

4.17

Hidróxido de sodio

- 4.17.1 IDENTIDAD DE LA SUSTANCIA QUÍMICA
 - 4.17.1.1 SINONIMOS
 - 4.17.1.2 DESCRIPCION
 - 4.17.1.3 COMPOSICIÓN / INFORMACIÓN DE LOS INGREDIENTES
 - 4.17.1.4 PROPIEDADES FÍSICAS
 - 4.17.1.5 PROPIEDADES QUÍMICAS
 - 4.17.1.5.1 Incompatibilidades
- 4.17.2 PRODUCCIÓN APLICACIONES Y USOS
 - 4.17.2.1 PRODUCCION
 - 4.17.2.2 APLICACIONES Y USOS
- 4.17.3 EFECTOS SOBRE LA SALUD
 - 4.17.3.1 INHALACION
 - 4.17.3.2 CONTACTO CON PIEL / OJOS
 - 4.17.3.3 INGESTION
 - 4.17.3.4 EFECTOS CRÓNICOS
 - 4.17.3.5 EFECTOS SISTÉMICOS
- 4.17.4 INFORMACIÓN TOXICOLOGICA
- 4.17.5 RESPUESTA A ACCIDENTES
 - 4.17.5.1 PRIMEROS AUXILIOS
 - 4.17.5.1.1 Exposición en Ojos
 - 4.17.5.1.2 Exposición en la piel
 - 4.17.5.1.3 Inhalación
 - 4.17.5.1.4 Ingestión
 - 4.17.5.1.5 Rescate
 - 4.17.5.2 INCENDIOS
 - 4.17.5.3 PROCEDIMIENTOS EN CASO DE DERRAMES O FUGAS
- 4.17.6 NIVELES PERMISIBLES DE EXPOSICIÓN OCUPACIONAL
- 4.17.7 EQUIPO DE PROTECCIÓN PERSONAL
 - 4.17.7.1 PROTECCIÓN RESPIRATORIA

4.17.8 CONDICIONES PARA MANEJO Y ALMACENAMIENTO SEGURO ORIENTADAS A
DISMINUIR EL RIESGO A LA SALUD HUMANA

4.17.8.1 FRASES DE SEGURIDAD

4.17.8.2 ALMACENAMIENTO

4.17.9 USOS Y CONTROLES

4.17.10 COMPORTAMIENTO EN EL AMBIENTE

4.17.10.1 SUELO

4.17.10.2 AIRE

4.17.10.3 AGUA

4.17.11 ECOTOXICIDAD

4.17.12 LINEAMIENTOS DE GESTION AMBIENTAL PARA SU DISPOSICION

4.17.13 BIBLIOGRAFÍA

**4.17.1 IDENTIDAD DE LA SUSTANCIA QUÍMICA** ^(1,4)**Fórmula Molecular:** NaOH**Estructura Molecular:** Na – O – H**CAS:** 1310-73-2**Número UN:**

UN 1823 (Sólido)

UN 1824 (Solución)

Riesgo Principal UN: 8 (Solución)**4.17.1.1 SINÓNIMOS**Se reconoce por otros nombres como Soda Cáustica, Lejía, Lejía de Soda e Hidrato de Sodio ^(1,2,4,5,6,7).**4.17.1.2 DESCRIPCIÓN**

A temperatura ambiente el Hidróxido de Sodio es un sólido cristalino, blanco, sin olor y que absorbe rápidamente Dióxido de carbono y humedad del aire (delicuescente). Es una sustancia muy corrosiva. Cuando se disuelve en agua o cuando se neutraliza con algún ácido libera gran cantidad de calor, el cual puede ser suficiente para hacer que material combustible en contacto con el hidróxido haga ignición. Se usa generalmente como solución del 50% en peso o como sólido que se comercializa como pellets, hojuelas, barras y tortas ^(1,2,3).

Es una sustancia exclusivamente producida por el hombre y por tal razón no se encuentra en la naturaleza en su estado normal ^(1,3).

4.17.1.3 COMPOSICIÓN / INFORMACIÓN DE LOS INGREDIENTES**Hidróxido de Sodio Sólido** ⁽⁹⁾

Componente	Contenido	Peligroso
Hidróxido de Sodio	99 – 100%	Sí

Hidróxido de Sodio en Solución Acuosa ⁽⁸⁾

Componente	Contenido	Peligroso
Hidróxido de Sodio	10 – 60%	Sí
Agua	40 – 90%	No

4.17.1.4 PROPIEDADES FÍSICAS ^(1,3,4)

Tabla 53. Propiedades físicas para el Hidróxido de Sodio

PROPIEDAD	VALOR
Peso Molecular (g/mol)	40,0
Estado Físico	Sólido
Punto de Ebullición (°C))(760 mmHg)	1.390; puro 105; solución acuosa 6% en peso 120; solución acuosa 34% peso 150; solución acuosa 55% en peso
Punto de Fusión (°C)	318; puro
Presión de Vapor (mmHg)	0; puro

Tabla 53. Propiedades físicas para el Hidróxido de Sodio (continuación)

PROPIEDAD	VALOR
Gravedad Específica (Agua = 1)	2,13; puro 1.219; 20% solución acuosa 1.430; 40% solución acuosa 1.525; 50% solución acuosa
Densidad del Vapor (Aire = 1)	No Aplica
PH	14; Solución 5%
Límites de Inflamabilidad (%)	No Aplica
Punto de Auto Inflamación	No Aplica
Solubilidad en Agua (g/ml)	1,11

4.17.1.5 PROPIEDADES QUÍMICAS

El Hidróxido de Sodio es una base fuerte, se disuelve con facilidad en agua generando gran cantidad de calor y disociándose por completo en sus iones, es también muy soluble en Etanol y Metanol. Reacciona con ácidos (también generando calor), compuestos orgánicos halogenados y con metales como el Aluminio, Estaño y Zinc generando Hidrógeno, que es un gas combustible altamente explosivo ^(1, 3, 4).

El Hidróxido de Sodio es corrosivo para muchos metales. Reacciona con sales de amonio generando peligro de producción de fuego, ataca algunas formas de plástico, caucho y recubrimientos ^(1, 3, 4).

El Hidróxido de Sodio Anhidro reacciona lentamente con muchas sustancias, si embargo la velocidad de reacción aumenta en gran medida con incrementos de temperatura. Los metales más nobles como el Níquel, Hidróxido de Sodio Plata y Oro son atacados solo a altas temperaturas y en atmósferas oxidantes ⁽¹⁾.

En presencia de la humedad del ambiente, el hidróxido de sodio reacciona con el Dióxido de Carbono para generar Carbonato de Sodio. Reacciona con el Monóxido de Carbono bajo presión para dar formato de Sodio, también en presencia de humedad ^(1, 7).

La hidratación paulatina del Hidróxido de Sodio genera seis diferentes hidratos: NaOH.H₂O, NaOH.2H₂O, NaOH.3,5H₂O, NaOH.4H₂O, NaOH.5H₂O, NaOH.7H₂O. La gran afinidad del Hidróxido de Sodio por el agua causa una reducción en la presión de vapor del agua y por tal razón es un muy buen agente secante ⁽¹⁾.

4.17.1.5.1 Incompatibilidades ^(3, 4)

Es incompatible con ácidos y compuestos halogenados orgánicos como el Tricloroetileno. La reacción con Nitrometano u otros compuestos nitro similares produce sales sensibles al impacto. El contacto con metales como Aluminio, Magnesio, Estaño o Zinc puede liberar gas Hidrógeno (inflamable). Reacciona rápidamente con azúcares para producir Monóxido de Carbono. Reacciona con materiales inflamables.

4.17.2 PRODUCCIÓN APLICACIONES Y USOS

4.17.2.1 PRODUCCIÓN

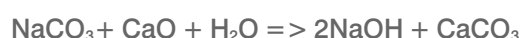
De forma general, el hidróxido de sodio se produce por electrólisis de soluciones acuosas de cloruro de sodio o por la reacción de carbonato de sodio con hidróxido de calcio ⁽³⁾.

La forma más común de producción de hidróxido de sodio es como solución al 50% por electrólisis de cloruro de sodio. En esta reacción se genera hidróxido de sodio, cloro e hidrógeno de acuerdo con la siguiente ecuación:



Por lo común ingresa al proceso una solución de cloruro de sodio del 27%, esta sufre el proceso de electrólisis; la solución resultante se hace pasar por celdas de diafragma, de membrana o de mercurio, según la tecnología instalada. En la celda de diafragma resulta una solución de entre 9% y 12% de NaOH y 18% de NaCl; la solución pasa a concentración por evaporación, donde también se purifica por procedimientos de cristalización fraccionada. La celda de mercurio genera directamente la solución de 50% de concentración; el mercurio se retira por centrifugación y posterior cristalización o por paso a través de un sistema de filtración (cartuchos o platos). Finalmente en la celda de membrana, en la que se evita la mezcla de electrolitos por la presencia de la membrana, se obtiene una solución de 28% a 35% de NaOH que se concentra luego hasta 50% por acción de evaporadores de película descendente. La solución final que se genera por este procedimiento es muy pura ⁽¹⁾.

En el proceso de caustización del carbonato de sodio, se mezcla una solución caliente de carbonato de sodio al 12% con una solución de óxido de calcio. En este proceso precipita carbonato de calcio quedando en solución el hidróxido de sodio de acuerdo a la reacción siguiente:



El carbonato de sodio se retira y la solución de hidróxido de sodio al 12% remanente se introduce en una serie de operaciones de evaporación y concentración ⁽¹⁾.

Otro tipo de proceso de producción de hidróxido de sodio consiste en la combinación del proceso de electrólisis con celdas de diálisis. Se usa en el tratamiento de aguas residuales que contienen sales de sodio para minimizar las concentraciones de estas sustancias en los vertimientos. La materia prima consiste en sales inorgánicas de sodio que por acción del conjunto de operaciones se transforman en hidróxido de sodio y en el ácido correspondiente al anión de la sal sódica como se muestra en la reacción del siguiente ejemplo:



El equipo de operación en este procedimiento consiste de series de celdas electrolíticas separadas entre sí por membranas de intercambio iónico catiónicas, aniónicas y bipolares. Se obtiene una solución de entre 15% y 30% que contiene aún restos de las sales iniciales ⁽¹⁾.

Para producir hidróxido de sodio sólido se parte de la solución de la misma concentración comercial (50%) realizando inicialmente una evaporación al vacío para preconcentrar la solución hasta un 60%. La solución anterior se concentra hasta alrededor de un 99% usando un evaporador de película descendente y como medio calefactor una sal fundida de NaNO_2 - NaNO_3 - KNO_3 que maneja temperaturas mayores de 400 °C. en seguida el producto se introduce en un evaporador flash con ayuda de una tubería con calefacción. El NaOH fundido se enfría y se pasa a formado luego de su solidificación y de otros pasos preventivos ⁽¹⁾.

4.17.2.2 APLICACIONES Y USOS

Normalmente las aplicaciones del hidróxido de sodio requieren de soluciones diluidas. Se usa en la manufactura de jabones y detergentes, papel, explosivos pigmentos y productos del petróleo y en la industria química en general. Se usa también en el procesamiento de fibras de algodón, en electroplateado, en limpieza de metales, recubrimientos óxidos, extracción electrolítica y como agente de ajuste de pH. Se presenta también en forma comercial en limpiadores para estufas y drenajes. En la industria de alimentos tiene importancia en los procesos de pelado químico ^(2,3,7).

Todo el hidróxido de sodio consumido puede clasificarse en las siguientes aplicaciones ⁽¹⁾:

En la industria química inorgánica se usa en la manufactura de sales de sodio, para la digestión alcalina de minerales metálicos y en la regulación de pH.

En aplicaciones industriales de química orgánica se emplea en reacciones de saponificación, producción de intermediarios nucleofílicos aniónicos, en reacciones de esterificación y eterificación en la catálisis básica.

En la industria de papel se usa para el cocido de la madera en la operación de eliminación de lignina. En la industria textil se usa en la producción de fibras de viscosa. Además se usa en el tratamiento de fibras de algodón para mejorar sus propiedades. La industria de los detergentes lo usa para la producción de fosfato de sodio y para procesos de sulfonación en medio básico. En la jabonería se usa para la saponificación de grasas y sebos. En la producción de aluminio se usa para el tratamiento de la bauxita. En tratamiento de aguas residuales y purificación de agua de proceso se emplea para regenerar resinas de intercambio iónico.

Además de las industrias anteriores, el hidróxido de sodio tiene aplicaciones en el electroplateado, en la industria del petróleo y del gas natural, en la manufactura de vidrio, en la industria de los alimentos, la limpieza y otros.

4.17.3 EFECTOS SOBRE LA SALUD

Frases de Riesgo ⁽⁵⁾

Hidróxido de Sodio

R35: Provoca quemaduras graves

Solución de Hidróxido de Sodio Concentración mayor o igual al 5%

R35: Provoca quemaduras graves

Solución de Hidróxido de Sodio Concentración mayor o igual al 2% y menor al 5%

R34: Provoca quemaduras

Solución de Hidróxido de Sodio Concentración mayor o igual al 0.5% y menor al 2%

R36/38: Irrita los ojos y la piel

El hidróxido de sodio es una sustancia muy corrosiva y causa quemaduras severas en todos los tejidos con los que entra en contacto. Tanto las soluciones concentradas de este material como su estado sólido producen dolor inmediato por contacto con cualquier parte del cuerpo ^(2,3).

Su acción irritante obedece a que reacciona con las proteínas de los tejidos vivos con los que entra en contacto y produce su rompimiento por efectos de hidrólisis.

Las soluciones débiles de Hidróxido de Sodio no generan dolor por contacto con los tejidos sino hasta después de varias horas de exposición sin haber retirado la solución del tejido en cuestión, pero aún las soluciones débiles son capaces de producir quemaduras si no se retiran de la parte afectada ⁽³⁾.

Una exposición simple y pequeña de la que una persona se recupera satisfactoriamente no posee efectos retardados o a largo plazo sobre la persona. Luego de una exposición seria a grandes cantidades de esta sustancia sobre la piel se pueden producir daños tales que sea necesario efectuar procedimientos de trasplante de piel. En algunos casos, si el daño sobre la piel es muy severo, se puede producir la muerte de la persona afectada ^(2,3).

La exposición aguda a nieblas de Hidróxido de Sodio puede generar daños permanentes en los pulmones. A nivel ocular puede producir ceguera permanente. Por ingestión de soluciones concentradas se generan daños a nivel de boca, garganta y esófago, donde puede ocasionar daños permanentes y dificultades para tragar; si la cantidad y concentración son lo suficientemente altas, puede provocar la muerte ⁽³⁾.

Al manejar esta sustancia se debe tener presente que al realizar diluciones en agua desde cualquier estado de concentración del hidróxido se produce generación de calor. Si la solución de partida es muy concentrada o se parte de Hidróxido de Sodio Anhidro el calor generado puede dar pie para iniciar la reacción de otras sustancias explosivas cercanas. No se debe nunca agregar agua a hidróxido de sodio sólido pues reacciona violentamente provocando salpicaduras cáusticas y una alta evolución de calor.

4.17.3.1 INHALACIÓN

La inhalación puede darse por lo general en plantas industriales y de transformación química donde se trabaja con esta sustancia. Su presencia en el aire puede incluir nieblas, partículas sólidas de tamaño pequeño o aerosoles.

El Hidróxido de Sodio es inodoro y por tal motivo su olor no brinda una medida de su peligrosidad en altas concentraciones ⁽³⁾.

Exposiciones moderadas cortas a Hidróxido de Sodio ($< 2 \text{ mg/m}^3$) en forma de nieblas, polvo o aerosol generan irritación de las membranas mucosas de la nariz, garganta y tracto respiratorio. Por lo general trabajadores expuestos de manera prolongada a estos niveles de concentración desarrollan resistencia a los efectos que producen la irritación. Exposiciones agudas ($> 3 \text{ mg/m}^3$) dan lugar a irritación inmediata del tracto respiratorio, produciendo hinchamiento o espasmos de laringe y generando posteriormente a obstrucción de las vías de aire superiores y asfixia. Puede ocurrir también inflamación y acumulación de fluido en los pulmones ^(2, 3, 4, 7).

Niños expuestos a niveles de Hidróxido de Sodio similares a los cuales están expuestos los adultos presentan mayor riesgo por causa de su menor diámetro en las vías respiratorias y por lo tanto mayor posibilidad de llegar hasta cuadros de asfixia. También a causa de su bajo tamaño son más propensos a entrar en contacto con nieblas, polvos o aerosoles de Hidróxido de Sodio que por lo general se acumulan en mayor concentración en alturas cercanas al piso. Personas que padecen de asma o enfisema son más susceptibles a la toxicidad inherente de esta sustancia ^(2, 3).

4.17.3.2 CONTACTO PIEL / OJOS

La exposición a soluciones de Hidróxido de Sodio en la piel es una forma común de entrar en contacto con esta sustancia. Tanto en el hogar como en la industria, pequeñas cantidades se usan como destapadores de cañerías y como limpiadores de estufas y hornos; así que el uso descuidado de este tipo de productos puede conducir a lesiones de diferentes grados ⁽³⁾. En el trabajo de laboratorio donde el hidróxido de sodio se usa como reactivo con diferentes fines existe una alta posibilidad de contacto a diferentes concentraciones de la solución.

El contacto de la piel con soluciones de Hidróxido de Sodio de concentraciones mayores al 25% provoca irritación inmediata, mientras que en el contacto con soluciones de concentraciones menores o iguales al 4% la irritación no se presenta sino hasta varias horas después si la solución no se ha retirado de la piel o no se ha lavado la zona afectada. El contacto agudo con Hidróxido de Sodio sólido o en concentraciones altas ($> 50\%$) por períodos de tiempo de alrededor de 3 minutos causa quemaduras muy severas y ulceraciones profundas en la piel. Para los niños se presenta mayor grado de afectación a sustancias tóxicas de forma cutánea que para los adultos debido a la mayor relación de área de su piel en relación a su peso corporal ^(2, 3, 4).

En los ojos se generan irritaciones a casi cualquier nivel de concentración pero el grado de daño no se puede calcular con alguna certeza sino hasta el transcurso de unas 72 horas. La exposición en los ojos puede producir acumulación de fluido y coágulos de vasos sanguíneos de forma difusa o localizada. En la cornea puede producirse ablandamientos y ulceraciones, las que pueden seguir desarrollándose por varios días después del contacto.

Los daños más severos, causados por la hidrólisis de las proteínas en los ojos, pueden producir ceguera, glaucoma u opacidad ocular (cataratas)^(2,3,4,7).

4.17.3.3 INGESTIÓN

Esta es una vía poco común de contacto con soluciones de hidróxido de sodio pero puede presentarse deliberadamente en casos de intento de suicidio.

De forma instantánea por la ingestión de Hidróxido de Sodio en concentraciones altas o en forma sólida provoca daños severos de tipo corrosivo en los labios, lengua, mucosa oral, esófago y estómago; pudiendo general perforaciones, hemorragias u obstrucción del tracto gastrointestinal. Puede producir vómito espontáneo, dolor en el pecho y en el abdomen, y dificultad para tragar. Las muertes reportadas por este tipo de exposición se dan a causa de shock, infección de los tejidos corroídos y daños en el pulmón. El grado de daño al tracto intestinal no esta claro del todo sino hasta después de varias horas de la ingestión^(2,3,4).

4.17.3.4 EFECTOS CRÓNICOS

La exposición prolongada a Hidróxido de Sodio en el aire puede provocar ulceración de las fosas nasales e irritación crónica de la piel, las secuelas de una exposición crónica incluyen voz ronca y síndrome de disfunción reactiva de las vías respiratorias, que es un tipo de asma generado por irritación⁽³⁾.

4.17.3.5 EFECTOS SISTÉMICOS

No se encontraron estudios referidos a la presencia de efectos sistémicos por inhalación, ingestión o contacto con la piel de nieblas, soluciones o partículas de hidróxido de sodio.

4.17.4 INFORMACIÓN TOXICOLÓGICA⁽⁹⁾

DL₅₀ (oral, ratas, Hidróxido de Sodio Acuoso 50%): 40 mg/kg

Esta sustancia no se ha clasificado como cancerígena para humanos en ninguna de las instituciones consultadas para este efecto (NIOSH, OSHA, EPA, IARC). Tampoco presenta efectos adversos mutagénicos o teratogénicos reportados. Se han reportado casos de cáncer en el esófago y en la piel luego de varios años de exposición a soluciones concentradas de Hidróxido de Sodio, pero la causa directa se asocia con la degeneración de los tejidos de localización de las quemaduras cáusticas más que por la acción de la sustancia⁽³⁾.

4.17.5 RESPUESTA A ACCIDENTES

Toda persona que entre en contacto con un material químico peligroso no solo debe estar atento a realizar medidas preventivas sino también debe conocer acerca de procedimientos de emergencia, que pueden ayudar a evitar que un incidente menor se transforme en una catástrofe.

4.17.5.1 PRIMEROS AUXILIOS

Los casos de quemaduras de alguna seriedad requieren asistencia médica en centros hospitalarios. Las personas expuestas se deben retirar de la zona de peligro de la manera más rápida y segura posible si el peligro es persistente. De lo contrario, los procedimientos de los primeros auxilios deben primar. El proceso de descontaminación de las víctimas es crítico por la rapidez de acción de la sustancia⁽²⁾. Por el carácter de la toxicidad del Hidróxido de Sodio no existen antídotos contra él. El tratamiento consiste en soporte respiratorio y cardiovascular⁽³⁾.

4.17.5.1.1 Exposición en Ojos

Para exposición en los ojos de soluciones de cualquier concentración de Hidróxido de Sodio, estos se deben lavar con agua en abundancia por lo menos durante 30 minutos. El lavado se debe realizar levantando ocasionalmente los párpados para retirar cualquier acumulación en estas superficies. Los lentes de contacto se deben retirar de los ojos si este procedimiento puede llevarse a cabo sin generar traumas adicionales en los

ojos. Si no se retiran, el hidróxido de sodio atrapado en sus cavidades continuará provocando daños en los ojos. Si la herida es severa, se debe continuar con los lavados oculares hasta que la víctima reciba atención médica ^(2, 3, 4, 7).

4.17.5.1.2 Exposición en la Piel

La ropa contaminada con Hidróxido de Sodio debe ser retirada inmediatamente y las áreas expuestas de la piel deben ser lavadas con gran cantidad de agua durante por lo menos 15 minutos. Si la exposición ha comprometido la ropa de la víctima, la ropa se debe retirar de forma inmediata y la piel se debe lavar con agua en abundancia ^(2, 3, 4, 7).

4.17.5.1.3 Inhalación

Cuando se inhalan nieblas o aerosoles de hidróxido de sodio, la víctima se debe retirar de la exposición de la forma más segura tanto para ella como para la persona que está prestando la asistencia. La víctima se debe ubicar en un lugar con aire fresco. Si la víctima no está respirando o está respirando con muchos esfuerzo y en el lugar de la emergencia existen medios para la administración de oxígeno de un respirador, este procedimiento debe realizarse hasta la llegada del personal de atención especializado. En casos donde se tenga a la mano el inhalador de oxígeno, también puede administrarse el procedimiento de respiración artificial ^(2, 3, 4, 7).

4.17.5.1.4 Ingestión

En caso de ingestión, no se debe intentar neutralizar los contenidos del estómago con sustancias o soluciones ácidas ni provocar vómito. El primer procedimiento es el enjuague de la boca con grandes cantidades de agua. Las víctimas que se encuentren conscientes y posibilitadas para la ingestión por vía oral deben tomar de 1 a 2 tazas de agua o leche para diluir la sustancia en el estómago. No se debe administrar nada por vía oral a víctimas inconscientes. Siempre se debe remitir a la víctima por atención médica ^(2, 3, 4, 7).

4.17.5.1.5 Rescate

La persona afectada se debe retirar de la zona de peligro. Para mejor desempeño en momentos de emergencia, deben aprenderse los procedimientos de emergencia de la instalación y conocerse la ubicación del equipo de rescate antes que se presente la necesidad ^(2, 4, 7).

El personal que vaya a efectuar el rescate de víctimas en zonas con presencia de hidróxido de sodio en la atmósfera debe estar protegido con respiradores de presión positiva que cubran todo el rostro. Se recomienda el uso de guantes de caucho y ropa impermeable ⁽⁷⁾.

4.17.5.2 INCENDIOS

Todos los tipos de agentes de extinción son aplicables al control de incendios de esta sustancia ⁽⁴⁾.

4.17.5.3 PROCEDIMIENTOS EN CASO DE DERRAMES O FUGAS

Siempre que existan derrames de soluciones concentradas de Hidróxido de Sodio se den efectuar los siguientes pasos ⁽⁷⁾:

- Ventilar el área de derrame
- Diluir con agua y neutralizar con Ácido Clorhídrico 6 molar

En casos en donde se derrame Hidróxido de Sodio sólido, éste se debe recoger barriendo sin adicionar agua directamente. Antes de tomar la decisión de disponer del material derramado como un residuo peligroso, se debe evaluar el grado de impurezas presente y las necesidades del proceso para considerar su reutilización.

Aquellas personas que no porten el equipo de protección necesario deben ser retiradas de las áreas de derrame o fuga hasta que se hallan completado los procedimientos de descontaminación.

NaOH

Hidróxido de sodio

4.17.6 NIVELES PERMISIBLES DE EXPOSICIÓN OCUPACIONAL

TLV (TWA; 8 horas; ACGIH): 2 mg/m³ (2000)^(4, 6)

PEL (TWA; 8 horas; OSHA para la industria general): 2 mg/m³ (1993)^(3, 4, 6)

PEL (TWA; 8 horas; OSHA para la industria de la construcción): 2 mg/m³ (1993)^(4, 6)

IDLH (NIOSH): 10 mg/m³ (2002)⁽²⁾

Aditivo para alimentos (FDA): niveles no mayores al 1% (2003)⁽²⁾

TLV: Threshold Limit Value (Valor Límite Umbral).

PEL: Permissible Exposure Limit (Límite Permisible de Exposición).

IDLH: Immediately Dangerous to Life and Health (Peligroso Inmediatamente para la Vida y la Salud).

4.17.7 EQUIPO DE PROTECCIÓN PERSONAL⁽⁷⁾

- Los empleados deben estar provistos y obligados a usar ropas impermeables, guantes, caretas, y otros materiales de protección apropiados necesarios para prevenir cualquier posibilidad de contacto con la piel de hidróxido de sodio sólido o de soluciones acuosas que contengan hidróxido de sodio.
- Si la ropa de los empleados se contamina con Hidróxido de Sodio en forma sólida, los empleados se deben cambiar de ropa antes de dejar el lugar de trabajo.
- Donde exista alguna posibilidad de exposición del cuerpo de un empleado a soluciones de hidróxido de sodio o a Hidróxido de Sodio sólido, deben proveerse instalaciones para el rápido lavado del cuerpo en el área inmediata de trabajo para uso en emergencias.
- La ropa no impermeable que se contamine con hidróxido de sodio debe ser removida inmediatamente y no se debe usar hasta que el hidróxido de sodio sea removido por completo.
- Los empleados deben estar provistos y obligados a usar gafas de seguridad a prueba de salpicaduras donde exista alguna posibilidad que soluciones o nieblas de hidróxido de sodio entren en contacto con los ojos.
- Donde exista alguna posibilidad que soluciones de hidróxido de sodio entre en contacto con los ojos de los trabajadores, debe proveerse una ducha lava ojos en las cercanías inmediatas al área de trabajo.

4.17.7.1 PROTECCIÓN RESPIRATORIA

Se debe usar equipo de protección respiratoria (máscaras de respiración) cuando las prácticas de control de ingeniería y de operación no son técnicamente alcanzables, cuando tales controles están en proceso de instalación o cuando fallan y necesitan ser reemplazados. Los equipos de respiración pueden ser también usados para operaciones donde se requiere ingresar en tanques o recipientes cerrados y en situaciones de emergencia. En adición al uso de respiradores y equipos de respiración, debe ser instituido un programa completo de seguridad respiratoria que debe incluir entrenamiento, mantenimiento, inspección, limpieza y evaluación.

Tabla 54. Protección respiratoria mínima para Hidróxido de Sodio en el aire

Condición	Protección Respiratoria Mínima Arriba de 5 mg/m ³ (OSHA)
Concentración de las partículas de hasta 100 ppm	Un respirador de filtro de partículas de alta eficiencia con pieza facial completa. Cualquier respirador de aire con pieza facial completa, yelmo o capucha. Cualquier aparato de respiración auto contenido con pieza facial completa.
Concentración de las partículas de hasta 200 mg/m ³	Un respirador de purificación de aire con pieza facial completa y filtro de partículas de alta eficiencia. Un combinación de respirador que incluya respirador con pieza facial completa operado en modo de demanda de presión o algún otro tipo de presión positiva o de flujo continuo y un aparato auxiliar de respiración auto contenido operado en modo de demanda de presión u otro tipo de presión positiva.

Tabla 54. Protección respiratoria mínima para Hidróxido de Sodio en el aire (continuación)

Condición	Protección Respiratoria Mínima Arriba de 5 mg/m ³ (OSHA)
Concentración de las partículas mayor de 200 mg/m ³ o concentraciones desconocidas	Aparato de respiración auto contenido con careta completa operado en modo de demanda de presión u otro tipo de presión positiva. Un combinación de respirador que incluya respirador con pieza facial completa operado en modo de demanda de presión o algún otro tipo de presión positiva o de flujo continuo y un aparato auxiliar de respiración auto contenido operando en modo de demanda de presión u otro tipo de presión positiva.
En caso de lucha contra fuego	Aparato de respiración auto contenido con pieza facial completa operado en modo de demanda de presión u otro tipo de presión positiva.
Evacuación	Cualquier máscara de gases que provea protección contra hidróxido de sodio. Cualquier aparato de respiración auto contenido para evacuación.

Tomado de "OSHA; Occupational Health Guideline for Sodium Hydroxide"(7)

4.17.8 CONDICIONES PARA MANEJO Y ALMACENAMIENTO SEGURO ORIENTADAS A DISMINUIR EL RIESGO A LA SALUD HUMANA

Antes de trabajar con hidróxido de sodio, los individuos deben ser entrenados en su manejo y almacenamiento. Además deben estar entrenados en el uso del equipo de protección personal.

Debido a la posibilidad de generación de hidrógeno inflamable y combustible por el contacto del hidróxido de sodio con algunos metales, debe prohibirse fumar en zonas de almacenamiento, manejo o procesamiento de sustancias. En las mismas zonas, deben revisarse las líneas de conducción eléctrica para garantizar ausencia de cortos que puedan ocasionar chispas y posteriores explosiones e incendio si existe hidrógeno presente producto de la reacción del hidróxido con algunos metales con los que entra en contacto.

Cuando se diluya el hidróxido de sodio, este debe ser siempre agregado al agua en cantidades reducidas. Nunca usar agua caliente o agregar agua al hidróxido. El agua agregada al hidróxido de sodio puede causar ebullición incontrolada y salpicaduras violentas. Cuando se destapen contenedores con este material no usar herramientas que produzcan chispas debido a la posibilidad de existencia de hidrógeno gaseoso. Los contenedores de este material pueden ser peligrosos debido a que retienen residuos de producto.

4.17.8.1 FRASES DE SEGURIDAD

4.17.8.1.1 Hidróxido de Sodio

S1/2: Consérvese bajo llave y manténgase fuera del alcance de los niños

S26: En caso de contacto con los ojos, lávense inmediata y abundantemente con agua y acúdase a un médico

S37/39: Usense guantes adecuados y protección para los ojos / la cara

S45: En caso de accidente o malestar, acúdase inmediatamente al médico (si es posible, muestre la etiqueta)

4.17.8.1.2 Solución de Hidróxido de Sodio Concentración mayor o igual al 5%

S1/2: Consérvese bajo llave y manténgase fuera del alcance de los niños

S26: En caso de contacto con los ojos, lávense inmediata y abundantemente con agua y acúdase a un médico.

S27: Quítense inmediatamente la ropa manchada o salpicada

S37/39: Usense guantes adecuados y protección para los ojos / la cara

S45: En caso de accidente o malestar, acúdase inmediatamente al médico (si es posible, muestre la etiqueta)

4.17.8.1.3 Solución de Hidróxido de Sodio Concentración mayor o igual al 2% y menor al 5%

S1/2: Consérvese bajo llave y manténgase fuera del alcance de los niños

S26: En caso de contacto con los ojos, lávense inmediata y abundantemente con agua y acúdase a un médico

S27: Quítese inmediatamente la ropa manchada o salpicada

S37/39: Usense guantes adecuados y protección para los ojos / la cara

S45: En caso de accidente o malestar, acúdase inmediatamente al médico (si es posible, muestre la etiqueta)

4.17.8.1.4 Solución de Hidróxido de Sodio Concentración mayor o igual al 0.5% y menor al 2%

S2: Manténgase fuera del alcance de los niños

S26: En caso de contacto con los ojos, lávense inmediata y abundantemente con agua y acúdase a un médico

4.17.8.2 ALMACENAMIENTO

El empaque para esta sustancia debe ser de material irrompible. Los empaques que no sean irrompibles deben llevarse a un contenedor irrompible. El hidróxido de sodio no debe ser transportado junto con comidas o alimentos de ninguna índole ⁽⁴⁾.

En el almacenamiento, el hidróxido de sodio debe estar separado de ácidos fuertes, metales o alimentos. El área debe permanecer seca, con la menor humedad posible y el piso debe ser de concreto resistente a la corrosión. Los contenedores de almacenamiento de hidróxido de sodio sólido deben estar cerrados herméticamente ⁽⁴⁾.

4.17.9 USOS, GENERACIÓN Y CONTROLES⁽⁷⁾

Tabla 55. Usos, generación y control de emisiones de Hidróxido de Sodio

Uso / Generación	Control
Usado en la producción de químicos y explosivos; usado como reactivo en laboratorio; usado en el control de pH en la industria de textiles, del papel y en la industria química en general.	Ventilación local, ventilación general de dilución, equipo de protección personal.
Usado en la producción de fibras sintéticas y plásticos.	Ventilación local, ventilación general de dilución, equipo de protección personal.
Usado en la producción y refinación de metales; usado en la refinación de petróleo para remoción de compuestos de azufre; como agente de flotación; en el control de pH.	Ventilación local, ventilación general de dilución, equipo de protección personal.
Usado en la manufactura de jabones y detergentes; como agente de saponificación; usado en la limpieza de metales; usado en agentes de limpieza de hornos y para destapes de drenajes.	Ventilación local, ventilación general de dilución, equipo de protección personal.
Usado en el procesamiento de alimentos y en el pelado químico de frutas y vegetales; usado en la refinación de aceites vegetales.	Ventilación local, ventilación general de dilución, equipo de protección personal.
Usado en la manufactura de vidrio como fuente de óxido de sodio.	Ventilación local, ventilación general de dilución, equipo de protección personal.

4.17.10 COMPORTAMIENTO EN EL AMBIENTE

4.17.10.1 SUELO

El hidróxido de sodio liberado en el suelo se separa en sus iones por acción de la humedad y reacciona rápidamente con sustancias ácidas presentes en el suelo. Esta sustancia no se acumula a lo largo de las cadenas alimenticias ⁽²⁾.

4.17.10.2 AIRE

Cuando se libera en la atmósfera, el hidróxido de sodio se lava por acción de lluvias y cae en el suelo o en lechos de agua donde se neutraliza. Por acción de vapores ácidos reacciona en el aire y cae con la lluvia en forma de sales no tóxicas ⁽²⁾.

4.17.10.3 AGUA

Esta sustancia puede ingresar a vías de agua por acción de desagües industriales que no cumplen con las normas de control ambiental. Es especialmente peligrosa para todos los organismos acuáticos por sus propiedades irritantes ⁽²⁾. Esta sustancia es una base fuerte y en agua, ésta se separa en sus iones constitutivos Na^+ y OH^- , provocando disminución en la acidez del agua con la que entra en contacto. Gracias a sustancias ácidas también presentes en los lechos acuosos de manera natural, el hidróxido de sodio se neutraliza y forma sales normalmente no tóxicas ^(2,3).

4.17.11 ECOTOXICIDAD ⁽⁸⁾

Toxicidad en Peces

Especie no reportada (peces de agua dulce) TL_m (Median Tolerance Limit), 48 horas: 49 mg

4.17.12 LINEAMIENTOS DE GESTIÓN AMBIENTAL PARA SU DISPOSICION

Cuando sea posible, deben realizarse procedimientos de reciclaje. Consultar al productor acerca de opciones de reciclaje. Los desechos que contengan este material deben tratarse y neutralizarse en una planta de tratamiento de residuos. Como disposición final, esta sustancia previamente neutralizada puede ser enterrada en un relleno sanitario autorizado. En lo posible, los contenedores vacíos deben retornarse al proveedor o deben ser enterrados en un relleno sanitario autorizado. Cuando no pueda recuperarse o reciclarse debe ser tratado como un desecho peligroso y debe ser enviado a instalaciones aprobadas para disposición.

La dilución del hidróxido de sodio en agua y posterior neutralización con ácido clorhídrico hasta pH neutro genera una solución que no es corrosiva y puede ser dispuesta por el drenaje previa verificación de otros parámetros de control ambiental pertinentes ⁽⁷⁾.

4.17.13 BIBLIOGRAFÍA

1. Editores: Elvers B, Hawkins S y otros: *Ullman's Encyclopedia of Industrial Chemistry; Volumen 24; Quinta edición completamente revisada; editorial VCH; New York, USA; 1989.*
2. Agency for Toxic Substances and Disease Registry. *ToxFAQ's for Sodium Hydroxide [en línea].* Abril de 2002 [citado mayo 30 de 2003]. Disponible en <http://www.atsdr.cdc.gov/tfacts178.html>
3. Agency for Toxic Substances and Disease Registry. *Managing Hazardous Materials Incidents, Sodium Hydroxide [en línea].* Fecha de publicación desconocida, actualización 2003 [citado mayo 30 de 2003], Disponible en <http://www.atsdr.cdc.gov/IHMI/mmg178.html>
4. Organización Internacional del Trabajo (OIT). *Internacional Chemical Safety Cards, Sodium Hydroxide [en línea].* Octubre de 2000 [citado mayo 30 de 2003]. Disponible en http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/cis/products/icsc/dtasht/_icsc03/icsc0360.htm

NaOH

Hidróxido de sodio

5. Organización Internacional del Trabajo (OIT). *Chemical Safety Training Modules, Annex 4. List of Classified Chemicals* [en línea]. Fecha de publicación desconocida, actualizado septiembre de 1999 [citado abril de 2003]. Disponible en <http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/cis/products/safetytm/clasann4.htm>
6. Occupational Safety & Health Administration (OSHA). *Chemical Sampling Information, Sodium Hydroxide* [en línea]. Fecha de publicación desconocida, actualización 2003 [citado mayo 30 de 2003]. Disponible en http://www.osha.gov/dts/chemicalsampling/data/CH_267700.html
7. Occupational Safety & Health Administration (OSHA). *Occupational Health Guideline for Sodium Hydroxide* [en línea]. 1978 [citado mayo 30 de 2003]. Disponible en <http://www.cdc.gov/niosh/pdfs/10565.pdf>
8. Consejo Colombiano de Seguridad (CCS). *Software Dataquim. Hoja de Datos de Seguridad, Hidróxido de Sodio al 50%*. Última actualización 2003. Bogotá, Colombia.
9. Consejo Colombiano de Seguridad (CCS). *Software Dataquim. Hoja de Datos de Seguridad, Hidróxido de Sodio*. Última actualización 2003. Bogotá, Colombia.

Hidróxido de sodio