



**Universidad Nacional Autónoma de México
Facultad de Estudios Superiores Zaragoza**

**División de Estudios de Postgrado
Especialización en Salud en el Trabajo**

**ASOCIACIÓN ENTRE EXPOSICIÓN A POLVOS DE SILICE Y SILICOSIS
EN UNA CEMENTERA.**

TESIS QUE PARA OBTENER EL TITULO DE
ESPECIALIZACION DE SALUD EN EL TRABAJO.

PRESENTA:

M.C. Eduardo Andrés Soto Vera

Director de tesis:
Maestra: María Martha Méndez Vargas

México, D. F. Enero 2011





Universidad Nacional
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

Biblioteca Central



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

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

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



**Universidad Nacional Autónoma de México
Facultad de Estudios Superiores Zaragoza**

**División de Estudios de Postgrado
Especialización en Salud en el Trabajo**

**ASOCIACIÓN ENTRE EXPOSICIÓN A POLVOS DE SILICE Y SILICOSIS
EN UNA CEMENTERA.**

TESIS QUE PARA OBTENER EL TITULO DE
ESPECIALIZACION DE SALUD EN EL TRABAJO.

PRESENTA:

M.C. Eduardo Andrés Soto Vera

Jurado del examen:

Mtra. Maria Martha Méndez Vargas

Dr. Horacio Tovalín Ahumada

M en C. Germán Pichardo Villalón

M en C. Juan Alfredo Sánchez Vázquez

Dr. Pablo López Rojas

México, D. F. Enero 2011



Sinodales:

Mtra. María Martha Méndez Vargas

Dr. Horacio Tovalín Ahumada

M en C. Germán Pichardo Villalón

M en C. Juan Alfredo Sánchez Vázquez

Dr. Pablo López Rojas

Agradecimientos:

A mi directora de tesis y sinodales por el apoyo que siempre me dieron para la realización de esta tesis:

Mtra. María Martha Méndez Vargas
Dr. Horacio Tovalín Ahumada
M en C Germán Pichardo Villalón
M en C Alfredo
Dr. Pablo López

A mis padres y hermana:

Dra. Josefina Vera Ávila (†) Que siempre me enseñó a ejercer la medicina con ética y con amor a los pacientes

Dr. Andrés Eduardo Soto de la Fuente Que siempre me inculcó que nunca hay que dejar de estudiar en el área de la medicina

Ing. Mercedes Soto Vera

INDICE

	PÁGINA
1. INTRODUCCIÓN	7
2. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	10
3. MARCO TEORICO	11
4. OBJETIVOS E HIPÓTESIS	39
5. JUSTIFICACIÓN	40
6. MÉTODO	41
7. RESULTADOS	44
8. DISCUSIÓN	63
9. CONCLUSIONES	64
10. BIBLIOGRAFÍA	65

1. INTRODUCCION.

El objetivo principal de la medicina del presente y del futuro es la prevención, esto se aplica de manera muy especial en la medicina del trabajo por lo que es de vital importancia establecer los programas de vigilancia epidemiológica para la prevención de las enfermedades broncopulmonares de trabajo, y en todo caso de que fallaran es de vital importancia diagnosticar los padecimientos en sus etapas iniciales y de esta manera poder incidir en el curso de la historia natural de las mismas, evitando su progresión, complicaciones, y las secuelas que producirían estas enfermedades cuando el daño sería irreversible en el aparato respiratorio sobre todo en la silicosis pulmonar.

En numerosas ocasiones el diagnostico precoz no es muy útil para poder aplicar medidas correctivas de higiene en el ambiente laboral introduciendo cambios sustanciales en los procesos de producción en pro de la salud de los trabajadores , tales como : procesos húmedos , extractores de humos , neblinas, polvos , gases, vapores y rocíos, o incluso utilizando línea de aire autónomo en procesos altamente riesgosos como en el proceso de pulido de piezas metálicas utilizando chorro de arena (sand blast), o canalizando al trabajador al especialista correspondiente para administrar un tratamiento farmacológico dirigido que nos permita revertir ad integrum la función pulmonar , sobre todo en los procesos de bronquitis aguda que pueden preceder a la silicosis pulmonar.

Una vez establecida la patología y su evolución en el tiempo se determinan las secuelas con el consiguiente deterioro de la función pulmonar y calidad de vida de los trabajadores, estableciéndose la incapacidad permanente y parcial (I. P. P.) la cual tiene su impacto en la prima de riesgo de las empresas y en el entorno de trabajador. Será quehacer impostergable en el trabajo del médico laboral la prevención de las Enfermedades de Trabajo.

Desde la época de Plinio y Galeno ha existido la preocupación de comprender mejor las enfermedades propias de los curtidores y químicos primitivos, para establecer medidas contra el efecto nocivo del polvo de plomo. En el siglo XVI Paracelso identifico enfermedades pulmonares las cuales son hoy día la base de la toxicología.

En 1700 el italiano Bernardino Ramazzini publica el libro “De Morbis Artificum Diatriba “, el cual trata sobre enfermedades de los trabajadores; además de ser considerado como el fundador y padre de la Medicina del Trabajo. Cabe mencionar que aborda entre los temas que desarrollo, el problema de salud de los mineros. En el siglo XX se funda la Organización Internacional del Trabajo (OIT) y en 1943 en nuestro país inicia la Seguridad Social.

El objetivo de estudio para la Medicina del trabajo es la rama de las ciencias de la Salud que se ocupa del estudio del hombre y su relación con el trabajo. La salud de los trabajadores se enfoca como un fenómeno colectivo y sus acciones se realizan en el ámbito poblacional

Dentro del campo de la Neumología existen un gran número de enfermedades que pueden considerarse como típicas de diversas profesiones como las neumoconiosis clásicas de los mineros y las que provienen del medio ambiente que nos rodea. Estas son una causa muy importante de incapacidad laboral transitoria ó permanente que puede provocar alteraciones en la calidad de vida de estas personas y un costo elevado para los sistemas de salud a nivel mundial, tratándose paradójicamente de un grupo de enfermedades que suele estar unido al desarrollo industrial.

En los últimos años las principales causas de muerte en nuestro país han sufrido un proceso de cambio. De las enfermedades transmisibles pasaron de un perfil epidemiológico mixto, típico de los países en vías de desarrollo donde se combina la patología relacionada con la industrialización con la producida por diferentes condiciones de vida de la población.

La salud en el trabajo es parte de la práctica médica, sin embargo se le da poca importancia a la patología laboral como un problema de salud pública y es poco conocida en la práctica de la medicina general. Un accidente de trabajo por sus evidencias es más fácil de identificar; pero las enfermedades de trabajo por las condiciones laborales pasan inadvertidas para los médicos que no tienen experiencia en las mismas y por esta causa la mayoría de las veces no son diagnosticadas a tiempo y como consecuencia no reciben el tratamiento adecuado.

Al hablar de enfermedades generadas por el trabajo no solo se refiere a las legalmente reconocidas, sino a todas aquellas que se relacionen con los agentes a los que los trabajadores se exponen en su trabajo. Los factores de riesgos químicos, físicos, biológicos, psicosociales y ergonómicos que se encuentran en el ambiente laboral, alteran la salud de los trabajadores expuestos a ellos. Pero no debemos de olvidar que existen factores como el bajo ingreso económico, la malnutrición, condiciones de la vivienda y el empleo del tiempo libre en conjunto o por separado son importantes en la génesis de los problemas de salud en el individuo.

Los factores de riesgo químico, se clasifican de acuerdo a su estado de agregación física y a su efecto fisiológico. Ciertas ocupaciones, debido a la naturaleza de su ubicación, al tipo de trabajo o al ambiente en que se desarrollan, suponen un mayor riesgo para el desarrollo de enfermedades laborales pulmonares que otras⁽³⁾.

- Las enfermedades pulmonares de origen laboral son la causa principal de enfermedades ocupacionales
- La mayoría de las enfermedades pulmonares de origen laboral son debidas a la exposición repetida y prolongada, sin embargo una única exposición masiva a un agente agresivo puede impactar la función pulmonar.
- La mayoría de las enfermedades laborales broncopulmonares se pueden evitar.
- Estableciendo programas de vigilancia epidemiológica para la prevención de las enfermedades adquirida en el sitio de labor.
- El hábito de fumar puede agravar las enfermedades broncopulmonares provocando alteraciones fisiopatológicas, o puede actuar como un promotor de cáncer pulmonar.

La OIT, cataloga a la minería como "una de las actividades más peligrosas". Se calcula que cada año mueren más de 15 mil mineros, aunque la cifra podría ser mayor. Aunado a esto, la minería los lleva a sufrir accidentes y desarrollar enfermedades como las neumoconiosis, sordera, secuelas por las vibraciones e invalidez ⁽⁴⁾.

En 1971 el grupo de expertos sobre neumoconiosis de la Organización Internacional del Trabajo, reunidos en Hungría Bucarest, definió a las neumoconiosis como "la acumulación de polvo en los pulmones y las reacciones del tejido en presencia de ese polvo", aceptando además como polvo a un "aerosol de partículas sólidas suspendidas".

En México se desconoce el número exacto de trabajadores que se encuentran expuestos a agentes químicos y entre ellos a polvos inorgánicos, sin embargo en las estadísticas del Instituto Mexicano del Seguro Social se observa que en el año 2006 ⁽⁶⁾ la patología bronco pulmonar de trabajo ocupó el segundo lugar en orden de frecuencia entre las 10 primeras enfermedades de trabajo con un 45% y entre ellos las neumoconiosis producidas por polvos de sílice ocupan el tercer lugar.

2. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.

A pesar de la existencia de equipos protectores técnicamente adecuados. La sílice libre (SiO_2), dióxido de silicio o cuarzo cristalino, constituye todavía un importante agente que produce enfermedades broncopulmonares de trabajo. Las ocupaciones con un riesgo de exposición más alto son la minería, el corte de la piedra, las industrias donde se fabrican herramientas abrasivas, como la: la industria de refractarios, loza, de azulejos, muebles para baño, ladrillo, cristal, cemento, las fundiciones, el envasado de la sílice recientemente fragmentada y molida en las canteras.

Actualmente se sabe que por exposición a polvos de sílice libre a concentraciones muy elevadas se pueden producir dos variedades de silicosis muy graves: La Fibrosis pulmonar masiva progresiva y la Silicosis aguda⁴¹

La OIT planeo la eliminación de la silicosis para el año 2000 pero no logro su objetivo. Sin embargo, debido a la gravedad de esta enfermedad, la gran cantidad de muertes y secuelas que se detectan anualmente, aún se intenta lograr su eliminación a nivel mundial.

¿Existe asociación entre la exposición a polvos inorgánicos con el desarrollo de silicosis?

¿Será importante realizar telerradiografía de tórax y espirometría para determinar el estado de salud de los trabajadores expuestos a polvos inorgánicos?

3. MARCO TEORICO.

Cuando el ser humano se volvió cazador comenzó a utilizar diversos materiales para elaborar sus herramientas de trabajo entre los que utilizo tenemos rocas, cuarzo, obsidiana y cuando progreso algunos metales para hacer las puntas de sus flechas de hierro ó bronce.

Actualmente la minería - la búsqueda (prospección), la extracción (explotación) forma gran parte de la actividad económica de la humanidad. Especialmente para obtener algunos recursos naturales como petróleo, gas natural, carbón, hierro, y cobre, pero no hay que olvidar el agua, la arena y las gravas que forman parte de nuestra vida en forma directa o "indirecta" es decir adentro de productos más elaborados.

Algunos sectores de la corteza terrestre se caracterizan por un cierto enriquecimiento en elementos químicos, minerales o sustancias en general. Estos sectores pueden tener un interés económico. El valor del sector, realmente la viabilidad de explotar un yacimiento depende de muchos factores: geología del sector, precio del producto, costos de purificación, geografía, clima, infraestructura, política del país, confianza política hasta factores netamente económicos como tasa de interés, crecimiento industrial etc.

Las enfermedades de trabajo son las producidas debido a la contaminación del ambiente laboral, es decir están producidas total o parcialmente por los agentes que se encuentran en el medio de trabajo.

Cuando los agentes poseen características particulares que permiten que sean inhalados por los trabajadores estos provocaran bronconeumopatías de trabajo.

En México los derechos de los Trabajadores están consagrados en la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos y la Ley Federal del Trabajo lo cual está íntimamente relacionado con la Salud en el Trabajo.

Las estadísticas nacionales de enfermedades de trabajo del 2008 del IMSS señalan:

Una tasa de 2.6 x 10 mil trabajadores

Las Enfermedades de trabajo a nivel nacional del 2004 al 2008 son:

1.-Las otopatías laborales ocuparon el 1er lugar y corresponden al 45%

2.-Neumopatías laborales 41%

3.-Trastornos mentales y del comportamiento 2%

4.-Dermatitis del contacto y otros eccemas 1%

5.-Dorsalgias 1%

6.-Efecto toxico del plomo y sus compuestos (incluso las emanaciones) 1%

7.-Padecimientos varios de frecuencia menor 9%

Total de casos a nivel nacional: 3017

Fuente: Coordinación de Salud en el Trabajo, IMSS Memorias estadísticas 2001-2008

La salud en el trabajo en el contexto de la práctica médica general es poco conocida o se le da poca importancia. A pesar de ser una especialidad con la responsabilidad de la vigilancia de la salud de los trabajadores, un número considerable de patologías broncopulmonares adquirida en el ambiente de trabajo, son desconocidas por los médicos de otras especialidades y es poco conocida en la práctica de la medicina general. Si bien los accidentes por su evidencia son más fácilmente identificables, las enfermedades de trabajo por falta de capacitación de los médicos responsables en las empresas que en numerosas ocasiones son médicos generales pasan inadvertidas y no son diagnosticadas oportunamente y en consecuencia no reciben tratamiento adecuado. Al referirnos a las enfermedades generadas por el trabajo, no nos referimos únicamente a las legalmente reconocidas en México y en otros países del mundo, sino a aquellas en que se establezca la relación causa-efecto-daño.

Se reconoce que los factores de riesgo: químicos, físicos, ergonómicos, biológicos, psicosociales y genéticos aumentan la posibilidad de adquirir padecimientos fibrosantes del pulmón como es el caso de la silicosis, la asbestosis, la neumoconiosis por hulla los cuales alteran la salud de los trabajadores expuestos. Debemos recordar que también están influidos por otros factores no laborales como el bajo sueldo, la nutrición inadecuada, las condiciones de la vivienda y la forma como estas personas disfrutan su tiempo libre, parámetros que pueden coadyuvar en la génesis de problemas de salud de los individuos.

Lo anterior nos sirve para reflexionar y analizar sobre la gran importancia que tiene el conocer en detalle la historia natural de cada una de las enfermedades broncopulmonares de trabajo.

La clasificación de los factores de riesgo químico, de acuerdo a su estado de agregación física y a su efecto fisiológico es la siguiente:

1. De acuerdo con su agregación física:

- * Polvos.
- * Humos.
- * Gases.
- * Vapores.
- * Rocíos.
- * Neblinas.
- * Líquidos.

2. De acuerdo con su efecto fisiológico:

- * Irritantes.
- * Neumoconióticos.
- * Tóxicos sistémicos.
- * Anestésicos y narcóticos.
- * Asfixiantes.
- * Alérgenos.
- * Cancerígenos.

Enfermedades producidas por polvos.

Son enfermedades producidas por polvos contaminantes en forma de polvo denominadas neumoconiosis

En base al órgano que afectan reciben un nombre específico:

Cuadro1. Sistemas afectados por exposición a polvos

Neumoconiosis:	Afectan al pulmón
Dermaconiosis:	Afecta la piel
Rinoconiosis:	Afecta la nariz
Osteoconiosis:	Afecta los huesos
Oftaconiosis:	Afecta los ojos, etc.

Las de mayor importancia son las neumoconiosis, que son producidas por polvos inorgánicos de origen mineral, por la gravedad de impacto que producen en la calidad de vida y un pronóstico de vida de 2 a 5 años una vez que se han diagnosticado sobre todo cuando producen mucha fibrosis.

Neumoconiosis.

La mayoría de las enfermedades broncopulmonares producidas por inhalación de polvos inorgánicos de sílice, silicatos, metales como el estaño, bario y hierro, hulla y sus derivados como el grafito se engloban bajo el nombre de neumoconiosis, y se caracterizan por producir fibrosis pulmonar en mayor o menor grado ⁽¹²⁾.

El Dr. Ham define a la neumoconiosis como el conflicto entre la materia viva y el mundo mineral.

El polvo se podría definir como una cantidad de partículas sólidas dispersas en el aire y procedentes de una disgregación.

Al polvo que puede llegar de llegar hasta la zona de unión del bronquiolo terminal con el bronquiolo respiratorio donde se depositan se le denomina “polvo respirable” y lo definimos como la fracción de la nube total de polvo existente en el ambiente, que es capaz de alcanzar los alvéolos. Así definido y referido a partículas esféricas y de densidad 1, incluye el 98% de las partículas de una micra de diámetro, el 75% de las de 3.5 micrómetros de diámetro, el 50% de las de 5 micras y ninguna de las que tengan un diámetro superior a 7 micrómetros ⁽¹¹⁾.

Desde el punto de vista anatomopatológico, las neumoconiosis pueden dividirse por conveniencia en formas colágenas o no colágenas.

Una neumoconiosis no colágena está causada por un polvo no fibrogénico, entre las cuales podemos mencionar:

- Siderosis.
- Baritosis.
- Estanosis.

Las neumoconiosis colágenas pueden estar causadas por polvos fibrogénicos o por una respuesta tisular alterada a un polvo no fibrogénico.

Son ejemplos de neumoconiosis colágenas:

- Silicosis.
- Asbestosis ó Amiantosis.
- Neumoconiosis de los mineros del carbón.
- Beriliosis.
- Aluminosis.
- Por metales duros.

Neumoconiosis

Esta es una enfermedad de origen ocupacional, producida por la inhalación y depósito de polvo en los pulmones. Según la naturaleza de los polvos son inorgánicos.

Los factores que intervienen en las neumoconiosis se encuentran:

- Naturaleza química del polvo (silicosis, antracosis, etc.)
- Tamaño de las partículas (comprendidas entre 0.5 y 5 micrómetros ó micras que son las que con frecuencia quedan retenidas en los alveolos pulmonares)
- Concentración del contaminante
- Tiempo de exposición
- Susceptibilidad individual

Silicosis: Producida por inhalación y depósito de polvo de sílice (SiO_2) en los pulmones. Su curso es irreversible, progresivo y fatal, se considera dentro de las más importantes neumoconiosis. Se presenta en trabajos relacionados con la corteza terrestre: industrias extractivas (minas y canteras) e industrias no extractivas (construcción y obras públicas-túneles, embalses, etc.) y los relacionados con materiales procedentes de la corteza terrestre (talla y labrado de piedra, industrias siderometalúrgicas, fabricación de abrasivos, vidrios refractarios o cemento, industria cerámica, molienda de minerales.

La silicosis se produce por el acumulo de polvo de sílice en los pulmones, reaccionando con los tejidos en un proceso progresivo de fibrosis y endurecimiento que dificulta el proceso de difusión y el intercambio gaseoso a nivel de la barrera aire sangre (antes conocida como membrana alveolo capilar) Esta reacción inflamatoria continua incluso aunque el trabajador sea aislado del medio contaminado hasta por varios años.

Silicatosis: Producida por inhalación de polvo de las sales de ácido silícico: asbesto, talco, mica, caolín, feldespato. La más importante es la asbestosis producida por el amianto. En forma de crisotilo, crocidolita, amosita etc. o asbesto comercial. Que son las variaciones comerciales que con mayor frecuencia se utilizan en los procesos de producción de la industria mexicana.

Siderosis: Es una enfermedad benigna producida por la inhalación de óxido de hierro que tiende a desaparecer al cesar la exposición. Se presenta en pulidores de plata, soldadores de arco eléctrico y mineros de hematita.

Neumoconiosis por hulla: Se produce por lo general en los mineros del carbón y en las industrias donde se utiliza carbón o grafito.

Silicosis

Es una neumoconiosis caracterizada porque produce fibrosis pulmonar difusa secundaria a la inhalación repetida de polvo que contiene sílice en forma cristalina. Hasta hace pocos años, era una enfermedad frecuente debido a la gran cantidad de fuentes de exposición; hoy en día, su prevalencia ha disminuido, aunque no tanto como se desearía. La silicosis se produce cuando se inhalan polvos que contienen sílice libre (SiO_2), como el cuarzo, la arena y el granito (60 por ciento de SiO_2). Una de las exposiciones más nocivas es la que sufren los trabajadores que emplean el chorro de arena en las fundiciones para pulir las piezas metálicas o para grabar imágenes en textiles como mezclilla⁽¹³⁾.

Las actividades que por su naturaleza pueden exponer a una persona a la sílice incluyen las siguientes:

- A) Perforación de túneles.
- B) Minería de roca dura.
- C) Limpieza con chorro de arena.
- D) Trabajo en canteras.
- E) Corte de piedras.
- F) Molienda de materiales para alfarería.
- G) Fundición.
- H) Cerámica.
- I) Trabajo con abrasivos.
- J) Fabricación de ladrillos.
- K) Fabricación de pinturas
- L) Pulidor
- M) Perforación de piedras
- N) Perforación de pozos
- o) Fabricación y utilización de discos y herramientas abrasivos
- P) Fabricación de esmaltes vítreos

Existen tres variedades de silicosis:

Silicosis crónica.

Ocurre después de 10 años o más de haber estado expuesto a cantidades pequeñas de polvo de sílice. Ésta es la forma más común.

Habitualmente la enfermedad presenta una evolución crónica y aparece después de la exposición a polvo de sílice con una concentración de sílice libre menor al 30% (con frecuencia más de 20 años), a veces se presenta después de haberse retirado de la exposición.

Esta patología generalmente es precedida por cuadros irritativos de las vías aéreas que van a producir una reacción inflamatoria en la mucosa de las mismas, dando origen de manera inicial a la enfermedad de la pequeña vía cuya progresión evoluciona a la bronquitis aguda cuando se afectan las vías aéreas medianas y por último a la bronquitis crónica generalizada cuando existe afectación de las vías aéreas centrales, recordar que el daño es ascendente o sea que se inicia en las pequeñas vías que se encuentran proximales a los sacos alveolares, posteriormente se afectaran las vías aéreas medianas y por último las vías aéreas centrales con el consecuente impacto en el índice de ventilación perfusión (Índice Va Qc), por cada 4 litros de aire ventilados serán perfundidos 5 litros de sangre, lo cual mantendrá una saturación de oxígeno de la hemoglobina de 90 a 96% para la altura de la ciudad de México (HbO₂ %: 90-96), si se altera suficientemente este índice aparecerá la insuficiencia respiratoria que en sus orígenes será de tipo simple (con hipoxia) y cuando progresa se convertirá en una insuficiencia de tipo mixta (por incremento de la retención CO₂ es decir con hipercapnia) si la enfermedad progresa

Silicosis aguda.

Puede desarrollarse entre unas pocas semanas a 3 a 5 años después de haber estado expuesto a concentraciones muy altas de sílice cristalina del 90 al 100%.

La silicosis aguda es una forma clínica rápidamente progresiva que puede evolucionar en corto período de tiempo, después de exposición intensa a sílice libre, puede verse en trabajadores que utilizan el chorro de arena en procedimientos abiertos ó que fabrican jabones abrasivos. Se parece a la lipoproteinosi alveolar. Es una forma clínica de mal pronóstico.

Silicosis acelerada.

Ocurre después de 5 a 6 años de exposición a cantidades altas de sílice cristalina del 47 al 84%.

La silicosis acelerada es otra forma clínica, no bien definida, intermedia entre la aguda y la crónica. Clínicamente se parece a la forma aguda y anatomopatológicamente a la forma crónica.

El mecanismo de producción es por liberación de radicales libres en la sílice recién fragmentada.

Etiología de la Silicosis

La producción de la enfermedad depende de la cantidad ó concentración de partículas de sílice inhaladas y retenidas, de la actividad biológica del polvo para inducir una reacción tisular fibrogénica y de la respuesta y sensibilidad individual.

Cuando una partícula inhalada penetra en el árbol respiratorio, el sistema inmune implementa una respuesta a través de sus mecanismos de defensa, como la tos, el sistema mucociliar, etc.

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

El tamaño de las partículas es el factor que más influye en el depósito de la misma. De forma general, se considera que las partículas con un diámetro mayor de 8 micrómetros se depositan en la orofaringe, las de 5-8 en las vías aéreas grandes, y las de 0.5 a 5 micrómetros en los alvéolos y en las vías aéreas pequeñas periféricas. Las que tienen un tamaño alrededor de 0.3 a 0.5 micrómetros no se depositan y se expulsan durante la espiración con el aire exhalado

En la industria minera y en la industria del cemento la mayoría de las partículas de polvo inhaladas son retenidas por encima del bronquiolo terminal, ya que predominan aquellas cuyo diámetro oscila entre 2 y 12 micrómetros.

El sistema de "aclaramiento" alveolar es capaz de tolerar hasta 500 a 1000 partículas por centímetro cúbico de aire. Si la concentración es mayor el sistema falla y se producirá acumulación de las partículas.

Se ha calculado que una exposición continua a partículas inertes de 4 micrómetros de diámetro requiere 293 días para alcanzar una situación de equilibrio. Cuando la exposición es intermitente, como sucede en las enfermedades de origen laboral, son necesarios cinco años para alcanzar el equilibrio. Es por tanto evidente que en la mayoría de las Neumoconiosis son necesarios muchos años de exposición para que la enfermedad se desarrolle, entre diez y quince años como mínimo en los casos crónicos.

En algunas ocasiones se presentan casos agudos con periodos de exposición muy cortos (uno o dos años) o de evolución intermedia (dos a cinco años) y se piensa que en estos casos estarían relacionados con una mayor susceptibilidad individual.

Entre las propiedades intrínsecas de la partícula, la forma es un factor determinante de su depósito, puesto que las partículas alargadas se depositan en mayor cantidad, la carga eléctrica, la composición de la partícula, etc. son otras propiedades intrínsecas que determinan el mayor o menor depósito de las mismas ⁽¹⁴⁾

El desarrollo de la silicosis depende del tamaño y la concentración de las partículas inhaladas. Probablemente las partículas de 2 a 6µm sean las que originan la enfermedad y con respecto a la concentración, debemos tomar en cuenta dos umbrales, el primero con 5×10^6 partículas de tamaño menor a 10 micrómetros por pie cúbico, el cual representa el nivel inferior soportable, es decir, que a concentraciones menores, no se presenta la enfermedad; el nivel más alto es de 100×10^6 partículas, del mismo tamaño, por pie cúbico, a partir del cual toda persona expuesta adquiere silicosis (15).

Patogenia.

Aunque la patogenia de la silicosis no se conoce con certeza, las teorías se han enfocado en la toxicidad potencial de la sílice para los macrófagos. Los macrófagos ingieren las partículas de sílice en la porción inferior del aparato respiratorio. Es factible que los macrófagos sean activados y finalmente destruidos por dichas partículas. Al destruirse, los macrófagos liberan mediadores químicos que pueden iniciar o perpetuar una alveolitis; también dejan libres las partículas tóxicas de sílice que ahora puedan repetir el proceso después de ser reingeridas por otros macrófagos. Actualmente se sabe que se presentan los neutrófilos y producen sustancias quimiotácticas para los fibroblastos.

Con base en descubrimientos recientes de aumento de linfocitos en el líquido broncoalveolar en estudios de animales de experimentación y de pacientes que se han expuesto a polvos de sílice, se ha propuesto también una participación importante de las interacciones macrófago-linfocito que se suponen están mediadas por citocinas ⁽¹⁷⁾.

Anatomía patológica.

Desde el punto de vista anatomopatológico, las partículas de sílice tienden a depositarse abundantemente en los bronquiolos respiratorios. La progresión de las lesiones dependerá de las características de la fuente de exposición y de la agresividad de la actividad inmunitaria. Cuando las partículas de sílice que no pueden ser destruidas por los macrófagos, las rodean los fibroblastos formando los nódulos silicóticos que constituyen la lesión característica de esta neumoconiosis. Están formados por polvos de sílice rodeados por una gran cantidad de capas de fibras colágenas que se distribuyen como las capas de la cebolla, en las que se encuentran algunos fibroblastos.

Estos hallazgos corresponden a la llamada forma simple, la cual puede evolucionar hacia la forma complicada y caracterizada por masas fibróticas acelulares redondeadas, de bordes irregulares y diámetro variable, pero siempre superior a los 10 mm, y de localización exclusivamente apical. Estas masas tienden a confluir en conglomerados progresivamente mayores, cuyo aumento provoca distorsiones y contracciones del tejido pulmonar circundante en las zonas basales pueden aparecer áreas enfisematosas, bulas o ambas lesiones. A veces, se ulceran centralmente por necrosis isquémica o caseificación tuberculosa. Su patogenia es enteramente inmunitaria. El polvo inhalado puede acumularse también en los ganglios linfáticos intratorácicos, en particular los hiliares que a veces se hipertrofian y eventualmente se calcifican.

Enfermedad de la pequeña vía aérea.

Las enfermedades de la pequeña vía aérea, afectan a los bronquiolos terminales y respiratorios. Sola formará parte de síndromes clínicos con entidad propia.

A pesar de que la respuesta broncoalveolar ante cualquier tipo de agresión externa suele ser estereotipada, los hallazgos histopatológicos en las diferentes enfermedades broncoalveolares dependerán del tipo de agente causal y de la duración e intensidad de la agresión. En una fase inicial, la destrucción del epitelio broncoalveolar provocará una respuesta inflamatoria caracterizada histológicamente por la acumulación de neutrófilos en el lugar de la agresión.

La liberación por parte de los neutrófilos de mediadores de la inflamación producirá un daño adicional sobre el epitelio broncoalveolar. La persistencia del agente causal será determinante en la resolución del cuadro o en su evolución hacia estadios de irreversibilidad.

Existen diferentes clasificaciones de las enfermedades broncopulmonares basadas en criterios anatomopatológicos, clínicos e incluso radiológicos. El término genérico de bronquiolitis se utiliza para describir aquella enfermedad inflamatoria pulmonar que afecta primariamente a los bronquiolos y que, a pesar de ser diferente desde un punto de vista clínico-patológico, presenta manifestaciones radiológicas similares.

Consideraciones anatómicas e histológicas

El concepto de pequeña vía aérea se debe a Hogg (47) y colaboradores (al demostrar que las vías aéreas con un diámetro interno inferior a los 2 mm contribuían en un 25% a la resistencia total del flujo aéreo pulmonar. Desde un punto de vista anatómico, se considera pequeña vía aérea a los bronquiolos terminales (membranosos) y a los bronquiolos respiratorios. Los bronquiolos terminales están formados por una pared fibromuscular y tienen una función exclusivamente de conducción. Por el contrario, los bronquiolos respiratorios tienen una pared parcialmente alveolizada y constituyen una zona transicional entre las vías aéreas pulmonares de conducción y las zonas pulmonares respiratorias; la existencia de algunos alvéolos a nivel de su pared, hace que los bronquiolos respiratorios tengan una función mixta de conducción/respiración.

Los alvéolos que forman el espacio aéreo del lóbulo secundario, convergen retrógradamente hacia los ductos alveolares y bronquiolos. El diámetro de los bronquiolos no supera 1 mm y el grosor de sus paredes no es mayor de 0.1mm. La porción central del lóbulo pulmonar secundario contiene bronquiolos y arterias pulmonares. Existen comunicaciones anatómicas entre los alvéolos y los bronquiolos. A través de los poros de Kohn se produce una comunicación anatómica directa entre los diferentes alvéolos; a través de los canales de Lambert dicha comunicación se produce entre los alvéolos y los bronquiolos.

Bronquitis crónica

Es la inflamación prolongada de los bronquios, pero en patología respiratoria se define en términos funcionales y se reconoce clínicamente como la producción crónica de expectoración mucosa, usualmente con tos, durante tres meses consecutivos en dos años sucesivos y sin evidencias de otra enfermedad respiratoria. Corresponde evidentemente a un síntoma, a saber la hipersecreción mucosa crónica y mejor sería designarlo como tal.

Algunos de estos pacientes tienen signos funcionales de obstrucción bronquial, estos pacientes junto con los que padecen de enfisema, se agrupan en el síndrome de enfermedad bronquial obstructiva, o mejor dicho limitación crónica al flujo aéreo

Cuando se sufre de bronquitis crónica, las células caliciformes aumentan, produciendo más moco de lo normal y las células ciliadas son insuficientes para remover tal cantidad de moco. Esto explica la tos crónica con flema que se presenta, más que todo en horas de la mañana. El moco se contamina fácilmente con bacterias, dando paso a infección, inflamación y estrechez del canal bronquial, dificultando así el paso del aire. Estos pacientes junto con los que padecen enfisema, se agrupan en el síndrome de enfermedad bronquial obstructiva o, mejor dicho limitación crónica al flujo aéreo

Hiperreactividad Bronquial

Se define como la respuesta obstructiva de las vías aéreas ante estímulos ocupacionales, alérgicos, farmacológicos, como histamina y metacolina, que causan contracción del músculo liso de las vías aéreas. La manera más frecuente de medirla es administrar uno de estos fármacos por vía inhalatoria en dosis crecientes y evaluar la obstrucción bronquial resultante mediante un índice del calibre de las vías aéreas, como el volumen espiratorio forzado del primer segundo (FEV₁), construyendo de esta manera una curva dosis-respuesta (CDR)

La reactividad bronquial también puede evaluarse con estímulos no farmacológicos, como ejercicio o aire seco y frío, así como con la administración controlada de alérgenos u otras sustancias a las cuales existe una sensibilidad específica o a los agentes físicos, químicos, inorgánicos del ambiente laboral.

El aumento de la reactividad bronquial es una de las alteraciones más características en la patogenia del asma bronquial, ya que prácticamente todos los asmáticos sintomáticos la presentan. No obstante, es necesario tener presente que este trastorno no es específico, ya que una hiperreactividad bronquial de menor magnitud puede observarse en individuos normales durante las infecciones respiratorias virales y en diferentes enfermedades, como rinitis alérgica, tuberculosis pulmonar y otras.

La obstrucción bronquial que se observa durante una prueba de provocación se debe indudablemente a la contracción del músculo liso (ML), lo que explica porqué hasta hace pocos años se creía que la hiperreactividad bronquial (HRB) era causada por un acortamiento exagerado de éste, el cual era atribuido a alteraciones de su control autónomico. El concepto de HRB recién descrito cambió radicalmente durante el último decenio, ya que actualmente se considera que el aumento de la respuesta de las vías aéreas puede deberse a varios mecanismos, además de una eventual alteración del control autónomico, lo que ha traído como consecuencia un cambio del manejo del asma bronquial.

Estudio del Enfermo Neumológico.

Se practicara la correlación clínica, radiográfica, funcional y de gases para llegar al diagnostico nosológico de certeza.

Clínica:

En general todas las neumoconiosis y entre ellas la silicosis son asintomáticas en un principio y únicamente proporcionan síntomas cuando se complican. La sintomatología dependerá de la complicación que esté presente, las más comunes son: tuberculosis pulmonar, bronquitis, insuficiencia respiratoria e insuficiencia cardiaca congestiva venosa.

Si la exposición es muy intensa y aguda, como sucede en los trabajadores con “chorro de arena”, destaca la aparición de una disnea progresiva en el escaso margen de semanas o pocos meses. Si la exposición es leve, pero de larga evolución, la enfermedad es habitualmente bien tolerada sin presentar síntomas.

La presencia de tos, expectoración o de ambas es registrada después de varios años de exposición, superior en general a los 10-20 años. La disnea suele aparecer más tardíamente. Si la pleura está afectada, puede haber dolor torácico.

El tabaco, la contaminación atmosférica (urbana e industrial) o ambas cosas pueden potenciar, en mayor o menor medida, todos los síntomas antes descritos.

En casos más avanzados, cuando la hipoxemia es severa, se presentan manifestaciones relacionadas con un cuadro clínico de cor pulmonale; cianosis, ingurgitación yugular, hepatomegalia y edema de miembros inferiores.

La exploración física ,puede ser normal en los estadios incipientes de la enfermedad y en los estadios avanzados se obtendrán los datos de facies de emaciado, ataque al estado general , con perdida de peso importante, angustia, con palidez de tegumentos, con cianosis y acrocianosis, es muy importante observar la coloración de la punta de la lengua ya que algunas razas presentan hipercromia de las mucosas sin existir insuficiencia respiratoria, se pueden observar tiros intercostales y supraclaviculares, aumento del trabajo respiratorio, polipnea superior a 30 respiraciones por minuto, puede haber disnea y platipnea, dedos hipocráticos, acropaquias (uñas en vidrio de r reloj) y datos clínicos de cor pulmonale

Palpación y auscultación:

Movimientos de amplexion y amplexacion y capacidad inspiratoria disminuidos, murmullo vesicular disminuido, estertores crepitantes bilaterales, silbilancias (fremitos si es que el daño parenquimatoso ha ascendido a los bronquiolos terminales lo cual resulta ser una complicación conocida como fibrosis peribronquiolar ascendente.

Maniobras especiales:

Tiempo de apnea voluntaria: menos de 30 segundos

Prueba de ejercicio: Positiva (es decir que causa hipoxemia)

Disnea de decúbito supino,

Determinación de Platipnea

Prueba de Enright de 6´positiva

Estudio radiográfico del Tórax.

En las formas simples de silicosis se observan opacidades redondeadas, de diámetro siempre entre 1.5 a 10 mm, predominando las que miden entre 2 y 5 mm, de profusión variable y localización difusa y bilateral, preferentemente en los lóbulos superiores. En un 25 % de casos los nódulos se calcifican.

Las formas complicadas de aparición tardía se caracterizan por grandes imágenes densas, de diámetro superior a los 10 mm, con aspecto pseudo tumoral y bordes irregulares. Los ganglios hiliares mediastínicos y otros intra y extratorácicos suelen hipertrofiarse, asociándose a cualquiera de los estadios radiográficos de la silicosis. Tienden a calcificarse ofreciendo la típica imagen en “casarón de huevo” ⁽¹²⁾.

Los signos radiológicos más precoces de la silicosis no complicada suelen ser opacidades redondeadas de pequeño tamaño. Estas pueden describirse según la Clasificación Internacional de Radiografías de la Neumoconiosis de la OIT del año 2000, por el tamaño, la forma y la categoría de profusión. En la silicosis, predominan las opacidades de tipo “q” (de 1.5 a 3 mm) y “r” (de 3 a 10 mm de diámetro). También se han descrito otros patrones, entre ellos sombras lineales o irregulares. Las opacidades que se observan en la radiografía representan la suma de los nódulos silicóticos anatomopatológicos. Suelen encontrarse de forma predominante en las zonas superiores y pueden más tarde progresar para afectar a otras zonas. En ocasiones, también se advierte una adenopatía hilar previa a las sombras parenquimatosas nodulares.

La calcificación en cascarón de huevo es indicativa de silicosis, aunque es una característica que se observa con poca frecuencia. Lesiones de gran tamaño pueden describirse, utilizando la clasificación de la OIT del año 2000, en las categorías A, B o C. Las opacidades grandes tienden a colocarse, habitualmente hacia los lóbulos superiores, dejando áreas de enfisema compensador en sus bordes y, a menudo, en las bases pulmonares. Debido a ello, las opacidades pequeñas previamente evidentes pueden desaparecer en un momento determinado o ser menos llamativas. Pueden aparecer anomalías pleurales, pero no son una característica radiográfica frecuente en la silicosis. Las opacidades grandes también pueden plantear ciertas dudas diagnósticas en relación con las neoplasias, y su diferenciación radiográfica puede ser difícil en ausencia de radiografías antiguas. Todas las lesiones que se cavitan o cambian rápidamente deben evaluarse con el fin de descartar una tuberculosis activa. La silicosis aguda puede presentarse con un patrón radiológico de llenado alveolar con desarrollo rápido o lesiones de masa complicadas ⁽¹⁸⁾. En estadios incipientes la telerradiografía de tórax puede ser normal aunque la literatura reporta que en casos moderadamente avanzados puede persistir.

Diversas imágenes de la PA del Tórax en la Silicosis.

Abombamiento del cono de la arteria pulmonar
Imagen en velo o vidrio esmerilado
Imagen en tormenta de nieve
Campus pulmonares disminuidos por arriba de tercer espacio intercostal
Elevación diafragmática bilateral
Elevación del hemidiafragma derecho
Presencia de festones de mengueaux (imagen en tienda de mapa)
Infiltrado micronodular bilateral en ambos hemidiafragmas y las fibrosis incipientes
Infiltrado micronodular y reticular bilateral
Basal y/periférico
Imagen en panal de abejas
Imagen en cascarón de huevo
Imagen de corazón deshilachado
Opacidad pulmonar homogénea bilateral
Cardiomegalia (localizada a ventrículo derecho y/o global)

Diagnostico.

El médico debe realizar una historia clínica cuidadosa que incluye dentro de los antecedentes personales no patológicos la historia ocupacional, debe de interrogar sobre los diversos agentes a los que ha estado expuesto el trabajador, desde su primer trabajo hasta el último, para identificar conociéndolos se podrán determinar las posibles patologías, conocer la fuente de exposición, si utiliza o no equipo de protección respiratoria y de que tipo es, jornada de trabajo, si labora tiempo extra o a destajo, así como otras actividades extralaborales, que pudieran generar un riesgo para la salud broncopulmonar .

También se efectuará una exploración física completa con el fin de apoyar el diagnostico presuntivo y solicitará los exámenes correspondientes de laboratorio y gabinete para la confirmación del mismo y establecer diagnósticos diferenciales.

Se solicitaran las siguientes pruebas básicas:

- a) Radiografías de tórax en posición PA y lateral izquierda
- b) Espirometría en condiciones basales y post broncodilatador
- c) Oximetría de pulso

Las radiografías serán valoradas y clasificadas aplicando el código de la Clasificación Internacional de radiografías de Neumoconiosis de la OIT, 2000.

No habrá neumoconiosis si la valoración de la radiografía es 0 (de 0/- a 0/1) ó 1/0. Todas las imágenes con sombreado fino (de 1/1 a 3/+) se califican como “neumoconiosis simple”, las imágenes confluentes se consideran una neumoconiosis complicada. Se considera enfermedad profesional a partir de imágenes 1/1.

El diagnóstico de Silicosis se efectúa con los antecedentes de exposición laboral a polvos de sílice comprobada con la visita a la empresa y las alteraciones radiográficas presentes en la telerradiografía de tórax interpretada aplicando el código de la Clasificación Internacional de Radiografías de Neumoconiosis de la OIT, 2000.

Clasificación Internacional de Radiografías de la OIT del 2000

Calidad técnica de la radiografía:

1. Buena
2. Aceptable
3. Mala
4. Inaceptable

Al decir que la calidad técnica de una radiografía es 2, 3 o 4, se requerirá de escribir un comentario extra sobre el defecto técnico.

Opacidades pequeñas

Profusión (concentración por unidad de área)

Representa ausencia de opacidades pequeñas 1,2 3 representan profusión creciente de opacidades pequeñas, como por las radiografías estándar correspondientes.

La profusión media se expresa por la cifra repetida dividida por una diagonal (0/0), 1/1, 2/2, 3/3).

Resulta en total una escala de 12 categorías: 0/- (excepcional o claramente normal), 0/0 (normal después de un examen cuidadoso) 0/1, 1/0, 1/1, 1/2, 2/1, 2/2, 2/3, 3/2, 3/3 y 3/+ (profusión marcadamente mayor), considerando medias y variadas.

Forma y tamaño.

Redondeadas (Símbolos principales):

p- con diámetro de hasta alrededor de 1.5 mm

q- con diámetro que exceda alrededor de 1.5 mm y hasta alrededor de 3 mm.

r- con diámetro que exceda alrededor de 3 mm y hasta alrededor de 10 mm

Irregulares (Símbolos principales)

s- con anchura de hasta alrededor de 1.5 mm

t- con anchura que exceda alrededor de 1.5 mm y hasta alrededor de 3 mm

u- con anchura que exceda alrededor de 3 mm y hasta alrededor de 10 mm

La forma y tamaño de las opacidades pequeñas se expresa por la letra repetida dividida por una diagonal (p/p, q/q, r/r, s/s, t/t y u/u)

Pero si se observa otra forma y tamaño, esto se registra en la siguiente letra. Es decir, si predomina alguna forma y tamaño, pero hay un número significativo de otra, esto se anota así: se abren comillas, se pone primero la predominante y segundo, la otra separada por una diagonal y se cierran comillas por ejemplo “p/s”.

Es indispensable utilizar como referencia el juego de radiografías de neumoconiosis de la OIT vigente para codificar las radiografías.

Opacidades grandes

- A. Una opacidad con diámetro mayor que exceda alrededor de 10 mm y hasta incluir alrededor de 50 mm, o varias opacidades, cada una mayor alrededor de 10 mm, la suma de cuyos diámetros mayores no exceda de alrededor de 50 mm.
- B. Una o más opacidades mayores o más numerosas que las de la categoría A, cuyas áreas combinadas no excedan del equivalente de la zona pulmonar superior derecha
- C. Una o más opacidades cuyas áreas combinadas exceden el equivalente de la zona pulmonar superior derecha.

Pruebas de la función pulmonar.

Las pruebas de la función pulmonar engloban diversos tipos, las cuales valoran diferentes aspectos relacionados con la función pulmonar basada en su papel como oxigenador de la sangre. Dentro de las principales pruebas funcionales se incluyen aquella que se encarga de realizar una medición de los principales volúmenes y capacidades del pulmón a lo largo de las diferentes fases que atraviesan en el fenómeno de la respiración, esta prueba se le llama pletismografía corporal.

Otra prueba de función respiratoria es aquella que mide la capacidad de difusión del oxígeno desde el aire ubicado en el alveolo pulmonar, hasta la sangre, es la determinación de la Difusión alveolar (DLCO). También son importantes las pruebas de intercambio gaseoso que determinan la presencia e insuficiencia respiratoria simple si hay hipoxemia y de insuficiencia respiratoria mixta cuando se presenta hipoxemia con hipercapnia.

En la práctica médica la prueba más utilizada es la mecánica ventilatoria debido a que tipifica y estadifica la enfermedad pulmonar subyacente en:

Neumopatías obstructivas, neumopatías restrictivas y mixtas.

Dentro de la mecánica ventilatoria tenemos tres pruebas básicas:

- 1) La espirometría
- 2) La pletismografía corporal
- 3) Oscilometría de impulso

Dentro de las pruebas de la mecánica ventilatoria la más utilizada es la espirometría por ser relativamente sencilla, no invasiva y que el paciente no requiere de ninguna preparación especial y es barata.

Espirometría.

Esta prueba nos permite medir aquellos volúmenes pulmonares que pueden ser movilizados (inspirados y espirados) de manera tranquila o forzada. Para ellos se utilizan aparatos denominados espirómetros, que pueden ser:

Espirómetros de agua o de campana, fuelle, de turbina de flujo, y de volumen

Es utilizada frecuentemente en la práctica clínica y en estudios de poblaciones. Entre los diversos índices derivados de una espiración forzada, volumen espiratorio forzado en el primer segundo (FEV_1) y la capacidad vital forzada (FVC) son los más usados debido a su buena reproducibilidad, facilidad de su medición, y su grado de correlación con la etapa de la enfermedad, condición funcional, morbilidad y mortalidad.

Las principales indicaciones de la espirometría se resumen a continuación.

a) Diagnósticas:

- Evaluación de síntomas, signos o exámenes de laboratorio relacionados con patología respiratoria.
- Valoración del impacto de enfermedades respiratorias o extra-respiratorias sobre la función pulmonar.
- Detección de individuos con riesgo de deteriorar su función pulmonar (por ejemplo los fumadores).
- Evaluación de riesgo quirúrgico.

b) De control

- Control de enfermedades que afectan la función pulmonar.
- Control de pacientes expuestos a agentes nocivos para el sistema respiratorio.
- Control de reacciones adversas a drogas con toxicidad pulmonar.
- Evaluación de la respuesta frente a intervenciones terapéuticas.
- Evaluación de pacientes con patología respiratoria en programas de rehabilitación.

c) Laborales y de incapacidad

- Evaluación de los efectos de exposición ambiental u ocupacional.
- Evaluación del pronóstico de patologías respiratorias.
- Valoración del estado funcional respiratorio para evaluaciones laborales.
- Valoración del estado funcional respiratorio para evaluaciones de seguros.

d) Epidemiológicas

- Evaluaciones epidemiológicas.
- Derivación de ecuaciones de referencia.
- Investigación clínico-epidemiológica.⁽²¹⁾

La Espirometría en las empresas permite reconocer tempranamente las enfermedades pulmonares obstructivas y restrictivas inclusive en fase pre clínica, determinadas por sustancias irritantes, alérgenos y polvos inorgánicos que pueden encontrarse en el ambiente. Al realizar la Espirometría en trabajadores expuestos a sustancias que producen neumoconiosis, entre otras silicosis, debe acompañarse o complementarse con los datos clínicos pulmonares y los estudios radiográficos de pulmón y el análisis de gases arteriales o en todo caso la oximetría de pulso.

Generalmente se efectúa una espirometría en condiciones basales y otra posterior a la administración de broncodilatador en aerosol. Las espirometrías deben reunir los requisitos señalados por la American Thoracic Society (ATS).

En las primeras fases de la enfermedad la función pulmonar puede ser normal, más tarde las alteraciones son de carácter obstructivo o restrictivo, o incluso como combinación de ambas, en casos avanzados. La saturación arterial de oxígeno puede ser normal en reposo, pero con el ejercicio aparece hipoxemia; en las fases tardías aparece insuficiencia respiratoria mixta con retención de CO₂.

El diagnóstico se establece por medio de los antecedentes ocupacionales aunados a los hallazgos radiológicos, ya que muchos de los pacientes pueden evolucionar asintomáticos. En muchas ocasiones estos dos datos son suficientes para elaborar el diagnóstico, pero en casos especiales, en que se requiere una confirmación debido a las compensaciones económicas que se derivan de él, puede realizarse biopsia de tejido pulmonar, o bien resección de ganglios, centellografía con Galio 67, tecnecio 99 o Xenón.

Estudios de laboratorio

Debido a la frecuente asociación de la silicosis con la tuberculosis, en estos pacientes deben efectuarse Baciloscopías en serie de 3 y cultivo para bacilos ácido-alcohol resistentes cuando exista expectoración y dentro de los estudios más modernos la Reacción en cadena de la polimerasa.

Tratamiento

No existe tratamiento específico para esta enfermedad. La silicosis continúa progresando aun después de haber retirado al trabajador de la exposición al polvo, de ahí la importancia de establecer programas de vigilancia epidemiológica para evitar la enfermedad o en todo caso establecer el diagnóstico tan rápido como sea posible, con objeto de retirar al paciente de todo contacto ulterior con el polvo agresor. El tratamiento deberá dirigirse hacia las complicaciones de este padecimiento, como la tuberculosis u otras infecciones asociadas, y al manejo de la insuficiencia respiratoria ⁽¹⁵⁾.

No es recomendable la profilaxis diaria con hidracidas en los casos de silicosis complicada; no obstante, si el estado general empeora y existen signos biológicos inespecíficos de enfermedad activa, es recomendable instaurar tratamiento tuberculostático triple, de duración superior a la habitual ⁽¹²⁾.

Complicaciones

La silicosis y la neumoconiosis por hulla son las únicas neumoconiosis que predisponen a la tuberculosis; su demostración bacteriológica es en general muy difícil, siendo casi siempre negativa. Clínicamente, se traduce en un mal estado general, pérdida de peso, tos productiva acompañada de hemoptoicos, cuadros febriles con predominio vespertino o nocturno y diaforesis nocturna, que muchas veces se asocia a anomalías biológicas totalmente inespecíficas, tales como el aumento de la velocidad de sedimentación globular (VSG), leucocitosis, y aumento de las imágenes radiográficas patológicas.

Cuando la silicosis se asocia a imágenes radiológicas de tipo nodulares pulmonares y factor reumatoide positivo, se presentan o no manifestaciones clínicas compatibles con artritis reumatoide, que constituye el síndrome de Caplan. Históricamente, dicho síndrome fue descrito en trabajadores que eran portadores de una neumoconiosis de los mineros del carbón, pero hoy ya se hace extensivo a otras neumoconiosis producidas por polvos inorgánicos, como la asbestosis por ejemplo.

Los ganglios hipertrofiados mediastínicos pueden causar compresiones de las estructuras vecinas, ocasionando disfagia y otros problemas.

La insuficiencia respiratoria, con cor pulmonale o sin él, puede aparecer en la evolución de la enfermedad ⁽¹²⁾.

CÁNCER DE PULMÓN.

En 1996 la sílice cristalina fue clasificada en el grupo I (carcinógeno en humanos) por la IARC (International Agency for Research on Cancer). Parece claro que los pacientes con silicosis tienen incrementado este riesgo.

Principalmente se la relacionado en trabajadores que han estado expuestos a polvos de cristobalita, una variedad de sílice cristalina que se produce cuando el cuarzo se somete a temperaturas hasta de 1200 °C o mayores.

Industria Minera.

La minería es la actividad para la obtención selectiva de minerales y otros materiales (salvo materiales orgánicos de formación reciente) a partir de la corteza terrestre. Es una de las actividades más antiguas de la humanidad. Casi desde el principio de la edad de piedra, hace dos y medio millones de años o mayores y ha sido la principal fuente de obtención de materiales para la fabricación de herramientas.

Los métodos de minería se dividen en cuatro tipos básicos. En primer lugar, los materiales se pueden obtener en minas de superficie, explotaciones a cielo abierto u otras excavaciones abiertas. Este grupo incluye la inmensa mayoría de las minas de todo el mundo. En segundo lugar, están las minas subterráneas, a las que se accede a través de galerías o túneles. El tercer método es la recuperación de minerales y combustibles a través de pozos de perforación. Por último, está la minería submarina o dragado, que próximamente podría extenderse a la minería profunda de los océanos ⁽²⁰⁾.

La minería se ha convertido en un motor para el desarrollo de la economía nacional, actualmente las acciones del Gobierno combinadas con nuestro potencial minero reconocido a nivel mundial, deparan un futuro prometedor en cuestión de mejora para la industria, para la inversión y para la obtención de mejores empleos. El potencial geológico del subsuelo de México es favorable, actualmente vivimos en el país con mayor potencial minero del mundo, destacando la extracción de plata, cobre, oro, hierro y estaño ⁽⁸⁾.

Materiales de Construcción.

Los materiales se pueden obtener en minas de superficie, explotaciones a cielo abierto u otras excavaciones abiertas, este grupo incluye la inmensa mayoría.

Incluyen la arena, la grava, los áridos, las arcillas para ladrillos, la caliza y los esquistos para la fabricación de cemento. En este grupo también se incluyen la pizarra para tejados y las piedras pulidas, como el granito, o el mármol.

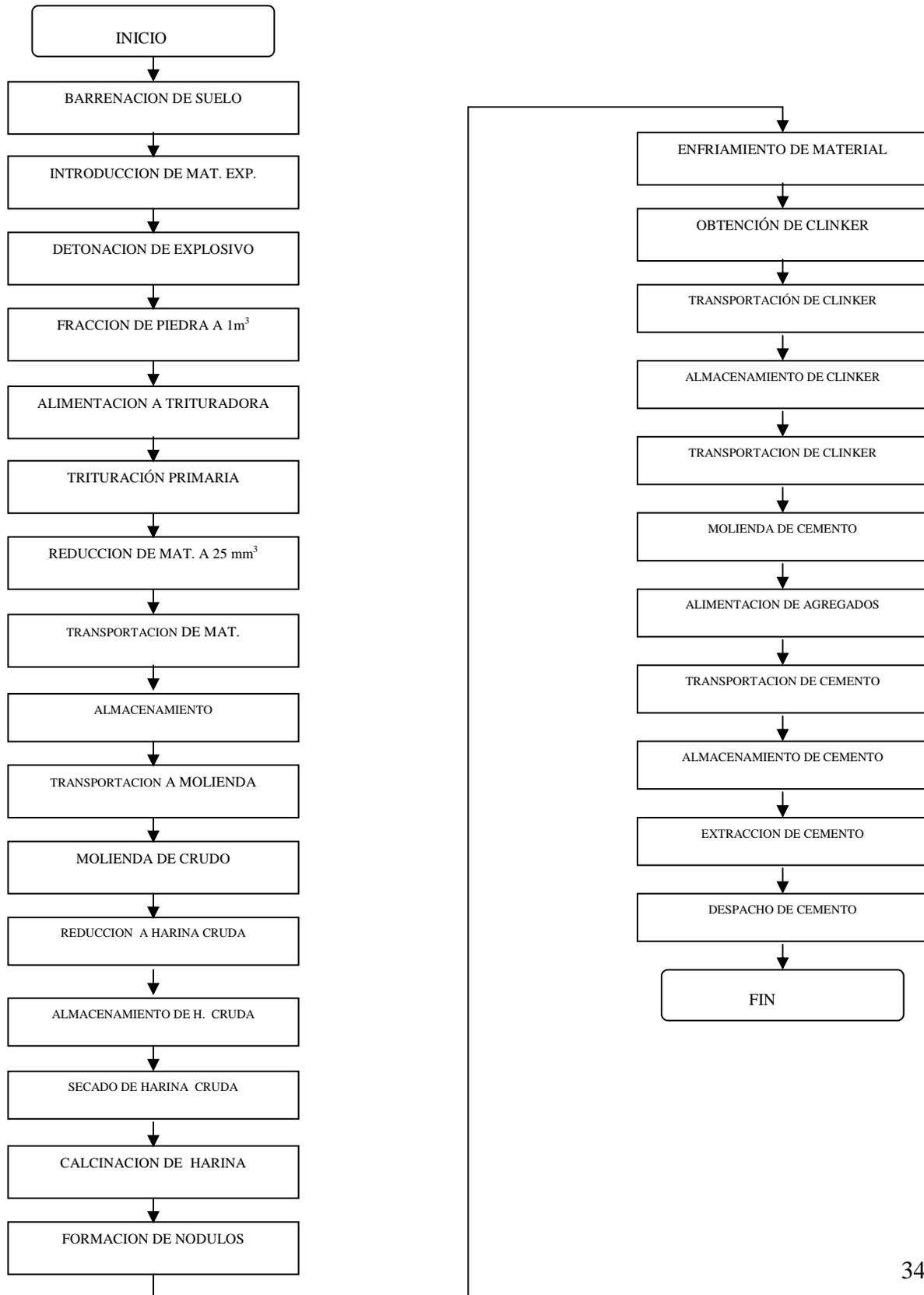
Cemento.

La producción de cemento se realiza a través de un proceso con cinco etapas:

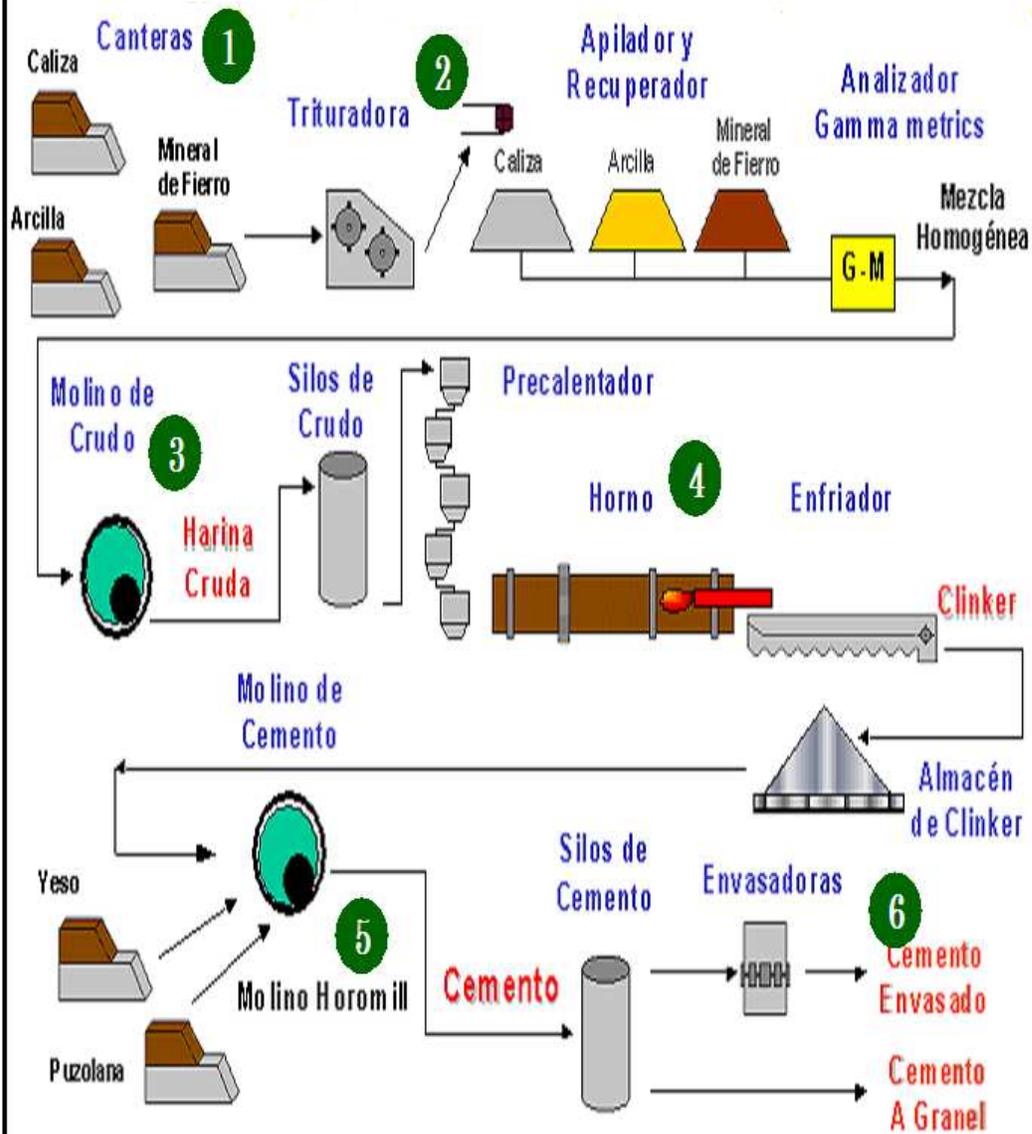
- a. Comienza con la extracción de sus materias primas, piedra caliza principalmente (70%), además de otros materiales (arcilla, sílice, óxido de aluminio y hierro)
- b. Los materiales son triturados y almacenados por separado
- c. La carga se dosifica para lograr la combinación de los elementos de acuerdo al tipo de cemento buscado, tras lo cual se muelen hasta quedar un polvo muy fino
- d. El polvo se bombea a los silos donde se uniforma la mezcla antes de entrar a largos hornos rotatorios donde se calcinan; en la calcinación al ser sometidos a altas temperaturas (alrededor de 1500 °C) la materia prima sufre reacciones químicas y forma un nuevo material: el pre cemento, llamado comúnmente clinker, que son como nódulos duros del tamaño de una nuez;
- e. Finalmente, se pasa a la etapa de molienda del clinker, se adiciona yeso y se encostala. Cuando se mezcla cemento con arena, piedra, otros agregados y agua se produce el concreto.

La calcinación de los materiales en el horno rotatorio para la producción del clinker es el núcleo fundamental del proceso descrito anteriormente; requiere de una gran cantidad de energía, suministrada por el combustible, que se inyecta al horno, y representa el mayor costo económico en la fabricación del cemento ⁽²⁰⁾.

DIAGRAMA DE PROCESO DE PRODUCCIÓN DEL CEMENTO



PROCESO DE PRODUCCIÓN DEL CEMENTO



Producto y subproducto

El **cemento CPO (cemento Pórtland Ordinario)** rebasa en calidad al que anteriormente se llamaba cemento Pórtland tipo 1 y cumple con la norma NMX-C-414-1999-ONNCCE, con tres niveles de resistencia clases 30R, 40 y 40R, esta amplia gama de resistencias satisface los requerimientos mas exigentes en este renglón, pudiendo ser utilizados cuando se requiere principalmente una alta resistencia mecánica por ejemplo: pretensados, bovedillas, blocks, tabicones, etc.

El **cemento Pórtland puzolánico** desarrolla una alta resistencia mecánica y es resistente a ataques químicos como por ejemplo sulfatos presentes en aguas negras marinas y suelos salitrosos, cumple con la norma NMX-C-414-1999-ONNCCE como cemento tipo CPP (cemento Pórtland Puzolánico) con dos niveles de resistencia, calces 30 y 30 R y dos características especiales RS (resistente a los sulfatos) y BCH (bajo calor de hidratación).El concreto elaborado con este producto adquiere excelente manejabilidad, durabilidad e impermeabilidad y tiene diversas aplicaciones como tubos de concreto, presas, losas, pisos, etc.

El **cemento Pórtland con escoria Granulada de Alto horno (CEPG)** producido por la cementera, cumple con la norma NMX-C-414-1999-ONNCCE con tres clases resistentes 20.30 y 30 R con características especiales de acuerdo a las necesidades, RS (resistente a sulfatos) y BCH (bajo calor de hidratación) este producto se puede elaborar bajo pedido y es ideal para emplearse en obras de conducción de aguas negras, obras marinas y en medios salitrosos.

El **cemento Pórtland compuesto (CPC)** cumple con la NMX-C-414-1999-ONNCCE con características especiales RS (resistente a los sulfatos) y BCH (bajo calor de hidratación), el concreto elaborado con este producto tiene las características y aplicaciones del cemento Pórtland puzolánico.

El **mortero de albañilería** cumple con la NOM-C-21-1981 esta elaborado por clinker Pórtland de extraordinaria calidad, lo que proporciona alta resistencia y plasticidad, es de muy fácil manejo y da excelentes acabados. Por su alta calidad sustituye a los morteros cal arena. Se utiliza en mampostería, muros, acabados y aplanados. Se distribuye a granel o en sacos de 50 Kg.

Descripción de la Empresa

Giro o actividad de la empresa.

- 1) Explotación de materias primas para la fabricación de cemento.
- 2) Producción y comercialización de cemento.

Productos Terminados

Cemento Pórtland Ordinario (CPO)
Cemento Pórtland Puzolánico (CPP)
Mortero de Albañilería

Número de empleados

El número de trabajadores de la planta de cemento incluye trabajadores contratistas de los cuales no hay un número específico por que constantemente están en rotación por varias plantas cementeras y pertenecen a diferentes compañías contratistas.

Población Total

182 Trabajadores

Cuadro no 1 Trabajadores de la empresa cementera

	No.	%
Sindicalizados	41	22.52
No. Sindicalizados	141	77.47
TOTAL	182	100

Fuente: Departamento de capital Humano

Cuadro no 2. Tipos de Nacionalidad de los Trabajadores

Nacionalidad	No.	%
Mexicana	179	98.35
Italiana	3	1.65
TOTAL	182	100

Fuente: Departamento de capital Humano

Cuadro no 3. Trabajadores por tipo de contrato

Tipo de contrato	No.	%
Nomina	39	24.42
Confianza	133	73.07
Eventuales	10	.54
TOTAL	182	100

Fuente: Departamento de capital Humano

Cuadro no.4 Análisis de Riesgos a la salud

Área	Agente	Efectos a la Salud
<i>Cantera</i>	Caliza	Irritación de piel y mucosas, por inhalación produce daño pulmonar de tipo obstructivo pudiendo presentar bronquitis química
<i>Trituración</i>	Caliza	Irritación de piel y mucosas por inhalación se presenta daño pulmonar de tipo obstructivo pudiendo presentar bronquitis química
	Arcilla	Irritación de nariz, orofaringe y daño pulmonar de tipo obstructivo pudiendo presentar bronquitis química
	Mineral de Hierro	Irritación de nariz, orofaringe y daño pulmonar de tipo obstructivo pudiendo producir neumoconiosis
	Yeso	Irritación de nariz, orofaringe y daño pulmonar de tipo obstructivo
	Puzolana	Irritación de nariz, orofaringe y daño pulmonar de tipo obstructivo
<i>Envasado y silos de cemento</i>	Cemento	Irritación de piel y mucosas, por inhalación produce daño pulmonar de tipo obstructivo pudiendo presentar bronquitis química

Fuente: Capital Humano de la Cementera

El trabajar en una empresa cementera tiene diferentes tipos de riesgos a los cuales están expuestos los empleados y que son un riesgo latente, lo que puede dar lugar a una incapacidad temporal o permanente.

Cuadro no 5 Tipo de criterios de identificación de mecanismos de lesión y factores de riesgo

Nombre	Descripción
Golpeado contra	Contacto con algún objeto fijo
Golpeado por	Contacto con algún objeto móvil Caída de objetos Proyección de partículas
Caída del mismo nivel	Parado o caminando Caída de alturas
Atrapado entre	Un objeto móvil Un objeto móvil y un objeto fijo Dos objetos móviles
Atrapado en	Lugares cerrados Lugares abiertos
Contacto con sustancias	Salpicadura con sustancias químicas (corrosivas, reactivas, irritantes, tóxicas inflamables) Por agente biológico infeccioso
Contacto con objetos peligrosos	Tuberías de vapor o de alta temperatura Electricidad Partes descubiertas en movimiento Partes con bordes filosos Soldadura
Enganchado a un objeto que sobresale	Puntas Ganchos Piezas de maquinaria en movimiento

Fuente: Capital Humano de la Cementera

Agentes químicos, físicos y biológicos a los que están expuestos los trabajadores de la cementera

Cuadro no 6. Agentes químicos, físicos y biológicos a los que están expuestos los trabajadores de la cementera

Nombre	Descripción
Exposición a agentes químicos	Humos Vapores Gases Polvos Otros
Exposición a agentes físicos	Ruido Temperaturas extremas Radiaciones Otros
Exposición a agentes biológicos	Microorganismos

Fuente: Capital Humano de la Cementera

4. OBJETIVOS E HIPÓTESIS.

OBJETIVO GENERAL.	HIPOTESIS GENERAL
Asociar la exposición a los polvos inorgánicos y desarrollo de silicosis en trabajadores de una cementera	Es muy probable que en los trabajadores de esta cementera, se encuentre un considerable número de casos de silicosis.
OBJETIVOS ESPECIFICOS.	HIPOTESIS ESPECÍFICAS
Determinar el estado de salud en el que se encuentran los trabajadores de una cementera	El estar expuesto a polvos de sílice es un factor de riesgo para desarrollar silicosis.
Identificar cuáles son los puestos en los que los empleados son más vulnerables a desarrollar una enfermedad broncopulmonar	El trabajar en una cementera en cualquier área es un riesgo para desarrollar una enfermedad broncopulmonar.
Identificar las patologías broncopulmonares que han desarrollado los empleados de la cementera	La Historia Clínica, la tele de tórax y la espirometría son suficientes para diagnosticar una enfermedad broncopulmonar.

Cuadro nº 7 objetivos e hipótesis

5. JUSTIFICACION.

Recordemos que las estadísticas del Instituto Mexicano del Seguro Social en el 2006, colocan a la patología broncopulmonar de trabajo en el segundo lugar y entre estas, las neumoconiosis producidas por polvos de sílice ocupan el tercer lugar.

En la industria del cemento la exposición a polvos de sílice incluye las instalaciones con hornos que emplean el proceso húmedo o seco para producir cemento de piedra caliza, y las que emplean agregado liviano para producirlo a partir de esquisto o pizarra. Se utilizan hornos giratorios que elevan los materiales a temperaturas de 1400 °C. Las materias primas principales son piedra caliza, arena de sílice, arcilla, esquisto, marga y óxidos de tiza. Se agrega sílice, aluminio y hierro en forma de arena, arcilla, bauxita, esquisto, mineral de hierro y escoria de alto horno. Se introduce yeso durante la fase final del proceso.

Durante la elaboración de este producto el trabajador esta continuamente expuesto a polvos de sílice y silicatos lo que incrementa el riesgo de desarrollar algún tipo de neumoconiosis en este caso Silicosis, aunque las empresas cementeras mencionan estar dentro de la norma oficial mexicana (NOM-010-STPS-1999). Este estudio esta enfocado a determinar la presencia de silicosis en los trabajadores expuestos a polvos inorgánicos de una empresa que produce cemento en México.

El cemento, es un material de naturaleza inorgánica cuya producción industrial se inició hacia la mitad del siglo XIX, y sigue siendo hoy uno de los principales materiales de construcción. La construcción es una de las principales actividades económicas de cualquier país, en México y representa el 4.9% del Producto Interior Bruto (PIB) (INEGI, 2004).

La Organización Internacional del Trabajo (OIT) cataloga a la minería como "una de las actividades más peligrosas". Se calcula que cada año mueren más de 15 mil mineros, aunque la cifra podría ser mayor. Aunado a esto, la minería los lleva a contraer y desarrollar enfermedades como las neumoconiosis, mal respiratorio causado por la inhalación del polvo. Las naciones en desarrollo tienen a "10 millones" de trabajadores expuestos a sílice. En América Latina "37% de los mineros ha desarrollado silicosis, y ese porcentaje se eleva al 50% entre los mineros mayores de 50 años" ⁽⁴⁾.

Es por ello que, la finalidad de la presente investigación, es conocer en que grado se encuentra la incidencia de silicosis en los trabajadores de una cementera, los cuales por su actividad se encuentran directamente expuestos a los polvos de sílice y por lo tanto con un alto riesgo de contraer esta neumoconiosis en particular.

6. MÉTODO

6.1 Tipo de Estudio

Se llevó a cabo un estudio observacional, descriptivo transversal, prospectivo en una planta productora de cemento ubicada en el estado de Morelos.

6.2 Población de Estudio

El estudio se realizó en 59 adultos que laboraban en la cementera ubicada en la “Planta Tepetzingo”. Para obtener el censo de los empleados se solicitó a los responsables de la empresa los permisos correspondientes y los listados de los trabajadores inscritos, seleccionando solo aquellos cuya edad se encontraba entre los 29 a 56 años. También se les informó a los responsables de cada área sobre las ventajas de realizar el estudio, resaltando la importancia de la prevención en el establecimiento de cualquier tipo de silicosis en los trabajadores.

6.3 Selección de la muestra

La población de estudio estuvo conformada por todos los trabajadores de la empresa que aceptaron participar en el estudio y que reunieron los criterios de inclusión y fueron adultos con edades entre los 29 y 56 años de edad, del sexo masculino residentes del estado de Morelos. Los cuales laboran en la empresa

- **Criterios de Inclusión.**
 - Adultos de 29 a 56 años 11 meses cumplidos, del sexo masculino, que se encontraban laborando en el momento del estudio en la cementera y que aceptaron participar en el estudio.
- **Criterios de Exclusión.**
 - Adultos menores de 29 años o mayores de 56 años 11 meses cumplidos que laboren en la cementera, trabajadores con patología pulmonar previa y los trabajadores que no deseen participar en el estudio
- **Criterios de Eliminación**
 - Adultos que en el momento del estudio no se encuentren presentes, que no concluyan su historia clínica, la espirometría o la telerradiografía de tórax.

6.4 Variables.

Variable Independiente:

Exposición a polvos inorgánicos.

Inhalación de una cantidad de partículas sólidas dispersas en el aire y procedentes de una disgregación de sílice cristalina.

Variable Dependiente:

Desarrollo de silicosis.

Neumoconiosis caracterizada por la fibrosis pulmonar difusa secundaria a la inhalación repetida de polvo que contiene sílice en forma cristalina.

Nuestra variable dependiente es cualitativa y nominal al demostrar su presencia o no en el trabajador.

Variables Intervinientes.

1. *Edad. (En años cumplidos al momento de la entrevista)*
2. *Sexo. (Personal masculino)*
3. *Puesto laboral. (Actividad principal realizada en la empresa)*
4. *Antigüedad en el empleo. (Tiempo, en años, en su puesto laboral)*

Las variables como edad y antigüedad laboral se establecerán de formas cuantitativas, continuas y referidas sólo a números enteros.

Variables como sexo, puesto laboral son tratadas cualitativa y nominal, como es su característica

6.5 Instrumentos y Procedimientos

Para obtener la información se les realizó una entrevista en el transcurso de su jornada laboral, para establecer sus perfiles personales, historial médico, historia laboral, y antecedentes recientes de salud en la cementera. Para este fin, se utilizó el programa "VICORSAT", versión del 19/04/2005.

Además, a cada trabajador se le realizó un estudio radiológico con el fin de interpretarlo aplicando el código de la Clasificación Internacional de Radiografías de Neumoconiosis de la OIT 2000 ⁽³⁾, para lo cual se utilizó una unidad móvil de rayos X (KODAK CR 500; 1998) de los laboratorios clínicos privados, así como una espirometría en condiciones basales y

otra posbroncodilatador, utilizando 300 mcg de salbutamol en aerosol, de acuerdo con lo establecido internacionalmente por la ATS.

Se utilizó espirómetro portátil marca DatoSpir 120, con los criterios de calibración y las condiciones de reproductibilidad y aceptabilidad para las curvas espirométricas.

Se realizó medición ambiental de polvos totales en diversas áreas, mediante el método gravimétrico, utilizando como equipo de muestreo una bomba (SKC, modelo: PCXR8) y como elementos de captura, filtros de PVC de 37 mm., de 2 a 5 micras.

6.6 Aspectos éticos

Los aspectos éticos que se manejan estarán basados en el Código Internacional de Ética Médica en Helsinki en 1964 y revisados en Tokio de 1975.

Se apegará a los principios básicos y al capítulo III de Investigación Biomédica no terapéutica que involucre sujetos humanos (investigación biomédica no clínica). De acuerdo a la Ley General de Salud de los Estados Unidos Mexicanos, en materia de investigación para la Salud, Secretaría de Salud, en el Título Segundo: De los aspectos éticos de la investigación en seres humanos. Capítulo I: Disposiciones comunes en sus artículos 13, 14, 16, 17 en el apartado II de riesgo mínimo, artículos 18 y 23. En el Código Internacional de Ética de los Profesionales de Salud en el Trabajo de 1992, en base a 6 categorías que son:

1. Proteger el bienestar de los trabajadores como sujetos de estudio.
2. Obtener el consentimiento del trabajador
3. Proteger la identidad de los trabajadores y mantener la confidencialidad
4. Mantener relaciones éticas con todos los que intervienen en el estudio
5. Comunicar los resultados de la investigación
6. Respetar el ambiente cultural en donde se realiza la investigación

Cada uno de los trabajadores que se incluya en el estudio, deberá participar de forma voluntaria y deberá llenar y firmar una ficha de consentimiento informado.

7. RESULTADOS.

1. Características generales

De la población de estudio conformada por 59 trabajadores del sexo masculino; se obtuvieron los siguientes resultados:

Cuadro nº 8 Número de empleados por edad

Edad	No. de empleados	Porcentaje
26	1	1.69%
27	2	3.38%
28	4	6.76%
30	5	8.45%
31	6	10.14%
32	3	5.07%
34	5	8.45%
35	6	10.14%
37	1	1.69%
38	1	1.69%
39	2	3.38%
40	4	6.76%
42	1	1.69%
44	1	1.69%
45	3	5.07%
46	5	8.45%
47	1	1.69%
48	2	3.38%
49	1	1.69%
55	1	1.69%
59	1	1.69%
Total	59	100

Fuente: Capital Humano de la Cementera

La edad que prevalece en la muestra es de 31 y 35 años y las que menos son las de 26, 37, 38, 42, 44, 47, 49 y 59.

Cuadro N° 9 Número de empleados por Antigüedad

Antigüedad	No. de empleados	Porcentaje
1 año	3	5.07%
2 años	5	8.45%
3 años	11	18.59%
4 años	12	20.28%
5 años	9	15.21%
6 años	5	8.45%
7 años	5	8.45%
8 años	9	15.21%
Total	59	100

Fuente: Capital Humano de la Cementera

En lo que se refiere a la antigüedad esta oscila entre los 1 y 8 años, encontrando a 3 trabajadores con un año de antigüedad (5.07%), 5 con 2 años (8.45%), 11 con 3 años (18.59%), 12 con 4 años (20.28%), 9 con 5 años (15.21%), 5 con 6 años (8.45%), 5 con 7 años (8.45%) y 9 con 8 años (15.21%).

Cuadro Nº 10. Total de empleados examinados por Departamento

Departamento	No. de Empleados	Porcentaje
Mantenimiento mecánico	2	3.38%
Mantenimiento eléctrico	5	8.45%
Servicios Generales	1	1.69%
Control de calidad	1	1.69%
Oficina técnica	1	1.69%
Laboratorio	4	6.76%
Instrumentación	5	8.45%
Envase	13	21.97%
Báscula	1	1.69%
Almacén	6	10.14%
Canteras	2	3.38%
Operación	17	28.73%
Dirección	1	1.69%
Total	59	100%

Fuente: Capital Humano de la Cementera

Por departamento se examinaron 2 de mantenimiento mecánico (3.38%), 5 de mantenimiento eléctrico (8.45%), Servicios generales 1 (1.69%), Control de Calidad 1 (1.69%), Oficina Técnica 1 (1.69%), Laboratorio 4 (6.76%), Instrumentación 5 (8.45%), Envase 13 (21.97%), Báscula 1 (1.69%), Almacén 6 (10.14%), Canteras 2 (3.38%), Operación 17 (28.73%) y Dirección 1 (1.69%).

2.-Alteraciones Radiográficas.

Cuadro nº 11. Alteraciones Radiográficas en trabajadores de la Producción del Cemento

Tipos de opacidades.	PROFUSION.							TOTAL	%
	0/0	1/0	1/1	½	2/2	2/3	3/3		
N	1	0	0	0	0	0	0	1	1.69%
p/p	0	0	0	0	0	0	0	0	0
q/q	0	0	36	0	0	0	0	36	60.84%
r/r	0	0	13	0	0	0	0	13	21.97%
s/s	0	0	0	0	3	0	0	3	5.07%
t/t	0	1	4	0	0	0	0	5	8.45%
u/u	0	0	0	0	0	0	0	0	0
q/t	0	0	1	0	0	0	0	1	1.69%
TOTAL	1	1	54	0	3	0	0	59	100%

+ Fuente: Resultados de las radiografías efectuadas en 2007.

Redondeadas:

p- con diámetro de hasta alrededor de 1.5 mm

q- con diámetro que exceda alrededor de 1.5 mm y hasta alrededor de 3 mm.

r- con diámetro que exceda alrededor de 3 mm y hasta alrededor de 10 mm

Irregulares:

s- con anchura de hasta alrededor de 1.5 mm

t- con anchura que exceda alrededor de 1.5 mm y hasta alrededor de 3 mm

u- con anchura que exceda alrededor de 3 mm y hasta alrededor de 10 mm

Se realizaron a todos los trabajadores radiografías de tórax, las cuales fueron interpretada aplicando el código de la Clasificación Internacional de Radiografías de Neumoconiosis de la OIT, de 2000 (3), que toma en cuenta diversos estadios de profusión y opacidades mostrados en las radiografías, los resultados muestran un trabajador sano (1.69%), 36 trabajadores presentaron opacidades q/q que representa el (60.84%) con una profusión 1/1, 13 trabajadores con opacidades r/r (21.97%) y una profusión 1/1, 3 con opacidad s/s (5.07%) y profusión 2/2, 5 con opacidades t/t (8.45%) de los cuales 1 tiene profusión 1/0 y 4 profusión 1/1 y 1 con opacidad q/t (1.69%) y profusión 1/1.

Cuadro N° 12. Del de Área de trabajo relacionada al nivel de profusión presente en la población.

		Profusión								Total	
		0/0		1/1		2/2		1/0		0/0	
		N	%	N	%	N	%	N	%	N	%
Área	Almacén	0	.0%	6	100.0%	0	.0%	0	.0%	6	100.0%
	Bascula	0	.0%	1	100.0%	0	.0%	0	.0%	1	100.0%
	Cantera	0	.0%	2	100.0%	0	.0%	0	.0%	2	100.0%
	Control de Calidad	0	.0%	1	100.0%	0	.0%	0	.0%	1	100.0%
	Dirección	0	.0%	1	100.0%	0	.0%	0	.0%	1	100.0%
	Envase	0	.0%	11	84.6%	2	15.4%	0	.0%	13	100.0%
	Instrumntación	0	.0%	5	100.0%	0	.0%	0	.0%	5	100.0%
	Laboratorio	0	.0%	4	100.0%	0	.0%	0	.0%	4	100.0%
	Manto Elec	0	.0%	5	100.0%	0	.0%	0	.0%	5	100.0%
	Manto mec	0	.0%	1	50.0%	0	.0%	1	50.0%	2	100.0%
	Oficina técnica	0	.0%	1	100.0%	0	.0%	0	.0%	1	100.0%
	Operación	0	.0%	17	100.0%	0	.0%	0	.0%	17	100.0%
	Servs Grls	1	100.0%	0	.0%	0	.0%	0	.0%	1	100.0%
Total		1	1.7%	55	93.2%	2	3.4%	1	1.7%	59	100.0%

Fuente: Aplicación de cedula de información de los trabajadores durante 2007

Se puede considerar que la distribución entre el área y profusión se distribuye de manera uniforme siendo el tipo de profusión 1/1 mostrando una mayor presencia en el área de operación, y en el área de envase ya que es donde se encuentran mas expuestos los trabajadores a la inhalación de las partículas lo cual denota congruencia y coincidencia con las tablas anteriores.

Cuadro N° 13. Área de trabajo relacionada al tipo de opacidad radiológica.

		Tipo de opacidad											Total		
		N		q/q		q/t		r/r		s/s		t/t		N	
		N	%	N	%	N	%	N	%	N	%	N	%	N	%
Área	Almacén	0	.0%	5	83.3%	0	.0%	1	16.7%	0	.0%	0	.0%	6	100.0%
	Basculadora	0	.0%	1	100.0%	0	.0%	0	.0%	0	.0%	0	.0%	1	100.0%
	Cantera	0	.0%	2	100.0%	0	.0%	0	.0%	0	.0%	0	.0%	2	100.0%
	Control de Calidad	0	.0%	1	100.0%	0	.0%	0	.0%	0	.0%	0	.0%	1	100.0%
	Dirección	0	.0%	0	.0%	0	.0%	1	100.0%	0	.0%	0	.0%	1	100.0%
	Envase	0	.0%	6	46.2%	0	.0%	3	23.1%	2	15.4%	2	15.4%	13	100.0%
	Instrumentación	0	.0%	4	80.0%	0	.0%	1	20.0%	0	.0%	0	.0%	5	100.0%
	Laboratorio	0	.0%	4	100.0%	0	.0%	0	.0%	0	.0%	0	.0%	4	100.0%
	Manto Elec	0	.0%	2	40.0%	0	.0%	3	60.0%	0	.0%	0	.0%	5	100.0%
	Manto mec	0	.0%	0	.0%	0	.0%	1	50.0%	0	.0%	1	50.0%	2	100.0%
	Oficina técnica	0	.0%	0	.0%	0	.0%	1	100.0%	0	.0%	0	.0%	1	100.0%
	Operación	0	.0%	12	70.6%	1	5.9%	2	11.8%	0	.0%	2	11.8%	17	100.0%
	Servs Grls	1	100.0%	0	.0%	0	.0%	0	.0%	0	.0%	0	.0%	1	100.0%
Total		1	1.7%	37	62.7%	1	1.7%	13	22.0%	2	3.4%	5	8.5%	59	100.0%

Fuente: Aplicación de cedula de información de los trabajadores durante 2007

Se puede considerar que la distribución no es uniforme entre el tipo de opacidad y área siendo el de mayor presencia el tipo de opacidad q/q la de mas presencia en el área de operación, pero hay presencia de opacidades r/r y t/t en menor cantidad pero son mas graves debido al tamaño de las opacidades pudiendo ocasionar mas problemas a nivel pulmonar.

Cuadro Nº 14. Años de antigüedad relacionada al nivel de profusión

		Profusión								Total	
		0/0		1/1		2/2		1/0			
		N	%	N	%	N	%	N	%	N	%
Antigüedad	1-3	1	5.3%	17	89.5%	0	.0%	1	5.3%	19	100.0%
	4-6	0	.0%	25	100.0%	0	.0%	0	.0%	25	100.0%
	7-8	0	.0%	13	86.7%	2	13.3%	0	.0%	15	100.0%
Total		1	1.7%	55	93.2%	2	3.4%	1	1.7%	59	100.0%

Fuente: Aplicación de cedula de información de los trabajadores durante 2007

Se puede considerar que no existe una relación directa con los años de antigüedad y con el grado profusión siendo el de mayor presencia la profusión 1/1 en el rango de antigüedad de 4-6 años, hubo dos trabajadores con una antigüedad de 7 a 8 años que presentaron profusión tipo 2/2

3.- Alteraciones Espirométricas:

Cuadro N° 15. Tipos de Patrón Espirométrico y nivel de exposición a partículas.

Patrón Espirometría	N	Exposición (mg/m3) Media	Desv. típ.
Mixto	18	16.0	11.8
Normal	28	25.1	24.8
Obstrucción	8	25.4	27.1
Restricción	5	22.0	38.6
Total	59	22.1	23.2

Fuente: Aplicación de cedula de información de los trabajadores durante 2007

En esta tabla observamos que el patrón espirométrico patológico que predomina es el mixto con 218 casos, seguido por el obstructivo con 8 y el restrictivo con 5; en 28 casos el estudio espirométrico fue normal.

Es importante recordar que en la historia natural de las enfermedades broncopulmonares los patrones espirométricos no son puramente obstructivos o restrictivos, cuando hablamos de patrones mixtos hablamos de evolución en el tiempo, de cronicidad, deterioro de la función y calidad de vida, al observar 18 patrones mixtos en la muestra estudiada concluimos que la enfermedad está avanzando de manera rápida.

Algo muy preocupante es comprobar que la mayoría de la población esta presentando alguna alteración lo cual repercutirá en la salud de los trabajadores en un corto a mediano plazo.

Cuadro N° 16. Tipos de alteración funcional respiratoria.

Grado de alteración	No	Media	Desv. típ.
Importante	6	18.7050	14.40403
Leve	15	16.9127	26.39289
Moderada	10	23.5830	18.01184
Normal	28	25.0771	24.84127
Total	59	22.1002	23.16126

Fuente: Aplicación de cedula de información de los trabajadores durante 2007

Se puede considerar que el grado de alteración leve es el de mayor presencia en el universo de la muestra, lo cual corresponde con la historia natural de la silicosis

Cuadro N° 17. Área de trabajo relacionada al patrón espirométrico

		Patrón Espirometría								Total	
		Mixto		Normal		Obstrucción		Restricción		Mixto	
		N	%	N	%	N	%	N	%	N	%
Área	Almacén	0	.0%	4	66.7%	2	33.3%	0	.0%	6	100.0%
	Báscula	1	100.0%	0	.0%	0	.0%	0	.0%	1	100.0%
	Cantera	0	.0%	1	50.0%	0	.0%	1	50.0%	2	100.0%
	Control de Calidad	0	.0%	0	.0%	1	100.0%	0	.0%	1	100.0%
	Dirección	0	.0%	1	100.0%	0	.0%	0	.0%	1	100.0%
	Envase	5	38.5%	7	53.8%	1	7.7%	0	.0%	13	100.0%
	Instrumentación	1	20.0%	2	40.0%	1	20.0%	1	20.0%	5	100.0%
	Laboratorio	3	75.0%	1	25.0%	0	.0%	0	.0%	4	100.0%
	Manto Eléctrico	1	20.0%	3	60.0%	0	.0%	1	20.0%	5	100.0%
	Manto. mec.	0	.0%	1	50.0%	0	.0%	1	50.0%	2	100.0%
	Oficina técnica	0	.0%	0	.0%	1	100.0%	0	.0%	1	100.0%
	Operación	7	41.2%	7	41.2%	2	11.8%	1	5.9%	17	100.0%
	Servs. Grales.	0	.0%	1	100.0%	0	.0%	0	.0%	1	100.0%
Total	18	30.5%	28	47.5%	8	13.6%	5	8.5%	59	100.0%	

Fuente: Aplicación de cedula de información de los trabajadores durante 2007

Se puede considerar que la distribución no es uniforme entre el tipo de patrón espirométrico y el área de trabajo siendo el de mayor presencia el patrón espirométrico mixto con mayor presencia en el área de operación, se concluye como una observación objetiva teniendo como base el monitoreo ambiental instrumentado, que en el área de operación existe mayor nivel de contaminación ambiental, con la consecuente exposición, desempeñando el pulmón un papel de monitor biológico congruente con los resultados de las mediciones de ingeniería dejando como consecuencia un deterioro de la función pulmonar .

Cuadro N° 18. Nivel del grado de alteración espirométrica relacionada al área de trabajo.

		Grado de alteración								Total	
		Importante		Leve		Moderada		Normal		Importante	
		N	%	N	%	N	%	N	%	N	%
Área	Almacén	0	.0%	1	16.7%	1	16.7%	4	66.7%	6	100.0 %
	Bascula	0	.0%	1	100.0 %	0	.0%	0	.0%	1	100.0 %
	Cantera	0	.0%	1	50.0%	0	.0%	1	50.0%	2	100.0 %
	Control de Calidad	0	.0%	0	.0%	1	100.0 %	0	.0%	1	100.0 %
	Dirección	0	.0%	0	.0%	0	.0%	1	100.0 %	1	100.0 %
	Envase	3	23.1%	0	.0%	3	23.1%	7	53.8%	13	100.0 %
	Instrumentación	0	.0%	3	60.0%	0	.0%	2	40.0%	5	100.0 %
	Laboratorio	1	25.0%	1	25.0%	1	25.0%	1	25.0%	4	100.0 %
	Manto Elec.	0	.0%	2	40.0%	0	.0%	3	60.0%	5	100.0 %
	Manto mec.	0	.0%	1	50.0%	0	.0%	1	50.0%	2	100.0 %
	Oficina técnica	1	100.0 %	0	.0%	0	.0%	0	.0%	1	100.0 %
	Operación	1	5.9%	5	29.4%	4	23.5%	7	41.2%	17	100.0 %
Servs. Grales.	0	.0%	0	.0%	0	.0%	1	100.0 %	1	100.0 %	
Total		6	10.2%	15	25.4%	10	16.9%	28	47.5%	59	100.0 %

Fuente: Aplicación de cedula de información de los trabajadores durante 2007

Se puede considerar que el grado de alteración espirométrica mas común es la leve en el área de operación, las alteraciones moderadas e importantes están principalmente en las áreas de envase, laboratorio, y un caso raro presentándose en el área del corporativo de la oficina técnica.

Cuadro Nº 19. Alteración a nivel de las vías respiratorias relacionadas con el área de trabajo

		Nivel/Vías						Total	
		Centrales		Centrales/Periféricas		Normal			
		N	%	N	%	N	%	N	%
Área	Almacén	0	.0%	2	33.3%	4	66.7%	6	100.0%
	Báscula	1	100.0%	0	.0%	0	.0%	1	100.0%
	Cantera	0	.0%	0	.0%	2	100.0%	2	100.0%
	Control de Calidad	0	.0%	1	100.0%	0	.0%	1	100.0%
	Dirección	0	.0%	0	.0%	1	100.0%	1	100.0%
	Envase	0	.0%	6	46.2%	7	53.8%	13	100.0%
	Instruyentación	0	.0%	2	40.0%	3	60.0%	5	100.0%
	Laboratorio	1	25.0%	2	50.0%	1	25.0%	4	100.0%
	Manto Elec.	1	20.0%	0	.0%	4	80.0%	5	100.0%
	Manto mec.	0	.0%	0	.0%	2	100.0%	2	100.0%
	Oficina técnica	0	.0%	1	100.0%	0	.0%	1	100.0%
	Operación	4	23.5%	5	29.4%	8	47.1%	17	100.0%
	Servs. Grales.	0	.0%	0	.0%	1	100.0%	1	100.0%
Total	7	11.9%	19	32.2%	33	55.9%	59	100.0%	

Fuente: Aplicación de cedula de información de los trabajadores durante 2007

Se puede considerar que la distribución entre las aéreas y el nivel de vías se distribuyen de manera uniforme siendo el área de operación la que muestra mayor presencia de lesión a nivel central –periférico y a nivel central. Sería muy importante checar por medio de monitoreo ambiental la concentración de polvos inorgánicos por metro cubico de aire y analizar detenidamente el procesos de producción con objeto de detectar las fuentes de emisión contaminante.

Cuadro No 20. Años de antigüedad relacionada al grado de alteración espirométrica.

		Grado de alteración								Total	
		Importante		Leve		Moderada		Normal		Importante	
		N	%	N	%	N	%	N	%	N	%
AÑOS	1-3	2	10.5%	6	31.6%	1	5.3%	10	52.6%	19	100.0%
	4-6	1	4.0%	7	28.0%	5	20.0%	12	48.0%	25	100.0%
	7-8	3	20.0%	2	13.3%	4	26.7%	6	40.0%	15	100.0%
Total		6	10.2%	15	25.4%	10	16.9%	28	47.5%	59	100.0%

Fuente: Aplicación de cedula de información de los trabajadores durante 2007

Se puede considerar que no existe una relación directa con los años de antigüedad y con el grado de alteración espirométrica siendo el de mayor presencia el grado de alteración leve en el rango de antigüedad de 4-6 años, esta observación refuerza lo anteriormente descrito en el cuadro previo ya que sabemos que el periodo de exposición para adquirir silicosis es de 10 a 20 años y en la muestra estudiada observamos que 15 trabajadores tienen un grado de alteración leve con un tiempo de exposición de 4 a 6 años lo cual sugiere una exposición previa a su ingreso a la planta, o susceptibilidad personal.

Cuadro Nº 21. Años de antigüedad relacionada al patrón espirométrico.

		Patrón Espirometría								Total	
		Mixto		Normal		Obstrucción		Restricción			
		N	%	N	%	N	%	N	%	N	%
AÑOS	1-3	6	31.6%	10	52.6%	2	10.5%	1	5.3%	19	100.0%
	4-6	8	32.0%	12	48.0%	3	12.0%	2	8.0%	25	100.0%
	7-8	4	26.7%	6	40.0%	3	20.0%	2	13.3%	15	100.0%
Total		18	30.5%	28	47.5%	8	13.6%	5	8.5%	59	100.0%

Fuente: Aplicación de cedula de información de los trabajadores durante 2007

Se puede considerar que el patrón espirométrico de mayor presencia es el patrón mixto en el rango de antigüedad de 4-6 años, en los trabajadores con mas antigüedad hay un porcentaje importante de patrón mixto y el que es más grave el de tipo restrictivo con un 13.3%. Es importante mencionar que hay algunos trabajadores que tienen experiencia previa en otras cementeras y esta solo es la antigüedad en la estudiada.

Cuadro No 22. Años de antigüedad en relación con el daño a nivel de vías aéreas

		Nivel/Vías						Total	
		Centrales		Centrales/Periféricas		Normal			
		N	%	N	%	N	%		
Antigüedad	1-3	4	21.1%	4	21.1%	11	57.9%	19	100.0%
	4-6	3	12.0%	8	32.0%	14	56.0%	25	100.0%
	7-8	0	.0%	7	46.7%	8	53.3%	15	100.0%
Total		7	11.9%	19	32.2%	33	55.9%	59	100.0%

Fuente: Aplicación de cedula de información de los trabajadores durante 2007

Se pueden considerar que hay una relación directa con los años de antigüedad con el daño a nivel de vía respiratorias siendo a mayor antigüedad mayor daño a nivel central/periférico.

Cuadro Nº 23. Relación de empleados por departamento que se les detecto Patología Broncopulmonar

Departamento	Patología	No	%
Mantenimiento Mecánico	EPV	1	1.69%
Mantenimiento Eléctrico	EPV	3	5.07%
Servicios Generales	-----	0	0
Control de Calidad	BC	1	1.69%
Oficina Técnica	HRB	1	1.69%
Laboratorio	EPV	2	3.38%
	BC	1	1.69%
Instrumentación	EPV	2	3.38%
	HRB	1	1.69%
Envase	PD	1	1.69%
	BC	2	3.38%
	EPV	3	5.07%
Báscula	EPV	1	1.69%
Almacén	HRB	2	3.38%
Canteras	EPV	1	1.69%
Operación	EPV	6	10.14%
	BC	1	1.69%
	HRB	2	3.38%
Dirección	-----		0
Total		31	52.39%
EPV: Enfermedad de la pequeña vía BC: Bronquitis Crónica HRB: Hiperreactividad Bronquial PD: Parálisis Diafragmática			

Fuente: Bitácora de espirometrías de la Cementera

Por departamento se detecto que en el área de Mantenimiento Mecánico 1 trabajador presento EPV (1.69%); de Mantenimiento Eléctrico 3 presentaron EPV (5.07 %), Control de calidad 1 con BC (1.69%); Oficina técnica 1 con HRB (1.69%); Laboratorio 2 con EPV (3.3.8%), 1 con HRB (1.69%), Instrumentación 2 presentaron EPV (3.38%), 1 BC (1.69%), Envase PD 1 (1.69%), BC 2 (3.38%), EPV 3 (5.07%), Báscula 1 con EPV (1.69%); Almacén 2 con HRB (3.38%); Canteras con EPV 1 (1.69%); Operación 6 con EPV (10.14%), 1 con BC (1.69%), 2 con HRB (3.38%). En resumen podemos darnos cuenta que 31 empleados del total de la muestra presenta una patología broncopulmonar (52.39 %).

4.- Alteraciones Radiográficas y Espirométricas:

Cuadro Nº 24. Distribución de las características de profusión y patrones espirométricos encontrados.

		Patrón Espirometría								Total	
		Mixto		Normal		Obstrucción		Restricción			
		N	%	N	%	N	%	N	%	N	%
Profusión	0/0	0	0%	1	100.0%	0	0%	0	0%	1	100.0%
	1/1	16	29.1%	27	49.1%	8	14.5%	4	7.3%	55	100.0%
	2/2	2	100.0%	0	0%	0	0%	0	0%	2	100.0%
	1/0	0	0%	0	0%	0	0%	1	100.0%	1	100.0%
Total		18	30.5%	28	47.5%	8	13.6%	5	8.5%	59	100.0%

Fuente: Aplicación de cedula de información de los trabajadores durante 2007

Analizando el cuadro observamos que 23 trabajadores presentan daño pulmonar parenquimatoso (18 mixtos y 5 restrictivos) y 26 trabajadores presentan un patrón obstructivo de daño referido a las vías aéreas (18 mixtos y 8 obstructivos). Estos datos son alarmantes desde el punto de vista de la historia natural de la neumoconiosis ya que los 23 trabajadores con daño parenquimatoso demostrado por las alteraciones de la mecánica ventilatoria (espirometría, imágenes radiológicas y antecedentes de la exposición) pudieran tener una evolución a la muerte de 2 a 5 años por fibrosis pulmonar.

Cuadro Nº 25. Distribución de niveles de perfusión y vías anatómicas estudiadas.

		Nivel/Vías						Total	
		Centrales		Centrales/Periféricas		Normal			
		N	%	N	%	N	%		
Profusión	0/0	0	0%	0	0%	1	100.0%	1	100.0%
	1/1	7	12.7%	17	30.9%	31	56.4%	55	100.0%
	2/2	0	0%	2	100.0%	0	0%	2	100.0%
	1/0	0	0%	0	0%	1	100.0%	1	100.0%
Total		7	11.9%	19	32.2%	33	55.9%	59	100.0%

Fuente: Aplicación de cedula de información de los trabajadores durante 2007

Se observa en esta tabla que las vías aéreas centrales y centrales/periféricas abarcan el 44 %, lo cual establece el diagnóstico nosológico de silicosis, preocupándonos las alteraciones del índice ventilación perfusión y la evolución a la insuficiencia respiratoria simple como resultado de la evolución de la enfermedad. Existe una relación directa entre el grado de perfusión media 1/1 que es la más frecuente observada en el estudio y que concuerda con lo reportado en otros estudios de la literatura con alteraciones funcionales existentes en los sujetos estudiados.

Cuadro N° 26. Identificación de grado de alteración funcional y nivel de profusión.

		Grado de alteración espirométrica								Total	
		Grave		Leve		Moderada		Normal			
		N	%	N	%	N	%	N	%	N	%
Profusión	0/0	0	.0%	0	.0%	0	.0%	1	100.0%	1	100.0%
	1/1	4	7.3%	14	25.5%	10	18.2%	27	49.1%	55	100.0%
	2/2	2	100.0%	0	.0%	0	.0%	0	.0%	2	100.0%
	1/0	0	.0%	1	100.0%	0	.0%	0	.0%	1	100.0%
Total		6	10.2%	15	25.4%	10	16.9%	28	47.5%	59	100.0%

Fuente: Aplicación de cédula de información de los trabajadores durante 2007

En esta tabla se observa que 31 trabajadores (55%) se encuentran enfermos de los cuales 6 trabajadores (10.7%) tienen alteraciones de tipo grave con un pronóstico y calidad de vida a corto plazo de 5 años aproximadamente. En los 27 casos con opacidades 1/1 reportados mecánicamente normales, es debido a que en la neumoconiosis en etapas incipientes no hay alteraciones de la mecánica ventilatoria y la relación esta dada por ser el grado de profusión mas frecuentemente observado en estas etapas.

5.- Niveles de Exposición a polvos:

Cuadro N° 27. CONCENTRACION DE POLVOS A LOS QUE ESTÁN EXPUESTOS LOS TRABAJADORES EN LAS DIVERSAS AREAS DE LA CEMENTERA.

Área	Puesto dentro del área	Concentración (mg/m ³)	LMPE-PPT NOM-010-STPS-1999 (mg/m ³)
<i>Cantera</i>	Perforadora 1	7.98	10
	Perforadora 2	89.67	10
	Juncle	1.05	10
	Túnel de cantera 1	3.94	10
	Túnel de cantera 2	0.93	10
	Caseta de control	0	10
	Trituradora	15.19	10
<i>Materia prima</i>	Quebradoras	0.84	10
	Almacén de MP 1	17.08	10
	Almacén de MP 2	65.90	10
	Gamametric	18.17	10
<i>Almacén</i>	Envasadora 1	3.4	10
	Envasadora 2	30.56	10
	Envasadora 6	25.45	10
	Paletizadora 1	0.21	10
	Paletizadora 2	7.37	10
	Paletizadora 6	2.99	10
	Silo a granel	2.17	10
	Montacarguista 1	0.08	10
	Montacarguista 2	0.72	10
	Montacarguista 3	0.62	10
<i>Mantenimiento</i>		46.89	10

Fuente: Muestras del medio ambiente de la cantera realizados en 2004.

Al establecer el medio ambiente laboral con respecto a la cantidad de los agentes contaminantes y el personal expuesto, se determinó, de acuerdo a lo establecido en la Norma Oficial Mexicana NOM-010-STPS-1999, existen áreas con mayor riesgo de exposición, entre las cuales están la perforadora 2, el almacén 2, el área de mantenimiento y las envasadoras; cómo podemos ver en esta tabla.

8. DISCUSIÓN

Los resultados obtenidos en el presente estudio, muestran que de los 59 trabajadores encargados de la producción en la empresa cementera, 58 presentan Silicosis (98%) ya que cumplen con el estándar de oro para establecer el diagnóstico de esta enfermedad que es exposición comprobada al agente y alteraciones radiográficas compatibles con las encontradas en el código de la Clasificación Internacional de Radiografías de Neumoconiosis de la OIT, 2000.

También se encontramos en los resultados que influye la antigüedad en el puesto y el tipo de puesto de trabajo como serían las áreas de envasado y operación para poder adquirir una enfermedad broncopulmonar del tipo de la Silicosis y en las etapas tempranas una Bronquitis "Industrial" caracterizada por alteración de los flujos en las vías aéreas centrales, periféricas o en ambas.

Cuando utilizamos 3 parámetros e incluimos los resultados del estudio espirométrico encontramos que 52.4 % de los casos que corresponden a 31 trabajadores presentan un alteraciones funcionales respiratorias mixtas, restrictivas y obstructivas en vías aéreas centrales y periféricas y el 47.3 % se encuentra sano es decir 28 trabajadores. La afectación a la salud de esta población seleccionada se ve representada por 4 tipos de Enfermedades Bronquiales o relacionadas:

- a) Enfermedad de la pequeña vía aérea
- b) Hiperreactividad Bronquial
- c) Bronquitis Crónica
- d) Parálisis diafragmática

También comprobamos que como menciona la literatura mundial de la silicosis, que no existe correlación en las etapas tempranas entre las alteraciones radiográficas encontradas y las alteraciones que se presenten en las pruebas de función pulmonar.

La exposición repetida y prolongada en el trabajo de la industria cementera a polvos de sílice, puede provocar un conjunto de enfermedades Broncopulmonares, cuyos efectos son permanentes e irreversibles y suponen un mayor riesgo para el desarrollo de enfermedades laborales pulmonares que otras industrias.

Lo que nos hace pensar que se debe implementar un Programa de Higiene Industrial para disminuir la magnitud de la exposición a polvos de sílice y silicatos y desde el punto de vista médico efectuar vigilancia epidemiológica de todos los trabajadores de la empresa del área de producción cada 6 meses para evitar que estas enfermedades progresen.

Por lo que se cumple el objetivo general que fue el de asociar la exposición a los polvos inorgánicos y desarrollo de silicosis en trabajadores de una cementera.

También se cumplen los objetivos específicos que fueron:

1. Determinar el estado de salud en el que se encuentran los trabajadores de una cementera.
2. Identificar cuáles son los puestos en los que los empleados son más vulnerables a desarrollar una enfermedad broncopulmonar.
3. Identificar las patologías broncopulmonares que han desarrollado los empleados de la cementera

9. CONCLUSIONES

Se concluye que exclusivamente desde el punto de vista radiográfico 58 trabajadores (98%) presentan silicosis y 1 (2%) es sano.

Utilizando en conjunto los resultados del estudio radiográfico y del espirométrico 23 trabajadores (39%), los que presentan patrón mixto y restrictivo presentan silicosis; 8 casos (13.5%) los que presentan patrón obstructivo han desarrollado bronquitis crónica, enfermedad de la pequeña vía e hiperreactividad bronquial y 28 trabajadores no presentan alteraciones funcionales respiratorias ya que su espirometría es normal.

También se concluye que es importante la antigüedad en la empresa, porque los trabajadores con mayor antigüedad presentan mayores alteraciones y se pudo determinar que los puestos de mantenimiento, envasado y que presentan mayor peligrosidad por la magnitud de la exposición a polvos de sílice fueron los de almacén, mantenimiento y envasado 2 y 6.

Finalmente, se recomienda establecer un Programa de Seguridad e Higiene en la empresa con cronograma anexo y vigilar estrechamente su cumplimiento con medidas como serían colocar sistemas de captura de polvos, sistemas de ventilación e inyección de aire, mejorar el tipo de equipo de protección personal que utilizan los trabajadores en las áreas más críticas, una mejor y continua capacitación, tanto laboral como de riesgos de esta industria y evaluar y monitorear de manera continua la magnitud de los polvos de sílice que contaminan el ambiente laboral para tomar medidas de tipo administrativo tendientes a disminuir al mínimo la magnitud de la exposición de los trabajadores a los polvos inorgánicos.

Otros aspectos a recomendar es continuar con los Exámenes médicos de ingreso, periódicos y de retiro para detectar oportunamente Enfermedades Broncopulmonares en fases iniciales o en el estadio que se encuentren, evitar su progresión y tratarlas lo más oportunamente posible o referirlos al médico especialista correspondiente, hay que seguir la evolución de los pacientes que salieron con patologías para evitar su progresión.

10. BIBLIOGRAFÍA.

1. Bottai M; Cini A; Talini D; Dini F; Berti S; Vincentini M; Cosentino E; Taddeo D. Silica risk in construction industry: an investigation on raw materials. *G Ital Med Lav Ergon*;29(3 Suppl):738-9, 2007 Jul-Sep.
2. Monechi G; Fiumalbi C; De Monte MR; Della Scala S; Citroni A; Paolini R; Giannelli M; Melanil C; Barchielli A; Pistolesi P; Bernetti E; Paghi M; Valerio M; Sagramoni; Guerri M; Cannarozzo G; Canocchi A. [Investigation on health status of silica exposed workers in [quot]cotto Fiorentino[quot] companies]. *G Ital Med Lav Ergon*;29(3 Suppl):736-7, 2007 Jul-Sep.
3. Gambelunghe A; Antognelli C; Del Buono C; Piccinini R; Ugolini B; dell'Omo M; Murgia N; Talesa VN; Muzi G. Crystalline silica can induce oxidative stress by inhibiting glyoxalase system in bronchial epithelial cells. *G Ital Med Lav Ergon*;29(3 Suppl):397-9, 2007 Jul-Sep.
4. Coggiola M; Baracco A; Perrelli F; Bosio D; Gullino A; Pira E. The role of occupational physician in the application of the 2006 [quot]agreement on workers' health protection through the good handling and use of crystalline silica and products containing it[quot]: the experience in mining sector]. *G Ital Med Lav Ergon*;29(3 Suppl):395-7, 2007 Jul-Sep.
5. Cavariani F; Carneiro AP; Leonori R; Bedini L; Quercia A; Forastiere F. Silica in ceramic industry: exposition and pulmonary diseases. *G Ital Med Lav Ergon*;27(3):300-2, 2005 Jul-Sep.
6. Moulin P; Lehucher-Michel MP. Wegener's disease and exposure to silica. Study of the physiopathological mechanisms. *Presse Med*;33(19 Pt 1):1349-51, 2004 Nov.
7. Carta P; Aru G; Billai B; Cadeddu C; Manca P. Silica, silicosis, and lung cancer: analysis of the literature and mortality studies of minor workers in Sardinia. *G Ital Med Lav Ergon*;25(3):387-92, 2003 Jul-Sep.
8. Di Lorenzo L; Cassano F. Dose-response curve in the study of the effects of exposure to crystalline silica. *G Ital Med Lav Ergon*;25(3):384-6, 2003 Jul-Sep.
9. Cox-Ganser JM; Burchfiel CM; Fekedulegn D; Andrew ME; Ducatman B. Silicosis in lymph nodes: the canary in the miner?. *J Occup Environ Med*;51(2):164-9, 2009 Feb.
10. Erren TC; 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*;82(8):997-1004, 2009 Aug.

11. Danila E; Sileikiene V; Nargela R; Zurauskas E; Loskutoviene G. Different course of silicosis in four brothers of one family. *Int J Occup Med Environ Health*;22(1):51-7, 2009
12. Barboza CE; Winter DH; Seiscento M; Santos Ude P; Terra Filho M . Tuberculosis and silicosis: epidemiology, diagnosis and chemoprophylaxis. *J Bras Pneumol*;34(11):959-66, 2008
Nov.
13. LIDO, Alessandro Vito et al. Occupational exposure and occurrence of pneumoconioses in Campinas, Brazil, 1978-2003. *J. bras. pneumol.* [Online]. 2008, vol.34, n.6, pp. 367-372.
14. Ferreira, Ângela Santos et al. De fibrosis masiva progresiva en trabajadores expuestos al silicio: resultados de alta resolución de la tomografía computarizada. *J. bras. Pneumol.* [en línea]. 2006, vol.32, n. 6, pp. 523-528.
15. Parada C, María Teresa et al. Silicosis y trasplante pulmonar. *Rev. Chil. Enferm. Respir.* [Online]. 2007, vol.23, n.2, pp. 99-105.
16. Esteban, Alfredo; Aidar, Omar; Labbate, Antonio. Las Silicosis Aceleradas. *Rev. Asoc. Méd. Argent*; 117(4):22-32, dic. 2004.
17. Pinto, Ana Lucia de Araújo. Spirometric evaluation of employees silicosis patients seen at University Hospital Antônio Pedro. Niterói; UFF; 2001
18. Soto-de la Fuente, Andrés Eduardo. Bronquitis industrial en trabajadores expuestos a hidroalcoholes. *Rev. Med. Inst. Mex. Seguro Social*; 2007.
19. Fergusso GT, Enright PL, Buist S. office spirometry for lung health sensus Statement from the National Lung Health Education Program. *Chest* 2000
20. Espinoza R. Parada M.T., Mascaró J., Hozapfel L. y Morales A. Silicosis Pulmonar Aguda: A propósito de dos casos. *Revista Chilena de Enfermedades Respiratorias (versión On-line)* Vol. 18; 2002.
21. Gutiérrez C, Mónica; Beroiza W, Teresa; Borzone T. Espirometría: Manuel de procedimientos. *Revista Chilena de Enfermedades Respiratorias (Versión On-line)* Vol. 23 No. 1, 2007
22. Gómez Mena, Carolina. En al, 37% de los mineros sufre silicosis. Periódico “La Jornada”; feb.26. 2006.
23. Secretaría de Salud. Programa Nacional de Salud 2001-2006. Protección Contra Riesgos Sanitarios. Pp2-4

24. Comisión de Salud Pública; Consejo Interterritorial del Sistema Nacional de Salud. Silicosis y otras Neumoconiosis. Ministerio de Sanidad y Consumo. 2001
25. Ramazzini Bernardini, Araujo Álvarez Juan Manuel. Las enfermedades de los trabajadores: de morbis artificum diatriba. UAM Xochimilco, 2000
26. Maldonado Torres Luis, Méndez Vargas María Martha. Enfermedades Broncopulmonares de trabajo: Contaminación del medio o ambiente del sitio de labor. Auroch, 1999.
27. Rivero Serrano, Octavio; Navarro Reynoso Francisco Pascual. Neumología. Trillas 4ª. Edic. 2006.
28. Weinberger, Steven E. Neumología. Interamericana/ Mc Graw Hill, 2da. Edición.1994.
29. Des Jardins, Terry R. Traducido: Balderrama Encinas Francisco. Enfermedades Respiratorias: Manifestaciones Clínicas. El Manual Moderno. 1993.
30. Martí Mercadal, J.A. Medicina Interna. Masson, 2da Edición.1993.
31. Gil Hernández, Fernando. Tratado de Medicina del Trabajo. Elsevier, España; 2007.
32. Piedrola Gil, Gonzalo. Medicina Preventiva y Salud Pública. Elsevier, España; Décima edición. 2007.
33. Montoya Melgar, Alfredo; Pizá Granados Jaime. Curso de Seguridad y Salud en el Trabajo Ciencias Jurídicas. Editorial Ramón Areces,2004.
34. Cortés Díaz, José María. Técnicas de prevención de riesgos 9ª. Edición. Editorial Tebar. 2007.
35. Chinchilla Sibaja, Ryan. Salud y Seguridad en el Trabajo. EUNED, 2002.
36. Gurney, Jud W. Los 100 diagnósticos principales en tórax serie pocket de radiología. Radiología clínica. Elsevier, España; 2004.
37. Housset, Bruno. Neumología. Elsevier, España; 2004.
38. Repetto, Manuel. Toxicología Fundamental. Ediciones Díaz de Santos; Tercera edición. 1997
39. Battaller, Ramón; Balaguer Martínez, José V. Toxicología Clínica Volumen 76. Universitat Valencia, 2004.

40. Kumar Binay, Abbas Abul. Patología Estructural y Funcional: Robbins y Cotran.+CD ROM, Elsevier España, 2008 Septima edición, 2005.
41. Harrison. Principios de Medicina Interna. 17 a. Edición, / Mc Graw Hill (On line), 2008
42. Muller, Nestor. Diagnostico Radiológico de las diferentes enfermedades del torax. Edit. Elsevier Madrid, 2004
43. Sthephen, Richard Albert. Bronquitis crónica Tratado de neumología. Edit. Harcourt, USA 2004
44. Moreno Bolton, Rodrigo. Hiperreactividad Bronquial. Boletín Esc. De Medicina, P. Universidad Católica de Chile, 1995
45. Bohórquez López A; Salud en el Trabajo. Conferencia Interamericana de Seguridad Social. México. Enero 2000
46. Miller Tyler;Ciencia Ambiental. Thomson 5 Ed. 2002.
- 47..Hogg Tc,Chu F,Utopkaparch S. The Nature of Small –Airway Obstruction in Chronic Obstructive Pulmonary Disease. New England Journal of Medicine 350 (26):2645-2653 Jun 2004
- 48.Wolfgang Griem, Griem-Klee Susanne .Geologia General. Edit.Mc Graw Hill USA 2000