



UNIVERSIDAD PERUANA
CAYETANO HEREDIA

“EVALUACIÓN MÉDICO
OCUPACIONAL DE TRABAJADORES
EXPUESTOS A AGENTES QUÍMICOS”

TRABAJO DE INVESTIGACIÓN PARA
OPTAR EL GRADO DE MAESTRO EN
MEDICINA OCUPACIONAL Y DEL MEDIO
AMBIENTE

JAMES MICHAEL AVALOS CHICATA
OSCAR ALBERTO KURISAKI CASAS

LIMA - PERÚ

2023

ASESOR

Mg. Jonh Maximiliano Astete Cornejo

CO ASESOR

M.C. María del Carmen Gastañaga Ruiz

JURADO DE TRABAJO DE INVESTIGACIÓN

MG. HENRY ALEXANDER CUEVA VASQUEZ

PRESIDENTE

MG. YANINA BAZAN PONTE

VOCAL

MG. MARIA ELA ECHEVARRIA ORE

SECRETARIO (A)

DEDICATORIA.

A mi esposa e hija, por su amor incondicional, y ser mi fuente inagotable de motivación y fortaleza.

A mis padres y familia que siempre me acompañaron en el largo camino de la medicina.

AGRADECIMIENTOS.

A nuestro maestro y asesor, Mg. Jonh Astete quien planifica, organiza y educa nuestras mentes fraternalmente, para cumplir con los objetivos “*A lumine motus*”

FUENTES DE FINANCIAMIENTO.

Trabajo de Investigación Autofinanciado

EVALUACIÓN MÉDICO OCUPACIONAL DE TRABAJADORES EXPUESTOS A AGENTES QUÍMICOS

INFORME DE ORIGINALIDAD



FUENTES PRIMARIAS

1	Submitted to Universidad Peruana Cayetano Heredia Trabajo del estudiante	1%
2	www.zaragoza.unam.mx Fuente de Internet	1%
3	Submitted to Universidad Tecnológica Indoamerica Trabajo del estudiante	<1%
4	Submitted to Universidad Tecnica De Ambato- Direccion de Investigacion y Desarrollo , DIDE Trabajo del estudiante	<1%
5	helvia.uco.es Fuente de Internet	<1%
6	issuu.com Fuente de Internet	<1%
7	www.slideshare.net Fuente de Internet	<1%
8	doczz.es Fuente de Internet	

TABLA DE CONTENIDOS

RESUMEN

ABSTRACT

INTRODUCCIÓN1

**EVALUACIÓN MÉDICO OCUPACIONAL DE TRABAJADORES
EXPUESTOS A AGENTES QUÍMICOS.....4**

a. Principales agentes de riesgo químico en el trabajo 4

b. Fisiología del trabajador expuesto a agentes de riesgo químico..... 10

c. Examen clínico del trabajador expuesto a riesgo químico 20

**d. Pruebas funcionales para la evaluación médico ocupacional a
trabajadores expuestos a agentes de riesgo químico 22**

**e. Vigilancia de salud del trabajador expuesto a agentes de riesgo
químicos 36**

**f. Criterios para determinar incapacidad temporal o permanente por
exposición a agentes químicos..... 42**

CONCLUSIONES.....54

RECOMENDACIONES.....57

BIBLIOGRAFÍA.....59

ANEXOS

RESUMEN

La evaluación médico ocupacional de trabajadores con exposición a riesgos químicos, es una actividad preventiva, con la finalidad de detectar precozmente efectos negativos en la salud de los trabajadores, producida por exposición laboral. Actualmente, en Perú no se cuenta con un documento técnico específico para la evaluación médica de trabajadores expuestos a agentes químicos. El objetivo del presente estudio fue elaborar un documento técnico especializado de 'Evaluación médico ocupacional de trabajadores expuestos a agentes químicos'. **Diseño:** se realizó una investigación documental. **Materiales y métodos:** se realizó la búsqueda de información de investigaciones científicas, de revistas indexadas, GPC, Metaanálisis, Revisiones sistemáticas, documentos técnicos, normativas y documentos gubernamentales. Recolectada la información, se procedió al análisis y desarrollo del estudio. **Resultados:** se desarrolló el estudio que incluyó a los principales agentes químicos, la fisiología del trabajador expuesto, el examen clínico, las pruebas funcionales en la evaluación médico ocupacional, la vigilancia de salud del trabajador y los criterios para determinar incapacidad por exposición a agentes químicos. **Conclusión:** La evaluación médico ocupacional de trabajadores expuestos a agentes químicos es un proceso clave para garantizar la salud de los trabajadores, siendo la principal herramienta de prevención secundaria; y junto con la evaluación de la exposición a los agentes químicos en el ambiente laboral, forman parte del macroproceso de vigilancia de la salud de los trabajadores, proceso de recolección y análisis sistemático de la información para el cuidado de la salud de los trabajadores, con el principal objetivo de prevenir accidentes de trabajo y la aparición de enfermedades relacionadas con la exposición a agentes químicos;

protegiendo así a las personas, contribuyendo con entornos de trabajos seguros y saludables.

Palabras clave: Medicina ocupacional, Salud ocupacional, Riesgos ocupacionales, Riesgos químicos

ABSTRACT

The occupational medical evaluation of workers exposed to chemical risks is a preventive activity, with the aim of early detecting negative effects on the workers' health, produced by occupational exposure. Currently, in Peru there is no specific technical document for medical evaluation of workers exposed to chemical agents. The objective of this study was to prepare a specialized technical document on 'Occupational medical evaluation of workers exposed to chemical agents'. **Design:** a documentary investigation was carried out. **Materials and methods:** a search was carried out for information from scientific research, indexed journals, CPG, Meta-analysis, Systematic Reviews, technical documents, regulations and government documents. Once the information was collected, we proceeded to analyze and develop the study. **Results:** the developed study included the main chemical agents, the physiology of the exposed worker, the clinical examination, functional tests in the occupational medical evaluation, worker's health surveillance and the criteria to determine disability due to exposure to chemical agents. **Conclusion:** The occupational medical evaluation of workers exposed to chemical agents is a key process to guarantee the workers' health, being the main prevention tool; and together with the evaluation of exposure to chemical agents in the work environment, they are part of the macroprocess of monitoring the workers' health, a process of systematic collection and analysis of information for the workers' healthcare, with the main objective of preventing work accidents and the appearance of diseases related to chemical agents' exposure; thus protecting people, contributing to safe and healthy work environments.

Keywords: Occupational medicine, Occupational health, Occupational risks,
Chemical risks

INTRODUCCIÓN

La Organización Internacional del Trabajo (OIT) en el documento Seguridad en el uso de productos químicos en el trabajo- Código de prácticas define “el uso de productos químicos en el trabajo como cualquier actividad laboral que pueda exponer a un trabajador a un producto químico, incluyendo: la producción, el manejo, almacenamiento, transporte, eliminación y tratamiento de residuos; liberación de productos, mantenimiento, reparación, limpieza de equipos y contenedores de productos químicos” (1).

Las enfermedades profesionales son producto de los trabajadores expuestos a uno o más factores de riesgos laborales, la OIT define a las enfermedades profesionales como una PANDEMIA OCULTA debido a que anualmente 2,34 millones de personas mueren o por accidente (14%) o enfermedades mortales (86%), provocando al año un número de muertes 6 veces mayor (2).

En la publicación de Wang et al, quien realizó una búsqueda sistemática durante el 2020 encontrando que se han registrado más de 350000 productos químicos, de los cuales 235000 tienen número CAS (número brindado por US Chemical Abstracts Service, permitiendo la identificación individual de cada sustancia química). Sin embargo, también indica que 120000 carecen de número CAS(3).

En Europa, en marzo del presente se informa que se han actualizado los datos de la Agencia Europea de Químicos (ECHA) teniendo registradas bajo el sistema armonizado REACH 26487 sustancias registradas a través de la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico (OCDE)(4).

Calera et al, menciona en su publicación que en Europa existe un registro de más de 2 millones de sustancias nuevas y registrados en número similar al estudio realizado por Wang (5).

Además, de acuerdo con la publicación de la Decana del Colegio de Químicos del Perú - Chung acerca del “Control de los Contaminantes Químicos en el Perú” indica en sus conclusiones que se desconoce el nivel de contaminación producida por sustancias orgánicas (6).

Para determinar el protocolo médico que se debe realizar a los trabajadores, se debe identificar los peligros y evaluar los riesgos de los puestos laborales, así como el ambiente laboral.

El examen médico ocupacional ocurre en tres momentos durante la vida laboral de un trabajador: pre-empleo (también llamada de pre ocupacional o de ingreso, que se realiza al iniciar una labor y que ayuda a determinar la aptitud biofísica del trabajador de acuerdo a las tareas y ambiente laboral); el periódico (que se realiza con la finalidad de realizar controles y sirve para la detección precoz ante cualquier cambio perjudicial a la salud) y el de retiro (también llamado de egreso, con la finalidad de conocer el estado de salud con el cual es cesado de la empresa)(7). Los exámenes médicos son de gran utilidad con un valor profiláctico invaluable si se realizan adecuadamente (8).

La vigilancia médica se basa en el seguimiento continuo y sistemático de la salud (recopila, analiza, interpreta entre otros) tomando en cuenta la evaluación clínica y/o fisiológica con la finalidad de detectar cambios precoces que pudieran detectarse en los trabajadores debido a los riesgos a los cuales está expuesto en el

ambiente laboral, por ello se considera la actividad central con fines preventivos dentro de la practica médico ocupacional (9,10).

Demás esta señalar que, existe un tiempo considerable, desde la aparición de pruebas de la nocividad de las sustancias químicas y el momento en que se reconoce el daño que ocasiona al trabajador (11).

Debido a que anualmente se generan un sin número de productos químicos sin establecer sus propiedades intrínsecas, con la posibilidad de producir un efecto negativo en la salud de los trabajadores, es necesario investigar las diferentes partes que componen las evaluaciones médico ocupacionales de trabajadores expuestos a sustancias químicas de mayor importancia a nivel mundial. Para ello es necesario tener conocimiento de la fisiología del trabajador expuesto a sustancias químicas y que cambios biofísicos precoces pueden ser detectados a través de los exámenes médicos. Como punto final evaluar los criterios para determinar la incapacidad temporal o permanente por exposición a sustancias químicas en el trabajo (3,12,13).

EVALUACIÓN MÉDICO OCUPACIONAL DE TRABAJADORES EXPUESTOS A AGENTES QUÍMICOS

a. Principales agentes de riesgo químico en el trabajo

De acuerdo con la publicación de Organización Internacional del Trabajo (OIT) realizada en el 2021, los principales químicos (Anexo N°1: Cuadro resumen de principales agentes de riesgo químico) a los que el trabajador está expuesto son:

1. **Amianto o asbesto.** (CAS:1332-21-4)

Amianto es el nombre genérico de la forma de 6 diferentes fibras minerales. Se vienen usando en diferentes industrias debido a sus múltiples propiedades como aislante, flexibilidad, resistente, baja conductividad eléctrica (14).

El crisotilo (conocido como amianto blanco) constituida por fibras flexibles, cortas y curvas, es una de las fibras que mayores problemas ha traído a nuestra era (15).

La vía de ingreso principal es la inhalatoria, mientras más pequeño sea el contaminante aumenta la probabilidad de llegar a los alvéolos.

En el Perú, se promulgó la Resolución Ministerial N° 29662 en julio del 2011, que prohíbe el asbesto anfíbol y regula el uso del asbesto crisotilo, recién en octubre del 2014 se publica su reglamento a través del Decreto Supremo N° 028-2014-SA Reglamento de la Ley N° 29662.

Además, de acuerdo con un reporte de la OMS de febrero del 2018 existen a nivel mundial 125 millones de trabajadores expuestos al asbesto (16).

El asbesto se extrae en 25 países y se manufactura productos de este en otros 85 países, se estima que cerca de 233,000 muertes cada año a causa de la asbestosis. Ha sido clasificado dentro del grupo I de acuerdo con la Agencia Internacional para la investigación del Cáncer (IARC) a consecuencia de la exposición produce cáncer en diferentes partes (pulmón, laringe, ovario). Durante el 2022, el asbesto está siendo considerado un factor de riesgo para el colangiocarcinoma intrahepático (17).

2. Sílice

La forma más común de sílice es el cuarzo en la naturaleza, teniendo dos formas la alfa y beta, siendo la alfa abundante encontrándose en rocas y en varios países. El c-sílice es el principal componente de la arena y la grava. El sílice libre o dióxido de sílice se le atribuye desde hace cientos de años una alta tasa de morbimortalidad debido a que provocaba enfermedades pulmonares, conocida como neumoconiosis. La neumoconiosis producida por Sílice se denomina “Silicosis”, derivada del latín SILEX y que se define como una condición patológica de los pulmones debido a la inhalación de partículas que contienen sílice libre o no combinada (18).

La exposición laboral se atribuye al trabajo en minería, molinos de metal, no metal, canteras de granito, operaciones de fracturación hidráulica, fundiciones, cerámica, arenado (chorros de arena), fabricación de ladrillos refractarios, relleno de asfalto, tableros de yeso. En Perú, se estima que cerca del 4.3% de la población económicamente activa del sector se encuentra expuesta a sílice (19).

En Perú, en julio del 2011 se publicó el “Plan Nacional para la erradicación de la Silicosis en el Perú al 2030” cuya finalidad es reducir y eliminar la morbimortalidad por exposición de trabajadores a sílice.

En el 2019, se estima que fallecieron 65,000 personas por exposición a sílice (20).

3. Metales pesados

Se define como metales pesados como elementos de alto peso atómico, tóxicos, utilizados en diferentes industrias; tales como el plomo, mercurio, cadmio y arsénico.

De acuerdo con sus usos:

El Mercurio se puede encontrar en el sector minero, plantas metalúrgicas, fundición, incineración de residuos peligrosos (residuos electrónicos entre otros), termómetros.

Plomo: Se encuentra en la elaboración de pinturas, latas soldadas con plomo, electrónica y cómputo, antiguamente en el combustible, fundición.

Cadmio: Se encuentra en las baterías de Níquel /Cd, fertilizantes, detergentes y derivados del refinado de petróleo, pigmentos de pintura, industria del plástico, aleación, galvanizado (21).

4. Disolventes

Los disolventes (solventes) son químicos nocivos y potencialmente tóxicos, siendo utilizados en una amplia gama de profesiones y labores del hogar. Se encuentran en múltiples productos de limpieza, pinturas, adhesivos, tintes, desengrasantes. Los productos mencionados contienen isopropanol,

benceno, tolueno, sileno y mezclas entre ellos; sin embargo, pueden incluir un sin número de compuestos químicos.

Por lo general, la vía respiratoria es la forma más común de inhalación de vapores de los disolventes (22).

5. Colorantes

Los colorantes orgánicos son compuestos principalmente por grupos conjugados y cromóforos como los grupos azo. Los colorantes azo se genera aplicando un agente de acoplamiento y una sal de diazonio obteniendo así el colorante azoico en la fibra mediante un acoplamiento azo (23).

Se utiliza generalmente en la industria plástico, textiles, cuero, farmacéutica, alimentaria y cosméticos (peluquero) entre otros, la demanda anual aproximada es de 9 millones de toneladas (24).

Los tintes modernos son sintéticos y muchas veces al degradarse en aminas aromáticas carcinogénicas como son la anilina, bencidina y la 2-naftilamina.

6. Nanomateriales manufacturados (MNM)

Los nanomateriales se definen como materiales menores a 100 nanómetros, pudiendo ser agrupados por su composición (25).

La IARC ha clasificado como posibles carcinogénicos a los nanomateriales, además de otros posibles efectos. Por ejemplo, el Mitsui-7 de nanotubos de múltiples paredes de carbón (MWCNT) ha sido clasificado como posible carcinogénico (grupo 2B) debido a que induce mesotelioma maligno cuando fue administrado intraperitonealmente o intraescrotalmente a ratones (26).

7. Productos químicos perfluorados (PFAS)

Los productos químicos perfluorados son compuestos químicos que contienen flúor totalmente sustituido. Son conocidos por sus propiedades repelentes al agua, al aceite y resistentes al calor, lo que los hace útiles en una variedad de aplicaciones industriales y de consumo, como antiadherentes en sartenes, textiles, productos de papel, materiales de contacto con la comida (empaques de alimentos), semiconductores, em, repelentes de manchas en telas y alfombras, y en espumas contra incendios (27).

Los perfluorados se relacionan con diversos tipos de cáncer e interfieren con la inmunidad, función endocrina y el desarrollo mamario (27–29).

8. Sustancias químicas disruptoras endocrinos (EDC)

La Organización Mundial de la Salud define como “las sustancias químicas exógenas o una mezcla de sustancias que altera la función del sistema endocrino y consecuentemente causa efectos adversos en la salud de un organismo intacto, progenie o en sus poblaciones o subpoblaciones”. Los efectos adversos producidos por los disruptores endocrinos están implicados en trastornos reproductivos, cáncer, trastorno neurológico y obesidad. Son utilizados en diferentes sectores como limpieza, fabricación de plásticos, agricultura (30).

Los criterios para ser considerados un alterador endocrino, esta debe cumplir los siguientes criterios (31):

- ✓ Muestra un efecto adverso en un organismo intacto o en su progenie

✓ Tiene un modo de acción endocrino, es decir altera el sistema endocrino.

✓ Efecto adverso es una consecuencia del modo de acción endocrino.

9. Plaguicidas

Son sustancias químicas o mezclas de sustancias con ingredientes biológicos activos utilizados para prevenir, destruir, repeler o mitigar cualquier plaga. Las plagas pueden ser insectos, plantas no deseadas (malas hierbas), hongos, roedores, bacterias, entre otros. Los plaguicidas se usan principalmente para proteger los cultivos contra diversas plagas y, por lo tanto, pueden ayudar a aumentar la producción agrícola. Se clasifican según su uso, por ejemplo: insecticidas (contra insectos), herbicidas (contra plantas), fungicidas (contra hongos), rodenticidas (contra roedores), entre otros (30).

El Código Internacional de Conducta para el Manejo de Plaguicidas es un marco voluntario que define los plaguicidas altamente peligrosos (PAP) como plaguicidas que presentan niveles particularmente altos agudos o crónicos para la salud o el medio ambiente según los sistemas de clasificación internacionalmente aceptados, como el de la OMS o el Sistema Globalmente Armonizado de Clasificación y Etiquetado de Productos Químicos (SGA) - o su inclusión en acuerdos o convenios internacionales (OMS/FAO 2014). Algunos plaguicidas antiguos están incluidos en el Convenio de Estocolmo para su eliminación o restricción mundial, ya que son persistentes, bioacumulativos, causan efectos adversos y se transportan a gran distancia (p. ej. lindano, mirex y DDT) (32).

10. Contaminación del aire en el lugar de trabajo.

Este es uno de los aspectos que no suele considerarse dentro de la exposición; sin embargo, es plausible de tener efecto agudo y crónico sobre la salud (33,34).

De acuerdo con un estudio de la OMS cerca de 1200 millones de trabajadores se encuentran al aire libre la mayor parte de su tiempo, sobre todo en áreas con alto nivel de contaminación, tráfico pesado e industrias (30).

Los pululantes considerados más comunes son las partículas finas PM2.5 y PM10, ozono, dióxido de nitrógeno y dióxido de azufre, adicionalmente se deben considerar los gases producto de la combustión de productos fósiles entre otros (30,35).

La contaminación atmosférica, partículas y gases producto de la combustión de diésel se han clasificado por la IARC como cancerígenos del grupo 1 pudiendo causar cáncer de pulmón. Además, de estar relacionado con enfermedades respiratorias y cardiovasculares (36,37).

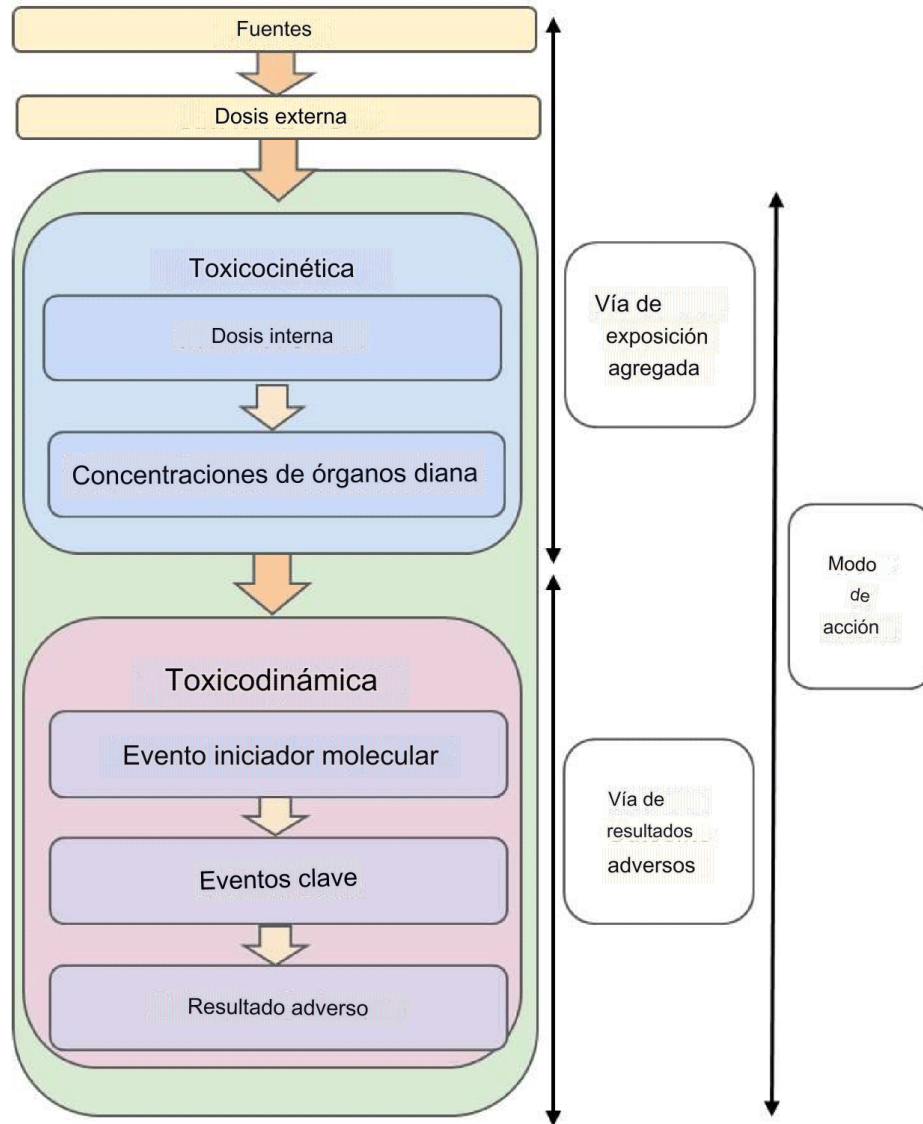
b. Fisiología del trabajador expuesto a agentes de riesgo químico

La exposición a agentes químicos en el lugar de trabajo es una preocupación importante para la salud y la seguridad de los trabajadores. La cinética y biotransformación de los agentes químicos en el organismo son procesos complejos que involucran diferentes etapas y mecanismos fisiológicos (38,39).

Los agentes químicos como compuestos exógenos al metabolismo normal de los organismos son denominados también xenobióticos (39).

Figura 1

Modo de acción, vía de resultados adversos y vía de exposición agregada



Fuente: Adaptado de (40)

Los agentes químicos pueden entrar en el cuerpo humano por riesgos de exposición por vía inhalatoria, ingestión, contacto con la piel o los ojos, y por vía parenteral. La inhalación es la ruta de exposición más común en el lugar de trabajo y puede ocurrir por la inhalación de gases, vapores, partículas y aerosoles(41). La ingestión es una ruta de exposición importante para los

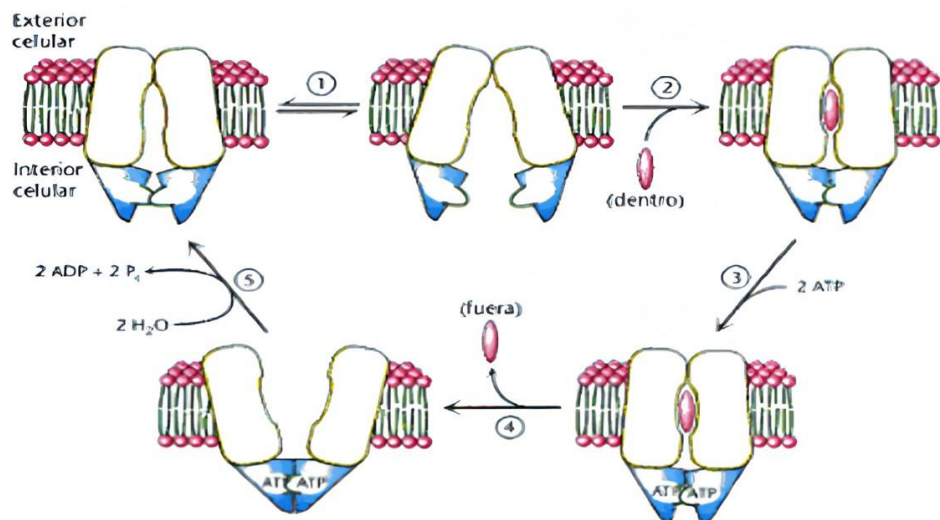
trabajadores que manipulan productos químicos y alimentos contaminados. La absorción dérmica es otra ruta de exposición común y puede ocurrir a través del contacto con la piel y las membranas mucosas(39). La vía parenteral, aunque menos común, puede ocurrir en trabajadores que manejan agujas y jeringas(41).

1. Absorción de agentes químicos

Los agentes químicos pueden ser absorbidos a través de las membranas biológicas por difusión pasiva, difusión facilitada y absorción activa. La inhalación es la ruta de exposición más efectiva para los agentes químicos gaseosos y aerosoles finos, ya que pueden alcanzar áreas del pulmón que son difíciles de alcanzar por otros medios.

Figura 2

Mecanismo de un transportador ABC



Nota: 1. Apertura del conducto hacia el interior de la célula; 2. Fijación del sustrato y cambio conformacional; 3. Unión del ATP y cambios conformacionales consiguientes; 4. Separación de los dominios que separan la membrana y liberación del sustrato al otro lado de la

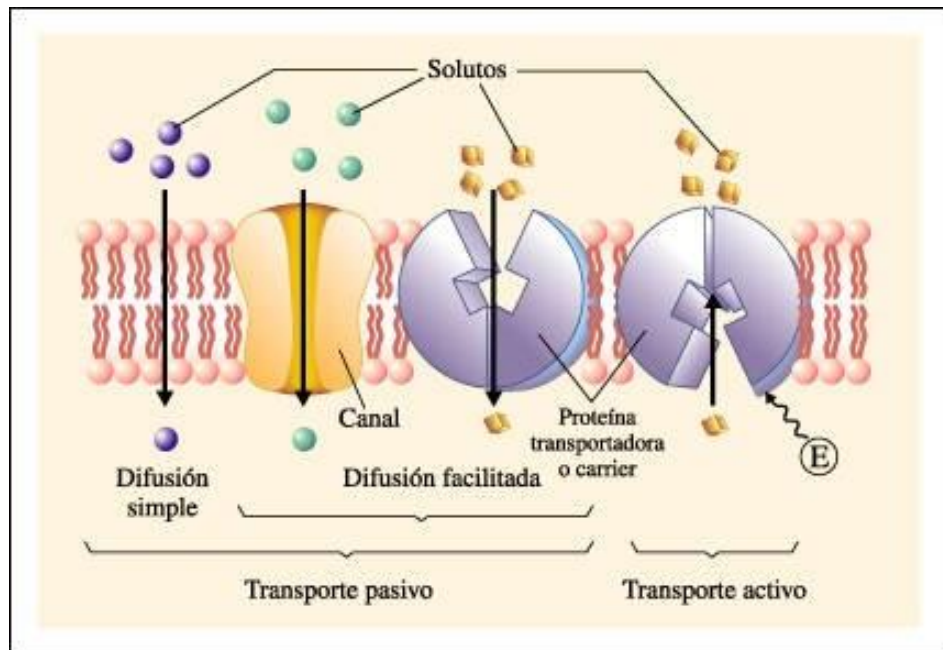
membrana; 5. Hidrólisis del ATP y restauración del transportador en su estado inicial

Fuente: (42).

La absorción puede ocurrir a través de la piel, los pulmones o el tracto gastrointestinal. Algunas sustancias químicas son más propensas a ser absorbidas por la piel, mientras que otras son más fáciles de absorber a través de los pulmones o el tracto gastrointestinal(43).

Figura 3

Mecanismos de absorción



Fuente:(43).

- a. **Difusión pasiva:** Es el mecanismo de absorción más común y se produce cuando la sustancia química se mueve desde una zona de mayor concentración a una zona de menor concentración a través de la piel. Este proceso es impulsado por gradientes de concentración y

depende de factores como la solubilidad de la sustancia química en lípidos y la permeabilidad de la piel(43).

El proceso de difusión pasiva depende de varios factores, como la concentración de la sustancia química, la solubilidad en lípidos, el tamaño de la molécula y la polaridad. Las sustancias químicas con mayor solubilidad en lípidos, tamaño más pequeño y menor polaridad tienen una mayor probabilidad de penetrar la piel a través de la difusión pasiva.

b. Difusión facilitada: La difusión facilitada es un proceso mediante el cual ciertas sustancias químicas pueden cruzar las membranas celulares con la ayuda de proteínas transportadoras. A diferencia de la difusión pasiva, que se produce a favor del gradiente de concentración y no requiere energía, la difusión facilitada requiere proteínas transportadoras y puede ocurrir en contra del gradiente de concentración(43).

Las proteínas transportadoras se unen a las sustancias químicas a través de un proceso de reconocimiento de formas, lo que significa que la estructura química de la sustancia química y la forma de la proteína transportadora deben ser complementarias para que se produzca la unión y el transporte.

c. Absorción activa: Es un proceso impulsado por energía que involucra el transporte de una sustancia química contra su gradiente de concentración. Este proceso es menos común que los otros dos y puede ocurrir a través de la utilización de proteínas transportadoras

específicas. A diferencia de la difusión pasiva y la difusión facilitada, la absorción activa requiere energía y se lleva a cabo a través de proteínas transportadoras que utilizan la energía química de una molécula de ATP (adenosín trifosfato) para transportar sustancias químicas a través de la membrana celular. El proceso de absorción activa puede ocurrir en dos formas: primaria y secundaria(43).

2. Distribución de agentes químicos

Después de la absorción, los agentes químicos se distribuyen por todo el cuerpo a través de la circulación sanguínea. La distribución de los agentes químicos está influenciada por varios factores, incluyendo la solubilidad, la lipofilicidad y la carga eléctrica de la sustancia química, el flujo sanguíneo, la presencia de barreras biológicas como la placenta y la barrera hematoencefálica, y la afinidad de las sustancias químicas por los tejidos. Algunas sustancias químicas, como los metales pesados, se acumulan en los tejidos del cuerpo, como el hígado, el riñón y los huesos, lo que puede provocar toxicidad a largo plazo(44).

En general, las sustancias químicas que son hidrosolubles o tienen una carga eléctrica se distribuyen en los líquidos corporales, como la sangre y los líquidos extracelulares, mientras que las sustancias químicas liposolubles se distribuyen en los tejidos adiposos y cerebrales(44).

3. Metabolismo

El metabolismo o biotransformación es el proceso por el cual el cuerpo transforma la sustancia química en otra sustancia. Los principales órganos involucrados en la biotransformación son el hígado, los riñones y los

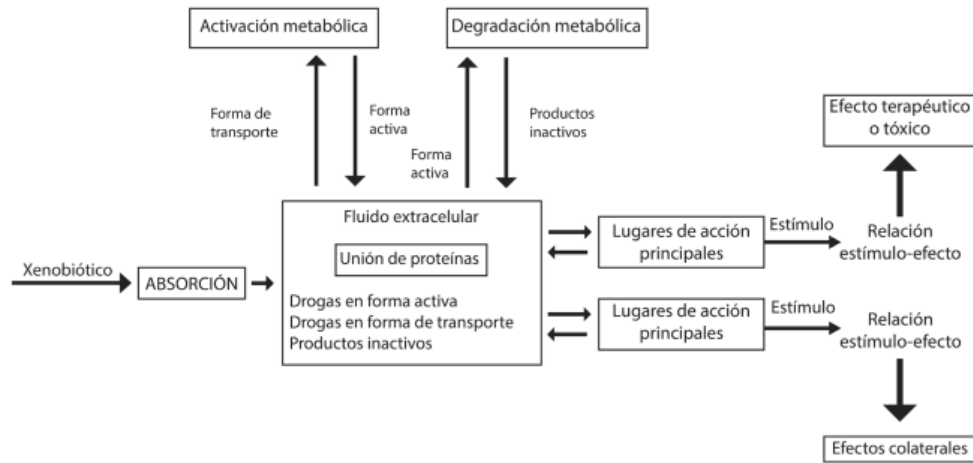
pulmones. La mayoría de los agentes químicos se metabolizan en el hígado, donde las enzimas hepáticas convierten los compuestos en metabolitos más hidrosolubles, que pueden excretarse más fácilmente del cuerpo. La biotransformación puede cambiar la toxicidad de la sustancia química y la velocidad a la que se elimina del cuerpo. Algunas sustancias químicas son metabolizadas en productos tóxicos que pueden dañar los tejidos (44,45).

El metabolismo de los agentes químicos puede ocurrir por diferentes rutas metabólicas, dependiendo de la estructura química del compuesto. Sin embargo, la mayoría de los procesos metabólicos pueden ser agrupados en dos fases principales: la fase I y la fase II (45).

La fase I es un proceso de oxidación, reducción o hidrólisis que generalmente produce metabolitos más reactivos y solubles en agua que los compuestos originales. En esta fase se pueden formar radicales libres, los cuales pueden ser tóxicos para las células si no son eliminados adecuadamente. Los principales sistemas enzimáticos involucrados en esta fase son las enzimas del citocromo P450, aunque también pueden intervenir otros sistemas enzimáticos como las esterasas, el alcohol deshidrogenasas y las oxidasas de flavina (44,45).

Figura 4

Vías metabólicas de los agentes químicos en el organismo



Fuente: Adaptado de Lauwerys, 1994 (45)

La fase II, por otro lado, es un proceso de conjugación de los metabolitos de la fase I con una molécula más polar, como el ácido glucurónico, el ácido sulfúrico o la glutatona. Esta conjugación hace que los metabolitos sean aún más solubles en agua y más fáciles de eliminar por los riñones. Los principales sistemas enzimáticos involucrados en esta fase son las transferasas, como la glucuroniltransferasa, la sulfotransferasa y la glutatión-S-transferasa (44,45).

Es importante señalar que el metabolismo de los agentes químicos puede variar significativamente entre individuos y también puede ser afectado por factores como la edad, el sexo, la nutrición y el uso de otros medicamentos. Además, algunos metabolitos pueden ser igual o incluso más tóxicos que los compuestos originales, por lo que es importante considerar los efectos de los metabolitos en la evaluación del riesgo toxicológico. Sin embargo,

algunos compuestos no se metabolizan fácilmente y pueden acumularse en el cuerpo, lo que puede provocar efectos negativos a largo plazo(44,45).

Por ejemplo, un estudio publicado en 2019 evaluó los efectos de la exposición a largo plazo a los pesticidas organofosforados en trabajadores agrícolas, los resultados mostraron una asociación significativa entre la exposición a los pesticidas y una disminución en la función pulmonar, así como un aumento en los síntomas respiratorios y el riesgo de asma(46). Por otro lado, estudios demuestran los efectos de la exposición ocupacional a benceno, un solvente común utilizado en la industria química, la exposición a largo plazo al benceno se asoció con un mayor riesgo de leucemia y otros trastornos hematológicos (47).

Es importante señalar que la magnitud de los efectos negativos de la exposición a agentes químicos puede variar según el tipo de compuesto, la duración y la intensidad de la exposición, la susceptibilidad individual y otros factores. Por lo tanto, es esencial que se tomen medidas de prevención y protección en los lugares de trabajo para minimizar la exposición a agentes químicos y reducir el riesgo de efectos negativos, tanto agudos como crónicos.

Además, se ha demostrado que la exposición a agentes químicos en el lugar de trabajo puede tener efectos negativos crónicos. Algunos de estos efectos incluyen enfermedades respiratorias, enfermedades reproductivas, enfermedades cardiovasculares, trastornos neurológicos y cáncer (46,47).

Por ejemplo, es bien conocida la exposición a sílice cristalina, un agente químico común en la industria de la construcción, y su relación con un

mayor riesgo de enfermedad pulmonar obstructiva crónica (EPOC) y cáncer de pulmón (48,49). Asimismo, la exposición a los disolventes orgánicos se ha relacionado con enfermedades neurodegenerativas, como la enfermedad de Parkinson (50).

4. Excreción de compuestos químicos

La excreción es el proceso por el cual la sustancia química es eliminada del cuerpo. La excreción puede ocurrir a través de la orina, las heces, la respiración o el sudor. La velocidad a la que se elimina la sustancia química del cuerpo puede ser influenciada por el metabolismo y la excreción. Algunas sustancias químicas pueden acumularse en el cuerpo si no se eliminan rápidamente (39,44,45).

La excreción de los agentes químicos puede ocurrir a través de varios sistemas de eliminación del cuerpo, como los riñones, el hígado, los pulmones y la piel. La vía de excreción depende del tipo de agente químico y su metabolismo (44,45).

El riñón es un importante órgano de excreción de muchos compuestos químicos. Los compuestos que son hidrosolubles y no se unen fuertemente a las proteínas pueden ser eliminados fácilmente en la orina a través de la filtración glomerular y la excreción tubular. Los compuestos que son liposolubles o que se unen fuertemente a las proteínas tienen una excreción más lenta y pueden acumularse en los tejidos (39,44,45).

El hígado también tiene un papel importante en la eliminación de los agentes químicos. Muchos compuestos son transformados en el hígado por reacciones químicas, como la oxidación, reducción, hidrólisis y

conjugación. Los metabolitos resultantes pueden ser más solubles en agua y, por lo tanto, pueden ser excretados en la orina o en la bilis (39,44,45).

Los pulmones también pueden excretar algunos agentes químicos. Esto se debe a que, durante la respiración, los compuestos gaseosos pueden ser eliminados de los pulmones y exhalados. Los agentes químicos también pueden ser excretados a través de la piel en forma de sudor (39,44,45).

c. Examen clínico del trabajador expuesto a riesgo químico

La historia médico ocupacional forma parte de la historia clínica del trabajador documentando puesto de trabajo, tiempo laboral, sector o industria, identificación de los riesgos laborales, controles y medios de protección; estos datos deben escribirse de manera sistemática y ordenada, sirviendo como una herramienta para el diagnóstico adecuado de enfermedades ocupacionales. Para cumplir tales funciones existe un estándar para realizar las preguntas, si en la indagación se encontrara alguna relacionada con el ambiente laboral, se debe detallar las mismas. Las preguntas estandarizadas son (51):

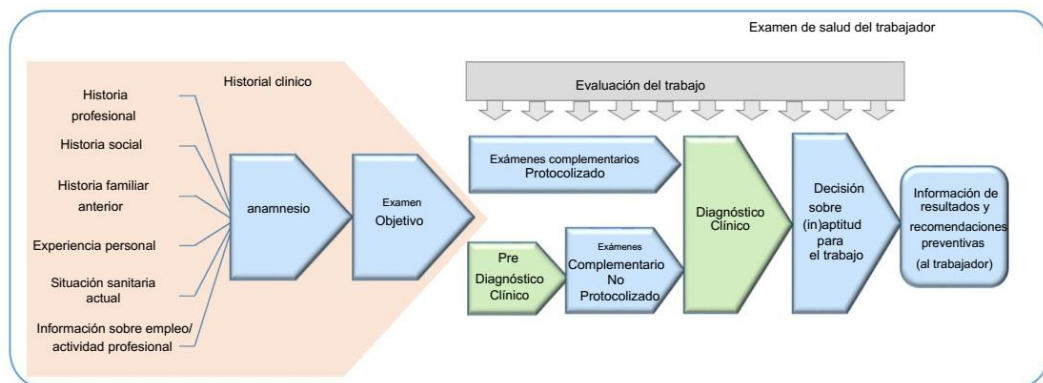
1. ¿Qué tipo de trabajo realiza Ud.? ¿Cómo hace su trabajo?
2. ¿Tus síntomas mejoran en casa o empeoran cuando estás en el trabajo?
3. ¿Está expuesto o haz estado expuesto con anterioridad a polvo, humos, productos químicos, radiación, o ruidos fuertes en su lugar de trabajo?
4. ¿Cree que sus problemas de salud están relacionados con su trabajo? ¿Por qué?

5. ¿Otros trabajadores tienen síntomas similares asociados con la misma exposición? Pruebas funcionales para la evaluación medico ocupacional a trabajadores expuestos a agentes de riesgo químico.

El examen clínico en el trabajador debe ser exhaustivo y completo, no únicamente centrándose en la exposición detallada por el trabajador, será relevante si tenemos hallazgos anormales. Sin embargo, no tendrá utilidad si las lesiones que presenta el trabajador son leves.

Figura 5

Componentes del control del estado de salud de los trabajadores



Fuente: Traducido de Guía Técnica N°2: Vigilancia de trabajadores expuestos a agentes químicos CMR / PNSOC(52)

Para el desarrollo de un examen clínico eficiente debemos considerar lo siguiente:

- **Historia Laboral y Exposición Química:** El médico recopila información sobre el historial laboral del trabajador, incluyendo las sustancias químicas a las que ha estado expuesto, la duración de la exposición y los métodos de protección utilizados. Adicionalmente, se evalúa si el trabajador está utilizando adecuadamente el equipo de protección personal necesario para prevenir o minimizar la exposición a sustancias químicas(53).

- **Historia Médica Personal:** El médico obtiene información sobre la historia médica personal del trabajador, incluyendo antecedentes médicos, alergias, medicamentos actuales y problemas de salud previos que podrían influir en la respuesta del individuo a las sustancias químicas.
- **Evaluación de Síntomas:** El médico entrevista al trabajador para determinar si está experimentando síntomas relacionados con la exposición química, como irritación de la piel, dificultad respiratoria, dolores de cabeza u otros síntomas.
- **Examen Físico dirigido:** Se realiza un examen físico completo del trabajador, enfocándose en áreas específicas que podrían ser afectadas por la exposición química, como la piel, los ojos, los pulmones y el sistema nervioso (54).

El objetivo principal del examen clínico del trabajador expuesto a riesgos químicos es detectar cualquier efecto adverso en la salud del trabajador debido a la exposición a sustancias químicas y proporcionar recomendaciones para proteger su bienestar.

En el anexo 2, Agentes químicos: Criterios diagnósticos, exámenes y evaluación de exposición, se detallan los exámenes específicos.

d. Pruebas funcionales para la evaluación médico ocupacional a trabajadores expuestos a agentes de riesgo químico

Las pruebas funcionales son una herramienta esencial en la evaluación médica ocupacional, ya que proporcionan información valiosa sobre la función

corporal de los trabajadores, y ayudan a identificar cualquier daño o efecto adverso en el cuerpo causado por la exposición a sustancias químicas.

Se pueden realizar análisis de sangre y orina para detectar la presencia de sustancias químicas o sus metabolitos en el cuerpo del trabajador. Estas pruebas pueden ayudar a identificar la exposición y evaluar cualquier daño potencial.

Dependiendo de las sustancias químicas a las que esté expuesto el trabajador y de los posibles efectos en la salud, se pueden realizar pruebas específicas, como pruebas respiratorias, pruebas de función hepática o renal, y pruebas de sensibilidad cutánea.

Las pruebas funcionales son realizadas de acuerdo con los órganos diana posiblemente afectados por la exposición con agentes químicos, porque:

1. Permiten detectar tempranamente los cambios sutiles en la función de un órgano o sistema antes de la aparición de síntomas clínicos evidentes.
2. Específicos: porque permiten conocer el impacto de estos agentes cuando se conoce el órgano diana.
3. Permiten realizar un seguimiento longitudinal al realizar estas pruebas de manera periódica, permitiendo obtener la tendencia sobre los órganos y sistemas afectados por exposición continua o daño acumulativo.
4. Son objetivas porque ofrecen resultados cuantificables.
5. Son fundamentales para tomar decisiones medico ocupacionales debido a una deficiencia ocasionando la reubicación de un trabajador, la aptitud y/o incapacidad para continuar sus labores asignadas.

Existen diversas pruebas funcionales que se pueden utilizar en la evaluación médica ocupacional, dentro de las cuales detallaremos las principales.

Pruebas Funcionales Pulmonares

Las pruebas funcionales pulmonares son una herramienta importante en la evaluación médica ocupacional de trabajadores expuestos a agentes de riesgo químico en el lugar de trabajo. Estas pruebas miden la capacidad respiratoria y la capacidad de los pulmones para absorber oxígeno y eliminar dióxido de carbono. Las pruebas funcionales pulmonares pueden detectar problemas pulmonares como la EPOC y la fibrosis pulmonar, que pueden ser causados por la exposición a sustancias químicas.

Hay varios tipos de pruebas funcionales pulmonares que se pueden realizar, incluyendo la espirometría, la capacidad de difusión de monóxido de carbono (DLCO) y la pletismografía (55).

1. Espirometría

La espirometría es la prueba más común utilizada en la evaluación de la función pulmonar. Esta prueba mide la cantidad de aire que una persona puede exhalar en un solo esfuerzo (volumen espirado forzado en un segundo, FEV1) y la cantidad total de aire que una persona puede exhalar después de una inhalación profunda (capacidad vital forzada, FVC). La relación entre FEV1 y FVC se utiliza para evaluar la función pulmonar. Una relación normal es de alrededor del 80%, mientras que una relación más baja puede ser indicativa de problemas pulmonares.

2. Capacidad de difusión de monóxido de carbono (DLCO)

La DLCO mide la capacidad de los pulmones para transferir oxígeno de los alvéolos a la sangre. Esta prueba implica respirar una pequeña cantidad de monóxido de carbono y medir la cantidad de monóxido de carbono que se absorbe en la sangre. La DLCO se utiliza para evaluar la función pulmonar en personas con enfermedad pulmonar intersticial y puede detectar daño pulmonar temprano.

3. Pletismografía

La pletismografía es una prueba que mide la cantidad de aire que queda en los pulmones después de una espiración máxima (volumen residual, RV) y la cantidad total de aire que los pulmones pueden contener (capacidad pulmonar total, TLC). Esta prueba puede ayudar a evaluar la presencia de enfermedad pulmonar obstructiva y la restricción pulmonar.

Es importante destacar que estas pruebas funcionales pulmonares deben ser realizadas por un profesional capacitado en un entorno seguro y controlado. También es esencial que estas pruebas se realicen en conjunto con otras herramientas, como la identificación de las sustancias químicas a las que están expuestos los trabajadores y la evaluación de la duración y la intensidad de la exposición (56).

Pruebas de Función Hepática

En las pruebas de función hepática encontramos los exámenes de laboratorio que se realizan para evaluar la salud del hígado y su capacidad para procesar y eliminar sustancias químicas tóxicas del cuerpo (57).

Las pruebas de función hepática incluyen varios exámenes de sangre que miden los niveles de enzimas hepáticas, bilirrubina y proteínas en la sangre. Estos exámenes pueden incluir:

1. Alanina aminotransferasa (ALT): es una enzima que se encuentra en el hígado y se libera en la sangre cuando el hígado está dañado. Los niveles altos de ALT pueden indicar daño hepático causado por la exposición a sustancias químicas tóxicas.
2. Aspartato aminotransferasa (AST): es otra enzima que se encuentra en el hígado y se libera en la sangre cuando el hígado está dañado. Los niveles altos de AST pueden indicar daño hepático causado por la exposición a sustancias químicas tóxicas.
3. Bilirrubina: es un pigmento biliar que se produce cuando el hígado descompone los glóbulos rojos viejos. Los niveles altos de bilirrubina pueden indicar daño hepático o problemas de la vesícula biliar.
4. Proteína total y albúmina: son proteínas producidas en el hígado. Los niveles bajos de estas proteínas pueden indicar problemas hepáticos.

Pruebas de Función Renal

Las pruebas de función renal son el conjunto de análisis de sangre y orina que se utilizan para evaluar el funcionamiento de los riñones (58). Estas pruebas son especialmente útiles en la evaluación médica ocupacional de los trabajadores expuestos a sustancias químicas tóxicas que pueden afectar la función renal.

Cuando los riñones se ven afectados por la exposición a sustancias químicas tóxicas, puede tener un impacto negativo en la salud del trabajador y en su capacidad para realizar sus tareas laborales de manera efectiva (59).

En las pruebas de función renal se pueden medir varios marcadores en la sangre y la orina que indican el estado y la salud de los riñones, e incluyen:

1. Creatinina: es un producto de desecho muscular que se elimina del cuerpo a través de los riñones. Cuando los riñones no funcionan correctamente, producto de daño renal por la exposición a agente químicos nefrotóxicos; la creatinina se acumula, lo que resulta en niveles elevados de creatinina en sangre.
2. Nitrógeno ureico en sangre (BUN): es una medida de la cantidad de urea en la sangre. La urea se produce como resultado del metabolismo de las proteínas en el cuerpo y se elimina a través de los riñones. Los niveles elevados de BUN en la sangre pueden indicar problemas renales, como insuficiencia renal.
3. Relación BUN/creatinina: es una medida de la relación entre los niveles de BUN y creatinina en la sangre. Una relación alta puede indicar problemas renales.
4. Microalbuminuria: es la presencia de pequeñas cantidades de albúmina en la orina. La albúmina es una proteína que se produce en el hígado y que normalmente no se encuentra en la orina. La presencia de albúmina en la orina puede ser indicativa de daño renal temprano.

Pruebas de Función Neurológica

Las pruebas de función neurológica son un conjunto de pruebas que evalúan el sistema nervioso central y periférico del cuerpo humano. Estas pruebas son especialmente importantes en la evaluación médica ocupacional de los

trabajadores expuestos a sustancias químicas tóxicas que pueden afectar el sistema nervioso.

El sistema nervioso es responsable de controlar y coordinar todas las funciones del cuerpo, incluyendo el movimiento, la sensación, el pensamiento y la memoria. La exposición a sustancias químicas tóxicas en el lugar de trabajo puede dañar el sistema nervioso y afectar la capacidad del trabajador para realizar tareas laborales de manera efectiva.

Las pruebas de función neurológica incluyen una variedad de pruebas clínicas y pruebas de laboratorio que evalúan diferentes aspectos del sistema nervioso.

Estas pruebas pueden incluir:

1. Evaluación del equilibrio y la coordinación: esta prueba evalúa la capacidad del trabajador para mantener el equilibrio y la coordinación. Puede incluir pruebas como caminar en línea recta, caminar con los ojos cerrados o pararse sobre un pie.
2. Evaluación de la fuerza muscular: esta prueba evalúa la fuerza muscular en diferentes partes del cuerpo, incluyendo los brazos, las piernas y los músculos faciales.
3. Evaluación de la sensibilidad: esta prueba evalúa la capacidad del trabajador para sentir diferentes estímulos, como el tacto, el dolor o la temperatura.
4. Evaluación de los reflejos: esta prueba evalúa los reflejos del cuerpo, como el reflejo patelar en la rodilla.
5. Pruebas de laboratorio: estas pruebas pueden incluir análisis de sangre y orina para medir los niveles de ciertos biomarcadores, como la

acetilcolinesterasa, que puede verse afectada por la exposición a sustancias químicas tóxicas.

Pruebas de Función Cardiovascular

Las pruebas de función cardiovascular son una serie de exámenes médicos que se realizan para evaluar la salud del corazón y del sistema circulatorio. Estas pruebas son especialmente importantes para los trabajadores expuestos a sustancias químicas tóxicas en el lugar de trabajo, ya que algunos productos químicos pueden afectar el sistema cardiovascular y aumentar el riesgo de enfermedades cardiovasculares.

A continuación, se describen algunas de las pruebas de función cardiovascular más comunes utilizadas en la evaluación médica ocupacional:

1. **Electrocardiograma (ECG):** esta prueba mide la actividad eléctrica del corazón y se utiliza para detectar problemas de ritmo cardíaco o cualquier daño en el músculo cardíaco. El examen se realiza colocando electrodos en el pecho del paciente y en las extremidades, y registrando la actividad eléctrica del corazón.
2. **Ecocardiograma:** esta prueba utiliza ultrasonido para visualizar el corazón y las arterias. Se utiliza para evaluar el tamaño del corazón, la fuerza de bombeo y la presencia de cualquier anomalía, como defectos cardíacos o problemas valvulares.
3. **Prueba de esfuerzo:** esta prueba se utiliza para evaluar cómo funciona el corazón durante el ejercicio físico. El paciente se somete a un ejercicio gradualmente más intenso, mientras se monitoriza su ritmo cardíaco y su presión arterial.

4. Monitoreo Holter: esta prueba mide la actividad eléctrica del corazón durante un período de 24 horas. El paciente lleva un dispositivo portátil que registra la actividad eléctrica del corazón mientras realiza sus actividades cotidianas.
5. Angiografía: esta prueba utiliza una inyección de contraste para visualizar las arterias del corazón. Se utiliza para detectar obstrucciones en las arterias coronarias que pueden provocar un ataque cardíaco.

Pruebas de Función Visual

Las pruebas de función visual son un conjunto de exámenes médicos utilizados para evaluar la salud y capacidad visual de un individuo. En el contexto de la evaluación médica ocupacional, estas pruebas son particularmente importantes para los trabajadores expuestos a sustancias químicas tóxicas o radiación en el lugar de trabajo, ya que estas exposiciones pueden tener efectos adversos sobre la salud visual.

A continuación, se describen algunas de las pruebas de función visual más comunes utilizadas en la evaluación médica ocupacional(60):

1. Agudeza visual: esta prueba mide la capacidad del ojo para distinguir detalles finos y se realiza utilizando una tabla de Snellen, que consiste en letras y números de diferentes tamaños. El paciente se coloca a una cierta distancia de la tabla y se le pide que identifique las letras y números en ella.
2. Perimetría: esta prueba mide la visión periférica y se utiliza para detectar problemas como glaucoma o daño al nervio óptico. Durante la prueba, el paciente se sienta frente a una pantalla y se le pide que identifique las luces que aparecen en diferentes puntos de la pantalla.

3. Refractometría: esta prueba mide la capacidad del ojo para enfocar la luz en la retina y se utiliza para detectar problemas de refracción, como miopía, hipermetropía o astigmatismo. El examen se realiza utilizando un dispositivo llamado refractómetro, que mide la cantidad de refracción necesaria para enfocar la luz correctamente(61).
4. Evaluación del color: esta prueba mide la capacidad del ojo para distinguir diferentes colores y se utiliza para detectar problemas de percepción del color, como daltonismo. Durante la prueba, el paciente muestra una serie de imágenes que contienen diferentes combinaciones de colores y se le pide que identifique los colores(62).
5. Evaluación de la visión nocturna: esta prueba mide la capacidad del ojo para ver en condiciones de poca luz y se utiliza para detectar problemas como ceguera nocturna. Durante la prueba, el paciente se coloca en una habitación oscura y se le pide que identifique objetos en diferentes niveles de iluminación.

Pruebas de Función Auditiva

Las pruebas de función auditiva son un conjunto de exámenes médicos utilizados para evaluar la capacidad auditiva de un individuo (70). En el contexto de la evaluación médica ocupacional, estas pruebas son particularmente importantes para los trabajadores expuestos a ruido excesivo o sustancias químicas tóxicas en el lugar de trabajo, ya que estas exposiciones pueden tener efectos adversos sobre la salud auditiva.

A continuación, se describen algunas de las pruebas de función auditiva más comunes utilizadas en la evaluación médica ocupacional:

1. Audiometría tonal: esta prueba mide la capacidad del oído para detectar sonidos a diferentes frecuencias y se realiza utilizando auriculares especiales y una máquina llamada audiómetro. Durante la prueba, el paciente escucha tonos de diferentes frecuencias y niveles de sonido y debe indicar cuándo los escucha.
2. Audiometría vocal: esta prueba mide la capacidad del oído para detectar la voz humana y se realiza utilizando un micrófono y una grabación de palabras o frases habladas. Durante la prueba, el paciente escucha las palabras o frases a diferentes niveles de sonido y debe repetir las.
3. Timpanometría: esta prueba mide la capacidad del oído medio para transmitir sonidos y se realiza utilizando un dispositivo llamado timpanómetro. Durante la prueba, se coloca una pequeña sonda en el canal auditivo y se aplica una presión de aire para medir la respuesta del tímpano a los cambios de presión.
4. Otoemisiones acústicas: esta prueba mide la respuesta del oído interno a los sonidos y se realiza utilizando un micrófono y una sonda que se coloca en el canal auditivo. Durante la prueba, se emiten sonidos en el oído y se registra la respuesta del oído interno.

Pruebas de Función Muscular y Esquelética

Las pruebas de función muscular y esquelética son un conjunto de exámenes médicos utilizados para evaluar la capacidad y la salud de los músculos y el sistema esquelético de un individuo. Estas pruebas son especialmente importantes en la evaluación médica ocupacional de trabajadores expuestos a riesgos ergonómicos, tales como movimientos repetitivos, posturas incómodas

o levantamiento de cargas pesadas, ya que estas exposiciones pueden tener efectos adversos sobre la salud musculoesquelética.

A continuación, se describen algunas de las pruebas de función muscular y esquelética más comunes utilizadas en la evaluación médica ocupacional:

1. Prueba de fuerza muscular: esta prueba mide la capacidad del individuo para realizar movimientos o levantar cargas, evaluando la fuerza muscular. Se puede realizar utilizando un dinamómetro o mediante la realización de ejercicios específicos.
2. Prueba de flexibilidad: esta prueba mide la capacidad del individuo para realizar movimientos y estirar los músculos, evaluando la flexibilidad. Se puede realizar utilizando un goniómetro o mediante la realización de ejercicios específicos.
3. Prueba de equilibrio: esta prueba mide la capacidad del individuo para mantener la postura y el equilibrio, evaluando la coordinación y la estabilidad. Se puede realizar mediante ejercicios específicos como pararse sobre una sola pierna.
4. Prueba de resistencia muscular: esta prueba mide la capacidad del individuo para mantener una actividad física durante un período prolongado de tiempo, evaluando la resistencia muscular. Se puede realizar mediante ejercicios específicos como correr en una cinta durante varios minutos.

Además de estas pruebas, también se pueden utilizar otras técnicas de diagnóstico como la radiografía, la tomografía computarizada o la resonancia magnética para evaluar la salud y la estructura de los huesos y las articulaciones.

Pruebas de Función Endocrina

Las pruebas de función endocrina son una serie de exámenes médicos que se utilizan para evaluar la capacidad del sistema endocrino de un individuo para producir y regular las hormonas. Estas pruebas son especialmente importantes en la evaluación médica ocupacional de trabajadores expuestos a agentes químicos que pueden afectar el sistema endocrino.

A continuación, se describen algunas de las pruebas de función endocrina más comunes utilizadas en la evaluación médica ocupacional:

1. Prueba de glucosa en sangre: esta prueba mide los niveles de glucosa en sangre en ayunas, lo que puede indicar problemas de regulación de la insulina y la diabetes.
2. Prueba de tirotropina (TSH): esta prueba mide los niveles de la hormona estimulante de la tiroides en sangre, lo que puede indicar problemas de función tiroidea, como hipotiroidismo o hipertiroidismo.
3. Prueba de hormonas sexuales: estas pruebas miden los niveles de hormonas sexuales, como la testosterona, el estradiol y la progesterona, que pueden indicar problemas de función gonadal.
4. Prueba de hormona del crecimiento: esta prueba mide los niveles de la hormona del crecimiento en sangre, lo que puede indicar problemas de función de la glándula pituitaria.

Además de estas pruebas, también se pueden utilizar otras técnicas de diagnóstico como la resonancia magnética y la tomografía computarizada para evaluar la salud y la estructura de las glándulas endocrinas.

Pruebas de Función Inmunológica

Las pruebas de función inmunológica se utilizan para evaluar la capacidad del sistema inmunológico de un individuo para combatir infecciones y enfermedades. Estas pruebas pueden ser especialmente importantes para los trabajadores expuestos a agentes químicos, ya que algunas sustancias pueden tener efectos adversos en el sistema inmunológico (72,73). A continuación, se describen algunas de las pruebas de función inmunológica más comunes:

1. Prueba de función linfocitaria: esta prueba mide la capacidad de los linfocitos para responder a un estímulo específico, como un antígeno o un mitógeno. Los linfocitos son un tipo de célula inmunológica que desempeña un papel clave en la respuesta inmunológica del cuerpo. La prueba de función linfocitaria puede proporcionar información sobre la salud y la función del sistema inmunológico de un individuo.
2. Prueba de inmunoglobulina: esta prueba mide los niveles de inmunoglobulina en la sangre. Las inmunoglobulinas son proteínas producidas por el sistema inmunológico para combatir infecciones y enfermedades. Los niveles anormales de inmunoglobulina pueden indicar una disfunción del sistema inmunológico.
3. Prueba de complemento: esta prueba mide los niveles y la actividad de las proteínas del complemento en la sangre. El complemento es un sistema de proteínas que desempeña un papel clave en la respuesta inmunológica del cuerpo. Los niveles anormales de complemento pueden indicar una disfunción del sistema inmunológico.

4. Prueba de alergia: esta prueba se utiliza para identificar alérgenos específicos que pueden estar causando una respuesta inmunológica anormal en el cuerpo. La prueba de alergia puede ser útil para los trabajadores expuestos a agentes químicos que pueden desencadenar reacciones alérgicas.

Se debe tener en cuenta que los resultados pueden variar según la exposición a agentes químicos y las necesidades específicas del trabajador. Por lo tanto, es importante realizar una evaluación individualizada y personalizada para cada trabajador expuesto a agentes químicos. Asimismo, es necesario que estas pruebas sean interpretadas por un profesional médico capacitado y con experiencia en el campo de la medicina ocupacional para obtener resultados precisos y confiables; y se utilicen para tomar decisiones informadas sobre la seguridad de los trabajadores y el control de los riesgos químicos en el lugar de trabajo.

e. Vigilancia de salud del trabajador expuesto a agentes de riesgo químicos

La vigilancia de la salud del trabajador expuesto a riesgos químicos es un proceso esencial dentro del ámbito de la seguridad y salud en el trabajo. Su objetivo principal, es identificar la incidencia y prevalencia de patologías profesionales conocidas. De manera ideal se debe recopilar los datos epidemiológicos de manera descriptiva sobre la incidencia y prevalencia de enfermedades de forma precisa y completa siendo esencial para aplicar un enfoque racional para el control de enfermedades y lesiones profesionales.

Permitiendo el análisis de las tendencias de las enfermedades y lesiones profesionales entre diferentes grupos, lugares y periodos de tiempo.

La detección temprana de individuos afectados garantiza que reciban un tratamiento y seguimiento clínico adecuado.

Es importante mencionar que el 80% de las sustancias químicas utilizadas en el lugar de trabajo no han sido evaluadas(63).

Su objetivo principal es asegurarse de que los empleados que están en contacto con sustancias químicas peligrosas en su entorno laboral mantengan una buena salud y no se vean afectados negativamente por los efectos adversos de dicha exposición (73,74).

Los programas de vigilancia médica realizan evaluaciones médicas y procedimientos en un conjunto de empleados que comparten exposiciones similares. Esto se hace con la intención de identificar a trabajadores que puedan estar experimentando enfermedades relacionadas con su ocupación y con el propósito de identificar patrones de enfermedad dentro del grupo de participantes que podrían estar relacionados con las exposiciones en su entorno laboral(64).

El Procedimiento de Vigilancia de la salud de los trabajadores expuestos a riesgos químicos debe incluir las siguientes etapas clave (de acuerdo con el Anexo N°3: Modelo general de atención del servicio de medicina ocupacional para un agente químico):

- 1. Análisis Inicial de Riesgos:** Previo al inicio de la actividad laboral que involucre el manejo de sustancias químicas peligrosas, se debe llevar a cabo análisis de los factores de riesgo químico. Esto implica identificar las

sustancias químicas a través de sus fichas de datos de seguridad (FDS), material safety data Sheet (MSDS), número CAS y/o clasificación de la sustancia de acuerdo con la Agencia Internacional para la Investigación sobre el Cáncer (IARC), señales de peligro, recomendaciones preventivas e información complementaria.

De igual forma se debe comprender sí, es una sustancia o una mezcla debiendo tomar en cuenta los componentes y productos que podrían ocasionarse al combinarse. Además de conocer la información toxicológica de estos, siendo imprescindible establecer los valores límites permisibles por recomendación normativa e internacional y en caso de ser peligroso para la salud recomendar su sustitución para que pueda ser manipulable.

2. Identificar a los trabajadores expuestos y calificar el contexto de la exposición: Se debe establecer las tareas y actividades donde el trabajador sea expuesto a los agentes químicos sea por utilización, manipulación o exposición, debiendo identificar además los trabajadores expuestos.

Al describir el contexto se debe describir el uso profesional, indicando la operación que se realiza con el agente químico, señalando las condiciones de trabajo teniendo como consecuencia diferentes niveles de prevención. Es importante señalar que las condiciones operativas deben indicar cantidad de producto utilizado, propiedades físicas, condiciones del trabajo, frecuencia de uso, duración de uso y condiciones pertinentes a la actividad realizada.

Finalmente, se debe indicar las medidas adoptadas para la gestión de riesgos laborales, así como su ejecución y cumplimiento colectivo e

individual. Además, de señalar las medidas complementarias ante una emergencia(65).

3. **Exámenes Médicos:** Dentro de los documentos consignados dentro de la misma se encuentra la ficha medico ocupacional (historia clínico laboral), pruebas y evaluaciones complementarias de acuerdo con los agentes de exposición.

La historia laboral debe recoger información de los agentes químicos a los que ha estado expuesto el trabajador y en la actualidad, actividades o tareas, el tiempo de exposición entre otros; idealmente los resultados de las mediciones de los agentes químicos detectados en el lugar de trabajo, los sistemas de prevención y equipos de protección personal utilizados(51) (66).

- a. **Preocupacionales:** Antes de que un trabajador comience a desempeñar su función en un ambiente donde existe exposición química, es necesario realizar exámenes médicos específicos. Estos exámenes ayudan a establecer un estado de salud inicial del empleado, así como detectar condiciones médicas preexistentes que podrían agravarse por la exposición química y servir como referencia para futuras comparaciones.
- b. **Exámenes Médicos Periódicos:** Además de los exámenes iniciales, se deben realizar exámenes médicos periódicos para detectar cualquier cambio en la salud de los trabajadores a lo largo del tiempo. Estos exámenes ayudan a identificar tempranamente posibles efectos adversos causados por la exposición continua a sustancias químicas.

Actualmente, las evaluaciones medicas para las actividades de alto riesgo se realizan anualmente(7).

Posterior a la realización de los exámenes periódicos, se debe de entregar un informe al empresario con la finalidad de brindar recomendaciones preventivas. Así como medidas que disminuyan el riesgo o lo sustituyan con el fin de evitar el daño. Caso contrario, al no poder ser sustituido o eliminado, se debe reducir la exposición(54).

- c. **Examen médico de retiro:** Examen que se realiza días previos al retiro (por cese de relación contractual o jubilación) del trabajador, teniendo validez aquellos que tengan un periodo no menor de 2 meses(7).

Actualmente en nuestro país, no se realiza la vigilancia post ocupacional que en otros países se practica, debiendo tomarse en cuenta debido a los problemas de salud que eventualmente podrían sufrir(54).

- 4. **Monitoreo Continuo de Exposición:** Durante la jornada laboral, se debe llevar a cabo un monitoreo regular de la exposición a sustancias químicas(65). Esto se logra mediante la medición de niveles de sustancias químicas en el aire y, en algunos casos, mediante la realización de pruebas en muestras biológicas, como sangre y orina, para evaluar la cantidad de sustancias absorbidas por el organismo.
- 5. **Capacitación y Concientización:** La formación de los trabajadores es fundamental. Deben recibir información detallada sobre las sustancias químicas con las que están trabajando, sus riesgos, los procedimientos de seguridad y cómo utilizar correctamente los equipos de protección personal.

- 6. Control y Prevención:** En función de los resultados de la vigilancia de la salud y del monitoreo de la exposición, se deben implementar medidas de control y prevención adecuadas. Esto podría incluir cambios en los procesos de trabajo, mejoras en la ventilación, la incorporación de equipos de protección personal y la sustitución de sustancias químicas peligrosas por alternativas más seguras.
- 7. Registro y Documentación:** Todos los datos relacionados con la vigilancia de la salud, los resultados de exámenes médicos, los niveles de exposición y las medidas adoptadas deben ser registrados y mantenidos en los archivos de la empresa.

Las conclusiones derivadas de la supervisión de la salud, desde la perspectiva de la prevención de riesgos laborales, deben ser transmitidas al empleador o empleadora, así como a los individuos o equipos con responsabilidades en el ámbito de la prevención, en forma de recomendaciones preventivas. Esto se hace con el propósito de que puedan cumplir con eficacia las funciones que les han sido encomendadas. Estas recomendaciones incluirán acciones destinadas a eliminar o reducir el riesgo, preferiblemente evitando el uso de agentes químicos peligrosos mediante su sustitución por sustancias o procesos químicos menos riesgosos. En casos donde la naturaleza de la actividad no permita la eliminación del riesgo mediante la sustitución, se buscará reducir la exposición al mínimo, implementando medidas preventivas y de protección coherentes con la evaluación de riesgos realizada. Además, de proporcionar

información sobre la frecuencia recomendada para futuros exámenes de salud.

Esto es crucial para cumplir con las regulaciones y normativas, así como para llevar a cabo análisis retrospectivos (7,54).

8. Acciones Correctivas: Si se detectan problemas de salud que podrían estar relacionados con la exposición química, se deben tomar medidas correctivas inmediatas. Esto podría implicar la reevaluación de los procesos de trabajo, la modificación de los controles de seguridad o, en casos extremos, la reasignación de tareas.

9. Cumplimiento Legal: La vigilancia de la salud de los trabajadores expuestos a riesgos químicos está sujeta a regulaciones y leyes específicas de salud y seguridad en el trabajo. Cumplir con estas normativas es crucial para garantizar un ambiente laboral seguro y saludable.

f. Criterios para determinar incapacidad temporal o permanente por exposición a agentes químicos

Determinar la incapacidad temporal o permanente de trabajadores expuestos a agentes de riesgo químico implica una evaluación exhaustiva y cuidadosa por parte del médico ocupacional y, posiblemente, de médicos especializados en toxicología. Los criterios pueden variar según la legislación y las regulaciones de cada país, así como según las políticas internas de la empresa.

Conceptualmente la Incapacidad Laboral puede entenderse como un desequilibrio entre las capacidades funcionales y los requerimientos de un

puesto de trabajo, pudiendo ser ese desequilibrio transitorio (incapacidad laboral temporal) o permanente (incapacidad laboral permanente).

La incapacidad es una situación de pérdida de salud de los trabajadores por limitaciones de una enfermedad o una lesión que imposibilita trabajar, aunándose con el absentismo y gastos ocasionados por la incapacidad. Además, sirve como un indicador de salud laboral que brinda una valoración sanitario laboral (67).

El origen o contingencia de la incapacidad puede ser Común (Enfermedad Común y Accidente No laboral) o Profesional (Enfermedad Profesional y Accidente Laboral).

Las estadísticas halladas durante el trabajo del Dr. Mejía en su artículo “Notificaciones de accidentes y enfermedades, Perú 2010 al 2014”, se reportaron durante los 50 meses; 35 casos de silicosis y 16 casos por tóxicos/agentes químicos de 346 enfermedades laborales de diferente origen (68).

El Instituto Nacional de Estadística e Informática en el 2019, el total de la población del año 2017 (29 381 884), el 10.4% (3 051 612) presento alguna discapacidad y dentro de estas, el 57% son mujeres y el restante son de sexo masculino; como resultado de ello tenemos que de cada 10 peruanos 1 sufre de alguna discapacidad (69). Lima tiene la mayor concentración de personas con discapacidad con un 8% (anuario estadístico 2020 del registro nacional de la persona con discapacidad).

De acuerdo con la normativa legal la incapacidad permanente se define como una situación de alteración de la salud del trabajador que, después de haber

estado sometido a tratamiento presenta reducciones anatómicas o funcionales graves previsiblemente definitivas que disminuyen o anulan su capacidad laboral. Siendo, el concepto de incapacidad laboral temporal, la disminución o pérdida de la capacidad para desarrollar las actividades laborales habituales a consecuencia de enfermedad o daño susceptible de ser tratada y recuperada en un periodo determinado (70).

En una escala temporal, las definiciones de incapacidad temporal versus permanente se encuentran en la Ley N° 26790 “Ley de Modernización de la Seguridad Social en Salud” en su artículo 12, inciso a) “Subsidios por incapacidad laboral”, en su acápite a.3 menciona “... la incapacidad temporal dura hasta un máximo de 11 meses y 10 días consecutivos”. Por lo tanto, antes de 340 días es considerado incapacidad temporal, mayor a 340 podría ser considerado incapacidad permanente.

Durante los años 70, Nagi desarrolló los primeros modelos teóricos acerca de la incapacidad, proponiendo que se conceptualiza mejor a través de un proceso de cuatro estadios.

Nagi propone un proceso de cuatro estadios sobre la incapacidad: comienza con una enfermedad base que provoca un deterioro fisiológico, limitando física y emocionalmente al individuo. Esta limitación funcional conduce a la incapacidad para desempeñar tareas y roles laborales e independencia, representando el último estadio.

En 1980, la Organización Mundial de la Salud (OMS) estableció la Clasificación Internacional de Deficiencias, Discapacidades y Minusvalías

(CIDDDM) a través de un modelo muy semejante al de Nagi, aunque con algunas diferencias conceptuales que se muestran en el grafico siguiente (67).

Figura 6

Evolución del proceso de evaluación de Incapacidad



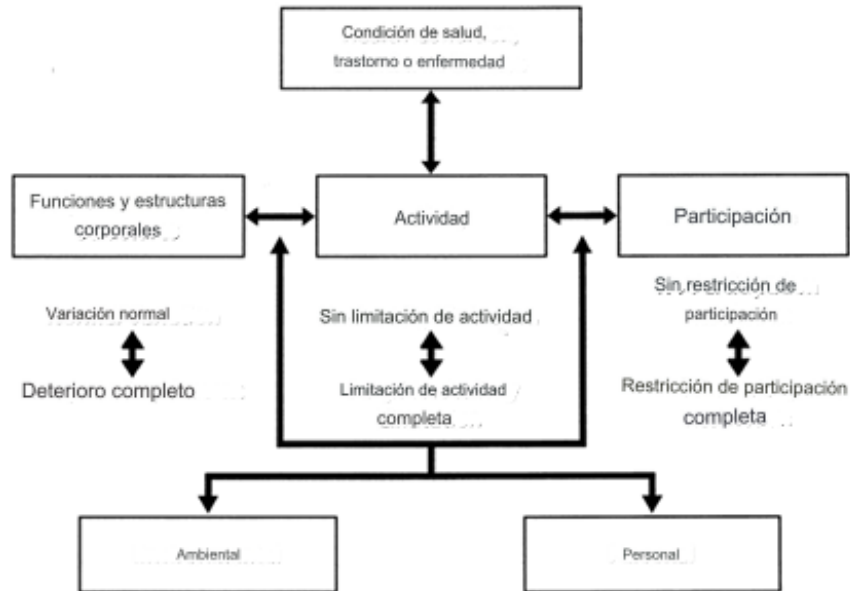
Fuente: Elaboración propia, adaptado de Clasificación Internacional de Deficiencias, Discapacidades y Minusvalías (CIDDDM) (67,71,72).

Para la OMS en el 2001 la Clasificación Internacional del Funcionamiento, de la Discapacidad y de la Salud organiza la información en dos partes:

1. Primera abarca: funcionamiento y la discapacidad
 - a. Funciones y estructuras corporales
 - b. Actividades y participación
2. Segunda factores contextuales.
 - a. Factores ambientales
 - b. Factores personales

Figura 7

Modelo CIF: Interacción de los componentes del CIF



Fuente: Adaptado de OMS 2001 (72,73)

La CIDDDM utilizada como instrumento para clasificar las consecuencias de las enfermedades y sus repercusiones en la vida del individuo, permitiendo la distinción entre deficiencia, discapacidad y minusvalía (73):

- **Deficiencia:** Dentro de la experiencia de la salud se define como toda pérdida o anormalidad de una estructura o una función psicológica, fisiológica o anatómica. Puede ser temporal o permanente y en principio afecta sólo al ÓRGANO. Según esta clasificación la deficiencia podrá ser intelectual, psicológica, del lenguaje, del órgano de la audición, del órgano de la visión, visceral, musculoesquelética, desfiguradora, generalizada, sensitiva y otras deficiencias.

- **Discapacidad:** Es toda restricción o ausencia (debida a una deficiencia) de la capacidad de realizar una actividad, en la forma o dentro del margen que se considera normal para el ser humano. Se caracteriza por insuficiencias o

excesos en el desempeño y comportamiento en una actividad rutinaria, que pueden ser temporales o permanentes. Se clasifican en nueve grupos: de la conducta, de la comunicación, del cuidado personal, de la locomoción, de la disposición del cuerpo, de la destreza, de situación, de una determinada aptitud y otras restricciones de la actividad. La discapacidad puede surgir como consecuencia directa de la deficiencia o como consecuencia indirecta por la respuesta del propio individuo.

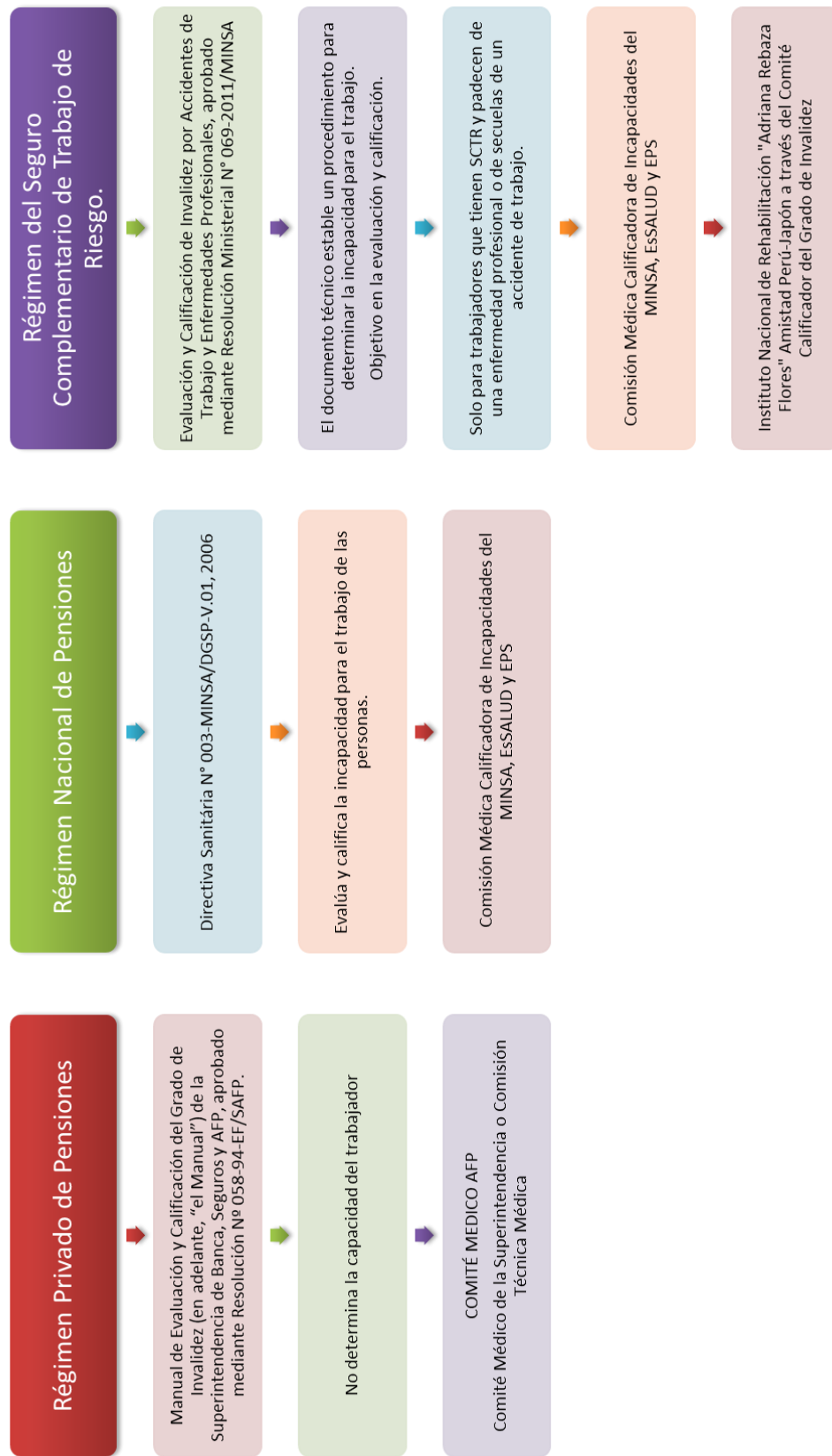
La Guía para la evaluación del deterioro permanente de la Asociación Médica Estadounidense (AMA), define la deficiencia como “la pérdida, pérdida de uso o trastorno de cualquier parte del cuerpo, sistema de órganos o función de órganos”; sin embargo, el deterioro no es una medida de la capacidad para realizar tareas específicas requeridas para una ocupación específica. Además, una incapacidad se considera permanente cuando ha alcanzado la mejoría médica máxima, estando estable y es improbable que mejore con o sin tratamiento médico.

Mientras que la discapacidad se define como una alteración de la capacidad del individuo para satisfacer sus demandas personales, sociales u ocupacionales debido a una deficiencia (63).

En resumen, existen múltiples definiciones acerca de deficiencia y discapacidad, el detalle se puede revisar en el ANEXO 4: Definiciones e interpretación de deficiencia y discapacidad.

En la Figura 8 se describe y compara cómo se aplican los conceptos de incapacidad y discapacidad, en los diferentes regímenes existentes en Perú: privado, nacional y del seguro complementario de trabajo de riesgo.

Figura 8
Aplicación de normas legales de acuerdo con el régimen laboral



Fuente: Elaboración propia

Actualmente, los documentos que sirven de manuales y directivas para la calificación sirven para determinar el grado de incapacidad de los trabajadores con un fin pensionario y un cese por capacidad.

Sin embargo, ninguna normativa evalúa la capacidad y la aptitud médica para el desempeño de tareas y trabajos. Las disposiciones normativas vigentes mencionan que se debe reubicar a los trabajadores, de manera previa al despido, de acuerdo con los ajustes razonables y los puestos vacantes (74). Sin embargo, ninguna normativa evalúa la capacidad y la aptitud médica para el desempeño de tareas y trabajos. Las disposiciones normativas vigentes mencionan que se debe reubicar a los trabajadores, de manera previa al despido, de acuerdo con los ajustes razonables y los puestos vacantes (74).

Las guías y manuales de discapacidad se basan en actividades cotidianas que realiza un trabajador, mientras que complejidad de las tareas laborales es muy diversa, no permite generar un estándar en la evaluación (75).

El trabajo no se encuentra incluido en el juicio clínico de deterioro por:

1. Implica muchas actividades simples y complejas.
2. Las labores encargadas son altamente individualizadas, lo que hace que las generalizaciones sean inexactas.
3. Los porcentajes de deficiencia se mantienen sin cambios para condiciones estables, pero el trabajo y las ocupaciones cambian.
4. Las discapacidades interactúan con otros factores como la edad, la educación y la experiencia laboral previa del trabajador para determinar el alcance de la discapacidad laboral.

Para poder evaluar la aptitud para el trabajo es esencial tener en cuentas aspectos primordiales, tomando en consideración:

1. Evaluar la salud de un individuo, no se debe limitar únicamente al diagnóstico o la patología específica que tiene. Es importante tener en cuenta otros factores relacionados con la salud, como los antecedentes médicos, el historial de salud, los síntomas, etc. Además de tomar en consideración el entorno de trabajo, las condiciones sociales, los recursos médicos. Finalizando con las consideraciones de la capacidad del cuerpo y del trabajador para hacer frente a la enfermedad y/o situación de salud.
2. Evaluar para cada situación de salud específica, la dosis a la cual está el expuesto el trabajador y el mayor riesgo debido a la misma.
3. Evaluar la optimización de las medidas de protección.
4. Evaluar de manera conjunta con el trabajador, las repercusiones derivadas de la incapacidad para trabajar con agentes químicos.

En otras palabras, a pesar de lo mencionado anteriormente, hay casos en los que la salud de una persona puede influir en su capacidad para trabajar con sustancias químicas cancerígenas. Estas situaciones pueden resultar en una restricción permanente o temporal para realizar labores que impliquen la exposición a estas sustancias. Por ejemplo, trabajadores que tienen insuficiencia hepática crónica y están expuestos profesionalmente al cloruro de vinilo, o trabajadores con insuficiencia renal crónica que están expuestos profesionalmente al plomo pueden enfrentar limitaciones en su capacidad para realizar este tipo de trabajo.

Es importante destacar que habrá circunstancias adicionales que puedan respaldar la necesidad de una incapacidad temporal para llevar a cabo las tareas que involucren la exposición laboral en cuestión, hasta que la situación médica se haya recuperado o resuelto por completo(52).

La Resolución Ministerial N° 069-2011-MINSA, aprobó el documento técnico: “Evaluación y Calificación de la Invalidez por Accidentes de Trabajo y Enfermedades Profesionales”, que presenta un método de calificación de la enfermedad profesional, considerando las siguientes consideraciones:

1. Evidencia de enfermedad. Determinación causa efecto, verificar:
 - a. Condición de enfermedad existe en realidad
 - b. Manifestaciones particulares de la enfermedad son el resultado de la exposición.
 - c. La evidencia medica se obtiene por:
 - i. Historia de la enfermedad actual
 - ii. Historia personal
 - iii. Historia familiar
 - iv. Historia ocupacional
 - v. Examen físico
 - vi. Pruebas de apoyo al diagnóstico.
2. Evidencia epidemiológica. documentar información epidemiológica pertinente y actual relacionada a la enfermedad con la exposición ocupacional.
3. Evidencia de exposición:
 - a. Identificación del puesto de trabajo

- b. Identificación de las sustancias o agentes manipulados directamente en el puesto de trabajo o en áreas de operaciones circundantes.
 - c. Información de estudios de higiene industrial: muestreos de aire que midan la magnitud de la exposición en los puestos de trabajo o trabajos similares.
 - i. Vía de ingreso: dérmica o digestiva (no se menciona vía inhalatoria)
 - ii. Riesgo potencial de contacto con la piel, equipos de protección inadecuados, ropa inadecuada, no duchas y vestuarios.
 - iii. Riesgo potencial de ingestión, existencia de comedores sin condiciones de salubridad adecuadas.
 - d. Evaluación de la exposición, mediciones anteriores y presencia de agente químico en el puesto de trabajo, debiéndose considerar:
 - i. Numero de muestras
 - ii. Lugar donde se toma las muestras
 - iii. Métodos de muestreo
 - iv. Análisis de laboratorio
4. Testimonios. Los profesionales que evalúan y califican deben contar con la certificación y experiencia profesional de salud que corrobore sus testimonios.
5. Situaciones especiales. es necesario considerar aspectos específicos como las mujeres en etapa de gestación, exposiciones laborales que puedan agravar enfermedades, excluir agentes causales como sexo, edad, herencia y obesidad.

6. Evaluación y conclusiones. La decisión médica debe responder 7 preguntas que la norma establece:
- a. ¿La condición de enfermedad en el trabajador ha sido establecida claramente?
 - b. ¿Se ha demostrado que la enfermedad puede resultar de la exposición al agente sospechoso?
 - c. ¿Se ha demostrado que existe o existió exposición al agente, mediante historia ocupacional, datos de muestreo u opinión de expertos?
 - d. ¿Se ha demostrado que la exposición al agente es suficiente en intensidad y/o duración para que resulte en la enfermedad? (verificada a través de la literatura científica, estudios epidemiológicos, muestreos especiales, o replicación de las condiciones de trabajo).
 - e. ¿Se ha descartado la probabilidad que la exposición no ocupacional al agente es el factor causal de la enfermedad?
 - f. ¿Han sido consideradas todas las circunstancias especiales?
 - g. ¿Existieron eventos inusuales que redujeron la efectividad de los equipos de protección personal, o la ventilación, o prácticas seguras de trabajo? ¿Si la trabajadora se expuso a riesgos particulares a su condición de mujer?
 - h. ¿La evidencia prueba que la enfermedad ha sido causada (o agravada) por las condiciones de trabajo?

CONCLUSIONES

Como conclusiones del presente estudio señalamos las siguientes:

1. La evaluación médico ocupacional de trabajadores expuestos a agentes químicos es un proceso clave para garantizar la salud de los trabajadores, siendo la principal herramienta de prevención secundaria; y junto con la evaluación de la exposición a los agentes químicos en el ambiente laboral, forman parte del macroproceso de vigilancia de la salud de los trabajadores, proceso de recolección y análisis sistemático de la información para el cuidado de la salud de los trabajadores, con el principal objetivo de prevenir accidentes de trabajo y la aparición de enfermedades relacionadas con la exposición a agentes químicos; protegiendo así a las personas, contribuyendo con entornos de trabajos seguros y saludables.
2. Los principales agentes químicos de exposición laboral son el asbesto, la sílice, el plomo, el mercurio, los disolventes, los colorantes, los químicos perfluorados, los plaguicidas, los disruptores endocrinos y los nanomateriales.
3. Los procesos fisiológicos de absorción, distribución, metabolismo y excreción de los diferentes agentes químicos por exposición laboral son influenciados por factores diversos, como la forma y vía de exposición, la solubilidad de la sustancia química en el agua o la grasa, el flujo sanguíneo y la presencia de barreras biológicas. La comprensión de estos procesos, resultan importantes para evaluar los riesgos para la salud asociados con la exposición a sustancias químicas, y para desarrollar medidas de prevención y control adecuadas.

4. El examen clínico del trabajador expuesto a agentes químicos se centra en identificar efectos adversos de esta exposición, con especial atención en la evaluación de signos y síntomas relacionados a posibles alteraciones en órganos diana, valorando la exposición actual y la historia clínico laboral. Por ello, la historia ocupacional es esencial al recopilar detalles sobre la ocupación, tiempo de exposición a agentes químicos y medidas preventivas utilizadas.
5. Existen diferentes pruebas funcionales utilizadas en las evaluaciones médico ocupacionales, como exámenes auxiliares esenciales que permiten identificar cambios tempranos en órganos expuestos a agentes químicos; y son específicas para cada órgano diana; permitiendo un seguimiento longitudinal, al ofrecer resultados objetivos y cuantificables, cruciales para la toma de decisiones relacionadas con la aptitud, reubicación o incapacidad laboral del trabajador.
6. La Vigilancia de la Salud del trabajador expuesto a riesgo químico debe ser multidisciplinario, de manera que involucre la identificación y evaluación de los riesgos químicos del lugar de trabajo, la evaluación médica continua de la salud de los trabajadores, monitoreos de agentes y factores de riesgo ocupacionales, y la implementación de medidas que minimicen los riesgos asociados con la exposición a sustancias químicas peligrosas en el lugar de trabajo.
7. Actualmente, no existen criterios estandarizados para determinar la incapacidad laboral; siendo necesario evaluar el proceso de enfermedad, analizando cada situación de salud de manera individual y específica,

tomando en cuenta la capacidad de recuperación del trabajador. Se deben utilizar criterios de acuerdo con las características y funciones esenciales del trabajo, con criterios específicos de capacidad del individuo, física y mental, y con criterios de riesgo y seguridad en el trabajo.

RECOMENDACIONES

Como recomendaciones para posteriores estudios sobre la evaluación médico ocupacional de trabajadores expuestos a agentes químicos tenemos:

- Desde el ente rector, Ministerio de salud, se debe trabajar en protocolos de vigilancia sanitaria específicos para la evaluación médica de trabajadores con exposición laboral a los diferentes agentes químicos; que sirvan como guías de práctica clínica y permitan orientar y mejorar la capacidad de los profesionales de salud para detectar precozmente las alteraciones producidas por la exposición laboral, aguda o crónica, a agentes químicos; facilitando la implementación oportuna de medidas de control efectivas.
- Se debe legislar, identificar, controlar y ser de acceso público todos los productos químicos que son importados; así como aquellos producidos y elaborados dentro del territorio nacional. En especial, aquellos productos de uso industrial y considerados de alto riesgo para la salud; permitiendo un registro más fiable de los agentes químicos, así como evaluaciones y valoraciones del riesgo más precisas de la exposición a agentes químicos en el ámbito laboral.
- Actualizar la tabla de Valores Límite Permisibles para Agentes Químicos en el Ambiente de Trabajo; sino es cada 2 años, como lo dispone la Cuarta Disposición Complementaria del D.S. N° 015-2005-SA, por lo menos con periodos regulares de como máximo cada 5 años; procurando que dichos valores estén acordes con los de estándares internacionales así como con los de investigaciones recientes sobre los efectos negativos de la exposición a agentes químicos, manteniendo actualizados los valores límites de uso y

exposición de agentes químicos en el ambiente laboral. Estas actualizaciones deben estar a cargo de equipos técnicos multidisciplinarios formado por profesionales de la salud, higienistas ocupacionales, ingenieros ambientales.

- El Estado debe promover el uso racional de productos químicos en el trabajo, en especial de aquellos productos identificados como cancerígenos, mutagénicos y teratogénicos, buscando su eliminación o sustitución de uso en el ambiente laboral, promoviendo entornos de trabajo seguros y saludables.
- Elaborar guías o documentos técnicos especializados de investigación de enfermedades ocupacionales específicas, que ayuden en la valoración clínica de signos y síntomas; y la detección temprana de alteraciones en órganos diana en fases subclínicas, durante la evaluación médico ocupacional de trabajadores con exposición laboral a agentes químicos.
- Se debe ampliar el estudio y elaborar un documento técnico especializado en los criterios para determinar incapacidad por exposición laboral a agentes químicos, que incluya la valoración de criterios de características y funciones esenciales del trabajo, criterios específicos de capacidad física y mental del individuo, y criterios de riesgo-seguridad en el trabajo.
- El Estado debe crear y mantener programas de vigilancia post ocupacional para los casos de exposición a agentes químicos que pudieran desarrollar enfermedades y deterioro de su salud, posterior a la exposición laboral; debiendo utilizar diferentes variables para un seguimiento clínico adecuado.

BIBLIOGRAFÍA

1. Safety in the use of chemicals at work - International occupational safety & health information centre [Internet]. [citado el 13 de octubre de 2023]. Disponible en: <https://www.ilo.org/static/english/protection/safework/cis/products/safetytm/chemcode/codetoc.htm#toc>
2. La Prevención de las ENFERMEDADES PROFESIONALES. Primera. Ginebra-Suiza: Organización Internacional del Trabajo;
3. Wang Z, Walker GW, Muir DCG, Nagatani-Yoshida K. Toward a Global Understanding of Chemical Pollution: A First Comprehensive Analysis of National and Regional Chemical Inventories. Environ Sci Technol. el 3 de marzo de 2020;54(5):2575–84.
4. eChem Portal. Economico, Organización para la Cooperación y Desarrollo [Internet]. Echem portal; 2023. Disponible en: <https://www.echemportal.org/echemportal/content/news>
5. Riesgo químico laboral: elementos para un diagnóstico en España [Internet]. [citado el 13 de octubre de 2023]. Disponible en: https://scielo.isciii.es/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1135-57272005000200014
6. Chung B. Control de los contaminantes químicos en el Perú. Rev Peru Med Exp Salud Publica. octubre de 2008;25(4):413–8.

7. Documento Técnico - Protocolo de Exámenes Médico Ocupacionales y Guías de Diagnóstico de los Exámenes Médicos Obligatorios por Actividad RM N° 312-2011 MINSA [Internet]. Ministerio de Salud; 2011. Disponible en: <chrome-extension://efaidnbmnnnibpcajpcglclefindmkaj/http://www.digesa.minsa.gob.pe/publicaciones/descargas/DT-PROTOCOLOS-MINSA.pdf>
8. Rasmussen K, Lunde-Jensen P, Svane O. [Health screening in the workplace. Benefits and principles]. *Ugeskr Laeger*. el 22 de octubre de 1990;152(43):3144–8.
9. Gochfeld M. Medical surveillance and screening in the workplace: complementary preventive strategies. *Environ Res*. octubre de 1992;59(1):67–80.
10. Lele DV. Occupational Health Surveillance. *Indian J Occup Environ Med*. 2018;22(3):117–20.
11. Protección de los trabajadores en un mundo del trabajo en transformación [Internet]. 2015 [citado el 13 de octubre de 2023]. Disponible en: http://www.ilo.org/ilc/ILCSessions/previous-sessions/104/reports/reports-to-the-conference/WCMS_358293/lang--es/index.htm
12. Chemical & Engineering News [Internet]. 2020 [citado el 15 de octubre de 2023]. El número de sustancias químicas comercializadas estaba enormemente subestimado. Disponible en:

<https://cen.acs.org/policy/chemical-regulation/es-El-nmero-de-sustancias-quimicas/98/i7>

13. Buschinelli J. Manual de orientação sobre controle médico ocupacional da exposição a substâncias químicas. São Paulo: MINISTÉRIO DO TRABALHO E EMPREGO - FUNDACENTRO FUNDAÇÃO JORGE DUPRAT FIGUEIREDO DE SEGURANÇA E MEDICINA DO TRABALHO; 2014. 84 p.
14. Patty's Toxicology, 6 Volume Set. En: Patty's Toxicology, 6 Volume Set. 6ta edition. Hoboken, New Jersey: John Wiley & Sons; 2012. p. 211–56.
15. Accinelli RA, López LM. Asbesto: la epidemia silenciosa. Acta Médica Peru. abril de 2016;33(2):138–41.
16. Eliminación de las enfermedades relacionadas con el asbesto [Internet]. [citado el 13 de octubre de 2023]. Disponible en: <https://www.who.int/es/news-room/fact-sheets/detail/asbestos-elimination-of-asbestos-related-diseases>
17. Brandi G, Straif K, Mandrioli D, Curti S, Mattioli S, Tavolari S. Exposure to Asbestos and Increased Intrahepatic Cholangiocarcinoma Risk: Growing Evidences of a Putative Causal Link. Ann Glob Health. 88(1):41.
18. Patty's Toxicology, 6 Volume Set. En: Patty's Toxicology, 6 Volume Set. 6ta edition. Hoboken, New Jersey: John Wiley & Sons; 2012. p. 181–219.

19. DIGESA - Plan Nacional para la prevención y erradicación de la silicosis en el Perú desde el sector Salud. - Buscar con Google [Internet]. [citado el 13 de octubre de 2023]. Disponible en: https://www.google.com/search?q=DIGESA+-+Plan+Nacional+para+la+prevenci%C3%B3n+y+erradicaci%C3%B3n+de+la+silicosis+en+el+Per%C3%BA+desde+el+sector+Salud.&rlz=1C1UUXU_esPE951PE951&oq=DIGESA+-+Plan+Nacional+para+la+prevenci%C3%B3n+y+erradicaci%C3%B3n+de+la+silicosis+en+el+Per%C3%BA+desde+el+sector+Salud.&gs_lcrp=EgZjaHJvbWUyBggAEEUYOdIBCDE2MTJqMG00qAIAAsAIA&sourceid=chrome&ie=UTF-8
20. Exposure to hazardous chemicals at work and resulting health impacts: A global review [Internet]. Ginebra-Suiza; 2021 may [citado el 13 de octubre de 2023]. Disponible en: http://www.ilo.org/global/topics/safety-and-health-at-work/resources-library/publications/WCMS_790104/lang--en/index.htm
21. Rodríguez Heredia D. Intoxicación ocupacional por metales pesados. MEDISAN. diciembre de 2017;21(12):3372–85.
22. Toxicidad de los solventes como riesgo ocupacional [Internet]. [citado el 13 de octubre de 2023]. Disponible en: <https://sisbib.unmsm.edu.pe/bvrevistas/spmi/v13n1/toxicidad.htm>
23. Abdallah SM. Metal complexes of azo compounds derived from 4-acetamidophenol and substituted aniline. Arab J Chem. el 1 de abril de 2012;5(2):251–6.

24. Cerrón-Infantes DA, Unterlass MM. Síntesis ecoamigables de colorantes. *Rev Quím.* el 24 de octubre de 2018;32(1):18–31.
25. European Agency for Safety and Health at Work (EU body or agency). *Manufactured nanomaterials in the workplace* [Internet]. LU: Publications Office of the European Union; 2018 [citado el 15 de octubre de 2023]. Disponible en: <https://data.europa.eu/doi/10.2802/29364>
26. Grosse Y, Loomis D, Guyton KZ, Lauby-Secretan B, Ghissassi FE, Bouvard V, et al. Carcinogenicity of fluoro-edenite, silicon carbide fibres and whiskers, and carbon nanotubes. *Lancet Oncol.* el 1 de diciembre de 2014;15(13):1427–8.
27. Wee SY, Aris AZ. Revisiting the “forever chemicals”, PFOA and PFOS exposure in drinking water. *Npj Clean Water.* el 21 de agosto de 2023;6(1):1–16.
28. Steenland K, Winquist A. PFAS and cancer, a scoping review of the epidemiologic evidence. *Environ Res.* marzo de 2021;194:110690.
29. Exposición a PFAS y riesgo de cáncer - NCI [Internet]. 2020 [citado el 15 de octubre de 2023]. Disponible en: <https://dceg.cancer.gov/research/what-we-study/pfas>
30. Exposure to hazardous chemicals at work and resulting health impacts: A global review [Internet]. Ginebra-Suiza; 2021 may [citado el 13 de octubre de 2023]. Disponible en: http://www.ilo.org/global/topics/safety-and-health-at-work/resources-library/publications/WCMS_790104/lang--en/index.htm

31. Solecki R, Kortenkamp A, Bergman Å, Chahoud I, Degen GH, Dietrich D, et al. Scientific principles for the identification of endocrine-disrupting chemicals: a consensus statement. *Arch Toxicol.* 2017;91(2):1001–6.
32. Chemical Safety and Health Unit. The WHO Recommended Classification of Pesticides by Hazard and Guidelines to Classification [Internet]. 2019 Edition. World Health Organization; 2019. 92 p. Disponible en: <https://iris.who.int/bitstream/handle/10665/332193/9789240005662-eng.pdf?sequence=1>
33. Zhang L, An J, Tian X, Liu M, Tao L, Liu X, et al. Acute effects of ambient particulate matter on blood pressure in office workers. *Environ Res.* el 1 de julio de 2020;186:109497.
34. Fan M, Grainger C. The Impact of Air Pollution on Labor Supply in China. *Sustainability.* enero de 2023;15(17):13082.
35. Stanek LW, Brown JS, Stanek J, Gift J, Costa DL. Air Pollution Toxicology—A Brief Review of the Role of the Science in Shaping the Current Understanding of Air Pollution Health Risks. *Toxicol Sci.* el 1 de marzo de 2011;120(suppl_1):S8–27.
36. Turner MC, Andersen ZJ, Baccarelli A, Diver WR, Gapstur SM, Pope III CA, et al. Outdoor air pollution and cancer: An overview of the current evidence and public health recommendations. *CA Cancer J Clin.* 2020;70(6):460–79.

37. Catherine CE, Charles O, EZEKWE I, Raimi M. Slow death from pollution: Potential health hazards from air quality in the Mgbede oil fields of South-south Nigeria. *Open Access J Philos.* el 1 de octubre de 2022;5:61–9.
38. Jiménez MR, Kuhn GR. *Toxicología fundamental*. Ediciones Díaz de Santos; 2009. 619 p.
39. Roldán Reyes E. *Introducción a la toxicología* [Internet]. Facultad de Estudios Superiores Zaragoza, Universidad Nacional Autónoma de México; 2016 [citado el 15 de octubre de 2023]. Disponible en: <https://www.zaragoza.unam.mx/portal/wp-content/Portal2015/publicaciones/libros/cbiologicas/libros/Toxico-ago18.pdf>
40. Cattaneo I, Kalian AD, Di Nicola MR, Dujardin B, Levorato S, Mohimont L, et al. Risk Assessment of Combined Exposure to Multiple Chemicals at the European Food Safety Authority: Principles, Guidance Documents, Applications and Future Challenges. *Toxins.* enero de 2023;15(1):40.
41. Instituto Nacional de Seguridad y Salud en el Trabajo (INSST), O.A., M.P. *Guía técnica para la evaluación y prevención de los riesgos relacionados con los agentes químicos presentes en los lugares de trabajo*. Madrid. 2022.
42. Mendoza Patiño NM. *Farmacología medica/ Medical Pharmacology*. Ed. Médica Panamericana; 2008. 994 p.
43. Curtis H, Barnes NS. *Biología*. Editorial Médica Panamericana S.A.; 2000. 1492 p.

44. Absorción, distribución y eliminación de los fármacos. En: Farmacología humana. 6 ta. Elsevier Masson; 2014. p. 47–72.
45. Lauwerys, Robert R. Toxicología Industrial e Intoxicaciones Profesionales. Ilustrada. Versión española. España: Masson Barcelona; 1994. 640 p.
46. Ordoñez-Beltrán V, Frías-Moreno MN, Parra-Acosta H. Estudio sobre el uso de plaguicidas y su posible relación con daños a la salud.
47. Benceno - NCI [Internet]. 2015 [citado el 15 de octubre de 2023]. Disponible en: <https://www.cancer.gov/espanol/cancer/causas-prevencion/riesgo/sustancias/benceno>
48. Bochmann DF, Nold A. Thomas Birk, Dipl. rer. soc., Margaret T. Burch, M. S. and Kenneth A. Mundt, Ph. D. Applied Epidemiology, Inc., Amherst, Massachusetts, USA.
49. Lacasse Y, Martin S, Gagné D, Lakhil L. Dose–response meta-analysis of silica and lung cancer. Cancer Causes Control. el 1 de agosto de 2009;20(6):925–33.
50. Londoño-Velasco E, Martínez-Perafán F, Carvajal S, García-Vallejo F, Hoyos-Giraldo LS. Evaluación del daño oxidativo y por metilación del ADN de pintores expuestos ocupacionalmente a solventes orgánicos y pintura. Biomédica. el 1 de septiembre de 2019;39(3):464–77.
51. Gomero R, Yesan C. La historia médico - ocupacional como herramienta de diagnóstico. Rev Medica Hered. el 1 de julio de 2005;16:199–201.

52. Moreira S, Silva Santos C, Ramos C, Borges T. Guia Tecnica N° 2 VIGILÂNCIA DA SAÚDE DOS TRABALHADORES EXPOSTOS A AGENTES QUÍMICOS CANCERÍGENOS, MUTAGÉNICOS OU TÓXICOS PARA A REPRODUÇÃO. Dirección General de Salud Alameda. Lisboa; 2017.
53. Gomero R, Yesan C. La historia médico - ocupacional como herramienta de diagnóstico. Rev Medica Hered. el 1 de julio de 2005;16:199–201.
54. Protocolización de la vigilancia sanitaria específica de las personas con riesgo de exposición laboral a productos químicos. España: MINISTERIO DE SANIDAD. CENTRO DE PUBLICACIONES; 2023.
55. GUIA DE PRÁCTICA CLINICA PARA EVALUACION MÉDICA A TRABAJADORES DE ACTIVIDADES CON EXPOSICION A POLVO MINERAL RESPIRABLE [Internet]. Instituto Nacional de Salud - CENSOPAS; 2008. Disponible en: <https://repositorio.ins.gob.pe/bitstream/handle/20.500.14196/246/CENSOPA-S-0005.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
56. Puente Maestú L, García de Pedro J. Las pruebas funcionales respiratorias en las decisiones clínicas. Arch Bronconeumol. el 1 de mayo de 2012;48(5):161–9.
57. Moreno Borque A, González Moreno L, Mendoza-Jiménez J, García-Buey L, Moreno Otero R. Utilidad de los parámetros analíticos en el diagnóstico de las enfermedades hepáticas. An Med Interna. enero de 2007;24(1):38–46.

58. García Nieto VM, Luis Yanes MI, Arango Sancho P, Sotoca Fernandez JV, García Nieto VM, Luis Yanes MI, et al. Utilidad de las pruebas básicas de estudio de la función renal en la toma de decisiones en niños con pérdida de parénquima renal o dilatación de la vía urinaria. *Nefrol Madr.* junio de 2016;36(3):222–31.
59. Barnett LMA, Cummings BS. Nephrotoxicity and Renal Pathophysiology: A Contemporary Perspective. *Toxicol Sci.* el 1 de agosto de 2018;164(2):379–90.
60. Bennett CR, Bex PJ, Bauer CM, Merabet LB. The Assessment of Visual Function and Functional Vision. *Semin Pediatr Neurol.* octubre de 2019;31:30–40.
61. Oct 01 2003. Occupational Health & Safety. [citado el 25 de octubre de 2023]. Keep Your Eye on the Individual’s Visual Function, Part 1 -. Disponible en: <https://ohsonline.com/articles/2003/10/keep-your-eye-on-the-individuals-visual-function-part-1.aspx>
62. Bailey KGH. PC-based colour vision tests. *Occup Med.* el 25 de mayo de 2019;69(3):225–6.
63. Rom W, Markovitz S. Environmental and Occupational Medicine. En: *Environmental and Occupational Medicine*. 4ta edición. USA: Lippincott Williams&Wilkins; 2007. p. 65–76.

64. Rom W, Markovitz S. Environmental and Occupational Medicine. En: Environmental and Occupational Medicine. 4ta edición. USA: Lippincott Williams&Wilkins; 2007. p. 9–21.
65. Mohamad AA. MEDICAL SURVEILLANCE ON CHEMICALS HAZARDOUS TO HEALTH IN MALAYSIA. 2017;2(1):27–34.
66. Leikin JB, Davis A, Klodd DA, Thunder T, Kelafant GA, Paquette DL, et al. Part IV. Occupational liver disease. Dis Mon. el 1 de abril de 2000;46(4):295–310.
67. López-Guillén A, Pardo JM. Incapacidad laboral, epidemiología ocupacional y la necesidad de un mapa de la incapacidad Conceptos básicos. el 31 de agosto de 2022;
68. Mejia CR, Cárdenas MM, Gomero-Cuadra R. Notificación de accidentes y enfermedades laborales al Ministerio de Trabajo. Perú 2010-2014. Rev Peru Med Exp Salud Publica. julio de 2015;32(3):526–31.
69. Diaz J. Discapacidad en el Perú: Un análisis de la realidad a partir de datos estadísticos. 2019. 2019;24(85):243–63.
70. Resolución Ministerial N° 478-2006/MINSA Aprueba la Directiva Sanitaria N° 003-MINSA/DGSP-V.01 Aplicación Técnica del Certificado Médico requerido para el otorgamiento de pensión de invalidez- D.S. N°166-2005-EF, la misma que en documento adjunto forma parte integrante de la presente Resolución. 2006.

71. Egea C, Saravia A. Clasificaciones de la OMS sobre discapacidad. noviembre de 2001; Disponible en: https://sid-inico.usal.es/idoocs/F8/ART6594/clasificacion_oms.pdf
72. Jiménez Buñuales M^a T, González Diego P, Martín Moreno JM^a. La clasificación internacional del funcionamiento de la discapacidad y de la salud (CIF) 2001. Rev Esp Salud Pública. agosto de 2002;76(4):271–9.
73. WHO. How to use the ICF. A Practical Manual for using the International Classification of Functioning, Disability and Health (ICF). Exposure draft for comment October 2013. WHO; 2013.
74. Fasanando D. Una tarea pendiente: La inexistencia de un procedimiento general para la evaluación y calificación de la incapacidad para el trabajo. Trabajo académico para optar el título de Segunda Especialidad en Derecho del Trabajo y de la Seguridad Social. 2021.
75. Cocchiarella L, Andersson GBJ. AMA Guides to the Evaluation of Permanent Impairment, Fifth Edition, 2001 [Internet]. American Medical Association; 2001 [citado el 14 de octubre de 2023]. Disponible en: <https://ama-guides.ama-assn.org/books/book/10/AMA-Guides-to-the-Evaluation-of-Permanent>

ANEXOS

ANEXO 1. CUADRO RESUMEN DE PRINCIPALES AGENTES DE RIESGO QUIMICO

Sustancias	Impactos primarios a la salud	Grupo de exposición	Riesgo global de exposición ocupacional	Impacto relacionado con la salud laboral
Asbesto	Cáncer (Mesotelioma de pulmón, pleura, laringe, peritoneo, esófago, estomago, ovario) Asbestosis y enfermedades pleurales (24)	Minería Aislante de barcos, construcciones Manufactura de frenos y embrague Textiles de asbesto (25)	>125,000 a nivel mundial	>233,000 muertes anuales
Sílice	Silicosis Cáncer de pulmón	Minería Fabricación de vidrios, asfalto, cerámica, cemento Limpieza abrasiva Construcción Molienda de cuarzo, moldes de fundición Fabricación de prótesis dentales Metalurgia Industria química farmacéutica.	>50,000,000 a nivel mundial En el Perú, cerca de 1875 casos de neumoconiosis entre 2011-2020 (26).	>65,000 muertes anuales
Metales pesados: Plomo	Cáncer Neurotoxicidad Enfermedad cardiovascular	Baterías de plomo-acido Materiales de fontanería y aleaciones Revestimiento de cables Pintura, esmaltes y municiones	>1,800,000	Datos limitados

Sustancias	Impactos primarios a la salud	Grupo de exposición	Riesgo global de exposición ocupacional	Impacto relacionado con la salud laboral
		Industria de PVC y pigmentos plásticos Minería Fundición Manufactura metalmecánica Construcción naval Reciclaje de PVC y otros plásticos Manufactura y distribución de combustible		
Metales pesados: Mercurio	Neurotoxicidad Nefrotoxicidad Toxicología de inmunidad Toxicidad reproductiva	Minería Centrales Centrales hidroeléctricas de carbón y petróleo. Fabricación de papel Artesanías doradas	>19,000,000	Datos limitados
Disolventes	Cáncer Efectos neurotóxicos incluyen encefalopatía inducida por solventes	Limpieza Combustibles fósiles Manufactura de pinturas, adhesivos y barnices Tintes, plásticos Agricultura Farmacéuticos	Datos limitados	Datos limitados
Colorantes	Cáncer (vejiga)	Teñido de materiales como textil, papel y cuero	Datos limitados	Datos limitados
Manufactura de nanomateriales	Mesotelioma y cáncer de pulmón	Protectores solares Electrónicos Tecnología de información Herramientas y memorias a nano escala Atención sanitaria	Datos limitados	Datos limitados

Sustancias	Impactos primarios a la salud	Grupo de exposición	Riesgo global de exposición ocupacional	Impacto relacionado con la salud laboral
		Textiles Productos farmacéuticos Alimentos Cosméticos		
Químicos Perfluorados	Cáncer testicular, hígado y riñón Toxicidad inmunológica Toxicidad hepática y reproductiva	Industria química Comida, bebidas e industria tabaco Industria textil, cuero y calzado Construcción Respuesta a emergencia	Datos limitados	Datos limitados
Químicos disruptores endocrinos	Toxicidad reproductiva Obesidad Diabetes Neurotóxico Cáncer de mama y próstata	Industria Química Comida, bebida y tabaco Servicios de salud Textiles Producción de petróleo y gas Agricultura Construcción	Datos limitados	Datos limitados
Plaguicidas	Envenenamiento Cáncer Neurotóxico Alteración endocrina Toxicidad reproductiva	Industria química Agricultura	Datos limitados	Datos limitados
Contaminación del aire en el lugar de trabajo	Cáncer de pulmón Enfermedades respiratorias Enfermedades cardiovasculares	Sectores que incluyan el proceso de combustión, limpieza	>1,2 billones	>860,000 muertes anuales

**ANEXO 2. AGENTES QUÍMICOS. CRITERIOS DIAGNÓSTICOS,
EXÁMENES Y EVALUACIÓN DE EXPOSICIÓN**

Agente químico	Criterios diagnósticos
Asbestosis (J61) + Z57.2	Signos y síntomas
	<p>Disnea sin sibilancias tiene un inicio insidioso y es un síntoma precoz de la enfermedad.</p> <p>La tos seca no productiva es frecuente. En pacientes con asbestosis, el hallazgo físico más consistente son los crepitantes inspiratorios que afectan a las zonas pulmonares inferiores, sobre todo en las primeras fases de la enfermedad.</p> <p>Con la progresión de la enfermedad, los crepitantes se extienden a todo el pulmón. Puede producirse pérdida de peso y cianosis.</p> <p>Los dedos en palillo de tambor pueden asociarse a la asbestosis y, cuando están presentes, indican una fase avanzada de la enfermedad.</p>
	Pruebas auxiliares
	<p>Las radiografías de tórax documentan pequeñas opacidades irregulares difusas, generalmente reticulares o reticulonodulares, principalmente en los campos pulmonares inferiores. Se designan con los códigos "s" (hasta 1,5 mm), "t" (1,5-3 mm) y "u" (3-10 mm) de la clasificación de la OIT. En las fases avanzadas de la enfermedad, estas anomalías toman todo el pulmón, las opacidades lineales se hacen más gruesas y pueden llegar a obliterar las marcas vasculares; puede observarse panal de abeja especialmente en las zonas subpleurales de los lóbulos inferiores.</p> <p>En otros países, suele usarse Tomografía de alta resolución debido a que puede revelar anomalías que no son detectables en las radiografías, pudiendo servir para detectar y caracterizar trastornos pulmonares infiltrativo en individuos asintomáticos. La Tomografía computarizada es útil para distinguir placas pleurales parenquimatosas.</p> <p>El engrosamiento pleural suele ser asimétrico, afectando el tercio inferior y medio del tórax, acompañado con la obliteración del ángulo costo diafragmático.</p>

Agente químico	Criterios diagnósticos
	<p>Las atelectasias redondeadas son un hallazgo radiográfico característico de la asbestosis y representa el atrapamiento de tejido pulmonar por tejido pleural adyacente.</p> <p>El uso de la tomografía computarizada está indicado en:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Se detecta un hallazgo borderline de fibrosis 2. Existe discrepancia entre las radiografías identificada como normales y en la función pulmonar se hallan patrones restrictivos. 3. Las lesiones pleurales generalizadas no permiten la visibilidad del parénquima. <p>Las pruebas de función pulmonar se caracterizan por una alteración restrictiva o mixta de la función respiratoria, con reducción de la capacidad de difusión.</p> <p>Presencia de concentraciones elevadas de cuerpos o fibras ferruginosas de amianto en el esputo o en el líquido del lavado broncoalveolar (BAL) o del pulmón.</p>
	Evaluación de la exposición a la asbestosis
	<p>Antecedentes de exposición profesional: exposición prolongada confirmada al amianto y, si se dispone de ellos, recuento de fibras del aire del lugar de trabajo.</p> <p>Además, La exposición puede confirmarse por la presencia de cuerpos o fibras de amianto en muestras biológicas (esputo, líquido de BAL o biopsia pulmonar).</p> <p>Duración mínima de la exposición: un año.</p> <p>Periodo máximo de latencia: no aplicable.</p>

Agente químico	Criterios diagnósticos
Silicosis (J62) +Z57.2	Manifestaciones clínicas
	<p>Silicosis aguda (o silicoproteinosis)</p> <p>Signos y síntomas: tos de evolución rápida, disnea, pérdida de peso, cianosis y debilidad.</p> <p>Exámenes auxiliares:</p> <p>Radiografía de tórax muestra un patrón de llenado alveolar bilateral con infiltración miliar</p> <p>Pruebas de función pulmonar muestran un cuadro principalmente restrictivo, con mediciones reducidas de la transferencia de gases.</p>
	<p>Silicosis subaguda (o acelerada)</p> <p>Signos y síntomas: tos y disnea, con un inicio no tan dramático como en la forma aguda, pero más rápido que en la forma crónica.</p> <p>Exámenes:</p> <p>la radiografía de tórax muestra un patrón de llenado alveolar bilateral y nódulos pulmonares</p> <p>Pruebas de la función pulmonar muestran un cuadro principalmente restrictivo. Las pruebas de función pulmonar muestran un cuadro principalmente restrictivo, con mediciones reducidas de la transferencia de gases.</p>
	<p>Silicosis crónica</p> <p>Signos y síntomas: desarrollo de tos y disnea; en la forma simple, la tos suele ser tos no productiva y seca, mientras que puede volverse productiva en la forma complicada. En esta última, la EPOC y en los casos más graves puede aparecer un cor pulmonale. La enfermedad puede ser “simple” o complicada, dependiendo de su aspecto radiográfico y extensión.</p> <p>La enfermedad suele observarse el progreso de la enfermedad, especialmente en las formas menos graves, asintomática y escasamente progresiva, el diagnóstico suele hacerse en exámenes ocasionales realizados incluso años después del término de la exposición.</p> <p>Exámenes:</p> <p>Radiografía de tórax en la forma simple: evidencia de pequeñas opacidades redondeadas con diámetros de hasta aproximadamente 1,5 mm, entre 1,5 y 3 mm, o entre 3 y 10 mm (Clasificación p, q y r de la OIT, respectivamente) que afectan a ambos pulmones, en particular, las zonas superiores; a este nivel, suele observarse reticulación.</p>

Agente químico	Criterios diagnósticos
	<p>Radiografía de tórax en la fibrosis masiva progresiva: se observan grandes opacidades, que se clasifican de la siguiente manera según la OIT.</p> <p>Tomografía computarizada de alta resolución (TCAR): Pequeños nódulos bien definidos de 2 a 5 mm de diámetro en ambos pulmones. Predominio en el lóbulo superior. Los nódulos pueden estar calcificados. Distribución centrilobular y subpleural. Distribución a veces aleatoria. Masas conglomeradas irregulares, conocidas como fibrosis masiva progresiva. Las masas pueden cavitarse por necrosis isquémica. A menudo ganglios linfáticos hiliares y mediastínicos. Función pulmonar: Presentan un cuadro mixto, es decir, alteraciones restrictivas y obstructivas.</p>
	Evaluación de exposición
	<p>Silicosis aguda Historial de exposición profesional: evidencia de exposición a niveles muy elevados de sílice libre cristalina. Duración mínima de la exposición: algunos meses. Periodo de latencia máximo: cinco años.</p> <p>Silicosis acelerada Historial de exposición profesional: evidencia de exposición a niveles muy elevados de sílice libre cristalina. Duración mínima de la exposición: un año. Periodo de latencia máximo: 10 años.</p> <p>Silicosis crónica Historial de exposición ocupacional: exposición ocupacional prolongada confirmada por inhalación a sílice libre cristalina. Duración mínima de la exposición: 5 años. Período máximo de latencia: no aplicable.</p>

Agente químico	Criterios diagnósticos
Plomo inorgánico (código)	Manifestaciones clínicas
	Signos y síntomas generales

Agente químico	Criterios diagnósticos
específico de la enfermedad) +T56.0 +Z57	<p>Aparición insidiosa, difícil de detectar sin investigaciones patológicas. Palidez (causada por vasoconstricción), malestar y sensación inexplicable de fatiga, cefalea, mareos, pérdida de memoria, ansiedad, depresión, irritabilidad, trastornos del sueño, deterioro cognitivo ligeramente progresivo, debilidad generalizada, dolores musculares y articulares.</p> <p>Puede aparecer una línea azul o burtoniana en el margen dental de las encías, causada por la deposición bacteriana de sulfuro de plomo, que suele asociarse a una higiene dental deficiente.</p>
	<p>Sistema hematopoyético</p> <p>El plomo inhibe la δ-aminolevulínico ácido deshidratasa (ALAD), la coproporfirinógeno oxidasa y la ferroquelatasa, y por lo tanto perjudica la biosíntesis del hemo. El resultado es una anemia microcítica o normocrómica leve y una anemia hemolítica (no inmunitaria). anemia hemolítica. Esta última puede ser normocítica o ligeramente macrocítica, según el grado de reticulocitosis. reticulocitosis. La actividad de la enzima limitante de la vía, la δ-aminolevulínica sintetasa (ALAS), que es inhibida por el hemo, aumenta. Las consecuencias de estos cambios en la actividad enzimática son un aumento de la coproporfirina urinaria y del ácido δ-aminolevulínico (ALA). En la sangre, el aumento de la sangre y ALA plasmático, y niveles sanguíneos anormalmente elevados de protoporfirina eritrocitaria libre.</p> <p>Un parámetro medible de esta última es la protoporfirina de zinc (ZPP). El periodo de latencia para el aumento de ALA en sangre es de sólo 2 semanas desde inicio de la exposición.</p>
	<p>Sistema gastrointestinal</p> <p>Los síntomas abdominales son un síntoma temprano bien conocido y constante de la intoxicación aguda por plomo.</p> <p>Disfunción autonómica de la motilidad intestinal. Los síntomas incluyen dolor y calambres abdominales (cólicos), estreñimiento, náuseas, vómitos, anorexia y pérdida de peso.</p>
	<p>Sistema nervioso</p> <p>En la intoxicación aguda, los síntomas neurológicos típicos son dolor, debilidad muscular, parestesia y, raramente, síntomas asociados a la encefalitis.</p> <p>La intoxicación grave por plomo suele causar:</p>

Agente químico	Criterios diagnósticos
	<ol style="list-style-type: none"> 1. Parálisis progresiva del nervio cubital con síntomas de hormigueo y quemazón y pérdida de sensibilidad en los dedos, dolor manual y debilidad. 2. Un signo típico es la "caída de la muñeca" y la pérdida de extensión de los dedos causada por la debilidad de los músculos extensores del antebrazo. 3. Aumenta la permeabilidad del endotelio capilar en el sistema nervioso central, con exudados hemorrágicos perivasculares y edema cerebral. 4. Incluyen desorientación y confusión. 5. Alteraciones de la consciencia que pueden progresar a estupor e incluso coma. 6. Convulsiones repetidas, hemiparesia y un signo de Babinski unilateral positivo. 7. Los efectos neurológicos crónicos pueden documentarse por una disminución del rendimiento cognitivo.
	<p>Sistema urinario</p> <p>La exposición al plomo inorgánico causa a veces toxicidad renal aguda, probablemente por acumulación del complejo plomo-proteína en las células tubulares proximales. Esto da lugar al síndrome de Fanconi con nefropatía tubular proximal, amino aciduria, glucosuria y pérdida de fosfato.</p> <p>La toxicidad crónica por plomo provoca esclerosis glomerular, atrofia tubular progresiva y fibrosis intersticial. Esto puede provocar hipertensión arterial, hiperuricemia (causante de gota saturnina) y enfermedad renal crónica.</p> <p>La proteinuria suele ser mínima, pero el daño tubular proximal produce un aumento de los niveles urinarios de proteínas y enzimas de bajo peso molecular.</p>
	<p>Sistema cardiovascular</p> <p>La hipertensión secundaria y las enfermedades cardiovasculares son consecuencias importantes de la toxicidad crónica por plomo.</p> <p>Los cambios en la conducción y el ritmo cardíacos pueden asociarse a una carga corporal de plomo cada vez mayor.</p>
	<p>Evaluación de la exposición</p> <p>Historial de exposición profesional: exposición profesional confirmada a compuestos inorgánicos de plomo (humo y polvo).</p> <p>Duración mínima de la exposición: algunas horas para los efectos agudos, algunos meses para los efectos crónicos.</p>

Agente químico	Criterios diagnósticos
	<p>Período máximo de latencia: Incierto para la mayoría de los efectos agudos. Para los efectos neurológicos crónicos, cuatro años. Para la nefropatía crónica, ocho años.</p> <p>La ingestión es una vía importante de toxicidad por plomo, y la exposición por inhalación está influida por el tamaño de las partículas de los compuestos de plomo en el aire. En consecuencia, los niveles ambientales en el aire suelen estar poco correlacionados con los niveles de toxicidad. No obstante, proporcionan una estimación general de las medidas de control de la exposición.</p> <p>El monitoreo y la exposición biológica de plomo son los pilares de la evaluación de la exposición. Ningún método proporciona una estimación completa de la toxicidad, y los párrafos siguientes describen el conjunto de métodos de control que se suelen emplear. Se recomienda la vigilancia periódica, por ejemplo, a intervalos anuales para niveles bajos de exposición, pero con mayor frecuencia en exposiciones más elevadas.</p> <p>Los recuentos sanguíneos completos son una forma sencilla de controlar la toxicidad del plomo. Puede producirse anemia con niveles de plomo en sangre superiores a 50 µg/dL. Sin embargo, es más frecuente que esté causada por otras afecciones médicas. El punteado basofílico (basofilia punteada) puede observarse en las placas de sangre y es una prueba de exposición al plomo (a diferencia de la toxicidad).</p> <p>La concentración de plomo en sangre total es el principal método de control de la toxicidad por plomo. Los niveles superiores a 50 µg/dL se asocian a anemia, y los superiores a 100 µg/dL a toxicidad neurológica y renal. La concentración en un momento determinado es el resultado de varios factores interrelacionados:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. El principal es la exposición al plomo en las semanas y meses precedentes 2. Los niveles relativamente bajos de exposición reciente, el plomo en sangre total reflejará el equilibrio entre la liberación de plomo de las reservas óseas, y la excreción por el riñón 3. Los niveles óseos elevados de plomo son el resultado de exposiciones altas durante décadas 4. Cualquier enfermedad renal crónica perjudicará la excreción de plomo por el riñón, y aumentará sus niveles en sangre.

Agente químico	Criterios diagnósticos
	<p data-bbox="571 315 1350 600">5. El plomo en sangre total es una buena medida de la exposición reciente, pero suele ser una medida deficiente de la carga corporal a largo plazo, que es el factor principal de la enfermedad de órganos terminales. Para superar esta debilidad, se han empleado mediciones seriadas de plomo en sangre total para obtener un índice acumulativo de plomo en sangre.</p> <p data-bbox="520 607 1350 853">Los niveles de protoporfirina de zinc (ZPP) en sangre proporcionan una estimación de la exposición en las dos semanas anteriores. En trabajadores no expuestos, los niveles son normalmente inferiores a 2 µg/g de hemoglobina y empiezan a aumentar con niveles de plomo en sangre entre 30 µg/dL y 60 µg/dL.</p> <p data-bbox="520 860 1350 1021">En casos de toxicidad grave, cuando se considera la posibilidad de un tratamiento de quelación, pueden utilizarse estudios de movilización de plomo con ácido etilendiaminotetraacético (EDTA) para estimar la carga corporal.</p> <p data-bbox="520 1028 1350 1352">Los estudios de fluorescencia de rayos X de la línea K de los huesos, normalmente del hueso cortical de la tibia, se han utilizado ampliamente en estudios epidemiológicos para estimar la carga corporal total de plomo. En plantas de producción con grandes poblaciones estables de trabajadores, esto puede identificar tendencias y puntos calientes de exposición. Sin embargo, no parece que se hayan desarrollado normas de exposición profesional.</p>

Agente químico	Criterios diagnósticos
Plomo orgánico (código específico de la enfermedad) +T56.0 +Z57	Manifestaciones clínicas
	<p>Signos y síntomas:</p> <p>La inhalación puede inducir estornudos e irritación de las vías respiratorias superiores; el contacto con los ojos y la piel puede provocar picazón, ardor y enrojecimiento.</p> <p>La encefalopatía puede aparecer varias horas o semanas después de la exposición. Los síntomas incluyen malestar, fatiga, dolor de cabeza, anorexia, sialorrea, náuseas, vómitos, insomnio o letargo, depresión, irritabilidad y disminución de la libido. A menudo se observa un comportamiento agresivo, temblores y ataxia. En los casos más graves, puede observarse manía aguda, psicosis, alucinaciones, convulsiones, delirio, temblor, movimientos coreiformes, trastornos de la marcha, coma y muerte.</p> <p>Exámenes:</p> <p>Las pruebas neuroconductuales suelen mostrar una disminución de las puntuaciones.</p> <p>Los análisis de laboratorio muestran un aumento de los niveles urinarios de tetraetilo de plomo. No se observan cambios en el hemograma ni en los metabolitos de síntesis del hemo.</p> <p>Evaluación de la exposición</p> <p>Historial de exposición ocupacional: condiciones de trabajo confirmadas que apoyen la evidencia de exposición aguda (a menudo accidental) al plomo orgánico.</p> <p>Si están disponibles, concentraciones elevadas de TEL en orina.</p> <p>Los niveles de plomo en sangre suelen ser normales.</p> <p>Duración mínima de la exposición: pocas horas.</p> <p>Periodo de latencia máximo: 20 días</p>

Agente químico	Criterios diagnósticos																					
Enfermedades agudas causadas por el benceno o sus homólogos (Código específico de la enfermedad) +T52.1, T52.2 +Z57	<p>Manifestaciones clínicas</p> <p>Sistema nervioso central</p> <p>Los síntomas del síndrome narcótico incluyen dolor de cabeza, mareos, náuseas, somnolencia, debilidad, confusión, inconsciencia, depresión respiratoria, pérdida de memoria, náuseas, pérdida de audición y de visión de los colores y, en los casos más graves, coma.</p> <p>La inconsciencia puede ser prolongada, aunque se recupera rápidamente tras el cese de la exposición.</p> <p>Por lo general, los síntomas de toxicidad para el sistema nervioso central aparecen inmediatamente después de la inhalación de niveles de benceno del orden de 3.000 ppm durante unos minutos, y de 30 a 60 minutos después de la ingestión.</p> <p>Para concentraciones de tolueno superiores a 200-240 ppm, pueden observarse vértigos, mareos, dificultad para mantener el equilibrio y dolor de cabeza tras unas 3-7 horas de exposición. Concentraciones superiores pueden provocar un coma narcótico y muerte súbita, tras un paro cardíaco debido a una fibrilación ventricular con aumento de la sensibilidad a las catecolaminas (esto podría seguir, por ejemplo, a la inhalación de vapores de adhesivos que contengan tolueno entre otros disolventes).</p> <p>A continuación, se presenta un resumen de los patrones clínicos neurológicos típicos que suelen observarse en los correspondientes niveles crecientes de concentración de benceno o sus homólogos.</p> <table border="1" data-bbox="563 1451 1337 1874"> <thead> <tr> <th data-bbox="563 1451 778 1541">Concentración</th> <th data-bbox="778 1451 946 1541">Tiempo de exposición</th> <th data-bbox="946 1451 1337 1541">Efectos a la salud</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td data-bbox="563 1541 778 1585">Benceno</td> <td data-bbox="778 1541 946 1585"></td> <td data-bbox="946 1541 1337 1585"></td> </tr> <tr> <td data-bbox="563 1585 778 1630">25</td> <td data-bbox="778 1585 946 1630">8</td> <td data-bbox="946 1585 1337 1630">Sin síntomas clínicos</td> </tr> <tr> <td data-bbox="563 1630 778 1675">50~150</td> <td data-bbox="778 1630 946 1675">5</td> <td data-bbox="946 1630 1337 1675">agudos</td> </tr> <tr> <td data-bbox="563 1675 778 1720">500</td> <td data-bbox="778 1675 946 1720">1</td> <td data-bbox="946 1675 1337 1720">Dolor de cabeza, lasitud, debilidad.</td> </tr> <tr> <td data-bbox="563 1720 778 1765">7500</td> <td data-bbox="778 1720 946 1765">1/2</td> <td data-bbox="946 1720 1337 1765">Vértigo, somnolencia, náuseas.</td> </tr> <tr> <td data-bbox="563 1765 778 1874"></td> <td data-bbox="778 1765 946 1874"></td> <td data-bbox="946 1765 1337 1874">Peligroso para la vida</td> </tr> </tbody> </table>	Concentración	Tiempo de exposición	Efectos a la salud	Benceno			25	8	Sin síntomas clínicos	50~150	5	agudos	500	1	Dolor de cabeza, lasitud, debilidad.	7500	1/2	Vértigo, somnolencia, náuseas.			Peligroso para la vida
Concentración	Tiempo de exposición	Efectos a la salud																				
Benceno																						
25	8	Sin síntomas clínicos																				
50~150	5	agudos																				
500	1	Dolor de cabeza, lasitud, debilidad.																				
7500	1/2	Vértigo, somnolencia, náuseas.																				
		Peligroso para la vida																				

Agente químico	Criterios diagnósticos		
	Tolueno 2,5 100 200 400 800 4000 ≥5000	 8 8 8 3 1	Umbral de olor Sin síntomas, posible dolor de cabeza muy leve Efectos irritantes leves Irritación, dolor de cabeza, mareo, incoordinación Náuseas pronunciadas Narcosis Pérdida del conocimiento y muerte
	Xileno 1 100 200 300 700 ≥5000	 4 4 2 1	Umbral de olor Sin efectos sobre el tiempo de reacción Efectos irritantes, tiempo de reacción prolongado, alteración de la función vestibular y visual Disminución del rendimiento (disminución en pruebas psicométricas como memoria y tiempo de reacción) Mareos, dolor de cabeza, sensación de intoxicación y somnolencia Pérdida del conocimiento y muerte
<p>Sistema respiratorio</p> <p>La exposición aguda a los vapores de benceno irrita las mucosas de las vías respiratorias.</p> <p>En caso de exposición masiva (por ejemplo, 20.000 ppm durante algunos minutos), puede producirse edema pulmonar y parada respiratoria. La aspiración pulmonar de benceno líquido ingerido puede provocar una inflamación hemorrágica grave de los pulmones.</p> <p>Sistema cardiovascular</p>			

Agente químico	Criterios diagnósticos
	<p>La exposición a concentraciones de benceno generalmente superiores a 1.000 ppm puede reducir el umbral del músculo cardíaco a los efectos de la adrenalina, lo que provoca arritmias potencialmente mortales como la fibrilación ventricular (estos efectos tienden a ser reversibles si se interrumpe la exposición).</p> <p>Piel El benceno es un disolvente lipídico y, como tal, desengrasa la piel especialmente tras un contacto prolongado o repetido y puede causar irritación cutánea. Localmente, el benceno puede producir eritema, sensación de quemazón y, en casos más graves, edema e incluso ampollas. Recordemos que, debido a su mayor relación superficie/peso corporal, los niños y jóvenes trabajadores son más vulnerables que los adultos a los tóxicos absorbidos a través de la piel.</p> <p>Sistema gastrointestinal Si se ingiere, el benceno puede irritar el estómago y provocar náuseas, vómitos y diarrea. Se ha estimado que una dosis oral letal es de 100 mL (aproximadamente 1 g/kg, para un varón de 75 kg), aunque se ha observado que tan sólo 15 mL o 50 mg/kg causan la muerte.</p> <p>Ojos Altas concentraciones de vapor de benceno pueden causar irritación ocular y visión borrosa. En caso de salpicaduras en los ojos, el benceno puede provocar ardor y descamación de la superficie ocular.</p> <p>Secuelas potenciales La recuperación tras una exposición moderada al benceno puede tardar entre 1 y 4 semanas. Durante este tiempo, los sujetos afectados también pueden seguir experimentando alteraciones de la marcha, irritabilidad nerviosa y disnea durante unas 2 semanas. El malestar cardíaco y la coloración amarilla de la piel pueden persistir hasta un mes.</p> <p>Exámenes: El diagnóstico de la toxicidad aguda por benceno es fundamentalmente clínico y se basa sobre todo en los signos y síntomas neurológicos y en los efectos respiratorios. Sin embargo, las pruebas de laboratorio son útiles para controlar al sujeto afectado y evaluar las complicaciones.</p>

Agente químico	Criterios diagnósticos
	<p>Los estudios de laboratorio rutinarios para todos los sujetos expuestos incluyen recuento sanguíneo completo, glucosa y determinaciones de electrolitos.</p> <p>Las pruebas adicionales incluyen la monitorización del electrocardiograma, análisis de orina, determinaciones de nitrógeno ureico en sangre, creatinina y prueba de función hepática.</p> <p>La radiografía de tórax y la pulsioximetría (o gasometría arterial) se recomiendan en caso de exposición grave por inhalación o si se sospecha aspiración pulmonar.</p> <p>Las radiografías de tórax pueden revelar un cuadro de neumonitis o bronquitis, con aumento de las marcas broncovasculares.</p> <p>Las pruebas de función pulmonar pueden mostrar una enfermedad obstructiva aguda.</p> <p>Debe realizarse un examen oftalmológico, que incluya visual</p>
	Evaluación de la exposición
	<p>Historial de exposición ocupacional: exposición ocupacional confirmada a altas concentraciones de benceno o sus homólogos por inhalación, contacto con la piel y los ojos y, cuando se disponga de ellos, datos de monitorización biológica y del aire del lugar de trabajo, como:</p> <p>ácidos S-fenilmercaptúrico y t,t-mucónico urinarios para el benceno</p> <p>tolueno y o-cresol urinarios, y tolueno en sangre para el tolueno</p> <p>ácido metilhipúrico urinario para el xileno</p> <p>ácidos mandélico y fenilglioxílico urinarios (sumados), y etilbenceno en aire espirado para el etilbenceno.</p> <p>Los marcadores urinarios deben recogerse al final del turno de trabajo. Es importante recordar que, dado que el humo de los cigarrillos contiene benceno, el tabaquismo es un factor de confusión relevante en la interpretación de los resultados de la biovigilancia.</p> <p>Duración mínima de la exposición: pocos minutos.</p> <p>Periodo máximo de latencia: 24 horas.</p>

Agente químico	Criterios diagnósticos
Enfermedades causadas por nitro- y amino-derivados del	Manifestaciones clínicas
	La metahemoglobinemia se caracteriza por una cianosis intensa (con pO ₂ arterial normal) acompañada

<p>benceno o sus homólogos Código CIE T65.3 +Z57</p>	<p>de cefalea, irritabilidad, mareo, somnolencia, entumecimiento, vértigo, debilidad, fatiga, náuseas, vómitos, disnea, dolor torácico y abdominal, afonía, falta de aire, inconsciencia, convulsiones, taquicardia, disritmias cardíacas y, potencialmente, la muerte.</p> <p>La irritación de las vías respiratorias superiores suele manifestarse con estornudos y dolor de garganta.</p> <p>La irritación de la piel se caracteriza por erupción papular, edema y descamación, especialmente en caso de exposición prolongada o repetida al trinitrotolueno.</p> <p>La irritación ocular suele ir acompañada de dolor y lagrimeo y puede causar daños en la córnea.</p> <p>Anilina es clasificado como 2^a en la Clasificación de IARC (probablemente cancerígeno para el ser humano)</p> <p>Exámenes:</p> <p>Puede detectarse el típico olor a anilina "a pescado" en el aliento y el sudor de los sujetos afectados.</p> <p>En la exploración física puede observarse esplenomegalia y a veces hepatomegalia.</p> <p>Tras la metahemoglobinemia y la anemia, puede aparecer ictericia, ictericia escleral, aumento del tamaño del bazo y decoloración de la orina. La sangre del sujeto afectado puede adquirir un color marrón chocolate.</p> <p>Hallazgos de laboratorio:</p> <p>Niveles de hemoglobina pueden ser normales o estar muy reducidos; puede haber aumento del volumen corpuscular medio, de la hemoglobina corpuscular media y reticulocitosis.</p> <p>Los niveles séricos de bilirrubina no conjugada y enzimas hepáticas suelen estar aumentados; los niveles de bilirrubina conjugada pueden ser normales o estar ligeramente elevados.</p> <p>Otros hallazgos pueden ser:</p> <p>aumento de la deshidrogenasa láctica y reducción de la haptoglobina en suero, aumento del urobilinógeno en orina y heces, y hemoglobinuria.</p> <p>Las radiografías de tórax pueden mostrar una imagen de bronquitis aguda o neumonitis, con aumento de las marcas broncovasculares.</p>
------------------------------------------------------	--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

	<p>Las pruebas de función pulmonar pueden mostrar un cuadro obstructivo.</p> <p>La exploración física y la oftalmoscopia pueden detectar irritación ocular.</p>
	Evaluación de la exposición
	<p>Historial de exposición profesional:</p> <p>Exposición profesional confirmada a nitro- o amino-derivados del benceno o sus homólogos (por inhalación y contacto con la piel) y, cuando se disponga de ello, control del aire en el lugar de trabajo y mediciones de los compuestos o sus metabolitos en fluidos biológicos, por ejemplo:</p> <p>El 4,4'-metilénbis (2-cloroanilina) (MOCA) puede controlarse midiendo el MOCA total (libre y conjugado) en muestras de orina de final de turno;</p> <p>La anilina urinaria después del turno representa un buen biomarcador de la exposición a la anilina</p> <p>Pueden encontrarse metabolitos de dinitroaminotolueno en la orina tras la exposición al trinitrotolueno.</p> <p>Duración mínima de la exposición: pocas horas.</p> <p>Periodo de latencia máximo: pocos días.</p>

Agente químico	Criterios diagnósticos
<p>Enfermedades agudas causadas por el flúor o sus compuestos (Código específico de la enfermedad) +T59.5 +Z57</p>	<p>Manifestaciones clínicas</p>
	<p>Signos y síntomas:</p> <p>La exposición provoca la aparición inmediata de síntomas de irritación respiratoria como tos, opresión en el pecho, dificultad para respirar, asfixia y escalofríos. Los síntomas pueden durar 12 horas tras la exposición. La inhalación puede provocar taquipnea y un síndrome de disfunción reactiva de las vías respiratorias (RADS).</p> <p>En situaciones de exposición muy elevada, pueden observarse broncoespasmo, laringoespasmo y neumonitis aguda, hasta la muerte rápida por edema pulmonar hemorrágico grave.</p> <p>Para dosis inferiores, son posibles efectos retardados. En estos casos, el edema pulmonar puede desarrollarse tras un periodo asintomático que dura entre algunas horas y dos días.</p> <p>Las quemaduras por fluoruro de hidrógeno tienen un aspecto blanquecino característico y son intensamente</p>

	<p>dolorosas. El ácido puede penetrar profundamente en los tejidos blandos, alcanzando en algunos casos el hueso, especialmente en zonas como las manos. El tamaño geométrico de las quemaduras no es predictivo de la extensión de una absorción sistémica de ácido fluorhídrico.</p> <p>Exámenes: Evidencia de diversos grados de irritación y quemaduras de piel y mucosas en la exploración física. La auscultación pulmonar debe documentar signos de insuficiencia respiratoria (por ejemplo, crepitaciones o crepitaciones). La determinación de la concentración sérica de electrolitos podría mostrar hipocalcemia, hipermagnesemia e hiperpotasemia.</p>
	Evaluación de la exposición
	<p>Antecedentes de exposición profesional: exposición profesional confirmada a altas concentraciones de flúor o sus compuestos (ya sea por inhalación o por absorción a través de lesiones cutáneas).</p> <p>Duración mínima de la exposición: una sola exposición breve puede ser suficiente para provocar la aparición de la enfermedad.</p> <p>Período máximo de latencia: pocas horas.</p>
Fiebre por humos de polímeros (T59.8)	Manifestación clínica
	<p>La exposición aguda a vapores de politetrafluoroetileno (PTFE) puede causar fiebre por vapores de polímeros, también conocida como fiebre por fluoropolímeros, gripe del teflón o fiebre por vapores de teflón. Cuando el PTFE se calienta por encima de 450°C, la inhalación de los productos de la termólisis puede causar lesiones pulmonares agudas o un síndrome similar a la gripe. La aparición suele producirse entre cuatro y ocho horas después de la exposición a los productos de pirólisis del PTFE.</p> <p>Manifestaciones clínicas Signos y síntomas: fiebre, escalofríos, dolor de cabeza y de espalda con tos leve y opresión torácica.</p>

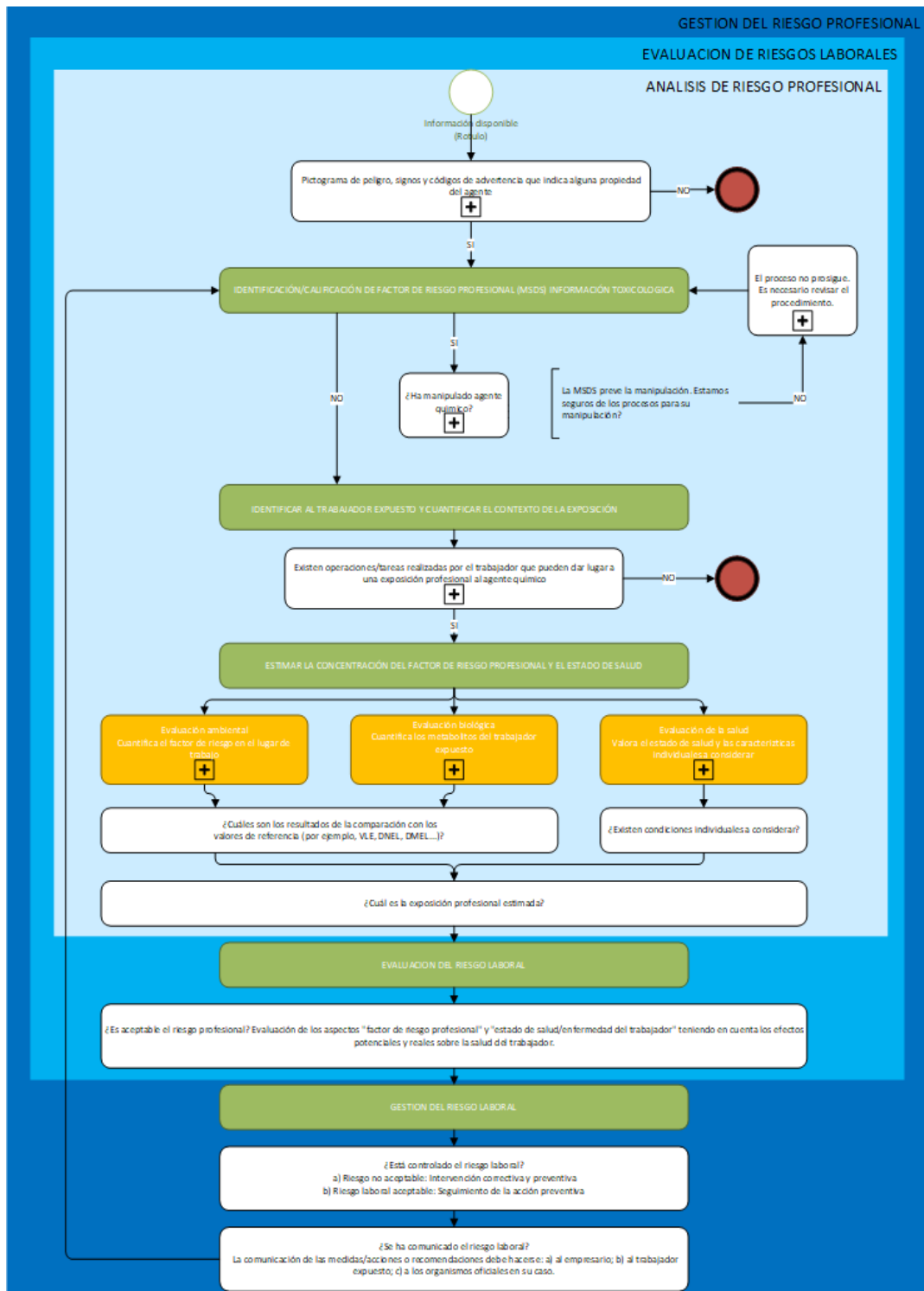
	<p>Exámenes: se puede observar una radiografía de tórax normal y leucocitosis. La auscultación pulmonar puede documentar signos típicos de irritación bronquial (por ejemplo, sibilancias y crepitaciones).</p> <p>Evaluación de la exposición Historial de exposición profesional: exposición profesional confirmada a productos de termólisis del PTFE. Duración mínima de la exposición: incluso una exposición muy breve puede causar la enfermedad. Período máximo de latencia: 12 horas.</p>
--	------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

Agente químico	Criterios diagnósticos
<p>Enfermedades causadas por plaguicidas (Código específico de la enfermedad) +T60 +Z57</p>	<p>Manifestaciones clínicas</p> <p>La exposición ocular aguda provoca dolor punzante, fotofobia, ulceración, irritación de la conjuntiva. Los síntomas de sensibilización o irritación cutánea pueden incluir enrojecimiento, picor, hinchazón, dolor y formación de ampollas, provocando dermatitis de contacto alérgica e irritante La exposición aguda por inhalación en la nariz y el tracto respiratorio superior provoca irritación, tos, opresión en el pecho, dificultad para respirar y puede causar ulceración y asfixia. A concentraciones más elevadas, puede observarse taquipnea y asma inducida por sustancias químicas o síndrome de disfunción reactiva de las vías respiratorias (RADS). En casos graves, puede producirse un edema pulmonar horas o días después de la exposición, caracterizado por una rápida aparición de disnea en reposo, taquipnea, taquicardia e hipoxemia grave.</p>

	<p>La ingestión de paraquat provoca quemaduras graves en el esófago y el tracto digestivo.</p> <p>Otros síntomas inespecíficos pueden ser salivación, disfagia, sed intensa, náuseas, vómitos, hemorragia, diarrea y dolor abdominal.</p> <p>Evaluación de la exposición</p> <p>Antecedentes de exposición profesional: evidencia de exposición profesional al plaguicida (líquido, polvo, aerosol o vapores).</p> <p>Duración mínima de la exposición: pocos minutos.</p> <p>Período máximo de latencia: 48 horas desde la última dosis.</p>
Agente químico	Criterios diagnósticos
<p>Enfermedades agudas causadas por óxidos de nitrógeno (Código específico de la enfermedad) +T59.0 +Z57</p>	<p>Manifestaciones clínicas</p>
	<p>Signos y síntomas:</p> <p>La respuesta inmediata a los óxidos de nitrógeno y sus compuestos puede incluir tos, rinitis, fatiga, debilidad, sudoración, asfixia, náuseas, vómitos, dolor abdominal, dolor de cabeza, somnolencia, vértigo, euforia (N₂O), confusión, inconsciencia (NO, N₂O), convulsión (NO) y dificultad para respirar. Los efectos irritantes iniciales pueden ir acompañados de evidencia de labios, dedos y uñas azules.</p> <p>NO y NO₂ son irritantes para la piel y los ojos (dolor, enrojecimiento). La humedad de la piel en contacto con N₂O líquido o con altas concentraciones de sus vapores puede dar lugar a la formación de ácido nítrico, provocando quemaduras cutáneas de segundo y tercer grado. El ácido nítrico puede provocar amarilleamiento de la piel y erosión del esmalte dental.</p> <p>Los óxidos de nitrógeno líquido provocan quemaduras oculares graves incluso en caso de contacto breve. Altas concentraciones del gas tras una exposición prolongada pueden causar opacidad de la córnea y ceguera.</p>

	<p>Exámenes:</p> <p>Evidencia de varios grados de irritación y quemaduras de la piel y las membranas mucosas en el examen físico.</p> <p>La auscultación pulmonar debe documentar signos de insuficiencia respiratoria (por ejemplo, crepitaciones o sibilancias).</p> <p>La radiografía de tórax puede mostrar un aumento de las marcas broncovasculares, infiltrados alveolares bilaterales difusos o edema pulmonar bilateral grave.</p> <p>Las pruebas de función pulmonar pueden mostrar signos de obstrucción, como una reducción del FEV1 y la FVC.</p>
	<p>Evaluación de la exposición</p>
	<p>Historial de exposición ocupacional: confirmada una elevada exposición a óxidos de nitrógeno, considerando además que:</p> <p>El dióxido de nitrógeno y los óxidos nítricos suelen estar presentes siempre que se utiliza ácido nítrico: en soluciones en concentraciones <30% son irritantes, y en concentraciones >30% son altamente corrosivos y pueden causar quemaduras de segundo o tercer grado tras un breve contacto. La irritación intensa de las vías respiratorias suele producirse con una concentración en el aire del lugar de trabajo > 4 ppm (10 mg/m³).</p> <p>La exposición a 5-25 ppm de NO₂ suele provocar tos intensa, potencialmente acompañada de hemoptisis y dolor torácico.</p> <p>La exposición durante menos de una hora a 100-150 ppm puede provocar un edema pulmonar mortal que aparece entre 3 y 72 horas después de la aparición de los efectos irritantes iniciales.</p> <p>Duración mínima de la exposición: pocos minutos.</p> <p>Período máximo de latencia: unas horas para la irritación; 72 horas para el edema pulmonar.</p>

ANEXO 3. MODELO GENERAL DE ATENCIÓN DEL SERVICIO DE MEDICINA OCUPACIONAL PARA UN AGENTE QUÍMICO



Fuente: extraído y traducido de Guia Técnico n.º 2: Vigilância dos trabalhadores expostos a agentes químicos CMR | PNSOC

ANEXO 4. DEFINICIONES E INTERPRETACIÓN DE DEFICIENCIA Y DISCAPACIDAD

ORGANIZACIÓN	DEFICIENCIA	DISCAPACIDAD	ROL DEL MÉDICO
Guía de evaluación de la deficiencia permanente (GUIA AMA 5ta Ed.)	Una pérdida, pérdida de uso o trastorno de cualquier cuerpo, sistema o función orgánicos.	Una alteración de la capacidad del individuo para satisfacer sus demandas personales, social o exigencias laborales debido a una deficiencia.	Determinar la discapacidad, proporcionar información médica para discapacidad.
Guía de evaluación de la deficiencia permanente (GUIA AMA 6ta Ed.)	Una desviación, pérdida o pérdida de uso significativa de cualquier estructura o función corporal en un individuo con un estado de salud, trastorno o enfermedad	Limitaciones de la actividad y/o restricciones de la participación en una persona con un problema de salud, trastorno o enfermedad	La valorización de la discapacidad es un proceso médico. Se define como la estimación porcentual consensuada de la pérdida de actividad que refleja la gravedad de un determinado estado de salud y el grado de las limitaciones asociadas en términos de actividades de la vida diaria (AVD
Organización Mundial de la Salud	Problemas en la función corporal o estructura como una desviación o pérdida significativa.	La limitación de actividad (anteriormente discapacidad) es una dificultad en la realización o finalización de una	No definido específicamente; Se supone que es uno de los que toman las decisiones a la hora de

	Los problemas de estructura pueden implicar una anomalía deficiencia, pérdida u otra desviación significativa de la estructura.	actividad a nivel de la persona. La dificultad abarca todas las formas en que la realización de la actividad puede verse afectada.	determinar la discapacidad mediante la evaluación del deterioro.
Clasificación Internacional de Deficiencias, discapacidades y minusvalías	Toda pérdida o anomalía de una estructura o una función psicológica, fisiológica o anatómica	Restricción o ausencia (debida a una deficiencia) de la capacidad de realizar una actividad, en la forma o dentro del margen que se considera normal para el ser humano	