



---

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DEL ESTADO DE MEXICO  
CENTRO UNIVERSITARIO UAEM ZUMPANGO  
LICENCIATURA EN ENFERMERÍA

ESTUDIO PARA DETECTAR LA PRESENCIA DE NEUMOCONIOSIS EN  
TRABAJADORES DE LA INDUSTRIA CEMENTERA 2008-2012.

## **TESIS**

PARA OBTENER EL TITULO DE:

LICENCIADA EN ENFERMERÍA

P R E S E N T A:

**GARCÍA SÁNCHEZ ANGÉLICA**

ASESOR: M. S. P. ANA MARIA OVIEDO ZUÑIGA  
REVISOR: LIC. ALEJANDRO MENDIETA VARGAS

ZUMPANGO, ESTADO DE MEXICO, OCTUBRE DEL 2013



Zumpango, Edo. México a 7 de Octubre de 2013

M.S.P. CLAUDIA RODRIGUEZ GARCIA  
COORDINADORA DE LA LICENCIATURA EN ENFERMERIA  
DEL CENTRO UNIVERSITARIO UAEM ZUMPANGO  
P R E S E N T E

Por medio de la presente me es grato informar que una vez efectuadas las observaciones y concluida la revisión correspondiente al trabajo de la tesis: **ESTUDIO PARA DETECTAR LA PRESENCIA DE NEUMOCONIOSIS EN TRABAJADORES DE LA INDUSTRIA CEMENTERA 2008-2012**. Elaborado por la pasante de Enfermería García Sánchez Angélica considerando que reúnen los requisitos necesarios para continuar con los trámites correspondientes previos a la presentación del examen profesional.

Sin otro particular, me despido de usted y aprovecho la ocasión para enviarle un cordial saludo.

Atentamente

  
LIC. ALEJANDRO MENDIETA VARGAS



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DEL ESTADO DE MÉXICO  
CENTRO UNIVERSITARIO UAEM ZUMPANGO

LICENCIATURA EN ENFERMERIA

ESTUDIO PARA DETECTAR LA PRESENCIA DE NEUMOCONIOSIS EN  
TRABAJADORES DE LA INDUSTRIA CEMENTERA 2008-2012.

**AUTORIZADO POR:**

M.S.P. CLAUDIA RODRIGUEZ GARCÍA  
COORDINADORA DE LA LICENCIATURA EN ENFERMERIA

**ASESOR:**

M.S.P. ANA MARIA OVIEDO ZUÑIGA

**REVISOR:**

  
LIC. ALEJANDRO MENDIETA VARGAS



*A Dios por haberme creado y hecho un ser pensante y darme una oportunidad aquí en la  
Tierra.*

*A mis padres por su apoyo para lograr hacer una carrera y tener una mejor vida.*

*A mi hijo y esposo por los momentos en que no estuve a su lado al hacer este proyecto,  
Eduardo te amo hijo.*

*A mí por luchar hasta alcanzar mis metas para disfrutar de las cosas importantes en la  
vida.*



## Índice

<b>Introducción</b>	<b>6</b>
<b>Justificación</b>	<b>8</b>
<b>Planteamiento del Problema</b>	<b>10</b>
<b>Hipótesis</b>	<b>11</b>
<b>Objetivos</b>	<b>12</b>
<b>Operacionalización de variables</b>	<b>13</b>
<b>Diseño Metodológico</b>	<b>14</b>

### Capítulo 1.

#### Antecedentes históricos de la industria cementera y proceso de elaboración del Cemento.

1.1 Definición del Cemento	16
1.2 Composición del Cemento	16
1.3 Tipos de Cementos	17
1.4 Materias primas utilizadas para elaborar Cemento	17
1.5 Etapas del proceso para elaborar Cemento	18

### Capítulo 2.

#### Aparato respiratorio

2.1 Anatomofisiología del aparato respiratorio	22
2.2 Función pulmonar	26
2.3 Mecanismos de depósito de partículas en las vías aéreas pulmonares	27
2.4 Respuestas biológicas del aparato respiratorio a los contaminantes atmosféricos	28
2.5 Efectos agudos y crónicos de la exposición ocupacional a polvos inorgánicos sobre la función pulmonar	31

### Capítulo 3. Neumoconiosis

3.1 Definición de Neumoconiosis	32
3.2 Etiología	34
3.3 Fisiopatología	36
3.4 Signos y Síntomas de la Neumoconiosis	38
3.5 Diagnóstico	39
3.6 Tratamiento	41
3.7 Complicaciones	42
3.8 Otros trastornos Broncopulmonares relacionados con el trabajo	42



**Capitulo 4. Protocolo de Enfermería para la valoración de Neumoconiosis en trabajadores expuestos a polvo de Cemento**

4.1 Reconocimiento y monitoreo de áreas con trabajadores expuestos a polvo en la industria cementera	44
4.2 Vigilancia a la salud de los trabajadores expuestos a polvo de Cemento	45

**Capitulo 5. NORMA Oficial Mexicana NOM-010-STPS-1999, Condiciones de seguridad e higiene en los centros de trabajo donde se manejen, transporten, procesen o almacenen sustancias químicas capaces de generar contaminación en el medio ambiente laboral**

5.1 Objetivo	51
5.2 Definiciones	51
5.3 Obligaciones del patrón	52
5.4 Obligaciones de los trabajadores	53
5.5 Reconocimiento	53
5.6 Control	55
<b>Cuadros y graficas</b>	<b>59</b>
<b>Interpretación{on y Análisis de Resultados</b>	<b>82</b>
<b>Conclusiones</b>	<b>89</b>
<b>Sugerencias</b>	<b>93</b>
<b>Bibliografía</b>	<b>95</b>
<b>Anexos</b>	<b>98</b>
<b>Instrumento</b>	<b>99</b>



## Introducción

La presente investigación se refiere al tema de la Neumoconiosis en la Industria Cementera que se define como la acumulación de polvo en los pulmones o bien el conjunto de Enfermedades pulmonares resultante de la inhalación y acumulación de polvo inorgánico o polvo de cemento.

Para que un trabajador desarrolle Neumoconiosis se deben de cumplir tres circunstancias; estar expuesto a polvo inorgánico, que el tamaño de la partícula sea menor de cinco micras y un tiempo de exposición prolongado.

En la Industria Cementera los trabajadores están expuestos a polvo inorgánico o bien a polvo de cemento, compuesto principalmente por sílice, aluminio, hierro y fierro, estos elementos están presentes en la materia prima utilizada para la fabricación del cemento como son caolín, arcilla, caliza, fluorita. El estado de Hidalgo se caracteriza por su riqueza de materiales y minerales y el establecimiento de diversas industrias cementeras que hacen uso de estos recursos. Los trabajadores de la Industria Cementera se exponen durante una jornada de trabajo de ocho horas a todos estos materiales y compuestos en todo el proceso de fabricación de cemento desde la extracción de los materiales, la trituración y almacenamiento.

El desarrollo de Neumoconiosis depende de la dosis y tamaño de partículas inhaladas y retenidas, cuando una partícula de polvo inorgánico tiene un tamaño de 0,5 a 5  $\mu\text{m}$  según la Norma de la Secretaría del Trabajo y Previsión Social NOM-010-STPS-1999, Condiciones de seguridad e higiene en los centros de trabajo donde se manejen, transporten, procesen o almacenen sustancias químicas capaces de generar contaminación en el medio ambiente laboral, éstas partículas se depositan en los alvéolos y en las pequeñas vías aéreas provocando lesiones irreversibles a nivel pulmonar. Es importante mencionar que en la mayoría de las Neumoconiosis son necesarios muchos años de exposición para que la enfermedad se desarrolle, entre diez y quince años como mínimo, es aquí donde surge el interés por conocer ¿Cuál es la presencia de la Neumoconiosis en trabajadores de la industria cementera del periodo 2008- 2012? Considerando que los trabajadores tienen un tiempo de antigüedad mayor a 19 años y las condiciones de trabajo están deterioradas.

En la búsqueda de encontrar la presencia o no de Neumoconiosis en los trabajadores de la Industria Cementera los signos y síntomas característicos de esta enfermedad son piezas clave para formular un diagnóstico, algunos de ellos presentes en los trabajadores como tos, dificultada para respirar al subir escaleras, sibilancias etc.

Enfermería juega un papel muy importante antes y durante el proceso de detección de Neumoconiosis ya que por medio de herramientas como la historia clínica laboral, exámenes o pruebas periódicas como radiografía de tórax y Espirometría le es posible identificar con oportunidad algún signo o síntoma presumible de Neumoconiosis en los trabajadores pero mejor aun desarrollar y establecer medidas o programas para la prevención de ésta enfermedad en la Industria Cementera.



El sustento científico del presente estudio está conformado en su marco teórico por cinco capítulos:

Capítulo 1. Antecedentes históricos de la industria cementera y proceso de elaboración del Cemento. Se describe la historia de la Industria Cementera, componentes del cemento y proceso de fabricación.

Capitulo 2. Aparato respiratorio. Se describe la anatomía y fisiología del aparato respiratorio para entender cómo afecta el polvo orgánico a las estructuras y funciones del mismo.

Capitulo 3. Neumoconiosis. Se define el concepto, tipos, signos y síntomas, patogenia de la Neumoconiosis así como las actividades de trabajo que la desencadenan.

Capitulo 4. Protocolo de Enfermería para la valoración de Neumoconiosis en trabajadores expuestos a polvo de Cemento. Se describe el papel de Enfermería para la intervención del proceso de detección y vigilancia de la salud de los trabajadores para la prevención de Neumoconiosis.

Capitulo 5. NORMA Oficial Mexicana NOM-010-STPS-1999, Condiciones de seguridad e higiene en los centros de trabajo donde se manejen, transporten, procesen o almacenen sustancias químicas capaces de generar contaminación en el medio ambiente laboral. Se describe los requisitos que debe de cumplir la Industria Cementera por generar y tener expuesto a trabajadores a polvo inorgánico o de cemento.



## Justificación

En México en el año 2004, el Instituto Mexicano del Seguro Social (IMSS) reportó los resultados de la evaluación de salud donde se calificaron 7811 Enfermedades de trabajo, de las cuales 662 fueron Neumoconiosis, durante el 2004, la Neumoconiosis predominó en el grupo de edad de 45 a 49 años, con 110 casos; todos estos en actividades relacionadas al trabajo con minerales; Arcilla, Caliza, Caolín Yeso entre otros. Los tres estados con mayor número de casos de Neumoconiosis en el 2004 fueron Coahuila con 250, Zacatecas con 106 e Hidalgo con 94, entidad donde se localiza la Industria Cementera en estudio, esta industria que hace uso de estos minerales para la fabricación de Cemento blanco proceso que genera alta concentración de polvos respirables a los que se exponen diariamente los trabajadores. Los trabajadores de la Industria Cementera se exponen de manera repetida y prolongada a polvo de Cemento blanco en diferentes áreas del proceso; mismas con una infraestructura deteriorada, improvisada y rudimentaria; elementos que suponen una probabilidad mayor de desarrollar Neumoconiosis o afectar la salud del trabajador. El motivo de consulta mas frecuente al servicio de Enfermería de la Industria Cementera son los padecimientos de tipo respiratorio, en particular tos, inflamación, irritación de garganta, infección y alergias, en su mayoría trabajadores que han laborado en estos ambientes laborales pulvígenos más de diez años.

De esta manera surge la sospecha e interés en profundizar sobre el efecto a la salud del polvo de Cemento blanco sobre los trabajadores expuestos y las medidas de prevención para una detección precoz, ya que la evolución natural de la Neumoconiosis es lenta: generalmente se sabe que se presentan las manifestaciones clínicas posterior a los cinco años de exposición, y cuando el nivel de exposición es bajo pueden tardar un periodo mayor sin embargo las lesiones desarrolladas a nivel pulmonar son irreversibles.

El interrogatorio por parte del personal de Enfermería Ocupacional es un instrumento fundamental para recabar información acerca de los antecedentes laborales de los trabajadores, cobra en estos casos más importancia, ya que puede constituir el primer dato indicativo de un posterior diagnóstico acertado. De ahí la importancia del papel de Enfermería industrial pues una de sus funciones primordiales es la prevención de Enfermedades en los trabajadores ya que es una población muy importante para la producción, sin embargo la medicina solo se ha preocupado por atender la patología que se adquiere dentro de su área de trabajo mas no por prevenir dicho padecimiento.



La valoración de Enfermería permite detectar oportunamente signos y síntomas de Neumoconiosis se obtendrán beneficios para la industria y los trabajadores, principalmente desde el punto de vista preventivo, con la disminución en la incidencia y prevalencia de Neumoconiosis, así como disponer de una estadística real acerca de la magnitud del problema que coadyuve a lograr disminuir tiempo y recursos, tanto en la realización de exámenes médicos, como el seguimiento, control y en caso necesario el tratamiento. Con todos esos aspectos, se logrará contribuir directamente a reducir los costos por Neumoconiosis en el Sistema de Salud del Estado de Hidalgo, derivadas de Enfermedades crónicas industriales de alto costo, motivo de ausentismo y esta relacionada como enfermedad incapacitante a largo plazo.

Las ventajas de realizar una valoración de Enfermería a los trabajadores son muchas entre ellas permitiría detectar Enfermedades profesionales en proceso de formación, contribuye al éxito de la aplicación de futuros programas preventivos ante las Enfermedades, facilita la detección de las áreas de influencia del factor de riesgo, se genera en el trabajador el sentimiento de protección por parte de la empresa, permitirá a futuro el control de la vigilancia epidemiológica, participa en la prevención de la enfermedad y el estudio permite mejoras ambientales y de protección al trabajador.



## Planteamiento del problema

La Neumoconiosis es una enfermedad profesional producida por la inhalación de polvo inorgánico derivado de diferentes procesos industriales, situación que puede generarse en una industria cementera. El Cemento es un material inorgánico y finamente pulverizado, producto de la fusión de materiales como la Sílice, el Aluminio, el hierro y el Calcio que al ser inhalado constantemente durante tiempo prolongado y sin protección respiratoria causa daños a nivel pulmonar.

En las áreas del proceso de fabricación de Cemento como Calcinación, Molienda, Envasado y Almacén de la Industria cementera en estudio laboran 69 trabajadores durante una jornada laboral de 8 horas diarias, las actividades que realizan son limpieza, supervisión y mantenimiento a equipos y maquinaria, lo cual implica exponerse al polvo que dependen estos equipos. Los trabajadores de la industria cementera en estudio con equipo de protección respiratoria sin embargo las áreas de trabajo de dicha empresa generan concentraciones de polvo respirables es decir un tamaño de 0,5 a 5 micras y que superan los límites máximos permisibles de diferentes minerales como el Caolín, Arcilla, Yeso entre otros. El Cemento blanco no causa Silicosis, debido a la ausencia de Sílice libre sin embargo, los trabajadores de la industria cementera en la producción de Cemento están expuestos a materias primas que contienen Sílice libre en distintos grados tales como la Caliza o Caolín.

Los trastornos del aparato respiratorio constituyen el grupo más importante de Enfermedades laborales en la industria del Cemento y son motivo de consulta frecuente en el servicio de Enfermería de la industria cementera. Los síntomas más frecuentes referidos por los trabajadores en la consulta al servicio de Enfermería son tos crónica seca o productiva, irritación de garganta y congestión nasal. Enfermería juega un papel muy importante pues además de realizar estudios que permiten la detección oportuna de la presencia de signos y síntomas presuntivos o definitivos por Neumoconiosis, valora de manera holística el estado de salud de cada trabajador por puesto de trabajo, detectando áreas de mejora y oportunidad para el manejo de Enfermedades en proceso de formación. La realización de estudios médicos no es suficiente para vigilar la salud de los trabajadores, se requiere de un seguimiento de los resultados. Por lo tanto la inquietud se enfoca en la siguiente interrogante. **¿Cuál es la presencia de la Neumoconiosis en trabajadores de la industria cementera del periodo 2008- 2012?**

Los resultados obtenidos del presente estudio pueden aportar una evidencia como punto de partida para la implementación a futuro de un programa enfocado a la detección oportuna de Enfermedades profesionales en especial la Neumoconiosis.



## **Hipótesis**

Los trabajadores de la industria cementera presentan Neumoconiosis.



## Objetivos

### Objetivo general

- Detectar la presencia de Neumoconiosis en trabajadores de Industria Cementera durante el periodo 2008-2012.

### Objetivo específico

- Evaluar la presencia de signos y síntomas presumibles de Neumoconiosis en trabajadores de Industria Cementera durante el periodo 2008-2012.



## Operacionalización de Variables

HIPÓTESIS	VARIABLE	DEFINICIÓN	TIPO DE VARIABLE	INDICADOR	ITEMS
<b>Los trabajadores de industria cementera presentan Neumoconiosis.</b>	Trabajadores	Es el género que identifica a la persona que vende su fuerza de trabajo bajo ciertas características y dependiendo de la naturaleza de su actividad	Cualitativa Nominal	Mecánico General Eléctrico General Operador de Molino Ayudante de Operación Operador de Horno Envasador de Cemento Operador de Equipo Móvil	2,4,6,15, 17.
	Industria cementera	Empresa dedicada a la fabricación de Cemento blanco.	Cualitativa Nominal	Taller Mecánico Trituración Molino de Crudo Horno Electrofiltro Secador de Caolín Molino de Cemento Envase de Cemento Blanco Envase de Mortero	1,2,12.
	Presencia	Existencia de algo.	Cuantitativa discontinua	Presencia de Neumoconiosis. Ausencia de Neumoconiosis.	13,18,19.
	Neumoconiosis	Enfermedad pulmonar producida por la inhalación y acumulación crónica de polvo, generalmente de origen mineral y de carácter ocupacional o ambiental.	Cualitativa nominal	Radiografía de Tórax: Normal Patológica Espirometría: normal restrictiva obstructiva mixta	13



## Diseño Metodológico

**Tipo de investigación:** Descriptiva

**Tipo de estudio:**

- **Observacional:** por qué se ve el comportamiento de la situación en estudio de forma natural en donde la gente actúa libre y normalmente, en donde la observación se puede realizar de manera discreta o abierta por medio de la observación personal o remota y en donde existe la ventaja de obtener la información de manera directa.
- **Retrospectivo** por que se registran datos que ocurrieron en el pasado, haciendo revisión de expedientes, archivos y otras fuentes de información.

**Tiempo de recolección de información:** Abril-Julio 2012

**Recursos materiales:**

- Hojas
- Copias
- Libros
- Computadora
- Transporte
- Internet

**Universo:** Todo el personal que labora en el grupo Industrial Cementero de la Bussines United México.

**Población:** 98 trabajadores que corresponden al total de empleados que trabajan en la Industria Cementera seleccionada.

**Muestra:** 68 trabajadores que corresponden al área de operación de la Industria Cementera seleccionada.

**Muestreo:** no probabilístico por conveniencia.

**Criterios de inclusión:**

- Trabajadores que laboren en la Industria Cementera.
- Trabajadores que hayan laborado durante el periodo 2008-2012.
- Trabajadores que acepten formar parte en el estudio.
- Trabajadores clasificados como área operativa.
- Trabajadores que cuenten con expediente clínico del periodo 2008-2012.



### **Criterios de exclusión:**

- Trabajadores que no laboren en la Industria Cementera seleccionada.
- Trabajadores que hayan ingresado antes del 2006 y trabajadores de nuevo ingreso.
- Trabajadores que cumplen los criterios de inclusión, pero no aceptan participar en el estudio.
- Trabajadores clasificados como área administrativa.

### **Criterios de eliminación:**

- Trabajadores que al momento de realizar la Espirometría presenten alguna enfermedad respiratoria.
- Todo trabajador que cumpla con los criterios de inclusión pero no tenga expediente clínico elaborado.
- Todo trabajador que tenga expediente clínico pero la información correspondiente al periodo 2008-2012 se encuentre ausente o incompleto.

### **Instrumentos de recolección de la información:**

- Instrumento No.1 Historia Clínica Laboral 2008, 2009, 2010 y 2012 anual (personal).
- Instrumento No. 2:
  - Estudios de gabinete:
    - a) Espirometría: 2008, 2009, 2010 y 2012 anual.
- Instrumento No. 3:
  - a) Rayos x (Radiografía de Tórax): 2008, 2009, 2010 y 2012 anual.

**Nombre del autor:** Angélica García Sánchez

**Nombre del asesor de tesis:** Ana María Oviedo Zúñiga



## **Marco teórico.**

### **Capítulo 1. Antecedentes históricos de la industria cementera y proceso de elaboración del Cemento.**

Esta empresa, cuenta con más de 50 años en la fabricación del Cemento blanco, y nueve años con la fabricación de Cemento gris, inicia operaciones en los años 40's en el Zócalo de Tlalnepantla en el estado de México, Fue en el año de 1945 cuando se inicia la construcción de una empresa cementera en Hidalgo y en el año de 1947 inicia operaciones y cuando se logra una producción de 100 toneladas diarias de Cemento concluye operaciones la empresa ubicada en Tlalnepantla, a partir de mediados de 1996, se inició con la fabricación del Cemento gris. Esta Industria Cementera es una empresa con infraestructura rudimentaria. Durante este tiempo “no se proporcionaba equipo de protección respiratoria a los trabajadores”.

#### **1.1. Definición del Cemento.**

El Cemento se define como un material inorgánico y finamente pulverizado, producto de la fusión de materiales arcillosos y piedra calcárea, generalmente conocido como Clinker; el cual es mezclado con un agente retardante del fraguado (Yeso hidratado) y agua obteniendo la propiedad de fraguar y endurecer, conservando su resistencia y estabilidad.

Los Cementos pertenecen a la clase de materiales denominados Aglomerados Hidráulicos. Esta denominación comprende aquellos aglomerados que se endurecen una vez mezclados con el agua y al mismo tiempo resistencia a ésta.

#### **1.2. Composición del Cemento.**

Las composiciones varían de acuerdo al tipo de Cemento que se pretenda producir. Dado que cada Cemento requiere de características propias, los componentes principales no cambian, lo que varía es la cantidad requerida de estos, la forma y condiciones de la fusión dentro del horno y los materiales agregados para generar Cemento. Los cuatro principales elementos componentes del Cemento son: la Sílice, el Aluminio, el Hierro y el Calcio, los cuales son materiales que se muestran en abundancia dentro de la corteza terrestre, a excepción del Oxígeno, dichos elementos se presentan generalmente en forma de Óxidos.



### 1.3. Tipos de Cementos.



Los *Cementos hidráulicos* están formados principalmente por silicatos, ferro-aluminatos y aluminatos de Calcio; que se clasifican en el mercado como Cementos naturales, Cementos aluminosos y Cementos sílico-calcáreos.

**a) Cementos naturales:** Es una mezcla natural de Sílice, Aluminio, Hierro y Cal pura, esta clase de Cementos es muy rara.

**b) Cementos aluminosos:** Llamados también fundidos o superaluminosos. Son una mezcla de 1:1 de Caliza y Bauxita, este tipo de Cemento no es usual en México, existen plantas en Europa que lo fabrican y hay demasiado interés por su introducción dentro de nuestro país.

**c) Cementos sílico-calcáreos:** comprenden el Cemento Pórtland, el Cemento Puzolánico y el de altos hornos; son aquellos que en su composición química contienen un alto porcentaje de Óxido de Sílice, así como de Óxido de Calcio combinado, formando lo que se les denomina compuestos probables del Cemento.

### 1.4. Materias primas utilizadas para elaborar Cemento.

#### 1.4.1 Materias primas usadas en el proceso del Cemento blanco.

El Cemento Pórtland consiste en más del 70% de silicatos de Calcio y adicionalmente de aluminatos y ferro aluminatos. Los elementos de Calcio, Silicio y Aluminio son la base de su fabricación encontrándose estos en la naturaleza en formaciones de rocas ígneas y sedimentarias. Estas rocas no contienen elementos puros, si no combinaciones de ellos de tal manera que el Calcio se encuentra combinado con pequeñas cantidades de Silicio y Aluminio, principalmente además de otros elementos como el Fierro, Magnesio, Potasio y otros en pequeñas cantidades.

#### a) Caliza $\text{CaCO}_3$

La Caliza constituye una de las materias primas esenciales en la elaboración del Cemento, de ahí que su obtención se realice por medio de la explotación racional de los yacimientos o donde se efectúa la mayoría de los casos bancos a cielo abierto por medio de tronadas. La roca Caliza es la materia prima principal para la obtención del Cemento Pórtland.

Esta contiene un componente principal Óxido de Calcio, Óxido de Sílice, Óxido de Aluminio, Óxido de Fierro, y Óxido de Magnesio. Cuando se calcina (se lleva a alta temperatura) da lugar a cal.

#### b) Caolín Aluminato de Silicio

El Caolín es un Silicato de Aluminio Hidratado, producto de la descomposición de rocas feldespáticas principalmente. El término Caolín se refiere a Arcillas en las que predomina el mineral caolinita; es la segunda materia prima de mas concentracion el la elaboracion de



Cemento blanco después de la Caliza aporta dos componentes principales que son la Sílice y el Aluminio.



### c) Fluorita $\text{CaF}_2$ .

La **Fluorita** es un mineral formado por la combinación de Calcio y Fluor, de fórmula  $\text{CaF}_2$ . Cristaliza en el sistema cúbico. El uso principal de la Fluorita ha sido la producción de Ácido fluorhídrico, es un flujo común en la fundición de acero. En el Proceso del Cemento esta actúa como catalizador ya que ayuda a acelerar las reacciones químicas presentadas en el horno de calcinación, además a disminuir los índices de Fierro presentado en la harina cruda.

## 1.5 Etapas del proceso para elaborar Cemento

### a) Extracción de Caliza.

La Caliza se extrae de canteras que se encuentran cerca de las plantas, las cuales se explotan en forma de escalones o bancos descendentes previendo el control de la contaminación, polvo, ruidos y vibraciones. Una de las principales fases en la explotación es la barrenación, que consiste en realizar orificios de 12 cm de diámetro y 8 a 10 metros de largo. La siguiente fase es la detonación, que se efectúa al colocar dentro de cada orificio explosivo, que normalmente pueden hasta derribar las paredes de roca en 7 metros alrededor. Para obtener la piedra Caliza se llevan a cabo los procesos que a continuación se describen:

- Selección del banco de piedra Caliza.
- Trazo de plantilla
- Preparación del equipo para hacer las perforaciones.
- Preparación para realizar la voladura.

### b) Trituración.

La roca Caliza representa la materia prima principal en la elaboración del Cemento. Esta contiene como componentes principales: Óxido de Sílice, Óxido de Aluminio, Óxido de Fierro, Óxido de Calcio, Óxido de Magnesio.

Esta materia prima es obtenida de una cantera propia de la empresa que se localiza aproximadamente a unos 2 kilómetros de distancia del área que conforma la planta. La trituración se realiza por medio de quebradoras en donde se reduce de tamaño el material hasta obtener una grava de  $\frac{3}{4}$ ". Este material se transporta por medio de vehículos de carga hasta los patios de almacenamiento ubicados en la planta. La Arcilla la obtenemos de bancos propios y cercanos a la compañía.

Después que se tienen los materiales adquiridos y con la ayuda de un trascabo se alimentan conjuntamente en una tolva en donde el material posteriormente cae a una trituradora primaria.



El material es reducido de tamaño en esta etapa ya que de 15” a 3”, y se deposita en una banda que lo transporta a un quebrador de martillos. El producto que se obtiene después de esta etapa es un material que varía de 3/4” polvo, este se descarga a un elevador de cangilones, el cual lo transporta hasta una criba en donde existe una separación de material fino y grueso. El material fino se deposita en vehículos de transporte y el material grueso es retornado a la quebradora para volverlo a procesar.

**c) Almacenamiento.**

En relación a la superficie necesaria, los parques circulares de almacenamiento y prehomogeneización tienen mayor capacidad de almacenamiento que los parques longitudinales. La versión circular conviene, además, por sus menores costes de obra civil, menores recorridos de transporte y una menor inversión en equipos mecánicos y eléctricos.

El almacenamiento de materias primas y prehomogeneización se ha convertido en un procedimiento Standard en la fabricación de Cemento. Para la prehomogeneización de los diversos componentes de materia prima o de sus mezclas se forman parvas de material a granel con ayuda de cintas apiladoras o carros de descarga. La cinta apiladora trabaja mayormente a cielo abierto y forma las parvas según el método. Los rascadores de puente que trabajan en la parte frontal de la parva consiguen los mayores efectos de mezcla y prehomogeneización. Cuando las necesidades de homogeneización son menores se utilizan con éxito rascadores que trabajan longitudinalmente a la parva.

Las materias primas y son transportadas por regla general a los parques de almacenamiento y prehomogeneización mediante cintas transportadoras, siendo alimentados desde allí directamente a los molinos o a las tolvas de dosificación.

- **Fabricación del Cemento blanco.**

Molienda de harina cruda para Cemento blanco.

Se le denomina Harina Cruda al material originado por la mezcla de Caliza, Caolín y Fluorita en las pesadoras; que posteriormente se introduce dentro del molino de crudo, por medio de un sistema de Dosificación, con el fin de reducir el tamaño de partícula; que esta en función de la homogeneización a derramar. Se controla sobre el tamaño de partícula en malla 90.

- **Dosificación de Materias primas para crudo blanco.**

<b>Caliza</b>	<b>79.85%+</b>
<b>Caolín</b>	<b>20%</b>
<b>Fluorita</b>	<b>.15%</b>

Como se sabe la moliendabilidad es la propiedad física que tienen los materiales y esta consiste en la facilidad que presentan para ser reducidos de tamaño (casi polvo. Dicha



propiedad se relaciona con la dureza del material, pero depende principalmente de su estructura molecular. El crudo al salir un casi polvo fino el cual cae a un elevador que lo lleva a un separador cuya función es de separar el material en tres tipos:



1. - Material con una alta finura que se envía directamente a los silos de almacenamiento de crudo.
2. - Material con cierta finura, pero que debe pasar a los molinos secundarios para lograr más finura y al igual que el otro se envíe a los silos.
3. - Material grueso que por medio de un retorno es devuelto al molino primario para procesarlo nuevamente.

El material que se envía a los molinos secundarios al salir de estos cae al mismo elevador que los conduce hasta el separador nuevamente, y así enviarlo a los silos. Por su parte el material que se regresa al molino primero recorre los mismos pasos que el material anterior.

#### **d) Calcinación.**

El Clinker del Cemento se forma cuando una materia prima (Caliza y Arcilla), molida e íntimamente mezclada, sigue un proceso de calcinación en hornos, estos pueden ser verticales como rotatorios a temperaturas que van de 1,400 °C. A 1,600|°C.

Una vez que el crudo es depositado en los silos de almacenamiento es enviado por medio de bombas fuller al precalentador que cuenta con varias etapas de calentamiento. Los gases arrastran el material por las diferentes etapas. Esta choca con las paredes de los ciclones creando un efecto centrífugo formando remolinos, los gases se separan del polvo. Por medio de un ventilador que envían a la torre de enfriamiento y después al filtro electrostático donde se capturan las partículas que no deben salir a la atmósfera. Durante el recorrido por las etapas los gases efectúan un intercambio de color con el crudo y en pocos instantes este adquiere una temperatura alta en donde posteriormente introduce al horno rotatorio en donde a través de mayores temperaturas sufre un proceso de descarbonatación. El horno rotatorio consta de tres etapas:

- Etapa de calentamiento
- Etapa de calcinación
- Etapa de enfriamiento

En la primera etapa el horno emplea refractarios de baja alúmina, debido a que no existen temperaturas altas, en la segunda etapa se emplean refractarios de alta alúmina y los llamados básicos (Magnesita-Cromita), que son de alta resistencia a las temperaturas. Referente a la última etapa se utilizan refractarios de baja Sílice y baja alúmina. La temperatura dentro del horno va cambiando gradualmente conforme pasa por las tres etapas del horno, alcanzando una temperatura máxima a los 1,800 ° C., en la etapa de calcinación.



A unas temperaturas de 1,800 °C., el crudo y todos los compuestos químicos se funden y forman el material Clinker.



Después de que el Clinker sale del horno cae a una rastra en donde se le agrega agua para enfriarlo un poco. Finalmente es transportado al almacén donde se almacena el material en una tolva. Posteriormente de esta serán alimentados los molinos de Cemento. Es necesario señalar que existen patios de almacenamiento de Clinker con el fin de tener reservas en el caso de ser necesario.

### Dosificación para Cemento.

<b>Clinker</b>	<b>88%</b>
<b>Calcita</b>	<b>5%</b>
<b>Yeso</b>	<b>7%</b>

Clasificar el material que cumple con las especificaciones de finura y enviarlo directamente a los silos de envase y embarque. Por medio de bombas fuller a base de una gran presión el material es enviado a los silos de envase en donde posteriormente se envasa y se embarca.

#### e) **Envasado.**

Una vez que el producto llega a su etapa final convertido ya sea en Cemento gris o blanco es almacenado en sus respectivos silos de concreto los cuales tiene una capacidad aproximada de 540 toneladas. El material es descargado de los silos a un transportador helicoidal para que este alimente a una bomba de gusanillo marca fuller la cual puede enviar el Cemento ya sea a las tolvas en donde se carga el Cemento a granel, o es enviado a las tolvas primaria y secundaria para que vallan alimentando a la envasadora manual de cuatro boquillas para la presentación en sacos de 50 Kg. Estos sacos son transportados por medio de unas bandas transportadoras llamadas boas hasta las plataformas del trailer, en donde son estibados para su transporte.

## Capítulo 2. Aparato respiratorio.

### 2.1 Anatomofisiología del aparato respiratorio.

El aparato respiratorio consta de nariz, faringe (garganta), laringe, tráquea, bronquios y pulmones. En lo estructural, se divide en dos porciones:

1. Vías respiratorias superiores, que comprenden la nariz, faringe y estructuras acompañantes.
2. Vías respiratorias inferiores, que incluyen la laringe, tráquea, bronquios y pulmones. Su principal función es llevar el oxígeno (O<sub>2</sub>) hasta la región de intercambio de gases del pulmón, donde el oxígeno puede difundir hasta y a través de las paredes de los alvéolos para oxigenar la sangre que circula por los capilares alveolares en función de las necesidades, dentro de unos amplios límites de trabajo o de actividad.



Además, el aparato respiratorio también debe:

1. Eliminar un volumen equivalente de dióxido de carbono, que entra en los pulmones desde los capilares alveolares.
2. Mantener la temperatura corporal y la saturación de vapor de agua en el interior de las vías aéreas pulmonares (para mantener la viabilidad y las capacidades funcionales de las células y los líquidos de la superficie).
3. Mantener la esterilidad (para prevenir las infecciones y sus consecuencias adversas).
4. Eliminar el exceso de líquidos y productos de desecho de la superficie, como partículas inhaladas y células fagocíticas y epiteliales senescentes. Debe cumplir todas estas exigentes tareas de forma continua durante toda la vida, y hacerlo de manera muy eficaz en términos de rendimiento y utilización de la energía.

Desde el punto de vista funcional, este aparato también se divide en dos partes:

1. La porción de conducción, que forman un conjunto de cavidades y conductos conectados entre sí, fuera y dentro de los pulmones (nariz, faringe, laringe, tráquea, bronquios, bronquiolos y bronquiolos terminales), los cuales filtran, calientan, humectan y conducen el aire hacia los pulmones.
2. La porción respiratoria, formada por los tejidos pulmonares en los que ocurre el intercambio gaseoso, a saber, bronquiolos respiratorios, conductos y sacos alveolares, así como alvéolos; estos últimos constituyen el sitio principal de intercambio gaseoso entre el aire y la sangre. El volumen de la conducción en adultos es de unos 150ml y el de la porción respiratoria, de cinco a seis litros.

#### **a) Nariz.**

La nariz se divide en las porciones interna y externa. Esta última está formada por una estructura de sostén de hueso y cartílago hialino, cubiertos con músculos, piel y revestimiento de mucosa. La estructura ósea de la nariz consta de hueso frontal, nasal y maxilares superiores.

Cuando el aire entra por los orificios anteriores de la nariz, pasa primero por el vestíbulo, que tiene revestimiento de piel provista de pelos gruesos, los cuales sirven para filtrar partículas de polvo grandes. Cuando se inspira el aire, la sangre de los capilares calienta el flujo turbulento en los cornetes y meatos. El moco que secretan las células calciformes humecta el aire ya trapa las partículas de polvo. El drenaje proveniente de los conductos lacrimonasales y, quizá, las secreciones de los senos paranasales, también ayudan a humectar el aire. Los cilios mueven el moco y las partículas de polvo atrapadas hacia la faringe, donde se pueden deglutir o escupir, con lo que se extraen partículas del aparato respiratorio.



### **b) Faringe.**

La faringe o garganta es un conducto ahusado de unos 13 cm. de longitud que se inicia en los orificios posteriores de la nariz y llega hasta el nivel del cartílago cricoides, el más inferior de la laringe. La laringe constituye un conducto para el paso del aire y alimentos, una cámara de resonancia para la voz y el sitio donde se alojan las amígdalas, que participan en respuestas inmunitarias contra microbios invasores.

Se divide en tres regiones anatómicas:

- Nasofaringe
- Bucofaringe
- Laringofaringe o hipofaringe.

### **c) Laringe.**

La laringe es un conducto corto que conecta la laringofaringe con la tráquea. Se ubica en la línea media del cuello, por delante de las vértebras cervicales C4 a C6. La laringe tiene revestimiento de epitelio escamoso estratificado y no queratinizado en plano superior a las cuerdas vocales. Por debajo de ellas, su epitelio es cilíndrico ciliado pseudoestratificado que consta de células cilíndricas ciliadas, células calciformes y basales. Su mucosa ayuda a atrapar el polvo no retenido en las vías respiratorias superiores desplazan el moco y partículas atrapadas en él hacia abajo, en dirección a la faringe, mientras que los de las vías respiratorias inferiores lo hacen hacia arriba, también a la faringe.

### **d) Tráquea.**

Se trata de un conducto tubular por el que fluye aire, tiene unos 12 cm. de longitud y 2.5 cm. de diámetro. Se localiza por delante del esófago y abarca desde la laringe hasta el nivel del borde superior de la vértebra T5, donde se divide en los bronquios primarios derecho e izquierdo.

Las capas que integran la pared traqueal, de la más profunda a la superficial son:

1. Mucosa
2. Submucosa
3. Cartílago hialino
4. Adventicia



Esta última consta de tejido conectivo areolar. La mucosa de la tráquea se compone de una capa de epitelio cilíndrico ciliado pseudoestratificado y otra subyacente de lámina propia, que incluye fibras elásticas y reticulares. El epitelio brinda la misma protección contra el polvo que la membrana de revestimiento de la nariz y laringe. La submucosa es tejido conectivo areolar formado por glándulas seromucosas y sus conductos.

#### **e) Bronquios.**

En el borde superior de la vértebra T5, la tráquea se bifurca en los bronquios primarios derecho e izquierdo, que se dirigen a los pulmones respectivos. El bronquio primario derecho es más vertical, corto y ancho que el izquierdo. En consecuencia, los objetos bronco aspirados tienden a entrar por este conducto y alojarse en él con mayor frecuencia que en el izquierdo.

En el punto donde la tráquea se divide en los bronquios derecho e izquierdo, existe un reborde interno, la carina, que se forma con una proyección posterior y un tanto inferior del último cartílago traqueal. La mucosa de la carina es una de las áreas más sensibles de la laringe y tráquea que desencadena el reflejo de la tos. Después de entrar en los pulmones, los bronquios primarios se subdividen en otros más pequeños, los bronquios secundarios, uno para cada lóbulo pulmonar. Los bronquios secundarios dan origen a otros de menor calibre, los bronquios terciarios, que a su vez se ramifican en bronquiolos. Estos se dividen repetidas veces y los más pequeños se denominan bronquiolos terminales. Esta ramificación considerable de la tráquea semeja un árbol invertido, por lo que suele llamarse árbol traqueobronquial.

A medida que surgen las ramas del árbol traqueobronquial, se advierten varios cambios estructurales. En primer lugar, el epitelio cambia gradualmente de cilíndrico ciliado pseudoestratificado a cúbico sencillo no ciliado en los bronquiolos terminales. (En las regiones recubiertas con éste epitelio, los macrófagos se encargan de eliminar las partículas inhaladas.).

#### **f) Pulmones.**

Los pulmones son dos órganos cónicos situados en la cavidad torácica. Los separan el corazón y otras estructuras del mediastino, que divide la cavidad torácica en dos partes anatómicamente distintas. Dos capas de membrana serosa, la pleura envuelven y protegen cada pulmón. La capa superficial reviste la pared de la cavidad torácica y se denomina pleura parietal, mientras que la profunda, o pleura visceral, sirve como envoltura de ambos pulmones. Entre ambas, existe un pequeño espacio, la cavidad pleural, la cual contiene un pequeño volumen de líquido lubricante, que secreta la propia pleura. Este líquido reduce la



fricción entre dos capas y permite que se deslicen una sobre la otra durante las respiraciones.

### **g) Alvéolos.**

La circunferencia de los conductos alveolares está rodeada por numerosos alvéolos y sacos alveolares. Un alveolo es una excrescencia en forma de taza con revestimiento de epitelio escamoso sencillo y sostén de una membrana basal elástica delgada, mientras que un saco alveolar consiste en dos o más alvéolos que comparten una abertura común. La pared de los alvéolos se conforma de dos tipos de células epiteliales. Las células alveolares tipo I (neumocitos) son epiteliales escamosas sencillas y forman un revestimiento casi continuo de la pared alveolar, interrumpido de cuando en cuando por células tipo II (neumocitos), también llamados células septales. Las células alveolares tipo I, delgadas son el sitio principal del intercambio gaseoso, mientras que las de tipo II, que son células epiteliales redondeadas o cúbicas cuya superficie libre contiene microvellosidades, secretan el líquido alveolar, que mantiene húmeda la superficie entre las células y el aire. Los macrófagos alveolares son fagocitos errantes que retiran las partículas diminutas de polvo y otros desechos de los espacios entre los alvéolos. También están los fibroblastos, que producen fibras reticulares y elásticas.

A pesar de poseer varias capas, la membrana respiratoria es muy delgada, de apenas 0.5 “ $\mu$ ” m de espesor, equivalente a casi 1/16 del diámetro de los eritrocitos. Así pues, su delgadez permite la rápida difusión de los gases respiratorios. Por añadidura, se estima que los pulmones poseen unos 300 millones de alvéolos, con lo cual se tiene una enorme área de superficie (de unos 70 m<sup>2</sup>) para el intercambio gaseoso.

## **2.2 Función pulmonar**

### **a) Flujo arterial de los pulmones.**

Los pulmones reciben sangre por dos conjuntos de arterias, las pulmonares y bronquiales. La sangre desoxigenada pasa al tronco de la arteria pulmonar, que se divide en pulmonares izquierda y derecha, las cuales entran en los pulmones respectivos. La sangre oxigenada regresa al corazón por las venas pulmonares, que drenan en la aurícula izquierda. Las arterias bronquiales, que se ramifican de la aorta, llevan sangre oxigenada a los pulmones. En general, dicho flujo irriga a las paredes de los bronquios y bronquiolos.



## **b) Ventilación pulmonar.**

La ventilación pulmonar, comúnmente llamada respiración, es el proceso mediante el que se intercambian gases entre la atmósfera y los alveolos pulmonares. El flujo de aire entre los pulmones y la atmósfera se debe a las diferencias de presión alternadas que generan la contracción y relajación de los músculos auxiliares de la respiración.

La magnitud del flujo de aire y el esfuerzo necesario para la respiración también reciben influencia de la tensión en la superficie alveolar, distensibilidad de los pulmones y resistencia de las vías respiratorias. La inspiración o inhalación es la parte de la ventilación pulmonar en que entra aire en los pulmones. Justo antes de cada inspiración, la presión de aire intrapulmonar es casi igual a la atmosférica.

### **2.3 Mecanismos de depósito de partículas en las vías aéreas pulmonares.**

Las vías aéreas conductoras, conocidas también como espacio muerto respiratorio, ocupan unos 0,2 litros. Acondicionan el aire inhalado y lo distribuyen, mediante flujo conectivo, a los aproximadamente 65.000 acinos respiratorios originados de los bronquiolos terminales. A medida que aumenta el volumen corriente, el flujo conectivo domina el intercambio de gases a nivel más profundo en los bronquiolos respiratorios. En cualquier caso, dentro del acino respiratorio, la distancia desde el frente corriente conectivo hasta las superficies alveolares es lo suficientemente corta como para que tenga lugar un intercambio eficaz de CO<sub>2</sub>-O<sub>2</sub> por difusión molecular. Por el contrario, las partículas transmitidas por el aire con coeficientes de difusión inferiores en órdenes de magnitud a los de los gases, tienden a permanecer suspendidas en el aire corriente, y pueden exhalarse sin que se depositen. No obstante, una fracción importante de las partículas inhaladas se deposita en el aparato respiratorio. Las partículas con un diámetro superior a unos 2µm pueden tener un momento importante y depositarse por impactación a las velocidades relativamente altas existentes en las vías aéreas de mayor tamaño. Las partículas superiores a aproximadamente 1µm pueden depositarse por sedimentación en las vías aéreas conductoras, más pequeñas, donde las velocidades de flujo son muy bajas. Por último, las partículas con diámetros comprendidos entre 0,1 y 1µm, que tienen una probabilidad muy baja de depositarse durante una única respiración corriente, pueden quedar retenidas en el 15 % del aire corriente inspirado que se intercambia con el aire pulmonar residual en cada ciclo a volumen corriente. Este intercambio volumétrico tiene lugar debido a las variables constantes de tiempo para el flujo aéreo en los diferentes segmentos pulmonares.

A consecuencia de los tiempos de estancia muchos mayores del aire residual en los pulmones, los pequeños desplazamientos intrínsecos de las partículas de 0,1 a 1µm en estos



volúmenes atrapados de aire a volumen corriente inhalado son suficientes para causar el depósito por sedimentación y/o difusión en el curso de respiraciones sucesivas.

El aire pulmonar residual prácticamente libre de partículas, que representa alrededor del 15 % del flujo corriente espiratorio, tiende a actuar como una cubierta de aire limpio alrededor del núcleo axial de aire corriente que se mueve en sentido distal, de forma que el depósito de partículas en el acino respiratorio se concentra en las superficies interiores, como las bifurcaciones de las vías aéreas, mientras que las paredes aéreas de los segmentos situados entre ramificaciones muestran un depósito escaso. El número de partículas depositadas y su distribución a lo largo de las superficies del tracto respiratorio son, junto con las propiedades tóxicas de los materiales depositados, los determinantes fundamentales del potencial patogénico. Las partículas depositadas pueden lesionar las células epiteliales y/o fagocíticas móviles ubicadas en el sitio de depósito o próximas a él, o pueden estimular la secreción de líquidos y mediadores de origen celular que poseen efectos secundarios sobre el sistema. Los materiales solubles depositados como partículas, sobre ellas o en su interior, pueden difundir al interior de los líquidos y células de la superficie y a su través, y ser transportados rápidamente por la circulación sanguínea a todo el organismo.

La solubilidad acuosa de los materiales voluminosos apenas sirve como referencia para la solubilidad de partículas en el tracto respiratorio. La solubilidad suele estar muy aumentada debido a la enorme relación superficie/volumen de las partículas lo suficientemente pequeñas como para entrar en los alvéolos pulmonares.

#### **2.4 Respuestas biológicas del aparato respiratorio a los contaminantes atmosféricos.**

El aparato respiratorio puede verse maltratado y superado por agresiones graves como las concentraciones elevadas de humo de tabaco y polvo industrial, o las concentraciones bajas de patógenos específicos que atacan o destruyen sus mecanismos de defensa o causan una alteración de su función.

Su capacidad para superar o compensar tales agresiones de forma tan competente como suele hacerlo es una prueba de su impecable combinación de estructura y función.

Las respuestas a los contaminantes atmosféricos oscilan desde las leves molestias hasta la necrosis y muerte tisulares, desde efectos sistémicos generalizados hasta ataques sumamente específicos sobre tejidos aislados.

Los factores del huésped y los factores ambientales actúan modificando los efectos de las sustancias químicas inhaladas, y la respuesta final es el resultado de su interacción.



Los principales factores del huésped son los siguientes:

1. Edad: por ejemplo, las personas de más edad, especialmente las que presentan una reducción crónica de las funciones respiratoria y cardiovascular, que pueden no ser capaces de hacer frente a un estrés pulmonar adicional.
2. Estado de salud: por ejemplo, una enfermedad o disfunción concomitantes.
3. Estado nutricional.
4. Estado inmunológico.
5. Factores culturales: por ejemplo, consumo de tabaco, que puede afectar a las defensas normales o potenciar el efecto de otras sustancias químicas. Los factores ambientales incluyen la concentración, estabilidad y propiedades fisicoquímicas del agente en el medio de exposición y la duración, frecuencia y vía de exposición. Las exposiciones aguda y crónica a una sustancia química pueden provocar diferentes manifestaciones patológicas.

#### **a) Respuesta fibrótica.**

Diversos polvos provocan el desarrollo de un conjunto de trastornos pulmonares crónicos denominados Neumoconiosis. Este término general engloba muy diversas afecciones fibróticas de los pulmones, es decir, Enfermedades caracterizadas por la formación de cicatrices en el tejido conectivo intersticial. Las Neumoconiosis son consecuencia de la inhalación y retención selectiva subsiguiente de ciertos polvos en los alveolos, en los cuales son objeto de secuestro intersticial.

Las Neumoconiosis se caracterizan por lesiones fibróticas específicas, que difieren en cuanto a tipo y patrón en función del polvo responsable. Por ejemplo, la Silicosis, causada por el depósito de Sílice no cristalino, se caracteriza por una fibrosis de tipo nodular, mientras que en la asbestosis se encuentra una fibrosis difusa debida a la exposición a fibras de amianto. Ciertos polvos, como el Óxido de hierro, producen exclusivamente un patrón radiológico alterado (Siderosis) sin deterioro funcional, mientras que los efectos de otros tipos de polvo oscilan desde una discapacidad mínima hasta la muerte.

#### **b) Respuesta alérgica.**

Normalmente los pulmones son estériles ya que tanto microorganismos como partículas inhaladas, son eficientemente removidos por el movimiento ciliar, el reflejo de la tos o el estornudo. Si los microorganismos rebasan estas barreras, llegan a los alveolos, donde son destruidos por los macrófagos alveolares. Sin embargo alteraciones en árbol bronquial o en



parénquima pulmonar, pueden facilitar la entrada de microorganismos y causar infección. Dentro de ellos podemos mencionar lesión del epitelio ciliar por infecciones virales, humo de cigarro, contaminación atmosférica.

Las respuestas alérgicas implican el fenómeno conocido como sensibilización. La respuesta inicial al alérgeno conduce a la inducción de la síntesis de anticuerpos; una exposición subsiguiente del individuo ahora “sensibilizado” provoca una respuesta inmunitaria, es decir, una reacción antígeno-anticuerpo (el antígeno es el alérgeno combinado con una proteína endógena). Esta reacción inmunitaria puede tener lugar inmediatamente después de la exposición al alérgeno, o bien puede tratarse de una respuesta diferida.

Las reacciones alérgicas respiratorias primarias son el Asma bronquial, reacciones del tracto respiratorio superior que implican la liberación de histamina o de mediadores de tipo histamínico secundarias a reacciones inmunitarias que tienen lugar en la mucosa, y un tipo de Neumonitis (inflamación pulmonar) conocido como Alveolitis alérgica extrínseca. Además de estas reacciones locales, tras la exposición a ciertos alérgenos químicos puede producirse una reacción alérgica sistémica (Shock anafiláctico).

### c) **Respuesta cancerígena.**

Cáncer es un término genérico que describe un conjunto de Enfermedades relacionadas que se caracterizan por un crecimiento tisular descontrolado. Su desarrollo es consecuencia de un complejo proceso de interacción entre múltiples factores del huésped y del medio ambiente.

Una de las grandes dificultades a la hora de establecer una correlación entre la exposición a un agente específico y el desarrollo de cáncer en el ser humano es el largo período de latencia, típicamente de 15 a 40 años, entre el comienzo de la exposición y la manifestación de la enfermedad. Son ejemplos de contaminantes atmosféricos capaces de provocar cáncer pulmonar el arsénico y sus compuestos, los cromatos, el Sílice, las partículas que contienen hidrocarburos aromáticos policíclicos y ciertos polvos a base de níquel. Las fibras de amianto pueden provocar cáncer bronquial y mesotelioma de la pleura y el peritoneo. Las fibras radiactivas depositadas pueden exponer el tejido pulmonar a elevadas dosis de radiación ionizante y provocar cáncer.



## **2.5 Efectos agudos y crónicos de la exposición ocupacional a polvos inorgánicos sobre la función pulmonar.**

La determinación de la función pulmonar puede utilizarse para descubrir el efecto de una exposición ocupacional sobre los pulmones. Sin embargo, la exploración de la función pulmonar previa a la contratación de una persona no debe utilizarse para excluir a los aspirantes. Esto es debido a que la función pulmonar de los individuos sanos presenta unos amplios límites de variabilidad, de tal forma que resulta difícil establecer una línea divisoria por debajo de la cual pueda afirmarse con seguridad que el pulmón en cuestión es patológico. Otra razón es que el medio ambiente de trabajo debe ser lo suficientemente bueno como para permitir que incluso las personas que presentan un leve deterioro de la función pulmonar trabajen con seguridad.

Los efectos crónicos sobre los pulmones de las personas sometidas a exposición ocupacional pueden detectarse de diversas formas. Sin embargo, las técnicas se han diseñado para determinar efectos pasados, por lo que son menos adecuadas para servir como pautas destinadas a prevenir el deterioro de la función pulmonar. La exposición a contaminantes atmosféricos puede provocar efectos agudos discernibles sobre la función pulmonar, aunque los valores medios de contaminantes ambientales medidos se encuentren por debajo de los valores límite saludables. Por este motivo se plantea la pregunta de si estos efectos realmente son dañinos a largo plazo. Se trata de una pregunta que resulta difícil responder de forma directa, especialmente dado que la contaminación atmosférica en los lugares de trabajo a menudo tiene una composición compleja y la exposición no se puede describir en términos de concentraciones medias de compuestos individuales.

El efecto de una exposición ocupacional es también en parte el resultado de la sensibilidad de la persona. Esto significa que ciertos individuos reaccionan antes o en mayor medida que otros. La base fisiopatológica subyacente a un descenso temporal agudo de la función pulmonar no se conoce por completo. Sin embargo, la reacción adversa tras la exposición a un contaminante atmosférico irritante constituye una medida objetiva, a diferencia de las experiencias subjetivas, como son los síntomas de diferentes orígenes.

### **a) Enfermedad pulmonar en la Industria del Cemento.**

En las canteras de las que se extrae la Arcilla, la piedra Caliza y el Yeso para el Cemento, los trabajadores están expuestos a los riesgos propios de las condiciones climatológicas, al polvo producido durante el barrenado y el machaqueo, a las explosiones y a avalanchas de rocas. Durante el proceso de fabricación del Cemento, el riesgo principal lo constituye el polvo.



## **b) Enfermedades del aparato respiratorio.**

Los trastornos del aparato respiratorio constituyen el grupo más importante de Enfermedades laborales en la industria del Cemento y son el resultado de la inhalación del polvo contenido en el aire y los efectos de las condiciones macro y microclimáticas en el entorno de trabajo. La enfermedad respiratoria más frecuente es la Bronquitis crónica, a menudo asociada a Enfisema. Una Tuberculosis concomitante puede agravar el curso de la Neumoconiosis del Cemento.

## **c) Envejecimiento del Aparato Respiratorio.**

A medida que avanza la edad, los conductos y tejidos del aparato respiratorio, como los alveolos, se vuelven menos elásticos y más rígidos, rigidez que también aumenta en la pared torácica. De ello resulta la disminución de la capacidad pulmonar. De hecho, la Capacidad Vital (volumen máximo de aire que se puede espirar después de la inspiración máxima) puede disminuir hasta en 35% hacia los 70 años de edad. Además, ocurren disminución de los niveles sanguíneos de O<sub>2</sub>, menor actividad de macrófagos alveolares y acción disminuida de los cilios del revestimiento epitelial del aparato respiratorio. A causa de todos estos factores relacionados con la edad, los ancianos son más susceptibles a la neumonía. Bronquitis, Enfisema y otras Enfermedades pulmonares.

## **Capítulo 3. Neumoconiosis**

Las Enfermedades ocupacionales a todas aquellas que pueden tener alguna relación con el ambiente en el lugar de trabajo, estas pueden clasificarse en dos grandes grupos.

- Enfermedades por inhalación de polvos inorgánicos: son también conocidas como Neumoconiosis
- Enfermedades por inhalación de polvos orgánicos: también denominadas Neumonitis por hipersensibilidad

### **3.1 Definición de Neumoconiosis**

Las Neumoconiosis son un grupo de Enfermedades pulmonares que comparten un proceso etiológico similar, pero que presentan fenómenos fisiopatológicos y pronósticos diferentes.



Se define como Neumoconiosis el conjunto de Enfermedades pulmonares resultante de la inhalación y acumulación de polvo inorgánico o bien Enfermedades fibrosas crónicas del pulmón causada por la inhalación de polvo inorgánico o silicatos.

Se deben cumplir, por tanto, tres circunstancias:

- Exposición a polvo inorgánico
- Tamaño de la partícula adecuado para alcanzar directamente el alvéolo y no quedar atrapada en la vía aérea superior.
- Tiempo de exposición prolongado para que se acumule una cantidad suficiente de partículas.

El fenómeno etiológico que comparten las Neumoconiosis es la exposición a material particulado inorgánico por la vía aérea que al ingresar a la porción más profunda de ésta generan lesiones fibróticas en el tejido pulmonar.

La exposición a material particulado mineral puede generar otras lesiones, incluso en el tejido pulmonar, tales como cáncer, engrosamientos pleurales, irritación del epitelio bronquial, y mesotelioma de pleura y peritoneo. Sin embargo estas patologías no se consideran como parte de las Neumoconiosis. Puede mencionarse como ejemplo de esta situación la exposición a fibras de asbesto, que genera lesiones pleurales expresadas como placas y engrosamientos, al igual que mesotelioma y lesiones malignas en el tejido pulmonar. Estas patologías no se consideran como una Neumoconiosis: sólo las lesiones fibróticas intersticiales en el tejido pulmonar que resultan del proceso inflamatorio desencadenado por el ingreso de las fibras hasta el saco alveolar lo son.

La composición del material particulado que puede producir Neumoconiosis es variada. Incluye minerales no metálicos como la Sílice, Caolín, talco, mica, vermiculita, bentonita, y la tierra de Fuller; también puede ser producida por inhalación de humos metálicos como el del hierro y también fibras minerales como las de asbesto. La dimensión que las lesiones producidas por la Neumoconiosis pueden alcanzar depende de dos factores: La intensidad de la exposición al material particulado, y la toxicidad específica de la sustancia.

A nivel de poblaciones, y teniendo en cuenta las exposiciones que usualmente ocurren con carácter ocupacional, las dos Neumoconiosis de mayor importancia, dada la gravedad de las lesiones que producen, son: la Silicosis, producida por diferentes formas de Sílice; y la asbestosis, producida por la inhalación de fibras de asbesto. Las exposiciones de origen ocupacional son hoy en día prácticamente las únicas que tienen suficiente magnitud para generar Neumoconiosis con compromiso funcional de importancia; sin embargo exposiciones de origen no ocupacional pueden darse especialmente en situaciones



especiales de alta concentración de contaminantes ambientales como los que se dan en grandes urbes muy contaminadas, o la exposición a los humos producto de la combustión de combustibles fósiles en familias que realizan la cocción de alimentos en la misma habitación en la cual viven, más aun si ésta tiene pobre ventilación.

### 3.2 Etiología.

Las Neumoconiosis se originan por la inhalación de material particulado inorgánico existente en el ambiente. Son muy variadas las sustancias inorgánicas que pueden estar presentes en los procesos de trabajo, pero no todas producen alteraciones neumoconióticas. Algunas de ellas pueden tener tan baja capacidad de producir lesiones, o su concentración puede ser tan baja que exposiciones de muchos años no alcanzan a producir lesiones detectables, o si las producen, a no desencadenar compromiso funcional que tenga importancia clínica. Como se mencionó antes, las exposiciones de mayor importancia por la frecuencias con la cual se expone la población trabajadora y la toxicidad de las sustancias son el material particulado con Sílice, que produce Silicosis; el material particulado de las minas, especialmente las minas de carbón, que produce antracosis; y las fibras de asbesto que producen asbestosis.

La intervención de los ambientes de trabajo a través de la modificación de los procesos o de instalación de sistemas de mejoramiento en la ventilación disminuye el riesgo de padecer Neumoconiosis de origen ocupacional al limitar la exposición de los trabajadores. Cuando estas situaciones no son posibles de poner en práctica la utilización de equipo de protección personal puede también disminuir el riesgo.

Los oficios en los cuales se conoce exposición a Sílice son:

- Industrias extractivas con minería subterránea: minas de carbón, metálicas y no metálicas.
- Industrias extractivas de canteras
- Construcción de obras públicas en general: Túneles y carreteras
- Talla y labrado de piedras
- Molinería de tierras y minerales
- Industria siderometalúrgica
- Industria de cerámica
- Fabricación de refractarios, abrasivos, vidrio, Cemento y materiales de construcción.
- Limpieza de superficies con chorro de arena.



La producción de la enfermedad depende de la dosis de partículas inhaladas y retenidas, de la actividad biológica del polvo para inducir una reacción tisular fibrogenética y de la respuesta y sensibilidad individual. Cuando una partícula inhalada penetra en el árbol respiratorio el sistema respiratorio intenta defenderse a través de sus mecanismos defensivos como la tos y el sistema mucociliar.

El comportamiento de una partícula en las vías aéreas depende del equilibrio entre su proceso de depósito y la situación estructural y funcional del aparato respiratorio del sujeto afectado.

El tamaño de las partículas es el factor que más influye en el depósito de la misma. De forma general, se considera que las partículas con un diámetro mayor de  $8\ \mu\text{m}$  se depositan en la orofaringe, las de  $5\text{-}8\ \mu\text{m}$  en las grandes vía aérea, y las de  $0,5$  a  $5\ \mu\text{m}$  en los alvéolos y en las pequeñas vías aéreas. Las que tienen un tamaño alrededor de  $0,3$  a  $0,5\ \mu\text{m}$  nos e depositan y se expulsan con al espiración. En un ambiente minero o industrial la mayoría de las partículas de polvo inhaladas son retenidas por encima del bronquiolo, ya que predominan aquellas cuyo diámetro oscila entre  $2$  y  $12\ \mu\text{m}$ .

El sistema de aclaramiento alveolar es capaz de tolerar hasta  $500$  a  $1000$  partículas por centímetros cúbicos de aire. Si la concentración es mayor se empiezan a acumular.

Se ha calculado que una exposición continua a partículas inertes de  $4\ \mu\text{m}$  de diámetro requiere  $293$  días para alcanzar una situación de equilibrio. Cuando la exposición es intermitente, como sucede en las Enfermedades laborales, son necesarios cinco años para alcanzar el equilibrio.

Es por tanto evidente que en la mayoría de las Neumoconiosis son necesarios muchos años de exposición para que la enfermedad se desarrolle, entre diez y quince años como mínimo. En algunas ocasiones se presentan casos agudos con periodos de exposición muy cortos (uno o dos años) o de evolución intermedia (dos a cinco años) y se piensa que en estos casos estaría relacionado con una mayor susceptibilidad individual.

Entre las propiedades intrínsecas de la partícula, la forma es un factor determinante de su depósito, puesto que las partículas alargadas se depositan en mayor cantidad, la carga eléctrica, la composición de la partícula, etc. son otras propiedades intrínsecas que determinan el mayor o menor depósito de las mismas.



- **Partículas que producen Neumoconiosis.**

Las alteraciones que producen en el pulmón las Neumoconiosis dependen del tipo de partículas inhaladas y de la intensidad de la exposición. Se clasifican de acuerdo a la composición química de las partículas y correlacionadas con las actividades profesionales en las que suele darse cada una.

Clasificación de Neumoconiosis		
Sílice	Silicosis	Minería, canteras, fundición, alfarería, esmaltes, trabajo de la piedra, pulidos, abrasivos, Cemento, túneles, cimentaciones en roca, utilización de polvos aislantes.
Silicatos, Asbesto y Talco Otros(mica, Caolín, polvo roca nefelina, polvo de Cemento)	Asbestosis. Talcosis y Silicatosis	Minería, canteras, fundición, alfarería, esmaltes, trabajo de la piedra, pulidos, abrasivos, Cemento, túneles, cimentaciones en roca, utilización de polvos aislantes.
Polvo simple de carbón	Antracosis	Minería de carbón
Grafito o carbón negro	Silico-antracosis	Minería del grafito, manufacturación de acero
Otros polvos con reacción fibrògena	Neumoconiosis por Aluminio berilio y tungsteno	Minería y facturación, revestimientos térmicos, reactores nucleares
Polvos inertes: estaño, bario, hierro y fibras de vidrio	estanosis, baritosis y siderosis	Trabajo industrial, soldadura eléctrica con arco, pulidores.
Tabla I. Principales causa de Neumoconiosis. Tabla de Enfermedades de trabajo artículo 513 de la Ley Federal del Trabajo		

### 3.3 Fisiopatología.

Las Neumoconiosis son un ataque al tejido pulmonar ocasionado por la inhalación de material particulado inorgánico que desencadena una reacción inflamatoria con la subsecuente formación de tejido fibroso, que reemplaza al tejido pulmonar normal. En consecuencia, la capacidad funcional pulmonar se afecta por dos mecanismos: La disminución del área funcional para el intercambio gaseoso, y la disminución en la elasticidad pulmonar. Se manifiesta básicamente como una enfermedad de tipo restrictivo de acuerdo con el patrón espirométrico.



Es importante reconocer el proceso mediante el cual las partículas alcanzan los segmentos más profundos del árbol traqueobronquial:

Cuando no se hace una respiración bucal, las partículas suspendidas en el ambiente son inhaladas a través de las fosas nasales pasando suspendidas en el aire. Por acción de los cornetes se generan fuertes turbulencias generando un efecto centrífugo que lleva al material de mayor masa hacia la parte más externa del flujo y lo hace chocar con las paredes, tapizadas de tejido mucoso, que las atrapa. El material mucoso con las partículas atrapadas hace luego su recorrido hacia el exterior o hacia la faringe, donde pasa al aparato digestivo luego de su deglución. Este mecanismo es capaz de atrapar las partículas de mayor tamaño, es decir aquellas que tienen más de 15 micrones ( $\mu$ ) de diámetro aerodinámico. El material particulado usualmente tiene un efecto irritativo sobre las mucosas de la porción superior del aparato respiratorio, pero este efecto usualmente produce tolerancia, disminuyendo la reacción con las exposiciones frecuentes.

El árbol traqueobronquial repite la generación de turbulencias en cada bifurcación a lo largo de su extensión: El material suspendido trata de continuar un recorrido lineal cuando el aire se desvía, impactando contra la pared de los bronquios, tapizada también de moco producido por las glándulas submucosas y las de Goblet.

El movimiento del recubrimiento mucoso por acción del aparato mucociliar lo llevará hasta la faringe y posteriormente al aparato digestivo. Esta acción producida por la porción del árbol traqueobronquial recubierto de moco puede contener las partículas de hasta 5  $\mu$  de diámetro aerodinámico. La acción irritativa que sobre esta porción pueda producir el material particulado es potenciada en presencia de humo de tabaco. La presencia de Bronquitis crónica es rara en personas no fumadoras expuestas a material neumoconiógeno.

Al llegar el aire inhalado más allá de los bronquiolos terminales, el material suspendido de pequeño tamaño está flotando en el aire que se mueve a muy baja velocidad. Debido al bajo peso del material particulado la sedimentación ocurre muy lentamente. Por esta razón una alta proporción se mantiene en suspensión y es exhalado nuevamente con el recambio del aire. Las partículas que alcanzan la pared de los sacos alveolares son inmediatamente recubiertas por material surfactante para ser englobadas posteriormente por los macrófagos que migran desde la pared alveolar. Los macrófagos permanecen en el saco alveolar hasta que se cargan completamente de material externo, y regresan al septo interalveolar, de allí al intersticio y finalmente salen a las paredes de la porción centrolobulillar a los bronquios, donde son arrastrados por el aparato mucociliar al exterior.



Los macrófagos que se cargan de material externo pueden sufrir daño por acción tóxica del material, ó simplemente por la dificultad que representa moverse con esa carga. Esto puede impedir su tránsito hasta la luz del árbol traqueobronquial quedando inmóvil en el tejido intersticial pulmonar. Al morir los macrófagos generan efecto inflamatorio que desencadena la producción de fibrosis intersticial.

El mecanismo de limpieza en los sacos alveolares por medio de los macrófagos puede, en condiciones normales de funcionamiento, eliminar las partículas de ambientes contaminados con concentraciones de hasta 4 mg/m<sup>3</sup> de partículas de tamaño respirable. Pero los macrófagos no pueden funcionar correctamente en presencia de contaminantes ambientales ó de humo de tabaco, perdiendo eficiencia en el proceso de fagocitosis. Al morir los macrófagos en su recorrido, el material que libera es captado por nuevos macrófagos que pueden migrar bien sea a la luz del árbol traqueobronquial, ó a través de los linfáticos hasta los nódulos linfáticos hiliares y de allí a nuevas líneas de defensa corporal (hígado, bazo ó médula). Pero estos nuevos macrófagos pueden también fallar en su intento y morir, dejando nuevamente libre el material particulado que repite el ciclo.

Mientras el material particulado esté en contacto con el tejido pulmonar en estos ciclos repetidos puede, de acuerdo con sus características intrínsecas, desencadenar reacciones inflamatorias locales que dejarán como resultado la formación de tejido fibroso cicatricial. Este fenómeno es especialmente importante en presencia de Sílice, dando como resultado el avance de la Silicosis aún después de interrumpir la exposición ocupacional al material particulado. El fenómeno inflamatorio y cicatricial produce inicialmente un estrechamiento a nivel de los bronquiolos terminales que desencadena un atrapamiento de aire en los sacos alveolares, produciendo finalmente un fenómeno de Enfisema centrolobulillar con daño posterior de la estructura funcional del saco alveolar mismo.

El compromiso funcional producido por muchos fenómenos como éste simultáneamente, logra el reemplazo de tejido funcional elástico por tejido cicatricial rígido, llegando a manifestarse como un trastorno de tipo restrictivo. Sin embargo, la gran reserva funcional que tiene el aparato respiratorio puede permitir que el fenómeno fisiopatológico no represente cambios significativos en las pruebas funcionales pulmonares hasta que no haya un compromiso extenso. Esto puede no llegar a presentarse si la cantidad de material particulado no es muy extensa, o el material al cual se está expuesto tiene baja toxicidad y no produce mucha reacción local.

### **3.4 Signos y Síntomas de la Neumoconiosis.**

En general todas las Neumoconiosis son de evolución insidiosa y requieren de varios años de exposición al agente de riesgo para poder ser detectadas clínicamente. Además presentan



muy poca sintomatología en sus estadios iniciales. Aún cuando el proceso fisiopatológico incluye un evento de atrapamiento de aire que genera un Enfisema centrolobulillar, el paciente no manifiesta sensación de disnea en los años iniciales de la enfermedad.

Usualmente el síntoma inicial en las Neumoconiosis es la disnea, la cual se desarrolla de manera insidiosa y usualmente comienza a presentarse después de diez a quince años de exposición. Algunos casos pueden presentar tos, especialmente en fumadores en quienes hay Bronquitis crónica.

Una vez que la fibrosis se instala como resultado del proceso inflamatorio, la reserva funcional respiratoria obliga a que el daño sea extenso para que se manifieste la disnea.

Algunos signos y síntomas característicos de las Neumoconiosis de mayor importancia son las siguientes:

**a) Síntomas iniciales**

- Disnea en actividad, ejercicio o en reposo
- Tos crónica productiva o improductiva
- Cansancio o malestar general

**b) Síntomas avanzados:**

- Disfunción pulmonar obstructiva y restrictiva
- Opacidades pequeñas redondeadas de bordes regulares en pulmones
- Estertores crepitantes de predominio basal
- Pérdida de apetito o peso
- Dolor en el pecho
- Expectoración con sangre
- Uñas azuladas

**3.5 Diagnóstico.**

Para todas las Neumoconiosis el proceso diagnóstico abarca dos componentes: La documentación de la exposición al material particulado generador de la lesión y los hallazgos radiológicos en la placa de tórax.

Si la exposición ha sido generada en condiciones laborales, se configura el diagnóstico de enfermedad profesional. Casi nunca la exposición no ocupacional a estas sustancias es lo suficientemente intensa para producir lesiones, por eso las Neumoconiosis son consideradas como Enfermedades profesionales siempre. El diagnóstico se basa en la exposición y en la



exploración radiológica. La Organización Internacional del trabajo (OIT) ha realizado numerosos esfuerzos para ofrecer elementos diagnósticos de las Neumoconiosis y, actualmente, existe una clasificación radiológica de la Organización Internacional del trabajo (OIT). Es habitual que las Neumoconiosis en estadios iniciales sean asintomáticas, de manera que en numerosas ocasiones el diagnóstico se realiza a partir de la radiografía de tórax. Es importante mencionar que se trata de patologías irreversibles y autoevolutivas. La forma de lograr un diagnóstico temprano de las Neumoconiosis es la realización de Rayos X de Tórax. Como en los estadios iniciales de la enfermedad los hallazgos radiológicos pueden confundirse con parénquima normal utilizando las técnicas convencionales para la toma de radiografías de tórax, se ha adelantado una técnica estandarizada para la toma y lectura de las placas de Rayos X tomadas con el fin de diagnosticar Neumoconiosis. El uso de la radiografía de tórax no es por sí mismo un elemento suficiente para el establecimiento del diagnóstico, y debe complementarse con una historia completa que incluya la evaluación de la exposición a agentes neumoconióticos.

La historia laboral permite establecer la posible relación causa efecto y conocer los detalles en cuanto a tiempo de la exposición, tiempo e intensidad de la misma. La exposición a un polvo inorgánico puede ser determinada mediante la historia laboral, controles del medio laboral y determinaciones ambientales. El grado de exposición determinado por estos medios es un reflejo de la dosis acumulada, que no puede ser medida en sujetos vivos.

Para confirmar el diagnóstico es preciso realizar una serie de pruebas:

Las prueba de imagen junto a la exploración funcional respiratoria (espirómetro) realizada para conocer el grado de afectación funcional son los parámetros que habitualmente se utiliza para la valoración médico-legal de la enfermedad y establecer la sospecha diagnóstica. Otras pruebas más específicas como la tomografía axial computarizada (TAC) de alta resolución es otra de las pruebas que se solicitan para discriminar las lesiones pulmonares de las pleurales, determinar la extensión de la afectación y valorar le Enfisema asociado. La Gammagrafía con Galio 67 puede ser útil para valorar la actividad de la enfermedad.

Por tanto, el diagnóstico de presunción se establece, ante alteraciones radiológicas incipientes y/o reducción de la capacidad de difusión determinada mediante una prueba de función pulmonar específica. El diagnóstico de certeza, es el resultado de la concurrencia de una historia laboral de suficiente exposición y la presencia de lesiones radiológicas típica. No son precisos por tanto la identificación del polvo ni biopsiar el pulmón para demostrar la existencia de la enfermedad, salvo que sea preciso por problemas médico-legales.



### 3.6 Tratamiento.

No existe tratamiento que reverse las lesiones producidas por las Neumoconiosis. En los pacientes con cuadros avanzados el tratamiento es puramente sintomático e incluye el uso de broncodilatadores, terapia respiratoria en caso de coexistir Bronquitis crónica, y antibióticos para las complicaciones infecciosas. En casos severos oxigenoterapia. Todo paciente con diagnóstico de Neumoconiosis y en quien persista la exposición ocupacional al agente causal, debe ser reubicado laboralmente con el fin de limitar la exposición.

En los pacientes con Silicosis ó asbestosis la revisión médica periódica debe continuarse aún después de su reubicación laboral en oficios sin exposición al agente causal ya que las lesiones pueden avanzar, ó pueden presentarse nuevas patologías como el mesotelioma ó el cáncer de pulmón.

### 3.7 Complicaciones.

Las complicaciones que presentan estas Enfermedades son diferentes en cada un a de ellas. Así la Silicosis puede complicarse con una Enfermedad Pulmonar Obstructiva Crónica (EPOC), sobre todo si además el paciente fuma. La Tuberculosis también es más frecuente en los sujetos con Silicosis que en la población general.

**3.8 Otros trastornos Broncopulmonares relacionados con el trabajo** Los trastornos broncopulmonares tienen gran importancia en nuestra sociedad, tanto por su elevada incidencia como por su gravedad, que en ocasiones llega incluso a la imposibilidad de tratamiento eficaz. Generalmente, se trata de alteraciones multicausales, pero en muchas ocasiones se infravalora el trabajo como factor importante que puede desencadenar o agravar dichas alteraciones. Es preciso recordar que la principal vía de entrada de tóxicos en el organismo es la vía respiratoria. Un grupo importante de estas alteraciones forma parte del cuadro de Enfermedades profesionales. La simbología de casi todas las alteraciones respiratorias relacionadas con el trabajo suele ser muy inespecífica (tos, disnea, expectoración), por lo que la historia laboral adquiere una relevancia una gran relevancia y es imprescindible tanto para el diagnóstico de sospecha como para el de confirmación.



**Tabla 51.9. PRINCIPALES TRASTORNOS BRONCOPULMONARES RELACIONADOS CON EL TRABAJO.** Fuente NIOSH, 2000

Neumoconiosis:  
\* Silicosis  
\* EPOC (Enfermedad Pulmonar Obstructiva Crónica)  
\* Asbestosis y otras silicatos  
\* Neumoconiosis por metales duros  
\* Beriliosis  
\* Aluminosis  
\* Siderosis  
Asma  
Alveolitis alérgica extrínseca  
Broncopatía crónica inespecífica  
Cáncer pulmonar

### 3.9 Prevalencia de Neumoconiosis en el estado de Hidalgo

La Organización Internacional del Trabajo (OIT), estima que 6,000 trabajadores mueren cada día en el mundo a causa de accidentes y Enfermedades relacionados con el trabajo. Además, cada año se producen cerca de 270 millones de accidentes laborales, con un mínimo de tres días de baja laboral, y 160 millones de casos nuevos de Enfermedades profesionales. La Organización Internacional del Trabajo (OIT) también estima que el costo total de los accidentes y Enfermedades de trabajo equivale al 4 por ciento del Producto Interno Bruto (PIB) global, o a más de veinte veces el monto global destinado a la ayuda para el desarrollo.

En nuestro país, con base en la información proporcionada por el Instituto Mexicano del Seguro Social (IMSS), en el año 2006 más de un mil 300 trabajadores perdieron la vida; se atendieron 388 mil riesgos de trabajo, que incluyen accidentes de trabajo y en trayecto y Enfermedades profesionales, y se perdieron más de siete millones 500 mil días por este tipo de riesgos.

“Incapacidad permanente”, “mayor letalidad” y “defunciones por enfermedad de trabajo” por padecimientos relacionados con el trabajo con metales, minerales e hidrocarburos son algunos de los registros que hacen de Hidalgo el Estado con mayores riesgos laborales en todo el país, según un estudio del Instituto Mexicano del Seguro Social (IMSS).

De acuerdo a las estimaciones del Instituto Mexicano del Seguro Social (IMSS) sobre los Estados de la República donde mayores riesgos de trabajo existen por motivos de enfermedad, Hidalgo se lleva el primer lugar del ranking debido a la presencia de industrias dedicadas al procesamiento de materiales tóxicos como cal, Cemento e hidrocarburos. El



reporte se basa en la información obtenida de las delegaciones estatales del IMSS, que mantienen los registros de Enfermedades de las empresas afiliadas al Seguro Social, y fue



realizado por la Coordinación de Salud en el Trabajo del Centro Médico Nacional Siglo XXI. En él se muestra que las mayores tasas de padecimientos a consecuencia de las tareas laborales se presentaron en Hidalgo, siguiéndole en segundo lugar Zacatecas y en tercero Coahuila; en donde a su vez, se tuvieron las mayores tasas de incapacidad permanente.

La situación se agrava cuando se observa que de acuerdo a dicho estudio, Hidalgo tiene las mayores tasas de “incapacidad permanente”, “mayor letalidad” y “defunciones por enfermedad de trabajo” por padecimientos como trauma acústico crónico, Neumoconiosis o dermatitis. Dichos estudios tienen el objetivo de describir la “frecuencia, distribución y comportamiento de variables relevantes” de las Enfermedades de trabajo en las empresas afiliadas al IMSS, a nivel nacional.

En su parte principal, el informe dicta de manera textual que “La población asegurada y el número de empresas afiliadas al IMSS, a partir del 2002 presentaron un descenso brusco y progresivo, más acentuado en 2004 que se acompañó de una disminución paralela, tanto del total de casos como de la tasa de incidencia de Enfermedades de trabajo terminadas, que alcanzó en 2005 la tasa más baja registrada en la última década.

La frecuencia de las Enfermedades de trabajo en las delegaciones del IMSS, mostró que las mayores tasas se presentaron en: Hidalgo, Zacatecas y Coahuila; en donde a su vez, se tuvieron las mayores tasas de incapacidad permanente.

Del total de Enfermedades de trabajo, cerca del 50% se presentaron en la Región Norte. El mayor número de defunciones por enfermedad de trabajo (17 casos), se presentó en la Delegación Hidalgo, que corresponde también a la tasa mayor de letalidad (0.67 defunciones por 100 Enfermedades de Trabajo). Los diagnósticos de Enfermedades de trabajo más frecuentes en el período fueron: Trauma acústico crónico (42%), Neumoconiosis (31%), Dermatitis de contacto (7%), Intoxicación plúmbica (2%) y otros.

Tras estos resultados, la Delegación Estatal de la Secretaría del Trabajo y Previsión Social, reconoció que en la entidad sí existen altos riesgos de Enfermedades por trabajo que tienen que ver en gran medida por la radicación de empresas caleras, cementeras, de hidrocarburos, además de las consecuencias que la minería trajo consigo.



## **Capítulo 4. Protocolo de Enfermería para la valoración de Neumoconiosis en trabajadores expuestos a polvo de Cemento.**

El Protocolo enfermero específico para detectar Neumoconiosis en el lugar de trabajo es simple, con técnicas accesibles y sencillas de realizar en la Industria Cementera y sirve para:

- Cribaje de la población trabajadora para detectar posible Neumoconiosis y otros problemas de salud derivados de la exposición a polvo.
- Detección de otra patología acompañante y posibilidad de instaurar tratamiento y prevención de la misma.
- Prevención técnica y tratamiento técnico de los problemas. La colaboración entre la enfermera y el Departamento de Seguridad debe de ser constante, ya que en ocasiones los hallazgos enfermeros pueden llevar a adoptar medidas de prevención técnica o de tratamiento técnico de un problema causante de una patología.

### **4.1 Reconocimiento y monitoreo de áreas con trabajadores expuestos a polvo en la industria cementera.**

#### **a) El polvo respirable y no respirable**

El polvo se define como las partículas sólidas en suspensión en el aire, como resultado del proceso de disgregación de la materia. El polvo susceptible de llegar hasta los alveolos pulmonares se le denomina polvo respirable cuyo tamaño es menor a  $10\ \mu\text{m}$ , que lo definimos como la fracción de la nube total de polvo existente en el ambiente, que es capaz de alcanzar los alveolos pulmonares. El proceso de Cemento y su ambiente laboral es un claro ejemplo de polvo respirable.

El polvo no respirable son aquellas partículas que llegan solo a las vías respiratorias altas y es eliminado a través de los mecanismos de defensa como lo son el estornudo y la tos.

La concentración de polvo respirable en los ambientes laborales no debe de superar los  $5\text{mg}/\text{m}^3$ , y la concentración de polvo no respirable  $10\text{mg}/\text{m}^3$ . El proceso de Cemento y su ambiente laboral es un claro ejemplo de polvo respirable.



En base a las mediciones realizadas en las áreas de la industria cementera donde laboran los trabajadores se obtuvieron los siguientes resultados:

**b) Áreas de en la Industria Cementera con LMPE (Límite máximo permisible de exposición) de polvo mayores a 10mg/m<sup>3</sup>.**

ÁREA	Concentración (mg/m <sup>3</sup> )	NORMA OFICIAL MEXICANA NOM-010-STPS-1999 LMPE-PPT)
Secador de Caolín (Calcinación)	11.7516	5
Molino de Crudo	0.4283	10
Horno	4.4756	10
Molino de Cemento	2.1929	10
Envase	16.019	5
Electrofiltro	2.9221	10

#### 4.2 Vigilancia a la salud de los trabajadores expuestos a polvo de Cemento.

En una empresa con riesgo de Neumoconiosis se debe de realizar:

**a) Evaluación de la salud inicial**

- **Historia clínica laboral**

La historia clínico-laboral es el documento que recoge toda la información y documentación relativa a la vigilancia y control de la salud de los trabajadores; por lo que debe contemplar no solo los datos que habitualmente recoge la historia médica; sino también los distintos puestos y riesgos a que haya podido estar expuesto el trabajador a lo largo de su vida laboral, tratando de establecer la posible relación causa-efecto con la patología que en un momento dado presente el trabajador. Su utilidad es múltiple: análisis epidemiológico, pericia médica, docencia. Debe hacer suya la no discriminación en general y particularmente de los trabajadores emigrantes, en sintonía con los principios generales de la vigilancia de la salud. El acceso a la historia clínico-laboral está establecido en la normativa vigente. Es un documento confidencial que debe permanecer bajo la custodia del personal sanitario y tiene la consideración de fichero; debiendo conservarse, con carácter general, hasta cinco años después que el trabajador haya causado baja en la empresa por finalización de la relación



laboral, salvo en casos reglamentados por riesgos especiales. La historia clínico laboral es una herramienta de trabajo imprescindible en cualquier protocolo de Enfermedades profesionales.

Debe constar de dos partes: la historia laboral en el sector donde trabaja actualmente cada trabajador y la historia laboral en otros trabajos de riesgo para Neumoconiosis. Debe reseñarse el nombre de la empresa, la categoría o puesto de trabajo y los años trabajados en cada categoría o puesto.

Es una anamnesis donde se hace hincapié en hábitos tóxicos de riesgo y antecedentes clínicos o sintomatologías con especial relevancia en patología respiratoria.

Se comprueba si el trabajador ha hecho reconocimientos médicos iniciales o algún reconocimiento oficial de Silicosis, si tiene algún grado de Silicosis reconocida en cuyo caso se anotará el año correspondiente, y si tiene o no radiografía de tórax previa. Se realizará exploración física habitual. El diagnóstico clínico se basará en:

- Anamnesis que incluya historia laboral, antecedentes personales e historia clínica del trabajador.
- Exploración clínica.
- Estudio radiológico.
- Estudio de función respiratoria.

Esto es imprescindible ya que el riesgo varía según el tipo de exposición: Caolín, hulla, Sílice, cerámica. También puede ser diferente dentro de una misma empresa, en función de los distintos puestos de trabajo en los que estuvo asignado el trabajador. Además se reflejará si existe un diagnóstico previo de Neumoconiosis en cuyo caso, el sujeto afecto de la misma, debería trabajar en un puesto compatible exento de riesgo.

#### **b) Monitoreo de la salud a intervalos periódicos (Exámenes periódicos).**

Es importante contar con las pruebas de función pulmonar y la radiografía de tórax. Es obvio que todas las placas radiográficas así como demás estudios efectuados en cada reconocimiento se han de mantener archivados, y convenientemente rotulados con los datos de identificación del trabajador, sirviendo de referencia para el seguimiento de las posibles alteraciones que se detecten, garantizando la custodia y confidencialidad.

Los estudios de gabinete son una herramienta sumamente importante ya que confirman la sospecha de una Neumoconiosis además de la extensión de las lesiones.



- **Radiografía de tórax**

La radiografía de tórax es el método diagnóstico para detectar Neumoconiosis. Las radiografías de tórax, en proyecciones P-A y lateral, se deben realizar siguiendo la técnica y una metodología adecuada. Una vez realizada la radiografía, debe ser leída por un lector entrenado. Se comenzará evaluando la calidad de la placa; aquellas que sean de calidad inaceptable, se repetirán. Además en el caso de que la calidad no sea buena, debe de indicarse la causa (sobree Exposición, rotación, etc.). Para valorar una radiografía de tórax se usarán los criterios ILO, ver anexo 1. Para valorar el déficit de función pulmonar se seguirán las normas de la European Respiratory Society y se considerará significativa una disminución de la FVC y de FEV1 por debajo del 80% de los valores esperados, o una alteración de su cociente.

- **Espirometría**

La Espirometría es una prueba funcional de los pulmones. En una prueba de Espirometría, usted respira dentro de una boquilla que está conectada a un instrumento llamado espirómetro, el cual registra la cantidad y frecuencia de aire inspirado y espirado durante un período.

La Espirometría mide el flujo de aire. Al medir qué tanto aire usted exhala y con qué rapidez lo hace, la Espirometría puede evaluar un amplio rango de enfermedades pulmonares.

El volumen pulmonar mide la cantidad de aire en los pulmones sin soplar con fuerza. Algunas enfermedades pulmonares, como el Enfisema y la Bronquitis crónica, pueden hacer que los pulmones contengan demasiado aire. Otras enfermedades pulmonares, como la fibrosis pulmonar y la asbestosis) producen cicatrización en los pulmones y los hacen más pequeños, de manera que contienen muy poco aire. Para algunas de las mediciones del examen, usted puede respirar de manera normal y calmada. Otros exámenes requieren una inhalación o exhalación forzada después de una respiración profunda.

La Espirometría consiste en solicitar al paciente que, tras una inspiración máxima, expulse todo el aire de sus pulmones durante el tiempo que necesite para ello. Mide volúmenes pulmonares estáticos, excepto el residual, capacidad residual funcional (CRF) y capacidad pulmonar total (CPT). Así se obtiene los siguientes volúmenes y capacidades:



- Volumen Normal o Corriente: VC. Corresponde al aire que se utiliza en cada respiración (Aproximadamente 500cc)
- Volumen de Reserva Inspiratoria: VRI. Corresponde al máximo volumen inspirado a partir del volumen corriente. (Aproximadamente 2.500cc)
- Volumen de Reserva Espiratoria: VRE. Corresponde al máximo volumen espiratorio a partir del volumen corriente. (aproximadamente 1.500 cc)
- Capacidad Vital: CV. Es el volumen total que movilizan los pulmones, es decir, sería la suma de los tres volúmenes anteriores.
- Volumen Residual: VR. Es el volumen de aire que queda tras una espiración máxima. Para determinarlo, no se puede hacerlo con una Espirometría, sino que habría que utilizar la técnica de dilución de gases o la plestimografía corporal. (Aproximadamente 1.500cc)
- Capacidad Pulmonar Total: TLC. Es la suma de la Capacidad Vital y el Volumen Residual.

### **Capacidad Vital Forzada**

La Capacidad Vital Forzada consiste en una Espiración Forzada en el espirómetro. El paciente, ya sea sentado o de pie, inspira y expira completamente todo el aire de los pulmones tan rápido como puede. Los resultados de la prueba se comparan con los valores previstos que se calcula a partir de su edad, tamaño, peso, sexo y grupo étnico. Dos curvas se muestran después de la prueba: el asa flujo-volumen y la curva volumen-tiempo.

La Neumoconiosis simple y las masas de Fibrosis masiva progresiva de categoría A no suelen afectar de forma significativa la función pulmonar. En cambio, la Neumoconiosis complicada de categoría B y C, con frecuencia la alteran. Sin embargo, es preciso tener en cuenta que en ocasiones se observan anomalías en la función respiratoria que son consecuencia de etiologías distintas de la Neumoconiosis (tabaquismo y otras).

En el reconocimiento específico se debe realizar una Espirometría con FEV1 y FVC y cociente de ambos, utilizando un espirómetro homologado y debidamente calibrado.

#### **c) Vigilancia de la salud postocupacional (Exámenes egreso).**

Las Enfermedades profesionales pueden aparecer o evolucionar una vez cesada la exposición, se recomienda en estos casos continuar con los controles médicos, con la periodicidad que los Servicios Especializados de Neumología estimen oportuna en cada caso concreto.



**d) Acciones y medidas a seguir ante los signos y síntomas de Neumoconiosis detectados.**

Ya ha sido comentado que se debe de realizar un examen de salud inicial a los trabajadores que vayan a desarrollar su trabajo en ambientes con exposición a polvo que constituya un riesgo de contraer Neumoconiosis, con el propósito de detectar la existencia de patologías cardiopulmonares.

La interpretación que actualmente se hace de la normativa que regula la capacidad laboral de estos trabajadores, establece como criterios de no aptitud, la presencia de las siguientes Enfermedades respiratorias:

1. Aquellas que puedan aumentar el riesgo de aparición de Neumoconiosis, como la Tuberculosis pulmonar activa y residual.
2. Las que causen limitación de la función pulmonar ocasionando alteraciones ventilatorias obstructivas (EPOC, Asma, Bronquiectasias) o que den lugar a alteraciones ventilatorias restrictivas (fibrosis intersticial, patología pleural, obesidad, alteraciones de la caja torácica etc.).
3. Enfermedades que produzcan Insuficiencia respiratoria.
4. Paciente que ya presente una Neumoconiosis valorable
5. Enfermedades cardiológicas que produzcan alteraciones funcionales en grado II o superior, de la Clasificación de la Asociación Americana de Cardiología, y las patologías que se asocien con un incremento de riesgo de arritmias o muerte súbita.

En los casos en que sospechen estas alteraciones, los trabajadores podrán ser enviados a un servicio especializado para completar estudios. En los reconocimientos periódicos se ha de prestar una especial atención a la lectura de la radiografía de tórax, ya que las alteraciones radiológicas constituyen la primera manifestación de la Neumoconiosis.

En caso de referir sintomatología cardiopulmonar de causa no aclarada (disnea, dolor torácico, tos y/o expectoración, hemoptisis, melanoptisis...) o si se detectan alteraciones en la exploración física (auscultación pulmonar patológica, cianosis...) y en los casos en que se observen valores espirométricos alterados, se podrá remitir al trabajador a un Servicio Especializado, a fin de descartar patología en relación con su exposición laboral.

Si en la radiografía de tórax se sospecha Neumoconiosis, se remitirá al trabajador para valoración especializada.

Si se confirma la presencia de Neumoconiosis es de aplicación la normativa vigente en materia de incapacidad derivada de enfermedad profesional, cuya interpretación actual se puede resumir en los siguientes puntos:

1. Cuando la Neumoconiosis simple va asociada a una alteración de la función pulmonar y/o cardiopatía y/o imágenes radiológicas sugestivas de Tuberculosis



pulmonar residual, el trabajador ha de ser considerado afecto de una invalidez permanente total para su trabajo habitual.

2. Si presenta una Fibrosis Masiva Progresiva (FMP) de categoría A, sin alteración funcional respiratoria o cardiopatía se considera con la misma incapacidad del apartado anterior
3. Cuando presente masas de FMP de categoría A acompañada de alteraciones funcionales y/o cardiológicas o masas de FMP de categoría B o C, aunque en este caso no se observen alteraciones cardio-pulmonares se ha de considerar afecto de una incapacidad absoluta y permanente para todo tipo de trabajo.
4. En el caso de que se le diagnostique de una Neumoconiosis simple, se reincorporará al trabajo en un puesto exento de riesgo, siendo reconocido anualmente para controlar su posible evolución.
5. Si en la radiografía de tórax se sospecha Neumoconiosis, se remitirá al trabajador para valoración al Organismo Oficial que corresponda (INER).

#### **e) Programa de Protección Respiratoria**

El objetivo de establecer un programa protección respiratoria es prevenir enfermedades causadas por respirar aire contaminado con polvos, nieblas, gases nocivos, brumas, gases, humos, sprays, y/o vapores. El programa debe incluir pero no se limita a:

- Monitoreo periódico del aire. Medición de la concentración de polvo en el ambiente o lugar de trabajo así como la concentración de polvo al que está expuesto el trabajador.
- Capacitación regular de los trabajadores en el uso de respiradores, técnica de colocación y mantenimiento de los mismos.
- Determinación de estado de salud de la habilidad del trabajador para desempeñar el trabajo mientras utiliza un respirador.
- Mantenimiento, inspección, limpieza y almacenamiento de máscaras respiratorias.



## Capítulo 5. NORMA Oficial Mexicana NOM-010-STPS-1999, Condiciones de seguridad e higiene en los centros de trabajo donde se manejen, transporten, procesen o almacenen sustancias químicas capaces de generar contaminación en el medio ambiente laboral.

### 5.1 Objetivo.

Establecer medidas para prevenir daños a la salud de los trabajadores expuestos a las sustancias químicas contaminantes del medio ambiente laboral, y establecer los límites máximos permisibles de exposición en los centros de trabajo donde se manejen, transporten, procesen o almacenen sustancias químicas que por sus propiedades, niveles de concentración y tiempo de exposición, sean capaces de contaminar el medio ambiente laboral y alterar la salud de los trabajadores.

### 5.2 Definiciones

Para los efectos de esta Norma se establecen las definiciones siguientes:

- **Evaluación:** es la cuantificación de los contaminantes del medio ambiente laboral.
- **Fibras:** son todas aquellas partículas sólidas con una longitud mayor a 5  $\mu\text{m}$  y diámetro menor o igual a 3  $\mu\text{m}$ , en relación mayor de 3:1 (longitud: diámetro).
- **Grupo de exposición homogénea:** es la presencia de dos o más trabajadores expuestos a las mismas sustancias químicas con concentraciones similares e igual tiempo de exposición durante sus jornadas de trabajo, y que desarrollan trabajos similares.
- **Límite máximo permisible de exposición (LMPE):** es la concentración de un contaminante del medio ambiente laboral, que no debe superarse durante la exposición de los trabajadores en una jornada de trabajo en cualquiera de sus tres tipos. El límite máximo permisible de exposición se expresa en  $\text{mg}/\text{m}^3$  o ppm, bajo condiciones normales de temperatura y presión.
- **Muestreo ambiental:** es el procedimiento de captura, o de captura y determinación de los contaminantes del medio ambiente laboral.
- **Polvo:** son partículas sólidas en suspensión en el aire, como resultado del proceso de disgregación de la materia.
- **Polvo respirable:** son los polvos inertes cuyo tamaño sea menor a 10  $\mu\text{m}$ .



- **Riesgo potencial:** es la probabilidad de que una sustancia química peligrosa cause daño a la salud de los trabajadores.
- **mg/m<sup>3</sup>:** miligramos sobre metro cúbico. Unidad de concentración de polvos, humos combustibles y metálicos, gases, neblinas, rocíos y vapores.

### 5.3 Obligaciones del patrón

- Mostrar a la autoridad del trabajo, cuando así lo solicite, los documentos que la presente Norma le obligue a elaborar o poseer.
- Informar a los trabajadores y a la comisión de seguridad e higiene, sobre los riesgos potenciales a la salud por la exposición a los contaminantes en el medio ambiente laboral.
- Realizar el estudio de los contaminantes del medio ambiente laboral que incluya el reconocimiento, la evaluación y el control necesario para prevenir alteraciones en la salud de los trabajadores expuestos a dichos contaminantes.
- Elaborar y mantener actualizado el estudio de evaluación de la concentración de los contaminantes del medio ambiente laboral cotejados contra los LMPE del Apéndice I.
- Capacitar a los trabajadores expuestos a los contaminantes del medio ambiente laboral, con base al riesgo potencial, a la salud y a las medidas preventivas y de control adoptadas por el patrón.
- Realizar la vigilancia de la salud a todos los trabajadores, incluyendo a los de nuevo ingreso, según lo establecido en el apartado 9.1, y el inciso a) del apartado 9.2.

### 5.4 Obligaciones de los trabajadores

- En caso de ser requeridos por el patrón, colaborar en las actividades de reconocimiento, evaluación y control.
- Participar en la capacitación y adiestramiento proporcionados por el patrón.
- Seguir las instrucciones de uso y mantenimiento del equipo de protección personal proporcionada por el patrón.
- Someterse a los exámenes médicos que apliquen.
- Acatar las medidas de prevención y control que el patrón le indique.

### 5.5 Reconocimiento

Se debe elaborar un reporte del reconocimiento del medio ambiente laboral, que debe integrarse al informe de evaluación de los contaminantes del medio ambiente laboral, el cual debe contener la siguiente información:



- La identificación de los contaminantes, propiedades físicas, químicas y toda la información toxicológica de los contaminantes y las alteraciones que puedan producir a la salud de los trabajadores, señaladas en las hojas de datos de seguridad, conforme a lo establecido en la NOM-114-STPS-1994
- Las vías de ingreso de los contaminantes al trabajador, el tiempo y frecuencia de la exposición;
- La identificación en un plano, de las fuentes generadoras de los contaminantes;
- Identificación en el plano, de las zonas donde exista riesgo de exposición y el número de trabajadores potencialmente expuestos a los contaminantes;
- Definir los grupos de exposición homogénea y su correspondiente determinación cualitativa de riesgo.
- Prioridad de los grupos de exposición homogénea por evaluar.

Para la evaluación del riesgo, se debe dar prioridad a los trabajadores o a los grupos de trabajadores de exposición homogénea, bajo los criterios siguientes: grado de efecto a la salud del contaminante del medio ambiente de trabajo, grado de exposición potencial, número de trabajadores expuestos.

- Según lo establecido en las tablas 1 y 2, se debe determinar el grado de efecto a la salud y el grado de exposición potencial.

**TABLA 1  
GRADO DE EFECTO A LA SALUD DEL CONTAMINANTE  
DEL MEDIO AMBIENTE DE TRABAJO**

GRADO DE EFECTO A LA SALUD	EFECTO A LA SALUD	CRITERIOS DE TOXICIDAD			
		RATA DL <sub>50</sub> VIA ORAL	CONEJO DL <sub>50</sub> VIA CUTANEA	RATA CL <sub>50</sub> VIA RESPIRATORIA	
		mg/kg	mg/kg	mg/l	ppm
0	EFFECTOS LEVES REVERSIBLES O SIN EFFECTOS CONOCIDOS	MAYOR QUE 5000	MAYOR QUE 2000	MAYOR QUE 20	MAYOR QUE 10000
1	EFFECTOS MODERADOS REVERSIBLES	MAYOR QUE 500 HASTA 5000	MAYOR DE 1000 HASTA 2000	MAYOR QUE 2 HASTA 20	MAYOR QUE 2000 HASTA 10000
2	EFFECTOS SEVEROS REVERSIBLES	MAYOR QUE 50 HASTA 500	MAYOR QUE 200 HASTA 1000	MAYOR QUE 0.5 HASTA 2	MAYOR QUE 200 HASTA 2000
3	EFFECTOS IRREVERSIBLES. SUSTANCIAS CARCINOGENAS, SOSPECHOSAS, MUTAGENAS, TERATOGENAS	MAYOR QUE 1 HASTA 50	MAYOR QUE 20 HASTA 200	MAYOR QUE 0.05 HASTA 0.5	MAYOR QUE 20 HASTA 200



4	EFEKTOS INCAPACITANTES O FATALES, SUSTANCIAS CARCINOGENAS COMPROBADAS	IGUAL O MENOR DE 1	IGUAL O MENOR DE 20	IGUAL O MENOR DE 0.05	IGUAL O MENOR DE 20

**TABLA 2  
GRADO DE EXPOSICION POTENCIAL**

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

**Notas:** \* En caso de no existir datos de evaluaciones anteriores, se debe utilizar este criterio.

\*\* En caso de evaluaciones anteriores, se debe utilizar este criterio.

Una vez obtenidos los grados de efectos a la salud y de exposici3n potencial, se debe obtener la clasificaci3n cualitativa del riesgo, mediante el cruce de los valores se1alados en la tabla 3, con la finalidad de definir las zonas prioritarias de muestreo.



**TABLA 3  
CLASIFICACION CUALITATIVA DEL RIESGO**

GRADO DE EFECTO A LA SALUD	4	MUY ALTA				
	3					BAJA
	2	MOBERADA				
	1	BAJA		ALTA		
	0	INOCUA		BAJA		
		0	1	2	3	4
GRADO DE EXPOSICION POTENCIAL						

La prioridad del grupo de exposición homogénea es de acuerdo con el riesgo. La zona de riesgo va desde muy alta, que es la primera que se debe evaluar, hasta inocua, que debe ser la última en evaluarse.

### 5.6 Control

Cuando la exposición del trabajador a las concentraciones de los contaminantes del medio ambiente laboral rebase el nivel de acción, pero esté por debajo de los límites máximos permisibles de exposición referidos en el Apéndice I, el patrón debe llevar a cabo exámenes médicos específicos por cada contaminante a cada trabajador expuesto, según lo que establezcan las normas oficiales mexicanas que al respecto emita la Secretaría de Salud, así como realizar la vigilancia a la salud que en esas normas se establezcan, en caso de no existir normatividad de la Secretaría de Salud, el médico de la empresa determinará los exámenes médicos que se realizarán al menos una vez cada doce meses y la vigilancia a la salud que se deba realizar.

Cuando la exposición del trabajador a las concentraciones de las sustancias químicas contaminantes rebase los LMPE del Apéndice I, el patrón debe realizar un examen médico específico por cada contaminante a cada trabajador expuesto, según lo establezcan las normas oficiales mexicanas que al respecto emita la Secretaría de Salud, así como llevar la vigilancia a la salud en caso de no existir normatividad de la Secretaría de Salud, el médico de la empresa determinará los exámenes médicos que se realizarán al menos una vez cada doce meses, la vigilancia a la salud que se deba realizar previo cumplimiento a lo establecido en el apartado 9.3, o si se le retira temporal o definitivamente de la exposición;



y aplicar un programa de control, en el que se implementarán las siguientes medidas, considerando la naturaleza de los procesos productivos, aspectos tecnológicos, económicos, factibilidad y viabilidad:

- a) Sustitución de las sustancias del medio ambiente laboral, por otras sustancias cuyos efectos sean menos nocivos;
- b) Modificación o sustitución de los procesos o equipos, por otros que generen menor concentración de contaminantes del medio ambiente laboral;
- c) Modificación de los procedimientos de trabajo, para minimizar la generación de contaminantes del medio ambiente laboral o la exposición del trabajador;
- d) Aislamiento de los procesos, equipos o áreas para evitar la dispersión de los contaminantes del medio ambiente laboral;
- e) Aislamiento del trabajador del medio ambiente laboral contaminado, a una atmósfera libre de contaminantes;
- f) Utilización de sistemas de ventilación por extracción localizada, para evitar la dispersión de los contaminantes al medio ambiente laboral;
- g) Utilización de sistemas de ventilación general.

Las siguientes medidas de control deben ser aplicadas de inmediato mientras se cumple con lo establecido en el apartado anterior, con el fin de no exponer a los trabajadores a concentraciones superiores a los LMPE establecidos en el Apéndice I:

- a) Limitación de los tiempos y frecuencias de exposición del trabajador a las sustancias químicas contaminantes;
- b) Dotar a los trabajadores del equipo de protección personal específico al riesgo. En la selección de este equipo, el patrón debe considerar sus factores de protección y un programa de capacitación y mantenimiento del mismo, a fin de que el trabajador no se exponga a concentraciones que estén por arriba de los LMPE, y que el equipo de protección personal se conserve en buenas condiciones de trabajo, de acuerdo a la NOM-017-STPS-1994.

Se recomienda que la comparación e interpretación de los resultados con los LMPE, se haga bajo un enfoque estadístico para determinar el control, de acuerdo a la Guía de Referencia.



## APENDICE I LÍMITES MÁXIMOS PERMISIBLES DE EXPOSICIÓN

**I.1** La tabla I.1 contiene el listado de los límites máximos permisibles de exposición a contaminantes del medio ambiente laboral, así como, en su caso, su número CAS y las connotaciones pertinentes que se relacionan con los apartados de clasificación de carcinógenos, sustancias de composición variable, límites máximos permisibles de exposición para mezclas, y partículas no especificadas de otra manera. La descripción de las connotaciones está al final de la presente tabla.

Los valores de la tabla están calculados para condiciones normales de temperatura y presión, y para una jornada laboral de 8 horas diarias y 40 horas a la semana.

**TABLA I.1**

No.	SUSTANCIA	No. CAS	Connotación	LMPE-PPT		LMPE-CT o Pico	
				ppm	mg/m <sup>3</sup>	Ppm	mg/m <sup>3</sup>
105	CAL (Óxido de Calcio)	1305-78-8		-	2	-	-
108	CAOLIN	1332-58-7	(j), A4	-	10	-	20
120	CEMENTO PORTLAND	65997-15-1	(e)	-	10	-	20
480	SILICATO DE CALCIO	1344-95-2	A4, (e)	-	10	-	-
481	SILICATO DE ETILO	78-10-4		10	85	30	255
482	SILICATO DE METILO	681-84-5		1	6	5	30
483	SILICE AMORFA						
	GEL DE SILICE	112926-00-8			10	-	-
	SILICE FUNDIDA	60676-86-0	(j)	-	0.1		-



	SILICE, HUMOS	69012-64-2	(j)	-	2	-	-
	SILICE PRECIPITADA	112926-00-8		-	10	-	-
48 4	SILICE CRISTALINA						
	CRISTOBALITA	14464-46-1	(j)	-	0.05	-	-
	CUARZO	14808-60-7	(j)	-	0.1	-	-



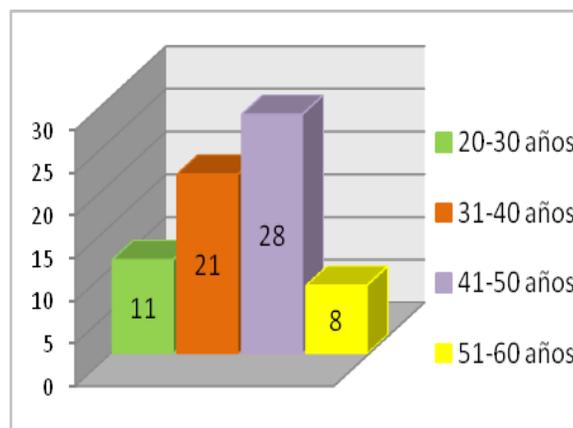
## Cuadros y Gráficas

**Cuadro no. 1**  
**Edad del personal operario de la Industria Cementera.**

Edad	fx	%
20-30 años	11	16
31-40 años	21	31
41-50 años	28	41
51-60 años	8	12
<b>Total</b>	<b>68</b>	<b>100</b>

FUENTE: Historia Clínica Laboral 2012

**Gráfica No. 1**  
**Edad del personal operario de la Industria Cementera.**



FUENTE: Cuadro no. 1



### Cuadro no. 2

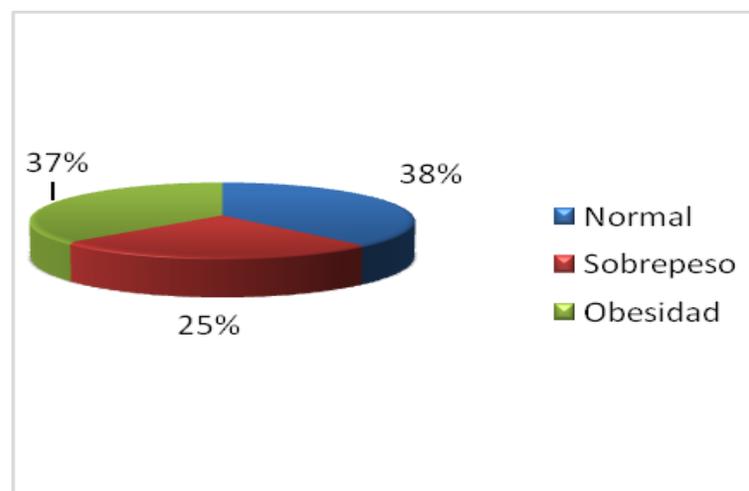
Índice de Masa Corporal del personal operario de la Industria Cementera

IMC	fx	%
Normal	26	38
Sobrepeso	17	25
Obesidad	25	37
Total	68	100

FUENTE: Historia Clínica Laboral 2012

### Gráfica No. 2

Índice de Masa Corporal del personal operario de la Industria Cementera



FUENTE: Cuadro no. 2



### Cuadro no. 3

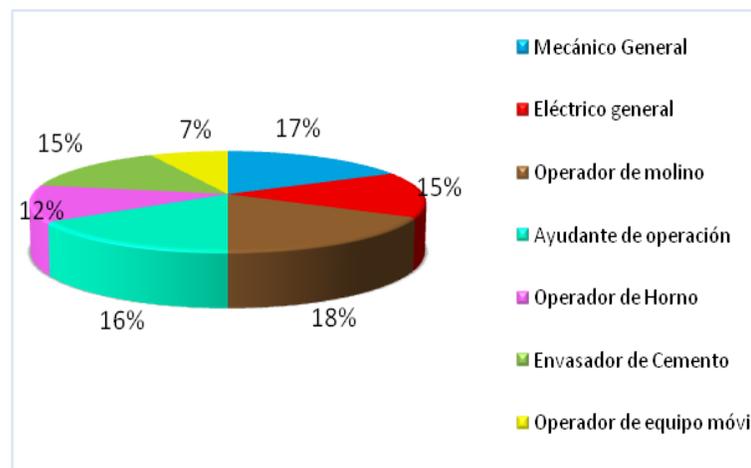
Puestos de trabajo del personal operario en trabajadores de la Industria Cementera

Puesto de Trabajo	fx	%
Mecánico General	12	18
Eléctrico general	10	15
Operador de molino	12	18
Ayudante de operación	11	16
Operador de Horno	8	12
Envasador de Cemento	10	15
Operador de equipo móvil	5	7
<b>Total</b>	<b>68</b>	<b>100</b>

FUENTE: Historia Clínica Laboral 2012

### Gráfica No. 3

Puestos de trabajo del personal operario en trabajadores de la Industria Cementera



FUENTE: Cuadro no. 3

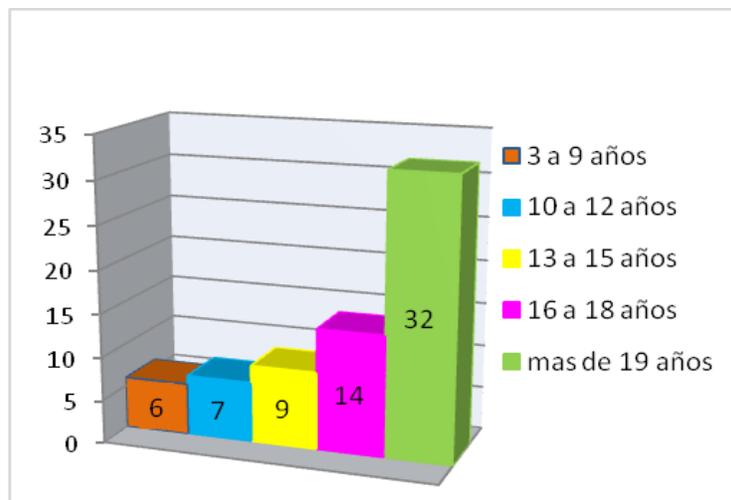


**Cuadro no. 4**  
Antigüedad laboral de los trabajadores en la Industria Cementera

Antigüedad laboral (años)	fx	%
3 a 9 años	6	9
10 a 12 años	7	10
13 a 15 años	9	13
16 a 18 años	14	21
mas de 19 años	32	47
<b>Total</b>	<b>68</b>	<b>100</b>

FUENTE: Historia Clínica Laboral 2012

**Gráfica No. 4**  
Antigüedad laboral del personal operario de la Industria Cementera 2008-2012.



FUENTE: Cuadro no. 4



### Cuadro no. 5

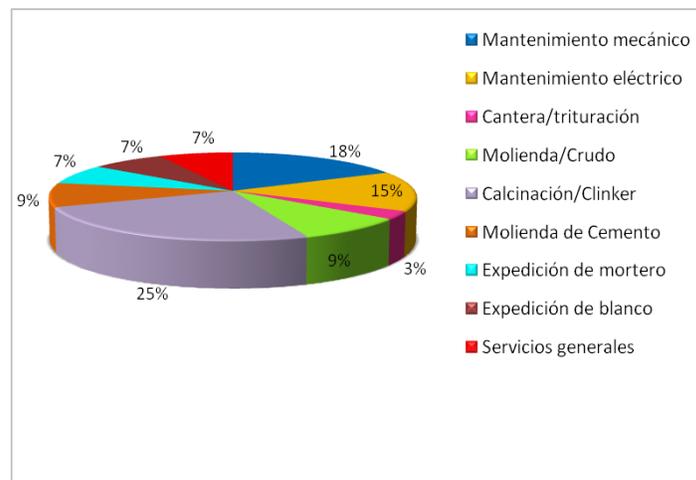
Departamento al que pertenece el personal operario en la Industria Cementera.

Departamento	fx	%
Mantenimiento mecánico	12	18
Mantenimiento eléctrico	10	15
Cantera/trituración	2	3
Molienda/Crudo	6	9
Calcinación/Clinker	17	25
Molienda de Cemento	6	9
Expedición de mortero	5	7
Expedición de blanco	5	7
Servicios generales	5	7
<b>Total</b>	<b>68</b>	<b>100</b>

FUENTE: Historia Clínica Laboral 2012

### Gráfica No. 5

Departamento al que pertenece el personal operario en la Industria Cementera.



FUENTE: Cuadro no. 5



### Cuadro no. 6

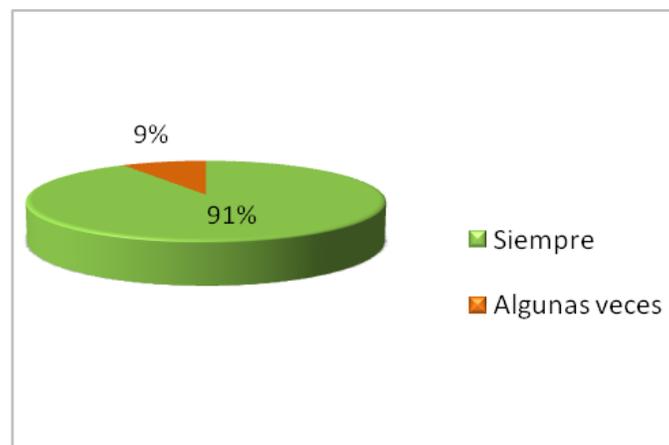
Frecuencia con la que los trabajadores hacen uso de respirador en la Industria Cementera.

Uso de respirador	fx	%
Siempre	62	91
Algunas veces	6	9
Nunca	0	0
Total	68	100

FUENTE: Historia Clínica Laboral 2012

### Gráfica No. 6

Frecuencia con la que los trabajadores hacen uso de respirador en la Industria Cementera.



FUENTE: Historia Cuadro no. 6



### Cuadro no. 7

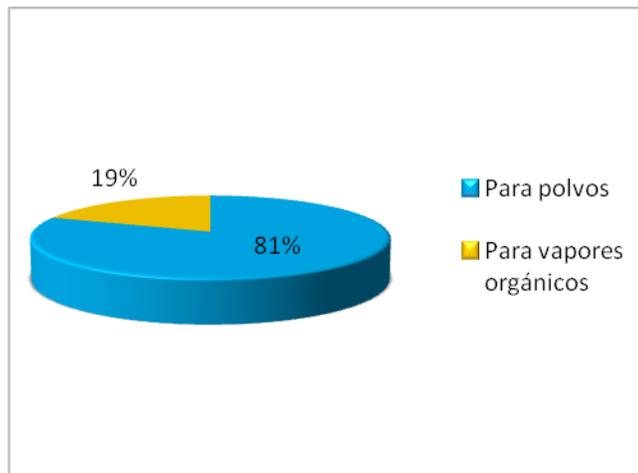
Tipo de respirador utilizado por el Personal Operario de la Industria Cementera

Tipo de Respirador	fx	%
Para polvos	55	81
Para vapores orgánicos	13	19
<b>Total</b>	<b>68</b>	<b>100</b>

FUENTE: Historia Clínica Laboral 2012

### Gráfica No.7

Tipo de respirador utilizado por el Personal Operario de la Industria Cementera



FUENTE: Cuadro no. 7



### Cuadro no. 8

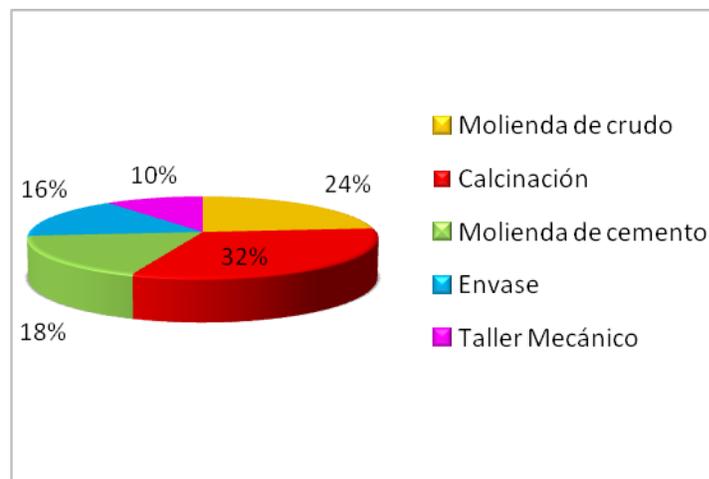
Áreas donde es utilizado el respirador por los trabajadores de la Industria Cementera.

Áreas uso de respirador	fx	%
Molienda de crudo	16	24
Calcinación	22	32
Molienda de cemento	12	18
Envase	11	16
Taller Mecánico	7	10
Total	68	100

FUENTE: Historia Clínica Laboral 2012

### Gráfica No.8

Áreas donde es utilizado el respirador por los trabajadores de la Industria Cementera.



FUENTE: Cuadro no. 8



### Cuadro no. 9

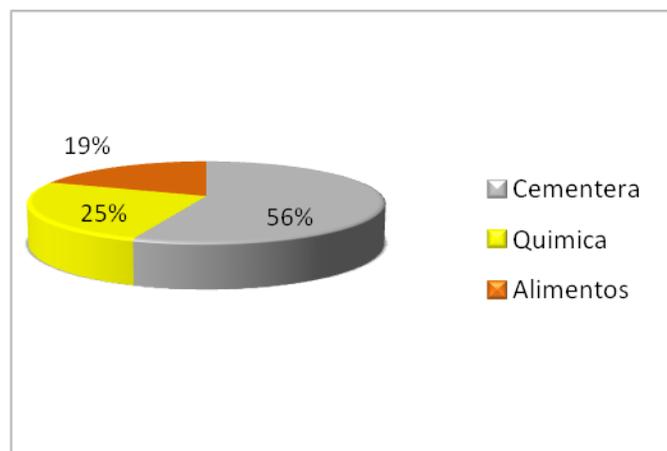
Tipo de empresa en la que trabajaba anteriormente el Personal Operario trabajador de la Industria Cementera.

Tipo de Empresa	fx	%
Cementera	38	56
Química	17	25
Alimentos	13	19
Total	68	100

FUENTE: Historia Clínica Laboral 2012

### Gráfica No. 9

Tipo de empresa en la que trabajaba anteriormente el Personal Operario trabajador de la Industria Cementera.



FUENTE: Cuadro no. 9



### Cuadro no. 10

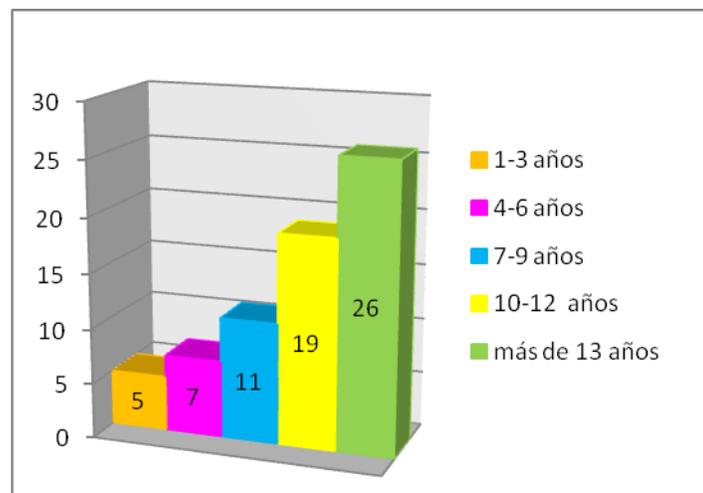
Antigüedad laboral en el puesto de trabajo anterior del personal operario de la Industria Cementera

Antigüedad trabajo anterior	fx	%
1-3 años	5	7
4-6 años	7	10
7-9 años	11	16
10-12 años	19	28
más de 13 años	26	38
Total	68	100

FUENTE: Historia Clínica Laboral 2012

### Gráfica No. 10

Antigüedad laboral en el puesto de trabajo anterior del personal operario de la Industria Cementera



FUENTE: Cuadro no. 10



### Cuadro no. 11

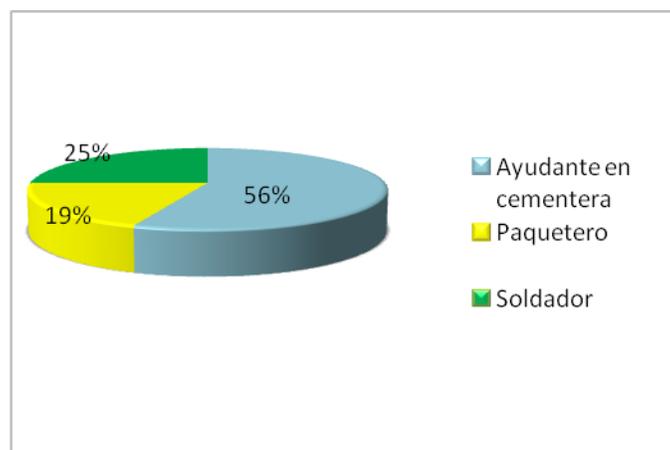
Puesto de trabajo anterior del personal operario de la Industria Cementera

Puesto anterior	fx	%
Ayudante en cementera	38	56
Paquetero	13	19
Soldador	17	25
Total	68	100

FUENTE: Historia Clínica Laboral 2012.

### Gráfica No. 11

Puesto de trabajo anterior del personal operario de la Industria Cementera



FUENTE: Cuadro no. 11



### Cuadro no. 12

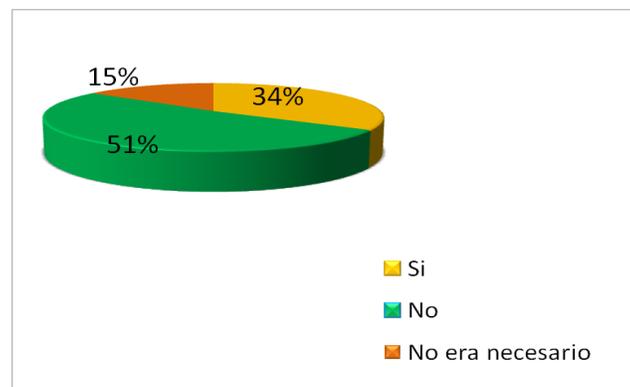
Personal Operario de la Industria Cementera que utilizó respirador en su trabajo anterior.

Uso de respirador anteriormente	fx	%
Si	23	34
No	35	51
No era necesario	10	15
Total	68	100

FUENTE: Historia Clínica Laboral 2012

### Gráfica No. 12

Personal Operario de la Industria Cementera que utilizó respirador en su trabajo anterior.



FUENTE: Cuadro no. 12



### Cuadro no. 13

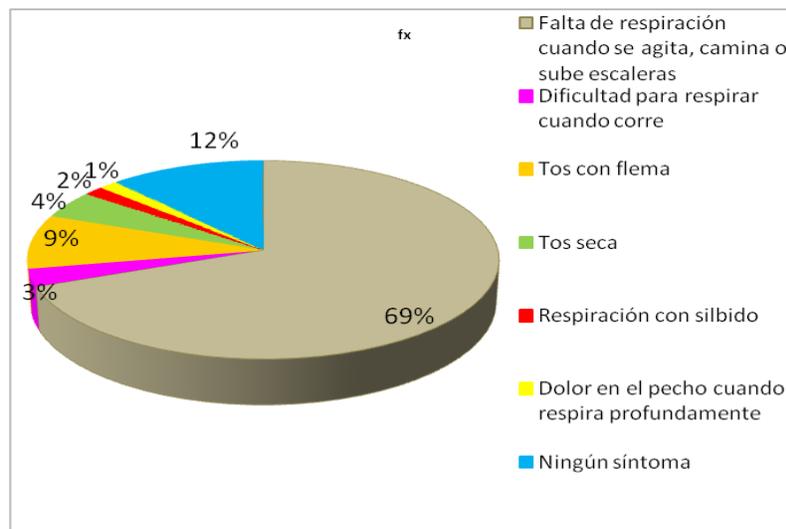
Personal operario que presenta y refiere presumbibles síntomas de Neumoconiosis.

Síntomas que presentan y refieren	fx	%
Falta de respiración cuando se agita, camina o sube escaleras	47	69
Dificultad para respirar cuando corre	2	3
Tos con flema	6	9
Tos seca	3	4
Respiración con silbido	1	1
Dolor en el pecho cuando respira profundamente	1	1
Ningún síntoma	8	12
Total	68	100

FUENTE: Historia Clínica Laboral 2012

### Gráfica No. 13

Personal operario que presenta y refiere presumbibles síntomas de Neumoconiosis.



FUENTE: Cuadro no. 13

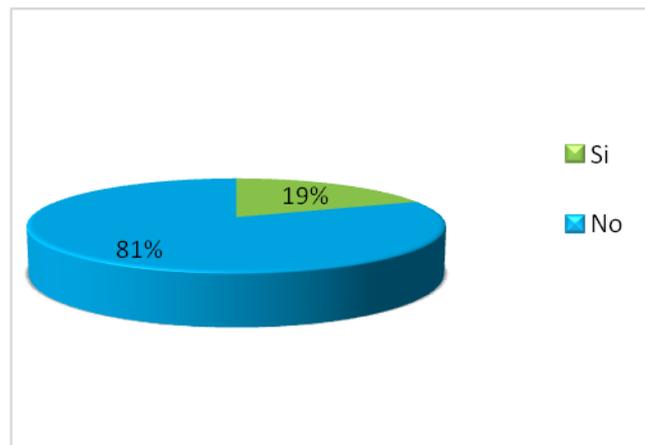


**Cuadro no. 14**  
Trabajadores de la Industria Cementera que son fumadores.

¿El trabajador fuma?	fx	%
Si	13	19
No	55	81
Total	68	100

FUENTE: Historia Clínica Laboral

**Gráfica No. 14**  
Trabajadores de la Industria Cementera que son fumadores.



FUENTE: Cuadro no. 14



### Cuadro no. 15

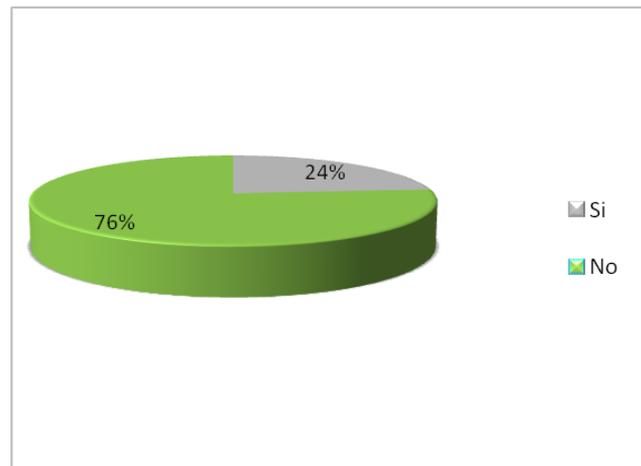
Trabajadores de la Industria Cementera que ingiere bebidas alcohólicas.

¿El personal ingiere bebidas alcohólicas?	fx	%
Si	16	24
No	52	76
Total	68	100

FUENTE: Historia Clínica Laboral 2012

### Gráfica No. 15

Personal operario de la Industria Cementera que ingiere bebidas alcohólicas.



FUENTE: Cuadro no. 15

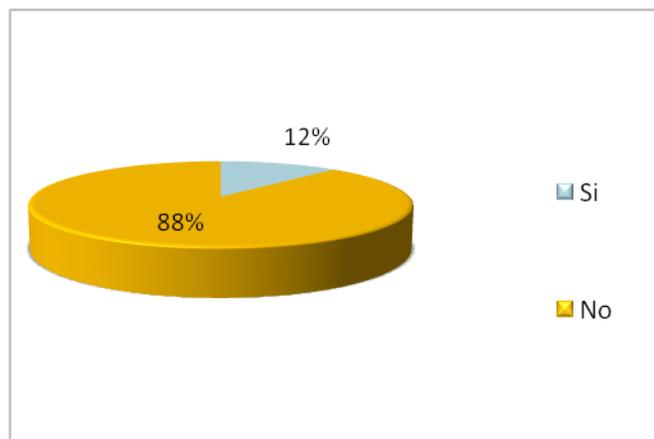


**Cuadro no. 16**  
Trabajadores de la Industria Cementera que realiza ejercicio.

¿El personal realiza ejercicio?	fx	%
Si	8	12
No	60	88
Total	68	100

FUENTE: Historia Clínica Laboral 2012

**Gráfica No. 16**  
Trabajadores de la Industria Cementera que realizan ejercicio.



FUENTE: Cuadro no. 16



### Cuadro no. 17

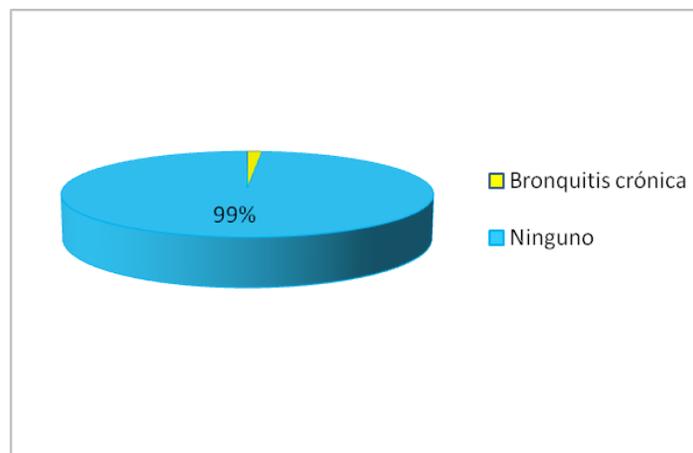
Trabajadores de la Industria Cementera con antecedentes de problemas pulmonares.

Problema pulmonar	fx	%
Asma	0	0
Bronquitis crónica	1	1
Enfisema	0	0
Pulmonía	0	0
Neumonía	0	0
Tuberculosis	0	0
Ninguno	67	99
Total	68	100

FUENTE: Historia Clínica 2012

### Gráfica No. 17

Trabajadores de la Industria Cementera con antecedentes de problemas pulmonares.



FUENTE: Cuadro no. 17



### Cuadro no. 18

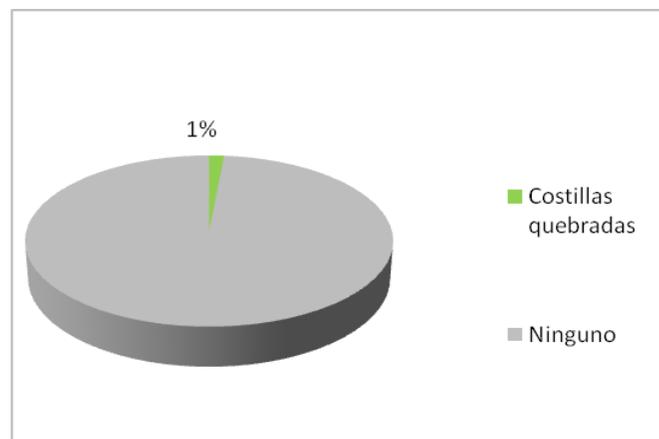
Trabajadores de la Industria Cementera con antecedentes de problemas en caja torácica.

Problemas en huesos	fx	%
Costillas quebradas	1	1
Cirugías en tórax	0	0
Ninguno	67	99
<b>Total</b>	<b>68</b>	<b>100</b>

FUENTE: Historia Clínica Laboral 2012

### Gráfica No. 18

Trabajadores de la Industria Cementera con antecedentes de problemas en caja torácica.



FUENTE: Cuadro no. 18



### Cuadro no. 19

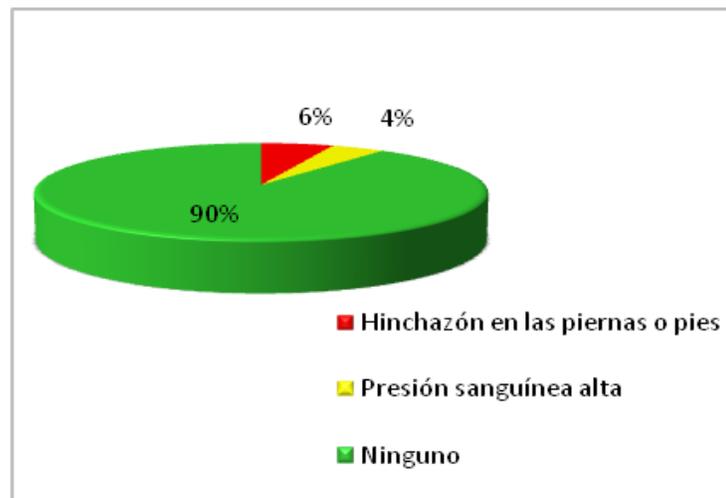
Trabajadores de la Industria Cementera que presentan problemas cardiovasculares.

Problemas cardiovasculares	fx	%
Ataque cardiaco	0	0
Derrame cerebral	0	0
Angina de pecho	0	0
Hinchazón en las piernas o pies	4	6
Latidos irregulares del corazón	0	0
Presión sanguínea alta	3	4
Dolor frecuente en pecho	0	0
Sensación de tener el pecho apretado	0	0
Otros padecimientos	0	0
Ninguno	61	90
Total	68	100

FUENTE: Historia Clínica Laboral 2012

### Gráfica No. 19

Trabajadores de la Industria Cementera que presentan problemas cardiovasculares.



FUENTE: Cuadro no. 19

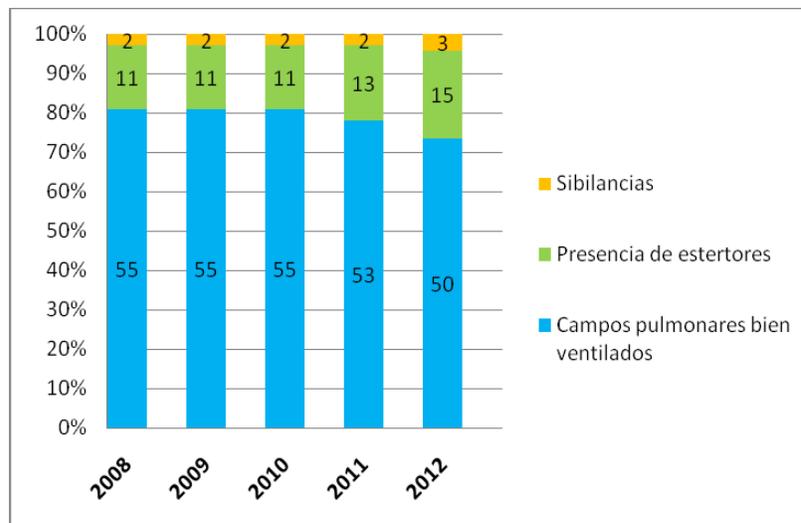


**Cuadro no. 20**  
Resultados de la auscultación pulmonar de los trabajadores en la Industria Cementera

Aspecto auscultado	2008		2009		2010		2011		2012	
	fx	%								
Campos pulmonares bien ventilados	55	81	55	81	55	81	53	78	50	74
Presencia de estertores	11	16	11	16	11	16	13	19	15	22
Sibilancias	2	3	2	3	2	3	2	3	3	4
<b>Total</b>	<b>68</b>	<b>100</b>								

FUENTE: Historia Clínica Laboral 2012

**Gráfica No. 20**  
Resultados de la auscultación pulmonar de los trabajadores en la Industria Cementera



FUENTE: Cuadro no. 20

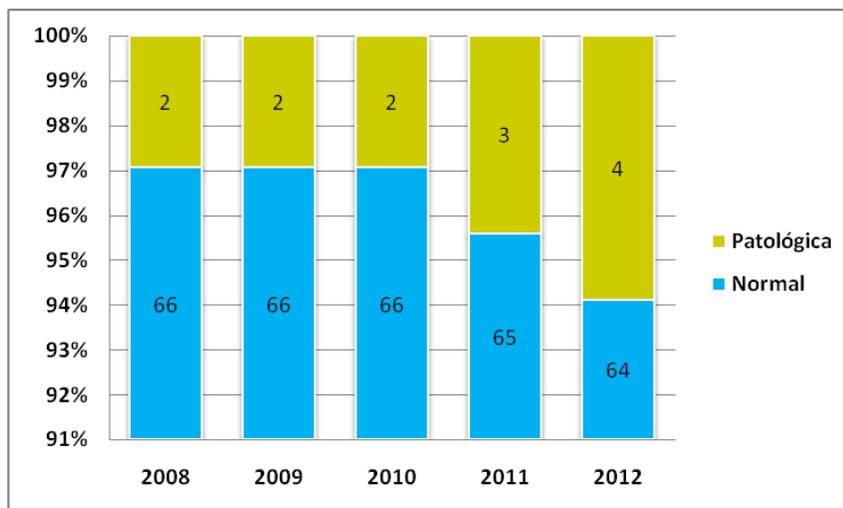


**Cuadro no. 21**  
Resultados de Radiografía de Tórax del periodo 2008-2012.

Resultado Radiografía Tórax	2008		2009		2010		2011		2012	
Patológica	2	3	2	3	2	3	3	4	4	6
Normal	66	97	66	97	66	97	65	96	64	94
Total	68	100	68	100	68	100	68	100	68	100

FUENTE: Historia Clínica Laboral 2012

**Gráfica No. 21**  
Resultados de Radiografía de Tórax del periodo 2008-2012.



FUENTE: Cuadro no. 21

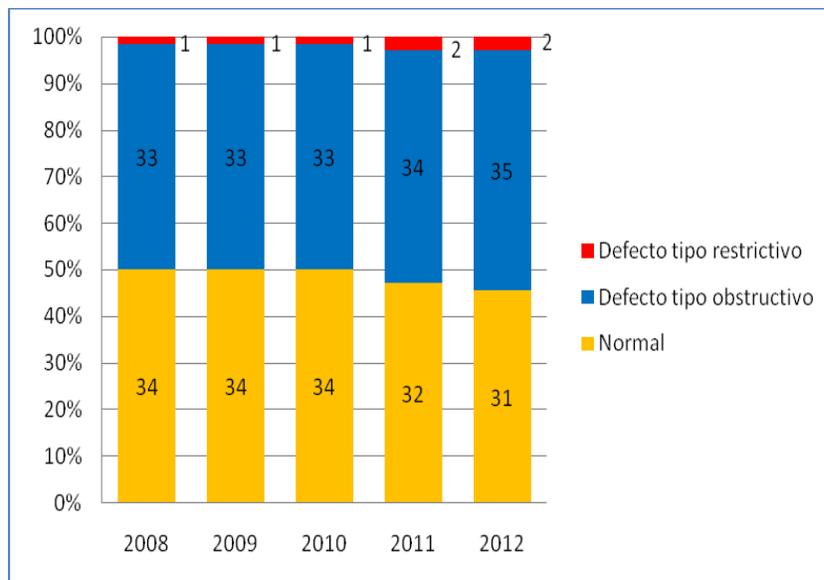


**Cuadro no. 22**  
Resultados de Espirometría del personal operario del periodo 2008-2012.

Resultado	2008		2009		2010		2011		2012	
	fx	%								
Normal	34	50	34	50	34	50	32	48	31	47
Defecto tipo obstructivo	33	49	33	49	33	49	34	50	35	51
Defecto tipo restrictivo	1	1	1	1	1	1	2	2	2	2
<b>Total</b>	<b>68</b>	<b>100</b>								

FUENTE: Historia Clínica Laboral 2012

**Gráfica No. 22**  
Resultados de Espirometría del personal operario del periodo 2008-2012.



FUENTE: Cuadro no. 22



**Cuadro no. 23**

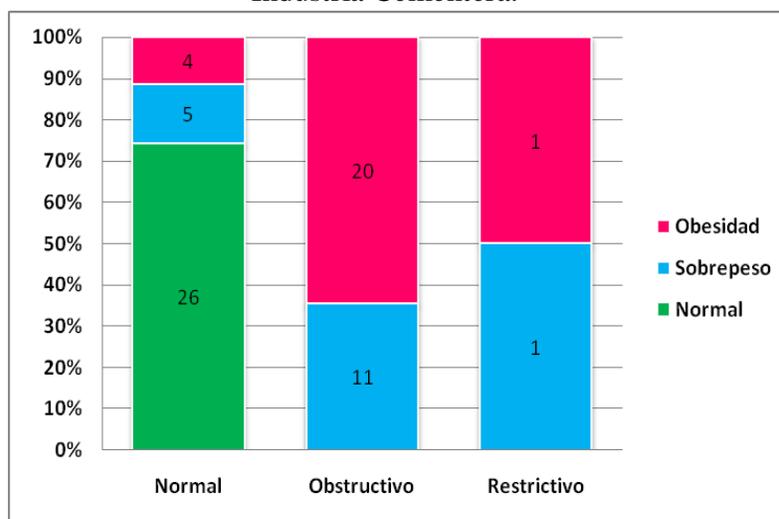
Relación de resultados de Espirometría e Índice de masa corporal de los trabajadores de la Industria Cementera.

Resultado IMC	Normal		Obstructivo		Restrictivo		Total fx	Total %
	fx	%	fx	%	fx	%		
Normal	26	39	0	0	0	0	26	39
Sobrepeso	5	8	11	16	1	1	17	25
Obesidad	4	6	20	29	1	1	25	36
<b>Total</b>	<b>35</b>	<b>53</b>	<b>31</b>	<b>45</b>	<b>2</b>	<b>2</b>	<b>68</b>	<b>100</b>

FUENTE: Historia Clínica Laboral 2012

**Gráfica No. 23**

Relación de resultados de Espirometría e Índice de masa corporal de los trabajadores de la Industria Cementera.



FUENTE: Cuadro no. 23



## Interpretación y Análisis de resultados

Los datos obtenidos de la investigación titulada “Estudio para detectar la presencia de Neumoconiosis en trabajadores de la Industria Cementera 2008-2012” muestran los siguientes resultados:

La edad promedio de la población trabajadora en la Industria Cementera oscila entre los 31 y 50 años de edad con un porcentaje del 72%, siguiéndole un 31% con edad entre los 20 y 30 años y un pequeño porcentaje del 12% con edad mayor a los 50 años. Es común en las Industrias Cementeras encontrar trabajadores en etapa de adultos maduros debido a que es uno de los sectores de mejor remuneración, y les permite ingresar a sus hijos en este sector. Otro factor que influye en tener una población adulto maduro es debido al cambio de razón social que presentó esta Cementera hace 10 años, ya que no se originaron cambios organizacionales importantes, es por ello que la población trabajadora de aquel tiempo continúa laborando. (Cuadro No. 1).

Más de la mitad de la población trabajadora de la Industria Cementera es decir el 62% tiene problemas de salud relacionados con su peso corporal, de los cuales el 25% presenta sobrepeso y el 37% presenta obesidad. Solo el 38% tiene un Índice de Masa corporal Normal, es decir menos de la mitad de la población. A nivel nacional el estado de Hidalgo ocupa el tercer lugar con obesidad en población adulta, aunado a que dentro de la Industria Cementera es característico de los empleados presentar problemas de peso corporal ya que las actividades de trabajo son tan demandantes que influyen en los trabajadores y sus hábitos de alimentación. (Cuadro No. 2).

Los puestos de trabajo que desempeñan en la Industria Cementera son: mecánico general con 18%, eléctrico general con 15%, operador de molino con 18%, ayudante de operación con 16%, operador de horno con 12%, envasador de cemento con 15% y operador de equipo móvil con 7%. Lo cual muestra que los mecánicos, operadores de molino y ayudante de operación son los puestos de trabajo que predominan en la Industria cementera siguiéndole los eléctricos y envasadores de cemento. Los principales puestos de trabajo en una Industria Cementera son aquellos que pertenecen a Producción (operador de molino, ayudante de operación, operador de horno y envasador de cemento) y Mantenimiento (mecánico y eléctrico general) ya que son puestos clave en la fabricación de cemento.

Los puestos de trabajo con mayor riesgo de desarrollar Neumoconiosis por estar en áreas con exposición a concentraciones de polvo mayores a  $10\text{mg}/\text{m}^3$  como se menciona en el Capítulo 4, apartado 4.1 Reconocimiento y monitoreo de áreas con trabajadores expuestos a polvo en la industria cementera son el puesto de Envasador de cemento y Ayudante de



Operación, es decir que el 31% de los trabajadores son los más vulnerables a desarrollar la enfermedad. (Cuadro No. 3).

Los Departamentos a los que pertenece los trabajadores en la Industria Cementera son: Calcinación/Clinker con 25%, Mantenimiento mecánico y eléctrico con 33%, Molienda-Crudo y Molienda-Cemento con 18%, Expedición de blanco y mortero 14%, Servicios Generales con 7% y finalmente Cantera/Trituración con 3%. El Departamento con mayor población trabajadora es Calcinación-Clinker dicho departamento pertenece al área de Producción de la Industria Cementera en donde se desempeñan la mayoría de los puestos de trabajo como lo son cantera y trituración y molienda de crudo y cemento. Dentro de la región de Hidalgo se ubican algunas otras Industrias Cementeras en donde la forma organizacional de Producción y Mantenimiento son los departamentos más grandes e importantes en este tipo de empresas. (Cuadro No. 4).

Casi la mitad, el 47% de la población trabajadora tiene un periodo de antigüedad laboral de más de 19 años en el puesto de trabajo actual, entre 16 y 18 años de antigüedad el 21%, de 13 a 15 años de antigüedad el 13%, de 10 a 12 años de antigüedad el 10% y de 3 a 9 años de antigüedad el 9%. Más de la mitad del personal que labora es decir el 68% son trabajadores que pertenecían a la anterior administración, ya que al momento de vender a la Industria Cementera en estudio la condición fue respetar la nomina. La actual Industria Cementera se caracteriza por ser una empresa donde los empleadores proporcionan una estabilidad laboral a los trabajadores reflejada en prestaciones superiores a la de la Ley Federal de Trabajo lo cual repercute en tener menos rotación de personal. Es importante mencionar que el 68% de la población trabajadora ha estado expuesta por un periodo de tiempo prolongado a polvo de cemento en jornada de 8 horas diarias (Cuadro No.5).

La población trabajadora que refiere utilizar siempre en su área de trabajo el respirador es en un 91%, solo el 9% lo utiliza algunas veces. Dichos resultados muestra que la mayoría de los trabajadores se preocupa por protegerse del polvo de cemento al que se expone durante su jornada laboral sin embargo como personal de Enfermería nos debe interesar el 9% que no cumple con el uso obligatorio de respirador, pese a que los trabajadores refieren conocer los riesgos que implica su trabajo en una industria cementera. En base a registros del IMSS, en una de las comunidades aledañas a la Industria Cementera en estudio se presentaron hace algunos años más de 60 casos de Neumoconiosis en los trabajadores, mismos que se registraron como defunciones, una de las causas o motivos de haber desarrollado la enfermedad fue el no uso de respirador para polvos (Cuadro No. 6).



La mayoría de la población trabajadora utiliza un respirador para polvos, es decir el 81% de la población conoce y utiliza el tipo de respirador adecuado para el tipo de trabajo que realiza, mientras que es de llamar la atención que el 19% comenta utilizar un respirador para vapores orgánicos este resultado nos refleja que la población en estudio desconoce acerca del equipo adecuado para la protección personal que debe de utilizar. La capacitación sobre la selección, uso y mantenimiento de respiradores es una obligación que tiene el patrón como centro de trabajo, dicha clausula se encuentra señalada en la NOM 010 STPS (Norma Oficial de la Secretaria del Trabajo), y aplica para todo los trabajadores que estén expuestos a polvo de cemento (Cuadro No. 7).

Las áreas de trabajo de la Industria Cementera donde es utilizado el respirador por la población trabajadora son; Calcinación el 32%, Molienda de Crudo el 24%, Molienda de Cemento el 18%, Envase el 16% y Taller Mecánico el 10%, por lo tanto el personal tiene correctamente identificadas las áreas con mayor concentración de polvo entendiendo esto como cuidado y protección de su salud. En base a los resultados de los estudios de medición, las áreas de la Industria Cementera donde se rebasan los límites máximos permisibles de exposición a polvo son Secador de Caolín (Calcinación) y el área de Envase, dichos resultados fundamentan y hacen obligatorio por medio de la señalización el uso de respirador en estas áreas (Cuadro No. 8).

Todos los trabajadores en estudio tuvieron un trabajo anterior y en diferente tipo de empresa tales como en la Industria de Alimentos con un 19%, la Industria Química con un 25 % de los empleados y con un 56% en la Industria Cementera, es decir un poco más de la mitad ha estado expuesto a polvo de cemento. El tipo de empresa o empleos anteriores de los trabajadores es un factor importante que nos ayuda a identificar a las personas con más vulnerabilidad de desarrollar Neumoconiosis, esta información forma parte de la Historia Clínica Laboral del trabajador. Por otra parte los trabajadores que han laborado en la Industria Química son foco de atención ya que estuvieron expuestos a sustancias químicas que pueden dar origen a algún tipo de Neumoconiosis. (Cuadro No. 9).

Respecto a la antigüedad laboral de los trabajadores encontramos que más de la mitad laboro más de 10 años es decir el 66% de este porcentaje el 38% tuvo una antigüedad de más de 13 años, el 28% tuvo 10 a 12 años, el 16% de 7 a 9 años de antigüedad, el 10% de 4 a 6 años de antigüedad y el 7% de 1 a 3 años de antigüedad. En el cuadro anterior mencionamos que un número importante de trabajadores han laborado en Industrias de Cemento y Químicas, a su vez han estado expuestos a sustancias químicas una de ellas el polvo de cemento. La antigüedad laboral en determinado tipo de empresa también es un factor que aumenta la probabilidad de desarrollar Neumoconiosis y más aun cuando son empresas donde se generan sustancias químicas. (Cuadro No. 10).



Los puestos de trabajo que ocuparon los trabajadores en la empresa anterior fueron los siguientes: como ayudante en cementera con un porcentaje del 56%, soldador con 25% y de paquetero con el 19%. Es decir la mayoría de los trabajadores han desempeñado puestos de trabajo relacionados al giro Cementero. Un porcentaje del 81% de los trabajadores en estudio ha realizado actividades relacionadas a la industria cementera y química es decir han sumado años de exposición a sustancias químicas, polvos y vapores. Una de las principales actividades económicas de la región es la fabricación de cemento ya que los recursos naturales y materia prima que son utilizados están disponibles para las Industrias y es propio del Estado de Hidalgo. El segundo lugar lo ocupa la Industria Petrolera donde se desempeñan diversas actividades de mantenimiento (soldadura). (Cuadro No. 11).

Es preocupante haber detectado que el 51% de la población trabajadora en estudio no utilizaban el respirador en su puesto de trabajo anterior, es decir un poco más de la mitad no se protegía de los riesgos a los que estaba expuesto; inhalando polvo y sustancias químicas por el tipo de empresa en que laboraban. Solo el 34% de la población trabajadora utilizaba el respirador para protegerse y en menor porcentaje un 15% de los trabajadores no requerían hacer uso de un respirador. En la industria cementera en estudio actualmente se cuenta y provee a todos los trabajadores de respirador para utilizarse en todas las áreas de la planta, por lo tanto los trabajadores están protegidos, labor generada por la Dirección de Seguridad y Salud, pese a que algunos solo lo utilizan algunas veces ya sea porque les es incomodo o lo olvidan. Al no hacer uso de un respirador para protegerse contra polvos o sustancias químicas, la vía de entrada de estas partículas hacia el pulmón es más fácil y se pueden inhalar partículas que van desde tamaños menores a 5 micras y las cuales pueden desarrollar una Neumoconiosis fulminante (Cuadro No. 12).

El estudio reporta que los trabajadores se han realizado exámenes o pruebas de salud en el total de la población de manera regular a partir de las exigencias normativas, sin embargo es importante comentar que fueron realizados solo los últimos cuatro años, dicho resultado coincide dado que la apertura del servicio de salud inicio labores a partir del 2008 en la presente industria cementera. Los resultados arrojan la presencia de los siguientes síntomas presumibles relacionados a la Neumoconiosis: la presencia de la falta de respiración cuando se agita, camina o sube escaleras está presente en el 69% de los trabajadores, presencia de tos con flema en 9% de los trabajadores, tos seca el 4%, dificultad para respirar cuando corre con el 3%, dolor en el pecho cuando respira profundamente y respiración con silbido ambos con el 1 %, solo el 12% de la población trabajadora no ha presentado ningún síntoma. Al realizar un comparativo con la grafica no. 2 podemos observar que cerca de la mitad de los trabajadores de la Industria Cementera en estudio tienen problemas de sobrepeso y obesidad lo cual pudiese ocasionar que los trabajadores presenten síntomas de falta de respiración cuando se agitan, caminan, suben escaleras o corren. Algunos otros síntomas como la tos con flema o seca pudiese ser producto del hábito de fumar. Los síntomas como la respiración con silbido y dolor en el pecho al respirar profundamente



están presentes en solo 1% del personal sin embargo no dejan de ser relevantes. (Cuadros No. 2, 13 y 14).

La industria cementera cuenta con una población trabajadora no fumadora del 81%, mientras que el 19% comenta tener el hábito de fumar. El tabaquismo es un hábito nocivo que es considerado como uno de los factores de riesgo que se relacionan con el posible desarrollo de Neumoconiosis, aunado a la exposición de polvo de cemento pudiese potencializar el desarrollo prematuro de esta enfermedad. (Cuadro No. 14).

La población trabajadora refiere no beber bebidas alcohólicas en un 76%, mientras que el 24% de la población trabajadora refiere beber alcohol ocasionalmente. En la Industria Cementera en estudio no existen problemas de alcoholismo. Es importante mencionar que se tiene el antecedente de acuerdo a la bibliografía donde refiere que el consumo de alcohol es considerado uno de los factores que posiblemente influyen al desarrollo de Neumoconiosis (Cuadro No. 15).

La mayoría de los trabajadores de la Industria Cementera no tiene el hábito saludable de realizar ejercicio en un 88%, solo el 12% de la población cuentan con el hábito saludable de la activación física. Este hábito no saludable repercute directamente en el peso corporal y se ve reflejado con la presencia de problemas de sobrepeso en la Industria Cementera. (Cuadro No. 16).

Uno de los antecedentes patológicos personales como la Bronquitis está presente solo en 1% de la población trabajadora en la Industria Cementera, afortunadamente el 99% no tiene antecedentes de problemas pulmonares. Los trabajadores que padecieron de Bronquitis crónica pudiesen ser mas susceptibles a desarrollar alguna enfermedad a nivel pulmonar y más aun si están expuestos a polvo de cemento (Cuadro No. 17)

Otro de los antecedentes patológicos personales de suma importancia que refirieron los trabajadores son padecimientos en caja torácica, donde encontramos que el 1% de los trabajadores tiene antecedentes de costillas fracturadas. El trabajador que tuvo padecimiento de fractura de costillas es una persona en la cual aumenta la probabilidad de desarrollar Neumoconiosis debido a que ha obtenido resultados patológicos de la fisiología respiratoria donde se involucra el compromiso respiratorio en la prueba de Espirometría que afortunadamente no se diagnostica el problema en estudio, pero si existen síntomas presuntivos como se señala en la gráfica No.13 (Cuadro No. 18).

La población trabajadora de la Industria Cementera refirió problemas de tipo cardiovascular ya que el 6% de la población presenta hinchazón en las piernas o pies y el 4% hipertensión arterial. El 90% de los trabajadores afortunadamente no presentan riesgos cardiovasculares.



Los padecimientos de tipo cardiovascular en especial la Hipertensión es una enfermedad que al pasar de los años el corazón se va agrandando de tal manera que llega a repercutir en la función pulmonar, de igual manera la exposición prolongada y frecuente a polvo de cemento hace este efecto de agrandamiento. Es por ello que los trabajadores con Hipertensión tienen mayor probabilidad de desarrollar Neumoconiosis (Cuadro No. 19).

A partir del año 2008 hasta 2009 el 81% de los trabajadores presentaba campos pulmonares bien ventilados, el 16% presentaba estertores y el 3% presentaba sibilancias. Los cambios encontrados al realizar la auscultación fueron que a partir del año 2011 disminuyó el porcentaje de la población trabajadora que tenía campos pulmonares bien ventilados ya que paso de un 78% a 74%. La presencia de estertores en los años 2008, 2009 y 2010 fue del 16% y a partir del 2011 hubo un aumento del 3% dando como resultado el 19% de presencia de estertores en los trabajadores. El porcentaje de la población que presentaba sibilancias aumento en menor porcentaje en el lapso de un año, paso del 3% al 4%. Más de la mitad de los trabajadores es decir el 74% actualmente cuenta con campos pulmonares bien ventilados. La auscultación pulmonar realizada desde el año 2008 hasta 2012 muestra como el total de la población trabajadora ha sufrido pequeños pero alarmantes cambios a nivel pulmonar, aun siendo pequeños porcentajes nos da la pauta al posible desarrollo de algún problema pulmonar. La auscultación es un elemento básico en la exploración del aparato respiratorio. A partir del año 2011 en la Industria Cementera en estudio se comenzó la fabricación de cemento gris, esto genero una demanda del uso de los equipos provocando fallas técnicas que ocasionaban fugas de material (polvo) en diferentes áreas de la planta (Cuadro No. 20).

Los resultados de la radiografía de tórax realizados a la población trabajadora a partir del 2008 hasta el 2010 muestran que solo el 3% presentaba un resultado de radiografía patológico, mientras que en el año 2011 el 4% y en el año 2012 el 5%. Como podemos observar aumento 1% los resultados de radiografía patológica a partir del año 2011. Los trabajadores que presentan problemas de sobrepeso y obesidad pudiesen ser la población que presento un cambio a nivel pulmonar, ya que en personas de complexión robusta la capacidad pulmonar se ve afectada. Otro de los aspectos que pueden considerarse causantes de estos cambios son el habito de fumar, sustancias químicas a las que se haya expuesto en el puesto de trabajo anterior o cambios en el proceso de producción (Cuadro No. 21).

La población trabajadora de la Industria Cementera a partir del año 2008 hasta 2012 ha presentado cambios en la función pulmonar. En los primeros tres años el 50% de la población trabajadora no tenía problemas con su función pulmonar, fue a partir del año 2011 en donde se redujo el porcentaje de trabajadores con una función pulmonar normal, paso de 50% a 48%, y en el año 2012 se redujo 1% mas quedando un poco menos de la mitad de los trabajadores con resultados de espirometria normal, sin embargo los problemas de Defecto Tipo Obstructivo aumentaron el 3% hasta el año 2012, disminuyendo al mismo



tiempo el porcentaje de la población trabajadora sin problemas de función pulmonar. El Defecto Tipo Restrictivo aumento 1% en los dos últimos años del periodo estudiado y es el resultado que más atención y prioridad debe de tener ya que refleja problemas a nivel pulmonar por exposición a polvo. Cabe señalar que los problemas de sobrepeso y obesidad aquejan a más del 50%, aunado lo anterior consideremos los problemas de tipo cardiovasculares presentes en la población que son un factor que condiciona el resultado de la Espirometría, dando como resultado el Defecto de Tipo Obstructivo, es importante aclarar que la presencia de Defecto de Tipo Obstructivo generalmente involucra la función respiratoria en especial la cursa el trabajador que presenta sobrepeso y obesidad y/o hipertensión arterial, y por ultimo en el Defecto de Tipo Restrictivo involucra la estructura respiratoria (Cuadros No. 2, 19 y 22).

Al momento de relacionar los resultados de Espirometría e Índice de Masa Corporal de la población trabajadora se puede observar que el problema de Defecto de Tipo Obstructivo está presente en el 29% de los trabajadores con obesidad y 16% en trabajadores con sobrepeso, es decir que el 45% de la población sus resultados de espirometria se ven afectados por problemas de peso corporal. El Defecto de Tipo Restrictivo con 1% de sobrepeso y obesidad; los resultados confirman el comentario en la gráfica No. 19 y 22 (Cuadro No. 23).



## Conclusiones

Como resultado de la investigación titulada “Estudio para detectar la presencia de Neumoconiosis en trabajadores de la Industria Cementera 2008-2012”, es posible concluir lo siguiente:

- La edad de los trabajadores es una población adulto joven, principalmente maduro y en plenitud.
- El reporte de Índice de Masa Corporal en los trabajadores se sabe que más de la mitad de la población tienen problemas de salud con el peso corporal llámese sobrepeso pero principalmente obesidad.
- Los Departamentos donde se ubican principalmente los trabajadores son de Calcinación/Clinker, Mantenimiento mecánico, Mantenimiento eléctrico, Molienda-Crudo y Molienda-Cemento, Expedición de blanco, Expedición de mortero y Servicios Generales y finalmente Cantera/Trituración. El Departamento con mayor población trabajadora es Calcinación-Clinker. Los Departamentos con mayor concentración de polvo y posible riesgo a la enfermedad son Calcinación, Expedición de blanco y mortero. Es importante mencionar que independientemente del puesto o Departamento que tenga el trabajador no se debe olvidar la rotación constante del personal en todas las áreas de trabajo.
- Los puestos de trabajo están distribuidos principalmente como Operador de Molino, Mecánico General, Ayudante de operación, Envasador de cemento, Operador de horno y por último Operador de Equipo Móvil. Es importante señalar que el mecánico general y operador de molino se encuentran expuestos a otro factor de riesgo como lo es el ruido. Un porcentaje pequeño de trabajadores que desempeñan el puesto de envasadores son el grupo más vulnerable a desarrollar Neumoconiosis ya que los niveles de concentración de polvo se encuentran por arriba de los 10mg/m<sup>3</sup>, pero no por ser un grupo pequeño deja de ser importante.
- La antigüedad laboral va de los 3 años hasta los 23 años y la mayoría cuenta con más de 16 años de antigüedad por lo que la posibilidad de desarrollar Neumoconiosis está presente.
- La mayoría de la población conoce la utilización de un respirador de protección respiratoria y el principal tipo de respirador que utiliza en primer lugar es el de



Polvos y en segundo lugar el respirador para vapores orgánicos. Las áreas donde utilizan dicho respirador solo son Calcinación, Molienda de Crudo, Molienda de Cemento, Envase y Taller, es decir tiene la tendencia de uso solo en áreas de alta concentración de polvo y minimizan el riesgo en áreas que consideran como áreas no polvosas.

- El total de la población ha tenido otro empleo, en especial en la industria cementera, más de la mitad ha estado expuesto a polvo. Los trabajadores han estado expuestos por un periodo de tiempo previo a polvo de cemento. Así mismo el resto y en menor proporción de los trabajadores han tenido empleo en la Industria Química o Alimentaria.
- Las características del empleo anterior del obrero se sabe que la antigüedad laboral oscila de 1 a 14 años, los intervalos de mayor riesgo va de los 7 a 14 años de acuerdo a la Bibliografía reporta que la exposición de riesgo se encuentra a partir de los 10 años. Los puestos que desempeñan es de Ayudante de Cementera, Soldador estos con mayor riesgo comparado con el Operador.
- Si la antigüedad laboral actual de los trabajadores le sumamos la antigüedad laboral anterior, estamos hablando de más de 25 años de laborar en ambientes laborales con polvo. La probabilidad de desarrollar Neumoconiosis es mayor ya que casi la totalidad de los trabajadores de la Industria Cementera han laborado anteriormente en empresas cementeras, es decir han estado expuestos a polvo de cemento, además de no utilizar equipo de protección respiratoria para protegerse.
- El sobrepeso y la obesidad son factores que influyen en la función respiratoria y por ende en los resultados de Espirometría dando como resultado problemas de tipo obstructivo a nivel pulmonar, estos factores se encuentran presentes en la mayoría de la población trabajadora.
- En la Industria Cementera la salud de los trabajadores es un tema al que se le ha dado importancia los últimos cuatro años, esto debido a los cambios de administración. Las pruebas y exámenes de salud han sido realizados de forma anual y lo que refieren los trabajadores es que nunca se les han entregado resultados de dichas pruebas.
- Los trabajadores de la Industria Cementera identifican las áreas de Calcinación, Molienda de Crudo y Envase como lugares de trabajo con mayores niveles de concentración de polvo en donde debe ser utilizado un respirador para polvos sin embargo algunos trabajadores hacen uso de un respirador no adecuado para protegerse del polvo.
- Existe el interés por parte de los trabajadores para realizarse pruebas de salud a pesar de que dichas pruebas se han realizado en los últimos 4 años.



- La población asintomática es mínima y la población sintomática refiere Disnea, Tos con Flema, Tos seca, Disnea al correr, Respiración con silbido y Dolor en el pecho. por los trabajadores demuestra que existen problemas de tipo respiratorio.
- Uno de los factores que podría sumarse al posible desarrollo de Neumoconiosis son los hábitos de alcoholismo y tabaquismo, estando presente en solo una pequeña proporción el alcoholismo y tabaquismo pero no menos importante para la salud del trabajador. Es posible que la respuesta no corresponda a la realidad por temor a afectarse sus intereses laborales.
- Los trabajadores de la Industria Cementera no tienen o practican un estilo de vida saludable como activación física, reflejándose en el peso corporal dando como resultado presencia de problemas de sobrepeso u obesidad.
- Los Antecedentes Personales que reporta el trabajador fue un solo caso de Bronquitis Crónica, es posible que el trabajador niegue dichos antecedentes para no involucrar el reporte laboral.
- Antecedentes de la estructura ósea o respiratoria que puede influir en la función respiratoria solo reporta un trabajador fractura en costillas.
- Los problemas cardiovasculares relacionados a la presencia de Neumoconiosis fueron negados en su mayoría, refiriendo edema en piernas o pies e Hipertensión.
- Es interesante detectar que la presencia de Hipertensión ha sido controlada en la Industria en estudio.
- Los resultados a la auscultación pulmonar se encontró que a partir de 2008 hay signos como la presencia de estertores y sibilancias, lo preocupante es que la frecuencia va en aumento, dicho reporte sugiere la vigilancia estricta de dichos problemas.
- Los trabajadores de la Industria Cementera han sufrido pequeños pero significativos cambios a nivel pulmonar que han influido en los resultados de las pruebas de Espirometría y radiografía de tórax que se les han realizado en los últimos cuatro años. Los resultados presuponen el posible inicio o desarrollo de Neumoconiosis.
- La Organización Internacional del Trabajo exige como prueba fehaciente para el Diagnóstico de Neumoconiosis la prueba de Radiografía de Tórax, en este estudio fueron negativas las pruebas a dicho problema, sin embargo se detectó problemas de tipo obstructivo. Es posible que en un futuro se desarrolle el problema por la presencia de signos y síntomas reportados en la gráfica No. 20. La resistencia a protegerse con el respirador como se muestra en la gráfica No. 6 y otros factores como el tabaquismo, años de antigüedad laboral en otro tipo de empresa que pueden marcar el inicio de algún problema de salud. Los resultados de la Espirometría la función respiratoria normal fue descendiendo y conforme pasa el tiempo los defectos de tipo Obstructivo fueron incrementando y los de tipo restrictivo se han mostrado variables. Por lo que el riesgo está presente en el Defecto de tipo Restrictivo. La confirmación a Neumoconiosis está relacionado a los Defectos de



tipo Mixto (Defecto tipo obstructivo y restrictivo). Este estudio exige una investigación de seguimiento por que existe la sospecha que en un futuro puede desarrollar el problema en estudio u otro tipo de enfermedad.

La conclusión general de la presente investigación basada en la hipótesis del estudio que dice “Los trabajadores de la industria cementera presentan Neumoconiosis” la hipótesis fue no aprobada considerando los resultados de Espirometría y Rayos X, sin embargo los resultados confirman el inicio o gestación de un problema de tipo respiratorio que puede ser Neumoconiosis u otro problema de salud basado en los siguientes resultados: falta de respiración cuando se agita, camina o sube escaleras, dificultad para respirar cuando corre, tos con flema, tos seca, respiración con silbido y dolor en el pecho cuando respira profundamente. , concentraciones de polvo en áreas, la no utilización de equipo de protección respiratoria, hábitos de fumar y beber, mas de 10 años laborando, antecedente de tipo de empresa y otros. Por lo tanto y en base a las conclusiones descritas anteriormente desaprobamos la hipótesis “Los trabajadores de la industria cementera presentan Neumoconiosis” ya que no hay trabajadores que presenten la enfermedad en base a los resultados de la Espirometría y radiografía de tórax.



## Sugerencias

En base a las conclusiones de la presente investigación Estudio para detectar la presencia de Neumoconiosis en trabajadores de la Industria Cementera 2008-2012, a continuación se sugieren las siguientes recomendaciones enfocadas como un área de oportunidad para la mejora de la vigilancia a la salud de los trabajadores expuestos a polvo de cemento así como un Diagnostico oportuno de Neumoconiosis:

- Establecer un Programa de exámenes médicos periódicos anuales para cada puesto de trabajo donde se consideren aspectos como edad del trabajador, factor de riesgo al que está expuesto, actividades específicas relacionadas a la exposición de polvo y otras sustancias químicas y la duración de las mismas con la finalidad de llevar un control del estado de salud de todos los trabajadores. Dicho Programa se establece formalmente en año 2009.
- En coordinación con el departamento de Enfermería y Recursos Humanos valorar y reubicar de puesto de trabajo aquellos que tengan una antigüedad laboral mayor a 15 años y que estén expuestos a polvo de cemento de manera permanente. Elaborar propuesta y presentar a directivos.
- Realizar propuestas de mantenimiento a equipos y maquinaria que presentan fugas de material de cemento y por ende concentraciones de polvo que superan los límites máximos permisibles en las áreas de trabajo más críticas del la Industria Cementera.
- Impartir capacitación constante acerca del uso, mantenimiento y selección correcta de respiradores, haciendo énfasis en la importancia de su utilización en las áreas de trabajo.
- Informar y orientar a los trabajadores acerca de los efectos nocivos de la exposición a polvo y la forma en que afectan al sistema respiratorio, en especial la prevención oportuna de la Neumoconiosis así como los signos y síntomas iniciales.
- Desarrollar e implementar un programa de salud que contemple medidas y acciones para combatir los problemas de sobrepeso, obesidad, no actividad física, sedentarismo, tabaquismo y alcoholismo que están presentes en los trabajadores de la Industria Cementera.
- Gestionar la compra de un Espirómetro para llevar a cabo pruebas de manera constante a los trabajadores con mayor riesgo de desarrollar Neumoconiosis.
- Generar un seguimiento para control de signos y síntomas presuntivos para evitar la presencia de complicación respiratoria.
- Presentar los resultados en la empresa para permitir la sensibilización de proteger su salud.
- Integrar las acciones de salud ocupacional en las herramientas de Seguridad como tarjetas de observación, inspecciones planeadas para retroalimentar al personal que no haga uso de protección respiratoria.



- Realizar campaña permanente de protección respiratoria con apoyo de líderes sindicales.
- Evaluar constantemente los respiradores para cada puesto de trabajo.



## Referencia Bibliográfica

Asesoría y capacitación en riesgos industriales, ACRI  
Estudios de medición de polvos totales y respirables de la Industria Cementera  
seleccionada.  
México, 2008  
Pág. 9-68

C. Guyton, Arthur.  
Tratado de Fisiología Médica.  
Editorial Mc Graw Hill, 2001,  
décima edición  
Pág. 535-542.

Chinchilla Sobaja, Ryan.  
Salud y seguridad en el trabajo.  
México, Editorial MASSON, 2006  
segunda edición.  
Pág. 115-122

Constanza Fonseca, Galia.  
Manual de Medicina de Rehabilitación.  
México, Editorial Manual Moderno, 2008,  
segunda edición  
Pág. 413.

Cotran Kumar Collins, Robbins.  
Manual de patología Estructural y Funcional.  
México, Editorial Mc Graw Hill, 2002,  
sexta edición  
Pág. 417.

Gil Hernández, Fernando.  
Tratado de Medicina del Trabajo.  
México, Editorial MASSON, 2008,  
Primera edición  
Pág. 501-516.



Hencio, Fernando.  
Introducción a la Salud Ocupacional.  
México, Editorial ECOE, 2001,  
segunda edición  
Pág. 134-146.

Halabe Cherm, José.  
Lifshitz G, Alberto.  
López Barcena, Joaquín.  
Ramiro H, Manuel.  
El Internista (Medicina Interna para Internistas).  
México, Editorial Mc Graw Hill, 2002,  
segunda edición  
Pág. 663-695.

J Tortora. Gerard.  
Reynolds Grabowski, Sandra.  
Principios de Anatomía y Fisiología.  
México, Editorial Oxford, 2002,  
novena edición  
Pág. 876-882.

Mazarrasa Alvear, L.  
Sanchez Moreno, A.  
Sánchez García, A.  
Aparicio Ramón, V.  
Salud Pública y Enfermería Comunitaria  
México, Editorial Mc Graw Hill, 2005,  
segunda edición  
Pág. 1289.

Melerick Jawetz, Adebreg.  
Microbiología Médica.  
México, Editorial Manual Moderno, 2005,  
diez y ocho seava edición  
Pág. 118.

Mercadal J.A., Marti.  
Medicina del Trabajo.



México, Editorial MASSON, 2001  
Segunda edición  
Pág. 342-347.

Oto Cavero, Isabel.  
Enfermería Médico Quirúrgica – Necesidades de oxigenación.  
México, Editorial MASSON, 2001.  
segunda edición.  
Pág. 146-148.

RG Stephen J, Mc PHEE.  
Maxine A. Papadakistp.  
Diagnóstico Clínico y Tratamiento.  
México, Editorial Mc Graw Hill, 2008,  
Cuarenta y seis edición  
Pág. 222-230, 242-246, 297-302.

Ruiz Frutos, Carlos.  
M. García, Ana.  
G. Benavides, Fernando.  
Salud laboral (Conceptos y técnicas para la prevención de riesgos laborales).  
México, Editorial MASSON, 2008,  
tercera edición  
Pág. 301-306.

[http://www.stps.gob.mx/saladeprensa/boletines\\_2008/abril\\_08/b051B\\_abril.htm](http://www.stps.gob.mx/saladeprensa/boletines_2008/abril_08/b051B_abril.htm)  
[http://www.imss.gob.mx/estadisticas/financieras/m\\_est2008cap\\_6.htm](http://www.imss.gob.mx/estadisticas/financieras/m_est2008cap_6.htm)  
<http://dof.gob.mx/normasOficiales.php>  
<http://www.insht.es/portal/site/Insht/menuitem.Enciclopedia de la Salud y Seguridad en el trabajo. OIT.>  
[http://observatoriodelacapacitacion.stps.gob.mx/oc/PDF%5CMarco\\_Juridico%5C02\\_Ley\\_Federal.pdf](http://observatoriodelacapacitacion.stps.gob.mx/oc/PDF%5CMarco_Juridico%5C02_Ley_Federal.pdf)  
[www.stps.gob.mx](http://www.stps.gob.mx) Normas Oficiales Mexicanas



## ANEXO 1

### Hoja de lectura adecuada para su uso con la clasificación internacional de radiografías de neumoconiosis de la OIT.

HISTORIA Nº 

--	--	--	--	--	--

 LECTOR 

--	--

FECHA 

--	--	--	--	--	--

  
DÍA MES AÑO

CALIDAD RADIOGRAFICA 

1. BUENA	<input type="checkbox"/>
2. ACEPTABLE	<input type="checkbox"/>
3. BAJA CALIDAD	<input type="checkbox"/>
4. INACEPTABLE	<input type="checkbox"/>

CAUSAS 

SOBREEXPOSICION	<input type="checkbox"/>
SUBEXPOSICION	<input type="checkbox"/>
POSICION/CENTRADO	<input type="checkbox"/>
INSPIRACION INSUFIC.	<input type="checkbox"/>

ESCAPULAS 

<input type="checkbox"/>
--------------------------

ARTEFACTO 

<input type="checkbox"/>
--------------------------

OTROS 

<input type="checkbox"/>
--------------------------

PEQUEÑAS OPACIDADES REDONDAS		PEQUEÑAS OPACIDADES IRREGULARES		GRANDES OPACIDADES		ENGROS. PELURAL (PARED TORACICA)			SIMBOLOS					
TAMAÑO (p.q.r.)	EXTENSION	TAMAÑO (s.t.u.)	EXTENSION	TAMAÑO	CARACTERISTICAS	HEMITORAX			ax	bu	ca	cn	co	cp
<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	D I	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	D I	O <1 cm. A 1-5 cm.	BRON NO BRON	DCHO.	IZDO.		cv	di	ef	em	es	fr
PROFUS. (0/- a 3/+)		PROFUSION (0/- a 3/+)		B< C<	CV NO CV	ANCHURA (mm.)			hi	ho	id	ih	kl	od
<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>			LESION SATEL. NO LESION SATELITE	a	b	c	pl	px	rp	tb	adc	tbr
						<5	5-10	>10						
						EXTENSION (PARED LATERAL TORAX)								
						① < 1/4	② 1/4 - 1/2	③ > 1/2						

LUGAR	CALCIFICACION PLEURAL					ENGROSAMIENTO PLEURAL DIAFRAGMA			ENGROSAMIENTO PLEURAL OBLITER. ANGULO COSTOFRENICO			
	PARED TORAX		DIAFRAGMA		PERICARD.	DCHO.	SI	NO	DCHO.	SI	NO	
	PULMON DCHO.	PULMON IZDO.	PULMON DCHO.	PULMON IZDO.	PULMON DCHO.	PULMON IZDO.						
EXTENS. (mm.)	① 0 < 20		② 20 < 0 < 100		③ > 100		IZDO.	SI	NO	IZDO.	SI	NO

**COMENTARIOS:**

- ax** Coalescencia de pequeñas opacidades neumoconióticas
- bu** Bulla (s)
- ca** Cáncer de pulmón o pleura
- cn** Calcificación en pequeñas opacidades neumoconióticas
- co** Anormalidad en el tamaño o la forma del corazón
- cp** Cor pulmonale
- cv** Cavidad
- di** Marcada distorsión de los órganos intratorácicos
- ef** Efusión o derrame pleural
- em** Enfisema definido
- es** Calcificación en cáscara de huevo de los nódulos linfáticos hiliares o mediastínicos
- fr** Fractura (s) costal (es)

- hi** Agrandamiento de ganglios hiliares o mediastínicos
- ho** Pulmón en panal de abeja
- id** Diafragma mal definido
- ih** Contorno cardiaco mal definido
- kl** Líneas septales (Kerley)
- od** Otras anomalías significativas
- pl** Engrosamiento pleural en la cisura interlobar o mediastino
- px** Neumotórax
- rp** Neumoconiosis reumatoide
- tb** Tuberculosis
- adc** Adenopatías calcificadas
- tbr** Tuberculosis residual

0/-	0/0	0/1	1/0	1/1	1/2
-----	-----	-----	-----	-----	-----

2/1	2/2	2/3	3/2	3/3	3/+
-----	-----	-----	-----	-----	-----

La lectura de las placas se hará por 3 lectores. Si entre dichas lecturas hay un salto de diferencia, se cogerá el salto de en medio; si hay dos saltos se coge el superior. Si hay diferencias en el tamaño de las opacidades se cogerá el tamaño mayor.

(Requisitos para la realización de estudios epidemiológicos y valoración de Incapacidades)

**CALIDAD:**

**ACEPTABLE:** Sin defecto técnico tal que impida la clasificación de la radiografía para neumoconiosis.

**BAJA:** Con algún defecto, pero todavía aceptable para propósitos de clasificación.



**UNIVERSIDAD AUTONOMA DEL ESTADO DE MEXICO  
CENTRO UNIVERSITARIO UAEM ZUMPANGO  
LICENCIATURA EN ENFERMERIA**

Compañero trabajador le solicitamos su amable participación en el presente estudio dedicado a usted para detectar la presencia un problema de salud pulmonar llamado Neumoconiosis, le pido de la manera más atenta contestar verazmente las siguientes preguntas, agradezco su apoyo.

Objetivo General: Detectar la presencia de Neumoconiosis en trabajadores de Industria Cementera durante el periodo 2008-2012.

**INSTRUMENTO PARA LA HISTORIA CLÍNICA LABORAL.**

**Datos generales del trabajador**

Nombre: \_\_\_\_\_ Edad: \_\_\_\_\_ Peso corporal: \_\_\_\_\_ Talla: \_\_\_\_\_ IMC: \_\_\_\_\_  
Duración de su jornada laboral: \_\_\_\_\_

**1.- Puesto de trabajo actual en la Industria Cementera:**

- a) Mecánico General
- b) Eléctrico general
- c) Operador de molino
- d) Ayudante de operación
- e) Operador de Horno
- f) Envasador de Cemento
- g) Operador de equipo móvil

**2.- Antigüedad del trabajador en la Industria Cementera**

- a) 10-12
- b) 13-15
- c) 16-18
- d) más 19 años

**3.- Departamento al que pertenece el puesto de trabajo actual:**

- a) Mantenimiento mecánico
- b) Mantenimiento eléctrico
- c) Cantera/trituración
- d) Molienda/Crudo
- e) Calcinación/Clinker
- f) Molienda de Cemento
- g) Expedición de mortero
- h) Expedición de blanco
- i) Servicios generales



**4.- ¿El trabajador tiene conocimiento de los riesgos a los que está expuesto en su área de trabajo?**

- a) si ¿Cuáles?
- b) no

**5.-Frecuencia del uso de respirador en área de trabajo:**

- a) Siempre
- b) Algunas veces
- c) Nunca

**6.-Tipo de respirador utilizado por los trabajadores en las áreas de trabajo:**

- a) Respirador para polvos
- b) Respirador para vapores orgánicos

**7.-Áreas donde se utiliza el respirador:**

- a) Almacén de materias primas
- b) Molienda de crudo
- c) Calcinación
- d) Molienda de cemento
- e) Envase

**8.- Tipo de Empresa en la que laboro anteriormente:**

**9.-Antigüedad en el trabajo anterior:**

- a) 1-3
- b) 4-6
- c) 7-9
- d) 10-12
- e) más de 13

**10.- Puesto que desempeñaba en el trabajo anterior**

**11.-Utilizaba respirador en el trabajo anterior**

- a) si ¿Cuál?
- b) no ¿Por qué?

**12.-Realización de pruebas de salud en la Industria Cementera**

- a) si (2008,2008,2009,2010 Y 2012)
- b) no



**13.- ¿Tiene o ha presentado algunos de los siguientes síntomas relacionados a Neumoconiosis?**

SINTOMA	PADECE	PADECIÓ	NUNCA PADECIÓ
Falta de respiración cuando se agita, camina o sube escaleras			
Dificultad para respirar cuando corre			
Tiene que detenerse para tomar aire cuando camina a un paso normal			
Dificultad para respirar cuando se baña o viste			
Dificultad para respirar al realizar su trabajo			
Tos con flema			
Tos seca			
Tos que lo despierta temprano en la mañana			
Tos que ocurre cuando esta acostado			
Tos con sangre			
Respiración con silbido			
Dolor en el pecho cuando respira profundamente			
Otros síntomas			
Ningún síntoma			

**14.- El trabajador fuma:**

- a) Si
- b) No

**15.- El trabajador ingiere bebidas alcohólicas**

- a) Si
- b) No

**16.-¿Realiza ejercicio constantemente?**

- a) Si
- b) No

**17.- El trabajador tiene antecedentes de:**

ENFERMEDAD	SI	NO
Asma		
Bronquitis crónica		
Enfisema		
Pulmonía		
Neumonía		
Tuberculosis		



**18.- ¿Ha presentado alguno de los siguientes problemas en huesos?**

PADECIMIENTO	SI	NO
Costillas quebradas		
Cirugías en el pecho		

**19.- ¿Padece o ha padecido alguno de los siguientes problemas cardiovasculares?**

SINTOMA	PADECE	PADECIÓ	NUNCA PADECIÓ
Ataque cardíaco			
Derrame cerebral			
Angina de pecho			
Hinchazón en las piernas o pies			
Latidos irregulares del corazón			
Presión sanguínea alta			
Dolor frecuente en pecho			
Sensación de tener el pecho apretado			
Otros padecimientos			

**20.- ¿Ha tomado algún medicamento para problemas pulmonares o nerviosos?**

- a) si ¿Cuáles?
- b) no

**21.-Auscultación pulmonar**

ASPECTO	SI	NO
Campos pulmonares bien ventilados		
Presencia de estertores		
Sibilancias		

**22.-Resultado de la prueba de Radiografía de tórax**

- a) Normal
- b) Patológica

**24.-Espirometría**

- a) Normal
- b) Defecto tipo obstructivo
- c) Defecto tipo restrictivo
- d) Defecto tipo mixto