

SEBASTIÁN ARROYO VACA – CARLOS QUINGLA GARRIDO –
SANTIAGO OTERO POTOSI – DAVID LUNA UNDA – BOLIVAR
NUÑEZ SILVA



 **ALUMNI
EDITORA**
2024

PRIMERA EDICIÓN

MATERIALES PELIGROSOS

GUÍA DIDÁCTICA



INSTITUTO VENEZOLANO DE INVESTIGACIONES CIENTÍFICAS
17 DE JULIO

Guía Didáctica Materiales Peligrosos

Autores

Cristian Sebastián Arroyo Vaca

- Ingeniero Mecánico
- Magister en Gestión de Riesgos Mención Prevención de Riesgos Laborales

 <https://orcid.org/0000-0003-3707-5252>

 zebasarroyo@hotmail.com

Carlos Andrés Quingla Garrido

- Ingeniero en Mantenimiento Automotriz
- Magister en Seguridad y Prevención de Riesgos del Trabajo

 <https://orcid.org/0000-0002-8793-5364>

 fcarlos47quingla@gmail.com

Santiago Andrés Otero Potosí

- Master Universitario en Sistemas Integrados de Gestión
- Doctor en Evaluación y Acreditación de Instituciones de Educación Superior

 <https://orcid.org/0000-0002-3823-9522>

 autoscomp@gmail.com

Guía Didáctica Materiales Peligrosos

Autores

Leonardo David Luna Unda

- Ingeniero Mecánico
- Magister en Diseño Mecánico Mención en Fabricación de Autopartes de Vehículos

 <https://orcid.org/0000-0001-8565-8992>

 david-luna86@hotmail.com

Gualberto Bolivar Nuñez Silva

- Ingeniero Mecánico
- Master Universitario en Sistemas Integrados de Gestión

 <https://orcid.org/0009-0008-0705-3697>

 dbastidas@ist17dejulio.edu.ec

Guía Didáctica Materiales Peligrosos

Catalogación Bibliográfica

Autores	<ul style="list-style-type: none">• Cristian Sebastián Arroyo Vaca• Carlos Andrés Quingla Garrido• Santiago Andrés Otero Potosi• Leonardo David Luna Unda• Gualberto Bolivar Nuñez Silva
----------------	--

Título	Guía Didáctica Materiales Peligrosos
---------------	--------------------------------------

Descriptor	Seguridad, Riesgos, Transporte, Química, Emergencias
-------------------	--

Dewey	363.11
--------------	--------

Thema	TQSR
--------------	------

Publicación	Enero 2025
--------------------	------------

Edición	Primera
----------------	---------

ISBN	978-9942-7307-5-6
-------------	-------------------

DOI	https://doi.org/10.70625/alumned/8
------------	---

Editorial	Alumni Editora
------------------	----------------

Pais - Ciudad	Ecuador - Atuntaqui
----------------------	---------------------

Formato	Adobe Acrobat Reader
----------------	----------------------

Páginas	79
----------------	----

Cámara Ecuatoriana del Libro



Todo el contenido de este libro tiene una licencia de Creative Commons Attribution License.

Reconocimiento-No Comercial-No Derivados 4.0 Internacional (CC BY-NC-ND 4.0).

El contenido del texto y sus datos en su forma, corrección y confiabilidad son de exclusiva responsabilidad del autor y no representan necesariamente la posición oficial de Alumni Editora. Se permite descargar la obra y compartirla siempre que se den los créditos al autor, pero sin posibilidad de alterarla de ninguna forma ni utilizarla con fines comerciales.

Guía Didáctica Materiales Peligrosos

Editor en Jefe

Santiago Andrés Otero, PhD., Alumni Editora, Ecuador

Equipo Editorial

- Óscar Gómez Jiménez, PhD., Universidad Internacional de Valencia (VIU), España
- Shashi Kant Gupta, PhD., Eudoxia Research University, Estados Unidos
- Anabell Fondón Ludeña, PhD., Universidad Rey Juan Carlos, España
- Edwin Ricardo Flores Hernández, PhD., Universidad Salvadoreña Alberto Masferrer, El Salvador
- Gopi Devarajan, PhD., SRM Institute of Science and Technology, India
- Flérida Moreno Alcaraz, PhD., Universidad Autónoma de Sinaloa, México
- J. Suresh Kumar, PhD., St. Joseph University, India
- Mauricio Lima Narváez, PhD., Universidad Técnica del Norte, Ecuador
- Héctor Luis López López, PhD., Universidad Autónoma de Sinaloa, México
- Samuel Helena Tumbula, PhD., Universidad Católica de Angola, Angola
- Carlos Bolivar Sarmiento Chugcho, PhD., Universidad Técnica de Machala, Ecuador
- Savier Fernando Acosta Faneite, PhD., Universidad del Zulia, Venezuela
- Mirian Alexandra Valeriano Meneses, PhD., Instituto Superior Tecnológico Liceo Aduanero, Ecuador
- Sivabalan Settu, PhD., CSE SoCI Vignan University Guntur, India
- Lorena Elizabeth Casanova Imbaquingo, MSc., Instituto Universitario Cotacachi, Ecuador
- Gladys Magdalena Paredes, MSc., Ministerio de Educación, Ecuador
- Henri Emmanuel López Gómez, MSc., Universidad Peruana Los Andes, Perú



El contenido del texto y sus datos en su forma, corrección y confiabilidad son de exclusiva responsabilidad del autor y no representan necesariamente la posición oficial de Alumni Editora. Se permite descargar la obra y compartirla siempre que se den los créditos al autor, pero sin posibilidad de alterarla de ninguna forma ni utilizarla con fines comerciales.



Revisión de Pares

Este libro ha sido evaluado mediante un proceso de revisión por pares externos bajo el formato de doble ciego. En consecuencia, la investigación presentada en esta obra cuenta con el respaldo de expertos en la materia, quienes han emitido un juicio imparcial basado en criterios científicos, garantizando así la solidez académica del contenido.

Peer Review

This book has undergone a peer review process by external academics using a double-blind system. Consequently, the research presented in this work has the endorsement of subject matter experts, who have provided an impartial assessment based on scientific criteria, ensuring the academic rigor of the content.



Declaración del Editor

Alumni Editora declara para todos los efectos legales, que:

Esta publicación implica únicamente una cesión temporal de los derechos de autor y de publicación, sin que ello constituya responsabilidad solidaria en la creación de los manuscritos publicados en conformidad con la Ley de Propiedad Intelectual y las normativas legales aplicables.

Autoriza y fomenta que los autores firmen acuerdos con repositorios institucionales con el fin exclusivo de difundir la obra, siempre que se reconozca adecuadamente la autoría y la edición, y que no existan fines comerciales involucrados.

Todos los libros electrónicos publicados son de acceso abierto y, por lo tanto, no se venden en el sitio web de Alumni Editora, ni en plataformas asociadas, de comercio electrónico u otros medios virtuales o físicos, eximiéndose de la transferencia de derechos de autor a los autores.

Todos los miembros del consejo editorial cuentan con el grado académico de cuarto nivel y están vinculados a instituciones de educación superior, conforme a las recomendaciones de las entidades de evaluación académica nacionales e internacionales para la obtención de estándares de calidad editorial.

Alumni Editora no transfiere, comercializa, ni autoriza el uso de los nombres, correos electrónicos u otros datos personales de los autores para fines distintos a la difusión de esta obra.

Declaración del Autor

El autor de la obra declara: 1. no poseer ningún interés comercial que pueda representar un conflicto de interés en relación con el presente documento publicado; 2. Asegura haber participado activamente en la elaboración del manuscrito, específicamente en la concepción del estudio, la obtención de datos y/o su análisis e interpretación; la redacción o revisión del documento para garantizar su relevancia intelectual y la aprobación final del manuscrito antes de su envío; 3. Certifica que el contenido publicado está libre de datos o resultados fraudulentos; 4. Confirma que todas las citas y referencias de datos e interpretaciones de investigaciones previas son correctas; 5. Reconoce haber declarado todas las fuentes de financiamiento recibidas para la investigación; 6. Autoriza la publicación de la obra, que incluye su inclusión en catálogos, asignación de ISBN, DOI, otros índices, diseño visual, portada, maquetación interior, y su posterior difusión según lo dispuesto por Alumni Editora.

Prólogo

Esta obra fundamental que aborda la complejidad y los desafíos del manejo seguro de sustancias peligrosas a medida que las industrias y la sociedad en general se enfrentan a un aumento en el uso de productos químicos y materiales peligrosos, la necesidad de una comprensión profunda y un manejo adecuado se vuelve crítica, este texto no solo proporciona un marco normativo robusto, sino que también enfatiza la importancia de la capacitación y la preparación ante incidentes.

La guía se estructura en torno a la normativa aplicable, incluyendo leyes nacionales e internacionales que regulan el manejo, transporte y disposición de materiales peligrosos a través de un enfoque sistemático, el texto detalla las leyes como el Sistema Globalmente Armonizado (GHS) y normativas específicas como la Ley de Control de Sustancias Tóxicas (TSCA) en Estados Unidos, así como regulaciones en Ecuador, este marco normativo es esencial para proteger tanto a los trabajadores como al medio ambiente, asegurando que se sigan prácticas seguras en todas las etapas del ciclo de vida de los materiales peligrosos.

Uno de los aspectos más críticos que aborda la guía es la respuesta inicial ante incidentes con materiales peligrosos, se destaca el papel del primer respondedor quien debe actuar rápidamente para evaluar la situación, establecer perímetros de seguridad y notificar a las autoridades competentes, la capacitación en el uso adecuado del equipo de protección personal (EPP) y la implementación de medidas de control son vitales para minimizar riesgos y proteger vidas.

En resumen este documento es una herramienta invaluable para profesionales en el campo del manejo de sustancias peligrosas, su enfoque integral no solo promueve la seguridad y el cumplimiento normativo, sino que también fomenta una cultura de prevención y responsabilidad en el manejo de materiales que pueden tener consecuencias devastadoras si no se gestionan adecuadamente; esta obra es un llamado a la acción para todos aquellos involucrados en la manipulación de materiales peligrosos, subrayando que la educación y la preparación son las mejores defensas contra los riesgos asociados.

Los Autores

Índice

Unidad 1: Manejo inicial de incidentes con materiales peligrosos y normativa aplicable	8
Leyes y normativa aplicable a materiales peligrosos	9
Características de un incidente MATPEL.....	12
Acciones iniciales del primer respondedor.....	14
Evaluar la situación	16
Establecer un perímetro de seguridad.....	18
Zona de aislamiento inicial ZAI	20
Zona de acción protectora ZAP	22
Unidad 2: Clasificación de sustancias químicas peligrosas	23
Sustancias químicas peligrosas.....	24
Reactividad de grupos funcionales	27
Clasificación de sustancias peligrosas	30
Residuos peligrosos	33
Materiales Radioactivos	36
Unidad 3: Reconocimiento e identificación de materiales peligrosos.....	41
Sistemas de reconocimiento e identificación de materiales peligrosos	42
NFPA 704 – Diamante de Seguridad.....	43
Guía de Respuesta en Caso de Emergencias (ERG 2020)	44
Equipos de Medición y Monitoreo	44
Fichas de Datos de Seguridad (FDS)	45
Naturaleza y lugar del incidente	46
Tipos de contenedores.....	50
Contenedores a Granel (Bulk Containers).....	50
Contenedores a Presión.....	51
Contenedores Intermedios para Granel (IBC)	52

Contenedores para Materiales Peligrosos	52
Contenedores Marítimos.....	52
Contenedores Especializados	53
Rombo NFPA 704.....	53
Placas y etiquetas de seguridad.....	54
Importancia de las Placas y Etiquetas de Seguridad.....	55
Características de las Placas y Etiquetas	55
Tipos de Placas y Etiquetas de Seguridad.....	56
Colocación de Placas y Etiquetas	57
Identificación por (Panel de seguridad) #ONU	57
¿Qué es el Número ONU?	57
Panel de Seguridad	58
Importancia del Panel de Seguridad.....	59
Ubicación del Panel de Seguridad.....	59
Nombre de la sustancia, marca y contenedor.	60
Nombre de la Sustancia.....	60
Marca	61
Contenedor	62
Documento de Transporte y MSDS	63
Documento de Transporte	63
MSDS - Ficha de Datos de Seguridad	64
Unidad 4: Uso de la guía de respuesta a emergencias	67
Uso de la Guía de Respuesta en caso de Emergencia.....	68
GRE	68
Propósito de la GRE	71
Organización básica de la GRE	73
Información ofrecida páginas blancas GRE	74

Tabla de Contenido

Sección de colores de la GRE	75
Advertencias Importantes.....	76
Referencias.....	77

CAPÍTULO I

**Manejo inicial de incidentes con
materiales peligrosos y normativa
aplicable**



Leyes y normativa aplicable a materiales peligrosos

El manejo de materiales peligrosos está regulado por una serie de leyes, normativas y estándares internacionales que buscan proteger la salud humana, el medio ambiente y garantizar la seguridad en el transporte, almacenamiento y uso de sustancias peligrosas; estas normativas abordan desde la clasificación y etiquetado de los materiales hasta las medidas de seguridad para su manejo y respuesta ante emergencias (Useche et al., 2013).

Normativa Internacional:

Sistema Globalmente Armonizado (GHS), el Sistema Globalmente Armonizado (GHS) es una iniciativa de la ONU que establece un sistema común para la clasificación, etiquetado y almacenamiento de productos químicos peligrosos, su objetivo es facilitar la comunicación de riesgos a nivel global, el GHS estandariza los pictogramas, las frases de advertencia y los datos en las hojas de seguridad (MSDS) para asegurar que los peligros sean fácilmente identificables y comprendidos por los trabajadores y el público en general.

Acuerdo Europeo sobre Transporte Internacional de Mercancías Peligrosas por Carretera (ADR), en Europa el ADR regula el transporte de materiales peligrosos por carretera, estableciendo requisitos específicos de seguridad para el embalaje, el etiquetado, la documentación y la formación del personal, el cumplimiento es esencial para reducir los riesgos durante el transporte (Romero, 2016).

Convenio de Basilea, este tratado internacional regula el control de los movimientos transfronterizos de desechos peligrosos y su disposición final, su objetivo es proteger la salud humana y el medio ambiente, garantizando que los desechos peligrosos se gestionen de forma adecuada; cada país, tiene leyes y regulaciones específicas para el manejo de materiales peligrosos, en el contexto de Estados Unidos, algunas de las normativas más relevantes son:

Ley de Control de Sustancias Tóxicas (TSCA), esta ley, administrada por la Agencia de Protección Ambiental (EPA), otorga a la EPA el poder de regular la fabricación, el uso y la disposición de sustancias químicas en EE. UU; la TSCA exige que las empresas notifiquen a la EPA antes de fabricar o importar ciertos productos químicos, además, permite la regulación de productos químicos que presenten un riesgo para la salud humana o el medio ambiente.

OSHA o Regulación de la Administración de Seguridad y Salud Ocupacional (OSHA), establece regulaciones sobre la seguridad laboral para los trabajadores que manipulan materiales peligrosos, la norma 29 CFR 1910.1200 de OSHA establece los requisitos para el etiquetado de productos químicos, la capacitación de los empleados y la preparación de las hojas de datos de seguridad de los productos. Regulación de la Administración de Seguridad y Salud Ocupacional (OSHA) también regula los límites de exposición ocupacional para sustancias químicas peligrosas, así como las prácticas de seguridad en el lugar donde labora. CERCLA Ley de Respuesta y Compensación por Daños Ambientales de Emergencia (CERCLA), regula la limpieza y remediación de sitios contaminados con materiales peligrosos; la ley establece procedimientos para responder a derrames y otros incidentes ambientales relacionados con materiales peligrosos.

La Administración Federal de Seguridad en el Transporte (FMCSA) y el Departamento de Transporte (DOT) en EE. UU. regulan el transporte de materiales peligrosos a través del "Reglamento de Transporte de Materiales Peligrosos", este reglamento cubre desde el embalaje, el etiquetado y la documentación hasta las rutas de transporte y las medidas de seguridad en caso de incidentes y accidentes.

Directrices sobre el Manejo, Almacenamiento y Eliminación de Materiales Peligrosos:

NFPA - Normas de Seguridad contra Incendios: La National Fire Protection Association (NFPA) en EE. UU. establece normas y códigos de seguridad contra incendios que se aplican a instalaciones que manejan materiales peligrosos, entre ellos, el NFPA 400 regula la gestión de sustancias peligrosas y el NFPA 30 establece los requisitos para la manipulación de líquidos inflamables y combustibles; estas normas abordan aspectos clave como la ventilación, los sistemas de extinción de incendios, la capacitación del personal y la señalización y pictogramas (Carbajal & Chávez, 2009).

Almacenamiento de materiales peligrosos debe seguir normativas específicas para evitar accidentes, estas incluyen reglas sobre la separación de sustancias incompatibles, el control de la temperatura y la humedad, y la implementación de sistemas de contención para evitar derrames; el Código de

Seguridad de Materiales Peligrosos (NFPA 1) establece requisitos para el almacenamiento seguro en edificios.

Desechos o eliminación de Materiales Peligrosos, la correcta eliminación de materiales peligrosos es fundamental para proteger el medio ambiente y la salud pública, en muchos países, existen regulaciones que exigen que los materiales peligrosos sean eliminados de manera segura en instalaciones de disposición autorizadas; en EE. UU., la EPA regula la eliminación a través de la Ley de Gestión de Residuos Sólidos (RCRA), que establece los requisitos para la gestión de residuos peligrosos, desde su clasificación hasta su disposición final.

Cumplir estas normativas es esencial para prevenir accidentes y minimizar los riesgos asociados con los materiales peligrosos, las empresas y las autoridades deben asegurarse de que el personal esté adecuadamente capacitado, que se utilicen equipos de protección personal adecuados y que se sigan los procedimientos establecidos para la manipulación, almacenamiento, transporte y disposición de materiales peligrosos (Mauricio et al., 2024).

Normativa y Leyes Aplicable a Materiales Peligrosos en Ecuador

El manejo de materiales peligrosos está regido por un marco normativo robusto que busca garantizar la seguridad de las personas, la protección del medio ambiente y el bienestar laboral, este conjunto de normativas incluye leyes generales, reglamentos específicos y normas técnicas que establecen los lineamientos para la clasificación, manejo, transporte, almacenamiento y disposición final de sustancias peligrosas.

Dentro de las principales leyes es la Ley Orgánica de Prevención, Control y Gestión de los Residuos, que regula la gestión de residuos peligrosos en el país, establece principios de minimización, manejo seguro y disposición final adecuada, obligando a los generadores de residuos peligrosos a implementar planes de manejo y asegurar la correcta clasificación.

Laboralmente el Reglamento de Seguridad y Salud en el Trabajo (Decreto Ejecutivo 155 - 2024) establece las condiciones para la protección de los trabajadores expuestos a materiales peligrosos, exigiendo el uso de equipos de protección personal (EPP), la capacitación continua y la implementación de medidas preventivas y de emergencia en los lugares de trabajo; el Ecuador ha adoptado normativas internacionales, como las disposiciones del Acuerdo

Europeo sobre el Transporte Internacional de Mercancías Peligrosas por Carretera (ADR), que regula el transporte seguro de estas sustancias en el país, la correcta clasificación, etiquetado y documentación de los productos son obligatorios para su transporte seguro y correcto.

El Instituto Ecuatoriano de Normalización (INEN) establece diversas normas relacionadas con el manejo de materiales peligrosos, entre ellas se encuentran la Norma INEN 1750, que regula los requisitos de seguridad para el transporte de mercancías peligrosas, y la Norma INEN 2260, que establece criterios de seguridad en el almacenamiento de sustancias químicas peligrosas, estas normas buscan armonizar las prácticas nacionales con los estándares internacionales, promoviendo la seguridad y la prevención de riesgos en todo el ciclo de vida de los materiales peligrosos mencionados.

Características de un incidente MATPEL

Los accidentes o incidentes con materiales peligrosos (MATPEL) se caracteriza por la presencia o liberación de sustancias que pueden representar un peligro significativo para la salud humana, el medio ambiente y la seguridad, estos incidentes suelen involucrar productos químicos, biológicos, radiactivos o peligros físicos, cuya liberación puede producir consecuencias graves si no se gestionan adecuadamente y correctamente, a continuación, se describen las características clave de un incidente con Materiales Peligrosos (Lázaro et al., 2011).

Accidentes e incidentes MATPEL pueden involucrar una amplia variedad de sustancias, como productos químicos tóxicos, inflamables, corrosivos, radiactivos, explosivos o biológicos, cada uno de estos materiales tiene propiedades únicas que determinan los riesgos asociados, como la inhalación de vapores tóxicos, la exposición a productos corrosivos, la posibilidad de explosión o incendio, y el impacto en la salud humana o el medio ambiente; la identificación precisa del material involucrado es esencial para gestionar el incidente de manera efectiva y segura.

Figura 1

Ilustración de incidentes con MATPEL



Riesgos Inmediatos y a Largo Plazo.

Accidentes e incidentes MATPEL presentan riesgos tanto inmediatos como a largo plazo, los efectos inmediatos incluyen la intoxicación aguda, quemaduras, explosiones, incendios o liberación de gases tóxicos; a largo plazo, las consecuencias pueden incluir contaminación ambiental, problemas de salud crónicos o daños a la fauna y flora; la gravedad del incidente depende de la cantidad y la forma del material peligroso involucrado, así como de la rapidez con la que se toman las medidas de respuesta y acciones.

Necesidad de Coordinación Especializada.

Para la gestión de un incidente MATPEL requiere la intervención de personal altamente capacitado y el uso de equipos especializados para contener y mitigar los riesgos, la respuesta efectiva implica la activación de protocolos de seguridad, el establecimiento de perímetros de aislamiento, la evacuación de áreas afectadas y la implementación de medidas de descontaminación y protección, siempre en coordinación con autoridades locales y organismos especializados y entrenados (Sinuco et al., 2024).

Condiciones Variables.

Los eventos, accidentes e incidente MATPEL puede verse influenciado por condiciones ambientales como el clima, la geografía o las infraestructuras afectadas, factores como el viento, la lluvia o las temperaturas extremas pueden modificar la propagación de los materiales peligrosos, lo que requiere una constante evaluación y adaptación de la respuesta determinada.

Acciones iniciales del primer respondedor

Es la primera persona en llegar al lugar de un incidente y, por lo tanto, juega un papel crucial en la respuesta inicial a una emergencia, en situaciones que involucren materiales peligrosos (MATPEL), las acciones del primer respondedor son esenciales para limitar los daños, proteger la vida humana y reducir los riesgos para el medio ambiente, a continuación, se describen las principales acciones iniciales que debe realizar un primer respondedor al enfrentar un incidente con materiales peligrosos (Álvarez et al., 2022).

Figura 2
Acciones primer respondedor



Evaluación Rápida de la Situación.

El primer respondedor debe realizar una evaluación preliminar del incidente para determinar la naturaleza del material peligroso involucrado, esto incluye identificar posibles fuentes de riesgo, como fugas, derrames o incendios, y evaluar la gravedad de la situación, la rapidez y precisión en esta evaluación son fundamentales para tomar decisiones informadas y evitar la exposición a riesgos adicionales; si es posible, el respondedor debe buscar información sobre el material involucrado, utilizando fichas de seguridad (MSDS) o el sistema de etiquetado correspondiente, como el SGA (Sistema Globalmente Armonizado).

Establecimiento de un Perímetro de Seguridad.

Una de las primeras acciones que debe tomar el primer respondedor es establecer un perímetro de seguridad alrededor del área afectada, esto implica alejar a las personas no autorizadas del lugar del incidente y prevenir la entrada

de personal no capacitado, el tamaño del perímetro dependerá de la naturaleza del material involucrado y de los riesgos asociados, el primer respondedor debe asegurar que las rutas de evacuación estén despejadas y que las personas en riesgo sean evacuadas inmediatamente, si es necesario, siguiendo procedimientos establecidos en norma (Moreira et al., 2022).

Notificación a Autoridades Competentes.

El primer respondedor debe notificar de inmediato a las autoridades competentes, como los bomberos, servicios de emergencias médicas, y otras entidades relevantes, esta notificación debe ser clara y precisa, incluyendo detalles sobre el tipo de material peligroso, la cantidad involucrada, el alcance del incidente y los riesgos identificados, esto permitirá una respuesta más coordinada y efectiva, y garantizará que se movilicen los recursos necesarios para el evento.

Equipo de Personal y Uso de prendas de Protección.

Es esencial que el primer respondedor utilice los equipos de protección personal (EPP) adecuados antes de acercarse al área del incidente, esto incluye el uso de trajes de protección química, guantes, botas, máscaras de protección respiratoria y gafas, según el tipo de material involucrado, el uso adecuado de EPP reduce significativamente el riesgo de exposición a sustancias tóxicas o peligrosas y garantiza la seguridad del respondedor que atiende o asiste.

Control de la Escena y Prevención de la Propagación.

El primer respondedor debe implementar medidas básicas para controlar la escena y evitar la propagación de los materiales peligrosos, esto puede incluir la contención de derrames utilizando barreras, la activación de sistemas de ventilación en caso de liberación de gases, o el aislamiento de fuentes de ignición en situaciones de riesgo de incendio, sin embargo, es fundamental que el primer respondedor no intente realizar acciones que superen su capacidad o conocimientos, y que deje las labores de contención avanzada a los equipos especializados para ello.

Monitoreo de la Situación y Evaluación Continua.

El primer respondedor debe monitorear continuamente la situación para identificar posibles cambios en los riesgos o nuevas amenazas, esto incluye la observación de la propagación del material peligroso, el cambio en las condiciones meteorológicas que puedan influir en el incidente, y la actualización de la información disponible, esta evaluación continua permitirá una mejor coordinación de las acciones y facilitará la transición hacia una respuesta más especializada para el evento.

Evaluar la situación

Es una de las primeras y más cruciales acciones que debe realizar cualquier equipo de respuesta ante emergencias, especialmente en incidentes que involucran materiales peligrosos (MATPEL), esta fase inicial tiene como objetivo principal obtener información detallada sobre el incidente para determinar la magnitud del problema, identificar los riesgos potenciales y establecer una estrategia de respuesta adecuada, a continuación, se describen los pasos esenciales para llevar a cabo una evaluación efectiva de la situación mencionada (Carrasco et al., 2025).

Observación Directa del Incidente.

La evaluación comienza con la observación directa del lugar del incidente, el primer respondedor debe analizar los aspectos visibles inmediatos, como la presencia de humo, fuego, derrames, vapores o fugas de materiales, también es fundamental identificar la ubicación exacta de la fuente del incidente, si es posible hacerlo de manera segura, la información obtenida en esta observación inicial ayuda a determinar la naturaleza del material involucrado (químico, biológico, radiactivo, etc) y su estado físico ya sea líquido, gas, sólido.

Identificación del Material Peligroso Involucrado.

El siguiente paso en la evaluación es identificar el tipo de material peligroso involucrado en el incidente, esto puede hacerse mediante el uso de fichas de seguridad (MSDS), etiquetas de los envases, o consultando con personal capacitado o la base de datos de los materiales almacenados en el lugar, el conocimiento preciso del material es esencial para evaluar los riesgos asociados,

como su inflamabilidad, toxicidad, corrosividad, reactividad o peligrosidad radiológica; además, se debe verificar si hay riesgos adicionales relacionados con mezclas químicas o reacciones peligrosas o adversas.

Evaluación de los Riesgos para la Salud y el Medio Ambiente.

Una vez identificado el material peligroso, es necesario evaluar los riesgos para la salud de las personas y el medio ambiente, esto incluye determinar el tipo y grado de exposición a que podrían estar expuestas las personas cercanas al incidente, como los trabajadores, transeúntes o los propios equipos de respuesta; además, se debe valorar la posible contaminación del aire, agua y suelo; la evaluación de los riesgos ayuda a priorizar las acciones de protección y mitigación, como la evacuación de áreas afectadas, el aislamiento de la zona de riesgo o la implementación de medidas de contención de derrames de los materiales (Álvarez et al., 2022b).

Condiciones Ambientales y Factores Externos.

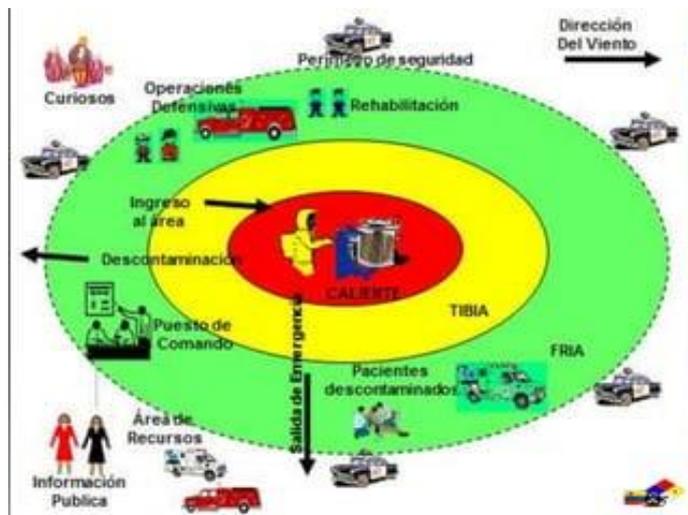
Las condiciones ambientales y factores externos pueden influir significativamente en el desarrollo y la gravedad de un incidente con materiales peligrosos, el clima, como vientos fuertes o lluvias, puede alterar la propagación de gases o líquidos peligrosos, mientras que factores como la proximidad a fuentes de calor o explosivos pueden aumentar el riesgo de incendios o explosiones; además, se debe considerar la infraestructura del área afectada (edificios, carreteras, redes de servicios públicos) y cualquier posible complicación derivada de la situación geográfica de la zona.

Recopilación de Información Adicional.

Una evaluación completa también implica la recopilación de información adicional, como el historial del incidente, los protocolos de seguridad existentes en el área, y la cantidad de material involucrado, las entrevistas con testigos o el personal afectado pueden proporcionar detalles cruciales que ayuden a determinar la extensión del problema, asimismo, se deben establecer las comunicaciones con las autoridades competentes, servicios médicos y otros actores clave para coordinar las acciones y movilizar los recursos necesarios para el evento.

Establecer un perímetro de seguridad

Figura 3
Perímetro de seguridad



Es una de las primeras y más importantes acciones que deben llevar a cabo los equipos de respuesta ante incidentes con materiales peligrosos (MATPEL), este procedimiento tiene como objetivo limitar la exposición a riesgos para las personas, los bienes y el medio ambiente, al mismo tiempo que permite una gestión controlada de la situación; un perímetro bien definido facilita la evacuación de personas en riesgo y asegura que solo el personal autorizado y capacitado pueda acceder a la zona afectada, a continuación, se detallan los pasos y consideraciones clave para establecer un perímetro de seguridad adecuado en el evento.

Determinación del Alcance del Perímetro.

La primera tarea al establecer un perímetro de seguridad es determinar su alcance, lo cual depende de la naturaleza del incidente, factores como el tipo de material peligroso involucrado, su cantidad, el estado físico (líquido, gas, sólido) y los riesgos asociados (incendio, explosión, toxicidad, corrosividad, etc.) son fundamentales para definir el tamaño adecuado del perímetro; por ejemplo, en un derrame de sustancias inflamables, el perímetro de seguridad debe incluir un radio amplio para prevenir riesgos de incendio o explosión, en casos de materiales

tóxicos o radiactivos, el perímetro debe ser aún mayor para evitar la exposición a sustancias peligrosas dañinas (Álvarez et al., 2021).

Señalización y Barreras.

Una vez determinado el perímetro, es fundamental instalar una señalización adecuada para advertir a las personas sobre el peligro, esto incluye el uso de carteles, cintas de advertencia y barreras físicas que impidan el acceso no autorizado, las señales deben ser claramente visibles y contener información sobre el tipo de riesgo (por ejemplo, “Peligro de explosión” o “Material tóxico”), además, se deben establecer puntos de control donde se verifique que únicamente el personal autorizado pueda ingresar a la zona de peligro establecida.

Evacuación y Protección de la Zona Afectada.

El perímetro de seguridad también sirve para realizar la evacuación de personas que puedan estar en riesgo, en función de la gravedad del incidente, es posible que sea necesario evacuar a las personas dentro del área afectada, incluyendo trabajadores, transeúntes y residentes cercanos; las autoridades competentes, como bomberos y equipos de emergencias, deben coordinar esta evacuación de manera ordenada y eficiente, garantizando que las rutas de escape estén despejadas y que se minimicen los riesgos de exposición por el evento.

Monitoreo Continuo y Revisión del Perímetro.

El perímetro de seguridad debe ser monitoreado constantemente durante toda la duración del incidente, las condiciones del incidente pueden cambiar, lo que podría requerir la ampliación o reducción del perímetro, por ejemplo, si el incidente se agrava debido a una reacción química o un cambio en las condiciones meteorológicas, el perímetro puede necesitar ser ampliado para incluir nuevas áreas de riesgo, en cambio, si el incidente se controla con rapidez, puede ser necesario reducir el tamaño del perímetro, siempre asegurando la seguridad de las personas dentro y fuera del área.

Coordinación con Equipos Especializados.

La implementación del perímetro de seguridad no solo involucra al primer respondedor, sino que debe ser parte de un esfuerzo coordinado entre diferentes

entidades y equipos especializados, estos pueden incluir unidades de bomberos, policía, servicios médicos de emergencia y autoridades ambientales, la comunicación constante entre estos equipos es clave para asegurar que el perímetro se mantenga efectivo y para compartir información sobre el progreso del control del incidente o accidente (Löfsten, 1999).

Zona de aislamiento inicial ZAI

Es un área crítica en la gestión de incidentes que involucran materiales peligrosos (MATPEL), se trata de un perímetro específico establecido inmediatamente después de la identificación de un incidente, con el objetivo de proteger a las personas y limitar la propagación de riesgos, la ZAI se define como la primera barrera de seguridad que aísla el área afectada, permitiendo la evaluación rápida de la situación y la implementación de medidas de protección para el personal y la comunidad, a continuación, se detallan los aspectos clave para comprender y establecer unas ZAI efectivas.

Definición y Objetivo de la ZAI.

La ZAI es un área determinada alrededor de un incidente con materiales peligrosos donde el acceso debe ser estrictamente controlado y limitado, su principal objetivo es aislar el área para evitar que personas no autorizadas se expongan a los riesgos asociados con el material peligroso involucrado, además, la ZAI facilita la gestión de la emergencia al proporcionar un espacio delimitado donde los equipos de respuesta puedan coordinar sus acciones y llevar a cabo operaciones de control, evacuación y descontaminación de manera ordenada y oportuna.

Determinación del Alcance de la ZAI.

La extensión de la ZAI depende de varios factores, como el tipo de material peligroso involucrado, la cantidad, el estado físico (gas, líquido o sólido) y las características del incidente, para determinar el tamaño de la zona de aislamiento inicial, se debe considerar el tipo de peligro que representa el material (inflamabilidad, toxicidad, corrosividad, etc.) y el riesgo de propagación del incidente, en casos de productos volátiles o inflamables, la ZAI suele ser más extensa, mientras que en incidentes con materiales menos reactivos, el área de

aislamiento puede ser más reducida, la ZAI también debe ser ajustada en función de las condiciones del entorno, como los vientos, que podrían propagar los riesgos y peligros.

Medidas de Seguridad y Control en la ZAI.

Una vez establecida la ZAI, se deben implementar varias medidas para garantizar la seguridad, esto incluye la colocación de barreras físicas, como cintas de seguridad, vallas o barricadas, para impedir el acceso no autorizado, además, se debe señalar claramente el área con carteles que adviertan sobre el peligro presente, como "Zona de Peligro - No Entrar"; en esta zona también es necesario contar con equipos de protección personal (EPP) para el personal de respuesta, y establecer protocolos de evacuación en caso de que sea necesario retirar a personas de áreas cercanas o aledañas (Luís et al., 2024).

Coordinación con Otras Zonas de Seguridad.

La ZAI es solo la primera fase de un sistema de zonas de seguridad más amplio que puede incluir áreas adicionales de aislamiento, como la Zona de Exclusión (ZEX) y la Zona de Seguridad (ZS), que se aplican en función de la gravedad del incidente, la ZAI debe estar bien coordinada con estos otros perímetros para garantizar una respuesta organizada, además, los servicios de emergencias, como bomberos, policía, equipos médicos y autoridades ambientales, deben estar informados y trabajar de manera conjunta para asegurar el control efectivo del incidente o accidente.

Evaluación y Ajustes de la ZAI.

La ZAI debe ser evaluada y ajustada continuamente en función de la evolución del incidente, si el material peligroso se propaga o si las condiciones del incidente cambian (por ejemplo, aumento de la temperatura, cambio en la dirección del viento o nuevas fugas), el alcance de la ZAI puede necesitar ser ampliado; por el contrario, si la situación se controla rápidamente, el perímetro puede ser reducido, pero siempre garantizando que se mantengan medidas de seguridad adecuadas y precisas.

Zona de acción protectora ZAP

Es un área establecida en la gestión de incidentes con materiales peligrosos (MATPEL) que tiene como objetivo proteger a las personas expuestas a riesgos derivados de la presencia de sustancias peligrosas, esta zona se define como el área alrededor del incidente donde se implementan medidas preventivas y de protección para mitigar los efectos adversos del material peligroso en la salud y el medio ambiente, la ZAP se establece después de haber identificado el tipo de material involucrado y sus riesgos, y debe adaptarse en función de la gravedad del incidente o accidente.

Objetivo y Función de la ZAP.

El propósito principal de la ZAP es ofrecer una barrera de protección que minimice la exposición de las personas a los efectos del material peligroso, ya sea mediante la evacuación, el uso de equipos de protección personal o la implementación de otras medidas de seguridad, esta zona se establece en función de los peligros específicos del material involucrado, como la toxicidad, inflamabilidad o corrosividad, y su capacidad para afectar la salud humana, el medio ambiente o las infraestructuras cercanas al lugar; ara la delimitación de la ZAP se realiza en base a la naturaleza del incidente y los riesgos que representa el material peligroso, esta zona generalmente se encuentra fuera de la Zona de Aislamiento Inicial (ZAI) y abarca áreas donde aún existen riesgos, pero donde se implementan acciones de protección como la evacuación de personas vulnerables o la provisión de medidas de descontaminación, en situaciones de alta peligrosidad, la ZAP puede extenderse considerablemente para garantizar que todas las personas y recursos estén fuera de la zona de riesgo, dentro de la ZAP, se deben tomar diversas medidas para proteger a las personas, como la evacuación o el uso de barreras físicas, los equipos de respuesta también deben asegurarse de que el personal operativo cuente con equipos de protección adecuados y de que se habiliten rutas de escape seguras para aquellos en riesgo (Collado et al., 2023).

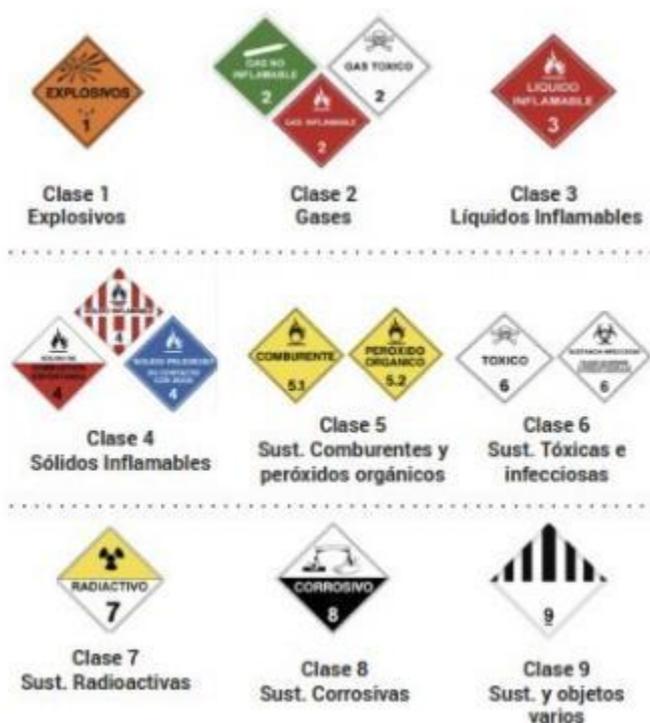
CAPÍTULO II

Clasificación de sustancias químicas peligrosas



Sustancias químicas peligrosas

Figura 4
Clasificación de sustancias químicas peligrosas



Son aquellas que, por sus propiedades y características, representan un riesgo para la salud humana, el medio ambiente o la seguridad, estas sustancias pueden ser de origen industrial, comercial o natural, y su manejo inadecuado puede generar consecuencias graves, como intoxicaciones, quemaduras, explosiones, incendios o contaminación ambiental, es fundamental comprender las características y clasificaciones de las sustancias químicas peligrosas para implementar medidas de seguridad efectivas en su manejo, almacenamiento y transporte.

Para las sustancias químicas peligrosas podemos clasificar en diferentes categorías según los riesgos que presentan:

Toxicidad, las sustancias tóxicas pueden causar daño a la salud humana al ser ingeridas, inhaladas o absorbidas a través de la piel, pueden generar efectos agudos, como intoxicaciones, o efectos crónicos, como enfermedades respiratorias, cancerígenas o reproductivas; ejemplos de sustancias tóxicas son

los pesticidas, metales pesados como el plomo o el mercurio, y ciertos solventes usados en la parte industrial.

Corrosividad, las sustancias corrosivas tienen la capacidad de destruir o dañar tejidos vivos y materiales al contacto, pueden causar quemaduras graves en la piel, daño ocular o en las vías respiratorias; ácidos como el ácido sulfúrico, el ácido clorhídrico o la sosa cáustica son ejemplos de sustancias corrosivas más populares.

Inflamabilidad, las sustancias inflamables son aquellas que pueden arder fácilmente al contacto con una fuente de ignición, estas sustancias son peligrosas porque pueden provocar incendios o explosiones, poniendo en riesgo la vida humana y las propiedades materiales; ejemplos incluyen los solventes orgánicos, los gases combustibles y líquidos volátiles como el gas propano o el etanol o butano.

Reactividad, las sustancias reactivas son aquellas que pueden reaccionar violentamente con otras sustancias, liberando energía en forma de calor, gases o vapores tóxicos, esta reactividad puede resultar en explosiones o liberaciones peligrosas; ejemplos de sustancias reactivas incluyen los peróxidos orgánicos y ciertos metales como el sodio entre otros.

Peligro ambiental, algunas sustancias químicas son altamente tóxicas para los ecosistemas y pueden causar daños a la fauna, flora y recursos hídricos, los derrames de productos químicos peligrosos pueden tener consecuencias a largo plazo en el medio ambiente; ejemplos incluyen los productos químicos utilizados en la minería y los vertidos industriales de metales pesados entre otras sustancias.

Para cada sustancia química peligrosa existen propiedades físicas y químicas particulares que afectan su comportamiento y el tipo de riesgos que presenta, entre estas propiedades se incluyen:

Punto de ebullición y de congelación, estos parámetros determinan las condiciones en las que una sustancia cambia de estado (de sólido a líquido, o de líquido a gas), las sustancias con puntos de ebullición bajos, como algunos solventes, pueden liberar vapores peligrosos a temperatura ambiental.

Solubilidad, la capacidad de una sustancia para disolverse en agua o en otros disolventes también influye en el riesgo, las sustancias solubles en agua, como los ácidos o bases fuertes, pueden diseminarse rápidamente en el medio ambiente, aumentando su peligrosidad.

Densidad, las sustancias con alta densidad, como el plomo o el mercurio, tienden a permanecer en el suelo o en el agua, lo que puede generar contaminación a largo plazo si no se gestionan adecuadamente las mismas.

Tensión superficial, esta propiedad afecta la capacidad de las sustancias líquidas para formar gotas o dispersarse en la atmósfera, las sustancias con baja tensión superficial, como los disolventes orgánicos, se evaporan rápidamente y pueden generar riesgos de incendio o intoxicación a los seres vivos.

Todas las sustancias químicas peligrosas pueden tener efectos inmediatos o a largo plazo en la salud humana y el medio ambiente, los efectos inmediatos incluyen quemaduras químicas, intoxicaciones agudas, irritaciones en la piel, los ojos o las vías respiratorias, así como posibles accidentes como explosiones o incendios, a largo plazo, la exposición continua a ciertas sustancias químicas puede generar enfermedades crónicas, como cáncer, daño hepático o renal, problemas reproductivos, trastornos neurológicos o enfermedades del tracto respiratorio.

Ambientalmente, las sustancias químicas peligrosas pueden provocar la contaminación de suelos, aguas subterráneas y cuerpos de agua superficiales, esto afecta la biodiversidad, altera los ecosistemas acuáticos y terrestres, y puede tener un impacto devastador sobre la fauna y flora local, el impacto ambiental a menudo no es inmediato, pero puede durar años o incluso décadas, afectando gravemente el equilibrio ecológico del área.

Para el manejo de sustancias químicas peligrosas se las ha regulado por normativas nacionales e internacionales que buscan minimizar los riesgos asociados con su uso, almacenamiento, transporte y disposición, en Ecuador, se aplican diversas leyes y normativas que regulan el manejo seguro de estos materiales, asimismo, se siguen los lineamientos del Sistema Globalmente Armonizado (SGA) de clasificación y etiquetado de productos químicos, lo que facilita la identificación y el manejo adecuado de las sustancias peligrosas y dañinas.

En la parte laboral, es esencial que las empresas implementen programas de capacitación para los trabajadores que manipulan sustancias químicas peligrosas, asegurándose de que comprendan los riesgos asociados y utilicen el equipo de protección personal adecuado, además, se deben adoptar protocolos de

seguridad y planes de emergencia que incluyan medidas específicas en caso de derrames, fugas, incendios u otros eventos adversos.

Reactividad de grupos funcionales

Figura 5
Reactividad de grupos funcionales



En los materiales peligrosos es un aspecto crucial para comprender cómo ciertos productos químicos pueden comportarse bajo diversas condiciones y cómo interactúan con su entorno, los materiales peligrosos son sustancias que, debido a sus propiedades químicas, físicas o biológicas, presentan riesgos significativos para la salud, el medio ambiente o la seguridad, estos riesgos se ven amplificados por la reactividad de los grupos funcionales presentes en las moléculas, lo que puede dar lugar a reacciones imprevistas o peligrosas, como explosiones, incendios, liberación de gases tóxicos o contaminación ambiental de varias formas (Cerezo-Carvajal & Quinde-Alvear, 2024).

Grupos funcionales son configuraciones específicas de átomos en una molécula que determinan el comportamiento químico de esa sustancia, en los materiales peligrosos, estos grupos influyen directamente en la forma en que las

sustancias reaccionan con otras moléculas, así como en su capacidad para participar en procesos peligrosos como la combustión, la corrosión o la reactividad explosiva; la reactividad de un material peligroso puede depender de varios factores, tales como la estabilidad de los grupos funcionales, la energía de activación necesaria para iniciar una reacción o la interacción con otras sustancias en el ambiente, la mayoría de las reacciones químicas de los materiales peligrosos son exergónicas, liberando energía, lo que puede tener efectos devastadores, la capacidad de ciertos grupos funcionales para formar enlaces débiles, como los enlaces de hidrógeno, o para donar o aceptar electrones, facilita la participación en estas reacciones, además, las sustancias peligrosas a menudo presentan propiedades como la volatilidad o la corrosividad, que hacen que su manejo sea aún más crítico.

Para los materiales peligrosos existen diversos grupos funcionales que juegan un papel crucial en la determinación de la peligrosidad y la reactividad. Entre los más comunes, se destacan:

Carbonilo (C=O), los grupos carbonilo se encuentran en aldehídos, cetonas, ácidos carboxílicos y ésteres, son altamente reactivos debido a la polaridad del enlace C=O, que facilita los ataques nucleofílicos, los aldehídos, por ejemplo, pueden reaccionar con agentes reductores para formar alcoholes, mientras que los ácidos carboxílicos pueden reaccionar con bases fuertes para formar sales, en situaciones de descomposición o reacción con otras sustancias, estos compuestos pueden liberar gases tóxicos o causar incendios.

Hidroxilo (-OH), los alcoholes, compuestos que contienen el grupo hidroxilo, son comúnmente encontrados en materiales peligrosos como solventes o reactivos industriales, la reactividad de los alcoholes está relacionada con su capacidad para formar enlaces de hidrógeno y reaccionar con compuestos ácidos, generando reacciones de esterificación o oxidación, bajo ciertas condiciones, como la presencia de una fuente de calor, los alcoholes pueden ser explosivos o inflamables.

Nitrito (-NO₂) y Nitrato (-NO₃), los compuestos que contienen grupos nitrito o nitrato son extremadamente reactivos debido a su capacidad para liberar oxígeno, lo que puede contribuir a reacciones de combustión o explosión, estos grupos se encuentran en sustancias como los explosivos o los agentes oxidantes, que son peligrosos no solo por su capacidad para iniciar reacciones violentas, sino

también por su toxicidad y su capacidad para contaminar el medio ambiente a su alrededor.

Halógenos (-Cl, -Br, -I, -F), los compuestos halogenados son muy comunes en materiales peligrosos debido a sus propiedades reactivas y su estabilidad en ciertas condiciones, los halógenos, como el cloro, el bromo y el yodo, pueden facilitar reacciones de sustitución nucleofílica y reacciones de liberación de halógenos gaseosos, lo que puede causar la liberación de vapores tóxicos en caso de una fuga o derrame, además, muchos compuestos halogenados son perjudiciales para el medio ambiente y la salud humana, ya que pueden bioacumularse y persistir en los ecosistemas.

Amino (-NH₂), las aminas son compuestos nitrogenados que pueden reaccionar con ácidos, bases o agentes oxidantes, su reactividad está vinculada a su capacidad para donar electrones y participar en reacciones de condensación, en materiales peligrosos, las aminas pueden ser utilizadas en productos industriales, pero su manipulación puede generar riesgos de toxicidad, inflamabilidad y explosión, especialmente en condiciones de alta temperatura o presión u otras condiciones desencadenantes.

Existen varios factores que influyen en la reactividad de los grupos funcionales en los materiales peligrosos, entre ellos:

Ambientales: La temperatura, la presión y la humedad son factores determinantes en la reactividad de los materiales peligrosos, ejemplo, muchas sustancias químicas se vuelven más reactivas a temperaturas elevadas, lo que puede incrementar el riesgo de explosiones o incendios, la humedad también puede afectar la corrosividad de ciertos compuestos químicos.

Mezcla y concentración con otros Productos Químicos: La concentración de un material peligroso y su interacción con otras sustancias en el entorno puede modificar su reactividad, en algunos casos, sustancias aparentemente inofensivas pueden volverse altamente reactivas cuando se combinan con otros productos de tipo químico.

Estabilidad Química, algunos materiales peligrosos son muy inestables y pueden descomponerse rápidamente en condiciones de almacenamiento inadecuado, liberando productos secundarios altamente reactivos, la estabilidad de los compuestos químicos está influenciada por la estructura de sus grupos funcionales y las condiciones bajo las cuales se encuentran los mismos.

Clasificación de sustancias peligrosas

Figura 6
Clasificación de sustancias peligrosas



Es un proceso fundamental para identificar, gestionar y controlar los riesgos asociados con los productos químicos, tanto en su almacenamiento, transporte como en su manipulación, las sustancias peligrosas son aquellas que, debido a sus propiedades químicas, físicas o biológicas, pueden representar un peligro para la salud humana, la seguridad o el medio ambiente, su clasificación permite implementar medidas de seguridad adecuadas para mitigar sus efectos adversos, y se basa en normativas internacionales, como el Sistema Globalmente Armonizado de clasificación y etiquetado de productos químicos (SGA) (Fabián et al., 2024).

Para la clasificación de sustancias peligrosas se realiza según varias categorías de riesgo, basadas en sus propiedades físicas y químicas, su toxicidad, su capacidad de inflamación o corrosividad, entre otras características, los criterios más comunes para la clasificación son:

Toxicidad, se refiere al grado de daño que una sustancia puede causar en los seres humanos o animales al ser ingerida, inhalada o absorbida por la piel, las sustancias se clasifican en diferentes grados de toxicidad, desde extremadamente tóxicas hasta de baja toxicidad, de acuerdo con los efectos que tienen en la salud de los seres vivos.

Inflamabilidad, se refiere a la capacidad de una sustancia para arder o inflamarse fácilmente al entrar en contacto con una fuente de calor o ignición, se clasifica en sustancias no inflamables, altamente inflamables e inflamables.

Corrosividad, es la capacidad de una sustancia para causar daño a los tejidos vivos o materiales mediante reacciones químicas, las sustancias corrosivas pueden causar quemaduras graves o dañar estructuras metálicas, plásticas, textiles, entre otros.

Reactividad, hace referencia a la capacidad de una sustancia para reaccionar de manera violenta con otras sustancias, las sustancias reactivas pueden liberar gases tóxicos, explosivos o inflamables, y pueden ser peligrosas si entran en contacto con agua, aire u otras sustancias similares o distintas.

Peligro para el medio ambiente, algunas sustancias químicas, aunque no sean tóxicas o inflamables, pueden tener un impacto negativo en los ecosistemas, la clasificación considera las sustancias que causan daños a la fauna, flora, y los recursos hídricos, como aquellas que son persistentes, bioacumulativas, tóxicas y nocivas (Morales-Aguilar et al., 2025).

Coexisten diferentes sistemas y normativas que regulan la clasificación de sustancias peligrosas a nivel internacional, uno de los más importantes es el Sistema Globalmente Armonizado de Clasificación y Etiquetado de Productos Químicos (SGA), que fue desarrollado por las Naciones Unidas para estandarizar la clasificación y etiquetado de sustancias químicas en el mundo.

El Sistema Globalmente Armonizado (SGA) se basa en una serie de categorías de peligro, que agrupan a las sustancias en función de sus características peligrosas, el SGA utiliza pictogramas, palabras de advertencia, frases de peligro y de prevención, para describir el tipo y la gravedad del riesgo que representan las sustancias, este sistema permite una comunicación más clara y efectiva sobre los peligros asociados con los productos químicos, promoviendo la seguridad laboral y la protección del medio ambiente y personas.

Ciertas categorías principales del SGA son:

Sustancias tóxicas, se clasifican en sustancias que pueden causar efectos graves y letales incluso con exposiciones de corta duración, las sustancias pueden incluir pesticidas, metales pesados o ciertos compuestos orgánicos e inorgánicos.

Sustancias corrosivas, incluyen sustancias que pueden destruir o dañar tejidos vivos, así como materiales, ejemplos comunes son los ácidos fuertes (como el ácido sulfúrico) y las bases fuertes (como la sosa cáustica), entre otras.

Sustancias inflamables, son aquellas que tienen la capacidad de arder fácilmente, los líquidos inflamables, como los disolventes orgánicos (acetona, etanol), o los gases inflamables como el metano.

Sustancias explosivas, son aquellas que, por sus propiedades, pueden provocar una liberación rápida de energía con el potencial de causar daños significativos, esto incluye materiales como los peróxidos orgánicos o ciertos nitratos.

La clasificación de sustancias peligrosas en Ecuador se rige por varias normativas, siendo las más destacadas las establecidas por el Instituto Ecuatoriano de Normalización (INEN), el cual adapta normas internacionales a las particularidades del país, el INEN establece regulaciones sobre el etiquetado, almacenamiento y transporte de productos químicos peligrosos, y exige la adopción de las medidas de seguridad apropiadas para prevenir accidentes e incidentes.

El transporte internacional de materiales peligrosos, las sustancias se clasifican en base al Acuerdo Europeo sobre el Transporte Internacional de Mercancías Peligrosas por Carretera (ADR) y el Acuerdo Internacional sobre el Transporte de Mercancías Peligrosas por Mar (IMDG), estas clasificaciones se dividen en clases que incluyen sustancias explosivas, gases, líquidos inflamables, sólidos, sustancias tóxicas, corrosivas, radiactivas, entre otras; cada clase tiene requisitos específicos en cuanto a embalaje, etiquetado, y documentación para garantizar la seguridad durante el transporte y manejo.

Las clasificaciones basadas en el SGA y la legislación internacional, las sustancias peligrosas también se agrupan según su naturaleza química de las mismas siendo:

Compuestos orgánicos, sustancias basadas en carbono que pueden incluir hidrocarburos, alcoholes, ácidos, y otros, muchos de estos compuestos son inflamables, tóxicos o nocivos.

Compuestos inorgánicos, suelen ser más reactivos y peligrosos, como los ácidos minerales, sales metálicas, y otros compuestos que pueden ser altamente corrosivos, reactivos o nocivos.

Metales pesados, incluyen sustancias como el plomo, mercurio, cadmio y arsénico, que son extremadamente tóxicas y tienen un grave impacto ambiental, especialmente en los ecosistemas acuáticos y de forma menor en todos los ecosistemas.

Residuos peligrosos

Figura 7
Tipos de residuos peligrosos



Son aquellos materiales desechados que, debido a sus características físicas, químicas o biológicas, representan un riesgo para la salud humana, la seguridad o el medio ambiente, la correcta gestión de estos residuos es fundamental para prevenir daños a los seres vivos, la contaminación ambiental y los posibles impactos negativos a largo plazo, la clasificación y manejo adecuado de los residuos peligrosos están regulados por normativas internacionales y nacionales, que buscan garantizar su tratamiento y disposición final de manera segura para las personas, medio ambiente y todos los seres vivos.

Los residuos peligrosos se definen principalmente por su capacidad para causar daño directo o indirecto, para que un residuo sea clasificado como

peligroso, debe presentar al menos una de las siguientes características que mencionan:

Toxicidad, algunos residuos contienen sustancias que, incluso en pequeñas cantidades, pueden ser perjudiciales para la salud humana, animales o plantas, esto incluye metales pesados como plomo, mercurio y cadmio, y compuestos orgánicos como los pesticidas, la toxicidad puede ser inmediata o crónica, dependiendo de la naturaleza del compuesto y el tiempo de exposición al cual sea sometido.

Corrosividad, los residuos que contienen ácidos o bases fuertes, como los ácidos clorhídrico o sulfúrico, pueden causar daños a los tejidos vivos, materiales y superficies, estos residuos pueden destruir o corroer metales, plásticos y otros materiales, además de causar graves quemaduras en la piel o daño en los ojos si no se manejan adecuadamente y correctamente.

Inflamabilidad, los residuos que contienen sustancias fácilmente inflamables, como solventes orgánicos, aceites, combustibles y gases, presentan un alto riesgo de incendio o explosión, la presencia de estos residuos en instalaciones inadecuadas puede provocar incendios de difícil control y alta complejidad.

Reactividad, algunos residuos son inestables y pueden reaccionar violentamente bajo ciertas condiciones, como la exposición al calor, la humedad o el contacto con otras sustancias, por ejemplo, los peróxidos orgánicos y los residuos de productos químicos reactivos pueden liberar gases peligrosos o provocar explosiones u otros eventos adversos.

Ecotoxicidad, se refiere a la capacidad de un residuo para dañar el medio ambiente, los residuos peligrosos pueden contaminar suelos, aguas superficiales o subterráneas, y afectar negativamente a los ecosistemas, los residuos que contienen sustancias bioacumulativas, como los plaguicidas, pueden permanecer en el medio ambiente durante largos periodos, afectando a las especies a lo largo del tiempo y de su vida.

En el mundo, los residuos peligrosos son clasificados según su naturaleza y características de acuerdo con diversos sistemas normativos, uno de los más importantes es el Sistema Globalmente Armonizado (SGA), que establece una serie de categorías para los residuos peligrosos:

Químicos peligrosos, incluyen aquellos que contienen compuestos tóxicos, inflamables o corrosivos, este grupo abarca una amplia gama de productos industriales, como solventes, pinturas, adhesivos, aceites usados, y productos químicos de limpieza y desinfección.

Biológicos peligrosos, incluyen materiales contaminados con agentes patógenos, como residuos médicos (jeringas, gasas, batas contaminadas), animales muertos o residuos biológicos originados en laboratorios de investigación, la correcta gestión de estos residuos es esencial para evitar la propagación de enfermedades y contaminaciones biológicas.

Radiactivos, aquellos materiales que contienen isótopos radiactivos y que representan un riesgo para la salud y el medio ambiente debido a su capacidad para emitir radiación, estos residuos deben ser manejados con especial cuidado, siguiendo estrictas normativas y protocolos de seguridad para radiaciones ionizantes.

Una correcta gestión de los residuos peligrosos está regida por diversas normativas nacionales e internacionales y demás tratados.

La normativa para la Gestión Integral de Residuos Peligrosos: Regula la identificación, almacenamiento, transporte, tratamiento y disposición final de residuos peligrosos, asegurando que las actividades industriales y comerciales que generen estos residuos los gestionen de manera segura, Normas Técnicas del INEN, el Instituto Ecuatoriano de Normalización (INEN) establece normas técnicas que regulan los procedimientos para el manejo seguro de residuos peligrosos, incluyendo los requisitos de embalaje, etiquetado y almacenamiento adecuado de estos materiales mencionados.

Para el manejo de residuos peligrosos debe seguir un conjunto de procedimientos para garantizar su seguridad y minimizar los riesgos asociados, las principales etapas son:

Identificación y clasificación, el primer paso en la gestión de residuos peligrosos es su correcta identificación y clasificación, basándose en su toxicidad, inflamabilidad, corrosividad y otros criterios, esta clasificación permite determinar las medidas adecuadas para su tratamiento y disposición final.

Almacenamiento seguro, los residuos peligrosos deben ser almacenados en condiciones controladas para evitar su contacto con personas, animales o el medio ambiente, el almacenamiento debe cumplir con las normativas de

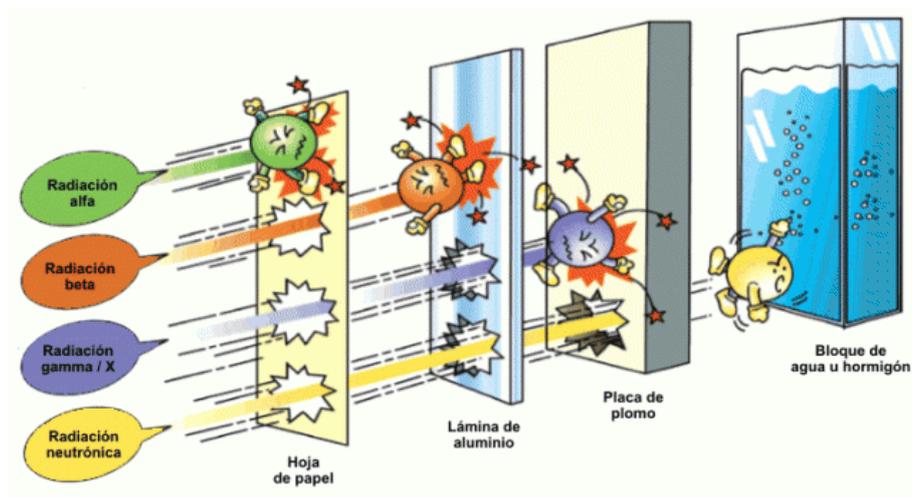
seguridad, como el uso de contenedores adecuados, ventilación adecuada y señalización de los riesgos existentes.

Transporte, el transporte de residuos peligrosos debe realizarse en vehículos especializados y con el cumplimiento de normativas de seguridad para evitar derrames, fugas o accidentes durante el trayecto de los residuos.

Tratamiento y disposición final, los residuos peligrosos deben ser tratados de manera que se eliminen sus riesgos antes de ser dispuestos de forma final, los métodos de tratamiento incluyen incineración, neutralización, encapsulación, y otros procesos que dependen de la naturaleza del residuo, una vez tratados, los residuos deben ser dispuestos en sitios especializados, como rellenos de seguridad, donde no afecten al medio ambiente ni a la salud humana o demás seres vivos.

Materiales Radioactivos

Figura 8
Desintegración de materiales radioactivos



Son sustancias que contienen elementos capaces de emitir radiación ionizante debido a la desintegración de sus núcleos atómicos, esta radiación puede ser peligrosa para los seres vivos, ya que tiene la capacidad de ionizar las células, lo que puede causar daño a los tejidos, mutaciones genéticas o incluso la muerte celular, los materiales radioactivos se utilizan en una variedad de aplicaciones industriales, científicas y médicas, pero su manejo requiere estrictas

medidas de seguridad debido a los riesgos asociados con su manipulación, almacenamiento y disposición intermedia y final.

Se caracterizan los materiales radioactivos por la emisión espontánea de partículas subatómicas, como partículas alfa (α), beta (β) o radiación gamma (γ), durante el proceso de desintegración nuclear; esta desintegración es un fenómeno aleatorio y ocurre a lo largo de un período de tiempo determinado por la vida media del material, que es el tiempo que tarda la mitad de los átomos de una muestra de material radioactivo en desintegrarse; los materiales radioactivos están compuestos por radionúclidos, que son átomos inestables que liberan radiación para alcanzar un estado más estable, ejemplos comunes de radionúclidos incluyen el uranio-235, el radón y el cobalto-60, cada radionúclido emite un tipo específico de radiación en su proceso de desintegración de cada elemento.

La radiación que emiten los materiales radioactivos puede ser de varios tipos: partículas alfa (que tienen un alto poder de ionización, pero bajo poder de penetración), partículas beta (que tienen mayor capacidad de penetración, pero menor capacidad de ionización) y radiación gamma (que tiene alta penetración y baja ionización), esta radiación puede causar daño directo a las células vivas, afectando el ADN y aumentando el riesgo de cáncer y otras enfermedades o afecciones a la salud.

Todos los materiales radioactivos se clasifican principalmente según su nivel de radiactividad y el tipo de radiación que emiten, en general, se dividen en dos grandes grupos:

Radioactivos Naturales, son aquellos que existen en la naturaleza, como el radón, el uranio y el torio, estos materiales están presentes en rocas, suelo, agua y atmósfera, y su radiación es producto de procesos naturales de desintegración, aunque la exposición natural es inevitable, los niveles de radiación suelen ser bajos y controlados, sin embargo, en ciertos lugares con alta concentración de radón o uranio, la exposición puede ser considerable o importante.

Radioactivos Artificiales, son aquellos que han sido creados por el ser humano a través de procesos nucleares, como en reactores nucleares o aceleradores de partículas, estos materiales incluyen isótopos como el cobalto-60, el cesio-137 y el yodo-131, que tienen aplicaciones en la medicina (radioterapia), la industria (inspección de soldaduras y medición de espesores) y

la investigación científica, la radiación emitida por estos materiales puede ser mucho más intensa que la de los materiales naturales o no manipulados.

Los materiales radioactivos tienen una amplia variedad de aplicaciones en diferentes áreas:

Medicina, los isótopos radiactivos, como el yodo-131 y el cobalto-60, se utilizan en diagnóstico y tratamiento de enfermedades, especialmente en la radioterapia para el tratamiento del cáncer, también se usan en la medicina nuclear para realizar exploraciones y obtener imágenes de tejidos internos mediante técnicas como la tomografía entre otras técnicas de radiodiagnóstico o radioterapia.

Industria, los materiales radioactivos se utilizan en procesos industriales para la medición de espesores de materiales, la inspección de soldaduras, la detección de fugas y en el tratamiento de aguas residuales, estos isótopos permiten realizar tareas de control de calidad y garantizar la seguridad en diversas aplicaciones industriales de producción, exploración, Etc.

Investigación científica, en física nuclear, los isótopos radiactivos se utilizan para estudiar los procesos de desintegración y las propiedades de los materiales, también se emplean en estudios de datación de materiales antiguos (como en la arqueología) mediante el uso de carbono-14 para determinar la edad de restos biológicos y fósiles.

El material radioactivo puede tener efectos agudos o crónicos sobre la salud humana, dependiendo de la duración y la intensidad de la exposición, la radiación ionizante puede dañar las células y los tejidos, alterando el material genético e incrementando el riesgo de cáncer, mutaciones genéticas y enfermedades cardiovasculares dentro de los cuales están los efectos determinísticos y estocásticos.

Efectos agudos, la exposición intensa a altas dosis de radiación puede causar síndrome de irradiación aguda, cuyos síntomas incluyen náuseas, vómitos, fatiga y, en casos extremos, daño a órganos vitales que puede ser mortal para los seres vivos.

Efectos crónicos, a exposición prolongada a dosis bajas de radiación puede causar daño a largo plazo en los tejidos, incrementando el riesgo de desarrollar cáncer, leucemia y problemas reproductivos, además, los materiales radioactivos

pueden contaminar el medio ambiente si no se manejan adecuadamente; la contaminación por radiactividad puede persistir durante largos períodos de tiempo, afectando ecosistemas y fuentes de agua, lo que puede tener efectos perjudiciales para la fauna y flora local e incluso trasladar sus efectos por varios medios.

En atención a los riesgos asociados con los materiales radioactivos, su manejo está estrictamente regulado por organismos nacionales e internacionales, en Ecuador, la regulación de la radio protección y el manejo de materiales radiactivos está a cargo de la SCAN (Subsecretaria de Control y Aplicaciones Nucleares), que establecen normas y procedimientos para la seguridad en el uso, transporte y disposición de estos materiales; a nivel internacional, la Organización Internacional de Energía Atómica (OIEA) establece directrices y estándares de seguridad para el uso de materiales radiactivos, que incluyen requisitos de almacenamiento seguro, transporte adecuado y desecho controlado de los materiales radioactivos.

Para la seguridad en el manejo, transporte y disposición de materiales radioactivos, existen varios aspectos cruciales para prevenir riesgos para la salud humana, la seguridad y el medio ambiente, debido a la naturaleza de la radiación ionizante emitida por estos materiales, su control debe cumplir con estrictas normativas y procedimientos establecidos tanto a nivel nacional como internacional, los cuales deben ser dictaminados y controlados.

Para el manejo seguro de materiales radioactivos se comienza con su correcta identificación y clasificación, los materiales radiactivos deben ser almacenados en instalaciones adecuadas que cuenten con medidas de seguridad como blindaje adecuado, control de accesos, monitoreo constante de radiación y ventilación; los trabajadores deben ser capacitados en técnicas de radio protección y en el uso de equipos de protección personal (EPP), como trajes, guantes y detectores de radiación, además, deben ser establecidas barreras físicas y sistemas de contención que impidan la liberación accidental de material radiactivo y sus efectos deben ser minimizados.

Para el transporte de materiales radioactivos debe realizarse bajo condiciones de máxima seguridad, los vehículos utilizados deben estar especialmente diseñados para prevenir derrames o fugas, y estar equipados con sistemas de monitoreo y alarmas de radiación, asimismo, deben contar con un

etiquetado visible que identifique la carga como peligrosa, de acuerdo con las normativas internacionales, como el Sistema de Clasificación de la Organización Internacional de Energía Atómica (OIEA), las rutas de transporte deben ser previamente planificadas, evitando áreas densamente pobladas o de alto riesgo, los conductores y personal involucrado deben recibir formación especializada en el manejo de emergencias radiológicas y deben tener su registro dosimétrico.

Los desechos radiactivos para su disposición final deben tener y requieren procesos específicos según el tipo y la actividad radiactiva del material, estos desechos deben ser almacenados en instalaciones de confinamiento especial, como los sitios de disposición final, que cuentan con sistemas de seguridad para prevenir la fuga de radiación, el tratamiento de los residuos puede incluir el almacenamiento temporal, la compactación, la incineración controlada o la vitrificación, dependiendo de la naturaleza del material; además, es esencial realizar monitoreos ambientales continuos para detectar posibles fugas y asegurar que no haya impacto sobre la salud o el medio ambiente.

CAPÍTULO III

Reconocimiento e identificación de materiales peligrosos



Sistemas de reconocimiento e identificación de materiales peligrosos

El reconocimiento e identificación de materiales peligrosos (HAZMAT) es un proceso esencial para prevenir, controlar y mitigar riesgos en situaciones que involucran sustancias que puedan ser dañinas para la salud humana, la propiedad o el medio ambiente, en el ámbito de la gestión de emergencias, control de incendios y operaciones de rescate, es fundamental que el personal esté capacitado en el uso de sistemas y herramientas que permiten una rápida y precisa identificación de estos materiales.

Clasificación de los Materiales Peligrosos

Los materiales peligrosos están definidos y clasificados internacionalmente por la Organización de las Naciones Unidas (ONU) bajo el Sistema Globalmente Armonizado (SGA), esta clasificación facilita su identificación mediante etiquetas y códigos estandarizados que informan sobre los riesgos asociados a cada sustancia sus clases principales son:

Clase 1: Explosivos

Clase 2: Gases (inflamables, no inflamables y tóxicos)

Clase 3: Líquidos inflamables

Clase 4: Sólidos inflamables, sustancias que reaccionan peligrosamente con el agua

Clase 5: Sustancias comburentes y peróxidos orgánicos

Clase 6: Sustancias tóxicas e infecciosas

Clase 7: Materiales radiactivos

Clase 8: Corrosivos

Clase 9: Sustancias peligrosas diversas

Sistemas de Reconocimiento e Identificación

Existen varios sistemas y herramientas utilizados globalmente para el reconocimiento e identificación de materiales peligrosos, cada sistema tiene características particulares que permiten al personal de emergencias tomar decisiones informadas rápidamente.

Etiquetado y Señalización del SGA (Sistema Globalmente Armonizado)

El SGA establece criterios de clasificación y etiquetado de materiales peligrosos mediante el uso de pictogramas, palabras de advertencia y frases de peligro, las etiquetas deben incluir:

El nombre de la sustancia.

Pictogramas de peligro (símbolos) que representan los riesgos.

Información sobre medidas de precaución.

Por ejemplo, un líquido inflamable llevará un pictograma con una llama sobre fondo rojo, indicando su capacidad para incendiarse.

NFPA 704 – Diamante de Seguridad

La NFPA (National Fire Protection Association) ha desarrollado el sistema NFPA 704, conocido como el Diamante de Seguridad, este sistema es de uso frecuente para identificar rápidamente riesgos en situaciones de emergencias, el diamante tiene cuatro cuadrantes de colores:

Azul: Riesgo a la salud (0-4, donde 4 es el más peligroso).

Rojo: Inflamabilidad (0-4).

Amarillo: Reactividad (0-4).

Blanco: Información especial, como riesgos de reactividad con agua (W) o riesgo de radiación (OX).

Este sistema facilita una evaluación visual rápida para determinar las acciones a seguir en caso de una emergencia.

Figura 9
Identificación de materiales peligrosos



Guía de Respuesta en Caso de Emergencias (ERG 2020)

La Guía ERG, elaborada por el Departamento de Transporte de Estados Unidos (DOT) en colaboración con otras entidades, es una herramienta fundamental para los primeros respondedores, esta guía proporciona:

Códigos de identificación de materiales peligrosos basados en su número ONU.

Páginas de acción que indican los peligros específicos, medidas de evacuación y equipos de protección personal (EPP).

Tablas de distancias de aislamiento para derrames y liberaciones.

Por ejemplo, si un camión transporta un líquido inflamable identificado con el número UN 1203 (Gasolina), la ERG indica las medidas de seguridad y evacuación necesarias.

Equipos de Medición y Monitoreo

En escenarios donde no se puede identificar un material por señalización visible, se emplean equipos tecnológicos como:

- **Explosímetros:** Detectan atmósferas explosivas por presencia de gases inflamables.
- **Detectores multigás:** Identifican oxígeno, monóxido de carbono, sulfuros y otros gases tóxicos.
- **Medidores de radiación:** Detectan emisiones radiactivas provenientes de materiales de Clase 7.

- **Papel de pH y sensores químicos:** Determinan la acidez o alcalinidad de sustancias desconocidas.

Fichas de Datos de Seguridad (FDS)

Las Fichas de Datos de Seguridad son documentos técnicos detallados que proporcionan información sobre:

- Propiedades físicas y químicas de la sustancia.
- Peligros para la salud y el medio ambiente.
- Equipos de protección recomendados.
- Procedimientos de manipulación, almacenamiento y respuesta ante emergencias.
- Importancia del Reconocimiento de Materiales Peligrosos

El uso adecuado de sistemas de reconocimiento e identificación garantiza:

- **Seguridad del personal de emergencias:** Minimiza la exposición a sustancias peligrosas.
- **Protección de la comunidad y el ambiente:** Evita propagación de riesgos en caso de derrames, incendios o explosiones.
- **Eficiencia en la respuesta:** Permite aplicar estrategias de mitigación adecuadas según el tipo de sustancia y nivel de riesgo.

Aplicación en la Carrera de Control de Incendios y Rescate

Los profesionales de Control de Incendios y Operaciones de Rescate deben estar capacitados en el uso de estos sistemas para actuar con rapidez y eficacia, es crucial que dominen:

- La lectura de etiquetas y señalizaciones (SGA y NFPA 704).
- La utilización de la Guía ERG en incidentes con transporte de mercancías peligrosas.
- El manejo de equipos de detección para identificar materiales sin señalización visible.

En Ecuador, estas competencias están alineadas con normativas internacionales y locales, como la NTE INEN 2266 y el Código Orgánico del Ambiente (COA), que exigen la correcta identificación y manejo de materiales peligrosos.

Naturaleza y lugar del incidente

En situaciones de emergencia, la naturaleza y el lugar del incidente son factores determinantes para la planificación y ejecución de una respuesta eficiente, los profesionales de control de incendios, rescate y gestión de emergencias deben realizar una evaluación rápida y precisa de estas variables para garantizar la seguridad de las personas involucradas, la protección del entorno y la implementación de protocolos adecuados, a continuación, se detallan los aspectos clave relacionados con la naturaleza y el lugar del incidente, su importancia y cómo influyen en las operaciones de respuesta.

Naturaleza del Incidente

La naturaleza del incidente se refiere a las características o el tipo de emergencia que se presenta. Identificar correctamente la naturaleza del incidente permite determinar las estrategias y recursos necesarios para su control y mitigación, algunos tipos comunes de incidentes incluyen:

Incendios

- **Estructurales:** Suceden en edificaciones residenciales, comerciales o industriales. Suelen involucrar materiales inflamables y riesgos de colapso.
- **Forestales:** Abarcan grandes extensiones de vegetación y requieren estrategias especiales para evitar su propagación.
- **Vehiculares:** Relacionados con incendios en automóviles, transporte de carga o maquinaria.

Derrames de Materiales Peligrosos (HAZMAT)

Incluyen fugas o liberaciones de sustancias tóxicas, radiactivas, inflamables o corrosivas. La correcta identificación del material es crucial para implementar medidas de contención y protección.

Accidentes de Tránsito

Pueden involucrar vehículos de transporte de mercancías peligrosas, rescates vehiculares complejos o incendios derivados del impacto.

Colapsos Estructurales

Ocurren en edificaciones dañadas por sismos, explosiones o mala construcción, lo que requiere operaciones de búsqueda y rescate.

Inundaciones y Fenómenos Naturales

Emergencias provocadas por lluvias intensas, desbordamiento de ríos, terremotos, deslizamientos de tierra o erupciones volcánicas.

Explosiones y Deflagraciones

Incluyen explosiones en entornos industriales, residenciales o de almacenamiento de combustibles. Pueden estar asociadas a la presencia de gases, vapores o explosivos.

La naturaleza del incidente determinará los niveles de riesgo, el tipo de equipos de protección personal (EPP) requeridos, y las acciones inmediatas que deben tomarse, como evacuaciones, aislamientos o contenciones.

Lugar del Incidente

El lugar del incidente se refiere a la ubicación física donde ocurre la emergencia y las características del entorno que pueden influir en la respuesta, las condiciones del lugar tienen un impacto significativo en la planificación táctica y en la logística de las operaciones, se pueden distinguir varios escenarios típicos:

Áreas Urbanas

Suelen presentar alta densidad poblacional y estructuras físicas complejas.

- **Problemas frecuentes:** incendios estructurales, accidentes de tránsito, colapsos y evacuaciones masivas.
- **Desafíos:** acceso limitado para vehículos de emergencia, necesidad de coordinación con servicios públicos (electricidad, agua), y evacuación rápida de civiles.

Áreas Rurales

Involucran zonas con baja densidad de población y grandes extensiones naturales.

- **Problemas frecuentes:** incendios forestales, accidentes con maquinaria agrícola, y emergencias relacionadas con productos químicos (plaguicidas y fertilizantes).
- **Desafíos:** acceso limitado, falta de infraestructura y recursos de respuesta inmediata.

Vías de Transporte

Incluyen carreteras, ferrocarriles, puertos y aeropuertos.

- **Problemas frecuentes:** accidentes vehiculares, derrames de materiales peligrosos y explosiones.
- **Desafíos:** control del tráfico, coordinación con agencias de transporte y establecimiento de zonas de seguridad.

Zonas Industriales

Estas áreas están expuestas a emergencias por el manejo de sustancias peligrosas, incendios en fábricas o explosiones.

- **Problemas frecuentes:** derrames químicos, incendios de combustibles y fallas en sistemas de contención.
- **Desafíos:** identificación de productos peligrosos, control de emisiones tóxicas y protección del personal y el medio ambiente.

Entornos Naturales

Comprenden bosques, montañas, ríos y costas.

- **Problemas frecuentes:** incendios forestales, inundaciones, deslizamientos de tierra y rescates en zonas de difícil acceso.
- **Desafíos:** acceso limitado, condiciones climáticas adversas y dificultad para el traslado de equipos y personal.

Importancia de Evaluar la Naturaleza y el Lugar del Incidente

Identificación de Riesgos

Evaluar la naturaleza y el lugar permite identificar peligros potenciales, como colapsos estructurales, derrames de materiales tóxicos o riesgo de propagación de incendios.

Selección de Equipos y Recursos

La evaluación determina el uso de equipos de protección personal (EPP), herramientas de rescate, unidades de transporte y materiales necesarios para controlar la emergencia.

Seguridad del Personal

Un análisis preciso del lugar evita que el personal de respuesta se exponga a riesgos innecesarios, permitiendo establecer zonas de seguridad (caliente, tibia y fría).

Planificación de Estrategias de Respuesta

La naturaleza y ubicación del incidente influyen en la organización de equipos, las tácticas de intervención y la coordinación con otras agencias de emergencia.

Protección del Medio Ambiente y la Comunidad

Una evaluación oportuna ayuda a evitar daños ambientales y facilita la evacuación oportuna de la población en riesgo.

Tipos de contenedores.

Los contenedores son estructuras diseñadas para almacenar, transportar y proteger diferentes tipos de materiales y sustancias, en el ámbito de materiales peligrosos (HAZMAT), incendios y operaciones de rescate, el conocimiento de los tipos de contenedores es esencial para identificar riesgos, garantizar la seguridad y aplicar protocolos adecuados en caso de emergencias, los contenedores varían según su forma, tamaño, material de construcción y contenido, a continuación, se describen los tipos principales de contenedores y su importancia en la manipulación segura de sustancias peligrosas.

Figura 10
Tipos de contenedores



Contenedores a Granel (Bulk Containers)

Los contenedores a granel son utilizados para transportar grandes cantidades de materiales sólidos, líquidos o gaseosos, pueden ser fijos, portátiles o de transporte y se clasifican según el tipo de contenido:

- **Contenedores de líquidos a granel:** Estos recipientes están diseñados para almacenar líquidos como combustibles, aceites, productos químicos y agua.

Ejemplo: Tanques cilíndricos en camiones cisterna, vagones de ferrocarril y tanques estacionarios.

Riesgos: Fugas, derrames y explosiones en presencia de líquidos inflamables.

- **Contenedores de sólidos a granel:** Son utilizados para almacenar materiales como granos, fertilizantes, sólidos inflamables y desechos industriales.

Ejemplo: Tolvas, contenedores tipo caja abierta y bolsas de carga a granel (Big Bags).

Riesgos: Polvos combustibles, derrames y riesgos de inhalación.

- **Contenedores de gases a granel:**

Diseñados para almacenar gases comprimidos, licuados o disueltos.

Ejemplo: Cilindros de gas presurizados, esferas de almacenamiento y camiones cisterna para gases licuados.

Riesgos: Explosiones, fugas tóxicas y liberación repentina de presión.

Contenedores a Presión

Estos contenedores están diseñados para soportar altos niveles de presión y son utilizados para transportar gases comprimidos o líquidos bajo presión, se clasifican en:

- **Cilindros de gas:**

Contenedores cilíndricos metálicos utilizados para gases como oxígeno, propano, cloro y nitrógeno.

Ejemplo: Cilindros portátiles para soldadura o sistemas médicos.

Riesgos: Ruptura de válvulas, fugas y explosiones debido a presión excesiva.

- **Esferas de almacenamiento a presión:**

Grandes contenedores fijos diseñados para almacenar grandes volúmenes de gases licuados, como gas natural o amoníaco.

Riesgos: Explosiones BLEVE (Boiling Liquid Expanding Vapor Explosion).

- **Tanques de transporte a presión:**

Contenedores en camiones cisterna o vagones de ferrocarril utilizados para gases comprimidos y licuados.

Contenedores Intermedios para Granel (IBC)

Los IBC (Intermediate Bulk Containers) son recipientes de tamaño intermedio utilizados para transportar líquidos o sólidos peligrosos en cantidades moderadas, sus características incluyen:

- **Material:** Plástico reforzado, acero inoxidable o aluminio.
- **Capacidad:** Generalmente entre 500 y 3,000 litros.
- **Ejemplo:** Cubos plásticos o metálicos con estructuras de protección externa.
- **Riesgos:** Rotura del contenedor, derrames y exposición a productos químicos.

Contenedores para Materiales Peligrosos

Estos contenedores están diseñados específicamente para el transporte y almacenamiento de sustancias peligrosas. Se encuentran regulados bajo normas internacionales como el SGA (Sistema Globalmente Armonizado), la ONU y la DOT (Departamento de Transporte de EE. UU.).

- **Bolsas de seguridad:** Utilizadas para transportar sólidos tóxicos o peligrosos.
- **Bidones o tambores:** Cilindros de metal o plástico para líquidos inflamables, corrosivos o productos químicos.
- **Contenedores de residuos peligrosos:** Diseñados para almacenar desechos tóxicos o contaminantes.

Contenedores Marítimos

Son recipientes grandes y robustos utilizados en el transporte intermodal (terrestre, marítimo y ferroviario), pueden transportar sólidos, líquidos o mercancías peligrosas.

- **Contenedores estándar (ISO):** Cumplen con las normas internacionales de dimensiones y seguridad.
- **Contenedores tanque (ISO Tank):** Diseñados para líquidos y gases.
- **Riesgos:** Manipulación inadecuada, fugas y contaminación ambiental.

Contenedores Especializados

- **Cápsulas de plomo:** Utilizadas para transportar materiales radiactivos.
- **Contenedores refrigerados:** Almacenan productos que necesitan temperaturas controladas, como químicos volátiles.
- **Contenedores criogénicos:** Diseñados para líquidos extremadamente fríos como oxígeno líquido o nitrógeno líquido.

Importancia del Conocimiento de los Contenedores

El conocimiento de los diferentes tipos de contenedores es fundamental para los profesionales de rescate, control de incendios y respuesta a emergencias, ya que:

- Permite identificar rápidamente el contenido y nivel de riesgo.
- Ayuda a implementar medidas de seguridad para evitar fugas, derrames o explosiones.
- Facilita el uso adecuado de equipos de protección personal (EPP).
- Contribuye a una respuesta eficiente durante emergencias con materiales peligrosos.

Rombo NFPA 704

El rombo NFPA 704, conocido como el Diamante de Seguridad, es un sistema visual desarrollado por la National Fire Protection Association (NFPA) para identificar rápidamente los riesgos asociados a materiales peligrosos en situaciones de emergencia, su principal objetivo es proporcionar información clara y concisa a los equipos de respuesta, como bomberos y personal de rescate, para tomar decisiones seguras y eficientes.

Figura 11
Rombo NFPA 704



El rombo se divide en cuatro secciones de diferentes colores, cada una representando un tipo de riesgo:

- **Azul (salud):** Indica el riesgo para la salud humana. Se clasifica de 0 (sin peligro) a 4 (riesgo mortal).
- **Rojo (inflamabilidad):** Representa la capacidad del material para arder. Va de 0 (no inflamable) a 4 (extremadamente inflamable).
- **Amarillo (reactividad):** Evalúa la inestabilidad del material frente a reacciones químicas. Se clasifica de 0 (estable) a 4 (riesgo de explosión).
- **Blanco (información especial):** Contiene símbolos adicionales, como OX (oxidante) o W (reacciona peligrosamente con agua).

Placas y etiquetas de seguridad

Las placas y etiquetas de seguridad son elementos visuales esenciales utilizados para identificar y advertir sobre los riesgos asociados a materiales peligrosos en el transporte, almacenamiento o manejo, estas señales permiten a los trabajadores, equipos de respuesta a emergencias y al público en general identificar rápidamente el peligro y actuar de manera adecuada para proteger la seguridad de las personas, los bienes y el medio ambiente, su uso está regulado a nivel internacional por normas como el Sistema Globalmente Armonizado (SGA), el Código de Naciones Unidas (ONU) y, en el caso del transporte, acuerdos como

el ADR (Acuerdo Europeo para el Transporte de Mercancías Peligrosas por Carretera) y el IMDG (Código Marítimo Internacional de Mercancías Peligrosas).

Importancia de las Placas y Etiquetas de Seguridad

Las placas y etiquetas de seguridad cumplen varios propósitos críticos:

- **Identificación rápida del riesgo:** Facilitan a los primeros respondedores y personal especializado reconocer el tipo de peligro asociado al material.
- **Prevención de accidentes:** Advierten a los trabajadores y al público sobre las medidas necesarias para evitar incidentes.
- **Cumplimiento normativo:** Su uso es obligatorio en el manejo y transporte de materiales peligrosos según regulaciones internacionales y nacionales.
- **Guía en emergencias:** Ayudan a aplicar protocolos de seguridad al proporcionar información sobre inflamabilidad, toxicidad, reactividad y otras características del material.

Características de las Placas y Etiquetas

Las placas y etiquetas deben cumplir con ciertos estándares de diseño y colocación:

- **Forma:** Las placas son generalmente de forma romboidal (diamante) y las etiquetas más pequeñas, pero con diseño similar.
- **Color:** Cada tipo de peligro está representado por un color específico, según el Sistema Globalmente Armonizado:
- **Rojo:** Materiales inflamables.
- **Azul:** Sustancias que representan un peligro para la salud.
- **Amarillo:** Materiales reactivos o inestables.
- **Blanco:** Materiales corrosivos o información adicional especial.
- **Símbolos:** Incluyen pictogramas que indican el tipo de peligro (llama, calavera, cilindro de gas, etc.).
- **Texto:** Pueden incluir palabras de advertencia como "Peligro", "Advertencia" o el tipo específico de riesgo.

- **Número ONU:** En el transporte, las placas incluyen el número ONU de cuatro dígitos, que identifica la sustancia peligrosa.

Tipos de Placas y Etiquetas de Seguridad

Pictogramas del SGA:

El Sistema Globalmente Armonizado define 9 pictogramas que identifican peligros específicos, como:

- **Llama:** Inflamables (líquidos, sólidos o gases).
- **Calavera y huesos cruzados:** Toxicidad aguda.
- **Cilindro de gas:** Gases comprimidos o licuados.
- **Corrosión:** Sustancias corrosivas para la piel o los metales.
- **Llama sobre círculo:** Sustancias comburentes.
- **Explosión:** Materiales explosivos.
- **Signo de exclamación:** Irritantes o efectos nocivos.
- **Medio ambiente:** Riesgo para el entorno acuático.
- **Siluetas humanas:** Efectos crónicos o mutagénicos para la salud.

Placas de Transporte de Mercancías Peligrosas:

En el transporte de materiales peligrosos, las placas deben cumplir con las regulaciones de la ONU y contener:

- **Número de clase:** Indica el tipo de peligro según las 9 clases de materiales peligrosos.
- **Número ONU:** Código numérico que identifica la sustancia peligrosa específica.
- **Color y pictograma:** Facilitan la identificación visual del riesgo.

Etiquetas de Seguridad para Almacenamiento:

Estas etiquetas se colocan en contenedores, tanques o áreas de almacenamiento y utilizan los pictogramas y colores del SGA. Incluyen información adicional como:

- Precauciones de manipulación.
- Equipos de protección personal (EPP) requeridos.

- Instrucciones en caso de fuga o derrame.

Colocación de Placas y Etiquetas

En el transporte terrestre, las placas deben colocarse en los cuatro lados de vehículos o contenedores para garantizar visibilidad desde cualquier ángulo.

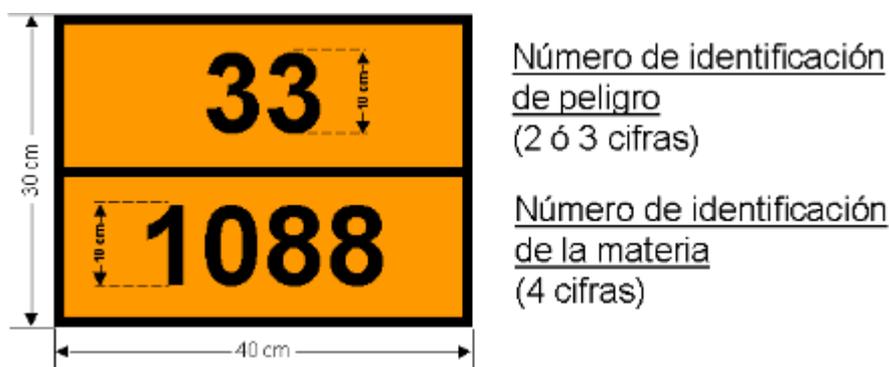
En el almacenamiento, las etiquetas deben estar fijadas en recipientes, tanques o áreas designadas.

Las etiquetas también deben acompañar las Fichas de Datos de Seguridad (FDS), que proporcionan información detallada sobre las sustancias.

Identificación por (Panel de seguridad) #ONU

La identificación mediante paneles de seguridad con el número ONU es un sistema estandarizado internacionalmente que permite identificar materiales peligrosos de manera rápida y eficiente durante su transporte y manejo, este sistema es fundamental para la seguridad en situaciones de emergencia, ya que facilita a los equipos de respuesta, como bomberos y rescatistas, la identificación del tipo de sustancia involucrada, sus riesgos asociados y las medidas de mitigación necesarias.

Figura 12
Panel de seguridad



¿Qué es el Número ONU?

El número ONU es un código numérico de cuatro dígitos asignado por el Comité de Expertos en Transporte de Mercancías Peligrosas de las Naciones Unidas (ONU), cada número identifica de manera específica a una sustancia

peligrosa o a un grupo de sustancias con características similares, este sistema forma parte de las normativas internacionales establecidas en el Acuerdo ADR, el Código IMDG y otras regulaciones globales para el transporte terrestre, marítimo y aéreo.

Por ejemplo:

- UN 1203: Gasolina (líquido inflamable).
- UN 1017: Cloro (gas tóxico y corrosivo).
- UN 1824: Hidróxido de sodio en solución (líquido corrosivo).

Panel de Seguridad

El panel de seguridad es una señal rectangular de color naranja que contiene el número ONU y, en algunos casos, el número de identificación de peligro (también conocido como código Kemler), este panel se coloca de forma obligatoria en vehículos, contenedores y cisternas que transportan mercancías peligrosas.

Estructura del Panel de Seguridad

El panel tiene dos secciones:

- **Parte superior:** Contiene el número de identificación de peligro (código HIN/Kemler). Este número proporciona información adicional sobre los riesgos principales de la sustancia.

Ejemplo: "33" significa líquido muy inflamable.

"268" indica líquido tóxico y corrosivo.

Parte inferior: Contiene el número ONU asignado a la sustancia.

Ejemplo de Panel de Seguridad:



- El número 33 indica que el material es un líquido muy inflamable.
- El número 1203 identifica que la sustancia es gasolina.

Importancia del Panel de Seguridad

El uso de los paneles de seguridad con el número ONU es crucial para:

- **Identificación rápida y precisa:** Permite a los equipos de respuesta a emergencias conocer de inmediato la naturaleza de la sustancia peligrosa.
- **Medidas de seguridad:** Facilita la aplicación de protocolos específicos, como evacuaciones, aislamiento de áreas y uso de equipos de protección personal (EPP).
- **Protección del personal de emergencia:** Al conocer los riesgos asociados, los bomberos y rescatistas pueden adoptar estrategias seguras y eficientes.
- **Cumplimiento normativo:** Su uso es obligatorio según las regulaciones internacionales y nacionales para el transporte de mercancías peligrosas.
- **Seguridad vial y pública:** Advierte a otros conductores y al público sobre la presencia de materiales peligrosos, promoviendo una conducción más cuidadosa.

Ubicación del Panel de Seguridad

Para garantizar su visibilidad, los paneles de seguridad deben colocarse de manera estratégica en el vehículo o contenedor:

- En los cuatro lados del vehículo (delantero, trasero y laterales).
- En cisternas o contenedores, cada compartimento debe estar identificado si contiene sustancias diferentes.
- En caso de accidentes, derrames o fugas, estos paneles facilitan a los equipos de emergencia la identificación inmediata del material involucrado, incluso cuando otras etiquetas o señalizaciones se han deteriorado.

Ejemplo Práctico

Si un vehículo que transporta gas cloro (UN 1017) sufre un accidente, el panel de seguridad proporcionará la siguiente información:

- **Código de identificación de peligro (X22):** Gas tóxico que reacciona con el agua.
- **Número ONU (1017):** Identifica que la sustancia es cloro.

Esta información permitirá a los bomberos establecer zonas de seguridad, evacuar áreas afectadas y utilizar equipos de protección respiratoria para intervenir de manera segura.

Nombre de la sustancia, marca y contenedor.

En el manejo, transporte y almacenamiento de materiales peligrosos, la identificación correcta de la sustancia, su marca y el tipo de contenedor utilizado son aspectos fundamentales para garantizar la seguridad de las personas, el medio ambiente y las propiedades, cada uno de estos elementos proporciona información crítica para los equipos de emergencia, trabajadores y personas involucradas en el manejo de estas sustancias, permitiendo aplicar medidas adecuadas en caso de un incidente o accidente.

Nombre de la Sustancia

El nombre de la sustancia es la primera identificación que se debe observar al manejar materiales peligrosos, este nombre debe ser claro, específico y estandarizado, siguiendo regulaciones internacionales como las del Sistema Globalmente Armonizado (SGA) y el número ONU asignado por las Naciones Unidas.

Importancia:

El nombre de la sustancia permite identificar rápidamente el material y sus propiedades químicas o físicas, como toxicidad, inflamabilidad, reactividad o corrosividad.

Ubicación del nombre:

- En etiquetas adheridas a los contenedores o embalajes.
- En placas de seguridad en vehículos de transporte de mercancías peligrosas.

- En Fichas de Datos de Seguridad (FDS), donde se detalla información técnica de la sustancia.

Ejemplo:

Gasolina: Nombre común.

UN 1203: Número ONU que identifica específicamente la gasolina como líquido inflamable.

Hidróxido de sodio: Sustancia corrosiva.

Cloro gaseoso: Gas tóxico y reactivo.

Marca

La marca hace referencia a la designación, símbolos o códigos que identifican al fabricante o proveedor de la sustancia, este elemento es importante para:

- Conocer el origen y la calidad del material.
- Contactar al proveedor en caso de incidentes o requerimientos específicos.
- Facilitar el reporte de emergencias, ya que el fabricante puede proporcionar información adicional sobre la manipulación segura y riesgos asociados.

Las marcas suelen encontrarse en:

- Etiquetas de seguridad adheridas al contenedor.
- Fichas técnicas o documentos que acompañan a la sustancia.
- Sellos de certificación que garantizan el cumplimiento de normas de transporte y almacenamiento.

Ejemplo práctico:

Si una sustancia peligrosa provoca un derrame, el equipo de respuesta puede identificar al proveedor a través de la marca y obtener detalles precisos sobre los procedimientos de contención o neutralización.

Contenedor

El contenedor es el recipiente o estructura utilizada para almacenar, transportar y proteger una sustancia. El tipo de contenedor varía en función de la naturaleza de la sustancia (sólida, líquida o gaseosa) y su nivel de peligrosidad.

Tipos de contenedores:

- **Cilindros de gas:** Utilizados para transportar gases comprimidos, licuados o disueltos.

Ejemplo: Cilindros para oxígeno, cloro o gas propano.

- **Tambores y bidones:** Contenedores cilíndricos de metal o plástico utilizados para líquidos y sólidos.

Ejemplo: Tambores para productos químicos inflamables o corrosivos.

Tanques de almacenamiento y cisternas: Diseñados para grandes cantidades de líquidos, como combustibles y químicos.

Ejemplo: Cisternas de transporte en camiones o trenes.

- **Contenedores intermedios (IBC):** Recipientes plásticos reforzados con estructuras metálicas para líquidos o sólidos en grandes volúmenes.
- **Bolsas y embalajes especiales:** Utilizados para sólidos tóxicos o polvos peligrosos.

Ejemplo: Big Bags para fertilizantes y materiales sólidos a granel.

- **Contenedores criogénicos:** Diseñados para almacenar sustancias a temperaturas extremadamente bajas, como el nitrógeno líquido.

Importancia del contenedor:

- Permite contener de forma segura sustancias peligrosas.
- Facilita la identificación mediante etiquetas y placas adheridas a su superficie.
- Proporciona protección contra fugas, derrames y reacciones peligrosas.
- Permite una manipulación y transporte seguro según las normativas internacionales.

Documento de Transporte y MSDS

En la gestión, transporte y manejo de materiales peligrosos, la documentación adecuada es crucial para garantizar la seguridad y cumplir con las regulaciones nacionales e internacionales, dos documentos fundamentales en este proceso son el Documento de Transporte y la Ficha de Datos de Seguridad (MSDS - Material Safety Data Sheet), ambos proporcionan información esencial para el personal involucrado en el transporte, almacenamiento y respuesta a emergencias, asegurando la protección de las personas, bienes y el medio ambiente.

Documento de Transporte

El Documento de Transporte es un requisito obligatorio en el traslado de materiales peligrosos, es un registro que contiene información detallada sobre la mercancía transportada, facilitando la identificación de los riesgos y las acciones a seguir en caso de emergencia, está regulado por normativas internacionales como el Acuerdo ADR (transporte terrestre) y el Código IMDG (transporte marítimo).

Contenido del Documento de Transporte

El documento debe incluir información específica para garantizar la trazabilidad y seguridad del material:

- **Número ONU:** Código de 4 dígitos que identifica la sustancia peligrosa.
- **Nombre de la sustancia:** Nombre técnico y/o comercial del producto.
- **Clase de peligro:** Clasificación según el sistema de la ONU (ejemplo: Clase 3 para líquidos inflamables).
- **Grupo de embalaje:** Indica el nivel de peligro (I: alto peligro, II: peligro medio, III: peligro bajo).
- **Cantidad y tipo de embalaje:** Número de contenedores y capacidad total.
- **Información del remitente y destinatario:** Nombres, direcciones y contactos.

- **Medidas de seguridad y precauciones:** Advertencias específicas para el manejo.

Importancia del Documento de Transporte

- Facilita la identificación rápida del material peligroso por parte de los conductores y equipos de respuesta.
- Garantiza el cumplimiento legal durante el transporte de mercancías peligrosas.
- Ayuda a aplicar protocolos de seguridad en caso de accidentes o derrames.
- Proporciona trazabilidad y registro del manejo de sustancias peligrosas.
- Por ejemplo, si un camión transporta UN 1203 (Gasolina), el documento indicará su número ONU, clase (3 - líquidos inflamables), cantidad transportada y medidas de precaución.

MSDS - Ficha de Datos de Seguridad

La MSDS (Material Safety Data Sheet), también conocida como Ficha de Datos de Seguridad, es un documento técnico que proporciona información detallada sobre las propiedades físicas, químicas y los riesgos de una sustancia, está regulada por el Sistema Globalmente Armonizado (SGA) y debe acompañar cualquier material peligroso durante su transporte, almacenamiento o manipulación.

Figura 13
Ficha de datos de seguridad



shutterstock.com · 2479733509

MSDS - Ficha de Datos de Seguridad

Estructura de una MSDS

Una MSDS incluye las siguientes secciones clave:

- **Identificación del producto:** Nombre de la sustancia, número ONU y datos del proveedor.
- **Identificación de peligros:** Clasificación de los riesgos (inflamabilidad, toxicidad, reactividad, etc.).
- **Composición e información de ingredientes:** Componentes químicos y sus concentraciones.
- **Medidas de primeros auxilios:** Procedimientos a seguir en caso de contacto, inhalación o ingestión.
- **Medidas contra incendios:** Equipos de extinción recomendados y precauciones.
- **Medidas en caso de fugas o derrames:** Acciones para la contención y limpieza.
- **Manipulación y almacenamiento:** Instrucciones para un manejo seguro.
- **Control de exposición y protección personal:** Equipos de protección personal (EPP) recomendados.
- **Propiedades físicas y químicas:** Punto de inflamación, solubilidad, presión de vapor, etc.
- **Estabilidad y reactividad:** Condiciones que pueden provocar reacciones peligrosas.
- **Información toxicológica:** Efectos sobre la salud humana.
- **Información ecológica:** Impacto en el medio ambiente.
- **Eliminación de residuos:** Métodos de disposición final seguros.
- **Información para transporte:** Número ONU, clase de peligro y grupo de embalaje.
- **Información regulatoria:** Normas que aplican a la sustancia.

Importancia de la MSDS

Proporciona información detallada para el manejo seguro de materiales peligrosos.

Ayuda a los equipos de respuesta a emergencias a aplicar medidas de control y mitigación.

Garantiza la protección de los trabajadores, indicando los EPP necesarios.

Facilita el cumplimiento legal en el transporte, almacenamiento y uso de productos químicos.

Por ejemplo, una MSDS para cloro gaseoso (UN 1017) incluirá sus riesgos como gas tóxico y corrosivo, las medidas de primeros auxilios, los equipos de protección recomendados y las instrucciones de contención en caso de fuga.

CAPÍTULO IV

Uso de la guía de respuesta a emergencias



Uso de la Guía de Respuesta en caso de Emergencia.

GRE

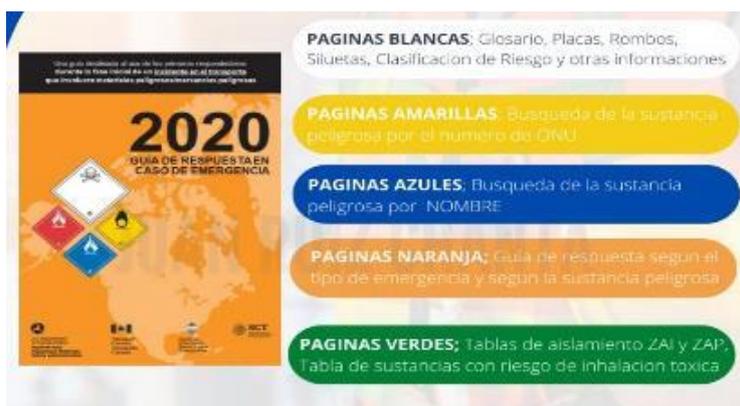
La Guía de Respuesta en Caso de Emergencia (GRE) es una herramienta esencial para los primeros respondedores, encargados de atender situaciones de emergencia que involucran materiales peligrosos, desarrollada por organismos como el Departamento de Transporte de Estados Unidos (DOT), Transport Canada y la Secretaría de Infraestructura, Comunicaciones y Transportes (SICT) de México, la GRE proporciona información crítica para actuar durante los primeros 15 a 30 minutos tras un incidente con sustancias peligrosas, esta herramienta es especialmente valiosa para personal de bomberos, policías, paramédicos y otros profesionales de protección civil.

Propósito de la GRE

El objetivo principal de la GRE es proporcionar orientación rápida y efectiva en situaciones donde materiales peligrosos están involucrados, como derrames, fugas, incendios o explosiones, durante los primeros minutos de un incidente, la toma de decisiones rápidas y precisas es vital para proteger vidas humanas, el medio ambiente y la infraestructura, la guía no reemplaza a expertos en materiales peligrosos, pero sí permite controlar la situación inicial y reducir riesgos mientras se espera la llegada de equipos especializados HazMat (Materiales Peligrosos).

Estructura de la GRE y su uso práctico

Figura 14
Guía de respuesta de emergencias



Guía de Respuesta a Emergencias

La Guía de Respuesta en Caso de Emergencia está diseñada con un formato intuitivo y un sistema de colores que facilita la localización rápida de información, se divide en las siguientes secciones:

Páginas blancas (Introducción y uso de la guía)
Esta sección ofrece instrucciones claras sobre cómo usar la GRE, la tabla de números de emergencia de organismos de apoyo y símbolos clave que aparecen en etiquetas de riesgo y documentos de transporte.

Páginas amarillas (Búsqueda por número ONU/NA)
Aquí, los materiales peligrosos están organizados en orden numérico según su número ONU (UN/NA), un código internacional de identificación. Si se conoce este número, se puede localizar de forma directa la guía naranja correspondiente para obtener las acciones a seguir.

Ejemplo:

El número ONU 1203 corresponde a Gasolina. La guía asociada es la 128.

Páginas azules (Búsqueda por nombre de la sustancia)
Si solo se tiene el nombre de la sustancia peligrosa, esta sección ordena los materiales alfabéticamente, al igual que en las páginas amarillas, se redirige al usuario a la guía naranja correspondiente.

Ejemplo:

Nombre de la sustancia: Ácido clorhídrico → Guía 157.

Páginas naranjas (Guías de acción)

Esta sección es la más importante de la GRE, ya que contiene recomendaciones específicas para actuar durante un incidente, cada guía está numerada y ofrece:

Peligros principales: Riesgo de incendio, explosión, toxicidad, corrosión, etc.

Acciones iniciales: Pasos inmediatos para proteger al personal y a la población, como evacuación, manejo de derrames y precauciones contra incendios.

Protección personal: Equipos de protección recomendados, como mascarillas, trajes especiales y aparatos de respiración autónomos.

Ejemplo de la Guía 128 (Gasolina):

Peligros: Líquido extremadamente inflamable. Los vapores pueden formar mezclas explosivas con el aire.

Acciones iniciales: Evacuar 800 metros en caso de incendio significativo.

Protección personal: Usar equipo de respiración autónomo y ropa resistente a productos químicos.

Páginas verdes (Tabla de distancias de aislamiento y evacuación)

Esta sección proporciona distancias de aislamiento y evacuación específicas para sustancias que generan gases tóxicos por inhalación (TIH). La información varía dependiendo de si el incidente ocurre durante el día o la noche, así como de la magnitud del derrame (pequeño o grande).

Ejemplo: En caso de un derrame pequeño de cloro (UN 1017), la distancia recomendada de evacuación sería de 100 metros en el día y 200 metros en la noche debido a la mayor densidad del gas en temperaturas frías.

Pasos para usar la GRE durante una emergencia

Identificar el material peligroso:

Buscar el número ONU o el nombre de la sustancia en las etiquetas de riesgo, paneles de transporte o documentos.

Localizar la guía correspondiente:

Usar las páginas amarillas (número ONU) o azules (nombre de la sustancia) para encontrar la guía de acción naranja.

Aplicar las acciones recomendadas:

Seguir las instrucciones sobre evacuación, distancias de seguridad y protección personal.

Consultar las páginas verdes:

En caso de gases tóxicos, determinar la distancia de aislamiento y evacuación adecuada.

Solicitar ayuda especializada:

Contactar a equipos HazMat y otros organismos especializados, proporcionando información detallada del incidente.

Importancia de la GRE

El uso adecuado de la Guía de Respuesta en Caso de Emergencia permite:

Proteger la seguridad de los respondedores y de la población cercana.

Evitar daños graves al medio ambiente.

Minimizar el riesgo de expansión del incidente (fuego, explosiones, contaminación).

Facilitar una respuesta coordinada y eficiente mientras llegan unidades especializadas.

Propósito de la GRE

La Guía de Respuesta en Caso de Emergencia (GRE) tiene como propósito fundamental proporcionar una herramienta práctica y de acceso rápido para los primeros respondedores que enfrentan emergencias relacionadas con materiales peligrosos, fue desarrollada con el objetivo de ofrecer orientación inicial crítica durante los primeros 15 a 30 minutos después de un incidente, durante este tiempo, las decisiones rápidas y efectivas son cruciales para evitar consecuencias mayores, proteger vidas humanas y reducir los daños al medio ambiente y a la infraestructura.

Esta guía es utilizada principalmente por cuerpos de bomberos, policías, servicios médicos de emergencia y otros profesionales de respuesta que se encuentran en la primera línea de acción durante situaciones peligrosas, la GRE no busca reemplazar a especialistas en materiales peligrosos (HazMat), sino servir como un recurso inmediato que permita iniciar una respuesta segura y coordinada mientras llegan los equipos especializados.

Identificación y manejo inicial de materiales peligrosos

El propósito central de la GRE es facilitar la identificación de los materiales peligrosos involucrados en un incidente y brindar acciones específicas para manejar la situación, los materiales peligrosos pueden encontrarse en diversas formas: líquidos inflamables, gases tóxicos, sustancias corrosivas o explosivos, si no se manejan adecuadamente, estos materiales pueden causar incendios, explosiones, liberación de gases venenosos, contaminación del medio ambiente y riesgos para la salud humana.

Para lograr su propósito, la GRE organiza la información de manera intuitiva mediante un sistema de colores que facilita la localización rápida de datos:

Páginas amarillas: Permiten buscar un material por su número ONU/NA.

Páginas azules: Facilitan la búsqueda de materiales peligrosos por su nombre.

Páginas naranjas: Contienen las guías de acción con instrucciones precisas sobre peligros, acciones iniciales y medidas de protección personal.

Páginas verdes: Proporcionan las distancias de aislamiento y evacuación necesarias para incidentes que involucren gases tóxicos por inhalación (TIH).

Estas secciones aseguran que los primeros respondedores puedan actuar con rapidez y seguridad para minimizar los riesgos en situaciones complejas.

Protección de la vida humana y el medio ambiente

Otro propósito clave de la GRE es proteger la vida humana y el entorno natural, ante un incidente con materiales peligrosos, el tiempo juega un papel fundamental, ya que retrasos o respuestas inadecuadas pueden tener consecuencias catastróficas, la guía brinda instrucciones claras sobre las medidas de evacuación necesarias y las distancias de seguridad que deben establecerse para proteger a la población y a los propios respondedores.

Por ejemplo, si ocurre un derrame de una sustancia tóxica como cloro gaseoso (UN 1017), la GRE indica la distancia de aislamiento y evacuación adecuada según el tamaño del derrame y la hora del día, esta información es crítica para tomar decisiones informadas y proteger a las personas cercanas al área del incidente.

Además, la GRE también ofrece recomendaciones sobre el uso adecuado de equipos de protección personal (EPP), como trajes especializados, equipos de

respiración autónomos (SCBA) y otros dispositivos que protegen a los respondedores del contacto con materiales peligrosos.

Facilitar una respuesta inicial coordinada

La GRE también tiene como propósito facilitar una respuesta coordinada entre las diferentes agencias y equipos que participan en la gestión de emergencias. Al proporcionar un lenguaje estandarizado y procedimientos claros, la guía asegura que todos los involucrados puedan actuar de manera consistente y organizada, esto es especialmente importante en incidentes de gran escala, donde la falta de comunicación o coordinación puede agravar la situación.

Por ejemplo, al identificar el número ONU de un material y consultar la guía de acción correspondiente, los primeros respondedores pueden informar a otras unidades y organismos especializados sobre los riesgos específicos, las medidas iniciales tomadas y los recursos adicionales que se necesitan, esta información es vital para que los equipos HazMat puedan intervenir de manera efectiva.

Organización básica de la GRE

Organización básica de la Guía de Respuesta en Caso de Emergencia (GRE)

La Guía de Respuesta en Caso de Emergencia (GRE) está diseñada de manera práctica y estructurada para facilitar su uso rápido en situaciones de emergencia que involucran materiales peligrosos, su organización se basa en un sistema de colores que permite a los primeros respondedores acceder de forma eficiente a la información crítica.

Páginas blancas: Contienen información general sobre el uso de la guía, números de contacto de emergencias y tablas con símbolos y clasificaciones de materiales peligrosos.

Páginas amarillas: Permiten identificar el material peligroso a través de su número ONU/NA (código internacional de identificación). Una vez localizado el número, se redirige al usuario a la guía de acción correspondiente (sección naranja).

Páginas azules: Organizan los materiales en orden alfabético por nombre. Esta sección es útil cuando no se dispone del número ONU.

Páginas naranjas: Son las más importantes. Contienen las guías de acción con información detallada sobre peligros, medidas de evacuación y protección personal.

Páginas verdes: Proporcionan distancias de aislamiento y evacuación específicas para materiales que generan gases tóxicos por inhalación (TIH).

Esta organización estructurada permite a los primeros respondedores actuar con rapidez y eficacia, minimizando riesgos durante los primeros minutos críticos de un incidente.

Información ofrecida páginas blancas GRE

Las páginas blancas de la Guía de Respuesta en Caso de Emergencia (GRE) contienen información introductoria y de referencia fundamental para facilitar su uso durante emergencias con materiales peligrosos, esta sección está diseñada para orientar a los primeros respondedores sobre cómo navegar la guía de manera eficiente y segura.

Introducción y propósito de la GRE: Explica el objetivo principal de la guía, que es brindar orientación rápida durante los primeros minutos críticos de un incidente.

Instrucciones de uso: Describe paso a paso cómo utilizar las diferentes secciones de la GRE (amarillas, azules, naranjas y verdes) para localizar información específica.

Números de contacto de emergencia: Proporciona teléfonos de organismos especializados en emergencias con materiales peligrosos, como equipos HazMat, servicios de bomberos y protección civil en Estados Unidos, Canadá y México.

Símbolos y etiquetas de identificación: Explica los símbolos de riesgo presentes en vehículos, contenedores y etiquetas de materiales peligrosos, como los pictogramas de inflamabilidad, toxicidad o radiactividad.

Tabla de seguridad general: Ofrece guías básicas sobre precauciones de seguridad iniciales y distancias recomendadas en caso de incidentes comunes.

Las páginas blancas son esenciales para comprender la organización de la GRE y garantizar un uso adecuado en emergencias críticas.

Sección de colores de la GRE

La Guía de Respuesta en Caso de Emergencia (GRE) está organizada mediante un sistema de colores que facilita su uso rápido y eficiente durante emergencias que involucran materiales peligrosos, cada color tiene una función específica, lo que permite a los primeros respondedores acceder rápidamente a la información crítica necesaria para actuar en los primeros minutos de un incidente.

- **Páginas amarillas:**

Estas páginas permiten identificar materiales peligrosos por su número ONU/NA.

El número ONU (Organización de las Naciones Unidas) es un código de cuatro dígitos que identifica de manera internacional una sustancia peligrosa.

Al localizar el número, se redirige al usuario a la guía naranja correspondiente, donde se encuentran las recomendaciones de respuesta específicas.

Ejemplo: Número 1203 (Gasolina) → Guía 128.

Páginas azules:

Estas páginas están organizadas alfabéticamente por nombre del material peligroso.

Son útiles cuando solo se dispone del nombre y no del número ONU.

Al igual que en las páginas amarillas, se indica la guía naranja correspondiente.

Ejemplo: Nombre Cloro → Guía 124.

Páginas naranjas:

Son la sección más importante de la GRE. Contienen las guías de acción con información detallada sobre:

Peligros principales (fuego, explosión, toxicidad).

Acciones iniciales (evacuación, manejo de derrames).

Protección personal recomendada para los primeros respondedores.

Páginas verdes:

Ofrecen información sobre las distancias de aislamiento y evacuación para materiales que liberan gases tóxicos por inhalación (TIH).

Las distancias varían dependiendo de si el derrame es pequeño o grande, y si ocurre de día o de noche.

Estas secciones de colores permiten localizar rápidamente la información necesaria para identificar riesgos, proteger a las personas y minimizar daños, garantizando una respuesta eficiente y segura ante cualquier emergencia con materiales peligrosos.

Advertencias Importantes.

La Guía de Respuesta en Caso de Emergencia (GRE) incluye advertencias importantes que deben ser consideradas por los primeros respondedores al enfrentar situaciones con materiales peligrosos, estas advertencias son esenciales para evitar errores durante la fase inicial de respuesta y garantizar la seguridad del personal y la población cercana.

Uso limitado de la GRE: La guía está diseñada para brindar orientación inicial únicamente durante los primeros 15 a 30 minutos de una emergencia. No reemplaza el conocimiento de expertos ni el uso de equipos especializados HazMat.

Identificación precisa del material: Es fundamental identificar correctamente el número ONU/NA o el nombre del material peligroso antes de aplicar cualquier acción, ya que una identificación errónea puede llevar a decisiones peligrosas.

Protección personal obligatoria: Los respondedores deben usar equipos de protección personal (EPP) recomendados en la guía, como trajes protectores y respiradores autónomos, para evitar exposición a sustancias tóxicas o peligrosas.

Condiciones ambientales: Factores como el clima, el viento y la hora del día pueden influir en la dispersión de gases tóxicos o la propagación de incendios, por lo que deben considerarse al establecer distancias de evacuación.

Seguridad primero: Si el material no puede ser identificado con certeza, se deben tomar precauciones máximas y aislar la zona siguiendo las guías generales.

Estas advertencias garantizan una respuesta segura y efectiva, minimizando riesgos para los equipos de emergencia y la comunidad.

Referencias

- Álvarez Betancur, J. A., Acevedo, L. D. V., & Suárez Medina, Ó. J. (2022a). Método rápido para la evaluación del riesgo químico por inhalación y contacto asociado al manejo de residuos peligrosos (Respel). *Luna Azul*, 54(54), 1–17. <https://doi.org/10.17151/LUAZ.2022.54.1>
- Álvarez Betancur, J. A., Acevedo, L. D. V., & Suárez Medina, Ó. J. (2022b). Método rápido para la evaluación del riesgo químico por inhalación y contacto asociado al manejo de residuos peligrosos (Respel). *Luna Azul*, 54(54), 1–17. <https://doi.org/10.17151/LUAZ.2022.54.1>
- Álvarez Chávez, C. R., Pérez Gámez, K., Arce Corrales, M. E., & Muñoz Osuna, F. O. (2021). Materiales y residuos peligrosos en laboratorios. *Materiales y Residuos Peligrosos En Laboratorios*. <https://doi.org/10.47807/UNISON.11>
- Carbajal, C., & Chávez, E. (2009). Reseña de “La productividad en el mantenimiento industrial” de Enrique Dounce Villanueva. *Innovación Educativa*, 9(48), 93-undefined. <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=179414896013>
- Carrasco, D. C., Veintimilla, D. A. C., Cárdenas, G. O. Z., & Orozco, Á. P. F. (2025). REVISIÓN SISTEMÁTICA DE LA GESTIÓN INTEGRAL DE RESIDUOS ELECTRÓNICOS: DESAFÍOS Y OPORTUNIDADES PARA UNA CIUDAD AMAZÓNICA SOSTENIBLE. *Revista Científica Multidisciplinaria InvestiGo*, 6(14), 354–366. <https://doi.org/10.56519/FPBJGM45>
- Cerezo-Carvajal, M. E., & Quinde-Alvear, Á. G. (2024). Factores organizacionales que influyen en la presencia de riesgos laborales en trabajadores de una empresa de construcción. *MQR Investigar*, 8(4), 3930–3953. <https://doi.org/10.56048/MQR20225.8.4.2024.3930-3953>
- Collado, E., Sánchez, J. J. D., Bernal, N., Cárdenas, D., & Sáez, Y. (2023). Herramienta basada en optimización para reducir la temperatura superficial en circuitos electrónicos con transistores BJTs y MOSFETs en escenarios peligrosos. *I+D Tecnológico*, 19(2), 64–75. <https://doi.org/10.33412/IDT.V19.2.3806>
- Fabián, D., Fárez, C., Andrés, J., & Jerves, T. (2024). Factores de riesgo de accidentabilidad en el taller de soldadura en el proceso de aprendizaje

- práctico. *Religación*, 9(43), e2401351–e2401351.
<https://doi.org/10.46652/RGN.V9I43.1351>
- Lázaro, J. M. B., Prieto-Moreno, A., Llanes-Santiago, O., & García-Moreno, E. (2011). Estudio comparativo de clasificadores empleados en el diagnóstico de fallos de sistemas industriales. *Ingeniería Mecánica*, 14(2), 87–98.
<https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=225117950001>
- Löfsten, H. (1999). Management of industrial maintenance - Economic evaluation of maintenance policies. *International Journal of Operations and Production Management*, 19(7), 716–737.
<https://doi.org/10.1108/01443579910271683/FULL/XML>
- Luís, J., Alcaraz, G., Iovana, I., Espinoza, B., & Mousavi, H. (2024). ¿Cuáles son los beneficios que reciben los estudiantes de ingeniería e ingenieros profesionales al poner en práctica la educación ambiental? *Perspectiva Educacional*, 63(3), 257–284. <https://doi.org/10.4151/07189729-VOL.63-ISS.3-ART.1514>
- Mauricio, B., Brito, Á., Estefania Muñoz Macias, G., Neurio, H., Briones, M., Michelle, C., & Macias, M. (2024). Realidad Aumentada Aplicada en la Supervisión, Mantenimiento de Equipos y Procesos Industriales. *CONNECTIVIDAD*, 5(2), 63–78.
<https://doi.org/10.37431/CONNECTIVIDAD.V5I2.130>
- Morales-Aguilar, R. D. S., Barraza-Ospino, D. P., Jinete-Acendra, J. C., Ferrer, A. M., & Parody-Muñoz, A. E. (2025). Nivel de conocimiento sobre las medidas de bioseguridad que toman los estudiantes de Enfermería de una universidad durante el año 2022. *Universidad y Salud*, 27(1), e7857–e7857.
<https://doi.org/10.22267/RUS.252701.333>
- Moreira Mendoza, N., Intriago, C. A., Merchán, I. A., Mendoza Zambrano, R., Superior, I., Paulo, T., & Macías, E. (2022). Organización y planificación del mantenimiento de equipos de mecanizado en talleres industriales de la ciudad de Portoviejo. *Revista Científica Sinapsis*, 21(1).
<https://doi.org/10.37117/S.V21I1.684>
- Romero, J. (2016). Política industrial: Única vía para salir del subdesarrollo. *Economía Informa*, 397, 3–38.
<https://doi.org/10.1016/J.ECIN.2016.03.002>

- Sinuco León, D. C., Mora Rojas, D. A., & Rico Sarmiento, F. (2024). Migración específica de N-nitrosaminas en productos elastoméricos. *Revista Colombiana de Química*, 52(3), 51–58. <https://doi.org/10.15446/rev.colomb.quim.v52n3.111531>
- Useche, A. O., Monroy, C. R., & Izquierdo, H. (2013). Gestión de mantenimiento en pymes industriales. *Revista Venezolana de Gerencia*, 18(61), 86–104. <https://doi.org/10.37960/REVISTA.V18I61.11005>

SEBASTIÁN ARROYO VACA – CARLOS QUINGLA GARRIDO –
SANTIAGO OTERO POTOSI – DAVID LUNA UNDA – BOLIVAR
NUÑEZ SILVA

 **ALUMNI
EDITORA**
2024

PRIMERA EDICIÓN

MATERIALES PELIGROSOS

GUÍA DIDÁCTICA

ISBN: 978-9942-7307-5-6



9 789942 730756



17 DE JULIO