

UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR
FACULTAD DE QUÍMICA Y FARMACIA



**“EVALUACIÓN DE LA CONTAMINACIÓN ATMOSFÉRICA
CAUSADA POR PARTÍCULAS RESPIRABLES PRODUCIDAS
EN DOS FÁBRICAS DE COLCHONES ARTESANALES
UBICADAS EN EL MUNICIPIO DE SAN SALVADOR”**

TRABAJO DE GRADUACIÓN PRESENTADO POR:

OLGA JULISSA VAQUERANO

**PARA OPTAR AL GRADO DE:
LICENCIADA EN QUÍMICA Y FARMACIA**

SEPTIEMBRE 2003

SAN SALVADOR, EL SALVADOR, CENTROAMÉRICA



© 2001, DERECHOS RESERVADOS

**Prohibida la reproducción total o parcial de este documento,
sin la autorización escrita de la Universidad de El Salvador**

SISTEMA BIBLIOTECARIO, UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR

UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR

RECTOR

DRA. MARIA ISABEL RODRÌGUEZ

SECRETARIO GENERAL

Lic. LIDIA MARGARITA MUÑOZ VELA

FACULTAD DE QUÌMICA Y FARMACIA

DECANO

Lic. MARIA ISABEL RAMOS DE RODAS

SECRETARIO

Lic. ANA ARELY CACERES MAGAÑA

ASESOR

Lic. CECILIA HAYDEE GALLARDO DE VELASQUEZ

Lic. SANDRA GUADALUPE PERAZA DE RAMIREZ

Ing. LUIS RAMON PORTILLO

JURADO

Lic EDITH ALICIA TORRES DE CANTON

Lic. ALMA YANETH GODOY DE CORLETTO

Lic. KATYA EUNICE LEYTON DE FERNANDEZ

AGRADECIMIENTOS

Agradezco de forma muy especial a todas aquellas personas que con su colaboración y apoyo me ayudaron a concluir satisfactoriamente este trabajo de graduación, entre ellos:

LABORATORIO DE AGUAS DE LA FACULTAD DE QUÍMICA Y FARMACIA, por brindarme su colaboración en el uso del laboratorio.

CENTRO DE INVESTIGACIÓN Y APLICACIÓN NUCLEAR (C.I.A.N), por la realización de los análisis en las muestras de aire a través de la técnica Espectrofotométrica de Fluorescencia de Rayos X.

A los propietarios y trabajadores de las Fábricas de Colchones Artesanales: **ACOPASANTAL y CUSCATLÁN**, por permitirme realizar parte del estudio en sus instalaciones.

ASESORES: Lic. Cecilia Haydee Gallardo de Velasquez, Lic. Sandra Guadalupe Peraza de Ramirez, Ing. Luis Ramon Portillo.

JURADO CALIFICADOR: Lic. Edith Torres de Canton , Lic. Alma

Yaneth Godoy de Corletto, Lic. Katya Eunice de Fernandez.

Y a todas las personas que colaboraron, directa o indirectamente con

su apoyo, ayuda y comprensión para llegar a la culminación de este

trabajo.

DEDICATORIA

DEDICO ESTE TRIUNFO A:

DIOS TODO PODEROSO: Por ser mi guía, cuidarme y estar conmigo

En todo momento ayudándome a finalizar con éxito mi carrera.

A mi madre: Gladis Amanda Vaquerano Navarro, con todo mi corazón por estar conmigo y darme en todo momento su amor, cariño y consejos, para poder guiarme en la vida y así llegar a obtener este triunfo, que hoy se lo dedico.

A mis Hermanos: Gladis Amanda , José Carlos Enrique y Yonia Yadira Vaquerano, con mucho cariño por todo el apoyo que me han brindado.

INDICE

INTRODUCCIÓN	
OBJETIVOS	
RESUMEN	
CAPITULO I	
FUNDAMENTOS TEÓRICOS	1
1.1 CONTAMINACIÓN ATMOSFÉRICA	2
1.2 CONTAMINACIÓN ATMOSFÉRICA CAUSADA POR PARTÍCULAS	4
1.2.1 CONCEPTO DE PARTÍCULA.....	4
1.2.2 CLASIFICACIÓN DE PARTÍCULAS.....	5
1.2.3 MÉTODOS DE CONTROL DE PARTÍCULAS DE POLVO	7
1.2.4 FACTORES QUE DETERMINAN EL DAÑO PULMONAR.....	8
1.3 CONTAMINACIÓN CAUSADA POR PARTÍCULAS SÓLIDAS	11
1.4 ELABORACIÓN DE COLCHONES ARTESANALES	13
1.5 ETAPAS EN EL PROCESO DE FABRICACIÓN DE COLCHONES ARTESANALES	15
CAPITULO II	
PARTE EXPERIMENTAL.....	18
2.1 TRABAJO DE CAMPO.....	19
2.1.1 EVALUACIÓN DEL IMPACTO EN LA SALUD DEBIDO A LA CONTAMINACIÓN POR PARTÍCULAS.....	19
2.1.2 SELECCIÓN DE LAS ZONAS DE MUESTREO DENTRO DE LAS FÁBRICAS	20
PERÍODOS DE MUESTREO	20

2.2 MATERIAL Y EQUIPO.....	20
2.3 DETERMINACIONES ANALÍTICAS	21
2.3.1 DETERMINACIÓN DE PARTÍCULAS RESPIRABLES (MÉTODO GRAVIMÉTRICO).....	21
2.3.2 DETERMINACIÓN DE PARTÍCULAS SEDIMENTABLES (MÉTODO GRAVIMÉTRICO).....	27
2.3.3. DETERMINACIÓN DE ELEMENTOS QUÍMICOS PRESENTES EN LAS MUESTRAS DE AIRE RECOLECTADAS. (MÉTODO DE FLUORESCENCIA DE RAYOS X).....	31
CAPITULO III	
RESULTADOS Y DISCUSIÓN	38
3.1 RESULTADOS.....	39
3.1.1 SONDEO DE LA EVALUACIÓN DEL IMPACTO EN LA SALUD.....	39
3.1.2 DETERMINACIÓN DE PARTÍCULAS RESPIRABLES (MÉTODO GRAVIMÉTRICO).....	45
3.1.3 DETERMINACIÓN DE PARTÍCULAS SEDIMENTABLES (MÉTODO GRAVIMÉTRICO).....	47
3.1.4 DETERMINACIÓN DE ELEMENTOS QUÍMICOS PRESENTES EN LAS MUESTRAS DE AIRE RECOLECTADAS. (MÉTODO DE FLUORESCENCIA DE RAYOS X)	50
3.2 DISCUSIÓN DE RESULTADOS	53
CAPITULO IV	
CONCLUSIONES.....	56
CAPITULO V	
RECOMENDACIONES.....	62
CAPITULO VI	
BIBLIOGRAFÍA.....	65
ANEXOS	68

RESUMEN

El estudio para evaluar la contaminación atmosférica causada por partículas respirables producidas en dos fábricas de colchones artesanales se inició con la realización de un monitoreo en el municipio de San Salvador, a fin de ubicar las zonas de las colchonerías que se encuentran registradas en el Centro de Estadísticas y Censos para luego hacer un estudio de tipo descriptivo en las Colchonerías seleccionadas para lo cual se diseñó una encuesta (Anexo N^o 2), la que fue dirigida a trabajadores que laboran en las áreas de limpieza (corte) de materia prima y relleno de colchones. Posteriormente se llevó a cabo la tabulación de la información de 7 preguntas (Anexo N^o 3) que permitió conocer que para la fábrica ACOPASANTAL el 70% de los trabajadores padecen de enfermedades respiratorias como: tos, gripe, irritación de garganta y disnea. De los cuales el 30% no utilizan ningún tipo de protección al fabricar los colchones. (Anexo N^o 3, tabla N^o 11).

En la fábrica CUSCATLÁN el 100% de los trabajadores han padecido de enfermedades respiratorias aunque utilicen mascarilla o pañuelo deteriorados o en malas condiciones. (Anexo N^o 3, tabla N^o 8).

Posteriormente a la recolección de muestras mediante la utilización de cápsulas de porcelana así como de bombas de flujo constante BDX 530^{cf} se cuantificó el contenido de partículas sedimentables y respirables a través del método

gravimétrico y así determinar el grado de contaminación causada por estas en el área de trabajo.

Con los resultados obtenidos se pudo concluir, que para partículas sedimentables el grado de contaminación sobrepasó el límite permisible ($0.5 \text{ mg/ cm}^2 / 30 \text{ días}$) encontrándose en un rango de : $1.76 - 2.13 \text{ mg./ cm}^2 / 30 \text{ días}$. Para partículas respirables los resultados obtenidos se encuentran cercanos a la concentración promedio permisible ($500 \mu\text{g/ m}^3$) encontrándose en un rango de: $240 - 480 \mu\text{g/ m}^3$

La determinación de partículas se realizó en el Centro de Investigaciones y Aplicaciones Nucleares (CIAN) para realizarle los análisis de fluorescencia de Rayos X para determinar los elementos presentes en las muestras colectadas con el fin de identificar la presencia de material contaminante y dañino para la salud.

INTRODUCCIÓN

INTRODUCCIÓN

El presente trabajo de investigación enfoca la fabricación de colchones artesanales como fuente de contaminación atmosférica, debido a que la materia prima que utilizan en su elaboración produce partículas que afectan la salud de los habitantes.

La fibra de algodón, que es una de las materias primas utilizadas, contiene en su composición química celulosa, proteínas, sustancias pécticas, cenizas, cera y pigmentos que en forma de partículas suspendidas en el aire (polvo) es aspirado por las personas del lugar, causando problemas bronco respiratorios, lo que conlleva a NEUMOCONIOSIS, la que se define como enfermedad profesional producida por aspiración de polvos de origen vegetal, animal o mineral, entre las que están las afecciones debidas a inhalación de polvos de seda, cerdas de origen animal y productos derivados del algodón, que se caracteriza por dolor torácico, tos con poca o ninguna expectoración y disnea; también ocasionan la BISINOSIS que es una enfermedad respiratoria ocupacional, caracterizada por disnea usualmente alérgica. en los trabajadores del algodón, lino y cáñamo .

Los colchones fabricados con fibra de algodón tienen que hacer frente a la competencia de colchones elaborados a partir de espuma, aunque todavía conservan su posición dominante ya que según productores y consumidores los prefieren por ser más frescos y suaves que los de espuma.

La alta producción de colchones en el país motiva, a evaluar la contaminación atmosférica provocada por éstas.

En este estudio se realizó una evaluación de la contaminación atmosférica causada por partículas respirables en dos fábricas de colchones artesanales ubicadas en el municipio de San Salvador.

La selección de las fábricas a muestrear se determinó a través de los registros proporcionados por el centro de estadística y censos en relación al número de fábricas de colchones artesanales existentes.

De cinco fábricas registradas en esta institución se seleccionaron dos, debido a la factibilidad y disponibilidad de sus propietarios, siendo estas:

1. Asociación Cooperativa de Producción Artesanal de no Videntes Santa Lucía (ACOPASANTAL). Ubicada en col. Providencia final calle Madrid , San Salvador.
2. Colchonería CUSCATLAN. Ubicada en 1ª calle oriente y 16 Av. Norte, San Salvador.

En dichas fábricas se evaluó:

El impacto en la salud debido a la contaminación atmosférica para lo cual se diseñó una encuesta, que fue dirigida a catorce trabajadores que laboran en las áreas de limpieza (corte) de algodón y relleno de colchones. (Anexo N° 2).

Las partículas respirables y sedimentables se cuantificaron por medio del método gravimétrico, y a través del método de fluorescencia de rayos x se determinaron los elementos químicos presentes en las muestras de aire recolectadas que por encontrarse contaminando el ambiente podrían provocar daños a la salud.

Dichas determinaciones analíticas fueron realizadas en el laboratorio de Bioquímica y Contaminación Ambiental así como en el Laboratorio de Aguas de la facultad de

Química y Farmacia y en el Centro de Investigación y Aplicación Nuclear (CIAN) en la Facultad de Ingeniería y Arquitectura, Universidad de El Salvador.

A partir de los resultados obtenidos, se implementaron capacitaciones de seguridad ocupacional a los propietarios y trabajadores tomando en cuenta aspectos normativos sobre la seguridad e higiene en los centros de trabajo. (Anexo N^o 1); para así establecer conclusiones y recomendaciones.

OBJETIVOS

1. Objetivo General

- 1.1 Evaluar la contaminación atmosférica causada por partículas respirables y sedimentables producidas por dos fábricas de colchones artesanales ubicadas en el Municipio de San Salvador.

2. Objetivos específicos

- 2.1 Realizar encuestas al personal que labora en las fábricas de colchones para evaluar el impacto en la salud de los mismos.
- 2.2 Colectar mediante la utilización de una bomba de flujo constante las partículas respirables presentes en los puntos de muestreo y cuantificarlas a través de los métodos: Gravimétrico y Fluorescencia de Rayos X.
- 2.3 Implementar capacitaciones de Seguridad Ocupacional a los propietarios y operarios de las fábricas, en conjunto con las instituciones de gobierno correspondientes (Ministerio de Trabajo y Previsión social, Ministerio de Salud Pública y Asistencia Social, Ministerio del Ambiente y Recursos Naturales).

CAPITULO I

FUNDAMENTO TEORICO

1.1 CONTAMINACIÓN ATMOSFÉRICA

La atmósfera esta siendo contaminada debido al incremento de la población y del desarrollo industrial. Alterando con ello el ambiente y modificando la composición natural del aire, el cual es uno de los elementos vitales para el mantenimiento de las formas de vida sobre el planeta tierra, repercutiendo grandemente en la salud y bienestar de los seres humanos. Debido a ello, el hombre se ha visto obligado a tomar medidas de protección y control a favor del ambiente, para ésto es necesario que se pongan de manifiesto conceptos básicos como los descritos a continuación:

Contaminación Atmosférica: se define como la alteración de la composición del aire provocado por la presencia de contaminantes atmosféricos en concentraciones capaces de afectar a seres humanos, animales y plantas.

Contaminantes Químicos: son originados por la propia actividad laboral y pueden provocar efectos adversos a las personas expuestas.

1.1.1 CLASIFICACIÓN FÍSICO – QUÍMICA DE LOS CONTAMINANTES

QUÍMICOS

Los contaminantes químicos se agrupan tradicionalmente según su forma molecular o de agregados moleculares los cuales se detallan a continuación:

CONTAMINANTES POR SU FORMA MOLECULAR

GASES

Son sustancias químicas que constan de moléculas que se presentan en fase gaseosa y se dispersan fácilmente en el espacio a presión y temperatura ambiente.

Ej: Monóxido de Carbono.

VAPORES

Son emanaciones que proceden de un proceso de evaporación y en condiciones normales de presión y temperatura coexisten con la fase líquida. Ej. Cloroformo

Tanto los gases como vapores son llamados comúnmente **contaminantes gaseosos** y producen enfermedades y daños fisiológicos que pueden manifestarse con irritación de ojos, disminución de la capacidad de captar oxígeno de la sangre y problemas cardiovasculares

CONTAMINANTES POR SU FORMA DE AGREGADOS MOLECULARES:

AEROSOLES.

Los cuales son una dispersión de partículas microscópicas que pueden dividirse en: líquidos y sólidos.

AEROSOLES LÍQUIDOS

Son suspensiones dispersas de materias líquidas en el aire, producidas por condensación o dispersión y se conocen como niebla, las cuales son originadas por condensación del estado gaseoso. Ejemplo: operaciones de pinturas en spray.

AEROSOLES SÓLIDOS

Son suspensiones dispersas de materias sólidas en el aire, producidas por procesos mecánicos o por remolino, entre las que se encuentra **el polvo**, el cual es creado al romperse materiales sólidos que liberan partículas finas. Ejemplo: lana, madera, algodón.

Cuando la suspensión se ha producido por procesos térmicos y/o químicos se llama: **humo**, el cual está constituido en su mayoría de carbono y cenizas, cuyo diámetro aerodinámico medio es menor o igual a 0.1 micrómetro. Ejemplo: humo de soldadura, óxidos de hierro.

Tanto los líquidos como sólidos son llamados comúnmente **contaminantes por partículas**, por ser los contaminantes más visibles y molestos de la atmósfera, constituyendo un grave peligro para la salud de los seres humanos. El hecho de respirar estas partículas puede hacer que se depositen en los pulmones y dependiendo de su tamaño afectar las vías respiratorias.

Los contaminantes en general, pueden encontrarse tanto en áreas confinadas como en áreas abiertas. La primera se efectúa en lugares de trabajo y , la segunda es una característica de las grandes ciudades y los efectos los sufren tanto el hombre como los otros seres vivientes .

1.2. CONTAMINACIÓN ATMOSFÉRICA CAUSADA POR PARTÍCULAS

1.2.1 CONCEPTO DE PARTÍCULA

Partículas son todas las sustancias atmosféricas en estado sólido o líquido entre las cuales están el polvo, polen, humo, gotas de lluvia. (Ref. MOLINA, María. “ Contaminación Atmosférica Causada por Partículas Respirables Producidas en Fábricas de Ladrillos de Cemento para Pisos Ubicadas en el Municipio de San Salvador”. San Salvador, El Salvador, C.A, 1999)

1. 2.2 CLASIFICACIÓN DE PARTÍCULAS

De acuerdo a su tamaño se dividen en:

- Mayores de 10 micras
- Menores de 10 μ y mayores de 2.5 μ
- Menores de 2.5 micra

Las partículas mayores de 10 micras se eliminan con la tos y estornudo. Y proceden de la eliminación de desechos sólidos y de procesos industriales que emiten polvo grueso.

Las partículas menores de 10 micras y mayores a 2.5 micras se encuentran en el polvo que trae el viento y en operaciones de aplastado de vehículos.

Las menores de 2.5 micras se originan en la combustión vehicular, fábricas e incendios forestales.

Durante la inhalación, las partículas de polvo son transportadas por la corriente del aire al interior de los pulmones de donde pueden ser eliminados por los mecanismos de limpieza pulmonar o pueden depositarse en el pulmón dependiendo de su tamaño.(Fig. N^o 1)

DEPÓSITO DE PARTÍCULAS EN EL APARATO RESPIRATORIO SEGÚN TAMAÑO

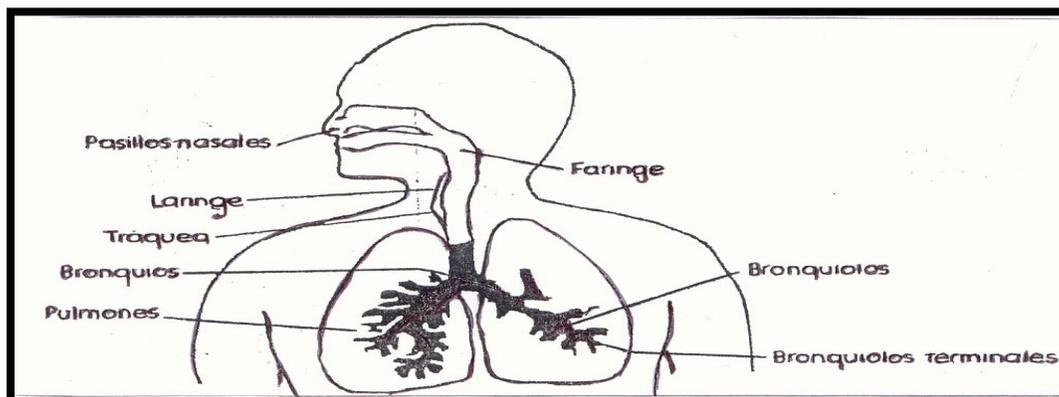


FIGURA N° 1

	Mayores de 10 μ
--	---------------------

	Entre 10-2.5 μ
--	--------------------

	Menores de 2.5 μ
--	----------------------

CLASIFICACIÓN DE ACUERDO A SU TAMAÑO.	LUGAR DONDE SE ALOJAN.
<ul style="list-style-type: none"> ▪ Mayores de 10μ 	Se quedan alojados en la garganta y nariz.
<ul style="list-style-type: none"> ▪ Menores de 10μ y mayores de 2.5μ 	Se posan en la tráquea.
<ul style="list-style-type: none"> ▪ Menores de 2.5μ 	Penetran en los pulmones y se agrupan en los delgados sacos de aire donde el oxígeno entra a la corriente sanguínea.

CUADRO N° 1

1.2.3 MÉTODOS DE CONTROL DE PARTÍCULAS DE POLVO

Los efectos que producen en el organismo las partículas de polvo que se generan al fabricar los colchones, traen consigo alteraciones orgánicas, por lo que es necesario contar con métodos de control de dichas partículas para poder reducir la cantidad de polvo presente en el ambiente laboral.

1.2.3.1 MODIFICACIÓN DEL PROCESO QUE PRODUCE PARTÍCULAS DE POLVO Y ORIGINA PROBLEMAS DE CONTAMINACIÓN.

En el cual se debe establecer cuáles son las operaciones realizadas en la fabricación de colchones y los materiales que intervienen en la contaminación y así estudiar la factibilidad de sustituir, modificar o eliminar la operación y al final obtener el producto deseado, al mismo tiempo que se ha eliminado la emisión del contaminante.

1.2.3.2 UTILIZACIÓN DE UN EQUIPO DE CONTROL.

Este permite eliminar o reducir grandemente la entrada de contaminantes al sistema respiratorio originados por el ambiente de trabajo o durante el desarrollo de una labor específica, para ello se debe realizar limpieza, mantenimiento y reparación de sistemas de ventilación, utilizar equipos de limpieza para paredes y pisos, así como dotar al personal de trabajo de protectores de partículas (mascarillas), si es posible se debe cambiar el método de producción para reducir la cantidad de contaminantes generados.

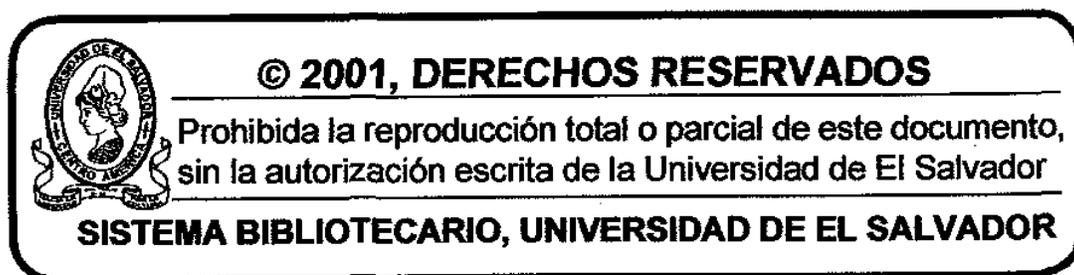
1.2.3.3 ZONIFICACIÓN O RESTRICCIÓN DE OPERACIONES EMISORAS.

Para reducir las operaciones que emiten contaminantes como consecuencia del desarrollo y aglomeración industrial es necesario establecer estrategias que eviten la concentración de industrias contaminantes que alteren el ambiente y traen consigo problemas de salud derivados de la contaminación que produce ese medio.

1.2.4 FACTORES QUE DETERMINAN EL DAÑO PULMONAR.

La vía respiratoria es la vía de entrada de sustancias tóxicas más importante en el ambiente laboral. A través de ella pueden penetrar diferentes sustancias particuladas (polvos) que pueden originar, a través de su deposición y acumulación en el pulmón, un conjunto de alteraciones que pueden producir un daño pulmonar de acuerdo a los siguientes factores:

- Naturaleza del polvo.
- Características físicas del polvo fibrogénico.
- Composición del polvo de algodón.
- Concentración del polvo de algodón en el aire inspirado.
- Duración de la exposición.
- Factores individuales.



1.2.4.1 NATURALEZA DEL POLVO

Los efectos que el polvo produce en el cuerpo varían según su naturaleza; que pueden ser:

- Fibrogénico, de acuerdo a su naturaleza fibrótica pueden producir enfermedades como la neumoconiosis.

- No Fibrogénico, son aquellas sustancias particuladas que acumulándose en el pulmón, no producen enfermedades.

1.2.4.2 CARACTERÍSTICAS FÍSICAS DEL POLVO FIBROGÉNICO.

Polvo fibrogénico, se le llama así, debido a que está constituido por fibras, las cuales se definen como partículas de polvo de forma alargada y su longitud resulta superior a su diámetro.

En función de su origen o naturaleza, las fibras pueden clasificarse en naturales y artificiales.

Las fibras de origen natural pueden ser:

- Minerales (amianto, lana mineral, etc.).
- Vegetales o de naturaleza celulósica (algodón, lino, cáñamo, etc.).
- Animales (lana, seda natural, plumas, etc.).

Las fibras artificiales o no naturales pueden ser:

- Inorgánicas(fibras de vidrio, cerámicas, etc.).
- Orgánicas sintéticas(poliamidas, imidas, etc.).

Los polvos de origen vegetal pueden dar lugar a: estados asmáticos y bisinosis.

1.2.4.3 COMPOSICIÓN DEL POLVO DE ALGODÓN.

Este polvo, esta presente en el aire durante la utilización del algodón, el cual puede contener una mezcla de muchas sustancias incluyendo material de la planta, fibra, bacterias, hongos, tierra y restos de pesticidas.

1.2.4.4 CONCENTRACIÓN DEL POLVO DE ALGODÓN EN EL AIRE INSPIRADO.

La concentración promedio ponderada en el tiempo para una jornada laboral de cuarenta horas semanales distribuidas en ocho horas diarias es de $500 \mu\text{g}/\text{m}^3$, a la cual la mayoría de los trabajadores pueden estar expuestos repetidamente día tras día sin sufrir efectos dañinos a la salud .Ref. (TWA según la Administración de Salud y Seguridad Laboral: OSHA de Estados Unidos de Norte América.)

1.2.4.5 DURACIÓN DE LA EXPOSICIÓN.

En general, para el desarrollo de enfermedades profesionales se requieren periodos prolongados en contacto directo con el contaminante, sin embargo una masiva exposición puede causar un efecto similar a las exposiciones prolongadas y continuas a concentraciones menores.

1.2.4.6 FACTORES INDIVIDUALES.

La contaminación de la atmósfera a afectado negativamente a los organismos vivientes, produciendo en el hombre alteraciones orgánicas, como problemas bronco respiratorios, los que parecen incrementarse a medida aumentan las concentraciones y la toxicidad del contaminante.

La defensa del organismo frente a los contaminantes dependerá de su estado, así como también de condicionantes que favorecen el desarrollo de una enfermedad ocupacional como pueden ser: factores genéticos.

Entre los problemas de salud causados por contaminación están, asma, dolor torácico, bronquitis crónica, disminución de la función del pulmón e incluso la muerte. Las relaciones precisas entre estas enfermedades resultan a veces muy difíciles de establecerse, ya que en algunos casos puede haber más de una causa. Con el objeto de evaluar el impacto que se ocasiona en la salud del trabajador al fabricar los colchones, se realizó un sondeo de tipo descriptivo (anexo N^o 2), considerando que no todo trabajador expuesto a los contaminantes en concentraciones consideradas tóxicas desarrolla una enfermedad ocupacional ya que el estado de los mecanismos de defensa del pulmón, la atopía, el hábito de fumar o cierta idiosincrasia, pueden ser condicionantes que favorecen el desarrollo de una enfermedad ocupacional.

1.3 CONTAMINACIÓN CAUSADA POR PARTÍCULAS SÓLIDAS.

Las partículas sólidas son los contaminantes más visibles y molestos de la atmósfera su composición puede ser muy variada ya que pueden proceder de la acumulación resultante de la combustión de cenizas, polvo, pulverizaciones de materiales molidos por peatones y vehículos, incineración de basura y desechos industriales. Las partículas sólidas originadas pueden contener una gran variedad de sustancias como hierro, calcio y aluminio en varios estados de combinación con iones que pueden constituir un grave peligro para la salud de los seres humanos.

Las partículas sólidas se clasifican en partículas sedimentables y partículas suspendidas.

Partículas sedimentables: son aquellas que por su tamaño y peso es difícil su ingreso a las vías respiratorias(alojándose en la garganta y nariz, eliminándose con la tos y estornudo, estas partículas son mayores de 10 micras. Siendo el límite máximo permisible de $0.5 \text{ mg. x cm}^2 \text{ x 30 días}$ de exposición en área cerrada; Ref. (Red Panaire).

Partículas suspendidas: son partículas finas con diámetro menor de 10 micras, por su tamaño permanecen suspendidas en el aire por largo tiempo y pueden penetrar fácilmente por las vías respiratorias y entrar a formar parte del grupo de partículas respirables. Las partículas menores a 10 micras ingresan y se alojan fácilmente en los pulmones y sirven de transporte a sustancias altamente peligrosas para la salud. Las partículas suspendibles se clasifican como contaminantes primarios porque permanecen en la atmósfera así como fueron emitidos por la fuente, como por ejemplo: polvo, hollín o cenizas. Siendo el límite máximo permisible para una jornada laboral de 8 horas : $10\text{mg}/\text{m}^3$; (Ref. Administración de Salud y Seguridad Laboral : OSHA).

1.4 ELABORACIÓN DE COLCHONES ARTESANALES.

Los colchones elaborados con algodón han venido a contribuir en el mejoramiento de la comodidad, pero causan contaminación atmosférica debido a que la materia prima que utilizan en su elaboración produce partículas que pueden provocar alteraciones en la salud.

1.4.1 MATERIA PRIMA: ALGODÓN

El algodón es una fibra natural cuyo proceso industrial consta básicamente de las etapas de: desmotado, embalado, apertura, espadillado, cardado, hilado y tejido. Cuando los tejidos de algodón abandonan el telar mecánico se emprenden una serie de operaciones posteriores para el acabado de los mismos. Estas varían de acuerdo con el propósito para el que se llevan a cabo pero generalmente incluyen:

- a) Chamuscado: Para eliminar los pelos salientes del tejido.
- b) Desencolado: Para eliminar el algodón añadido a las fibras del tejido. El método más corriente es remojarlo en soluciones de enzimas, tales como diastasa de malta.
- c) Desengrasado: Elimina los ácidos grasos libres. El tejido desengrasado puede ser después blanqueado, teñido o estampado.(Ref. PARMEGGIANI, LUIGI “Enciclopedia de Salud y Seguridad en el trabajo” 1985).

1.4.2 PRODUCTOS QUÍMICOS NORMALMENTE UTILIZADOS EN EL PROCESO DE ALGODÓN.

Numerosas sustancias químicas intervienen en el proceso industrial del algodón; el cual es utilizado como materia prima para la fabricación de los colchones; que en forma de partículas suspendidas en el aire, son aspiradas por las personas del lugar, acumulándose en el organismo en forma de sustancias particuladas causando efectos nocivos a la salud. (Cuadro N^o2). La composición química del algodón como fibra vegetal aparece en cuadro N^o 3.

**SUSTANCIAS QUÍMICAS QUE INTERVIENEN EN EL PROCESO INDUSTRIAL
DEL ALGODÓN.**

PRODUCTO.	APLICACIÓN.
-Hidróxido sódico y Ácido sulfúrico.	Desengrasado.
-Clorito e Hipoclorito sódico.	Blanqueado.
-Resinas sintéticas, algunas de las cuales son polímeros de etilo que contienen grupos vinílicos y acrílicos.	Acabado.
-Detergentes y Agentes humectantes.	Preparación para el tintado.
- Sulfonas, Sulfonamidas, derivados halogenados de difenil-urea.	Agentes anti-polilla.
-Laurato de penta cloro fenilo, Naflenato de cobre.	Agentes anti-putrefacción.

CUADRO N^o 2

COMPOSICIÓN QUÍMICA DEL ALGODÓN (COMO FIBRA VEGETAL).

COMPONENTE	COMPOSICIÓN (%)
-Celulosa	88.0-96.0%
-Proteínas	1.1-1.9%
-Sustancias pépticas	0.7-1.2%
-Cenizas	0.7-1.6%
-Cera	0.4-0.1%
-Pigmento	Vestigio.

CUADRO N^o 3

PROPIEDADES FÍSICAS DEL ALGODÓN:

Finura: este término no indica finura geométrica del algodón si no la finura basada en el peso y se expresa en microgramos por pulgada.

Resistencia: se refiere a la resistencia de la fibra a la flexión, a la torsión y al corte, la cual es una cualidad importante de la fibra de algodón.

1.5 ETAPAS EN EL PROCESO DE FABRICACIÓN DE COLCHONES ARTESANALES

La elaboración de colchones se lleva a cabo de la siguiente manera:

ETAPA I:

Esta primera etapa consta de dos áreas las cuales siguen un orden establecido.

Área de corte de tela.

Consiste en medir y cortar la tela que se utilizará para elaborar los colchones según tamaño deseado que pueden ser:

- (1.40 de ancho x 1.90 de largo) mts.
- (1.0 de ancho x 1.90 de largo) mts.
- (0.80 de ancho x 1.90 de largo) mts.

Área de costura.

En esta área se cose toda la tela ya cortada para así formar los forros, los cuales serán llenados en la siguiente etapa.

Ambas áreas se encuentran en el mismo taller pero la superficie del piso de dichas áreas tienen la extensión necesaria de tal manera que siempre se dispone de un espacio promedio de 2 mts² libres por cada trabajador.

ETAPA II:

La segunda y última etapa en el proceso de fabricación también consta de dos áreas.

Área de limpieza o corte de materia prima.

En esta área se corta la materia prima utilizada para el relleno de los colchones que puede ser: algodón, desperdicios de hilo y/o tela procesada de colores, la cual se corta simultáneamente, ya sea manualmente o colocando la materia prima sobre una guillotina para facilitar el relleno de los colchones.(Anexo N° 9).

Esta área cuenta con iluminación adecuada (luz solar) de acuerdo a la infraestructura del lugar, penetra por tragaluces y/o ventanas que se comunican directamente al exterior pero con poca ventilación.

Área de relleno de colchones.

Consiste en llenar los colchones uniformemente con la materia prima utilizada. Después de finalizar este proceso, los colchones se encuentran disponibles para ser distribuidos o vendidos.(Anexo N° 10).

Al igual que el área anterior, ésta posee poca ventilación para el tamaño del taller.

CAPITULO II

PARTE EXPERIMENTAL

2.1 TRABAJO DE CAMPO

SELECCIÓN DE LAS FÁBRICAS EN ESTUDIO.

La selección de las fábricas a muestrear fueron determinadas a través de los registros proporcionados por el centro de estadística y censos a fin de obtener el número de fábricas de colchones artesanales existentes en el municipio de San Salvador. (Ref. CENTRO DE ESTADISTICA Y CENSOS. “ Registros de Colchonerías en el Municipio de San Salvador”. San Salvador El Salvador. C.A, 1987). De cinco fábricas registradas en esta institución se seleccionaron dos, debido a la factibilidad y disponibilidad de sus propietarios para permitir realizar la evaluación.

2.1.1 EVALUACIÓN DEL IMPACTO EN LA SALUD DEBIDO A LA CONTAMINACIÓN POR PARTÍCULAS GENERADAS EN LAS FÁBRICAS EN ESTUDIO.

Para dicha evaluación se realizó un sondeo de tipo descriptivo dirigido a catorce trabajadores que laboran en las áreas de limpieza o corte de materia prima y relleno de colchones, los cuales se encuentran más expuestos a la contaminación por partículas.

A través de una encuesta que aparece en el anexo N^o 2, se obtuvieron datos cuyos resultados aparecen en los gráficos N^o 1,2,3,4,5 y 6.

2.1.2 SELECCIÓN DE LAS ZONAS DE MUESTREO DENTRO DE LAS FÁBRICAS.

Las zonas de muestreo se eligieron, considerando la cantidad de polvo de algodón disperso observado en el aire y ubicando las zonas estratégicas, las cuales fueron:

- Área de limpieza o corte de materia prima
- Área de relleno de colchones

2.1.3 PERÍODOS DE MUESTREO.

El muestreo de partículas respirables se realizó en los meses de Abril-Mayo 2001 y el de partículas sedimentables se llevó a cabo en los meses comprendidos de Octubre- Noviembre 2002. Según antecedentes anteriores la producción promedio mensual de colchones es la misma a lo largo del año. Por lo que el periodo de muestreo puede, realizarse en cualquier época. (Ref.) Comunicación verbal con dueños de fábricas.

2.2 MATERIAL Y EQUIPO

2.2.1 MATERIAL

- Filtros de Membrana de P.V.C.
- Soporte para Filtro
- Porta Filtro o cassette
- Cajas de Petri
- Pinzas para Filtros
- Papel Glassin
- Cápsulas de porcelana
- Placa de bronce

2.2.2 EQUIPO

- Bombas Sensidyne BDX 530 ^{CF} de flujo constante
- Balanza Analítica
- Desecador
- Fluorómetro marca Camberra.

2.3 DETERMINACIONES ANALÍTICAS.

2.3.1 DETERMINACIÓN DE PARTÍCULAS RESPIRABLES (MÉTODO GRAVIMÉTRICO)

2.3.1.1 FUNDAMENTO DEL MÉTODO.

Se basa en la captación de partículas suspendidas en el aire al hacer pasar un flujo constante de aire a través de un filtro, el cual es pre y post pesado para determinar la ganancia de peso debido a las partículas capturadas en él.

2.3.1.2 RECOLECCIÓN DE MUESTRAS

Se realiza un tratamiento; a los componentes de la unidad de captación básica que lo constituyen los filtros y soportes, antes de la recolección de las muestras, es necesario colocar sobre una placa de bronce los filtros y soportes para eliminar las cargas electrostáticas que existen entre ellos para poder ser pesados. Luego se coloca el soporte sobre la base inferior del cassette, con ayuda de una pinza, (su utilización es básicamente para sostener y adaptar mejor el filtro dentro del cassette) y sobre éste se coloca el filtro (de 37 mm de diametro y 5 μ m de porosidad de

membrana de PVC) ya pesado, la parte superior del porta filtro se instala sobre él con presión para sujetarlo, luego se trasladan al lugar de muestreo en un desecador, cada uno de ellos identificados para después proceder a la recolección de muestras de la siguiente manera:

- a. Determinar el flujo de la bomba basado en las condiciones de presión y temperatura del lugar.
- b. Ajustar el equipo para la toma de muestras de la siguiente manera:
 - Conectar un extremo de la manguera de hule en la bomba de flujo constante BDX 530^{CF} y el otro extremo al cassette que contiene en el segundo cuerpo el filtro.(Anexo N° 4).
 - Colocar la bomba al operario en la parte de atrás de la cintura y el filtro contenido en el cassette cerca de la zona buco-nasal.
 - Conectar la bomba previamente calibrada y proceder al muestreo.(Anexo N° 5)
- c. Finalizar el muestreo desconectando la bomba de flujo constante, y colocar los Cassette identificados con el nombre de la colchonería y número de muestra en desecadores .Para ser trasladados al laboratorio.

Para realizar los muestreos en cada una de las fábricas se utilizaron un total de seis filtros de los cuales dos de ellos fueron tomados como referencia. Los resultados de los muestreos aparecen en los cuadros N° 8 y 9.

Para dicho estudio la bomba se mantuvo en la colchonería ACOPASANTAL y CUSCATLÁN por un periodo de ocho horas al día. Para poder ser comparados con la norma empleada cuyo limite es de $500\mu\text{g}/\text{m}^3$ para ocho horas de jornada laboral al día (Ref. TWA OSHA de Estados Unidos de Norte América).

2.3.1.3 PROCESO DE ANÁLISIS.

Llevar los filtros con muestras para la determinación de partículas respirables al laboratorio.

Pesar dichos filtros en balanza analítica para así determinar posteriormente la concentración de partículas de polvo respirable.

El peso de los filtros utilizados como blanco determinan pérdida o ganancia de peso, en las condiciones de almacenamiento y traslado de los filtros; a través de éstos no se hace pasar flujo de aire con la bomba, por que sólo son utilizados como referencia.

2.3.1.4 CÁLCULOS

-DETERMINACIÓN DE CONCENTRACIÓN DE PARTÍCULAS RESPIRABLES

$$C \text{ (mg/m}^3\text{)} = \frac{(W_2 - W_1) - (B_2 - B_1)}{V} \times \frac{1 \times 10^3 \text{ L}}{1 \text{ m}^3} \quad (1)$$

Donde:

C = Concentración de partículas en los filtros

W₁ = Peso del filtro antes del muestreo (mg.)

W₂ = Peso del filtro después del muestreo (mg.)

B₁ = Peso del filtro utilizado como blanco antes del muestreo (mg.)

B₂ = Peso del filtro utilizado como blanco después del muestreo (mg.)

1X10³ L = Equivalencia utilizada para relacionarla con el flujo de la bomba

1m³

V = Volumen de flujo de la bomba obtenido en el lugar de muestreo tomando en cuenta temperatura y presión (L / min.)

(Ref. NIOSH. "Manual de Métodos Analíticos". 4^a Edición. 1994)

Colchonería ACOPASANTAL

Condiciones de presión y temperatura

T : 24.5 °C = 297.65 k

P: 956 milibares = 717.09 mmHg

Tiempo de muestreo : 8 horas = 480 min.

Datos obtenidos de muestreo de partículas respirables

Nº de filtros utilizados	1	2	3*	4	5	6*
Flujo de bomba L/min	1.75	1.75		1.78	1.78	
Peso de filtro antes del muestreo W ₁ (mg)	16.0	15.2		15.2	16.1	
Peso de filtro después del muestreo W ₂ (mg.)	16.6	15.7		15.8	16.5	
Peso de filtro utilizado como blanco antes del muestreo B ₁ (mg.)			13.2			14.9
Peso del filtro utilizado como blanco después del muestreo B ₂ (mg.)			13.4			15.1

CUADRO N^o 4

* Los filtros N^o 3 y 6 fueron utilizados como blanco, para realizar los muestreos.

Cálculo de Caudal (Qc) :

$$Q_c = 1.7 \text{ L / min } \sqrt{\frac{760 \text{ mmHg}}{P} \times \frac{T}{298.15 \text{ K}}} \quad (2)$$

Donde:

Qc = Caudal o flujo de la bomba

1.7 L / min = Constante de fórmula

760 mmHg y 298.15 K = Constante de fórmula (P y T en condiciones normales).

Condiciones de presión y temperatura obtenidas insitu para ambas colchonerías en Anexo N^o 12.

(Ref. BOSSIO, Juan Carlos. " Seminario Monitoreo de Contaminantes Químicos en Empresas". San Salvador, El Salvador, C.A, 1999).

Sustituyendo en **(2)**:

$$Q_c = 1.7 \text{ L / min} \sqrt{\frac{760 \text{ mmHg}}{717.0956 \text{ mmHg}} \times \frac{297.65 \text{ K}}{298.15 \text{ K}}}$$

$$Q_c = 1.75 \text{ L / min}$$

Este valor es igual al volumen de flujo de la bomba ya que el caudal es la cantidad de fluido que pasa por unidad de tiempo tomando en cuenta temperatura y presión del sitio de muestreo.

Sustituyendo datos del filtro N^o 1 en ecuación **(1)** :

$$C \text{ (mg/m}^3\text{)} = \frac{(16.6 \text{ mg} - 16.0 \text{ mg}) - (13.4 \text{ mg} - 13.2 \text{ mg})}{(1.75 \text{ L/min})} \times \frac{1 \times 10^3 \text{ L}}{1 \text{ m}^3}$$

relacionando 1.75 m³ / min, con el tiempo de muestreo en minutos tenemos :

$$1.75 \text{ m}^3 \times 480 \text{ min} = 840 \text{ m}^3$$

min

Entonces ,

$$C \text{ (mg / m}^3 \text{)} = \frac{0.4 \text{ mg}}{840 \text{ m}^3} \times 1 \times 10^3 = 0.476 \cong 0.48 \text{ mg / m}^3$$

$$C = 480 \text{ } \mu\text{g/ m}^3$$

El resultado en mg / m^3 se convierte en $\mu\text{g / m}^3$ para poderlo comparar con la norma. Los resultados para ambas fábricas aparecen en los cuadros N° 8 y 9.

De igual manera se obtuvo los resultados para las muestras en colchonería CUSCATLAN.

Datos obtenidos de muestreo de partículas respirables en colchonería CUSCATLÁN

N° de filtros utilizados	1	2	3*	4	5	6*
Flujo de bomba L / min	1.74	1.74		1.75	1.75	
Peso de filtro antes del muestreo W_1 (mg.)	16.1	15.5		13.7	13.8	
Peso de filtro después del muestreo W_2 (mg.)	16.2	15.8		14.0	14.1	
Peso de filtro utilizado como blanco antes del muestreo B_1 (mg.)			13.4			13.7
Peso del filtro utilizado como blanco después del muestreo B_2 (mg.)			13.5			13.8

CUADRO N° 5

* Los filtros N° 3 y 6 fueron utilizados como blanco, para realizar los muestreos.

2.3.2 DETERMINACIÓN DE PARTÍCULAS SEDIMENTABLES (MÉTODO GRAVIMÉTRICO).

2.3.2.1 FUNDAMENTO DEL MÉTODO.

La muestra se capta en una cápsula de porcelana utilizando como medio de recolección agua. Para luego ser evaporada a sequedad cuantificando la cantidad de partículas sedimentables en magnitud de peso, por diferencia de pesada de la cápsula de porcelana, utilizando como instrumentación una balanza analítica.

2.3.2.2 RECOLECCIÓN DE MUESTRAS

Antes de la recolección de muestras se realiza un tratamiento a las cápsulas de porcelana, se colocan en una estufa a 105° Celsius por 1 hora y 30 minutos, luego se enfrían en un desecador para luego pesarlas en balanza analítica.

Para ser transportadas al sitio de muestreo se colocan en un desecador para luego proceder a la recolección de las muestras de la siguiente manera:

- a. Colocar las cápsulas a una altura no menor de 3 metros y no mayor de 10 metros libre de interferencia de personas extrañas, con 80 ml de agua en su interior, teniendo un espacio libre sin agua de 1.30 cm aproximadamente, marcar hasta donde llega el volumen de agua en cada una de las cápsulas, conteniendo agua por 30 días.
- b. Restituir el volumen de agua inicial durante los 30 días, si esta se evapora debido al tiempo de permanencia en el lugar.

- c. Evaporar por método físico el agua que quede en las cápsulas de porcelana al finalizar el tiempo de colección en el lugar de muestreo. Para luego ser colocadas en desecador debidamente rotuladas.
- d. Traslado de muestras al laboratorio.

Un total de doce cápsulas de porcelana fueron distribuidas de la siguiente manera: Ocho cápsulas en la fábrica ACOPASANTAL de las cuales cuatro se colocaron en la área de limpieza o corte de materia prima e igual número(de cápsulas) en la área de relleno de colchones debido a que en esta fábrica las áreas se encuentran delimitadas , mientras que en la fábrica CUSCATLÁN las áreas no están delimitadas por lo que se colocaron cuatro cápsulas distribuidas en las áreas de trabajo.

2.3.2.3 PROCESO DE ANÁLISIS

Después del muestreo son colocadas las cápsulas de porcelana con muestras en la estufa por 1 hora y media, luego enfriadas en un desecador por 30 min. Pesar dichas cápsulas en balanza analítica para determinar posteriormente la concentración de polvo sedimentable.

2.3.2.4 CÁLCULOS

-DETERMINACIÓN DE CONCENTRACIÓN DE PARTICULAS SEDIMENTABLES

$$\text{Concentración de Polvo sedimentable (área cerrada)} = \frac{\text{Peso neto del material recogido (mg.)} \times 30}{\text{Superficie útil de la boca del frasco (cm}^2\text{)} \times \text{Días de exposición}} \quad (3)$$

Donde:

Peso neto del material recogido: (Peso final – Peso inicial) de cápsula.

Superficie útil de la boca del frasco: $A = \pi r^2$, relacionándola con el diámetro tenemos:

$d = 2r$, despejando radio se tiene: $r = d/2$.

30: Valor constante.

Colchonería ACOPASANTAL.

Datos obtenidos en área de limpieza o corte de materia prima en muestra N^o 1
cuadro N^o 6

Peso inicial de cápsula vacía: 88.246 g

Peso final de cápsula con residuo: 88.389 g

Diámetro de cápsula de porcelana: 9.6 cm

Peso neto del material recogido:

Peso final de cápsula con residuo - Peso inicial de cápsula vacía.

Tenemos :

$$88.389\text{g} - 88.246\text{g} = 0.143\text{g} \cong 143\text{mg.}$$

Superficie útil: $r = 9.6 = 4.80$

2

$$A = (3.1416) (4.80)^2$$

$$A = 72.382464\text{ cm}^2$$

Datos obtenidos de muestreo de partículas sedimentables.

Número de Muestras	Peso inicial Cápsula vacía (g)	Peso final cápsula con residuo (g)
1	88.246	88.389
2	75.512	75.633
3	52.583	52.723
4	76.194	76.321

CUADRO N^o6

Sustituyendo datos de muestra 1 cuadro N^o 6 en ecuación (3)

$$\begin{array}{l} \text{Concentración de} \\ \text{Polvo sedimentable} \\ \text{(Área cerrada)} \end{array} = \frac{143 \text{ mg.} \times 30}{72.382464 \text{ cm}^2 \times 30 \text{ días de Expos.}} = 1.98 \text{ mg. / cm}^2 \text{ / 30 días}$$

Según resultado obtenido la muestra analizada se encuentra arriba del límite permisible siendo de: 0.5 mg. / cm² / 30 días. (Según Red Panaire).

De igual manera se obtuvo los resultados para las muestras en colchonería CUSCATLÁN.

Datos obtenidos de muestreo de partículas sedimentables en colchonería CUSCATLÁN.

Número de Muestras	Peso inicial Cápsula vacía (g)	Peso final cápsula con residuo (g)
1	76.127	76.287
2	105.314	105.468
3	76.129	76.257
4	41.000	41.087

Cuadro N^o 7

Los resultados para ambas fábricas aparecen en los cuadros N^o 10,11 y 12

2.3.3 DETERMINACIÓN DE ELEMENTOS QUÍMICOS PRESENTES EN LAS MUESTRAS DE AIRE RECOLECTADAS. (MÉTODO DE FLUORESCENCIA DE RAYOS X)

2.3.3.1 FUNDAMENTO DEL MÉTODO

A través del uso de una fuente de excitación, los átomos de los elementos presentes en la muestra de aire recolectados son excitados, emitiendo radiaciones características en forma de fluorescencia. El detector transforma las radiaciones en una señal eléctrica la cual es amplificada y a través de una tarjeta multicanal estas son ordenadas según su energía de emisión enviando esta información a una computadora. (Ref. TORRE LAGUNA “ Análisis de Contaminantes Químicos en aire” Edita Instituto Nacional de higiene y Seguridad en el Trabajo 1992).

Identificándose así los elementos presentes mediante la caracterización de sus energías.

Calibración y Caracterización del Sistema de Medición.

Resolución del sistema:

Es la medición del ancho del pulso gaussiano a la mitad del pico (fwhm), medido en la línea espectral de 5.894 correspondiente al espectro emitido por la fuente de Fe-55 que decae a Mn- 54. Se mide la resolución en unidades de energía (ev). (Ref. WILLARD, MERRITT, DEAN, SETTLE. “Métodos Instrumentales de Análisis”. Grupo Editorial Iberoamérica 1986)

Curva de eficiencia:

Eficiencia es igual al número de cuentas detectadas por el sistema divididas entre el número de cuentas recibidas por el detector. La curva de eficiencia es suministrada por el fabricante del detector y en ella se refleja el rango de energía en el cual el detector tiene su mejor respuesta. (Ref. P. KUMP. “ Quantitative Analysis in X-ray Fluorescence Spectroscopy” 1986).

Calibración de energía:

Esta es realizada por el usuario del sistema. Para obtener la curva de calibración de energía se colectan diferentes estándares y se asocian con los canales (en el eje horizontal) en que aparecen las líneas espectrales de los estándares. A partir de esta información se elabora la curva de calibración en energía. (Ref. GLENN T. SEABORG. “ Principio y Práctica de los Análisis Espectrometricos de Rayos X” Editorial Plenum 1973)

La intensidad:

Puede ser determinada por fórmula matemática, pero el equipo la da automáticamente. Esta intensidad depende de la cantidad del elemento que tenga la muestra analizada.

El equipo automáticamente calcula las áreas bajo las líneas espectrales(intensidad). Con este dato de intensidad y la curva de eficiencia que tiene el programa es que se calcula la concentración para cada elemento presente en la muestra.(Anexo N° 6). (Ref. GLENN T. SEABORG. “ Principio y Práctica de los Análisis Espectrometricos de Rayos X” Editorial Plenum 1973)

2.3.3.2 RECOLECCIÓN DE MUESTRAS.

Se utilizaron las mismas muestras del método gravimétrico para la determinación de partículas respirables.

2.3.3.3 PROCESO DE ANÁLISIS

Durante el análisis de las muestras, el equipo utilizado fue el Espectrofotómetro de Fluorescencia de Rayos X, el cual tiene incorporado un sistema computarizado que proporciona automáticamente los resultados obtenidos. Este sistema posee una gama de estándares certificados entre los cuales están: S, Cl, Ar, Fe y Cd. Las fuentes de excitación utilizadas en el análisis fueron Fe-55 y Cd-109

Procedimiento para determinar los elementos presentes en las muestras recolectadas.

- a. Estabilizar el equipo conectado al refrigerante (nitrógeno líquido) por un periodo de 24 horas.
- b. Encender el equipo y llevarlo cuidadosamente hasta un voltaje de 1000v. Obteniéndose la curva de resolución para verificar funcionamiento del equipo.
- c. Utilizar estándares, para obtener la curva de sensibilidad del equipo y guardarla como un archivo de trabajo.
- d. Colocar sobre el detector la fuente de radiación de Fe-55 y observar sus energías de emisión.
- e. Colocar sobre la fuente de radiación de Fe- 55 los filtros con muestra de las diferentes fábricas,

- f. Observar las energías de emisión, para identificar los elementos presentes en dichas muestras.
- g. Realizar tres mediciones para cada uno de los filtros para así obtener la concentración promedio de los elementos presentes y utilizar dicha concentración promedio para compararla con el límite máximo permisible establecido por la Conferencia Americana Gubernamental de Higiene Industrial (ACGIH) de Estados Unidos de Norte América. Se asignaron códigos al azar para poder identificar cada uno de los filtros y obtener la desviación estándar respectiva. Los resultados de las concentraciones de los elementos presentes en los muestreos para ambas fábricas aparecen en los cuadros N° 13 y 14
- h. Cambiar la fuente de radiación Fe- 55 por la de Cd -109 y seguir los pasos descritos en literales f y g.

2.3.3.4 CÁLCULOS.

Cálculos para realizar conversiones y equivalencias de unidades de peso a los resultados de concentraciones de los elementos presentes en las muestras obtenidas por el sistema, para poder ser comparados con el límite máximo permisible establecido por la Conferencia Americana Gubernamental de Higiene Industrial (ACGIH) de Estados Unidos de Norte América.

Ejemplo:

1) Elemento presente en colchonería ACOPASANTAL: Azufre (S)

Fecha de Muestreo: 25 de abril 2001 (Ver cuadro N° 13)

Concentraciones promedios obtenidas por el sistema: (Ver Anexo N° 6, tabla N° 12)

$$* 4.66 \times 10^{-06}$$

$$* 5.77 \times 10^{-06}$$

Equivalencia para poder ser comparada con el límite máximo permisible:

$$* 4.66 \times 10^{-06} \equiv 4.66 \mu\text{g} / \text{m}^3 \equiv 4.66 \text{ ppm}$$

$$* 5.77 \times 10^{-06} \equiv 5.77 \mu\text{g} / \text{m}^3 \equiv 5.77 \text{ ppm}$$

$$\text{Promedio para ambas concentraciones: } 4.66 \text{ ppm} + 5.77 \text{ ppm} = 10.43$$

$$\frac{\quad}{2} = 5.21 \text{ ppm}$$

Límite máximo permisible (ACGIH de USA) = 2.00 ppm. (Ver cuadro N° 13)

2) Elemento presente en colchonería ACOPASANTAL: Calcio (Ca).

Fecha de Muestreo: 25 de abril 2001 (Ver cuadro N° 13)

Concentraciones promedios obtenidas por el sistema: (Ver Anexo N° 6, tabla N° 12)

$$* 3.96 \times 10^{-06} \equiv 3.96 \mu\text{g} / \text{m}^3$$

$$* 2.28 \times 10^{-06} \equiv 2.28 \mu\text{g} / \text{m}^3$$

Conversión para poder ser comparados con Límite máximo permisible:

$$\frac{3.96 \mu\text{g}}{\text{m}^3} \times \frac{1 \text{ mg}}{1000 \mu\text{g}} = \frac{0.0039 \text{ mg}}{\text{m}^3}$$

$$\frac{2.28 \mu\text{g}}{\text{m}^3} \times \frac{1 \text{ mg}}{1000 \mu\text{g}} = \frac{0.0022 \text{ mg}}{\text{m}^3}$$

Promedio para ambas concentraciones:

$$\frac{0.0039 \text{ mg}}{\text{m}^3} + \frac{0.0022 \text{ mg}}{\text{m}^3} = \frac{0.0061}{2} = \frac{0.00305 \text{ mg}}{\text{m}^3}$$

Límite máximo permisible (ACGIH de USA) = $\frac{2.00 \text{ mg}}{\text{m}^3}$ (Ver cuadro N° 13)

CAPITULO III

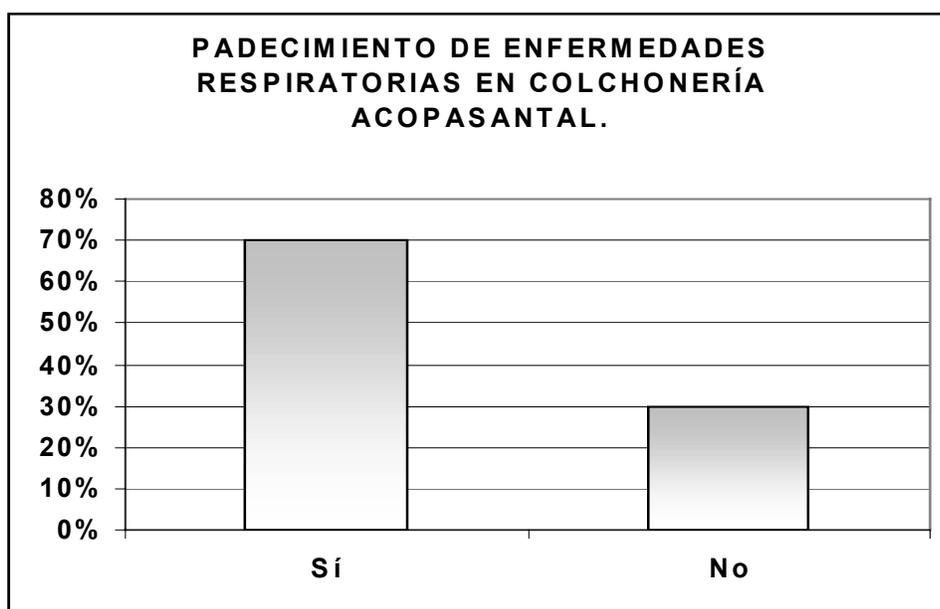
RESULTADOS Y DISCUSIÓN

3.1 RESULTADOS.

3.1.1 DATOS OBTENIDOS DE LA EVALUACIÓN DEL IMPACTO EN LA SALUD DEBIDO A LA CONTAMINACIÓN ATMOSFÉRICA PRODUCIDAS EN DOS FÁBRICAS DE COLCHONES ARTESANALES UBICADAS EN EL MUNICIPIO DE SAN SALVADOR.

Debido a que se realizó el muestreo en ambas colchonerías en condiciones de trabajo diferentes no se comparan resultados entre ambas, por lo que los resultados se presentan por separado.

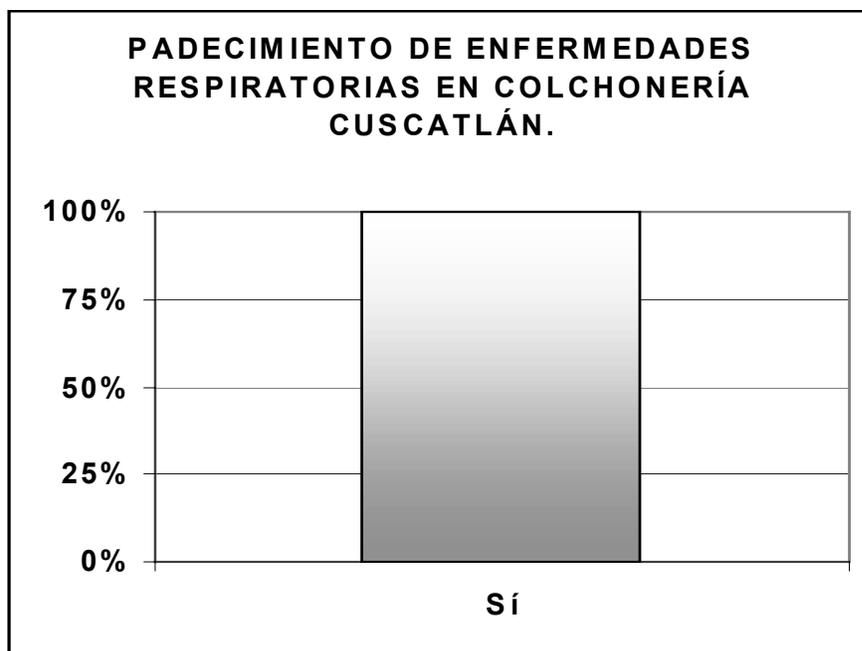
GRÁFICO N° 1



El 70% de los trabajadores encuestados en la colchonería ACOPASANTAL han padecido de enfermedades respiratorias, (Ver anexo N° 3 , Tabla N° 5).

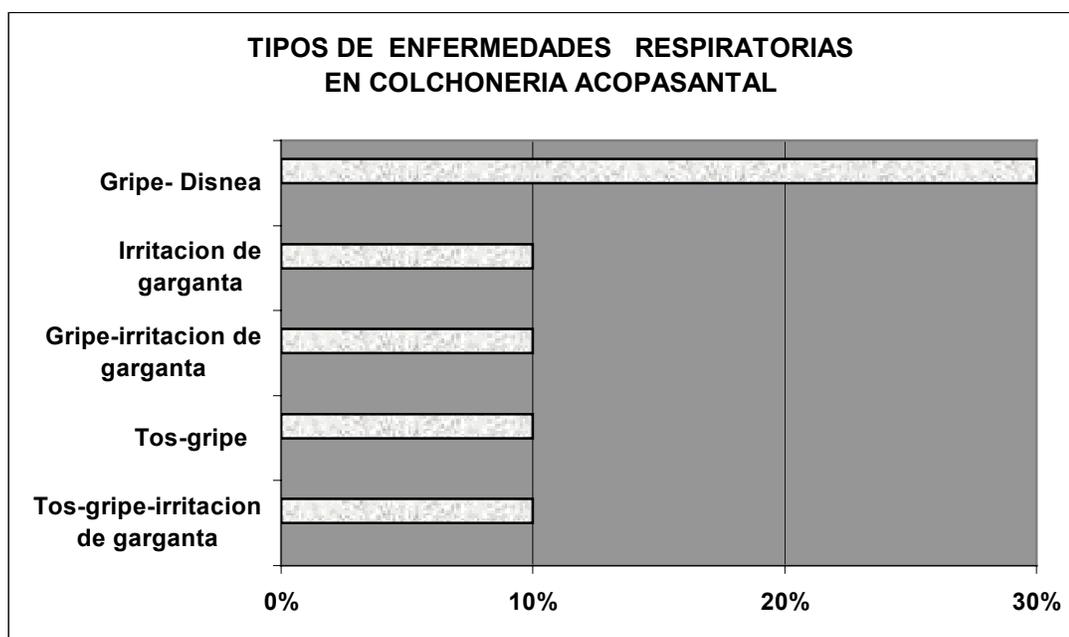
De los cuales el 20% se encuentra laborando en las áreas de limpieza de algodón y relleno de colchones y un 50% labora en las áreas de costura y relleno de colchones. (Ver anexo N° 3, Tabla N° 6).

GRÁFICO N° 2



En colchonería CUSCATLAN un 100% de los trabajadores han padecido de enfermedades respiratorias recientemente,(Ver anexo N° 3 Tabla N° 5). Los cuales desempeñan sus labores en las áreas de limpieza de algodón y relleno de colchones.

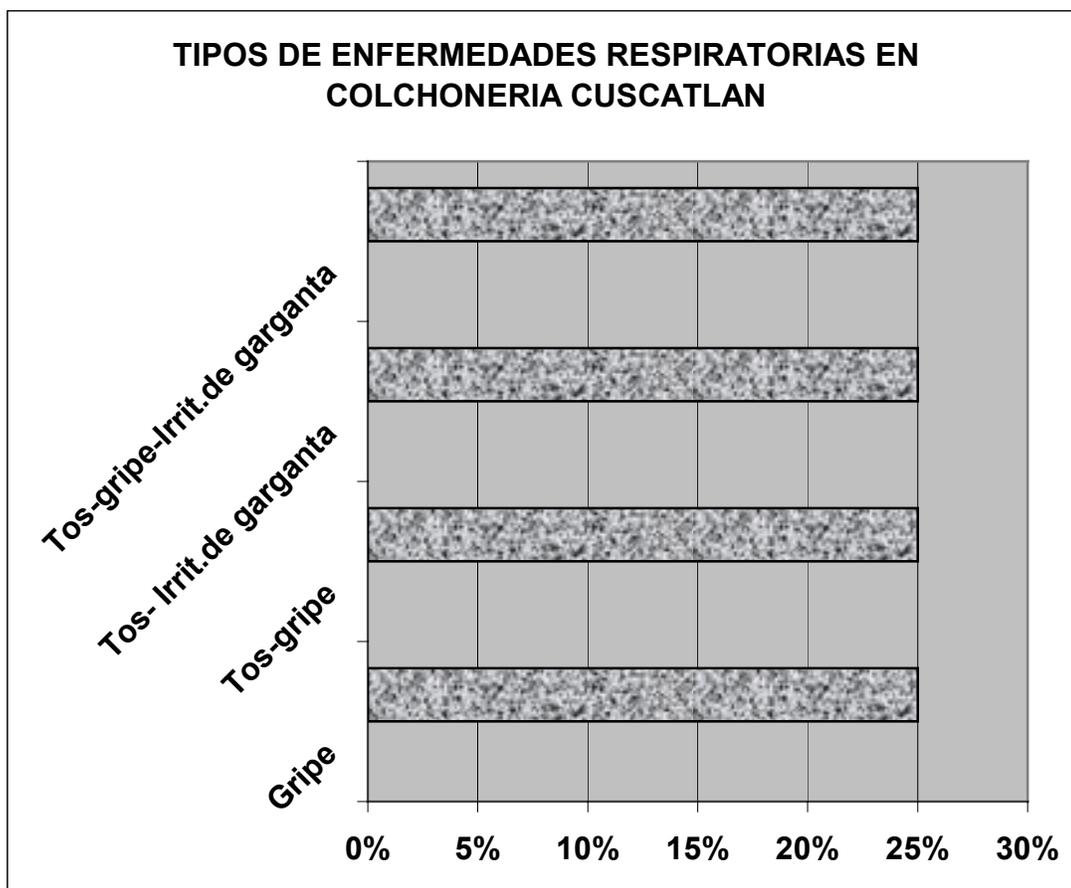
GRÁFICO N° 3



Del 70% de los trabajadores que han padecido de enfermedades respiratorias en la colchonería ACOPASANTAL. Un 10% ha padecido de Tos, gripe, irritación de garganta; el 30% gripe, disnea; un 10% de los trabajadores con tos, gripe; 10% con gripe, irritación de garganta y 10% con irritación de garganta.

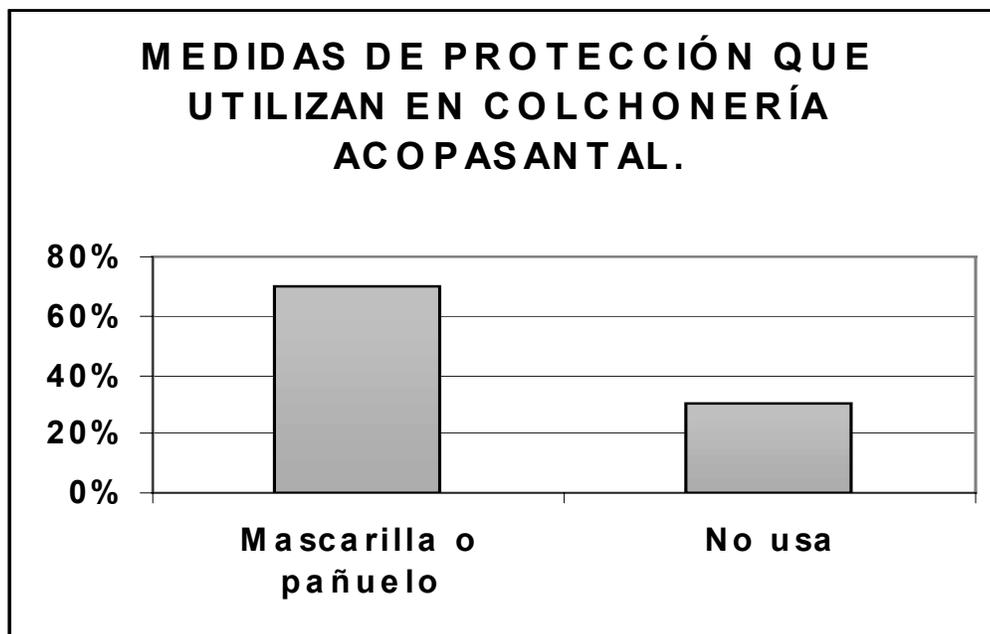
(Ver anexo N° 3 , Tabla N° 7).

GRÁFICO N° 4



El 100% de los trabajadores encuestados en la colchonería CUSCATLÁN afirman que han padecido de enfermedades respiratorias recientemente, las que están distribuidas de la siguiente manera: Gripe un 25%; tos, gripe e irritación de garganta un 25% ; tos e irritación de garganta 25% y tos, gripe un 25% de los trabajadores la reportaron. (Ver anexo N° 3 ,Tabla N° 7).

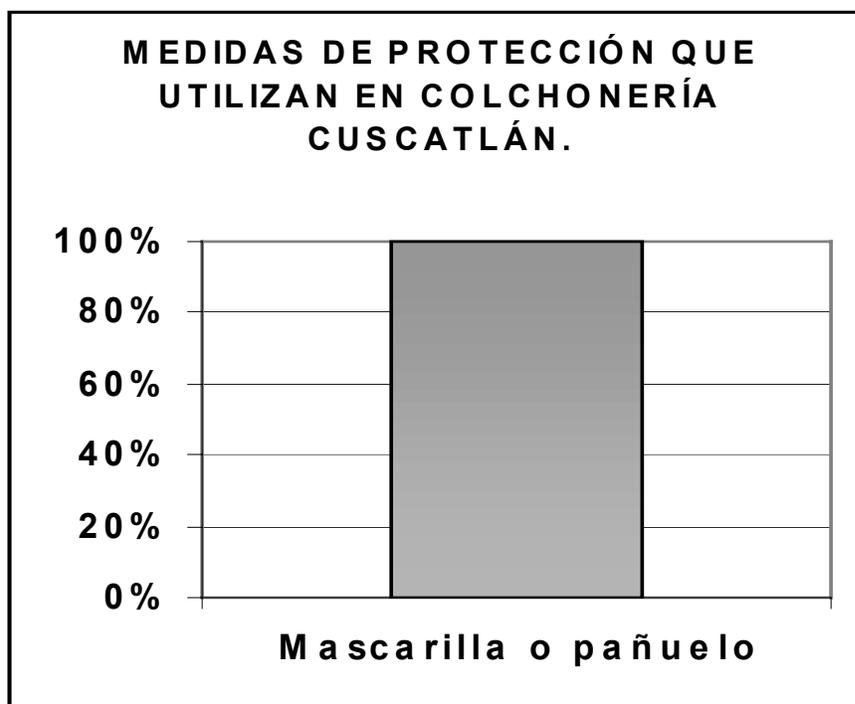
GRAFICO N° 5



El 70% de los encuestados en la colchonería ACOPASANTAL afirman que utilizan mascarilla o pañuelo como medida de protección. Los cuales están distribuidos de la siguiente manera: El 10% utiliza medida de protección en las áreas de limpieza de algodón y relleno de colchones, un 30% en área de costura y relleno y un 30% de los trabajadores que laboran en más de tres actividades (corte de tela, costura y relleno de colchones).

El 30% que no utilizan medidas de protección, el 10% se encuentra en la área de Limpieza de algodón y relleno de colchones y un 20% en la área de costura y relleno. (Ver anexo N° 3 ,Tabla N° 10).

GRÁFICO N° 6



Mientras que en la colchonería CUSCATLÁN todos los encuestados (100%), utilizan mascarilla. (Aunque se encuentre deteriorada o en mal estado). Ver anexo N° 3
Tabla N° 8.

3.1.2 DETERMINACIÓN DE PARTÍCULAS RESPIRABLES (MÉTODO GRAVIMÉTRICO)

CUADRO N° 8

DATOS DE MUESTREO Y CONCENTRACIÓN DE PARTÍCULAS RESPIRABLES EN FÁBRICA (ACOPASANTAL)

N° de filtros utilizados	1	2	3*	4	5	6*
Flujo de bomba L/min	1.75	1.75		1.78	1.78	
Peso de filtro antes del muestreo W_1 (mg)	16.0	15.2		15.2	16.1	
Peso de filtro después del muestreo W_2 (mg.)	16.6	15.7		15.8	16.5	
Peso de filtro utilizado como blanco antes del muestreo B_1 (mg.)			13.2			14.9
Peso del filtro utilizado como blanco después del muestreo B_2 (mg.)			13.4			15.1
Concentración de partículas respirables($\mu\text{g}/\text{m}^3$) para un tiempo de 8 horas/día	480	360		470	230	

* Los filtros N° 3 y 6 fueron utilizados como blanco, para realizar los muestreos.

La concentración de partículas respirables se encuentra cercana a la concentración promedio permisible de inhalación de polvo de algodón establecido por la administración de Salud y Seguridad Laboral (OSHA) es de $500 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Para una jornada laboral de 8 horas diarias.

CUADRO N° 9

DATOS DE MUESTREO Y CONCENTRACIÓN DE PARTÍCULAS RESPIRABLES

EN FÁBRICA (CUSCATLÁN)

N° de filtros utilizados	1	2	3*	4	5	6*
Flujo de bomba L / min	1.74	1.74		1.75	1.75	
Peso de filtro antes del muestreo W_1 (mg.)	16.1	15.5		13.7	13.8	
Peso de filtro después del muestreo W_2 (mg.)	16.2	15.8		14.0	14.1	
Peso de filtro utilizado como blanco antes del muestreo B_1 (mg.)			13.4			13.7
Peso del filtro utilizado como blanco después del muestreo B_2 (mg.)			13.5			13.8
Concentración de partículas respirables ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) para un tiempo de 8 horas /día	480	480		480	480	

* Los filtros N° 3 y 6 fueron utilizados como blanco, para realizar los muestreos.

La concentración de partículas respirables se encuentra cercana a la concentración promedio permisible de inhalación de polvo de algodón establecido por la administración de Salud y Seguridad Laboral (OSHA) es de $500 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Para una jornada laboral de 8 horas diarias.

3.1.3 DETERMINACIÓN DE PARTÍCULAS SEDIMENTABLES (MÉTODO GRAVIMÉTRICO)

CUADRO N° 10

DATOS DE MUESTREO Y CONCENTRACIÓN DE PARTÍCULAS SEDIMENTABLES EN ÁREA DE LIMPIEZA O CORTE DE MATERÍA PRIMA EN FÁBRICA ACOPASANTAL.

Número de Muestras	Peso inicial Cápsula vacía (g)	Peso final cápsula con residuo (g)	Concentración de partículas sedimentables mg / cm² / 30 días
1	88.246	88.389	1.98
2	75.512	75.633	1.90
3	52.583	52.723	1.89
4	76.194	76.321	2.04

El contenido de partículas sedimentables sobrepasa el límite permisible que es de 0.5 mg. / cm² / 30 días.

CUADRO N° 11

**DATOS DE MUESTREO Y CONCENTRACIÓN DE PARTÍCULAS
SEDIMENTABLES EN ÁREA DE RELLENO DE COLCHONES EN FÁBRICA
ACOPASANTAL.**

Número de Muestras	Peso inicial Cápsula vacía (g)	Peso final cápsula con residuo (g)	Concentración de partículas sedimentables mg / cm² / 30 días
1	75.614	75.727	1.77
2	59.563	59.692	1.78
3	74.218	74.335	1.83
4	64.415	64.527	1.76

El contenido de partículas sedimentables sobrepasa el límite permisible que es de 0.5 mg. / cm² / 30 días.

CUADRO N° 12
DATOS DE MUESTREO Y CONCENTRACIÓN DE PARTÍCULAS
SEDIMENTABLES EN FÁBRICA CUSCATLÁN

Número de Muestras	Peso inicial Cápsula vacía (g)	Peso final cápsula con residuo (g)	Concentración de partículas sedimentables mg / cm² / 30 días
1	76.127	76.287	2.16
2	105.314	105.468	1.92
3	76.129	76.257	1.96
4	41.000	41.087	2.13

El contenido de partículas sedimentables sobrepasa el límite permisible que es de 0.5 mg. / cm² / 30 días.

3.1.4 DETERMINACIÓN DE ELEMENTOS QUÍMICOS PRESENTES EN LAS MUESTRAS DE AIRE RECOLECTADAS. (MÉTODO DE FLUORESCENCIA DE RAYOS X) EN COLCHONERÍA ACOPASANTAL

CUADRO N° 13

FECHA DE MUESTREO	FUENTE DE EXITACIÓN	ELEMENTOS PRESENTES	CONCENTRACION	CONCENTRACIÓN PROMEDIO	LIMITE MAX PERMISIBLE (TLV ACGIH de USA)
25 DE ABRIL 2001	Fe-55	*S ppm	4.66 Y 5.77	5.21 ppm	2.00 ppm
		*Ca mg / m ³	0.0039 Y 0.0022	0.00305 mg/ m ³	2.00 mg/ m³
	Cd-109	Fe mg / m ³	0.070	0.070 mg/ m ³	5.00 mg/ m³
		Cu mg / m ³	0.0015	0.0015 mg/ m ³	1.0 mg/ m³
		As mg / m ³	0.0014	0.0014 mg/ m ³	0.01 mg/ m³
27 DE ABRIL 2001	Fe-55	*S ppm	4.03 Y 5.15	4.57 ppm	2.00 ppm
		*Ca mg / m ³	0.0014 Y 0.0019	0.0016 mg/ m ³	2.00 mg/ m³
		K mg / m ³	0.0082	0.0082 mg/ m ³	2.00 mg/ m³
		Ti mg / m ³	0.0059	0.0059 mg/ m ³	10.0 mg/ m³
		V mg / m ³	0.0028	0.0028 mg/ m ³	0.05 mg/ m³
		Al mg/ m ³	0.0020	0.0020 mg/ m ³	10.0 mg/ m³

Los elementos analizados fueron: S (azufre), Ca (calcio), Fe (hierro), Cu (cobre), As (arsenico) , K (potasio) , Ti (titanio), V (vanadio) y Al (aluminio).

Los resultados obtenidos revelan que de los elementos presentes en las muestras solo el elemento azufre sobrepasa el límite máximo permisibles establecido por la

Conferencia Americana Gubernamental de Higiene Industrial (ACGIH) que es de 2.00 ppm. Los elementos S y Ca están presentes en los dos días de muestreo.

**DETERMINACION DE ELEMENTOS QUÍMICOS PRESENTES EN LAS
MUESTRAS DE AIRE RECOLECTADAS. (METODO DE FLUORESCENCIA
DE RAYOS X) EN COLCHONERIA CUSCATLÁN**

CUADRO N° 14

FECHA DE MUESTREO	FUENTE DE EXITACIÓN	ELEMENTOS PRESENTES	CONCENTRACIONES	CONCENTRACIÓN PROMEDIO	LÍMITE MAX PERMISIBLE (TLV ACGIH de USA)
26 DE ABRIL 2001	Fe-55	*S ppm	4.17 Y 4.66	4.42 ppm	2.00 ppm
	Cd-109	K mg/ m ³	0.072 Y 0.068	0.07 mg/ m ³	2.00 mg/ m³
	Fe-55	++Ca mg/ m ³	0.0052	0.0052 mg/ m ³	2.00 mg/ m³
	Cd-109	Fe mg/ m ³	0.0070	0.0070 mg/ m ³	5.00 mg/ m³
2 DE MAYO 2001	Fe-55	*S ppm	3.76 Y 4.55	4.15 ppm	2.00 ppm
	Cd-109	Cu mg/ m ³	0.0062	0.0062 mg/ m ³	1.00 mg/ m³
	Cd-109	Ni mg/ m ³	0.0049	0.0049 mg/ m ³	1.50 mg/ m³

Los elementos analizados fueron: S (azufre), K (potasio), Ca (calcio), Fe (hierro), Cu (cobre) y Ni (níquel).

Los resultados obtenidos revelan que de los elementos presentes en las muestras solo el elemento azufre sobrepasa el límite máximo permisible establecido por la Conferencia Americana Gubernamental de Higiene Industrial (ACGIH) que es de 2.00ppm.

* El elemento S esta presente en los dos días de muestreo.

++ Para el elemento calcio (Ca) se obtuvo resultados de concentración con fuente de Fe-55 y Cd-109. Se utilizó la concentración con fuente de Fe-55 ya que el calcio posee número atómico menor que la fuente (Fe) siendo la probabilidad de excitación mayor con dicha fuente ya que la energía de emisión del Fe está próxima a la energía de enlace de los electrones de la capa k, siendo de esta forma mayor la probabilidad de excitación cuando se utiliza la fuente de Fe-55. (Ver anexo N^o 6 tabla N^o 13).

Los datos obtenidos por la técnica de fluorescencia de rayos x de las muestras recolectadas en Colchonería ACOPASANTAL muestran la presencia de elementos como S, Ca Fe, Cu, As, K, Ti, V y Al. Para la colchonería CUSCATLÁN los elementos identificados son S, Ca, K, Fe, Cu y Ni.

3.2 DISCUSIÓN DE RESULTADOS.

Los resultados obtenidos en la evaluación del impacto en la salud debido a la contaminación atmosférica demuestran que en ambas fábricas hay presencia de enfermedades respiratorias como tos, gripe, irritación de garganta y disnea. (Gráfico N° 3 y 4).

En la determinación de partículas respirables los resultados se encuentran cercanos al límite permisible de inhalación de polvo de algodón para ambas fábricas por lo que a exposiciones prolongadas de tiempo a ésta atmósfera junto a condicionantes que favorecen el desarrollo de enfermedades ocupacionales producen en un comienzo fenómenos irritativos como tos crónica, síntomas respiratorios nocturnos, que progresivamente se van desarrollando en enfermedades broncopulmonares obstructivas crónicas, asma bronquial y cáncer de pulmón. Ref. (DOCKERY. Relación entre Contaminación y Mortalidad en seis Ciudades de Estados Unidos".1993)

También se producen enfermedades respiratorias como asma profesional, el cual es un espasmo reversible de las vías aéreas pulmonares causado por la aspiración, en el lugar de trabajo, de partículas que causan una reacción alérgica que dependerá particularmente de la sensibilidad de la persona a las partículas que se hallan en el aire. Se puede presentar la bisinosis, que es un estrechamiento de las vías respiratorias causada por la aspiración de partículas de algodón, lino o cáñamo. La bisinosis puede causar sibilancias y opresión en el pecho. La exposición prolongada al polvillo del algodón aumenta la frecuencia de las sibilancias.

La concentración de partículas sedimentables en ambas fábricas demuestra que éstas se encuentran sobre el límite permisible para un área cerrada lo que pueden incidir o ser la causa principal de los padecimientos expuestos por los trabajadores encuestados como tos, gripe, irritación de garganta y disnea, lo que se debe a que las instalaciones de las colchonerías no cuentan con ventilación adecuada para el tipo de trabajo que se realiza.

Para algunos elementos se determina que su composición se encuentra como traza de elementos, ya que sus concentraciones se encuentran por debajo de los límites máximos permisibles para una jornada laboral de 40 horas semanales distribuidas en 8 horas diarias dados por los TLV(Concentración media ponderada en el tiempo adoptada por la ACGIH: Conferencia Americana Gubernamental de Higiene Industrial) de cada uno de los elementos, en las muestras de aire. Como por ejemplo en la colchonería ACOPASANTAL están: Fe, Cu, As, K, Ti, V y Al. (Ver cuadro N^o 13) ,Y Para la colchonería CUSCATLÁN se encuentran: Fe, Ca , Cu y Ni. (Ver cuadro N^o 14).

Dichos elementos no forman parte de la composición química del algodón como fibra vegetal (Ver cuadro N^o 3) por lo que son material contaminante, el cual al sobrepasar el límite máximo permisible de inhalación producen efectos en el organismo que varían según su naturaleza:

As (Arsénico): Lesiones agudas en la mucosa del aparato respiratorio y mucosa nasal. Los compuestos inorgánicos de arsénico están reconocidos por la agencia internacional para la investigación sobre el cáncer (IARC), como carcinógenos pulmonares y cutáneos.

Al (Aluminio): La inhalación de polvo de aluminio produce signos clínicos de alteración de la función pulmonar.

V (Vanadio): Puede producir dolor de garganta, tos, bronquitis ,expectoración y dolor torácico.

Cu (Cobre): Carece totalmente de toxicidad sin embargo los trabajos de tipo químico que utilizan cobre pueden tener el riesgo de toxicidad a causa de las sales de Cu, como congestión de la mucosa y ulceración.

(Ref. PARMEGGIANI, LUIGI. “ Enciclopedia de Salud y Seguridad en el Trabajo” Volumen 1 A-E).

Se usó como material colector la celulosa (papel filtro de 37 mm de diámetro). El cual fue analizado por fluorescencia de rayos x sin haberlo utilizado para el muestreo para establecer la composición del sustrato de colección, encontrándose Cl en el análisis.(Anexo N^o 11)

CAPITULO IV

CONCLUSIONES

CONCLUSIONES

- Se determinó por medio de la evaluación e interpretación de los resultados obtenidos a través de las encuestas realizadas a los trabajadores que en la fábrica ACOPASANTAL un 70% reporta que ha padecido de enfermedades respiratorias, de los cuales un 20% se encuentra laborando en las áreas de limpieza de algodón y relleno de colchones (de este porcentaje el 10% no utiliza ningún tipo de protección al fabricar los colchones).

El 50% labora en las áreas de costura y relleno de colchones (de los cuales el 20% no usa ningún tipo de protección, mascarilla o pañuelo). Anexo N° 3, tabla N° 11.

En la fábrica CUSCATLÁN el 100% de los trabajadores reportan que han padecido de enfermedades respiratorias, aunque utilizan mascarilla o pañuelo deteriorados , (Anexo N° 3 , tabla N° 8)

Para ambas colchonerías puede concluirse, que la presencia del elemento azufre así como la presencia de partículas sedimentables, se encuentran por encima del límite máximo permisible, por lo que pueden incidir o ser la causa principal de los padecimientos expuestos por los trabajadores encuestados; la presencia de partículas respirables podrían estar relacionadas con los padecimientos, debido a que los resultados obtenidos en su determinación se encuentran cercanos a la concentración promedio permisible de inhalación de polvo de algodón ($500 \mu\text{g}/\text{m}^3$), por lo cual las exposiciones prolongadas en esta atmósfera pueden producir enfermedades respiratorias como: asma, bisinosis, bronquitis crónica , enfisema pulmonar entre otras.

-Según los resultados obtenidos por la técnica de fluorescencia de rayos x se determinaron átomos como: calcio, azufre, entre otros, los cuales pueden estar en estados de combinación con iones en las muestras colectadas, constituyendo un grave peligro para la salud de los seres humanos al respirarlos y depositarse en los pulmones.(Ref. PARMEGGIANI, LUIGI. “Enciclopedia de Salud y Seguridad en el Trabajo” 1985)

El calcio carece de toxicidad pero al combinarse con el arsénico y formar el arseniato de calcio el cual es muy utilizado como pesticida en las plantaciones de algodón para atacar numerosas especies de insectos, acaros, enfermedades debidas a hongos, nemátodos, bacterias y virus que atacan la planta de algodón e indirectamente puede producir lesiones en el aparato respiratorio.(Ref. PARMEGGIANI, LUIGI. “Enciclopedia de Salud y Seguridad en el Trabajo” 1985)

De los elementos encontrados posiblemente el más dañino es el azufre, el cual es comúnmente utilizado en forma de dióxido de azufre (SO_2) como agente blanqueador para fibras y como punto de partida para la obtención de muchas sustancias como por ejemplo: Disulfuro de calcio, Sulfonas y Sulfonatos.

Como agente anti-polilla son utilizados las Sulfonas y Sulfonamidas, son sustancias químicas que intervienen en el proceso industrial del algodón. El grado de contaminación detectado del elemento (azufre) sobrepasa el límite máximo permisible (2 ppm) encontrándose para las concentraciones promedios un rango de: 4.15 – 5.21 ppm, por lo que puede producir: a) **Efectos agudos** como: Inflamación

catarral de la mucosa nasal que puede desarrollar una hipertrofia con abundante secreción nasal, produciendo frecuentemente; disnea, tos persistente y expectoración, también es posible que se produzca, irritación ocular con lagrimeo, fotofobia, conjuntivitis. En la piel pueden aparecer lesiones eritematosas y eczemas.

b) **Efectos Crónicos:** principalmente enfermedades bronco pulmonares que en algunos años pueden complicarse con enfisema. Por lo que se hace necesario la implementación de medidas de higiene y seguridad, para ello se realizaron capacitaciones a los propietarios y operarios de las fábricas con los objetivos de capacitar y concientizar a los trabajadores de la importancia de adoptar medidas de seguridad e higiene ocupacional, el cumplimiento a las normas establecidas, así como identificar y evaluar los riesgos en cada puesto de trabajo, desarrollándose temas que, incluían las normas vigentes de seguridad e higiene, prevención de accidentes, enfermedades ocupacionales y los equipos de protección personal.

-La concentración de partículas sedimentables obtenidas en ambas fábricas utilizando el método gravimétrico (diferencia de peso) sobre pasan el límite máximo permisible ($0.5 \text{ mg. / cm}^2 / 30 \text{ días}$) que pueden: reducir fuertemente la visibilidad, producir depósitos molestos en los ojos, oídos y conductos nasales, e incidir en el desarrollo de enfermedades respiratorias así como también pueden producir lesiones en la piel o en las membranas mucosas .

-A través de la técnica de fluorescencia de rayos x se obtiene resultados más precisos, ya que es un método para identificación de elementos tales como: Cl, Ca, Fe y otros así como también la muestra no necesita de mucho tratamiento lo que reduce la probabilidad de errores producidos por el analista.

-Se determinó por la técnica de fluorescencia de rayos x , la presencia de Cloro en la composición del sustrato de colección (filtros) sin haberlos utilizado lo cual indica la contaminación previa de los mismos por lo que dicha sustancia no forma parte de los elementos detectados en las muestras colectadas.

-Por medio de esta misma técnica se encontró la presencia de sustancias como: arsénico y aluminio en cantidades muy bajas por lo que no fue significativo su cuantificación, pero dichas sustancias aún en bajas concentraciones, pero a exposiciones prolongadas de tiempo, pueden producir daños respiratorios.

- Para darle validación a los resultados a través de técnicas estadísticas, se midió tres veces cada una de las muestras por la técnica de fluorescencia de rayos x para obtener un promedio de resultados que proporcione una estimación del valor verdadero ya que las mediciones individuales están distribuidas en torno al valor verdadero con una dispersión que depende de la precisión de instrumento, del método de medición de condiciones ambientales, de la habilidad del analista y de la

precisión de las mediciones individuales. Se obtuvo la desviación estándar la cual indica en los resultados la estimación de la precisión con la que se realizó el análisis. (Ref. MILLER Y MILLER. “ Estadística para Química Analítica”. 2ª edición. Editorial Addison Wesley. Iberoamericana.1993).

- Por medio del desarrollo del contenido de las capacitaciones en temas tales como las normas vigentes de seguridad e higiene, prevención de accidentes, enfermedades ocupacionales y los equipos de protección personal. Se alcanzó el cumplimiento de los objetivos establecidos en dichas capacitaciones los cuales fueron , capacitar y concientizar a los trabajadores de la importancia de adoptar medidas de seguridad e higiene ocupacional , el cumplimiento a las normas establecidas , así como identificar y evaluar los riesgos en cada puesto de trabajo.

CAPITULO V

RECOMENDACIONES

RECOMENDACIONES

-Mejorar la ventilación del área de trabajo por medio de dispositivos de extracción de aire o habilitando ductos de ventilación (ventanas).

-Implementar la utilización de equipo adecuado, tal como: la utilización de respiradores (mascarillas) , así como también ropa adecuada para este tipo de trabajo.

-Realizar un chequeo médico, periódicamente al personal expuesto, para detectar algún daño en el organismo, causado por la contaminación de polvo a la que están expuestos. También se recomienda la implementación de un botiquín de primeros auxilios para poder ser utilizado en casos necesarios, considerando que se utilizan los antihistamínicos para la disminución de los efectos alérgicos causados por la inhalación de polvo contaminado.

-Hacer otros estudios que concentren su atención a la detección del elemento azufre con mayor precisión y detalle ya que la técnica de fluorescencia de rayos X identifica el átomo no su combinación con iones por lo que se puede utilizar diferentes técnicas de análisis como por ejemplo: absorción atómica.

-Debe de retomarse por parte de las instituciones de gobierno correspondientes, (Ministerio de Trabajo y Previsión Social, Ministerio de Salud Pública y Asistencia Social , Ministerio del Ambiente y Recursos Naturales), la vigilancia permanente y responsable de aquellas industrias en donde las diferentes actividades de trabajo pongan en riesgo la salud de los trabajadores y el deterioro del ambiente, ya que dichos ministerios son los encargados de velar por la salud del pueblo por lo que están obligados a ejercer sus funciones. Ver anexo N° 1

CAPITULO VI

BIBLIOGRAFÍA

- 1 MINISTERIO DE TRABAJO Y PREVISIÓN SOCIAL. "Reglamento General sobre Seguridad en los Centros de Trabajo". Dirección General de Previsión Social. San Salvador, El Salvador, C.A., 1994.
- 2 PARMEGGIANI, LUIGI. "Enciclopedia de Salud y Seguridad en el Trabajo", Volumen 1 A-E.
- 3 PORTILLO, Ramón. "Revista Enfoque Tecnológico". Tomo I San Salvador, El Salvador, C. A , 1999.
- 4 RAYMOND E. KIRK. "Enciclopedia de Tecnología Química". Tomo I, VII, VIII, XII y XIV. 1ª Edición en Español, México, 1996.
- 5 SKOOG, DOUGLAS A. WEAT. Donal M, "Análisis Instrumental" 2ª Edición. México, 1990.
- 6 STEDMAN, WILLIAN K. "Diccionario de Ciencias Medicas". 25ª Edición. Editorial Médica Panamericana. 1993.
- 7 TORRE LAGUNA. "Análisis de Contaminantes Químicos en aire", Edita Instituto Nacional de Higiene y Seguridad en el Trabajo

- 8 TURK, AMOS. "Ecología, Contaminación y Medio Ambiente". 1ª edición. Nueva Editorial Interamericana, S.A. de C. V. México D. F. 1973.

- 9 WYNGAARDEN Y SMITH. " Tratado de Medicina Interna". 18ª edición. Vol.-1. 1991.

ANEXOS

ANEXO N° 1

Aspectos Normativos sobre la seguridad e higiene en los centros de trabajo.

Marco institucional y jurídico con relación a la seguridad e higiene en los centros de trabajo .

Código o Ley	Artículo	Objetivo	Institución Responsable.
Código de Salud.	107	Se declara de interés publico la implementación y mantenimiento de servicios de seguridad e higiene del trabajo. Para tal fin el Ministerio establecerá de acuerdo a sus recursos los organismos centrales, regionales, departamentales y locales que en coordinación con otras instituciones, desarrollen las acciones pertinentes.	Ministerio de Salud Publica y Asistencia Social.
Código de Trabajo.	314	Todo patrono debe adoptar y poner en practica medidas adecuadas de seguridad e higiene en los centros de trabajo para proteger la vida, la salud y la integridad corporal de los trabajadores.	Ministerio de Trabajo y Previsión Social.
Código de Trabajo.	332	Enfermedades profesionales: Neumoconiosis: Enfermedad bronco Pulmonar producida por aspiración de polvos y humos de origen animal ,vegetal o mineral.	Ministerio de Trabajo y Previsión Social
Ley de Medio Ambiente.	Capitulo III Art. 47.	Prevención y control de la contaminación , protección de la atmósfera. Asegurar que la atmósfera no sobre pase los niveles de concentración permisible de contaminación.	Ministerio de Medio Ambiente y Recursos Naturales.

ANEXO N° 2

MODELO DE ENCUESTA.

Numero de Encuesta-----

UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR

FACULTAD DE QUÍMICA Y FARMACIA

Con el objetivo de evaluar el impacto en la salud debido a la contaminación atmosférica producida en las fábricas de colchones, se ha realizado la siguiente encuesta. Así suplicamos su valiosa colaboración contestando con sinceridad a las siguientes preguntas.

A. DATOS DE LA COLCHONERÍA.

Nombre.-----

Dirección -----

B. DATOS DEL TRABAJADOR.

1. Edad---- Sexo : F----- M ----- Estado Civil : Soltero-----Casado-----Viudo----

2. Cuánto tiempo tiene de laborar en la colchonería -----

3. Labora en la fábrica: A) Tiempo completo ----- B) Medio tiempo -----

4. Si es por medio tiempo ¿cuántas horas trabaja al día? -----

5.¿ Qué otros trabajos desempeña a parte de laborar en la colchonería -----

6. En que área de la colchonería se encuentra laborando -----

7.¿ Ha padecido en los últimos días de alguna enfermedad del aparato respiratorio?

Si -----

No -----

8. Si ha padecido alguna enfermedad respiratoria ¿Cuál de las siguientes?

Tos ----- Gripe ----- Irritación de garganta ----- Falta de aliento-----

Otras -----

9. ¿Qué medidas de protección ocupa al fabricar los colchones? -----

10. Observaciones -----

Gracias.

ANEXO N° 3

Tabulación de la evaluación del impacto en la salud debido a la contaminación atmosférica producida en dos fábricas de colchones artesanales ubicadas en el municipio de San Salvador.

Tamaño de muestra: 14 trabajadores. De los cuales 10 se encuentran laborando en colchonería ACOPASANTAL y 4 trabajadores en colchonería CUSCATLÁN.

Realizado el 24 y 25 de noviembre de 2001.

1) Edad del operario:

Edad (años)	Porcentaje ACOPASANTAL	Porcentaje CUSCATLÁN.
20- 30 años	10%	25%
31- 40 años	10%	50%
41-50 años	30%	25%
51 –60 años	30%	0 %
61- 70 años	20%	0 %
TOTAL	100%	100%

TABLA N° 1

2) ¿Cuánto tiempo tiene de laborar en la colchonería?

Tiempo de laborar (Años)	Porcentaje ACOPASANTAL	Porcentaje CUSCATLÁN.
1 –5 años	10%	
6 – 10 años	10%	100%
11- 15 años	40%	
16 –20 años	30%	
21 – 30 años	10%	
TOTAL	100%	100%

TABLA N° 2

3) Labora en la fábrica: a) Tiempo completo b) Medio tiempo

Jornada laboral	Porcentaje ACOPASANTAL	Porcentaje CUSCATLÁN.
Tiempo completo (8 horas)	100%	
Medio tiempo (4 horas)		100%

TABLA N° 3

4)¿ En que área de la colchonería se encuentra laborando?

Areas en la elaboración de colchones.	Porcentaje ACOPASANTAL	Porcentaje CUSCATLÁN.
Limpieza de algodón y relleno de colchones.	20%	100%
Costura y relleno de colchones.	50%	
Laboran en más de tres áreas.(corte de tela, costura y relleno de colchones)	30%	
TOTAL	100%	100%

TABLA N°4

5)¿ Ha padecido en los últimos días de alguna enfermedad del aparato respiratorio?

¿Ha padecido de enfermedades del aparato respiratorio?	Porcentaje ACOPASANTAL	Porcentaje CUSCATLÁN.
Sí	70%	100%
No	30%	
TOTAL	100%	100%

TABLA N° 5

El 70% de personas afirman padecer de enfermedades del aparato respiratorio en la colchonería ACOPASANTAL, las cuales se encuentran distribuidas en las siguientes áreas laborales de la colchonería:

Areas en la elaboración de colchones.	Porcentaje ACOPASANTAL
Limpieza de algodón y relleno de colchones	20%
Costura y relleno de colchones.	50%
TOTAL	70%

TABLA N° 6

6) Sí ha padecido alguna enfermedad respiratoria ¿Cuál de las siguientes? : tos, gripe, irritación de garganta o disnea.

Enfermedades respiratorias	Porcentaje ACOPASANTAL	Porcentaje CUSCATLÁN.
Gripe	0%	25%
Tos - gripe	10%	25%
Gripe - disnea	30%	0%
Gripe – irritación de garganta	10%	0%
Tos – irritación de garganta	0%	25%
Irritación de garganta	10%	0%
Gripe – irritación de garganta	10%	0%
Tos – gripe – irritación de garganta	10%	25%
TOTAL	70%	100%

TABLA N° 7

7) ¿Qué medidas de protección ocupa al fabricar los colchones?

Medida de protección	Porcentaje ACOPASANTAL	Porcentaje CUSCATLÁN.
Mascarilla o pañuelo	70%	100%
No usa ningún tipo de protección.	30%	
TOTAL	100%	100%

TABLA N° 8

En la colchonería CUSCATLÁN el 100% de trabajadores expresaron utilizar mascarilla o pañuelo al fabricar los colchones, aunque se encuentre deteriorada o en malas condiciones . El 70% de trabajadores que laboran en la colchonería ACOPASANTAL, que utilizan medidas de protección, se encuentran distribuidos en las siguientes áreas laborales de la colchonería:

Areas en la elaboración de colchones	Porcentaje ACOPASANTAL
Limpieza de algodón y relleno de colchones	10%
Costura y relleno de colchones.	30%
Laboran en más de tres áreas.	30%
TOTAL	70%

TABLA N° 9

El 30% de trabajadores que no utilizan ningún tipo de protección en la colchonería ACOPASANTAL se encuentran distribuidos en las áreas siguientes:

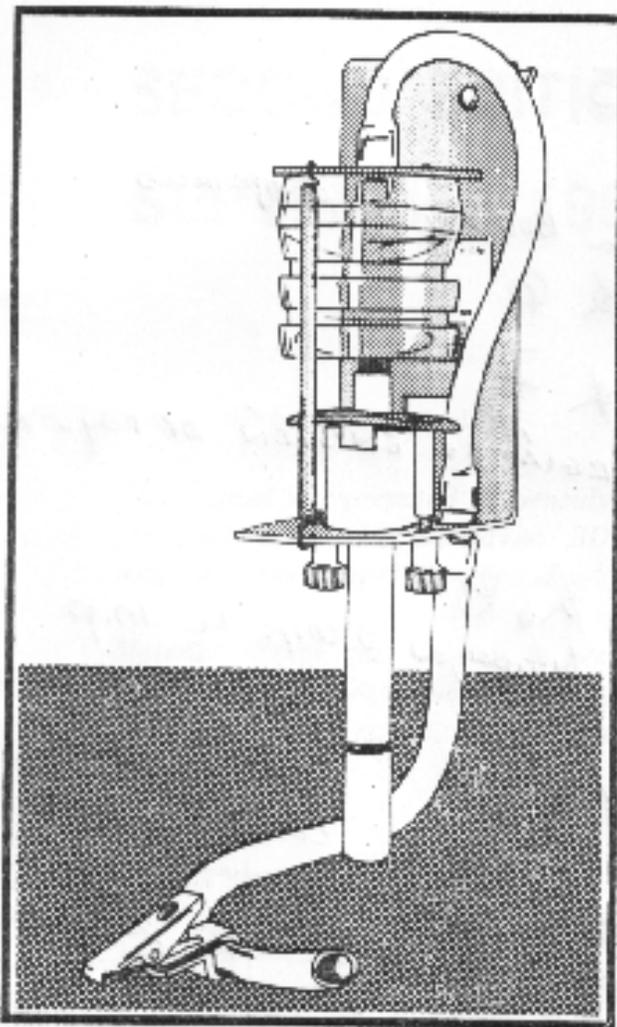
Areas en la elaboración de colchones	Porcentaje ACOPASANTAL
Limpieza de algodón y relleno de colchones	10%
Costura y relleno de colchones.	20%
TOTAL	30%

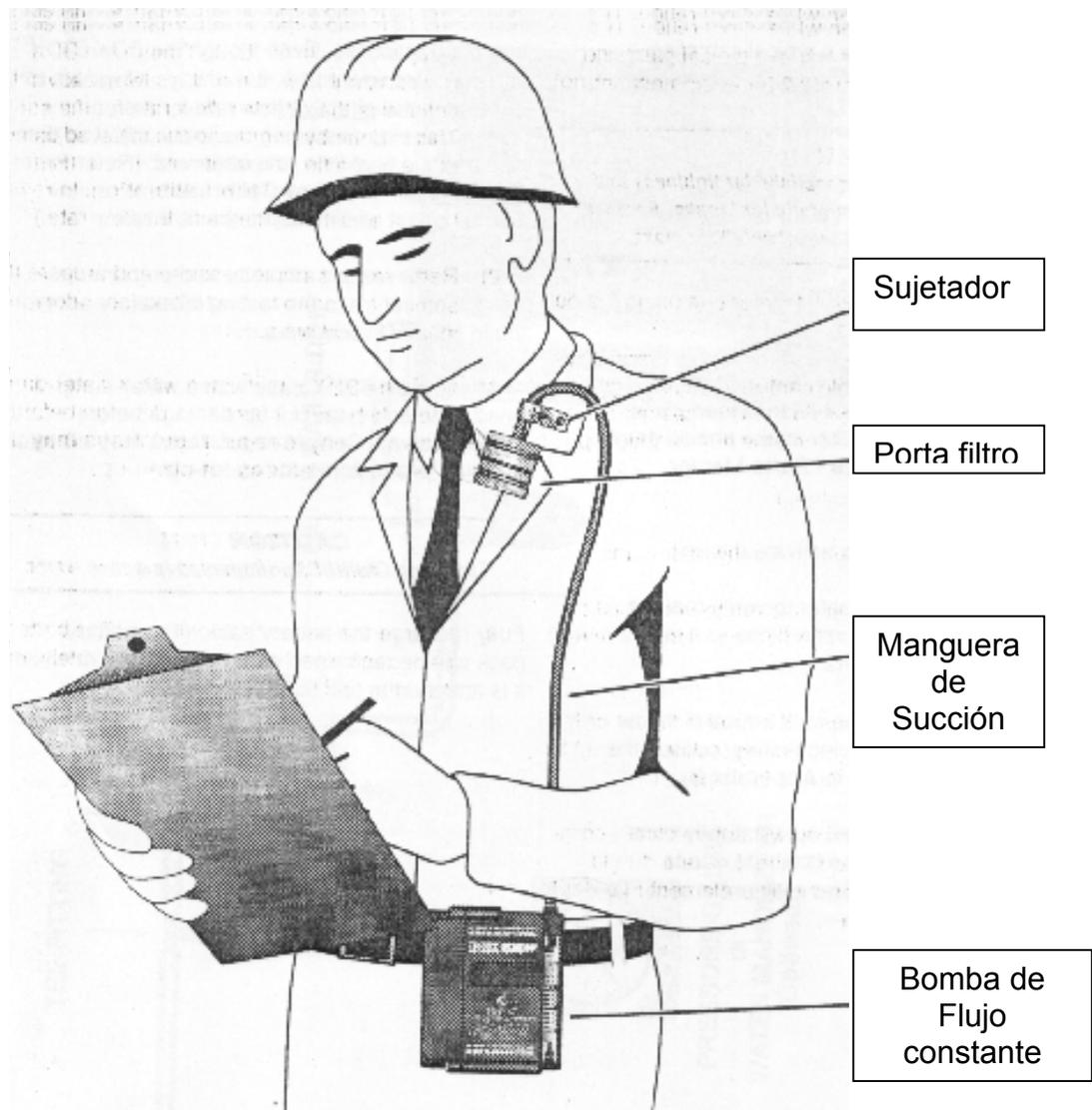
TABLA N° 10

Relacionando a los trabajadores que padecen de enfermedades respiratorias y no utilizan ninguna medida de protección en colchonería ACOPASANTAL.

Padecen de enfermedades respiratorias	Distribución de los trabajadores en las áreas de la colchonería	Porcentaje	No usan ningún tipo de protección (mascarilla o pañuelo)
70%	Limpieza de algodón y relleno de colchones	20%	10%
	Costura y relleno de colchones.	50%	20%

TABLA N° 11

ANEXO Nº 4**FIG. Nº 2****MUESTREADOR CICLÓNICO.**

ANEXO N° 5**FIG. N° 3****POSICIÓN DE LA BOMBA EN EL OPERARIO.**

ANEXO N° 6

**MEDICIONES, PROMEDIOS Y DESVIACIÓN ESTANDAR DE LOS ELEMENTOS
PRESENTES EN COLCHONERÍA ACOPASANTAL.**

Fecha de muestreo: 25 de abril del 2001.

* Los números: 27 y 36, son códigos puestos al azar para cada una de las muestras de aire recolectadas, las letras representan la fuente de excitación utilizada y el número siguiente es un código puesto al azar.

Código /elemento	Medición 1	Medición 2	Medición 3	Promedio	Desviación std
*27FE	C1	C2	C 3		
Cl	3.35E-03	3.30E-03	3.27E-03	3.30E-03	2.50E-05
S	5.80E-06	4.00E-06	4.20E-06	4.66E-06	3.65E-05
Ca	3.88E-06	3.75E-06	4.26E-06	3.96E-06	2.16E-07
*27CD					
Cl	3.24E-03	3.72E-03	3.24E-03	3.40E-03	2.26E-04
Fe	7.55E-05	7.05E-05	6.56E-05	7.05E-05	4.04E-06
*36FE3					
Cl	3.49E-03	3.60E-03	3.68E-03	3.59E-03	7.79E-05
S	5.80E-06	5.63E-06	5.90E-06	5.77E-06	2.45E-06
Ca	2.49E-05	2.42E-05	1.95E-05	2.28E-06	2.40E-06
*36CD1					
Cl	3.49E-03	3.60E-03	3.68E-03	3.59E-03	7.79E-05
Cu	1.32E-06		1.84E-06	1.58E-06	2.60E-07
As	1.41E-06	1.40E-06		1.40E-06	3.49E-07

Tabla N°12

**MEDICIONES, PROMEDIOS Y DESVIACIÓN ESTANDAR DE LOS ELEMENTOS
PRESENTES EN COLCHONERÍA CUSCATLÁN.**

Fecha de muestreo: 26 de abril del 2001.

* Los números: 34 y 4, son códigos puestos al azar para cada una de las muestras de aire recolectadas. Las letras representan la fuente de excitación utilizada y el número siguiente es un código puesto al azar.

Código /elemento	Medición 1	Medición 2	Medición 3	Promedio	Desviación std
*34FE	C1	C 2	C 3		
S	4.20E-06	4.11E-06	4.20E-06	4.17E-06	2.94E-05
*34CD					
Cl	7.54E-03	7.18E-03	6.83E-03	7.18E-03	2.90E-04
K	6.37E-05	6.43E-05	8.81E-05	7.20E-05	1.14E-05
*4CD1					
Cl	6.52E-03	6.55E-03	6.06E-03	6.37E-03	2.24E-04
Ca	6.18E-06	3.68E-06	5.91E-06	5.25E-06	1.48E-05
Fe	7.56E-06	7.06E-06	6.45E-06	7.02E-06	4.54E-06
K		6.94E-05	6.72E-05	6.83E-05	4.90E-06
*4FE1					
S	5.80E-06	4.00E-06	4.20E-06	4.66E-06	3.40E-05
Ca	6.18E-06	3.68E-06	5.91E-06	5.25E-06	1.12E-06

Tabla N° 13

**MEDICIONES, PROMEDIOS Y DESVIACIÓN ESTANDAR DE LOS ELEMENTOS
PRESENTES EN COLCHONERÍA ACOPASANTAL.**

Fecha de muestreo: 27 de abril del 2001.

*Los números: 46 y 57, son códigos puestos al azar para cada una de las muestras de aire recolectadas. Las letras representan a la fuente de excitación utilizada y el número siguiente es un código puesto al azar.

Codigo /elemento	Medición 1	Medición 2	Medición 3	Promedio	Desviación std
*46FE1	C 1	C 2	C 3		
S	4.10E-06	4.00E-06	4.00E-06	4.03E-06	1.55E-05
Cl	3.43E-03	3.45E-03	3.48E-03	3.45E-03	2.05E-05
Ca	1.97E-06	1.24E-06	1.00E-06	1.40E-06	4.12E-07
V	1.90E-06	1.90E-06	4.73E-06	2.84E-06	1.42E-07
*46CD					
Cl	3.74E-03	3.44E-03	3.57E-03	3.58E-03	1.23E-04
*57CD					
Cl	3.18E-03	3.40E-03	3.38E-03	3.32E-03	9.93E-05
*57FE					
Al	1.09E-06	1.08E-06	3.91E-06	2.02E-06	1.41E-04
Cl	3.06E-03	3.27E-03	3.22E-03	3.18E-03	8.96E-05
K	9.10E-06		7.29E-06	8.20E-06	9.05E-07
Ca	6.48E-06	8.11E-06	9.28E-06	1.96E-06	1.15E-06
S		4.80E-06	5.50E-06	5.15E-06	2.35E-06
Ti	5.79 E-06	6.27E-06	5.79E-06	5.95E-06	2.40E-08

Tabla N^o 14

**MEDICIONES, PROMEDIOS Y DESVIACIÓN ESTANDAR DE LOS ELEMENTOS
PRESENTES EN COLCHONERÍA CUSCATLÁN.**

Fecha de muestreo: 2 de mayo del 2001.

* Los números: 3 y 4, son códigos puestos al azar para cada una de las muestras de aire colectadas. Las letras corresponden a la fuente de excitación utilizada y el número siguiente es un código puesto al azar.

Codigo /elemento	Medición 1	Medición 2	Medición 3	Promedio	Desviación std
*3CD1	C 1	C2	C 3		
Cl	6.14E-03	5.84E-03	6.14E-03	6.04E-03	1.41E-04
S	3.50E-06	3.70E-06	4.10E-06	3.76E-06	7.36E-05
*4CD					
Cl	6.11E-03	5.84E-03	6.37E-03	6.10E-03	2.16E-04
NI	6.31E-06	3.56E-06		4.93E-06	4.25E-06
Cu	4.87E-06	5.80E-06	8.12E-06	6.26E-06	6.73E-06
*4FE					
S	5.60E-06	4.06E-06	4.00E-06	4.55E-06	5.99E-03

Tabla N^o 15.

ANEXO N° 7

TABLA DE ENERGÍA DE EMISIÓN DE RAYOS X.



PROYECTON BARRIA-TECH

Table of X-ray Emission Energies [keV]

atomic number	K _α	K _β	L _α	L _β	L _γ	L _{γ1}	L _{γ2}	L _{γ3}	M _α
1 H									
2 He									
3 Li									
4 Be									
5 B									
6 C	0.277								
7 N	0.392								
8 O	0.525								
9 F	0.677								
10 Ne	0.844								
11 Na	1.041	1.087							
12 Mg	1.253	1.295							
13 Al	1.486	1.553							
14 Si	1.739	1.829							
15 P	2.013	2.136							
16 S	2.307	2.464							
17 Cl	2.621	2.815							
18 Ar	2.957	3.190							
19 K	3.312	3.599							
20 Ca	3.690	4.012	0.341						
21 Sc	4.098	4.490	0.395	0.400	0.345				
22 Ti	4.508	4.931	0.452	0.459	0.407				
23 V	4.948	5.426	0.511	0.519	0.460				
24 Cr	5.411	5.892	0.573	0.583	0.520				
25 Mn	5.894	6.459	0.637	0.649	0.583				
26 Fe	6.389	7.057	0.705	0.718	0.652				
27 Co	6.924	7.689	0.778	0.793	0.721				
28 Ni	7.471	8.263	0.851	0.869	0.794				
29 Cu	8.040	8.894	0.930	0.950	0.870				
30 Zn	8.630	9.570	1.012	1.034	0.950				
31 Ga	9.241	10.292	1.098	1.123	1.030				
32 Ge	9.874	10.979	1.189	1.218	1.120				
33 As	10.530	11.722	1.282	1.317	1.215				
34 Se	11.207	12.492	1.379	1.419	1.313				
35 Br	11.907	13.287	1.480	1.526	1.418				
36 Kr	12.631	14.107	1.585	1.636	1.528				
37 Rb	13.373	14.956	1.694	1.752	1.645				
38 Sr	14.140	15.829	1.806	1.871	1.760				
39 Y	14.931	16.731	1.922	1.995	1.878				
40 Zr	15.744	17.660	2.042	2.124	2.002				
41 Nb	16.581	18.614	2.166	2.257	2.137				
42 Mo	17.441	19.600	2.293	2.394	2.276				
43 Tc	18.325	20.608	2.424	2.536	2.419				
44 Ru	19.233	21.646	2.558	2.683	2.568				
45 Rh	20.165	22.712	2.696	2.834	2.720				
46 Pd	21.121	23.806	2.839	2.990	2.876				
47 Ag	22.101	24.928	2.984	3.159	3.045				
48 Cd	23.106	26.081	3.133	3.316	3.202				
49 In	24.136	27.260	3.286	3.487	3.373				
50 Sn	25.191	28.467	3.443	3.662	3.540				
51 Sb	26.271	29.706	3.604	3.843	3.719				
52 Te	27.377	30.974	3.769	4.029	3.899				
53 I	28.508	32.272	3.939	4.220	4.079				
54 Xe	29.666	33.599	4.109	4.416	4.261				
55 Cs	30.851	34.961	4.285	4.607	4.446				
56 Ba	32.062	36.354	4.465	4.802	4.634				
57 La	33.299	37.771	4.650	5.001	4.832				
58 Ce	34.566	39.223	4.839	5.203	5.031				
59 Pr	35.860	40.711	5.033	5.408	5.239				
60 Nd	37.182	42.231	5.229	5.621	5.452				
61 Pm	38.532	43.783	5.432	5.840	5.671				
62 Sm	39.911	45.366	5.635	6.204	5.890				
63 Eu	41.320	46.987	5.845	6.455	6.098				
64 Gd	42.757	48.642	6.056	6.712	6.306				
65 Tb	44.226	50.325	6.272	6.977	6.521				
66 Dy	45.724	52.058	6.494	7.246	6.734				
67 Ho	47.253	53.813	6.719	7.524	6.947				
68 Er	48.813	55.606	6.947	7.809	7.161				
69 Tm	50.406	57.437	7.179	8.100	7.377				
70 Yb	52.030	59.322	7.414	8.400	7.592				
71 Lu	53.687	61.235	7.654	8.708	7.807				
72 Hf	55.367	63.183	7.899	9.021	8.021				
73 Ta	57.066	65.125	8.145	9.342	8.234				
74 W	58.786	67.140	8.396	9.671	8.446				
75 Re	60.548	69.189	8.651	10.009	8.657				
76 Os	62.347	71.298	8.910	10.354	8.867				
77 Ir	64.189	73.438	9.174	10.706	9.074				
78 Pt	66.074	75.618	9.441	11.069	9.279				
79 Au	68.017	77.840	9.712	11.440	9.482				
80 Hg	69.917	80.103	9.987	11.821	9.683				
81 Tl	71.874	82.407	10.267	12.211	9.883				
82 Pb	73.891	84.659	10.559	12.612	10.074				
83 Bi	75.971	86.959	10.857	13.021	10.264				
84 Po	78.115	89.281	11.129	13.445	10.451				
85 At	80.324	91.630	11.425	13.874	10.633				
86 Rn	82.597	94.000	11.725	14.313	10.811				
87 Fr	85.110	96.489	12.029	14.765	11.000				
88 Ra	87.719	100.113	12.338	15.233	11.199				
89 Ac	89.714	105.591	12.650	15.710	11.405				
90 Th	94.627	108.409	13.268	16.199	11.618				
91 Pa	97.131	111.281	13.612	17.217	11.837				
92 U	99.407	113.725	13.942	17.747	12.061				
93 Np	101.857	116.943	14.276	18.291	12.290				
94 Pu	104.431	120.350	14.615	18.849	12.524				
95 Am	107.139	122.733	14.953	19.399	12.763				
96 Cm	109.981	126.480	15.304	19.951	13.007				
97 Bk	112.969	127.794	15.652	20.557	13.256				
98 Cf									
99 Cr									



ANEXO N° 8.

Espectros de los elementos químicos obtenidos en las muestras de aire recolectadas.

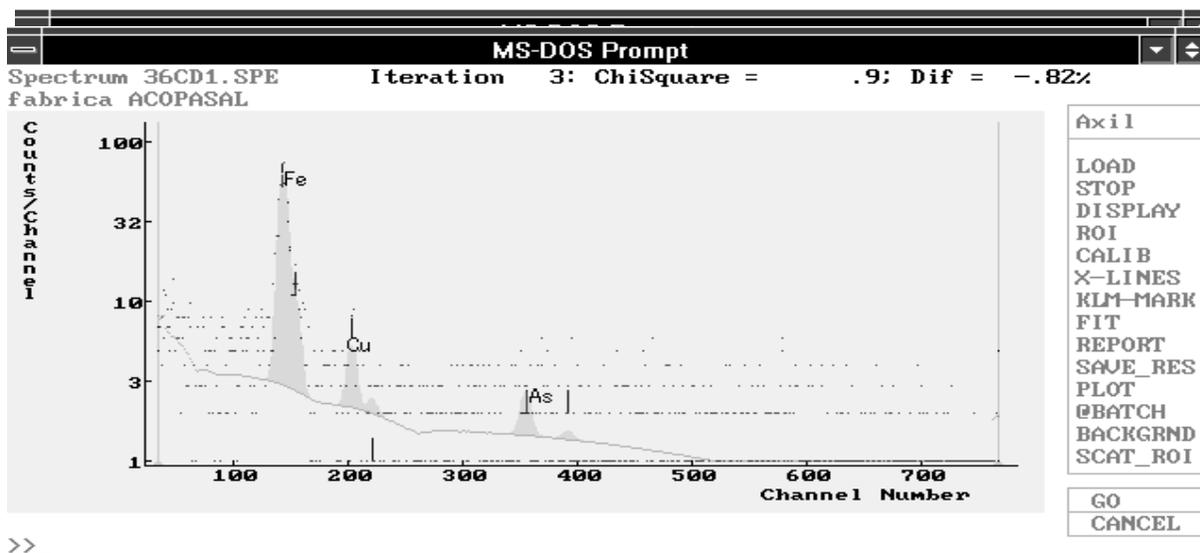
Espectro: Fábrica ACOPASANTAL.

Fecha de Muestreo: 25 de abril de 2001.

Tipo de muestra: Infinitamente Delgada.

Técnica Analítica: Fluorescencia de Rayos X.

Fuente de Excitación: Cd -109



Resultados :

Elemento	Cu	As
Concentración	1.58 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	1.40 $\mu\text{g}/\text{m}^3$

(Ver anexo N° 6, tabla N° 12)

El elemento cloro (Cl) no se reporta como elemento obtenido durante el muestreo ya que se analizó el filtro sin haberlo utilizado y se encontró dicho elemento (Ref. anexo N°11).

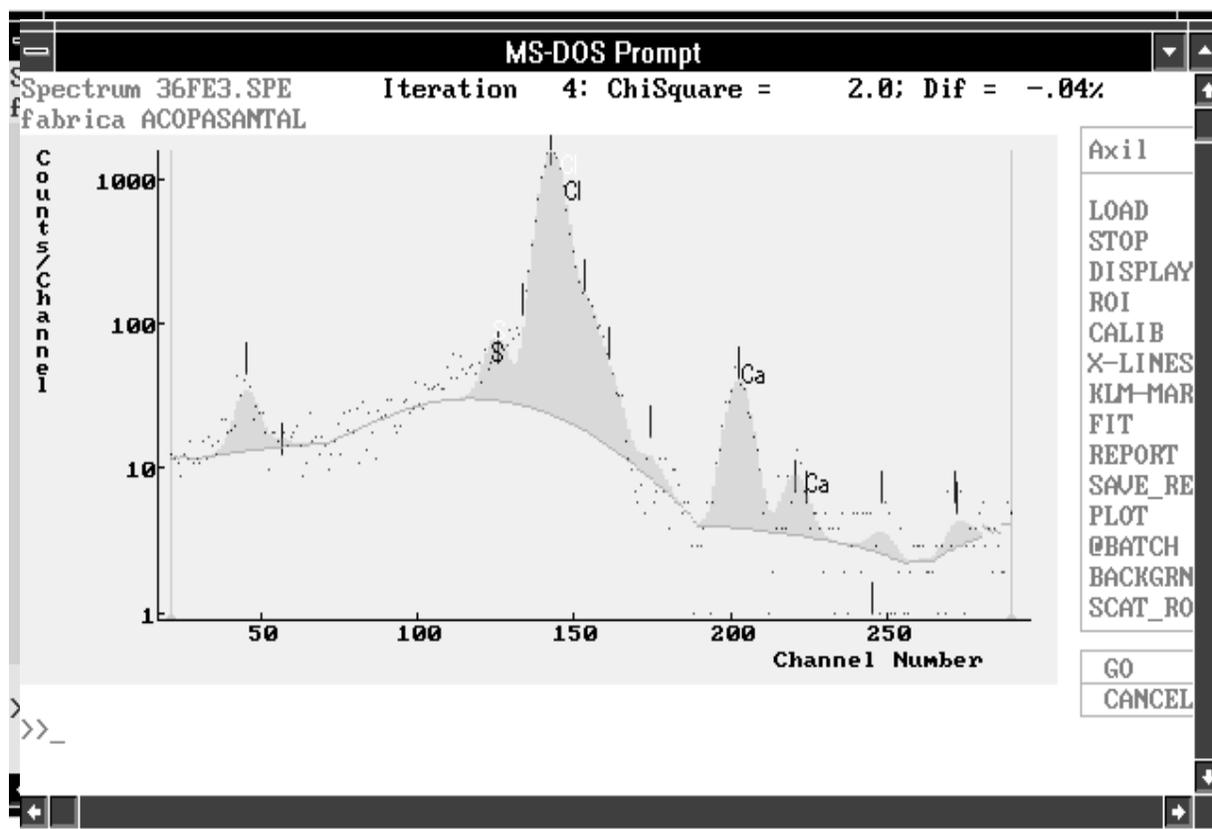
Espectro : Fábrica ACOPASANTAL

Fecha de Muestreo: 25 de abril de 2001.

Tipo de Muestra: Infinitamente Delgada.

Técnica Analítica: Fluorescencia de Rayos X.

Fuente de Excitación: Fe-55



Resultados :

Elemento	S	Ca
Concentración	5.77 ppm	2.28 ppm

(Ver anexo N° 6, tabla N° 12).

El elemento cloro (Cl) no se reporta como elemento obtenido durante el muestreo ya que se analizó el filtro sin haberlo utilizado y se encontró dicho elemento (Ref. anexo N°11)

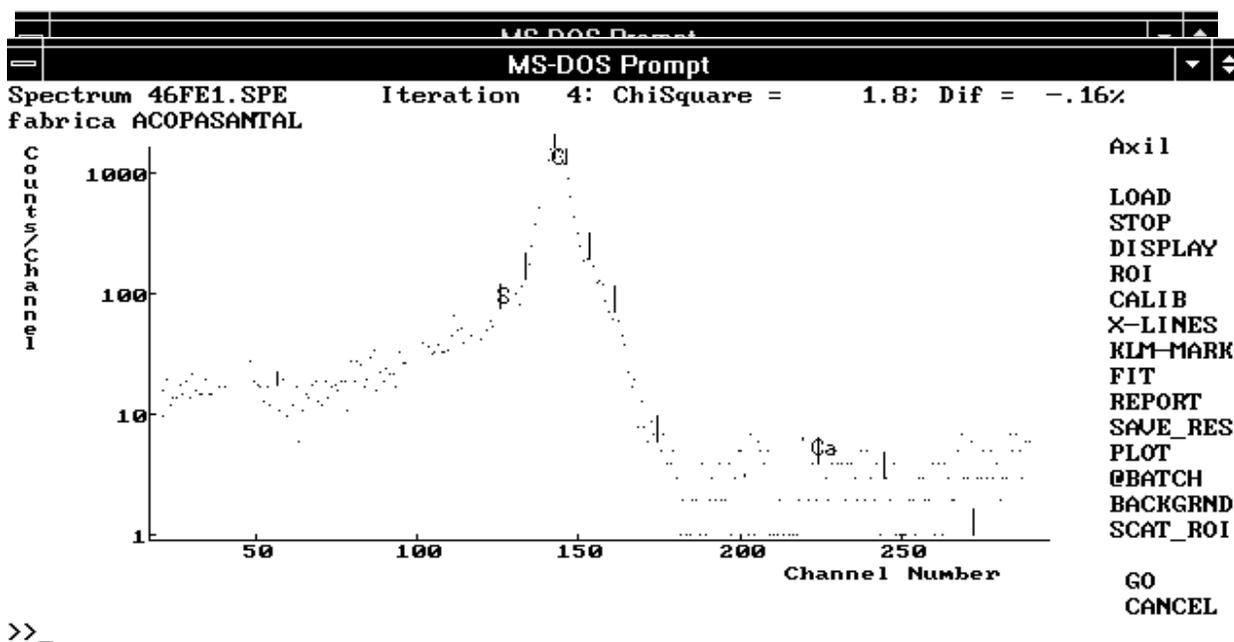
Espectro: Fábrica ACOPASANTAL.

Fecha de muestreo: 27 de abril de 2001.

Tipo de muestra: Infinitamente Delgada.

Técnica Analítica: Fluorescencia de Rayos X.

Fuente de Excitación: Fe-55.



Resultados :

Elemento	S	Ca
Concentración	4.03 ppm	1.40 ppm

(Ver anexo N° 6, tabla N° 14).

El elemento cloro (Cl) no se reporta como elemento obtenido durante el muestreo ya que se analizó el filtro sin haberlo utilizado y se encontró dicho elemento (Ref. anexo N°11)

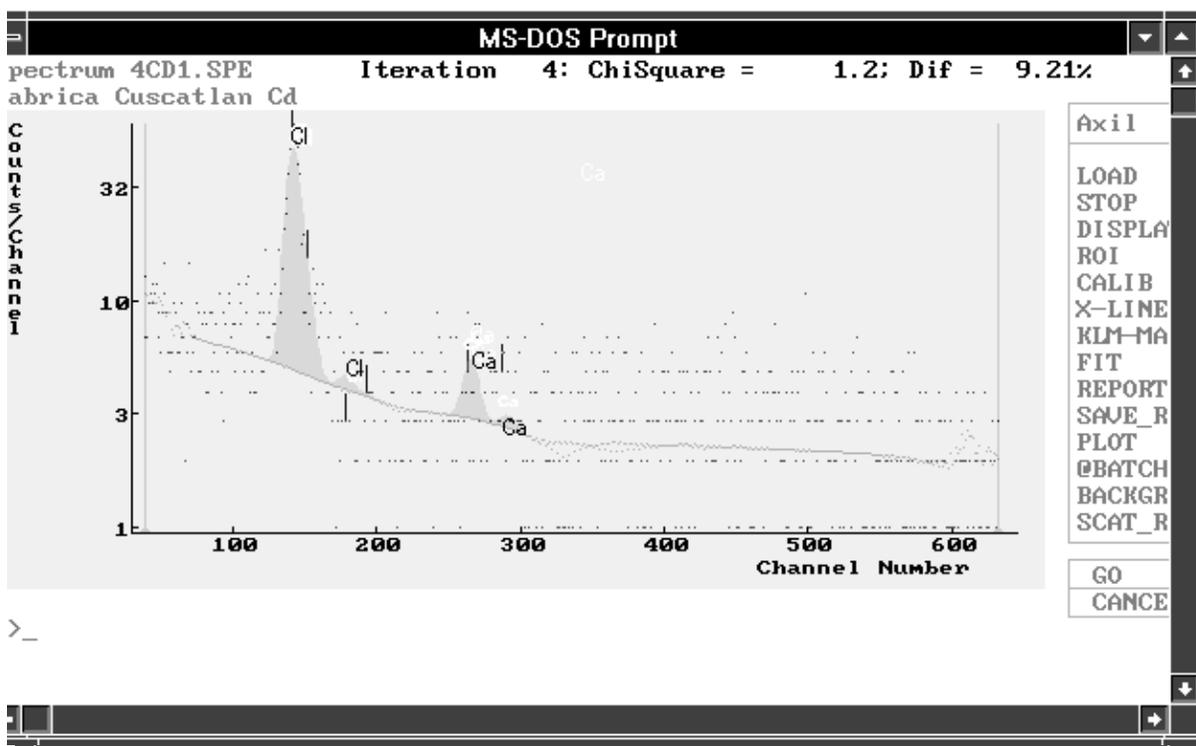
Espectro : Fábrica CUSCATLÁN

Fecha de Muestreo: 26 de abril de 2001.

Tipo de Muestra: : Infinitamente Delgada.

Técnica Analítica: Fluorescencia de Rayos X

Fuente de Excitación: Cd-109



Resultados :

Elemento	Ca
Concentración	5.25 $\mu\text{g}/\text{m}^3$

(Ver anexo N° 6, tabla N° 13).

El elemento cloro (Cl) no se reporta como elemento obtenido durante el muestreo ya que se analizó el filtro sin haberlo utilizado y se encontró dicho elemento (Ref. anexo N°11)

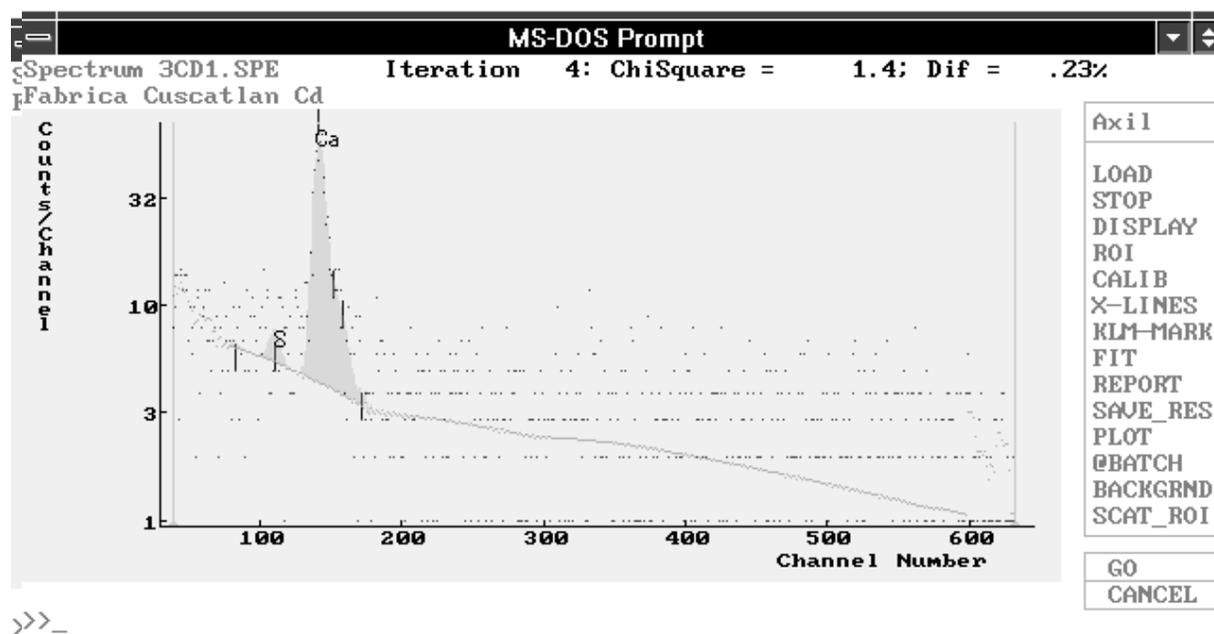
Espectro: Fábrica CUSCATLÁN.

Fecha de Muestreo: 2 de mayo de 2001.

Tipo de Muestra: : Infinitamente Delgada.

Técnica Analítica: Fluorescencia de Rayos x.

Fuente de Excitación: Cd-109



Resultados :

Elemento	S
concentración	3.76 ppm

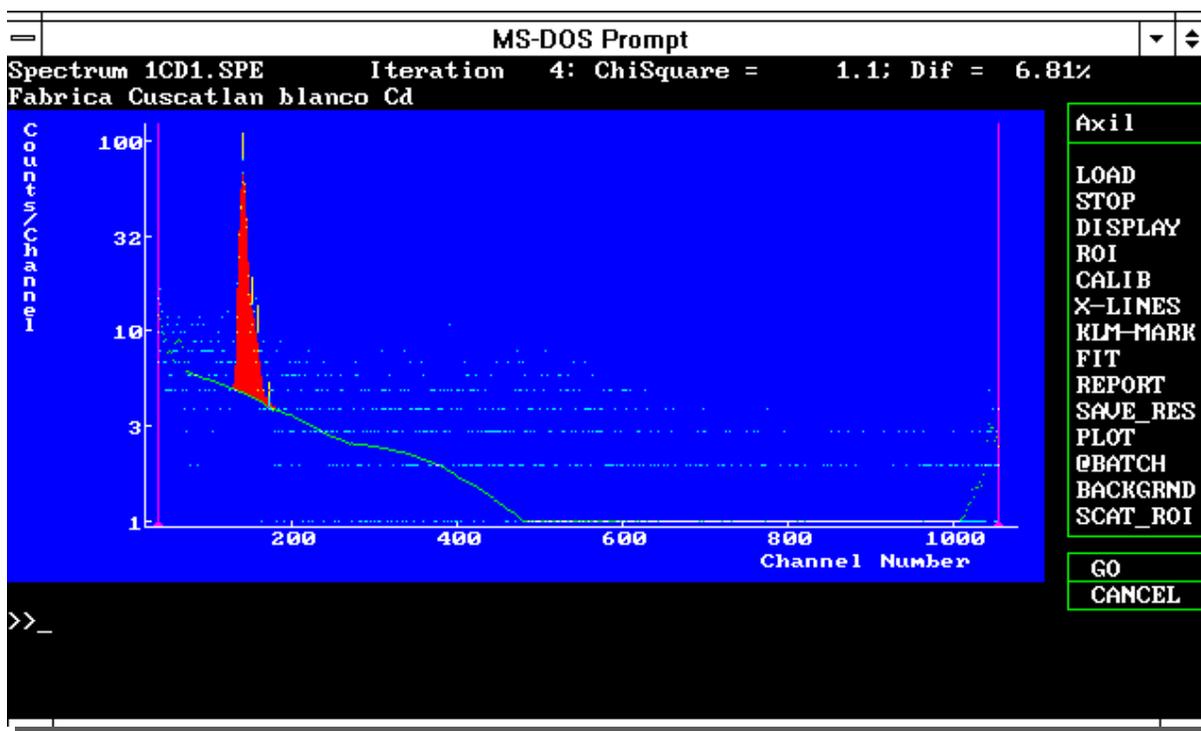
(Ver anexo N° 6, tabla N° 15).

El elemento cloro (Cl) no se reporta como elemento obtenido durante el muestreo ya que se analizó el filtro sin haberlo utilizado y se encontró dicho elemento (Ref. anexo N°11)

ANEXO N° 9**ÁREA DE LIMPIEZA O CORTE DE MATERIA PRIMA.**

ANEXO N ° 10**ÁREA DE RELLENO DE COLCHONES.**

ANEXO N °11

ESPECTRO DEL MEDIO DE COLECCIÓN OBTENIDO POR
FLUORESCENCIA DE RAYOS X.

Se encontró el elemento CLORO en el análisis del material colector (celulosa), sin haberlo utilizado para el muestreo .

ANEXO N° 12

CONDICIONES DE PRESIÓN Y TEMPERATURA OBTENIDAS EN COLCHONERÍA ACOPASANTAL.

N° de filtros utilizados	1	2	*3	4	5	*6
Temperatura (°c)	24.5	24.5	24.5	34.5	34.5	34.5
Presión (milibares)	956	956	956	951	951	951

- Los filtros N 3 y 6 fueron utilizados como blanco, para realizar los muestreos.

CONDICIONES DE PRESIÓN Y TEMPERATURA OBTENIDAS EN COLCHONERÍA CUSCATLÁN.

N° de filtros utilizados	1	2	*3	4	5	*6
Temperatura (°c)	22.5	22.5	22.5	24.5	24.5	24.5
Presión (milibares)	956	956	956	956	956	956

- Los filtros N 3 y 6 fueron utilizados como blanco, para realizar los muestreos.