partes afectadas con agua en abundancia o una ducha y pedir auxilio médico. Si el contacto es con una solución líquida, retirar las ropas contaminadas, lavar con agua en abundancia o un ducha y pedir auxilio médico.</p>
<p><b>RIESGOS TOXICOLÓGICOS</b></p>	<p><b>PREVENCIÓN</b></p>	<p><b>PRIMEROS AUXILIOS</b></p>
<p><b>Ojos:</b> Es irritante muy fuerte para los tejidos oculares pudiendo causar conjuntivitis, con lagrimeo abundante y fotofobia. Puede darse también congelaciones debido a la rápida evaporación del producto. Los síntomas son enrojecimiento, dolor agudo, lagrimeo y visión borrosa.</p>	<p><b>Ojos:</b> Usar gafas o pantallas que aseguren una protección completa del ojo. De ser posible, usarlas en combinación con la protección respiratoria.</p> <p>No usar lentes de contacto en áreas que manejan H2S.</p>	<p><b>Ojos:</b> Lavarlos con agua abundante inmediatamente, sobretodo por debajo de los párpados; y llevar a revisión médica.</p>
<p><b>Ingestión:</b> Dado el carácter ácido de la solución que es lo que se puede ingerir, se producirán ulceraciones en boca, garganta y tracto digestivo superior, con</p>	<p><b>Ingestión:</b> Riesgo muy improbable.</p>	<p><b>Ingestión:</b> Enjuagar la boca con agua, y llevar rápidamente a un hospital.</p>

**TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN**

<p>trastornos posteriores debidos a la absorcion del producto a traves de las mucosas del tejido en el estomago. Los sintomas son: Dolores de boca y garganta, dolor de estomago, nauseas, vomitos, diarrea, etc</p>	
--	--

**RIESGO DE INCENDIO Y EXPLOSIÓN**

**AGENTES EXTERIORES**

Es un gas altamente inflamable, que puede formar mezclas explosivas con el aire. Al ser mas pesado que el aire, se desplaza a ras de suelo, por lo que puede ser inflamado por una fuente de calor a distancia. No debe exponerse a llamas, chispas ni estar en contacto con focos de calor. Reacciona violentamente con agentes oxidantes, con riesgos de inflamacion y exposicion. Debido a su baja conductividad electrica pueden generarse cargas electrostaticas en procesos de agitacion, mezcla, trasvase, etc. Por eso no debe usarse aire comprimido para facilitar el manejo o la descarga del producto si no un gas inerte. Se usaran sistemas hermeticos en los procesos que sea posible con ventilacion adecuada de los locales y el equipo electrico y de iluminacion seran a prueba de explosion y estaran conectados a tierra. Se usaran siempre herramientas manuales. antichispas se prohibira fumar en los puestos de trabajo. En caso de recipientes que contenga el gas licuado, asegurarse de que la presion maxima de servicio no sobrepase los dos tercios de la presion de timbrado.

En caso de incendio de un recipiente que contenga gas, o de incendio de una fuga, cortar el suministro si es posible, si no, deja que arda en su totalidad si no hay riesgos para sus instalaciones vecinas. Si hubiera que atacar el fuego, se usará Dióxido de Carbono, espumas tipo "alcohol", polvo químico o agua para enfriar los cilindros o recipientes expuestos al fuego.

**TESIS CON FALLA DE ORIGEN**



**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO  
FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES ZARAGOZA**

**FORMATO PARA LA CLASIFICACION CUALITATIVA DEL RIESGO**

**GRADO DE EXPOSICIÓN POTENCIAL**

GRADO	DESCRIPCIÓN DE LA EXPOSICIÓN	RANGO DEL LMPE (PPT O CT)
0	NO EXPOSICION CON LA SUSTANCIA QUIMICA	CMA $\leq$ 0.1 LMPE
1	EXPOSICION POCO FRECUENTE CON LA SUSTANCIA QUIMICA A BAJOS NIVELES O CONCENTRACIONES	0.1 LMPE $<$ CMA $\leq$ 0.25 LMPE
2	EXPOSICION FRECUENTE CON LA SUSTANCIA QUIMICA A BAJAS CONCENTRACIONES	0.25 LMPE $<$ CMA $\leq$ 0.5 LMPE
3	EXPOSICION FRECUENTE A ALTAS CONCENTRACIONES	0.5 LMPE $<$ CMA $\leq$ 1.0 LMPE
4	EXPOSICION FRECUENTE A MUY ALTAS CONCENTRACIONES	1.0 LMPE $<$ CMA

Numero de Trabajadores En el grupo de exposicion homogenea	Numero de Trabajadores A muestrear
1	1
2	2
3	3
4	4
5	5
6	6
8	8
10	9
11 y 12	10
13 y 14	11
De 15 a 19	12
De 20 a 24	13
De 25 a 29	14
De 30 a 34	15
De 35 a 39	16
De 40 a 49	17
50	18
Mas de 50	22

**Grado de Efecto a La salud**

**CLASIFICACION CUALITATIVA DEL RIESGO**

4	B					
	a					
3	J					
	a					
2		Moderada				
1		Baja				
0	Inocua		Baja			
		0	1	2	3	4

**Clasificación**

**Grado de exposición Potencial**  
Moderada

**Observaciones**

**LA PROGRAMACION DE MUESTREOS DEBE REALIZARSE CON BASE AL PROGRAMA ANUAL DE TRABAJO**

Datos recabados

David Juárez

Datos proporcionados por

SIEMENS

**TESIS CON FALLA DE ORIGEN**

**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO  
FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES ZARAGOZA**

**FORMATO PARA EL RECONOCIMIENTO DE RIESGOS**

Compañía **REFINERIA FRANCISCO I MADERO**  
Contaminante **DIOXIDO DE AZUFRE** Fecha **Mayo del 2001**

No de trabajadores **24** No de exposición **14** trabajadores a muestrear **2** Descripción del proceso **Plantas**

Planta	Depto	homógenas	trabajadores a muestrear	Descripción del proceso
Preparadora de carga de Butadieno	Unidad 181 CH	24	14	Preparación de carga de butieno: separan el propano y más pesados de la mezcla de gases de carga, se obtiene gas combustible dulce y seco, butano-butieno recibe como carga gas natural, gas seco y amargos
Combinada	Unidad 110 BA	2	2	Separación del crudo por medio de diferentes temperaturas de ebullición por medio de una destilación al vacío, obteniendo gasolina, querosina, diesel y gasóleo de vacío
Desintegración catalítica	Unidad 120 ME	2	2	Procesa gasóleos provenientes de la preparadora de carga, de la planta combinada de coque fluido, en donde se obtiene octanaje, propano, propieno, butano, butieno, gas combustible, nafta pesada, aceite ciclico ligero y residuo
Planta de Asfalto	Unidad 130 MF	2	2	Procesa crudo del panuco y tamaulipas, se obtiene gasolina, querosina, diesel, gasóleo de vacío, residuo atmosférico y de vacío
Hidrodesulfuradora de Dstiadros Intermedios	Unidad 150 HDI	8	7	Reciben cargas de gasolina y querosinas provenientes de la planta de destilación pmanya y de la planta Combinada, para eliminar el azufre mediante tratamiento con hidrogeno. Se obtiene Turbosina, Diesel bajo en azufre

**Principales propiedades físicas, químicas y toxicológicas del contaminante**

Se anexa MSDS (Hoja de seguridad)

**Principal vía de ingreso**

Oral  Cutánea  Respiratoria  X  otra   
frecuencia de exposición de los trabajadores  Jornada de 9 horas, con 1 hora de descanso

**Descripción de las principales fuentes generadoras del contaminante**

Los contaminantes provienen principalmente de quemadores y equipos que se encuentran todavía en proceso y de la elaboración de limpieza de los mismos

Grado de Efecto a la salud	Efecto a la salud	Criterio de toxicidad			
		Rata DL50	Conejo CL50	Rata CL50	
		Via oral	Via cutánea	Via Respiratoria	
0	Efectos leves reversibles o sin efectos conocidos	Mayor que 5000	Mayor que 2000	Mayor que 20	ppm Mayor que 1000
1	Efectos moderados reversibles	Mayor que 500 a 5000	Mayor que 1000 a 2000	Mayor que 2 a 20	Mayor que 2000 a 10000
2	Efectos severos reversibles	Mayor que 50 a 500	Mayor que 200 a 1000	Mayor que 0.05 a 2	Mayor que 200 a 20000
3	Efectos reversibles, sustancias cancerígenas sospechosas mutágenas teratogénas	Mayor que 1 a 50	Mayor que 20 a 200	Mayor que 0.05 a 0.5	Mayor que 20 a 200
4	Efectos incapacitantes o fatales, sustancias cancerígenas comprobables	Igual o menor de 1	Igual o menor de 20	Igual o menor de 0.05	Igual o menor de 20

Grado de efecto contaminante a la salud

2

**2.9 HOJA DE SEGURIDAD DEL DIÓXIDO DE AZUFRE ( SO<sub>2</sub> )**

**Masa Molecular 64.1**

TIPOS PELIGRO EXPOSICIÓN	DE / PELIGROS / SINTOMAS AGUDOS	PREVENCIÓN	PRIMEROS AUXILIOS / LUCHA CONTRA INCENDIOS
INCENDIO	No combustible. El calentamiento intenso puede producir aumento de la presión con riesgo de estallido		En caso de incendio en el entorno: están permitidos todos los agentes extintores
EXPLOSIÓN			En caso de incendio: mantener frías la botella rociando con agua pero NO en contacto directo con agua Combatir el incendio en un lugar protegido
EXPOSICIÓN		¡HIGIENE EXTRACTA!	CONSULTA AL MÉDICO EN TODOS LOS CASOS
INHALACIÓN	Tos, jadeo, dolor de garganta, síntomas no inmediatos (véanse notas)	Ventilación, extracción localizada o protección respiratoria	Aire limpio, reposo posición de semiincorporado, respiración artificial si estuviera indicado y proporcionar asistencia médica
PIEL	EN CONTACTO CON EL LIQUIDO: CONGELACIÓN	Guantes aislantes del frío.	EN CASO DE CONGELACION, aclara con agua abundante... NO quitar la ropa y proporcionar asistencia médica
OJOS	Enrojecimiento dolor, quemaduras profundas graves.	Gafas ajustadas de seguridad, pantalla facial o protección	Enjuagar con agua abundante durante varios minutos (

		ocular combinada con protección respiratoria	quitar los lentes de contacto si puede hacer con facilidad ) y proporcionar asistencia médica
<b>DERRAMES Y FUGAS</b>	<b>ALMACENAMIENTO</b>	<b>ENVASADO</b>	<b>Y ETIQUETADO</b>
Evacuar la zona de peligro Consultar a un experto. protección personal adicional traje de protección completo incluyendo equipo autónomo de respiración )	A prueba de incendio si está en local cerrado. Medidas para contener el efluente de incendios.	No transportar con alimentos. Símbolo T R: 23-24 S: ( ½-) 9-26-36/37/39-45 Clasificación de peligro UN: 2 3 Riesgo Subsidios UN: 8	
<b>ESTADO FÍSICO:</b> Aspecto de comprimido o gas incoloro. de olor acre	<b>VIAS DE EXPOSICIÓN</b> La sustancia se puede absorber por inhalación		
<b>PELIGROS FÍSICOS</b> El gas es mas denso que el aire	<b>RIESGO DE INHALACIÓN</b> Al producirse una pérdida de gas se alcanza muy rápidamente una concentración nociva de este aire		
<b>PELIGROS QUÍMICOS</b> La disolución en agua es moderadamente acida Reacciona violentamente con amoniaco acroelina. acetileno. metales alcalinos cloro oxido de etileno. aminas butadieno Reacciona con el agua o vapor de agua originando peligro de corrosión. ataca a muchos metales incluyendo aluminio. hierro acero. níquel en presencia de agua Incompatible con los halógenos. Ataca a los plásticos. caucho y recubrimientos si esta en forma líquida	<b>EFFECTOS DE EXPLOSION DE CORTA DURACIÓN</b> La sustancia irrita fuertemente los ojos y el tracto respiratorio La inhalación del gas puede originar edema pulmonar (veanse notas) La evaporación rapida del líquida puede causar efectos en tracto respiratorio. dando lugar a reacciones asmáticas parada respiratoria La exposición puede causar la muerte. Los efectos pueden producir la muerte. Los efectos pueden aparecer de forma no inmediata Se recomienda vigilancia médica		
<b>LÍMITES DE EXPOSICIÓN</b> TLV (como TWA): 2PPM; 5.2 mg/m3 (ACGIH 2000) LMPE: 2ppm; 5.2 mg/M3 (NOM-010-STPS-99)	<b>EFFECTOS DE EXPOSICIÓN PROLONGADA O REPETIDA</b> La exposición a inhalación prolongada o repetida puede originar asma.		

**TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN**



PROPIEDADES FÍSICAS	Punto de Ebullición: -10°C	Presión de vapor, kPa a
	Punto de fusión: -75.5°C	20°C: 330
	Densidad relativa (agua	Temperatura de
	=111.4 a -10°C (líquido)	autoignición: 363°C
	Solubilidad en agua, m/100	Densidad relativa de vapor
	a 25°C: 8.5	(aire=1): 2.25

**NOTAS**

Esta indicando examen médico periódico dependiendo del grado de exposición. Los síntomas del edema pulmonar no se ponen de manifiesto, a menudo, pasadas algunas horas y se agravan por el esfuerzo físico. Reposo y vigilancia médica son, por ello, imprescindibles. Debe considerarse la inmediata administración de un aerosol adecuado por un médico o persona por él autorizada. NO pulverizar con agua sobre la botella que tenga un escape.

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN



**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE EXICO  
FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES ZARAGOZA**

**FORMATO PARA LA CLASIFICACION CUALITATIVA DEL RIESGO**

**GRADO DE EXPOSICIÓN POTENCIAL**

GRADO	DESCRIPCION DE LA EXPOSICION	RANGO DEL LMPE (PPT O CT)
0	NO EXPOSICION CON LA SUSTANCIA QUIMICA	CMA <= 0.1 LMPE
1	EXPOSICION POCO FRECUENTE CON LA SUSTANCIA QUIMICA A BAJOS NIVELES O CONCENTRACIONES	0.1 LMPE < CMA <= 0.25 LMPE
2	EXPOSICION FRECUENTE CON LA SUSTANCIA QUIMICA A BAJAS CONCENTRACIONES	0.25 LMPE < CMA <= 0.5 LMPE
3	EXPOSICION FRECUENTE A ALTAS CONCENTRACIONES	0.5 LMPE < CMA <= 1.0 LMPE
4	EXPOSICION FRECUENTE A MUY ALTAS CONCENTRACIONES	1.0 LMPE < CMA

Numero de Trabajadores E = grupo de exposicion homogenea	Numero de Trabajadores A = muestrear
1	1
2	2
3	3
4	4
5	4
6	4
7	4
8	4
9	4
10	5
11 y 12	10
13 y 14	11
15 a 17	12
18 a 20	13
21 a 24	14
25 a 28	15
30 a 32	16
38 a 48	17
50	18
Mas de 50	22

**Grado de Efecto a La salud**

**Clasificación**

**Observaciones**

**CLASIFICACION CUALITATIVA DEL RIESGO**

4	B					
3	B					
2	B		Moderada			
1			Baja			
0	Inocua			Baja		
		0	1	2	3	4

**Grado de exposición Potencial**  
**Moderada**

**LA PROGRAMACION DE MUESTRAS DEBE REALIZARSE CON BASE AL PROGRAMA ANUAL DE TRABAJO**

Datos recabados

David Juárez

Datos proporcionados por

SIEMENS

**TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN**

**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO  
FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES ZARAGOZA**

**FORMATO PARA EL RECONOCIMIENTO DE RIESGOS**

Compañía	REFINERIA FRANCISCO I MADERO		
Contaminante:	MONOXIDO DE CARBONO	Fecha	Mayo del 2001
	No de trabajadores	No de	
	exposición	trabajadores	
Planta	Depto	homogenea	a muestrear
			Descripción del proceso

Preparadora de carga de Butadieno	Unidad 181 CH	24	14	Preparación de carga de butileno separan el propano y más pesados de la mezcla de gases de carga, se obtiene gas combustible dulce y seco, butano-butileno recibe como carga gas natural gas seco y amargo
Combinada	Unidad 110 BA	2	2	Separación del crudo por medio de diferentes temperaturas de ebullición por medio de una destilación al vacío, obteniendo gasolina, querosina, diesel y gasóleo de vacío
Desintegración catalítica	Unidad 120 ME	2	2	Procesa gasóleos provenientes de la preparadora de carga, de la planta combinada de coque fluido, en donde se obtiene octanaje, propano, propileno, butano, butileno, gas combustible, nafta pesada, aceite acido ligero y residuo
Planta de Asfalto	Unidad 130 MF	2	2	Procesa crudo del panuco y lamaulipas, se obtiene gasolina, querosina, diesel, gasóleo de vacío, residuo sulfureado y de vacío
Hidrodesulfuradora de Destilados Intermedios	Unidad 150 HDI	8	7	Reciben cargas de gasolina y querosinas provenientes de la planta de destilación primaria y de la planta Combinada para eliminar el azufre mediante tratamiento con hidrogeno. Se obtiene Turbosina, Diesel bajo en azufre

**Principales propiedades físicas, químicas y toxicológicas del contaminante**

Se anexa MSDS (Hoja de seguridad)

**Principal vía de ingreso**

Oral  Cutánea  Respiratoria  X  Ingesta   
 frecuencia de exposición de los trabajadores  Jornada de 9 horas con 1 hora de descanso

**Descripción de las principales fuentes generadoras del contaminante**

Los contaminantes provienen principalmente de quemadores y equipos que se encuentran todavía en proceso y de la elaboración de limpieza de los mismos.

Grado de Efecto a la salud	Efecto a la salud	Criterio de toxicidad			
		Rata DL50	Consejo CL50	Rata CL50	
		Via oral	Via cutánea	Via Respiratoria	
		mg/kg	mg/kg	mg/L	ppm
0	Efectos leves reversibles o sin efectos conocidos	Mayor que 5000	Mayor que 2000	Mayor que 20	Mayor que 1000
1	Efectos moderados reversibles	Mayor que 500 a 5000	Mayor que 1000 a 2000	Mayor que 2 a 20	Mayor que 2000 a 10000
2	Efectos severos reversibles	Mayor que 50 a 500	Mayor que 200 a 1000	Mayor que 0.05 a 2	Mayor que 200 a 20000
3	Efectos reversibles sustancias cancerígenas sospechosas mutagenas teratogenas	Mayor que 1 a 50	Mayor que 20 a 200	Mayor que 0.05 a 0.5	Mayor que 20 a 200
4	Efectos incapacitantes o fatales sustancias cancerígenas comprobables	Igual o menor de 1	Igual o menor de 20	Igual o menor de 0.05	Igual o menor de 20

Grado de efecto contaminante a la salud

2

**2.10 HOJA DE SEGURIDAD DEL MONÓXIDO DE CARBONO ( CO )**  
**Masa molecular 30**

PREPARACIÓN	DESCRIPCIÓN
<p>El Monóxido de Carbono que es una de los estados de oxidación más bajos del carbono, se preparan usualmente por reducción a elevada temperatura o en algunos procedimientos de combustión parcial. Algunos de los métodos de reducción a elevada temperatura comprenden la reducción de: 1) óxidos de zinc, de hierro o de manganeso con carbono vegetal; 2) carbonato de bario con carbono; 3) carbonato cálcico con zinc o carbono; 4) dióxido de carbono con zinc, hierro, carbono o metano; y 5) vapor con coque o metano. La combustión parcial de la hulla, el coque o el metano produce Monóxido de Carbono.</p> <p>Este compuesto también se prepara por degradación de compuestos seleccionados. El ácido sulfúrico o el sulfúrico fumante descomponen los ácidos carboxílicos como el fórmico, el oxálico, el pirúvico, otros ácidos alfa-cetónicos, el glicólico, el láctico, el málico, el cítrico, y otros compuestos como el cianuro de hidrógeno.</p> <p>Por gasificación de la hulla o el coque o por oxidación parcial con el vapor de agua de gases hidrocarburos, se obtienen cantidades comerciales de Monóxido de Carbono. Quizá la mayor fuente de gases producidos es a partir de la hulla o del coque por reacción con el vapor de agua (gas de agua) y el aire (gas de generadores, gas de alto horno) o por calefacción (gas de horno de coque); todos estos gases contienen porciones variables de los componentes, según se indica a continuación.</p>	<p>El Monóxido de Carbono (CO), es un gas incoloro, tóxico con un olor peculiarmente débil, en 1776, Lavoisier preparó el gas calentando Carbono vegetal con óxido de cinc. Veinticuatro años más tarde Cruikshank estableció la composición del Monóxido de Carbono, se usa extensamente como agente reductor, como sustancia intermedia para la síntesis de una variedad de compuestos orgánicos y como combustible, mezclado con otros gases.</p> <p style="text-align: right;"><b>TESIS CON FALLA DE ORIGEN</b></p>

# TESIS CON FALLA DE ORIGEN

## PROPIEDADES FÍSICAS

Existen dos formas sólidas del Monóxido de Carbono con temperatura de transición de  $-211.6^{\circ}\text{C}$ . p.f de  $-200$  a  $-205^{\circ}\text{C}$ . p Eb. De  $-191.5^{\circ}\text{C}$ . temperatura crítica  $-138^{\circ}\text{C}$ . Presion crítica 34.6 atm y den. crítica 0.311 g/cc

El Monóxido de Carbono es practicamente insoluble en agua. A  $0^{\circ}\text{C}$ . 100 g de agua disuelven 0.00044 g. mientras que a  $100^{\circ}\text{C}$ . 0.0000 g. Su solubilidad es sólo unas pocas veces mayor en los disolventes organicos comunes

## ESTABILIDAD

El Monóxido de Carbono es estable respecto de su descomposicion en carbono y oxigeno Sin embargo se descompone el Dioxido de Carbono y carbono a temperatura de  $35^{\circ}\text{C}$  sobre el paladio con gel de silice como soporte En el intervalo de temperaturas de 400 a  $700^{\circ}\text{C}$  casi cualquier superficie es suficientemente activa para dar abundantes depositos de carbono Por encima de  $800^{\circ}\text{C}$ . el equilibrio favorece la formación del Monóxido de Carbono

Esta sustancia arde con llama azul clara y forma el Dioxido de Carbono La reaccion de oxigeno es lenta por debajo de  $650^{\circ}\text{C}$  en ausencia de catalizadores A mayores temperaturas o cuando se inicia con una chispa las mezclas de Monóxido de Carbono y oxigeno que contienen vestigios de agua pueden explotar Un catalizador que contiene oxidos de cobre y manganeso conocido como «hopcalita», se ha empleado en las caretas de gas para oxidar el Monóxido de Carbono a dioxido inofensivo El Monóxido de Carbono reacciona reversiblemente con el vapor de agua para producir el Dioxido de Carbono e Hidrogeno

## CARACTERÍSTICAS QUÍMICAS

La inercia del Monóxido de Carbono a temperaturas ordinarias y en ausencia de catalizadores o de la luz no es sorprendente, puesto que su estructura electrónica de valencia es análoga a la de la molécula de Nitrogeno A temperaturas elevadas, el Monóxido de Carbono es un poderoso agente reductor Su analizacion a bajo precio, su poder reductor y su versatilidad en las reacciones cataliticas de adiccion hacen el Monóxido de Carbono una sustancia química de importancia en muchas operaciones comerciales.

## ASPECTOS FISIOLÓGICOS

El Monóxido de Carbono es toxico para animales de sangre caliente Debido al olor y sabor extremadamente débiles, su poder letal es solapado La careta antigas ordinaria rellena de carbon vegetal es inútil para eliminar el Monóxido de Carbono del aire contaminado las personas que no necesitan entrar en zonas contaminadas con Monóxido de Carbono (bomberos, personal de salvamento, personal de reparaciones) deben ir provistos de aparatos de respiracion de circuito cerrado, que les suministren oxigeno a traves de la careta Esto es esencial en atmosferas que contengan del 2 % en volumen de Monóxido de Carbono En atmosferas que contienen menos pueden utilizarse una careta antigas ordinaria durante cortos periodos, si esta adaptada a un frasco especial lleno de hopcalita, que es una mezcla de oxidos metilicos que catalizan la oxidacion del Monóxido de Carbono a dioxido La reaccion es exotermica y tales botes se ponen muy calientes cuando se usan

El Monóxido de Carbono es fisiologicamente inerte por completo excepto por su combinacion intensa con la hemoglobina de la sangre No tiene una accion toxica unica sobre cualquiera de los tejidos del cuerpo Como Hendersson y Haggard afirmaron: «Si no fuera por esta

	reacción, el Monóxido de Carbono se clasifica con el Nitrogeno y el Hidrogeno como un simple asfixiante
--	---

<b>RIESGOS TOXICOLOGICO</b>	<b>EFFECTOS CRÓNICOS</b>
-----------------------------	--------------------------

La muerte por inhalación por Monóxido de carbono puede resumirse como sigue 1) Reduccion de la capacidad transportadora de oxigeno por la sangre debido a la formación de la HbCO; 2) anoxia de los tejidos especialmente en el cerebro, que es muy sensible a la falta de oxigeno; 3) la consiguiente depresión del centro respiratorio en el cerebro y la disminución de la respiración, 4) fallo del corazón debido al inadecuado suministro de oxigeno	No existe <<Envenenamiento crónico por Monóxido de Carbono>>. El gas no es un veneno acumulativo; se separa fácilmente de la sangre cuando la victima se expone al aire puro o al oxigeno.
--	--

El Monóxido de Carbono lo absorbe el organismo solo a través de los alvéolos pulmonares. Afortunadamente, no añade al anterior peligro el de entrar por los ojos, las mucosas, las heridas o por el tramo superior del aparato respiratorio.	Después de una exposición severamente aguda, la victima suele morir en unas 36 horas o se recupera completamente transcurridos unos pocos dias. El daño crónico ocasionado al hombre por el envenenamiento con monóxido de carbono consiste en la prolongada anoxia cerebral que fue lo bastante severa por causa del daño cerebral permanentemente, pero no suficientemente intensa para causar la muerte, pero estos efectos no se deben a la retención del Monóxido de carbono en el organismo.
--	--

### TRATAMIENTO

El tratamiento del envenenamiento con Monóxido de Carbono consiste en retirar la victima de la atmósfera contaminada, administrarle la respiración artificial y hacerle inhalar oxigeno puro. Si se dispone de un buen respirador mecanico, puede usarse con ventana. En ausencia de tal dispositivo el aire puede introducirse en los pulmones de la victima por el metodo Nielsen de la resurreccion, que es un procedimiento en el que se presiona el brazo elevandolo hacia atras. Es el método aceptado ahora para la administracion de la respiracion artificial en el ejercito, la armada y la aviacion.

El uso del oxigeno es esencial para el tratamiento efectivo. Desde el punto de vista puramente academico, puede decirse que la adición del 5 al 7 % de Dioxido de carbono origina un restablecimiento más eficaz.

Los medicamentos tienen poco uso e incluso pueden ser muy peligrosos. Bajo ninguna circunstancia, a un paciente que está recuperando el conocimiento después del envenenamiento con Monóxido de Carbono debe permitírsele levantarse y andar. La victima ha de mantenerse postrado o en posición supina y los que la estén socorriendo deben procurar mantener severamente sus exigencias de oxigeno en un minuto.

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO  
FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES ZARAGOZA.

2.12.- MEMORIA FOTOGRAFICA

PLANTA DE DESTILADOS COMBINADA BA UNIDAD 110 (Fig. 2-1)



Figura 2-1

PLANTA DE DESINTEGRACIÓN CATALITICA FLUIDIZADA ME UNIDAD 120 (Fig.2-2)



Figura 2-2



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO  
FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES ZARAGOZA.

PLANTA DE DESTILACIÓN COMBINADA MF UNIDAD 130 (Fig 2-3, 2-4)

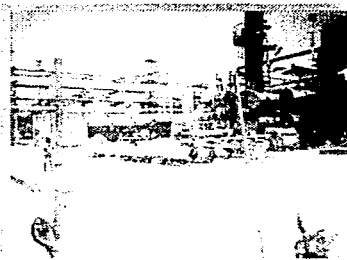


Figura 2-3

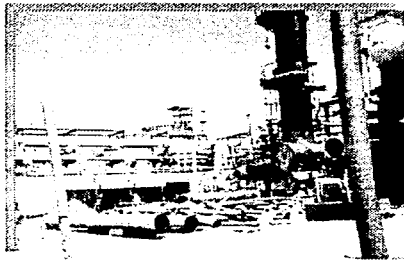


Figura 2-4

PLANTA HIDRODESULFURADORA DE DIESEL HDI UNIDAD 150 (Fig 2-5, 2-6)



Figura 2-5

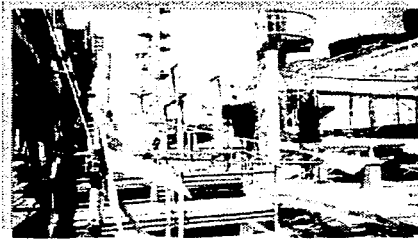


Figura 2-6

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN





UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO  
FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES ZARAGOZA.

PLANTA PREPARADORA DE CARGA DE BUTADIENO UNIDAD 181 CH (Fig 2-7, 2-8)

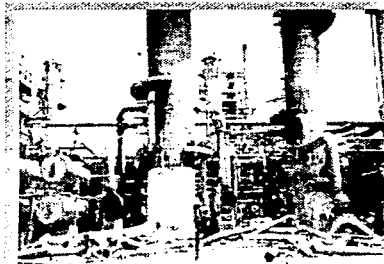


Figura 2-7

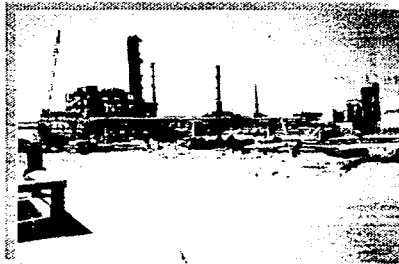
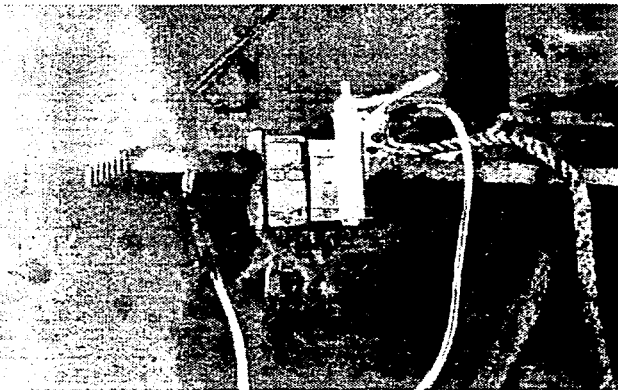


Figura 2-8

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MEXICO  
FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES ZARAGOZA.

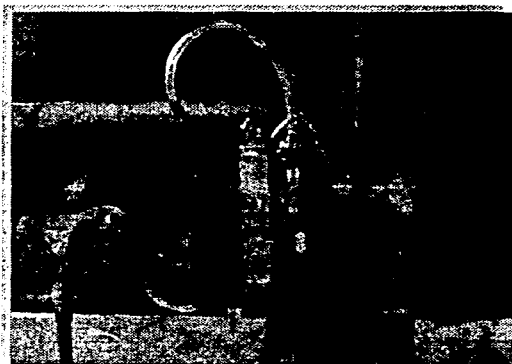


MONITOR DE MUESTREO PARA ÁCIDO SULFHIDRICO Figura 2-9

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MEXICO  
FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES ZARAGOZA.



MONITOR DE MUESTREO PARA DIÓXIDO DE AZUFRE 2-10

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO  
FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES ZARAGOZA.

2.13.- ANÁLISIS DE RESULTADOS

Los resultados que se obtuvieron en la práctica de las mediciones, se presentan en forma tabular en el listado de evaluaciones en el anexo 1.

- Número de medición (N° Med.)
- Fecha de medición.
- Area ubicación, puesto e identificación
- Concentración Media Ambiental (CMA) mg/m<sup>3</sup>
- Valor de referencia (R ) (CMA/LMPE)

En los listados de resultados y en los planos de ubicación de las mediciones, se identifica con un código de colores los casos que se encuentran en control, alerta y riesgo de la siguiente manera.

Control	Alerta	Riesgo
	R entre 0.5 y 0.99	

CMA corregido  
R Valor de referencia = \_\_\_\_\_  
LMPE corregido

Los informes contienen la información particular de cada puesto y sitio evaluado.

Los resultados del laboratorio de pruebas son presentados más adelante.  
Estos resultados presentan las cantidades de cada sustancia obtenidas en cada muestra

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO  
FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES ZARAGOZA

INFORME DE RESULTADOS DE PRUEBA

MUESTRAS REALIZADAS EN LA REFINERIA FRANCISCO I. MADERO

PARAMETRO: ACIDO SULFHIDRICO %RECUPERACIÓN: 102  
METODO P&CAM 126

No. Mtra.	Identificación	Unidades	Resultado	Lim. Det.
1	Ing. Jose Abad Glez	µg / muestra	N.D.	0.09
2	Equipo CH-E-12B	µg / muestra	N.D.	0.09
3	Equipo CH-T-4	µg / muestra	9.49 ± 0.84	0.09
4	Equipo CH-T-2	µg / muestra	N.D.	0.09
5	Cuarto Satélite	µg / muestra	N.D.	0.09
6	Equipo CH-D-5	µg / muestra	N.D.	0.09
7	Equipo CH-D-6	µg / muestra	N.D.	0.09
8	Oficina de Siemens	µg / muestra	N.D.	0.09
9	Equipo CH-D-2	µg / muestra	22.4 ± 1.99	0.09
10	Equipo CH-T-2	µg / muestra	N.D.	0.09
11	Equipo CH-D-9	µg / muestra	N.D.	0.09
12	Equipo CH-T-2	µg / muestra	N.D.	0.09
13	Equipo CH-E-5	µg / muestra	N.D.	0.09
14	Ing. Saira Cordoba	µg / muestra	N.D.	0.09
15	Equipo CH-T-6	µg / muestra	N.D.	0.09
16	Ing. Jesus Franco	µg / muestra	N.D.	0.09
17	Ing. Rafael Grimaldo	µg / muestra	N.D.	0.09
18	Ing. Antonio Flores	µg / muestra	N.D.	0.09
19	Equipo MF-D-2	µg / muestra	N.D.	0.09
20	Equipo MF-P-10 A	µg / muestra	N.D.	0.09
	Blanco de campo	µg / muestra	N.D.	0.09

N.D. = No Detectado

Lim Det. = Limite de Detección

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO  
FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES ZARAGOZA

INFORME DE RESULTADOS DE PRUEBA

MUESTRAS REALIZADAS EN LA REFINERÍA FRANCISCO I. MADERO

PARAMETRO: ACIDO SULFHÍDRICO %RECUPERACIÓN: 102  
MÉTODO : P&CAM 126

No. Mtra.	Identificación	Unidades	Resultado	Lim. Det.
21	Ing. Edgar Suvaran	$\mu\text{g}$ / muestra	N.D.	0.09
22	Equipo MF-T-1	$\mu\text{g}$ / muestra	N.D.	0.09
23	Equipo MF-D-5	$\mu\text{g}$ / muestra	N.D.	0.09
24	Equipo MF-F-2	$\mu\text{g}$ / muestra	N.D.	0.09
25	Equipo MF-T-1	$\mu\text{g}$ / muestra	N.D.	0.09
26	Equipo MF-T-3	$\mu\text{g}$ / muestra	N.D.	0.09
27	Equipo MF-P-16	$\mu\text{g}$ / muestra	N.D.	0.09
28	Equipo MF-P-4	$\mu\text{g}$ / muestra	N.D.	0.09
29	Equipo MF-E-16	$\mu\text{g}$ / muestra	N.D.	0.09
30	Equipo MF-CM-1	$\mu\text{g}$ / muestra	N.D.	0.09
31	Equipo MF-F-1	$\mu\text{g}$ / muestra	N.D.	0.09
32	Ing. Roberto Hilton	$\mu\text{g}$ / muestra	N.D.	0.09
33	Equipo MF-E-5 A/B	$\mu\text{g}$ / muestra	N.D.	0.09
34	Equipo HDI-GB-102	$\mu\text{g}$ / muestra	N.D.	0.09
35	Ing. Ignacio Hidalgo	$\mu\text{g}$ / muestra	N.D.	0.09
36	Equipo HDI-EA-104A/B	$\mu\text{g}$ / muestra	N.D.	0.09
37	Equipo HDI-FA-109	$\mu\text{g}$ / muestra	N.D.	0.09
38	Cuarto de control	$\mu\text{g}$ / muestra	N.D.	0.09
39	Equipo HDI-FA-105	$\mu\text{g}$ / muestra	N.D.	0.09
40	Equipo HDI-FA-107	$\mu\text{g}$ / muestra	N.D.	0.09
41	Cuarto de control	$\mu\text{g}$ / muestra	N.D.	0.09
	Blanco de campo	$\mu\text{g}$ / muestra	N.D.	0.09

N.D. = No Detectado

Lim Det = Limite de Detección

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO  
FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES ZARAGOZA

INFORME DE : RESULTADOS DE PRUEBA

MUESTRAS REALIZADAS EN LA REFINERIA FRANCISCO I. MADERO

PARAMETRO: DIOXIDO DE AZUFRE %RECUPERACION: 96

METODO : NOM-010-STPS/99 PROC.031

No. Mtra.	Identificación	Unidades	Resultado	Lim. Det.
1	Ing. Tomás Pérez	mg / muestra	1.1 ± 0.11	0.03
2	EQUIPO CH-E-15	mg / muestra	0.57 ± 0.06	0.03
3	EQUIPO CH-T-3	mg / muestra	N.D.	0.03
4	EQUIPO CH-D-6	mg / muestra	0.11 ± 0.01	0.03
5	Ing. Saira Cordoba	mg / muestra	0.11 ± 0.01	0.03
6	EQUIPO CH-D-2	mg / muestra	4.21 ± 0.45	0.03
7	EQUIPO CH-T-2	mg / muestra	0.04 ± 0.007	0.03
8	Ing. Saira Cordoba	mg / muestra	0.04 ± 0.007	0.03
9	EQUIPO CH-E-3C	mg / muestra	N.D.	0.03
10	EQUIPO CH-T-2	mg / muestra	N.D.	0.03
11	EQUIPO CH-D-9	mg / muestra	N.D.	0.03
12	EQUIPO CH-T-2	mg / muestra	0.11 ± 0.02	0.03
13	Ing. Saira Cordoba	mg / muestra	N.D.	0.03
14	EQUIPO CH-Q-5	mg / muestra	N.D.	0.03
15	EQUIPO CH-T-6	mg / muestra	N.D.	0.03
16	Ing. Jorge Garza	mg / muestra	N.D.	0.03
17	Ing. Roberto Hilton	mg / muestra	N.D.	0.03
18	EQUIPO MF-E-12A	mg / muestra	N.D.	0.03
19	EQUIPO MF-D-2	mg / muestra	N.D.	0.03
20	EQUIPO MF-D-5	mg / muestra	N.D.	0.03
	Blanco de campo	mg / muestra	N.D.	0.03

N.D. = No Detectado

Lim. Det. = Limite de Detección

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO  
FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES ZARAGOZA

INFORME DE RESULTADOS DE PRUEBA

MUESTRAS REALIZADAS EN LA REFINERÍA FRANCISCO I. MADERO

PARAMETRO: DIOXIDO DE AZUFRE %RECUPERACIÓN: 96

MÉTODO : NOM-010-STPS/99 PROC.031

No. Mtra.	Identificación	Unidades	Resultado	Lim. Det.
21	EQUIPO MF-T-2	mg / muestra	0.15 ± 0.01	0.03
22	EQUIPO MF-D-5	mg / muestra	N.D.	0.03
23	EQUIPO MF-F-2	mg / muestra	N.D.	0.03
24	EQUIPO MF-F-1	mg / muestra	N.D.	0.03
25	EQUIPO MF-T-3	mg / muestra	0.15 ± 0.01	0.03
26	EQUIPO MF-P-16	mg / muestra	0.07 ± 0.004	0.03
27	EQUIPO MF-P-4	mg / muestra	0.32 ± 0.03	0.03
28	EQUIPO MF-E-16	mg / muestra	0.36 ± 0.04	0.03
29	EQUIPO MF-P-18	mg / muestra	2.21 ± 0.23	0.03
30	EQUIPO MF-T-1	mg / muestra	1.20 ± 0.13	0.03
31	EQUIPO MF-P-2	mg / muestra	0.36 ± 0.04	0.03
32	EQUIPO HDI-GB-102	mg / muestra	0.07 ± 0.004	0.03
33	EQUIPO HDI-FA-104	mg / muestra	0.22 ± 0.01	0.03
34	EQUIPO HDI-FA-105	mg / muestra	0.30 ± 0.02	0.03
35	EQUIPO HDI-GB-103	mg / muestra	0.15 ± 0.01	0.03
36	EQUIPO HDI-FA-109	mg / muestra	N.D.	0.03
37	Cto de control	mg / muestra	N.D.	0.03
38	EQUIPO HDI-FA-105	mg / muestra	1.95 ± 0.20	0.03
39	EQUIPO HDI-DA-101	mg / muestra	2.72 ± 0.28	0.03
40	Cuarto de control	mg / muestra	0.28 ± 0.02	0.03
	Blanco de campo	mg / muestra	N.D.	0.03

N.D. = No Detectado

Lim.Det. = Limite de Detección

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN





UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO  
FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES ZARAGOZA

INFORME DE RESULTADOS DE PRUEBA

MUESTRAS REALIZADAS EN LA REFINERIA FRANCISCO I. MADERO

PARAMETRO: MONOXIDO DE CARBONO

METODO: NOM-010-STPS/99 PROC.005

No. Mtra.	Identificación	Unidades	Resultado
1	Equipo CH-E-12A	P.P.M	3
2	Equipo CH-E-16A	P.P.M	2
3	Equipo CH-E-16	P.P.M	4
4	Equipo CH-D-6	P.P.M	3
5	Equipo CH-D-2	P.P.M	2
6	Oficinas de Siemens	P.P.M	2
7	Equipo CH-T-2	P.P.M	2
8	Cuarto Satelite	P.P.M	3
9	Equipo CH-D-5	P.P.M	2
10	Equipo CH-T-2	P.P.M	4
11	Equipo CH-D-9	P.P.M	2
12	Equipo CH-E-5	P.P.M	3
13	Equipo CH-Q-5	P.P.M	3
14	Equipo CH-T-6	P.P.M	1
15	Equipo CH-T-2	P.P.M	3
16	Equipo MF-D-2	P.P.M	2
17	Equipo MF-E-7 A/B	P.P.M	1
18	Equipo MF-D-5	P.P.M	6
19	Equipo MF-PM-30A	P.P.M	2

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO  
FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES ZARAGOZA

INFORME DE RESULTADOS DE PRUEBA

MUESTRAS REALIZADAS EN LA REFINERIA FRANCISCO I. MADERO

PARAMETRO: MONOXIDO DE CARBONO

METODO : NOM-010-STPS/99 PROC.005

No. Mtra.	Identificación	Unidades	Resultado
20	Equipo MF-D-5	P.P.M	6
21	Equipo MF-F-2	P.P.M	2
22	Equipo MF-T-1	P.P.M	2
23	Equipo MF-T-3	P.P.M	3
24	Equipo MF-P-16	P.P.M	2
25	Equipo MF-P-4	P.P.M	2
26	Equipo MF-E-16	P.P.M	1
27	Equipo MF-CM-1	P.P.M	1
28	Equipo MF-F-1	P.P.M	2
29	Equipo MF-E-5 A/B	P.P.M	2
30	Equipo HDI-EA-106	P.P.M	1
31	Equipo HDI-FA-105	P.P.M	2
32	Equipo HDI-GB-102	P.P.M	3
33	Equipo HDI-EA-105	P.P.M	2
34	Equipo HDI-BA-102	P.P.M	1
35	Parte Central del cuarto de control	P.P.M	10
36	Equipo HDI-FA-105	P.P.M	1
37	Equipo HDI-DA-101	P.P.M	2
38	Parte Central del cuarto de control	P.P.M	4

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN



**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO  
FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES ZARAGOZA**

**LISTADO DE RESULTADOS  
EVALUACIÓN DE AGENTES QUÍMICOS**

Compañía : REFINERÍA FRANCISCO I MADERO  
Lugar : CD. Madero, Tamaulipas  
Agente : Acido Sulfidrico  
LMPE-PPT : 14 mg/cm3

No de Med.	Fecha	Tipo	Área	Identificación	Puesto	CMA.		R
						14 mg/cm3	CV	
<b>PLANTA : PREPARADORA DE CARGA DE BUTADIENO UNIDAD 181 / DEPARTAMENTO CH</b>								
1	22/05/01	Personal	Área Gral	Ing José Abad Glez	Supervisor	<	0.00002	---
2	22/05/01	Área	Ligeros	Equipo CH-E-12B	No aplica	<	0.00002	---
3	22/05/01	Área	Ligeros	Equipo CH-T-4	No aplica	<	0.021	= 0.002
4	23/05/01	Área	Ligeros	Equipo CH-T-2	No aplica	<	0.00002	---
5	23/05/01	Área	Ligeros	Cuarto Satélite	No aplica	<	0.00002	---
6	23/05/01	Área	Ligeros	Equipo CH-D-5	No aplica	<	0.00002	---
7	24/05/01	Área	Aminas	Equipo CH-D-6	No aplica	<	0.00002	---
8	24/05/01	Área	Aminas	Oficina de Siemens	No aplica	<	0.00002	---
9	24/05/01	Área	Aminas	Equipo CH-D-2	No aplica	=	0.050	= 0.002
10	25/05/01	Área	Aminas	Equipo CH-T-2	No aplica	<	0.00002	---
11	28/05/01	Área	Ligeros	Equipo CH-D-9	No aplica	<	0.00002	---
12	29/05/01	Área	Aminas	Equipo CH-T-2	No aplica	<	0.00002	---
13	30/05/01	Área	Aminas	Equipo CH-E-5	No aplica	<	0.00002	---
14	31/05/01	Personal	Área General	Ing Saira Cordoba	Supervisora	<	0.00002	---
15	01/06/01	Área	Ligeros	Equipo CH-T-6	No aplica	<	0.00002	---
No de Med.	Fecha	Tipo	Área	Identificación	Puesto	CMA		R
						5 mg/cm3	CV	
<b>PLANTA : COMBINADA DE SEPARACION DE CRUDO UNIDAD 110 / DEPARTAMENTO BA</b>								
16	01/05/01	Personal	Área General	Ing Jesus Franco	Supervisor	<	0.00002	---
No de Med.	Fecha	Tipo	Área	Identificación	Puesto	CMA		R
						5 mg/cm3	CV	
<b>PLANTA : DESINTEGRACION CATALITICA UNIDAD 120 / DEPARTAMENTO ME</b>								
17	01/06/01	Personal	Área General	Ing Rafael Grimaldc	Supervisor	<	0.00002	---
18	01/06/01	Personal	Área General	Ing Antonio Flores	Supervisor	<	0.00002	---

No de Med.

CMA

LMPE-PPT

R.

CV

Numero de medicion

concentracion media ambiente

Limite Maximo de Exposicion Promedio Ponderada en el Tiempo

Valor de Referencia (CMA / LMPE-PPT)

Coefficiente de Variación (unicamente de los datos analiticos)

R Menor de 0.5

R Entre 0.5 y 0.9

R Igual o Mayor a 1

**TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN**



**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO  
FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES ZARAGOZA**

**EVALUACIÓN DE AGENTES QUÍMICOS**

Compañía : REFINERÍA FRANCISCO I MADERO  
Lugar : CD. Madero, Tamulipas  
Agente : Acido Sulfhídrico  
LMPE-PPT : 14 mg/cm3

No de Med.	Fecha	Tipo	Área	Identificación	Puesto	CMA.		R
						14 mg/cm3	CV	
<b>PLANTA : DE ASFALTO UNIDAD 130 / DEPARTAMENTO MF</b>								
19	04/06/01	Área	seccion de vacio	Equipo MF-D-2	No aplica	< 0.00002	---	
20	04/06/01	Área	Cuarto bombas	Equipo MF-P-10 A	No aplica	< 0.00002	---	
21	05/05/01	Personal	Área General	Ing Edgar Suvaran	Supervisor	< 0.00002	---	
22	08/06/01	Área	seccion primaria	Equipo MF-T-1	No aplica	< 0.00002	---	
23	06/06/01	Área	seccion primaria	Equipo MF-D-5	No aplica	< 0.00002	---	
24	07/05/01	Área	seccion de vacio	Equipo MF-F-2	No aplica	< 0.00002	---	
25	07/05/01	Área	seccion primaria	Equipo MF-T-1	No aplica	< 0.00002	---	
26	08/06/01	Área	seccion de vacio	Equipo MF-T-3	No aplica	< 0.00002	---	
27	08/06/01	Área	Carga	Equipo MF-P-16	No aplica	< 0.00002	---	
28	09/05/01	Área	Carga	Equipo MF-P-4	No aplica	< 0.00002	---	
29	09/05/01	Área	seccion de vacio	Equipo MF-E-16	No aplica	< 0.00002	---	
30	11/06/01	Área	Carga	Equipo MF-CM-1	No aplica	< 0.00002	---	
31	11/05/01	Área	seccion primaria	Equipo MF-F-1	No aplica	< 0.00002	---	
32	12/06/01	Área	Área General	Ing Roberto Hilton	No aplica	< 0.00002	---	
33	12/05/01	Área	seccion primaria	Equipo MF-E-5 A/B	No aplica	< 0.00002	---	
No de Med.	Fecha	Tipo	Área	Identificación	Puesto	CMA.		R
						14 mg/cm3	CV	
<b>PLANTA : HIDRODESULFURADORA DE DESTILADOS INTERMEDIOS UNIDAD 153 / DEPARTAMENTO HDI</b>								
34	04/05/01	Área	Reaccion	Equipo HDI-GB-102	No aplica	< 0.00002	---	
35	05/05/01	Personal	Área General	Ing Ignacio Hidalgo	Supervisor	< 0.00002	---	
36	05/05/01	Área	Reaccion	Equipo HDI-EA-104A/B	No aplica	< 0.00002	---	
37	06/06/01	Área	Reaccion	Equipo HDI-FA-105	No aplica	< 0.00002	---	
38	08/05/01	Área	Cuarto de control	Cuarto de control	No aplica	< 0.00002	---	
39	09/06/01	Área	Reaccion	Equipo HDI-FA-105	No aplica	< 0.00002	---	
40	11/06/01	Área	Fraccionamiento	Equipo HDI-FA-107	No aplica	< 0.00002	---	
41	11/06/01	Área	Cuarto de control	Cuarto de control	No aplica	< 0.00002	---	

No de Med. : Numero de medicion  
CMA : concentracion media ambiente  
LMPE-PPT : Limite Maximo de Exposicion Promedio Ponderada en el Tiempo  
R : Valor de Referencia (CMA / LMPE-PPT)  
CV : Coeficiente de Variacion (únicamente de los datos analíticos)

R Menor de 0.5

R Entre 0.5 y 0.9

R Igual o Mayor a 1

**TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN**



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO  
 FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES ZARAGOZA

LISTADO DE RESULTADOS  
 EVALUACIÓN DE AGENTES QUÍMICOS

Compañía : REFINERÍA FRANCISCO I MADERO  
 Lugar : CD. Madero, Tamulipas  
 Agente : Dióxido de Azufre  
 LMPE- 5 mg/cm3

No de Med.	Fecha	Tipo	Área	Identificación	Puesto	CMA.		R
						5 mg/cm3	CV	
Planta : PREPARADORA DE CARGA DE BUTADIENO Unidad 181 / Departamento CH								
1	22/05/01	Personal	Ligeros	Ing Tomas Perez	Supervisor	2.67	= 0.256	0.534
2	22/05/01	Área	Ligeros	EQUIPO CH-E-15	No aplica	1.37	= 0.130	
3	22/05/01	Área	Ligeros	EQUIPO CH-T-3	No aplica	< 0.07	---	
4	24/05/01	Área	Aminas	EQUIPO CH-D-6	No aplica	0.26	= 0.023	
5	24/05/01	Personal	Aminas	Ing Saira Cordoba	Supervisora	0.27	= 0.023	
6	24/05/01	Área	Aminas	EQUIPO CH-D-2	No aplica	10.10	= 0.256	
7	23/05/01	Área	Ligeros	EQUIPO CH-T-2	No aplica	0.09	= 0.016	
8	23/05/01	personal	Ligeros	Ing Saira Cordoba	Supervisora	0.10	= 0.016	
9	23/05/01	Área	Ligeros	EQUIPO CH-E-3C	No aplica	< 0.07	---	
10	25/05/01	Área	Aminas	EQUIPO CH-T-2	No aplica	< 0.07	---	
11	28/05/01	Área	Ligeros	EQUIPO CH-D-9	No aplica	< 0.07	---	
12	29/05/01	Área	Aminas	EQUIPO CH-T-2	No aplica	0.25	= 0.023	
13	30/05/01	Personal	Aminas	Ing Saira Cordoba	Supervisora	< 0.07	---	
14	31/05/01	Área	Aminas	EQUIPO CH-Q-5	No aplica	< 0.07	---	
15	01/06/01	Área	Ligeros	EQUIPO CH-T-6	No aplica	< 0.07	---	
No de Med.	Fecha	Tipo	Área	Identificación	Puesto	CMA.		R
						5 mg/cm3	CV	
Planta : COMBINADA DE SEPARACION DE CRUDO UNIDAD 110 / Departamento BA								
16	01/06/01	Personal	Área General	Ing Jorge Garza	Supervisor	< 0.07	---	

No de Med. : Número de medición  
 CMA : concentración media ambiente  
 LMPE-PPT : Límite Máximo de Exposición Promedio Ponderada en el Tiempo  
 R : Valor de Referencia (CMA / LMPE-PPT)  
 CV : Coeficiente de Variación (únicamente de los datos analíticos)

R Menor de 0.5

R Entre 0.5 y 0.9

R Igual o Mayor a 1

TESIS CON  
 FALLA DE ORIGEN



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO  
FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES ZARAGOZA

LISTADO DE RESULTADOS  
EVALUACIÓN DE AGENTES QUÍMICOS

Compañía : REFINERÍA FRANCISCO I MADERO  
Lugar : CD. Madero, Tamaulipas  
Agente : Dióxido de Azufre  
LMPE- 5 mg/cm3

No de Med.	Fecha	Tipo	Área	Identificación	Puesto	CMA.		R
						5 mg/cm3	CV	
Planta : DE ASFALTO Unidad 130 / Departamento MF								
17	01/06/01	Personal	Área General	Ing Roberto hilton	Supervisor	< 0.07	---	
18	04/06/01	Área	seccion de vacio	EQUIPO MF-E-12A	No aplica	0.56	± 0.023	
19	04/06/01	Área	seccion primaria	EQUIPO MF-D-2	No aplica	0.18	± 0.009	
20	05/06/01	Área	seccion primaria	EQUIPO MF-D-5	No aplica	2.44	± 0.139	
21	06/06/01	Área	seccion primaria	EQUIPO MF-T-2	No aplica	0.38	± 0.023	
22	06/06/01	Área	seccion primaria	EQUIPO MF-D-5	No aplica	< 0.07	---	
23	07/06/01	Área	seccion de vacio	EQUIPO MF-F-2	No aplica	< 0.07	---	
24	07/06/01	Área	seccion primaria	EQUIPO MF-F-1	No aplica	< 0.07	---	
25	08/06/01	Área	seccion de vacio	EQUIPO MF-T-3	No aplica	0.38	± 0.023	
26	08/06/01	Área	Carga	EQUIPO MF-P-16	No aplica	0.18	± 0.009	
27	09/06/01	Área	seccion de vacio	EQUIPO MF-P-4	No aplica	0.85	± 0.069	
28	09/06/01	Área	seccion de vacio	EQUIPO MF-E-16	No aplica	0.95	± 0.095	
29	11/05/01	Área	Carga	EQUIPO MF-P-18	No aplica	5.87	± 0.531	
30	11/06/01	Área	seccion primaria	EQUIPO MF-T-1	No aplica	3.17	± 0.299	0.634
31	12/06/01	Área	cuarto de bombas	EQUIPO MF-P-2	No aplica	0.96	± 0.092	
Med.	Fecha	Tipo	Área	Identificación	Puesto	5 mg/cm3	CV	R
Planta : Hidrosulfuradora de Destilados Intermedios Unidad 150 / Departamento HDI								
32	04/06/01	Área	Compresion	EQUIPO HDI-GB-102	No aplica	0.18	± 0.009	
33	05/06/01	Área	Reaccion	EQUIPO HDI-FA-104	No aplica	0.56	± 0.023	
34	05/06/01	Área	Agotamiento	EQUIPO HDI-FA-105	No aplica	0.76	± 0.046	
35	06/06/01	Área	Compresion	EQUIPO HDI-GB-103	No aplica	0.38	± 0.023	
36	07/06/01	Área	Agotamiento	EQUIPO HDI-FA-109	No aplica	< 0.07	---	
37	08/06/01	Área	Cto de control	Cuarto de control	No aplica	< 0.07	---	
38	09/06/01	Área	Agotamiento	EQUIPO HDI-FA-105	No aplica	5.14	± 0.454	
39	11/06/01	Área	Fractionamiento	EQUIPO HDI-DA-101	No aplica	7.25	± 0.650	
40	12/06/01	Área	Cuarto de control	Cuarto de control	No aplica	0.74	± 0.046	

No de Med. Número de medición  
CMA concentración media ambiente  
LMPE-PPT Limite Máximo de Exposición Promedio Ponderada en el Tiempo  
R. Valor de Referencia (CMA / LMPE-PPT)  
CV Coeficiente de Variación (únicamente de los datos analíticos)

R Menor de 0.5

R Entre 0.5 y 0.9

R Igual o Mayor a 1

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO  
FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES ZARAGOZA

LISTADO DE RESULTADOS  
EVALUACIÓN DE AGENTES QUÍMICOS

Compañía : REFINERÍA FRANCISCO I MADERO  
Lugar : CD. Madero, Tamaulipas  
Agente : Monóxido de Carbono  
LMPE-PPT : 55 mg/cm3

No de Medicion	fecha	Area	Identificacion	CMA mg/cm3	R
<b>PLANTA : PREPARADORA DE CARGA DE BUTADIENO UNIDAD / DEPARTAMENTO 181</b>					
1	22/05/01	Ligeros	Equipo CH-E-12A	3.5	0.06
2	22/05/01	Ligeros	Equipo CH-E-16A	2.3	0.04
3	22/05/01	Ligeros	Equipo CH-E-16	4.6	0.08
4	23/05/01	Aminas	Equipo CH-D-6	3.5	0.06
5	23/05/01	Aminas	Equipo CH-D-2	2.3	0.04
6	23/05/01	Aminas	Oficinas de Siemens	2.3	0.04
7	24/05/01	Ligeros	Equipo CH-T-2	2.3	0.04
8	24/05/01	Ligeros	Cuarto Satellite	3.5	0.06
9	24/05/01	Ligeros	Equipo CH-D-5	2.3	0.04
10	25/05/01	Aminas	Equipo CH-T-2	4.6	0.08
11	26/05/01	Ligeros	Equipo CH-D-9	2.3	0.04
12	30/05/01	Aminas	Equipo CH-E-5	3.5	0.06
13	31/05/01	Aminas	Equipo CH-Q-5	3.5	0.06
14	31/05/01	Ligeros	Equipo CH-T-6	4.6	0.08
15	31/05/01	Aminas	Equipo CH-T-2	3.5	0.06
No de Medicion	fecha	Area	Identificacion	CMA mg/cm3	R
<b>PLANTA : DE ASFALTO UNIDAD 130 / DEPARTAMENTO MF</b>					
16	04/05/01	Seccion Primaria	Equipo MF-D-2	2.4	0.04
17	04/05/01	Seccion 96 vacic	Equipo MF-E-7 A/B	1.2	0.02
18	05/05/01	Seccion Primaria	Equipo MF-D-5	7	0.12

No de Med.  
CMA  
LMPE-PPT  
R  
CV

Numero de medicion  
concentracion media ambiente  
Limite Maximo de Exposicion Promedio Ponderada en el Tiempo  
Valor de Referencia (CMA / LMPE-PPT)  
Coeficiente de Variacion (unicamente de los datos analiticos)

R Menor de 0.5  
R Entre 0.5 y 0.9  
R Igual o Mayor a 1

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO  
FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES ZARAGOZA

LISTADO DE RESULTADOS  
EVALUACIÓN DE AGENTES QUÍMICOS

Compañía : REFINERÍA FRANCISCO I MADERO  
Lugar : CD. Madero, Tamaulipas  
Agente : Monóxido de Carbono  
LMPE-PPT : 55 mg/cm<sup>3</sup>

No de Medicion	fecha	Area	Identificación	CMA mg/cm <sup>3</sup>	R
<b>PLANTA : DE ASFALTO UNIDAD 130 / DEPARTAMENTO MF</b>					
19	08/06/01	Cuarto de Bombas	Equipo MF-PM-30A	2.3	0.04
20	08/06/01	Seccion Primaria	Equipo MF-D-5	7	0.07
21	07/06/01	Seccion de Vacio	Equipo MF-F-2	2.4	0.04
22	07/06/01	Seccion Primaria	Equipo MF-T-1	2.4	0.04
23	08/06/01	Seccion de Vacio	Equipo MF-T-3	3.5	0.06
24	08/06/01	Carga	Equipo MF-P-16	2.3	0.04
25	08/06/01	Carga	Equipo MF-P-4	1.1	0.04
26	09/06/01	Seccion de Vacio	Equipo MF-E-16	1.1	0.02
27	11/06/01	Carga	Equipo MF-CM-1	1.1	0.02
28	11/06/01	Seccion Primaria	Equipo MF-F-1	2.3	0.04
29	12/06/01	Seccion Primaria	Equipo MF-E-5 A/B	2.3	0.04
<b>No de Medicion fecha Area Identificación CMA mg/cm<sup>3</sup> R</b>					
<b>PLANTA : HIDRODESULFURADORA DE DESTILADOS INTERMEDIOS UNIDAD 150 / DEPARTAMENTO HDI</b>					
30	04/05/01	Agotamiento	Equipo HDI-EA-106	1.2	0.02
31	04/05/01	Agotamiento	Equipo HDI-FA-105	2.3	0.04
32	05/05/01	Compresion	Equipo HDI-GB-102	3.5	0.06
33	05/05/01	Reaccion	Equipo HDI-EA-105	1.2	0.02
34	07/05/01	Agotamiento	Equipo HDI-BA-102	1.2	0.02
35	08/05/01	Cuarto de Control	Parte Central del cuarto de control	1.1	0.02
36	09/05/01	Reaccion	Equipo HDI-FA-105	1.2	0.02
37	11/06/01	Fraccionamiento	Equipo HDI-DA-101	2.3	0.04
38	12/06/01	Cuarto de Control	Parte Central del cuarto de control	4.7	0.07

No de Med.

CMA

LMPE-PPT

R.

CV

Numero de medicion

concentracion media ambiente

Limite Maximo de Exposicion Promedio Ponderada en el Tiempo

Valor de Referencia (CMA / LMPE-PPT)

Coefficiente de Variacion (únicamente de los datos analiticos)

R Menor de 0.5

R Entre 0.5 y 0.9

R Igual o Mayor a 1

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN





**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO  
FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES ZARAGOZA.**

Para el formato de evaluación de agentes químicos, se deben registrar en una hoja de campo, para cada área o trabajador y para cada contaminante del medio ambiente laboral, los siguientes datos:

- a) Lugar de muestreo.
- b) Contaminante muestreado.
- c) Número de muestras.
- d) Fechas de muestreo.
- e) En caso de ser muestreo personal anotar lo siguiente:
  1. nombre del trabajador.
  2. puesto del trabajador.
  3. actividades específicas durante el muestreo.
  4. si utiliza equipo de protección personal, describirlo.
  5. si existen controles administrativos, describirlos.
  6. si existen controles técnicos, describirlos.
- f) Equipo de muestreo:
  1. tipo de bomba;
  2. modelo;
  3. número de serie;
  4. calibración inicial, con un mínimo de tres lecturas;
  5. calibración final, con un mínimo de tres lecturas;
  6. fecha de calibración.
- g) equipo de calibración y verificación:
  - 1) marca;
  - 2) número de serie;
  - 3) certificado oficial de calibración.
- h) Escribir el medio de colección
- i) condiciones atmosféricas del lugar de muestreo:
  - 1) presión;
  - 2) temperatura.
- j) datos generales:
  - 1) hora inicial y hora final;
  - 2) flujo;
  - 3) volumen total;
  - 4) cantidad colectada;
  - 5) concentración medida en el ambiente laboral (CMA);
  - 6) observaciones.
- k) Nombre, denominación o razón social del laboratorio de pruebas, nombre y firma del responsable signatario.

A continuación solamente se mostrarán las hojas de campo en donde las mediciones están en alerta y/o fuera del límite máximo permisible.

# TESIS CON FALLA DE ORIGEN

## UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES ZARAGOZA

### EVALUACIÓN DE AGENTES QUÍMICOS

HOJA DE CAMPO

NOM-10-STPS-99

N° de Med  Tipo  Fecha   
 Contaminante muestreado  LMPE-PPT corregido (mg/m3)

Compañía

Planta  Lugar   
 Departamento  Identificación   
 Área  Puesto

**Actividades realizadas por el trabajador durante el muestreo**

El trabajador se encarga de realizar un recorrido inicial en la planta en rehabilitación con la ayuda de su equipo de detección de gases inmediatos (SO<sub>2</sub>, H<sub>2</sub>S, CO, Explosividad y Porcentaje de oxígeno), además de supervisar al personal y de verificar la seguridad en la planta

**Equipo de protección personal durante su trabajo**

Mascarilla MSA easy No. 471913 como medida de control cuando hay un estado de alerta. Zapatos de seguridad, casco, camisa y pantalón de algodón

**Controles administrativos**

Equipo de Protección personal, Rotación del personal cada 2 horas

**Controles técnicos**

Realización de un recorrido en las áreas de la planta con equipos de detección inmediata de contaminantes (SO<sub>2</sub>, H<sub>2</sub>S, CO, Explosividad y porcentaje de Oxígeno)

**Equipo de muestreo**

Equipo  Modelo  N° de serie

Calibrador  Modelo  N° de serie

**Datos de verificación de flujo**

Cal inicial (l/min) Fecha  C1 : 1.018 C2 : 1.014 C3 : 1.020 Promedio 1.017

Cal final (l/min) Fecha  C1 : 1.016 C1 : 1.013 C1 : 1.016 Promedio 1.016

Medio de captura

**Condiciones Atmosféricas**

Temperatura (°C)  Presión (mmHg)

Hora inicial 10:58 Hora final 18:00 Datos de muestreo Periodo de tiempo (min)

Flujo de muestreo (l/min)  Volumen muestreado (Litros)

cantidad contaminante (ug)  %Recuperación  Peso corregido (ug)

Concentración (CMA) mg/m3  Valor de referencia   
 Límite compo (mg/m3)

**Observaciones del muestreo**

Las fuentes generadoras de gases son los quemadores que principalmente se encuentran alrededor de la planta Preparadora de carga de Butadieno ya que es una planta crítica y es en donde se encuentra la mayor concentración de gases, además de que es la planta en donde existe mayor personal

# TESIS CON FALLA DE ORIGEN

**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO  
FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES ZARAGOZA**

## EVALUACIÓN DE AGENTES QUÍMICOS HOJA DE CAMPO NOM-10-STPS-99

N° de Med  Tipo  Área  Fecha   
Contaminante muestreado  LMPE-PPT corregido (mg/m3)

Compañía

Planta <input type="text" value="Preparadora de carga de Butadieno"/>	Lugar <input type="text" value="CD. Madero, Tamaulipas"/>
Departamento <input type="text" value="Unidad 181 - CH"/>	Identificación <input type="text" value="EQUIPO CH-D-2"/>
Área <input type="text" value="Ligeros"/>	Puesto <input type="text" value="No aplica"/>

**Actividades realizadas por el trabajador durante el muestreo**

### Equipo de protección personal durante su trabajo

### Controles administrativos

### Controles técnicos

### Equipo de muestreo

Equipo  Modelo  N° de serie

Calibrador  Modelo  N° de serie

### Datos de verificación de flujo

Cal inicial (l/min) Fecha  C1 : 1.014 C2 : 1.013 C3 : 1.012 Promedio 1.013

Cal final (l/min) Fecha  C1 : 1.015 C1 : 1.017 C1 : 1.018 Promedio 1.017

Medio de captura

### Condiciones Atmosféricas

Temperatura (°C)  Presión (mmHg)

Hora inicial 10:17 Hora final 17:25 Datos de muestreo Periodo de tiempo (min)

Flujo de muestreo (l/min)  Volumen muestreado (Litros)

cantidad contaminante (ug)  %Recuperación  Peso corregido (ug)

Concentración (CMA) mg/m3  Valor de referencia   
Limite compo (mg/m3)

### Observaciones del muestreo

Las fuentes generadoras de gases son los quemadores que principalmente se encuentran alrededor de la planta Preparadora de carga de Butadieno ya que es una planta centrica y es en donde se encuentra la mayor concentración de gases, además de que es la planta en donde existe mayor personal

**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO  
FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES ZARAGOZA**

**EVALUACIÓN DE AGENTES QUÍMICOS**

**HOJA DE CAMPO**

**NOM-10-STPS-99**

N° de Med  Tipo  Área  Fecha   
Contaminante muestreado  LMPE-PPT corregido (mg/m3)

Compañía

Planta  Lugar   
Departamento  Identificación   
Área  Puesto

Actividades realizadas por el trabajador durante el muestreo

No aplica

Equipo de protección personal durante su trabajo

Mascarilla MSA assy No 471913 como medida de control cuando hay un estado de alerta, Zapatos de seguridad, casco, camisa y pantalón de algodón

Controles administrativos

Equipo de Protección personal, Rotación del personal cada 2 horas.

Controles técnicos

Realización de un recorrido en las áreas de la planta con equipos de detección inmediata de contaminantes (SO<sub>2</sub>, H<sub>2</sub>S, CO, Exposividad y porcentaje de Oxígeno)

Equipo de muestreo

Equipo  Modelo  N° de serie

Calibrador  Modelo  N° de serie

Datos de verificación de flujo

Cal inicial (l/min) Fecha  C1 : 1.016 C2 : 1.019 C3 : 1.017 Promedio 1.017

Cal final (l/min) Fecha  C1 : 1.014 C1 : 1.015 C1 : 1.018 Promedio 1.016

Medio de captura

Condiciones Atmosféricas

Temperatura (°C)  Presión (mmHg)

Hora inicial 11:42 Hora final  Datos de muestreo  
Periodo de tiempo (min)

Flujo de muestreo (l/min)  Volumen muestreado (Litros)

cantidad contaminante (ug)  %Recuperación  Peso corregido (ug)

Concentración (CMA) mg/m3  Valor de referencia   
Límite compo (mg/m3)

Observaciones del muestreo

Las fuentes generadoras de gases son los quemadores que principalmente se encuentran alrededor de la planta Preparadora de carga de Butadieno ya que es una planta centrica y es en donde se encuentra la mayor concentración de gases, además de que es la planta en donde existe mayor personal

# TESIS CON FALLA DE ORIGEN

## UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES ZARAGOZA

### EVALUACIÓN DE AGENTES QUÍMICOS

#### HOJA DE CAMPO NOM-10-STPS-99

N° de Med 30 Tipo  Area  Fecha 11/06/01  
 Contaminante muestreado Dióxido de Azufre LMPE-PPT corregido (mg/m3) 5 mg/m3

Compañía REFINERÍA FRANCISCO I. MADERO

Planta <span style="border: 1px solid black; padding: 2px;">DE ASFALTO</span> Departamento <span style="border: 1px solid black; padding: 2px;">Unidad 130 - MF</span> Área <span style="border: 1px solid black; padding: 2px;">Sección Primaria</span>	Lugar <span style="border: 1px solid black; padding: 2px;">CD. Madero, Tamaulipas</span> Identificación <span style="border: 1px solid black; padding: 2px;">EQUIPO MF-T-1</span> Puesto <span style="border: 1px solid black; padding: 2px;">No aplica</span>
--	--

**Actividades realizadas por el trabajador durante el muestreo**

No aplica

#### Equipo de protección personal durante su trabajo

Mascarilla MSA asy No 471913 como medida de control cuando hay un estado de alerta, Zapatos de seguridad, casco, camisa y pantalón de algodón

#### Controles administrativos

Equipo de Protección personal, Rotación del personal cada 2 horas.

#### Controles técnicos

Realización de un recorrido en las áreas de la planta con equipos de detección inmediata de contaminantes (SO<sub>2</sub>, H<sub>2</sub>S, CO, Exposividad y porcentaje de Oxígeno)

#### Equipo de muestreo

Equipo	<span style="border: 1px solid black; padding: 2px;">Bomba SKC</span>	Modelo	<span style="border: 1px solid black; padding: 2px;">44XR</span>	N° de serie	<span style="border: 1px solid black; padding: 2px;">1102</span>
		Datos de calibración			
Calibrador	<span style="border: 1px solid black; padding: 2px;">Dry-cal</span>	Modelo	<span style="border: 1px solid black; padding: 2px;">DC-L-12K</span>	N° de serie	<span style="border: 1px solid black; padding: 2px;">1014</span>
		Datos de verificación de flujo			

Cal inicial (l/min)	<span style="border: 1px solid black; padding: 2px;">11/06/01</span>	C1 : 1.024	C2 : 1.025	C3 : 1.023	Promedio	<span style="border: 1px solid black; padding: 2px;">1.024</span>
Cal final (l/min)	<span style="border: 1px solid black; padding: 2px;">11/06/01</span>	C1 : 1.021	C1 : 1.022	C1 : 1.020	Promedio	<span style="border: 1px solid black; padding: 2px;">1.021</span>

Medio de captura Solución de Peroxido de Hidrógeno al 3%

#### Condiciones Atmosféricas

Temperatura (°C) 31 Presión (mmHg) 760

Hora inicial 11:45 Hora final 18:50 Datos de muestreo 18:50 Periodo de tiempo (min) 425

Flujo de muestreo (l/min) 1.023 Volumen muestreado (Litros) 435

cantidad contaminante (ug) 1200 %Recuperación 87 Peso corregido (ug) 1379

Concentración (CMA) mg/m3 3.17 Limite compo (mg/m3) 0.634  
 Valor de referencia 0.07

#### Observaciones del muestreo

Las fuentes generadoras de gases son los quemadores que principalmente se encuentran alrededor de la planta Preparadora de carga de Butadieno ya que es una planta centíca y es en donde se encuentra la mayor concentración de gases, además de que es la planta en donde existe mayor personal.

# TESIS CON FALLA DE ORIGEN

**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO  
FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES ZARAGOZA**

## EVALUACIÓN DE AGENTES QUÍMICOS

**HOJA DE CAMPO**

**NOM-10-STPS-99**

N° de Med	38	Tipo	Area	Fecha	09/06/01
Contaminante muestreado	Dióxido de Azufre		LMPPE-PPT corregido (mg/m3)		5 mg/m3

Compañía **REFINERIA FRANCISCO I. MADERO**

Planta	Hidrodesulfuradora de Destilados Int.	Lugar	CD. Madero, Tamaulipas
Departamento	Unidad 150 - HDI	Identificación	EQUIPO HDI-FA-105
Área	Agotamiento	Puesto	No aplica

Actividades realizadas por el trabajador durante el muestreo

No aplica

### Equipo de protección personal durante su trabajo

Mascantila MSA assy No 471913 como medida de control cuando hay un estado de alerta. Zapatos de seguridad, casco, camisa y pantalón de algodón

### Controles administrativos

Equipo de Protección personal. Rotación del personal cada 2 horas.

### Controles técnicos

Realización de un recorrido en las áreas de la planta con equipos de detección inmediata de contaminantes (SO2, H2S, CO, Exposividad y porcentaje de Oxígeno)

### Equipo de muestreo

Equipo	Bomba SKC	Modelo	44XR	N° de serie	1109
--------	-----------	--------	------	-------------	------

Calibrador	Dry-cal	Modelo	DC-L-12K	N° de serie	1014
------------	---------	--------	----------	-------------	------

Datos de verificación de flujo

Cal inicial (l/min)	Fecha	09/06/01	C1 : 1.014	C2 : 1.019	C3 : 1.018	Promedio	1.017
Cal final (l/min)	Fecha	09/06/01	C1 : 1.020	C1 : 1.021	C1 : 1.022	Promedio	1.021

Medio de captura **Solución de Peroxido de Hidrogeno al 3%**

### Condiciones Atmosféricas

Temperatura (°C)	31	Presión (mmHg)	760
------------------	----	----------------	-----

Hora Inicial	09:02	Hora final	16:10	Periodo de tiempo (min)	428
--------------	-------	------------	-------	-------------------------	-----

Flujo de muestreo (l/min)	1.019	Volumen muestreado (Litros)	436
---------------------------	-------	-----------------------------	-----

cantidad contaminante (ug)	1950	%Recuperación	87	Peso corregido (ug)	1379
----------------------------	------	---------------	----	---------------------	------

Concentración (CMA) mg/m3	5.14	Valor de referencia ®	1.028
		Limite compo (mg/m3)	0.07

### Observaciones del muestreo

Las fuentes generadoras de gases son los quemadores que principalmente se encuentran alrededor de la planta Preparadora de carga de Butadieno ya que es una planta centrica y es en donde se encuentra la mayor concentración de gases, además de que es la planta en donde existe mayor personal

**TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN**

**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO  
FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES ZARAGOZA**

**EVALUACIÓN DE AGENTES QUÍMICOS**

**HOJA DE CAMPO NOM-10-STPS-99**

N° de Med  Tipo  Área  Fecha   
Contaminante muestreado  LMPE-PPT corregido (mg/m3)

Compañía

Planta	Hidrodesulfuradora de Destilados Int	Lugar	CD. Madero, Tamaulipas
Departamento	Unidad 150 - HDI	Identificación	EQUIPO HDI-DA-101
Área	Fraccionamiento	Puesto	No aplica

**Actividades realizadas por el trabajador durante el muestreo**

No aplica

**Equipo de protección personal durante su trabajo**

Mascantilla MSA assy No. 471913 como medida de control cuando hay un estado de alerta. Zapatos de seguridad, casco, camisa y pantalón de algodón

**Controles administrativos**

Equipo de Protección personal, Rotación del personal cada 2 horas.

**Controles técnicos**

Realización de un recorrido en las áreas de la planta con equipos de detección inmediata de contaminantes (SO<sub>2</sub>, H<sub>2</sub>S, CO, Exposividad y porcentaje de Oxígeno)

**Equipo de muestreo**

Equipo	Bomba SKC	Modelo	44XR	N° de serie	1102
Calibrador	Dry-cal	Modelo	DC-L-12K	N° de serie	1014

**Datos de verificación de flujo**

Cal inicial (l/min)	Fecha	C1	1.021	C2	1.024	C3	1.023	Promedio	1.023
Cal final (l/min)	Fecha	C1	1.018	C1	1.020	C1	1.021	Promedio	1.020

Medio de captura

**Condiciones Atmosféricas**

Temperatura (°C)  Presión (mmHg)

Hora inicial 12:00 Hora final 19:02 Datos de muestreo Período de tiempo (min)

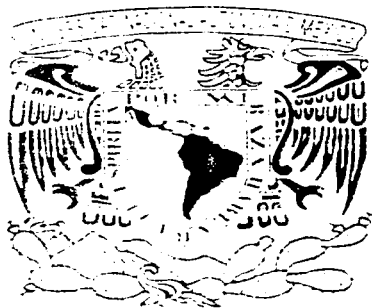
Flujo de muestreo (l/min)  Volumen muestreado (Litros)

cantidad contaminante (ug)  %Recuperación  Peso corregido (ug)

Concentración (CMA) mg/m3  Valor de referencia  $\phi$    
Limite compo (mg/m3)

**Observaciones del muestreo**

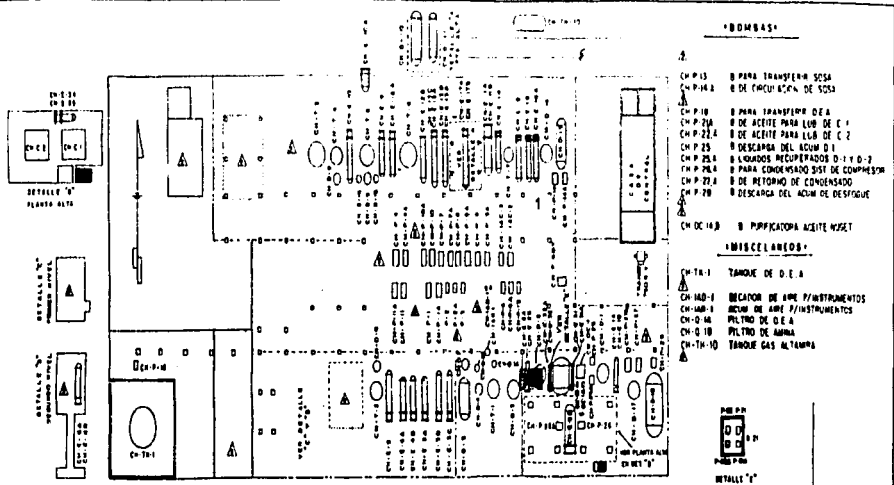
Las fuentes generadoras de gases son los quemadores que principalmente se encuentran alrededor de la planta Preparadora de carga de Butadieno ya que es una planta centrica y es en donde se encuentra la mayor concentración de gases, además de que es la planta en donde existe mayor personal



## PLANOS DE UBICACIÓN DE RIESGOS

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN





**TESIS CON FALLA DE ORIGEN**

**BOMBAS**

- CH-P-15 B PARA TRANSFERIR SISA
- CH-P-16 B DE CIRCULACION DE SISA
- CH-P-18 B PARA TRANSFERIR DE A
- CH-P-20 B DE ACEITE PARA LUB DE 1
- CH-P-22 B DE ACEITE PARA LUB DE 2
- CH-P-23 B DESCARGA DEL ACUM D 1
- CH-P-24 B CARGAS RECUPERADAS D 1 D 1-2
- CH-P-24 B PARA CONDENSADO SIST DE COMPRESOR
- CH-P-27 B DE RETORNO DE CONDENSADO
- CH-P-28 B DESCARGA DEL ACUM DE RESIDUO
- CH-OC-13 B PUFFICACION ACEITE WSEET

**MISCELANEO**

- CH-TA-1 TANQUE DE D.E.A
- CH-140-1 RECIPIEN DE AIRE P/INSTRUMENTOS
- CH-140-2 ACUM DE AIRE P/INSTRUMENTOS
- CH-10-10 PILTO DE O.E.A
- CH-10-10 PILTO DE AGUA
- CH-TA-10 TANQUE GAS ALTA PRES



**CALENTADOR**

**TORNES**

- CH-T-1 TORNE TRAZADORA DE D.E.A
- CH-T-2 TORNE REACTIVADORA DE D.E.A
- CH-T-3 TORNE ABSORBIDORA
- CH-T-4 TORNE ABSORBIDORA DE ACEITE ESPESIA
- CH-T-5 TORNE DEBUTANIZADORA
- CH-T-6 TORNE DEBUTANIZADORA
- CH-T-7 TORNE DEPROPANIZADORA

**COMPRESOR**

- CH-C-1 COMPRESORA DE PRIMER PASO
- CH-C-2 COMPRESORA DE SEGUNDO PASO

**ACUMULADORES**

- CH-A-1 ACUM DE RESERVA DE PRIMER PASO
- CH-A-2 ACUM DE RESERVA DE SEGUNDO PASO
- CH-A-3 ACUM DE RESERVA DE TERCER PASO
- CH-A-4 ACUM DE RESERVA DE CUARTO PASO
- CH-A-5 ACUM DE RESERVA DEL GAS DULCE
- CH-A-6 ACUM DE RESERVA DE D.E.A
- CH-A-7 ACUM DE CONDENSADO ANANCO
- CH-A-8 ACUM DE D.E.A
- CH-A-9 ACUM DE RESERVA DEL GAS SECO
- CH-A-10 ACUM COMO DE LA DEBUTANIZADORA
- CH-A-11 ACUM COMO DE LA DEPROPANIZADORA
- CH-A-12 ACUM COMO DE LA DEPROPANIZADORA

**ACUMULADORES**

- CH-D-13 ABSORBEDOR CAUSTICO
- CH-D-14 FILTRO DE AGUA
- CH-D-15 PIERNA SUP. DE AGUA DE T-5
- CH-D-16 PIERNA INF. DE AGUA DE T-5
- CH-D-17 ACUM DE CONDENSADO
- CH-D-18 ACUM DE RESIDUO
- CH-D-21 ACUM ACEITE DE LUB COMP

**CAMBIADORES**

- CH-E-100 ENF DE PRIMER PASO
- CH-E-200 ENF DE SEGUNDO PASO
- CH-E-300 ENF DE TERCER PASO
- CH-E-400 CAMB DE D.E.A PORME Y D.E.A RICA
- CH-E-500 REACTIVADOR DEL REACTIVADOR DE D.E.A
- CH-E-600 CONDENS DEL REACTIVADOR DE D.E.A

- CH-E-1 RECIPIENTADOR CARGA A DEBUTANIZADORA
- CH-E-10 RECIPIENTADOR FONDO DE DEBUTANIZADORA
- CH-E-10A RECIPIENTADOR FONDO DE T-5
- CH-E-10AB RECIPIENTADOR FONDO DE LA DEBUTANIZADORA
- CH-E-10AC RECIPIENTADOR FONDO COMO DE DEBUTANIZADORA
- CH-E-10ABCD CONDENS DE VAPORES COMO DE DEBUTANIZADORA
- CH-E-11 RECIPIENTADOR CARGA A DEPROPANIZADORA
- CH-E-12 RECIPIENTADOR FONDO DE LA DEPROPANIZADORA
- CH-E-13 RECIPIENTADOR FONDO DE LA DEPROPANIZADORA
- CH-E-14 ENF FONDO DE DEPROPANIZADORA
- CH-E-15 ENF FONDO DE DEPROPANIZADORA
- CH-E-16 ENF FONDO DE DEPROPANIZADORA
- CH-E-17 ENF DE BUTANO
- CH-E-17AB CENizas DE VAPORES COMO DE DEPROPANIZADORA

**CAMBIADORES**

- CH-E-31A ENF. ACEITE P LUBROH
- CH-E-32A ENF. ACEITE P LUBROH
- CH-E-33A CONDENS DE SUPERFICIE
- CH-E-34 CONDENS. DIST. DE EFECT
- CH-E-35 CONDENS. DIST. DE EFECT

**BOMBAS**

- CH-P-1A B DE D.E.A
- CH-P-2A B DE CONDENSADO ANANCO
- CH-P-3 B DE AGUA DE LINDAO
- CH-P-4A B DE ACEITE ESPESIA MCO
- CH-P-5A B ALIMENTACION DE MANTA
- CH-P-6A B GASOLINA ALANTA M
- CH-P-7A B RECIPIENTADOR DE DEBUTANIZADORA
- CH-P-8A B PRODUCTOR DEL FONDO INF T-6
- CH-P-9A B DE REFLUJO Y PRODUCTOS DE T-7
- CH-P-10A B DE FONDO DE T-6
- CH-P-11A CARGA GASOLINA DE AGUA A CH

**NOTA:**

**FUERA DE OPERACION**

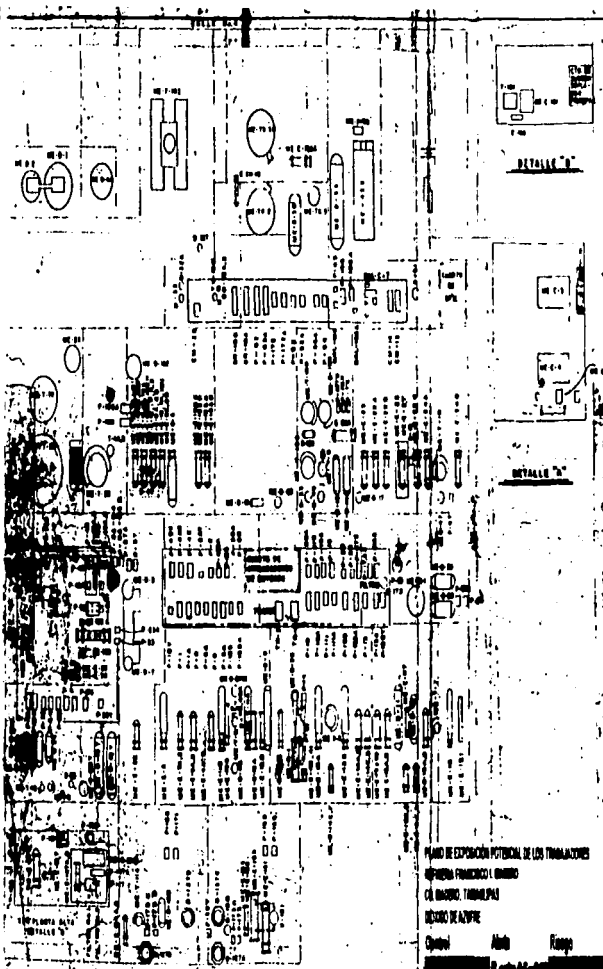
VERIFICACIONES REALIZADAS AL PLANO POR ACTUALIZACION	20-DICIEMBRE-1994
ING. E. ROBLEC 3	ACTUALIZADO - 30-OCT-94
ING. C. ROBLEC 3	23-Abril-1995
REVISADO	
ING. J. NORIEGA 1	

**LARGO DE EXPOSICION POTENCIAL DE LOS TRABAJADORES**  
**ESTERNA FRANCISCO I MADRERO**  
**NO. MADRERO TAMPAULIAS**  
**MODO DE ACCIDRE**  
 Control    Alerta    Riesgo

**PEMEX REFINACION**  
 Refineria T-2 y MADRERO  
 SUPERINTENDENCIA GENERAL DE MANTENIMIENTO  
 OFICINA SUPERINTENDENCIA DE CARGA DE EQUIPOS  
**LOCALIZACION DE EQUIPO**  
 ESCALA: 1:50  
 FECHA: 01-JUN-1994  
**DIB. NO. CH-1**

137





- 
- P-13,87 GASOLINA LEGERA DEL D-4
  - P-13,81 ANFIA PESADA
  - P-14,00 ANFIA ACEITE CUELLO FLEADO
  - P-17,01 GASOLINA LEGERA A TRATAMIENTO CO-DECA
  - P-8,84 ACEITE DE ASFOSPEC (EPONAL)
  - P-9,96 CARBA A T-6
  - P-10,84 SUELO DE REFLUJO T-9
  - P-12,02 CARBA A T-7
  - P-13,10,11,12 DESTILADO DEL BOMBO A REFLUJO T-7
  - P-4 CHUQUAQUE DE AGUA (SUDAFRADA) E-10
  - P-10,84 SOLUCION ANFIA FOSFO A T-10
  - P-17,17,18 SOLUCION ANFIA FOSFO T-10 A T-100
  - P-8 BOMBA DE ANFIA DE LA FOSA D-58
  - P-10 ANFIA ACIDA
  - P-11 COMBUSTION DEL POCO CALIENTE A-1
  - P-23,13A COMBUSTION DE C-3, C-4
  - P-291 REFINACION CON SODA D-99
  - P-100 IMPUREZAS DEL CASCARON
  - P-33 TRATAMIENTO CAUSTICO Y LAVADO CON AGUA
  - P-34 METALOGRA D-124
  - P-35 TRANSFERENCIA SODA CAUSTICA
  - P-37,37A EXTRACCION COMBOS D-5
  - P-38 ANFIA ACIDA
  - P-40,80 ACEITE LUB C-3
  - P-40,90 ACEITE LUB C-4
  - P-11,80 ACEITE ASFAMA A VALS ALUMINATES
  - P-11,80 EXTRACCION D-30,31,32
  - P-12,20 COMBUSTION D-31
  - P-33 RECUPERACION DE ANFIA
  - P-35,50A ACEITE DE BELLAS
  - P-35,50B BOMBEO DE ACEITE DE C-3, C-4
  - P-43,80A ACEITE COMBUSTIBLE
  - P-43,80B DENSIFICACION DE MENSURA A E-1, E-2
  - P-47 EXTRACCION DE LINDENO D-47
  - P-48 IMPUREZAS DEL CASCARON
  - P-48 CALIFICACION DE ACEITE, E-10
  - P-40,100 ACEITE CUELLO LIMPIO
  - P-40,100A REFINO CATALITICO FOSFO T-3
  - P-40,100B TRATAMIENTO FOSFO, DE ACEITE
  - P-40,100C COMBUSTION DE TRATAMIENTO CON "S"
  - P-40,100D REFLUJO DE T-3
  - P-40,100E SOLUCION DE ANFIA A T-100
  - P-40,100F ANFIA NEA A T-100
  - P-40,100G COMBUSTION POCO CALIENTE C-10
  - P-47,20 ACEITE LUBRICACION E-10
  - P-48,100 BOMBEO DE TRATAMIENTO CAUSTICO
  - P-48,100A CARBA A D-56
  - P-48,100B ANFIA SUDAFRADA
  - P-48,100C METALOGRA D-91
  - P-48,100D COMBUSTION POCO CALIENTE DEL ANFIA
  - P-48,100E BELLIDO DE SODA D-140
  - P-47,17,17A IMPUREZAS DEL CASCARON
  - P-47,17,17B COMBUSTION DE SODA D-174
  - P-48,100G SUELO ANFIA COMBUSTION A E-1, E-2, E-3
  - P-48,100H COMBUSTION ANFIA C-3, C-4
  - P-48,100I SUELO DE BOMBEO DE COMBUSTION A E-1
  - P-48,100J LUBRICACION MOTOR P-86
  - P-48,100K ANFIA SODA FOSFO D-99
  - P-48,100L LUBRICACION MOTOR C-7
  - P-48,100M DIRECCION DE FOSFATO CO-3 (CALO CO-3)
  - P-48,100N "B" ACEITE IMPUREZAS E CALO CO-3
  - P-11,81,82 COMBUSTION DE SODA DEL D-117
  - P-100A
  - P-100B
  - P-100C ANFIA ASFAMA A T-100
  - P-100D ANFIA SUDAFRADA

100
124
131
144
148
153
156
157
160
161
162
163
164
165
166
167
168
169
170
171
172
173
174
175
176
177
178
179
180
181
182
183
184
185
186
187
188
189
190
191
192
193
194
195
196
197
198
199
200
201
202
203
204
205
206
207
208
209
210
211
212
213
214
215
216
217
218
219
220
221
222
223
224
225
226
227
228
229
230
231
232
233
234
235
236
237
238
239
240
241
242
243
244
245
246
247
248
249
250
251
252
253
254
255
256
257
258
259
260
261
262
263
264
265
266
267
268
269
270
271
272
273
274
275
276
277
278
279
280
281
282
283
284
285
286
287
288
289
290
291
292
293
294
295
296
297
298
299
300

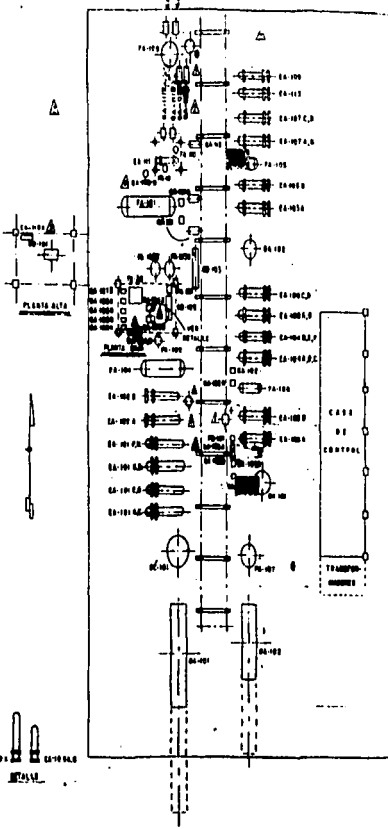
PLANO DE EXPOSICION POTENCIAL DE LOS TORNALLOS  
 OPERACION TECNICA 0000  
 CO. SUDAFRADA TORNALLOS  
 RECORD DE ANFIA  
 Control Anho Tempo

TESIS CON  
 FALLA DE ORIGEN

B34



EQUIPO



- CALENTADORES**
- EA-101 DESCALEN
  - EA-102 CALENTE DE CARGA AL REACTOR
  - EA-103 CALENTE DE TORRE FRACCIONADORA
- TORNOS**
- DA-101 TORNE FRACCIONADORA
  - DA-102 TORNE AZOTADORA
- REACTORES**
- DC-101 REACTOR
- COMPRESORES**
- GA-101 COMPRESOR DE RECIRCULACION
- RECIPIENTES**
- FA-101 TANQUE DE CARGA
  - FA-102 X TANQUE DE SACCON COMPRESOR
  - FA-103 B TANQUE DE RESERVA ANTE DE RECIPI
  - FA-104 TANQUE REPARADOR ALTA PRESION
  - FA-105 ACUMULADOR DE TORNE AZOTADORA
  - FA-106 ACUMULADOR DE TORNE FRACC
  - FA-107 TANQUE REPARADOR PROC. DE REGENERACION
  - FA-109 TANQUE DE RESERVA BAJA PRESION
  - FA-110 TANQUE REPARADOR GAS COMBUSTIBLE
  - FA-111 TOTE REPARADOR COMBUSTIBLE LIQUIDO
  - FA-112 TOTE PARA REINICIO DE COMPRESOR

- MISCELAMONOS/OTROS**
- A TANQUE DOSIFICADOR REACCION
  - B/A TANQUE DOSIF. AGUANTADO 2
  - B/A TANQUE DOSIF. AGUANTADO 1
  - B/A TANQUE DOSIF. AGUANTADO 3
  - B/A REFRIGERADOR AGUAS RESERVA
  - B/A

- CAMBIAADORES**
- EA-101 A/B PRECALENT. CARGA AL REACTOR
  - EA-102 A/B EXPANSION DE EFLENTE AL REACTOR
  - EA-103 A/B COMPRESOR DE TORNE AZOTADORA
  - EA-104 A/B PRECALENT. CARGA TORNE FRACC
  - EA-105 A/B COMPRESOR TORNE FRACC
  - EA-106 A/B PRECALENT. CARGA TORNE AZOTADORA
  - EA-107 A/D EXPANSION PORBOS TORNE AZOT
  - EA-108 EXPANSION DE GAS ANHIDRO
  - EA-111 COMPRESOR DE COMBUSTIBLE DE RECIPI
  - EA-111 EXPANSION DE COMBUSTIBLE
  - EA-112 B REFRIGERADOR DE HELIOS CAS-101
  - EA-112 A COMPRESOR PARA INYECCION
- BOMBAS**
- GA-100 B BOMBA DE TANQUE DOSIFICADOR 100 PSI
  - GA-101 B BOMBA DE ALIMENT. AL REACTOR DC-101
  - GA-101 BOMBA ALZARAL DE LUBRIF. DE GA-101 R
  - GA-102 B BOMBA REBULLO TORNE FRACC DA-101
  - GA-103 B BOMBA PORBOS TORNE FRACC DA-101
  - GA-104 B BOMBA DE COMPRESOR SUPERFICIE EA-107
  - GA-105 B BOMBA DE INYECCION DE COMBUSTIBLE
  - GA-106 B BOMBA DE INYECCION DE GAS COMBUSTIBLE
  - GA-107 B BOMBA DE REFRIGERACION DE ACETILE
  - GA-108 B BOMBA DE HELIOS DE COMPRESOR GA-101
  - GA-110 B BOMBA DE RESERVA BAJA PRESION
  - GA-111 B BOMBA DE COMBUSTIBLE LIQUIDO
  - GA-112 BOMBA DE INYECCION DE COMBUSTIBLE LIQUIDO
  - GA-112 BOMBA ALIMENTA A NUEVA PLANTA DE REPLICACION

REPOSICION DE REACTORES EN PLANO POR AGUANTADO EN UN DIA

REPOSICION DE BOMBAS EN PLANO POR AGUANTADO EN 10 DIAS

100 C HORAS 2

JULIO 10 DE 1969

REPOSICION DE REACTORES EN PLANO POR AGUANTADO

100 C HORAS 1

TESIS CON  
 FALLA DE ORIGEN

PLANO DE EXPOSICION POTENCIAL DE LOS TRABAJADORES  
 REFINERIA FRANCISCO J. MADRERO  
 CO. MAQUINARIA TABANALPHAS  
 DOLADO DE AZUFRE  
 Control Alto Riesgo  
 R. entre 0.5 y 0.8

PERMIT REPLICACION  
 "Fen A, B, C, D"  
 LOCAL DE AGUANTADO  
 LOCALIZACION DE EQUIPO  
 DIB. No. 100

**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO  
FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES ZARAGOZA**



**CAPITULO 3**

**PROGRAMA DE CONTROL DE EQUIPO DE PROTECCIÓN  
RESPIRATORIA**

**3.1.- ENFERMEDADES PROFESIONALES RESPIRATORAS**

**3.2.- PROGRAMA DE CONTROL**

**3.2.1 Establecimiento de políticas y procedimientos en Protección Respiratoria**

**3.2.2 Reconocimiento y Evaluación Periódica de los contaminantes.**

**3.2.3 Selección Cuidadosa y Adecuada del Equipo de Protección Personal.**

**3.2.4 Evaluación Médica Periódica.**

**3.2.5 Capacitación de Usuarios de Equipo de Protección Respiratoria**

**3.2.6 Pruebas de ajuste de Equipo de protección Respiratoria.**

**3.2.7 Inspección y Mantenimiento periódico de Equipo de Protección Personal.**

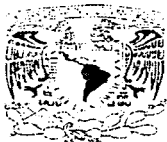
**3.2.8 Evaluación periódica de los sistemas de los sistemas de control de contaminantes.**

**3.2.9 Registros.**

**3.2.10 Evaluación periódica del programa de protección respiratoria.**

**3.3 Conclusiones**





UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO  
FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES ZARAGOZA.

### 3.1.- ENFERMEDADES PROFESIONALES RESPIRATORAS

El término general para las enfermedades respiratorias causadas por polvos es neumoconiosis (del griego *neumos*, pulmón y *conis*, polvo). Se refiere a la acumulación de partículas, generalmente de origen mineral, en los pulmones y comprende varias enfermedades tipificadas:

**Silicosis** Se produce por la acumulación de partículas de sílice (dióxido de silicio) en las paredes de los pulmones, que inducen la formación de un tejido rígido alrededor de las mismas. Esto restringe la cantidad de oxígeno que pasa por los pulmones a la sangre y de ahí a otros órganos.

Las Actividades donde más probablemente se dará la silicosis es en la minería, las canteras, el pulido o corte de minerales, la fundición de metales y el tratamiento por chorro de arena.

**Asbestosis** Las partículas y fibras de amianto (asbestos) se enganchan y dañan las paredes de los bronquiolos y los alvéolos. Así, forman pequeñas cicatrices difícilmente recuperables que, como en el caso de la silicosis, impiden la correcta oxigenación de la sangre.

Los trabajadores que manejan amianto (asbestos) sin la protección adecuada pueden desarrollar también un tipo de cáncer llamado mesotelioma, que se presenta en el recubrimiento de la cavidad torácica.

**Pulmón negro** Se produce por la inhalación de partículas de carbón en grandes cantidades. Puede también facilitar el desarrollo de otras enfermedades como la tuberculosis.

**Bisinosis** También conocida como «enfermedad del pulmón marrón» afecta principalmente a los trabajadores de la industria textil que están expuestos a fibras de algodón. Los síntomas característicos de esta enfermedad son tirantez en el pecho, tos profunda y fiebre.

**Pulmón de granjero** Es una forma de neumonía alérgica causada por la inhalación de esporas de moho producidas sobre maíz, grano o heno húmedos. La exposición repetida a estos agentes durante largo tiempo produce cicatrices permanentes en los pulmones e incluso la muerte. Los síntomas son fiebre, escalofríos, dolor muscular, asfixia y tos, normalmente aparecen a las 6-8 horas después de la exposición.

Otras enfermedades. Otras enfermedades resultantes de la inhalación de contaminantes son la bronquitis, enfisema pulmonar y cáncer de pulmón.

Una vez que los pulmones, bronquios y alvéolos se han visto afectados por los agentes contaminantes, el daño puede pasar a otros órganos. Así por ejemplo, las personas que sufren enfisema pulmonar, tendrán el corazón débil.

Las enfermedades respiratorias pueden provocar un daño permanente en otros órganos. Si no se transporta suficiente oxígeno desde los pulmones al hígado, riñones, cerebro o al sistema nervioso, estos órganos no podrán funcionar correctamente y la vida de la persona puede estar en serio peligro.

En el ANEXO II Y ANEXO III se hace referencia a los riesgos para la salud y las posibles enfermedades que pueden producir una gran variedad de contaminantes

A continuación se plantea un programa de control de protección respiratoria de en donde se plantean las sugerencias para minimizar en un gran porcentaje la emisión de contaminantes que pudieran estar en contacto con los trabajadores

### 3.2.- PROGRAMA DE CONTROL

Existen varias alternativas para protegerse de los contaminantes químicos, las principales técnicas utilizadas son:

- a) Eliminación de la fuente de riesgo, al cambiar un material peligroso por uno que sea menos, o al modificar el proceso, los equipos, las instalaciones o el método de manejo del material peligroso.
- b) Aislamiento de la fuente generadora al instalar barreras entre el contaminante y el personal que labora en el área cercana
- c) Sistemas de ventilación y extracción que disminuyan la cantidad del contaminante presente en el ambiente laboral.
- d) Medidas administrativas para evitar que el trabajador labore toda la jornada expuesto a un mismo contaminante.
- e) Dotar al personal de equipo de Protección Respiratoria para evitar que el contaminante ingrese en el organismo del trabajador.
- f) Para poder controlar este tipo de contaminantes se tiene que limitar la exposición del trabajador a la sustancia contaminante que está en el ambiente de trabajo

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN



- g) Mantener en vigilancia constante mediante los exámenes médicos periódicos.
- h) Conocer las características de cada uno de los contaminantes y las medidas para prevenir su acción.
- i) Vigilar el tiempo máximo de exposición a los contaminantes.
- j) Realizar medidas de protección
- k) \*Realizar rondines con el detector de gases inmediato por las plantas en donde se ha determinado que la concentración esta por arriba del límite máximo permisible.

A pesar de que la Protección Respiratoria debe ser la última técnica que se utilice (ya que es la única en la que el contaminante continúa presente en el ambiente) . es la mas economica, socorrida y es por lo que surge la necesidad de establecer un Programa de Protección Respiratoria completo y adecuado en los centros de trabajo donde el personal esté expuesto a las condiciones ambientales anteriormente mencionadas

Para un mejor control de los gases contaminantes se tiene que crear un **programa de protección respiratoria** ya que durante el estudio realizado se observo que cuando hay una emergencia durante el monitoreo inmediato no cuentan con capacitación para el uso de equipo de protección respiratoria; además que el equipo que utilizan no es el adecuado para contrarrestar una emergencia. Por lo que se propone el siguiente programa.

La parte fundamental de este programa es establecer por escrito las políticas sobre Protección Respiratoria que deben ser seguidas por todo el personal de la empresa.

Básicamente las políticas son directrices que marca la parte directiva de la empresa con el fin de implementar y apoyar la protección de los trabajadores que esten en contacto con condiciones ambientales que puedan afectar su salud o su condición de vida

El segundo punto importante durante el desarrollo del programa es que se tengan por escrito procedimientos de Protección respiratoria en los cuales se regulen estas actividades.

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

Es necesario que las políticas y procedimientos cumplan con ciertos requisitos.

- Que estén por escrito.
- Firmados y aprobados por la parte directiva y operativa del centro de trabajo
- Difundidos a todos los niveles de la organización.
- Deben ser congruentes con la realidad del centro de trabajo.

### **3.2.1 Establecimiento de políticas y procedimientos en Protección Respiratoria**

Para asegurar que el equipo de Protección Respiratoria sigue siendo efectivo o que su uso sigue siendo necesario, deben evaluarse periódicamente los niveles de contaminación de los agentes ambientales. La información obtenida también se utilizará para seleccionar adecuadamente el Equipo de Protección personal.

### **3.2.2 Reconocimiento y Evaluación Periódica de los contaminantes.**

Para Asegurar que el Equipo de Protección Respiratoria sigue siendo efectivo o que su uso sigue siendo necesario, deben evaluarse periódicamente los niveles de contaminación de los agentes ambientales. La información obtenida también se utilizará para la selección adecuada del Equipo de Protección Personal.

### **3.2.3 Selección Cuidadosa y Adecuada del Equipo de Protección Personal.**

Debido a las características de los gases en cuestión (Ácido sulfhídrico, Dióxido de azufre Monóxido de carbono) La selección del equipo de Protección Personal deberá ser Equipo de Respiración Autónomo cuando se registre más de 10 ppm del Ácido Sulfhídrico que es un contaminante que podría provocar hasta la muerte en condiciones extremas

### **3.2.4 Evaluación Médica Periódica.**

- a) Examen médico: Antes de que cualquier persona utilice un equipo de protección respiratoria se requiere que sea examinado por un médico entrenado que certifique que la persona está físicamente apta para utilizarlo. En caso que una persona no resulte totalmente apta, no se debe permitir que utilice ningún tipo de equipo, ya que al hacerlo puede tenerse un riesgo mayor que si no lo usará.

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

b) **Impedimentos físicos:** A continuación se da una lista de los principales problemas que impiden a una persona el uso del Equipo de Protección Respiratoria:

- Diabetes.
- Enfisema.
- Epilepsia.
- Asma bronquial.
- Alcoholismo.
- Ruptura del tímpano.
- El uso de ciertos medicamentos.
- Sensibilidad de la piel.
- Atrofia del sentido del olfato.
- Función pulmonar reducida.
- Experimentar dificultad para respirar cuando utiliza el equipo de Protección Respiratoria.
- Experimentar claustrofobia cuando utiliza el equipo.
- Exceso de pelo facial que impida un sello adecuado entre la piel y el equipo.
- Cualquier otra condición que el médico de la planta determine como un riesgo adicional.

### 3.2.5 Capacitación de Usuarios de Equipo de Protección Respiratoria

Para lograr una mejor capacitación del personal en el uso, cuidados y mantenimiento del Equipo de Protección Respiratoria se recomienda cumplir con estos requisitos:

- a) Realizar sesiones con los usuarios en la que se les explique por que es necesario el uso de este tipo de equipos.
  - b) Explicación de las partes que forman su equipo.
  - c) Entrenamiento de la forma correcta de colocarse el equipo (asegurase que el usuario sabe colocarse y ajustarse bien el equipo).
  - d) Pruebas cualitativas de ajuste (realizadas por él mismo).
  - e) Almacenamiento de un lugar adecuado (dentro de bolsa de plástico, en un lugar especial, etc).
  - f) Mencionar los cuidados que tiene su equipo.
- Limpieza diaria.
  - Desinfección periódica (cuando el equipo es multiusuario, la desinfección debe ser antes y después del uso).
  - Revisión de partes para asegurarse que está completa

g) **Mantenimiento requerido:**

- Cambio de bandas elásticas que hayan perdido su elasticidad.
- Reposición de partes dañadas o extraviadas.

**3.2.6 Pruebas de ajuste de Equipo de protección Respiratoria.**

Para seleccionar el tipo y tamaño de equipo de protección respiratoria que mejor se ajuste al contorno de la cara del usuario para asegurar que está bien colocado y ajustado se han creado varias pruebas cualitativas y cuantitativas.

Las pruebas cualitativas son de dos tipos:

- a) **Pruebas de campo:** Generalmente las realiza el mismo usuario y son muy sencillas de hacer.
- b)
  - **Pruebas de presión negativa:** consiste en inhalar y al mismo tiempo tapar con las manos los cartuchos (en 4el caso de una mascarilla de cartuchos), no debe salir aire por la unión de la cara y la mascarilla.
  - **Prueba de presión positiva:** consiste en exhalar y al mismo tiempo tapar la válvula de exhalación, no debe salir aire por la unión de la mascarilla con la piel de la cara.
- c) **Pruebas de gabinete:** se realiza en un lugar especial y por personal entrenado. Ejemplo:
  - **Prueba con una sustancia sensible al olfato o al gusto,** la cual se lleva a cabo dentro de una cámara o cuarto especial, de dimensiones conocidas, dentro del cual se esprea un líquido sensible al gusto o al olfato; Al tener el equipo puesto la persona no debe detectar la sustancia.

**3.2.7 Inspección y Mantenimiento periódico de Equipo de Protección Personal.**

Para asegurar que el personal esta usando cuidando y manteniendo correctamente su equipo se debe realizar inspecciones periódicas por parte de la supervisión o del personal de Seguridad e Higiene Industrial. Cierta equipo requieren que la inspección sea frecuente, por ejemplo, equipos de aire autónomo que deben estar listos en caso de una emergencia

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

### **3.2.8 Evaluación periódica de los sistemas de los sistemas de control de contaminantes.**

Para este punto se deben verificar el control de las condiciones atmosféricas. Por ejemplo.

- a) Sistemas de ventilación o extracción: Se debe establecer un programa para verificar la eficiencia de estos sistemas, la cual disminuye con el tiempo.
- b) Revisión de equipos de detección de gases (Oxígeno, Monóxido de carbono etc), que indique la necesidad de usar equipo de protección respiratoria

### **3.2.9 Registros.**

Para poder administrar de manera efectiva el programa se deben llevar registros en los que conste.

- a) Porque selección cada tipo de equipo de protección respiratoria.
- b) Las áreas, personal y operaciones en las que se debe cuidar el equipo.
- c) La certificación de aptitud física del usuario.
- d) Los datos de las pruebas de ajuste.
- e) Las fechas de la entrega del equipo, capacitación y entrenamiento de los usuarios, así como las fechas de inspección con sus comentarios respectivos

### **3.2.10 Evaluación periódica del programa de protección respiratoria.**

La tarea de proteger al trabajador nunca termina ya que una vez que el programa ha sido implementado es necesario su revisión periódica para asegurar la efectividad. La revisión puede hacerse por medio de las auditorías programadas o revisiones anuales.

**TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN**



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO  
FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES ZARAGOZA.

### 3.3- CONCLUSIONES

De forma general se establece que se cumplieron los objetivos de forma satisfactoria dando un panorama muy amplio de los fundamentos de la higiene industrial, salud ocupacional y riesgos profesionales del trabajo, en donde podemos concluir de la siguiente forma: la enfermedad ocupacional constituye una consecuencia de las condiciones imperantes en el ambiente de trabajo o de la actitud de los trabajadores. Comprueban este aserto diversos estudios que demuestran la existencia de una correlación estrecha entre el agente y el trabajador, las concentraciones de las sustancias tóxicas del aire de los lugares de trabajo y las actitudes de trabajadores y empresarios.

Como consecuencia de lo anterior, resulta posible medir, determinar y evaluar la existencia, grado de magnitud de las condiciones de trabajo adversas y predecir, en base a estas determinaciones, la magnitud del riesgo a que están expuestos los trabajadores y el número y gravedad probable de las enfermedades ocupacionales que se puedan esperar dentro de un periodo dado.

Por otra parte se estableció el reconocimiento, evaluación y control de los riesgos a que están expuestos los trabajadores constituye una labor que debe ser abordada por un equipo multiprofesional en el que participen por lo menos el Ingeniero, el Médico y el Químico acompañados en lo posible por especialistas en otras especialidades afines, los unilaterales de control suelen fallar por que no existe un profesional capaz de dominar en su totalidad los diversos aspectos del problema esencialmente multifacético.

De igual forma se determinó las concentraciones de los contaminantes a evaluar dióxido de azufre, monóxido de carbono y ácido sulfhídrico con la ayuda de un laboratorio certificado y acreditado por EMA (Entidad Mexicana de Acreditamiento) y aunque las concentraciones de los contaminantes en los ambientes de trabajo, capaces de producir enfermedades ocupacionales son muy bajas y varían constantemente tanto en el tiempo como en el espacio, existen técnicas de muestreo y análisis que permiten medir con suficiente precisión, estas concentraciones.

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

Existen técnicas de ingeniería que permiten controlar el ambiente de trabajo para evitar que las concentraciones de tóxicos ambientales sobrepasen los límites permisibles toda actividad pueden realizarse en condiciones sanitarias y seguras, por lo que no pueden afirmarse que existen enfermedades ocupacionales inevitables

El uso del equipo de protección respiratoria frente a los riesgos respiratorios es requisito fundamental para evitar las enfermedades profesionales. Las vías respiratorias son la parte de nuestro organismo que con mayor facilidad pueden actuar como vía de entrada de contaminantes aerotransportados en el cuerpo.

Este hecho, unido a la complejidad que con frecuencia conlleva el análisis de los riesgos respiratorios (muchas veces no se tiene conciencia de ellos al no poderse ver, oler o sentir) viene provocando que en numerosas industrias no se haya adoptado las necesarias medidas de protección personal o colectiva frente a contaminantes en el aire.

La incomodidad de un equipo de protección va en función no solo de la calidad del mismo, sino también de que sea o no el tipo de equipo más apropiado para su aplicación.

Por tanto la necesidad de una referencia de fácil manejo sobre que hay que saber y como hay que actuar frente a potenciales problemas de contaminación que requieran de protección respiratoria, es clara.

También se obtuvieron los resultados y con ellos se compararon con los límites máximos permisibles de exposición para dióxido de azufre, ácido sulfhídrico y monóxido de carbono, establecidos para cada sustancia como se muestra a continuación.

Dióxido de azufre Los análisis de las muestras indican que en 6 de ellas la Concentración Media Ambiental (CMA) supera el Límite Máximo Permitido de Exposición (LMPE), considerándose en nivel de riesgo, estas muestras son:

La frecuencia mínima con la que se deben realizar nuevamente las mediciones, es en función del valor de referencia según lo establecido en la NOM-010-STPS-1999, la cual presentamos en la tabla 3.4 a continuación:

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO  
FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES ZARAGOZA

EVALUACIÓN DE AGENTES QUÍMICOS  
LISTADO DE CONCLUSIONES

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

No de Med.	Fecha	Tipo	Área	Identificación	Puesto	CMA.		R
						5 mg/cm3	CV	
Planta : PREPARADORA DE CARGA DE BUTADIENO Unidad 181 / Departamento CH								
6	24/05/01	Área	Aminas	EQUIPO CH-D-2	No aplica	10.10	=	0.256
Planta : DE ASFALTO Unidad 130 / Departamento MF								
29	11/06/01	Área	Carga	EQUIPO MF-P-18	No aplica	5.87	=	0.533
Planta : Hidrosulfuradora de Destilados Intermedios Unidad 150 / Departamento HDI								
38	09/06/01	Área	Agotamiento	EQUIPO HDI-FA-105	No aplica	5.14	=	0.459
39	11/06/01	Área	Fraccionamiento	EQUIPO HDI-DA-101	No aplica	7.25	=	0.650

De igual forma, se puede observar que 4 muestras la CMA se acerca al LMPE, considerándose estos sitios en nivel de alerta, estas son:

No de Med.	Fecha	Tipo	Área	Identificación	Puesto	CMA.		R
						5 mg/cm3	CV	
Planta : PREPARADORA DE CARGA DE BUTADIENO Unidad 181 / Departamento CH								
1	22/05/01	Personal	Ligeros	Ing Tomas Perez	Supervisor	2.67	=	0.256
Planta : DE ASFALTO Unidad 130 / Departamento MF								
30	11/05/01	Área	seccion primaria	EQUIPO MF-T-1	No aplica	3.17	=	0.299

Los demás sitios y puestos evaluados se encuentran en nivel de control.

**Acido sulfhidrico y Monóxido de Carbono**

La CMA obtenida en los puestos sitios evaluados, se encuentran por debajo del LMPE establecido para cada sustancia, considerándose en nivel de control.

Tambien es posible apreciar que en algunas muestras no se detectó la presencia de las sustancias, esto se debe posiblemente a que su concentración en el ambiente laboral se encuentra por debajo del límite de detección para el volumen de aire muestreado, el cual para cada sustancia es la siguiente:

SUSTANCIA	Límite de detección
Dióxido de Azufre	0.07
Acido Sulfhidrico	0.00002



TABLA 3.4

Valor de referencia (R)	Frecuencia mínima en meses
$0.5 \leq R \leq 1.0$	una vez cada 12 meses
$0.25 \leq R < 0.5$	una vez cada 24 meses
$R < 0.25$	una vez cada 48 meses

Finalmente se elaboro un reporte en donde se determinaron las condiciones de los trabajadores y que cumpla con los requisitos de la NORMA-010-STPS-1999.

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

## BIBLIOGRAFIA

- 1 "MANUAL DE HIGIENE INDUSTRIAL", FUNDACIÓN MAPFRE.  
PAG 1-337 ESPAÑA (1983).
- 2 "THE INDUSTRIAL ENVIROMENTAL -ITS EVALUATION AND CONTROL"  
NIOSH 75-297 USA (1993)
- 3 "FUDAMENTOS DE HIGIENE INDUSTRIAL: "CONSEJO INTERAMERICANO DE SEGURIDAD CAP. 3 PAG. 1-5 USA (1978)
- 4 "CONGRESO NACIONAL DE SEGURIDAD". «METODOLOGÍA PARA MUESTREO DE AGENTES QUIMICOS». ING. JUAN RODRÍGUEZ  
PAG 211-231 MEXICO (1994)
- 5 NIOSH "NIOSH MANUAL OF ANALYTICAL METHODS"  
SECUND EDITION VOL 1 A 7; US DEPARTMENT OF HEALTH EDUCATION ANDWELFARE,1977.
- 6 "CONGRESO NACIONAL DE SEGURIDAD". «AUDITORIAS DE HIGIENE Y SEGURIDAD» ING VÍCTOR M. VIEYRA V. 1994
- 7 "CURSO DE AUDITORIAS AMBIENTALES - FACULTAD DE QUIMICA UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO" ING. QUIM ALFREDO CRUZ GONZALEZ ING QUIM. MARGARITA ROSA GARFIAS V AZQUEZ. 1994.
- 8 "NOM-010-STPS-1999", SECRETARIA DE TRABAJO Y PREVENCIÓN SOCIAL 1999
- 1 "MANUAL 3M PARA LA PROTECCIÓN RESPIRATORIA", FUNDACIÓN MAPFRE PAG 1-166. ESPAÑA (1992).



## ANEXO I

LIMITES MÁXIMOS PERMISIBLES DE EXPOSICIÓN

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

# ANEXO I

NOM-010-STPS-1999

## INDICE

### LÍMITES MÁXIMOS PERMISIBLES DE EXPOSICIÓN .

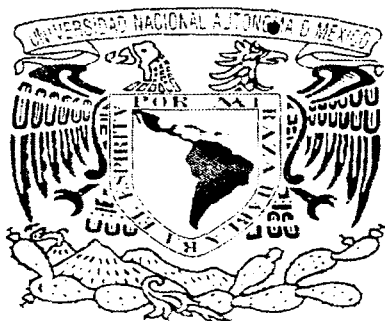
La siguiente tabla contiene el listado de los límites máximos permisibles de exposición a contaminantes del medio ambiente laboral, así como, en su caso, su número CAS y las connotaciones pertinentes que se relacionan con los apartados de clasificación de carcinógenos, sustancias de composición variable, límites máximos permisibles de exposición para mezclas, y partículas no especificadas de otra manera. La descripción de las connotaciones está al final de la presente tabla.

Los valores de la tabla están calculados para condiciones normales de temperatura y presión, y para una jornada laboral de 8 horas diarias y 40 horas a la semana.

No.	SUSTANCIA	No. CAS	Connotación	LMPE-PPT		LMPE-OT o Pico	
				ppm	mg/m <sup>3</sup>	ppm	mg/m <sup>3</sup>
	ACETILENO	74-86-2	(c)	-	-	-	-
	ACETONA	67-64-1		1000	2400	1250	3000
	ACETONITRILO	75-05-8	A4	40	70	60	105
	ACIDO ACETICO	64-19-7		10	25	15	37
	ACIDO BROMHIDRICO	10935-10-6	P	-	-	5	10
	ACIDO CLORHIDRICO	74-60-3	PIEL, P	-	-	9.4	10
	ACIDO FLUORHIDRICO	7647-01-0	P	-	-	5	7
	ACIDO IODHIDRICO	7604-39-3	P	-	-	3	2.5
	ACIDO FORMICO	64-18-0		5	9	-	-
	ACIDO FOSFORICO	7604-38-2		-	1	2	3
	ACIDO NITRICO	7697-37-2		2	5	4	10
	ACIDO OXALICO	134-02-7		-	1	-	5
	ACIDO SULFURICO	7440-09-5	A2	-	1	-	-
	ACIDO SULFURICO	7783-06-1		10	14	15	21
	ACIDO TIOGLICOLICO	68-11-1	PIEL	1	5	-	-

No.	SUSTANCIA	No. CAS	Connotación	LMPE-PPT		LMPE-CT o Pico	
				ppm	mg/m <sup>3</sup>	ppm	mg/m <sup>3</sup>
226	DINITROBENCENO (todos los isómeros)	99-85-0; 100-25-4	PIEL	0.15	1	0.5	3
227	NITRATO DE ETILENGLICOL	625-96-0	PIEL	0.05	0.3	0.1	0.6
228	DINITROFENOL	534-52-1	PIEL	-	0.2	-	0.6
229	1,4-DINITRO-2-HIDROXIBENZO (2-nitrofenol)	148-01-0	A4	-	5	-	-
230	MINIACETOLENO	25521-14- 0	PIEL, A2	-	1.5	-	5
231	1,4-DICHLOROBENCENO	123-91-1	PIEL	25	90	100	300
232	DICHLORODIFENILOMETANO	78-34-7	PIEL, A4	-	0.2	-	-
233	DICHLORURO DE AZUFRE	7446-09-8	A4	2	5	5	10
234	DICHLORURO DE CARBONO	124-38-9	-	5000	9000	15000	27000
235	DICHLORURO DE CLORO	10049-04- 4	-	0.1	0.3	0.3	0.9
236	DICHLORURO de Calcio	7438-98-7	-	-	5	-	10
	COMPLEJOS SOLUBLES	-	-	-	10	-	20
	COMPLEJOS INSOLUBLES	-	-	-	0.25	-	-
237	DICHLORURO de Calcio	6923-22-4	PIEL, A4	-	0.25	-	-
238	DIMETILANILINA	10648-1-8	PIEL	2	9	-	-
239	DICHLORURO DE AZUFRE	10425-07- 2	P	-	-	1	0
240	DICHLORURO DE CARBONO	650-08-0	-	50	55	400	400

**TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN**



## ANEXO II

INDUSTRIAS Y CONTAMINANTES PRINCIPALES

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

## ANEXO II

### INDUSTRIAS Y CONTAMINANTES PRINCIPALES

INDUSTRIA	OPERACIONES	CONTAMINANTES
Agricultura	Cultivo, manejo de grano, mezcla de pesticidas y rociado, cuidado de animales	Esporas del grano Olores animales Plumas de aves Fertilizantes Pesticidas Herbicidas Polen
Baterías	Fabricación de baterías	Plomo Cadmio Níquel Ácido Sulfúrico Dióxido de azufre
Cemento	Manejo y procesado de materiales pulverulentos en la fabricación del cemento y bloques de cemento	Amianto (asbesto) Sílice Piedra caliza Cemento Pórtland
Cerámica	Fabricación de vajillas, cristalería, y vidrio soplado	Sílice Arcilla Plomo (Polvo y humo) Polvo de flúor Ácido fluorhídrico
Construcción	Construcción, reparación o demolición de edificios industriales y civiles	Amianto Fibra de vidrio Sílice Polvo de madera Polvo de cemento Polvo de yeso Plomo Nieblas y vapores de pintura

**INDUSTRIA**

Generadores  
De energía  
eléctrica

Ladrillo y  
azulejo

Fabricación de  
neumáticos

Madera

**OPERACIONES**

Combustión de  
combustibles fósiles

Manejo, molienda y  
procesado de materiales  
pulverizados en la  
fabricación de ladrillos y  
azulejos

Molienda y mezcla de  
caucho

Corte y procesado de  
maderas. Fabricación de  
aglomerados y  
contrachapado. Fabricación  
de muebles

**CONTAMINANTES**

Amianto (asbesto)  
Plomo (Polvo y humo)  
Carbón  
Negro de humo  
Cenizas  
Dióxido de azufre

Arcilla  
Sílice

Negro de humo  
Óxido de zinc  
Talco  
Polvos sintéticos  
Disolventes

Polvo de madera  
Disolventes de adhesivos  
Vapores  
Nieblas  
vapores de pintura

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN



Mantenimiento	Reparación y reordenación de edificios. Fontanería. Reparación, comparación y puesta en marcha de bienes de equipo y maquinaria. Las operaciones de mantenimiento afectan todos los segmentos industriales	Aislamiento / reparaciones generales
		<ul style="list-style-type: none"> <li>Amianto (asbestos)</li> <li>Fibra de vidrio</li> <li>Polvo de cemento</li> <li>Fontanería</li> <li>Plomo</li> <li>Nievas de aceite</li> <li><b>Soldadura</b></li> <li>Humo de plomo</li> <li>Óxidos metálicos</li> <li>Cromo</li> <li>Níquel (Acero inoxidable)</li> <li>Zinc (Galvanizado)</li> <li>Lijado / esmerilado</li> <li>Silice</li> <li>Plomo</li> <li>Óxidos metálicos</li> <li>Limpieza</li> <li>Disolventes</li> <li>Desengrasantes</li> <li>Ácidos</li> <li><b>Pintura</b></li> <li>Niebla de pintura</li> <li>Vapores de disolventes</li> </ul>
Metal	Procesado y reciclaje de metales pesados, incluyendo producción de acero y fundición de aluminio	<ul style="list-style-type: none"> <li>Plomo (polvo / humo)</li> <li>Silice</li> <li>Aluminio</li> <li>Carbón</li> <li>Cadmio</li> <li>Cromo</li> <li>Negro de humo</li> <li>Emissiones del horno de coque</li> <li>Magnesio</li> <li>Níquel</li> <li>Zinc</li> <li>Ácido Fluorhídrico</li> <li>Dióxido de azufre</li> </ul>

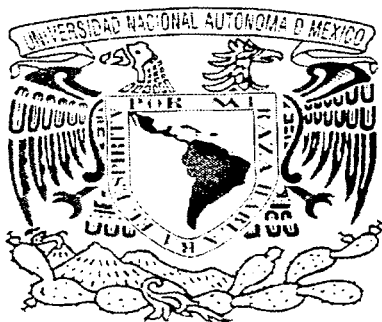
**TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN**

Minería	Minería, excavación de túneles, p...to de piedra, mármol, carbón, metales pesados y piedras preciosas y Construcción de carreteras	Sílice Amianto (asbestos) Carbón Plomo Hierro Piedra caliza Bauxita Magnesio Cadmio Cromo Oro Plata Cobre Niquel Zinc
Pintura	Pintura en "spray" de equipos, vehículos, edificios, tanques, paquetes y calderería i	Nieblas de pintura y vapores de disolventes Plomo (pigmentos de disolventes de pintura)
Química	Fabricación de compuestos químicos en todas sus formas	Fertilizantes (secos / líquidos) Pesticidas (secos / líquidos) Disolventes Desengrasantes Ácidos Pigmentos de pinturas Plomo Gases industriales

TESIS CON  
 FALLA DE ORIGEN

Textil	Proceso de fibra de algodón o fibras sintéticas, hilaturas tintado	Polvo o fibras de algodón Polvo o fibras de sintéticas
Transporte	Fabricación de vehículos y pieza para los mismos. Incluye construcción buques, aeronaves, vehículos	Plomo (polvo / humo) Óxidos metálicos Fibra de vidrio Polvo de madera Ácidos Desengrasantes Niebla de pintura y Vapores de disolventes Estireno (fibra de vidrio)

TESIS CON  
 FALLA DE ORIGEN



### ANEXO III

LISTA DE CONTAMINANTES /TLV'S/ EFECTOS/ TIPO DE  
RESPIRADOR .

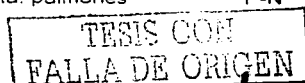
POLVOS- HUMOS NIEBLAS  
GASES Y VAPORES

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

### ANEXO III

#### LISTA DE CONTAMINANTES /TLV's/ EFECTOS/ TIPO DE RESPIRADOR . POLVOS- HUMOS -NIEBLAS

Contaminante	TLV' S (mg/m3)	Efectos de la salud/ Enfermedades profesionales	Tipo de respirador
Acete mineral (niebla)	5	Congestión, efectos en pulmones.	P-N
Ácido sulfúrico (niebla)	1	Grave irritación de nariz, garganta, pulmones corrosión de los dientes.	P-N
Algodón (en rama, polvo)	0,2	Bisinosis (pulmón marrón)	P-N
Aluminio (polvo) (humo de soldadura)	10 5	Depósitos molestos de nariz, boca, garganta y pulmones.	P-N H
Amianto (asbestos) (varios tipos)	0,2 a 2 fibras/m3	Cáncer de pulmón, asbestosis	HEPA
Arcillas	10	Irritación, molestias de nariz, garganta y pulmones	P-N
Arsénico	0.2	Cáncer de pulmones, hígado, riñones	HEPA
Berilio	0,002	Carcinógeno: fatiga, debilidad, pérdida de peso, cáncer de pulmón	HEPA
Cadmio (polvo)	0,05	Congestión pulmonar, náuseas, daños en riñones, dientes amarillos.	HEPA
Calcio (carbonato)	10	Depósitos molestos en nariz, boca, garganta	P-N
Carbón (polvo)	2	Pulmón negro	P-N
Cemento (polvo)	10	Depósitos molestos en nariz, boca garganta, pulmones	P-N



Contaminante	TLV' S (mg/m3)	Efectos de la salud/ Enfermedades profesionales	Tipo de respirador
Cloruro Amonico (polvo fertilizante)	10	Irritación de nariz y garganta	P-N
Cobre (polvo)	1	Irritación, náuseas, diarrea	P-N
(humos)	0,2	Fiebre de humos metálicos	H
Coke (emisiones de horno)	0,15	Cáncer de pulmón y daño en riñones	H
Cromo y sus compuestos	0,05-0,5	Irritación perforación nasal. Daño en los riñones. Cáncer de pulmón en algunos casos	HEPA
Fibra de vidrio	10	Irritación nasal y garganta	P-N
Fluoruros (Polvo)	2,5	Hemorragias nasales. daños en senos, huesos, articulaciones y músculos	H
Grafito sintético	10	Depósitos molestos en nariz. boca y garganta	P-N
Grano (polvo)	4	Fatiga, tos, fiebre, jadeos	P-N
Hierro (óxido de) (polvo)	10	Depósitos molestos en nariz. boca y garganta	P-N
(humos)	5	Sombras radiográficas	H
Humos de soldadura	5	Sombras radiográficas en pulmones	H
Madera (polvo) duras	1	Congestión asma, alergias, tos.	P-N
blandas	5	sequedad de garganta	P-N
Magnesio (óxido de) polvo	10	Síntomas similares a gripe	P-N
humo	10	Trastornos estomacales	H
Negro de humo	3,5	Depósitos molestos en nariz. boca, garganta, y pulmones	P-N

Contaminante	TLV' S (mg/m3)	Efectos de la salud/ Enfermedades profesionales	Tipo de repirador
Niquel polvo	1	Asma, congestión, daños en pulmones y riñones, en algunos casos cáncer de pulmón	P-N H
humo	1		
Pelo (Ganado)	-	Tos, agravamiento de alergias	P-N
Pigmentos pintura(ver polvos de plomo y dióxido de titanio)			
Plata polvo	0,1	Coloración azul -gris de ojos	P-N
Plomo polvo	0,15	Trastornos en sangre, riñones, sistema nervioso, boca garganta	P-N
	0,15		
Plumas de aves	-	Agravamiento de alergias	H
Sílice	10	Depósitos molestos een nariz, boca y garganta	P-N
Sílice (cristalina, cuarzo)	0,05-0,1	Silicosis (tos, jadeos y fatiga)	P-N
Talco	2	Neumocosis (tos, jadeos, fatiga)	P-N
Tierra en general	10	Depósitos molestos en nariz, boca y garganta	P-N
Tierra en diatomeas	10	Depósitos molestos en nariz, boca y garganta	P-N
Tierra vegetal (esporas)	-	Pulmón de granjero (alergias, jadeos)	P-N
Titanio (dióxido de)	10	Depósitos molestos en nariz, boca y garganta	P-N
Yeso (polvo)	10	Depósitos molestos en nariz, boca y garganta	P-N

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

Contaminante	TLV' S (mg/m3)	Efectos de la salud/ Enfermedades profesionales	Tipo de repirador
Zinc (elemental y óxido) polvo	10 4	Depósitos molestos en nariz, boca y garganta	P-N
humo	5	Síntomas similares a gripe (fiebre, náuseas, vómitos) (fiebre de humos metálicos)	H

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN



**GASES - -VAPORES**

Contaminante	TLV (ppm)	Efectos en la salud / enfermedades profesionales	Umbral olfativo (ppm)	Tipo de respirador
Acetona	750	Irritación de ojos, nariz, garganta. Dolor de cabeza, mareos, diarrea	40	VO
Ácido clorhídrico	50	Fuerte irritación, bronquitis	0,26-10,1	GA
Ácido fluorhídrico	30	Daño en pulmones, hígado, riñones, congestión pulmonar	0,04	GA
Ácido Sulfhídrico	10	Parálisis respiratoria, congestión pulmonar, irritación ojos	0,001-0,13	GA
Adhesivos (disolventes de)(tolueno y metetil-etil-cetona)				
Alcohol isopropílico	400	Dolores de cabeza, visión borrosa, irritación en piel y ojos.	43	VO
Amoniaco	25	Irritación nariz y pulmones. Dolores en el pecho	0,043-53	AM
Baygon	0,5 (mg/m3)	Salivación, diarrea, jaquecas, convulsiones		VO + P-N
Benceno	10	Trastornos en sangre, hígado, riñones y leucemia	34	GA
Cloro	0,5	Irritación nariz, garganta y daño en los pulmones	0,08	GA
Cloruro de vinilo	5	Trastornos hepáticos, cáncer	10-20	SA

Contaminante	TLV (ppm)	Efectos en la salud / enfermedades profesionales	Umbral olfativo (ppm)	Tipo de respirador
Desengrasantes (ver metilcloroformo y tricloroetileno)				
Diazinón	0.1 (mg/m3)	Debilidad, jaquecas, diarrea, convulsiones, calambres		VO + P-N
Dióxido de azufre	2	Irritación nariz, garganta y daño en los pulmones	2.7	GA
Dióxido de carbono	5,000	Asfixiante	<1-74,000	EAT
Estireno	50	Náuseas, jaquecas, fatiga, somnolencia	0,017-1,9	VO
Fertilizantes (ver amoniaco)				
Formaldehido	1	Irritación de ojos, nariz, garganta, pulmones	0,027-9770	MC
Gasolina	300	Náuseas, jaquecas, mareos y visión borrosa	0,3	VO
Metanol	200	Jaquecas, visión borrosa, ceguera	4,2-5,960	SA ó EAT
Metilamina	10	Irritación de ojos, nariz, garganta	4,7	AM
Metilcloroformo	350	Anestésico, jaquecas, mareos	390	VO
Metil-etil-cetona	200	Irritación, náuseas, jaquecas, mareos	2-85	VO
Monóxido de carbono	35	Asfixiante	100,000	CO ó EAT

TESIS CON  
 FALLA DE ORIGEN

Contaminante	TLV (ppm)	Efectos en la salud / enfermedades profesionales	Umbral olfativo (ppm)	Tipo de respirador
Olores molestos (basura, animales, etc)	-	Incomodidad		VO
Pinturas (nieblas y vapores de disolventes)	Según composición	Irritación, náuseas, jaquecas, mareos		VO + P-N
Pesticida (ver baygon diazinon)				
Tolueno	100	Náuseas, jaquecas, fatiga, trastornos hepáticos y nefrológicos	0,16-37	VO
1,1,2-Tricloroetano	10	Irritación de nariz, ojos, daños hepáticos y nefrológicos	0,5-167	VO
Tricloroetileno	50	Anestésico, jaquecas, mareos	82	VO

H	FILTRO CONTRA HUMOS
P-N	FILTRO CONTRA POLVOS-NIEBLAS
HEPA	FILTRO DE ALTA EFICIENCIA
VO	FILTRO CONTRA VAPORES ORGANICOS
GA	FILTRO CONTRA GASES ACIDOS
AM	FILTRO CONTRA AMONIACO
EAT	EQUIPO RESPIRATORIO AUTONOMO
SA	RESPIRADOR DE SUMINISTRO DE AIRE
MC	RESPIRADOR DE MASCARA COMPLETA
CO	FILTRO CONTRA MONOXIDO DE CARBONO

**TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN**