

1.1 Introducción

Todo proyecto surge con una finalidad, crear productos o servicios únicos que agreguen valor o provoquen un cambio beneficioso en la sociedad. El crecimiento sostenido de esta última, indica que es necesario contar con un producto sustituto del hipoclorito de sodio, ya que este último es utilizado para muchas aplicaciones, siendo la más destacable el control microbiológico en aguas tanto de consumo humano como industrial.

Dado que el hipoclorito de sodio tiene algunas desventajas en aspectos de seguridad, uso, manipuleo y degradación, la idea de este proyecto es sustituir algunas aplicaciones del hipoclorito de sodio por el ácido tricloroisocianurico conocido como (TCCA).

El TCCA es un producto que no se fabrica en el país y su uso no está muy difundido, a pesar de que en los últimos años su consumo va en franco aumento, por lo tanto la idea comercial del proyecto apunta a la sustitución de la importación del mismo.

Esto nos lleva a pensar que debido al consumo en aumento y a la falta de producción local, este producto químico tiene un buen potencial de desarrollo dentro del país. Una de las características más sobresalientes es la baja dosis de producto que se debe utilizar en comparación con el hipoclorito de sodio ya que este producto es aproximadamente 6 veces más concentrado.

Otro atractivo para su producción es la baja complejidad del proceso productivo, la accesibilidad a la maquinaria y equipos de producción que están disponibles en el país a excepción de algunos de ellos que son importados. Además, es un producto de consumo masivo y de demanda continua, aunque en verano su consumo aumenta, cuestión de interés ya que como es un producto que no se degrada en demasía con el paso del tiempo, se puede producir a ritmo sostenido durante todo el año y cuando la demanda disminuye se puede almacenar sin riesgo alguno.

1.2 Características del producto

Historia del producto:

El mismo fue reportado en 1902 por los científicos Chattaway y Wadmore, ellos obtienen ácido tricloroisocianuro a partir del rendimiento cuantitativo de sales de potasio con ácido cianúrico más cloro gas.

Años después los científicos Birckenbach y Linhard describen la síntesis de TCCA a través de ciclación de N'-carbono-N, N-diclorourea 3.

La actividad microbiológica del TCCA fue descubierta tiempo después. Finalmente, Hands y Whitt, dos científicos americanos que obtuvieron la síntesis de TCCA a través de la cloración de ácido cianúrico con gas cloro en solución acuosa de hidróxido de sodio.

Posteriormente, el TCCA, y su sal monosódica (DCCA) se convirtió en un producto industrial importante.

En 1952, Monsanto obtuvo su patente para la síntesis de TCCA. Luego en 1960 WR Grace obtuvo una segunda patente sobre la síntesis de TCCA.

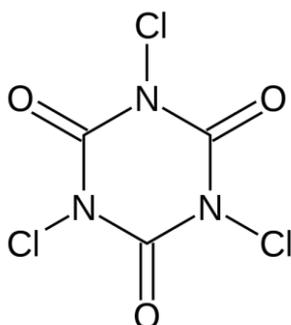
Purex obtuvo en 1958 otra patente sobre un método para la purificación de TCCA a través de la disolución de H_2SO_4 concentrado y la dilución con agua a muy bajas temperaturas.

Luego durante muchos años se mantuvo la confusión respecto de la estructura molecular TCCA con el cloruro cianúrico, el ácido clorhídrico proveniente del ácido cianúrico.

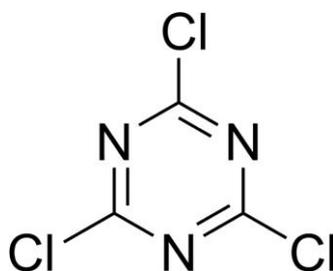
Otros nombres utilizados en inglés o siglas son: TCICA, 1,3,5-trichloro-1,3,5-triazine-2,4,6(1H,3H,5H)-trione, Symclosene, trichloro-s-triazinetrione, TCCCA, tricolor.

1.3 Propiedades fisicoquímicas

Estructura del TCCA



Estructura de cloruro cianúrico



Como se ve en la estructura del TCCA este pertenece al gran grupo de las N-cloroaminas y amidas, el cual es un subgrupo del grupo más general conocido como **N-cloroaminas**.

Las N-cloroaminas son compuestos inorgánicos u orgánicos de nitrógeno con al menos un átomo de cloro unido al nitrógeno. El ejemplo más antiguo es la

monocloroamina (NH₂Cl) conocida desde el comienzo del Siglo 19. Las Cloroaminas se utilizan como agentes blanqueadores, desinfectantes, y bactericidas, debido a su función como agentes de cloración y oxidantes.

Algunas de ellas también son comúnmente utilizadas en la cloración de reactivos y en la oxidación en la síntesis orgánica.

Dentro de las propiedades de las cloroaminas se encuentra su gran inestabilidad o bien el alto riesgo de explosión. Muchas de sus reacciones son también extremadamente violentas, por ejemplo, la reacción de N-clorosuccinimida con alcoholes alifáticos.

Pero las cloroaminas son más fáciles de manejar que el gas de cloro o el hipoclorito de sodio, aunque estos últimos sean ampliamente utilizados hoy en día en la purificación de agua potable y como agentes desinfectantes en las piscinas.

Desde la primera fabricación en gran escala del TCCA y su sal monosódica DCCA, ha ganado una parte cada vez mayor de mercados tan importantes como el del hipoclorito de sodio y el cloro gas, y sustituyendo al hipoclorito de calcio, 1,3-dicloro-5, 5 dimetil hidantoína (NDDH), y a la T-cloramina.

El ácido tricloisocianúrico tiene su uso primario como desinfectante industrial, mayormente utilizado como agente sanitizante en piscinas, spa, tratamientos de aguas industriales (efluentes), blanqueador en la industrial textil y en la industria orgánica.

Fórmula	C ₃ Cl ₃ N ₃ O ₃ .
Nº CAS	87-90-1
Nº UN	2468
Nº EINECS	201-782-8
Gravedad específica (g/cm ³)	2,19
Peso molecular	232,32
Punto de fusión normal(°C)	246-247
Punto de ebullición normal (°C)	413
Temperatura de descomposición(°C)	225
pH	3-3,5 a 25°C (solución al 1%)
Solubilidad en agua (%p/p)	1,2 a 25°C
Toxicidad	Oral, rat LD50: 809 mg/kg
Estado físico	Sólido inodoro, blanco, cristalino, olor a cloro
Materias primas	Acido cianúrico, soda cáustica, cloro

Presenta una estructura geométrica plana y momento dipolar es OD.

1.4 Calidades y usos

El TCCA puede ser utilizado en el tratamiento de agua especialmente en aguas de piscina, en aguas industriales y en el tratamiento de aguas residuales industriales o

de ciudad, también se puede aplicar en la desinfección de la perforación de pozos de petróleo y en la producción de agua potable a partir de agua de mar.

Otros usos se dan en lavadoras de vajilla, la desinfección preventiva de casas, hoteles y lugares públicos, en higiene y control de los hospitales, para su uso en el mercado de cría de gusanos de seda, ganado y aves de corral. También en restaurantes y todo local gastronómico de atención al público en el que se emplee como agente de desinfección.

El TCCA también se puede utilizar en la desinfección y conservación de frutas y hortalizas, en la limpieza y blanqueo de textiles, en el aumento de la resistencia lana de contracción y en la cloración del caucho.

El ácido tricloroisocianurico ha demostrado ser una alternativa mejor y más económica que el hipoclorito de sodio para todo tipo de aplicación de cloración.

El hipoclorito cuyo uso es altamente difundido tanto a nivel industrial como doméstico, posee algunos puntos en su contra a diferencia del TCCA, a continuación, se describen los más sobresalientes.

1. El volumen que debe ser manejado para alcanzar niveles de cloro residual similares a los obtenidos con pequeñas cantidades de TCCA
2. El hipoclorito de sodio se degrada rápidamente mientras que el TCCA posee una lenta capacidad de disolución y su aporte de cloro libre es gradual.
3. El TCCA se provee en tabletas en forma sólida mientras que el hipoclorito se comercializa en líquida complicando su distribución y manejo.

El TCCA posee una pureza del 99% y una disponibilidad de cloro del 90%. Si bien la calidad es muy uniforme entre los diferentes productores, la variedad en calidad del producto viene dada por el contenido de insolubles que presenta. A continuación se presenta como ejemplo una tabla de especificaciones de calidad promedio del producto fabricado en diferentes países.

	TCCA Chino	TCCA Estados Unidos
Pureza (% p/p)	98	99,1
Cloro disponible (%p/p)	89-90	90-92
Humedad (%p/p)	<0,5	<0,5
Insolubles (%p/p)	1,0	0,2-0,3

1.5 Métodos de producción

El TCCA se obtiene a partir de la cloración del isocianurato de sodio con un exceso de cloro que asegure la total formación del ácido tricloroisocianúrico. Esta reacción puede llevarse a cabo en una o dos etapas, lo cual es recomendable la última por la mejora en la eficiencia.

El proceso comienza con la formación del isocianurato de sodio, este es producto de la reacción entre el ácido isocianurico y soda cáustica en un reactor agitado continuo. Luego el isocianurato de sodio formado se envía a los reactores donde se clora con cloro gaseoso manteniendo en todo momento una temperatura baja y una presión atmosférica.

Una vez formado el TCCA se lo bombea a una centrifuga donde se extrae la mayor cantidad de agua y de ahí a un secadero donde ya tiene la humedad final del producto terminado. Se lo granula y se lo envasa.

Producción discontinua

El proceso de producción por batch del TCCA comienza con la preparación del isocianurato de sodio en un tanque reactor agitado que se carga con agua ablandada y la cantidad de ácido isocianurico necesario para mantener en todo momento una solución saturada. Una vez cargado el reactor, se adiciona NaOH hasta llegar al pH especificado. Una vez alcanzado este valor de pH se corta agregado del álcali y se trasvasa el contenido a un reactor encamisado para ser clorado. Se adiciona cloro hasta que el pH de la solución sea menor de 4. En ese punto la mayor parte del TCCA se separa de la solución en finos cristales y se bombean a una centrifuga para su separación; de ahí se pasa la torta a un secadero para eliminar el resto del agua del producto y al embolsado, tabletizado o granulado.

Producción continua

Para la producción continua del TCCA se emplean instrumentos de control más sofisticados que para la producción discontinua. Si bien el principio es el mismo, la producción continua asegura una uniformidad mayor en la calidad del producto y una mayor producción con inversión inicial levemente mayor.

El proceso comienza con la disolución de ácido isocianurico en agua blanda en un tanque agitado continuo y el agregado de NaOH controlado con un pHmetro que regula la adición del álcali. Este proceso de formación de isocianurato de sodio es Batch y una vez formado el isocianurato, se abastece en forma continua un primer reactor tanque agitado al que se le adiciona cloro gas para una primera etapa de cloración. El agregado de cloro se comanda por pH gracias a un pHmetro ON LINE. El rebalse de este primer reactor alimenta por gravedad a un segundo reactor tanque agitado donde se produce la cloración final del producto hasta un pH entre 4 y 3,5.

El producto final de salida del reactor alimenta un tanque pulmón desde donde se alimentan, de a uno a la vez, a cada uno de los tres filtros secadores tipo "GEDU" que filtran y secan los cristales para dejar al producto con una pureza de 99%. Luego del secado, el producto granulado, se dispone en una tolva desde donde se cargan los cuñetes de 50 kg para su despacho final.

1.6 Productos derivados de la fabricación

Hipoclorito de sodio

El hipoclorito de sodio es un líquido transparente de color verdoso altamente cáustico y corrosivo. Se emplea como agente de blanqueamiento textil, en la desinfección domiciliar e industrial, es un oxidante fuerte y por ello se lo emplea en la industria en procesos de oxidación y aporte de cloro. Se utiliza también en la potabilización de aguas de consumo humano, en la formulación de productos de limpieza y en la sanitización de hospitales y lugares públicos.

En el proceso de fabricación de TCCA se forma hipoclorito de sodio como subproducto cuando el cloro aspirado de los reactores y planta de tratamiento de efluentes es abatido en soda cáustica para evitar venteos de cloro a la atmósfera. El hipoclorito de sodio se forma a partir de la reacción del cloro gaseoso con una solución al 11 % de NaOH para formar un producto que tiene 100 g/l de cloro activo.

Es fundamental para mantener una buena estabilidad del producto en el tiempo, que la soda cáustica con la que se prepara el hipoclorito de sodio sea libre de metales que catalicen la descomposición de este; como por ejemplo el hierro, el níquel, el aluminio y el cobre entre otros. También debe preverse que, al ser una reacción exotérmica, la preparación de hipoclorito de sodio debe tener un enfriamiento que permita trabajar a una temperatura de menos de 35°C.

Las especificaciones de calidad del producto obtenido son las siguientes:

Densidad	1,145 – 1,155
Cloro activo	100 g/l Mínimo
Hidróxido de sodio	2 – 4 g/l
Carbonato de sodio	3 – 6 g/l
Clorato de sodio	3 g/l Máximo
Cloruro de sodio total	180 g/l Máximo
pH	11,5 – 12,5
Hierro	< 0,5
Níquel	< 0,02
Aluminio	< 0,1
Cobre	< 0,1
Insolubles	< 0,5 g/l

1.7 Materias primas para su elaboración

Hidróxido de sodio

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 y escamas.

Es una sustancia exclusivamente producida por el hombre y por tal razón no se encuentra en la naturaleza en su estado normal.

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.

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.

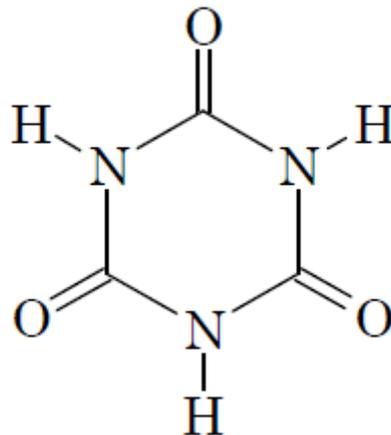
En presencia de la humedad del ambiente, el hidróxido de sodio reacciona con el Dióxido de Carbono para generar Carbonato de Sodio.

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. También se emplea 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.

Acido isocianurico



El ácido Isocianúrico es un sólido cristalino blanco, es un ácido débil, trivalente, de solubilidad limitada en agua y la disolución de este tiene un pH de 4,8. Se disocia en agua y los hidrógenos son probablemente sustituidos por el cloro para formar ácido hipocloroso. Se comercializa en forma granular con una concentración del 98%.

Presumiblemente el enlace del cloro con el ácido Isocianúrico aumenta su estabilidad a la luz.

El ácido isocianurico se produce por pirolisis de la urea. La urea fundida o en solución acuosa es pulverizada en forma de spray sobre una cama de gránulos de ácido isocianurico en un horno rotatorio calentado en forma directa. El ácido isocianúrico crudo se mantiene a 250 °C por cerca de 1 hora. Cerca del 90% del ácido cianúrico que sale del horno es recirculado a la entrada del horno. En el horno, la urea se disocia en ácido isocianúrico y amoníaco. El ácido isocianúrico se trimeriza para dar ácido isocianúrico.

La mayoría del ácido isocianúrico producido comercialmente se emplea para fabricar cloroisocianuratos pero también se lo emplea en la fabricación de esmaltes de alta performance para cables magnéticos, barnices para la industria eléctrica, plásticos con propiedades mejoradas, resinas retardantes de combustión, lubricantes sólidos, entrecruzante y agente curador en la fabricación de plásticos y recubrimientos y también es usado como reductor de los gases nitrogenados (NO_x) en los escapes de motores diesel de generación de potencia.

Cloro

El cloro presente en la naturaleza se forma de los isótopos estables de masa 35 y 37; se han preparado artificialmente isótopos radiactivos. El gas diatómico tiene un peso molecular de 70.906. El punto de ebullición del cloro líquido (de color amarillo-oro) es -34.05°C a 760 mm de Hg (101.325 kilopascales) y el punto de fusión del cloro sólido es -100.98°C. La temperatura crítica es de 144°C; la presión crítica es 76.1 atm

(7.71 megapascales); el volumen crítico es de 1.745 ml/g, y la densidad en el punto crítico es de 0.573 g/ml. Las propiedades termodinámicas incluyen el calor de sublimación, que es de 7370 (+-) 10 cal/mol a 0°C; el calor de vaporización, de 4878 (+-) 4 cal/mol; a -34.05°C; el calor de fusión, de 1531 cal/mol; la capacidad calorífica, de 7.99 cal/mol a 1 atm (101.325 kilopascales) y 0°C, y 8.2 a 100°C. Se comercializa en estado líquido a presión con una pureza >99%.

El cloro es uno de los cuatro elementos químicos estrechamente relacionados que han sido llamados halógenos. Interviene en reacciones de sustitución o de adición tanto con materiales orgánicos como inorgánicos. El cloro seco es algo inerte, pero húmedo se combina directamente con la mayor parte de los elementos.

El cloro es un gas altamente reactivo. Los mayores consumidores de cloro son las compañías que producen dicloruro de etileno y otros disolventes clorinados, resinas de cloruro de polivinilo (PVC), clorofluorocarbonos (CFCs) y óxido de propileno.

Las compañías papeleras utilizan cloro para blanquear el papel. Las plantas de tratamiento de agua y de aguas residuales utilizan cloro para reducir los niveles de microorganismos que pueden propagar enfermedades entre los humanos.

Acido Clorhídrico

El ácido clorhídrico es un líquido incoloro que humea al aire y posee un olor punzante. Puede presentar una tonalidad amarillenta por contener trazas de cloro, hierro o materia orgánica. Es un ácido de alta estabilidad térmica y posee una amplia variedad de aplicaciones. Es obtenido por combinación y absorción en agua de cloro e hidrógeno gaseosos.

Se emplea en el decapado de metales en industria metalúrgica, neutralizante, reductor e intermediario en síntesis orgánicas e inorgánicas en industria química, solvente de diferentes químicos y materias primas, reactivo para la elaboración de colorantes y tintas, agente blanqueador de grasas y aceites, reactivo para la elaboración de fertilizantes, acidificante y activador de pozos petroleros, agente acidificante, neutralizante y reactivo en procesos de teñido, mercerizado e impresión en la industria textil, en la fabricación de productos varios de limpieza, interviene en el proceso de obtención de la cerveza, en el proceso de refinación de aceites y es utilizado en el tratamiento de aguas industriales y de potabilización. Este compuesto se puede encontrar como soluciones acuosas de diferentes concentraciones, que corresponden al ácido propiamente dicho. A temperatura ambiente, el Cloruro de Hidrógeno es un gas incoloro o ligeramente amarillo con olor fuerte. En contacto con el

aire, el gas forma vapores densos de color blanco debido a la condensación con la humedad atmosférica. La forma acuosa, comúnmente conocida como Acido Muriático o Clorhídrico es un líquido sin olor a bajas concentraciones y humeante y de olor fuerte para concentraciones altas.

Está disponible comercialmente en forma de soluciones acuosas (Acido Clorhídrico). El Acido Clorhídrico comercial contiene entre 33% y 37% de Cloruro de Hidrógeno en agua. Las soluciones acuosas son generalmente incoloras, pero pueden generar ligero color amarillo a causa de trazas de Hierro, Cloro e impurezas orgánicas. Esta no es una sustancia combustible.

El Cloruro de Hidrógeno se puede sintetizar por la combustión de una mezcla controlada de Cloro e Hidrógeno. Las temperaturas de reacción alcanzan los 1.200 °C (2200 °F), siendo una reacción altamente exotérmica. El gas cloruro de hidrógeno formado se absorbe en agua hasta obtener una solución de entre 31 y 33 % de concentración que es la concentración a la que se lo comercializa.

El Cloruro de Hidrógeno se obtiene también como Subproducto de la cloración de muchos químicos orgánicos Como ejemplo se destaca la cloración de Metano y Benceno. El Cloruro de Hidrógeno producido a partir de reacciones de cloración puede estar contaminado con Cloro, aire, productos orgánicos clorados, reactantes en exceso y humedad, dependiendo del proceso individual así que la corriente de productos debe ser purificada en operaciones posteriores. Luego de dejar la planta de generación, el Cloruro de Hidrógeno se trata en varios pasos, para alcanzar la especificación de comercialización.

La producción de Cloruro de Vinilo y otros hidrocarburos clorados consume grandes cantidades de Cloruro de Hidrógeno Anhidro. También se consume para la producción de cauchos y polímeros clorados.

En la extracción de petróleo, en forma acuosa, se usa para acidificar los pozos petroleros con el fin de aumentar el flujo del crudo a través de estructuras de roca calcárea. Se encuentra como aditivo o componente principal de muchos productos de limpieza, desinfección y para evitar la formación de depósitos carbonatados en baños y piscinas.

1.8 Transporte y almacenamiento

Se lo comercializa granulado, en cuñetes de 50 kg de plástico. El producto puede explotar si se lo sobrecalienta y reacciona violentamente con materiales combustibles. Es un oxidante fuerte y reacciona lentamente con agua y puede desprender cloro gas, ácido cianurico y tricloruro de nitrógeno. También reacciona violentamente con amoníaco, sales de amonio, hipoclorito de calcio, aminas, peróxido de hidrógeno, carbonato de sodio, materiales combustibles y agentes reductores como litio, sodio, aluminio y sus hidruros para producir fuego o explosión.

Reacciona con ácidos fuertes como el sulfúrico y clorhídrico para desprender cloro gas.

El producto debe almacenarse en contenedores herméticamente cerrados, a temperaturas menores de 52°C, en ambientes bien ventilados y apartados de combustibles y de la humedad.

14 Información relativa al transporte

· Transporte terrestre ADR/RID y GGVS/GGVE (internacional/nacional):



- Clase ADR/RID-GGVS/E 5.1 (O2) Materias comburentes
- Número Kemler: 50
- Número UN: 2468
- Grupo de embalaje: II
- Label 5.1
- Denominación de la carga: 2468 ACIDO TRICLOROISOCIANÚRICO, SECO
- Observaciones: Cantidad limitada: 500 g por cada envase interior, 30 kg bruto por cada unidad de envío.
- Transporte marítimo IMDG/GGVSee:



- Clase IMDG: 5.1
- Número UN: 2468
- Label 5.1
- Grupo de embalaje: II
- Número EMS: F-A,S-Q
- Nombre técnico correcto: TRICHLOROISOCYANURIC ACID, DRY

(se continua e

1.9 Seguridad y medioambiente

Este producto es un agente oxidante fuerte corrosivo y causa irritación a la nariz y garganta. Puede ocasionar severas quemaduras a los ojos y a la piel y llegar a ser fatal si es ingerido.

Inhalación: es la ruta primaria de exposición. Puede producir irritación de la garganta y del tracto respiratorio.

Ingestión: Causa quemaduras en el tracto gastrointestinal.

Contacto con la piel: En contacto con la humedad, este producto fácilmente hidroliza a ácido lo cual produce quemadura si no es rápidamente removido.

Contacto con los ojos: puede causar severo daño que implican quemaduras y ceguera.

Exposición crónica: no se conocen efectos, las propiedades irritantes de este compuesto hacen poco probable la exposición a cantidades grandes y continuas de este producto.

Primeros auxilios

Inhalación: Lleve a la víctima a una zona con aire fresco. Si la respiración es dificultosa, una persona entrenada debe aplicarle oxígeno. Si la respiración se detiene, una persona entrenada debe suministrarle respiración artificial. Solicite atención médica inmediatamente.

Ingestión: Nunca administre nada por boca si la víctima está inconsciente si ha ingerido, no inducir vómito, suministrarle abundante agua (si es posible administre varios vasos de leche). Si el vomite ocurre espontáneamente dejar libres las vías respiratorias y dar más agua. Solicite atención médica inmediatamente.

Contacto con la piel: lave inmediatamente todo el producto residual sobre la piel con abundante agua y jabón por lo menos durante 15 minutos. Quite la ropa contaminada y lávela antes de rehusar. Es recomendable la atención médica si la irritación persiste.

Contacto con los ojos: Lave con abundante agua durante 15 minutos manteniendo los párpados separados para asegurar un lavado completo de la superficie del ojo. El lavado del ojo durante los primeros segundos es esencial para asegurar una efectividad máxima del primer auxilio, pero luego debe acudir al médico.

En caso de derrames se deben construir diques para evitar la llegada de este producto a alcantarillas o canales de aguas naturales. Una vez circunscripto el derrame, todo el producto derramado debe ser recogido tan pronto como sea posible. No añadir agua al material derramado. Utilice escoba y pala para limpiar las áreas contaminadas y coloque los residuos en un recipiente limpio y totalmente seco. No utilice productos químicos para la limpieza de pisos. No almacene los recipientes con producto húmedo, este debe ser dispersado para su aireación y así liberar el tricloruro de nitrógeno (explosivo) que se pudiera haber formado. No transporte el producto húmedo.

Ventilación: Este producto debe ser manejado en áreas ventiladas; si el producto es manejado en un ambiente cerrado, debe utilizarse un extractor para mantener el nivel de partículas dentro de los límites permisibles.