

4.10

Clorobenceno

- 4.10.1 IDENTIDAD DE LA SUSTANCIA QUÍMICA
 - 4.10.1.1 SINONIMOS
 - 4.10.1.2 DESCRIPCION
 - 4.10.1.3 COMPOSICIÓN / INFORMACIÓN DE LOS INGREDIENTES
 - 4.10.1.4 PROPIEDADES FÍSICAS
 - 4.10.1.5 PROPIEDADES QUÍMICAS
 - 4.10.1.5.1 Incompatibilidades
- 4.10.2 PRODUCCIÓN APLICACIONES Y USOS
 - 4.10.2.1 PRODUCCION
 - 4.10.2.1.1 Cloración de Benceno en Fase Líquida
 - 4.10.2.1.2 Otros Procesos
 - 4.10.2.2 APLICACIONES Y USOS
- 4.10.3 EFECTOS SOBRE LA SALUD
 - 4.10.3.1 INHALACION
 - 4.10.3.2 CONTACTO CON PIEL / OJOS
 - 4.10.3.3 INGESTION
 - 4.10.3.4 EFECTOS CRÓNICOS
 - 4.10.3.5 EFECTOS SISTÉMICOS
- 4.10.4 INFORMACIÓN TOXICOLOGICA
- 4.10.5 RESPUESTA A ACCIDENTES
 - 4.10.5.1 PRIMEROS AUXILIOS
 - 4.10.5.1.1 Exposición en Ojos
 - 4.10.5.1.2 Exposición en la piel
 - 4.10.5.1.3 Inhalación
 - 4.10.5.1.4 Ingestión
 - 4.10.5.1.5 Rescate
 - 4.10.5.2 INCENDIOS
 - 4.10.5.3 PROCEDIMIENTOS EN CASO DE DERRAMES O FUGAS
- 4.10.6 NIVELES PERMISIBLES DE EXPOSICIÓN OCUPACIONAL

- 4.10.7 EQUIPO DE PROTECCIÓN PERSONAL
 - 4.10.7.1 PROTECCIÓN RESPIRATORIA

- 4.10.8 CONDICIONES PARA MANEJO Y ALMACENAMIENTO SEGURO ORIENTADAS A DISMINUIR EL RIESGO A LA SALUD HUMANA
 - 4.10.8.1 FRASES DE SEGURIDAD
 - 4.10.8.2 ALMACENAMIENTO

- 4.10.9 USOS Y CONTROLES

- 4.10.10 COMPORTAMIENTO EN EL AMBIENTE
 - 4.10.10.1 AIRE
 - 4.10.10.2 AGUA
 - 4.10.10.3 SUELO

- 4.10.11 ECOTOXICIDAD

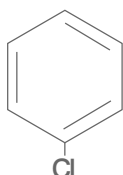
- 4.10.12 LINEAMIENTOS DE GESTION AMBIENTAL PARA SU DISPOSICION

- 4.10.13 BIBLIOGRAFÍA

4.10.1 IDENTIDAD DE LA SUSTANCIA QUÍMICA ^(1, 3, 8, 10)

Fórmula Molecular: C₆H₅Cl

Fórmula Estructural:



CAS: 108 – 90 – 7

Número UN: 1134

Clase de Riesgo Primario UN: 3

4.10.1.1 SINÓNIMOS ⁽¹⁾

Cloruro de Benceno; Cloruro de Fenilo; ClorBenceno; Clorobenzol; Monoclorobenceno; MCB; Chloorbenzeen (Holandés); Chlorobenzenu (Checo); Clorobenzene (Italiano); Monochloorbenzeen (Holandés); Monochlorbenzol (Alemán); Monoclorobenzene (Italiano).

4.10.1.2 DESCRIPCIÓN

Los Bencenos Clorados son compuestos cíclicos aromáticos en los cuales los átomos de Hidrógeno del anillo bencénico son reemplazados por átomos de cloro. Esta sustitución genera 12 compuestos que incluyen el Monoclorobenceno, 3 formas isoméricas de Diclorobenceno, 3 formas isoméricas de Triclorobenceno, 3 formas isoméricas de Tetraclorobenceno, Pentaclorobenceno y Hexaclorobenceno ⁽⁷⁾.

El Clorobenceno es un líquido incoloro e inflamable, con un olor aromático, similar al de las almendras. Es muy poco soluble en agua y se evapora rápidamente al ambiente. Es miscible en los solventes orgánicos más comunes y forma azeótropos. No se produce de forma natural en el ambiente ^(5, 6, 12).

4.10.1.3 COMPOSICIÓN / INFORMACIÓN DE LOS INGREDIENTES ^(7, 11)

Ingrediente	Por Ciento	Peligroso
Clorobenceno	99 - 100%	Sí

No hay especificaciones comerciales para los Clorobencenos. El Monoclorobenceno comercial puro puede contener 0.05% o menos de Benceno y un poco más de 0.1% de Diclorobencenos. El 1, 2 – Diclorobenceno de grado técnico contiene un poco más de 19% de las otras dos formas isoméricas de DicloroBenceno, 1% de Triclorobencenos, y un poco más de 0.05% de Monoclorobenceno, mientras que el 1, 2 – Diclorobenceno purificado contiene más o menos 0.05% de Monoclorobenceno y 0.2% de 1, 2, 4 – Triclorobenceno. El 1, 4 – Diclorobenceno de grado técnico contiene un total de 0.1% de Mono y Triclorobencenos y 0.5% de cada uno de las otras formas isoméricas de Diclorobenceno. El 1, 2, 4 – Triclorobenceno comercial puede contener más o menos 0.1% de Monoclorobenceno, 0.5% de Diclorobencenos y 0.5% de Tetraclorobencenos.

4.10.1.4 PROPIEDADES FÍSICAS ^(3, 11)

Tabla 33. Propiedades físicas para el Clorobenceno

PROPIEDAD	VALOR
Peso Molecular (g/mol)	112,56
Estado Físico	Líquido
Punto de Ebullición (°C)	132
Punto de Fusión (°C)	- 45,6

Tabla 33. Propiedades físicas para el Clorobenceno (continuación)

PROPIEDAD	VALOR
Presión de Vapor (mmHg)	11,7; 20 °C
Gravedad Específica (Agua = 1)	1,1058; 20 °C
Densidad del Vapor (Aire = 1)	3.9
pH	No Reportado
Solubilidad en agua (mg/L)	Insoluble
Log Kow	2,98
Koc	466
Constante de la Ley de Henry	0,377 kPa*m ³ /mol
Límites de Inflamabilidad (% vol)	1,3 – 9.6
Temperatura de autoignición (°C)	593
Punto de Inflamación (°C)	28

4.10.1.5 PROPIEDADES QUÍMICAS

Los Clorobencenos son sustancias neutras y térmicamente estables. Pueden ocurrir reacciones para reemplazar los Hidrógenos, (halogenación, sulfonación, alquilación y nitración), mediante la sustitución del cloro (hidrólisis). En el Clorobenceno, el átomo de Cloro está enlazado al anillo bencénico de forma muy firme y la única forma de sustituirlo es bajo condiciones energéticas. El Clorobenceno puede hidrolizarse hasta fenol usando hidróxido de Sodio acuoso a 360 – 390 °C a presiones elevadas o con vapor a 400 – 450 °C sobre fosfato de calcio. Reacciona con hidróxido de amonio a temperaturas elevadas y en presencia de catalizadores de cobre para producir anilina.

En sustituciones electrofílicas, como la nitración, la influencia directa de los átomos de Cloro permite la formación de derivados en los cuales se encuentran sustituciones en las posiciones orto y para principalmente ⁽¹²⁾.

4.10.1.5.1 Incompatibilidades

El contacto del Clorobenceno con oxidantes fuertes, sulfóxido de dimetilo, Sodio pulverizado, tricloruro de Fósforo y Sodio o perclorato de plata provoca incendio, explosión o reacción violenta, generando productos de descomposición peligrosos como gases tóxicos (cloruro de Hidrógeno, fosgeno y monóxido de carbono). Además, aunque es una sustancia estable, el calor, chispas y llamas abiertas contribuyen a la pérdida de dicha estabilidad ⁽¹⁰⁾.

4.10.2 PRODUCCIÓN APLICACIONES Y USOS

4.10.2.1 PRODUCCIÓN ⁽¹²⁾

La mayoría de Clorobenceno es producido actualmente en plantas de Benceno y cloro en operación continua. Dependiendo de la relación de Benceno a cloro escogida, se puede graduar una conversión de Benceno baja con una pequeña formación de diclorobenceno, o, una conversión casi completa de Benceno y alta producción de diclorobenceno. La composición de Clorobenceno más alta fue obtenida con un 4 – 5% de Benceno sin reaccionar, logrando un 73% de Clorobenceno con un 22 – 23% de Diclorobenceno.

4.10.2.1.1 Cloración del Benceno en Fase Líquida

Industrialmente, los Clorobencenos son preparados mediante la reacción del Benceno líquido y cloro gaseoso en presencia de un catalizador a temperatura moderada y presión atmosférica. El cloruro de Hidrógeno es un subproducto de esta reacción. Generalmente se obtienen mezclas de isómeros y compuestos con diferentes grados de cloración, debido a que cualquier Clorobenceno puede ser clorado hasta la formación de hexaclorobenceno. La velocidad de cloración para cualquier compuesto clorado depende de su estructura y, debido a esto, el grado de cloración y el tamaño del isómero cambian continuamente durante el curso de la reacción. Mediante la alteración de las condiciones de reacción y el cambio de catalizador utilizado se puede variar la relación de los diferentes productos Clorados

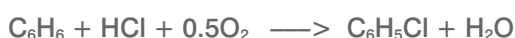
dentro de ciertos límites. Los ácidos de Lewis se utilizan como catalizadores principalmente. La temperatura óptima de reacción depende del grado de cloración deseado. El proceso de monoclорación se lleva a cabo a temperaturas de aproximadamente 20 – 80 °C.

4.10.2.1.2 Otros Procesos de Cloración del Benceno

Se conocen también los procesos de:

- Cloración en fase gaseosa con cloro puro.
- Cloración en fase gaseosa o líquida con cloruro de Hidrógeno y aire, (oxiclорación).
- Cloración con compuestos Clorados.
- Electrólisis de Benceno y ácido hidrocлórico.

A excepción del proceso de oxiclорación, estos procesos no son industrialmente importantes. En este proceso, el vapor de Benceno y la mezcla de cloruro de Hidrógeno y aire reaccionan a una temperatura de 240 °C aproximadamente, en presencia de un catalizador ($\text{CuCl}_2 - \text{FeCl}_3/\text{Al}_2\text{O}_3$ o $\text{CuO} - \text{CoO}/\text{Al}_2\text{O}_3$). El principal producto es el Clorobenceno con un 6 – 10% de Diclorobenceno.



El proceso de electrólisis resulta tener una alta selectividad hacia el Clorobenceno (98%) y un rendimiento muy alto también (94%).

4.10.2.2 APLICACIONES Y USOS

En general, los Clorobencenos, especialmente el monoclорobenceno, el 1, 2 – diclorobenceno y el 1, 2, 4 – triclorobenceno, son utilizados como solventes en reacciones químicas y para disolver materiales especiales como aceites, ceras, resinas, grasas y cauchos. También son empleados en formulaciones de pesticidas.

Grandes cantidades de Clorobenceno se someten a un proceso de nitración, y el producto obtenido se convierte en tintes, productos farmacéuticos, productos de protección de cultivos, químicos mediante el uso de intermedios como nitrofenol, nitroanisol, cloroanilina y fenilendiamina⁽¹²⁾.

4.10.3 EFECTOS SOBRE LA SALUD

Frases de Riesgo⁽⁸⁾

R10: Inflamable

R20: Nocivo por inhalación

R51/53: Tóxico para los organismos acuáticos, puede provocar a largo plazo efectos negativos en el medio ambiente acuático

Una exposición a Clorobenceno puede ocurrir en el área de trabajo o en ambientes donde se ha liberado al aire, agua, tierra o aguas subterráneas. También puede ocurrir cuando se hace uso de pinturas o removedores de pintura que contienen Clorobenceno o cuando se consumen alimentos contaminados. También puede ser absorbido por la piel, si esta entra en contacto con el Clorobenceno, aunque no permanece en el cuerpo debido a que se descompone y expulsa. Los efectos del Clorobenceno en la salud dependen de la cantidad y frecuencia de la exposición; también dependen del estado de salud en el momento de la exposición. El contacto con Clorobenceno líquido en concentraciones de 200 ppm puede causar irritación en la piel, los ojos, la nariz y la garganta. Una exposición a cantidades mayores de Clorobenceno puede causar efectos adversos en el sistema nervioso, inclusive inconciencia. Estos efectos desaparecen cuando se detiene la exposición y no ocurren a los niveles de concentración de Clorobenceno encontrados normalmente en el ambiente^(2, 5, 10).



Clorobenceno

La exposición aguda a Clorobenceno puede causar enrojecimiento e inflamación de los ojos y párpados, secreción nasal, dolor de garganta, enrojecimiento e irritación de la piel, dolor de cabeza, mareo, somnolencia, incoherencia, ataxia, pérdida del conocimiento, tic en las extremidades, respiración rápida y profunda y latidos irregulares ⁽¹⁰⁾.

Todos los Clorobencenos se absorben fácilmente por los tractos gastrointestinal y respiratorio en el hombre y en los animales de experimentación y se ha descubierto que la posición de los átomos de cloro en la molécula influye en la absorción de esta sustancia. Los Clorobencenos se absorben menos fácilmente a través de la piel que por inhalación o después de una ingestión.

El metabolismo de los Clorobencenos en la especie humana y en los animales de experimentación sigue la vía de la oxidación microsómica para formar el clorofenoles. Estos clorofenoles se pueden excretar en la orina en forma de ácidos o conjugados de sulfato. La posición de los átomos de cloro en el anillo bencénico es también un factor importante del que depende la velocidad de metabolización y eliminación ⁽⁷⁾.

4.10.3.1 INHALACIÓN

Se han reportado casos en los cuales trabajadores expuestos a concentraciones de Clorobenceno de 0,84 y 0,5 ppm han absorbido un 38% y 45% respectivamente de las cantidades de Clorobenceno presentes en la atmósfera. La exposición provoca somnolencia, dolor de cabeza, náusea y pérdida del conocimiento ^(6, 8). Respirar grandes cantidades de Clorobenceno puede producir dolor de cabeza, espasmos musculares y efectos adversos en la médula ósea. Se reporta que el umbral de percepción del Clorobenceno es de 0,21 ppm ⁽¹⁰⁾.

4.10.3.2 CONTACTO PIEL / OJOS

El Clorobenceno se puede absorber a través del contacto con la piel. Este contacto causa deshidratación y enrojecimiento además de aspereza. El contacto de Clorobenceno con los ojos provoca enrojecimiento e irritación ⁽⁸⁾.

4.10.3.3 INGESTIÓN

El Clorobenceno se absorbe rápidamente por el tracto gastrointestinal. Se ha reportado que aproximadamente se absorbe un 31% del Clorobenceno suministrado a voluntarios bajo estudio ⁽⁶⁾.

La ingestión de Clorobenceno causa dolor abdominal y otros síntomas similares a los provocados por la inhalación ⁽⁸⁾.

4.10.3.4 EFECTOS CRÓNICOS

Estudios de laboratorio indican que la exposición crónica a Clorobenceno en cantidades pequeñas en el aire afecta el sistema nervioso, manifestándose con dolor de cabeza, mareo y somnolencia. La exposición crónica a grandes cantidades puede afectar el hígado, los riñones y la sangre. El contacto repetido o prolongado con la piel puede causar quemaduras ^(2, 10).

4.10.3.5 EFECTOS SISTÉMICOS

4.10.3.5.1 Cardiovasculares

No se encontraron estudios referidos a los efectos cardiovasculares de la exposición, ingestión o contacto con Clorobenceno ⁽⁶⁾.

4.10.3.5.2 Hematológicos

Con base en un pequeño número de estudios realizados, se ha reportado que el Clorobenceno puede causar cambios hematológicos, pero estos efectos pueden no ser indicadores de la toxicidad del Clorobenceno. No se encontraron estudios referidos a los efectos hematológicos causados por el contacto con Clorobenceno ⁽⁶⁾.

4.10.3.5.3 Musculares

No se encontraron estudios referidos a los efectos musculares de la exposición, ingestión o contacto con Clorobenceno ⁽⁶⁾.

4.10.3.5.4 Hepáticos

No se encontró información que indique daños severos al hígado causados por exposición aguda a vapor de Clorobenceno. Estudios hechos en animales indican que el hígado es susceptible a sufrir daños por la ingestión de Clorobenceno. No se encontraron estudios referidos a los efectos hepáticos causados por el contacto con Clorobenceno sobre la piel ⁽⁶⁾.

4.10.3.5.5 Renales

Una pequeña cantidad de estudios demuestran que los riñones son órganos sensibles a la exposición de Clorobenceno de forma crónica. Estudios hechos en animales demuestran que el Clorobenceno puede causar daño en los riñones por ingestión de dosis similares a las que producen efectos adversos en el hígado. No se encontraron estudios referidos a los efectos renales causados por el contacto con Clorobenceno ⁽⁶⁾.

4.10.3.5.6 Endocrinos

No se encontraron estudios referidos a los efectos endocrinológicos de la exposición, ingestión o contacto con Clorobenceno.

4.10.3.5.7 Inmunológicos

No se encontraron estudios referidos a los efectos inmunológicos de la exposición, ingestión o contacto con Clorobenceno ⁽⁶⁾.

4.10.3.5.8 Neurológicos

El Clorobenceno afecta el sistema nervioso central. La exposición intermitente por cerca de 2 años a niveles por encima de los límites permisibles muestra signos de neurotoxicidad incluyendo insensibilización, cianosis (causada por la depresión en el sistema respiratorio), hiperestesia (sensibilidad excesiva y dolorosa) y espasmos musculares. El potencial de producción de efectos en el sistema nervioso del Clorobenceno no se ha podido determinar cuantitativamente. No se encontraron estudios referidos a los efectos neurológicos causados por el contacto con Clorobenceno ⁽⁶⁾.

4.10.4 INFORMACIÓN TOXICOLÓGICA

CL₅₀ (inhalación, ratas): 13490 mg/m³/ 6 horas por 14 días ⁽⁷⁾

CL₅₀ (inhalación, ratones): 8581 mg/m³/ 6 horas por 14 días ⁽⁷⁾

DL₅₀ (ingestión, ratas): 4000 mg/kg ⁽⁷⁾

No se sabe si el Clorobenceno provoca cáncer. La Agencia de Protección del Ambiente (EPA) ha determinado que el Clorobenceno no es clasificable como sustancia cancerígena, basado en evidencia de estudios hechos en animales y humanos ⁽⁵⁾.

No se encontraron estudios referidos a los efectos en el desarrollo en humanos de la exposición, ingestión o contacto con Clorobenceno ⁽⁶⁾.

No se encontraron estudios referidos a los efectos reproductivos de la exposición, ingestión o contacto con ⁽⁶⁾.

No se encontraron estudios referidos a los efectos genotóxicos de la exposición, ingestión o contacto con Clorobenceno ⁽⁶⁾.

4.10.5 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.

4.10.5.1 PRIMEROS AUXILIOS ⁽¹⁰⁾

En el evento de una emergencia, se debe buscar atención médica inmediata para las víctimas que se encuentren severamente afectadas o para aquellas que presenten signos y síntomas de toxicidad e irritación. Cualquier víctima que se encuentre inconsciente, se debe mantener caliente y recostada sobre un costado para evitar ahogamiento si se produce vómito.

C₆H₅Cl

Clorobenceno

4.10.5.1.1 Exposición en Ojos⁽¹⁰⁾

Si Clorobenceno entra en contacto con los ojos, deben lavarse inmediata y cuidadosamente con grandes cantidades de agua por lo menos durante 15 minutos, levantando el párpado superior e inferior ocasionalmente para retirar la posible acumulación de Clorobenceno en estas superficies. Los empleados u operarios que manipulen esta sustancia no deben portar lentes de contacto. Si la víctima porta lentes de contacto en el momento del accidente, éstos se deben retirar de los ojos tratando de no generar heridas adicionales.

4.10.5.1.2 Exposición en la Piel⁽¹⁰⁾

Si Clorobenceno entra en contacto con la piel, lavar la piel inmediatamente con agua y jabón. Si la ropa se contamina con Clorobenceno, ésta se debe remover inmediatamente y se debe lavar la piel con jabón y agua.

4.10.5.1.3 Inhalación⁽¹⁰⁾

Mover a las víctimas hacia áreas donde puedan respirar aire fresco, permitir descanso y recibir atención médica. Si la víctima no respira, se debe remover cualquier residuo de químicos en los labios y se debe suministrar el procedimiento de Resucitación Cardiopulmonar (CPR); si se dificulta la respiración, se debe suministrar oxígeno por medio de una máscara.

4.10.5.1.4 Ingestión⁽¹⁰⁾

Si se ingiere Clorobenceno o cualquier material que lo contenga, se deben llevar a cabo los siguientes procedimientos:

- Enjuagar la boca con agua.
- Beber un vaso (8 onzas aproximadamente) de agua.
- No se debe forzar a una persona inconsciente a beber agua o a vomitar.

4.10.5.1.5 Rescate⁽¹⁰⁾

Si un trabajador se encuentra incapacitado debido a la exposición, se debe retirar del lugar de exposición. Se deben poner en práctica los procedimientos de rescate de emergencia establecidos. Para mejor desempeño en momentos de emergencia, todos los trabajadores deben aprender los procedimientos de emergencia de la instalación y conocer la ubicación del equipo de rescate antes que se presente la necesidad.

4.10.5.2 INCENDIOS⁽¹⁰⁾

El Clorobenceno es una sustancia inflamable, y su combustión produce gases irritantes y tóxicos, por lo tanto no se debe exponer a llamas abiertas, chispas ni se debe fumar cerca de cualquier fuente de Clorobenceno o almacenamiento del mismo.

En caso de un incendio en el que este involucrado el Clorobenceno, este se debe tratar desde la máxima distancia posible, se debe usar polvo químico seco, espuma, agua atomizada o dióxido de carbono. Es necesario restringir el área y negar el acceso a personal innecesario. El personal de emergencia debe permanecer alejado de áreas bajas y se deben ventilar los espacios cerrados antes de entrar en ellos. Pueden ocurrir explosiones de vapores con peligro de envenenamiento en interiores, exteriores o en las alcantarillas.

Los vapores pueden transportarse hacia fuentes de ignición. Debido a que los contenedores de Clorobenceno pueden explotar a causa del calor generado en el incendio, estos se deben retirar del área si es posible hacerlo de forma segura. Si no es posible, es necesario mantenerlos refrigerados con agua hasta que sea controlado el incendio. Se debe permanecer alejado de los contenedores. El personal debe retirarse de forma inmediata con cualquier indicio de incendio. Se deben construir diques para la recolección del agua utilizada durante la extinción del incendio, para su disposición final. Si un carro tanque se ve involucrado en el incendio, se debe aislar un área de 900 metros a la redonda. Los bomberos deben usar ropa de protección y aparatos de respiración auto contenida^(8, 10).

4.10.5.3 PROCEDIMIENTOS EN CASO DE DERRAMES O FUGAS ⁽¹⁰⁾

Si se derrama o libera Clorobenceno, se deben realizar los siguientes procedimientos:

- No tocar el material derramado.
- Notificar al personal de seguridad.
- Retirar cualquier posible fuente de calor o ignición.
- Ventilación del área de fuga o derrame.
- El uso de agua atomizada puede ayudar a reducir el nivel de vapores en el aire, pero no previene la ignición en espacios cerrados.
- Para derrames pequeños, tratar el material derramado con arena u otros materiales no combustibles similares. Y almacenar en contenedores para su disposición final.
- Para derrames líquidos grandes, se debe construir diques que lo conduzcan lejos del área de trabajo para su disposición final.

En el evento de un derrame o fuga de Clorobenceno, las personas que no tengan puesto equipo y ropa protectoras se deben restringir de las áreas de fugas hasta que la limpieza se haya completado.

4.10.6 NIVELES PERMISIBLES DE EXPOSICIÓN OCUPACIONAL

TLV (TWA; 8 horas; ACGIH): 10 ppm; 46mg/m³ (1996) ^(8, 9, 10)

PEL (TWA; 8 horas; OSHA para la industria general): 75 ppm; 350 mg/m³ (2000) ^(9, 10)

PEL (TWA; 8 horas; OSHA para la industria de la construcción): 75 ppm; 350 mg/m³ (2000) ^(9, 10)

TLV: Threshold Limit Value (Valor Límite Umbral).

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

4.10.7 EQUIPO DE PROTECCIÓN PERSONAL ⁽¹⁰⁾

- Se debe usar ropa de protección (guantes, botas y delantales apropiados) para prevenir el contacto de Clorobenceno con la piel. Se debe seleccionar ropa de protección para químicos peligrosos de acuerdo al desempeño mostrado por el material en diversos estudios. El Polivinil Alcohol y el Teflón por ejemplo, han demostrado tener una resistencia al rompimiento de aproximadamente 4 a 8 horas.
- Si el Clorobenceno se disuelve en un material orgánico, se deben considerar las propiedades de permeabilidad de la mezcla a la hora de seleccionar el material de la ropa de protección personal.
- Durante cualquier operación en la cual el Clorobenceno pueda entrar en contacto con los ojos, se debe usar gafas o pantallas faciales. Se debe disponer de duchas y lavaojos en el área de trabajo donde exista peligro de una exposición o contacto con el Clorobenceno. No debe permitirse el uso de lentes de contacto si existe la posibilidad de contacto con Clorobenceno en el área de trabajo.

4.10.7.1 PROTECCIÓN RESPIRATORIA ⁽¹⁰⁾

Como buena práctica de higiene industrial se recomienda que se usen controles de ingeniería para reducir las concentraciones de materiales peligrosos en el ambiente hasta niveles de exposición permisibles. Sin embargo, existen algunas excepciones donde se puede requerir el uso de respiradores para controlar la exposición. Se deben usar respiradores (máscaras de respiración) si la concentración de Clorobenceno excede los niveles de exposición permisibles. Los respiradores se deben usar (1) después de haberse instalado los controles de ingeniería, (2) durante las operaciones de trabajo como mantenimiento y reparación de equipos, (3) durante operaciones que requieran entrar en los tanques de almacenamiento y (4) durante emergencias.



Además de la selección del respirador, debe ser instituido un programa completo de protección respiratoria. El programa debe incluir como mínimo, una evaluación del desempeño del trabajador al usar el respirador, el entrenamiento regular al personal, monitoreo periódico del ambiente, evaluación adecuada, mantenimiento, inspección y limpieza. La implementación de un programa adecuado de protección respiratoria, incluyendo la selección del respirador correcto, requiere que una persona con suficientes conocimientos se encuentre a cargo del programa y de su evaluación periódica.

Tabla 34. Propiedad respiratoria mínima para Clorobenceno en el aire

Condición	Protección Respiratoria Mínima Desde 75 ppm (OSHA)
Concentración de hasta 1000 ppm.	Cualquier respirador de cartucho químico con pieza facial completa y un cartucho para vapores.
Concentración menor o igual 2400 ppm	Una máscara de gases con cilindro para vapores orgánicos. Cualquier respirador de aire con pieza facial completa, yelmo o capucha. Cualquier aparato de respiración autocontenido con pieza facial completa.
Concentraciones desconocidas.	Cualquier aparato de respiración autocontenido con pieza facial completa operado en modo de demanda de presión u otro modo de presión positiva. Un respirador combinado que incluya un respirador con pieza facial completa operado en modo de demanda de presión o algún otro modo de presión positiva y un aparato de respiración autocontenido auxiliar operado en modo de demanda de presión o algún otro modo de presión positiva.
En caso de lucha contra fuego	Cualquier aparato de respiración autocontenido con pieza facial completa operado en modo de demanda de presión u otro modo de presión positiva.
Evacuación	Cualquier respirador de purificación de aire con pieza facial completa provista de protección contra vapores orgánicos. Cualquier aparato de respiración autocontenido para evacuación.

Tomada de "OSHA; Occupational Safety and Health Guideline for Chlorobenzene" (10)

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

El personal encargado de manipular Clorobenceno se debe lavar las manos, antebrazos y rostro con agua y jabón antes de comer, fumar, hacer uso del baño o cosméticos. No se debe permitir realizar cualquiera de estas actividades en las áreas en las cuales se manipula, procesa o almacena Clorobenceno.

Las personas encargadas de la limpieza de la ropa previamente contaminada con Clorobenceno deben conocer las características peligrosas de la sustancia, especialmente el hecho de la irritabilidad que presenta en la piel y ojos⁽¹⁰⁾.

4.10.8.1 FRASES DE SEGURIDAD⁽⁸⁾

S2: Manténgase fuera del alcance de los niños

S24/25: Evítese el contacto con los ojos y la piel

S61: Evítese su liberación al medio ambiente. Recábense instrucciones específicas de la ficha de datos de seguridad

4.10.8.2 ALMACENAMIENTO

Los Clorobencenos son sustancias neutras y estables que se pueden almacenar en fase líquida en contenedores de acero, y se pueden transportar en barcos o trenes dentro de los contenedores. Se debe incorporar un sistema de

compensación de gases y protección contra cargas electrostáticas. El vapor de Clorobenceno forma mezclas inflamables con el aire. No se debe permitir la fuga de Clorobenceno hacia aguas subterráneas ⁽¹²⁾.

El Clorobenceno se debe almacenar en áreas frescas, secas y adecuadamente ventiladas en contenedores sellados y etiquetados apropiadamente. Se recomienda el almacenamiento en exteriores o en áreas aisladas; el almacenamiento en interiores se debe hacer en habitaciones diseñadas especialmente para sustancias inflamables. Los contenedores se deben proteger de cualquier daño físico y se deben colocar separadamente de todos los materiales que presentan incompatibilidad con el Clorobenceno, además de cualquier fuente de calor, chispas o llamas abiertas. Sólo se debe permitir el uso de herramientas que no produzcan chispas a la hora de trabajar en las áreas cercanas a la sustancia. Los contenedores deben estar dispuestos con conexiones a tierra para prevenir la acumulación de energía electrostática y la generación de chispas. Los envases de este material pueden ser peligrosos cuando están vacíos ya que retienen residuos del producto (vapores, líquido); observe todas las advertencias y precauciones que se listan para el producto ^(10, 11).

4.10.9 USOS, GENERACIÓN Y CONTROLES ⁽¹⁰⁾

Tabla 35. Usos, generación y control de emisiones de Clorobenceno

Uso / Generación	Control
Utilizado en la producción de Fenol en síntesis de materiales poliméricos.	Extrema ventilación local
Utilizado como intermediario en la producción de orto y para Nitrobencenos para su uso en la industria de tintes; en la producción de DDT, anilina, Ácido Pírico, Beta Cloroantraquinona y otros químicos; la producción de adhesivos de caucho y adhesivos.	Proceso contenido.
Utilizado como agente en el procesamiento textil.	Extrema ventilación local.
Utilizado como removedor de grasas en operaciones de limpieza.	Extrema ventilación local, ventilación general mecánica, equipo de protección personal.
Utilizado como solvente en recubrimientos y removedores de recubrimientos.	Proceso contenido; extrema ventilación local; equipo de protección personal.
Utilizado en la fabricación de Disocianatos, cauchos, perfumes y fármacos.	Extrema ventilación local.

4.10.10 COMPORTAMIENTO EN EL AMBIENTE

No hay información que indique que el Clorobenceno se produce de forma natural. El Clorobenceno entra a la atmósfera en las emisiones provenientes de industrias de pesticidas y otras industrias que utilizan la sustancia como solvente. También es liberado durante la disposición de basuras industriales. Las concentraciones de Clorobenceno en la atmósfera son inferiores a 0.02 ppb en áreas rurales y de aproximadamente 0.8 ppb en las ciudades.

Debido a que el Clorobenceno es volátil, la evaporación es un proceso muy importante de transporte desde el agua y el suelo hacia el aire. La sustancia se puede adsorber de forma moderada en los sedimentos orgánicos. Si se libera a suelos húmedos, la mayoría del Clorobenceno se volatiliza a la atmósfera; si se libera a suelos arenosos, se espera que se mueva hasta aguas subterráneas; esta es una sustancia que no se biodegradará o lo hace de forma muy lenta ⁽³⁾.



La eliminación de los Clorobencenos del medio ambiente se efectúa principalmente mediante mecanismos biológicos y, en menor medida, por otros sistemas; sin embargo, se considera que su presencia es moderadamente persistente en el agua, el aire y los sedimentos. Se ha informado que su tiempo de permanencia en el agua es de un día en la de río y de más de 100 días en la subterránea. En el aire, las vías predominantes de degradación del Clorobenceno son las reacciones químicas y fotolíticas, con tiempos de permanencia que oscilan entre 13 y 116 días. Se ha demostrado que muchos microorganismos presentes en los sedimentos y los fangos cloacales degradan los Clorobencenos. Los compuestos con mayor número de átomos de cloro se descomponen menos fácilmente, y en caso de que se presente su degradación, tal proceso sólo tiene lugar en condiciones aerobias. El DCB, los TCB y los PeCB presentes en el suelo y en el agua subterránea en condiciones anaerobias suelen resistir la degradación microbiana.

La evaluación del riesgo en la actualidad pone de manifiesto también que las concentraciones actuales de Clorobencenos en el medio ambiente representan un riesgo insignificante para la población general, excepto en el caso de uso indebido de productos que contienen Clorobenceno o de su liberación incontrolada en el medio ambiente. Sin embargo, esta valoración se basa en datos limitados de vigilancia, y se necesita más información para justificar esta conclusión. Se debería considerar, sin embargo, la posibilidad de reducir el uso y la eliminación generalizados de Clorobenceno por los siguientes motivos:

- El Clorobenceno puede actuar como precursor de la formación de dibenzodioxinas policloradas/dibenzofuranos poliClorados (DDPC/DFPC), por ejemplo en los procesos de incineración.
- Estos productos químicos pueden ocasionar alteraciones del sabor y el olor del agua de consumo y del pescado.
- Los residuos persisten en los sedimentos y suelos anaerobios ricos en materia orgánica y en el agua subterránea.

4.10.10.1 AIRE

Se ha estimado la vida media en 9 días, pero bajo condiciones atmosféricas simuladas se estimó una vida media de 20 a 40 horas. El mecanismo predominante de remoción de Clorobenceno de la atmósfera, es la reacción con radicales hidroxilo generados fotoquímicamente. Ya que el Clorobenceno absorbe la luz en la región comprendida entre 290 y 310 nm, se sugiere la fotólisis como mecanismo adicional, pero lento, para su degradación, que resulta en la producción de Monoclorobifenilo. En la atmósfera, la fotólisis ocurrirá en el curso de un mes aproximadamente ⁽³⁾.

4.10.10.2 AGUA

Los Clorobencenos que se liberan en el medio acuático se redistribuyen de manera preferente en el aire y en los sedimentos (sobre todo en los ricos en materia orgánica). Son limitadas las informaciones según las cuales en los sedimentos se han detectado niveles 1000 veces superiores a los del agua, en particular en regiones muy industrializadas. Hay pruebas limitadas que indican que los residuos unidos a los sedimentos están disponibles biológicamente para los organismos, es decir, que los invertebrados acuáticos pueden captar residuos de los sedimentos ⁽⁷⁾.

El principal proceso del Clorobenceno en el agua es la vaporización y la biodegradación. Se han reportado valores de vida media del Clorobenceno en el agua de 0.3 días en ríos; 1 a 2 horas en corrientes de flujo rápido; y 75 días en sedimentos en estuarios bajo condiciones naturales.

La biodegradación ocurrirá en climas cálidos, particularmente con microorganismos aclimatados que actúan más rápidamente en agua fresca que en sistemas marinos y estuarios. La vida media de biodegradación del Clorobenceno se estimó en 150 días en agua de río y 75 días en sedimentos. La fotólisis directa no es un proceso significativo para la remoción de Clorobenceno de superficies acuáticas (vida media de 170 años aproximadamente) ⁽³⁾.

4.10.10.3 SUELO

Se espera que la vaporización sea el principal proceso de remoción de Clorobenceno de la superficie del suelo. El Clorobenceno puede adsorberse en el suelo y permanecer allí el tiempo suficiente para que ocurra biodegradación. Los productos principales de la biodegradación son el 2 - y 4 - Clorofenol ⁽³⁾.

La retención de Clorobencenos en el suelo aumenta con el contenido de éste en la materia orgánica; existe una correlación positiva entre el grado de cloración del compuesto y su adsorción en la materia orgánica. Hay pruebas limitadas que indican que los residuos unidos a los sedimentos están disponibles biológicamente para los organismos, es decir, que las plantas del suelo pueden captar residuos de los sedimentos ⁽⁷⁾.

4.10.11 ECOTOXICIDAD ⁽⁷⁾

Organismos Acuáticos:

Invertebrados: *Daphnia magna*, LC₅₀: 51.6 mmol/m³; 48h; letal

Mysidopsis bahia, LC₅₀: 16.4 mg/l; 96h; letal

Peces: *Salmo gairdneri*, LC₅₀: 4.1 mg/l; 48h, letal

Leponimis macrochirus, LC₅₀: 16 mg/l; 96h; letal

Cyprinodon variegatus, LC₅₀: 10 mg/l; 96h; letal

4.10.12 LINEAMIENTOS DE GESTIÓN AMBIENTAL PARA SU DISPOSICION

Teniendo en cuenta que el Clorobenceno es un material peligroso, su disposición se debe realizar de una forma cuidadosa. El Clorobenceno o solventes que lo contengan se pueden tratar en incineradores de inyección líquida, de lecho fluidizado o de hornos rotatorios ⁽⁶⁾.

4.10.13 BIBLIOGRAFÍA

1. United States Environmental Protection Agency (EPA). List of IRIS Substances, Chlorobenzene [en línea]. Enero de 1989 [citado julio 31 de 2003]. Disponible en <http://www.epa.gov/iris/subst/0399.htm>
2. United States Environmental Protection Agency (EPA). Chemicals in the Environment. Chlorobenzene [en línea]. Enero de 1995 [citado mayo 31 de 2003]. Disponible en <http://www.epa.gov/opptintr/chemfact/chlor-fs.txt>
3. United States Environmental Protection Agency (EPA). Chemicals in the Environment. Chlorobenzene [en línea]. Enero de 1995 [citado julio 31 de 2003]. Disponible en <http://www.epa.gov/opptintr/chemfact/chlor-sd.txt>
4. Agency for Toxic Substances and Disease Registry; Minimal Risk Levels for Hazardous Substances, [en línea]. Fecha de publicación desconocida, actualizado Enero de 2003 [citado julio 31 de 2003]. Disponible en <http://www.atsdr.cdc.gov/mrls.html>
5. Agency for Toxic Substances and Disease Registry; Managing Hazardous Material Incidents, Chlorobenzene [en línea]. Agosto de 1996 [citado julio 31 de 2003]. Disponible en <http://www.atsdr.cdc.gov/tfacts131.pdf>
6. Agency for Toxic Substances and Disease Registry; Toxicological Profile, Chlorobenzene [en línea]. Diciembre de 1990 [citado julio 31 de 2003]. Disponible en <http://www.atsdr.cdc.gov/toxprofiles/tp131.pdf>
7. Organización Mundial de la Salud (OMS). Environmental Health Criteria 128, Chlorobenzene [en línea]. 1991 [citado en julio 31 de 2003]. Disponible en <http://www.inchem.org/documents/ehc/ehc/ehc128.htm>



8. Organización Mundial de la Salud (OMS). *International Chemical Safety Cards, Chlorobenzene* [en línea]. Abril de 2003 [citado en julio 31 de 2003].
9. Occupational Safety & Health Administration (OSHA). *Chemical Sampling Information, Chlorobenzene* [en línea]. Fecha de publicación desconocida, revisado mayo de 2000 [citado Julio 31 de 2003]. Disponible http://www.osha.gov/dts/chemicalsampling/data/CH_227000.html
10. Occupational Safety & Health Administration (OSHA). *Occupational Safety and Health Guideline for Chlorobenzene* [en línea]. 1978 [citado julio 31 de 2003]. Disponible en <http://www.cdc.gov/niosh/pdfs/0121.pdf>
11. jtbaker, el link es <http://www.jtbaker.com/msds/spanishhtml/C2475.htm>
12. Editores: Elvers B, Hawkins S y otros; *Ullman 's Encyclopedia of Industrial Chemistry; Volumen 6; Quinta edición completamente revisada; Editorial VCH; New York, U.S.A.; 1989.*

Clorobenceno