

3.1 Industria de Riesgo Mayor en Costa Rica.

De acuerdo con las características de la industria química Costarricense, tomando como referencia el tipo de proceso y el patrón de riesgo se ha establecido una categorización de los tipos de industria química de riesgo mayor, la que se detalla a continuación.

3.1.1 Fabricación de Detergentes, Desinfectantes y Ceras:

Este tipo de industria normalmente desarrolla las tres actividades o por lo menos dos de ellas en forma simultánea. Las materias primas utilizadas en este tipo de industria incluyen, entre otras: Fosfatos, silicatos, ingredientes suplementarios como carboximetilcellulosa, blanqueadores, aceite mineral, parafina, hidróxido de sodio, cloro, alquilbenceno, ácido sulfúrico, cal carburo de calcio, alcoholes, óxido de etileno, fenoles, etc.

La preparación de detergentes líquidos como lavaplatos o desinfectantes es relativamente sencilla, ya que las materias primas solo necesitan mezclarse en un tanque, mientras que en otros tipos de detergentes deben llevarse a cabo una serie de procesos de mezcla, secado, pulverizado, los que son muchísimo más complejos.

La fabricación de ceras plantea un mayor nivel de riesgo, pues en sus procesos de fabricación se hace necesario aplicar temperaturas superiores al punto inflamación de algunos de los materiales usados, adicionalmente la mayoría de las materia primas son solventes inflamables o material combustible.

En la actividad de fabricación de detergentes, desinfectante y cera, no se reporta un margen importante de accidentabilidad laboral, sin embargo posee características especiales que la convierten en una instalación de riesgo mayor, así por ejemplo el mismo autor Schaefer, R. , menciona riesgos en esta actividad por:

"...el empleo de ácido sulfúrico y ácido disulfúrico, así como por la exposición al cloruro de sulfurilo, soda cáustica, hidróxido de potasio. También el proceso de condensación con óxido de etileno debido a la explosividad de este y sus productos de la descomposición, los cuales además son tóxicos, adicionalmente existen riesgos en el proceso de alquilación, por la exposición al fluoruro de hidrógeno." (Organización Internacional del Trabajo, 1989, P.915).

3.1.2 Refinerías de Petróleo:

Por su especificidad esta se considera como una categoría individual, en la actualidad Costa Rica solo posee una planta de esta naturaleza.

Las refinerías más sencillas destilan petróleo bruto, los procesos más comunes son la destilación atmosférica y la destilación al vacío. Este tipo de plantas produce naftas, destilados, asfaltos, fueles residuales, algunas otras producen gasolina libre de plomo, fuel oil, y algunos lubricantes.

De acuerdo con las características de la industria química Costarricense, tomando como referencia el tipo de proceso y el patrón de riesgo se ha establecido una categorización de los tipos de industria química de riesgo mayor, la que se detalla a continuación.

3.1.1 Fabricación de Detergentes, Desinfectantes y Ceras:

Este tipo de industria normalmente desarrolla las tres actividades o por lo menos dos de ellas en forma simultánea. Las materias primas utilizadas en este tipo de industria incluyen, entre otras: Fosfatos, silicatos, ingredientes suplementarios como carboximetilcelulosa, blanqueadores, aceite mineral, parafina, hidróxido de sodio, cloro, alquilbenceno, ácido sulfúrico, cal carburo de calcio, alcoholes, óxido de etileno, fenoles, etc.

La preparación de detergentes líquidos como lavaplatos o desinfectantes es relativamente sencilla, ya que las materias primas solo necesitan mezclarse en un tanque, mientras que en otros tipos de detergentes deben llevarse a cabo una serie de procesos de mezcla, secado, pulverizado, los que son muchísimo más complejos.

La fabricación de ceras plantea un mayor nivel de riesgo, pues en sus procesos de fabricación se hace necesario aplicar temperaturas superiores al punto inflamación de algunos de los materiales usados, adicionalmente la mayoría de las materia primas son solventes inflamables o material combustible.

En la actividad de fabricación de detergentes, desinfectante y cera, no se reporta un margen importante de accidentabilidad laboral, sin embargo posee características especiales que la convierten en una instalación de riesgo mayor, así por ejemplo el mismo autor Schaefer, R. , menciona riesgos en esta actividad por:

"...el empleo de ácido sulfúrico y ácido disulfúrico, así como por la exposición al cloruro de sulfurilo, soda cáustica, hidróxido de potasio. También el proceso de condensación con óxido de etileno debido a la explosividad de este y sus productos de la descomposición, los cuales además son tóxicos, adicionalmente existen riesgos en el proceso de alquilación, por la exposición al fluoruro de hidrógeno." (Organización Internacional del Trabajo, 1989, P.915).

3.1.2 Refinerías de Petróleo:

Por su especificidad esta se considera como una categoría individual, en la actualidad Costa Rica solo posee una planta de esta naturaleza.

Las refinerías más sencillas destilan petróleo bruto, los procesos más comunes son la destilación atmosférica y la destilación al vacío. Este tipo de plantas produce naftas, destilados, asfaltos, fueles residuales, algunas otras producen gasolina libre de plomo, fuel oil, y algunos lubricantes.

Según Siedlecki, J.T., "El petróleo bruto es una mezcla de miles de hidrocarburos diferentes con una amplísima gama de puntos de ebullición, así mismo el petróleo

bruto lleva una serie de componentes que contienen azufre, nitrógeno y oxígeno en distintas cantidades, además de contener sal, trazas de metales y agua." (Organización Internacional del Trabajo, 1989, P.1797).

La apariencia del petróleo puede ser desde la de un líquido casi transparente hasta la de un material viscoso como el alquitrán, el cual debe ser calentado para que circule por los oleoductos.

Una refinería de petróleo opera mediante las siguientes áreas funcionales:

- Separación de petróleo bruto, por medio de la destilación atmosférica y la destilación al vacío.
- Conversión de las moléculas de hidrocarburos, por medio de procesos como craqueo (térmico o catalítico, ruptura de la viscosidad, hidrocraqueo y coquisación), combinación (alquilación y polimerización), rectificación, reforma catalítica e isomerización.
- Tratamiento de las fracciones de petróleo bruto, consiste en la eliminación de las impurezas como el azufre, mediante los procesos de hidrosulfuración, tratamiento químico, algunos de los productos sometidos a este proceso son la gasolina, fuel oil y algunos lubricantes.
- Mezcla de productos de los hidrocarburos, donde los diferentes productos de la refinación son mezclados para generar un producto final como gasolina, fuel oil o lubricantes.
- Operaciones auxiliares, estas no forman parte del proceso, pero sus funciones son mantener las condiciones normales de operación. Dentro de esas operaciones se encuentran: La producción de hidrógeno, recuperación de residuos ligeros, tratamiento de gas ácido, recuperación de azufre, tratamiento de gas residual, eliminación del agua salada, tratamiento de aguas residuales.
- Instalaciones fuera de la refinería, incluyen todos los sistemas y equipos usados a modo de soporte, dentro de los que se destacan, depósitos de almacenamiento, generadores de vapor, llamas de purga, enfriamiento de agua, control de incendios, así como el sistema de control de emanaciones y emisiones.
- Recuperación de residuos ligeros: El término residuos ligeros se refiere a los gases de hidrocarburos con cuatro o menos átomos de carbono en la molécula, dentro de los que se incluye el metano, propano, butano y etano, los gases son separados para luego utilizarlos en la producción o el refinado.

La actividad en sí es potencialmente riesgosa por las características de los productos, así por ejemplo el petróleo crudo contiene una serie de compuestos químicos peligrosos por su toxicidad, para ello las refinerías han establecido una serie de procedimientos de seguridad en el trabajo, tales como: los procedimientos de arranque y parada, bloqueos eléctricos, pruebas de gas y permisos para trabajos en caliente.

3.1.3 Almacenamiento y Distribución de Gas Licuado de Petróleo:

En Costa Rica durante los últimos años se han instalado una serie de plantas de distribución de gas licuado de petróleo. Estas plantas constan de un área de tanques de almacenamiento y un área para el llenado, entrega y recepción de cilindros, en la mayoría de los casos se ubican en lotes grandes que les permitan guardar las distancias que para el efecto establece la National Fire Protection Association (N.F.P.A.) en su Norma No. 58.

Según la precitada Norma las plantas de distribución de gas licuado de petróleo son:

"Instalaciones cuyo fin primordial es la distribución de gas, y recibe gas-lp en carros tanque, camiones transportadores o lote de camiones, distribuyendo este gas a los consumidores en envases portátiles, por medio de carros tanque o a través de gasoductos. Estas plantas tiene almacenajes al por mayor de 2000 gal (7,6 mc) de capacidad líquida o más." (Organización Internacional del Trabajo, 1989, P.7).

Por lo general, las plantas también incluyen un andén de llenado, donde los cilindros son cargados nuevamente con el producto y de allí despachados a los distribuidores finales. La característica fundamental de estas plantas es que los cilindros de gas no se almacenan durante largos períodos, es decir el flujo de recipientes es prácticamente continuo.

En el país se han instalado solamente plantas estacionarias de distribución de gas licuado de petróleo, las cuales se dedican al llenado y distribución de cilindros o en su defecto proporcionan el combustible necesario en diferentes procesos industriales o comerciales, a la fecha no se han instalado ni se conoce de proyectos para instalar gasoductos de servicio público.

La instalación de plantas de gas implica un riesgo potencial para la población, normalmente se hace uso de tablas que indican la separación recomendada entre diversos puntos de la instalación y otras edificaciones. Por lo anterior será necesario que la empresa en el momento de instalar una planta de esta naturaleza, disponga de una área suficiente para confinar el riesgo en función de la máxima consecuencia de un evento determinado (explosión o fuga).

Los gases de hidrocarburos son licuados para aumentar su eficacia en el transporte y almacenamiento. Sobre la licuefacción de los gases Kutsyn, P.V., señala que " Mediante compresión, absorción, adsorción y refrigeración, los gases de petróleo y asociados y de condensados de gas, se separan en fracciones y se licúan en las plantas de procesado de gas y petróleo" (Organización Internacional del Trabajo, 1989, P.1140).

El gas licuado de petróleo posee ciertas características físicas y químicas que lo convierten en un producto de alta peligrosidad, dentro de ellas destaca el alto grado de inflamabilidad y explosividad, su característica de ser más pesado que el aire y por

ende la difícil dispersión en el ambiente, así como la posibilidad de presentar efecto retrógrado de ignición, es decir que en caso de iniciarse un incendio en algún punto de la planta y existir una corriente de gas, la llama regresará por esta hasta el tanque de almacenamiento. Adicionalmente debe tenerse presente que el propano licuado a una temperatura dada aumenta su presión 16 veces más que el agua y 3.2 veces más que el kerosene, el butano por su parte aumenta 11 veces más que el agua y 2.2 veces más que el kerosene.

El gas licuado de petróleo genera cargas estáticas durante su conducción por medio de tuberías, durante los procesos de mezclado, descarga llenado, limpieza de depósitos etc, todo esto como consecuencia del movimiento relativo de las sustancias. Estas cargas estáticas producidas pueden originar descargas eléctricas capaces de producir una explosión.

Los riesgos principales al manejar instalaciones de gas licuado de petróleo, se deben a las propiedades inflamables y explosivas tales como la temperatura de inflamación y autoignición, el rango de inflamabilidad del vapor en el aire, la velocidad de propagación de la llama, la energía máxima de ignición, la presión máxima de explosión, la temperatura de la llama y la interacción entre el producto incendiado y las sustancias extinguidoras.

3.1.4 Depósitos de Solventes y Otras Sustancias Químicas:

En este apartado se incluyen las terminales marítimas y otras terminales remotas dedicadas al almacenamiento a granel de solventes y otros productos químicos potencialmente tóxicos o peligrosos.

Un solvente es cualquier sustancia, por lo general un líquido que disuelve a otra sustancia, originando una solución (mezcla de dispersión uniforme), la mayoría de solventes industriales son sustancias químicas orgánicas. Suelen utilizarse para aseo, desengrasado, adelgazamiento y extracción.

Sin embargo, esas sustancias no solo se usan en la industria en operaciones como las ya descritas, si no que se utilizan mayormente como intermediarios químicos en la manufactura y formulación de productos.

Según sus propiedades físicas y químicas, se clasifican en nueve grupos.

- | | |
|---|------------------------|
| - Hidrocarburos (alifáticos y aromáticos) | - Derivados del Glicol |
| - Hidrocarburos halogenados | - Esteres |
| - Aldehídos y acetales | - Cetonas |
| - Alcoholes | - Varios |
| - Eteres | |

La gran mayoría de los solventes son líquidos inflamables y altamente volátiles, lo cual aumenta el riesgo de incendio en los locales donde se almacena o manipula, pues

a menudo se forman mezclas explosivas en el ambiente aún a temperatura normal, lo anterior se presenta sobre todo cuando los locales de trabajo no cuentan con sistemas de ventilación adecuadamente diseñados.

A continuación se resumen los riesgos derivados de cada uno de los tipos de solvente:

Hidrocarburos: Todos estos compuestos dentro de los que se tienen hidrocarburos aromáticos y alifáticos, son inflamables. En términos generales los hidrocarburos alifáticos son narcóticos, pero su toxicidad es relativamente baja. Mientras que los aromáticos son narcóticos potentes y se consideran neurotóxicos, el benceno es uno de los más peligrosos a causa de su extrema toxicidad para el sistema hematopoyético.

Hidrocarburos Halogenados: Los más utilizados son los compuestos clorados. La mayoría de los compuestos alifáticos son productos no inflamables, pero otros son altamente tóxicos y poseen efectos narcóticos. Los clorohidrocarburos son menos conocidos, sin embargo el clorobenceno es inflamable con acción aguda sobre el sistema nervioso central.

Alcoholes: La gran mayoría de estos productos poseen puntos de inflamación que fácilmente se alcanzan en cualquier centro de trabajo, sus vapores son levemente narcóticos por inhalación. El metanol es la excepción, pues este producto al ingresar al organismo se biotransforma en formaldehído y ácido fórmico, sustancias que son altamente tóxicas.

Aldehídos y Acetales: Líquidos volátiles, considerados altamente inflamables.
Eteres: Son sustancias altamente inflamables (punto de inflamación de -45 oC), son considerados moderadamente tóxicos.

Derivados de los Glicoles: Poseen puntos de inflamación a temperaturas altas (entre 46 y 94 oC). Afectan el sistema nervioso central y el sistema hematopoyético.

Esteres: Son sustancias inflamables, sus puntos de inflamación coinciden con las temperaturas ambientales existentes en muchos centros de trabajo, no representan grave riesgo para la salud.

Cetonas: Son líquidos altamente inflamables, con puntos de inflamación de hasta -18 oC., la exposición supone lesiones al sistema nervioso periférico.

Solventes Varios: Dentro de ellos se destaca el disulfuro de carbono, considerado como uno de los más peligrosos usados en la industria. Es altamente inflamable (punto de inflamación de -30 oC, temperatura de ignición de 100 oC). Es altamente tóxico y actúa principalmente sobre el sistema nervioso central y periférico, se ha demostrado que causa locura previa a la muerte.

Las plantas a las que se refiere este apartado, además de los solventes, almacenan otras sustancias químicas, predominantemente ácidos y álcalis.

Los **ácidos inorgánicos** de mayor uso industrial son ácido crómico, clorhídrico, sulfúrico, fluorhídrico, fosfórico, todos estos productos poseen similares riesgos de incendio, explosión y reactividad. Los **ácidos orgánicos** más comunes son ácido fórmico, propiónico, acrílico, maleíco, fumárico, adípico, acético, glucólico y láctico. Todos ellos tienen efectos irritantes primarios según su concentración.

En estas plantas normalmente se almacenan grandes cantidades de productos en tanque verticales u horizontales, los cuales deben cumplir con características de diseño preestablecidas, adicionalmente las plantas deben poseer distanciamientos a los límites de propiedad y entre tanques, estos distanciamientos también se establecen en las normas técnicas de referencia. Para regulación de seguridad en Costa Rica, el Ministerio de Salud utiliza la Norma número 30 de National Fire Protection Association U.S.A. (N.F.P.A.).

3.1.5 Instalaciones de Cloro y Purificación de Agua:

Esta categoría incluye a todas las instalaciones de formulación de hipoclorito de sodio, así como las dos principales plantas de tratamiento de agua potable.

El cloro es una gas amarillento usado, ya sea en procesos industriales de formulación de hipoclorito de sodio o bien para el tratamiento de agua para consumo humano. El cloro se vende comercialmente en recipientes de acero, como líquido a presión, el producto es altamente corrosivo y sensible a la humedad ambiental, es ligeramente soluble en agua, la solución posee características, decolorantes y germicidas.

Por sus propiedades corrosivas el cloro húmedo puede reaccionar con acero, cromo o níquel, el titanio por su parte no suele resistir la acción del cloro seco.

“Este producto y sus derivados reacciona enérgicamente con compuestos orgánicos. Según la Organización Internacional del Trabajo, Las mezclas de cloro e hidrógeno son explosivas en un amplio campo de concentraciones... En ciertas condiciones la reacción de cloro con el amoníaco, produce tricloruro de nitrógeno, que es espontáneamente explosivo.” (Organización Internacional del Trabajo, 1989, P.217).

3.1.6 Fabricación y Almacenamiento de Sustancias Químicas Varias:

En esta categoría se incluyen todas aquellas empresas dedicadas a la producción y almacenamiento de sustancias químicas, tales como aditivos para tratamiento de madera, insumos agrícolas (no catalogados como plaguicidas), fabricación de desodorantes ambientales, reproceso de reactivos químicos. Otra gama de empresas incluida en esta categoría son las dedicadas a almacenar materias primas usadas en diversos procesos de fabricación.

Estas plantas poseen un nivel de riesgo más difícil de determinar, debido a la variabilidad de las sustancias existentes en las instalaciones. El almacenamiento inadecuado y las condiciones estructurales de los inmuebles, potencializan aún más el riesgo.

3.1.7 Fabricación y Formulación de Agroquímicos:

La categoría incluye, formuladoras, grandes bodegas y fábricas de agroquímicos existentes. En Costa Rica hasta el momento solo una o dos empresas realizan síntesis de productos, el resto de compañías se dedican a la formulación, reempaque y reenvase de productos. La formulación de plaguicidas consiste en la mezcla de ingredientes.

El tipo de plantas donde se realice la actividad debe de poseer un diseño específico que permita la recolección y tratamiento de las emisiones de productos o subproductos al medio adicionalmente deben poseer un área específica para el reempaque o reenvase de los productos.

Algunos accidentes y emisiones al ambiente, ocurren por fallas en el funcionamiento de los quemadores de gases o bien en procesos intermedios cuando cambian las condiciones de funcionamiento de la planta.

3.1.8 Fabricación y Almacenamiento de Explosivos:

Una explosión es el resultado de una súbita liberación de energía de muchos y diversos tipos de reacción, pero la industria de los explosivos solo se ocupa de los efectos explosivos obtenidos de reacciones químicas.

Las materias producidas en este tipo de plantas pueden ser mezclas de sustancias combustibles y oxidantes suelen ser sólidos o partículas de materias sólidas o líquidas susceptibles de violento desprendimiento de gas y calor, por detonación tras la iniciación del proceso. La composición de un explosivo varía de acuerdo con el efecto que de él se espera y puede ir desde el efecto rompedor de una mezcla explosiva detonante hasta la deflagración de un propelente.

En Costa Rica la fabricación de explosivos se centra en la actividad artesanal de juegos pirotécnicos, a nivel industrial se identifican las fábricas de fósforos y sobre todo la fabricación de explosivos a base de nitrato de amonio, denominados explosivos en gel acuoso. Este último producto ha venido a ser un excelente sustituto de la dinamita.

3.1.9 Industria de Pintura y Pegamentos:

Este tipo de industria tiene bastante similitud con la de depósitos de solventes, pues normalmente una planta de fabricación de pintura almacena gran cantidad de

solventes en tanques, sin embargo las características de fabricación de pinturas y pegamentos entrañan riesgos adicionales.

La fabricación de pinturas consiste en la incorporación de partículas de pigmentos en una composición química, se debe ajustar adecuadamente la mezcla a efectos de obtener el resultado final deseado. Según Browne, T.D., "La pintura puede definirse como un líquido aplicado en capas para proteger, decorar o dar acabado a una superficie sólida; y que se endurece para formar un revestimiento sólido." (Organización Internacional del Trabajo, 1989, P.1823).

El cambio que se presenta se debe a la evaporación de los solventes agregados a la pintura, a una reacción química o bien a ambas.

En la fabricación de pinturas los pigmentos son pesados y mezclados en molinos de bolas, donde se muelen con una resina apropiada, posteriormente se transfieren a una mezcladora donde se le añaden diluyentes, colorantes y secativos que permitan ajustar la consistencia, viscosidad, color y tiempo de secado. Posteriormente la pintura deberá tamizarse y ser envasada.

La fabricación de barnices implica el calentamiento de una goma natural hasta 300 oC., posteriormente se agregan los secativos, una vez que la mezcla se ha enfriado se procede a agregar el diluyente hasta que el producto posea la característica final deseada. El calentamiento debe realizarse en un recipiente cerrado y dotado de una camisa de vapor, existen métodos alternativos como la circulación de vapor de agua o la circulación de fluidos calientes por una serpentina, o bien los métodos más inseguros como la aplicación de llamas o fuego directo sobre el recipiente, esta práctica es común en las pequeñas fábricas de pintura.

En la fabricación de lacas los pigmentos se dispersan en molinos de bolas, con los plastificantes como ftalato de dibutilo, añadiéndose resinas naturales o sintéticas, para posteriormente agregarle nitrato de celulosa y mezclarlo en un agitador vertical.

La fabricación de pegamentos posee características similares a la fabricación de pinturas, consiste básicamente en mezclar diferentes resinas de polietileno, neopreno y otras con solventes orgánicos, tales como tolueno, xileno, acetona y otros, productos altamente inflamables; hasta obtener una sustancia amarillenta, viscosa, altamente inflamable.

Todas las actividades incluidas en esta categoría presentan alto riesgo de incendio y los riesgos a la salud derivados del uso de solventes. El riesgo de incendio se ve agravado cuando los productos se manipulan en ambientes con temperaturas superiores a su punto de inflamación, o bien en presencia de fuentes de ignición.

3.1.10 Fabricación y Almacenamiento de Oxígeno y Otros Gases:

Se incluyen en esta categoría todos aquellos depósitos y fábricas de hidrógeno, nitrógeno, oxígeno y otra serie de gases a presión. Los gases a presión o gases comprimidos son elementos indispensables en la industria moderna, son utilizados también con fines médicos, en la producción de aguas minerales y un sin número de actividades más.

Los gases comprimidos son los que tienen una presión manométrica que supera los 1,47 bar (1.5 kgf/cm²). Los gases a presión que comúnmente se consideran peligrosos por sus propiedades tóxicas e inflamables, son los siguientes:

Acetileno	Ciclopropano	Oxígeno
Amoníaco	Nitrógeno	Diclorodifluorometano
Dióxido de carbono	Dióxido de nitrógeno	Etano
Butano	Oxido nitroso	Etileno
Monóxido de carbono	Propano	Helio
Clorodifluorometano	Propileno	Hidrógeno
Cloroetano	Dióxido de azufre	Cloruro de hidrógeno
Clorometano	Fosgeno	Cianuro de Hidrógeno
Clorotetrafluorometano	Neón	Metano
Cloro		

La mayoría de estos gases poseen la característica de ser irritantes, asfixiantes y de alta toxicidad por vía respiratoria. Los principales accidentes se deben a fugas en tuberías o válvulas, así como el manejo inadecuado de los cilindros.

Según las características del gas que se trate, estos pueden introducirse al recipiente en forma líquida o gaseosa. Para licuar un gas resulta necesario enfriarlo por debajo de su temperatura crítica y someterlo a la presión necesaria. Entre todos los gases mencionados el dióxido de carbono es el que licúa más fácilmente, lo cual ocurre a 15 oC. y una presión de 14,5 bar.

3.2 EVOLUCIÓN DE LA INDUSTRIA QUÍMICA EN COSTA RICA.

La industria química costarricense, tradicionalmente ha sido una industria de mezcla de sustancias, con el objeto de fabricar y comercializar un producto determinado.

Durante la última década se ha notado un aumento en la tecnificación de las empresas, de las cuales algunas hoy se dedican a la síntesis de ingredientes activos de diferentes sustancias, aspecto que a su vez plantea un aumento en la complejidad del riesgo.

Las diferencias en cuanto a condiciones de la industria química en el país está bien marcada, así por ejemplo una pequeña parte de la industria química está en manos de transnacionales, las que deben cumplir con algunos estándares de seguridad que les son impuestos desde su casa matriz, normalmente este tipo de empresas posee una política bien definida en materia de prevención de riesgos de accidentes y conservación del medio ambiente. La situación opuesta se presenta en la gran mayoría de las industrias de pequeña escala, cuyas condiciones de operación son completamente inseguras y de hecho con altas probabilidades de desencadenar accidentes mayores.

La necesidad de la población y el consumo masivo de productos de limpieza, detergentes, pinturas, combustibles, ha motivado el desarrollo de nuevos productos químicos, que entrañan riesgo no solo para los que los usen, si no desde su proceso de fabricación.

3.3 ACCIDENTES DEL TRABAJO EN LA INDUSTRIA PELIGROSA.

Las causas de accidentes del trabajo en la Industria Química, no difieren mucho de las causas de accidentes del trabajo en el resto de la industria manufacturera, de modo tal que el índice mayor es ocupado por los tipos de accidentes comunes.

Independientemente de que en el país no exista un registro adecuado de los accidentes mayores, se puede asegurar tal y como lo hace la Organización Internacional del Trabajo que los accidentes de esta naturaleza constituyen un riesgo para la población en general, ya que algunas veces pueden presentarse consecuencias físicas y toxicológicas derivadas de los derrames, escapes, incendios y explosiones.

Los trabajadores de la Industria Química al igual que los del resto de las actividades ocupacionales, están propensos a desencadenar patologías laborales, ya sea por levantamiento inadecuado de cargas, altos niveles de ruido, o el tan común estado de estrés. Sin embargo, la exposición a sustancias tóxicas, cancerígenas, teratógenas, potencializa aún más el desarrollo de enfermedades del trabajo, que en su mayoría son mortales, es por ello que los trabajadores de esta actividad se catalogan como una población más vulnerable.

Muy a pesar de algunos incidentes producidos en la Industria Química, las estadísticas en los Estados Unidos, no muestran cifras significativas que demuestren la relación causal entre la aparición de cáncer y la exposición a sustancias químicas; puesto que ponen de manifiesto que el número de fallecimientos por cáncer no ha aumentado significativamente en los últimos años. Lo anterior tampoco prueba que no se han producido casos de cáncer originados por la exposición a sustancias químicas, normalmente estos casos pasan desapercibidos entre otros tantos.

Independientemente del manipuleo de las cifras estadísticas existen serios problemas presentados debido al riesgo de contraer cáncer u otras enfermedades por exposición a sustancias químicas.

Cientos de experimentos han probado la peligrosidad de muchas de las sustancias de esta naturaleza que actualmente se comercializan, así por ejemplo: el cáncer de vejiga causado por B-naftilamina, el cáncer de escroto causado por los aceites de corte, la leucemia provocada por el benceno, el saturnismo originado por la acumulación de plomo en sangre y muchas más.

4. REDUCCION DE LOS EFECTOS EN CASO DE ACCIDENTE

4.1 OPERACIONES DE RESPUESTA ANTE ACCIDENTES TECNOLOGICOS

Los accidentes tecnológicos son acontecimientos sumamente variables y con características muy particulares, así por ejemplo en la respuesta se deben considerar aspectos como: Productos o equipos involucrados, cantidades comprometidas, riesgo específico de la sustancia o del equipo involucrado, las características vulnerables de la zona y la misma capacidad instalada del sistema afectado.

Por lo anterior se dice que las acciones de respuesta ante este tipo de eventos se caracterizan por que:

- Requieren la intervención de especialistas en diversas disciplinas.
- Requieren el uso de equipos especiales para el control.
- Participa gran cantidad de personas.
- La actuación no siempre debe ser inmediata, muchas veces es necesario hacer pruebas anteriores a la intervención.
- La respuesta puede ser inmediata (acciones de emergencia), o bien consistir en actividades de limpieza y descontaminación a largo plazo (mitigación).

El personal encargado de la respuesta ante accidentes tecnológicos según Rodolfo Arias Díaz (Arias, 1992, P. 10 - 12); debe tener presente las siguientes actividades durante el proceso de atención.

Reconocimiento: Se debe llevar a cabo un reconocimiento de la totalidad del área de influencia y de sus puntos vulnerables, además debe identificarse el agente involucrado (equipo o material peligroso) y su riesgo potencial.

Evaluación: Determinar el posible efecto que el accidente (según sus características y el agente causal) puede tener sobre la salud pública o el medio ambiente.

Control: Definir los métodos para eliminar o reducir el impacto del accidente.

Información: Conocimiento adquirido registrado y transmitido, relacionado con las características y condiciones imperantes en la escena de emergencia. La información adecuada posibilita la toma de decisiones.

Seguridad: Deben implementarse las medidas necesarias para garantizar una efectiva protección contra daños tanto a quienes responden al accidente como a la población en general. Todas las acciones tendientes a disminuir los efectos y evitar la propagación del riesgo, se incluyen en esta variable.

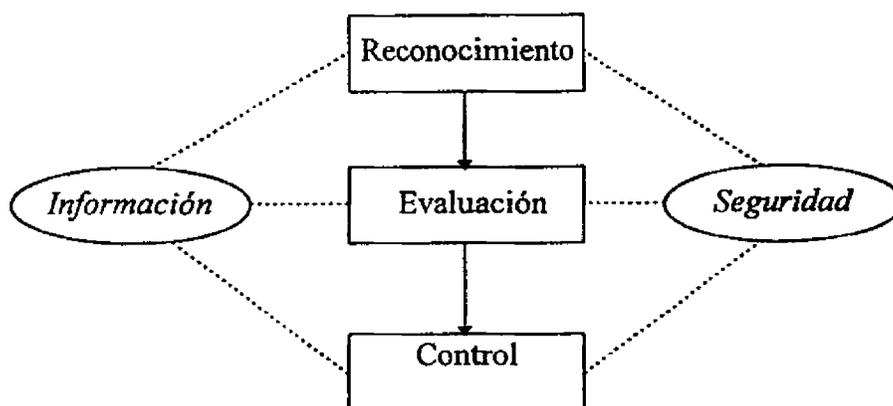


Figura No. 1. Esquema de las actividades en el proceso de atención de emergencias.

Las actividades de reconocimiento, evaluación y control están orientadas a la acción, mientras que las de información y seguridad son de apoyo.

Las acciones a desarrollar dentro de las operaciones de respuesta son de dos tipos: Acciones de tipo pasivo y acciones de tipo activo.

Las acciones de tipo pasivo, comprenden la elaboración de normativa tendiente a prevenir o mitigar, programas de divulgación y capacitación de grupos y organizaciones comunales, en este sentido se mencionan algunas acciones:

Normas Jurídicas: Reglamento general de seguridad e higiene en el trabajo, reglamento sobre higiene industrial, reglamento para la clasificación de riesgos de los productos peligrosos reglamento de registro y control de sustancias tóxicas y productos tóxicos o peligrosos, reglamento para el transporte terrestre de productos peligrosos, reglamento de calderas, reglamento de registro y control de plaguicidas y coadyuvantes, prohibición y restricción sobre el uso de diversos productos químicos.

Otras: Registro nacional de industrias y productos peligrosos, capacitación sobre amenazas tecnológicas a comités de emergencia y centros hospitalarios, simposios sobre desastres tecnológicos realizados, protocolo interinstitucional para la respuesta ante emergencias tecnológicas.

Las acciones de tipo activo, comprenden la implementación de procedimientos específicos para la reacción ante emergencias, algunos ejemplos de estas acciones son:

- Entrenamiento de brigadas y capacitación a jefes de estaciones de Bomberos mediante el convenio UCR - INS.
- Adquisición de equipos de diagnóstico y fuentes de información, por parte del Cuerpo de Bomberos y el Departamento de Sustancias Tóxicas del Ministerio de Salud.
- Preparación de una unidad (nivel básico) para la respuesta ante emergencias tecnológicas, por parte del Cuerpo de Bomberos.

Es claro que cada institución debe definir sus funciones y su rol de participación, en la respuesta, adicionalmente el Decreto Ejecutivo 24099-S, en su capítulo XII, sobre emergencias tecnológicas, establece que el Cuerpo de Bomberos es el ente encargado de las acciones de primera respuesta en caso de emergencias tecnológicas, recibiendo indicaciones técnicas para el manejo de los agentes involucrados por parte del Ministerio de Salud.

4.2 Puesto de Mando.

Al igual que otro tipo de emergencias las denominadas tecnológicas requieren la instalación de un puesto de mando, el cual estará integrado por el oficial de mayor rango o experiencia de cada una de las instituciones presentes y con funciones claramente definidas en el protocolo interinstitucional de respuesta ante emergencias tecnológicas.

El objetivo fundamental del puesto de mando es: Centralizar tanto la información como la toma de decisiones, a la vez que posibilita la definición de estrategias en forma colegiada.

El puesto de mando deberá estar integrado por representantes de las diferentes instituciones definidas en el protocolo interinstitucional de respuesta ante emergencias tecnológicas, las que cumplirán las funciones allí establecidas.

Entre los integrantes del puesto de mando y/o con el apoyo de asesores se debe designar el siguiente personal clave:

Jefe de Operaciones de Emergencia: Tiene la autoridad y la potestad para dirigir las operaciones de respuesta, previa recomendación del resto del grupo. En muchas de las emergencias la función será del oficial de bomberos al mando.

Comité Científico: Constituido por uno o varios profesionales en diversas disciplinas, los que realizan la identificación y evaluación del riesgo asociado a los agentes involucrados. El comité tiene la responsabilidad de definir el tratamiento técnico del agente involucrado. Actualmente se integran equipos asesores en

emergencias tecnológicas (EAS) los que pueden cumplir esta función. Preferiblemente este grupo de trabajo debe ser coordinado por los especialistas del Ministerio de Salud. El subcomité técnico del comité local de emergencia tiene un papel preponderante en este grupo de trabajo.

Oficial de Salud, Seguridad Humana y Ambiente: Asesora al jefe de operaciones sobre aspectos relacionados con la salud del personal involucrado en la respuesta y del resto de personas en el entorno. Desde el punto de vista de la prevención de riesgos adicionales, es la persona con mayor autoridad, puede detener las maniobras cuando considere que las condiciones de seguridad no son adecuadas. Preferiblemente será un profesional en el campo de la seguridad e higiene ocupacional y coordinará directamente con el jefe de operaciones y el comité científico.

Encargado de Información: Es el encargado de atender y dar información a la prensa y al público en general sobre las acciones desarrolladas en el sitio. Brindará solamente la información que sea avalada por las autoridades del puesto de mando.

Oficial de Logística: Gestiona los recursos necesarios en la zona de emergencia. El coordinador del comité local de emergencia suele cumplir una adecuada función en este puesto.

Equipo Médico: Integrado por uno o varios profesionales en ciencias médicas, su función es determinar los procedimientos para la atención y manejo de lesionados del accidente.

Oficial de Coordinación: Es la persona encargada de coordinar las acciones entre el puesto de mando y otras entidades gubernamentales o privadas. El Oficial enlace destacado en la zona o el coordinador de emergencias tecnológicas de la Comisión Nacional de Emergencia son los responsables de asumir esta función.

Representante de la Empresa Involucrada en el Accidente: Debe proporcionar al jefe de operaciones toda la información que le sea solicitada, siempre y cuando esta sea útil para el control de la situación de emergencia. Debe proporcionar los recursos que sean necesarios para evitar que el agente involucrado cause daños mayores.

4.3 Perimetrajes de Emergencia.

Al igual que en toda escena de emergencia, cuando se atienden emergencias tecnológicas; se deben establecer perimetrajes de seguridad, en términos generales se habla de un perímetro externo y de un perímetro interno.

Perímetro Externo: Indica el área total de influencia de la emergencia, contemplando también las áreas de apoyo y las áreas de seguridad. Muchas veces el

perímetro externo puede abarcar todo un poblado o bien una ciudad, esto dependerá de cuan extensa sea la emergencia.

Perímetro Interno: Es el área mas restringida de la escena de emergencia, normalmente es allí donde se realizan las labores de mayor importancia, al perímetro interno solo deben ingresar personas con funciones claramente definidas en las operaciones que se llevan a cabo.

En el caso específico de las emergencias tecnológicas, el perímetro interno comprenderá tres áreas:

Zona Caliente: En esta zona se permitirá el ingreso solo del personal que desarrolle labores específicas en el control de la emergencia, previa autorización del oficial de sector. La zona caliente debe contar con una barrera física que la delimite claramente.

Zona de Acceso Restringido: A ella tendrá acceso solamente personal de apoyo que cuente con la autorización del oficial de sector y que porte el equipo de protección adecuado según el nivel de la emergencia y los agentes involucrados. Esta zona debe ser delimitada por una barrera física denominada línea de acceso restringido.

Zona de reducción de la Contaminación: Es el área en la que se realizan los procesos de descontaminación (pacientes, materiales, equipos y personal), para ello deben establecerse puntos específicos (corredores de descontaminación), así como áreas específicas para el ingreso y la salida de personal que cuente con la autorización del oficial de dotación.

El perímetro externo en la zona de accidente, determinará el área total de influencia, contemplando la zona recursos y apoyo y la zona de seguridad, según se indica:

Zona de recursos y apoyo: El puesto de mando y todas sus estructuras incluyendo el área de información a la prensa serán ubicadas en este sector, también se instalarán aquí los equipos asesores (EAS). Todos los recursos adicionales: ambulancias, máquinas de bomberos y otros vehículos de emergencia, serán ubicados en un área de parqueo y transportes dentro de esta zona.

Zona de Seguridad: En esta zona no se permite el ingreso de civiles, salvo que cuenten con la autorización del jefe de operaciones de emergencia y del puesto de mando. La policía nacional será el ente responsable de esta área y solo acatarán ordenes emanadas por sus superiores en el puesto de mando.

Las zonas indicadas anteriormente se establecerán inicialmente, tomando como referencia las recomendaciones contenidas en las guías para la respuesta inicial ante accidentes tecnológicos que posee el cuerpo de bomberos y la CNE.

La instalación de facilidades en esta zona depende de:

- Accesibilidad al lugar.
- Dirección del viento. Todas las facilidades y la zona segura deben estar viento arriba del punto de origen o zona de exclusión. No obstante los cambios constantes en la dirección del viento afectan negativamente su funcionamiento.
- Los recursos existentes en la región.

El sistema de perimetraje presentado es idóneo para el manejo de emergencias con potencial de riesgo alto o medio, en los casos donde el riesgo sea mínimo los parámetros de seguridad no serán tan estrictos. Sin embargo la decisión de obviar el procedimiento descrito debe tomarse sobre bases técnicas para lo que se requiere gran cantidad de información confiable.

El establecimiento de los límites y áreas de cada zona dependerá de las mediciones realizadas con instrumentos, de la información técnica disponible y otras condiciones tales como:

- Tamaño del área disponible para operaciones.
- Condiciones climatológicas.
- Cálculos de dispersión del aire.
- Áreas vulnerables en el entorno.
- Características físicas, químicas y de peligrosidad de los agentes involucrados.
- Peligros de la exposición.
- Resultados obtenidos de la toma de muestras, observaciones y estudios de laboratorio.
- Características físicas y topográficas del sitio.
- Riesgo de incendio.
- Procedimientos de descontaminación y de disposición de desechos necesarios.

4.4 ACCIONES PARA LA DESCONTAMINACIÓN.

La atención de emergencias tecnológicas requiere el uso de técnicas apropiadas para la descontaminación de pacientes, equipos y trabajadores. Al respecto existen procedimientos específicos y técnicamente desarrollados. La técnica apropiada será establecida por el comité científico, el encargado de seguridad y salud y el jefe de operaciones de emergencia.

El subcomité de materiales peligrosos de la "Canadian Association of Fire Chiefs" tomó a su cargo la tarea de desarrollar una serie de pautas para la descontaminación en caso de accidentes tecnológicos, de modo tal que puedan ser adoptadas de acuerdo con las condiciones y características propias de cada región. De ahí que en el protocolo

interinstitucional para atención de emergencias tecnológicas se haya incluido una adaptación de la precitada guía.

Tras la investigación realizada por el subcomité de materiales peligrosos, así como un sin número de consultas técnicas a especialistas, se establecieron los diferentes procedimientos incluidos en la “Guía para la Descontaminación de los Bomberos y su Equipo Después de Incidentes con Materiales Peligrosos”; los que incluyen:

- Tres métodos generales para peligros leves, medianos y graves.
- Dos procedimientos específicos para sustancias que no pueden ser clasificadas dentro de los tres grupos generales arriba mencionados, aunque compartan factores comunes.
- Una rutina inicial que se lleva a cabo en algunos casos antes de iniciar cualquiera de los otros procedimientos

Respecto al proceso de descontaminación siempre debe tenerse presente:

- No debe causar contaminación adicional, por ejemplo en alimentos, ríos, pozos y al mismo suelo. Tal práctica solamente trasladaría el problema.
- Todas las personas involucradas en la atención de la emergencia (trabajadores y población), deben ser descontaminadas y valoradas médicamente durante o después del accidente.

4.5 RESTAURACION DE LAS CONDICIONES DE NORMALIDAD.

En esta fase se pretende restaurar el medio, para ello se debe tomar como referencia las condiciones en que naturalmente se desarrollan las acciones en el sistema afectado. Esto incluye la realización de una serie de acciones que se describen a continuación.

4.5.1 Rehabilitación de Procesos.

Consiste en la preparación del sistema, para que una vez ocurrido una situación de emergencia se esté en capacidad de rehabilitar procesos productivos, servicios y estilo de vida, lo cual implica una planificación previa en la que se establecerán las acciones a seguir.

4.5.2 Limpieza y Disposición Final.

Después de la fase crítica de la emergencia, es necesario realizar la limpieza y la disposición final de los desechos generados por el accidente es este el momento en que las brigadas de evaluación de daños y rehabilitación comienzan su labor. Esta fase es de vital importancia sobre todo en accidentes que involucren sustancias tóxicas y peligrosas y en accidentes de tránsito.

Las acciones que se deben considerar son:

- Determinar quien será el responsable de la limpieza.
- Determinar la disponibilidad de sitios adecuados para la disposición final de los desechos. En el caso de desechos tóxicos o peligrosos, Costa Rica no cuenta con sitios adecuados para su disposición, por ello se deberá contratar la asesoría de un profesional en química.
- Almacenar los desechos en sitios temporales y que cumplan con las medidas de seguridad establecidas; mientras se establece la metodología para su disposición final.

4.5.3 Evaluación y Recuperación de los Daños.

En esta fase del plan se debe evaluar los daños y a la vez establecer la estrategia para la recuperación de las pérdidas, además deben determinarse los gastos de la atención de la emergencia y reponer los equipos utilizados en el proceso de respuesta.

4.5.4 Seguimiento.

En esta fase se debe hacer uso de los diferentes sistemas para el Monitoreo ambiental con posterioridad al accidente. También debe llevarse a cabo un evaluación de los procedimientos de emergencia realizados y emitir las recomendaciones que permitan mejorarlos para acciones futuras.

BIBLIOGRAFIA

Agencia de Protección Ambiental de U.S.A., Programa de Adiestramiento de Reacción a Incidentes con Materiales Peligrosos.

Agrupación Internacional de Asociaciones Nacionales de Fábricas de Productos Agroquímicos, Normas para el almacenamiento seguro de plaguicidas; GIFAP, 1990.

Arias Díaz Rodolfo, Manejo y Prevención de Accidentes con Materiales Peligrosos; IX Congreso Interamericano de Prevención de Riesgos del Trabajo, San José, 1992.

Centro Panamericano de Ecología y Salud, programa de salud ambiental, O.P.S., O.M.S.; Un sistema para la prevención, valoración y control de las exposiciones a sitios peligrosos y sus efectos para la salud, O.P.S., Metepec - Estado de México, México, 1991.

Clyde B. Strong, M .S, T. Rick Irvin, Ph.D. Emergency Response And Hazardous Chemical Management (Principles and Practices). St. Lucie Press, Delray Beach, Florida, USA, 1996.

Comisión Nacional de Emergencia, Taller sobre Procedimientos Fundamentales en Incidentes con Materiales Peligrosos, San José Costa Rica, 1993.

Cortinas de Nava Cristina, Regulación y Gestión de productos químicos enmarcados en el contexto internacional, Sedesol, México, 1992.

Chemical Manufactures Association, Community Awereness an Emergency Response, Program Handboock, U.S. 1985.

Chemtrec, et al., Recomend Terms for Personal Protective Equipment, Hazardous Materials Technical Bulletin.

Fundación Ambio, Normativa Ambiental Sobre Productos Químicos Tóxicos o Riesgosos, Costa Rica, 1992.

Ministerio de Salud Costa Rica, Reglamento sobre Registro y Control de Sustancias Tóxicas y Productos Tóxicos o Peligrosas . Diciembre, 1992.

N. Culler - Ducillo S.A., Acción en Caso de Emergencia Con Sustancias Químicas Peligrosas, Manual para Bomberos, Policía y otros grupos..., 1985.

Organización Internacional del Trabajo, Control de Riesgos de Accidentes Mayores, Manual Práctico, Oficina Internacional del Trabajo, Suiza, 1990.

Organización Internacional del Trabajo, Enciclopedia de Salud y Seguridad en el Trabajo, Instituto Nacional de Seguridad e Higiene del Trabajo, España , 1990.

Programa de Las Naciones Unidas para el Medio Ambiente Apell, un proceso para responder ante los accidentes tecnológicos, Publicación de Las Naciones Unidas, 1989.

Silano, Vittorio. Evaluación de Riesgos para la Salud Pública Asociados con Accidentes Causados por Agroquímicos, Depto. de Toxicología Comparativa, Instituto Superior di Sanità, Segunda Edición corregida, Italia, 1985.

World Healt Organization, African Workshop on Technological Disasters. National Public Healt Institute, Finlandia, 1991.