



**Facultad de Medicina Humana y Ciencias de la Salud**  
**Escuela Académico Profesional de Farmacia y Bioquímica**

**TESIS**

**“INTOXICACIÓN RESPIRATORIA POR PARTÍCULAS DEL CEMENTO  
EN SUSPENSIÓN EN TRABAJADORES DE CONSTRUCCIÓN CIVIL  
SETIEMBRE-DICIEMBRE 2014”**

**PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE:**

**QUÍMICO FARMACÉUTICO**

**AUTOR: Bachiller CABRERA ROJAS, Victor Américo**

**ASESOR: Mg. MONTELLANOS CABRERA, Henry Sam**

**LIMA – PERÚ**

**2015**

## **DEDICATORIA**

El presente trabajo se lo dedico a Dios por darme vida y salud para realizarlo, a mis padres(Victor y Francisca),a mis hermanos por el apoyo brindado por todo este tiempo que duro mi carrera profesional.

## **AGRADECIMIENTOS**

Primero, a Dios, por permitirme realizar el presente trabajo y por todas sus bendiciones. A mis padres por su apoyo incondicional en todos los aspectos de la vida profesional y personal. A mis hermanos, por todo su apoyo. A mi asesor de tesis y asesora de metodología, por su paciencia y dedicación en fin de lograr los objetivos.

## RESUMEN

El cemento es uno de los materiales más utilizados dentro de construcciones inmobiliarias, en tal medida en el proceso de su uso se libera partículas en que se encuentran suspendidas en el aire por un tiempo prolongado las cuales debido a su pequeño tamaño pueden ingresar a las vías respiratorias y causar daño a la salud del trabajador de construcción como puede ser la enfermedades respiratorias o la neumoconiosis.

**Planteamiento del problema:** En base a la situación existente, se plantea el siguiente problema de investigación ¿Las partículas de cemento que se encuentran en suspensión generan intoxicaciones respiratorias en los trabajadores de construcción civil de la zona de Santa María de Huachipa de Setiembre a Diciembre del 2014? **Objetivos específicos:** Determinar los elementos tóxicos que presentan las partículas en suspensión del cemento de construcción. Determinar la presencia de afecciones respiratorias en los trabajadores de construcción civil. Establecer la existencia de normas de seguridad para el uso del cemento en trabajos de construcción La presente investigación reúne los resultados obtenidos de la evaluación del estudio descriptivo, inductivo y transversal en un primer momento de 30 trabajos de investigación referentes al tema y en un segundo momento una encuesta población laboral total 30 trabajadores de los que presentaron tiempo de antigüedad laboral entre 1 a 5 años, 5 a 10 años y mayores de 10 años, trabajadores con edades entre 18 a 49 años . Durante la revisión bibliográfica se encontró riesgo por partículas de cemento y durante el análisis de la encuesta a los trabajadores manifestaron que enfermedades respiratorias .Se observa la existencia de riesgo de toxicidad y daños en la salud por la intoxicación de partículas de cemento y también se observó una inadecuada protección de seguridad por parte del trabajador. Se recomienda al trabajador mayor control médico y adoptar medidas de seguridad.

**PALABRAS CLAVES:** Partículas en suspensión, Toxicidad, Cemento y Neumoconiosis.

## ABSTRACT

The cement is one of the most used in real estate constructions such an extent in the process of its use particles that are suspended in the air for a long time which due to its small size can You enter pathways is released materials respiratory and causes damage to health construction worker such as the respiratory disease or pneumoconiosis .

Problem : Based on the situation , the following research question is posed Do cement particles that are suspended generate respiratory poisoning in construction workers in the area of Santa Maria de Huachipa September to December 2014? Specific

Objectives: To determine the toxic elements having suspended particles of cement construction. To determine the presence of respiratory disease in construction workers .

Establish the existence of safety standards for the use of cement in construction work

This research brings together the results of the evaluation of descriptive , inductive and cross-sectional study at first 30 research papers concerning the subject and in a second time Total labor force survey 30 workers who had seniority time between 1-5 years old, 5-10 years and older than 10 years , workers aged 18-49 years. During the literature review risk cement particles was found and during the analysis of the survey showed that respiratory diseases workers .It looks at the likelihood of toxicity and damage to health by poisoning cement particles was also observed inadequate security protection of the worker. It is recommended that the worker greater medical supervision and security measures.

**KEYWORDS:** Suspended particles, toxicity , Cement and pneumoconiosis .

# INDICE

## CONTENIDO

CARATULA.....	i
DEDICATORIA .....	ii
AGRADECIMIENTOS.....	iii
RESUMEN.....	iv
ABSTRACT.....	v
ÍNDICE DE TABLAS.....	x
ÍNDICE DE GRÁFICOS .....	xi
INTRODUCCIÓN.....	xii
<b>CAPÍTULO I: PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....</b>	<b>13</b>
1.1 Descripción de la Realidad Problemática.....	13
1.2 Formulación del Problema .....	14
1.3 Objetivos De La Investigación.....	14
1.3.1 Objetivo General .....	14
1.3.2 Objetivos Específicos.....	14
1.4 Hipótesis de la Investigación .....	15
1.4.1 Hipótesis General .....	15

1.4.2 Hipótesis Secundarias.....	15
1.5 Justificación e Importancia de la Investigación.....	15
1.5.1 Justificación de la Investigación .....	15
1.5.2 Importancia de la Investigación .....	16
<b>CAPÍTULO II: MARCO TEÓRICO .....</b>	<b>17</b>
2.1 Antecedentes de la Investigación.....	17
2.2 Bases Teóricas .....	20
2.2.1 Partículas en suspensión .....	20
2.2.1.1 Efectos en la salud .....	22
2.2.1.2 Mecanismo de acción.....	25
2.2.1.3 Efectos de las PM 2.5 sobre la salud.....	25
2.2.2 Cemento .....	28
2.2.2.1 Efectos en la salud .....	29
2.2.3 La neumoconiosis .....	31
A) Fuentes de exposición .....	31
B) Mecanismo de acción .....	34
C) Formas clínicas .....	37
D) Silicosis .....	37

E) Asbestosis .....	39
F) Beriliosis .....	42
2.2.4 Normas regulatorias de emisión y contaminación por partículas en suspensión .....	44
A) Límite permisible y estándares de calidad .....	44
B) Norma nacional.....	48
C) Ley general del ambiente .....	48
2.2.5 Estándares de calidad ambiental y límites máximos permisibles.....	49
2.2.5.1 impacto ambiental (E.I.A) .....	49
2.2.6 Factores humanos y condiciones de trabajo.....	51
2.2.6.1 Salud ocupacional .....	52
2.3 Definición de términos.....	53
<b>CAPÍTULO III: METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN .....</b>	<b>56</b>
3.1 Tipo de Investigación .....	56
3.1.1 Método.....	56
3.1.2 Técnica .....	56
3.1.3 Diseño.....	57
3.2 Población y Muestreo de la Investigación .....	57

3.2.1 Población .....	57
3.2.2 Muestra .....	57
3.3 Variable e Indicadores .....	58
3.4 Técnicas e Instrumentos de Recolección de Datos .....	58
3.4.1 Técnicas.....	58
3.4.2 Instrumentos .....	59
 <b>CAPÍTULO IV: PRESENTACIÓN, ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE</b>	
<b>RESULTADOS.....</b>	
4.1 Resultados .....	60
4.1.1 Encuesta elaborada a 30 trabajadores de construcción civil, realizada en la zona de Sta María de Huachipa.....	60
DISCUSIONES .....	70
CONCLUSIONES .....	72
RECOMENDACIONES .....	73
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	74
ANEXOS.....	78

## INDICE DE TABLAS

**TABLA N° 1:** Límites máximos permisibles para partículas en suspensión en

México,EE.UU y Unión Europea..... 47

**Fuente:** CARB 2002 consejo de la unión europea, secretaria de la salud

**TABLA N°2:** Estándares de calidad ambiental para material particulado (PM2.5)..... 49

**Fuente:** Congreso de la república. Normas legales aprueban estándares

de calidad ambiental para aire Decreto Supremo N° 003-2008.El peruano.

Lima 22 de Agosto 2008.

## ÍNDICE DE GRÁFICOS

**GRÁFICO N° 1:** Clasificación del material particulado en la atmosfera urbana ..... 21

**Fuente:** consejo del medio ambiente Madrid-España 2006.

**GRÁFICO N° 2:** Fracción de polvo respirable ..... 27

**Fuente:** Instituto nacional de seguridad e higiene de España 2000.

**GRÁFICO N° 3:** Composición del cemento ..... 29

**Fuente:** Instituto español del cemento y sus aplicaciones 2002.

## INTRODUCCIÓN

Los trabajadores del sector de la construcción civil en edificaciones están expuestos a la acción de numerosos agentes ambientales de tipo químico, físico y biológico. Estos agentes implican la presencia de riesgos, muchos de ellos de difícil identificación, debido a la gran variedad y cantidad de sustancias, productos y situaciones que se ponen en juego durante la ejecución de la obra. Los efectos dañinos para la salud varían desde una simple irritación conjuntiva o dérmica de duración muy reducida, hasta enfermedades crónicas y/o desarrollo de cáncer como resultado de una exposición prolongada y continuada en el tiempo a determinados agentes. Durante el proceso de construcción tiene particular importancia la exposición a polvo de cemento, y este es el principal peligro en el área de la construcción. La clasificación del mismo desde el punto de vista de sus efectos sobre el cuerpo humano puede constituir una base para relacionar la composición química del mismo con las reacciones anatómicas y fisiológicas que produce.

El Cemento presenta partículas sólidas dispersas en la atmósfera del orden PM10 (partículas sólidas dispersas en la atmósfera, cuyo diámetro es menor que 10  $\mu\text{m}$ ), que es un polvo sólido, gris, inodoro, no es combustible ni explosivo. Una sola exposición por corto tiempo al polvo de Cemento representa poco o ningún peligro. Una exposición de duración suficiente al Cemento en las zonas húmedas del cuerpo puede causar daños graves y potencialmente irreversibles a los tejidos (piel, ojos, vías respiratorias) debido a reacciones alérgicas y quemaduras químicas. La inhalación, puede causar irritación de la nariz, garganta o los pulmones e incluso asfixia según el grado de exposición. Los efectos crónicos se dan por la inhalación prolongada y repetida del Cemento contiene trazas de sílice y cromo (cancerígenos humanos), lo cual puede causar la neumoconiosis.

Para identificar los efectos de intoxicación respiratoria por el uso de cemento se tomó en cuenta una zona específica de Lima, siendo el distrito de Chosica en la zona de Santa María de Huachipa. Este estudio se realizó durante los meses de septiembre – diciembre 2014.

# CAPITULO I

## PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

### 1.1 Descripción de la Realidad Problemática

La industria de la construcción tiene la reputación de ser una industria con un pobre historial de seguridad. Por ejemplo la industria de la construcción tiene el doble de casos de lesiones y enfermedades que todas las industrias juntas, como son por sustancias químicas y otros materiales.

Los trabajadores del sector de la construcción civil en edificaciones están expuestos a la acción de numerosos agentes ambientales de tipo químico, físico y biológico. Estos agentes implican la presencia de riesgos, muchos de ellos de difícil identificación, debido a la gran variedad y cantidad de sustancias, productos y situaciones que se ponen en juego durante la ejecución de la obra. Los efectos dañinos para la salud varían desde una simple irritación conjuntiva o dérmica de duración muy corta, hasta enfermedades crónicas y/o desarrollo de cáncer como resultado de una exposición prolongada y continuada en el tiempo a determinados agentes. El Cemento del orden  $PM_{10}$  hasta  $PM_{2.5}$  (partículas sólidas dispersas en la atmósfera, cuyo diámetro es menor que 10 y 2.5 micras) es un polvo sólido, gris, inodoro, no es combustible ni explosivo. Una sola exposición por corto tiempo al polvo seco de Cemento Portland representa poco o ningún peligro. Una exposición de duración suficiente al Cemento Portland seco en las zonas húmedas del cuerpo puede causar daños graves y potencialmente irreversibles a los tejidos (piel, ojos, vías respiratorias) debido a reacciones alérgicas y quemaduras químicas. La inhalación, puede causar irritación de la nariz, garganta o los pulmones e incluso

asfixia según el grado de exposición. Los efectos crónicos se dan por la inhalación prolongada y repetida del Cemento Portland que contiene trazas de sílice cristalina y cromo hexavalente (cancerígenos humanos), lo cual puede causar la silicosis. Por ello, el presente estudio tiene la finalidad de conocer cuáles son los efectos del cemento en las personas que laboran en industrias de la construcción, en la zona de Santa. María de Huachipa-Chosica.

## **1.2 Formulación del problema**

¿Las partículas de cemento que se encuentran en suspensión generan intoxicaciones respiratorias en los trabajadores de construcción civil de la zona de Santa Maria de Huachipa de Setiembre a Diciembre del 2014?

## **1.3 Objetivos de la investigación**

### **1.3.1 Objetivos general**

Determinar si las partículas en suspensión del cemento provocan intoxicación respiratoria en los trabajadores de construcción civil.

### **1.3.2 Objetivos específicos**

- Determinar los elementos tóxicos que presentan las partículas en suspensión del cemento de construcción.
- Determinar la presencia de afecciones respiratorias en los trabajadores de construcción civil.
- Establecer la existencia de normas de seguridad para el uso del cemento en trabajos de construcción.

## **1.4 Hipótesis de la investigación**

### **1.4.1 Hipótesis general**

Los compuestos químicos presentes en las partículas en suspensión de cemento provocarían intoxicación respiratoria en trabajadores de construcción civil.

### **1.4.2 Hipótesis secundarias**

- Los elementos tóxicos presentes son el óxido de silicio, óxido de calcio y óxido de hierro.
- La afección respiratoria en trabajadores de construcción civil es la neumoconiosis.
- No existe norma de seguridad para trabajadores de construcción civil.

## **1.5 Justificación e Importancia de la Investigación**

### **1.5.1 Justificación de la Investigación**

Las partículas en suspensión son aquellas sustancias suspendidas en el aire, y pueden tener un tamaño de entre 10 y 2.5 micras, de ahí su nombre  $pm_{10}$  y  $pm_{2.5}$ . La fuente de estas emisiones es proveniente del transporte o de las industrias cementeras, de concreto, de cerámicas o de construcción. Pueden contener composiciones químicas como aluminio, silicio, calcio, potasio, hierro, zinc, vanadio, plomo, titanio y otros orgánicos de elevada toxicidad. Estas composiciones afectan el sistema respiratorio humano ocasionando

grandes peligros y enfermedades; así mismo, afectan el ambiente, animales y vegetales.

Las partículas en suspensión sobre los humanos causan enfermedades que se podrían llegar hasta la muerte. La mayoría de las enfermedades son respiratorias y cardiovasculares, son de categoría agudas, acumulativas y crónicas. Debido al pequeño tamaño que obtiene las sustancias químicas, pueden ingresar fácilmente al aparato respiratorio deteriorando profundamente los pulmones y el resto del organismo.

### **1.5.2 Importancia de la Investigación**

Los trabajadores de construcción civil que manipulan, en sus ocupaciones habituales, el cemento, pueden contraer enfermedades denominadas, en términos generales, enfermedades ocupacionales; Las enfermedades pulmonares profesionales o de origen ocupacional constituyen un grupo de procesos patológicos cuya principal característica es la relación causal entre el trabajo y partículas de polvo se calcula que la superficie de los alveolos pulmonares alcanza 70 m<sup>2</sup>, y es ventilado por unos 10000 L de aire diario, por lo cual el pulmón resulta ser un órgano muy accesible a la inhalación de partículas en suspensión. La exposición crónica de las partículas aumenta el riesgo de desarrollar enfermedades cardiovasculares y respiratorias. Así como cáncer de pulmón.

## CAPÍTULO II

### MARCO TEÓRICO

#### 2.1 Antecedentes de la Investigación

El presente trabajo evalúa la existencia de un problema de salud ocupacional, generando la preocupación por la calidad de vida del personal que labora en la industria de la construcción, donde se utiliza como material de trabajo el cemento que en su composición presentan óxidos de calcio y óxido de silicio. Estos tienen la capacidad tóxica indeseada para la salud, donde las partículas en suspensión causan daño a nivel de respiratorio.

- **MurilloTapia, Omar Fernando. Estudio Comparativo de los Efectos a La Salud por Partículas Total en Suspensión de Cemento Portland Ensayada en Roedores, 2013.**

En esta investigación concluyeron con los resultados obtenidos en el estudio de las placas Rx y los cortes histológicos realizado a los pulmones de los roedores de ensayo, que si hay presencia de silicosis en los roedores en el tiempo en que los sujetos de experimentación estuvieron expuestos al cemento portland PM10. Se concluye que por la similitud genética del roedor con el ser humano y los trabajadores en edificaciones podrían tener la enfermedad de silicosis crónica, acelerada y/o aguda si ellos trabajan más de 05 años en esta actividad sin las condiciones mínimas de seguridad, y es con más incidencia en los trabajadores de rango bajo ya que a ellos se les asigna labores más peligrosas con posibles riesgos de adquirir enfermedades ocupacionales.<sup>(1)</sup>

- **Sagástegui Delgado, Adrián, Propuesta para reducir las emisiones de polvo fugitivo en el proceso productivo de una empresa cementera.**

**2012**

Concluye que el proceso productivo de una cementera tiene siempre el riesgo común de la contaminación, pese a que existen leyes reguladoras de estos desprendimientos, siempre existe una cantidad mínima de contaminación dañina o no, en los procesos. El polvo fugitivo es una de ellas, se le conoce como polvo fugitivo a todo desprendimiento incontrolable, no deseable, imprevisto y que suelen escaparse del sistema de control de contaminación de la empresa. Estos polvos desprendidos pueden ser de menor importancia a comparación de otros gases contaminantes del proceso productivo; sin embargo, poco a poco se generan costos ocultos que a lo largo del año se tornan importantes. Entonces, el desprendimiento de polvo fugitivo es dañino para la salud, para las máquinas y equipos.

Se tiene como evidencia el problema dañino en la salud por los efectos respiratorios que ocasionan en los trabajadores, se estima que el 68% de la población podría experimentar efectos respiratorios por los efectos contaminantes totales, esto quiere decir que el desprendimiento de polvo se debe considerar importante para poder reducir la contaminación.<sup>(2)</sup>

- **Yahaya t.,Alegría O. y Adedayo T. Investigación de efectos generales de polvo de cemento para despejar la controversia que rodea a su toxicidad,2011**

Realizaron una investigación queriendo comprobar que los problemas de salud de la población cercana a fábrica de cemento son provocados por la emisión de polvo de estas para lo cual para el estudio se utilizó 12 ratas cercanas a la fábrica de cemento y 12 ratas libres de un ambiente en polvo de cemento. El análisis toxicológico de los tejidos pulmonares de los ratones expuesto mostro concentración de calcio, silicio, aluminio, cromo y plomo en comparación con los ratones de control. El análisis histopatológico de los tejidos pulmonares de los ratones expuestos mostro arquitectura anormal alveolar. Bronquiolos dañados, tejidos conectivos respiratorios débiles, degeneración del epitelio de revestimiento e inflamación. En tanto los resultados confirman que el polvo de cemento es patógeno tanto como animales como seres humanos.<sup>(3)</sup>

- **Rondón F,Gonzales A. Efectos nocivos de la contaminación producida por la empresa Cemex en los habitantes de las poblaciones de Pamatacualito y Valle Seco del municipio Guanta,2008.**

Se determinó que la contaminación de partículas es un agente potencialmente nocivo a la salud de las personas esta contaminación es llevada a cabo. Mayormente por empresas cementeras, como es el caso de CEMEX Venezuela. Pero en su fabricación, generalmente las máquinas de productoras de “clinker” desechan partículas de óxido de calcio, hierro, manganeso al ambiente, estos metales pesados son nocivos a la gente que

están expuestas a ellos; coloquialmente a estas partículas se les llama “polvillo”. Esta exposición a estos elementos ocurre frecuentemente en las poblaciones adyacentes al complejo industrial de fabricación como el caso de Pamatacualito y valle seco. Estas poblaciones están severamente afectadas a consecuencia de la producción de cemento, ya que la empresa no otorga medidas de protección a estas poblaciones.<sup>(4)</sup>

## **2.2 BASES TEÓRICAS**

### **2.2.1 PARTICULAS EN SUSPENSIÓN**

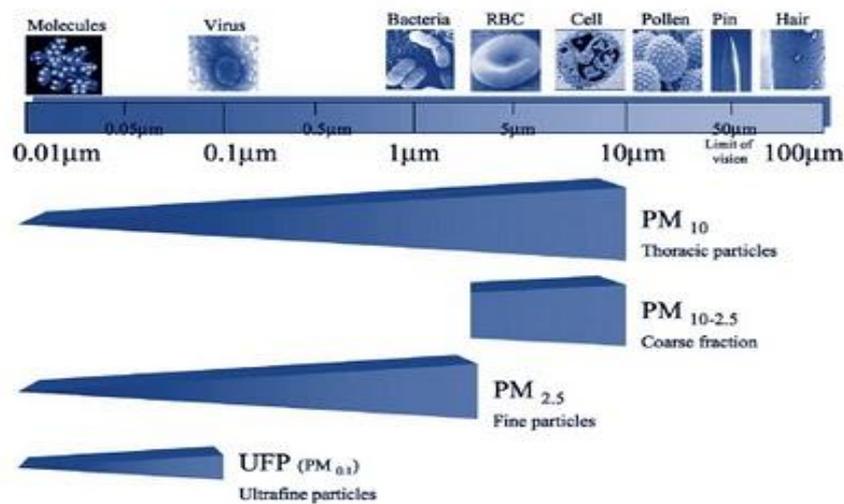
Las partículas en suspensión son aquellas partículas presentes en el aire que, debido a que disponen de un tamaño lo suficientemente reducido, pueden permanecer "flotando" en el mismo por un tiempo indeterminado e incorporarse a las vías respiratorias de los seres vivos, o depositarse finalmente sobre la superficie de plantas y edificios.<sup>(5)</sup>

Las partículas tienen en una amplia gama de tamaños y se clasifican en función de su diámetro aerodinámico en  $PM_{10}$  (partículas con un diámetro aerodinámico inferior a 10 micras) o  $PM_{2.5}$  (diámetro aerodinámico inferior a 2,5 micras). Estas últimas son más peligrosas, ya que, al ser inhaladas, pueden alcanzar las zonas periféricas de los bronquiolos y alterar el intercambio pulmonar de gases.

Las partículas finas ( $PM_{2.5}$ ) son las menores de 2.5 micras de diámetro. Estas partículas son tan pequeñas que pueden ser detectados sólo con un microscopio electrónico. Las fuentes de las partículas finas incluyen todo tipo de combustiones, incluidos los vehículos automóviles, plantas

de energía, la quema residencial de madera, incendios forestales, quemas agrícolas, y algunos procesos industriales. <sup>(6)</sup>

**Gráfica N° 1. Clasificación del material particulado en la atmósfera urbana.**



**Fuente:** consejo del medio ambiente Madrid – España 2006

Las primeras se forman básicamente por medio de procesos mecánicos, como las obras de construcción, la resuspensión del polvo de los caminos y el viento, mientras que las segundas proceden sobre todo de fuentes de combustión. En la mayor parte de los entornos urbanos están presentes ambos tipos de partículas, gruesas y finas, pero la proporción correspondiente a cada uno de los dos tipos de tamaños es probable que varíe de manera sustancial entre las ciudades en todo el mundo, en función de la geografía, la meteorología y las fuentes específicas de PM de cada lugar.

Algunas partículas, conocidas como partículas primarias son emitidas directamente de una fuente, como por ejemplo las obras de construcción,

carreteras sin pavimentar, los campos, las chimeneas o los incendios. Otros se forman en complicadas reacciones en la atmósfera de sustancias químicas, como dióxido de azufre y óxidos de nitrógeno que son emitidos por las centrales eléctricas, industrias y automóviles. Estas partículas, conocidas como partículas secundarias, constituyen la mayor parte de la contaminación por partículas finas.<sup>(7)</sup>

Las partículas finas pueden permanecer suspendidas en el aire y viajar largas distancias y luego asentarse en el suelo o el agua. Los efectos de este asentamiento son: acidificación de lagos y arroyos, cambiando del balance de nutrientes en las aguas costeras y las cuencas de los grandes ríos, que agotando los nutrientes del suelo, y dañando los bosques y los cultivos agrícolas sensibles, lo que afecta a la diversidad de los ecosistemas. La contaminación por partículas, a diferencia del ozono, puede darse todo el año. La contaminación por partículas puede manchar y dañar la piedra y otros materiales, incluidos los objetos de importancia cultural, como estatuas y monumentos.<sup>(8)</sup>

#### **2.2.1.1 Efectos en la salud**

Las PM afectan a más personas que cualquier otro contaminante. Sus efectos sobre la salud se producen por el nivel de exposición, actualmente se ven afectadas la mayoría de las poblaciones urbanas y rurales de los países desarrollados y en desarrollo. Las exposiciones a partículas a corto y largo plazo se han relacionado con problemas de salud.

La exposición crónica a las partículas aumenta el riesgo de desarrollar enfermedades cardiovasculares y respiratorias, así como de cáncer de pulmón. La mortalidad en ciudades con niveles elevados de contaminación supera la registrada en ciudades más limpias del 15-20%. Incluso en la UE, la esperanza de vida promedio es 8,6 meses inferior debido a la exposición a las PM<sub>2.5</sub> generadas por actividades humanas

El tamaño de las partículas está directamente relacionado con su potencial para causar problemas de salud. Lo preocupante son las partículas de 10 micras de diámetro o menos, porque son las partículas que pasan a través de la garganta y la nariz y entran en los pulmones, pudiendo incluso entrar en el torrente sanguíneo. Una vez inhaladas, estas partículas pueden afectar el corazón y los pulmones y causar efectos graves para la salud. Existen dos grupos o categorías de la contaminación por partículas:

Partículas inhalables gruesas, tales como las que se encuentran cerca de las carreteras y las industrias generadoras de polvo, son mayores de 2.5 micras y más pequeñas que 10 micras de diámetro.

Partículas finas, tales como las que se encuentran en el humo y la neblina, son de 2,5 micras de diámetro y más pequeñas. Estas partículas pueden ser emitidas directamente de fuentes tales

como los incendios forestales, o se puede formar con los gases emitidos por plantas generadoras de energía, las industrias y los automóviles al reaccionar en el aire. Las partículas finas se inhalan profundamente y con facilidad en los pulmones, donde pueden ser acumuladas, reaccionar, ser eliminadas o absorbidas.

Los estudios científicos han relacionado la contaminación por partículas, especialmente las partículas finas, con una serie de problemas significativos de salud, incluyendo:

- La muerte prematura en personas con enfermedad cardiaca o pulmonar.
- Ataques cardíacos no mortales.
- Latido irregular del corazón.
- Agravamiento del asma.
- Disminución de la función pulmonar.
- Aumento de síntomas respiratorios, tales como irritación de las vías respiratorias, tos, sibilancias y disminución de la función pulmonar, incluso en niños y adultos.

Las partículas gruesas (como las que se encuentran en el viento y el polvo), que tienen diámetros comprendidos entre 2,5 y 10 micrómetros, son de menor importancia para la salud, a pesar de que puede irritar los ojos, la nariz y la garganta. <sup>(9)</sup>

### 2.2.1.2 Mecanismo de acción

El camino que deben de recorrer las partículas de polvo para poder penetrar en el organismo es el siguiente:

**Nariz:** Es el primer filtro en el que el aire es calentado, humedecido y parcialmente desprovisto de partículas por impacto en las fosas nasales y sedimentación. Son eliminadas por estornudos, mucosidades, etc.

**Faringe y Laringe:** Aquí las partículas retenidas pueden ser expulsadas por vía salivar o vía esofágica.

**Árbol traqueo bronquial:** Aquí las partículas por fenómenos similares a los anteriores son expulsadas al exterior por los cilios que tiene este aparato.

**Alvéolos:** Las partículas que han alcanzado la región alveolar, se depositan en las paredes, tanto por fenómenos de difusión como sedimentación. El mecanismo de expulsión es muy lento y sólo parcialmente conocido quedando la mayor parte de las partículas retenidas en las paredes alveolares.<sup>(10)</sup>

### 2.1.2.3 Efectos de las PM<sub>2,5</sub> sobre la salud

Los efectos de las partículas en suspensión están relacionado a enfermedades de tipo respiratorio, tales como la bronquitis, y más recientemente también se han analizado y demostrado sus

efectos sobre dolencias de tipo cardiovascular. En el caso de las PM<sub>2,5</sub>, su tamaño hace que sean 100% respirables ya que viajan profundamente en los pulmones, penetrando en el aparato respiratorio y depositándose en los alvéolos pulmonares, incluso pueden llegar al torrente sanguíneo. Además estas partículas de menor tamaño están compuestas por elementos que son más tóxicos (como metales pesados y compuestos orgánicos) que los que componen, en general, las partículas más grandes.<sup>(11)</sup>

La exposición a estas partículas puede acarrear una gran variedad de efectos en la salud. Por ejemplo, numerosos estudios relacionan los niveles de partículas con el aumento de los ingresos hospitalarios y visitas a urgencias e incluso a la muerte por enfermedades cardíacas o pulmonares.<sup>(11)</sup>

Las exposiciones prolongadas, como las experimentadas por las personas que viven desde hace muchos años en áreas con altos niveles de partículas, se han asociado con problemas tales como la función pulmonar reducida y el desarrollo de bronquitis crónica e incluso la muerte prematura.

Las Exposiciones a corto plazo a partículas (horas o días) pueden agravar la enfermedad pulmonar, causando ataques de asma y bronquitis aguda, y también puede aumentar la susceptibilidad a las infecciones respiratorias. En las personas

con enfermedades del corazón, exposiciones a corto plazo se han vinculado a ataques cardíacos y arritmias.

Por tanto las partículas  $PM_{2,5}$ , se pueden acumular en el sistema respiratorio y están asociadas, cada vez con mayor consistencia científica, con numerosos efectos negativos sobre la salud, como el aumento de las enfermedades respiratorias y la disminución del funcionamiento pulmonar. Los grupos más sensibles –niños, ancianos y personas con padecimientos respiratorios y cardíacos– corren más riesgo de padecer los efectos negativos de este contaminante.<sup>(12)</sup>

**Grafico N°2:** fracción de polvo respirable



**Fuente:** instituto nacional de seguridad e higiene de España 2000

En este sentido, la normativa y los métodos de muestreo se centran en el tamaño de las partículas, ya que resulta ser el principal factor limitante para la mayor o menor penetración en

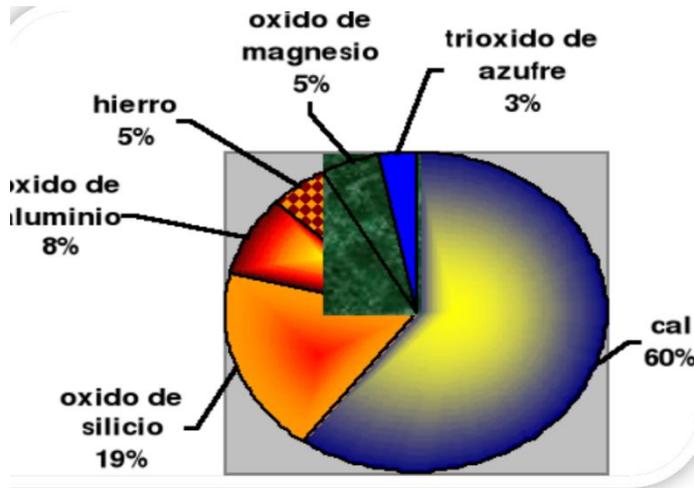
las vías respiratorias. Así, resulta obligatorio para las redes de control la determinación de aquellas partículas de menos de 10 micrómetros de diámetro ( $10\mu\text{m}$ ), denominadas fracción  $\text{PM}_{10}$ , ya que son las partículas que presentan una mayor capacidad de acceso a las vías respiratorias y por lo tanto mayor afección a las mismas.

### **2.2.2 CEMENTO**

Se denomina cemento a un aglutinante hidráulico que mezclado con agregados pétreos (árido grueso o grava más árido fino o arena) y agua, crea una mezcla uniforme, manejable y plástica capaz de fraguar y endurecer al reaccionar con el agua y adquiriendo por ello consistencia pétreo, el hormigón o concreto. Su uso está muy generalizado, siendo su principal función la de aglutinante, El cemento Portland es el tipo de cemento más utilizado como aglomerante para la preparación del hormigón o concreto.

Las materias primas para la producción del Portland son minerales que contienen: óxido de calcio (60%), óxido de silicio (19%), óxido de aluminio (8%), óxido de hierro (5%), óxido de manganeso (5%) y trióxido de azufre (3%).<sup>(13)</sup>

**Grafico N°3** composición del cemento



**Fuente:** instituto español del cemento y sus aplicaciones

### 2.2.2.1 Efectos en la salud

Una sola exposición por corto tiempo al polvo seco representa poco o ningún peligro. Una exposición de duración suficiente al cemento húmedo o seco en las zonas húmedas del cuerpo puede causar daños graves y potencialmente irreversibles a los tejidos (piel, ojos, vías respiratorias) debido a reacciones alérgicas y quemaduras químicas.<sup>(14)</sup>

#### **Contacto Ocular**

El polvo aéreo puede causar irritación o inflamación inmediata o tardía. El contacto ocular con grandes cantidades de polvo seco o con el cemento húmedo puede causar irritación ocular moderada, quemaduras químicas y ceguera.<sup>(14)</sup>

## **Contacto dérmico**

El Cemento puede causar desde piel seca, dermatitis hasta quemaduras intensas. La piel afectada por dermatitis puede presentar síntomas como enrojecimiento, picazón, erupciones, escamas y agrietamiento. La dermatitis por irritantes es producto de las propiedades físicas del cemento incluidas alcalinidad y abrasión. Una exposición de duración suficiente al cemento húmedo o al cemento seco en las zonas húmedas del cuerpo puede causar daños graves y potencialmente irreversibles en los tejidos de la piel debido a quemaduras químicas (cáusticas), incluidas quemaduras de tercer grado. Una exposición dérmica puede ser peligrosa aunque no dolor ni molestia.<sup>(14)</sup>

## **Inhalación**

Puede causar irritación de la nariz, garganta o los pulmones e incluso asfixia según el grado de exposición. La inhalación de altas concentraciones de polvo puede causar quemaduras químicas. Personas con enfermedad Obstructiva crónica pueden empeorar su estado.<sup>(15)</sup>

## **Efectos Crónicos**

La inhalación prolongada y repetida de sílice cristalina puede causar silicosis. El cemento no figura como cancerígeno en las listas de IARC y NTP, No obstante el Cemento contiene trazas de

sílice cristalina y cromo hexavalente que están clasificados por IARC y NTP como cancerígenos humanos conocidos.<sup>(15)</sup>

### **Ingestión**

La ingestión de pequeñas cantidades no es nociva, grandes cantidades pueden provocar quemaduras química. Algunos estudios muestran aumento en la incidencia de enfermedad renal crónica por ingesta.<sup>(15)</sup>

### **2.2.3 La neumoconiosis**

Es una enfermedad pulmonar causada al inhalar partículas de polvo de mineral, usualmente al realizar trabajos de alto riesgo, relacionados con la industria de los minerales. Al principio, el polvo irritante de mineral puede desencadenar inflamación pulmonar, que causa daño temporal en áreas del pulmón. Con el paso del tiempo, este daño en las áreas del pulmón puede progresar hasta formar depósitos de tejido fibroso. Esta etapa de neumoconiosis se denomina fibrosis.

La fibrosis endurece los pulmones e interfiere con el intercambio normal de oxígeno y dióxido de carbono en los pulmones.<sup>(16)</sup>

#### **A) Fuentes de exposición.**

Existen una variedad de ocupaciones asociadas al riesgo de desarrollar neumoconiosis, que están relacionadas a una serie de factores propios del trabajo y del trabajador. Dentro de las actividades más importantes asociadas al desarrollo de neumoconiosis, podemos mencionar:

- Minería: túneles y canteras.
- Trabajos en piedra (granito, pizarra, arenisca, etc.).
- Cerámica, porcelana y loza.
- Cementos.
- Polvo de limpieza (polvos detergentes, etc.).
- Industria del vidrio.
- Asbesto.
- Minería del carbón.
- Otros trabajadores del carbón.
- Trabajos relacionados con aluminio, berilio y metales duros .<sup>(17)</sup>

### **Patogenia**

El depósito de polvo en los pulmones es consecuencia del ingreso de éste a la vía respiratoria y la interacción con los mecanismos de defensa del ser humano. Existe una serie de factores y/o condiciones que intervienen en el depósito final del polvo a nivel pulmonar. <sup>(18)</sup>

#### **1. Factores relacionados al polvo**

- Concentración de las partículas de polvo.
- Composición química y mineralógica de las partículas. Por ejemplo, se consideran más agresivos el sílice y el asbesto (Neumoconiosis Fibrogenética).
- Tamaño de la partícula. El polvo respirable con partículas menores de 10 um son de mayor riesgo.
- Forma de la partícula: las partículas rectas de amianto (anfíboles) tienen mayor probabilidad de ingresar en forma

directa a todo el árbol respiratorio y depositarse a nivel de los alvéolos.

## **2. Factores relacionados con el trabajador**

- Tiempo de exposición: a mayor tiempo de exposición, mayor riesgo de desarrollar la enfermedad.
- Susceptibilidad Individual: variabilidad de los sujetos que muchas define la capacidad de reacción del tejido pulmonar a los diversos agentes.

## **3. La frecuencia respiratoria**

- Actividad Física: a mayor actividad física, la frecuencia respiratoria aumenta y se incrementa la posibilidad de inhalar mayor cantidad de polvo. Es inherente a cualquier ocupación.
- Trabajos a Grandes Alturas: a mayores alturas la frecuencia respiratoria es mayor, sobretodo en personas que se encuentran en el proceso de adaptación a la altura en forma periódica.

## **4. La humedad**

a cantidad de polvo es mayor en los lugares «secos». La humedad ayuda a precipitar las partículas. El tipo de reacción a las diversas partículas es variable. Puede estar ausente como en el caso de polvo de sal común; puede desarrollarse una fibrosis intersticial (asbesto), reacciones granulomatosas (berilio), fibrosis nodular difusa (sílice), proteinosis alveolar (silicosis aguda) o acumulación con reacción mínima (carbón). Lo más frecuente es la exposición a

múltiples tipos de partículas, que producen una mezcla de dosis, tamaño y composición heterogéneos. <sup>(18)</sup>

## **B) Mecanismos de acción**

El depósito de polvo en los pulmones es la resultante de un complicado proceso de inhalación, depuración y retención. El pulmón del adulto, con una superficie alveolar de contacto con el ambiente de aproximadamente 70 m<sup>2</sup>, se relaciona directamente cada día con un volumen de aire de más de 10.000 litros, que transporta múltiples agentes potencialmente patógenos.

El aparato respiratorio constituye, pues, la mayor superficie de nuestro organismo en relación con el medio ambiente. Se comprende la potencialidad de la vía respiratoria como fuente de enfermedad. Las partículas de polvo menores de 10 micrómetros (<pm10), son capaces de ser arrastradas por la corriente aérea inspiratoria (polvo inhalable). Las mayores quedan depositadas en vías aéreas altas, al impactar, debido a su inercia, contra las paredes de éstas. Estas partículas serán eliminadas en un corto periodo de tiempo por el transporte mucociliar. Las partículas menores de 5 micrómetros que, por su pequeño tamaño, no han impactado por encima del bronquiolo terminal alcanzan el saco alveolar, depositándose en su pared, mediante fenómenos de difusión o sedimentación. El aclaramiento alveolar se efectúa a través de múltiples mecanismos, generalmente relacionados entre sí: movimiento de la capa fluida que cubre la

pared alveolar, fagocitosis de partículas de la luz alveolar por los macrófagos.<sup>(19)</sup>

Las partículas pueden llegar al intersticio alveolar y quedar retenidas. Serán éstas las que van a producir la enfermedad. El poder patógeno de la sílice tiene relación con el tamaño de las partículas, la forma y la cantidad inhalada. Son las formas cristalinas de SiO<sub>2</sub> (principalmente el cuarzo) las causantes de la enfermedad. Las partículas recientemente fracturadas son más activas. Los macrófagos alveolares (residentes y reclutados) tienen un papel central en la patogenia de las lesiones por inhalación de sílice, desencadenando una cascada de eventos, a nivel molecular y celular que conducen a las lesiones. Diversos tipos celulares son movilizados, en un cierto orden, monocitos, linfocitos y granulocitos (estos con conocida capacidad lesiva).<sup>(19)</sup>

La interleucina-1 (IL-1), producida por macrófagos y monocitos contribuye a la expansión de la respuesta celular. El TNF (mediador de la inflamación) parece tener un papel importante en la iniciación de las lesiones; se ha comprobado su participación precoz en modelos experimentales y se ha visto que su neutralización tiene un efecto preventivo en silicosis experimental. El TGF-Beta (factor de transformación del crecimiento) estimula el depósito de matriz extracelular y se ha visto que anticuerpos contra la fracción Beta-1 reducen el depósito de colágeno en modelos experimentales de fibrosis inducida por bleomicina. La terapéutica anti-citocinas, en

especial en la fase inicial del proceso (inhibidores de la IL-1 y del TNF-Alfa), parece tener ciertas posibilidades futuras pero el problema no es sencillo ya que no todas las citocinas son profibróticas; en particular el interferón gamma inhibe la síntesis de colágeno por los fibroblastos.<sup>(20)</sup>

El sistema Redox parece claramente implicado. La superficie de las partículas de sílice (recientemente fracturadas) es muy reactiva originando radicales SiO<sup>-</sup> que, al reaccionar con el agua producen radicales OH<sup>-</sup> altamente lesivos. Varios tipos de asbestos y la sílice, catalizan espontáneamente la formación de ROS (reactive oxygen species) en medio acuoso. El hierro colabora en la generación de radicales hidroxilo y se ha visto que el ácido fítico (quelante del Fe) reduce la inflamación y la fibrosis en ratas expuestas a asbestos. Otra vía de generación de ROS por la sílice y el asbestos es a través del metabolismo oxidativo de los macrófagos y otros fagocitos. También se piensa que tienen un papel los RNS (reactive nitrogen species) generados por macrófagos<sup>1,2</sup>. La silicosis constituye un interesante modelo de fibrosis pulmonar, de causa conocida y se espera que los avances que se realizan en el conocimiento de su patogenia aporten soluciones para ésta y otras fibrosis que comparten mecanismos patogénicos similares. Sigue siendo un motivo de preocupación, no sólo por su resistencia a disminuir, sino también porque puede estar aumentando en otras ocupaciones e industrias que no son las tradicionales (trabajos ornamentales en piedra, cerámica, etc.).<sup>(20)</sup>

## **C) Formas clínicas**

### **D) SILICOSIS**

Se pueden presentar tres tipos de silicosis, que suelen estar relacionadas con las concentraciones de sílice cristalina en el ambiente.

**SILICOSIS CRÓNICA.**- Es la más común de las formas clínicas. Habitualmente, la silicosis se presenta tras 10 años o más de exposición a concentraciones de sílice relativamente más bajas que las formas simples y complicadas y puede presentarse, desarrollarse o progresar incluso después de haber cesado la exposición.

Sin embargo, esta forma crónica suele desarrollarse en plazos menores a los indicados en el párrafo anterior cuando se trata del trabajo con cuarzo y pizarra, así como en el trabajo con aglomerados de cuarzo o materiales porcelánicos. Los aglomerados son materiales sustitutos de la piedra natural con contenidos de sílice de hasta más del 90%. Al trabajar con ellos sin protección ni ventilación, producen este tipo de silicosis en un tiempo breve, tal y como se ha podido observar en colocadores de encimeras de cocinas y baños, por citar un ejemplo. Esta forma crónica tiene a su vez dos formas clínicas:

- Simple: Se caracteriza por un patrón nodular en la radiografía de tórax, en la que se observan nódulos menores de 1 cm. No suele

producir sintomatología ni cambios en la esperanza de vida respecto a la población general. La mayor complicación es su evolución a silicosis complicada, cuya probabilidad aumenta en relación a unas mayores concentraciones en la exposición, a la confluencia con la TBC y a las profusiones elevadas en la radiografía. No suele presentar, tampoco, decrementos significativos en la función pulmonar.

- Complicada: Se caracteriza por la presencia de masas llamadas de fibrosis masiva progresiva (FMP), en la que se observan nódulos mayores de 1 cm. Sus síntomas principales son la tos crónica y la disnea, y disminuye la esperanza de vida de quien la padece. Los déficits, tanto obstructivos como restrictivos, son comunes en esta forma clínica, lo mismo que una disminución en la capacidad de difusión. Esta forma clínica se puede complicar con tuberculosis pulmonar, con neumotórax, con cavitaciones de las masas de fibrosis progresivas por necrosis de las mismas o por mycobacterias, y con esclerodermia.<sup>(21)</sup>

SILICOSIS AGUDA.-Es mucho menos común. Es una forma clínica rápidamente progresiva que puede evolucionar en corto período de tiempo, después de exposiciones intensas a sílice. La sintomatología puede presentarse y desarrollarse en un periodo comprendido entre las pocas semanas y hasta los cinco años tras la exposición inicial. Es una forma clínica de mal pronóstico. Las características patológicas recuerdan a las de la proteinosis alveolar, y en ocasiones se la denomina silicoproteinosis.

Radiológicamente se observa un patrón similar al edema de pulmón. Sus síntomas principales son: Tos, disnea severa y pérdida de peso.<sup>(22)</sup>

**SILICOSIS ACELERADA.-** Es una forma clínica que aparece después de 2 a 5 años a partir de la primera exposición. Está causada por altos niveles de exposición. La silicosis acelerada tiende a progresar más rápidamente hacia la silicosis complicada (fibrosis masiva progresiva) y es más frecuente que se complique con una TBC que la silicosis crónica. Radiológicamente suele observarse un patrón nodular de profusión elevada con rápida evolución a la coalescencia.<sup>(22)</sup>

## **E) ASBESTOSIS**

La exposición al asbesto también determina igual que el sílice lesiones pulmonares destructivas predominantemente de carácter inflamatorio y que llevan a la destrucción progresiva del parénquima pulmonar. Se estima que la inhalación de asbesto no solamente puede ocasionar una neumoconiosis, sino que además es responsable de un aumento de incidencia de mesotelioma, carcinoma broncogénico y otros tipos de cáncer. Estas consecuencias generalmente no aparecen hasta décadas de producida la exposición. El asbesto forma parte del medio ambiente contaminado ya que estas sustancias aún son empleadas ampliamente en la fabricación de productos como tubería, alcantarillado, materiales aislantes, cubiertas de frenos, embragues y algunos revestimientos

resistentes al calor. El mayor riesgo indudablemente es de aquellas personas que trabajan directamente en la extracción, fabricación e instalación asbesto o sus derivados.

Los asbestos o amiantos constituyen una familia de silicatos fibrosos que se dividen de acuerdo a su forma en curvos y rectos. La crisolita es la forma predominante que se emplea comercialmente en más del 90% de los casos; la crosidolita y la amosita representan el 10% restante. Todas las fibras ya sean curvas o rectas oscilan entre 0,1 y 1,5 micrómetros de diámetro y generalmente pueden alcanzar longitudes de 50 micras e incluso pueden ser considerablemente más largas. Todos los tipos de fibras de asbestos son patógenas; la crisolita es probablemente la principal contaminante del aire pero debido a su tamaño también se fragmenta con facilidad y es eliminada. La crosidolita está relacionada más directamente con la inducción de tumores malignos.

Una vez que estos cristales se han depositado en los pulmones algunas fibras son fagocitadas por los macrófagos y en el interior de estas células adquieren una envoltura de complejos de hemosiderina y glucoproteínas formando estructuras alargadas como rosarios, con engrosamientos distales, denominada cuerpos ferruginosos. A pesar de ello la mayor parte de la fibra por razones desconocidas permanece sin envoltura. Por otro lado no existe una clara correlación entre la cantidad de asbesto almacenada en el pulmón y el desarrollo de lesiones. Otros tipos de fibras por ejemplo

la del vidrio y el algodón también pueden adquirir envolturas similares y formar cuerpos ferruginosos característico. Luego, la presencia de cuerpos ferruginosos no necesariamente se corresponde con la asbestosis. Solo aquellos cuerpos ferruginosos con un centro de asbesto son llamados cuerpos de asbesto.

Morfología: los cambios característicos en la Asbestosis son:

- Fibrosis intersticial difusa que predomina en los lóbulos inferiores.
- Fibras de asbestos y cuerpos ferruginosos en el interior de las áreas de cicatrización.
- Desarrollo de placas fibrosas densas e hialinas en la pleura parietal.

Al principio la fibrosis se localiza predominantemente en lóbulos inferiores alrededor de los bronquiolos respiratorios y conductos alveolares de la zona subpleural. Posteriormente se produce mayor fibrosis hacia el interior del pulmón y se acompaña de fibrosis de espacios alveolares. En casos más severos compromete hacia el hilio y los lóbulos superiores, alterando la arquitectura del pulmón hasta la aparición de un pulmón en panal. Los cuerpos ferruginosos y las fibras de asbestos suelen ser detectables con microscopía de luz en las cicatrices o bien en el interior de los macrófagos o células gigantes.

Las placas fibrocalcáreas de la pleura parietal son características pero no patognomónicas de la asbestosis. Tienden a presentarse en las

regiones anteriores y laterales de la pleura parietal y sobre la cúpula del diafragma; rara vez se comprometen los vértices. No existe relación entre la localización del engrosamiento con las adherencias que se observan en las otras áreas pleurales.

Existe un marcado aumento en la incidencia de mesoteliomas malignos pleurales y peritoneales y de carcinomas broncogénicos en sujetos expuestos a la acción del asbesto. Estas neoplasias pueden aparecer en asociaciones con asbestosis pulmonar. La incidencia de mesotelioma aumenta alrededor de 100 veces. El tabaquismo concomitante eleva enormemente el riesgo de carcinoma broncogénico, el cual llega a ser 50 a 90 veces mayor que en aquellos sujetos no fumadores y que han sufrido exposición al asbesto. <sup>(23)</sup>

## **F) BERILIOSIS**

La exposición al berilio o sus sales induce una neumonitis química aguda mientras que la exposición más prolongada a niveles inferiores suele producir lesiones granulomatosas pulmonares y generalizadas.

La beriliosis tuvo una forma epidémica entre los obreros que trabajaban en la fabricación de tubos fluorescentes constituidos por el berilio pulverizado. Aun cuando su utilización ha sido abandonada, el berilio aún se emplea en la electrónica, cerámica e industria aeroespacial. Por razones poco claras existe una notable susceptibilidad individual a la beriliosis ya que incluso en profesiones de alto riesgo se desarrollan reacciones patológicas en menos del 2%

de las personas expuestas. Algunas observaciones sugieren que la hipersensibilidad de tipo 4 está implicada en la patogenia de las lesiones por berilio. Los enfermos de beriliosis a menudo presentan una prueba cutánea para este metal y además células T sensibilizada.

Morfología:

**Beriliosis aguda.-** es una neumonitis alérgica tóxica que algunas veces se acompaña de rinitis y faringitis. La reacción histológica es básicamente una exudación inflamatoria con relleno alveolar con fibrina, polimorfo nuclear y glóbulos rojos, dando un aspecto de tipo bronco neumónico. El intersticio presenta infiltrado linfocitario. En la beriliosis aguda no se forman granulomas.

**Beriliosis crónica.-** es también llamada granulomatosis del berilio. Se caracteriza por la formación de granulomas y una reacción inflamatoria intersticial difusa. Ocasionalmente pueden aparecer nódulos de 3 cm de diámetro. Es infrecuente el compromiso ganglionar linfático. Microscópicamente se observan granulomas bien desarrollados parecidos a los de la sarcoidosis. En este tipo de granulomas las inclusiones observadas en los granulomas de tipo sarcoidal pueden estar presentes.<sup>(24)</sup>

## **2.2.4 Normas regulatorias de emisión y contaminación por partículas en suspensión**

### **A) Límites permisibles y Estándares de calidad**

Todo país, tiene reglamentos establecidos para el control de la contaminación ambiental, ya sea a nivel empresa o a nivel individual. Estados-Unidos es el país más contaminadora del planeta debido a todas las industrias formas e informales repartidos en toda la zona geográfica. Por ende, se ha creado el ente Environmental Protección Agency (EPA) para poder controlar las fuertes emisiones y disminuirlas al máximo. Sin embargo presenta problemas políticos y legales, quejas de las mismas industrias debido a sus leyes y límites permisibles exigentes y repentinos. Además, en los años 90 ha empezado un movimiento llamado Clean Air Act encargado de mejorar la calidad del aire en las emisiones industriales y penalizarlos. Poco a poco se concientiza el peligro de las emisiones ambientales en la mente del estadounidense, es importante para un país contaminante tener en cuenta el riesgo económico y social.

Desde 1971, la Agencia para la Protección Ambiental de Estados Unidos (USEPA, por sus siglas en inglés) ha establecido Normas Nacionales de Calidad del Aire Ambiente (NAAQS, por sus siglas en inglés) para definir concentraciones diarias y anuales promedio de partículas en la atmósfera. Desde 1997, dos tamaños de partículas se han regulado para proteger a la salud: PM 10 y PM 2.5 (HEI 2002). El cuadro 2 muestra las normas vigentes establecidas por 1997 por E.U.A, California y Europa. Las agencias respectivas han establecido

normas en la forma de promedios anuales y diarios. Así, la EPA tiene una norma que se cumple cuando el promedio de las concentraciones medias de 3 años consecutivos (medidas en estaciones fijas de monitoreo atmosférico) no rebasan el límite establecido. De igual manera, para el límite de 24 horas se utiliza el promedio de 3 años de cada estación de monitoreo, con un intervalo de confianza de 98 a 99%, el cual no debe rebasar el límite preestablecido (USEPA 1997, HEI 2002).<sup>(25)</sup>

En la Unión Europea se ha establecido que cada Estado miembro debe tomar las medidas necesarias para asegurarse que las concentraciones de PM 10 en el ambiente no excedan los valores límites establecidos a partir de las fechas designadas, aunque también se han establecido márgenes de tolerancia para aquellas zonas en donde actualmente se exceden los límites máximos, de tal forma que los Estados puedan tomar las medidas necesarias para asegurar el cumplimiento de los límites en fechas determinadas. Asimismo, se requiere que todos los Estados instalen y operen estaciones de monitoreo de PM<sub>2.5</sub>, de ser posible en los mismos sitios en los que se encuentren operando monitores de PM<sub>10</sub>, con el objeto de proporcionar los datos y la información necesaria para el futuro desarrollo de los límites máximos permisibles para PM<sub>2.5</sub>. A pesar de que actualmente no existe una norma que regule las emisiones de partículas finas, se requiere a los Estados miembro, además de realizar las mediciones requeridas, elaborar planes y programas

dirigidos a la reducción de emisiones de ambos tipos de partículas, independientemente de los niveles de  $PM_{2.5}$  registrados durante los monitoreos. Los límites están planteados de manera similar a los límites establecidos por la USEPA, en la forma de límites para 24 horas y límites anuales. Sin embargo, el requerimiento es que, en el caso de los valores para 24 horas, no se rebasen más de 35 veces en un año calendario y el límite anual no tiene tolerancia. En una fase posterior de regulación, se prevé reducir el límite anual a  $20 \mu\text{g}/\text{m}^3$  y restringir la tolerancia para la excedencia de la norma para 24 horas a no más de 7 veces en un año calendario, debiéndose cumplir ambas condiciones a más tardar el 1 de enero de 2010. De cualquier manera, la implantación de esta segunda fase dependerá de la información obtenida de los monitoreos, resultados de proyectos de investigación sobre los efectos de las partículas, factibilidad técnica y la experiencia obtenida de la aplicación de la primera fase de la Directiva (Consejo de la Unión Europea 2002 y 2002a).

En México, la Secretaría de Salud (SSA) es la dependencia encargada del establecimiento de normas para la calidad del aire. En el caso de las partículas, dicha Secretaría emitió la Norma Oficial Mexicana NOM-025-SSA1-1993 que establece los límites máximos permisibles para  $PM_{10}$ , como medida de protección a la salud. Esta norma establece, de manera similar a la norma nacional de los Estados Unidos de América, una concentración promedio de 24 horas de  $150 \mu\text{g}/\text{m}^3$  y que puede excederse como máximo una vez cada año calendario.

Asimismo, se estableció una concentración de 50  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  como promedio anual máximo. En nuestro país no existe una norma sobre calidad del aire para  $\text{PM}_{2.5}$ .<sup>(26)</sup>

**Tabla 1. Límites máximos permisibles para partículas suspendidas en México, Estados Unidos y Unión Europea**

País	Base para la regulación	Límite para $\text{PM}_{10}$ ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	Límite para $\text{PM}_{2.5}$ ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )
México	24 h	50	-
Media aritmética anual	150	-	
<b>Estados Unidos</b>			
<i>Federal</i>	24 h	150	65
Media aritmética anual	50	15	
<i>California</i>	24 h	50	-
Media geométrica anual	20 a	12 a	
<b>Unión Europea</b>			
<i>2005</i>	24 h	50	a
	Media aritmética anual	40	b
<i>2010</i>	24 h	50	b
	Media aritmética anual	20	b

Fuente: CARB 2002 Consejo de la Unión Europea 2002 HEI 2002, Secretaría de Salud 1994.

a: a partir de enero del 2013 b: Si bien no se establecen límites máximos permisibles para  $\text{PM}_{2.5}$ , sí se establecen requisitos de monitoreo, medición y procesamiento de información de la concentración de partículas finas en los Estados Miembro, así como programas de reducción de concentración de  $\text{PM}_{2.5}$  en el ambiente, independientemente de los niveles registrados.

## **B) NORMA NACIONAL**

### **C) LEY GENERAL DEL AMBIENTE - LEY N° 28611**

Según el Artículo 1, la referida Ley se constituye en “Norma ordenadora del marco normativo legal para la gestión ambiental en el Perú. Establece los principios y normas básicas para asegurar el efectivo ejercicio del derecho a un ambiente saludable, equilibrado y adecuado para el pleno desarrollo de la vida, así como el cumplimiento del deber de contribuir a una efectiva gestión ambiental y de proteger el ambiente, así como sus componentes, con el objetivo de mejorar la calidad de vida de la población y lograr el desarrollo sostenible del país”. Según el Artículo 31: El Estándar de Calidad Ambiental - ECA es la medida que establece el nivel de concentración o del grado de elementos, sustancias o parámetros físicos, químicos y biológicos, presentes en el aire, agua o suelo, en su condición de cuerpo receptor, que no representa riesgo significativo para la salud de las personas ni al ambiente Según el Artículo 32: El Límite Máximo Permisible - LMP, es la medida de la concentración o del grado de elementos, sustancias o parámetros físicos, químicos y biológicos, que caracterizan a un efluente o una emisión, que al ser excedida causa o puede causar daños a la salud, al bienestar humano y al ambiente. Y Según el Artículo 118: que refiere sobre la Protección de la Calidad del Aire, nos habla al respecto, a las autoridades públicas, en el ejercicio de sus funciones y atribuciones, adoptan medidas para la prevención, vigilancia y control ambiental y epidemiológico, a fin de asegurar la conservación, mejoramiento y recuperación de la calidad del aire.<sup>(27)</sup>

## 2.2.5 ESTÁNDAR DE CALIDAD AMBIENTAL Y LÍMITE MÁXIMO

### PERMISIBLES

Los ECA se refieren a valores que no representen riesgo significativo para la Salud de las personas ni al ambiente, siendo el concepto de valor guía de la calidad del aire, desarrollado por la Organización Mundial de la Salud (OMS). El numeral 33.2 del Artículo 33° de la Ley N° 28611, establece que la Autoridad Ambiental Nacional, en el proceso de elaboración de los ECA, LMP y otros estándares o parámetros para el control y la protección ambiental debe tomar en cuenta los establecidos por la OMS o las entidades de nivel internacional especializadas en cada uno de los temas ambientales.<sup>(28)</sup>

**TABLA N° 2 – ESTÁNDAR DE CALIDAD AMBIENTAL PARA MATERIAL PARTICULADO (PM<sub>2,5</sub>)**

Parámetro	Periodo	Valor	Vigencia	Formato	Método de análisis
Benceno <sup>1</sup>	Anual	4 µg/m <sup>3</sup>	1 de enero de 2010	Media aritmética	Cromatografía de gases
		2 µg/m <sup>3</sup>	1 de enero de 2014		
Hidrocarburos Totales (HT) Expresado como Hexano	24 horas	100 mg/m <sup>3</sup>	1 de enero de 2010	Media aritmética	Ionización de la llama de hidrógeno
Material Particulado con diámetro menor a 2,5 micras (PM <sub>2,5</sub> )	24 horas	50 µg/m <sup>3</sup>	1 de enero de 2010	Media aritmética	Separación inercial filtración (gravimetría)
	24 horas	25 µg/m <sup>3</sup>	1 de enero de 2014	Media aritmética	Separación inercial filtración (gravimetría)
Hidrógeno Sulfurado (H <sub>2</sub> S)	24 horas	150 µg/m <sup>3</sup>	1 de enero de 2009	Media aritmética	Fluorescencia UV (método automático)

Fuente: Congreso de la República. Normas legales: aprueban estándares de calidad

### 2.2.5.1 Impacto Ambiental (EIA)

Se define la Evaluación de Impacto Ambiental como un sistema administrativo con un procedimiento encargado de identificar, prevenir y analizar los posibles impactos ambientales en su entorno antes de desarrollar un proyecto por la empresa. Este

instrumento es importante para poder realizar un estudio técnico, objetivo y ambiental elaborado por especialistas en la interpretación del proyecto de tal manera que se pueda predecir los impactos en la atmosfera, agua, suelos, fauna, recursos naturales, fauna y otros.

Existen cinco etapas principales para la realización.

- La primera es el estudio de impacto ambiental preliminar que se encarga de recopilar información bibliográfica respecto al proyecto, y con criterios de protección ambiental.
- La segunda etapa es el estudio de impacto ambiental parcial cuyo análisis es sobre el ambiente y la manera parcial que se afectaría con el proyecto.
- La tercera es el estudio de línea de base, se encarga de determinar las condiciones ambientales de la zona actuales.
- La cuarta etapa es el estudio de impacto ambiental detallado, se encarga de visualizar los impactos negativos de forma cuantitativa y cualitativa.
- La última etapa es la evaluación ambiental estratégica, es aquí que se especifica las políticas, planes y programas utilizados para el desarrollo del proyecto y durante la ejecución de ello.

Es importante contar con este estudio para poder realizar las actividades sin ningún riesgo y amenaza legal, de esta forma se obtiene un beneficio mutuo con la sociedad y los inversionistas.<sup>(29)</sup>

## **2.2.6 Factores humanos y condiciones de trabajo**

En todo ambiente de trabajo existe el riesgo a accidentes, peligros que pueden sorprender al empleado. Sin embargo, el riesgo aumenta y el nivel de peligro se intensifica cuando el trabajo es en una industria o planta, como podría ser una minera, cementera o cualquier otra manufacturera.

Por un lado, aunque se crean estándares de seguridad y manuales para cada equipo y procedimientos, existen muchas veces accidentes que ocurren en su mayoría por ignorancia o por exceso de confianza. Uno de los certificados más importantes es el OSHAS 18001, un Sistema de Gestión en Seguridad y Salud Laboral que ayuda a proteger a la empresa y a sus empleados. Estos accidentes se dan por el lado individual del trabajador; pero, ocurren accidentes a largo plazo afectando la salud debido a la contaminación o exposición de factores dañinos, muchas veces son factores externos al individuo, fuera de su alcance para evitar tal daño y dependen de la empresa controlarlos. Por otro lado, aquellos accidentes y enfermedades perjudican el desarrollo normal de producción en una empresa, retrasando e incidiendo negativamente su productividad que, a largo plazo, afecta la solidez y permanencia en el mercado. <sup>(30)</sup>

Actualmente, el gobierno Peruano tiene gran diversidad de manuales, leyes, documentos y reglamentos para este tema importante en la preocupación por el trabajador. En ello participa la Sociedad Nacional de Industrias (SENATI), la Dirección General de Salud Ambiental (DIGESA),

el Ministerio de Trabajo y Promoción del empleo, el Ministerio del Ambiente, entre otros.<sup>(30)</sup>

#### **2.2.6.1 Salud ocupacional**

Las empresas constructoras deben estar bajo una constante fiscalización para garantizar la salud del trabajador a largo plazo; no obstante, es importante tener en cuenta los efectos negativos a corto plazo en la salud. La salud Ocupacional es tratada a nivel mundial como un pilar fundamental en el desarrollo del país y empresa, pese que en el Perú no se cuente con la población trabajadora exacta expuesta a riesgos ocupaciones en su salud, ni se cuenta con estadísticas sobre enfermedades y accidentes de trabajo, debido a los trabajos informales.

El ambiente de trabajo puede ocasionar daño a la salud debido a las exposiciones de varios factores dependiendo de la actividad, existen cuarenta y dos enfermedades profesiones que el Gobierno Peruano ha declarado dentro de las cuales se menciona la intoxicación por plomo, la sordera profesional, el cáncer de origen ocupaciones y problemas respiratorios. A estas enfermedades se les llama enfermedades profesionales, es responsabilidad de la empresa prevenir el deterioro del trabajador mediante exámenes médicos con frecuencia establecidos, exámenes clínicos, rayos X de tórax para pulmones, inducciones sobre salud ocupacional y enfermedades infecto-contagiosas, entre otros. Se ha visto en los puntos anteriores, los efectos en la

salud debido a la exposición de partículas en suspensión del cemento; estas son las emisiones más peligrosas en las plantas cementeras.

Así mismo, la empresa debe contar con un programa de capacitación y desarrollo personal para que el trabajador esté consciente de las actividades realizadas y sus consecuencias en su salud, de esta manera poder prevenir graves enfermedades con una buena higiene.<sup>(31)</sup>

### 2.3 DEFINICIÓN DE TÉRMINOS BÁSICOS

**Toxicidad:** Se refiere a la ciencia que estudia las sustancias químicas y los agentes físicos en cuanto son capaces de producir alteraciones patológicas a los seres vivos la que estudia los mecanismos de producción de tales alteraciones y los medios para contrarrestarlas, así como los procedimientos para detectar, identificar y determinar tales agentes y valorar su grado de toxicidad.

**Contaminante Atmosférico:** Contaminación de la atmósfera por residuos o productos secundarios gaseosos, sólidos o líquidos, que pueden poner en peligro la salud del hombre y la salud y bienestar de las plantas y animales, atacar a distintos materiales, reducir la visibilidad o producir olores desagradables.

**EPA:** Environmental Protection Agency (Agencia de Protección del Medio Ambiente), es la agencia federal responsable de regular los riesgos medioambientales.

**IARC:** Es el Internacional Agency for Reserarch on Cancer (Agencia Internacional para Investigaciones sobre el Cáncer).

**NIOSH:** National Institute for Occupational Safety an Health (Instituto Nacional para la Salud y Seguridad en el Trabajo), es un organismo que realiza evaluaciones de equipos de respiración y la certificación de los mismos, estudios de peligros laborales, ensayos de equipos laborales y también propone normas a la OSHA.

**Cancerígenos:** Aquellos productos que probablemente son cancerígenos para el hombre, están incluidos en el Grupo 2A de la clasificación de productos químicos nocivos.

**Intoxicación Aguda:** caracteriza por un tiempo de exposición muy corto a una concentración generalmente elevada y por una rápida absorción del tóxico por el organismo. Se produce por exposición repetida a pequeña dosis del tóxico.

**Intoxicación Crónica:** Se caracteriza por una concentración delcontaminante en pequeños y largos periodos de exposición, puede ser en toda la vida en el trabajo laboral del trabajador.

**Irritante:** Específicamente, sustancias que por contacto prolongado provoca reacciones inflamatorias de la piel y las mucosas. Ejemplo: solventes orgánicos.

**Aglutinante:** sustancia usualmente líquida, que se usa para disolver o desleír las sustancias que componen los pigmentos.

**Fibrosis:** endurecimiento patológico de los órganos o del tejido debido a la creación de nuevas fibras de tejido conectivo.

**Inflamación:** Reacción que se desencadena en una parte del organismo o en los tejidos de un órgano, caracterizada por un enrojecimiento de la zona, aumento de su volumen, dolor, sensación de calor y trastornos funcionales, y que puede estar provocada por agentes patógenos o sustancias irritantes; también puede aparecer como consecuencia de un golpe.

**Asfixia:** Suspensión de la respiración y las funciones vitales a ella anejas de una persona, un animal o una planta por falta de oxígeno o por otras causas.

## CAPÍTULO III

### METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN

#### 3.1 Tipo de investigación

##### 3.1.1 Método

- **Transversal:** este trabajo se desarrolló en el transcurso de los meses de setiembre a diciembre del 2014.
- **Analítico:** las fuentes seleccionadas previamente, tesis, artículos científicos; se seleccionaron los datos relacionados con el tema de investigación y se procedieron al análisis e interpretación para llegar a las conclusiones finales.
- **Cuantitativo:** porque los datos se han procesado estadísticamente por el método cuantitativo.
- **Inductivo:** se trabajó con veinte referencias bibliográficas y la aplicación de una encuesta.

##### 3.1.2 Técnica

- **Descriptivo:** porque en este estudio describió todos los pasos que se efectuaron en diferentes investigaciones que se seleccionaron sobre intoxicación respiratoria por partículas en suspensión.
- **Documental:** esta investigación se basó en 30 artículos previamente seleccionados y relacionados directamente con el

tema de diferentes orígenes tanto nacionales e internacionales. Además a fuentes relacionadas a la farmacia y bioquímica como son ingeniería civil e ingeniería ambiental para ampliar la información que requiere este trabajo.

### **3.1.3 Diseño**

**No experimental:** porque solo es una investigación de carácter documental en la primera parte y en un segundo momento se diseñó y aplicó una encuesta para corroborar informaciones anteriores.

## **3.2 Población y Muestreo de la Investigación**

### **3.2.1 Población**

Del presente trabajo consto de treinta textos de diferentes tipos relacionados con tema sobre intoxicación respiratoria por cemento.

En un segundo plano los trabajadores de construcción civil y toda persona que se dedique a trabajar con cemento.

### **3.2.2 Muestra**

La muestra con que se trabajó fueron 10 fuentes escritas seleccionadas de las diversas fuentes revisadas..

En un segundo momento con treinta trabajadores de construcción civil que laboran en la zona de Huachipa, los cuales fueron seleccionados mediante las autorizaciones otorgadas por la municipalidad de Santa María de Huachipa, a los cuales se le

entrego una encuesta que consta de 10 preguntas politomicas y dicotómicas.

### 3.3 Variable e Indicadores

variable	indicadores
Variable independiente: ➤ Partículas en suspensión que contienen cemento	✓ Óxido de sílice ✓ P.M óxido de hierro ✓ P.M óxido de calcio
Variable dependiente: ➤ Intoxicaciones respiratorias	✓ Neumoconiosis ✓ Silicosis ✓ Enfermedad obstructiva epoc

### 3.4 Técnicas e Instrumentos de Recolección de Datos

#### 3.4.1 Técnicas

- Análisis e interpretación de datos de las fuentes escritas.
- Procesamiento estadístico de los datos obtenidos de las encuestas.
- Evaluación de afecciones respiratorias que pueden ser observables u obtenidas por los encuestados.
- Evaluación de las condiciones de trabajo y equipo de protección.

### **3.4.2 Instrumentos**

- Ficha de registro de datos
- Encuestas
- Programa estadístico (Excel - 2010)

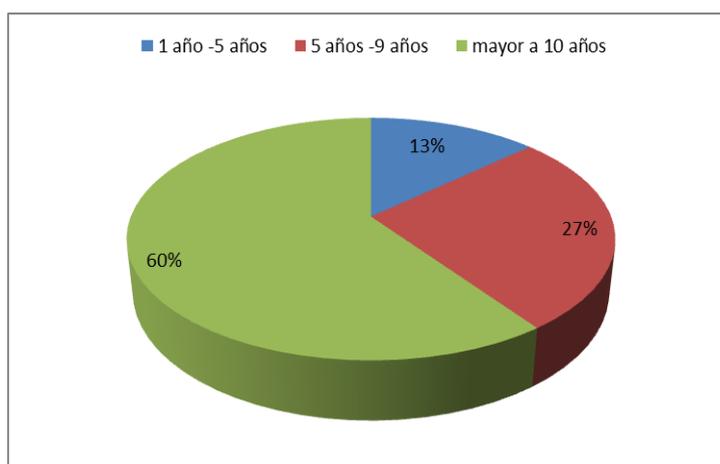
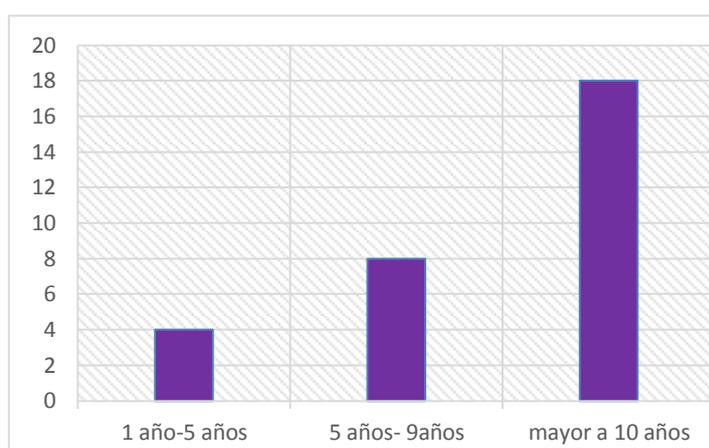
## CAPÍTULO IV

### PRESENTACIÓN, ANALISIS E INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS

#### 4.1 Resultados

Los resultados que a continuación se presenta son producto de la aplicación de la encuesta elaborada a 30 trabajadores de construcción civil; Realizada en la zona de Santa María de Huachipa - Lurigancho. Se cuenta con un total de 30 encuestados.

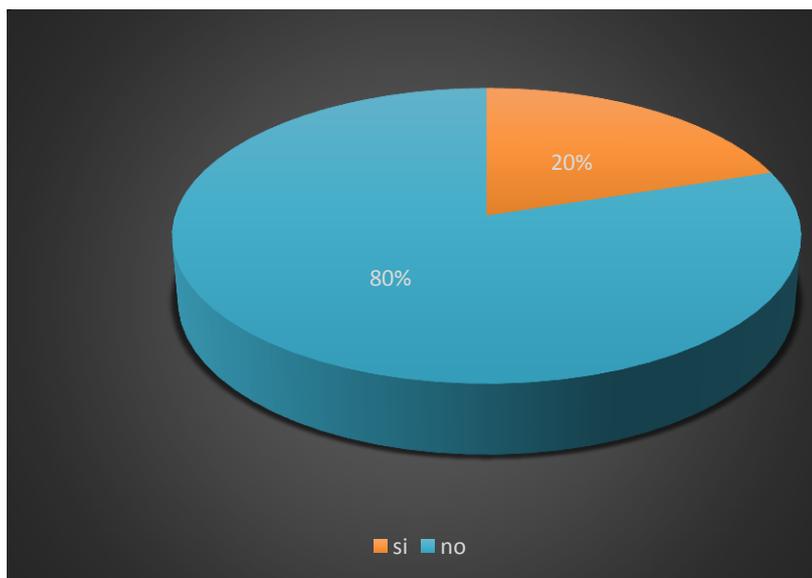
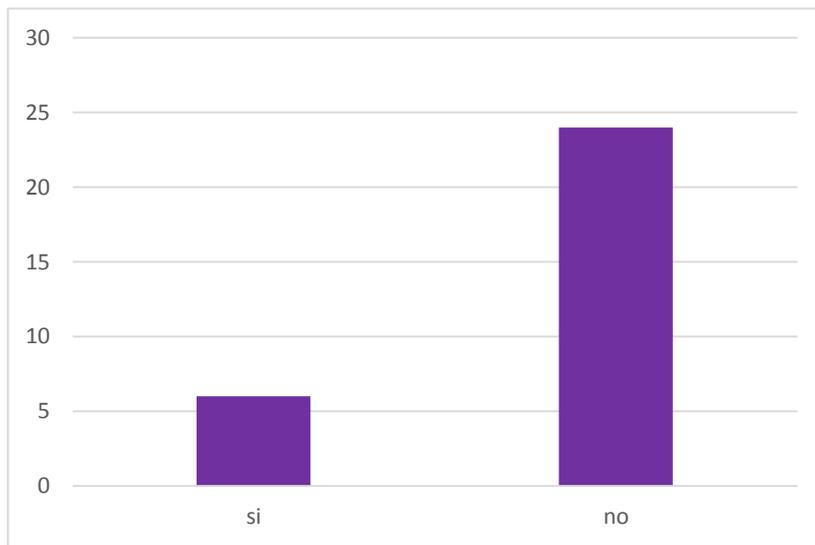
**Pregunta N° 1:** ¿Cuántos años se dedica a la construcción?



**Fuente y elaboración propia.**

La mayoría de los trabajadores superan los 5 años laborando en la construcción por lo cual se deduce una posible intoxicación respiratoria crónica.

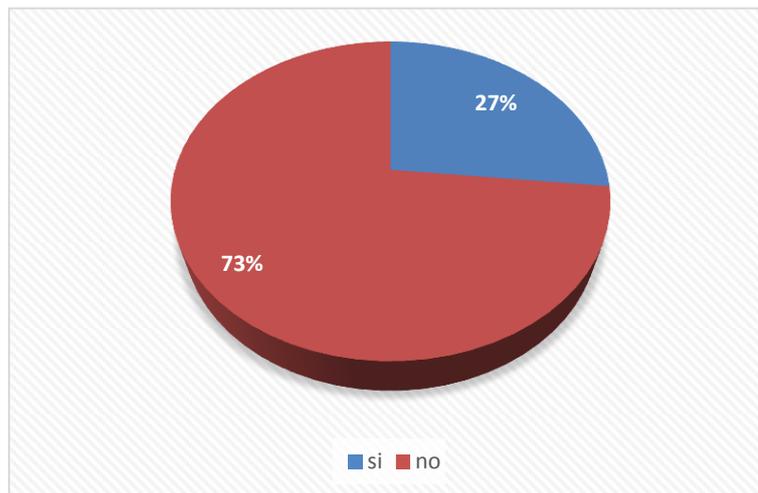
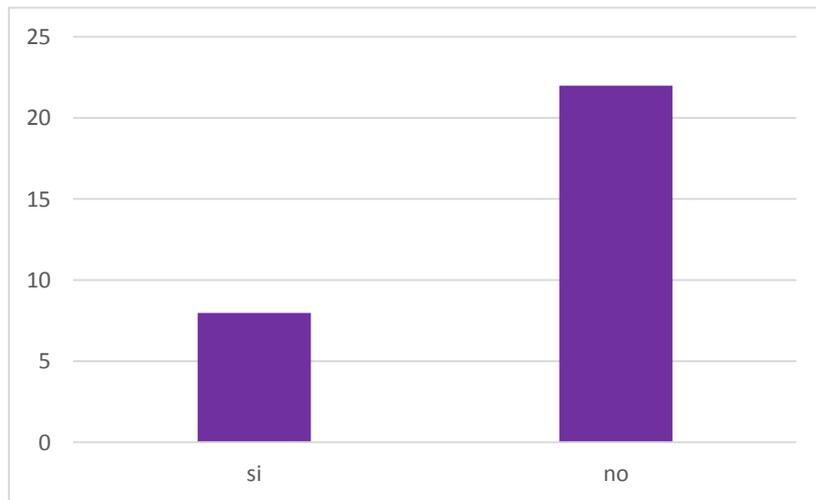
**Pregunta N° 2 ¿Conoce el efecto del uso de cemento sobre la salud?**



**Fuente y elaboración propia.**

Se observa que el 80% de los trabajadores desconocen los efectos del cemento, sobre la salud, esto debido a la falta de capacitación por las autoridades competentes en este rubro.

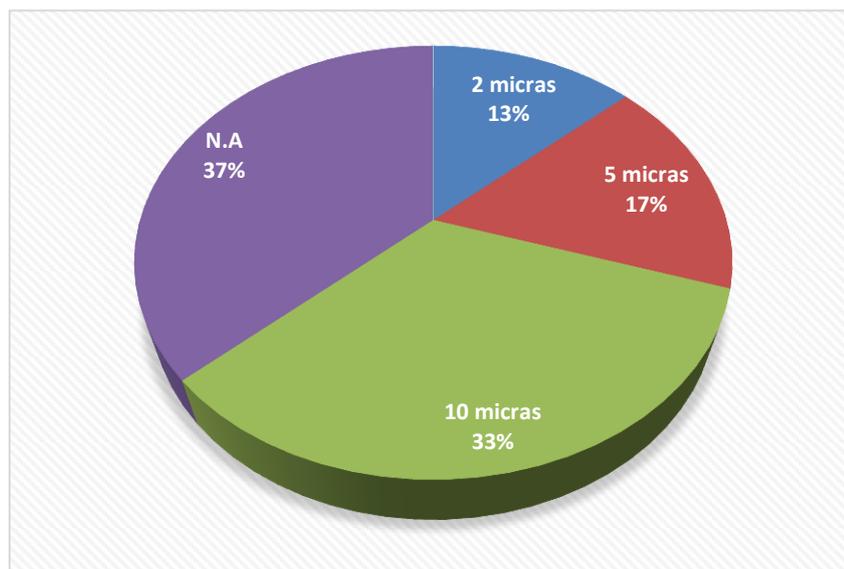
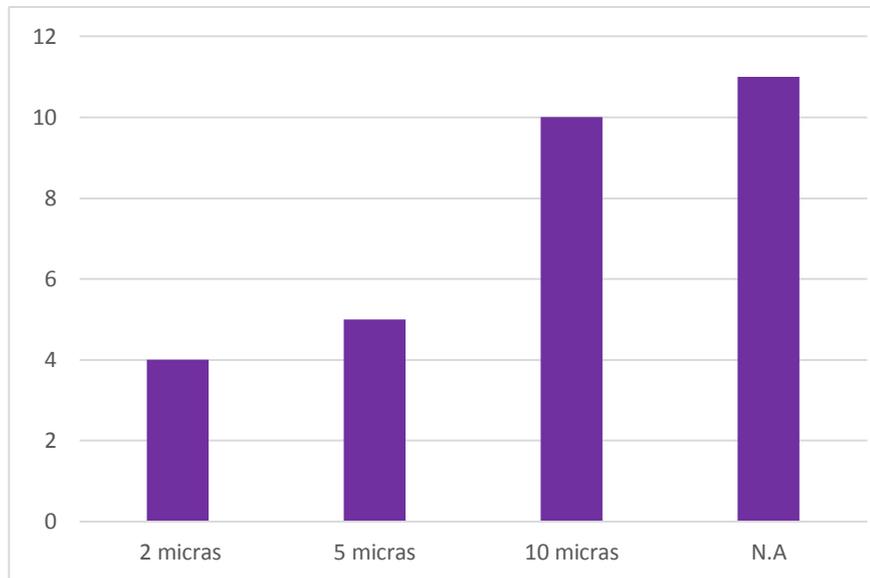
**Pregunta N° 3 ¿Fue capacitado por parte de alguna constructora?**



**Fuente y elaboración propia.**

La mayoría de trabajadores de construcción civil no ha sido capacitada en seguridad  
laboral

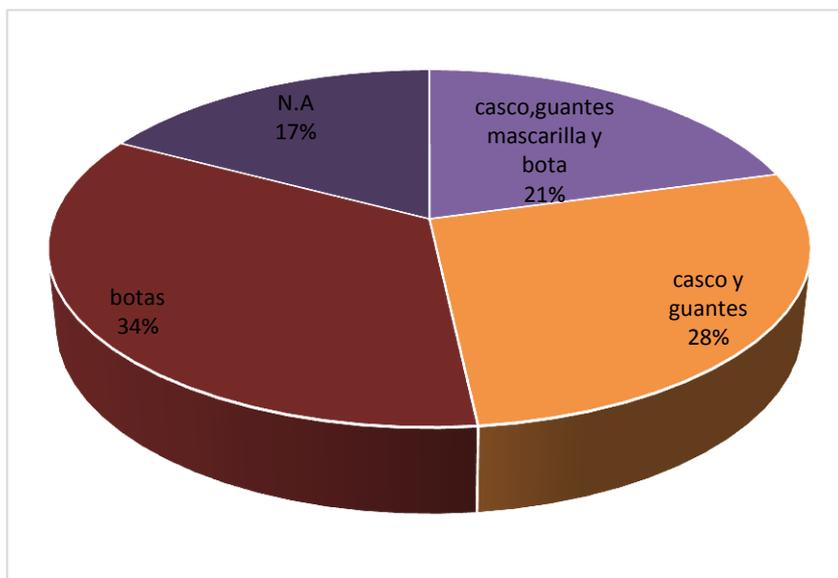
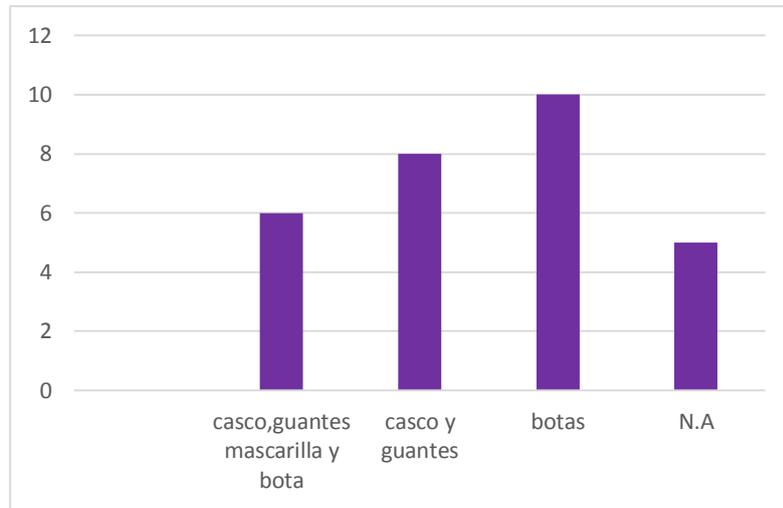
**Pregunta N° 4** ¿Cuál cree usted que es el tamaño de partícula (polvo de cemento) que le genera daño a su salud?



**Fuente y elaboración propia.**

Existe un desconocimiento general sobre qué tamaño de partículas generan en la salud durante su jornada de trabajo.

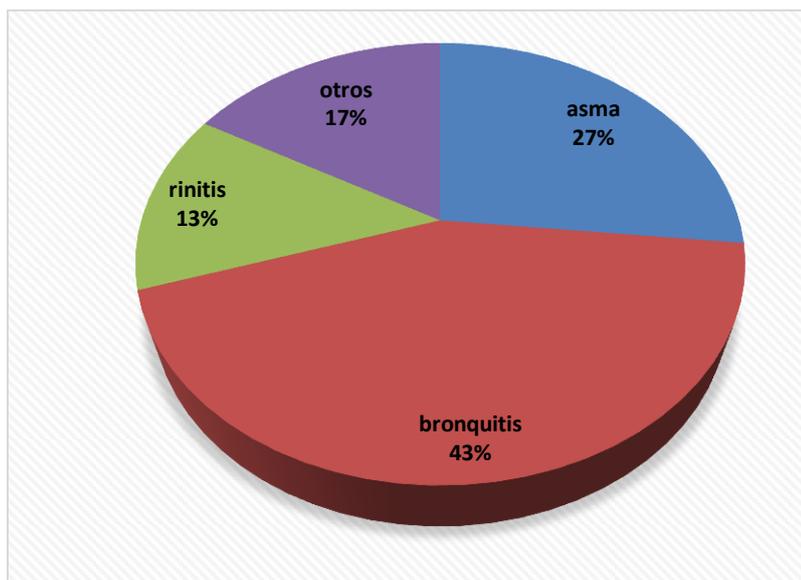
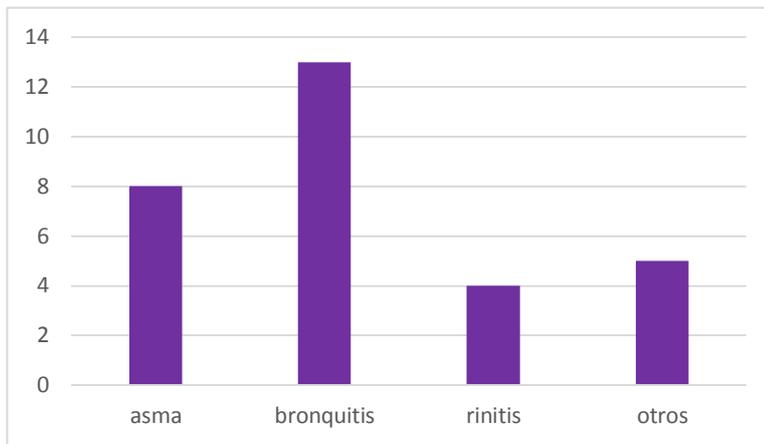
**Pregunta N° 5 ¿Qué equipo de protección utiliza durante su trabajo?**



**Fuente y elaboración propia.**

Solo el 27% utilizan los implementos necesarios durante su jornada de trabajo

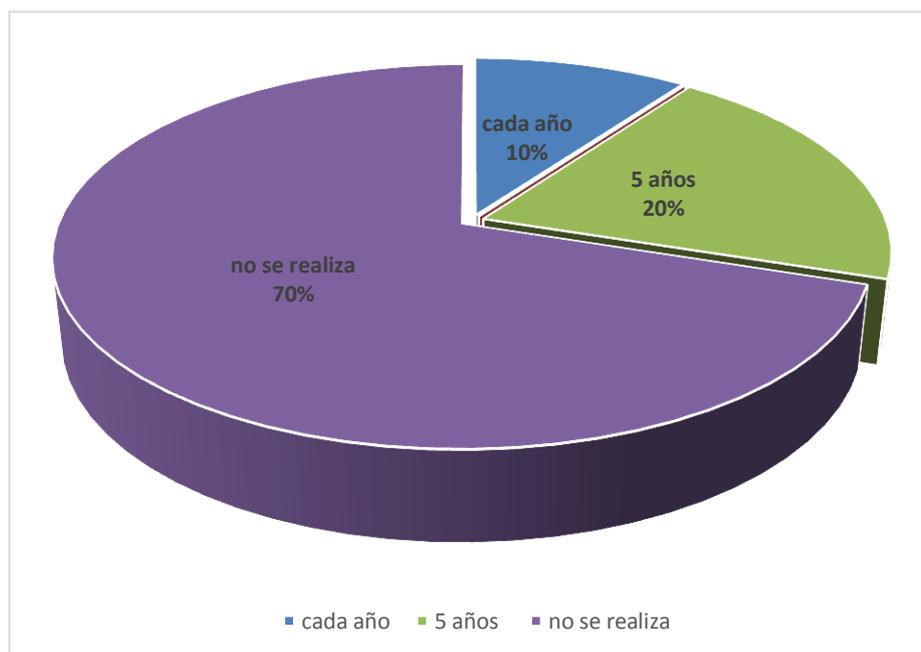
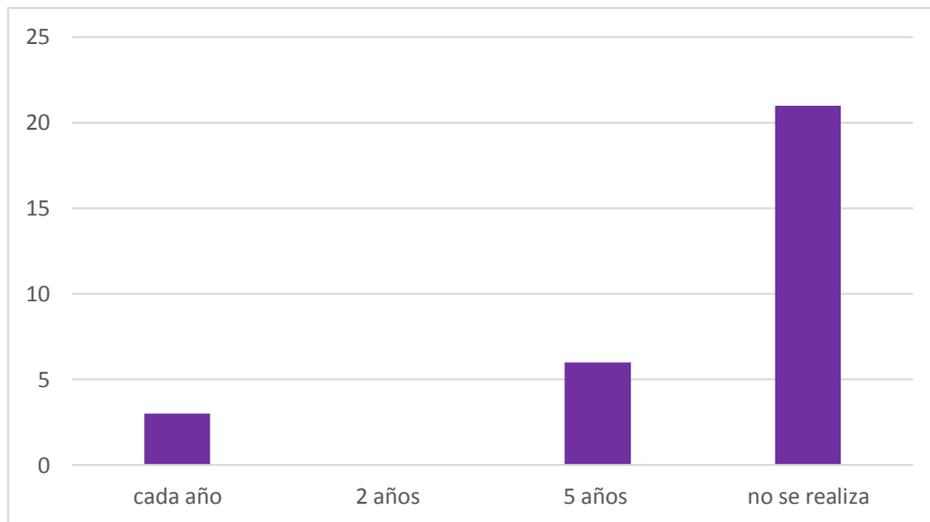
**Pregunta N° 6** ¿Presenta alguna de las siguientes enfermedades?



**Fuente y elaboración propia**

Ya mayoría de los trabajadores presentan problemas respiratorios de salud

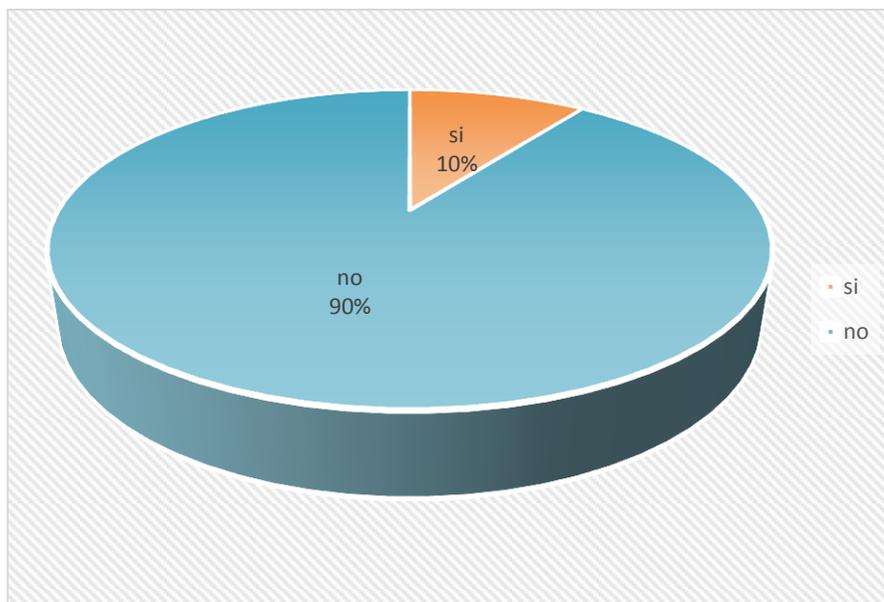
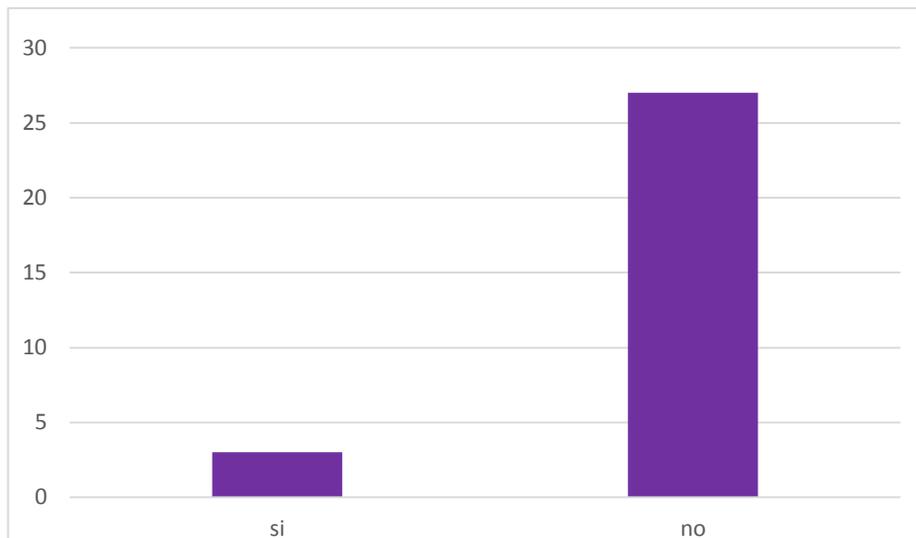
**Pregunta N° 7** ¿Cuál es la frecuencia que se realiza una radiografía pulmonar?



**Fuente y elaboración propia**

No existe conciencia como tampoco exigencia en los lugares que laboran los trabajadores, para realizarse radiografía y observar si presentan alguna alteración a nivel pulmonar.

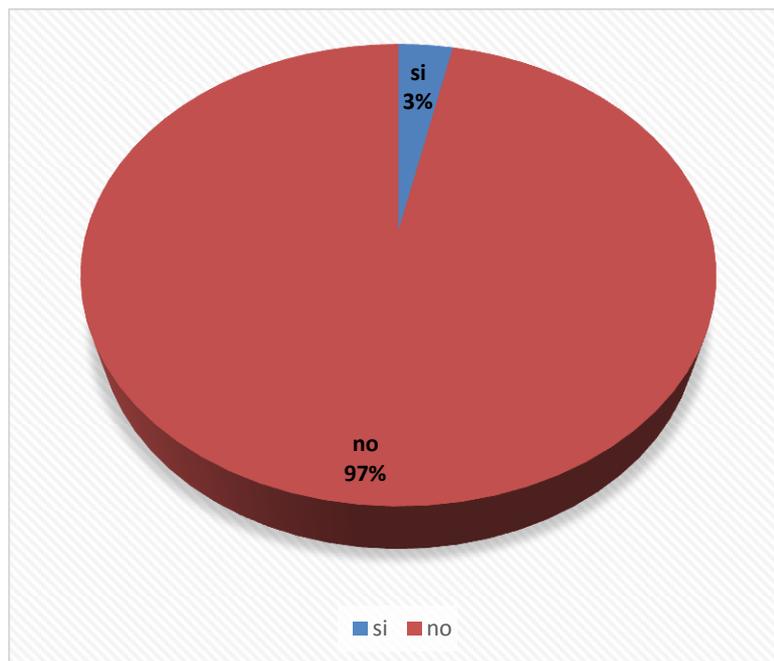
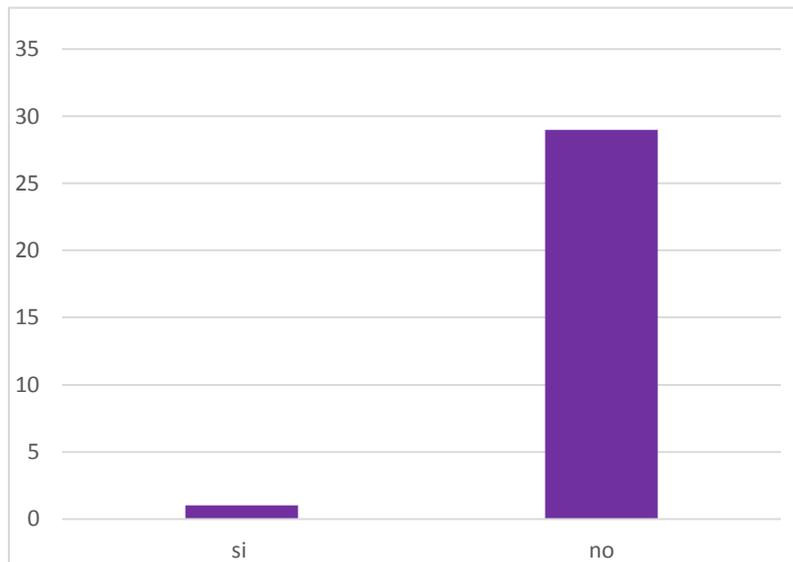
**Pregunta N°8 ¿Conoce que es la neumoconiosis?**



**Fuente y elaboración propia**

Existe un desconocimiento sobre que es esta enfermedad y como le puede repercutir en su salud

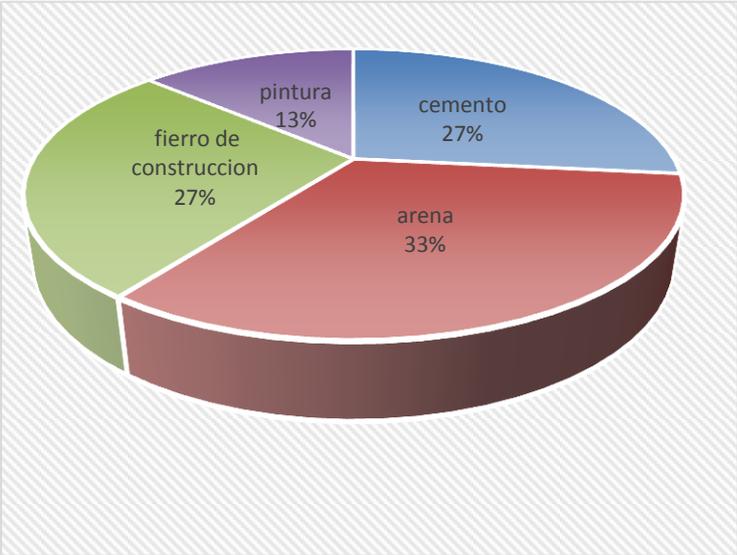
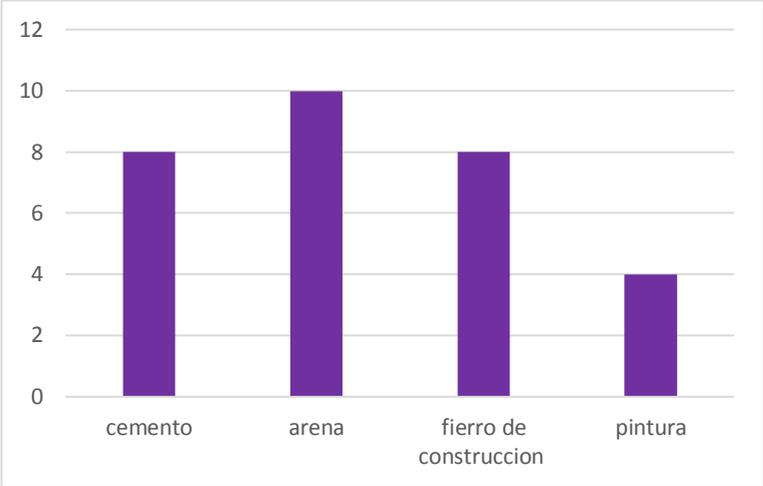
**Pregunta n°9 ¿Fue diagnosticado con neumoconiosis?**



**Fuente y elaboración propia**

Existe personal que labora en construcción con neumoconiosis

**Pregunta N° 10** ¿Qué polvo le genera más malestar durante su jornada de trabajo?



**Fuente y elaboración propia**

Un gran porcentaje de los encuestas señala que el cemento es uno de los materiales que más malestar genera deduciendo como posible causa a problemas de la salud en el trabajador

## DISCUSIONES

- En el trabajo de Murillo Tapia, Omar Fernando. Estudio Comparativo de los Efectos a La Salud por Partículas Total en Suspensión de Cemento Portland Ensayada en Roedores, en los cortes histológicos a los pulmones de los roedores llegaron al resultado que hay presencia de silicosis, en tanto en los trabajadores de construcción también existiría ese riesgo por lo cual la evaluación teórica del trabajo confirmaría estos resultados.
- Sagástegui Delgado, Adrián, Propuesta para reducir las emisiones de polvo fugitivo en el proceso productivo de una empresa cementera, llego a los resultados que existe desprendimiento de polvo de cemento en la producción y uso del cemento y que a largo plazo genera problemas en la salud a nivel respiratorio por lo cual los trabajadores deben usar equipo de protección adecuado, pero se observa en los resultados de la encuesta realizada, que en la práctica no utilizan estos equipos.
- Los trabajadores, están expuesto a daño a nivel pulmonar por inhalación de polvo de cemento, como lo comprobó Yahaya t.,Alegría O. y Adedayo T. Investigación de efectos generales de polvo de cemento para despejar la controversia que rodea a su toxicidad, en el que llego al resultado en el análisis toxicológico de los tejidos pulmonares de ratones se encontró concentraciones de calcio, silicio y aluminio componentes del cemento, esto resultados ayudan afirmar que el cemento genera intoxicación respiratoria en los trabajadores de construcción civil a un largo plazo, de 5 a 10 años de trabajo como los que se obtuvieron en la encuesta.

- Rondón F, Gonzales A. Efectos nocivos de la contaminación producida por la empresa Cemex en los habitantes de las poblaciones de Pamatacualito y Valle Seco del municipio Guanta según los resultados de su encuesta a la población llega a la conclusión que el mayor grado de afecciones respiratorias son el asma y gripe, el cual también son afecciones que aparecen en los trabajadores de construcción civil por el uso del cemento en la encuesta realizada.

## CONCLUSIONES

- Se concluye que, las partículas en suspensión de tamaño  $PM_{10}$  y  $PM_{2,5}$ , presentes en el cemento y que contienen óxido de silicio generan a largo plazo intoxicación respiratoria en los trabajadores de construcción civil. En base a la evaluación teórica y los resultados obtenidos estas partículas poseen propiedades y mecanismos específicos por el cual causan daño a nivel de estructuras anatómicas y en consecuencia a sistemas fisiológicos.
- Las partículas en suspensión También, generan daños a nivel de la piel ocasionando enfermedades dermatológicas en los trabajadores. Además, niveles de riesgo cancerígeno por daños a nivel molecular. Por lo tanto, exposiciones agudas y crónicas a partículas de cemento ocasionan daños generales en la salud, por lo cual el cumplimiento de las normas de seguridad dentro del trabajo evitaría estas enfermedades.

## RECOMENDACIONES

- Se recomienda que las autoridades del ministerio de salud y la municipalidad correspondiente, verifiquen el cumplimiento de las medidas de seguridad en el uso del cemento, Según el Reglamento de la Ley N° 29783, Ley de Seguridad y Salud en el Trabajo.
- Sería necesario que los trabajadores que se dedican a la construcción periódicamente se realicen radiografías pulmonares, para observar el nivel de daño como lo indica la guía de evaluación medico ocupacional del Ministerio de Salud y el reglamento de la Ley N° 29783, Ley de Seguridad y Salud en el Trabajo.
- Se debería promover charlas informativas sobre las medidas de protección para evitar daño por el uso del cemento por parte de las municipalidades distritales como centro de salud; Además que se realice una fiscalización en las construcciones que deben tener y cumplir las normas de seguridad en el proceso de construcción, para así mejorar la calidad de vida del personal de trabajo, según la Ley N° 29783, Ley de Seguridad y Salud en el Trabajo.
- El cemento no es el único material que se utiliza en la construcción por lo cual, realizar investigaciones de otros materiales utilizados en la construcción y sus efecto en la salud complementaria el trabajo realizado.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Fernando Omar .Estudio comparativo de los efectos a la salud por partículas en suspensión de cemento portland ensayo en roedores, con relación a las actividades realizadas por trabajadores de construcción civil en edificaciones, Perú, 2013.
2. Sagástegui Delgado, Adrián. Propuesta para reducir las emisiones de polvo fugitivo en el proceso productivo de una empresa cementera, Perú, 2012.
3. Yahaya t.; Alegría O. y Adedayo. Investigación de efectos generales de polvo de cemento para despejar la controversia que rodea a su toxicidad, Nigeria, 2011.
4. Rondón Gonzales A. Efectos nocivos de la contaminación producida por la empresa Cemex en los habitantes de las poblaciones de pamatacualito y valle seco del municipio guanta, Venezuela, 2008.
5. Xavier querol. Calidad del aire, partículas en suspensión y metales, Madrid ,2008.
6. Martínez C.y Quero A. Enfermedades pulmonares profesionales por inhalación de polvo inorgánico, España, 1999.
7. Dr. Nelson F. Albiano .Toxicología laboral, Argentina ,1999
8. Ballal SG, Ahmed HO, Ali BA; P. (2004) Pulmonary Effects of Occupational Exposure to Portland Cement: A Study from Eastern Saudi Arabia.
9. Bernales B., Devivo K., Moreno M., Solís R., Guía Técnica para la Prevención de Silicosis. En caracterización 9, 12.
10. Puga J., Cajina A., Alquicira G., Sánchez M.; P (2010) Neumoconiosis: silicosis: reporte de un caso

11. Cristina Linares Gi. Las PM<sub>2,5</sub> y su impacto sobre la salud. El caso de la ciudad de Madrid". *Ecosostenible*. 2008;35:32-37
12. [Nj.gov/health/eoh/rtkweb/documents/fs/0197sp.pdf](http://Nj.gov/health/eoh/rtkweb/documents/fs/0197sp.pdf) [en línea] 2008. [Fecha de acceso 20 de octubre 214]
13. *World Health Organization (WHO). Guías de calidad del aire de la OMS relativas al material particulado, el ozono, el dióxido de nitrógeno y el dióxido de azufre [en línea]. [Europe]: 2005; [citado enero de 2010]. Material particulado.*
14. <http://www20.gencat.cat/portal/site/mediambient/menuitem.8f64ca3109a92b904e9cac3bb0c0e1a0/?vgnnextoid=eef59524bd927210VgnVCM1000008d0c1e0aRCRD&vgnnextchannel=eef59524bd927210VgnVCM1000008d0c1e0aRCRD&vgnnextfmt=default>[Fecha de acceso 20 de octubre 214]
15. <http://pagina.jccm.es/medioambiente/rvca/calidad/pst.htm> [en línea] 2008 [Fecha de acceso 20 de octubre 214]
16. BEGIN, R., CANTIN, A., MASSE, S. Recent advances in the pathogenesis and clinical assessment of mineral dust pneumoconiosis: asbestosis, silicosis and coal pneumoconiosis. *Eur Respir J* 1969;2:988-1001
17. Organización Internacional del Trabajo. Clasificación internacional de radiografías de neumoconiosis de la OIT (2005). En: *Enciclopedia de Salud y seguridad en el Trabajo*. Vol. I. Madrid: Ministerio de Trabajo y Asuntos Sociales;1998. P 10.37-10.43.
18. [http://www.scielo.sa.cr/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1409-00151997000200007](http://www.scielo.sa.cr/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1409-00151997000200007) [en línea] 2010 [Fecha de acceso 20 de octubre 214]

19. U.S. Environmental Protección Agency, EPA (Agencia Americana de Protección Ambiental, EPA) Ariel Rios Building 1200 Pennsylvania Ave., N.W. Washington, DC 20460 Teléfono: (202) 260-2090 <http://www.epa.gov/> [en línea] 2010 [Fecha de acceso 20 de octubre 214]
20. [http://www.ilo.org/wcmsp5/groups/public/---ed\\_protect/---protrav/---safework/documents/publication/wcms\\_223941.pdf](http://www.ilo.org/wcmsp5/groups/public/---ed_protect/---protrav/---safework/documents/publication/wcms_223941.pdf) [en línea] 2010 [Fecha de acceso 20 de octubre 214]
- 21.. Erren T, Glende CB, Morfeld P, Piekarski C. Is exposure to silica associated with lung cancer in the absence of silicosis? A meta-analytical approach to an important public health question. *Int arch Occup Environ Health*. 2009; 82: 997-1004.
22. Lacasse Y, Martin S, Desmeules M. Silicose, silice et cancer du poumon: méta-analyse de la littérature médicale. Institut de recherche Robert-sauvé en santé et en sécurité du travail (IRSST); 2005 march. Rapport: R-403. <http://www.irsst.qc.ca/media/documents/PubIRSST/R-403.pdf>
23. Cowie RL. The epidemiology of tuberculosis in gold miners with silicosis. *Am J Respir Crit Care Med*. 1994; 150: 1460-1462.
24. <http://www.nhs.uk/conditions/Silicosis/Pages/Introduction.aspx> pdf [en línea] 2010 [Fecha de acceso 20 de octubre 214]
25. <http://www.estrucplan.com.ar/Producciones/entrega.asp?IdEntrega=1105> [en línea] 2008 [Fecha de acceso 20 de octubre 214]
26. <http://www2.inecc.gob.mx/publicaciones/gacetas/422/particulas.html> [en línea] 2008 [Fecha de acceso 20 de octubre 214]

- 27.** Congreso de la República. Normas Legales: LEY GENERAL DEL AMBIENTE – LEY N° 28611. El Peruano, pag. 302291. Lima 15 de Octubre de 2005.
- 28.** Congreso de la República. Normales Legales: Aprueban Estándares de Calidad Ambiental para Aire. DECRETO SUPREMO N° 003-2008-MINAM. El Peruano, pag. 378462. Lima, 22 de agosto de 2008.
- 29.** <http://www.mcgraw-hill.es/bcv/guide/capitulo/8448167155.pdf> . [en línea]  
[Fecha de acceso 25 de Octubre 2014]
- 30.** Seguí MM, Ronda E, López A, Juan PV, Tascón E, Martínez FM. Protocolo de vigilancia sanitaria de trabajadores con pantallas de visualización de datos: Una valoración desde la perspectiva de la salud visual. Rev Esp Salud Pública. 2008; 82: 691-701.
- 31.** [http://www.digesa.minsa.gob.pe/publicaciones/descargas/manual\\_deso.PDF](http://www.digesa.minsa.gob.pe/publicaciones/descargas/manual_deso.PDF)  
[en línea] [Fecha de acceso 25 de Octubre 2014]

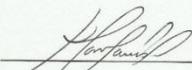
## ANEXOS

### ANEXO 1: Carta de aprobación de la encuesta

#### APROBACIÓN DE ENCUESTA

En mi carácter de tutor de tesis del Bach. CABRERA ROJAS Víctor Américo, Considero que la encuesta presentada para el tema: INTOXICACIÓN RESPIRATORIA POR PARTÍCULAS DE CEMENTO EN SUSPENSION EN TRABAJADORES DE CONTRUCCIÓN CIVIL, reúne los requisitos suficientes para ser aplicada al área destinada.

Lima, 06 de octubre del 2014

  
Mg. Q.F. MONTELLANOS CABRERA, Henry

.....  
Mg. Q.F. Tor. Henry S. Montellanos Cabrera  
Químico Farmacéutico  
Especialidad en Toxicología y Química Legal  
C.Q.F.P. 7970 RNE 030  
DNI: 25796967

## ANEXO 2: encuesta

Nivel de conocimiento sobre intoxicación por partículas en suspensión de cemento en la construcción civil

Edad:.....

1.- ¿cuantos años se dedica a la construcción civil? -----

2.- conoce los efectos sobre la salud, el uso de cemento

Si  no

3.- fue por las constructoras sobre riesgos del cemento sobre la salud.

Si  no

4.- Si ha tenido capacitación sabe qué tamaño de micras (polvo de cemento),le ocasiona malestar, marque usted lo que cree correcto.

2  5  10  N.A

5.- que equipos de protección utiliza durante su trabajo con el uso de cemento. Marque las que usted utilice.

Casco  Guantes  Mascarilla  Botas  N.A

6.- sufre algunas, una o más de las siguientes enfermedades

Asma  bronquitis  rinitis  otros \_\_\_\_\_

7.- con qué frecuencia se realiza una radiografía pulmonar

Cada año  cada dos años  cada 5 años  no me realizo

8.- sabe que es la neumoconiosis

Si  no

9.- ha sido diagnosticado con neumoconiosis

Si  no

10.- para usted que polvo genera más malestar durante su jornada de trabajo

Cemento  arena  fierro de construcción  pintura

**ANEXO 3:** relación de permisos de construcción de obras en Santa María de Huachipa.

EXPEDIENTES					
Nº	NOMBRE Y/O RAZON SOCIAL	ASUNTO / SOLICITUD	UBICACIÓN	ZONIFICAC.	FECHA
1	molinos	licencia de obra	archipiélago mz C- lt-12 y 13		
2	raul canepa sanchez	licencia de obra	lt 21- mz G-1		
3	marcelino yupanqui	licencia de obra	av. Las torres 223		
4	carlos mata ponte	licencia de obra	quinta avenida 555		
5	rooney perz c huquillante	licencia de obra	circunvalacion mz L-lt. 4		
6	cassado s.a	licencia de obra	condores mz l lt. 12		
7	alboker	licencia de obra	condores mz l lt. 14-15		
8	anyaco barrios sonia	licencia de obra	archipiélago - mz C- sublt 22		
9	proalpesa	licencia de obra	sublt-3B-2 DE MZ "I"		
10	SAN SEBASTIAN DEL CUZCO	licencia de obra	condores mz F-2 - LT. 14		
11	miquel angel malaga cuadros	licencia de obra	mimosas mz C-2 - lt. 4-A		
12	almacenes central huachipa	licencia de obra	ex fundo pederos-salaverry		
13	automecatronica	licencia de obra	av. Huachipa lt. 38		
14	peru offset	licencia de obra	archipiélago lt.9		
15	empresa siderurgica del peru	licencia de obra	los cedros mz C-2 lt. 3		
16	bartoni	licencia de obra	magnolias mz G-1 - LT. 18		
17	COORPORACION 3 GL	licencia de obra	calle EL POLO y calle A		
18					
19					
20					



## ANEXO N° 4: matriz de consistencia

ANEXO N° 04  
MATRIZ DE CONSISTENCIA

Tesis: INTOXICACIÓN RESPIRATORIA POR PARTÍCULAS DEL CEMENTO EN SUSPENSIÓN EN TRABAJADORES DE CONSTRUCCIÓN CIVIL  
SETIEMBRE-DICIEMBRE 2014

Presentado por: CABRERA ROJAS VICTOR AMÉRICO

PROBLEMA GENERAL	OBJETIVO GENERAL	HIPÓTESIS GENERAL	TIPO Y NIVEL DE INVESTIGACION	METODO Y DISEÑO DE INVESTIGACION	VARIABLES	POBLACION Y MUESTRA
¿Las partículas de cemento que se encuentran en suspensión generan intoxicaciones respiratorias en los trabajadores de construcción civil de la zona de Sta Maria de Huachipa de Setiembre a Diciembre del 2014?	<p>Determinar si las partículas en suspensión del cemento provocan intoxicación respiratoria en los trabajadores de construcción civil</p> <p><b>Objetivos Especificos</b></p> <p>Determinar los elementos tóxicos que presentan las partículas en suspensión del cemento de construcción.</p> <p>Determinar la presencia de afecciones respiratorias en los trabajadores de construcción civil.</p> <p>Establecer la existencia de normas de seguridad para el uso del cemento en trabajos de construcción.</p>	<p>Los compuestos químicos presentes en las partículas en suspensión de cemento provocaría intoxicación respiratoria en trabajadores de construcción civil</p> <p><b>Hipótesis Especificas</b></p> <p>Los elementos tóxicos presentes serían silico, hierro y calcio.</p> <p>La afección respiratoria en trabajadores de construcción civil sería la neumoconiosis.</p> <p>No existe norma de seguridad para trabajadores de construcción civil.</p>	<p><b>Tipo Investigación:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Descriptiva</li> <li>• documental</li> </ul> <p><b>Nivel Investigación:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• descriptivo</li> </ul>	<p><b>Método Investigación:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Transversal</li> <li>• Analítico</li> <li>• Cuantitativo</li> <li>• Inductivo</li> </ul> <p><b>Diseño Investigación:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• No experimental</li> </ul>	<p><b>Variable Independiente (x)</b></p> <p>x: partículas en suspensión del cemento</p> <p><b>Indicadores:</b></p> <p>x1: pm de óxido silice</p> <p>x2:pm óxido de hierro</p> <p>x3 pm de óxido de calcio</p> <p><b>Variable Dependiente (y)</b></p> <p>y: intoxicaciones respiratorias</p> <p><b>Indicadores:</b></p> <p>Y2: Neumoconiosis</p> <p>Y2ilicosis</p>	<p><b>Población:</b></p> <p>Treinta textos relacionados con el tema a tratar</p> <p>Trabajadores de construcción civil.</p> <p><b>Muestra:</b></p> <p>Diez fuentes escritas seleccionadas</p> <p>Trabajadores de construcción del sector de Sta Maria de Huachipa del distrito de Lurigancho.</p>

**ANEXO 5: Fotos tomas del campo de investigación de las encuestas y condiciones de trabajo.**

