

UNIVERSIDAD TECNOLOGICA NACIONAL

FACULTAD REGIONAL SANTA CRUZ

TESINA FINAL

CARRERA:

LICENCIATURA EN HIGIENE Y SEGURIDAD EN EL TRABAJO

ALUMNA: CARRILLO LUCIANA

TEMA:

RIESGOS EXISTENTES EN LA REMOCIÓN DE MERCURIO EN PETRÓLEO

PROFESOR:

LIC. LUCIANA GONZÁLEZ

FECHA: 2024

Facultad Regional Santa Cruz.

ÍNDICE DEL CONTENIDO

INTRODUCCIÓN	13
MARCO LEGAL	14
GENERALIDADES	16
1 ORIGEN DEL PETROLÉO	16
2 PETRÓLEO	18
2.1 Clasificación de los hidrocarburos	19
2.1.1 Hidrocarburos saturados	19
2.2.1 Hidrocarburos Insaturados	19
2.3.1 Otros compuestos	20
3 MERCURIO	21
3.1 NÚMERO DE IDENTIFICACION DEL MERCURIO:	22
3.2 QUIMICA DEL MERCURIO	23
3.1.2 Características químicas/física del mercurio	23
3.3 CICLOS DEL MERCURIO	24
3.1.3 El mercurio elemental	24
3.2.3 Mercurio inorgánico o sales de mercurio:	25
3.3.3 Los compuestos de mercurio orgánico	26
3.4 ESTADOS DEL MERCURIO	26
3.1.4 Estado gaseoso	27
3.2.4 Estado Solido	27
3.3.4 Estado liquido	28
3.5 FASE DE LA INTOXICACIÓN AL MERCURIO	28
3.6 TOXICOCINÉTICA	29
3.1.6 Absorción	29
3.2.6 Distribución	29
3.3.6 Vías respiratorias	29
3.4.6 Vía Digestiva	30
3.5.6 Vía Cutánea	32
3.7 BIOTRASFORMACIÓN	33
3.1.7 Las cuatro vía donde realiza el mercurio:	33
3.2.7 Eliminación del tóxico	34
3.8 TOXICODINÁMICA	35
3.1.8 Como actúa en el cuerpo	35

Facultad Regional Santa Cruz.

3.2.8	El riesgo de intoxicarse.....	35
3.3.8	El riesgo se reduce	36
3.4.8	Intoxicación Aguda	36
3.5.8	Intoxicación Crónica	36
3.6.8	Intoxicación Diferida	36
3.9	INTOXICACIÓN CRÓNICA OCUPACIONAL.....	37
3.1.9	Síndromes de intoxicación.....	37
3.2.9	Otras alteraciones encontradas	38
3.10	INTOXICACIÓN OCUPACIONAL	38
3.1.10	Intoxicación mercurial	39
3.11	DIGNOSTICÓS PARA DECTECTAR MERCURIO EN LOS TRABAJADORES 45	
3.12	DOSIS LETAL DEL MERCURIO	47
3.13	UBICACIÓN DEL MERCURIO EN CRUDOS	48
4	PRM PLANTA DE REMOCION DE MERCURIO	48
4.1	Cuenca Austral	48
4.2	FUNCIÓN PRINCIPAL DE LA PRM	49
4.3	DESCRIPCIÓN GENERAL DEL FUNCIONAMIENTO DE LA PRM.....	50
5	FILTRACIÓN DE MEMBRANA	51
6	TIERRAS DIATOMEA.....	54
7	METODOLOGIA DEL ANALISIS DE HYS DE LA PRM (PLANTA REMOCIÓN DE MERCURIO).....	55
7.1	Higiene laboral.....	56
7.1.1	Exámenes médicos dentro del ámbito laboral:.....	56
7.2.1	Riesgos físicos	57
7.3.1	Riesgos químicos	57
7.2	IDENTIFICAR LOS PELIGROS Y FACTORES DE RIESGO	58
7.3	PELIGROS Y RIESGOS.....	59
7.1.3	PELIGRO	59
7.2.3	RIESGO	59
7.3.3	Fases del IPER.....	59
7.4.3	Probabilidad	60
7.5.3	Consecuencia o severidad.....	60
7.4	LAS MEDIDAS PREVENTIVAS.....	62
7.5	Agentes químico contaminantes.....	63

Facultad Regional Santa Cruz.

8	ANALISIS DE HYS EN LA PRM (Planta Remoción de Mercurio)	64
8.1	Identificación de peligros y Evaluación de riesgos	64
8.2	MEDIDAS PREVENTIVAS QUE SE APLICO EN LA PRM (PLANTA DE REMOCIÓN DE MERCURIO) LUEGO DEL IPER.....	65
8.3	AGENTES EXTINTORES.....	66
8.4	EPP (Elementos de Protección Personal) que deben utilizar los trabajadores 66	
8.5	Cartelería y señalización.....	68
	METODOLOGIA DE INVESTIGACIÓN	72
	CONCLUSIÓN.....	73
	BIBIOGRAFIA	74
	ANEXOS	75
	ANEXO I	75
	ENTREVISTA:	75
	ANEXO II	77
	IPER IDENTIFICACIÓN DE PELIGROS Y EVALUACIÓN DE RIESGOS.....	77
	ANEXO III	80
	Plan anual de capacitación	80
	ANEXO IV	81
	RAR Relevamiento de agentes de riesgos.....	81
	ANEXO V	82
	Nómina de personal expuesto a agentes de riesgo	82
	ANEXO VI	83
	Protocolo de medición de contaminantes químicos	83
	ANEXO VII.....	85
	Registró de capacitación:.....	85
	Registros de entrega de E.P.P:	86
	Registró de capacitación brindada.....	86

Facultad Regional Santa Cruz.

ÍNDICE DE FIGURAS

<i>Figura 1 formación del petróleo</i>	17
<i>Figura 2 Principios del petróleo</i>	18
<i>Figura 3 Petróleo</i>	19
<i>Figura 4 compuestos del petróleo</i>	21
<i>Figura 5 Mercurio número atómico</i>	22
<i>Figura 6 Mercurio elemental en estado liquido</i>	24
<i>Figura 7 Mercurio elemental</i>	25
<i>Figura 8 Cloruro de mercurio</i>	25
<i>Figura 9 Mercurio orgánico</i>	26
<i>Figura 10 Aumento de temperatura</i>	27
<i>Figura 11 Mercurio en forma de bolitas solidas</i>	27
<i>Figura 12 Cambio de estado del mercurio</i>	28
<i>Figura 13 Vía respiratoria</i>	30
<i>Figura 14 Vía digestiva</i>	32
<i>Figura 15 Vía cutánea</i>	32
<i>Figura 16 Vía renal</i>	35
<i>Figura 17 El decreto 658/96</i>	42
<i>Figura 18 El decreto 658/96</i>	43
<i>Figura 19 El decreto 658/96</i>	44
<i>Figura 20 El decreto 658/96</i>	45
<i>Figura 21 Detectar el mercurio</i>	47
<i>Figura 22 Cuenca Austral</i>	49
<i>Figura 23 PRM</i>	50
<i>Figura 24 PRM</i>	50
<i>Figura 25 PRM PLANTA DE REMOCIÓN DE MERCURIO</i>	51
<i>Figura 26 Filtro de membrana</i>	52
<i>Figura 27 Mecanismo de filtración</i>	52
<i>Figura 28 Moléculas del Filtrante</i>	53
<i>Figura 29 Método de filtración</i>	53
<i>Figura 30 Algas microscópicas</i>	54
<i>Figura 31 Tierra de Diatomea</i>	54
<i>Figura 32 Identificación de riesgo</i>	58
<i>Figura 33 Formas de presentación de sustancia químicas</i>	63
<i>Figura 34 Procedimiento ante emergencia</i>	71
<i>Figura 35 Buque de Grecia</i>	76

ÍNDICE DE TABLAS

<i>Tabla 1 Efectos sobre la salud por mercurio</i>	39
<i>Tabla 2 Agentes mercurio y sus compuestos</i>	40
<i>Tabla 3 Señales y síntomas</i>	47
<i>Tabla 4 Probabilidad y consecuencia del riesgo</i>	60

Facultad Regional Santa Cruz.**DEDICATORIA**

Dedico el presente trabajo a Dios, quien ilumino mi camino dándome la fuerza y la perseverancia para seguir adelante.

A mis padres Paola Cid y Segundo Carrillo, quienes han estado siempre a mi lado, me han apoyado en cada decisión que he tomado y me han guiado con sus valores y perseverancia por este camino de la vida. Gracias a su ayuda puede estudiar y siempre luchar por alcanzar mis metas y crecer como persona.

Como así también, a mis hermanos Halley Carrillo, Sebastián Carrillo, Aylén Carrillo, Lucas Cid, Daniel Lagos y Adrián Lagos, mis sobrinos: Odín Lagos, Amaia Lagos y Ámbar Cid quienes son mis grandes pilares que constantemente me motivan a superarme en lo personal y profesional.

A mis compañeras que sin ellas no hubieran sido tan ligeros los días en la Universidad.

Finalmente, quiero agradecer a los profesores que a lo largo de mi trayectoria académica en donde pudieron brindarme conocimientos en lo cual fue de gran ayuda y más que nada por su dedicación y especial entrega a su profesión Cristina Perez, Gustavo Maza, Diego Navarro, Lorena Reyna, Luciana González, Roger Luna.

RESUMEN

En esta investigación podremos encontrar como el mercurio es altamente peligroso para los trabajadores expuestos a esta etapa laboral en donde se basa en extraer todo el mercurio posible del petróleo crudo en los separadores y poder mandarlo a donde corresponde, encontraremos los riesgos existentes, haciendo hincapié en como poder prevenir enfermedades graves y letales al exponerse a este toxico.

Este metal es un elemento extremadamente tóxico que se encuentra de manera omnipresente en la naturaleza. La exposición a este contaminante, a través del contacto cutáneo, inhalación o/y la ingestión, puede suponer un riesgo para la salud.

Para esta investigación se basó especialmente en la Planta Remoción de Mercurio que se encuentra en el sur de la Patagonia, es llevada a cabo ahí ya que es la única que se encuentra en Latinoamérica que remueve mercurio del petróleo, este elemento al ser un metal pesado tiene que ser extraído lo más posible del petróleo para poder ser comercializado.

ABSTRAC

In this investigation we will be able to find how mercury is highly dangerous for workers exposed to this work stage where it is based on extracting all the possible mercury from the crude oil in the separators and being able to send it to where it belongs, we will find all the existing risks, but more There is nothing like being able to prevent all types of serious and lethal diseases when exposed to this toxin.

This metal is an extremely toxic element that is ubiquitous in nature. Exposure to this contaminant, through inhalation or/and ingestion, may pose a health risk.

For this research, it was based especially on the PRM field plant located in southern Patagonia, it is carried out there since it is the only one found in Latin America that removes mercury from oil, this element being a heavy metal. It has to be extracted as much as possible from oil in order to be marketed.

Facultad Regional Santa Cruz.**PALABRAS CLAVE**

Higiene laboral. Seguridad laboral. Enfermedades profesionales. Elementos de protección personal. Identificación. Peligro. Riesgos. Medidas preventivas. Medidas correctivas. Mercurio. Hidrocarburos. Petróleo. Toxico cinética. Toxico dinámica. Biotransformación. Remoción de mercurio. Filtración con membrana. Tierra diatomea. Cuenca austral. Rio gallegos. Santa cruz.



Facultad Regional Santa Cruz.**JUSTIFICACIÓN**

La extracción de petróleo a menudo conlleva la presencia de mercurio, uno de los metales pesados más tóxicos. En empresas dedicadas a la extracción de hidrocarburos, esta situación es poco común y se hace necesario remover el mercurio del crudo para garantizar su calidad y seguridad. Para lograrlo, se utiliza el mecanismo de filtración de membrana con tierra de diatomea, mediante el cual el mercurio líquido se transforma en vapores tóxicos.

La exposición a estos vapores representa un riesgo para la salud de los trabajadores en la planta. Una vez inhalado, el mercurio puede circular por la vía respiratoria y llegar a la sangre y los pulmones, donde se solidifica formando pelotitas de mercurio. Incluso pequeñas cantidades de exposición pueden poner en peligro la vida de los trabajadores.

Por tanto, es crucial implementar medidas de seguridad e higiene adecuadas para proteger la integridad de los trabajadores y prevenir enfermedades graves. Es necesario analizar esta problemática que enfrentan diariamente los trabajadores expuestos a esta sustancia tóxica, y establecer condiciones laborales seguras que minimicen los riesgos para su salud y les permitan regresar a sus hogares sin peligro alguno.

Facultad Regional Santa Cruz.

OBJETIVO GENERAL

Identificar, evaluar y controlar los factores de riesgos existentes de Higiene y Seguridad para los trabajadores con exposición a mercurio.

OBJETIVOS ESPECÍFICOS ID-EV-CT

- Recopilar información bibliográfica sobre las enfermedades laborales producidas por exposición al mercurio.
- Identificar las enfermedades principales por la exposición al mercurio en los trabajadores de la PRM (Planta Remoción de Mercurio)
- Tomar las medidas de HYS para prevenir o eliminar las enfermedades por exposición al mercurio, como también prevenir riesgos existentes en la planta.
- Análisis de riesgos del puesto de trabajo.
- Proponer un plan de capacitación.
- Prevenir toda enfermedad profesional que pueda afectar a lo largo de su vida por haber estado a exposición de la misma.

GLOSARIO

Seguridad en el trabajo: se basa en la protección de las vidas y el bienestar físico de los trabajadores, mediante la eliminación o el control de los riesgos en el ambiente de trabajo o en el sistema en el que operan los trabajadores.

Higiene en el trabajo: conjunto de conocimientos y técnicas dedicadas a reconocer, evaluar y controlar aquellos factores del ambiente, psicológicos o tensionales, que provienen del trabajo y que pueden causar enfermedades o deteriorar la salud.

Accidente de trabajo: los accidentes ocurridos en el curso del trabajo o en relación con el mismo que causen lesiones mortales o no mortales.

Enfermedades profesionales: toda enfermedad contraída por la exposición a factores de riesgo que resulte de la actividad laboral. Se consideran enfermedades profesionales aquellas que se encuentran incluidas en el listado que elaborará y revisará el Poder Ejecutivo, el listado identificará agente de riesgo, cuadros clínicos, exposición y actividades en capacidad de determinar la enfermedad profesional.

Serán consideradas enfermedades profesionales aquellas otras que, en cada caso concreto, la Comisión Médica Central determine como provocadas por causa directa e inmediata de la ejecución del trabajo.

Las Aseguradoras de Riesgos del Trabajo (ART): son empresas privadas contratadas por los empleadores para asesorarlos en las medidas de prevención y para reparar los daños en casos de accidentes de trabajo o enfermedades profesionales.

Peligro: fuente, situación o acto con potencial para causar daño en términos de daño humano o deterioro de la salud, o una combinación de estos.

Riesgo: posibilidad de que un trabajador sufra un daño a su integridad psico-física derivado del trabajo que realiza

- **Probabilidad:** posibilidad de que ocurra un hecho.

Facultad Regional Santa Cruz.

- **Gravedad:** nivel de daño o impacto sobre la persona.

Prevención: conjunto de actividades o medidas previstas o adoptadas tendientes a eliminar, aislar, controlar o minimizar los riesgos derivados del trabajo.

Agentes Materiales: son aquellos factores que, por razón de su naturaleza peligrosa, pueden contribuir a la generación de un accidente (instalaciones, máquinas, herramientas y equipos, así como también los inherentes a materiales y/o materias primas y productos).

Entorno Ambiental: aquellos factores atribuibles al ambiente de trabajo que pueden incidir en la generación de accidentes, como por ejemplo orden y limpieza, ruido e iluminación entre otros.

E.P.P (Elemento de Protección Personal): es necesario tener en cuenta que el uso de los EPP es una medida de protección y no de prevención, ya que evita las consecuencias de un accidente, pero no previenen su ocurrencia. Por ello, es importante considerar el cumplimiento de las condiciones preventivas.

Señalización: las señales deben ser tan grandes como sea posible y su tamaño debe ser congruente con el lugar en que se colocan o el tamaño de los objetos, dispositivos o materiales a los cuales se fija. En todos los casos el símbolo debe ser identificado desde una distancia segura.

Barreras Físicas: pueden identificarse dentro de ellas, las barreras surgidas de aplicaciones técnicas/tecnológicas y mediante la utilización de EPP (Elementos de protección personal). Los elementos de protección individual, los muros cortafuegos, las cabinas de insonorización, son ejemplos de barreras físicas.

Facultad Regional Santa Cruz.

INTRODUCCIÓN

El mercurio es un elemento presente de forma natural en el medio ambiente, tanto en el aire, el agua como en el suelo, en forma de sales de mercurio (compuestos inorgánicos) o compuestos orgánicos. Sin embargo, son las actividades humanas las que contribuyen significativamente a su liberación y redistribución. Aunque todas las formas de mercurio son tóxicas para los humanos, la gravedad de su toxicidad puede variar.

Las personas pueden estar expuestas al mercurio por inhalación, ingestión o contacto con la piel, incluso durante un derrame de mercurio. Este trabajo se centra en investigar el mercurio mezclado con petróleo, específicamente en la planta PRM, la única de su tipo en Latinoamérica dedicada a la remoción de mercurio. Su función principal es extraer este elemento de los hidrocarburos hasta que estos alcancen niveles permitidos para su comercialización.

No obstante, como en cualquier entorno laboral, los empleados enfrentan diversos riesgos que pueden comprometer su integridad física. Esta investigación se enfocó en comprender cómo el mercurio afecta tanto a los trabajadores de la PRM como al cuerpo humano en general. Se exploraron las diferentes formas de exposición, los efectos en el cuerpo, los síntomas, las vías de eliminación y las pruebas de laboratorio para evaluar la exposición al mercurio.

Además, se realizaron evaluaciones específicas en la Planta remoción de mercurio PRM para comprender su funcionamiento, ubicación y actividades. Se dio especial atención a las medidas de higiene y seguridad implementadas en la planta para identificar y evaluar los riesgos asociados con el manejo del mercurio. Estas medidas buscan prevenir enfermedades y proteger la salud y la integridad de los trabajadores expuestos a este metal altamente tóxico, cuyos efectos nocivos no se limitan solo a los trabajadores de la planta, sino que afectan a personas en todo el mundo, ocasionando enfermedades graves e incluso la muerte.

MARCO LEGAL

Ley N° 27.356 el 18 de mayo de 2017, y a través del **Decreto 504/19**.

El artículo 2° de la **Ley 24.051** Anexo I o que posean alguna de las características enumeradas en el Anexo II de esta ley”.

Normas de higiene, seguridad, salud, trabajo y ambiente.

Ley N. ° 21.663 - aprueba el convenio de la OIT sobre prevención y control de los riesgos profesionales causados por las sustancias o agentes cancerígenos.

El mercurio elemental y otras formas inorgánicas, compuestos alquílicos y arílicos- está regulado con Valores Aceptables que no pueden ser superados en el ambiente laboral en la “Tabla de Concentraciones Máximas Permisibles” del Anexo III correspondiente al artículo 61 del **Decreto N.º 351/1979**.

Ley 24.557 y Decreto 170/96 - Riesgos del trabajo.

Seguro obligatorio y auto seguro, contingencia de accidentes, obligaciones de las partes, derechos, prohibiciones y obligaciones del ART Trabajador y Empleador.

Decreto 658/96 - Listado de Enfermedades Profesionales y sus modificaciones
Decretos 1167/03 y 49/14.

Resoluciones (SRT) 415/02, 81/2019 y complementarias - Normas para el registro de sustancias y agentes cancerígenos, Sistema de Vigilancia y Control de Sustancias y Agentes Cancerígeno.

Resoluciones (SRT) 295/03, 953/2010 y complementarias - Sustancias químicas en el trabajo actualización de los valores máximos permitidos.

Ley 20.744 – Ley de contrato de trabajo

Norma más favorable para el trabajador, deber de seguridad, cumplimientos de órdenes e instrucciones, tareas penosas peligrosas o insalubres, accidente o enfermedades profesionales.

Ley 19.587/72 Ley de Higiene y Seguridad en el Trabajo

Proteger la vida, preservar y mantener la integridad psicofísica de los trabajadores.

Prevenir, reducir, eliminar o aislar los riesgos de los distintos puestos de trabajo. Estimular y desarrollar una actitud positiva respecto de la prevención de los accidentes y enfermedades que puedan derivarse de la actividad laboral.

Facultad Regional Santa Cruz.**Decreto 351/79 Reglamentario General**

Contaminación ambiental, iluminación, ruidos y vibraciones, máquinas y herramientas, aparatos para izar, accesos y monto, riesgos especiales, protección contra incendio, equipos y elementos de protección personal, selección y capacitación al personal, sustancias químicas.

Resolución SRT 103/2005: Gestión de la Seguridad y Salud en el Trabajo

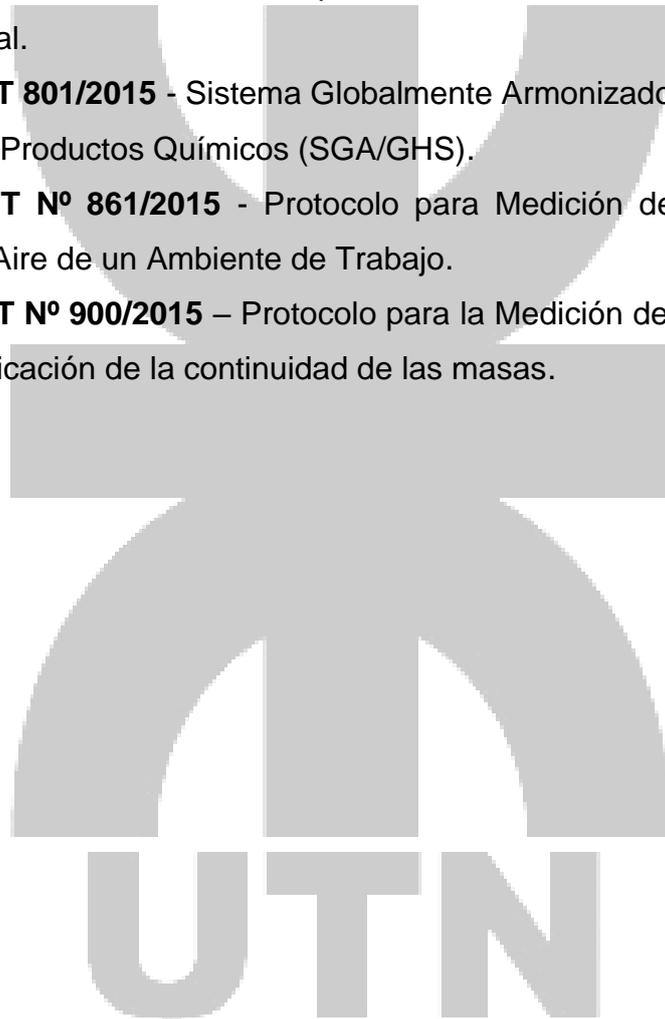
Resolución SRT 299/2011: Elementos de protección personal.

Resolución SRT 85/2012 - Protocolo para la Medición del nivel de Ruido en el Ambiente Laboral.

Resolución SRT 801/2015 - Sistema Globalmente Armonizado de Clasificación y Etiquetado de Productos Químicos (SGA/GHS).

Resolución SRT Nº 861/2015 - Protocolo para Medición de Contaminantes Químicos en el Aire de un Ambiente de Trabajo.

Resolución SRT Nº 900/2015 – Protocolo para la Medición del valor de puesta a tierra y la verificación de la continuidad de las masas.



GENERALIDADES

En este apartado se aborda el origen del petróleo y sus principios, así como también se explora el concepto de mercurio, sus compuestos, estados y su cinética tóxica, biotransformación y dinámica tóxica. Se examinan las principales vías de exposición al mercurio (vía dérmica, respiratoria y digestiva), y se analiza cómo esta exposición puede afectar a los trabajadores, además de cómo detectarla mediante estudios de orina y sangre.

Por otro lado, se proporciona información detallada sobre el funcionamiento de la PRM, incluyendo su ubicación y dedicación. Se identifican los principales riesgos presentes en la planta y se lleva a cabo una evaluación de peligros y riesgos, destacando la importancia de implementar medidas preventivas y correctivas para garantizar un entorno de trabajo seguro para todos los empleados.

1 ORIGEN DEL PETROLÉO

El petróleo tiene su origen hace más de 200 millones de años, en una época en la que la mayor parte de la Tierra estaba cubierta por agua y el paisaje era radicalmente diferente al actual. En aquel entonces, en el supercontinente conocido como "Pangea", los microorganismos de animales y vegetales se acumulaban en el fondo de los océanos, dando lugar a sucesivas capas de sedimentos inorgánicos como arena y arcilla. La acción geológica y bacteriana sobre esta materia orgánica dio lugar a la formación de hidrocarburos, lo que hoy conocemos como petróleo crudo, en un proceso que puede tardar entre 10 y 100 millones de años.

El inicio de la explotación comercial del petróleo moderno se remonta al año 1859, cuando Edwin Drake realizó la primera perforación de pozo de petróleo en Pensilvania, Estados Unidos. Este descubrimiento marcó el comienzo de la industria petrolera y desencadenó lo que se conoció como la "fiebre del petróleo", con una producción inicial de 25,000 toneladas al año siguiente. Este hito histórico coincidió con la aparición de motores de explosión y combustión, como los desarrollados por Daimler en 1887 y Diesel en 1897, respectivamente. Estos

motores impulsaron el desarrollo de nuevos sistemas de transporte por tierra y aire, así como la sustitución de combustibles tradicionales por derivados del petróleo, transformando así la industria del transporte y dando lugar a la era de la automoción.

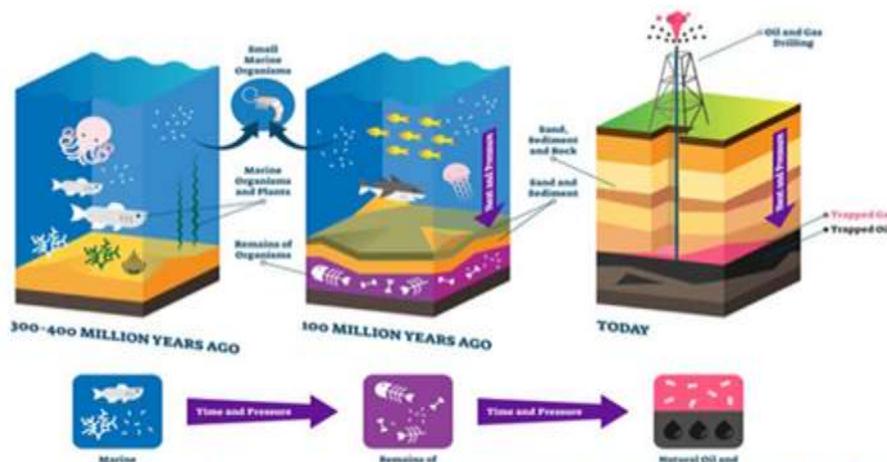


Figura 1: Formación del petróleo Fuente: <https://www.ecologiaverde.com/como-se-forma-el-petroleo-2814.html>

Además del uso del petróleo como fuente de energía, su aprovechamiento condujo al surgimiento de la industria petroquímica. Esta nueva vía industrial se dedicó a la síntesis y producción de una amplia gama de productos químicos a partir de los componentes del petróleo, incluyendo plásticos y compuestos farmacéuticos.

Es importante destacar que los yacimientos petrolíferos no son uniformes y su composición puede variar significativamente. Junto con los hidrocarburos, pueden contener compuestos oxigenados, nitrogenados y otros elementos como azufre, níquel o vanadio. La naturaleza líquida del petróleo le confiere una gran movilidad, llenando los poros y agujeros de las rocas sedimentarias como una esponja. Esto hace que su ubicación exacta sea difícil de determinar, ya que puede encontrarse en una variedad de estratos geológicos.

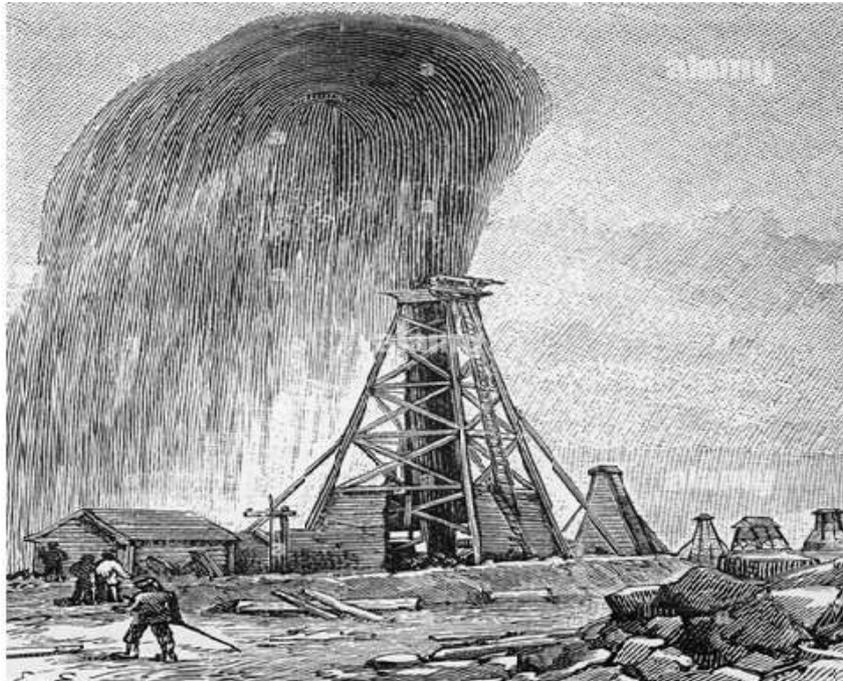


Figura 2. Fuente <https://www.alamy.es/imagenes/prospecci%C3%B3n-de-petr%C3%B3leo.html?blackwhite=1&sortBy=relevant>

2 PETRÓLEO

El petróleo, también conocido como crudo (crude oil) con el número CAS 8002-05-9, es un líquido aceitoso, viscoso e inflamable. Se define por ser una compleja mezcla de parafinas, nafténicos e hidrocarburos aromáticos, incluyendo benceno, además de una pequeña cantidad de sulfuro, nitrógeno, oxígeno y compuestos metálicos. Este recurso es de naturaleza fósil, resultado de la transformación de residuos orgánicos mediante procesos bioquímicos. Se encuentra en depósitos subterráneos en la corteza superior de la tierra en estado líquido, impregnando rocas permeables y porosas, frecuentemente sometido a fuertes presiones. Sin embargo, sus características y composición química son altamente variables debido a las diferentes circunstancias en las que se ha producido y acumulado.



Figura 3. Fuente <https://elcomercio.pe/respuestas/trends/estos-son-los-tres-paises-con-mayor-reserva-de-petroleo-en-el-mundo-tdpe-noticia/>

La complejidad del petróleo y sus derivados aumenta con el número de carbonos. La gasolina, por ejemplo, tiene un bajo número de componentes, mientras que el diésel posee un número algo mayor. Los constituyentes de los hidrocarburos pueden clasificarse en hidrocarburos saturados, insaturados y aromáticos. Esta diversidad en su composición química es fundamental para comprender las propiedades y usos del petróleo en diferentes aplicaciones industriales y comerciales.

2.1 Clasificación de los hidrocarburos

2.1.1 Hidrocarburos saturados

- Alifáticos: lineales o ramificados, con la fórmula general: C_nH_{2n+2}
- Alicíclicos: compuestos cíclicos con la formula general: C_nH_{2n} : Son hidrocarburos saturados que contiene uno o más anillos los cuales pueden también contener cadenas saturadas unidas. Son también llamados cicloalcanos.

2.2.1 Hidrocarburos Insaturados

Esta clase de compuestos tiene al menos dos átomos de carbono en la molécula unidos por un enlace doble o triple ($C=C$ para alquenos, y $C\equiv C$ para alquinos).

Estos compuestos no se encuentran en el petróleo crudo y son producidos principalmente en el proceso de craking en la producción.

Alquenos / Olefinas: estos compuestos pueden ser cadenas lineales, ramificados o compuestos cíclicos. La fórmula general es: C_nH_{2n}

Facultad Regional Santa Cruz.

- Alquinos / Acetilenos: estos compuestos se presentan en cadenas lineales y estructuras ramificadas. La fórmula general es: C_nH_{2n-2}
- Los compuestos aromáticos son una clase especial de hidrocarburos insaturados. La estructura de estos compuestos se basa en la estructura del anillo del Benceno el cual contiene 6 átomos de carbonos.

La molécula de benceno puede tener uno o más átomos de hidrógeno sustituidos por radicales alquilos, resultando en alquil bencenos o también puede haber dos o más anillos aromáticos unidos dando como resultado hidrocarburos aromáticos policíclicos

Todos los crudos y derivados del petróleo (excepto algunos solventes producidos del petróleo) contienen compuestos aromáticos.

- Benceno: este es un anillo aromático simple con la fórmula C_6H_6
- Alquilbenceno: estos compuestos tienen la base del anillo aromático con un radical alquilo unido.
- Hidrocarburos Aromáticos: estos compuestos están formados por dos o más anillos aromáticos unidos entre sí.
- Los compuestos aromáticos, son contaminantes ambientales comunes en sitios en los que han ocurrido derrames de petróleo. Los monoaromáticos, como el benceno, el tolueno, y los xilenos, tienen una importante solubilidad en agua, y se movilizan en el ambiente.

2.3.1 Otros compuestos

El petróleo contiene una variedad de compuestos orgánicos que van más allá de los hidrocarburos, incluyendo elementos como oxígeno, nitrógeno y azufre. Además, se pueden encontrar pequeñas cantidades de compuestos organometálicos y sales inorgánicas. Estos componentes suelen estar concentrados en las fracciones pesadas de destilación y en los residuos durante el proceso de refinado, siendo comúnmente referidos como asfaltenos.

Es importante destacar que, dependiendo del método utilizado para la determinación de los Hidrocarburos Totales del Petróleo (HTP), algunos de los compuestos que contienen oxígeno, nitrógeno y azufre pueden ser incluidos en la cuantificación de los HTP. Sin embargo, por definición, estos compuestos no

son considerados hidrocarburos. Debido a la complejidad del sistema, identificar todos los componentes del petróleo y sus derivados puede resultar extremadamente difícil.

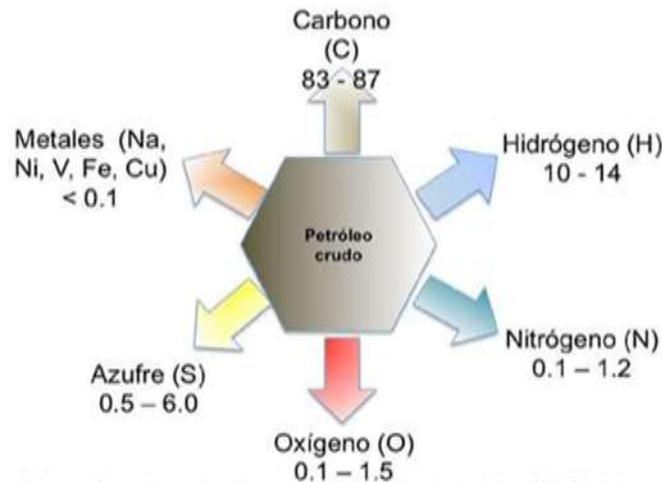


Figura 4. Fuente <https://www.launion.com.mx/blogs/ciencia/noticias/187153-del-petroleo-crudo-a-los-combustibles-parte-i.html>

3 MERCURIO

El mercurio posee propiedades únicas en su estado elemental, siendo el único metal líquido a temperatura ambiente. Esta peculiaridad se explica por su configuración electrónica y fenómenos cuánticos complejos, que resultan en un volumen atómico anormalmente reducido en comparación con otros elementos de la tabla periódica, y un punto de ebullición también bajo. Aunque no es abundante en la naturaleza, su presencia en la corteza terrestre es de apenas 0,08 ppm.

Sin embargo, el mercurio es un contaminante de relevancia mundial, ya que se volatiliza fácilmente formando vapores incoloros e inodoros. Es un importante tóxico ambiental que tiene un gran impacto en la salud humana, causando daños irreversibles en el sistema nervioso central, especialmente en etapas de vulnerabilidad como la gestación. De hecho, los centros de salud contribuyen con un 4-5% del total de mercurio presente en aguas residuales. Por esta razón, es crucial promover conductas que reduzcan su uso y, eventualmente, logren su eliminación. En este sentido, es fundamental el apoyo de entidades

Facultad Regional Santa Cruz.

internacionales, gobiernos, organizaciones no gubernamentales y profesionales de la salud en la adopción de medidas al respecto.

Además de su presencia como contaminante ambiental, el mercurio (Hg) se encuentra naturalmente en los yacimientos de petróleo y gas, así como en las corrientes de gas, ya sea como elemento o compuesto. Su presencia puede ser problemática en ciertos equipos de proceso, ya que provoca una corrosión severa y peligrosa, especialmente en intercambiadores de calor de aluminio y otros componentes que contienen metales no ferrosos, debido a la formación de amalgama. Además, su toxicidad lo hace capaz de disolverse fácilmente en corrientes acuosas, envenenando catalizadores y afectando el funcionamiento de equipos aguas abajo.

Figura 5 Mercurio número atómico

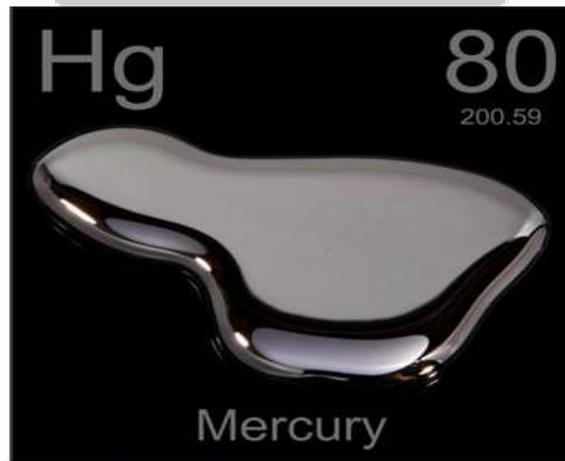


Figura 5: Mercurio elemental Fuente

<https://agenciasanluis.com/2013/11/27/149894-el-mercurio-peligroso/>

3.1 NÚMERO DE IDENTIFICACION DEL MERCURIO:

Para mercurio metálico:

CAS: 7439-97-6

UN:2809

NIOSH: OV 4550000

RCRA: U151

NOAA: 1064

STCC: 4944325

RTECS: OV4550000

NOM 114: Salud: 2 Reactividad:0 Fuego: 0

(Metálico)

El producto está incluido en: CERCLA. y 313 MARCAJE: CORROSIVO

Para disoluciones de sales de mercurio:

Facultad Regional Santa Cruz.

UN: 2024

NOAA : 3849

Marcaje: VENENO

Para compuestos sólidos:

UN: 2025

NOAA: 1062

STCC: 4923269

Marcaje: VENENO

3.2 QUIMICA DEL MERCURIO

La física y la química del mercurio puede definirse como muy particular. Debido a su estado líquido su presión de vapor es apreciable para un metal a temperatura ambiente (0,002 mBar a 20 °C)

3.1.2 Características químicas/física del mercurio

- Es un metal pesado plateado a temperatura ambiente.
- Es un líquido inodoro.
- No es buen conductor del calor como parado con otros metales, aunque es buen conductor de la electricidad.
- Se alea fácilmente con muchos otros metales como el oro o la plata produciendo amalgamas, pero no con el hierro.
- Es insoluble en agua y soluble en ácido nítrico.

El mercurio, al superar los 40°C, genera vapores tóxicos y corrosivos que pueden ser más densos que el aire, lo que aumenta su riesgo de inhalación. Este metal es extremadamente perjudicial para la salud, ya que puede causar irritación en la piel, los ojos y las vías respiratorias tanto por inhalación, ingestión como por contacto directo.

Además, el mercurio presenta incompatibilidad con varios compuestos, como el ácido nítrico concentrado, el acetileno, el amoníaco, el cloro y los metales. Cuando se solidifica, su naturaleza dúctil lo hace propenso a ciertos tipos de reacciones químicas y a la formación de amalgamas.

Facultad Regional Santa Cruz.

Aunque el mercurio metálico no se oxida en aire seco, tras un período prolongado de exposición al aire húmedo, puede desarrollar una fina capa de óxido en su superficie. Esta capa de óxido puede influir en sus propiedades químicas y su comportamiento, lo que subraya la importancia de manejar con precaución este metal altamente tóxico.



Figura 6: Mercurio elemental en estado líquido Fuente https://es.wikipedia.org/wiki/Mercurio_%28elemento%29

El nivel de toxicidad en seres humanos varía según la forma química, la concentración, y la duración, la vía y la ventana de vulnerabilidad en el momento de la exposición.

3.3 CICLOS DEL MERCURIO

El mercurio se encuentra presente en un ciclo bioquímico que conecta todas las especies de mercurio en la biosfera. Se pueden identificar tres clasificaciones importantes: mercurio elemental, compuestos de mercurio inorgánico y compuestos de mercurio orgánico. Cada una de estas formas posee características distintivas que pueden tener impactos negativos en la salud humana y en el medio ambiente.

3.1.3 El mercurio elemental

El mercurio elemental constituye más del 95% del mercurio presente en la atmósfera. Es altamente estable, altamente volátil y tiene un tiempo de residencia de hasta un año. Esta estabilidad y volatilidad facilitan su transporte a largas distancias por las corrientes de aire, convirtiéndolo en un contaminante global. El mercurio elemental, o mercurio metálico, se encuentra en su forma pura y se presenta como un metal blanco plateado y brillante que permanece

Facultad Regional Santa Cruz.

líquido a temperatura ambiente y puede evaporarse parcialmente si no está encapsulado. Este tipo de mercurio se utiliza en la fabricación de termómetros, bombillas fluorescentes y algunos interruptores eléctricos.



Figura 7: Mercurio elemental Fuente <https://inhouse.infobae.com/minera/index.html>

3.2.3 Mercurio inorgánico o sales de mercurio:

Se forma cuando el mercurio se combina con elementos distintos al carbono, como el cloro, el azufre o el oxígeno. Estos compuestos inorgánicos pueden presentarse en forma de polvos o cristales blancos, como el óxido de mercurio y el cloruro de mercurio. Sin embargo, el sulfuro de mercurio, conocido como cinabrio, es de color rojo y se vuelve negro con la exposición a la luz.

En el pasado, los compuestos de mercurio inorgánico se incluían en una variedad de productos, como fungicidas, antisépticos y desinfectantes. También se encontraban presentes en algunas cremas blanqueadoras para la piel y para tratar las pecas. Sin embargo, debido a sus riesgos para la salud humana y el medio ambiente, el uso de estos compuestos ha sido cada vez más restringido y regulado.



Figura 8: Cloruro de mercurio Fuente Wikipedia la enciclopedia libre

3.3.3 Los compuestos de mercurio orgánico

Los compuestos de mercurio orgánico se caracterizan por contener enlaces covalentes entre el carbono y el mercurio. Entre estos, el metil-mercurio es la forma más común encontrada en el medio ambiente. Se forma a través de un proceso de metilación del mercurio inorgánico llevado a cabo por microorganismos presentes en el suelo, los sedimentos, el aire o el agua.

El mercurio metílico tiene la capacidad de acumularse en los peces y otros animales que se alimentan de ellos, así como en los seres humanos a lo largo de la cadena alimentaria. Por tanto, las personas se exponen al mercurio metílico cuando consumen pescado y mariscos contaminados con este compuesto. Esta forma de exposición representa un riesgo significativo para la salud humana, ya que el mercurio metílico puede tener efectos adversos en el sistema nervioso y otros sistemas del cuerpo humano.

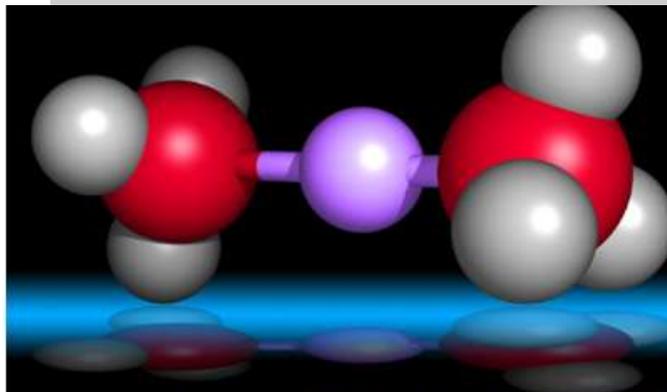


Figura 9: Mercurio orgánico Fuente <https://www.alamy.es/imagenes/mercurio-org%C3%A1nico.html?sortBy=relevant>

3.4 ESTADOS DEL MERCURIO

El mercurio es un metal peculiar debido a su capacidad para existir en los tres estados de la materia: sólido, líquido y gaseoso. A temperatura ambiente, se encuentra en estado líquido, pero su versatilidad no se limita a esta forma. A diferencia de muchos otros metales, el mercurio puede solidificarse y evaporarse, lo que lo convierte en uno de los elementos más singulares en términos de sus propiedades físicas.

3.1.4 Estado gaseoso

El mercurio puede encontrarse en estado gaseoso cuando se somete a altas temperaturas, lo que provoca su transición de fase líquida a gaseosa. En este estado, sus moléculas se alteran y se separan, convirtiéndose en un vapor tóxico invisible e inodoro. Este gas, al ser incoloro e inodoro cuando se calienta, puede permanecer en la atmósfera durante meses o incluso años, representando un riesgo potencial para la salud humana y el medio ambiente.

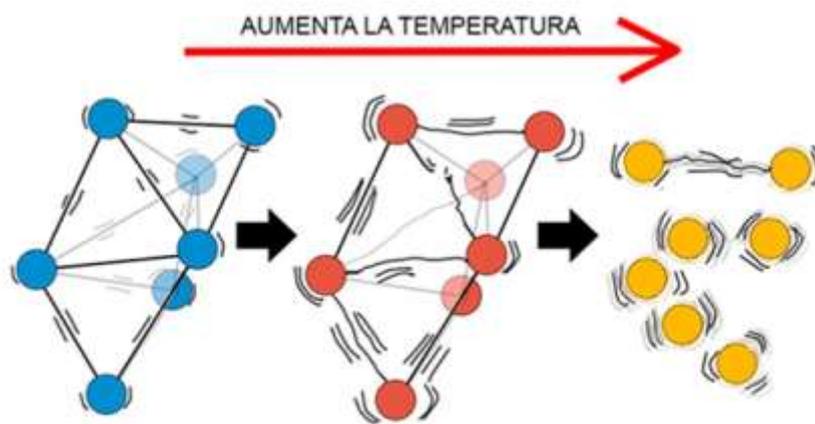


Figura 10. Fuente <https://cienciasofa.com/2018/07/respuestas-rapidas-ii-por-que-el-mercurio-es-liquido-a-temperatura-ambiente.html>

3.2.4 Estado Sólido

Este elemento en estado sólido es blanco, dúctil, maleable y puede cortarse con un cuchillo, para que el mercurio se solidifique es necesaria una temperatura de $-38,83\text{ }^{\circ}\text{C}$. Por otro lado, presenta su punto de ebullición a los $356,73$. Al igual puede encontrarse sólido de forma natural en la roca de la corteza terrestre.

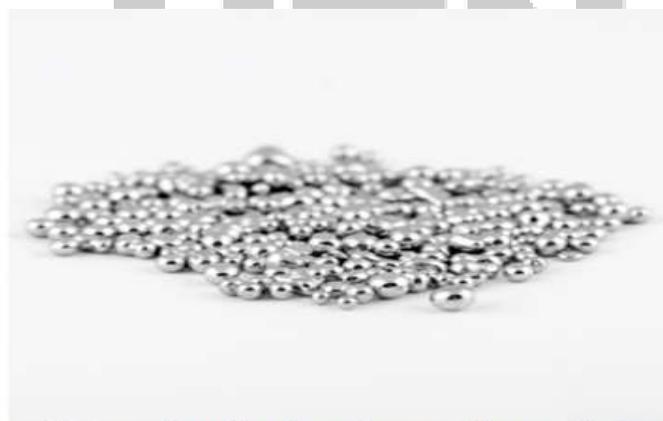


Figura 11. Fuente <https://es.dreamstime.com/el-mercurio-informe-brillante-met%C3%A1lico-le-gusta-bolas-image127809324>

3.3.4 Estado líquido

El mercurio es uno de los pocos metales que se encuentran en estado líquido a temperatura ambiente, lo que lo distingue de la mayoría de los elementos metálicos. Su estado líquido y viscoso lo hacen difícil de manipular, siendo esta una característica destacada de este elemento.

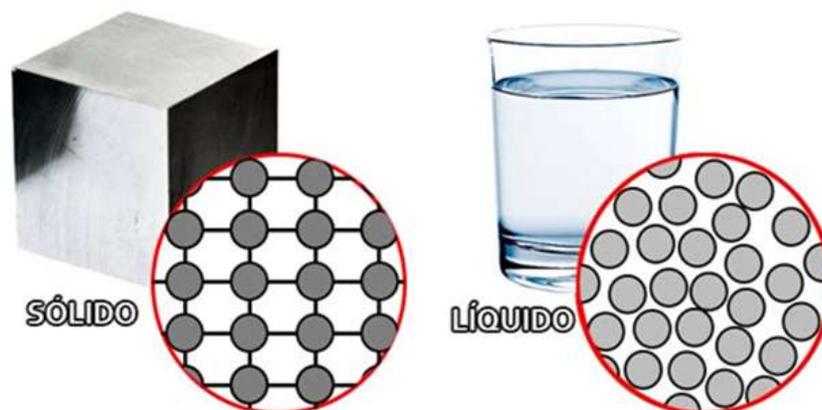


Figura 12. Fuente <https://cienciasofa.com/2018/07/respuestas-rapidas-ii-por-que-el-mercurio-es-liquido-a-temperatura-ambiente.html>

3.5 FASE DE LA INTOXICACIÓN AL MERCURIO

Como el mercurio puede encontrarse en diversas formas a este mismo se le da el nombre de especies. Estas especies desempeñan un papel importante en la toxicidad y exposición al mercurio de organismos vivos por lo cual hay que tener en cuentas los siguientes aspectos:

- La disponibilidad física, que determina el impacto de la exposición.
- Distribución en los tejidos (a mayor liposolubilidad, mayor capacidad para atravesar las barreras biológicas).
- Su toxicidad.
- Su acumulación, biomodificación y excreción.
- Su biomagnificación.

El nivel de toxicidad en seres humanos varía según la forma química, la concentración, y la duración, la vía y la ventana de vulnerabilidad en el momento de la exposición.

3.6 TOXICOCINÉTICA

La expresión en términos matemáticos de los procesos que experimenta una sustancia tóxica en su tránsito por el cuerpo incluye etapas como la captación, absorción, distribución, biotransformación y eliminación. Estos procesos están determinados por la velocidad y las variaciones de las concentraciones de las sustancias originales y de sus metabolitos en los distintos compartimientos del organismo.

3.1.6 Absorción

Proceso de entrada o transporte, activo o pasivo, de una sustancia al interior de un organismo; puede tener lugar a través de diferentes vías. Conlleva el concepto de atravesar membranas celulares.

3.2.6 Distribución.

Fase del tránsito de una sustancia en el organismo, desde la absorción hasta alcanzar el equilibrio de concentraciones; si se produce almacenamiento, puede suceder una redistribución antes de la eliminación.

Veremos los comportamientos que tiene el toxico con las tres vías de absorción y como se distribuye en ellas;

3.3.6 Vías respiratorias

Las personas expuestas a altas concentraciones de vapores de mercurio metálico pueden experimentar efectos adversos en varios órganos, incluyendo el sistema nervioso central (SNC), el sistema nervioso periférico (SNP), el aparato respiratorio y los riñones. El cuadro clínico de la exposición al mercurio puede dividirse en tres fases distintas:

Fase inicial: Ocurre durante los primeros días posteriores a la exposición e inicialmente se asemeja a una gripe, con síntomas como escalofríos, dolores musculares, fiebre, sequedad bucal y de garganta, así como cefaleas. También pueden presentarse un sabor metálico en la boca, náuseas y vómitos.

Facultad Regional Santa Cruz.

Fase intermedia: Se manifiesta alrededor de dos semanas después de la exposición y se caracteriza por un deterioro generalizado. Los pacientes pueden experimentar complicaciones respiratorias graves, como edema pulmonar con dificultad para respirar, cianosis, enfisema subcutáneo, neumotórax y neumomediastino, llegando incluso al riesgo de muerte. La toxicidad pulmonar puede progresar a una neumonitis intersticial, lo que resulta en una disminución significativa de la función respiratoria y una posible fibrosis intersticial residual, que puede conducir a una insuficiencia respiratoria crónica. Durante esta fase, también pueden ocurrir convulsiones y pueden desarrollarse complicaciones como insuficiencia renal aguda o hepatitis tóxica.

Fase tardía: Se caracteriza por la persistencia de síntomas neurológicos, que pueden dejar secuelas a largo plazo en algunos individuos.

Figura 13 Vía respiratoria

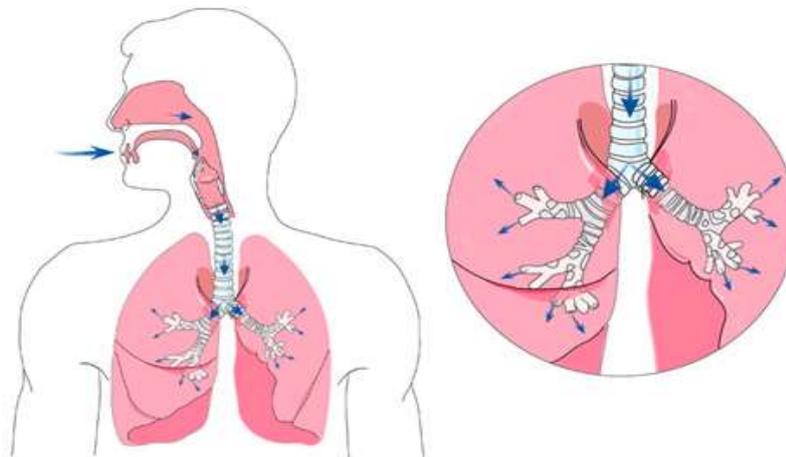


Figura 13: Vía respiratoria Fuente <https://www.glomedicalecuador.com/qu-ocurre-durante-la-respiracin-normal>

3.4.6 Vía Digestiva

La vía digestiva, que implica la ingestión de sustancias, es una de las formas en que el mercurio puede ingresar al organismo. En el tracto gastrointestinal, el mercurio inorgánico se absorbe en una cantidad mínima, alrededor del 0,01%, posiblemente debido a su incapacidad para reaccionar con moléculas biológicamente importantes. Esto se debe a la formación de macromoléculas que dificultan su absorción, así como a su proceso de oxidación. Por otro lado, los

Facultad Regional Santa Cruz.

compuestos inorgánicos de mercurio, como las sales, se absorben en una proporción mayor, entre un 2% y un 15%, dependiendo de su solubilidad. En contraste, la absorción de compuestos orgánicos por esta vía es mucho más alta, alcanzando hasta un 95%, independientemente de si el radical metilo está unido a una proteína o no.

Después de la ingestión de cloruro de mercurio, la mayoría de las personas experimentan inicialmente síntomas gastrointestinales debido al efecto corrosivo característico de estos compuestos. Las proteínas de las mucosas se precipitan por la acción del metal, lo que genera un color gris ceniza en la mucosa de la boca, faringe e intestinos. Esto provoca dolores abdominales intensos, acompañados de vómitos, ardor en la boca, dolor de garganta, náuseas y erosiones esofágicas.

Con el tiempo, se desarrolla toxicidad sistémica, que puede persistir durante varios días. Los síntomas incluyen un intenso sabor metálico en la boca, estomatitis, gingivitis, mal aliento y aflojamiento de los dientes. Además, los pacientes suelen experimentar toxicidad renal, ya que este órgano tiene una importante capacidad de almacenar mercurio. Esto puede manifestarse como necrosis tubular aguda en exposiciones breves al metal, o como glomerulonefritis en exposiciones a largo plazo. La necrosis tubular aguda puede resultar en una insuficiencia renal aguda.

El daño glomerular puede ocurrir debido a mecanismos directos sobre la membrana basal glomerular o a través de mecanismos indirectos mediados por complejos inmunes. La aparición de fatiga, debilidad y palidez puede indicar hemorragias gastrointestinales graves que pueden desencadenar un shock con colapso cardiovascular e incluso la muerte.

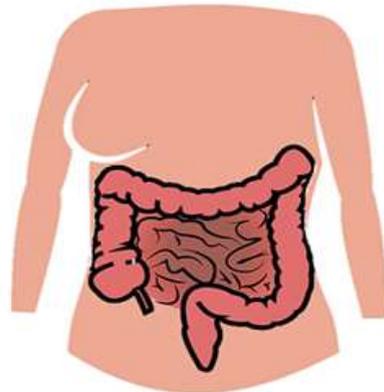
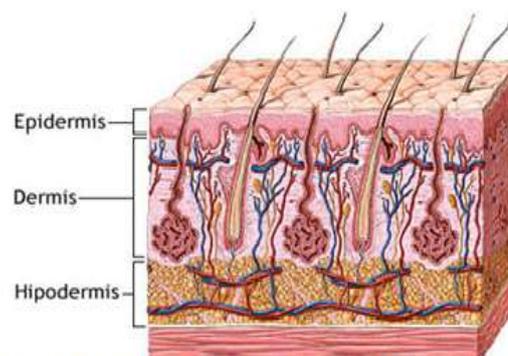


Figura 14: Vía digestiva Fuente <https://www.topdoctors.es/articulos-medicos/endoscopia-digestiva-para-diagnosticar-posibles-enfermedades-digestivas#>

3.5.6 Vía Cutánea

La vía cutánea se refiere al contacto directo del mercurio con la piel, y se han documentado casos de intoxicación por la aplicación tópica de compuestos que contenían mercurio. Sin embargo, no se ha demostrado que esta vía tenga un papel significativo en la exposición ocupacional en comparación con la vía respiratoria y la vía digestiva. De hecho, en el caso de la aplicación de pomadas, es posible que el tóxico penetre en el organismo por inhalación a partir de las cremas en la piel, en lugar de atravesarla directamente.



(Figura 15. Vía cutánea Fuente <https://zonadesaluddeofra.blogspot.com/2018/01/edruida-via-topica-cutanea-ocular-otica.html>)

En cuanto al transporte y distribución del mercurio en el cuerpo humano, una vez absorbido, este metal es transportado por la sangre, con una relación de entre 1.5 a 3 en el caso de los glóbulos rojos/plasma y de 0.4 para sus sales inorgánicas. Por lo general, alrededor del 90% de los compuestos orgánicos se

Facultad Regional Santa Cruz.

transportan en las células rojas, mientras que aproximadamente el 50% del mercurio inorgánico se une a la albúmina en el plasma.

Desde la sangre, el mercurio se distribuye en el organismo, buscando alcanzar un equilibrio dinámico influenciado por factores como la dosis, la duración de la exposición, el grado de oxidación, la concentración de los compuestos en la sangre, entre otros. Es importante resaltar su notable afinidad por el encéfalo, con una preferencia por la sustancia gris sobre la blanca.

En el cerebro, el mercurio se concentra principalmente en ciertos grupos neuronales, como los del cerebelo, la médula espinal y el mesencéfalo, aunque también se ha detectado en otros tejidos como el epitelio de la tiroides y el páncreas, células medulares de las glándulas adrenales, espermatozoides, epidermis y cristalino.

Se estima que el contenido normal de mercurio en el organismo humano oscila entre 1 y 13 miligramos, siendo aproximadamente el 10% metilmercurio. Su distribución en el cuerpo se distribuye de la siguiente manera: músculo (44-54%), hígado (22%), riñón (9%), sangre (9-15%), piel (8%), cerebro (4-7%) e intestino (3%).

3.7 BIOTRASFORMACIÓN

La biotransformación es un proceso metabólico que experimenta una sustancia extraña al organismo, conocida como xenobiótico, con el fin de descomponerla en una forma menos tóxica o facilitar su eliminación. En el ser humano, este proceso ocurre principalmente en el hígado, un órgano clave en el sistema circulatorio.

3.1.7 Las cuatro vías donde realiza el mercurio:

I. Oxidación del vapor de mercurio metálico a mercurio divalente: Este proceso, mediado por la catalasa en los peroxisomas, disminuye la liposolubilidad del

Facultad Regional Santa Cruz.

vapor inhalado, lo que reduce su toxicidad, pero aumenta su tendencia a la bioacumulación.

II. Reducción del mercurio divalente a mercurio metálico: La reducción, facilitada por la xantina oxidasa, puede ocurrir en ciertos tejidos.

III. Metilación del mercurio inorgánico: Aunque se ha demostrado en ratas, su lugar exacto en el cuerpo humano sigue siendo desconocido.

IV. Conversión del metilmercurio en mercurio inorgánico: Este proceso, conocido como biodesmetilación, ocurre principalmente en el hígado en exposiciones laborales crónicas.

3.2.7 Eliminación del tóxico

La eliminación del mercurio se realiza a través de varios compartimentos en el cuerpo:

El compartimento central, que incluye todos los órganos excepto el riñón y el hígado.

El compartimento periférico, que incluye el riñón y el hígado, donde el mercurio se acumula y se elimina lentamente.

El depósito, que comprende la orina, las heces, el pelo y las uñas, y es el último punto antes de la excreción.

En un modelo monocompartmental abierto del organismo humano, la vida media del mercurio en exposiciones agudas es de 1.3 días, mientras que en exposiciones ocupacionales continuas es de 36.5 días. La cantidad de mercurio excretado por vía renal/heces es aproximadamente del 50-55% de la dosis total absorbida. La saliva, el sudor y la exhalación también contribuyen a la eliminación del mercurio del cuerpo.

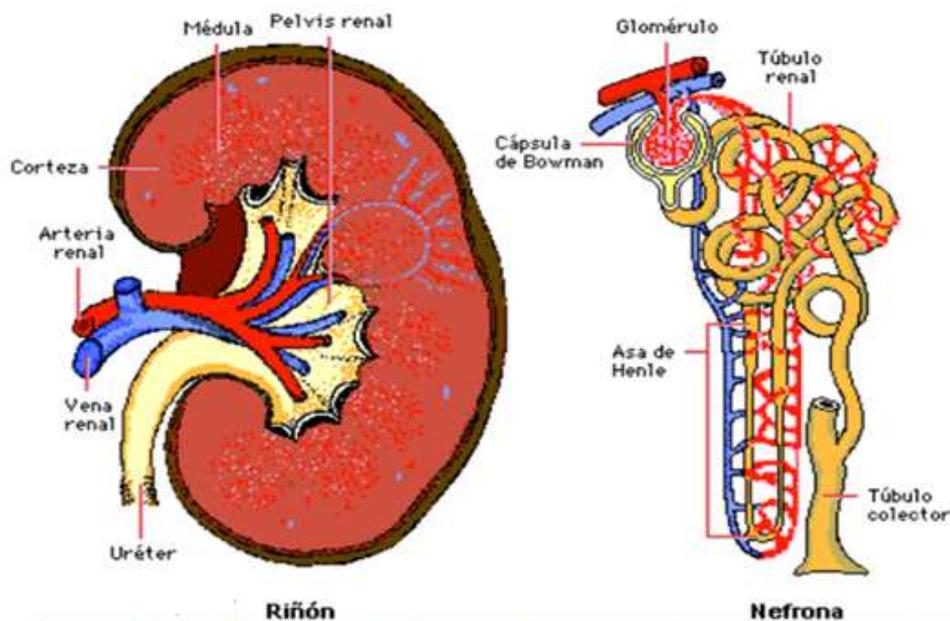


Figura 16: *Via renal* Fuente Toxicología de Mercurio Trabajo en Guatemala

3.8 TOXICODINÁMICA

El concepto de interacción de toxinas (moléculas, iones, coloides) con lugares específicos de acción en las células, conocidos como "receptores", conlleva a un efecto tóxico final.

3.1.8 Como actúa en el cuerpo

La toxina actúa produciendo bloqueo de los canales de sodio en las membranas celulares.

Afectando principalmente a las:

- Transmisión nerviosa
- La contracción muscular

3.2.8 El riesgo de intoxicarse

Depende de varios factores entre los que destacan:

- Toxicidad de la sustancia.
- Exposición.

El riesgo de intoxicación puede reducirse o eliminarse actuando sobre uno o varios de estos factores. Cuando alguno de los dos factores es nulo, el riesgo de intoxicación es igual a cero. Sin embargo, esta relación no siempre opera como una fórmula matemática, excepto en los casos mencionados anteriormente.

3.3.8 El riesgo se reduce

1. Cuando usamos una sustancia de baja toxicidad.
2. Se minimiza la exposición mediante la educación, el uso de protección personal adecuado, realizando una buena práctica de trabajo.
3. Cuando se reduce el tiempo de exposición, disminuyendo el tiempo de trabajo mediante turnos de corta duración y rotación de individuos expuestos.

Podemos distinguir a lo menos tres tipos de intoxicación según su forma de presentación y su relación con la exposición:

3.4.8 Intoxicación Aguda

Es aquella secundaria a una exposición aguda, vale decir a una exposición única o a exposiciones repetidas frente a un tóxico, ocurridas en un lapso no superior a 24 horas; este tipo de intoxicación se caracteriza generalmente por una gran riqueza de síntomas y signos, mucha de las veces alarmantes y que pueden poner en peligro la vida del afectado. El comienzo de la sintomatología aparece habitualmente durante o a poco tiempo de haber finalizado la exposición, por lo cual no es difícil establecer una relación causa efecto entre la exposición a la sustancia y el cuadro clínico.

3.5.8 Intoxicación Crónica

Es aquella que resulta de la exposición repetida a lo largo del tiempo, generalmente a bajas dosis de una sustancia determinada; generalmente se expresa como un cuadro clínico insidioso, con sintomatología inespecífica como: Cefaleas, sensación de debilidad, mareos, etc. síntomas que pueden ser mal interpretados si no se cuenta con el antecedente de exposición y por lo general se hace difícil establecer la relación causa-efecto. Este tipo de intoxicación es frecuente en Salud Ocupacional.

3.6.8 Intoxicación Diferida

Es aquella cuyas manifestaciones aparecen semanas o meses después que ha finalizado la exposición que ha sido aguda por lo general (neuropatía por órgano fosforados y síndrome intermedio).

3.9 INTOXICACIÓN CRÓNICA OCUPACIONAL

Durante la fase de absorción del mercurio, los síntomas iniciales suelen ser generales e incluyen pérdida de apetito, adelgazamiento, cansancio fácil, cefalea, mareos, insomnio, artralgias y parestesias.

3.1.9 Síndromes de intoxicación

En la fase de intoxicación, encontramos ya el cuadro patognomónico, con los siguientes síndromes:

- ✚ Síndrome digestivo: Este síndrome se manifiesta con un sabor metálico en la boca, mal aliento, náuseas, vómitos y diarrea. En algunos casos, puede observarse una coloración pardusca en los incisivos, conocida como "diente de Letuelle", especialmente en individuos con una higiene bucal deficiente.
- ✚ Síndrome neurológico: El mercurialismo, también conocido como eretismo mercurial, se caracteriza por una amplia gama de síntomas neurológicos. Estos incluyen irritabilidad, tristeza, ansiedad, insomnio, debilidad muscular, pérdida de memoria, timidez excesiva, susceptibilidad emocional, hiperexcitabilidad o depresión. El temblor intencional, similar al temblor cerebeloso, es un signo característico, junto con la ataxia, adiadococinesia y una marcha peculiar. La neuropatía inducida por mercurio puede progresar a encefalitis, lo que conduce a un síndrome psicoorgánico crónico y, en etapas avanzadas, a demencia.
- ✚ Síndrome renal: La intoxicación por mercurio puede causar una variedad de lesiones renales, desde una lesión mínima similar a la nefrosis lipoide hasta glomerulonefritis proliferativa extracapilar. Se cree que el sistema inmunitario es el primer objetivo del mercurio, seguido por el daño renal.
- ✚ Síndrome oftalmológico: Los síntomas oculares pueden incluir escotomas anulares y centrales, visión tubular y nistagmus. El "signo de Atkinson", un reflejo parduzco en la cápsula anterior del cristalino, puede ser un indicador temprano de intoxicación.

Facultad Regional Santa Cruz.

Además de estos síndromes principales, se han observado otras alteraciones asociadas con la intoxicación por mercurio, como dermatitis de contacto, rinitis, conjuntivitis, aumento del colesterol, hipersensibilidad, efectos teratógenos y cancerígenos

3.2.9 Otras alteraciones encontradas

- ✚ Piel: Dermatitis de contacto localizada en manos, antebrazos o cara y lesiones hiperqueratósicas que pueden ulcerarse; y, en exposición crónica, alopecia reversible.
- ✚ Rinitis y conjuntivitis causadas por acción irritativa directa del mercurio.
- ✚ Sangre: Específicamente el cloruro de mercurio contenido en algunos antisépticos incrementa el colesterol, por lo que al exponerse a este compuesto puede aumentar el riesgo ateromatoso en patología preexistente de aorta.
- ✚ Hipersensibilidad: En exposición a sales de mercurio inorgánico (mercurioso o mercúrico) o al fenilmercurio se puede encontrar acrodinia, reacción de hipersensibilidad caracterizada por descamación, color rosado de las mejillas y plantas de los pies y manos, fotofobia, sudoración, irritabilidad e insomnio.
- ✚ Efectos teratógenos y cancerígenos: la exposición a mercurio elemental o a compuestos inorgánicos no produce cáncer ni teratogenicidad, que sí están demostrados en los compuestos orgánicos (metilmercurio). La intoxicación mercurial ocupacional no necesariamente es causada por exposición a cantidades elevadas de mercurio en el ambiente laboral, sino que también puede ocurrir con niveles bajos de exposición

3.10 INTOXICACIÓN OCUPACIONAL

Ante antecedentes de exposición a mercurio confirmados por mediciones ambientales, es crucial considerar la posibilidad de intoxicación mercurial en trabajadores expuestos. El valor umbral límite (TLV) establecido por la ACGIH para mercurio elemental y sus formas inorgánicas es de 0,025 mg/m³ durante 8 horas al día y 5 días a la semana.

3.1.10 Intoxicación mercurial

Debería ser considerada cuando un trabajador expuesto presenta:

- ✚ Síndrome digestivo: Se caracteriza por la presencia de un sabor metálico en la boca, mal aliento, náuseas, vómitos y diarrea. Estos síntomas, aunque no son patognomónicos, son indicativos de exposición.
- ✚ Síndrome neurológico: Este síndrome se manifiesta con una amplia gama de síntomas, que van desde irritabilidad, tristeza y ansiedad, hasta debilidad muscular, pérdida de memoria y cambios en el estado de ánimo. En casos graves, la intoxicación puede llevar a encefalitis y eventualmente a un síndrome psicoorgánico crónico, que puede resultar en demencia. El temblor intencional es un signo distintivo, junto con otros síntomas neurológicos como ataxia y adiadococinesia.
- ✚ Síndrome oftalmológico: Los síntomas oculares pueden incluir escotomas anulares y centrales, así como visión tubular y nistagmos. El "signo de Atkinson", un reflejo parduzco en la cápsula anterior del cristalino, puede ser un indicador temprano de intoxicación.
- ✚ Síndrome renal: Se pueden observar signos y síntomas de lesión glomerular, que van desde una apariencia similar a la nefrosis lipóide hasta glomerulonefritis proliferativa extracapilar en casos avanzados.

Es fundamental estar alerta a estos síntomas y realizar una evaluación adecuada en trabajadores expuestos al mercurio para prevenir y tratar la intoxicación.

salud por mercurio

Efectos sobre la salud de la exposición prolongada a los vapores de mercurio son:	Los efectos de una exposición a concentraciones elevadas de mercurio por un periodo breve sobre su salud son
• Angustia	• Tos, irritación de garganta
• Timidez excesiva	• Dificultad para respirar
• Anorexia	• Dolor en el pecho
• Problemas de apetito	• Náuseas, vómitos, diarrea
• Insomnio	• Aumento de la tensión arterial o la frecuencia cardíaca
• Irritabilidad	• Sabor metálico en la boca
• Fatiga	• Irritación de los ojos y problemas de la vista
• Mala memoria	• Dolor de cabeza
• Temblores	
• Problemas para ver	
• Problemas para oír	

Tabla 1. Fuente https://www.atsdr.cdc.gov/mercury/docs/11-229617-A_Mercury_Span-508_Profesionales_de_la_Salud.pdf

Facultad Regional Santa Cruz.

RIESGOS DE TRABAJO, El decreto 658/96 Listado de Enfermedades Profesionales dice lo siguiente a las enfermedades causada por lo mencionado:

AGENTE: MERCURIO Y SUS COMPUESTOS	
Enfermedades	Actividades laborales que pueden generar exposición
<p>Encefalopatía aguda</p> <p>Cólicos y diarreas</p> <p>Estomatitis</p> <p>Lesiones eczematiformes recidivantes con una nueva exposición o con test cutáneo positivo.</p> <p>Temblores intencionales</p> <p>Ataxia cerebelosa</p> <p>Nefritis crónica</p> <p>Daño orgánico cerebral crónico.</p>	<p>Lista de actividades donde se puede producir la exposición:</p> <p>Extracción, tratamiento, preparación, empleo, manipulación del mercurio, de sus amalgamas, de sus compuestos y combinaciones químicas y todo producto que lo contenga, especialmente:</p> <p>Destilación del mercurio y recuperación del mercurio a partir de residuos industriales.</p> <p>Fabricación y reparación de termómetros, barómetros, manómetros, bombas y trompas a mercurio.</p> <p>Empleo de bombas o trompas a mercurio en la fabricación de lámparas incandescentes, tubos de radios y radiográficos.</p> <p>Empleo del mercurio como conductor en artículos eléctricos.</p>

Facultad Regional Santa Cruz.

	<p>Fabricación de baterías eléctricas de mercurio.</p> <p>Empleo del mercurio y sus compuestos en la industria química, especialmente como agente catalítico y en la electrólisis con cátodo de mercurio del cloruro de sodio y otras sales.</p> <p>Fabricación de compuestos de mercurio.</p> <p>Preparación, envasado y aplicación de productos farmacéuticos y fitosanitarios que contienen mercurio o compuestos de mercurio.</p> <p>Trabajo de peletería con sales de mercurio especialmente en la fabricación de fieltros.</p> <p>Dorado, plateado, bronceado y damasquinado con mercurio o sales de mercurio.</p> <p>Fabricación y empleo de fulminantes con fulminato de mercurio.</p> <p>Uso del mercurio en la extracción del oro.</p> <p>Otras aplicaciones y tratamientos con mercurio.</p>
--	---

Tabla 2. Fuente Decreto 658/96 Listado de Enfermedades Profesionales, previsto en el artículo 6º, inciso 2, de la Ley Nº 24.557.

Facultad Regional Santa Cruz.

4.- CÁNCER OCUPACIONAL DEL APARATO RESPIRATORIO

Numerosos estudios epidemiológicos han establecido una asociación entre cáncer respiratorio y exposición a ciertos riesgos inhalatorios laborales. Tal es el caso del arsénico, asbesto y cromo que constituyen algunos de los principales agentes causantes. Tanto el cáncer bronquial como el mesotelioma pleural son de gran malignidad y, por lo mismo, de pésimo pronóstico. Teniendo presente lo anterior procede asignar a cualquiera de los señalados, con o sin demostración de metástasis, una incapacidad entre SESENTA Y SEIS POR CIENTO (66%) y NOVENTA POR CIENTO (90%).

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1.- American Thoracic Society Criteria for Pulmonary Impairment. Renzetti AD et al: Evaluation of Impairment Disability Secondary to Respiratory Disorders. Am Rev. Respir. Dis. 1986; 133: 1205.

5.- INFECCIONES PULMONARES OCUPACIONALES

Las infecciones ocupacionales son lesiones temporales que se evaluarán según las secuelas que dejen, medibles por la Tabla de Valoración para Incapacidad Respiratoria

Hidatidosis Pulmonar

Quiste hidatídico simple, con resección quirúrgica sin complicaciones	sin incapacidad
Quiste hidatídico complicado: Ruptura (siembra)	70%
Recidiva con siembra generalizada	80%

LESIONES POST TRAUMÁTICAS

Vías aéreas superiores: Se remite a los capítulos de Cabeza y Rostro y Garganta, Nariz y Oído.

PARED TORÁCICA

Partes blandas y óseas: Se remite al capítulo Osteoarticular.

Hernia diafragmática post-traumática, se remite al capítulo de Paredes Abdominales.

Figura 17. Fuente Decreto 658/96 Listado de Enfermedades Profesionales, previsto en el artículo 6º, inciso 2, de la Ley Nº 24.557.

Facultad Regional Santa Cruz.

ESTÓMAGO

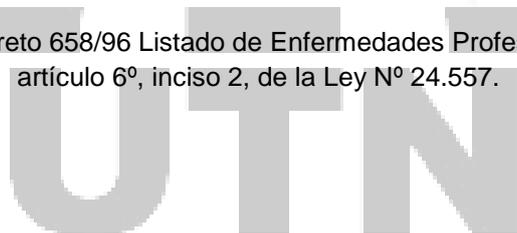
Lesiones

1. Laparotomía exploradora sin secuela	0%
2. Gastrectomía parcial:	
2.1. Con pérdida menor del 10% del peso habitual	15-20%
2.2. Con pérdida mayor del 10% del peso habitual	20-25%
2.3. Con secuelas post quirúrgicas (Dumping Síndrome del asa aferente) con pérdida menor del 10% del peso habitual	25-35%
2.4. Con sec. post quirúrgicas (Dumping, etc.), con pérdida mayor del 10% del peso corporal	35-40%
3. Gastrectomía total: sin pérdida de peso	30%
3.1. Con pérdida menor del 10% del peso habitual	30-35%
3.2. Con pérdida mayor del 10% del peso habitual y moderado compromiso del estado general	40-50%
3.3. Con pérdida mayor del 10% del peso habitual e importante compromiso del estado general, con o sin secuela de reflujo	70%

DUODENO

1.- Duodenopancreatectomía:	
cefálica	45%
total	70%
2.- Ligadura del píloro con cierre simple y gastroenteroanastomosis	20-30%

Figura 18. Fuente Decreto 658/96 Listado de Enfermedades Profesionales, previsto en el artículo 6º, inciso 2, de la Ley N° 24.557.



Facultad Regional Santa Cruz.

RIÑÓN

Insuficiencia renal

La patología renal ocasionada por cualquiera de los agentes tóxicos que incluye la ley debe ser evaluada en base a la función renal del trabajador, independientemente del tipo de daño (tubular, intersticial, glomerular, con síndrome nefrótico, con síndrome urémico, etc.)

El monto de incapacidad por este concepto dependerá del grado de insuficiencia renal medida según los grados de velocidad de filtración glomerular (VFG) que a continuación se detallan:

Grado de VFG	VFG ml/min	Incapacidad
Grado I	70 - 50	10%
Grado II	40 - 30	20%
Grado III	20 - 5	70%
Grado IV	< 5	90%

Nota:

Grado I	Asintomáticos
Grado II	Anemia leve, hipertensión arterial (HTA) posible.
Grado III	Acentuación de lo anterior + síndrome urémico.
Grado IV	Situación clínica que requiere diálisis o trasplante.

1.- ENCEFALOPATÍA TÓXICA AGUDA

Hay numerosas sustancias químicas de uso industrial, agrícolas o medicamentosas, presentes en variados procesos productivos que pueden producir una Encefalopatía Tóxica Aguda, que pueden generar DAÑO ORGÁNICO CEREBRAL, de distintos grados, dependiendo de la severidad de la intoxicación y de la oportunidad del tratamiento.

Los daños producidos no guardan relación de especificidad con el agente químico que los provoca y en consecuencia se evalúa la función cerebral en sus aspectos psicológicos y neurológicos. En aquellos casos en que hay un daño orgánico cerebral, como secuela de la encefalopatía aguda, esta se evalúa con los métodos habituales de la psiquiatría, considerando las características previas a la enfermedad de la persona afectada (edad, sexo, años de exposición, nivel intelectual, entre otros).

Agentes que pueden producir ENCEFALOPATÍA TÓXICA AGUDA:

- Mercurio y sus compuestos.
- Arsénico y sus compuestos minerales.
- Plomo y sus compuestos.
- Alcoholes y Cetonas, utilizados como solventes industriales.
- Monóxido de Carbono
- Bromuro de Metilo.
- Sulfuro de Carbono.
- Ácido Sulfídrico.

Las secuelas de las encefalopatías agudas por intoxicación laboral se evalúan conforme a los criterios de DAÑO ORGÁNICO CEREBRAL, que expresan la capacidad de la persona para desempeñarse globalmente.

Figura 19. Fuente Decreto 658/96 Listado de Enfermedades Profesionales, previsto en el artículo 6º, inciso 2, de la Ley N° 24.557.

EVALUACIÓN DEL DAÑO ORGÁNICO CEREBRAL

TEST	TIPO	ÁREAS QUE EXPLORA	APLICACIÓN
BENDER	TEST VISOMOTOR	ACTIVIDAD PERCEPTUAL CONDUCTA GRÁFICA MADUREZ MEMORIA HABILIDAD MOTORA MANUAL CONCEPTOS TEMPORO-ESPACIALES CAPACIDAD DE INTEGRACIÓN MAGNIFICACIÓN SIMULACIÓN	RETRASOS GLOBALES DE MADURACIÓN SÍNDROME CEREBRO-ORGÁNICO PSICOSIS DEPRESIÓN
RORSCHACH	TEST PROYECTIVO DE PERSONALIDAD	PROYECCIÓN DE LA ESTRUCTURA DE LA PERSONALIDAD	EN TODOS LOS CUADROS
		NIVEL INTELECTUAL DETERIORO SIMULACIÓN	
WESCHLER		INTELIGENCIA CAPACIDAD DE ADAPTACIÓN DETERIORO PSICO-ORGÁNICO LEVE, MODERADO O SEVERO	EN TODOS LOS CUADROS
RAVEN		COCIENTE INTELECTUAL	EN TODOS LOS CUADROS

Figura 20. Fuente Decreto 658/96 Listado de Enfermedades Profesionales, previsto en el artículo 6º, inciso 2, de la Ley Nº 24.557.

3.11 DIGNOSTICÓS PARA DECTECTAR MERCURIO EN LOS TRABAJADORES

El mercurio puede ser medido o detectado por:

- Orina
- Sangre

Un análisis de orina es preferible para medir el mercurio elemental. Las muestras pueden recogerse durante un periodo de 24 horas o sólo una vez

Facultad Regional Santa Cruz.

(preferentemente por la mañana después de despertarse). Un análisis de sangre puede usarse para medir la exposición a concentraciones elevadas de mercurio, si el análisis se realiza dentro de los tres días siguientes a la exposición.

Pruebas en orina para determinar lesiones tubulares:

- Lactodeshidrogenasa urinaria –LDH-
 - Aminoaciduria.
 - B-microglobulina urinaria
 - Pruebas neuroconductuales
 - Cognitivas; motricidad fina
- ✚ Mercurio inorgánico total en orina: su valor no debe ser mayor de 35 µg/g creatinina, muestra tomada antes de la jornada laboral.
- ✚ Mercurio inorgánico total en sangre: menor a 15µg/L, en muestra tomada al final de la jornada diaria o al fin de semana laboral.

Una vez que el trabajador se haya recuperado del cuadro clínico, se considerará su retorno a sus labores habituales únicamente si los niveles de la sustancia tóxica en el ambiente laboral están por debajo de los límites permitidos y si el trabajador no presenta signos evidentes de exposición. Sin embargo, si persisten los indicios de exposición, incluso si los niveles de la sustancia en el ambiente están dentro de los límites de seguridad establecidos, se le apartará definitivamente de ese entorno y se le asignará un puesto de trabajo en un ambiente completamente libre de la sustancia tóxica. Es crucial garantizar la salud y seguridad del trabajador, así como prevenir posibles recaídas o daños adicionales asociados con la exposición continua a sustancias peligrosas.

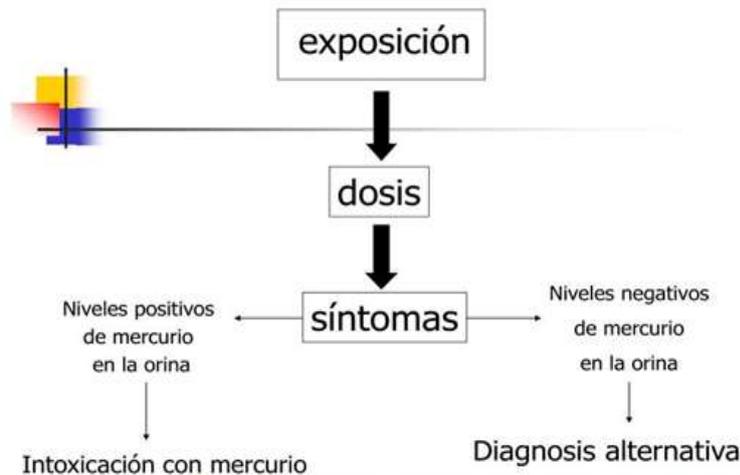


Figura 21. Fuente https://www.slideserve.com/dawn/tabacismo-pasivo-y-sus-efectos-sobre-la-salud-de-las-personas?utm_source=slideserve&utm_medium=website&utm_campaign=auto+related+load

Concentración de mercurio en la orina (µg/l)	Señales y síntomas
<20	Ninguno
20 a 100	<ul style="list-style-type: none"> Disminución de la reacción en las pruebas de conducción nerviosa, actividad cerebral y destreza verbal Indicación temprana de temblores en las pruebas
100 a 500	<ul style="list-style-type: none"> Irritabilidad, depresión, pérdida de memoria, pequeños temblores, otros trastornos del sistema nervioso Signos tempranos de trastorno de la función renal
500 a 1000	<ul style="list-style-type: none"> Inflamación renal Inflamación de las encías Temblor y trastornos del sistema nervioso importantes

Tabla 3. Fuente https://www.atsdr.cdc.gov/mercury/docs/11-229617-A_Mercury_Span-508_Profesionales_de_la_Salud.pdf

3.12 DOSIS LETAL DEL MERCURIO

Dosis: Cantidad de sustancia administrada o absorbida por un individuo en proporción a su peso o volumen corporal, ordinariamente en 24 horas. Se suele expresar en mg/Kg.

La dosis letal oral humana de cloruro mercurio es de 30-50 mg/kg³¹. La OMS considera aceptable una concentración en el agua de 0,001 mg/L y una ingesta semanal tolerable de 5 µg/kg de Hg total y 3,3 µg/kg de metilHg²⁷.

Facultad Regional Santa Cruz.

Para la legislación argentina rigen los siguientes valores-guia: Aire: (Resolución 295/03 Ministerio de Trabajo) CMP 0.025 mg /m³ (mercurio elemental y formas inorgánicas) en ambientes de trabajo

Aire: 1 µg/m³ (promedio anual) *f* Se estima una concentración tolerable de 0.2 µg/m³ para exposiciones crónicas por inhalación para el vapor de Hg elemental.

3.13 UBICACIÓN DEL MERCURIO EN CRUDOS

Los informes revelan que solo una pequeña fracción de los crudos a nivel mundial contiene concentraciones de mercurio superiores a 10 partes por mil millones (ppb). En la región del Asia del Pacífico, se ha encontrado que el 30% de los crudos analizados tienen más de 15 ppb, mientras que el 8% supera los 100 ppb. En Sudamérica, la segunda región con mayor concentración de crudos con mercurio, el 11% de los crudos evaluados están por encima de los 15 ppb. Estudios de casos, como el del crudo Pattani en Asia, con aproximadamente 1 parte por millón (ppm) de mercurio, se han utilizado para realizar balances de masa precisos en refinerías de la región. En la cuenca fueguina en Argentina, los crudos presentan concentraciones de mercurio que van desde 15 hasta 80 ppb. La presencia de crudos con mercurio en estas zonas parece estar relacionada con áreas de contacto entre placas tectónicas y actividad volcánica. El sur de la Argentina ha sido identificado por la literatura que se encuentra la cuenca de crudos mercuriales.

4 PRM PLANTA DE REMOCION DE MERCURIO

La cuenca Austral, ubicada en el sur de Argentina, ha sido identificada como una región con crudos que contienen mercurio. En esta región se encuentra la única planta de remoción de mercurio en Latinoamérica. A diferencia de otras empresas, Petrobras realizó un mini ensayo con una pequeña planta para la remoción de mercurio, pero determinó que les resultaba más rentable invertir en crudos libres de mercurio que en el proceso de remoción. Esta planta se ubica en el sur de Argentina debido a que en la cuenca Austral los hidrocarburos contienen este metal en concentraciones significativas.

4.1 Cuenca Austral

La Cuenca Austral es una extensa área que abarca parte de las provincias argentinas de Santa Cruz y Tierra del Fuego, así como el suroeste de Chile y el

Facultad Regional Santa Cruz.

estrecho de Magallanes. Con alrededor de 230.000 km², representa una parte importante de la producción de hidrocarburos en Argentina. Las actividades de producción y desarrollo en esta cuenca se realizan a través de varias concesiones que representan más del 67% de su producción total y reservas. En enero de 2018, se destacaron concesiones adicionales para la producción de hidrocarburos no convencionales en Campo Indio Este y El Cerrito, que representan el 41% de las producciones totales en la región.

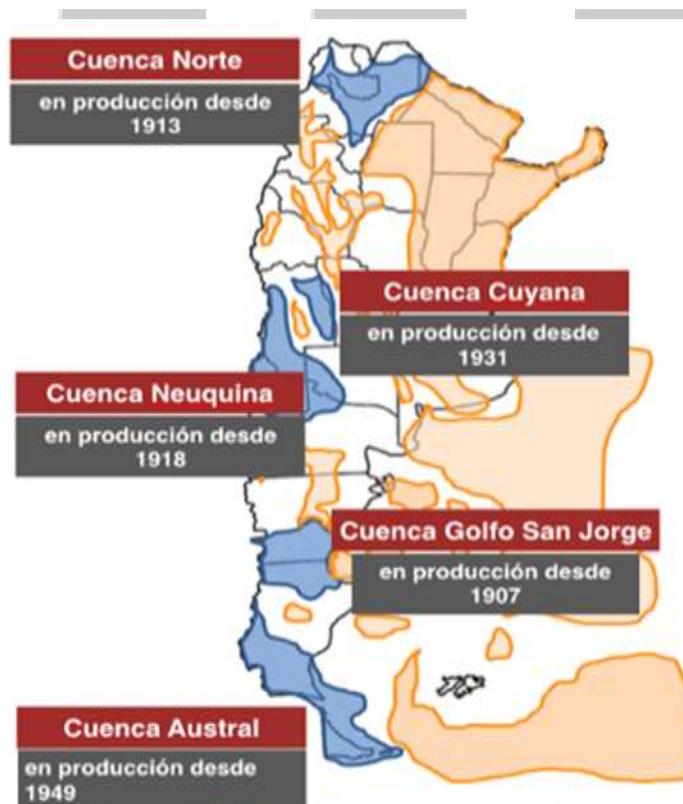


Figura 22. Fuente <http://www.shaleenargentina.com.ar/distintos-tipos-de-shale>

4.2 FUNCIÓN PRINCIPAL DE LA PRM

La Planta de Remoción de Mercurio (PRM) tiene como objetivo principal reducir la concentración de mercurio en el crudo extraído de los yacimientos, de manera que alcance niveles comercialmente aceptables para su transporte. Ubicada en el yacimiento María Inés, a unos 150 km de la localidad de Río Gallegos, su función principal es extraer la mayor cantidad posible de mercurio del crudo, permitiendo así su traslado sin la presencia de este metal. La PRM desempeña un papel crucial en el proceso de producción de crudo al garantizar que cumpla

Facultad Regional Santa Cruz.

con los estándares de calidad y seguridad requeridos para su transporte y posterior uso industrial.

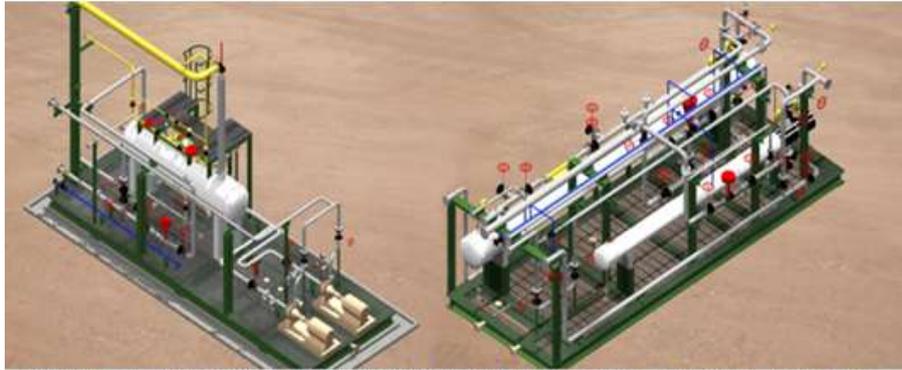


Figura 23: Imagen de la PRM Fuente http://www.bspl.com.ar/ing_petrobras_yacim.html



Figura 24: Imagen de la PRM Fuente http://www.bspl.com.ar/ing_petrobras_yacim.html

4.3 DESCRIPCIÓN GENERAL DEL FUNCIONAMIENTO DE LA PRM

La planta tiene una capacidad de diseño de procesamiento de 110 m³/d de crudo no tratado, con un contenido medio de mercurio de 3000 partes por billón (PPB) y 200 partes por millón (PPM) de sólidos. Este crudo se somete a un proceso de remoción combinando con una reacción química con filtración mecánica.

En primer lugar, el crudo se precalienta en el intercambiador de calor E-500 y se almacena en el tanque TK100 antes de ser bombeado al sistema de filtrado. Luego, el crudo se calienta aún más en el intercambiador de calor E-200 hasta alcanzar los 90°C y se homogeniza en el tanque V-230, donde se proporciona lo necesario para que las parafinas y la reacción química funcionen correctamente.

Facultad Regional Santa Cruz.

Una vez tratado, el crudo ingresa al sistema de filtrado, donde el mercurio se retiene mecánicamente. En este sistema de filtración, se utiliza tierra de diatomeas como ayuda filtrante, lo que reduce la concentración de mercurio a aproximadamente 100 PPB en la salida.

Después de pasar por el sistema de filtración, el crudo tratado se enfría en el intercambiador E-500 y se almacena en el tanque -600. Desde aquí, se bombea como crudo dentro de las especificaciones a Loyola, después de haber pasado por un control de calidad en el laboratorio para verificar los niveles de sólidos y mercurio retenidos en el filtro (tierra de diatomeas). Los sólidos y el mercurio retenidos en el filtro se diluyen en agua de purga (480 m³/d) y se envían desde el tanque 720 a un pozo de inyección para su disposición subterránea.

REMOCIÓN DE MERCURIO



Figura 25: PRM PLANTA REMOCIÓN DE MERCURIO Elaboración Lucas cid empleado de la PRM

5 FILTRACIÓN DE MEMBRANA

Los filtros de membrana son capaces de lograr la eliminación completa de partículas, lo que los convierte en una herramienta invaluable para la purificación de sistemas centrales de agua y gases. Estas membranas microscópicas pueden operar tanto en régimen normal, mediante filtración directa, como en flujos tangenciales, permitiendo una amplia gama de separaciones entre sólidos y líquidos, así como entre sólidos y gases.

Facultad Regional Santa Cruz.

Además de su función principal de purificación, estos filtros de membrana también pueden ser utilizados como herramientas analíticas. Permiten recoger, identificar y medir partículas y microorganismos presentes en el medio filtrado, lo que los convierte en una herramienta esencial en diversos campos científicos y de investigación.



Figura 26: Filtro de membrana, fuente procesos de filtración elaboración María del Carmen Mejía

Los filtros de membrana poseen una matriz porosa de geometría regular que juega un papel crucial en su funcionamiento. Las partículas, tanto de tamaño macro como microscópico, tienden a retenerse en la superficie de la membrana, principalmente debido a su tamaño en relación con los poros del módulo.

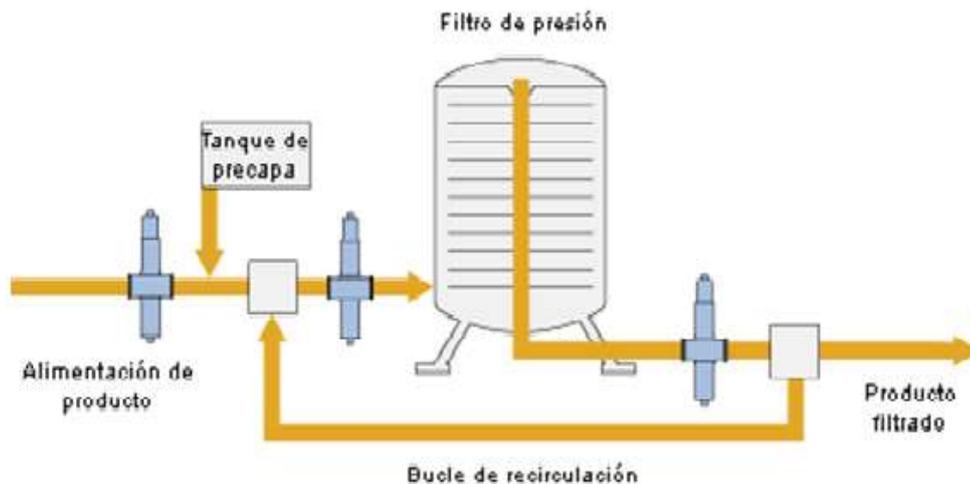


Figura 27. Fuente <https://www.seita.com.co/aplicaciones/alimentos-y-bebidas/control-y-monitoreo-del-filtrado-con-tierra-de-diatomeas/>

Estas membranas están compuestas de materiales poliméricos que permiten realizar separaciones críticas, incluyendo la retención de macromoléculas y microorganismos. La ventaja de contar con una estructura de poro controlada es

Facultad Regional Santa Cruz.

que limita la cantidad de partículas que pueden pasar a través del filtro de membrana. Además, la eficiencia de filtración se mantiene constante independientemente del caudal y la presión diferencial.

Sin embargo, estos filtros suelen tener una capacidad de retención relativamente baja. A pesar de esto, una ventaja significativa de este método es que no liberan fibras en el producto filtrado, lo que garantiza la pureza del mismo.

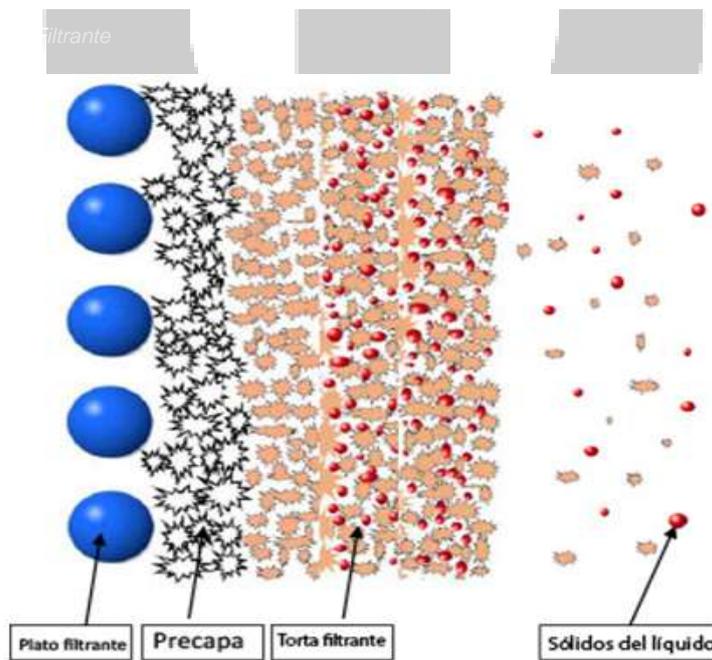


Figura 28. Fuente <http://inviahobby.com/tierras-filtrantes/>

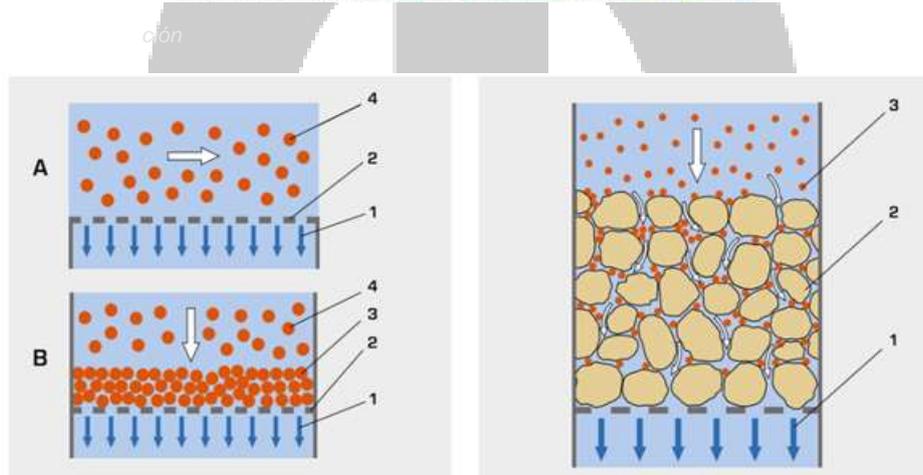


Figura 29. Fuente <https://ztfiltrebag.com/wp-content/uploads/2023/07/1-46.png>

6 TIERRAS DIATOMEA

Las tierras de diatomeas son algas microscópicas unicelulares, notablemente reconocidas por su compleja estructura compuesta principalmente de sílice amorfo. Provenientes de diminutas plantas acuáticas que prosperaron en aguas prehistóricas, las diatomeas dejaron sus restos en forma de esqueletos que con el tiempo formaron vastos depósitos en el lecho marino. Regiones como California (Estados Unidos) y Jalisco (México) alguna vez estuvieron cubiertas por estas aguas.

Con el paso de los años, estos esqueletos submarinos emergieron, revelando tierras de diatomeas de una pureza excepcional y una sorprendente variedad de formas. Estas tierras son ampliamente valoradas por sus múltiples aplicaciones, especialmente en filtración.

Existen diversas variedades de tierras de diatomeas destinadas a la filtración, diferenciadas por su tamaño (que puede variar desde 1 micro hasta 100), color, densidad, grado de retención en las mallas filtrantes, peso específico, permeabilidad, entre otros aspectos. La diversidad en estas características las hace adecuadas para una amplia gama de usos industriales y domésticos.

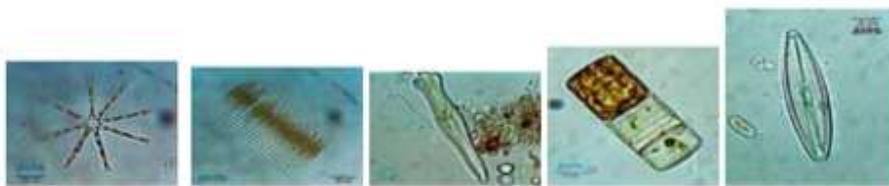


Figura 30: Algas microscópicas unicelulares Fuente <https://dspace.uazuay.edu.ec/bitstream/datos/6965/1/07061.pdf>



Figura 31: Tierra Diatomea Fuente <https://www.ecologiaverde.com/tierra-de-diatomeas-que-es-y-para-que-sirve-1687.html>

7 METODOLOGIA DEL ANALISIS DE HYS DE LA PRM (PLANTA REMOCIÓN DE MERCURIO)

El Sistema de Seguridad y Salud en el Trabajo está compuesto por diversas disciplinas que abarcan diferentes aspectos del entorno laboral. Entre estas disciplinas se encuentran:

- Medicina laboral: Se encarga de la promoción, prevención y revisión de la salud ocupacional, por medio de la vigilancia epidemiológica, con el fin de garantizar el bienestar físico, mental y social de los empleados (Ministerio de Trabajo)
- Psicología laboral: Es la disciplina encargada de la salud mental de los trabajadores, no solo a nivel laboral, sino también involucra la conducta emociones actitudes y experiencias de su ámbito privado que puedan llegar a convertirse en un riesgo para su desempeño en la organización
- Ergonomía: Esta disciplina se encarga de estudiar las interacciones del trabajador y los elementos propios de su entorno de trabajo (hombre-máquina, hombre medioambiente), buscando siempre brindar confort, productividad y salud.
- Seguridad laboral: Busca prevenir, identificar y corregir fallas operacionales relacionadas a la infraestructura, a los medios de producción y al ambiente laboral; su objetivo es evitar accidentes o emergencias laborales, eliminando dichos riesgos o minimizándolos
- Higiene laboral: Esta disciplina a diferencia de la seguridad industrial se enfoca en determinar, prevenir y controlar los factores, generados por la actividad de la empresa o por el lugar de la misma, que pueden ocasionar enfermedades laborales (Ministerio de Trabajo, 2016).

Dada la amplitud de cada una de estas disciplinas, en este trabajo nos enfocaremos principalmente en la higiene laboral, ya que es la que más se relaciona con el tema propuesto.

7.1 Higiene laboral

Como se mencionó anteriormente, la higiene laboral busca la prevención de enfermedades laborales como consecuencia de distintos factores contaminantes que intervienen en los puestos de trabajo que afectan la salud del trabajador define la higiene industrial como: Tesauro de la OIT: Se refiere a la salud física y mental de los trabajadores y comprende el estudio de métodos de trabajo, condiciones de trabajo y factores que en el medio ambiente de trabajo pueden causar enfermedades o lesiones. (1997)“ o también se puede definir como “La técnica que estudiando, valorando y modificando el medio ambiente físico, químico y biológico del trabajo, evita o disminuye el riesgo de contraer enfermedades profesionales a los trabajadores expuestos”.... o “el conjunto de actividades destinadas a la identificación, a la evaluación y al control de los agentes y factores del ambiente de trabajo que puedan afectar la salud de los trabajadores”

Se hace necesario entonces aclarar el termino de Enfermedad Laboral, pues es el eje central de esta disciplina: “Tesauro de la OIT: Toda enfermedad contraída por la exposición a factores de riesgo que resulte de la actividad laboral. “LRT (Ley de Riesgos de Trabajo): Se consideran enfermedades profesionales aquellas que se encuentran incluidas en el listado que elaborará y revisará el Poder Ejecutivo, conforme al procedimiento del artículo 40 apartado 3 de esta ley. El listado identificará agente de riesgo, cuadros clínicos, exposición y actividades en capacidad de determinar la enfermedad profesional. Serán igualmente consideradas enfermedades profesionales aquellas otras que, en cada caso concreto, la Comisión Médica Central determine como provocadas por causa directa e inmediata de la ejecución del trabajo, excluyendo la influencia de los factores atribuibles al trabajador o ajenos al trabajo”.

El cuidado de la salud de los trabajadores es fundamental en cualquier organización, y se logra a través de diferentes procedimientos:

7.1.1 Exámenes médicos dentro del ámbito laboral:

- **Examen médico de pre-ingreso:** Es el examen que se realiza a un trabajador próximo a entrar a la organización, con el fin de conocer el

Facultad Regional Santa Cruz.

estado inicial de salud del empleado y determinar que sus capacidades son acordes a las exigencias requeridas en el puesto de trabajo.

- **Evaluaciones medica periódicas:** Son exámenes que la empresa debe realizar de manera periódica a sus empleados con el fin de monitorear la salud de estos ante la exposición a los factores de riesgo de su puesto de trabajo, para de esta forma identificarlos a tiempo y poder tomar medidas correctivas.
- **Examen médico de egreso:** Estos exámenes sirven para que el empleador evalúe las condiciones de salud del trabajador al momento de su retiro.

Estos exámenes son fundamentales para garantizar un seguimiento adecuado de la salud de los trabajadores y detectar oportunamente cualquier signo de enfermedad laboral, permitiendo así intervenir y tomar medidas correctivas en el entorno laboral.

Los diferentes entornos laborales están sometidos a uno o más agentes o factores contaminantes, como puede ser el ruido de las maquinarias, riesgos por el manejo de las materias primas o sustancias biológicas, según sea el caso, es por esto que es necesario clasificar dichos peligros según su origen:

7.2.1 Riesgos físicos

Son los producidos por las herramientas usadas en la actividad laboral; entre estos se encuentran la temperatura, el ruido, la iluminación, las vibraciones, la presión y la radiación.

7.3.1 Riesgos químicos

Estos peligros se dan por la presencia de sustancias químicas en la organización, controlando la producción, manejo, transporte almacenamiento o uso de estos.

Para encontrar, determinar y analizar los riesgos existentes en el ambiente laboral y poder eliminar o minimizar la afectación en la salud de los trabajadores se realizará el método de intervención de higiene y así como también el IPER (Identificación de peligros y Evaluación de riesgos)

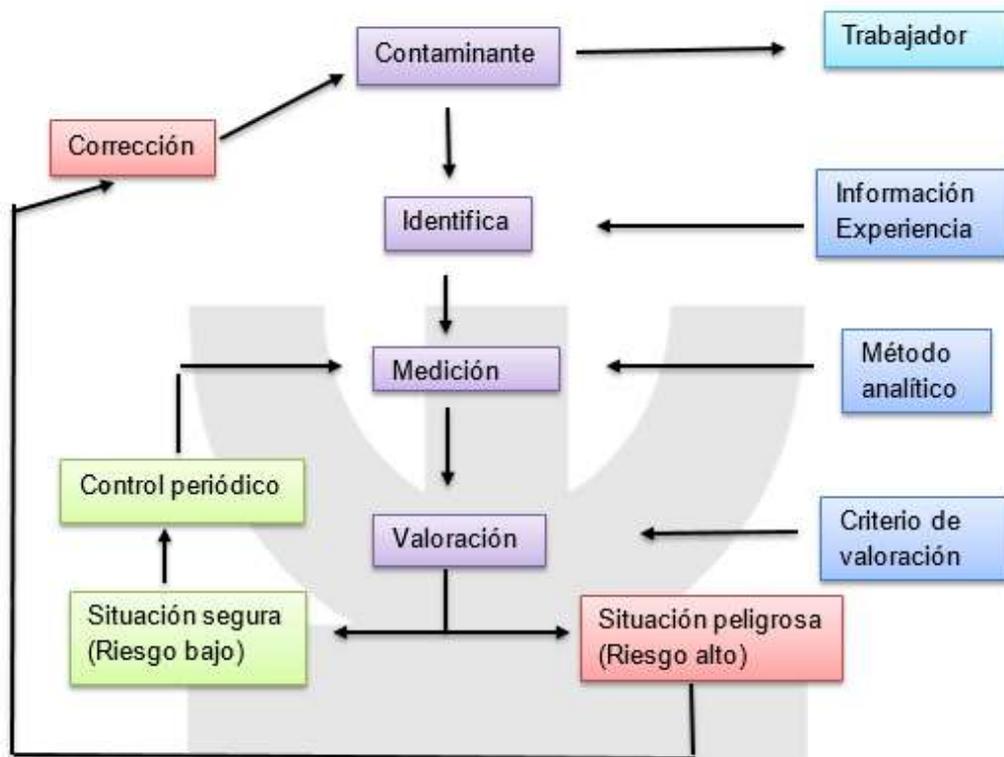


Figura 32. Fuente propia Carrillo Luciana

7.2 IDENTIFICAR LOS PELIGROS Y FACTORES DE RIESGO

En toda actividad humana existe un sinnúmero de peligros y las actividades laborales no se encuentran exentas de ello. En cada establecimiento, cada industria, cada tipo de actividad laboral, existe un gran número de peligros y cientos de formas de clasificarlos. Con el objeto de facilitar este proceso, el profesional técnico puede considerar bloques de información:

- Agentes Materiales: son aquellos factores que, por razón de su naturaleza peligrosa, pueden contribuir a la generación de un accidente (instalaciones, máquinas, herramientas y equipos, así como también los inherentes a materiales y/o materias primas y productos).
- Entorno Ambiental: aquellos factores atribuibles al ambiente de trabajo que pueden incidir en la generación de accidentes, como por ejemplo orden y limpieza, ruido e iluminación entre otros
- Organización: factores asociados a la organización del trabajo y que influyen en la gestión preventiva (formación, métodos de trabajo, supervisión, etc.).

Facultad Regional Santa Cruz.

Características Personales: factores de carácter individual asociados al comportamiento de los trabajadores (conocimientos, aptitudes, actitudes, nivel de formación).

Una vez identificado el peligro, en este caso el mercurio como un producto químico tóxico, se llevará a cabo el IPER (Identificación de Peligros y Evaluación de Riesgos) para valorar las posibles consecuencias y la severidad de la exposición. Posteriormente, se podrán implementar las medidas de seguridad correspondientes con el fin de reducir las posibilidades de enfermedades o accidentes para los trabajadores expuestos.

7.3 PELIGRO Y RIESGOS**7.1.3 PELIGRO**

Existe un **peligro** cuando hay una situación, sustancia u objeto que tiene una capacidad en sí misma de producir un daño, como lo son las sustancias venenosas, un trabajo en altura, la electricidad, el fuego o el uso de una sierra circular.

7.2.3 RIESGO

El **riesgo** laboral es la relación entre la probabilidad de que un trabajador sufra un determinado daño derivado del trabajo con elementos peligrosos y la severidad de dicho daño. El mayor desafío de la prevención es lograr que los peligros que puedan existir en una situación de trabajo, no se manifiesten en riesgos para los trabajadores. Las estrategias para controlar los riesgos, son diversas y, generalmente se organizan en las siguientes fases:

7.3.3 Fases del IPER

- identificar los peligros o factores de riesgo
- evaluar los riesgos identificados que no se pueden evitar
- Implementación de las medidas para controlarlos
- controlar la eficacia de esas medidas
- relevar periódicamente las condiciones de trabajo, especialmente cuando ocurren cambios en la organización del trabajo o ingresa nueva tecnología.

Facultad Regional Santa Cruz.

		CONSECUENCIA		
		Ligeramente Dañino (1)	Dañino (2)	Extremadamente Dañino (4)
PROBABILIDAD	Baja (1)	1	2	4
	Media (2)	2	4	8
	Alta (4)	4	8	16

Tabla 4 Fuente SEGURIDAD I ORGANIZACIÓN INTERNA Unidad III
Prevenición de Accidentes de Trabajo y Enfermedades Profesionales

7.4.3 Probabilidad

La determinación de la “probabilidad” está determinada por el profesional técnico de prevención de riesgos, según el siguiente criterio:

Baja (valor asignado 1): En este caso, el daño ocurrirá rara vez o en contadas ocasiones (posibilidad de ocurrencia remota).

Media (valor asignado 2): en este caso, el daño ocurrirá en varias ocasiones (posibilidad de ocurrencia mediana -puede pasar-, no siendo tan evidente).

Alta (valor asignado 4): en este caso, el daño ocurrirá siempre o casi siempre (posibilidad de ocurrencia inmediata, siendo evidente que pasará).

- Para la determinación de la “probabilidad”, es recomendable que el profesional técnico de prevención considere los siguientes factores:
- Existencia de condiciones y acciones inseguras.
- Revisión de los registros de accidentes del trabajo e informes técnicos existentes.
- Frecuencia de exposición al riesgo evaluado (por ejemplo, si es continua o puntual durante el día, semana, mes, etc.)
- Cumplimiento de requisitos legales y existencia de procedimientos seguros. o Medidas de control implementadas y eficacia aparente de éstas.

7.5.3 Consecuencia o severidad

Establecer la consecuencia o severidad del daño

Facultad Regional Santa Cruz.

La determinación de la variable “consecuencia” (potencial severidad del daño) será asignada por el profesional técnico en base a consideraciones como parte(s) del cuerpo que se pueda(n) ver afectada(s) y naturaleza del daño, estableciéndose la siguiente graduación:

Ligeramente dañino (valor asignado 1): Esta graduación debe ser adoptada en aquellos casos en los cuales se puedan generar, en los trabajadores, daños superficiales como cortes, magulladuras pequeñas o irritaciones a los ojos (debido a presencia de material particulado en suspensión, por ejemplo), molestias e irritaciones que puedan generar dolor de cabeza y discomfort entre otras. Siempre que las mismas sean incapacitantes. A su vez, también corresponderá su asignación cuando se genere a la empresa un daño material que no impida su funcionamiento normal, junto con una pérdida de producción menor.

Dañino (valor asignado 2): Esta graduación debe ser adoptada en aquellos casos en los cuales se puedan generar laceraciones, quemaduras, conmociones, torceduras importantes y fracturas menores. A su vez, también corresponderá su asignación cuando se genere a la empresa un daño material parcial y reparable, junto con una pérdida de producción de mediana consideración.

Extremadamente dañino (valor asignado 4): Esta graduación debe ser adoptada en aquellos casos en los cuales se puedan generar eventos extremadamente dañinos a nivel de los trabajadores, que generen incapacidades permanentes como amputaciones, fracturas mayores, intoxicaciones, lesiones múltiples y lesiones fatales. También corresponderá su asignación cuando se genere a la empresa un daño material extenso e irreparable, junto con una pérdida de producción de grandes proporciones.

Calcular el Valor Estimado de Pérdida: Este valor se obtiene realizando una multiplicación entre los valores definidos de Probabilidad y Consecuencia.

7.4 LAS MEDIDAS PREVENTIVAS

Luego de evaluar los riesgos determinados al puesto de trabajo, se deben establecer las medidas de control concretas y un plan de acción y poder bajar las probabilidades y consecuencia que puedan llegar a dañar la integridad de los trabajadores expuestos.

Para una mejor determinación de las medidas preventivas se deberá implementar de las siguientes maneras:

Verificar la existencia de legislación vigente aplicable que regule la actividad, peligro o riesgo,

Documentarse e indagar respecto a la existencia de Manuales de Fabricantes o Usuarios, Recomendaciones Técnicas, Normas Internacionales, Procedimientos o Instructivos, etc.

Realizar consulta interdisciplinaria con mandos medios, jerárquicos, representantes de los trabajadores (cuando lo hubiere), organismos de control, colegas, etc.

La aplicación de estas medidas preventivas tiene un orden jerárquico decreciente este mismo es el siguiente:

1. Eliminación del riesgo: la primera opción deberá ser la de eliminar el riesgo, es decir, hacer lo posible por suprimirlo, mejorando las condiciones de trabajo.
2. Sustitución del agente o proceso riesgoso: si la eliminación del riesgo no fuera posible, se sustituirá el agente o el proceso por otro de menor riesgo.
3. Control en la fuente u origen del riesgo: en tercer lugar, y si las medidas anteriores no son posibles, se deberán adoptar medidas de control en la fuente o el origen del riesgo (por ejemplo, medidas de ingeniería como sistemas de ventilación localizada junto a una fuente de contaminante o barandas de protección colectiva contra el riesgo de caída a distinto nivel).
4. Medidas administrativas: en cuarto lugar, si no se pueden adoptar las medidas anteriores, se introducirán medidas administrativas, como la reducción de los tiempos de exposición, y señalizaciones.

Facultad Regional Santa Cruz.

5. Uso de elementos de protección personal (EPP): la última medida será el uso de los elementos de protección personal (EPP) que es el método menos eficaz. Sólo se deben utilizar como último recurso cuando no sea posible combatir los riesgos mediante las medidas antes citadas. Es necesario tener en cuenta que el uso de los EPP es una medida de protección y no de prevención, ya que evita las consecuencias de un accidente, pero no previenen su ocurrencia. Por ello, es importante considerar el cumplimiento de las condiciones preventivas.

7.5 Agentes químico contaminantes.

Debido al tema del presente trabajo se va a profundizar en los contaminantes químicos. Las materias primas que actualmente se utilizan en la industria son en su mayoría químicas, las cuales sufren procesos de transformación y mezcla con otras sustancias. Estos procesos llevan a cambios químicos en las sustancias que pueden provocar que sean perjudiciales para la salud, si no lo eran en su estado inicial. Si estos contaminantes se encuentran en el ambiente de trabajo pueden ser absorbidos por el trabajador por medio del sistema respiratorio, de la dermis, por vía parenteral (heridas, punción) y por el sistema digestivo, este último se presenta en las áreas donde no se prohíbe el consumo de alimentos o bebidas.

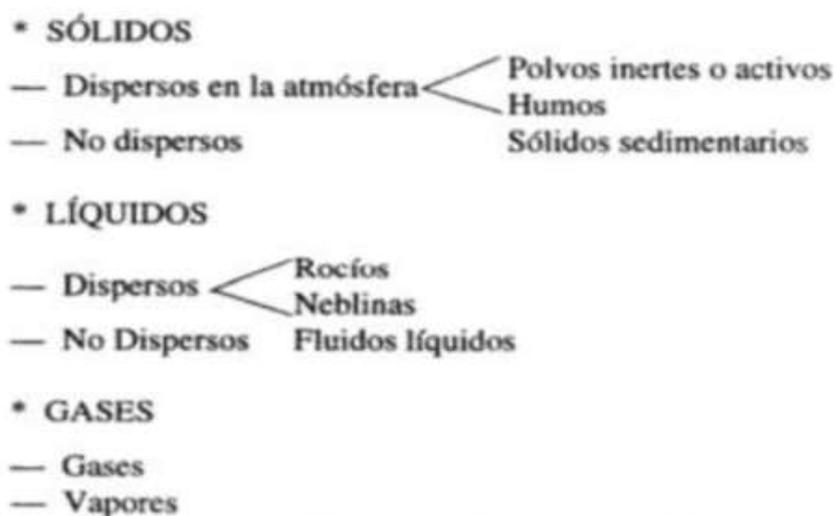


Figura 33: Formas de presentación de las sustancias químicas. Fuente Higiene avanza de la Licenciatura en Higiene y Seguridad en el Trabajo

Facultad Regional Santa Cruz.

En la figura 33 se pueden apreciar todas las formas en la que se pueden presentar los contaminantes químicos, según como se encuentren en el ambiente de trabajo será la posible forma o formas en el que serán absorbidas por el trabajador.

En el caso de los gases (gases y vapores), líquidos dispersos y sólidos dispersos los mecanismos de absorción son: por el sistema respiratorio, las partículas ingresan al cuerpo por medio del aire que se respira, o por la dermis o por vía parenteral, las partículas son encapsuladas por el sudor e ingresan por la piel; pueden también ser absorbidos por el sistema digestivo si los alimentos o bebidas se encuentran expuestos a las partículas del químico.

Los sólidos y líquidos no dispersos pueden ingresar al organismo por medio de la dermis y de la vía parenteral al entrar en contacto directo con la sustancia peligrosa, o por digestión por algún motivo de ingerir el químico.

8 ANALISIS DE HYS EN LA PRM (Planta Remoción de Mercurio)

Se analizaron las circunstancias sobre la planta de remoción de mercurio a través de información que se llevó a cabo por investigación propia. Durante este proceso, se identificaron los riesgos asociados y se evaluaron tanto su probabilidad como sus posibles consecuencias. Se desarrollaron medidas preventivas para mitigar estos riesgos y garantizar la seguridad de los trabajadores en la planta.

Aunque el objetivo principal de la investigación era evaluar los riesgos relacionados con el mercurio, también se descubrieron otros riesgos en la planta que no podían ser pasados por alto. Estos riesgos fueron evaluados y se implementaron medidas preventivas y correctivas adicionales para salvaguardar la integridad de los empleados.

8.1 Identificación de peligros y Evaluación de riesgos

Durante la investigación realizada en la planta, se identificó el mercurio como el contaminante principal, caracterizado por su forma líquida, su alta densidad y su toxicidad. Las mediciones de concentración de vapores tóxicos revelaron que se encontraban muy por debajo de los límites permitidos, lo que indica un control adecuado de este aspecto. Además, se destacó que se realizan mediciones

Facultad Regional Santa Cruz.

periódicas para garantizar el cumplimiento de los estándares de seguridad establecidos por la ley de Higiene y Seguridad.

Aunque el mercurio fue el foco principal de atención, se tuvieron en cuenta otros riesgos y peligros presentes en la planta. Estos fueron evaluados mediante un IPER (Identificación de Peligros y Evaluación de Riesgos), cuyo detalle se encuentra en el anexo adjunto a esta investigación.

Los riesgos identificados fueron analizados y se implementaron medidas correspondientes de acuerdo con las normativas vigentes, incluyendo la Ley 19.587 sobre higiene y seguridad en el trabajo, la Ley 24.557 sobre riesgos del trabajo, y el Decreto 351/76 como reglamentación complementaria. Estas medidas fueron adoptadas con el objetivo de proteger la integridad y la salud de los trabajadores de la planta.

Para garantizar la seguridad en la planta, se implementaron una serie de medidas, que incluyen:

8.2 MEDIDAS PREVENTIVAS QUE SE APLICÓ EN LA PRM (PLANTA DE REMOCIÓN DE MERCURIO) LUEGO DEL IPER

- Eliminación inmediata para fugas y/o derrames de fluidos/gases tóxicos.
- Recorridos y realización de check-list de la planta como así también de las máquinas, herramientas y EPP para que todo se encuentre en perfectas condiciones y seguras para poder seguir con las actividades sin ninguna dificultad.
- Mediciones periódicas de los gases tóxicos de mercurio.
- Diagnósticos periódicos a los trabajadores para la exposición del mercurio.
- Capacitaciones de charlas informativas para el conocimiento e identificación de los síntomas de intoxicación, como colocarse los EPP de forma correcta, para la realización de sus tareas de forma correcta y segura, para la manipulación de herramientas y máquinas, primeros auxilios y RCP, para la identificación de señalizaciones.

Facultad Regional Santa Cruz.

- Colocación de señalizaciones de presencia a sustancias tóxicas y demás riesgos.

8.3 AGENTES EXTINTORES

En caso de incendio en que estén implicados el mercurio y sus derivados, evitar la inhalación de los gases formados, ya que son altamente tóxicos y utilizar los medios de extinción apropiados al tipo de incendio. Permanencia en el área de riesgo sólo con ropa protectora adecuada y con sistemas de respiración artificiales e independientes del ambiente.

8.4 EPP (Elementos de Protección Personal) que deben utilizar los trabajadores

Para impedir o disminuir estos contactos de los contaminantes químicos con el trabajador se implementa el uso de **Elementos de Protección Personal (EPP)**, que es “todo equipo, aparato o dispositivo especialmente proyectado y fabricado para preservar el cuerpo humano, en todo o en parte, de riesgos específicos de accidentes del trabajo o enfermedades profesionales”

Los siguientes EPP que deberán usar los trabajadores son:

Ropa de trabajo: Mameluco



Facultad Regional Santa Cruz.

Protección ocular: Anteojos, Protectores faciales, Capuchones para la protección de la cabeza en general.



Protección craneana: Casco tipo 1, Clase A y B.



Protección de las extremidades superiores: Guantes de descarte.



Protección de extremidades inferiores y de prevención de deslizamiento:

Zapatos de seguridad, Botín de seguridad, Borceguí.

Facultad Regional Santa Cruz.



Protección auditiva: Tapones pre moldeados, Protectores auditivos tipo copa.



Protección respiratoria:



Media máscara autofiltrante



Media máscara con filtros desechables



Máscara facial o completa

8.5 Cartelería y señalización

Cartelería y señalización de obligaciones



Facultad Regional Santa Cruz.



Cartelería de seguridad y emergencia



Cartelería y señalización de atención



Facultad Regional Santa Cruz.



Cartelería y señalización de incendio



Cartelería y señalización de prohibición



Procedimiento ante emergencia

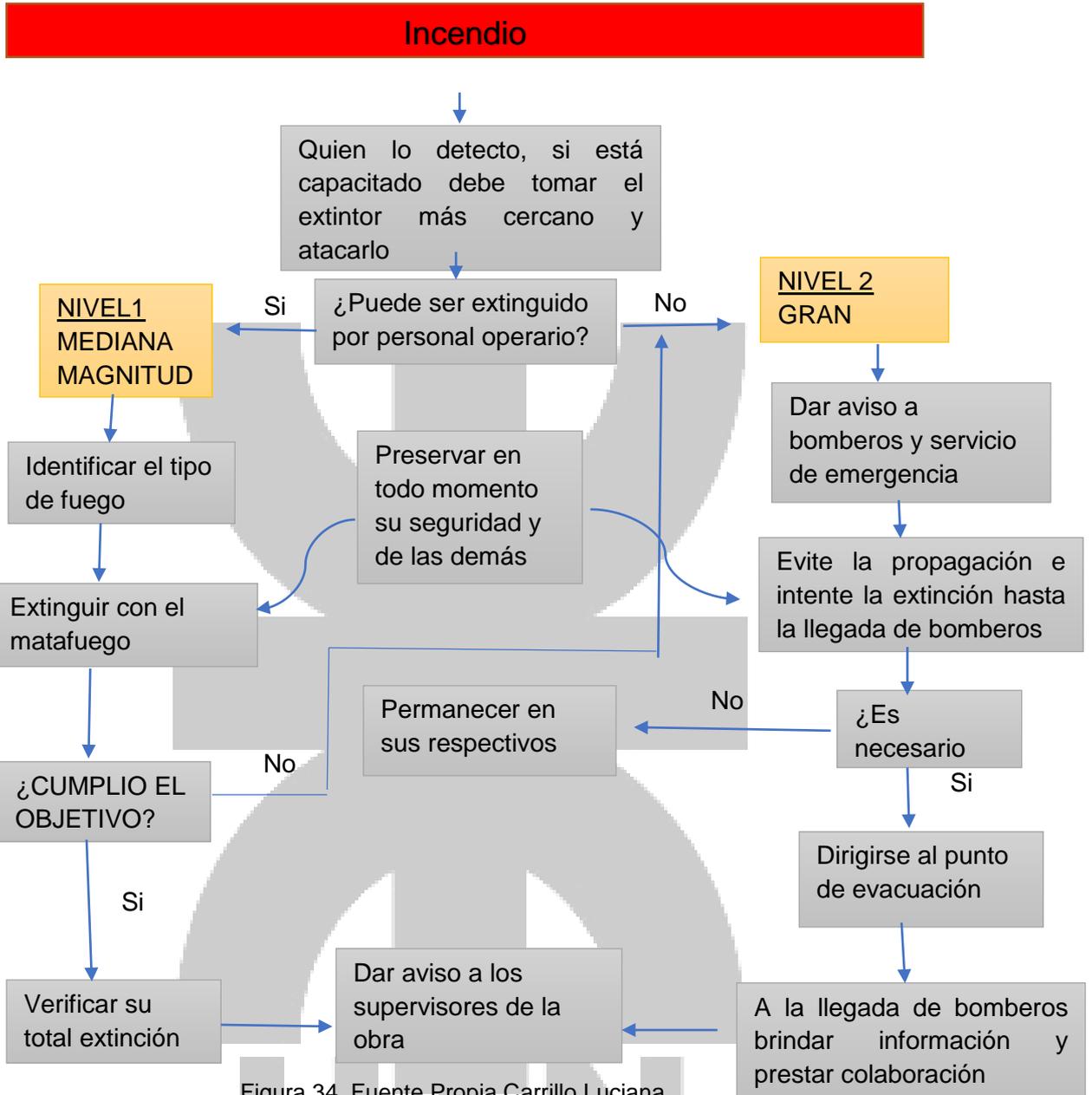


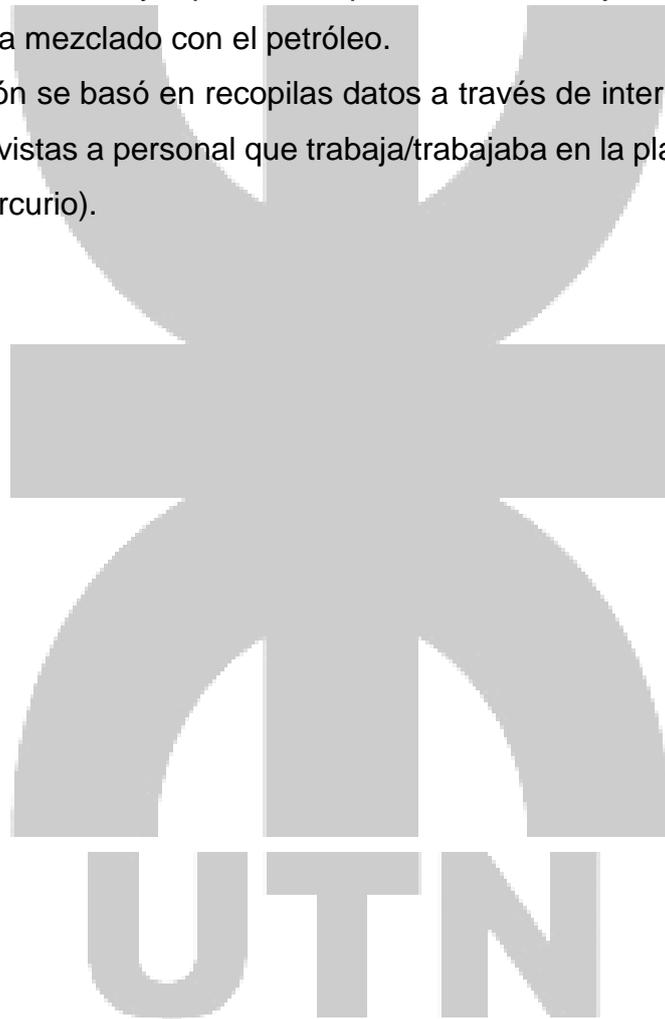
Figura 34. Fuente Propia Carrillo Luciana.

Facultad Regional Santa Cruz.

METODOLOGIA DE INVESTIGACIÓN

Tipo y diseño de investigación: Se lleva a cabo una investigación mixta ya que los datos obtenidos a partir de la investigación requieren de un mayor análisis para determinar de manera adecuada de la problemática. Por esto el método de investigación que se utiliza es explicativo profundizando en la causa de la problemática, pues no solo se va a analizar las enfermedades causadas por la exposición al mercurio a los trabajadores de la planta PRM, sino por qué se sigue trabajando con este metal ya que es indispensable no trabajar con este elemento que se encuentra mezclado con el petróleo.

Esta investigación se basó en recopilar datos a través de internet, libros, leyes, decretos y entrevistas a personal que trabaja/trabajaba en la planta PRM (planta remoción de mercurio).



Facultad Regional Santa Cruz.

CONCLUSIÓN

Al concluir esta investigación, se han analizado e identificado las condiciones de trabajo inseguras en la planta PRM. A partir de la información recopilada, se ha llegado a la conclusión de que es imprescindible implementar un plan de prevención de riesgos laborales en este sector.

Es importante destacar que los riesgos y peligros identificados pueden ocasionar enfermedades profesionales o accidentes a los trabajadores en el futuro. Por lo tanto, es fundamental adoptar medidas preventivas para evitar posibles consecuencias negativas y garantizar un entorno laboral cómodo y seguro para todos los empleados de la PRM.

En relación específica al mercurio, que ha sido el foco principal de esta investigación, es evidente su alto potencial dañino en cualquier estado o forma en que se presente. Por tanto, se recomienda que la planta PRM realice mediciones periódicas de los niveles de mercurio para asegurar que se mantengan por debajo de los límites permitidos por las normativas. Además, se sugiere llevar a cabo pruebas periódicas a los trabajadores para diagnosticar cualquier exposición al mercurio que pueda poner en riesgo su salud a largo plazo. Estas medidas son esenciales para prevenir la intoxicación y sus consecuencias graves, que incluso podrían llevar a la muerte.

Facultad Regional Santa Cruz.

BIBLIOGRAFIA

Impacto del mercurio sobre la salud humana y el ambiente Impact of mercury on human health and the environment a. Hospital Nacional de Pediatría "Prof. Dr. Juan P. Garrahan".

Movimiento Mundial para el Cuidado de la Salud libre de Mercurio. Publicación de Salud sin Daño-2007

Toxicología de Mercurio Trabajo en Guatemala

DR. ALEJANDRO GARCIA HERRERA/ Servicio de Medicina del Trabajo/ Hospital del Trabajador de Santiago ACH

Superintendencia de riesgos Laboral SRL CONTAMINANTES QUÍMICOS EN EL AMBIENTE LABORAL

Intoxicación por mercurio, Mercurio orgánico e inorgánico, Universidad del Zulia, Medicina Ocupacional, Instituto de Medicina Ocupacional, Venezuela.

Evaluando la exposición al mercurio: Información para Profesionales de la Salud

Programa Nacional de Riesgos Químicos Departamento de Salud Ambiental Dirección Nacional de Determinantes de la Salud e Investigación Ministerio de Salud de la Nación Infoleg Ley de Higiene y Seguridad en el trabajo

Infoleg normas Listado de Enfermedades Profesionales

Infoleg Ley de Riesgo de Trabajo

Infoleg Decreto 351

ACULTAD REGIONAL MULTIDISCIPLINARIA, ESTELÍ FAREM - Estelí Departamento de Ciencias Tecnológicas y Salud Evaluación de la gestión de riesgos con énfasis en higiene y seguridad laboral.

DETERMINACION DE ARSENICO Y MERCURIO EN MUESTRAS DE PETROLEO Y DERIVADOS APLICANDO ANALISIS POR ACTIVACION NEUTRONICA

Tratamiento químico del petróleo crudo que se transporta a través del Oleoducto Norperuano

ANÁLISIS DE LAS ENFERMEDADES LABORALES PRODUCIDAS POR LA EXPOSICIÓN A MERCURIO PRESENTADO POR: EDNA FERNANDA MÉNDEZ

http://www.scielo.org.pe/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1025-55832008000100010#fig01

https://www.atsdr.cdc.gov/mercury/docs/11-229617-FSpan-508_Efectos_a_laSalud.pdf

<https://cgc.energy/esp/wp-content/uploads/2022/04/Politica-SGC.pdf>

http://www.bspi.com.ar/ing_petrobras_yacim.html

<http://www.shaleenargentina.com.ar/distintos-tipos-de-shale>

[http://www.scielo.org.pe/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1025-55832008000100010#:~:text=No%20existe%20unanidad%20en%20cuanto,d%C3%ADa%20\(1%2C5\).&text=El%20ingreso%20del%20mercurio%20es.v%C3%ADa%20respiratoria%20es%20por%20inhalaci%C3%B3n.](http://www.scielo.org.pe/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1025-55832008000100010#:~:text=No%20existe%20unanidad%20en%20cuanto,d%C3%ADa%20(1%2C5).&text=El%20ingreso%20del%20mercurio%20es.v%C3%ADa%20respiratoria%20es%20por%20inhalaci%C3%B3n.)

<https://www.slideserve.com/dawn/taquismo-pasivo-y-sus-efectos-sobre-la-salud-de-las->

[personas?utm_source=slideserve&utm_medium=website&utm_campaign=auto+related+load](https://www.slideserve.com/dawn/taquismo-pasivo-y-sus-efectos-sobre-la-salud-de-las-personas?utm_source=slideserve&utm_medium=website&utm_campaign=auto+related+load)

<https://cgc.energy/esp/upstream/>

ANEXOS**ANEXO I****ENTREVISTA:**

Entrevista dada a Lucas Cid Empleado de la PRM en parte de Laboratorio:

¿Dónde se ubica la planta de PRM?

- La planta se ubica en el yacimiento María Inés que se encuentra a 150km de la Localidad Rio gallegos.

¿Por qué solo existe la planta de remoción de mercurio en el sur de la Argentina y no en otro lugar?

- Más allá que la zona tiene mercurio, es por una cuestión de costos. La empresa Petrobras en su momento decidió realizar un ensayo para poder implementar lo mismo, pero haciendo calculo no le convenía, ya que el petróleo valía más sin mercurio que con mercurio. Implementaron una mini planta, pero esta no les beneficio por los costó que les llevaba.

¿Qué hacen con el mercurio una vez extraído del petróleo?

- El mercurio una vez extraído se vuelve a inyectar a tierra a un pozo de inyector.

¿Dónde va el petróleo luego del tratamiento?

- El petróleo luego del proceso de remoción de mercurio, se almacena en un tanque de recepción, para luego ser despachado a venta. Que el punto de venta se encuentra en Punta Loyola.

¿Conoces algún caso de intoxicación por mercurio?

- Por el momento solo escuche que una persona entro a uno de los tanques sin los EPP correspondientes, ya que era muy precario en su momento lo que disponían, si no me equivoco solo un barbijo. Y murió de intoxicación a los dos meses.

¿Tuviste alguna charla informativa sobre la exposición al mercurio?

- Si tuve una charla informativa con respecto al mercurio ya que trabajamos acá. Que es después de un periodo prolongado de exposición a los gases de mercurio lo que hace es atacar el sistema central nervioso. Es decir, el cerebro, dependiendo de la cantidad de tiempo que se expuso antes estos gases es el daño que se provoca dentro del cuerpo. Pero como ya antes mencionado ataca el sistema central nervioso.

Facultad Regional Santa Cruz.

¿Conoces los síntomas a la intoxicación al mercurio?

- Los síntomas por intoxicación al mercurio son: Debilidad muscular, disfunción del habla, audición y capacidad de caminar.

Falta de coordinación de movimiento.

Sensación de cosquilleo, por lo general en las manos, pies y alrededor de la boca

Perdida de la visión periférica.

Sé también que se alojan en los riñones, en los pulmones, y hasta donde sé si no me equivoco en tras genital, es decir que se hereda, se hereda a tus hijos.

Nos brindó información que hoy en día en la planta se hacen todas las medidas correspondientes de los valores de mercurio, en donde estas se encuentran muy por debajo de lo permitido en las normas. Al igual que se siguen todas las medidas de Higiene Y Seguridad como corresponden, Se utilizan todos lo EPP de formada adecuada y cuenta con la disposición de tenerlas todas en condiciones a su correcta utilización. Cuentan con charlas y capacitaciones informativas en donde salen con los conocimientos de las exposiciones al mercurio, como así también de los demás riesgos expuestos. Conocimiento de cómo colocarse y utilizar los EPP, Como actuar antes alguna emergencia, así como evacuar el lugar, uso de extintores y primeros auxilios.



Figura 35. Buque de greca elaboración de Lucas cid

ANEXO II

Facultad Regional Santa Cruz.

IPER IDENTIFICACIÓN DE PELIGROS Y EVALUACIÓN DE RIESGOS

UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL		Elaborado por: Carrillo Luciana		IDENTIFICACIÓN DE PELIGROS Y EVALUACIÓN DE RIESGOS											
		Revisó:		PRM Planta de Remoción de Mercurio en petróleo											
		Aprobó:													
Fecha: 2024		Rev. 1													
IDENTIFICACIÓN DE PELIGROS		EVALUACIÓN DE RIESGOS INICIAL				MEDIDAS DE CONTROL		MEDIDAS PREVENTIVAS				EVALUACIÓN DE RIESGOS RESIDUAL			
Nº	PELIGROS	RIESGOS	PROBA	CONSE	RISGO	NIVEL DE RIESGO	TIPO					PROB	CONS	RISGO	NIVEL DE RIESGO
1	Remoción de mercurio	Contacto /exposición agentes químicos.	3	3	9	MODERADO	EPP	Deberán colocarse los E.P.P (Elemento de Protección Personal) correspondiente a esta los cuales son, casco, guantes de descart, borseguís, mameluco y semimascara con filtro. Si hay perdida de gases/vapores se deberan implementar medidas de ingenierias y lograr eliminar todo posible atmósfera peligrosa existente. Como asi tambien la eliminacion de sustancias si se llega haber derrames y tomar plan de emergencias si es perjudicial para el trabajador. Se debera colocar señalizaciones de exposiciones sobres agentes quimicos y de atmósfera peligrosa para evitar que todo personal no autorizado entre a la zona. Todo personal que se encuentre en esta etapa de trabajo debera estar capacitado y aprobado para la realización de la misma.				2	2	4	BAJO
		Ingestión /contacto dérmico / inhalación sustancias nocivas.	3	3	9	MODERADO	EPP					2	2	4	BAJO
		Riesgo ambiental (derrames / emisiones de fluidos)	2	3	6	MODERADO	Eliminacion					1	2	2	BAJO
		Inhalación de gases nocivos en el ambiente	3	4	12	ALTO	EPP					1	2	2	BAJO
		Atmósfera peligrosa (gases tóxicos, inflamables, O2 en exceso, O2 insuficiente,	2	3	6	MODERADO	Eliminacion					2	2	4	BAJO
		Escape de gases/ vapor	2	4	8	MODERADO	Control de ingeniería					1	3	3	BAJO
2	Circulación/Recorridos en la planta PRM	Accidentes causados por seres vivos.	2	2	4	BAJO	Eliminacion	Se deberá colocar señalizaciones de circulación de vehículos y máquinas como asi tambien señalizaciones para evitar caidas al mismo nivel. Se efectuará el recorrido para lograr extraer todo objeto que podría interrumpir esta misma (como rocas, o algún objeto que se encuentre enterrado, etc.). Si se encuentra algun ser vivo que pueda causar accidentes dentro de la planta debera ser retirado con cuidado del lugar. Si en caso de que el clima no este apto para el recorrido ya sea por vientos/nevadas/o lluvias se dejara para el dia siguientes segun la gavedad y este mismo no es tan perjudicial para el trabajador se realizara el recorridos con los elementos de proteccion correspondiente.(Mameluco de invierno, guantes, borseguines, lentes de seguridad, casco)				1	2	2	BAJO
		Caídas de personas a mismo nivel, resbalones, tropiezos.	2	3	6	MODERADO	Señalizaciones					1	2	2	BAJO
		Pisadas sobre objetos.	2	2	4	BAJO	Orden y limpieza					1	2	2	BAJO
		Atropellos o golpes con vehículos.	2	4	8	MODERADO	Señalizaciones					2	2	4	BAJO
		Factores climáticos /fenómenos naturales adversos	2	3	6	MODERADO	Sustitucion					1	2	2	BAJO

Facultad Regional Santa Cruz.

5	Extracción de muestras para analizar (tanque de almacenamiento)	Atmósfera peligrosa (gases tóxicos, inflamables, O2 en exceso, O2 insuficiente, hipobáricas, hiperbáricas)	2	4	8	MODERADO	EPP	Deberán colocarse los E.P.P (Elemento de Protección Personal) correspondiente a cuales son, casco, guantes de descarte, borceguis y mameluco. Se señalará con cartelería de peligro nocivo y atmósfera peligrosas retire todo personal que no está utilizado. Se inspeccionara el estado de la máquina que se utilizara antes de iniciarse la misma. El personal que extraera la muestras debera estar capacitado para la realización de la misma.	2	2	4	BAJO
		Choques contra objetos inmóviles.	2	2	4	BAJO	Señalizaciones		1	2	2	BAJO
		Aplastamiento	2	2	4	BAJO	Señalizaciones		1	2	2	BAJO
		Caidas de personas a distinto nivel.	2	3	6	MODERADO	EPP		1	2	2	BAJO
		Caidas de personas a mismo nivel, resbalones, tropiezos.	2	2	4	BAJO	Señalizaciones		1	2	2	BAJO
6	Operación y control de tanques de almacenajes.	Riesgo ergonómico (posturas, esfuerzos, movimientos repetitivos, etc)	2	3	6	MODERADO	Capacitacion	El personal que realizar las operaciones y el control del mismo debera estar capacitado y aprobado para llevar a cabo la tarea. Se debera colocar señalizaciones de caidas a distintos nivel para evitar la misma. Como asi tambien señalizaciones de atmósferas explosiva y evitar que todo trabajadores ajeno a la tarea entre al lugar. Deberán colocarse los E.P.P (Elemento de Protección Personal) correspondiente a esta los cuales son, casco, guantes de descarte, borceguis, mameluco y semimascara con filtro. En caso de que el clima no este apto para la realizacion de la tarea ya sea por vientos/nevadas/o lluvias se dejara para el dia siguientes segun la gavedad si este mismo no es tan perjudicial para el trabajador se realizara de todas formas con sus medidas adecuadas que correspondan. Si hay deficiencia iluminaria se debera implementar y colocar iluminación apta para que en trabajadores pueda realizar sus tareas sin dificultad alguna.	2	2	4	BAJO
		Caidas de personas a distinto nivel.	2	3	6	MODERADO	Señalizaciones		1	2	2	BAJO
		Ingestión /contacto dérmico / inhalación sustancias nocivas.	3	3	9	MODERADO	EPP		3	2	6	MODERADO
		Choques contra objetos inmóviles.	2	2	4	BAJO	Señalizaciones		2	2	4	BAJO
		Atmósfera peligrosa (gases tóxicos, inflamables, O2 en exceso, O2 insuficiente, hipobáricas, hiperbáricas)	3	4	12	ALTO	EPP		3	2	6	MODERADO
		Contacto /exposición agentes químicos.	3	3	9	MODERADO	EPP		3	2	6	MODERADO
		Deshidratación / ambiente nocivo	2	3	6	MODERADO	EPP		2	2	4	BAJO
		Escape de gases/ vapor	3	4	12	ALTO	Control de ingeniería		3	2	6	MODERADO
		Atmósfera explosiva	3	3	9	MODERADO	Señalizaciones		2	2	4	BAJO
		Iluminación (excesiva o deficiente)	2	3	6	MODERADO	Control de ingeniería		2	2	4	BAJO
		Factores climáticos /fenómenos naturales adversos	2	3	6	MODERADO	Sustitucion		1	3	3	BAJO
		Inhalación de gases nocivos en el ambiente	3	4	12	ALTO	EPP		3	2	6	MODERADO
Riesgo ambiental (derrames / emisiones de fluidos)	3	4	12	ALTO	Eliminación	2	3	6	MODERADO			
7	Operación y verificación de hornos e intercambiadores	Sobreesfuerzo	2	3	6	MODERADO	Capacitacion	Utilizarán los E.P.P (Elemento de Protección Personal) correspondiente los cuales serán, casco, guantes de descarte, botas de seguridad y mameluco. Se colocará las señalizaciones/ carteles de Peligro de contactos calientes y temperaturas elevadas en el área donde se encontrarán evitando que personal que no está autorizado termine afectado. Como asi tambien señalizaciones para evitar choques contra objetos y caidas al mismo nivel. El personal que ejecute esta tareas debera estar capacitado y aprobado para la misma. Si hay perdida de gases/vapores se deberan implementas medidas de ingenierias y logras eliminar todo posible atmósfera peligrosa existente. En caso de que el clima no este apto para la realizacion de la tarea ya sea por vientos/nevadas/o lluvias se dejara para el dia siguientes segun la gavedad si este mismo no es tan perjudicial para el trabajador se realizara de todas formas con sus medidas adecuadas que correspondan.	2	2	4	BAJO
		Factores climáticos /fenómenos naturales adversos	2	3	6	MODERADO	Sustitucion		2	2	4	BAJO
		Choques contra objetos inmóviles.	3	3	9	MODERADO	Señalizaciones		2	2	4	BAJO
		Contacto con sustancia/ objetos calientes	3	4	12	ALTO	EPP		3	2	6	MODERADO
		Caidas de personas a mismo nivel, resbalones, tropiezos.	2	3	6	MODERADO	Señalizaciones		2	2	4	BAJO
		Escape de gases/ vapor	3	4	12	ALTO	Control de ingeniería		3	2	6	MODERADO
		Ingestión /contacto dérmico / inhalación sustancias nocivas.	3	2	6	MODERADO	EPP		2	2	4	BAJO

Facultad Regional Santa Cruz.

3	Descarga de tierra de ditomea	Aplastamiento	2	3	6	MODERADO	Capacitacion	El encargado de la máquina deberá estar capacitado y estar autorizado para la utilización de la siguiente. Deberán utilizar protecciones auditivas pre moldeador y de tipo copa para la exposición al ruido. Se colocarán señalizaciones y mantendrá cerrado el área donde se realizara la descarga de la tierra para evitar posible aplastamiento o atrapamiento. Si el estado climático no está en condiciones para la realización se suspenderá para el día siguiente. Si se realiza de forma manual se debera estar capacitado para la misma como así tambien debera ultizar los epp elementos de proteccion personal correspondientes. (Mameluco,casco, borsegines, guantes de descarte, lentes de seguridad, y semi mascarilla con filtro.	2	2	4	BAJO
		Atrapamiento por vuelco en máquinas o vehículos.	3	4	12	ALTO	Capacitacion		2	2	4	BAJO
		Ingestión /contacto dérmico / inhalación sustancias nocivas.	3	4	12	ALTO	EPP		2	2	4	BAJO
		Choques contra objetos inmóviles.	3	3	9	MODERADO	Señalizaciones		1	2	2	BAJO
		Sobreefuerzo	3	3	9	MODERADO	Capacitacion		1	2	2	BAJO
		Choques contra objetos móviles / colisión de vehículos.	2	3	6	MODERADO	Señalizaciones		1	3	3	BAJO
		Trabajos monotonos y/o repetitivo	2	3	6	MODERADO	Capacitacion		2	2	4	BAJO
4	Carga y descarga de camiones con crudo	Aplastamiento	3	4	12	ALTO	Capacitacion	Se situarán las señalizaciones de posible incendio/explosión y de advertencia que se encuentra en una atmósfera explosiva. Como si tambien señalizaciones de circulación de vehiculos/camiones y que todo personal no autorizado entre a la zona. Deberán colocarse los E.P.P (Elemento de Protección Personal) correspondiste a esta los cuales son, casco, guantes de descarte, borceguís y mameluco.	1	2	2	BAJO
		Riesgo Vehicular	3	3	9	MODERADO	Señalizaciones		2	2	4	BAJO
		Exposición a ruido	3	3	9	MODERADO	EPP		3	2	6	MODERADO
		Explosiones / Incendio.	2	5	10	ALTO	Señalizaciones		2	3	6	MODERADO
		Riesgo ambiental (derrames / emisiones de fluidos)	2	4	8	MODERADO	Control de ingeniería		2	2	4	BAJO
		Atropellos o golpes con vehículos.	2	3	6	MODERADO	Señalizaciones		1	2	2	BAJO
		Choques contra objetos inmóviles.	3	3	9	MODERADO	Señalizaciones		2	2	4	BAJO
		Contacto /exposición agentes químicos.	2	3	6	MODERADO	EPP		2	2	4	BAJO



Facultad Regional Santa Cruz.

ANEXO III

Plan anual de capacitación

		PLAN ANUAL DE CAPACITACION EHS (2024/2025)											Pág.1	
Sector/ Departamento/ División: PRM PLANTA REMOCIÓN DE MERCURIO														
Localización de la Tarea:														
Fecha de emisión: 02/04/2024														
TEMAS	SECTOR	MESES 2024				MESES 2025								
		SEP	OCT	NOV	DIC	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	
Normativa y políticas del Cliente.	Operativo	■												
Inducción a la seg e hig/ Conceptos sobre peligro, riesgo, situaciones inseguras.	Operativo	■												
Tareas en aspectos generales y específicos.	Operativo			■										
EPP tipos, clases, usos, mantenimiento.	Operativo				■									
signos por intoxicación al mercurio	Operativo					■								
Protección contra incendios	Operativo					■								
Manejo defensivo de las maquinas, herramientas, vehiculos	Operativo					■								
Permisos de trabajo en frío y el caliente	Operativo						■							
Ergonomía: Manipulación manual de cargas.	Operativo							■						
Plan de evaluación ante emergencias	Operativo								■					
Primeros Auxilios y RCP	Operativo									■				
Drogas de abuso	Operativo										■			
Vida Saludable	Operativo											■		
Prevención Cardiovascular	Operativo												■	
Efectos del Tabaco sobre la Salud	Operativo													■

ANEXO VI

Protocolo de medición de contaminantes químicos

PROCOLO PARA MEDICION DE CONTAMINANTES QUIMICOS EN EL AIRE DE UN AMBIENTE DE TRABAJO

(1) Razón Social:	
(2) Dirección:	
(3) Localidad:	
(4) Provincia:	
(5) CP:	(6) C.U.I.T.:
DATOS COMPLEMENTARIOS	
(7) Marca, modelo y número de serie del instrumental utilizado:	
(8) Fecha de calibración del instrumental utilizado:	
(9) Metodología utilizada para la toma de muestra de cada contaminante	
(10) Observaciones:	
DOCUMENTACION QUE SE ADJUNTARA A LA MEDICION	
(11) Certificado de Calibración	
(12) Plano o croquis.	

Hoja 1/3

.....
Firma, Aclaración y Registro del Profesional Interviniente

Facultad Regional Santa Cruz.

ANEXO VII

Registró de capacitación:

Logo	REGISTRO DE CAPACITACION	SERVICIOS EXTERNOS DE HIG. Y SEG.
Fecha Curso _____ Nombre del Curso:		

DATOS DEL INSTRUCTOR

Apellido y Nombre del Instructor:

Empresa o Institución:

Lugar de Dictado:

Lugar / Obra / Yacimiento:

Duración: _____

Cantidad de Participantes: _____

Temas Tratados en el Curso

Elementos de Protección Personal - Fuego, Uso de Equipos Extintores - Identificación y Evaluación de Peligro y Riesgo - Nociones básicas frente a Incidentes y Accidentes - Denuncias de Eventos Accidentes e Incidentes - Acciones y Condiciones Inseguras - Legislación Vigente - La ART y sus Funciones - Derechos y Obligaciones del Empleador y Empleado -.
--

PARTICIPANTES

APELLIDO Y NOMBRE	Nº DNI	FIRMA

Facultad Regional Santa Cruz.

Registros de entrega de E.P.P.:

<i>Resolución 299/11, Anexo I</i>							
ENTREGA DE ROPA DE TRABAJO Y ELEMENTOS DE PROTECCIÓN PERSONAL							
(1) Razón Social:					(2) C.U.I.T.:		
(3) Dirección:			(4) Localidad:	(5) C.P.:	(6) Provincia:		
(7) Nombre y Apellido del Trabajador:						(8) D.N.I.:	
(9) Descripción breve del puesto/s de trabajo en el/los cuales se desempeña en trabajador:				(10) Elementos de protección personal, necesarios para el trabajador, según el puesto de trabajo:			
				- Casco de Seguridad - Guantes de Seguridad - Mameluco - Calzado de Seguridad con Puntera - Lentes Protectores			
(11)	Producto	(12) Tipo // Modelo	(13) Marca	(14) Posee certificación SI // NO	(15) Cantidad	(16) Fecha de entrega	(17) Firma del trabajador
1	Casco	Seguridad	Libus				
2	Mameluco	Grafa	Grafa 70				
3	Lentes	Seguridad	Libus				
4	Guantes	Vaqueta	Vaqueta				
5	Calzado	Botines de Seguridad	Maxar				
6							
7							
(18) Información adicional:							

Registró de capacitación brindada

Capacitación brindada		Hoja: ___ / ___	
Tema:	Seguridad Laboral		
Fecha:	1/9/2020		
Lugar:	Horario: De 10 HS a 11 HS.		
Instructores	Apellido y Nombre	Entidad / Área	
Material entregado a los asistentes:			
Asistentes			
Nro.	Apellido y Nombres	N° de Documento o Legajo	Firma
1	Juan Alberto	17.428.927	
2			
3			
4			
5			
6			
7			
8			
9			
10			
11			
12			
13			
14			
15			
16			