

GUÍA INTEGRAL DE DERRAME DE SUSTANCIAS PELIGROSAS LÍQUIDAS EN CARRETERAS Y CAMINOS

ISSN 2810-6695

SECCIÓN DE TOXICOLOGÍA
FACULTAD DE FARMACIA
UNIVERSIDAD DE CONCEPCIÓN
CONCEPCIÓN, 2023

AUTORA:

Carolina Silva Falcón

Química Farmacéutica

Universidad de Concepción

REVISORES:

Berta Schulz Bañares

Doctora en Toxicología

Académica de la Facultad de Farmacia de la Universidad de Concepción

Claudio Müller Ramírez

Doctor en Toxicología

Académico de la Facultad de Farmacia de la Universidad de Concepción

Fernando Márquez Romegialli

Académico de la Facultad de Química de la Universidad de Concepción

Iván Cárcamo García

Encargado Unidad de Gestión del Riesgo en Emergencias, Desastres y Epidemias de la SEREMI de Salud, Región Biobío.

Andrea Aravena Herrera

Encargada de Protección Civil, Servicio Nacional de Prevención y Respuesta ante Desastres (SENAPRED).

Víctor Romero Romero

Ministerio de Obras Públicas, Dirección General de Aguas, Región Biobío.

Herty Roa

SEREMI Medio Ambiente.

Cristian Haussmann

Ingeniero Asesor, Secretaría Regional Transportes y Telecomunicaciones, Región Biobío.

Ernesto Azócar

Supervisor de Seguridad y Salud Ocupacional y Medio Ambiente PETROQUIM S.A

Claudio Fernández

Jefe de Seguridad, Salud y Medio Ambiente de Transportes Polykarpo



Universidad de Concepción



©Facultad de Farmacia, Universidad de Concepción, 2023

Contenidos

I. Introducción	6
II. Hojas Toxicológicas	7
1. Petróleo Diesel	7
2. Ácido Clorhídrico	8
3. Soda Cáustica	9
4. Peróxido de Hidrógeno	11
5. Amoníaco Líquido	12
6. Aceite de Ricino	13
7. Ácido Nítrico	15
8. Cloruro de Vinilo	16
9. Monómero de Estireno	17
III. Marco legislativo	19
IV. Caso Ficticio, el paso a paso	25
V. Listado de Laboratorios de remediación y Monitoreo	29
VI. Referencias	30

I. Introducción

Los materiales peligrosos (MP) son aquellos artículos, mezcla u objeto que, por sus características físicas, químicas y/o biológicas, pueden constituir un peligro para la salud, la seguridad, los bienes de las personas o el medio ambiente. Los materiales peligrosos se conocen también como sustancias peligrosas (SP), cargas o mercancías peligrosas (1).

Debido a la particularidad de los MP, el transporte de éstos requiere vehículos de transporte profesional y las medidas de protección y de seguridad correspondientes, conductores con conocimiento profesional y habilidades de conducción y personal especializados para acompañar a los conductores durante el transporte de MP(2), tales como capacitación en seguridad, control de límite de velocidad, gestión de posición GPS, comprobación regular, conducción de fatiga prohibida, se propone para la seguridad de los conductores de camiones pesados y viajeros de carretera (3).

Según registros de SEREMI de Salud y SENAPRED de la Región del Biobío se produjeron aproximadamente 18 eventos de derrame de SP entre los años 2015 y 2021 en la Región. La sustancia mayormente involucrada en derrames correspondió a Petróleo Diesel. Este escenario se relaciona con que en la Región del Biobío, específicamente en Talcahuano y Hualpén, se ubican empresas de refinería de petróleo que abastecen a gran parte del territorio nacional. A pesar que el número de accidentes de transporte de materiales peligrosos es relativamente pequeño, las consecuencias de éstos pueden ser graves e irreversible (4).

Debido a las características de los MP ya sean radioactivos, tóxicos y dispersantes, no tan solo las personas involucradas directamente en el incidente pueden resultar lesionadas, sino que también los residentes aledaños al lugar del accidente, debiendo en ocasiones ser evacuados de manera preventiva.

Una de las causas importantes de los accidentes viales relacionados con MP es el factor personal del conductor del vehículo que los transporta. Por ejemplo, la carretera elegida (como túneles, puentes, etc.) condiciones de la misma (ej. Piso mojado).

Por lo tanto, los accidentes viales con vehículos que transportan MP no solo están relacionado con las características propias de los MP, sino que también con los atributos del conductor, el vehículo de transporte seleccionado, el entorno de la carretera y las condiciones meteorológicas (5) (6) (7).

En consecuencia, siempre se debe estar preparado para responder ante una emergencia que involucre MP. La preparación ante emergencias debe llevarse a cabo indistintamente del tamaño de la organización o del riesgo que se genere.

Para ello se han elaborado guías de respuesta inicial frente a emergencias, pero, existe muy poca información disponible acerca de cómo se enfrenta posteriormente la emergencia para disminuir el riesgo a la seguridad pública, y deterioro del medio ambiente una vez que la emergencia se controla.

Posterior a la emergencia es fundamental la remediación, el tratamiento de suelos y aguas contaminadas y/o mitigación del riesgo es de interés, donde suelos agudos como crónicamente

contaminados tienen impactos negativos sobre sistemas acuáticos y terrestres afectando el desarrollo de los seres vivos (8).

La presente guía constituye un material de apoyo y consulta de cómo actuar frente a eventos de emergencia de derrames de MP líquidos.

A continuación, se presenta una serie de Hojas Toxicológicas con información de los MP líquidos que estuvieron presentes con mayor frecuencia en emergencias químicas en carreteras y caminos entre los años 2015 a 2021 en la Región del Biobío.

II. Hojas Toxicológicas

1. Petróleo Diesel (9-11)

Peligros Potenciales a la Salud:

Inhalación: Irritación respiratoria, nariz, ojos, náuseas, convulsiones.

Ingestión: Ardor boca y estómago, vómito, diarrea, riesgo broncoaspiración.

Piel: Dermatitis, prurito, quemaduras.

Ojos: Conjuntivitis, disminución agudeza visual.

Ropa Protectora:

Protección respiratoria: Respirador con filtro para vapores orgánicos.

Protección de manos: Guantes de nitrilo, PVC o neopreno puño largo.

Protección ojos/cara: Uso de antiparras o caretas faciales.

Protección de piel: Zapato antiestático o botas.

Derrame o Fuga:

Procedimiento de emergencia: Aislar la zona, eliminar fuentes de ignición.

Precauciones medioambientales: No verter en alcantarillas, colectores de agua lluvias, ni corrientes de agua.

Métodos y materiales de contención, confinamiento y/o abatimiento: Diques, sacos de arena.

Medidas adicionales de prevención de desastres: Uso de espuma supresora de vapor para reducir vapores.

Fuego:

Agentes de extinción: Polvo químico seco, neblina de baja y alta presión.

Agentes de extinción inapropiados: No usar chorros directos de alta presión.

Productos que se forman en la combustión y degradación térmica: Monóxido de Carbono, dióxido de carbono, dióxido de azufre y óxido nitroso.

Precauciones para el personal de emergencia y/o bomberos: Llevar equipos de protección adecuados.

Primeros Auxilios:

Inhalación: Trasladar víctima al aire fresco. Si está inconsciente y no respira suministrar respiración artificial.

Piel: Retirar ropa y calzado contaminado, lavar la zona con abundante agua por al menos 20 minutos.

Ojos: Lavar ojos con abundante agua durante 15 minutos, si persiste irritación solicite ayuda médica.

Ingestión: Si víctima está inconsciente no inducir vómito, solicite atención médica inmediata.

2. Ácido Clorhídrico (12-14)

Peligros Potenciales a la Salud:

Inhalación: Irritación nasal, tos, ulceración nariz y garganta, edema pulmonar.

Ingestión: Quemaduras garganta y esófago, fatal en concentraciones elevadas.

Piel: Inflamación, enrojecimiento, quemaduras.

Ojos: Irritación, lagrimeo excesivo, pérdida de la visión.

Ropa Protectora:

Protección respiratoria: Uso de respirador con filtro aprobado por la NIOSH (Instituto Nacional para la Salud y Seguridad Ocupacional), aparato de respiración autónoma (SCBA) u otro respirador con aire suministrado (ASR) aprobado (ejemplo: un respirador de cara completo con línea de aire (ALR)).

Protección ojos/cara: Gafas de seguridad resistente a químicos con protección a los costados.

Protección de piel: Vestimenta con material resiste químicos como nitrilo, neopreno, entre otros; botas de caucho.

Derrame o Fuga:

Procedimiento de emergencia: Evacuar o aislar la zona de peligro.

Precauciones medioambientales: Evitar sustancia caiga a alcantarillas, zonas bajas y confinadas. Métodos y materiales de contención, confinamiento y/o abatimiento: Construir diques con arena, tierra u otro material inerte.

Medidas adicionales de prevención de desastres: Mezcla con soda o cal para neutralizar.

Fuego:

Agentes de extinción: Polvos químicos secos o dióxido de carbono, rocío de agua, espuma resistente a alcohol.

Agentes de extinción inapropiados: Chorros de agua directo.

Productos que se forman en la combustión y degradación térmica: Produce humos más pesados que el aire, vapores tóxicos de cloruro de hidrógeno, se puede liberar cloro e hidrógeno.

Precauciones para el personal de emergencia y/o bomberos: Si no hay riesgo para bomberos enfriar contenedores con agua en forma de rocío desde una distancia segura.

Primeros Auxilios:

Inhalación: Trasladar a la víctima al aire fresco, si no respira administrar respiración artificial (evitar método boca a boca).

Piel: Si cae sobre piel o cabello lave con abundante agua y jabón, mínimo durante 15 minutos. Quitar inmediatamente toda la ropa contaminada.

Ojos: Lavar con abundante agua durante mínimo 15 minutos. Quitar lentes de contacto si lleva. Buscar atención médica.

Ingestión: Si está consciente administrar abundante agua, no inducir el vómito, buscar atención médica.

3. Soda Cáustica (15, 16)

Peligros Potenciales a la salud:

Inhalación: Tos y/o falta de aire, irritación de pulmones, edema pulmonar.

Ingestión: Quemaduras boca, garganta, estómago, sangrado.

Piel: Irritación y quemaduras en la piel, necrosis dérmica.

Ojos: Enrojecimiento, quemaduras en la córnea.

Ropa Protectora:

Protección respiratoria: Uso de respirador con filtro aprobado por la NIOSH (Instituto Nacional para la Salud y Seguridad Ocupacional), aparato de respiración autónoma (SCBA) u otro respirador con aire suministrado (ASR) aprobado (ejemplo: un respirador de cara completo con línea de aire (ALR)).

Protección de manos: Guantes resistentes a productos químicos, nitrilo o neopreno.

Protección ojos/cara: Gafas de seguridad para productos químicos con protección lateral.

Protección de piel: Vestimenta resistente a sustancias químicas y botas de caucho, tipos de materiales de protección: neopreno, PVC, Tyvek®, Tychem®.

Derrame o Fuga:

Procedimiento de emergencia: Aislar el área de peligro y negar el acceso a personas innecesarias. Precauciones medioambientales: Mantener fuera del suministro de agua y sumideros. Sustancia alcalina por lo que aumenta pH de aguas superficiales con baja capacidad amortiguación.

Métodos y materiales de contención, confinamiento y/o abatimiento: Detener con sacos de arena, diques de contención.

Medidas adicionales de prevención de desastres: Ventilar bien la zona y revisar si la zona está libre de contaminación antes de volver a las labores.

Fuego:

Agentes de extinción: Polvos químicos secos, rocío de agua, espuma resistente a alcohol. Agentes de extinción inapropiados: No usar agua directamente.

Productos que se forman en la combustión y degradación térmica: En sí misma no produce combustión, en contacto con calor produce emanaciones tóxicas: Óxido de sodio e Hidrógeno.

Precauciones para el personal de emergencia y/o bomberos: Retire recipientes del área del incendio si no hay peligro, refrigerar los recipientes con agua.

Primeros Auxilios:

Inhalación: Mueva a la víctima al aire fresco. No utilice el método de respiración boca a boca si la víctima inhaló la sustancia. Induzca la respiración artificial con la ayuda de una mascarilla de bolsillo equipada con una válvula de una vía o con otro dispositivo médico respiratorio adecuado. Consulte con un médico.

Piel: Remover inmediatamente ropa contaminada, enjuagar y lavar con jabón. Buscar atención médica. Ojos: Antes de lavado retire lentes de contacto, lavado con abundante agua por mínimo 20 minutos. Nunca deje sola a la víctima.

Ingestión: Administrar agua en pequeños sorbos inmediatamente si la víctima está consciente. No inducir vómito.

4. Peróxido de Hidrógeno (17-19)

Peligros Potenciales a la salud:

Inhalación: Tos, disnea, broncoespasmo e irritación de vías respiratorias.

Ingestión: Irritación superficial en la boca, la garganta y el estómago, con edema y eritema.

Piel: Corrosivo a concentraciones mayores del 10%. Blanqueamiento de la piel y picazón.

Ojos: Enrojecimiento, dolor, visión borrosa. Puede causar daños irreparables en la retina y eventualmente ceguera.

Ropa Protectora:

Protección respiratoria: Un respirador de cara completo con línea de aire (ALR).

Protección de manos: Guantes aprobados hechos de nitrilo, PVC, o Neopreno. No use algodón, lana o piel porque esos materiales reaccionan RÁPIDAMENTE con concentraciones altas de peróxido de hidrógeno.

Protección ojos/cara: Gafas de seguridad ajustadas al contorno del rostro.

Protección de piel: use ropa impermeable, un traje de caucho SBR, PVC, Gore-tex, traje especializado HAZMAT contra salpicaduras.

Derrame o Fuga:

Procedimiento de emergencia: Personas necesarias para el combate de la emergencia, manténgalas corriente arriba de la dirección del viento en relación del derrame o fuga.

Precauciones medioambientales: No tirar los residuos por el desagüe.

Métodos y materiales de contención, confinamiento y/o abatimiento: Recoger con material adsorbente de líquidos y neutralizante, por ejemplo con Chemisorb® H+.

Medidas adicionales de prevención de desastres: Recoja, una y aspire los derrames. Proceder a la eliminación de los residuos.

Fuego:

Agentes de extinción: Agua pulverizada, espuma, polvo extinguidor seco.

Agentes de extinción inapropiados: Chorro de agua, dióxido de carbono (CO₂).

Productos que se forman en la combustión y degradación térmica: Se libera oxígeno el cual puede intensificar el fuego.

Precauciones para el personal de emergencia y/o bomberos: Use agua en espray para enfriar las superficies expuestas a fuego y para proteger al personal.

Primeros Auxilios:

Inhalación: Llevar víctima lugar ventilado, aflojar ropa ajustada, si no puede respirar no administrar respiración boca a boca.

Piel: Remueva ropa inmediatamente, lavar con abundante agua al menos 15 minutos.

Ojos: Antes del lavado remover lentes de contacto, lavar con abundante agua ojos y párpados, al menos 15 minutos.

Ingestión: Si está consciente administre abundante agua. No inducir el vómito, si éste se presenta inclinar a la víctima hacia adelante. Buscar atención médica de inmediato. Si está inconsciente no dar a beber nada.

5. Amoníaco Líquido (20-22)

Peligros Potenciales a la salud:

Inhalación: Irritante al tracto respiratorio.

Ingestión: Quemaduras en las mucosas del tracto digestivo generando sangramientos.

Piel: Enrojecimiento o quemaduras cutáneas

Ojos: Quemaduras oculares con daño irreparable.

Ropa Protectora:

Protección respiratoria: Máscara de doble vía con filtros para vapores orgánicos.

Protección de manos: Guantes de neopreno, PVC, puño largo. No se recomienda el uso de guantes de PVA.

Protección ojos/cara: Antiparras ajustadas al contorno del rostro.

Protección de piel: Tanto los zapatos de seguridad como la indumentaria deben ser resistente a los corrosivos.

Derrame o Fuga:

Procedimiento de emergencia: Ventilar la zona.

Precauciones medioambientales: Evite que penetre en el alcantarillado y las conducciones de agua.
Métodos y materiales de contención, confinamiento y/o abatimiento: Impida que se libere al medioambiente con diques.

Medidas adicionales de prevención de desastres: No tocar el líquido, ni permita el contacto directo con el vapor.

Fuego:

Agentes de extinción: Rocío o niebla de agua, o utilizar polvo químico seco, arena seca, espuma resistente al alcohol.

Agentes de extinción inapropiados: No utilizar chorro directo de agua.

Productos que se forman en la combustión y degradación térmica: Vapores de amoníaco que al mezclarse con aire pueden encenderse.

Precauciones para el personal de emergencia y/o bomberos: Combata el incendio desde una distancia máxima o utilice soportes fijos para mangueras o chiflones reguladores.

Primeros Auxilios:

Inhalación: No usar método respiración boca a boca si víctima ingirió o inhaló la sustancia. Obtener atención médica inmediata.

Piel: Retirar a la víctima del área contaminada, quitar ropa contaminada, lavar parte afectada con abundante agua por un tiempo prolongado.

Ojos: Aclarar inmediatamente los ojos abiertos bajo agua corriente durante 10 o 15 minutos y consultar al oftalmólogo. Proteger el ojo ileso.

Ingestión: Lavar la boca inmediatamente y beber agua en abundancia. Llamar al médico inmediatamente.

6. Aceite de Ricino (23-25)

Peligros Potenciales a la Salud:

Inhalación: Tos, estornudo, dolor de nariz y garganta.

Ingestión: Dolor abdominal, náuseas, vómitos y diarrea.

Piel: Sarpullido, irritación.

Ojos: Enrojecimiento, visión borrosa o difusa.

Ropa Protectora:

Protección respiratoria: Normalmente no es necesaria protección personal.

Protección de manos: Guantes elaborados con polímero laminado.

Protección ojos/cara: Utilizar gafas de protección con protección a los costados.

Protección de piel: Delantal, botas de seguridad, ropa de protección química tales como overol.

Derrame o Fuga:

Procedimiento de emergencia: Mantener una ventilación adecuada en las áreas después de derrame accidental.

Precauciones medioambientales: Alejar del desagüe y de las aguas superficiales y subterráneas.

Métodos y materiales de contención, confinamiento y/o abatimiento: Usar arena o vermiculita y conservar en un contenedor cerrado para su destrucción

Fuego:

Agentes de extinción: Agua pulverizada, polvo seco o dióxido de carbono, espuma. Agentes de extinción inapropiados: Chorro de agua directo.

Productos que se forman en la combustión y degradación térmica: Monóxido de carbono (CO), Dióxido de carbono (CO₂).

Precauciones para el personal de emergencia y/o bomberos: En caso de incendio y/o de explosión no respire los humos.

Primeros Auxilios:

Inhalación: Lleve a la persona al aire libre. Si siente malestar, consiga atención médica. Piel: Lave de inmediato con agua y jabón.

Ojos: Retirar los lentes de contacto y lavar abundantemente con agua limpia durante por lo menos 15 minutos.

Ingestión: Enjuague la boca. No provocar el vómito.

7. Ácido Nítrico (26-29)

Peligros Potenciales a la salud:

Inhalación: Estornudos, ronquera, laringitis.

Ingestión: Salivación, sed intensa, dificultad para tragar, dolor, shock.

Piel: Quemaduras, dolor y dermatitis.

Ojos: Irritación, erosión de la córnea e incluso ceguera.

Ropa Protectora:

Protección respiratoria: mascarilla con filtros tipo NO-P3 (filtros combinados contra gases nitrosos y partículas).

Protección de manos: Guantes de caucho fluorado o de neopreno para el contacto permanente. Contacto máximo de 15 min. emplearse guantes de caucho de nitrilo.

Protección ojos/cara: Gafas de protección con protección a los costados.

Protección de piel: Ropa de PVC, delantales y botas de goma, neopreno, nitrilo o PVC.

Derrame o Fuga:

Procedimiento de emergencia: Evacuar al personal no necesario.

Precauciones medioambientales: Evite que penetre en el alcantarillado y las conducciones de agua.
Métodos y materiales de contención, confinamiento y/o abatimiento: Impida que se libere al medio ambiente.

Fuego:

Agentes de extinción: Espuma. Polvo seco. Dióxido de carbono. Agua nebulizada. Arena. Agentes de extinción inapropiados: No utilizar chorro directo de agua.

Productos que se forman en la combustión y degradación térmica: Vapores corrosivos perjudiciales para la salud.

Precauciones para el personal de emergencia y/o bomberos: Evite que el agua (Sobrante) de extinción del fuego afecte el entorno.

Primeros Auxilios:

Inhalación: Mueva a la víctima al aire fresco. Mantener víctima en reposo y con temperatura corporal normal. Obtenga atención médica inmediata.

Piel: Lavar zona contaminada con agua y jabón, quitar ropa incluyendo zapatos contaminados.

Ojos: Lave inmediatamente los ojos con agua en abundancia durante mínimo 15 minutos, manteniendo los párpados abiertos para asegurar el enjuague.

Ingestión: No inducir vómito, ingerir gran cantidad de agua. No administrar nada por la boca si el paciente está inconsciente. Solicite atención médica inmediata.

8. Cloruro de Vinilo (30-32)

Peligros Potenciales a la salud:

Inhalación: Irritación severa y quemaduras en nariz y garganta.

Ingestión: Quemaduras en boca y garganta. Náuseas, vómitos.

Piel: Dolor, enrojecimiento local, quemaduras.

Ojos: Irritación severa con lesión corneal.

Ropa Protectora:

Protección respiratoria: Protección respiratoria es necesaria para: formación de polvo. Filtro de partículas. P1 (filtra al menos 80% de las partículas atmosféricas).

Protección de manos: Guantes con material de como fluoroelastómeros, caucho butílico de nitrilo.

Protección ojos/cara: Utilizar gafas de protección con protección a los costados.

Protección de piel: Ropa antiestática, debe incluir overoles, botas y guantes antiestáticos.

Derrame o Fuga:

Procedimiento de emergencia: Alejar personal no autorizado al siniestro.

Precauciones medioambientales: Evite que entre en el suelo, zanjas, alcantarillas, vías fluviales y/o agua subterránea.

Métodos y materiales de contención, confinamiento y/o abatimiento: Arena, espuma.

Fuego:

Agentes de extinción: Agua pulverizada, espuma, polvo extinguidor seco.

Agentes de extinción inapropiados: Chorro de agua en forma directa.

Productos que se forman en la combustión y degradación térmica: Humos tóxicos de cloruro de hidrógeno, monóxido de carbono y dióxido de carbono, pueden incluir trazas de fosfógeno. Precauciones para el personal de emergencia y/o bomberos: Luchar contra el incendio desde una distancia razonable, tomando las precauciones habituales.

Primeros Auxilios:

Inhalación: Mueva a la persona al aire fresco. Si no respira administrar respiración artificial (evitar el método boca a boca). Si respira con dificultad suministrar oxígeno. Obtenga atención médica de inmediato.

Piel: Enjuague inmediatamente la piel con abundante agua durante 15 minutos.

Ojos: Si utiliza lentes de contacto retirarlo inmediatamente, luego continuar enjuagando los ojos durante al menos 15 minutos más. Obtener atención médica con prontitud.

Ingestión: La ingestión no se considera una posible vía de exposición.

9. Monómero de Estireno (33-35)

Peligros Potenciales a la salud:

Inhalación: Irritación ojos, nariz, garganta.

Ingestión: Molestias e irritación del tracto gastrointestinal y depresión del SNC (fatiga, mareos, desmayos, coma y muerte).

Piel: Modera irritación.

Ojos: Irritante ocular moderado.

Ropa Protectora:

Protección respiratoria: para la formación de aerosol y niebla. P2 (filtra al menos 94% de las partículas atmosféricas). Tipo: A (contra gases y vapores orgánicos con un punto de ebullición de >65°C). Protección de manos: Guantes de PVC.

Protección ojos/cara: Caretas de protección y gafas de seguridad.

Protección de piel: Traje de protección completo contra productos químicos. Vestimenta protectora antiestática retardante de la flama.

Derrame o Fuga:

Procedimiento de emergencia: Evacuar personal no autorizado. Los vapores pueden acumularse en las zonas inferiores.

Precauciones medioambientales: No permita que el producto entre en el alcantarillado, desagüe y de las aguas superficiales y subterráneas.

Métodos y materiales de contención, confinamiento y/o abatimiento: Absorber con una sustancia aglutinante de líquidos (arena, harina fósil, aglutinante de ácidos, aglutinante universal).

Fuego:

Agentes de extinción: Espuma, polvo extinguidor seco.

Agentes de extinción inapropiados: Chorro de agua directo.

Productos que se forman en la combustión y degradación térmica: En caso de incendio pueden formarse: monóxido de carbono (CO), dióxido de carbono (CO₂), Óxidos de nitrógeno (NO_x).

Precauciones para el personal de emergencia y/o bomberos: Extinguir el incendio a la distancia máxima o usar soportes de mangueras sin intervención del personal, o lanzas monitoras.

Primeros Auxilios:

Inhalación: Mueva a la persona al aire fresco. Suministre oxígeno o respiración artificial si es necesario. Piel: Quitarse las prendas contaminadas y lavarlas antes de volver a usarlas. Lave la piel a fondo con jabón suave/agua.

Ojos: Lavar bien los ojos con abundante agua por lo menos durante 15 minutos, levantando de vez en cuando los párpados superior e inferior.

Ingestión: Enjuague la boca con agua. No inducir vómito. Conseguir atención médica de emergencia.

III. Marco Legislativo

En Chile varios son los Ministerios que les corresponde acciones de fiscalización, control y remediación de Emergencias de MP: Transporte, Salud, Medio Ambiente, Seguridad Pública, Obras Públicas, por lo que a continuación se muestra breve resumen con los principales leyes y decretos que regulan el Transporte de Sustancias Peligrosas, descontaminación y monitoreo en aguas y suelo.

1. Transporte de Sustancias Peligrosas

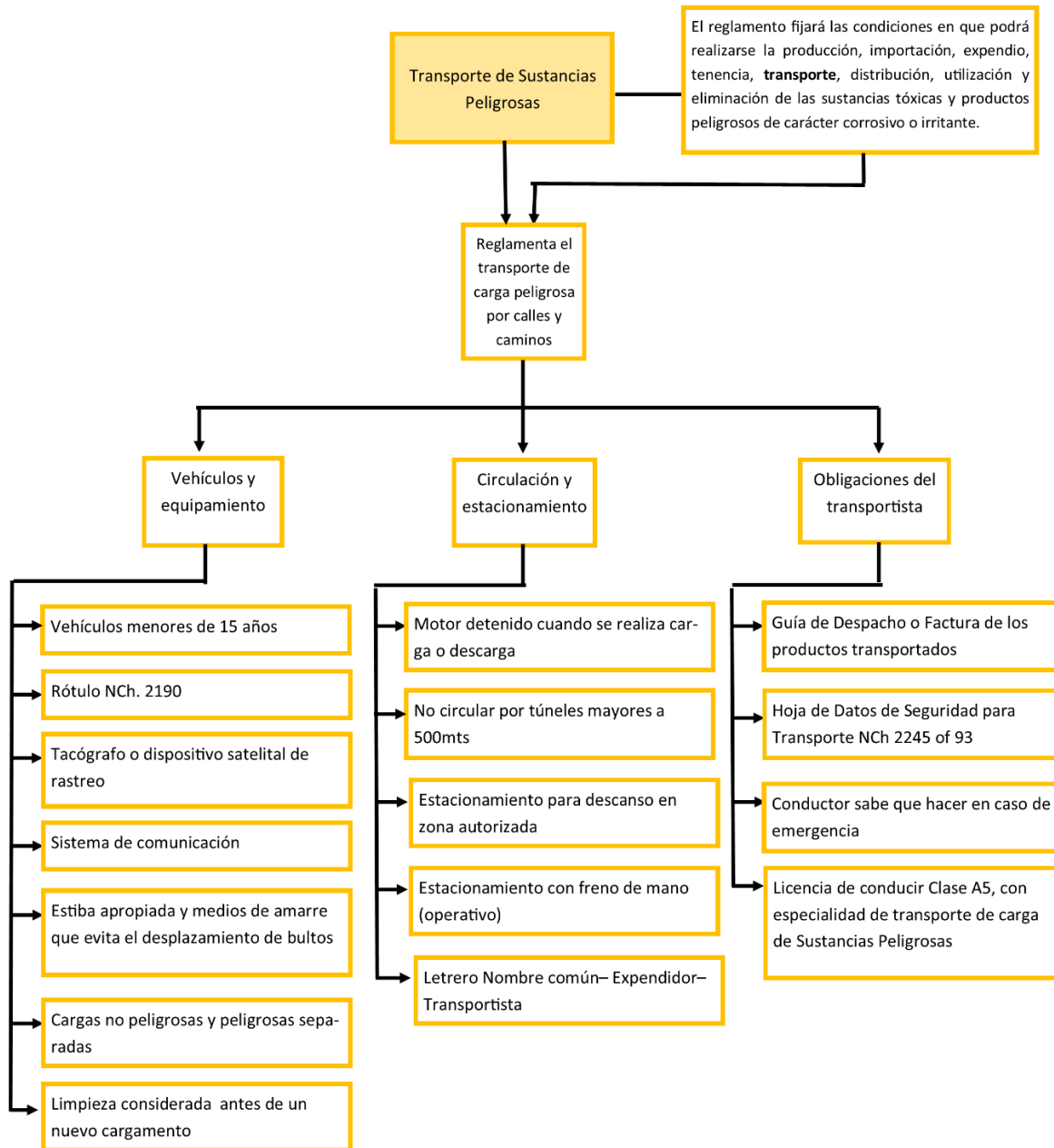
El Código Sanitario Ley N°725, Artículo 90° señala que “El reglamento fijará las condiciones en que podrá realizarse la producción, importación, expendio, tenencia, transporte, distribución, utilización y eliminación de las sustancias tóxicas y productos peligrosos de carácter corrosivo o irritante, inflamable o comburente; explosivos de uso pirotécnico y demás sustancias que signifiquen un riesgo para la salud, la seguridad o el bienestar de los seres humanos y animales” (36).

Es por ello que existe el Decreto Supremo N°298 (1994 y modificado por DL 198/2000) que “Reglamenta el transporte de cargas peligrosas por calles y caminos” (3). Este decreto tiene por objetivo reglamentar y regular el transporte de cargas peligrosas por calles y caminos, así como los vehículos utilizados para esta tarea, es decir, regula a los vehículos que se dedican al transporte de sustancias peligrosas en el territorio nacional, estableciendo una serie de disposiciones legales, tanto para el vehículo como para el conductor y empresa propietaria de la carga, las cuales deben ser cumplidas íntegramente para prestar un servicio de este tipo. Se modifica dicho Decreto en el año 2000 dando origen al Decreto Supremo N°198 (2000) “Modifica Decreto N°298, de 1994” (37). Decreto que modifican tanto artículo 1° y 5°, además de la incorporación de un nuevo artículo 20° al Decreto 298/1994.

Mencionar además la Norma Chilena Oficial NCh382.Of98 (1998) “Sustancias Peligrosas-Terminología y clasificación general”(1). Esta norma se aplica a las sustancias peligrosas definidas en capítulo 5 de esta norma, clasificadas atendiendo al tipo de riesgo más significativo que presentan fundamentalmente en su transporte y en la manipulación y almacenamiento relativos al transporte. Si bien esta norma no habla directamente del transporte, si da conocimiento del tipo de sustancias las cuales se van a transporta.

A continuación, se presenta un resumen de los reglamente aplicables al Transporte de Sustancias Peligrosas en Chile:

Esquema N°1: Resumen Marco legislativo para el Transporte de Sustancias Peligrosas en Chile (1), (3), (36), (37).



1A. Agua

Las instituciones que tienen capacidad directa en el control de la contaminación de las aguas son: Dirección General del Territorio Marítimo y de Marina Mercante (DIRECTEMAR), Superintendencia de Servicios Sanitarios (SISS), Dirección General de Aguas (DGA), Servicios de Salud, Subsecretaría de Pesca y Acuicultura, Servicio Nacional de Pesca y Acuicultura, Servicio Agrícola y Ganadero (SAG), y las Municipalidades, siendo la autoridad ambiental la que los coordina (Ley Chile) (38) .

Decreto Ley N°609, del Ministerio de Obras Públicas (MOP), de 1998. Norma de Emisión para la Regulación de Contaminantes asociados a las Descargas de Residuos Industriales a Sistemas de Alcantarillado. Mejorar la calidad ambiental de las aguas servidas crudas que los servicios públicos vierten a las aguas (terrestre o marítimas), mediante el control de los contaminantes líquidos de origen industrial que se descargan al alcantarillado, logrando proteger los cuerpos de agua receptores. Además, se protegen los sistemas de alcantarillado y las plantas de tratamiento de aguas servidas y se evita que elementos contaminantes puedan ser liberados al medioambiente urbano por accidentes del sistema de alcantarillado. La norma, establece límites máximos permitidos para descargas de efluentes que se efectúen a redes de alcantarillado que cuenten o no con plantas de tratamiento de aguas servidas (las tablas se pueden ver al final de la guía en la sección de anexos). La norma establece los sistemas de control, las condiciones para la extracción de muestras, los criterios de cumplimiento de esta y los métodos de análisis de las muestras, además de las responsabilidades de fiscalización por parte de los organismos públicos competentes (39).

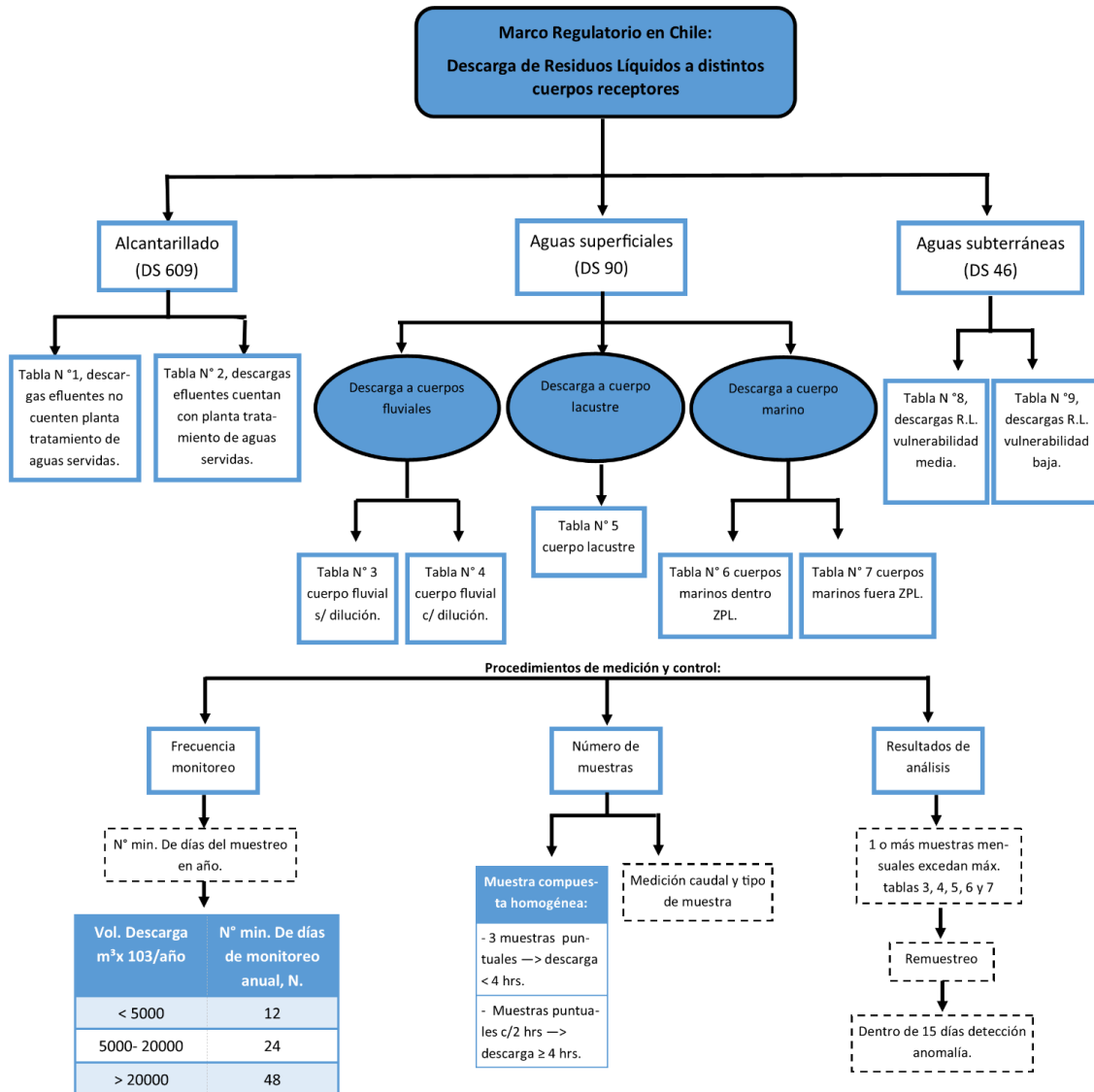
Decreto Ley N°90, del Ministerio Secretaría General de la Presidencia, de 2001. “Norma de Emisión para la Regulación de Contaminantes Asociados a las Descargas de Residuos Líquidos a Aguas Marinas y Continentales Superficiales”, señala que la presente norma de emisión establece la concentración máxima de contaminantes permitida para residuos líquidos descargados por las fuentes emisoras, a los cuerpos de agua marinos y continentales superficiales de la República de Chile”, esta norma tiene como objetivo prevenir la contaminación de las aguas marinas y continentales superficiales del país mediante el establecimiento de umbrales de concentración de parámetros físico-químicos de las descargas líquidas emitidas por una fuente emisora a un cuerpo receptor. La determinación del “contenido natural” del cuerpo receptor corresponde a la DGA, entendiéndose este como la concentración de un contaminante en el cuerpo receptor. Se clasifican 5 tipos de receptores, con los respectivos valores máximos, que las descargas líquidas deberán cumplir, estos son: a) los cuerpos de agua fluviales¹, sin capacidad de dilución, b) los cuerpos de agua fluviales, con capacidad de dilución, c) los cuerpos lacustres², d) los cuerpos marinos³ que están dentro de la zona de protección litoral, y e) los cuerpos marinos que están fuera de la zona de protección litoral. La norma también contempla los procedimientos de medición y control de la descarga, y determina quienes fiscalizaran el cumplimiento de la norma y los plazos de cumplimiento (40).

Decreto Ley N° 46, del Ministerios Secretaría General de la Presidencia, de 2002.

Esta norma se enfoca en prevenir la contaminación del recurso hídrico mediante el control de los residuos industriales líquidos que se infiltran al acuífero, estableciendo las características que deben cumplir las dichas descargas de residuos industriales líquidos y de esta forma proteger los recursos hídricos subterráneos. Se hace referencia a la Vulnerabilidad Intrínseca de un acuífero, cuando la relación con la velocidad con la que un contaminante puede migrar hasta la zona saturada del acuífero se define como: alta, media o baja, siendo que a mayor rapidez mayor vulnerabilidad (41).

Para ver información referente a límites de contaminantes en aguas, ingrese al siguiente enlace:
https://drive.google.com/file/d/1xuQ2PXDn7oZUQJ3bDrmNDBuHhyxu_HmR/view?usp=sharing

Esquema N°2: Resumen de decretos de descontaminación en Aguas superficiales, aguas subterráneas y Alcantarillado (39), (40), (41).



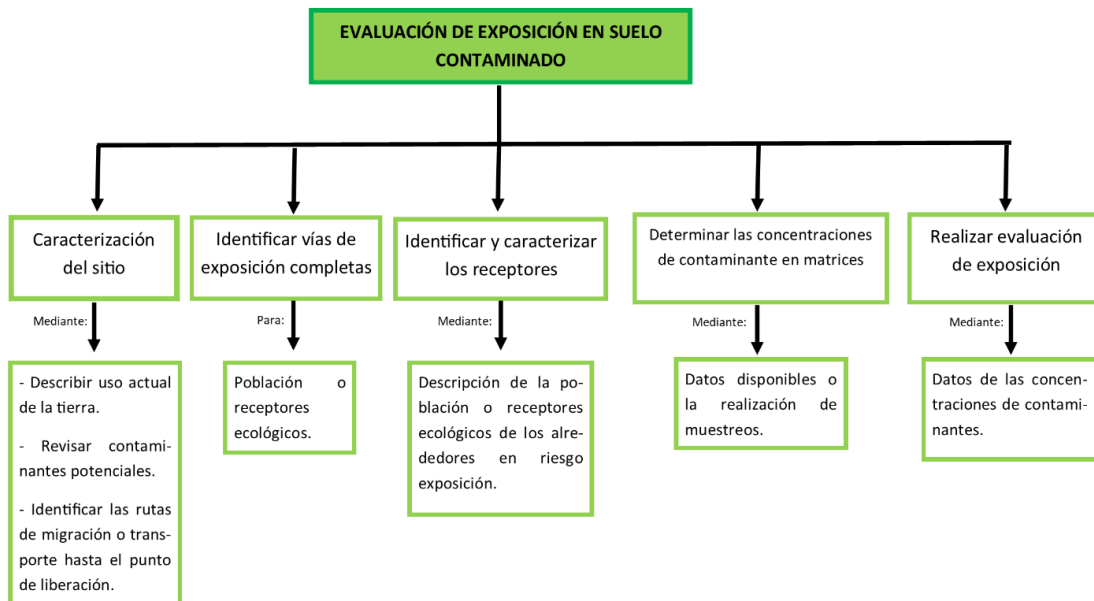
2A. Suelo

Ley 19.300, sobre “Bases Generales del Medio Ambiente”, 2010, señala que “El Ministerio de Medio Ambiente administrará la información de los programas de medición y control de la calidad ambiental del aire, agua y suelo para los efectos de velar por el derecho a vivir en un medio ambiente libre de contaminación”, pero no especifica mayores detalles, salvo que el Ministerio de Medioambiente es el encargado de velar por la descontaminación de suelos como se indica. Hay leyes, decretos y normas en base a la descontaminación de suelos a nivel agrícola. Sin embargo, dando a conocer las características del tipo de suelo se indica el nivel de contaminación a la cual se va a enfrentar (42).

Un proceso de infiltración en el suelo muchas veces no es apreciable a simple vista, e involucra un descenso gravitacional por la matriz del suelo pudiendo llegar hasta aguas subterráneas contenidas en acuíferos someros o profundos. Una vez que ha ocurrido un derrame de contaminantes en el suelo, los fenómenos de capilaridad y gravedad los conducen hacia las aguas subterráneas, por ello, se hace necesario entender la forma del transporte. En términos generales, el comportamiento de los contaminantes está en función de sus características fisicoquímicas en las que se incluyen principalmente densidad, solubilidad, viscosidad, además de las características del medio que los rodea como son: el tipo de suelo, adsorción, permeabilidad, tamaño de las partículas, contenido de humedad y de materia orgánica, succión, profundidad del nivel del agua entre otros. Los factores climatológicos como la temperatura y las precipitaciones pluviales también tienen influencia; todos los fenómenos físico-químicos definen el tamaño y distribución de la pluma de contaminación en una zona. Todas las variables en su conjunto definen el tamaño y la distribución tridimensional del frente de contaminación en una zona específica (43).

Lo que se puede simplificar a la hora de evaluar la contaminación en suelo, de la siguiente forma:

Esquema N°3: Evaluación de exposición en suelo contaminado (43).



IV. Caso Ficticio, el paso a paso

Camión cisterna cargado con petróleo sale de la planta Petrolera de Coronel hacia la planta SMPS localizada en la ciudad de Nacimiento. Mientras se dirige en su trayectoria por la ruta 156, aproximadamente cercano al sector Los Robles, un camión maderero que viene en dirección contraria, colisiona al camión con combustible provocando el volcamiento del camión cisterna y derrame de uno de sus tres tanques de combustible sobre la carretera, tierra y río cercano al evento llamado río Niobio. Posterior y producto del volcamiento y derrame se produce un incendio del combustible.

Primer paso:

Llamar a unidades de emergencia

A) Ambulancia:

- Dirección y referencia de la emergencia.
- Número y estado general de lesionados (quemaduras, intoxicación, consciente o inconsciente).

- Tipo de accidente: Fuga o derrame (gas, líquido, sólido) e incendio.
- Sustancia química involucrada (idealmente el número de naciones unidas).

B) Bomberos:

- Dirección y referencia.
- Tipo de accidente: Fuga o derrame (gas, líquido, sólido) e incendio.
- Sustancia química involucrada (idealmente el número de naciones unidas).

C) Carabineros:

- Dirección y referencia.
- Acciones tomadas, evacuación y llamados efectuados.
- Tipo de accidente: Fuga o derrame (gas, líquido, sólido).

D) Llamar a empresa de donde proviene camión

Segundo paso

Se debe aislar el área restringiendo el acceso a personas innecesarias y sin la debida protección. Se elimina toda fuente de ignición para impedir posibles fugas adicionales.

Incendio:

- Combatir el incendio desde una distancia máxima o utilizar soportes fijos para mangueras o chiflones reguladores.
- Se combate el fuego con espuma mecánica resistente a alcoholes y polvo químico seco.
- Enfriar los contenedores con chorros de agua hasta mucho después de que el fuego se haya extinguido. No introducir agua en los contenedores.
- No utilizar chorros directos de agua a alta presión si el producto está en llamas, debido al riesgo de esparcimiento del material en combustión.

Derrame:

- Eliminar toda fuente de ignición y evitar fugas adicionales del material. Evacuar al personal del área hacia un sector previamente establecido. No permita fumar.
- Contener completamente el petróleo, formando diques, sacos de arena y/o material orgánico como tierra.
- Recoger con un apropiado absorbente no combustible y colocar en un sitio adecuado.

Tercer paso

Carabineros y Bomberos realizan la evacuación de personas aledañas al incidente:

- Conservar la calma y salir caminando.
- Seguir atentamente las instrucciones de los encargados de la evacuación.
- Dirigirse hacia zonas de seguridad previamente establecidas por las autoridades a cargo.
- Al ser evacuada mantener silencio, sin generar pánico entre los demás.
- Evitar formar grupos numerosos.
- Una vez en la zona de seguridad, permanecer en ella.
- No regresar a lugar afectado hasta que lo indiquen las autoridades.

Cuarto paso

Exigencias hacia la empresa de transporte por parte de las Autoridades Sanitarias:

1.- Plan de remediación y monitoreo:

- Identificar tipo de matrices afectadas (Ej: agua, suelo).
- Dimensionar el área afectada (Superficie, distancia del accidente km, puntos que contamina la sustancia peligrosa).
- Indicar como va a recuperar los residuos (por ejemplo: si es mediante algún tipo de maquinaria, delegar a alguna empresa responsable de sustancias peligrosas, laboratorios de remediación y monitorización ambiental, etc. Sin perjuicio de lo anterior la autoridad sanitaria es al dueño de la empresa a quién se exige para que se hagan responsables): Agua y tierra contaminada.
- Disposición final, que refiere al procedimiento de eliminación mediante el depósito definitivo en el suelo de los residuos peligrosos, con o sin tratamiento previo. (DS 148). Es decir, la disposición final informada debe ir a sitios obligatoriamente que cuenten con la autorización sanitaria ambiental vigente, no se puede disponer de los residuos en sitios no autorizados como por ej: residuos a sitios propios. Por lo que si el suelo es contaminado debe ir a rellenos de seguridad y

los líquidos o aguas contaminadas deben ir a plantas o laboratorios de tratamiento para su remediación.

- Monitoreo: suelo y agua (Agua subterránea- río). Luego de que se hagan las labores de remediación en suelo y/o en agua como empresa involucrada en el incidente debe asegurar y demostrar a la autoridad sanitaria que efectivamente el contaminante no se encuentra ni en suelo ni en agua.
- Plan de remediación debe contener una matriz de identificación de peligro y evaluación de riesgo, tomando en consideración de control necesarias, que posterior a la remediación y monitoreo, no ocurra ningún accidente adicional al que ya ocurrió producto de la emergencia.
- Identificar posibles impactos adicionales (Ej: Captación de agua planta tratamiento de agua, captación de aguas en zonas aledañas usadas para captación de consumo humano, etc).
- Incorporar al sistema de monitoreo, con un muestreo, donde la muestra tipo blanco sería agua arriba (donde no ha ocurrido ningún incidente y sería la muestra de referencia) y abajo (muestra o aguas contaminadas). La muestra agua arriba las autoridades sanitarias la ocupan como muestra de comparación con el fin de que a medida que avance la remediación esa agua pudiese volver al estado antes del accidente. (Código Sanitario)

2.- Investigación como accidente laboral (Camión):

- Ley N°16744 Ley accidente del trabajo. Obligación de informar riesgo (DS 40), planes de emergencia (DS 594), procedimientos, todos los antecedentes que la empresa pueda presentar con el fin de acreditar (investigación), identificación de peligro/evaluación de riesgos, cumplimiento DS N°298.

V. Listado de Laboratorios de remediación y Monitoreo

Nombre Laboratorio	Reseña	Fono Contacto	Correo Electrónico	Página Web
HIDRONOR, GESTION Y TRATAMIENTO DE RESIDUOS.	Gestión de residuos y suelos contaminados.	+56 2 25705714 +56 2 25705700	ventas@hidronor.cl contacto@hidronor.cl	https://www.hidronor.cl/en-las-mejores-manos/
AGRIQUEM AMERICA, AGQ Labs Chile.	Centro Tecnológico Químico, fundamentado en laboratorios de análisis, ensayos avanzados e ingeniería química especializada, ofrece soluciones y servicios dirigidos a los sectores Agronómico, Alimentario, Medioambiental, Minero y de Salud y Seguridad.	+562 2 7544000	atencionalclientechile@agqlabs.com	https://agqlabs.cl/medio-ambiente/
SILOB CHILE LTDA.	Prestamos servicios de muestreo y análisis para actividades productivas o de servicios, públicos o privados. Se realiza muestreo y ensayos microbiológicos, físico- químicos y organolépticos en Alimentos, Productos Hidrobiológicos, Aguas, Aguas Residuales y sedimentos acreditados bajo la NCh ISO 17025.Of2005.	+562 2 3319550	silobstgo@silobchile.cl	https://silobchile.cl/medio-ambiente/
LABORATORIO HIDROLAB S.A.	Laboratorio acreditado, que realiza el servicio completo desde la toma de muestras. Analizando distintos tipos de muestra las cuales son Análisis de agua, suelo, minería, alimentos, cannabis, aire y residuos sólidos y líquidos.	+56227566350	contacto@hidrolab.com	https://www.hidrolab.com/
CENMA, Centro Nacional de Medioambiente.	Fundación de la Universidad de Chile. Laboratorio con acreditación, prestigio nacional e internacional, cuenta con personal equipado, vasta experiencia en muestreo y análisis de metales y otros contaminantes relevantes en muestras ambientales (aguas naturales y contaminantes, sedimentos, suelos, relaves, residuos peligrosos, polvo, material particulado sedimentable) relacionadas con problemas y conflictos ambientales complejos.	+562 29275500 +562 29275573	icortes@cenma.cl	https://www.cenma.cl/quimi-caambiental.php
HAZMAT CHILE LTDA	Ofrece una amplia variedad de presentaciones, orientadas a satisfacer las necesidades de su empresa, en el área de los Materiales Peligrosos. Los operados son capaces de trabajar en condiciones de alto riesgo de forma segura, de acuerdo con normativas nacionales e internacionales. Permitiendo prestar soluciones en el manejo de productos químicos, radioactivos y agentes biológicos.	+562 226 9628	contacto@hazmat.cl	https://hazmat.cl/

VI. Referencias

1. Sustancias peligrosas - Terminología y clasificación general, (1998).
2. Ma C. Network optimisation design of hazmat based on multi-objective genetic algorithm under the uncertain environment. International Journal of Bio-Inspired Computation. 2018;12(4):236-44.
3. REGLAMENTA TRANSPORTE DE CARGAS PELIGROSAS POR CALLES Y CAMINOS, (1994).
4. Ma C, Li Y, He R, Wu F, Qi B, Ye Q. Route optimisation models and algorithms for hazardous materials transportation under different environments. International Journal of Bio-Inspired Computation. 2013;5(4):252-65.
5. Lozano A, Muñoz Á, Antún JP, Granados F, Guarneros L. Analysis of hazmat transportation accidents in congested urban areas, based on actual accidents in Mexico. Procedia-social and behavioral sciences. 2010;2(3):6053-64.
6. Barua S, El-Basyouny K, Islam MT. A full Bayesian multivariate count data model of collision severity with spatial correlation. Analytic Methods in Accident Research. 2014;3:28-43.
7. Ma C, Zhou J, Yang D. Causation analysis of hazardous material road transportation accidents based on the ordered logit regression model. International journal of environmental research and public health. 2020;17(4):1259.
8. VILLALBA NMV. REMEDIACION DE SUELOS CONTAMINADOS CON FENANTRENO POR OXIDACION QUÍMICA. JUNIO-2013.
9. ESMAX. HOJA DE DATOS DE SEGURIDAD PETROLEO DIESEL. 2020.
10. S.A P. HOJA DE DATOS DE SEGURIDAD Diesel. 2006.
11. S.A SCdPdCC. HOJA DE DATOS DE SEGURIDAD PETRÓLEO DIESEL B-2. 2019.
12. CISPROQUIM. HOJA DE SEGURIDAD ACIDO CLORHIDRICO LIQUIDO. 12/2005. 5. ROTH C. FICHA DATOS DE SEGURIDAD ACIDO CLORHIDRICO. 2020.
13. Ltda. O. HOJAS DE DATOS DE SEGURIDAD ÁCIDO CLORHÍDRICO. 2019.
14. ROTH C. FICHA DATOS DE SEGURIDAD ACIDO CLORHIDRICO. 2020.
15. Ltda. DSC. HOJA DE DATOS DE SEGURIDAD SODA CÁUSTICA PERLA (HIDROXIDO DE SODIO). 2016.
16. OXYCHILE, HOJAS DE DATOS DE SEGURIDAD SODA CAUSTICA. 04/2019. 9. Ltda. QU. HOJA DE DATOS DE SEGURIDAD DE PRODUCTOS QUÍMICOS (HDS) SODA CAUSTICA. 2018.
17. PeroxyChem L. HOJA DE DATOS DE SEGURIDAD Peróxido de Hidrógeno 50% estándar 2015.
18. SUPELCO. FICHA DE DATOS DE SEGURIDAD Hidrógeno peróxido 30% (Perhydrol®) p.a. EMSURE® 2021.
19. ROTH C. Ficha de datos de seguridad Peróxido de hidrógeno 50% technical, estabilizado 2020.
20. LTDA. QU. HOJA DE DATOS DE SEGURIDAD DE PRODUCTOS QUÍMICOS (HDS) AMONIACO. 2018.
21. ROTH C. Ficha de datos de seguridad Amoníaco en solución ROTIPURAN® 30 %, p.a., ACS. 2020.
22. C.V MQSAD. HOJA DE DATOS DE SEGURIDAD AMONIACO ANHIDRO. 2018.

23. NV C-L. FICHA DE DATOS DE SEGURIDAD Aceite ricino t.p. 2021.
24. V AISADC. HOJA DE SEGURIDAD Aceite de ricino etoxilado. 2018.
25. LLUCH ESSENCE S. FICHA DE DATOS DE SEGURIDAD ACEITE DE RICINO REFINADO. 2018.
26. UNAM Q. HOJA DE SEGURIDAD VI ACIDO NITRICO. 2016.
27. DORWIL QA. HOJA DE SEGURIDAD: ÁCIDO NÍTRICO 65%- 70%. 2020.
28. ROTH C. Ficha de datos de seguridad Ácido nítrico 53 %, puro. 2020.
29. SCIENCE T. FICHA DE DATOS DE SEGURIDAD Nitric acid S.G. 2021.
30. Shintech Louisiana L. SAFETY DATA SHEET VINYL CHLORIDE MONOMER. 2016.
31. GROUP TL. Vinyl chloride, stabilized. 2016.
32. . ROTH C. Ficha de datos de seguridad Cloruro de polivinilo. 2020.
33. C.V QDSAd. Hoja de Datos de Seguridad Monómero de Estireno 2014.
34. ROTH C. Ficha de datos de seguridad Estireno. 2016.
35. UNIVAR. SAFETY DATA SHEET STYRENE MONOMER, STABILISED 2016.
36. CODIGO SANITARIO, Decreto N°725 (1968).
37. MODIFICA DECRETO N° 298, DE 1994, (2000).
38. Gómez EB. Marco regulatorio en Chile y algunas experiencias internacionales en materia de descarga de residuos líquidos a distintos cuerpos receptores (España, Ecuador, Canadá, Australia y Estados Unidos de Norteamérica). BIBLIOTECA DEL CONGRESO NACIONAL DE CHILE2018.
39. ESTABLECE NORMA DE EMISION PARA LA REGULACION DE CONTAMINANTES ASOCIADOS A LAS DESCARGAS DE RESIDUOS INDUSTRIALES LIQUIDOS A SISTEMAS DE ALCANTARILLADO, (1998).
40. ESTABLECE NORMA DE EMISION PARA LA REGULACION DE CONTAMINANTES ASOCIADOS A LAS DESCARGAS DE RESIDUOS LIQUIDOS A AGUAS MARINAS Y CONTINENTALES SUPERFICIALES, (2001).
41. ESTABLECE NORMA DE EMISION DE RESIDUOS LIQUIDOS A AGUAS SUBTERRANEAS, (2002).
42. APRUEBA LEY SOBRE BASES GENERALES DEL MEDIO AMBIENTE, (1994).
43. Varela GC. DISEÑO MONITOREO FRENTE DERRAMES DE HIDROCARBUROS. 2007.