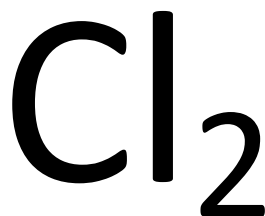


Introducción al
manejo de cloro
sus propiedades y reglas
de seguridad elementales
en su uso diario en O.S.E.

Ing. Quim. Luis Alberto Díaz García

Jefe de División Calidad de Agua Metropolitana

Formula química de la molécula de cloro elemental.



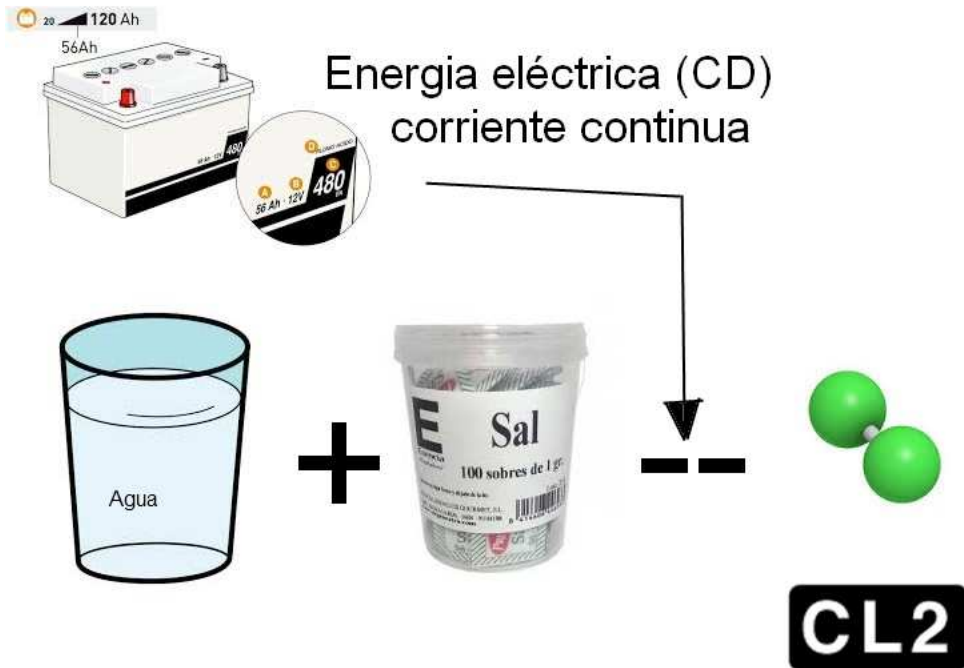
Manejo de envases de cloro.

- 1- Este programa audiovisual sobre la seguridad en el uso de envases de cloro, esta dirigido a aquellas personas que rutinariamente manejan cilindros y ton contenedores.
- 2- Seguridad es el nombre del juego cuando se maneja cloro. Solo siguiendo las reglas que existen en la operación con este producto químico, se puede lograr un desempeño seguro.

- 3- Antes de conocer las recomendaciones de seguridad en el manejo de cloro gas envasado, examinaremos sus propiedades. Por medio del conocimiento de sus propiedades, se pueden comprender mejor los peligros y las razones que inspiran las reglas del manejo de cloro.



- 4- El cloro se fabrica junto con la soda cáustica, por disolución de sal de mesa en agua y pasaje de una corriente eléctrica continua (DC), a través de una solución. El cloro se libera como un gas que se seca, y comprime a líquido.



ELECTROLISIS DEL CLORURO DE SODIO (Sal de mesa)

- 5- El cloro es envasado como gas licuado bajo presión, en tanques cisterna que lo transportan hacia las plantas de envasado, donde se le transfiere a cilindros y ton contenedores.



Cilindros de Cloro de 68Kg.



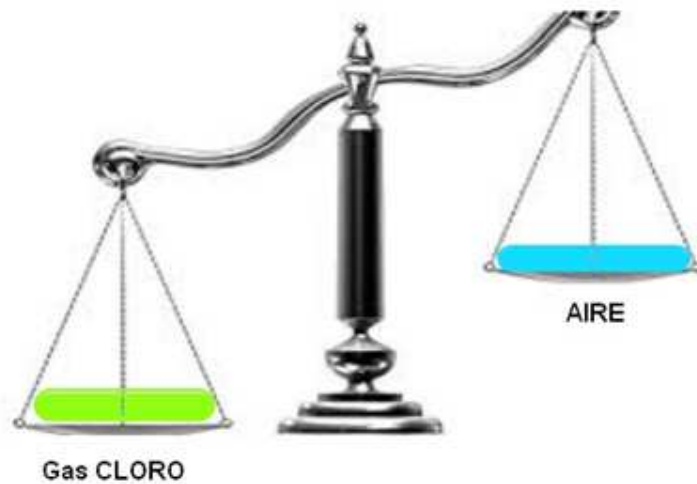
Ton contenedores de 907 Kg. de cloro



Camiones Cisterna 30.000 Kg

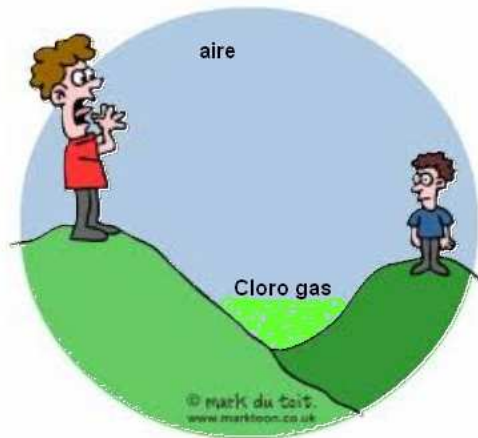
- 6- Cuando el cloro se libera a la atmósfera es un **gas color verdoso**, 2 ½ veces más pesado que el aire. A bajas concentraciones el elemento cloro, no tiene color, de forma tal que usted podría olerlo mucho antes de verlo.

CLORO GASEOSO VERSUS AIRE

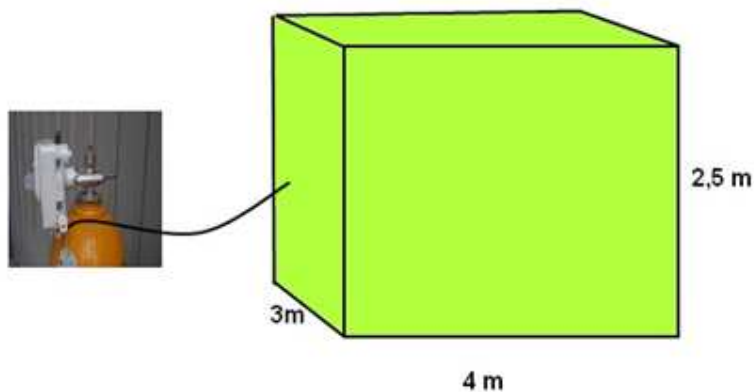


El cloro gaseoso es 2,5 veces más pesado que el aire.

- 7- Como es un gas pesado, el cloro se ubica en las zonas más bajas posibles, donde no hay viento y existe alta humedad.

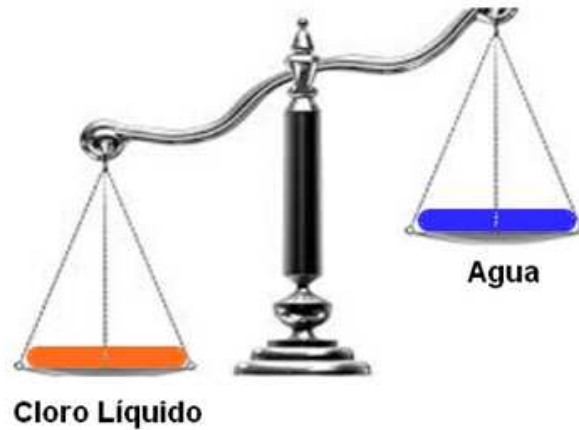


- 8- Un volumen de cloro líquido, se expande a cerca de **460** volúmenes de cloro gas. Expresado de otra manera el cloro líquido contenido en un cilindro de 150 lbs (68Kg.), cuando se vaporiza puede ocupar 27 m^3 como gas. Esto es aproximadamente el volumen de una habitación de tres por cuatro metros con una altura de techo normal.



El cloro líquido contenido en un cilindro de 68 Kg, cuando se vaporiza en condiciones normales podría ocupar 27 m^3 como gas.

- 9- El cloro líquido, de color ámbar o marrón es una vez y media más pesado que el agua.



El Cloro Líquido es 1,5 veces más pesado que el Agua.

- 10- La temperatura a la cual el cloro líquido pasa a vapor es de -34°C . Este es su punto de ebullición. Por lo tanto a temperatura ambiente está en ebullición.



El cloro hierve a -34°C

El agua hierve a 100°C

- A temperatura ambiente, el cloro está en ebullición!!!

LIQUIDO $\longrightarrow$ GAS

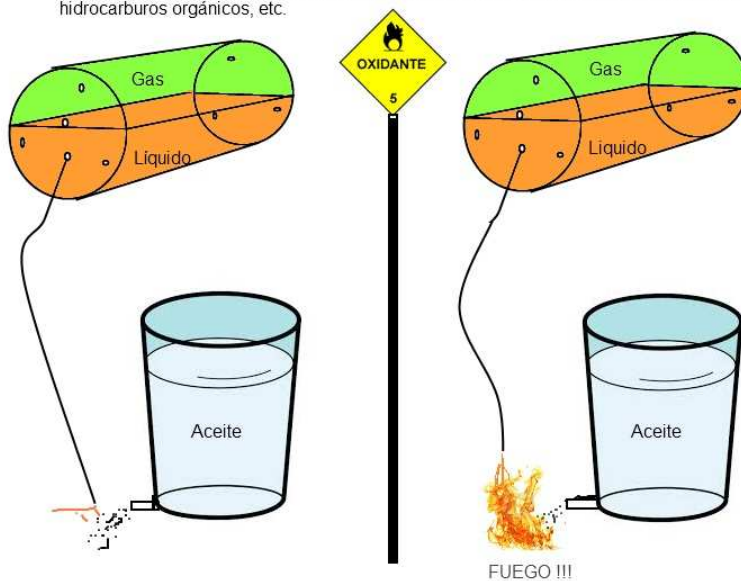
- 1 Volumen líquido se transforma en 460 vol. de gas
- El cloro líquido tomará calor de cualquier cuerpo o sustancia que esté en contacto con él, para poder pasar a GAS

- 11- El elemento cloro es ligeramente soluble en agua. Sumergir un cilindro en agua no soluciona una fuga, ya que la mayor parte del gas burbujeará a través del agua, y se liberará igualmente por la acción corrosiva del cloro húmedo sobre la pared del cilindro.



- 12- El cloro es no inflamable y no explosivo, pero es un **fuerte agente oxidante** y puede reaccionar violentamente con aceite, grasas, hidrocarburos orgánicos, etc.

El Cloro es un fuerte agente oxidante y puede reaccionar violentamente con: aceites, grasas, hidrocarburos orgánicos, etc.



- 13- El cloro no se enciende, pero puede soportar la combustión. A altas temperaturas algunos metales pueden entrar en ignición con cloro contenido en un envase, a menos que haya sido retirado y purgado totalmente.

NUNCA soldar envases de Cloro !!!



El Cloro no es inflamable, pero puede soportar la combustión de otros materiales.

- 14- Cuando se usa acero o cobre para el manejo de cloro es absolutamente necesario mantener la humedad lejos, ya que el cloro se transforma en corrosivo para la mayoría de los metales en presencia de agua (HCl ácido clorhídrico).



Por esta característica el Cloro Seco puede transportarse en envases de hierro o acero, esto permitió su aplicación en la industria.

- 15- La presencia de cloro en el ambiente puede ser detectada por su olor, a concentraciones tan bajas como 0.3 ppm (partes por millón) Esta es una concentración extremadamente baja.



- 16- Para ilustrar cuan baja es esta concentración, imagine que cada persona en la República Oriental del Uruguay representa una partícula de aire. Sólo 1 de los 3.3 millones de pobladores, serian moléculas de cloro si la concentración fuera de 0.3 ppm.

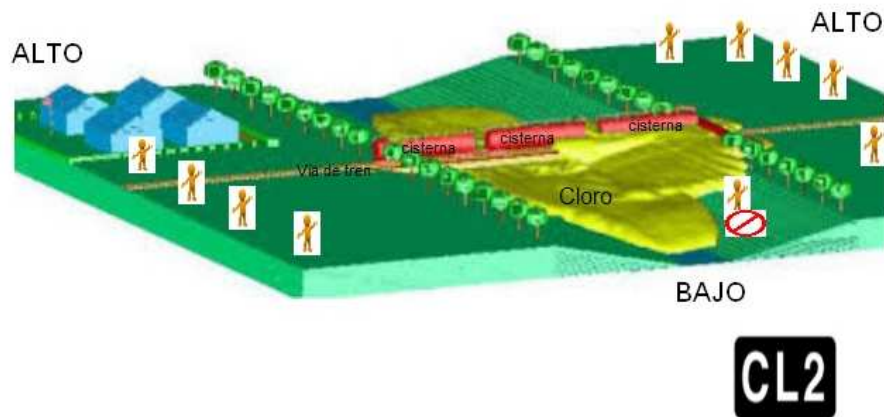


- 17- Ahora que conocemos las propiedades y peligro del cloro las aplicaremos a las operaciones del manejo de este gas.



- 18- El cloro gas, cuyo símbolo molecular es Cl_2 , **es más pesado que el aire (2,5 veces)** por lo que le hallaremos a nivel del piso del recinto. Para evitarlo ubíquese lo más alto que pueda.

Elemento cloro, fórmula molecular Cl_2 . Este gas es 2,5 veces más pesado que el aire por ello, ante una fuga de cloro, nos ubicaremos al nivel más elevado posible.



- 19- **Usar agua sobre una pérdida de cloro** en un envase, solo conseguiría aumentar el problema a causa de la corrosividad del cloro húmedo (generación de ácidos Clorhídrico HCl e Hipocloroso HClO).

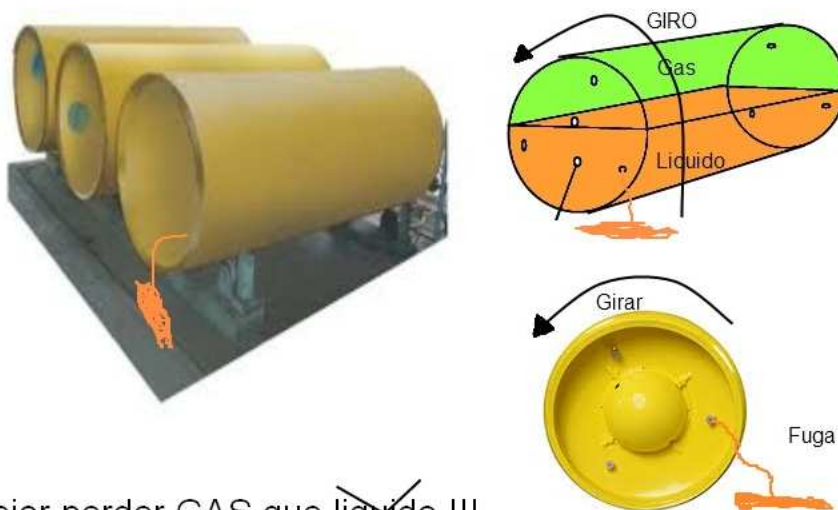
NUNCA usaremos agua sobre envases de Cloro con fugas, ya que esto agrava la fuga por corrosión localizada a causa de los ácidos que forma el agua con el cloro. Solo se pueden mojar los envases SIN FUGA, para bajar la temperatura en los mismos ante un incendio cercano, mientras se trasladan los envases y/o se extingue el foco de incendio.



La primera acción a emprender debió ser el Volcado y Giro del envase de forma de ubicar el orificio de fuga hacia arriba para perder GAS y NO LIQUIDO, ya que esto es 460 veces mejor.

- 20- Cómo sabemos que **un volumen de cloro líquido se convierten en 460 volúmenes de cloro gas**, siempre deberemos intentar girar el envase, de forma de perder cloro gas y no cloro líquido.

SIEMPRE preferiremos perder GAS y NO Líquido. Un volúmen de cloro Líquido se convierte en 460 volúmenes de cloro gas.
Al girar un envase con fuga de cloro líquido, poniendo el orificio de la fuga en la posición superior, la fuga se convierte en una fuga de cloro GAS, esto es 460 veces mejor.



Mejor perder GAS que ~~líquido~~ !!!

- 21- Cuando se maneja adecuadamente el elemento cloro es un amigo muy útil.



- 22- Es esencial que se trate rápidamente y adecuadamente a cualquier persona afectada por una exposición al cloro. En este material se darán los elementos básicos y medidas de emergencias recomendadas.

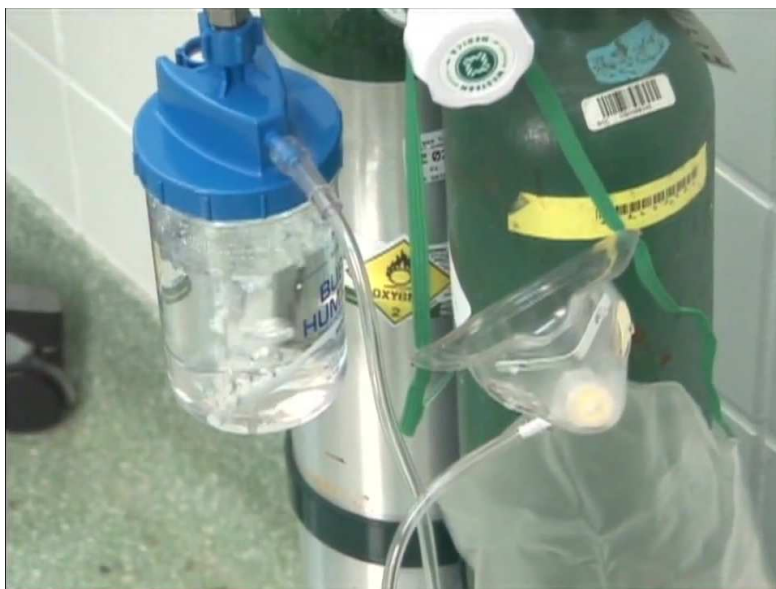


- 23- Inmediatamente, quitar a la persona expuesta de la zona contaminada. Mantenerla caliente y descansando, mientras espera el arribo de la asistencia médica.





- 24- Mientras tanto, si la respiración se detiene, inmediatamente debe aplicarse resucitación cardio pulmonar (RCP), y si se dispone del personal entrenado en la administración de oxígeno, aplicarlo lo antes posible.





25- **Nunca de líquidos o sólidos a una persona inconsciente.**



- 26- Cuando el cloro entra en contacto con los ojos debe lávaselos inmediatamente, con grandes cantidades de agua corriente, por lo **menos durante 15 minutos**. Obtenga ayuda médica.



- 27- Debe **quitar las ropas contaminadas**, y lavar todas las partes afectadas del cuerpo, lo antes posible **con agua corriente** durante **por lo menos 15 minutos**. La ropa que de ha humedecido con cloro continua permitiendo el ingreso de este producto químico a través de la piel. **Deposite la ropa contaminada fuera del recinto donde se está tratando a las víctimas.**



28. **Obtenga asistencia médica** para las personas expuestas.



28- En resumen, recordemos las siguientes recomendaciones cuando se manejan exposiciones a cloro.

A) **Remover a la víctima hacia el aire fresco, en dirección contraria al viento.**



B) **Remover a la víctima hacia el aire fresco – Obtenga ayuda médica.**



C) Remover a la víctima hacia el aire fresco

Obtener ayuda médica.

Si la víctima no respira, comenzar la reanimación cardio pulmonar **(RCP)** para restablecer la respiración.



C) Remover a la víctima hacia el aire fresco

Obtener ayuda médica

Comenzar la RCP (Reanimación Cardio Pulmonar) para restablecer la respiración.

No dé nunca sólidos y/o líquidos a una persona inconsciente.



- D) Remover a la víctima hacia el aire fresco
- Obtener ayuda médica
 - Comenzar la reanimación cardio pulmonar (RCP), para restablecer la respiración, si la misma ha cesado.
 - No dé nunca sólidos y/o líquidos a un paciente inconsciente.
 - Lavar bien los **ojos si han sido expuestos 15 minutos con agua de una canilla** (no usar recipiente).



Háblele y aconséjele respirar profundo y lentamente.





Tómele el pulso.

- E) Remover a la víctima hacia el aire fresco
- Obtener ayuda médica
 - Comenzar la reanimación cardio pulmonar (RCP), para restablecer la respiración, si la misma ha cesado.
 - No dé nunca sólidos y/o líquidos a un paciente inconsciente.
 - Lavar bien los ojos si han sido expuestos 15 minutos con agua de corriente.
 - Quitar la ropa contaminada y lave durante 15 minutos las partes afectadas de su cuerpo.
 - Abríguela luego, para evitar el shock térmico.



F) Los pulmones y el tracto respiratorio son particularmente vulnerables a la exposición.



30) Sea cuidadoso **Nunca** entre en un área contaminada con cloro, sin una **protección respiratoria adecuada**. No ingresar a fugas de cloro en espacios confinados, sin el equipo de respiración autónomo (E.R.A.).



31) Y un **traje de protección adecuado**.



- 32) Los **dispositivos de protección respiratoria se clasifican en tres categorías**. En la primera, **cartucho de respiración**, que puede incluir una pieza bucal, o ser del tipo de cobertura de nariz boca. Estos cartuchos de respiración deben estar aprobados por NIOSH, para concentraciones de cloro menores a 10 ppm, y solo deben ser usados con **propósitos de escape**. Se recomienda llevar un cartucho respirador cuando se trabaje cerca del área de cloro.



- 33) Las máscaras de cara completa se **tipo canister**, deben estar aprobadas por el NIOSH. Estas máscaras deben usar cartuchos diseñados para gases ácidos (vapores orgánicos), y han sido fabricados para emplear en atmósferas con menos de 25 ppm de cloro, donde el contenido de oxígeno sea superior al 19.5 %. Las **barbas** no son aceptables para un uso efectivo de la máscara del respirador, ya que no permiten un buen ajuste y sellado



- 34) Cuando la concentración de cloro es desconocida o mayor de 25 ppm o al contenido de oxígeno en la atmósfera está por debajo de 19,5%, es necesario **usar el equipo de respiración autónomo (E.R.A.)**.



- 35) El canister, el equipo autónomo y el kit de emergencia, deben ser almacenados **fuera de las áreas de cloro**, pero próximos a las mismas.



- 36) Recuerde, una parte importante de cualquier programa de protección respiratoria, es el **mantenimiento del equipo y cilindros de aire** después del uso.



- 37) Sea prudente, porte un respirador de tipo de escape, cuando esté trabajando cerca de la zona de cloro.



- 38) Cuando el nivel de cloro se encuentra entre 10 y 25 ppm, o cuando sea posible el daño ocular, use la máscara de cara completa, o la de tipo canister.



- 39) Use el equipo autónomo de respiración para concentraciones desconocidas de cloro o si el contenido de oxígeno atmosférico es menor a 19.5 %.



- 40) Almacene el equipo de respiración autónomo y las máscaras, en áreas que no se vean afectadas por una fuga de cloro.



- 41) Recuerde, que la OSHA requiere que el programa de protección respiratoria, incluya la inspección y el mantenimiento de los equipos de respiración.



- 42) Aquellos que manejan envases con cloro, y realizan el mantenimiento del sistema de cloro, deben tener presentes las siguientes recomendaciones.



- 43) Para que usted pueda salir de la planta en el mismo estado de salud en el que llegó, aquí la presentamos algunas pautas de seguridad que le ayudarán.

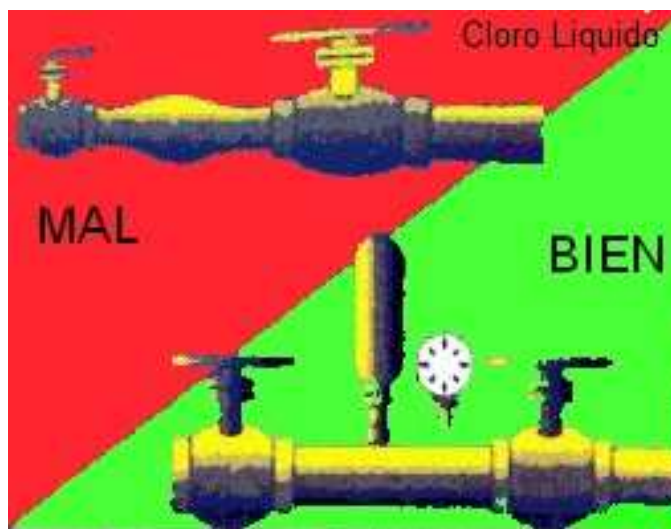
Pautas de Seguridad



- 44) **No aplique calor directo** a un envase de cloro presurizado, como es un ton, para lograr una tasa de descarga de cloro mayor. Si necesita una descarga de cloro mayor deberá poner dos o más ton en un manifold, de acuerdo a las recomendaciones del INSTITUTO DEL CLORO.



- 45) Las cámaras de expansión instaladas en las líneas de cloro líquido, entre dos válvulas, previenen la ruptura de las mismas por expansión del cloro líquido.



- 46) Siempre use herramientas apropiadas. Por ejemplo, una “llave de caños” nunca debe ser usada para abrir y cerrar las válvulas de los envases.



- 47) A diferencia del caso anterior, usted debe usar una llave adecuada que no tenga más de 20 cm. de largo. Esta llave para cloro, está también disponible con el extremo abierto girado 90º, para permitir mayor facilidad en su uso.

Debe usar la llave HAZTE.



- 48) Para abrir apropiadamente la válvula del envase de cloro, golpee el extremo de la llave, con la base de la mano. Y despacio rote **una vuelta** el vástago de la válvula, en sentido contrario a las agujas del reloj.



- 49) Debe usarse una **nueva arandela de plomo** cada vez que se conecta un recipiente. Deseche las arandelas usadas.



- 50) Para probar que no existen pérdidas de cloro, aplique vapores de amoníaco provenientes de una solución de 26º de Baumé, sobre el área sospechosa. Use un hisopo o botella propelente (pizeta), para ubicar una porción de vapor de amoníaco sobre la zona sospechosa. No use el líquido de la solución directamente (daña el bronce de la válvula). La solución de amoníaco de 26º Baumé, es más fuerte que las de uso doméstico, y es la recomendada para asegurarse que la prueba de estanqueidad es adecuada.



- 51) No intente quitar o cambiar el tapón fusible o aplicar calor a la válvula del cilindro de cloro. El fusible se funde entre 70° y 74° C, para impedir que se rompa el recipiente a causa de la expansión provocada por el incremento de temperatura (ruptura hidráulica).



- 52) Puesto que el tapón fusible, se localiza debajo del asiento de la válvula, su remoción de un cilindro de cloro, producirá una fuga inmanejable.



- 53) Cuando el contenedor se vacía, cierre primero la válvula principal del contenedor para prevenir que el agua u otros líquidos ingresen al mismo. Luego cierre el resto de los elementos del sistema de cloración.



- 54) La única manera confiable de determinar que un recipiente de cloro está vacío, es controlando su peso. (**BALANZA**)



- 55) Mientras se cambian los recipientes, se debe bloquear el extremo abierto de la línea que está conectada al mismo, **para prevenir que ingrese la humedad atmosférica (se cierra la válvula auxiliar del "captive Yoke")**.



Captive Yoke para CILINDROS (68 kg.)



Captive Yoke para Ton (907 kg.)

- 56) Cuando la humedad del aire entra en el conducto, y se introduce cloro, se puede producir una obstrucción por formación de cloruro férrico, producto de una reacción química con el acero del recipiente.



- 57) Nunca use un “emparche” para reparar una pérdida de cloro. Las fugas de cloro nunca mejoran en su evolución, por ello es altamente recomendable reemplazar todas las partes comprometidas con materiales nuevos.



- 58) Use un carro de mano, preferentemente con ruedas de caucho para mover los cilindros llenos. La protección de las válvulas debe estar siempre colocada, cuando se mueven los recipientes de cloro.

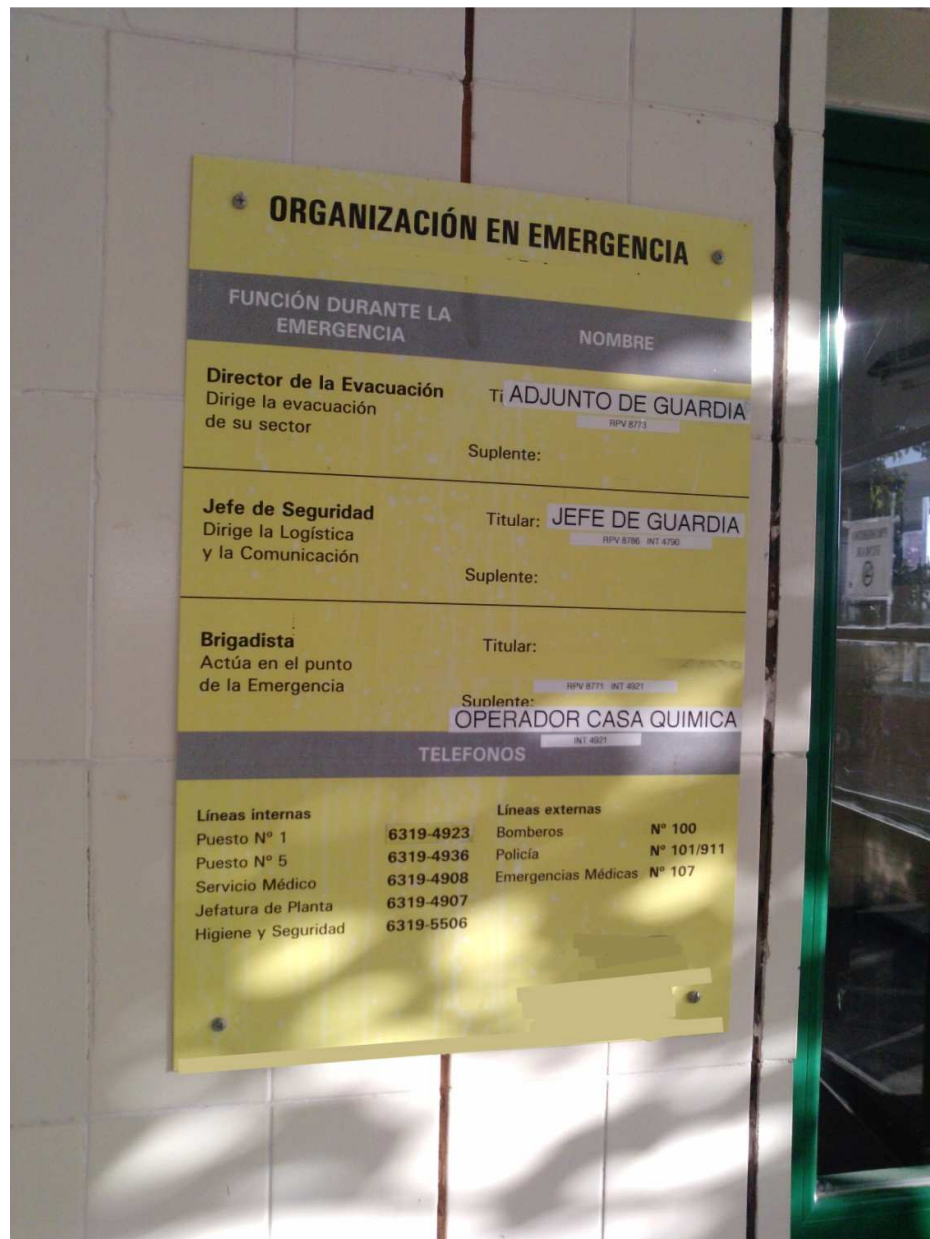


-

-

- 61) En una situación de emergencia, son necesarias acciones rápidas, que permitan eliminar la fuga, para ello se requiere de un plan de emergencia que contemple todas las alternativas de acción. Debe estar adecuadamente publicado y ser conocido y ensayado por todos los involucrados.

Si la fuga de cloro es de tal magnitud que requiere de una **evacuación** usted debe asegurarse de entender y seguir estrictamente el **plan de emergencia de la planta**.



ORGANIZACIÓN EN EMERGENCIA			
FUNCIÓN DURANTE LA EMERGENCIA		NOMBRE	
Director de la Evacuación Dirige la evacuación de su sector		Ti ADJUNTO DE GUARDIA RPV 8773	
		Suplente:	
Jefe de Seguridad Dirige la Logística y la Comunicación		Titular: JEFE DE GUARDIA RPV 8786 INT 4790	
		Suplente:	
Brigadista Actúa en el punto de la Emergencia		Titular:	
		Suplente: OPERADOR CASA QUIMICA RPV 8771 INT 4921	
TELEFONOS			
Líneas internas		Líneas externas	
Puesto N° 1	6319-4923	Bomberos	N° 100
Puesto N° 5	6319-4936	Policia	N° 101/911
Servicio Médico	6319-4908	Emergencias Médicas	N° 107
Jefatura de Planta	6319-4907		
Higiene y Seguridad	6319-5506		

- 62) Kit de emergencia recomendados. Para cada uno de los tres tipos de envases de cloro existe un kit especial para manipular las fugas en ese recipiente.

Envase	Cilindro	Ton	Cisterna
Kit	A	B	C

- 63) Equipo para los cilindros de 50 o 68 Kg. De cloro. **Kit de emergencia tipo A.**



- 64) Equipo para los recipientes de una tonelada corta (907 Kg. de cloro). **Kit de emergencia tipo B.**



65) Equipo para los camiones cisterna de cloro. **Kit de emergencia tipo C.**



66) **Nomenclatura Varios.**

Cilindro Congelado



Carro para Cilindros de 68kg.



Válvula de cierre automático de cilindros.



Señalética usada en otras plantas de agua de la región.



Carteles de LLENOS y VACIOS son imprescindibles en el manejo de los envases.





Gorros de viento, indicadores de dirección e intensidad del viento.



Torre de absorción de fugas de cloro (hipótesis de fuga de 907 kg. de cloro)



Ton con cierre automático de la válvula principal en caso de fuga de cloro o por demanda del operador.



Cámaras de expansión con sus correspondientes discos de ruptura, en sistema de uso de cloro líquido.



Ton y cilindros de plaza.



Fuga en cilindro



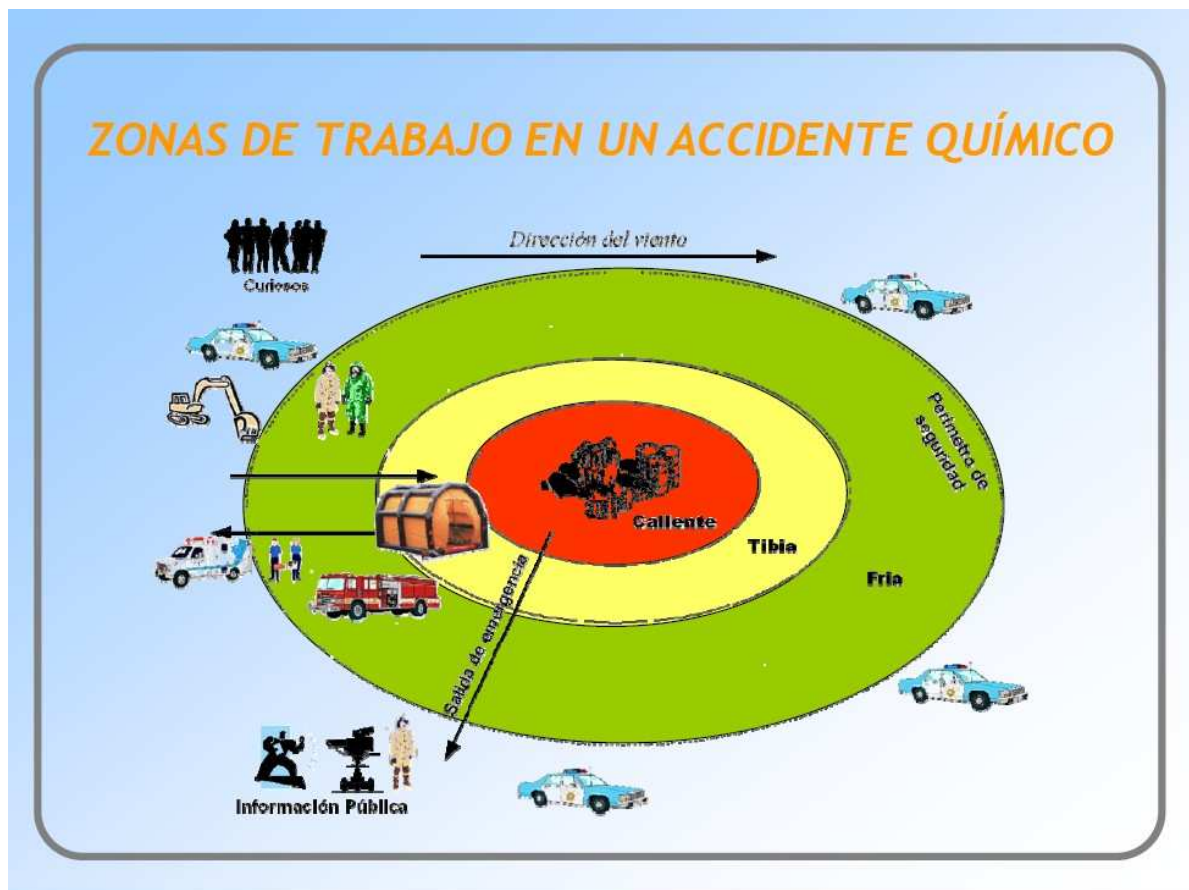
Fuga Lateral en TON (Kit B)



Sarcófago de TON



Sarcófago de Cilindros



Delimitación de Zonas entorno a un incidente con cloro



Accidentes Carreteros en el transporte de Cloro



Torre de Absorción de fugas de cloro



Efectos primarios del Cloro al ser inhalado



Válvula de Ton

(a diferencia de la válvula de cilindros, la primera no tiene tapón fusible en el cuerpo de la válvula)

67) Resumiendo al manejar usted el elemento cloro y sus compuestos derivados, debe considerar las siguientes recomendaciones:

- Entender los riesgos.
- Reconocer el peligro.
- Conocer las reglas y guías de operación.
- Seguir las adecuadamente.

De esta forma las operaciones con cloro estarán bajo su control.

Agradecemos vuestra atención y esperamos que nuestro manejo del cloro y sus derivados sea mucho mejor, luego de esta breve introducción al tema.



Enlaces al Curso (presentación Prezi) con acceso por internet:

Introducción al Cloro:

<https://prezi.com/mqdmht4ri1wh/introduccion-curso-omys-2014/>

Cronología de un gran hallazgo:

<https://prezi.com/v-ugye3xurls/cloro-cronologia-de-un-gran-hallazgo/>