

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA
“ANTONIO NARRO”
UNIDAD LAGUNA
DIVISIÓN DE CARRERAS AGRONÓMICAS



**AGENTES QUÍMICOS CONTAMINANTES DEL AMBIENTE LABORAL QUE
AFECTAN AL SISTEMA RESPIRATORIO DE LOS TRABAJADORES.**

POR:

EDGAR MUÑIZ SAUCEDO

MONOGRAFIA

**PRESENTADA COMO REQUISITO PARCIAL PARA OBTENER EL TITULO DE:
INGENIERO EN PROCESOS AMBIENTALES**

TORREON, COAHUILA.

DICIEMBRE DEL 2011

“UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA ANTONIO NARRO”

UNIDAD LAGUNA

DIVISIÓN DE CARRERAS AGRONÓMICAS

AGENTES QUÍMICOS CONTAMINANTES DEL AMBIENTE LABORAL QUE AFECTAN
AL SISTEMA RESPIRATORIO DE LOS TRABAJADORES

MONOGRAFIA QUE PRESENTA PARA OBTENER EL TITULO DE

INGENIERO EN PROCESOS AMBIENTALES

EDGAR MUÑOZ SAUCEDO

APROBADA POR EL H. CUERPO DE ASESORES

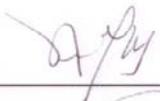
ING. JOEL LIMONES AVITIA

ASESOR PRINCIPAL



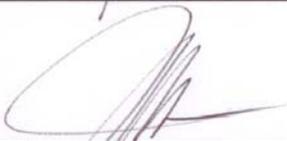
MC. NORMA LETICIA ORTIZ GUERRERO

ASESOR



MC. JOSE LUIS RIOS GONZALEZ

ASESOR



ING. RUBI MUÑOZ SOTO

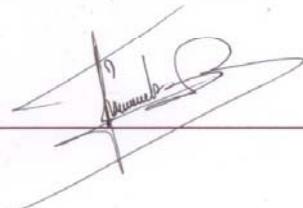
ASESOR SUPLENTE



DR. FRANCISCO JAVIER SANCHEZ RAMOS

COORDINADOR DE LA DIVISION

DE CARRERAS AGRONOMICAS



TORREON, COAHUILA

DICIEMBRE DE 2011

MONOGRAFÍA QUE SE SOMETE A CONSIDERACION DEL H. JURADO
EXAMINADOR COMO REQUISITO PARCIAL PARA OBTENER EL TÍTULO

DE:

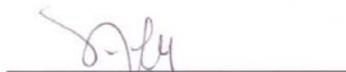
INGENIERO EN PROCESOS AMBIENTALES

APROBADA POR:

ING. JOEL LIMONES AVITIA
PRESIDENTE DEL JURADO



MC. NORMA LETICIA ORTIZ GUERRERO
VOCAL



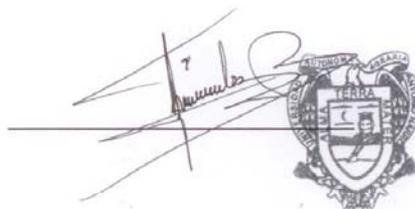
MC. JOSE LUIS RIOS GONZALEZ
VOCAL



ING. RUBI MUÑOZ SOTO
VOCAL SUPLENTE



DR. FRANCISCO JAVIER SANCHEZ RAMOS
COORDINADOR DE LA DIVISIÓN
DE CARRERAS AGRONÓMICAS




Coordinación de la División de
Carreras Agronómicas

TORREÓN, COAHUILA

DICIEMBRE DE 2011

Agradecimientos

A mi ALMA MATER por todas las facilidades y oportunidades que me brindo durante mi estadía en esta institución y haberme otorgado la oportunidad de ser parte de una de las tantas generaciones que culminan satisfactoriamente sus estudios profesionales.

Al Dr. José Luis Reyes Carrillo, por ser una gran persona y amigo, por enseñarme los valores esenciales que hay que tener presente como persona y profesionista y sobre todo por ser parte importante durante mi formación como estudiante ya que ha contribuido con este trabajo final para culminar mi preparación académica y ser el presidente del jurado.

Al Ing. Joel Limones Avitia, por ser un gran amigo y sobre todo un buen profesor, por apoyarme en los momentos difíciles durante mi trayectoria universitaria. Y por ser un gran asesor ya que forma parte de este trabajo.

Al MC. José Luis Rios Gonzalez por ser un gran profesor y buena persona y ser parte del jurado ya que contribuye un gran papel dentro de esta misma.

A la MC. Norma Leticia Ortiz Guerrero por ser parte del jurado y ser una gran persona.

A todos ustedes y aquellas personas que de manera voluntaria han contribuido a mi formación profesional, les doy las gracias de todo corazón y que Dios los bendiga.

Dedicatoria

Primeramente este trabajo se lo quiero dedicar a Dios, por iluminar mi camino y darme todos los conocimientos necesarios para lograr terminar mi carrera universitaria y poder cumplir mis sueños.

Este trabajo es para mis padres a quien admiro y amo mucho Mario Muñiz Valades y Ma. Elena Saucedo Gómez, porque me han apoyado durante toda mi carrera estudiantil, que han estado conmigo en las buenas y en las malas, y hacer de mi una persona de buenos valores y a los cuales les tengo mucho respeto.

A mis hermanos Mario y Mariela que también me apoyaron y siempre estuvieron conmigo en los momentos difíciles, les doy gracias por ser mis hermanos. También a mi cuñada Ana Cecilia por apoyarme en todo momento.

A dos grandiosas personitas, mis sobrinos Andrés y Regina, porque cada día me regalan una sonrisa y me dan fuerzas para poder seguir adelante.

Y a todos mis compañeros de grupo, que a pesar de algunos malentendidos que tuvimos durante toda la carrera supe valorarlos y entenderlos, aun así los aprecio y estimo mucho, porque he aprendido de ellos. Por vivir momentos agradables que nunca voy a olvidar, gracias a todos ellos.

Contenido

Agradecimientos	i
Dedicatoria	ii
RESUMEN	iv
I.- INTRODUCCION.....	1
II.- OBJETIVO.....	2
2.1.- Objetivo general.....	2
2.2.- Objetivo específico.	2
III.- Revisión de literatura.....	3
3.1.- La higiene industrial.....	3
3.2.- Forma de Penetración de los Agentes Nocivos.....	4
3.2.1.- Inhalación.....	4
3.2.2.- Peligros respiratorios.	4
3.3.- Anatomía y fisiología del sistema respiratorio.	5
3.3.1.- El sistema respiratorio	5
3.3.2.- Aspectos estructurales del sistema respiratorio.....	7
3.3.3.- Cavidad Nasal.....	11
3.3.4.- ESÓFAGO.....	11
3.3.5.- Pulmones	12
3.3.6.- Bronquios	12
3.4.- Límites del sistema pulmonar:.....	13
3.4.1.- Reservorio:.....	13
3.4.2.- Redes de Comunicación:.....	14
3.5.- Contaminantes del ambiente laboral.....	14
3.5.1.- EFECTO DE LOS POLVOS QUE AFECTAN AL SISTEMA RESPIRATORIO	19
3.5.2.- Disolventes orgánicos.....	23
3.5.3.- Efectos de los disolventes orgánicos en el sistema respiratorio.	25
A continuación se muestra un panorama de las aplicaciones de los alcoholes más importantes:.....	25
3.5.4.- Efectos de las acetonas.....	27
3.5.5.- Efectos de los hidrocarburos halogenados.	29
3.5.6.- Plomo	31
IV.- Conclusión.....	34

RESUMEN

El presente trabajo se realizó con la finalidad de conformar un diagnóstico sobre los aspectos cualitativos y cuantitativos de las investigaciones que se han publicado en México, en relación al impacto en la salud por la exposición a sustancias químicas peligrosas en los centros de trabajo.

La salud y la seguridad de las personas son fundamentales para una vida plena y, por ende para su mejor desempeño en diferentes aspectos y ámbitos como el: personal, familiar, laboral y social. Este trabajo hace referencia de los distintos tipos de sustancias químicas peligrosas, a las que se encuentran expuestos los trabajadores en el ejercicio o con motivo de su trabajo y, los cuales con el paso del tiempo van afectando la salud de estos, así como el desarrollo enfermedades.

Con el presente énfasis, puesto en el control de los peligros ambientales para la salud, es importante comprender con claridad los deberes, alcances, funciones y responsabilidades de la higiene industrial.

La higiene industrial nos ayuda a reconocer, evaluar y controlar los peligros para la salud en el ambiente laboral industrial, particularmente los agentes químicos y físicos que pueden producir efectos nocivos en la salud de las personas.

Los trabajadores tienen derecho a estar protegidos contra todos los riesgos laborales, incluidos los agentes contaminantes del medio ambiente laboral.

PALABRAS CLAVES: aspectos cualitativos y cuantitativos, impacto en la salud, sector laboral, higiene industrial, agente contaminante, agentes físicos, agentes químicos.

I.- INTRODUCCION

Los factores de riesgo presentes en el lugar de trabajo son causa frecuente de morbilidad y mortalidad en la población. Se ha calculado que el 16% de los procesos atendidos en centros de Atención Primaria de Salud, están probablemente relacionados con las condiciones de trabajo. La mortalidad por enfermedades laborales es un valioso indicador del estado de la salud laboral en un país (García *et al* 2007).

Las sustancias químicas que se emplean en el comercio y producción, además de los beneficios que se brindan por su uso y ser generadoras de empleos e ingresos, pueden ocasionar riesgos en el ambiente laboral o en el hombre. La exposición, generalmente ocupacional, puede ocurrir por la inhalación o el contacto con los ojos o la piel. En caso de exposición aguda, el contacto puede ocasionar irritación de piel y ojos; el efecto lacrimógeno es importante. La inhalación puede ocasionar irritación de garganta, nasal o pulmonar, con tos y dificultad respiratoria (Ávila *et al* 2005).

De las sustancias químicas registradas que presentan efectos toxicológicos 350 son cancerígenas y 3000 son alérgenos declarados. Continuamente se introducen nuevas sustancias de toxicidad mal conocida por la insuficiente información científica en relación con la posibilidad de efectos nocivos sobre el medio ambiente y a la salud a medio y largo plazo (Calera *et al* 2007).

En la actualidad, la utilización de agentes químicos peligrosos (AQP) se ha extendido a numerosas ramas de actividad, de modo que los riesgos asociados se encuentran en la mayoría de los centros de trabajo (industrias, explotaciones agrarias, talleres, plantas químicas, etc.). A fin de proteger la salud de los trabajadores contra los AQP, la Norma Oficial Mexicana NOM-010-STPS-1993, establece las condiciones de seguridad e higiene en los centros de trabajo donde se producen, almacenan o manejan sustancias químicas capaces de generar contaminación en el medio ambiente laboral (STPS, NOM-010,1993).

II.- OBJETIVO.

2.1.- Objetivo general.

Conocer los riesgos a que están expuestos los trabajadores en los centros laborales por la exposición a sustancias químicas peligrosas, durante su manejo, transporte, almacenamiento y uso en procesos, con motivo o desarrollo de las actividades cotidianas.

2.2.- Objetivo específico.

Explicar los daños a la salud, específicamente al sistema respiratorio, de los trabajadores expuestos a sustancias químicas peligrosas, más comúnmente empleadas en diferentes procesos industriales, comerciales o de servicios.

III.- Revisión de literatura.

3.1.- La higiene industrial.

La necesidad de controlar la exposición a un número rápidamente creciente de productos químicos y otros agentes peligrosos y de cumplir con las reglamentaciones de la dependencias encargadas de protección a la salud de los trabajadores, Secretaria del Trabajo y Previsión Social (STPS) y Secretaria de Salubridad y Asistencia (SSA), ha determinado una demanda de personal encargado de la protección a la salud y seguridad de los trabajadores (Berry *et al*, C.I.A.S. 1977).

Quienes ejercen la higiene industrial trabajan en equipo, así el médico, la enfermera y el higienista industrial están muy acostumbrados a trabajar en colaboración. El encarar los problemas en equipo, empleando el conocimiento y las habilidades de todos estos profesionistas, aumenta le efectividad de los programas destinados a prevenir las enfermedades y lesiones ocupacionales y ayuda a anticiparse a futuros requerimientos (Berry *et al*, C.I.A.S. 1977).

La higiene industrial es aquella ciencia y arte dedicada al reconocimiento, evaluación y control de los factores o stress ambientales que se producen en o a partir de los lugares de trabajo y que pueden ser causas de enfermedad, perjudicar la salud y el bienestar o que se traducen e incomodidad o ineficiencia entre los trabajadores (Berry *et al*, C.I.A.S. 1977).

Los agentes químicos contaminantes del medio ambiente laboral, se dividen de en dos tipos: Agentes químicos y agentes físicos.

A su vez los agentes químicos, se dividen en; humos, gases, neblinas, polvos, vapores y humos.

Los agentes físicos, son los siguientes: ruido, temperaturas elevadas y abatidas, presiones ambientales anormales, radiaciones ionizantes y no ionizantes, vibraciones, e iluminación (Berry *et al*, C.I.A.S. 1977).

3.2.- Forma de Penetración de los Agentes Nocivos.

Para que un agente nocivo ejerza sus efectos tóxicos debe ponerse en contacto con una célula del organismo, para lo cual la entrada a dicho organismo debe realizarse mediante una de estas tres formas: Inhalación, Absorción por piel o, Ingestión.

Los compuestos químicos en forma de líquidos, gases, niebla, polvos, humos y vapores, pueden causar problemas por inhalación (respiración), por absorción (mediante contacto directo con la piel) o por ingestión (comida o bebida) (Berry *et al*/C.I.A.S., 1977).

3.2.1.- Inhalación.

La inhalación incluye a todos aquellos contaminantes del aire que puedan ser inhalados directamente hasta los pulmones y clasificarse por sus características físicas en gases, vapores y sustancias particuladas, es decir, polvos, emanaciones irritantes, humos, aerosoles y nieblas.

La inhalación es una vía de penetración muy importante debido a la rapidez con que la sustancia tóxica puede ser absorbida por los pulmones, pasar a la corriente sanguínea y alcanzar el cerebro.

3.2.2.- Peligros respiratorios.

Los agentes químicos transportados por el aire y que llegan a los pulmones pueden pasar directamente al torrente sanguíneo y ser llevados a otras partes del organismo.

El sistema respiratorio está formado por aquellos órganos que constituyen a la respiración normal. Estrictamente incluye nariz, boca, faringe, laringe, tráquea y bronquios (que son todos conductos o vías aéreas) y los pulmones, donde el oxígeno pasa a la sangre y el dióxido de carbono es eliminado. Finalmente incluye el diafragma y los músculos del tórax, que realizan los movimientos respiratorios normales de inspiración y espiración.

Todas las células vivas del cuerpo están implicadas en una serie de procesos químicos, cuya suma total recibe el nombre de metabolismo. Durante el curso de

su metabolismo, cada célula consume oxígeno y produce bióxido de carbono como sustancia de desecho.

Los peligros respiratorios pueden dividirse en dos grupos principales:

1.- Deficiencia de oxígeno, cuando la concentración de oxígeno (o la presión parcial del oxígeno) está por debajo del nivel considerado seguro para el hombre; y,

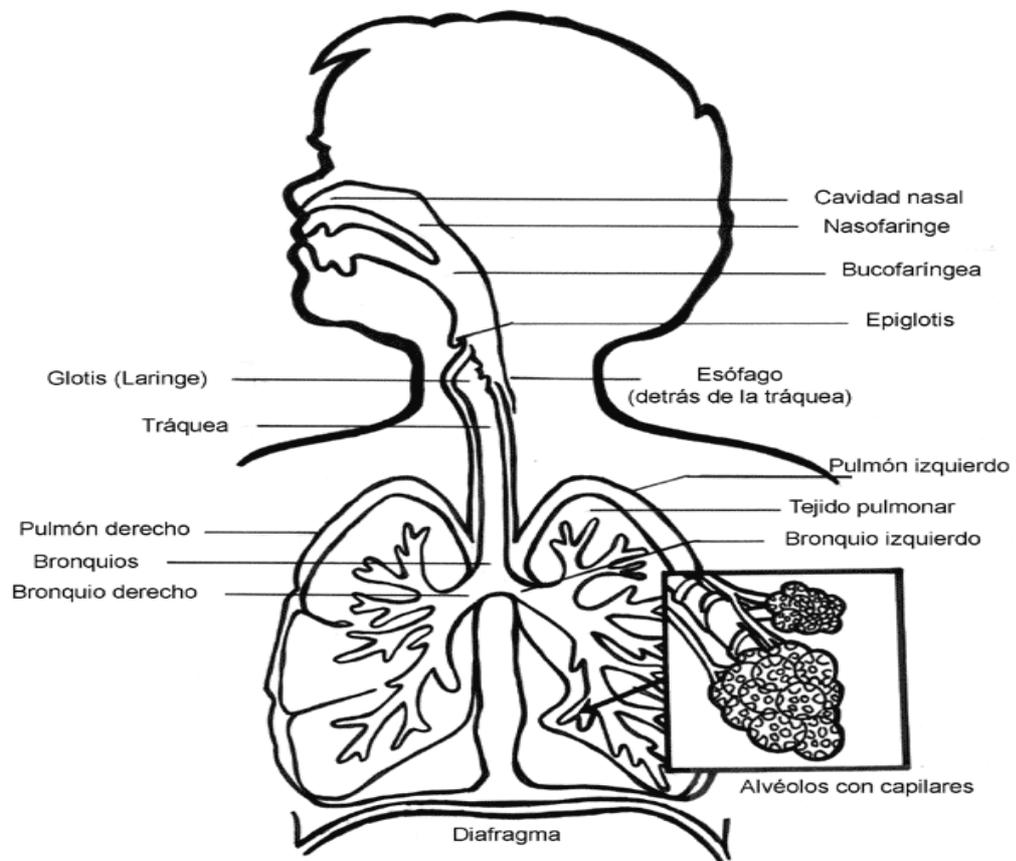
2.- Aire que contiene contaminantes peligrosos o tóxicos.

(Berry *et al* C.I.A.S. 1977).

3.3.- Anatomía y fisiología del sistema respiratorio.

3.3.1.- El sistema respiratorio

El sistema respiratorio es el encargado, en el organismo humano, de realizar la función vital de la respiración. Ahora bien, ¿qué se entiende por respiración? La podemos definir como el conjunto de mecanismos por los cuales las células toman oxígeno (O₂) y eliminan el dióxido de carbono (CO₂) que producen. Por lo tanto la respiración es un proceso complejo que puede dividirse en cinco sucesos funcionales importantes:



©HBWebster1999

Figura. 1.- En esta figura se muestra la estructura de lo que contiene el sistema respiratorio, así como los nombres genéricos de cada organismo.

El sistema respiratorio, como se ha mencionado anteriormente, consta de las siguientes partes más importantes, en las cuales se lleva a cabo la función de oxigenación del organismo humano;

- 1) Ventilación alveolar, que es el intercambio de aire entre la atmósfera y los alvéolos pulmonares, y viceversa;
- 2) Hematosis o intercambio de gases entre los alvéolos pulmonares y la sangre del capilar pulmonar;
- 3) Transporte de gases, que se realiza a través de la sangre;
- 4) Difusión de gases entre la sangre y las células a nivel tisular; y

5) Respiración real, que es la utilización de O₂ y producción de CO₂ por parte de las células (U.N.N., 2009)

3.3.2.- Aspectos estructurales del sistema respiratorio

3.3.2.1.- Elementos:

Teniendo en cuenta que estamos hablando desde un punto de vista sistémico y para lograr una mejor comprensión del tema, vamos a encontrarnos con distintos elementos formando 2 subsistemas básicos; por un lado el “subsistema pulmonar”, y por el otro lado el “subsistema circulatorio”, ambos fundamentales para la existencia del “sistema respiratorio” (U.N.N., 2009).

➤ **SUBSISTEMA CIRCULATORIO.**

El aparato circulatorio es el encargado de relacionar todos los órganos entre sí, transportando sustancias de un lugar a otro por medio de los movimientos del corazón (sístole y diástole), que impulsan la sangre. Está formado por un corazón, arterias y venas que se ramifican y distribuyen por todo el cuerpo y entre ellas los capilares sanguíneos. El aparato circulatorio tiene varias funciones: sirve para llevar los alimentos y el oxígeno a las células, y para recoger los desechos metabólicos que se han de eliminar después por los riñones, en la orina, y por el aire exhalado en los pulmones, rico en dióxido de carbono (CO₂). De toda esta labor se encarga la sangre, que está circulando constantemente. Además, el aparato circulatorio tiene otras destacadas funciones: interviene en las defensas del organismo, regula la temperatura corporal, etc. (Slides hare, 2011)

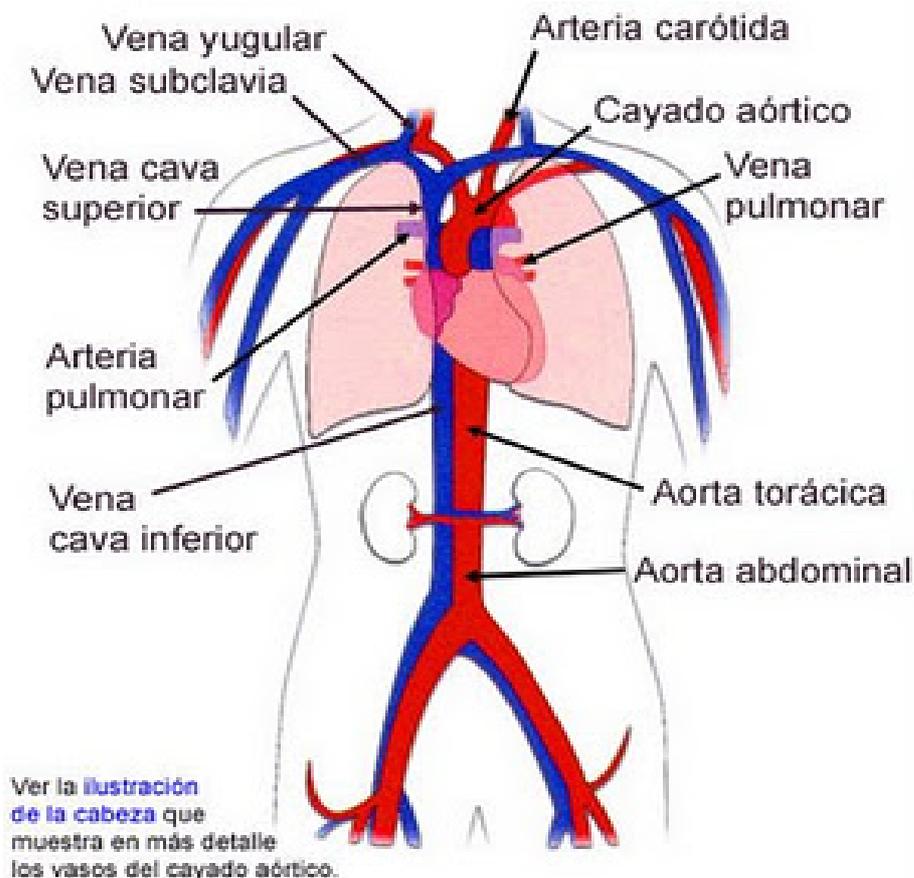


Figura No. 2.- El subsistema circulatorio y las partes que lo componen. Donde se puede observar las siguientes: Vena yugular, Arteria carótida, vena subclavia. Vena cava superior, arteria pulmonar, vena cava inferior, cayado aórtico, vena pulmonar, aorta torácica y aorta abdominal.

➤ **SUBSISTEMA PULMONAR**

En lo que concierne al subsistema pulmonar, éste está constituido por dos grandes sectores. El sector de intercambio de gases y la bomba respiratoria, que conjuntamente forman una unidad funcional, el complejo toracopulmonar. (U.N.N., 2009).

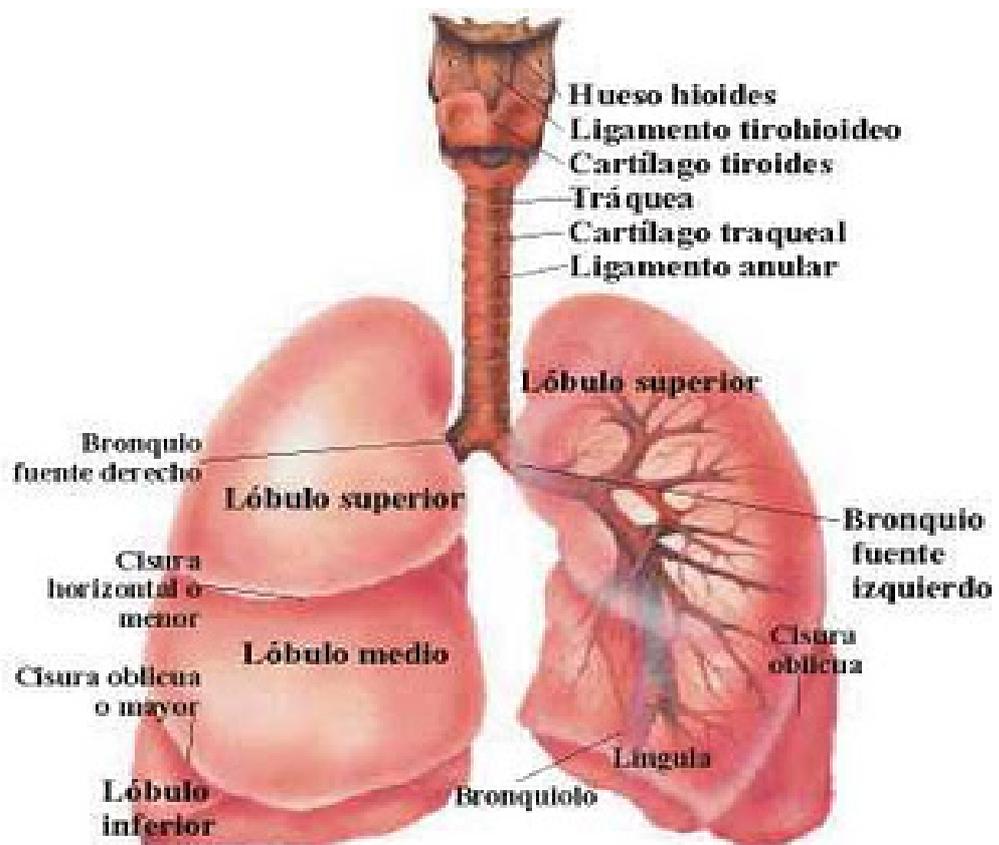


Figura No. 3. Subsistema pulmonar. Este subsistema está compuesto por los siguientes órganos: Hueso hioides, ligamento tirohioideo, cartílago tiroides, Tráquea, Cartílago Traqueal, Ligamento anular, Lóbulo superior, Bronquio Fuente derecho, Lóbulo superior, Cisura horizontal o menor, lóbulo medio, Cisura oblicua o mayor, Lóbulo inferior, Bronquio fuente izquierdo y Bronquiolo.

3.3.2.2.- VÍAS AÉREAS:

Se le llama vías aéreas al conjunto de conductos por donde va a circular el aire desde el medio ambiente hasta los pulmones. Se van a clasificar de acuerdo a su ubicación en; vías aéreas superiores, desde las fosas nasales hasta los bronquios fuente; y vías aéreas inferiores desde los bronquios fuente hasta los bronquiolos terminales (U.N.N., 2009)

3.3.2.3.- Alvéolos:

Constituyen el lugar donde se realiza el intercambio aéreo, es decir el punto final donde llega el O₂ antes de pasar a la sangre. Comienzan a aparecer en la vía aérea después de los bronquiolos terminales, constituyendo en primer término los bronquiolos respiratorios, luego los sacos alveolares y finalmente los alvéolos propiamente dichos (U.N.N., 2009)

3.3.2.4.- Vasos de la Circulación Pulmonar o Menor:

Podemos decir que se inician como capilares arteriales y capilares venosos. Los primeros provienen de la arteria pulmonar, la cual viene del ventrículo derecho trayendo sangre carboxigenada (sangre de alto contenido en CO₂) proveniente de todos los tejidos del organismo.

Los capilares venosos, por su parte, son continuación de los capilares arteriales y conducen sangre oxigenada (con alto contenido en O₂) que ya pasó por los alvéolos. Se van a continuar con las venas pulmonares, que se dirigen a la aurícula izquierda para llegar a la circulación sistémica (U.N.N. 2009)

La bomba respiratoria va a tener tres elementos como constituyentes del mismo:

3.3.2.4.1.- Esqueleto del Tórax:

La caja torácica, dada por la columna vertebral (parte del segmento cervical y el segmento dorsal en su totalidad), las clavículas, las costillas y el esternón; actúa como un elemento de sostén para el pulmón y trabaja sincrónicamente con el segundo elemento accesorio del sistema respiratorio (U.N.N.,2009).

3.3.2.4.2.- Músculos Respiratorios:

Se dividen en inspiratorios (diafragma, escalenos, trapecio, esternocleidomastoideo, músculos del ala de la nariz, intercostales externos y músculos paraesternales), y *expiratorios* (músculos de la pared abdominal, triangular del esternón e intercostales internos) (U.N.N., 2009).

3.3.2.4.3.- Sistema Nervioso:

Está representado por los centros nerviosos respiratorios, las vías aferentes y las vías eferentes.

El subsistema circulatorio, por su parte, está formado por:

- > Vasos de la Circulación Menor o Pulmonar;
- > Corazón;
- > Vasos de la Circulación Mayor o Sistémica (U.N.N., 2009).

3.3.3.- Cavidad Nasal

Se abren al exterior a través de los orificios nasales (o ventanas nasales); hacia atrás se comunican con la nasofaringe mediante la ventana posterior de la nariz o cornete. El vestíbulo de cada cavidad es la porción dilatada que se encuentra inmediatamente dentro de la ventana nasal. Hacia el frente, el vestíbulo está tapizado por piel y presenta un anillo de pelos gruesos que sirven para atrapar partículas de polvo. Hacia atrás, en vez de piel el vestíbulo está recubierto por una membrana mucosa ciliada, muy vascularizada, llamada mucosa nasal y que tapiza el resto de la cavidad nasal.

Desde la base del cráneo se extienden hacia la cavidad nasal grandes filetes nerviosos que forman parte del órgano del sentido del olfato. Estos filetes transmiten la información sobre olores al nervio olfatorio que llega hasta el cerebro (Berry *et al* C.I.A.S. 1977).

3.3.4.- ESÓFAGO

Es un órgano tubo muscular de 25 cm de longitud y 2 cm de diámetro aproximadamente. Su túnica muscular está compuesta por fibras circulares internas y longitudinales externas. El tercio proximal está compuesto por músculo esquelético, 1/3 distal está constituido por músculo liso, y el 1/3 medio, está formado por fibras mixtas (estriada y lisas)

Presenta 4 constricciones o estrechamientos:

1° se localiza a 15cm de la arcada dentaria, equivale a Esfínter esofágico superior y el musculo cricofaríngeo.

2° se localiza a 22 cm de la arcada dentaria, se relaciona con el arco aórtico

3° se localiza a 27.5 cm de la arcada dentaria, se relaciona con el bronquio izquierdo

4° se localiza a a40 cm de la arcada dentaria, se relaciona con el hiato diafragmático y el esfínter esofágico inferior.

Debido a su longitud presenta 3 porciones: cervical, torácica y abdominal. Por ello, sus relaciones son diferentes según la región (Arteaga, U.N.A.M., 2011)

3.3.5.- Pulmones

Existen dos pulmones, uno a cada lado de la caja torácica, sostenidos por la tráquea, las arterias y venas que llegan y salen del corazón y por ligamentos pulmonares.

Los pulmones se extienden desde la clavícula hasta el diafragma, uno en el costado derecho de cuerpo y otro en el izquierdo. En conjunto llenan casi toda la cavidad torácica. Cada uno de ellos no es exactamente la imagen especular del otro. El pulmón derecho, que es levemente más grande, está dividido en tres lóbulos, mientras que el izquierdo está dividido solo en dos.

El mediastino es el espacio entre ambos pulmones. Contiene el corazón, grandes vasos (aorta vena cava, venas y arterias pulmonares), nervios, tráquea, ramas principales de los bronquios y esófago (Berry *et al* C.I.A.S. 1977)

3.3.6.- Bronquios.

La tráquea se divide en dos rama principales de los bronquios, derecha e izquierda detrás del esternón, aproximadamente a la altura de la unión con la segunda y tercera costillas. Cada bronquio penetra en el pulmón correspondiente

a su lado a través del hileo (hileo= abertura a través de la cual los vasos, nervios, etc., entran o salen de un órgano).

Cada bronquio llega a un pulmón dividiéndose y subdividiéndose continuamente en tubos cada vez más pequeños, delgados y numerosos, semejantes en cierta forma a las ramas de un árbol; toda la estructura suele llamarse árbol bronquial. En las ramas más grandes existen zonas más rígidas debidas a anillos cartilaginosos, pero a medida que los bronquios se hacen más pequeños los cartílagos son menos prominentes y finalmente desaparecen. (Berry *et al* C.I.A.S., 1977).

3.4.- Límites del sistema pulmonar:

En lo que se refiere a los límites del sistema pulmonar, podemos decir que por un lado vamos a tener a las membranas de las vías aéreas superior e inferior y alveolar, como límites del órgano intercambiador de gases, ya que para la bomba respiratoria los límites estarían dados por los mismos límites del tórax:

- > Agujero torácico superior, hacia arriba;
- > Diafragma, hacia abajo;
- > El esternón por delante;
- > Columna vertebral por detrás;
- > Costillas y músculos intercostales a los lados.

El sistema circulatorio, en cambio, va a estar limitado por el endotelio de los pequeños, medianos y grandes vasos, así como también el endocardio del corazón (U.N.N., 2009).

3.4.1.- Reservorio:

En el caso del sistema pulmonar el reservorio va a estar representado por la porción de parénquima pulmonar que se halla constituyendo el volumen de reserva inspiratoria, es decir, el grupo de alvéolos que normalmente no participan en la respiración en un individuo en reposo, pero que en caso de requerirse un mayor aporte de O_2 al organismo, pueden entrar en juego.

El sistema circulatorio va a tener como reservorio a la hemoglobina (Hb), particularmente a aquella parte de la misma que en condiciones de reposo no cede sus moléculas de O_2 a los tejidos, pero que ante una necesidad sí podría hacerlo.(U.N.N.,2009).

3.4.2.- Redes de Comunicación:

El O_2 y el CO_2 están constantemente circulando y pasando de un medio a otro, tal es así que:

El O_2 pasa, junto con otros gases, desde la atmósfera a las vías aéreas, entrando por las narinas hacia las fosas nasales y conduciéndose por la laringe, tráquea, bronquios fuente, bronquiolos terminales, bronquiolos respiratorios, sacos alveolares y alvéolos. Desde aquí el O_2 difunde a través de la membrana respiratoria hacia los capilares pulmonares, y a partir de éstos, en un medio totalmente diferente al anterior (líquido en vez de aéreo), circula por todo el árbol arterial sistémico hacia los tejidos; donde al llegar entrará a las células, atravesando sus membranas e intercambiándose con CO_2 .

El CO_2 , por su parte, hará el camino exactamente inverso al O_2 , hasta salir, por las narinas, hacia la atmósfera (U.N.N., 2009).

3.5.- Contaminantes del ambiente laboral

Los agentes físicos, químicos y biológicos son capaces de modificar las condiciones del medio ambiente del centro de trabajo, por sus propiedades, concentración, nivel y tiempo de exposición o acción pueden alterar la salud de los trabajadores. (R.F.S.H.M.A.T. 2010).

Se considera contaminante (agente) químico al elemento o compuesto químico cuyo estado y características fisicoquímicas le permiten entrara en contacto con los individuo de forma que pueden originar un efecto adverso para su salud. Sus vías principales de penetración son la inhalatoria, dérmica y la digestiva. Los contaminantes químicos pueden provocar un daño de forma inmediata o a corto plazo (intoxicación aguda), o generar una enfermedad profesional al cabo de los años (Intoxicación crónica) (C.Q. 2003).

Entre los contaminantes químicos más peligrosos están: el asbesto, el benceno, el cloruro de vinilo, el carbón, el arsénico, los bifenilos policlorados, el acetaldehído, el bromoformo, el cadmio, el cloroformo, el 1,2-dicloroetano, difenilhidrazina, el dinitrotolueno, el estireno, el formaldehido, el plomo, tetracloruro de carbono. Estos contaminantes pueden ocasionar lesiones en el trato respiratorio, cambio en la fosa nasal y tráquea, irritación en los ojos, nariz y garganta, así como daños en el hígado, riñón, efectos inmunológicos y en el sistema nervioso central, conjuntivitis dermatitis, lesiones en el sistema respiratorio y digestivo, mal formaciones embrionarias, fatigas, jaquecas, mareos, depresión, anemia y por ultimo muerte (Chung, 2008).

Los contaminantes se clasifican en distintos tipos según lo expresado por la Organización Mundial de la Salud (OMS), los cuales los divide en contaminantes químicos, físicos, y biológicos.

a).- Contaminantes químicos:

Se define así a los elementos inertes orgánicos o inorgánicos, naturales o sintéticos (gases, vapores, polvos, humos, nieblas, etc.)

b).- Contaminantes físicos:

Estos contaminantes están constituidos por los estados energéticos que se producen en el medio ambiente (radiaciones, ruidos, iluminación, vibraciones, etc).

c).- Contaminantes biológicos:

Estos están constituidos por seres vivos los cuales contaminan el medio ambiente y pueden llegar a dar lugar a distintos tipos de enfermedades, que pueden ser parásitas infecciosas, etc., mediante agentes como bacterias microbios ácaros, virus, etc.

En el siguiente cuadro se presenta un esquema de los distintos tipos de contaminantes del medio ambiente laboral, dados por Ma. De la Poza.

Tipos de Contaminantes		
Químicos (Según el estado físico de la materia a 25°C y 760 mm de presión de Hg)	Sólidos	<p>Polvo (Dust): Suspensión en el aire de partículas sólidas de tamaño pequeño, procedentes de la manipulación, molienda, pulido, trituración, etc. de materiales sólidos orgánicos (minerales, rocas, carbón, madera, granos, ect). Su tamaño es muy variable y su forma irregular. Su diámetro equivalente está comprendido entre 10^{-2} y $5 \cdot 10^{-2}$ m, pudiendo dividirse en dos grupos:</p> <p>Polvo fino o materia en suspensión con $10^{-2} < D < \mu\text{m}$</p> <p>Polvo grueso o materia sedimentable con $10 < d < 5 \cdot 10^{-2} \mu\text{m}$</p> <p>Humo (Smoke): Suspensión en el aire de partículas sólidas, carbón y hollín,</p>

		<p>procedentes de una combustión incompleta. Las partículas suelen ser inferior a $1\ \mu\text{m}$</p> <p>Humo metálico (Fume): Suspensión en el aire de partículas sólidas procedentes de una condensación del estado gaseoso originado por sublimación o fusión de metales. Generalmente son esféricas, de tamaño inferior a $100\ \mu\text{m}$ y en forma de óxido debido a la reacción del metal caliente en contacto con el aire.</p>
	Líquidos	<p>Niebla (Minst): Dispensión en el aire de pequeñas gotas líquidas, generalmente visibles a simple vista, originadas por condensación del estado gaseoso o por dispersión de un líquido, mediante salpicaduras, atomización o espumación, borboteo o ebullición. Su tamaño oscila entre 10^{-2} y $5 \cdot 10^{-2}\ \mu\text{m}$</p> <p>Bruma (Fog): Suspensión en el aire de pequeñas gotas de líquido visible a simple vista producidas por un proceso de condensación del estado gaseoso. Su tamaño puede oscilar entre 0.01 y $2\ \mu\text{m}$</p>
	Gaseosos	<p>Gas: Sustancias que en las condiciones establecidas de presión y temperatura se encuentran en estado gaseoso</p> <p>Vapor: Sustancias que en las condiciones establecidas de presión y temperatura se encuentran en estado sólido o líquido</p>

Cuadro 1.- Sustancias nocivas en el puesto de trabajo (Schmidt, 1977)

Además podemos definir lo siguiente:

- **Aerosol:**

Es una dispersión de partículas sólidas o líquidas, de tamaño inferior a 100 μ (micras), en un medio gaseoso, los mismos son el polvo, la niebla, la bruma, el humo y el humo metálico definidos todos ellos en el mencionado cuadro anterior.

- **Gas:**

También se toma como gas el criterio de que es una sustancia que se encuentra en ese estado físico a una temperatura de 25°C y 760 mm de Hg de presión.

- **Vapor:**

Es la fase gaseosa de un elemento que por lo ordinario es sólido o líquido a una temperatura de 25°C y 760 mm de Hg de presión.

- **Polvo:**

Directamente como polvo se interpreta a una dispersión de sustancias sólidas en gases, producto de procesos mecánicos, a los que se les puede dar un tratamiento técnico, (Según lo expresado por Hettinger en 1976)

El polvo puede tener origen metálico, mineral o vegetal, debido a sus efectos nocivos se lo considera según su granulometría (tamaño de partículas), los polvos se dividen según su diámetro aerodinámico (en $\mu\text{m} = 10^{-6}\text{m}$).

Cuadro 2. En este cuadro, con referencia a las partículas, se indica lo siguiente: Tamaño de las partículas dado en micras; nombre común de las partículas sólidas o denominación de estas, lugar dentro del sistema respiratorio donde comúnmente se depositan, así como el nombre con que se le conoce en la medicina laboral.

Tamaño de las partículas en μm	Denominación	Lugar de deposición	Denominación en medicina laboral y
---	--------------	---------------------	------------------------------------

			en valoración del trabajo
<1	Polvo muy fino	Alvéolos pulmonares	Polvo
1-5	Polvo fino		
6-10		Suciedad	
11-25			
26-50			Región Bronquial
>50		Región nasofaríngea	

(Estrucplan, 2002).

3.5.1.- EFECTO DE LOS POLVOS QUE AFECTAN AL SISTEMA RESPIRATORIO

Bajo el concepto de sustancias nocivas en el puesto de trabajo, se encuadran todas las sustancias, sólidas, líquidas o gaseosas que suspendidas en el aire o no, afectan la salud del hombre. Las sustancias nocivas que están en suspensión en el aire, cobran vital importancia, es especial los sólidos que se presentan como polvos que flotan, o como humos, los gases, los vapores y las nieblas (ver figura 4), los cuales pueden ser de naturaleza orgánica, o inorgánica, sintéticos o naturales.

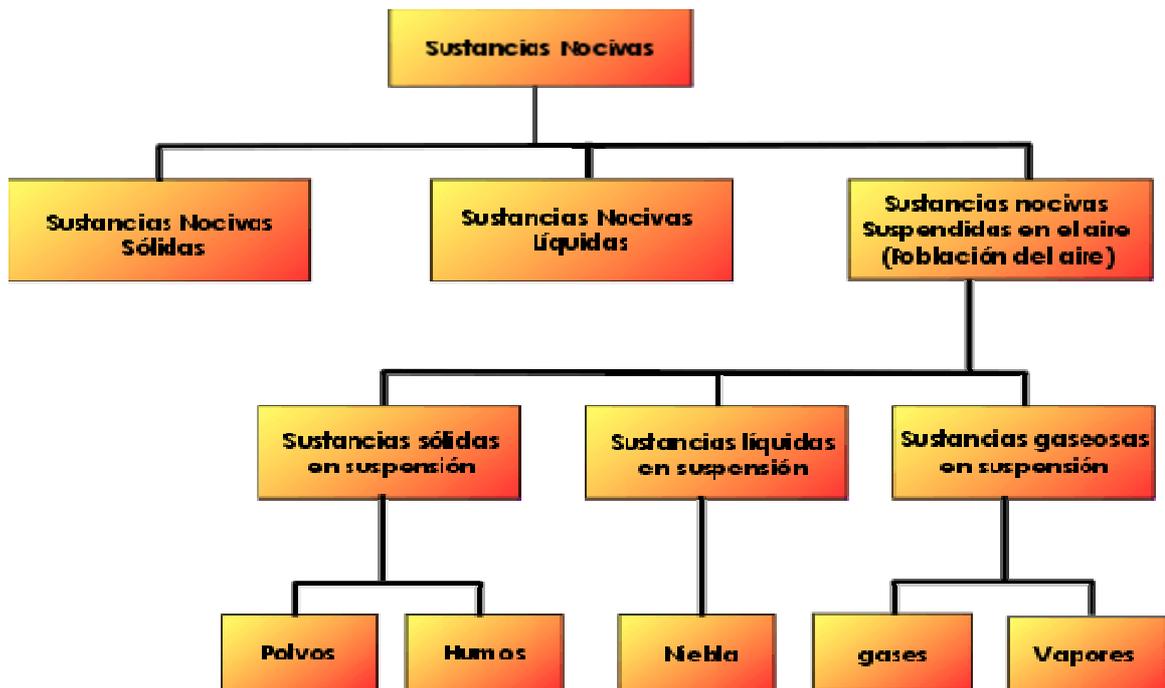


Figura 4.- Organigrama de la división de las sustancias nocivas a la salud que se encuentran en suspensión en el aire, las cuales pueden ser de naturaleza orgánica o inorgánica, sintéticos o naturales.

3.5.1.1.- Polvos

Para evaluar correctamente las exposiciones al polvo es necesario conocer el tamaño de la partícula, la concentración del polvo en el aire, como se dispersa y muchos otros factores descritos en esta sección. Cuando un sólido se desintegra en partículas separadas menudamente, su superficie aumenta muchas veces. Por ejemplo, 1cm^3 de cuarzo que tenga la forma de un cubo, al ser triturado en cubos de 1μ dará 10^{12} (1.000.000.000.000, o sea un billón) partículas con una superficie de 6 m^2 ; el cubo original ocupara un superficie de solo 6cm^2 .

Cuando un sólido se desintegra en partículas separadas menudamente, el volumen ocupado por la masa también aumenta, debido a los espacios vacíos que hay entre las partículas.

Una persona de vista normal puede detectar partículas de polvos hasta de 50 μ de diámetro. Se pueden detectar partículas más pequeñas en el aire, individualmente, solo cuando se refleja una luz fuerte sobre ellas. El polvo de tamaño respirable (por debajo de 10 micrones) no puede ser visto sin la ayuda del microscopio (De la Cruz A., C.I.A.S. 1977).

3.5.1.2.- Dispersión

Para que una partícula pueda quedar suspendida en el aire, es necesario que haya una manifestación de energía. Una partícula sólida o líquida con bastante masa será arrojada a una distancia considerable si es expulsada desde su fuente de origen con una velocidad lo suficientemente grande. Esta clase de dispersión se conoce como proyección dinámica, y es el resultado de la energía cinética del movimiento de las partículas (De la Cruz A., C.I.A.S.1977).

3.5.1.3.- Separación de polvos aerotransportados.

El polvo en el aire puede tener o no tener la misma composición del material original. Los factores determinantes son el tamaño de las partículas y la densidad de cada componente de la mezcla original, como también la dureza de los materiales /los materiales duros resistirán la acción pulverizante de un equipo mecánico). Por ejemplo, la arena para moldes de fundición puede contener un elevado porcentaje de sílice libre con un bajo porcentaje de arcillas. La mayoría de las arcillas están constituidas por partículas finas, las cuales puedan quedar fácilmente suspendidas en el aire (De la Cruz A., C.I.A.S. 1977).

3.5.1.4.- Inhalación de partículas.

Con excepción de los materiales fibrosos, como el asbesto, las partículas de polvo deben, generalmente, ser menores de 5 μ para que puedan entrar en los alveolos o en lugares recónditos de los pulmones. A pesar de que unas cuantas partículas de hasta 10 μ puedan entrar ocasionalmente en los pulmones, casi todas las partículas más grandes quedan retenidas en la nariz, la garganta, la laringe, la tráquea y los bronquios desde donde son expectoradas o bien pasan a la vía digestiva (De la Cruz A.,C.I.A.S. 1977).

3.5.1.5.- Retención del polvo.

Se han realizado muchos estudios con el objeto de determinar la cantidad de polvo que es retenido por los pulmones, aunque para esta pregunta no hay una respuesta simple. El tamaño de las partículas de polvo, el ritmo de la respiración, la densidad del polvo en el aire, la eficiencia del mecanismo para atrapar el polvo, y probablemente muchos otros factores entran en juego (De la Cruz A., C.I.A.S.1977).

3.5.1.6.- Daños a la salud por polvos, partículas sólidas.

La exposición a polvo en el lugar de trabajo es un problema que afecta a muchos y muy diversos sectores (minería, fundición, canteras, textil, panaderías, agricultura, etc.).

Tradicionalmente, las neumoconiosis (enfermedades por exposición a polvos) han sido consideradas como profesionales.

Hay una serie de enfermedades específicas relacionadas con los distintos tipos de polvos.

Entre los efectos nocivos del polvo que hay que tener en cuenta, esta los siguientes:

Efectos respiratorios

- Neumoconiosis: silicosis, asbestosis, neumoconiosis de los mineros del carbón, siderosis, aluminosis, beriliosis, etc.
- Cáncer pulmonar: polvo conteniendo arsénico, cromatos, níquel, amianto, partículas radiactivas, etc.
- Cáncer nasal: polvo de madera en la fabricación de muebles y polvo de cuero en industrias de calzado.
- Irritación respiratoria: traqueítis, bronquitis, neumonitis, enfisema y edema pulmonar.

- Alergia: asma profesional y alveolitis alérgica extrínseca (polvos vegetales y ciertos metales).
- Bisinosis: enfermedad pulmonar por polvos de algodón, lino o cáñamo.
- Infección respiratoria: polvos conteniendo hongos, virus o bacterias.

Efectos generales

- Intoxicación: el manganeso, plomo o cadmio pueden pasar a la sangre una vez inhalados como partículas. (I.C.V., 2007)

El efecto más común causado a los trabajadores por las partículas sólidas, presentes en el medio ambiente laboral, se refleja en el sistema respiratorio en forma de Neumonía.

3.5.1.7.- Mecanismos de la neumonía.

Es un término que se aplica a toda una familia de inflamaciones del pulmón. En un episodio de neumonía lobular los fluidos exudados llenan la sección infectada del pulmón. Con frecuencia solo está comprometido un solo lóbulo, de ahí su nombre, pero cuando están infectados los lóbulos de ambos pulmones se presenta lo que en el lenguaje común se denomina “neumonía doble” (Berry et al C.I.A.S.1977)

3.5.2.- Disolventes orgánicos.

El uso difundido de disolventes orgánicos presenta un gran problema para el higienista industrial, para el profesional de seguridad y para quienes tienen la responsabilidad de mantener un ambiente de trabajo seguro y saludable. La realización de las tareas, sin peligro para los trabajadores o para la propiedad depende de la correcta selección, aplicación manejo y control de los disolventes además de que se comprendan sus propiedades. El término “disolvente” comprende a todos los líquidos orgánicos que se usan correctamente para disolver otros materiales orgánicos (Berry et al C.I.A.S. 1977).

Cuadro 3. Ejemplo de algunos Disolventes Orgánicos, más empleados en la industria para diferentes procesos.

<i>Clase</i>	<i>Ejemplo típico</i>	<i>Formula química</i>
Alcoholes	Alcohol etílico	CH ₃ CH ₂ OH
Aldehídos y cetonas	Acetona	(CH ₃) ₂ CO
Hidrocarburos halogenados	Metil cloroformo	CH ₃ CCl ₃

3.5.2.1.- Alcoholes

Son generalmente anestésicos, irritantes para los ojos y las vías respiratorias superiores y pueden poseer otras propiedades toxicas (Berry et al C.I.A.S. 1977).

Los alcoholes son compuestos orgánicos formados a partir de los hidrocarburos mediante la sustitución de uno o más grupos hidroxilo por un número igual de átomos de hidrógeno. El término se hace también extensivo a diversos productos sustituidos que tienen carácter neutro y que contienen uno o más grupos alcoholes. (M.T.In., 2008)

3.5.2.2.- Aldehídos y cetonas

Por lo general son irritantes y narcóticos. La acción irritante predomina entre los aldehídos y los efectos narcóticos constituyen el mayor peligro de las cetonas. Las concentraciones altas pueden ser identificadas por el olor y por sus efectos irritantes (Berry C.I.A.S.1977).

3.5.2.3.- Hidrocarburos Halogenados.

Pueden producir una variedad de efectos fisiológicos. Algunos son narcóticos además de altamente tóxicos para los riñones y el hígado, mientras que otros son casi inactivos. Los hidrocarburos halogenados también se pueden transformar en productos altamente tóxicos que se descomponen en presencia de calor, fuego o fuentes de alta energía, como la de un arco de soldar (Berry et al C.I.A.S.1977).

3.5.3.- Efectos de los disolventes orgánicos en el sistema respiratorio.

3.5.3.1.- Efectos del Alcohol en el sistema respiratorio.

Los alcoholes normalmente usados como disolventes industriales son absorbidos por el organismo humano, bien por la vía respiratoria o por vía dérmica, debido a su capacidad para disolver las grasas. La sintomatología más común puede resumirse en irritación de las mucosas oculares y del tracto respiratorio, dolor de cabeza, nerviosidad, inestabilidad etc. (Rubio Romero 2005).

El alcohol etílico es un líquido inflamable y sus vapores forman mezclas inflamables y explosivas con el aire a temperatura ambiente. Una solución acuosa con un 30 % de alcohol puede producir una mezcla inflamable de vapor y aire a 29 °C. Otra que contenga solamente un 5 % de alcohol puede producirla a 62°C.

La ingestión es poco probable en el entorno industrial, pero posible en el caso de los alcohólicos. El peligro de este consumo anómalo depende de la concentración de etanol, que si es superior al 70 % puede producir lesiones esofágicas y gástricas, y de la presencia de desnaturalizantes. Estos últimos se añaden para hacer que el alcohol tenga un sabor desagradable cuando se obtiene libre de impuestos para fines distintos al del consumo.

Muchos de estos desnaturalizantes (p. ej. alcohol metílico, benceno, bases de piridina, metilisobutilcetona, queroseno, acetona, gasolina, dietilftalato, etc.) son más peligrosos para la persona que lo consume que el propio alcohol etílico. Por todo ello es muy importante asegurarse de que no se produce consumo ilegal de alcohol etílico destinado a usos industriales (M.T.In., 2008).

3.5.3.2.- Aplicaciones industriales.

A continuación se muestra un panorama de las aplicaciones de los alcoholes más importantes:

Cuadro 4: Alcoholes y aplicaciones más importantes.

Alcohol	Elaboración	Aplicaciones
Metanol	Por destilación destructiva de la madera. También por reacción entre el hidrógeno y el monóxido de carbono a alta presión.	Disolvente para grasas, aceites, resinas y nitrocelulosa. Fabricación de tinturas, formaldehído, líquidos anticongelantes, combustibles especiales y plásticos.
Etanol	Por fermentación de azúcares. También a partir de etileno o de acetileno. En pequeñas cantidades, a partir de la pulpa de madera.	Disolvente de productos como lacas, pinturas, barnices, colas, fármacos y explosivos. También como base para la elaboración de productos químicos de elevada masa molecular. Fabricación bebidas alcohólicas, producción de bioetanol, etc.
2-propanol (alcohol isopropílico)	Por hidratación de propeno obtenido de gases craqueados. También subproducto de determinados procesos de fermentación.	Disolvente para aceites, gomas, alcaloides y resinas. Elaboración de acetona, jabón y soluciones antisépticas. Disolvente en perfumería, en fabricación de productos insustriales y del hogar.
1-propanol (alcohol n-propílico)	Por oxidación de mezclas de propano y butano.	Disolvente para lacas, resinas, revestimientos y ceras. También para la fabricación de líquido de frenos, ácido propiónico y plastificadores.
1-Pentanol (alcohol amílico)	Por destilación fraccional de aceite de fusel, un producto secundario en la elaboración del etanol por fermentación.	Disolvente de numerosas resinas naturales y sintéticas. Diluyente de líquido para frenos, tintas de imprenta y lacas. En fármacos.
Etilenglicol	Por oxidación de etileno a glicol. También por	Líquido anticongelante, líquido para frenos. En la producción de

	hidrogenación de metilglicolato obtenido a partir del formaldehído y el metanol.	explosivos. Disolvente de manchas, aceites, resinas, esmaltes, tintas y tinturas.
Dietilenglicol	Como subproducto en la fabricación de etilenglicol.	Disolvente de tinturas y resinas. En el secado de gases. Agente reblandecedor de tintas de imprenta adhesivas, líquido de frenos,
Glicerina (1,2,3-propanotriol)	Del tratamiento de grasas en la elaboración del jabón. Sintéticamente, a partir del propeno. Por fermentación de azúcares.	En resinas alquídicas, explosivos y celofán. Humectante de tabaco., humectante en perfumería, jabones, etc.
Pentaeritritol (pentaeritrita)	Por condensación de acetaldehído y formaldehído.	En resinas sintéticas. Como tetranitrato en explosivos. También en el tratamiento farmacológico de enfermedades cardíacas.
Sorbitol	Por reducción de azúcar con hidrógeno.	En la elaboración de alimentos, fármacos y productos químicos. Acondicionador de papel, textiles, colas y cosméticos. Fuente de alcohol en la fabricación de resinas.

(Knol, 2009).

3.5.4.- Efectos de las acetonas.

La forma más común de intoxicación es la inhalación de sus vapores.

3.5.4.1.- Toxico cinética de las acetonas

a).- Absorción: Se absorbe bien por todas las vías.

b).- Biotransformación y eliminación: La biotransformación es lenta por escisión en presencia de oxígeno, eliminándose la mayor parte sin modificación por vía renal y respiratoria.

c).- Toxico dinámica

Su principal efecto es como depresor del Sistema Nervioso Central (SNC), sin fase previa de euforia. Pueden aparecer fenómenos poco intensos de tipo inflamatorio en vías respiratorias altas y conjuntivas. El efecto sobre la piel es ligeramente irritante y sensibilizante a diversos compuestos (manto ácido cutáneo) (Rendiles tripod, 2009).

Las cetonas alifáticas pueden ser absorbidas por la sangre a través de la piel sin tocarla y sin afectarla. Poseen propiedades irritantes para la conjuntiva de los ojos y las mucosas del tracto respiratorio superior. Así mismo, por contacto, originan dermatitis, con desecación, escamación y fisuración de la piel por contactos repetidos con el disolvente. (Rubio Romero 2005).

3.5.4.2.- Aplicaciones industriales.

La cetona que mayor aplicación industrial tiene es la acetona (propanona) la cual se utiliza como disolvente para lacas y resinas, aunque su mayor consumo es en la producción del plexiglás, empleándose también en la elaboración de resinas epoxi y poliuretanos. Otras cetonas industriales son la metil etil cetona (MEK, siglas en inglés) y la ciclohexanona que además de utilizarse como disolvente se utiliza en gran medida para la obtención de la caprolactama, que es un monómero en la fabricación del Nylon 6 y también por oxidación del ácido adípico que se emplea para fabricar el Nylon 66.

Muchos aldehídos y cetonas forman parte de los aromas naturales de flores y

frutas, por lo cual se emplean en la perfumería para la elaboración de aromas como es el caso del benzaldehído (olor de almendras amargas), el aldehído anísico (esencia de anís), la vainillina, el piperonal (esencia de sasafrás), el aldehído cinámico (esencia de canela). De origen animal existe la muscona y la civetona que son utilizados como fijadores porque evitan la evaporación de los aromas además de potenciarlos por lo cual se utilizan en la industria de la perfumería (Echeverry O., 2010).

Los cetales se encuentran en la industria como disolventes, plastificantes y productos químicos intermedios. Son capaces de endurecer adhesivos naturales, como cola o caseína. El *metilal* se emplea en ungüentos, perfumes, combustibles especiales, y como disolvente para adhesivos y recubrimientos. El *dicloroetil formal* se utiliza como disolvente y como producto químico intermedio en la fabricación de caucho sintético polisulfurado (M.T.In., 2008).

3.5.5.- Efectos de los hidrocarburos halogenados.

Los hidrocarburos halogenados, constituyen una clase de hidrocarburos lineales y cíclicos que contienen en su molécula uno o más átomos de cloro, bromo, flúor o yodo. Son excelentes disolventes y resultan relativamente económicos. A temperatura ambiente están en estado líquido, pero son extremadamente volátiles. Se usan tanto en el hogar como en la industria como disolventes, desengrasantes, agentes para limpieza en seco, vehículo para pinturas y barnices, etc. Se trata de compuestos extraordinariamente liposolubles y se absorben rápidamente después de su ingestión en forma líquida, a través de la piel, o tras la inhalación de sus vapores. Algunos compuestos de esta familia como el tricloroetileno, cloruro de metileno y fluorocarbonos, se usan frecuentemente en inhalación intencionada de forma recreativa.

La mayoría de estos agentes causan depresión dosis-dependiente del SNC sistema Nervioso Central. También son hepatológicos y, además, producen sensibilización del miocardio al efecto de las catecolaminas endógenas.

Existe un gran número de compuestos pertenecientes a este grupo de hidrocarburos, y su metabolismo, eliminación y peculiaridades toxicológicas varían de una a otra sustancia. A continuación describimos con más detalle las características de los compuestos más representativos (Sertox, 2004).

3.5.5.1.- Tetracloruro de carbono (formula química CCl₄)

a).- Fuentes de exposición

El tetracloruro de carbono (CCl₄) es un líquido incoloro, no inflamable y de olor dulzón. Se ha empleado con fines médicos, como agente anestésico y como quitamanchas, antihelmíntico, desengrasante, etc. Debido a su excesiva toxicidad, su uso ha sido severamente restringido por la Federación de Alimentos y Drogas (FDA), y hoy podemos encontrar este compuesto en extintores de incendios, productos de limpieza e insecticidas. La intoxicación aguda, voluntaria o accidental, se puede producir tanto en el ambiente industrial como doméstico (Tratado uninet, 2006).

3.5.5.2.- Aplicaciones industriales.

Los aldehydos son los solventes industriales de uso más amplio para la limpieza de metales, el solvente más utilizado es el siguiente;

a).- Tetracloruro de carbono.

Usos: en la fumigación de granos y como insecticida. Se le utilizó con fines médicos, también como quitamanchas y limpiador de alfombras.

La exposición transitoria a vapores de CCl₄ ocasiona irritación de ojos, vías nasales, faringe, náuseas, vómitos, sensación de plétora cefálica, mareos y cefalalgia, síntomas que tienden a desaparecer si la exposición es transitoria. De lo contrario, progresa a las convulsiones, estupor, coma y muerte por depresión del SNC. Las causas de muerte son la fibrilación ventricular o la depresión de las funciones bulbares (Sertox., 2004).

Por otra parte, una gran variedad de problemas se han atribuido a la exposición crónica a este tóxico, incluyendo dermatitis por destrucción de la grasa de la piel, polineuritis, déficit, visuales, parkinsonismo, depresión de médula ósea, disfunción hepática y renal y cirrosis (Tratado uninet, 2006).

El tetracloruro de carbono ha sido producido en grandes cantidades para manufacturar líquidos refrigerantes y propulsores para aerosoles. Debido a que se ha descubierto que estos productos afectan la capa de ozono, la manufactura de estas sustancias químicas se está eliminando gradualmente. Por lo tanto, la manufactura y el uso del tetracloruro de carbono han disminuido considerablemente.

En el pasado, el tetracloruro de carbono se usó extensamente como líquido de limpieza (como agente desgrasador en la industria y en establecimientos de limpieza al seco, y en el hogar para remover manchas de ropa, muebles y alfombras). El tetracloruro de carbono se usó también en extinguidores de incendios y como fumigante para matar insectos en granos. La mayoría de los usos se terminaron a mediados de la década de los 1960's. Sin embargo, hasta el año 1986, el tetracloruro de carbono se usó también como plaguicida. (A.T.S.D.R., 2005).

3.5.6.- Plomo

El plomo es un metal pesado, cristalino, de sabor ligeramente dulce, soluble en agua y extremadamente tóxico, que desde comienzos de la civilización ha sido un aditivo en la manufactura de numerosos productos comerciales como pinturas, tintes, soldaduras para envases metálicos de comestibles, como estabilizante en la fabricación de algunos tipos de plástico, en algunos tipos de gasolina, pero principalmente en la formación de la capa vidriosa de ciertos objetos de loza de barro, piezas de alfarería y cerámica (Yucra *et al* 2008).

3.5.6.1.- Efectos del plomo

El plomo puede ser inhalado y absorbido a través del sistema respiratorio ó ingerido y absorbido por el tracto gastrointestinal; la absorción percutánea del plomo inorgánico es mínima, pero el plomo orgánico si se absorbe bien por esta vía. Después de la ingestión de plomo, éste se absorbe activamente, dependiendo de la forma, tamaño, tránsito gastrointestinal, estado nutricional y la edad; hay mayor absorción de plomo si la partícula es pequeña, si hay deficiencia de hierro y/o calcio, si hay gran ingesta de grasa ó inadecuada ingesta de calorías, si el estómago está vacío y si se es niño, ya que en ellos la absorción de plomo es de 30 a 50 % mientras que en el adulto es de 10% 3.(Yucra *et al* 2008).

3.5.6.2.- Mecanismo de acción.

El plomo tiene gran afinidad por los grupos sulfhidrilo, en especial por las enzimas dependientes de zinc. El mecanismo de acción es complejo; en primer lugar parece ser que el plomo interfiere con el metabolismo del calcio, sobre todo cuando el metal está en concentraciones bajas, el plomo altera el calcio de las siguientes formas:

- a) Reemplaza al calcio y se comporta como un segundo mensajero intracelular, alterando la distribución del calcio en los compartimentos dentro de la célula.
- b) Activa la proteinquinasa C, una enzima que depende del calcio y que interviene en múltiples procesos intracelulares.
- c) Se une a la calmodulina más ávidamente que el calcio, ésta es una proteína reguladora importante.
- d) Inhibe la bomba de Na-K-ATP, (sodio potasio adenin-tri-fosfato), lo que aumenta el calcio intracelular.

Finalmente esta alteración a nivel del calcio traería consecuencias en la neurotransmisión y en el tono vascular lo que explicaría en parte la hipertensión y la neurotoxicidad (Sisbib., 2005).

3.5.6.3.- Aplicaciones del plomo en la industria.

El uso más amplio del plomo, como tal, se encuentra en la fabricación de acumuladores. Otras aplicaciones importantes son la fabricación de tetraetilplomo, forros para cables, elementos de construcción, pigmentos, soldadura suave y municiones (Lenntech, 2007).

3.5.6.4.- Envenenamiento por plomo.

Aunque actualmente los casos muy graves de envenenamiento por plomo son escasos en la industria, la exposición a este metal debe ser controlada para prevenir aun la aparición de síntomas moderados que pueden causar problemas.

La inhalación de polvo de compuestos de plomo es la vía más común de entrada del metal al organismo, la ingestión es también bastante frecuente y el problema puede agravarse si la higiene personal es pobre.

Debe tenerse en cuenta que el plomo es un constituyente normal de plantas y animales y que el hombre lo ingiere y excreta diariamente, aun cuando no este expuesto al mismo en su trabajo cotidiano.

El organismo puede tolerar y eliminar pequeñas cantidades sin sufrir daño, pero cuando la ingestión supera el nivel normal de excreción se produce su acumulación.

La importancia de mantener la concentración de plomo como contaminante del aire en valores muy bajos, radica en la alta toxicidad de este metal y en su tendencia a acumularse en pequeñas cantidades en el cuerpo humano (De la Cruz A., C.I.A.S. 1977).

IV.- Conclusión.

Las sustancias químicas forman parte del mundo actual, tanto aquellas que han estado presentes en el ambiente de manera natural, como las que son producidas por el hombre. Existe una gran variedad de sustancias, mismas que tienen diversos usos tanto a nivel industrial y agrícola, como de salud pública. A pesar de la importancia que tienen por sus diversas aplicaciones, es necesario reconocer que las propiedades físico-químicas de algunas de estas sustancias representan un riesgo, tanto para la salud humana como para los ecosistemas.

Las medidas de prevención en la industria, individual o general son principalmente:

- a) Uso de ropa y protección personal,
- b) Evitar la exposición a materiales con potencial alergénico o tratar de sustituirlo por otro que carezca de esas propiedades,
- c) Uso adecuado de agentes de limpieza y cremas de barrera,
- d) Establecer condiciones de aseo personal que resulten fáciles y convenientes,
- e) Automatizar el proceso si las condiciones de trabajo son peligrosas para la persona.

El desarrollo de programas eficaces requiere la identificación de factores de riesgos sectoriales, basados en la población, y específicos del lugar de trabajo. El objetivo de los programas de salud profesional es permitir a los trabajadores que conserven su puesto de trabajo y su salud durante muchos años. Es indispensable que los trabajadores entiendan con claridad los factores de riesgo relevantes para establecer los programas de prevención, que podrán ser institucionales o personales. En el país no se conoce con precisión el nivel de contaminación por sustancias orgánicas tóxicas que puedan estar presentes en el ambiente a causa de la contaminación industrial, agrícola y doméstica, dado que son muy variadas y provienen de distintas fuentes, tanto puntuales como difusas.

LITERATURA CITADA

Agency for toxic substances & disease registry (A.T.S.D.R.) 2005. (en línea)
http://www.atsdr.cdc.gov/es/phs/es_phs30.html (consulta 2 de diciembre de 2011)

Almodóvar A., C. Nogareda, A. Fraile, J. Pinilla, M.F. Villar, M.V. de la Orden, M. Zimmerman, J.M. Lara, 2006. Resultados de la Encuesta de Condiciones de Trabajo. Tránsito de agentes químicos: medidas básicas de seguridad. Seguridad y salud en el trabajo. (38): 30-45.

Arteaga Martínez M., Universidad Nacional Autónoma de México UNAM. 2011 (en línea)
<http://anatomiaunam.blogspot.com/2011/05/esofago.html> (consulta 2 de diciembre de 2011)

Avila-Jeannette V.M., L. Honorio A., C. Chira C., H. Samatelo V., 2002. Intoxicación Aguda por Inhalación de Acrilato de Etilo, Revista Peruana de Medicina y Salud Pública. 22 (4): 267-273

Berry C. M., J. B. Olishifski., Consejo Interamericano de Seguridad (C.I.A.S.). 1977. Manual de fundamentos de higiene industrial.

Calera-Rubio A. A., J. M. Roel-Valdés., A. Casal-Lareo., R. Gadea-Merino y F. R. Cencillo. 2005. Riesgo químico laboral: elementos para un diagnóstico en España. Revista Española de la Salud Pública. 79 (2): 283-295.

Chung, B., 2008 (en línea), Control de Contaminantes Químicos en el Perú, REV PERU MED EXP SALUD PUBLICA 25(4): 413-418
<http://www.scielo.org.pe/pdf/rins/v25n4/a12v25n4.pdf> (consulta 2 de diciembre de 2011)

- Contaminantes Químicos (C.Q.), 2003 (en línea), Apuntes.
http://www.miliarium.com/paginas/leyes/seguridad/estatal/Guias_Evaluacion_Riesgos/Contaminantes_Quimicos.pdf (consulta 2 de diciembre de 2011)
- De la Cruz A., Consejo Interamericano de Seguridad. (C.I.A.S) 1977. Manual de prevención de accidentes para operaciones industriales.
- Echeverry O. 2010. (en línea) <http://olgaecheverry.blogspot.com/2010/04/aldehidos-y-cetonas.html> (consulta 3 de diciembre de 2011)
- Estrucplan. 2002. (en línea) sustancias nocivas sobre el hombre
<http://www.estrucplan.com.ar/producciones/entrega.asp?identrega=181>(consulta 1 de diciembre de 2011)
- García-García, A. M. R. Gadena-Merino y V. López Martínez. 2007 Estimación de la mortalidad atribuible a enfermedades laborales en España. Revista Española de Salud Publica .81 (3): 261-270
- García-Renteria F. F. y A. García-Rubén. 2005. Determinación de la emisión de sustancias toxicas gaseosas en el relleno sanitario curva de rodas de la ciudad de Medellín. Revista facultad de ingeniería universidad de Antioquia. (33): 70-83.
- Indice de Calidad de Vida (icv). 2007. (en línea) La prevención de riesgos en los lugares de trabajo. 223-234.
<http://www.icv.csic.es/prevencion/Documentos/manuales/polvo.pdf> (consulta 2 de diciembre de 2011)
- Intoxicación por plomo. Rev. Soc. Per. Med. Inter. 18(1) 2005 (en línea) Médico Internista. Toxicóloga. Departamento de Medicina. Hospital Nacional ArzobispoLoayza.<http://sisbib.unmsm.edu.pe/bvrevistas/spmi/v18n1/pdf/a05v18n1.pdf> (consulta 2 de diciembre de 2011)
- Ministerio de trabajo de inmigración (M.T.In.).2008(en línea) Guía de productos químicos.
http://www.mtin.es/es/publica/pub_electronicas/destacadas/enciclo/general/contenido/tomo4/104-03.pdf (consulta 2 de diciembre de 2011)

Reglamento Federal de Seguridad, higiene y Medio Ambiente de Trabajo (R.F.S.H.M.A.T.), 2010 (en línea), contaminantes del ambiente de trabajo. [http://www.snteseccion9.org.mx/wp-content/uploads/2010/03/Reglamento de Seguridad Higiene y Medio Ambiente en el Trabajo del sector publico Federal.pdf](http://www.snteseccion9.org.mx/wp-content/uploads/2010/03/Reglamento%20de%20Seguridad%20Higiene%20y%20Medio%20Ambiente%20en%20el%20Trabajo%20del%20sector%20publico%20Federal.pdf) (Consulta 2 de diciembre de 2011)

Rendiles tripod.2009. (en línea) mecanismos de acción toxica y efectos a la salud. <http://rendiles.tripod.com/SOLVENTES.html> (consulta 2 de diciembre de 2011)

Rubio-Romero J. C., 2005 manual para la formación de nivel superior en prevención de riesgos laborales. http://books.google.com/books?id=DK9aB3LK3EgC&pg=PA435&hl=es&source=gb_s_toc_r&cad=4#v=onepage&q&f=false (consulta 2 de diciembre de 2011)

Servicio de Toxicología. sertox. 2004. (en línea) <http://www.sertox.com.ar/modules.php?name=Content&pa=showpage&pid=275> (consulta 2 de diciembre de 2011).

Slides hare. 2011. (en línea) Biología Humana. <http://www.slideshare.net/guestc70d72/sistema-circulatorio-242196> (consulta 3 de diciembre de 2011)

Tratado uninet. 2006. (en línea) principios de urgencias, emergencias y cuidados criticos <http://tratado.uninet.edu/c100803.html> (consulta 2 de diciembre de 2011).

Unit of knowledge knol 2009. (en línea). Aplicaciones de los alcoholes <http://knol.google.com/k/aplicaciones-de-los-alcoholes#> (consulta 2 de diciembre de 2011)

Universidad Nacional del Nordeste, Facultad de Medicina (U.N.N.), 2009 (en línea)
Sistema respiratorio. Disponible en:
<http://www.med.unne.edu.arenfermeriacatedrasfisiosistema%20respiratorio.pdf>.

Water treatment solution. Lenntech 2011 (en línea)
<http://www.lenntech.es/periodica/elementos/pb.htm> (consulta 2 de diciembre de 2011)

Yucra S., M. Gasco, J. Rubio, G. F. Gonzales., 2008.Exposicion ocupacional a plomo y pesticidas organofosforados: efectos sobre la salud reproductiva masculina. Revista peruana de medicina experimental y salud pública. 25 (4). 394-402