DISEÑO DE UN PROCEDIMIENTO PARA LA ATENCIÓN DE EMERGENCIAS POR FUGA DE AMONIACO EN UNA PLANTA DE PRODUCTOS CÁRNICOS EN CALOTO – COLOMBIA

ANDRÉS FELIPE MARMOLEJO MOTTOA

UNIVERSIDAD DE SAN BUENAVENTURA
FACULTAD DE INGENIERÍA
PROGRAMA DE INGENIERÍA INDUSTRIAL
SANTIAGO DE CALI
2013

DISEÑO DE UN PROCEDIMIENTO PARA LA ATENCIÓN DE EMERGENCIAS POR FUGA DE AMONIACO EN UNA PLANTA DE PRODUCTOS CÁRNICOS EN CALOTO – COLOMBIA

ANDRÉS FELIPE MARMOLEJO MOTTOA

Tesis de grado presentado como requisito para optar al título de INGENIERO INDUSTRIAL

Asesor
LUIS FELIPE GRANADA AGUIRRE
PhD en Ciencias Técnicas

UNIVERSIDAD DE SAN BUENAVENTURA
FACULTAD DE INGENIERÍA
PROGRAMA DE INGENIERÍA INDUSTRIAL
SANTIAGO DE CALI
2013

Nota de aceptación

El trabajo de grado DISEÑO DE UN PROCEDIMIENTO PARA LA ATENCIÓN DE EMERGENCIAS POR FUGA DE AMONIACO EN UNA PLANTA DE PRODUCTOS CÁRNICOS EN CALOTO – COLOMBIA, presentado por el estudiante ANDRÉS FELIPE MARMOLEJO MOTTOA, cumple con los requisitos exigidos por la UNIVERSIDAD DE SAN BUENAVENTURA para optar al título de INGENIERO INDUSTRIAL

Firma presidente del jurado

Firma jurado

Firma jurado

Santiago de Cali, Noviembre de 2013

CONTENIDO

	pág.
INTRODUCCIÓN	18
1. PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN	19
1.1 PREGUNTA DE INVESTIGACIÓN	19
2. OBJETIVOS	20
2.1 OBJETIVO GENERAL	20
2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS	20
3. JUSTIFICACIÓN	21
3.1 ALCANCE	21
4. MARCO REFERENCIAL	22
4.1 MARCO CONTEXTUAL	22
4.2 ANTECEDENTES	22
4.3 MARCO TEÓRICO	28
4.3.1 Proceso unitario	28
4.3.1.1 Materia prima	28
4.3.1.2 Recepción	28
4.3.1.3 Almacenamiento	31
4.3.1.4 Infraestructura para su uso	33
4.3.2 Recursos	36
4.3.2.1 Operador	36
4.3.3 Mantenimiento	39
4.3.4 Plan de emergencia	43
4.3.4.1 Elementos del programa	43
4.3.5 Evaluación de riesgos	47
4.3.5.1 I.N.S.H.T: Análisis de riesgos mediante el árbol de sucesos	49
4.3.6 Análisis de vulnerabilidad FEMA	55
4.3.6.1 Análisis de vulnerabilidad cualitativo	56
4.3.6.2 Análisis de vulnerabilidad cuantitativo	56
4.4 MARCO LEGAL	56
5. METODOLOGÍA	58

5.1 TIPO DE ESTUDIO **58**
5.2 POBLACIÓN **58**
5.3 MUESTRA DE REFERENCIA **59**
5.4 DESCRIPCIÓN POR OBJETIVO ESPECÍFICO **59**
6. RESULTADOS Y DISCUSIÓN **62**
6.1 EVALUACIÓN **62**
6.1.1 Introducción de la evaluación **62**
6.1.2 Trabajo de campo **62**
6.1.2.1 Lista de chequeo **62**
6.1.2.2 Análisis de vulnerabilidad **63**
6.1.3 Análisis de resultados **63**
6.1.3.1 Comunicación **63**
6.1.3.2 Alarma **63**
6.1.3.3 Evacuación **64**
6.1.3.4 Proceso **66**
6.1.3.5 Recursos **67**
6.1.3.6 Grupos de ayuda mutua e interinstitucional **68**
6.1.4 Conclusiones **69**
6.1.5 Recomendación **70**
6.2 DISEÑO DEL PROCEDIMIENTO PARA LA ATENCIÓN DE EMERGENCIAS POR FUGA DE AMONIACO EN UNA PLANTA DE PRODUCTOS CÁRNICOS EN CALOTO – COLOMBIA **70**
6.2.1 Objetivo **70**
6.2.2 Alcance **70**
6.2.3 Definiciones **70**
6.2.4 Consideraciones **72**
6.2.5 Normas y otros **73**
6.2.6 Niveles de operación **74**
6.2.7 Diagrama de proceso del procedimiento general de actuación para emergencias por fuga de NH_3 **76**
6.2.7.1 Evaluación **77**
6.2.7.2 Planeación **77**
6.2.7.3 Verificación **78**

6.2.7.4 Plan de acción 78
6.2.8 Instructivos Operativos Normalizados para el control específico de emergencias - IONEs 79
6.2.9 Registro de revisiones y/o modificaciones realizadas a este documento 79
6.3 SIMULACIÓN DE UNA FUGA 80
6.3.1 Introducción 80
6.3.2 Definiciones 80
6.3.3 Caracterización de la simulación 82
6.3.4 Simulación derrame o fuga de amoniaco pequeña día 83
6.3.5 Simulación derrame o fuga de amoniaco grande día 84
6.3.6 Simulación derrame o fuga de amoniaco pequeña noche 85
6.3.7 Simulación derrame o fuga de amoniaco grande noche 86
6.3.8 Conclusiones 87
7. CONCLUSIONES 88
BIBLIOGRAFÍA 89
ANEXOS 91

LISTA DE TABLAS

pág.

Tabla 1. Antecedentes 22
Tabla 2. Normas y regulaciones de almacenamiento de amoniaco NH_3. 32
Tabla 3. Válvulas para sistemas con Amoniaco NH_3 33
Tabla 4. Tipos de tanques estacionarios para almacenamiento de amoniaco NH_3. 34
Tabla 5. Tipos de tubería para sistemas de refrigeración de amoniaco NH_3 34
Tabla 6. Compresores para sistemas de refrigeración por amoniaco NH_3. 35
Tabla 7. Condensadores para sistemas de refrigeración por amoniaco NH_3. 35
Tabla 8. Sistemas de evaporadores para plantas con Amoniaco NH_3. 36
Tabla 9. Criterios de desempeño para operadores de plantas de refrigeración con amoniaco 37
Tabla 10. Calificación de grupos de brigadas interior incipiente 38
Tabla 11. Equipos requeridos para la atención de emergencias 39
Tabla 12. Elementos operativos en un mantenimiento preventivo 40
Tabla 13. Elementos operativos en un mantenimiento correctivo 41
Tabla 14. Elementos operativos en una revisión periódica 42
Tabla 15. Planes de emergencia 43
Tabla 16. Elementos del programa 44
Tabla 17. Valoración del riesgo 48
Tabla 18. Método para estimar los niveles de riesgo 52
Tabla 19. Riesgos y acciones 53
Tabla 20. Normas, Leyes y decretos colombianos de obligatoriedad de los planes de emergencia 57
Tabla 21. Análisis de resultados de comunicación interna y externa 63
Tabla 22. Análisis de resultados de sistemas de alarma de detección temprana 64
Tabla 23. Análisis de resultados del proceso y recursos de evacuación de la compañía 65
Tabla 24. Análisis de resultados de los procesos dirigidos al control de posibles emergencias de la compañía 66

Tabla 25. Análisis de resultados de los recursos dirigidos al control de posibles emergencias de la compañía **67**
Tabla 26. Análisis de resultados de los recursos dirigidos al control de posibles emergencias de la compañía **68**
Tabla 27. Niveles de organización para la atención de emergencia dentro de la compañía **75**
Tabla 28. Elementos del proceso de planeación **77**
Tabla 29. Indicadores para medir la gestión **78**
Tabla 30. Registro de revisiones y/o modificaciones **79**
Tabla 31. Características de la simulación **82**
Tabla 32. Elementos de entrada del programa de simulación – derrame pequeño día **83**
Tabla 33. Resultados de la simulación – derrame pequeño día **83**
Tabla 34. Elementos de entrada del programa de simulación – derrame grande día **84**
Tabla 35. Resultados de la simulación – derrame grande día **84**
Tabla 36. Elementos de entrada del programa de simulación – derrame pequeño noche **85**
Tabla 37. Resultados de la simulación – derrame pequeño noche **85**
Tabla 38. Elementos de entrada del programa de simulación – derrame grande noche **86**
Tabla 39. Resultados de la simulación – derrame grande noche **86**

LISTA DE ANEXOS

pág.

ANEXO A. Incidentes relacionados con fugas de amoniaco en la compañía durante sus años de operación 91

ANEXO B. Encuesta de información técnica plan de emergencia 92

ANEXO C. diagrama de flujo de proceso de fabricación de productos cárnicos 97

ANEXO D. Proceso de refrigeración con amoniaco 98

ANEXO E. Ficha técnica del amoniaco 103

ANEXO F. Lista de verificación de las actividades y elementos para la atención de emergencias por fuga de amoniaco 107

ANEXO G. Metodología para el análisis de vulnerabilidad por fuga de amoniaco 113

ANEXO H. Instructivos Operativos Normalizados para fuga de amoniaco en termosifón, válvulas condensadores, válvulas de descargas de los compresores, y para válvulas de los enfriadores de aceite 122

ANEXO. I. Instructivo Operativo Normalizado para la atención de fugas y/o roturas en recibidor de alta presión 126

ANEXO J. Instructivo Operativo Normalizado para el control de intoxicación de pacientes por contacto, inhalación y/o ingestión de amoniaco gaseoso o líquido 129

GLOSARIO

ACCIDENTE: ver término incidente. El término "accidente" se elimina de la referencia (está incluido en el término de “incidente”)

AFECTADO: personas naturales o jurídicas que hayan sufrido daño en su patrimonio u operación, como consecuencia del siniestro.

ALARMA DE EVACUACIÓN: sonido preestablecido para indicar a las personas que deben evacuar una instalación.

AMENAZA: la posibilidad de que un siniestro pueda ocurrir, considerando sólo el tipo de evento y el lugar. También se utiliza el término “peligro” con la misma connotación.

AMENAZA AMBIENTAL: condición capaz de generar daño a la calidad del aire, agua o suelo, plantas y vida silvestre.

ATENTADO: todo evento cuyo origen sea, o se considere que pudo haber sido, de carácter intencional. Todo atentado es considerado un siniestro.

AYUDA MUTUA: respuesta a emergencias de carácter privado, voluntaria y condicional, prestada mediante acuerdos previos entre empresas y organizaciones.

AYUDA INSTITUCIONAL: aquella prestada por las entidades públicas o privadas de carácter comunitario, organizadas con el fin específico de responder de “oficio” a los siniestros en una jurisdicción.

BRIGADA DE APOYO: grupo de personas asignadas en las diferentes áreas administrativas y de proceso que en caso de emergencia tienen la responsabilidad de dar la primera respuesta, como es notificar el evento, activar las alarmas, operar equipos de respuesta y controlar las variables del proceso o la actividad que se esté desarrollando.

BRIGADA INTEGRAL DE EMERGENCIAS: personal entrenado y equipado para dar soporte en el control de emergencias que no pueden ser atendidas solamente por la brigada de apoyo o primera línea de respuesta.

CENTRO DE CONTROL DE EMERGENCIAS – CCE: es el sitio donde se instala el equipo de comando para el manejo estratégico de incidentes; desde allí se dirigen las funciones de operación y logística durante la manifestación de una emergencia mayor.

CENTRO OPERATIVO DE EMERGENCIAS – COE: es el sitio donde se instala el equipo estratégico para el manejo de crisis; desde allí se dirigen las funciones operacionales, logísticas y administrativas encaminadas a velar por la continuidad del negocio durante la manifestación de una emergencia mayor.

COMANDANTE DEL INCIDENTE: persona responsable de tomar las decisiones estratégicas para el manejo de la emergencia, representada en la figura del gerente de operaciones.

CONTINGENCIA: una condición que puede alterar la normalidad de las operaciones del negocio, para lo cual deberá tenerse establecido un procedimiento específico.

COORDINADOR DE EVACUACIÓN: persona encargada de interactuar con los líderes de evacuación de las diferentes áreas para recibir de ellos información de su personal evacuado y/o dar instrucciones adicionales. Esta persona suministrara la información recibida sobre el personal evacuado al especialista de seguridad física en el Centro de Control de Emergencias CCE.

COORDINADORES DE ESCENA: tienen bajo su responsabilidad el manejo operativo de la emergencia en el sitio donde se está presentando. Coordinan directamente con el superintendente y/o comandante del incidente.

COMANDANTE O LÍDER DEL EQUIPO DE COMANDO PARA EL MANEJO ESTRATÉGICO DE INCIDENTES: persona responsable de tomar las decisiones en relación al control y manejo del siniestro. Soporta sus decisiones en los miembros del grupo de comando, conformado por el personal administrativo y operacional de cada activo quienes juegan un rol muy importante según las funciones que representan.

GRUPO DE AYUDA MUTUA (GAM): grupo formado por representantes de empresas e instituciones del área, cuya función principal es proporcionar recursos para el control sistemático y efectivo de las emergencias. La forma de comunicación establecida es vía telefónica.

CONTROL: acción de mitigar o eliminar el desarrollo de un siniestro, para evitar o minimizar el impacto de sus consecuencias.

DESASTRE: es el resultado de una emergencia cuyas consecuencias pueden considerarse de carácter grave para el sistema que las sufre.

EQUIPO ESTRATÉGICO DE MANEJO DE CRISIS: es el equipo encargado de asegurar que la respuesta se pueda llevar a cabo de la mejor forma posible, verificando que la estructura de manejo sea adecuada, oportuna y efectiva para minimizar el impacto que la crisis pueda generar a nivel local, regional e

internacional con la comunidad, clientes, proveedores, aseguradores y/o entidades financieras.

EMERGENCIA: perturbación parcial o total del sistema que puede poner en peligro su estabilidad y que requiere para su manejo recursos y procedimientos diferentes y/o superiores a los normalmente utilizados. Estos eventos modifican parcial o totalmente su organización para afrontarlos.

EMERGENCIA DE RIESGO: es una emergencia con una serie de circunstancias irregulares que se producen súbita e imprevistamente, que pueden originar daños a las personas, a la propiedad y/o al medio ambiente; que demandan acciones de solución rápida y que pudieran necesitar además de la respuesta inmediata de la empresa, la activación del plan de ayuda mutua e interinstitucional.

EMERGENCIA MAYOR: situación que afecta a una o varias áreas, secciones y/o campos con el potencial de producir lesiones o daños considerables a las personas, instalaciones, y medio ambiente, e incluso pudiera comprometer la integridad de la comunidad vecina. Para su control se puede necesitar de ayuda externa.

EMERGENCIA MENOR: cualquier evento en un área, sección o campo en particular dentro de la compañía, el cual puede controlarse con recursos propios de cada uno y/o con la participación de las brigadas.

EMERGENCIAS OPERACIONALES: son aquellos eventos indeseados que pueden perturbar el sistema sin que en forma inminente representen una amenaza para las personas, instalaciones y/o procesos, como por ejemplo: daños en el equipo de generación, daños en el suministro de energía del municipio, suspensión de procesos por problemas de orden técnico, problemas en el suministro de materias primas, huelgas o manifestaciones externas que impidan la salida de productos terminados o el ingreso de materias primas, huelgas a nivel interno, etc.

EQUIPO DE MANEJO ESTRATÉGICO DE INCIDENTES – COMANDO DE INCIDENTES: máxima autoridad de la compañía en sitio, encargada del manejo estratégico de las operaciones para el control de la emergencia.

ESCENARIO: identificación de una amenaza específica, enmarcada en las variables de actividad y lugar.

ESCENA DEL INCIDENTE: sitio donde se ha presentado o puede presentarse un incidente.

EVACUACIÓN: conjunto de procedimientos y acciones tendientes a que las personas amenazadas por un peligro (incendio, explosión, derrames, escape

masivo de sustancias tóxicas, inundaciones, etc.), protejan sus vidas e integridad física, mediante su desplazamiento a través y hasta lugares de menor riesgo

EVALUACIÓN DE RIESGOS: proceso de evaluación de los riesgos realizado para los peligros teniendo en cuenta la eficacia de cualquier control existente y decidir si el riesgo es o no aceptable.

INCIDENTE: evento relacionado con el trabajo en el cual ocurrió o pudo ocurrir una lesión, enfermedad (sin tener en cuenta la severidad) o muerte.

> Nota 1: un accidente es un incidente en el cuál hubo lesión, daño a la salud, enfermedad o muerte.
> Nota 2: un incidente en el que no ocurre lesión, daño a la salud, enfermedad o muerte se conoce también como “casi-accidente” u “ocurrencia peligrosa”.
> Nota 3: una situación de emergencia es un tipo particular de incidente.

INSTRUCTIVO OPERATIVO NORMALIZADO PARA EMERGENCIAS ION: es la explicación paso a paso de la estructura técnica de cómo debe llevarse el orden, proceso y etapas del combate y/o control de una emergencia especifica. En términos generales se puede decir que son decisiones tomadas por anticipado, las cuales deben cumplirse de forma precisa por parte del coordinador de escena y sus líderes de brigadas. Si las condiciones del sitio y entorno cambian a lo establecido en el instructivo, entonces el coordinador de escena y los líderes acordarán los cambios que deben implementarse bajo un análisis de riesgos razonablemente, práctico y seguro.

LÍDER GENERAL Y LÍDERES DE EVACUACIÓN: personas previamente seleccionadas y entrenadas para coordinar el desplazamiento hacia las puntos de reunión o evacuación y el conteo del personal del área a cargo.

MAPA DE AMENAZAS: herramienta que permite ubicar geográficamente los escenarios de riesgo, con indicación de su posible área de impacto o afectación.

MATERIAL PELIGROSO: es una sustancia (gaseosa, líquida, o sólida) capaz de crear daño a las personas, propiedad y el ambiente.

MITIGACIÓN: acciones desarrolladas durante o después de un siniestro, tendientes a contrarrestar sus efectos críticos y asegurar la supervivencia del sistema, hasta tanto se puedan efectuar las actividades de recuperación.

PERFIL DEL RIESGO: ubicación relativa de un riesgo respecto a unos niveles predefinidos como “aceptables”, en función de una combinación de frecuencia y severidad de los mismos.

PLAN DE AYUDA MUTUA E INTERINSTITUCIONAL: los planes de ayuda mutua e interinstitucional son aquellas acciones y respuestas primarias y organizadas

para aquellos casos de emergencia que tienen o pueden tener el potencial de desastre, y que son acordados previamente entre empresas u organizaciones para prestarse asistencia técnica y/o humana en caso de requerirse.

PLAN DE CONTINUIDAD DEL NEGOCIO: es el proceso continuo apoyado por la dirección general y su grupo gerencial para asegurar que se tomen los pasos necesarios conducentes a identificar el impacto de pérdidas potenciales, mantener estrategias viables de recuperación, planes de recuperación y asegurar las actividades que permitan cumplir con su objeto social.

PLAN DE EMERGENCIA COMUNITARIO: respuesta diseñada por las instituciones de emergencia de una comunidad para enfrentar los posibles siniestros que puedan ocurrir en su jurisdicción.

PLAN LOCAL: enfoques, metodología y procedimientos previstos para enfrentar posibles siniestros que puedan presentarse en unos escenarios particulares de la compañía, tales como los campos específicos de operación.

PROBABILIDAD: valor del riesgo calculado sobre las veces que un siniestro determinado podría presentarse en un periodo de tiempo dado.

PROCEDIMIENTOS OPERATIVOS NORMALIZADOS PARA LA ADMINISTRACIÓN Y CONTROL DE EMERGENCIAS - PONs: es la descripción general de la forma técnica como debe llevarse la secuencia del combate y/o control de una emergencia en un activo, proceso específico o área previamente identificada. En el PONs se enuncian las decisiones generales que deben tenerse en cuenta para el control táctico del incidente, el cual está bajo la responsabilidad del coordinador de escena.

POTENCIALIDAD: valor esperado de las consecuencias de un siniestro determinado, medido en extensión del daño, valores económicos de la pérdida, número o tipo de lesiones, tiempo de interrupción de las actividades, u otros parámetros de resultados negativos.

PUNTOS DE EVACUACIÓN: sitios de reunión parcial o final previamente definidos donde todas las personas deben dirigirse en caso de alarma de evacuación.

RESCATE: acciones mediante las cuales los grupos especializados, internos o externos de la empresa, retiran a las personas y/o animales amenazados que por algún motivo no pudieron salir del área afectada por el siniestro.

RESPUESTA DE LÍNEA: acción inicial, de carácter individual o de grupo, desarrollada con el fin de controlar un siniestro, por parte de las personas que laboran o se encuentran en el sitio donde se presenta.

RESPUESTA EXTERNA: acciones desarrolladas por personas u organizaciones no pertenecientes a la compañía, con el fin de colaborar en el control de un siniestro.

RESPUESTA INTERNA ESPECIALIZADA: acciones coordinadas y desarrolladas por la organización interna de la compañía entrenada y equipada para dar respuesta de atención a los siniestros.

RIESGO: combinación de la probabilidad de que ocurra un evento peligroso o de la exposición y la severidad de la lesión o la enfermedad (afectación a la salud) que puede ser causada por un evento o una exposición.

RUTAS DE EVACUACIÓN: vías seguras preestablecidas que conducen a puntos de reunión inicial y/o final.

SALVAMENTO: acciones y actividades desarrolladas individualmente o por grupos, tendientes a proteger las personas, bienes materiales y/o activos de la compañía que puedan verse afectados en caso de una emergencia en sus instalaciones.

SEGURIDAD: un nivel “aceptable” de riesgo. Un riesgo que ha sido controlado adecuadamente.

SCI, SISTEMA DE COMANDO DE INCIDENTES: metodología utilizada para la administración de una emergencia donde se aplican estratégica y tácticamente las funciones de comando comunicación, seguridad, enlaces, operaciones, logística, planeación y finanzas antes, durante y después de su presentación.

SISTEMA DE MANEJO DE INCIDENTES: define los roles y responsabilidades que deben ser asumidos por el personal y los procedimientos operacionales a ser utilizados en el manejo y dirección del incidente. Este sistema debe incluir las secciones de operación, logística, planeación, financiera y administrativa.

SINIESTRO: todo evento indeseado, no programado, que pueda generar consecuencias negativas en el sistema (daños, lesiones, pérdidas, etc.).

SOPORTE TÁCTICO: representado en el cargo del coordinador integral y su labor principal será asignada para responder por las funciones y responsabilidades relacionadas con el monitoreo, control y seguridad de los procesos y del personal en el sitio de la emergencia así como de asesor técnico en los aspectos de seguridad relacionados con las operaciones de proceso y el control del incidente.

VESTIDO DE PROTECCIÓN: equipo diseñado para proteger a quien lo lleva del calor y/o contacto de sustancias peligrosas para la piel, ojos y sistema respiratorio.

RESUMEN

El presente trabajo tiene como objetivo diseñar e implementar un procedimiento para la atención de emergencias por fuga de amoniaco en una planta de productos cárnicos en el municipio de Caloto – Cauca, orientado a facilitar el manejo de incidentes por esta causa y el desarrollo de prácticas seguras durante su control, que además servirán de guía para los diferentes entes privados o gubernamentales que apoyen en un momento dado el control de emergencias dentro de la planta.

El estudio es cuantitativo con un alcance descriptivo no experimental transversal. La recolección de datos se realizó a través de una lista de verificación adaptada de diferentes autores. Posteriormente, se realizó el análisis de vulnerabilidad utilizando una metodología que también fue adaptada. Finalmente, para el análisis de los datos se estructuró una tabla a fin de evaluar y cuantificar los riesgos en las personas, el ambiente, la comunidad, los activos y la imagen por fuga de amoniaco.

La evaluación de riesgos en las personas, el ambiente, la comunidad, los activos y la imagen, permitió conocer el estado actual de planta objeto de estudio frente al riesgo por fugas de amoniaco. Posteriormente, el procedimiento diseñado estableció las acciones operativas (nivel de tarea) y administrativas (estratégico y táctico) del personal, en el caso de presentarse una fuga. Igualmente, la simulación en el software WISER determinó el impacto que una fuga de 208 y una de más de 208 litros pudieran tener en la empresa, el parque industrial y las poblaciones aledañas.

Palabras clave: amoniaco, evaluación de riesgos, emergencias, prácticas seguras, acciones administrativas y operativas.

ABSTRACT

This paper aims to design and implement a process for emergency response by ammonia leak at a meat products plant in the town of Caloto - Cauca, designed to facilitate incident management for this cause and development of safe practices for their control, which also will guide the various private and government agencies that support in a given emergency control point within the plant.

The study is a cross quantitative non-experimental descriptive scope. Data collection was performed using a checklist adapted from different authors. Subsequently, the vulnerability analysis using methodology that was also adapted was performed. Finally, for the analysis of the data table was structured to assess and quantify the risks on people, the environment, community, and image assets for ammonia leak.

Risk assessment in people, the environment, community assets and image, allowing the current status of plant under consideration against risk by leaking ammonia. Subsequently, the established procedure designed operational actions (task level) and administrative (strategic and tactical) staff in the event of a leak occur. Similarly, the WISER simulation software determined the impact that a leak of 208 and 208 liters more than the company could have on the industrial park and the surrounding towns.

Keywords: ammonia, risk assessment, emergency, safe practices, administrative and operational actions.

INTRODUCCIÓN

Este proyecto surge a partir del trabajo de investigación realizado por el equipo de Ingeniería y Proyectos de la empresa Management And Risk Control S.A.S. y el trabajo de investigación del profesor Luis Felipe Granada Aguirre en Implementación de Técnicas de Gestión Ambiental en Organizaciones del Grupo de Investigación Nuevas Tecnologías, Trabajo y Gestión del Programa de Ingeniería Industrial de la Universidad de San Buenaventura Cali. El objetivo de este trabajo de grado es diseñar e implementar un procedimiento para el control de emergencias por fuga de amoniaco en una empresa de productos cárnicos en el municipio de Caloto - Cauca. Para alcanzar este objetivo se realizaron tres actividades: i) Un diagnóstico de los procedimientos operativos normalizados actuales para el manejo de emergencias por fuga de amoniaco, ii) diseño de un procedimiento para el manejo de emergencias con amoniaco en la planta de productos cárnicos y iii) simulación de una fuga de amoniaco de la planta ubicada en el municipio de Caloto - Cauca.

En el resultado uno se observa en el diagnóstico la situación actual con respecto a los procedimientos existentes para el manejo de emergencias con amoniaco, al igual que la medición del impacto que este riesgo podría tener en la compañía. Dicho diagnóstico recoge información relativa a los recursos con que cuenta la compañía para la atención de emergencias con amoniaco, el impacto a las personas, parque industrial y poblaciones, al igual que la capacidad de respuesta de los grupos de ayuda interinstitucional de la zona.

El resultado dos muestra el diseño teórico del procedimiento para la atención de emergencias por fugas de amoniaco, con base en la norma NFPA 1600 del 2007.

En el resultado tres se observa la simulación de una fuga de amoniaco en la planta, al igual que el impacto que ésta tendría hacia el parque industrial y la población.

1. PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN

La planta objeto de estudio, se encuentra ubicada en el norte del departamento del Cauca - Colombia en el Parque Industrial del Cauca. Su producción anual es de 1’000 toneladas de productos cárnicos. Actualmente cuenta con 200 trabajadores y sus turnos de trabajo son de 07:00 a 15:00 y de 16:00 a 24:00 horas y su área de influencia es a nivel nacional. En este momento, la empresa tiene la necesidad de estandarizar el proceso de atención de emergencias por fuga de amoniaco (NH_3). En este sentido, el NH_3 es utilizado como refrigerante para la preservación y conservación de las materias primas y productos terminados. En la actualidad, su red de distribución de amoniaco almacena aproximadamente 11.000 libras incluyendo su contendor principal.

En una entrevista con el área de Salud Integral se determinaron los incidentes relacionados con fugas de amoniaco durante los años de operación (ver anexo A). Igualmente, durante la entrevista se informó que los incidentes anteriormente nombrados se clasificaron como tolerables. Sin embargo, en un trabajo de campo realizado a la red de distribución de amoniaco de la empresa y su entorno por el equipo investigador, se determinaron los riesgos en las personas, el ambiente, la comunidad, los activos y la imagen en un radio de tres kilómetros en el caso de presentarse una fuga de amoniaco por su capacidad de expansión a través del aire, reacción con otras sustancias químicas que pueden afectar a la región. Igualmente, se encontró en una encuesta realizada al personal de la Brigada de Emergencia que éste desconoce en un 92% el documento con los protocolos para una posible respuesta a emergencias en la operación con amoniaco (Anexo B). De todo lo anterior se deriva la siguiente pregunta de investigación:

1.1 PREGUNTA DE INVESTIGACIÓN

¿Qué procedimiento para la atención de emergencias con amoniaco permitirá una atención oportuna en las instalaciones de la compañía de productos cárnicos?

2. OBJETIVOS

2.1 OBJETIVO GENERAL

Diseñar e implementar un procedimiento para la atención de emergencias por fuga de amoniaco en una planta de productos cárnicos en Caloto – Colombia.

2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Evaluar el procedimiento implementado actualmente para el manejo de emergencias por fuga de amoniaco, considerando los riesgos que presenta el sistema de distribución de éste en la planta de producción sobre las personas, el ambiente, la comunidad, los activos y la imagen de la compañía ante una emergencia.

- Diseñar un procedimiento para la atención de emergencias por fuga de amoniaco en una planta de productos cárnicos en Caloto – Colombia.

- Simular una fuga de amoniaco en una planta de productos de cárnicos refrigerados en Caloto – Colombia.

3. JUSTIFICACIÓN

Este proyecto entrega un diagnóstico actual sobre el estado y la capacidad de respuesta de la compañía frente al riesgo de incidentes con amoniaco. Implementa un procedimiento para la atención de incidentes con amoniaco en una planta de productos cárnicos refrigerados. Se capacita a la población que integra la brigada de emergencias y se diseña un procedimiento para manejo de emergencias con amoniaco y tres instructivos para el control y manejo de emergencias en el proceso de la compañía. Adicionalmente, se propone una nueva metodología de análisis de vulnerabilidad con sus respectivos registros. Se simula una fuga con amoniaco y cuál es el impacto frente a las personas, el ambiente, la comunidad los activos y la imagen de la empresa.

Con lo planteado en este trabajo, la compañía de productos cárnicos refrigerados tendrá una capacidad de respuesta aterrizada y acorde con el riesgo y situaciones presentadas en las áreas más críticas. Se identificarán los requerimientos de recursos inmediatos y se medirá la capacidad de respuesta real de los grupos de emergencias. Identificará las oportunidades de mejora relacionadas con el plan de emergencia y la necesidad del involucramiento de toda la organización para trabajar en pro de una emergencia, así como el acercamiento hacia las compañías que integran el parque industrial, las comunidades cercanas y los grupos de ayuda interinstitucional del área.

3.1 ALCANCE

Aplica para la red de distribución de amoniaco y área de influencia de la empresa objeto de estudio.

4. MARCO REFERENCIAL

4.1 MARCO CONTEXTUAL

La empresa objeto de estudio, se encuentra ubicada en el Parque Industrial del Cauca. En el anexo C se muestra el diagrama de flujo del proceso de fabricación de productos cárnicos y el proceso de enfriamiento por amoniaco de la compañía.

4.2 ANTECEDENTES

La tabla 1 muestra los autores, objetivos, métodos y resultados de estudios relacionados con la atención de emergencias con amoniaco en plantas que lo utilizan como refrigerante en sus procesos.

Tabla 1. Antecedentes

Autor	Objetivo	Metodología	Resultados	Conclusiones
Nelson Culler	Informar a la población acerca de las medidas a tomar luego de generado el evento. Colaborar con los grupos de acción responsables de tomar las decisiones y ejecutar las acciones necesarias para poner la situación bajo control, de forma rápida y eficiente sobre emergencias con sustancias químicas.	Define un instructivo con actividades de prevención de diferentes productos químicos, pasando por las actividades implícitas de protección en caso de presentarse un incidente.	Acciones tendientes a la atención rápida y oportuna de incidentes relacionados con materiales peligrosos, y las recomendaciones a poblaciones que tengan riesgo de emergencias con sustancias químicas.	El personal tendrá un nivel de información, capacitación y entrenamiento previo para asegurar un resultado satisfactorio de los planes de acción necesarios, tales como simulacros periódicos con participación de todos los grupos implicados incluida la comunidad. Implementar el desarrollo de planes como el APELL preparado por el Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente (PNUMA).

Tabla 1. Continuación

Autor	Objetivo	Metodología	Resultados	Conclusiones
Dirección de Prevención y Atención de Emergencias DPAE	Establecer roles y responsabilidades de cada una de las entidades que conforman el Sistema Distrital de Prevención y Atención de Emergencia - SDPAE, para emergencias con productos químicos gaseosos.	Se presentan los pasos, acciones y recomendaciones, que servirán de apoyo a las entidades que conforman el SDPAE, para atender eficazmente emergencias en donde se encuentran involucrados productos químicos gaseosos.	Procedimientos de actuación para el control de emergencias con amoniaco.	En la medida en que se pueda llevar a cabo en forma rápida y oportuna el control del incidente, neutralización de las características peligrosas del producto químico y la adecuada disposición de los residuos peligrosos, se minimizarán los efectos y consecuencias directas e indirectas del incidente.
Jenny Elizabeth Girón Mencos	Identificar y realizar propuestas para la implementación de un programa integral de seguridad e higiene industrial que permitirá a toda la organización el control de costos necesarios para reducir emergencias, desastres, tiempos muertos generados por los accidentes y enfermedades ocupacionales.	Se utilizaron herramientas tales como entrevistas a los colaboradores del área e inspecciones en el lugar de trabajo. Estas herramientas se aplicaron para determinar las condiciones en las que se encontraba la división de refrigerados.	Se determinó la necesidad de implementar un programa para poder evitar accidentes y enfermedades de trabajo en el área de estudio. Se diseñaron y determinaron las herramientas a utilizar y las actividades para crear la cultura de seguridad en los colaboradores.	Se determina la necesidad de contar con herramientas de ingeniería que ayudarán a identificar las áreas de riesgo existentes dentro de la empresa. Las soluciones propuestas para la reducción de accidentes en la empresa y fuera de ella, para que no incidieran en los costos, se basaron en la aplicación de métodos de seguros de trabajo como también la observación y supervisión de todas las áreas de operación

Tabla 1. Continuación

Autor	Objetivo	Metodología	Resultados	Conclusiones
United States Enviromental Protection Agency	Publicación de alerta para proteger la salud humana y el medio ambiente mediante la prevención de accidentes químicos.	Conocimiento de las causas y factores contribuyentes en los incidentes asociados a los accidentes químicos. Evaluación de las instalaciones de la Región III, que cuentan con sistemas de refrigeración de amoníaco para determinar sus prácticas y tecnologías de seguridad, así como compartir los conocimientos con estas instalaciones. Exposición de los resultados de las auditorías, incluyendo las deficiencias observadas y las medidas que las instalaciones están tomando para aumentar la seguridad.	Las instalaciones de refrigeración de amoníaco deben ser conscientes de los riesgos potenciales de las emisiones de amoniaco y de las medidas que se pueden tomar para evitar este tipo de lanzamientos. Deben estar preparados para responder apropiadamente si se producen emisiones. Se registran los pasos que las instalaciones de refrigeración de amoniaco pueden tomar para prevenir fugas y reducir la gravedad de las emisiones que ocurren.	Establecer programas de capacitación del sistema de refrigeración de amoniaco. Considerar el uso de una válvula de bola cargada por resorte (válvula de hombre muerto) en conjunto con la válvula de drenaje de aceite en todo el sistema de aceite como una válvula de parada de emergencia. Establecer procedimientos e instrucciones de emergencia sobre qué hacer en caso de una fuga de amoniaco. Realizar simulacros de respuesta de emergencia. El personal de respuesta de emergencia debe adaptarse a su entorno como parte del proceso.
Wendy A. Wattigney, M Stat Nancy Rice, MPH Debbi L. Cooper James M. Drew, BS Maureen F. Orr, MS	Describir la forma en que Hazardous Substances Emergency Events Surveillance (HSEES) identifica las principales causas de incidentes de amoníaco no controlados y actividades metas encaminadas a reducir la frecuencia de estos incidentes.	Fueron examinados incidentes reportados de amoníaco a HSE a nivel nacional. Los programas HSE en todos los departamentos de salud estatales de las empresas se llevaron a cabo y se evaluó la información sobre la prevención basada en datos.	Los incidentes de amoniaco dirigidos en los tres estados HSE que se presentan en gran parte incluyen la fabricación de alimentos, la agricultura y los eventos relacionados con la producción de metanfetamina ilícita. La clave para estas actividades de prevención estaba usando datos HSE específicos de cada estado para identificar los problemas y evaluar la actividad de prevención y el desarrollo de alianzas con otros actores.	HSE datos utilizados para identificar los determinantes de incidentes químicos y sus resultados, y para ayudar a las estrategias de guía a reducir esos casos. La vigilancia de los incidentes químicos aclara las causas y las consecuencias de estos acontecimientos y ayuda a identificar los problemas y medir la eficacia de los programas de prevención.

Tabla 1. Continuación

Autor	Objetivo	Metodología	Resultados	Conclusiones
JEFE DPTO. SALA DE MÁQUINAS LO HERRERA	Desarrollo de un procedimiento para actuar frente a emergencias a causa de fugas de gas amoniaco y prevenir accidentes laborales.	Revisión de los componentes del sistema de refrigeración de la empresa. Elaboración de procedimientos para la atención de lesionados con amoniaco, consideración para la atención de emergencias con amoniaco y protocolo de actuación en caso de fugas con amoniaco.	Procedimiento y actividades para la prevención y atención de emergencias con amoniaco.	Las fugas de refrigerante al medio ambiente en instalaciones de refrigeración, se deben principalmente a accidentes operacionales y/o fallas en los equipos de control y elementos de control. Por ende, es importante la elaboración de guías y documentos para la atención de emergencias con amoniaco, aterrizadas a los escenarios de la compañía.
ELÉCTRICA SANTIAGO S.A. AES GENER S.A.	Contar con lineamientos de acción para enfrentar contingencias durante la operación con materiales peligrosos. Evitar que ocurra una cadena de accidentes que cause un problema mayor que el inicial. Garantizar la seguridad del personal involucrado en las actividades de emergencia y de terceras personas.	El Plan de Contingencia evalúa principalmente los riesgos y las áreas sensibles, determinando los requisitos de equipos, técnicas de control y entrenamiento que se requieren en cada uno de los escenarios presentes de la compañía.	Técnicas para la prevención, identificación y acciones a seguir en caso de incidentes que podrían ocurrir en las instalaciones asociadas al manejo de solución de amoniaco al 25% durante la utilización de éste en cada uno de los componentes del proceso.	Durante la operación y normal funcionamiento de las instalaciones es poco probable la ocurrencia de un incidente grave que genere daños a la propiedad, consecuencias sobre la salud de las personas y efectos negativos sobre el medio ambiente. En el caso que el incidente que da origen a la emergencia no se pueda evitar, se deberán llevar a cabo todas las acciones específicas que se requieran para disminuir los daños y proteger tanto a las personas que trabajan en el área como a las personas que realicen las tareas de control de la emergencia.

Tabla 1. Continuación

Autor	Objetivo	Metodología	Resultados	Conclusiones
Nitratos del Perú	Proponer una respuesta oportuna y eficiente (rápida, coordinada y técnicamente adecuada) en el proyecto Nitratos del Perú, frente a las posibles emergencias que se pudieran suscitar durante las etapas de construcción y operación.	Se ha implementado una organización de emergencias integrada por el personal que labora en las etapas de construcción y operación del proyecto Nitratos del Perú, incluyendo a la plataforma de carga para exportación de amoniaco, con sus respectivas responsabilidades y competencias.	Plan de organización y respuesta estableciendo la organización del personal (desde los operadores hasta los niveles gerenciales), medidas de prevención, control y procedimientos que establecen la forma de responder ante situaciones de emergencia. El plan de contingencia incluye también programas de capacitación, entrenamiento y simulacros con la finalidad de optimizar y disminuir el tiempo de respuesta.	El plan de contingencias se debe soportar en el análisis y evaluación de los riesgos asociados a las actividades ya antes mencionadas, priorizando los riesgos identificados con mayor severidad, debido a que, en caso de ocurrencia, éstos podrían causar daños personales, daños ambientales, y daños materiales significativos para la empresa si no se controla o maneja adecuadamente.
Miguel A. RUIZ BRIONES, Martín RABELERO VELASCO, Laura E. ORTEGA ROSALES, Teresita ÁVALOS MUNGUIA, Lilia F. SÁNCHEZ MORENO, Miguel G. ORTEGA ROSALES, Juan H. PÉREZ LÓPEZ, Víctor GONZÁLEZ ÁLVAREZ	Establecer un comparativo de los perímetros de afectación inicialmente establecidos por la Unidad de Protección Civil Municipal a partir de la Guía de Respuesta a Emergencias para Norteamérica (GRE 2000) y el resultado obtenido a partir del software ALOHA® (Areal Locations Of Hazardous Atmospheres, Environmental Protection Agency, EPA and National Oceanic and Atmospheric Administration, NOAA, USA) así como los resultados de monitoreo directo con tubos reactivos y bombas manuales.	Se consideró la Guía de Respuesta a Emergencias para Norteamérica (GRE, 2000). Evaluaciones por triplicado, con bombas manuales para amoniaco cada 100 metros. Con datos meteorológicos, se utilizó el software de modelos de dispersión ALOHA®. Los resultados de medición a 500 metros registran una concentración de amoníaco de 16 ppm, mientras que el software generó un valor de 27.8 ppm. El accidente se controló en un lapso de 145 minutos por reparación de la fuga.	De los resultados obtenidos se puede concluir, que aunque con software, se tiene “sobre- estimación” de los resultados; su uso es recomendado para permitir que el coordinador general de escena tome decisiones que preserven la integridad de la población civil.	El manejo de incidentes debe involucrar personal capacitado técnica y físicamente, para permitir un adecuado control y mitigación de la emergencia. La participación y apoyo de personal académico, de atención a desastres y un trabajo conjunto con los diferentes organismos de respuesta (Secretaría de Vialidad y Tránsito, Seguridad Pública Municipal, Seguridad Pública Estatal), permiten salvaguardar la integridad de la población civil. Se pudo establecer que los resultados de los perímetros establecidos por la Guía de Respuesta a Emergencias para Norteamérica (GRE, 2000) funcionan durante los primeros minutos de la emergencia.

Tabla 1. Continuación

Autor	Objetivo	Metodología	Resultados	Conclusiones
Internacional Química de Cobre S.A. de C.V.	Con el objeto de reducir los riesgos inherentes a la operación de la empresa dado que utiliza gas amoniaco en una cantidad de entre 1,500kg y 2,000kg mayor a la de reporte para esta sustancia que es de 500kg en los listados de actividades altamente riesgosas, en este estudio se presenta el análisis de riesgo correspondiente.	Metodología HAZZOP *(Hazard and Operability analysis*). Esta metodología comprende las siguientes etapas: 1) Descripción objetiva de la instalación. Se describen los elementos de la instalación y su funcionamiento 2) Definición del objetivo y alcance. Aquí el método consiste en delimitar las áreas del sistema a las cuales se aplica la técnica 3) Definición detallada de los elementos críticos o nodos de estudio 4) Definición de las desviaciones para cada una de las variables de proceso, a partir de las palabras guía.	El resultado de la jerarquización de los posibles riesgos identificados, permitió observar que la interacción de riesgos es poco probable, ya que no existen otros riesgos ambientales que pudieran interaccionar entre sí, por lo que se considera que el riesgo pudiera generarse solamente en la operación con el fluido refrigerante (amoniaco).	Se debe incluir a la población ubicada en las cercanías a la instalación, asistir a los simulacros y capacitación, así como la participación de las dependencias gubernamentales y de protección civil; dicha participación estará enfocada al desarrollo de los simulacros, capacitación, actualización y puesta en práctica de los diversos programas a utilizarse para mejorar la seguridad de la población del municipio. Para lograr una seguridad integral circundante y al interior de la empresa, es necesario no pasar por alto lo siguiente: El plan y programa de mantenimiento es de vital importancia para mantener en condiciones óptimas de operación los equipos y las instalaciones. Los planes de emergencias deberán incluir: medidas de seguridad, equipos de detección, análisis de vulnerabilidad, recuperación, seguridad del personal, y capacitación.

Fuente: elaboración del autor con base en los documentos relacionados.

4.3 MARCO TEÓRICO

4.3.1 Proceso unitario

4.3.1.1 Materia prima

La empresa de productos cárnicos maneja como materia prima para el sistema de refrigeración, el amoniaco NH_3 por sus propiedades térmicas, facilidad de acceso en el mercado y bajos costos.[1] En el anexo D se muestra la ficha técnica del amoniaco.

4.3.1.2 Recepción

- **Operación de carga y descarga de NH_3**
  - **Descarga**. La descripción, precaución, peligros y las verificaciones y acciones previas en la descarga de amoniaco se describen a continuación:

    - Descripción:
      - Asegúrese que haya una cantidad de agua limpia suficiente, fácilmente accesible (500 lt.) ya sea en una ducha de emergencia o en un estanque abierto.
      - Estacione el camión correctamente en relación al sistema de cañerías de descarga de la planta, idealmente en una superficie plana y sin desniveles.
      - Coloque los frenos del camión.
      - Bloquee las ruedas del estanque de transporte con cuñas.
      - Revise las conexiones para las mangueras. Remueva cualquier suciedad o material extraño que hubiese entre los hilos de los niples y reponga la empaquetadura, si ésta no se encuentra o está deteriorada.
      - Retire las mangueras de los portamangueras, revíselas en busca de defectos. Asegúrese que todas las mangueras estén sin torceduras; si esto ocurre, sostenga la abertura de la válvula lejos del cuerpo, fuera del alcance de otras personas presentes y avance en dirección a la torcedura, girando simultáneamente el cuerpo y la manguera.
      - Inspeccione visualmente la manguera en busca de nudos o fugas a través de los acoplamientos. Repare las fugas y reemplace la manguera, si es necesario, antes de proceder a la descarga del estanque.
      - Conecte la manguera de líquido a la válvula de líquido (color rojo) del estanque de transporte y a la válvula de líquido en el conector de la planta de descarga.
      - Conecte la manguera de vapor a la válvula de vapor (amarilla) en el estanque de transporte y a la válvula de vapor en el conector de la planta de descarga.

[1] Fuente: Cofrico Grupo “Refrigeración con Amoniaco”. Consultado el 27 Octubre de 2010. Disponible en Internet: http://www.cofrico.com/newswp/blog/refrigeracion-con-amoniaco/.

- Abra lentamente las válvulas de líquido y vapor del estanque de transporte.
- Abra lentamente las válvulas de líquido y vapor de ambos extremos de las mangueras.
- Verifique que las mangueras y todas las conexiones no tengan filtraciones. Las filtraciones deben ser reparadas antes de iniciar la operación de descarga.
- Abra las válvulas de líquido y vapor en el conector de la planta de descarga.
- Abra las válvulas en el estanque de almacenamiento (o manifold de descarga) conectando la línea de by-pass de la bomba
- Observe las presiones en el estanque de almacenamiento y en el estanque de transporte. Se pueden presentar tres situaciones. Deben ser manejadas como se indica a continuación:
  a) Si la presión en el estanque de transporte es mucho mayor, permita que la presión fuerce al amoniaco líquido a entrar al estanque de almacenamiento hasta que el diferencial de presión sea de 5 a 20 libras, abra en ese momento las válvulas, de vapor en los estanques de transporte y almacenamiento y comience el bombeo.
  b) Si la presión es mayor en el estanque de almacenamiento que en el estanque de transporte, abra la válvula de vapor en el estanque de transporte e iguale las presiones. Entonces comience el bombeo.
  c) Si la presión en los dos estanques es similar, abra la válvula de vapor en el estanque de transporte y comience el bombeo.
- Accione la bomba de descarga, deberá producirse una presión diferencial de al menos 20-30 psi., verifique el paso de líquido abriendo la válvula spitch que posee el equipo.
- Revise el progreso de la descarga cada cierto tiempo, revisando los medidores de nivel de líquido (rotogage) en ambos estanques.
- Una vez descargado el contenido de líquido termine el bombeo.
- Cierre las válvulas de líquido y vapor en el estanque de almacenamiento.
- Cierre la válvula en el estanque de almacenamiento conectada a la línea de by-pass de la bomba
- Cierre las válvulas de líquido y de vapor en los conectores de la planta de almacenamiento.
- Cierre las válvulas de líquido y de vapor en el estanque de transporte.
- Despresurice las mangueras de líquido y vapor.
- Desconecte y guarde las mangueras despresurizadas en los porta mangueras laterales del estanque de transporte.
- Guarde los implementos de seguridad (guantes, anteojos, etc.) usados durante la descarga, en la caja posterior del estanque de transporte.
- Saque las cuñas que bloquean las ruedas del estanque de transporte.

➢ Precaución:
- El operador usará siempre máscara rostro completo, guantes de protección de goma, botas de goma con punta de acero y traje de PVC, en todo el proceso de carga y descarga.
- Si la válvula de líquido (o vapor) se abre muy rápido puede producir el cierre de la válvula de exceso de flujo en el interior del estanque. Si esto sucede proceda de la siguiente manera:

a) Cierre todas las válvulas que mantenía abiertas.
b) Repita las operaciones del numeral 10 en adelante, realizando lentamente la apertura de válvulas.

- No sobrellenar el estanque; el nivel máximo permitido es el 85%. Si la válvula de líquido se abre muy rápido puede producir el cierre de la válvula de exceso de flujo.
- El operador no debe abandonar el área mientras esté descargando el estanque de transporte.
- En caso de no haber bombeo de líquido, puede haberse cerrado la válvula de exceso de flujo, detenga la bomba y proceda según se indica en el numeral 11.
- Es preferible purgar y ventilar las mangueras en agua en lugar de hacerlo a la atmósfera.

➢ Peligros:
- Rotura de tuberías por daño físico.
- Falta de revisión y reposición de mangueras y/o válvulas defectuosas.
- Apertura de válvulas de seguridad causada por falla en el resorte o presión de llenado excesiva.
- Acciones vandálicas.
- Descuido o negligencia del personal de operación.
- Posible falla del estanque.
- Colisión o mala maniobra del vehículo de transporte.
- Las emergencias son causadas por accidentes y los accidentes son causados por personas.

➢ Verificaciones y acciones previas:
- Asegúrese que todos los fittings y válvulas de carga y descarga del estanque y de la instalación estén adecuadamente instalados y bajo mantención periódica.
- Asegúrese que todo el amoniaco esté fuera del sistema, antes de tratar de desmantelar o reparar los fittings y válvulas. Observe si hay formación de escarcha, lo cual es indicación de que hay amoniaco líquido que se está vaporizando.
- Repare inmediatamente cualquier fuga de amoníaco en los equipos. Nunca trate de soldar o tapar las fugas en el estanque; en su lugar saque el amoniaco del interior y repárelo de acuerdo con las normas bajo las cuales el estanque fue fabricado. Cualquier soldadura debe ser hecha solamente después de haber purgado completamente de amoniaco el estanque con agua.
- No abandone las mangueras de trasvasije en el suelo, ni almacene las mangueras de una forma tal que se puedan torcer.
- Tome las mangueras siempre por el cuerpo de la válvula o acoplamiento, nunca por la manilla de la válvula.
- Cuando sea necesario ventear al aire amoniaco con una manguera, en primer lugar tome firmemente la manguera en una mano con la abertura apuntando hacia fuera de usted, en dirección a un área despejada y a favor del viento, de tal forma de que el vapor se aleje de su cuerpo. Abra la

válvula lentamente. Es preferible sumergir el extremo abierto en un tambor con agua.

- Los estanques que se llenan de acuerdo a un nivel de indicador fijo no deben ser llenados sobre el nivel del 85%. El espacio de vapor sobre este nivel es requerido para permitir la expansión del líquido con el aumento de temperatura.
- No coloque nunca su cabeza o cuerpo frente a las aberturas de las válvulas o fittings.
- No use nunca llaves de tuercas para cerrar las válvulas que se operan con manillas, ya que esto no sólo puede dañar el asiento de la válvula, sino que además, puede quebrar el vástago de la misma.[2]

4.3.1.3 Almacenamiento

La tabla 2 muestra el autor, el alcance, las distancias, el diseño de almacenamiento y la infraestructura de seguridad para una planta de refrigeración por amoniaco.

[2] Fuente: Manual de operaciones carga y descarga de amoniaco anhidro, 2004. Empresas Claromon.

Tabla 2. Normas y regulaciones de almacenamiento de amoniaco NH_3.

Autor	Alcance	Distancias	Diseño almacenamiento	Infraestructura de seguridad
Ministerio de Ciencia y Tecnología - España	Aplica a todos los almacenamientos de amoníaco anhidro, con excepción de los siguientes: 1. Los integrados en procesos de fabricación. 2. Las cisternas de transporte y, en general, los almacenamientos en envases móviles. 3. Las grandes tuberías para transporte (amonoductos).	Vía de comunicación pública de circulación rápida: 20 metros. Vía de comunicación pública de tráfico denso y con posibilidad de retenciones: 75 metros. Lugar de concentración de personal de la propia factoría (edificio administrativo, comedor, vestuario): 50 metros. Lugar de concentración del personal de establecimiento industrial ajeno a la propia factoría: 100 metros. Agrupamiento de viviendas: 200 metros. Local de pública concurrencia: 500 metros. Tanque o depósito de producto inflamable de las clases A o B, según MIE-APQ-1, de capacidad superior a 100 m3: diámetro del tanque o depósito de producto inflamable (mínimo 25 metros). Tanque de producto combustible de la clase C, según MIE-APQ-1, de capacidad superior a 100 m3: radio del tanque de producto combustible (mínimo 10 metros).	La capacidad máxima de un tanque o recipiente a presión se determinará de forma que el amoníaco anhidro líquido no ocupe más del 95 por 100 del volumen total, tras dilatarse al incrementar su temperatura hasta la máxima que pueda alcanzar en servicio. Los grados de llenado máximo de amoniaco anhidro para tanques y recipientes a presión de los distintos tipos de almacenamiento serán los siguientes, expresados en kilogramos de amoniaco anhidro por litro de volumen del tanque o recipiente a presión: 1. Almacenamiento refrigerado: 0,64. 2. Almacenamiento semi-refrigerado con temperatura máxima en servicio inferior a 5 °C: 0,60. 3. Almacenamiento no refrigerado: 0,53.	1. Vallas 2. Señalización 3. Protección contra derrames 4. Protección contra incendios 5. Iluminación 6. Indicadores de la dirección y sentido del viento 7. Antorcha 8. Barreras Parachoque 9. Duchas y lava-ojos

Fuente: Ministerio de Ciencia y Tecnología. España. REAL DECRETO 379/2001, de 6 de abril por el que se aprueba el Reglamento de almacenamiento de productos químicos y sus instrucciones técnicas complementarias. Núm. 112 de 10 de mayo de 2001.

4.3.1.4 Infraestructura para su uso

Válvulas

La tabla 3 muestra el tipo, referencia, código y marca de válvulas utilizadas en los sistemas de refrigeración por Amoniaco NH_3.

Tabla 3. Válvulas para sistemas con Amoniaco NH_3

Válvulas			
Tipo	**Referencia**	**Código**	**Marca**
Válvulas de globo rectas roscadas	3800	GA51044007	CMS International
Válvulas de globo rectas roscadas	4400	GA51014010	CMS International
Válvulas de globo rectas bridadas	ASA-150	GA51044018	CMS International
Válvula de alivio	H282, H732, H5112	T14332T0062	EMERSON PROCES MANAGEMENT
Válvula de rosca Reservoir & Vpplicator 1¼" macho npt al tanque	001E664	001E665	Pypeline Mx

Fuente: equipo investigador

Contenedor principal

La tabla 4 muestra el tipo, la referencia, el material y la marca de los contenedores utilizados para almacenar amoniaco en grandes proporciones.

Tabla 4. Tipos de tanques estacionarios para almacenamiento de amoniaco NH_3.

Contenedores			
Tipo	**Referencia**	**Material**	**Marca**
Tanque de la ISO para contenedores de amoníaco líquido 20ft	T50	acero al carbono	SUIZHOU DONGTE AUTOMOBILE Co Ltd.
Tanques de almacenamiento para AMONIACO	CYTSA	NP	INDUSTRIAS GUTIÉRREZ S.A. (INGUSA)
Tanque estacionario 2800L	T2800L	acero al carbono	TATSA

Fuente: equipo investigador

Tuberías

La tabla 5 muestra el tipo, la referencia, el nominal y la marca de las tuberías utilizadas en los sistemas de refrigeración por amoniaco NH_3.

Tabla 5. Tipos de tubería para sistemas de refrigeración de amoniaco NH_3

Tubería			
Tipo	**Referencia**	**Nominal**	**Marca**
Tuberías de polietileno	2900187	1/2“ cts	Pavco gas
Tuberías de polietileno	2900188	1/2“	Pavco gas
Tuberías de polietileno	2900194	3/4“	Pavco gas
Tuberías de polietileno	2900191	2"	Pavco gas
Tuberías de polietileno	2900193	3"	Pavco gas
Tuberías de polietileno	2900196	4"	Pavco gas
Tuberías de polietileno	2900197	6"	Pavco gas

Fuente: equipo investigador

Compresores

La tabla 6 muestra los tipos, las referencias, el material y la marca de los compresores utilizados en sistemas de refrigeración por amoniaco NH_3.

Tabla 6. Compresores para sistemas de refrigeración por amoniaco NH_3.

Compresores			
Tipo	**Referencia**	**Material**	**Marca**
Compresores mono-tornillo	FV (FRIMONT-VILTER)	Compresor rotativo, de desplazamiento positivo que incorpora un tornillo principal y dos rotores	VILTER
Compresores de tornillos	SRC-W & SW	Compresores semiherméticos de doble tornillo	RefComp spa
Compresores de tornillos	Compresor Tipo J	NP	MAYEKAWA

Fuente: equipo investigador

Condensadores

La tabla 7 muestra los tipos, la referencia, la descripción y la marca de condensadoras para sistemas de amoniaco NH_3.

Tabla 7. Condensadores para sistemas de refrigeración por amoniaco NH_3.

Condensadores			
Tipo	**Referencia**	**Descripción**	**Marca**
Condensador evaporativo de agua.	Evaporative condenser Baltimore VXC 150.	Diseño de tiro forzado con ventiladores centrífugos silenciosos y la entrada de aire lateral única para las áreas del plan limitado.	BALTIMORE
Condensador evaporativo de agua.	EWK-E 1260/6	Condensador evaporativo con armazón completamente fabricado de fibra de vidrio, de bajo consumo y ausencia de corrosión.	EWK
Condensador evaporativo de agua.	Evaporative condenser Baltimore Helios PCE.	Estos condensadores tienen un diseño de tiro inducido, con ventiladores axiales de bajo nivel sonoro, con la entrada de aire de cuatro lados para una mayor capacidad.	BALTIMORE

Fuente: equipo investigador

Evaporadores

La tabla 8 muestra el tipo, la referencia, la descripción y la marca de sistemas evaporativos utilizados en plantas de refrigeración por amoniaco NH_3.

Tabla 8. Sistemas de evaporadores para plantas con Amoniaco NH_3.

Evaporadores			
Tipo	**Referencia**	**Descripción**	**Marca**
Evaporador ventilado para Amoniaco	*Evaporador ventilado para Amoniaco 9 - 240 kW | LSA-CSA*	4,5 mm 6 mm - 7,5 mm 10 mm 12 mm de 1 a 6 ventiladores Ø 450 500 630 - 800 mm Funcionamiento silencioso y consumos de energía reducidos 392 modelos de 9 a 240 kW	LU-VE GROUP
Evaporadores para Amoniaco NH3/N	NH3/N AMMONIA	Está compuesta por 4 series principales para alta INHA, media INHM, baja INHB y muy baja temperatura INHT. La versión túnel compuesta de una serie para muy baja temperatura INHT.	INTERSAM
Evaporadores para Amoniaco NH3/N	Serie GNH	Evaporadores cúbicos industriales de gran tamaño con ventiladores trifásicos de 630 y 800mm para trabajar con Amoniaco bombeado, por gravedad o en expansión directa. Fabricados con batería de tubo de acero inoxidable en dos opciones AISI-304L ó AISI-316L expansionado sobre aletas de aluminio.	FRIMETAL

Fuente: equipo investigador

4.3.2 Recursos

4.3.2.1 Operador

La tabla 9 muestra los criterios de desempeño del operario de una planta de refrigeración con amoniaco.

Tabla 9. Criterios de desempeño para operadores de plantas de refrigeración con amoniaco

Objetivo	Actividades de desempeño
Controlar las temperaturas de cámaras y/o fluidos a refrigerar y los parámetros de funcionamiento del sistema	•Verificación de la presión del sistema •Verificación de la temperatura de aspiración y descarga •Verificación de las presiones diferenciales •Verificación de los horómetros •Verificación de los registros de alarmas •Inspecciones visuales.
Realizar las operaciones requeridas para mantener las temperaturas y parámetros dentro de los valores requeridos.	•Poner en servicio y sacar de servicio equipos de refrigeración. •Controlar funcionamiento de equipos secundarios.
Registrar y archivar en forma manual y/o forma magnética, las temperaturas, los parámetros, el manejo de contingencias y elaborar informes.	• Registrar en forma manual y/o forma magnética temperaturas y parámetros de funcionamiento; archivar los registros impresos. • Registrar e informar a los responsables sobre las contingencias surgidas o posibles de ocurrir.
Realizar mantenimiento preventivo y correctivo de los equipos asignados.	• Realizar mantenimiento preventivo de los equipos asignados. • Realizar mantenimiento correctivo de los equipos asignados. • Gestionar reparaciones y/o repuestos de equipos a cargo.
Realizar acciones correctivas verificando normas de higiene y seguridad.	• Aplicar acciones en caso de emergencia o accidentes. • Verificar el cumplimiento de las normas de higiene y seguridad.

Fuente: Ministerio del Trabajo, Empleo y Seguridad Social de la República de Argentina. Norma de competencia laboral de un operador de sistema de refrigeración por compresión de amoníaco. N° de registro: 1613830

Brigadista

La tabla 10 muestra la calificación y las normas de referencia que debe tener un brigadista interior incipiente, según lo establecido en la norma NFPA 1081 Calificación profesional para miembros de bomberos industriales.

Tabla 10. Calificación de grupos de brigadas interior incipiente

Calificación	Normas de referencia

• RDT´s Reportes de Trabajo Seguro
• Comunicaciones
• Plan IPM (Inspección, Prueba y Mantenimiento) de equipos y herramientas para el control de emergencias
• Diligenciamiento de reportes y documentación de la brigada
• Extinción de incendios
  o Uso adecuado de extintores
  o Preservación de área y origen
  o Conservación de la propiedad
• Plan de evacuación
  o Evacuación
  o Comunicación
• Ataque de incendios incipientes
  o Líneas hasta de 125 GPM
• Sistema contra incendios (Fijos)
  o Herramientas y accesorios
  o Chorros
  o Válvulas y sistemas asociados
  o Fuentes de agua
• Plan de Emergencia
• Inspecciones de seguridad
• Inspección de riesgos de incendios
• Materiales Peligrosos (Nivel alertamiento)
  o Identificación y reconocimiento
  o Operaciones defensivas
• Atención prehospitalaria
• Salud ocupacional (Conceptos aplicables a la brigada).
	• Nfpa-1600: manejo de desastres, emergencias y programa para la continuidad de los negocios.
	• Nfpa-600: organización y entrenamiento de brigadas contra incendio privadas.
	• Nfpa-10: extintores portátiles.
	• Nfpa 471: prácticas recomendadas para responder a incidentes de materiales peligrosos.
	• Nfpa-1081 calificación profesional miembros brigadas.
	• Nfpa 1403: maniobras de entrenamiento con fuego vivo
	• Nfpa-1410: operaciones iniciales en el lugar de la emergencia.
	• Nfpa 1561: servicios de emergencia del sistema de administración de incidentes.
	• Nfpa 1961: norma sobre mangueras para incendios.
	• Nfpa 1971: norma sobre trajes y vestidos para combate de incendios estructurales y de aproximación.
	• Nfpa 1981: norma sobre aparatos respiratorios auto-contenidos de circuito abierto SCBA para servicios de emergencia.

Fuente: National Fire Protection Asociation NFPA.

Equipos para la atención de emergencias:

La tabla 11 muestra los equipos requeridos para la atención de emergencias de que debe disponer en la compañía objeto de estudio según sus riesgos y peligros:

Tabla 11. Equipos requeridos para la atención de emergencias

Recursos de la brigada
• 06 Equipos de respiración SCBA, para los niveles de protección A y B. • 02 Equipos portátiles de monitoreo de atmósferas peligrosas. • Sistema de protección contra incendio fijo o portátil. • 01 Binoculares. • 02 Palas plásticas. • 01 Carretillas. • 02 Sillas plásticas para punto de descontaminación. • 03 Cepillos para descontaminación. • 100 Bolsas plásticas para residuos contaminados. • 01 Tambor plástico Overpack de 55 gls con tapa (vacío). • 12 Cilindros de repuesto para equipos auto-contenido SCBA. • 10 Radios portátiles para comunicación punto a punto. • Sistema de comunicación con el Grupo de Comando en el Centro de Control de Emergencias. • 03 Linternas de mano y baterías para operaciones nocturnas. • Sistema de iluminación de emergencia. • 06 Trajes encapsulados valvulares • 08 Trajes para salpicaduras en nitrilo, neopreno, tychem, etc. • 12 Botas de caucho. • 20 Guantes de neopreno. • 12 Máscaras “full face” con cartuchos o filtro para amoníaco. • 12 Medias máscaras con cartuchos o filtros para amoníaco • 3 bultos de Cal

Fuente: Guía de Respuestas a Emergencias GRE, 2012. The Wireless Information System for Emergency Responders (WISER)

4.3.3 Mantenimiento

Preventivo

La tabla 12 muestra las consideraciones y actividades de mantenimiento preventivo de las instalaciones frigoríficas, incluida cualquier reparación, modificación o sustitución de componentes, así como las revisiones periódicas obligatorias, que deberán ser realizadas por una empresa frigorista contratada por la compañía. Las operaciones de mantenimiento preventivo que requieran la asistencia de personal acreditado de otras profesiones (como soldadores y electricistas) deberán ser realizadas bajo la supervisión de una empresa frigorista.

Tabla 12. Elementos operativos en un mantenimiento preventivo

Mantenimiento preventivo	
Consideraciones	**Operación**
La extensión y programa de mantenimiento deberán estar descritos detalladamente en el manual de instrucciones.	Verificación de todos los aparatos de medida control y seguridad así como los sistemas de protección y alarma para comprobar que su funcionamiento es correcto y que están en perfecto estado. Control de la carga de refrigerante. Control de los rendimientos energéticos de la instalación.
Cuando se utilice un sistema indirecto de enfriamiento o calentamiento. De igual manera se procederá con los fluidos auxiliares para refrigeración de los componentes del sector de alta, tales como: recuperadores de calor, condensadores, subenfriadores y enfriadores de aceite.	El fluido secundario deberá revisarse periódicamente, en cuanto a su composición y la posible presencia de refrigerante en el mismo.
La extracción del aceite para sistemas de refrigeración con amoníaco deberá realizarse de manera segura.	Normalmente, tanto el sector de alta y como el de baja presión de un sistema de refrigeración con amoníaco deberán estar equipados con acumuladores de aceite provistos de válvulas de drenaje cuyo fin será extraer del sistema el aceite arrastrado y acumulado. Las conexiones de drenaje de aceite deberán ir equipadas con una válvula normal de corte seguida de una válvula de cierre rápido o bien de un sistema de recuperación, consistente en un pequeño recipiente acumulador de aceite y un conjunto de válvulas que permita aislarlo del sistema del lado líquido, asegurar una desgasificación de la mezcla de aceite refrigerante y cerrar la línea de gas cuando se proceda al drenaje del aceite.
Mantenimiento del aislamiento de las instalaciones frigoríficas.	Revisión semestral de la suportación de cámaras, estado de juntas y uniones con el suelo. Comprobación trimestral del funcionamiento de las válvulas de sobrepresión de las cámaras. Verificación mensual del funcionamiento de la resistencia y hermeticidad de la puerta, cierres, bisagra, apertura de seguridad, alarmas y ubicación del hacha en las cámaras. Retirada del hielo existente alrededor de las válvulas de sobrepresión, suelo y puertas, por lo menos semanalmente. Revisión semestral de los soportes de las tuberías y de la formación de hielo y condensaciones superficiales no esporádicas. Revisión semestral de la apariencia externa del aislamiento.

Fuente. Instrucción if-14 mantenimiento, revisiones e inspecciones periódicas de las instalaciones frigoríficas. Colegio de Ingenieros Técnicos Industriales de Albacete - España.

Correctivo

La tabla 13 muestra las consideraciones y actividades de mantenimiento Correctivo de las instalaciones frigoríficas.

Tabla 13. Elementos operativos en un mantenimiento correctivo

Mantenimiento correctivo	
Consideración	**Operación**
Revisión semestral de la soportación de cámaras, estado de juntas y uniones con el suelo. Comprobación trimestral del funcionamiento de las válvulas de sobrepresión de las cámaras. Verificación mensual del funcionamiento de la resistencia y hermeticidad de la puerta, cierres, bisagra, apertura de seguridad, alarmas y ubicación del hacha en las cámaras. Retirada del hielo existente alrededor de las válvulas de sobrepresión, suelo y puertas, por lo menos semanalmente. Revisión semestral de los soportes de las tuberías y de la formación de hielo y condensaciones superficiales no esporádicas. Revisión semestral de la apariencia externa del aislamiento.	Todos los aparatos de medida control y seguridad, así como los sistemas de protección y alarma deberán ser verificados para comprobar que su funcionamiento es correcto y que están en perfecto estado. Las partes afectadas del sistema de refrigeración serán sometidas a la correspondiente prueba de estanqueidad. Se hará vacío del sector o tramo afectado Se ajustará la carga de refrigerante.
Las soldaduras para acero y cobre deberán ser realizadas por persona cualificada para ello. Si la tubería corresponde a las categorías I, II y III el soldador deberá disponer de un certificado de acreditación.	Dado el elevado riesgo de propagación de incendio que comportan los trabajos de soldadura, en estas instalaciones se pondrá especial atención en su planificación y realización, adoptando medidas de puesta en disposición de medios de extinción adecuados, solicitud de permisos de trabajos previos al titular de la instalación, adoptando métodos de trabajo con reducción al mínimo de los riesgos, de acuerdo con la normativa laboral.
Después de que una válvula de seguridad con descarga a la atmósfera haya disparado deberá ser reemplazada; si no, queda totalmente estancada	

Fuente. Instrucción if-14 mantenimiento, revisiones e inspecciones periódicas de las instalaciones frigoríficas. Colegio de Ingenieros Técnicos Industriales de Albacete - España.

Revisiones periódicas

La tabla 14 muestra las consideraciones y los procedimientos de revisión periódica de las instalaciones refrigeradas por NH_3.

Tabla 14. Elementos operativos en una revisión periódica

Revisiones periódicas	
Consideraciones	**Procedimiento**
Sin perjuicio de lo establecido para el control de fugas, se considerarán los siguientes puntos:	Las instalaciones se revisarán, como mínimo, cada cinco años. Las instalaciones que utilicen una carga de refrigerante superior a 3.000 Kg. y posean una antigüedad superior a quince años se revisarán al menos cada dos años.
Las revisiones periódicas obligatorias comprenderán como mínimo las siguientes operaciones:	Revisión del estado exterior de los componentes y materiales con respecto a posibles corrosiones externas y la protección contra las mismas. Revisión del estado interior de los aparatos multitubulares, una vez vaciados y desmontados los cabezales y las tapas de éstos. Desmontaje de todos los limitadores de presión y elementos de seguridad, comprobación de su funcionamiento y, en caso necesario, calibración, ajuste, reparación o sustitución, tarado a las presiones que correspondan e instalación, de nuevo o por primera vez, en el sistema. Revisión de los recipientes frigoríficos para comprobar si han sufrido daños estructurales, si han estado fuera de servicio por un tiempo superior a dos años o han sufrido alguna reparación. En estos casos, y de acuerdo con lo indicado en la segunda nota del punto 1 del Anexo III del Reglamento de Equipos a Presión, aprobado por el RD 2060/2008, de 12 de diciembre, se realizará una inspección de nivel C tal y como se indica en el punto de la presente Instrucción. Revisión del estado de las placas de identificación procediendo a la reposición de las deterioradas. Revisión del estado de las tuberías. Revisión del estado del aislamiento. En las instalaciones frigoríficas con carga de refrigerante superior a 300 Kg. se comprobará mediante la técnica termográfica el estado del aislamiento de las tuberías y aparatos a presión de acero al carbono aplicando un sistema eficaz de muestreo. Revisión del estado de los detectores de fugas. Revisión del estado de limpieza de las torres de enfriamiento y condensadores evaporativos. Revisión de los equipos de protección personal reglamentarios.
Revisión de los equipos a presión de las instalaciones frigoríficas:	Consistirá en la realización de un control visual de todas las zonas sometidas a mayores esfuerzos y a mayor corrosión, así como de una comprobación de espesores, en el caso de que se detecten corrosiones significativas. En los equipos, incluidas las tuberías, que dispongan de aislamiento térmico no será necesario retirarlo completamente. Se seleccionarán los puntos que puedan presentar mayores riesgos (corrosión interior o exterior, erosión, etc.), se abrirá el aislamiento en los citados puntos y se procederá a comprobar el espesor de paredes. Si se detectan pérdidas de espesores superiores a las previstas en los cálculos técnicos de la instalación, se tomarán las medidas oportunas para corregir estos defectos.

Fuente. Instrucción if-14 mantenimiento, revisiones e inspecciones periódicas de las instalaciones frigoríficas. Colegio de Ingenieros Técnicos Industriales de Albacete - España.

4.3.4 Plan de emergencia

La tabla 15 muestra autores de planes de emergencia para empresas y/o instituciones de emergencias con sus respectivos alcances.

Tabla 15. Planes de emergencia

Autor	Plan	Alcance
Grupo Molymet, Planta Nos	Plan de emergencia de la planta de almacenamiento de amoníaco anhidro.	Instalaciones de la planta de almacenamiento de amoníaco anhidro, Planta Nos, cuya operación y control están bajo la supervisión de la Planta de Productos Puros.
Eléctrica Santiago S.A., del grupo AES GENER S.A.	Plan de contingencia manejo de solución de amoniaco 25%	El plan de contingencia está diseñado para proporcionar una respuesta inmediata y eficaz a cualquier situación de emergencia, con el propósito de prevenir los impactos adversos a la salud humana y, al mismo tiempo, proteger la propiedad en el área de influencia del proyecto.
Asociación de Exportadores de Frutas de Chile, A.G. (ASOEX)	Guía de uso y manejo de amoníaco en la refrigeración de frutas y hortalizas frescas: plan de emergencia	Esta guía y plan de emergencias ha sido desarrollada para frigoríficos de las centrales frutícolas, packings o huertos industriales que funcionan con amoníaco en sus sistemas de refrigeración.
Jorge Enrique Marmolejo	Diseño de procedimientos operativos normalizados para control de emergencias	Diseño de procedimientos operativos normalizados para el control de emergencias en los sectores industriales.

Fuente: equipo Investigador

4.3.4.1 Elementos del programa

La tabla 16 indica los elementos que alimentan y articulan los planes de emergencia y continuidad del negocio, según lo establecido en la norma NFPA 1600 Standard on Disaster/Emergency Management and Business Continuity Programs.

Tabla 16. Elementos del programa

Elementos del programa	Descripción
Evaluación de riesgos	Efectúa un análisis de impacto para determinar el potencial de los riesgos para: 1. Salud y seguridad de personas afectadas en el incidente (lesiones y muerte). 2. Salud y seguridad del personal que responde al incidente. 3. Continuidad de las operaciones 4. Propiedades, facilidades e infraestructura 5. Prestación de servicios 6. El medio ambiente 7. Condiciones económicas y financieras 8. Obligaciones reglamentarias o contractuales. 9. Reputación o confianza de la entidad 10. Consideraciones regionales, nacionales e internacionales Debe incluir: 1. Riegos naturales (geológicos, meteorológicos y biológicos). 2. Eventos causados por humanos (accidentales intencionales). 3. Eventos causados por la tecnología.
Prevención de incidentes	1. Desarrollar estrategias para evitar incidentes a personas, propiedad y ambiente. 2. La estrategia de prevención se actualizará usando información e investigación. 3. Contar con sistema para monitorear los riesgos y ajustar las medidas preventivas de acuerdo al riesgo
Mitigación	1. Implementar estrategias para controlar consecuencias de incidentes que no pueden prevenirse razonablemente. 2. Se basará en resultados de identificación de peligros, evaluación de riesgos. 3. Análisis de impacto, limitaciones del programa, experiencia operacional y análisis de costo-beneficio. 4. Debe incluir acciones temporales y de largo plazo para reducir la vulnerabilidad.
Manejo de recursos y logística	1. Establecer objetivos de manejo de recursos, consistentes con el programa. 2. El manejo de recursos debe incluir personal, equipos, entrenamiento y costos. 3. Establecer procesos para describir, inventariar, solicitar y rastrear recursos. 4. Activar estos procesos antes y durante el incidente. 5. Despachar recursos antes y durante el incidente. 6. Desactivar o recoger los recursos durante o después del incidente. 7. Planes de contingencia para déficit de recursos.

Tabla 16. Continuación

Elementos del programa	Descripción
Ayuda mutua	1. Determinar la necesidad de ayuda. 2. Deben establecerse acuerdos. 3. Deben estar mencionados en el plan aplicable del programa.
Planeación	1. Seguir un proceso que desarrolle planes de prevención, mitigación, respuesta y operaciones de emergencia, continuidad de los negocios y recuperación. 2. Basado en una programación regular o cuando haya cambiado la situación.
Elementos comunes de los planes	1. Contar con objetivos claramente enunciados. 2. Identificar R&R de organizaciones, departamentos, cargos internos/externos. 3. Establecer niveles de autoridad de agencias, organizaciones, departamentos y cargos. 4. Establecer necesidades de recursos y de soporte logístico, procedimientos de manejo de incidentes, de manejo de comunicaciones y flujo de información.
Sistema de manejo de incidentes - SMI	1. Desarrollar un SMI para dirigir, controlar y coordinar las operaciones de respuesta y recuperación. 2. Debe describir R&R organizacionales específicos para el manejo de incidentes. 3. Establecer procedimientos y políticas para coordinar la respuesta, la continuidad y las actividades de recuperación con los asociados involucrados directamente en las operaciones de respuesta, continuidad y recuperación. 4. Las operaciones y respuesta de emergencia deben estar guiadas por un plan de acción de incidentes o de administración por objetivos.
Comunicaciones y alertas	1. Contar con sistemas de comunicaciones para apoyo del programa. 2. Desarrollar y mantener una capacidad confiable para notificar al personal. 3. Probar los sistemas y protocolos de comunicaciones de emergencia para alertar a las personas potencialmente afectadas por una emergencia real o inminente.
Procedimientos operacionales - PON	1. Desarrollar e implementar PON de respuesta y recuperación de las consecuencias incluyendo la salud y seguridad de vidas, estabilización del incidente, continuidad de los negocios/operaciones, conservación de la propiedad y protección del ambiente. 2. Establecer procedimientos para analizar situaciones para evaluar necesidades, daños y la identificación de los recursos necesarios para apoyar las operaciones de respuesta y recuperación. 3. Estos procedimientos deben permitir la iniciación de las actividades de recuperación y mitigación durante la respuesta a emergencias.

Tabla 16. Continuación

Elementos del programa	Descripción
Facilidades	1. Establecer un centro de operaciones primarias y secundarias, físico o virtual, capaz de manejar las operaciones de continuidad, respuesta y recuperación. 2. Identificar instalaciones o facilidades capaces de sustentar las operaciones de continuidad, respuesta y recuperación.
Entrenamiento	1. Desarrollar e implementar programas de entrenamiento y educación y cumplirse rigurosamente. 2. Crear conciencia y afinar las habilidades requeridas para desarrollar, implementar, mantener y ejecutar el programa. 3. Establecerse la frecuencia y alcance del entrenamiento. El personal debe ser entrenado en el sistema de manejo de incidentes de la entidad.
Ejercicios, evaluación y acciones correctivas	1. Evaluar planes, procedimientos y capacidades del programa a través de revisiones, pruebas y ejercicios periódicos. 2. Las revisiones adicionales deben basarse en análisis y reportes post-incidente, lecciones aprendidas y evaluaciones de desempeño. 3. Los ejercicios deben ser diseñados para probar elementos individuales esenciales, elementos interrelacionados, o el plan completo.
Comunicaciones de crisis e información publica	1. Desarrollar procedimientos para diseminar y responder a las solicitudes de información pre-incidente, sobre el incidente y post-incidente, y también ofrecer información al público interno y externo, incluyendo los medios. 2. Un método para coordinar y aclarar la información que se va a entregar. 3. La capacidad de comunicarse con poblaciones con necesidades especiales. 4. Guías/recomendaciones de acciones protectoras (ej.: refugios en el sitio)
Finanzas y administración	1. Desarrollar procedimientos financieros y administrativos para apoyar el programa, antes, durante y después de una emergencia o desastre. 2. Crear y mantener procedimientos para agilizar las decisiones fiscales de acuerdo con los niveles de autoridad y políticas fiscales establecidas. 3. Sistemas de contabilidad para documentar y llevar control de costos. 4. Administración de fondos de fuentes externas.

Fuente: National Fire Protection Asociation NFPA.

4.3.5 Evaluación de riesgos

Método de evaluación matemática para evaluación de riesgos William T. Fine

El método matemático propuesto por WilliamT. Fine para la evaluación de riesgos, se fundamenta en el cálculo del grado de peligrosidad, cuya fórmula es la siguiente:

Grado de peligrosidad = Consecuencia x Exposición x Probabilidad

Como se puede observar, se obtiene una evaluación numérica considerando tres factores:

- Las consecuencias de un posible accidente debido al riesgo.
- La exposición a la causa básica.
- La probabilidad de que ocurra la secuencia del accidente y las consecuencias del mismo.

Las consecuencias son los resultados más probables de un accidente debido al riesgo que se considera, incluyendo desgracias personales y daños materiales. La exposición es la frecuencia con que se presenta la situación de riesgo, siendo tal el primer acontecimiento indeseado que iniciaría la secuencia del accidente. La probabilidad consiste en que una vez presentada la situación de riesgo, los acontecimientos de la secuencia completa del accidente se sucedan en el tiempo, originando accidentes y consecuencias.

Al utilizar la fórmula, los valores numéricos o códigos asignados a cada factor están basados en el juicio del investigador que hace el cálculo.

En la tabla 17 de valoración de riesgo, se indican valores asignados a diversas situaciones de riesgo, correspondientes a los factores definidos.

Tabla 17. Valoración del riesgo

Factor	Clasificación	Valor numérico
Consecuencia C (resultado más probable de un accidente potencial)	a. Varias Muertes; daños superiores a $766.867.000 de pesos	50
	b. Muerte; daño de $153.373.000 a $766.867.000 de pesos	25
	c. Lesiones extremadamente graves (amputación, incapacidad permanente); daños de $15.337.300 hasta $153.373.000 de pesos	15
	d. Lesiones con baja; daños hasta de $15.337.300	5
	e. Heridas leves, contusiones, golpes, pequeños daños.	1
Exposición E (Frecuencia con que ocurre la situación de riesgo)	a. Continuamente (o muchas veces al día)	10
	b. Frecuentemente (aproximadamente una vez al día)	6
	c. Ocasionalmente (de una vez por semana a una vez al día)	3
	d. Raramente (se sabe que ocurre)	1
	e. Remotamente posible (no se sabe que haya ocurrido)	0,5
Probabilidad P (Probabilidad de que la secuencia del accidente se complete)	a. Es el resultado más probable y esperado si la situación de riesgo tiene lugar	10
	b. Es completamente posible, nada extraño tiene una posibilidad del 50%	6
	c. Sería una secuencia o coincidencia rara, 10%	3
	d. Sería una coincidencia remotamente posible. Se sabe que ha ocurrido: probabilidad del 1%	1
	e. Nunca ha ocurrido en muchos años de exposición, pero concebible	0,5
G.P. = C x E x P		
G.P. ≥ 200	Se requiere corrección inmediata, la actividad debe ser detenida hasta que el riesgo se haya disminuido	
200 ≥ G.P. ≥ 85	Actuación urgente, requiere atención lo antes posible	
85 < G.P.	El riesgo debe ser eliminado sin demora pero la situación no es una emergencia	

Fuente: FINE, William. Evaluación matemática para control de riesgos. Barcelona: Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo, 1973.

4.3.5.1 I.N.S.H.T: Análisis de riesgos mediante el árbol de sucesos

Método establecido por el Instituto Nacional de la Seguridad e Higiene en el Trabajo de España, como herramienta fundamental para controlar los riesgos y evitar los daños a la salud derivados del trabajo, ahorrando costos sociales y económicos al país y a su propia empresa.

Este método está desarrollado para que cualquier empleado de la compañía, junto con el empresario quien en última instancia es quien es el responsable de garantizar la seguridad y salud de los trabajadores, y quien tenga los conocimientos propios del lugar, proceso, locación, y requisitos legales y complementos entre otros. Para dicho fin es importante que se tenga en cuenta los siguientes ítems:

Información

Normas legales y otros, riesgos conocidos y características de su sector, datos de accidentes y enfermedades profesionales de su sector y causas, datos y enfermedades profesionales sobre su empresa y otros.

Identificación de peligros

Ambientes generales de las áreas de trabajo internas o externas, maquinaria, herramientas, medios de transporte, productos químicos, procesos, etc. Para llevar a cabo la identificación de peligros hay que preguntarse tres cosas:

- ¿Existe una fuente de daño?
- ¿Quién (o qué) puede ser dañado?
- ¿Cómo puede ocurrir el daño?

Complementariamente se puede desarrollar una lista de preguntas, tales como: durante las actividades de trabajo, ¿existen los siguientes peligros?:

- Golpes y cortes.
- Caídas al mismo nivel.
- Caídas de personas a distinto nivel.
- Caídas de herramientas, materiales, etc., desde altura.
- Espacio inadecuado.
- Peligros asociados con manejo manual de cargas.
- Peligros en las instalaciones y en las máquinas asociados con el montaje, la consignación, la operación, el mantenimiento, la modificación, la reparación y el desmontaje.
- Peligros de los vehículos, tanto en el transporte interno como el transporte por carretera.
- Incendios y explosiones.
- Sustancias que pueden inhalarse.
- Sustancias o agentes que pueden dañar los ojos.
- Sustancias que pueden causar daño por el contacto o la absorción por la piel.
- Sustancias que pueden causar daños al ser ingeridas.
- Energías peligrosas (por ejemplo: electricidad, radiaciones, ruido y vibraciones).
- Trastornos músculo-esqueléticos derivados de movimientos repetitivos.
- Ambiente térmico inadecuado.
- Condiciones de iluminación inadecuadas.
- Barandillas inadecuadas en escaleras.

La lista anterior no es exhaustiva. En cada caso habrá que desarrollar una lista propia, teniendo en cuenta el carácter de sus actividades de trabajo y los lugares en los que se desarrollan.

Identificación de trabajadores expuestos

Probabilidad de que ocurra el daño: La probabilidad de que ocurra el daño se puede graduar, desde baja hasta alta, con el siguiente criterio:

Probabilidad alta: el daño ocurrirá siempre o casi siempre
Probabilidad media: el daño ocurrirá en algunas ocasiones
Probabilidad baja: el daño ocurrirá raras veces

A la hora de establecer la probabilidad de daño, se debe considerar si las medidas de control ya implantadas son adecuadas. Los requisitos legales y los códigos de buena práctica para medidas específicas de control, también juegan un papel importante. Además de la información sobre las actividades de trabajo, se debe considerar lo siguiente:

- Trabajadores especialmente sensibles a determinados riesgos (características personales o estado biológico).
- Frecuencia de exposición al peligro.
- Fallos en el servicio. Por ejemplo: electricidad y agua.
- Fallos en los componentes de las instalaciones y de las máquinas, así como en los dispositivos de protección.
- Exposición a los elementos.
- Protección suministrada por los EPP y tiempo de utilización de estos equipos.
- Actos inseguros de las personas (errores no intencionados y violaciones intencionadas de los procedimientos):

La tabla 18 da un método simple para estimar los niveles de riesgo de acuerdo a su probabilidad estimada y a sus consecuencias esperadas.

Tabla 18. Método para estimar los niveles de riesgo

		CONSECUENCIAS		
		Ligeramente dañino	**Dañino**	**Extremadamente dañino**
Probabilidad	**Baja**	Riesgo trivial	Riesgo tolerable	Riesgo moderado
	Media	Riesgo tolerable	Riesgo moderado	Riesgo importante
	Alta	Riesgo moderado	Riesgo importante	Riesgo intolerable

Fuente: Ministerio de Trabajo y Asuntos Locales – España. Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo. Evaluación de Riesgos Profesionales, 1997.

Valoración global de riesgos: es necesario valorar la probabilidad de que los elementos peligrosos identificados produzcan a los trabajadores un daño (accidente, enfermedad, etc.), así como su gravedad en las condiciones en que se utilizan habitualmente en la empresa.

Los niveles de riesgos indicados en la tabla anterior, forman la base para decidir si se requiere mejorar los controles existentes o implantar unos nuevos, así como la temporización de las acciones.

La tabla 19 muestra un criterio sugerido como punto de partida para la toma de decisión.

La tabla también indica que los esfuerzos precisos para el control de los riesgos y la urgencia con la que deben adoptarse las medidas de control, deben ser proporcionales al riesgo.

Tabla 19. Riesgos y acciones

Riesgo	Acción y temporización
TRIVIAL	No se requiere acción específica
TOLERABLE	No se necesita mejorar la acción preventiva. Sin embargo, se deben considerar soluciones más rentables o mejoras que no supongan una carga económica importante. Se requieren comprobaciones periódicas para asegurar que se mantiene la eficacia de las medidas de control.
MODERADO	Se deben hacer esfuerzos para reducir el riesgo, determinando las inversiones precisas. Las medidas para reducir el riesgo deben implantarse en un periodo determinado. Cuando el riesgo moderado está asociado con consecuencias extremadamente dañinas, se precisará una acción posterior para establecer, con más precisión, la probabilidad de daño como base para determinar la necesidad de mejora de las medidas de control.
IMPORTANTE	No debe comenzarse el trabajo hasta que se haya reducido el riesgo. Puede que se precisen recursos considerables para controlar el riesgo. Cuando el riesgo corresponda a un trabajo que se está realizando, debe remediarse el problema en un tiempo inferior al de los riesgos moderados.
INTOLERABLE	No debe comenzar ni continuar el trabajo hasta que se reduzca el riesgo. Si no es posible reducir el riesgo, incluso con recursos ilimitados, debe prohibirse el trabajo.

Fuente: Ministerio de Trabajo y Asuntos Locales – España. Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo. Evaluación de Riesgos Profesionales, 1997.

Evaluación especifica de ciertos riesgos: si considera que no se dispone de conocimientos y medios para la evaluación en casos tales como: riesgos de tecnologías nuevas, riesgos de equipos o instalaciones complejas, riesgos para la salud de determinados productos químicos, es necesario recurrir a un servicio de prevención externo.

Un paso preliminar a la evaluación de riesgos es preparar una lista de actividades de trabajo, agrupándolas en forma racional y manejable. Una posible forma de clasificar las actividades de trabajo es la siguiente:

- Áreas externas a las instalaciones de la empresa.
- Etapas en el proceso de producción o en el suministro de un servicio.
- Trabajos planificados y de mantenimiento.
- Tareas definidas

Para cada actividad de trabajo puede ser preciso obtener información, entre otros, sobre los siguientes aspectos:

- Tareas a realizar. Su duración y frecuencia.
- Lugares donde se realiza el trabajo.
- Quién realiza el trabajo, tanto permanente como ocasional.
- Otras personas que puedan ser afectadas por las actividades de trabajo (por ejemplo: visitantes, subcontratistas, público).
- Formación que han recibido los trabajadores sobre la ejecución de sus tareas.
- Procedimientos escritos de trabajo, y/o permisos de trabajo.
- Instalaciones, maquinaria y equipos utilizados.
- Herramientas manuales movidas a motor.
- Instrucciones de fabricantes y suministradores para el funcionamiento y mantenimiento de planta, maquinaria y equipos.
- Tamaño, forma, carácter de la superficie y peso de los materiales a manejar.
- Energías utilizadas (por ejemplo: aire comprimido).
- Sustancias y productos utilizados y generados en el trabajo.
- Estado físico de las sustancias utilizadas (humos, gases, vapores, líquidos, polvo, sólidos).
- Contenido y recomendaciones del etiquetado de las sustancias utilizadas.
- Medidas de control existentes.
- Organización del trabajo.[3]

[3] Ministerio del Trabajo y Asuntos Locales – España. Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo. Evaluación de riesgos laborales, 1997.

4.3.6 Análisis de vulnerabilidad FEMA

La Agencia Federal para el Manejo de Emergencias (FEMA, por sus siglas en inglés), cuya parte de su misión promueve “Guiar a América hacia la preparación, prevención, respuesta y recuperación de los desastres”, ha desarrollado metodologías para la evaluación de las emergencias.

Una de ellas es conocida como el “Análisis de Vulnerabilidad”, el cual es un método mixto de análisis de riesgos para determinar cuáles emergencias son prioritarias de atender por parte de una organización. Este modelo permite un enfoque integral, en donde se analizan diversas variables, entre ellas: impactos al negocio, necesidad de recursos internos - externos e impacto sobre las personas, y el medio ambiente.

El análisis de vulnerabilidad permite evaluar la siguiente información:

- La extensión de la zona vulnerable debida a una liberación de materiales peligrosos y las condiciones que influyen en el lugar del impacto.
- El tamaño y tipo de población dentro de la zona afectable.
- La propiedad pública o privada que pueda ser dañada, incluyendo los sistemas de soporte y las rutas o corredores de transporte.

A la vez se puede medir y obtener la siguiente información:

- Probabilidad de que una liberación ocurra y cualquier condición ambiental inusual, o la posibilidad de incidentes simultáneos que se generen a raíz de una en particular.
- El tipo de daño o lesión a la población y los grupos de riesgos asociados.
- El tipo de daño a la propiedad (temporal, reparable, permanente).
- Tipo de daño al ambiente (recuperable o permanente).

Estos tres últimos garantizarán mediante la respectiva evaluación de riesgos, determinar la severidad de las consecuencias. Adicionalmente, permitirán comparar sitios y establecer prioridades en la planeación de emergencias.

4.3.6.1 Análisis de vulnerabilidad cualitativo

Método I.N.S.H.T: Análisis de riesgos mediante el árbol de sucesos

Método establecido por el Instituto Nacional de la Seguridad e Higiene en el Trabajo de España.

Analisis de vulnerabilidad FEMA Hazard Vulnerability Analysis and Risk Assessment

El propósito de esta metodología es verificar los impactos de las amenazas sobre las comunidades y la necesidad de llevar a cabo un análisis de vulnerabilidad de peligros y evaluación de riesgos para saber lo que está en juego.

4.3.6.2 Análisis de vulnerabilidad cuantitativo

Evaluación matemática para control de riesgos

Método propuesto por el ingeniero William T. Fine

NTP 330: Sistema simplificado de evaluación de riesgos de accidente

Esta metodología permite cuantificar la magnitud de los riesgos existentes y, en consecuencia, jerarquizar racionalmente su prioridad de corrección.

4.4 MARCO LEGAL

La tabla 20 muestra los requerimientos legales establecidos para los planes de emergencia y continuidad del negocio en Colombia.

Tabla 20. Normas, Leyes y decretos colombianos de obligatoriedad de los planes de emergencia

Norma	Descripción
Ley 9 de 1979 Código Sanitario Nacional	Artículo 501. Cada Comité de Emergencias, deberá elaborar un plan de contingencia para su respectiva jurisdicción con los resultados obtenidos en los análisis de vulnerabilidad. Además, deberán considerarse los diferentes tipos de desastre que puedan presentarse en la población respectiva. El Comité Nacional de Emergencias elaborará, para aprobación del Ministerio de Salud, un modelo con instrucciones que aparecerá en los planes de contingencia. Artículo 502. El Ministerio de Salud coordinará los programas de entrenamiento y capacitación para planes de contingencia en los aspectos sanitarios vinculados a urgencias o desastres.
Resolución 2400 de 1979 Estatuto de Seguridad Industrial	"Por el cual se establecen disposiciones sobre vivienda, higiene y seguridad industrial en los establecimientos de trabajo".
Decreto 614 de 1984	"Por el cual se determinan las bases para la organización de administración de salud ocupacional en el país".
Ley 46 de 1988	"Por la cual se crea y organiza el Sistema Nacional para la Prevención y Atención de Desastres, se otorga facultades extraordinarias al Presidente de la República y se dictan otras disposiciones".
Resolución 1016 de 1989	"Por la cual se reglamenta la organización, funcionamiento y forma de los programas de Salud Ocupacional que deben desarrollar los patronos o empleadores en el país".
Ley 100 de 1993	"Por la cual se crea el Sistema de Seguridad Social Integral".
Decreto 1295 de 1994	"Por el cual se determina la organización y administración del Sistema General de Riesgos Profesionales".
Decreto 3888 de 2007	"Por el cual se adopta el Plan Nacional de Emergencias y Contingencia para Eventos de Afluencia Masiva de Público y se conforma la Comisión Nacional Asesora de Programas Masivos y se dictan otras disposiciones".
Ley 322 de 1996. Sistema Nacional de Bomberos	Artículo 1. La prevención de incendios es responsabilidad de todas las autoridades y los habitantes del territorio colombiano. En cumplimiento de esta responsabilidad los organismos públicos y privados deberán contemplar la contingencia de este riesgo en los bienes inmuebles tales como parques naturales, construcciones, programas y proyectos tendientes a disminuir su vulnerabilidad.

Fuente: equipo investigador

5. METODOLOGÍA

5.1 TIPO DE ESTUDIO

Según Hernández, Fernández y Baptista (2006), hay diferentes tipos de estudios tales como exploratorios, correlacionales y descriptivos. El presente proyecto se basa en un estudio descriptivo, ya que busca definir las propiedades y describir tanto las características como los perfiles más importantes a tener en cuenta en una posible emergencia por fuga masiva de amoniaco, el cual es analizado teniendo en cuenta el impacto que pudiese tener hacia personas, grupos y/o comunidades, relacionando una serie de factores y midiendo cada información relacionada con la planta de productos cárnicos en el municipio de Caloto – Cauca.

El objetivo principal de este proyecto es brindar un documento alineado, organizado y en función a las políticas de la compañía, de una situación específica relacionada a fugas de amoniaco, que permitirá a todos los organismos y personas que intervienen en la atención de este tipo de incidentes, facilitar las comunicaciones y optimizar el uso de recursos disponibles.

Dicho procedimiento tendrá que estar soportado bajo las premisas del ¿qué tipo de sustancia es?, ¿cómo se comporta?, ¿dónde está contenida y de qué forma?, ¿de qué está fabricado el recipiente donde está contenida la sustancia?, ¿cómo está distribuido su sistema (rack) de tuberías?, ¿cuánta cantidad de sustancia se almacena?, con el fin de medir su impacto y su capacidad de respuesta.

5.2 POBLACIÓN

En este proyecto la población está definida por las instalaciones que conforman la compañía de productos cárnicos, ubicada en el municipio de Caloto-Cauca,

incluyendo equipos, materiales y herramientas utilizadas en las emergencias, al igual que los 25 brigadistas que conforman la Brigada Integral de Emergencias. Adicionalmente, para la realización de este proyecto se tendrán en cuenta algunos aspectos del parque industrial y poblaciones aledañas.

5.3 MUESTRA DE REFERENCIA

Se utiliza una muestra no probabilística y de conveniencia debido a que no se utilizan procedimientos por casualidad, sino que dependen del criterio y competencia del investigador. En este proyecto se seleccionaron las áreas de:

- Generación como área de estudio.
- Las áreas geográficas comprendidas entre Puerto Tejada y Villa Rica - Cauca para medir el impacto desde el punto de vista de impacto crítico hacia el entorno.

5.4 DESCRIPCIÓN POR OBJETIVO ESPECÍFICO

Para el cumplimiento de los objetivos específicos se llevaron a cabo las siguientes actividades de la metodología:

- Para alcanzar el objetivo específico número uno se realizaron las siguientes actividades: la evaluación del plan de emergencias de la compañía y sus procedimientos de atención de emergencias con amoniaco se realizó de acuerdo con el anexo A. Este instrumento obtiene información sobre el proceso a intervenir, el lugar geográfico o de ubicación de la compañía, la fecha de realización, el número de ítem, el área específica, el hallazgo encontrado, la probabilidad de ocurrencia del evento y la severidad con la que este riesgo podría afectar la compañía. Actualmente, la compañía tiene implementado un análisis de vulnerabilidad propio pero con un alcance limitado para el tipo de

riesgos y escenario presentes en la compañía. Posteriormente, se realizó el análisis de vulnerabilidad de la empresa con base en la guía técnica colombiana GTC 45; luego, la información se digitalizó en un procesador de datos. Debido a que el análisis de vulnerabilidad se encontraba muy general y sin el enfoque de acuerdo a los riesgos de la compañía, se procede al diseño e implementación de una metodología acorde con la actividad, políticas y dimensiones de la compañía. Una vez diseñado, se establecen unas actividades de visitas, reuniones y entrevistas a personal clave con el fin de evaluar cada uno de los aspectos del proceso relacionado con amoniaco de la compañía.

- Para alcanzar el objetivo específico número dos se realizaron las siguientes actividades: los lineamientos del procedimiento se diseñaron acorde con las base técnica y estructural de la norma NFPA 1600 (*Standard on Disaster/Emergency Management and Business Continuity Programs*), para revisar y establecer los criterios de manejo y actuación de los diferentes niveles de la compañía según su plan de emergencia actual. En esta actividad se analizan fichas técnicas y demás documentación relacionada con el proceso actual de cargue y manejo del amoniaco en todo su proceso productivo. Contiguo a esto, se diseñan los formatos a utilizar y la metodología de actuación en caso de un incidente con amoniaco en la compañía para los niveles estratégicos, tácticos y de tarea, al igual que los grupos de ayuda interinstitucional del área. Adicionalmente, se establece un plan de entrenamiento con el nivel de tarea (brigada, grupo de mantenimiento) Esto con el fin de mejorar las competencias para la atención de emergencias definiendo y aplicando cuáles son sus roles antes, durante y después de una emergencia para garantizar un buen desempeño durante un incidente.

- Para la implementación del tercer objetivo, se realizó una simulación, en la cual se analiza el impacto que pudiese generar a las personas, el ambiente, la

comunidad, los activos y la imagen de la compañía. Esto con el fin de establecer los lineamientos a tener en cuenta antes, durante y después de una emergencia según la magnitud del evento, y a la vez calcular el escalonamiento de la situación en el momento de una pérdida de control de la situación.

6. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

6.1 EVALUACIÓN

Evaluación del procedimiento implementado actualmente para el manejo de emergencias por fuga de amoniaco, considerando los riesgos que presenta el sistema de distribución del mismo en la planta de producción y sobre las personas, el ambiente, la comunidad, los activos y la imagen de la compañía ante una emergencia.

6.1.1 Introducción de la evaluación

La empresa de producción de alimentos cárnicos, está ubicada en el municipio de Caloto - Cauca. Tiene la necesidad de implementar un procedimiento para el control de emergencias con amoniaco y para dicho fin requiere de un diagnóstico que identifique las oportunidades de mejora requeridas para la implementación del procedimiento. El objetivo del diagnóstico es identificar las oportunidades de mejora de los procedimientos actuales realizados por la empresa ante una fuga de amoniaco.

6.1.2 Trabajo de campo

Para el respectivo trabajo de campo se elabora una lista de chequeo con los tendiente a evaluar los parámetros respecto al proceso, atención y recursos con que cuenta la compañía para la atención de incidentes relacionados con fuga de $NH_{3.}$ Posteriormente, se procede a medir y analizar mediante el análisis de vulnerabilidad de la compañía cuál es el valor de riesgo y prioridad frente a las políticas establecidas.

6.1.2.1 Lista de chequeo

El anexo E muestra los resultados de la verificación realizada en la empresa en cuanto al procedimiento actual del manejo de emergencias por fuga de NH_3.

6.1.2.2 Análisis de vulnerabilidad

El anexo F muestra la metodología utilizada y establecida en la empresa para realizar el análisis de vulnerabilidad para las partes interesadas.

6.1.3 Análisis de resultados

A continuación se muestra el análisis de los resultados arrojados por la lista de chequeo y el análisis de vulnerabilidad.

6.1.3.1 Comunicación

La tabla 21 muestra los resultados de los hallazgos relacionados con la comunicación interna y externa con que cuenta la compañía.

Tabla 21. Análisis de resultados de comunicación interna y externa

ÍTEM	ÁREA	HALLAZGOS	P	S	R	ACCIONES O RECOMENDACIONES	P	S	RR	Observaciones
1	PARQUE INDUSTRIAL	La compañía no cuenta con un directorio actualizado del parque industrial donde se encuentran ubicados	4	20	80	Se recomienda de inmediato disponer de un directorio con los teléfonos fijos y directos del personal clave de seguridad industrial, salud ocupacional o HSE de las empresas de todo el parque industrial.	4	5	20	

P Probabilidad, S Severidad, R Riesgo, RR Riesgo Residual

Fuente: equipo investigador

6.1.3.2 Alarma

La tabla 22 muestra los resultados de los hallazgos relacionados con los sistemas de alarma para detección temprana al igual que el aviso oportuno de posibles incidentes relacionados con amoniaco.

Tabla 22. Análisis de resultados de sistemas de alarma de detección temprana

ÍTEM	ÁREA / PROCESO	HALLAZGOS	P	S	R	ACCIONES O RECOMENDACIONES	P	S	RR	Observaciones
1	SISTEMA DE MONITOREO	Se presentan fallas de detección temprana de fugas debido a interferencia con el sistema de radiofrecuencia de los radios de la empresa, al igual que los materiales aislantes de las cubiertas y estructuras.	**4**	**10**	**40**	Realizar de inmediato y por medio del proveedor del sistema de monitoreo una evaluación de los equipos, al igual que pruebas con el fin de mejorar y evitar el cruce de la señal de los receptores del sistema con la señal de comunicación de los radios. De ser necesario, instalar repetidoras y cambiar las frecuencias de los sensores.	**3**	**2**	**6**	
2	VIGILANCIA Y ALARMA	La compañía no cuenta con un sistema de monitoreo de video de sus áreas internas.	2	2	4	Se recomienda a futuro poder contar con un sistema de monitoreo con video cámaras de sus áreas internas y externas para tener acceso remoto y en tiempo real de la situación.	2	2	4	
3	SISTEMAS DE DETECCIÓN CONTRA INCENDIOS	La compañía no cuenta con un sistema de monitoreo y alarma de detección de incendios	4	10	40	Es importante instalar un sistema de detección de humo y/o llama en las áreas de operación, así como de pulsadores de alarma en cada una de éstas, con el fin de poder identificar a tiempo las situaciones de posible emergencia.	4	5	20	

P Probabilidad, S Severidad, R Riesgo, RR Riesgo Residual

Fuente: equipo investigador

6.1.3.3 Evacuación

La tabla 23 muestra los resultados de los hallazgos relacionados con el proceso de evacuación provisto para la compañía, así como de los recursos requeridos.

Tabla 23. Análisis de resultados del proceso y recursos de evacuación de la compañía

ÍTEM	ÁREA/PROCESO	HALLAZGOS	P	S	R	ACCIONES O RECOMENDACIONES	P	S	RR	Observaciones
1	SONIDOS	No se tiene una configuración de sonidos de alarma para identificar los posibles escenarios de emergencias presentados en la empresa	4	10	40	Identificar dentro del plan de evacuación sonidos de alarma con el fin de mantener avisado al personal de cualquier situación de emergencia, o el llamado a tiempo de la brigada, así como el correcto y debido desarrollo de evacuación de la planta.	3	5	15	
2	LÍDERES DE EVACUACIÓN	La compañía no cuenta con líderes de evacuación	3	20	60	Es importante poder vincular líderes de evacuación por cada área de la compañía, con el fin de garantizar una adecuada evacuación y control durante este proceso.	3	10	30	
3	FORMATOS	No se tienen configurados formatos ni sistemas de conteo del personal que se encuentra dentro de la empresa.	3	20	60	El número de personal que alberga la compañía, junto al número de personal contratista es significativo. Para esto es importante contar con un sistema rápido de identificación temprana del número de personas que ingresan o salen en un momento determinado de la planta.	3	10	30	
4	RUTAS DE SALIDA	La compañía no cuenta con rutas de salida alternas a la principal.	2	20	40	Autorizar dos rutas de acceso de salida adicionales a la principal, una por el área noreste y otra por el área noroeste.	2	10	20	

P Probabilidad, S Severidad, R Riesgo, RR Riesgo Residual

Fuente: equipo investigador

6.1.3.4 Proceso

La tabla 24 muestra los resultados de los hallazgos relacionados con los procesos dirigidos al control de posibles emergencias de la compañía.

Tabla 24. Análisis de resultados de los procesos dirigidos al control de posibles emergencias de la compañía

ÍTEM	ÁREA/PROCESO	HALLAZGOS	P	S	R	ACCIONES O RECOMENDACIONES	P	S	RR	Observaciones
1	CONTENEDOR PRINCIPAL	Contenedor principal de amoniaco sin señalización e identificación en sus tuberías. Dificultad en un momento dado para la atención oportuna o adecuada de una emergencia.	3	2	6	Se recomienda señalizar toda el área de generación al igual que todo el sistema de tuberías de la empresa, identificando y rotulando válvula por válvula. Adicionalmente es importante contar con un mapa donde se identifique cada válvula y tubería con su respectivo número de rotulación.	3	1	3	
2	PROCEDIMIENTOS DE ATENCIÓN DE EMERGENCIAS	No se cuenta con procedimientos específicos para la atención de emergencias con materiales peligrosos en la compañía.	4	20	80	El riesgo inminente del amoniaco requiere una atención inmediata de cualquier situación de emergencia que se presente. Para esto es importante tener los criterios y actividades configuradas con la brigada para poder dar una adecuada respuesta, disminuir el impacto a la población y garantizar el rescate de víctimas en un tiempo prudente.	4	10	40	
3	BRIGADA	La brigada no cuenta con entrenamiento específico para atención de emergencias con amoniaco, atención de lesionados e incendios.	5	20	100	La brigada de la compañía no tiene los conocimientos básicos para la atención de este tipo de situaciones. Es importante generar un entrenamiento desde tres perspectivas: atención de lesionados en la industria, atención de incendios en la industria y atención de emergencias con amoniaco en plantas refrigeradas.	4	5	20	

P Probabilidad, S Severidad, R Riesgo, RR Riesgo Residual

Fuente: equipo investigador

6.1.3.5 Recursos

La tabla 25 muestra los resultados de los hallazgos relacionados con los recursos requeridos para el control de posibles emergencias de la compañía.

Tabla 25. Análisis de resultados de los recursos dirigidos al control de posibles emergencias de la compañía

ÍTEM	ÁREA/PROCESO	HALLAZGOS	P	S	R	ACCIONES O RECOMENDACIONES	P	S	RR	Observaciones
1	CONTENCIÓN DE FUGAS	No se cuenta con equipos y herramientas para la contención de fugas en los diferentes tipos de contenedores, válvulas y tuberías que posee la compañía.	4	20	80	Es importante poder tener acceso a kit de fugas de derrame para amoniaco en contenedores de 5.000 Kg., al igual que para el control de fugas en tuberías. Adicionalmente, es importante tener un kit de neutralización de agua amoniacal con el fin de neutralizarla.	4	5	20	
2	SISTEMA CONTRA INCENDIOS	No se cuenta con sistema hidráulico de incendios en la planta.	4	20	80	La compañía actualmente tiene tubería y gabinetes en algunas áreas pero no cuenta con una bomba contra incendios. Teniendo en cuenta el material de fabricación de la estructura de la empresa y algunos sistemas que funcionan con electricidad, se requiere el sistema de inmediato. Para poder tener control de nubes amoniacales presentes durante una emergencia con este material, el agua es fundamental para bajar las concentraciones que se presenten.	4	5	20	
3	RECURSOS	No se tienen configurados computadores portátiles con la información con conexión remota a la plataforma de la compañía.	3	5	15	Es importante poder tener información del plan de emergencia, junto con directorios e información técnica y administrativa importante de manera portátil para poder desplazarla y ser utilizada a tiempo en el momento que se requiera.	3	2	6	

Tabla 25. Continuación

ÍTEM	ÁREA/PROCESO	HALLAZGOS	P	S	R	ACCIONES O RECOMENDACIONES	P	S	RR	Observaciones
5	MANGABELETAS	Se encuentran en estado sub-estándar	4	20	80	Las mangabeletas actuales se encuentran demasiado deterioradas, y no informan de la dirección del viento. Esto es importante, ya que le permitirá a los brigadistas como al líder de evacuación de la compañía poder tener información y criterio hacia donde deberá evacuar o situarse para la atención de la emergencia.	4	5	20	
6	EQUIPOS PORTÁTILES DE DETECCIÓN	No se cuenta con equipos portátiles para detección de amoniaco	3	20	60	Es importante poder adquirir equipos para la detección remota de amoniaco, a fin de garantizar una buena actuación de la brigada y una adecuada toma de decisiones.	3	5	15	

P Probabilidad, S Severidad, R Riesgo, RR Riesgo Residual
Fuente: equipo investigador

6.1.3.6 Grupos de ayuda mutua e interinstitucional

La tabla 26 muestra los resultados de los hallazgos relacionados con la capacidad de respuesta que darían los grupos de ayuda mutua e interinstitucional en el momento de una fuga o incidente de gran magnitud.

Tabla 26. Análisis de resultados de los recursos dirigidos al control de posibles emergencias de la compañía

ÍTEM	ÁREA/PROCESO	HALLAZGOS	P	S	R	ACCIONES O RECOMENDACIONES	P	S	RR	Observaciones
1	GRUPOS DE AYUDA	Los grupos de ayuda interinstitucional del área no cuentan con equipos adecuados y en las cantidades requeridas para la atención de emergencias por fuga de amoniaco.	5	20	100	Es importante que la compañía adquiera sus recursos propios para la atención de emergencias, ya que por su ubicación y entorno geográfico el tiempo de atención sería más o menos de 45 minutos a una hora, ya que Jamundí, Palmira o Cali, tendrían que prestar la atención.	5	10	50	El parque industrial no cuenta con planes de ayuda mutua e interinstitucional. Es importante poder empezar acercamientos con ellos para gestionar planes acordes a los riesgos de cada compañía.

Fuente: equipo investigador

6.1.4 Conclusiones

Los instrumentos utilizados permitieron evaluar el riesgo de la compañía respecto a elementos importantes como son comunicación, alarma, evacuación, procesos de emergencia, recursos y planes de ayuda mutua, concretando lo siguiente:

- La compañía no dispone de una política fuerte en el tema plan de emergencia y continuidad del negocio; por ende, no maneja recursos particulares que permitan gestionar adecuadamente los requerimientos encontrados.

- La capacidad de respuesta de los grupos de ayuda interinstitucional es limitada, lo cual indica que no podrían en un momento dado dar un adecuado apoyo y servicio para minimizar el impacto y la afectación al parque industrial.

- Los recursos actuales con los que cuenta la compañía para la atención de incidentes con incendios y/o fuga de NH_3 no son en número los adecuados; se requiere de tres o cuatro equipos mínimo adicionales completos para la atención de emergencias con amoniaco y es de vital importancia el sistema contra incendio, lo cual ayudará en un caso dado a bajar la concentración de la nube amoniacal que se pueda presentar.

- Se requiere de entrenamiento inmediato a la brigada en temas de comportamiento del amoniaco, cuáles son sus riesgos en las personas, el ambiente, la comunidad, los activos y la imagen y de qué manera se debe afrontar una situación de emergencia.

- El sistema de detección de amoniaco de la compañía presenta demasiadas fallas de interferencia, por lo cual es necesario hablar con el proveedor para realizar los correctivos inmediatos y la instalación de equipos de ampliación de las señales del sistema para brindar la cobertura adecuada y requerida.

6.1.5 Recomendación

Se recomienda diseñar un Procedimiento Operativo Normalizado para el Control de Emergencias con Amoniaco de la planta ubicada en Caloto – Cauca, con el fin de establecer instructivos específicos de actuación para el personal de la brigada y los grupos de ayuda mutua e interinstitucional en las instalaciones de la empresa.

6.2 DISEÑO DEL PROCEDIMIENTO PARA LA ATENCIÓN DE EMERGENCIAS POR FUGA DE AMONIACO EN UNA PLANTA DE PRODUCTOS CÁRNICOS EN CALOTO – COLOMBIA

6.2.1 Objetivo

Determinar, describir, detallar, especificar y asegurar el manejo táctico y de tarea necesario para el combate y control de posibles emergencias que puedan presentarse dentro de la planta y con áreas específicas y previamente seleccionadas debido a su nivel de complejidad y vulnerabilidad.

6.2.2 Alcance

Aplica para la atención de emergencias por fuga de amoniaco de la planta ubicada en el parque industrial de Caloto - Cauca.

6.2.3 Definiciones

- Equipo estratégico para el manejo de crisis: grupo de ejecutivos de la alta gerencia que conocen la filosofía y estructura general de respuesta a emergencias y deben establecer objetivos estratégicos corporativos y planes de acción para los posibles escenarios que puedan generar crisis que tengan el potencial de afectar la continuidad del negocio.

- Equipo estratégico para el manejo del incidente: grupo de responsables de implementar los planes de acción local para la respuesta a posibles emergencias, teniendo en cuenta las prioridades tácticas definidas y que deben

desempeñarse en el QUÉ HACER en cuanto a la dirección, comunicaciones, control y manejo estratégico de posibles emergencias, al igual que garantizar todos los recursos que sean necesarios para evitar posibles lesiones a la comunidad, usuarios y empleados, el impacto al medio ambiente, tiempo de interrupción de las actividades económicas y sociales, así como las consecuencias de las posibles emergencias.

- Coordinadores de escena: son los jefes y/o supervisores de planta responsables del manejo táctico de emergencias del área donde pueda ocurrir un evento indeseado, quienes deben interactuar con el equipo estratégico para el manejo del incidente y desempeñarse en forma técnica en él CÓMO asegurar la evacuación del personal del sitio específico del incidente y el control específico de la emergencia mediante el uso eficiente de los recursos humanos y materiales asignados a su sitio de trabajo.

- Brigadas integrales de emergencia: personal competente que utiliza los procedimientos y recursos en forma eficiente para el control puntual de emergencias bajo la dirección del líder de la brigada y HACER LA TAREA de forma segura antes, durante y después de una posible emergencia. El líder recibe le soporte directo de los coordinadores de escena, oficial de seguridad y soporte táctico.

- Coordinador y líderes de evacuación: personal competente que tiene pleno conocimiento de las instalaciones y puede seguir los procedimientos específicos para evacuación de las instalaciones donde están asignados y que pueden HACER LA TAREA de forma técnica, antes, durante y después de una posible emergencia que obligue a evacuar las instalaciones de forma parcial o total.

6.2.4 Consideraciones

- El plan de emergencia debe estar disponible para su consulta, tanto en medio escrito como en medio magnético.

- Debe ser dado a conocer a todos brigadistas de la sede, para que estén comprometidos con su aplicación y tengan claras las responsabilidades con el mismo, para lo cual se debe establecer el cronograma de re-inducciones en cada sede, y verificar que el tema de plan de emergencia, siempre esté incluido en la inducción general de personal nuevo, contratistas visitantes y comunidad.

- El mayor énfasis del plan de emergencia debe estar en las acciones de prevención, para lo cual es necesario analizar periódicamente las amenazas tratando de identificar acciones para eliminar su ocurrencia mediante cambios de ingeniería o similares. En caso de no poder realizar prevención, se deben reforzar las acciones de preparación, que incluyen: inspecciones periódicas, señalización, sistemas de protección contra incendio, sistemas de alarma, comunicaciones, equipos seguros, capacitación y entrenamiento.

- El área de Salud Integral, es la responsable de liderar el diseño y asesoría del plan de emergencia.

- El plan de emergencia debe ser diseñado para cubrir los riesgos por amenazas naturales y ocasionadas por el hombre las 24 horas del día.

- El responsable de la implementación del plan de emergencia en cada sede es el Comité de Emergencias.

- El plan de emergencia de cada sede del negocio cárnico, debe tener en cuenta en la fase de respuesta, la implantación de planes de ayuda mutua con las empresas públicas y privadas cercanas geográficamente.

- El Comité de Emergencia de cada sede, debe incluir el tema de plan de emergencia en la planeación anual de presupuesto.

- El Área de Formación, en coordinación con el Equipo de Salud Integral, diseñará las acciones de capacitación y entrenamiento sobre el plan de emergencias.

6.2.5 Normas y otros

- Política de salud ocupacional y seguridad industrial de la empresa de productos cárnicos.
- Política ambiental de la empresa de productos cárnicos
- Matriz de Riesgos de la empresa de productos cárnicos
- Ley 9ª enero 24 de 1979, normas para preservar, conservar y mejorar la salud de los individuos en sus ocupaciones.
- Resolución 02400 mayo 22 de 1979.
- Decreto 614 de marzo 14 de 1984, bases para la organización y administración de salud ocupacional en el país.
- Decreto 1016 de 1989 marzo 31 de 1989, organización, funcionamiento y forma de los programas de salud ocupacional que deben desarrollar los patronos o empleadores en el país.
- Resolución 2013 de junio 6 de 1986, reglamentación a la organización y funcionamiento de los comités de medicina, higiene y seguridad industrial en los lugares de trabajo.
- Ley 321 de 1999 Plan Nacional de Contingencia.
- Decreto 1609 julio 31 de 2002, transporte terrestre automotor de mercancías peligrosas por carreteras.
- Normas NFPA:
  - 1600 Manejo de desastres, emergencias y programas para la continuidad de los negocios.

- 1561 Sistema de administración de incidentes para servicios de emergencia.
- 1410 Entrenamiento para operaciones iniciales en el lugar de la emergencia.
- 600 Brigadas industriales contra incendios.
- 30 Líquidos combustibles e inflamables.
- 472 Norma sobre competencia profesional del personal de respuesta ante incidentes con materiales peligrosos.
- 10 Extintores portátiles.
- 11 Espumas de baja, media y alta expansión.
- 1971 Vestidos de protección personal.
- 1981 Equipos de respiración autónoma SCBA.
- 1982 Sistema de alarma de protección personal.

6.2.6 Niveles de operación

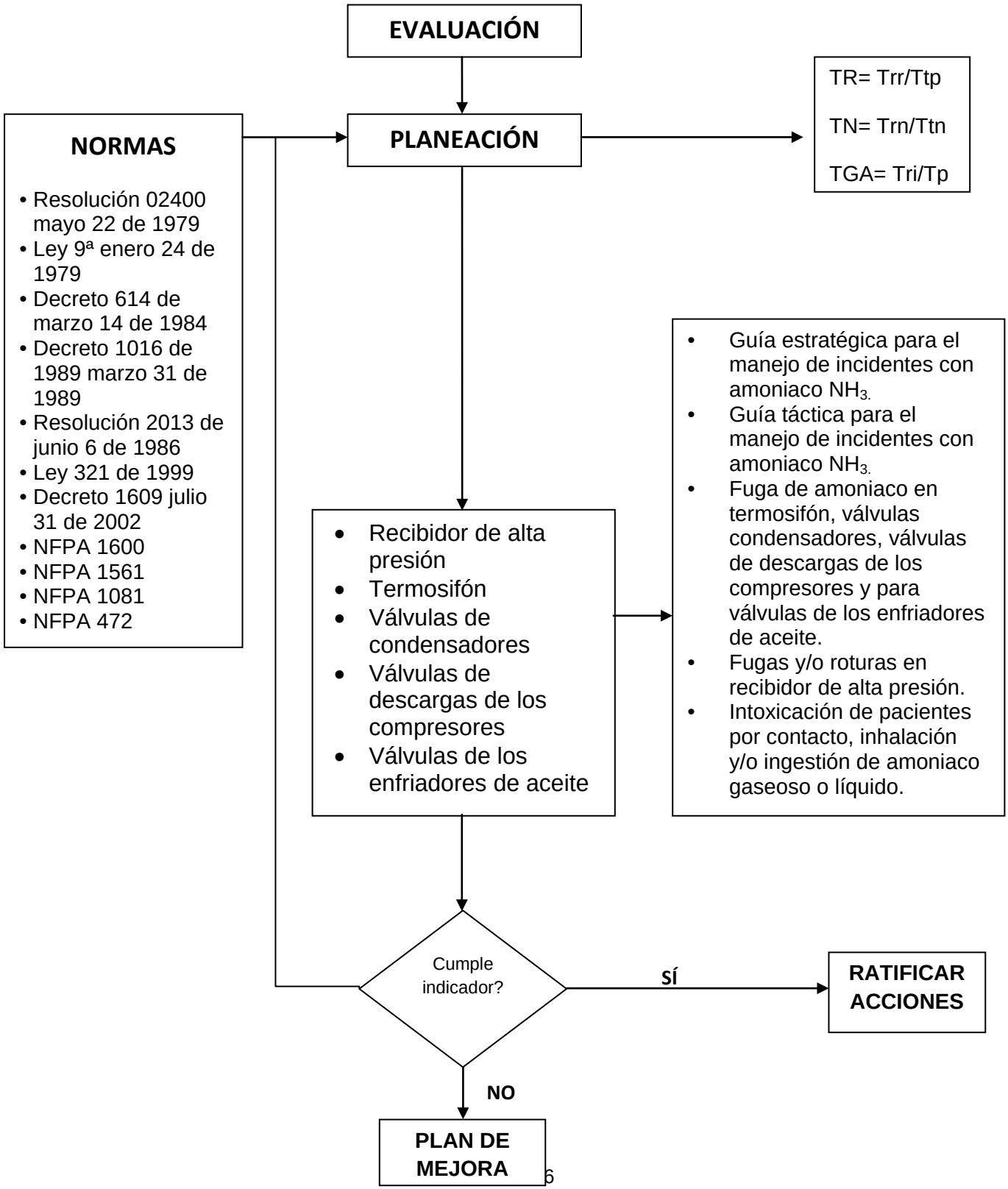
La tabla 27 indica los niveles de acción, las funciones, el campo de acción y los documentos operativos de soporte para emergencias con amoniaco NH_3 del plan de emergencia propuesto para la compañía.

Tabla 27. Niveles de organización para la atención de emergencia dentro de la compañía

NIVEL DE ACCIÓN	FUNCIONES	CAMPO DE ACCIÓN	DOCUMENTOS OPERATIVOS
ESTRATÉGICO	COORDINAR FUNCIONES **QUÉ HACER**	GLOBAL (TOTAL)	Guía estratégica para el manejo de incidentes (Anexo G)
TÁCTICO	COORDINAR PROCESOS Y RECURSOS	DIRIGIDA A LA ZONA DONDE SE PRESENTÓ EL PROBLEMA PUNTUAL Y LIMITADA AL ÁREA AFECTADA	Guía táctica para el manejo de incidentes con amoniaco (Anexo H)
	CÓMO HACERLO		
TAREA	IMPLEMENTA Y UTILIZA RECURSOS **HACERLO**	CUMPLEN CON TAREAS EXACTAMENTE EN LUGARES ESPECÍFICOS EVACUACIÓN DE PACIENTES	Instructivos Operativos Normalizados (Anexo I)

Fuente: equipo investigador

6.2.7 Diagrama de proceso del procedimiento general de actuación para emergencias por fuga de NH_3



6.2.7.1 Evaluación

En el numeral 6.1 se muestra la metodología desarrollada para la realización de la evaluación.

6.2.7.2 Planeación

La tabla 28 muestra los elementos de entrada del proceso de planeación

Tabla 28. Elementos del proceso de planeación

Norma	Descripción
Ley 9ª enero 24 de 1979	Normas para preservar, conservar y mejorar la salud de los individuos en sus ocupaciones
Resolución 02400 mayo 22 de 1979	Estatuto de seguridad industrial.
Decreto 614 de marzo 14 de 1984	Bases para la organización y administración de salud ocupacional en el país
Decreto 1016 de 1989 marzo 31 de 1989	Organización, funcionamiento y forma de los programas de salud ocupacional que deben desarrollar los patronos o empleadores en el país.
Resolución 2013 de junio 6 de 1986	Reglamentación a la organización y funcionamiento de los comités de medicina, higiene y seguridad industrial en los lugares de trabajo
Ley 321 de 1999	Plan nacional de contingencia
Decreto 1609 julio 31 de 2002	Transporte terrestre automotor de mercancías peligrosas por carreteras
NFPA 1600	Manejo de desastres, emergencias y programas para la continuidad de los negocios
NFPA 1561	Sistema de administración de incidentes para servicios de emergencia
NFPA 1410	Entrenamiento para operaciones iniciales en el lugar de la emergencia
NFPA 600	Brigadas industriales contra incendios.
NFPA 30	Líquidos combustibles e inflamables
NFPA 472	Norma sobre competencia profesional del personal de respuesta ante incidentes con materiales peligrosos
NFPA 10	Extintores portátiles
NFPA 1971	Vestidos de protección personal
NFPA 1981	Equipos de respiración autónoma SCBA
NFPA 1081	Calificación profesional para miembros de bomberos industriales
Política de Salud Ocupacional	Declara el compromiso hacia la Salud Ocupacional, definiendo responsabilidades en todos los niveles de la organización en la implementación del Programa y cumplimiento de todos los aspectos normativos que para esto haya lugar.

Fuente: equipo investigador

6.2.7.3 Verificación

Se realiza utilizando las ecuaciones planeadas en la tabla 29, la cual muestra los indicadores que se manejan para medir la gestión del procedimiento.

Tabla 29. Indicadores para medir la gestión

Indicador	Ecuación
Tiempo de respuesta (TR)	TR= Trr Tiempo real de respuesta Ttp Tiempo teórico proyectado
Tiempo de notificación de la emergencia (TN)	TN =Trn Tiempo real de la notificación Ttn Tiempo teórico de la notificación
Tiempo de respuesta de grupos de ayuda (TGA)	TGA= Tri Tiempo real de respuesta de las instituciones Tp Tiempo proyectado

Fuente: equipo investigador

6.2.7.4 Plan de acción

A continuación se describen las guías estratégicas establecidas para el control administrativo y operativo de la emergencia de los niveles estratégico y táctico de la empresa en el caso de una fuga con amoniaco NH_3.

Guía estratégica para el manejo de incidentes

Proporciona una orientación de la secuencia de acciones para la atención, el manejo y control operativo y administrativo del incidente relacionado con amoniaco NH_3. Entre las acciones están las de comunicaciones y alarma, respuesta a requerimientos o apoyo logístico: transporte, mantenimiento, alimentos y bebidas, materiales, aislamiento del área, vigilancia etc. El anexo G muestra la guía establecida para este nivel.

Guía táctica para el manejo de incidentes

Es la descripción de la forma técnica como debe llevarse la secuencia del combate y/o control de una emergencia en la empresa, el proceso o las personas que

resulten afectadas por amoniaco NH_3. Están enunciadas las decisiones generales que deben tenerse en cuenta para el control táctico del incidente, el cual está bajo la responsabilidad del Coordinador de Escena (Coordinador de Salud Integral), el soporte inmediato del Oficial de Seguridad y el soporte táctico. El anexo H muestra la guía establecida para este nivel.

6.2.8 Instructivos Operativos Normalizados para el control específico de emergencias - IONEs

Para efectos de organización, clasificación y operatividad del procedimiento del nivel de tarea de la compañía, los siguientes IONEs se adjuntan a este documento:

- ION No 01: Instructivo Operativo Normalizado para fugas y/o roturas en termosifón, válvulas de condensadores, válvulas de descargas de los compresores y para válvulas de los enfriadores de aceite (ver anexo I).

- ION No 02: Instructivo Operativo Normalizado para fugas y/o roturas en recibidor de alta presión (ver anexo J).

- ION No 03: Instructivo Operativo Normalizado para la atención de pacientes por intoxicación en contacto, inhalación y/o ingestión de amoniaco gaseoso o líquido (ver anexo K).

6.2.9 Registro de revisiones y/o modificaciones realizadas a este documento

Tabla 30. Registro de revisiones y/o modificaciones

No. Revisión	Fecha	Sección y pagina	Cambios realizados	Cargo / firma del responsable de la revisión	Cargo / firma del responsable de la Aprobación
01	24-07-12	Todas	Nuevo Procedimiento		

Fuente: equipo investigador

6.3 SIMULACIÓN DE UNA FUGA

6.3.1 Introducción

La implementación del Procedimiento Operativo Normalizado para el control de emergencias permitirá tener una atención más acertada y aproximada a la situación más crítica esperada. Para poder revisar cuál es el impacto que tendría una emergencia de fuga de amoniaco, se desarrolló una simulación técnica en el programa WISER, especializado en la proyección de incidentes para equipos de primera respuesta, grupos de atención médica y equipos especializados de materiales peligrosos.

6.3.2 Definiciones

- Rit (Riesgo de inhalación toxica): es un gas o líquido volátil tan tóxico que puede causar un riesgo a la salud del ser humano durante su transporte. En ausencia de toxicidad en humanos, se presume que es tóxico durante su transporte.

- Zonas de riesgo: no representan un área o distancia. La asignación de estas zonas está en función de su concentración letal 50 (CL50).

- Distancia de aislamiento inicial: se refiere al área ALREDEDOR del incidente en la cual la población puede estar expuesta a concentraciones tóxicas de materiales peligrosos en dirección contraria al viento (es decir, a barlovento) y que ponen en peligro la vida en la dirección hacia la cual sopla el viento (es decir, sotavento).

- Zona de acción protectora: se refiere al área del incidente EN FAVOR DEL VIENTO en la cual la población se puede ver incapacitada o inhabilitada para tomar la acción de protección y/o sufrir graves e irreversibles efectos en la salud.

- Distancias de evacuación: distancia de concentración de la población que ha salido de un área amenazada hasta un lugar seguro.

- Acciones de protección: son aquellos pasos tomados para preservar la salud y la integridad de los que responden a la emergencia y de la población, durante un incidente que involucre liberación de materiales peligrosos

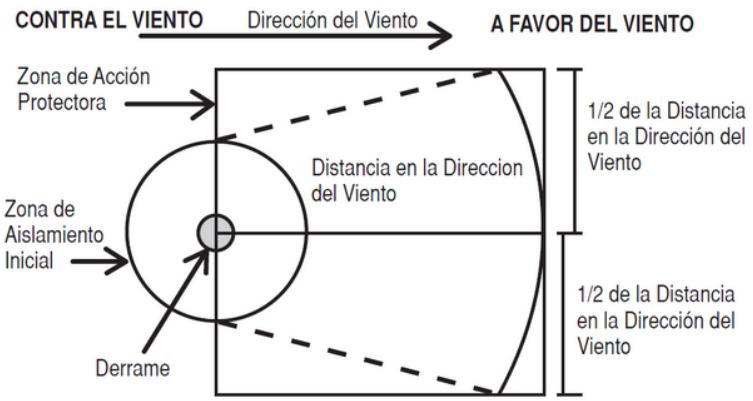
- Derrame: se refiere al lugar específico del derrame.

- Derrame pequeño: es el que involucra un solo envase pequeño (ej., hasta un tambor de 208 litros, (55 galones EE.UU), cilindro pequeño o una fuga pequeña de un envase grande.

- Derrame grande: es aquél que involucra un derrame de un envase grande, o múltiples derrames de muchos envases pequeños.

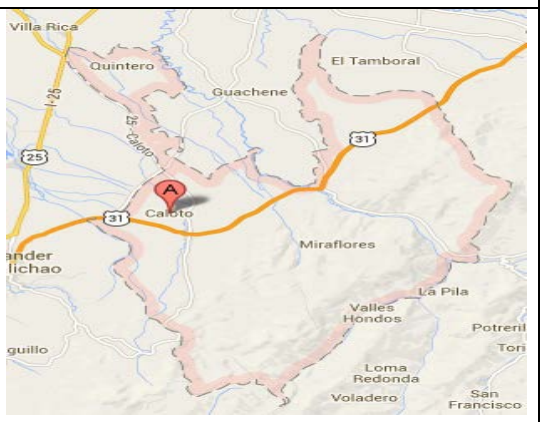
- Día: es cualquier momento después de la salida del sol y antes del atardecer.

- Noche: es cualquier momento entre el atardecer y la salida del sol.



6.3.3 Caracterización de la simulación

Tabla 31. Características de la simulación

Información Técnica	Descripción geográfica
Municipio: Caloto Cauca	
Georeferenciación: 3° 12´24.29´´N, 76° 25´16. 29´´O	
Municipios aledaños: Puerto Tejada, Villarrica, Caloto	

Fuente: equipo investigador

6.3.4 Simulación derrame o fuga de amoniaco pequeña día

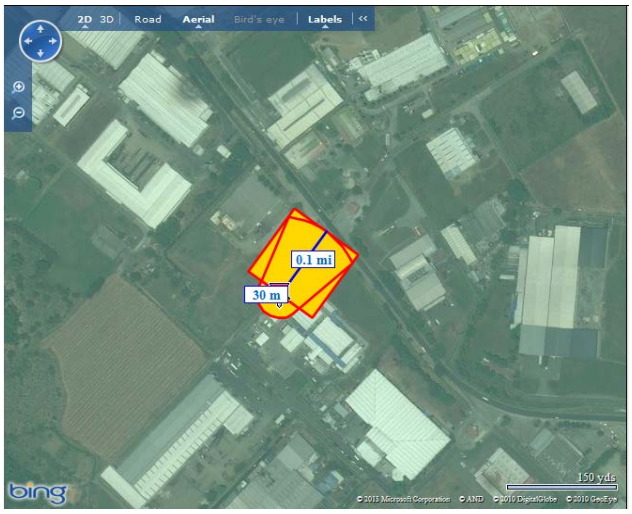
La tabla 32 muestra los elementos de entrada para la simulación en software WISER, de un evento de fuga pequeña (hasta 208 litros, 55 galones EE.UU) de amoniaco en el día.

Tabla 32. Elementos de entrada del programa de simulación – derrame pequeño día

Variables	Valores
Selección del perfil	Primer respondiente
Nombre de la sustancia	Ammonia Anhydrous
Tipo de imagen	3D Aerea
Georeferenciación	3° 12´24.29´´N, 76° 25´16. 29´´O
Selección de tipo de material y estado	Ammonia Anhydrous
Dirección del viento	Sur-Oeste hacia el Nor-Oeste
Tipo de fuga	Pequeña
Tiempo del día	Día
Hora (militar)	800

Fuente: equipo investigador

Tabla 33. Resultados de la simulación – derrame pequeño día

Zona	Área	Lugar comprometido	Ilustración
Derrame	0	Contenedor principal	
Zona de aislamiento inicial	30 metros	El diámetro va desde el callejón contiguo a la empresa hasta entrada principal edificio.	
Zona de acción protectora	2 (Rectángulo de 80 m x 40 m en dirección a la fuga)	Contenedor principal hasta vía principal en línea recta - zona de proceso carne hasta bodega empresa Polilone.	
Distancia en la dirección del viento	0,1 millas (160 metros)	Desde el contenedor principal hasta la portería de la etapa 1 del parque.	

Fuente: equipo investigador

6.3.5 Simulación derrame o fuga de amoniaco grande día

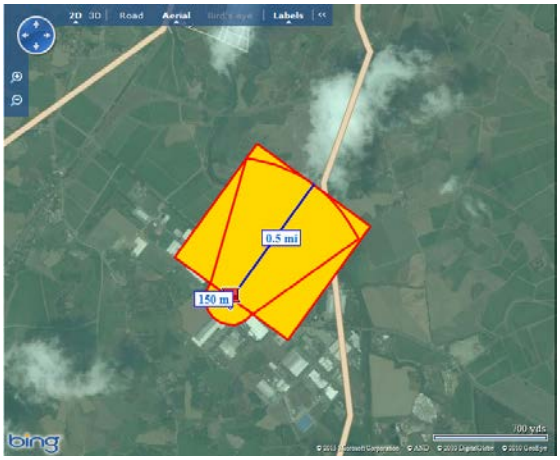
La tabla 34 muestra los elementos de entrada para la simulación en software WISER, para un evento de una fuga grande (más de 208 litros, 55 galones EE.UU) de amoniaco en el día.

Tabla 34. Elementos de entrada del programa de simulación – derrame grande día

Variables	Valores
Selección del perfil	Primer respondiente
Nombre de la sustancia	Ammonia Anhydrous
Tipo de imagen	3D Aerea
Georeferenciación	3° 12´24.29´´N, 76° 25´16. 29´´O
Selección de tipo de material y estado	Ammonia Anhydrous
Dirección del viento	Sur-Oeste hacia el Nor-Oeste
Tipo de fuga	Grande
Tiempo del día	Día
Hora (militar)	800

Fuente: equipo investigador

Tabla 35. Resultados de la simulación – derrame grande día

Zona	Área	Lugar comprometido	Ilustración
Derrame	0	Contenedor principal	
Zona de aislamiento inicial	30 metros	El diámetro va desde la empresa Polilone hasta empresa de fabricación de refrigeradores.	
Zona de acción protectora	2 (Rectángulo de 80 m x 40 m en dirección a la fuga)	Empresa de lacteos hasta zona de maniobras Parque Industrial del Cauca etapa III.	
Distancia en la dirección del viento	0,5 millas (805 metros)	Desde el contenedor principal en línea recta 160 metros.	

Fuente: equipo investigador

6.3.6 Simulación derrame o fuga de amoniaco pequeña noche

La tabla 36 muestra los elementos de entrada para la simulación en software WISER, para un evento de una fuga pequeña (menos de 208 litros, 55 galones EE.UU) de amoniaco en la noche.

Tabla 36. Elementos de entrada del programa de simulación – derrame pequeño noche

Variables	Valores
Selección del perfil	Primer respondiente
Nombre de la sustancia	Ammonia Anhydrous
Tipo de imagen	3D Aerea
Georeferenciación	3° 12´24.29´´N, 76° 25´16. 29´´O
Selección de tipo de material y estado	Ammonia Anhydrous
Dirección del viento	Sur-Oeste hacia el Nor-Oeste
Tipo de fuga	Pequeña
Tiempo del día	Noche
Hora (militar)	20:00

Fuente: Equipo Investigador

Tabla 37. Resultados de la simulación – derrame pequeño noche

Zona	Área	Lugar comprometido	Ilustración
Derrame	0	Contenedor principal	
Zona de aislamiento inicial	30 metros	El diámetro va desde el callejón contiguo a la empresa hasta entrada principal edificio.	
Zona de acción protectora	2 (Rectángulo de 80 m x 40 m en dirección a la fuga)	Contenedor principal hasta zona de maniobras Parque Industrial del Cauca III – contenedor principal hasta zona de tránsito vehicular Parque Industrial del Cauca II.	
Distancia en la dirección del viento	0,1 millas (160 metros)	Desde el contenedor principal hasta zona de maniobras Parque Industrial del Cauca I	

Fuente: equipo investigador

6.3.7 Simulación derrame o fuga de amoniaco grande noche

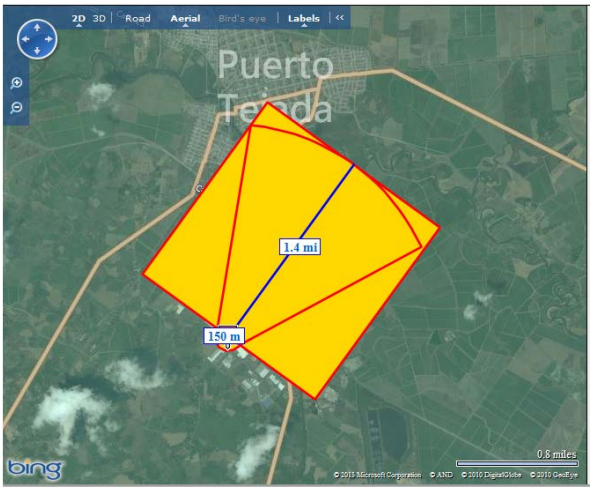
La tabla 38 muestra los elementos de entrada para la simulación en software WISER, para un evento de una fuga grande (más de 208 litros 55, galones EE.UU) de amoniaco en el día.

Tabla 38. Elementos de entrada del programa de simulación – derrame grande noche

Variables	Valores
Selección del perfil	Primer respondiente
Nombre de la sustancia	Ammonia Anhydrous
Tipo de imagen	3D Aerea
Georeferenciación	3° 12´24.29´´N, 76° 25´16. 29´´O
Selección de tipo de material y estado	Ammonia Anhydrous
Dirección del viento	Sur-Oeste hacia el Nor-Oeste
Tipo de fuga	Grande
Tiempo del día	Noche
Hora (militar)	2000

Fuente: Equipo Investigador

Tabla 39. Resultados de la simulación – derrame grande noche

Zona	Área	Lugar comprometido	Ilustración
Derrame	0	Contenedor principal	
Zona de aislamiento inicial	30 metros	El diámetro va desde el callejón contiguo a la empresa hasta entrada principal edificio	
Zona de acción protectora	2 (Rectángulo de 80 m x 40 m en dirección a la fuga)	Todo el Parque Industrial del Cauca, sumado a carreteras de acceso Puerto Tejada Villarica, Puerto Tejada Candelaria. En este plano todos los barrios del sur de Puerto Tejada después del río tendrían que ser evacuados.	
Distancia en la dirección del viento	1,4 millas (2.253 metros)	Desde el contenedor principal hasta 2.253 metros en línea recta.	

Fuente: equipo investigador

6.3.8 Conclusiones

- Las políticas de seguridad y salud ocupacional de la compañía deben ser reforzadas con el fin de asignar recursos significativos para preparar planes y proyectos robustos en caso de presentarse una situación de emergencia.

- La compañía debe de inmediato empezar a implementar y liderar planes de ayuda mutua e interinstitucional con el fin de trabajar de la mano de todo el parque industrial, al igual que con la población para preparar planes de atención local en caso de una situación de emergencia.

- Se debe trabajar en la creación de un grupo de ayuda mutua industrial, reforzando temas de prevención a lo largo de todo el parque industrial, al igual que liderar políticas de apoyo y acompañamiento a los grupos de ayuda mutua e interinstitucional.

7. CONCLUSIONES

La elaboración de una lista de chequeo permitió obtener las herramientas para el análisis de vulnerabilidad de la compañía, cual se pudo identificar nunca ha utilizado y no aplica para las dimensiones y actividades de la compañía; para este fin fue diseñado e implementado un análisis de vulnerabilidad, que brindará las herramientas de medición cualitativas y cuantitativas adecuadas para el proyecto.

Se diseña y establece un Procedimiento Operativo Normalizado con sus documentos de respaldo en cada uno de los niveles operativos de la compañía: estratégico (Guía Táctica), táctico (Procedimiento Operativo Normalizado para Manejo de Emergencias con Amoniaco) y de tarea (Instructivos Operativos Normalizados para el Control de Fugas y Derrames con Amoniaco), los cuales permitirán atender de manera clara y concisa posibles emergencias con fuga o derrame de amoniaco, ya que contemplan los sitios más neurálgicos del sistema, y por donde ya se han presentado pequeñas fugas de este material. El respectivo procedimiento incluye aspectos relacionados con alcances, objetivos, roles y responsabilidades, así como los parámetros requeridos de equipos de protección personal. Adicionalmente, se implementa un plan de entrenamiento con el personal en temas de atención de lesionados en la industria, atención de incendios en la industria y atención de emergencias con materiales peligrosos en la industria.

Finalmente, se simulan las posibles áreas de afectación que tendría la compañía por fugas o derrames bien sean pequeños o grandes, lo cual permite identificar cuál sería el impacto que podría generar en la población y el parque industrial.

BIBLIOGRAFÍA

ALLANOU, R.; HANSEN, B.G.; VAN DER BILT Y.; et al. Public Availability of Data on EU High Production Volume Chemicals; October 2002 [consulta 20 Sept 2003]. Disponible en: http://ecb.jrc.it/existing-chemicals.

AGENCIA EUROPEA PARA LA SEGURIDAD Y SALUD EN EL TRABAJO. Sustancias Peligrosas. Mucho Cuidado. Semana Europea para la Seguridad y Salud en el Trabajo; 2003 Mayo [consulta 20 de sep. 2013]. Disponible en: http://osha.eu.int/ew2003/presspack/pack_es.doc

BASELGA MONTE, M. El código internacional de trabajo y las técnicas de protección de la salud de los trabajadores en la lucha contra los riesgos laborales. En: Revista Med Empresa. 1971. No. 7. 5-36 p.

BIRD, Germain. Liderazgo práctico en el control de pérdidas. Estados Unidos: División del International Loss Control Institute, 1991. 442 p.

CULLER, Nelson. Control de emergencias con productos químicos. Manual para grupos de acción. Buenos Aires: Cámara de la Industria Química y Petroquímica, 2003.

DEPARTAMENTO ADMINISTRATIVO NACIONAL DE ESTADÍSTICA. [consulta 25 de sep. 2013]. Disponible en: http://www.dane.gov.co/index.php?option=com_content&view=article&id=187&Itemid=117

DIVISIÓN DE PREVENCIÓN Y ATENCIÓN DE EMERGENCIAS – DPAE. Lineamientos técnicos para la prevención de emergencias con amoniaco.

ELÉCTRICA SANTIAGO. Plan de contingencia de manejo del amoniaco. (Anexo 13) En: Desnitrificador SCR para la caldera del ciclo combinado de Central Nueva Renca.

GIRÓN MENCOS, Jenny Elizabeth. Diseño de un programa integral de seguridad e higiene industrial a implementarse en la división de refrigerados de la Compañía Distribuidora S.A. Managua: Trabajo de grado (Ingeniería Industrial). Guatemala: Universidad de San Carlos, 2007.

HEINRICH, H.W. Industrial Accident Prevention: A Scientific Approach. Nueva York: McGraw-Hill Book Company, 1959.

INTERNACIONAL QUÍMICA DE COBRE S.A. DE C.V. Resumen ejecutivo del estudio de riesgo ambiental Nivel 1. Veracruz.

JEFE DEPARTAMENTO DE MÁQUINAS L.O. HERRERA. Procedimiento fugas de gas amoniaco. 2011.

KJELLÉN, U. y HOVDEN, J. Reducing risks by deviation control—a retrospection into a research strat egy. En: Saf Sci. 1993. No. 16. 417-438 p.

KJELLÉN, U. y LARSSON, T. Investigating accidents and reducing risks—a dynamic approach. En: J Occup Acc. 1981. No. 3. 129–140 p.

HERNÁNDEZ SAMPIERI, Roberto; FERNÁNDEZ, Lucio y BAPTISTA, Pilar. Metodología de la investigación. 6 ed. México: McGraw Hill, 2006.

NITRATOS DEL PERÚ. Plan de contingencias.

RUIZ BRIONES, Martín; et. al. Evaluación de dispersión de amoniaco en un accidente vial y comparación con software en una arteria vial de la zona metropolitana de Guadalajara. México: Universidad de Guadalajara.

UNITED STATES ENVIRONMENTAL PROTECTION AGENCY EPA. Hazards of Ammonia Releases at Ammonia Refrigeration Facilities (Update). EPA 550-F-01-009, August 2001. [consulta 28 de sep. 2013]. Disponible en: www.epa.gov/ceppo

WATTIGNEY, Wendy; et. al. State programs to reduce uncontrolled ammonia releases and associated injury using the hazardous substances emergency events surveillance system. En: JOEM. Marzo 2009. Vol. 51. No. 3. 1-8 p.

Recursos de Internet:

http://www.fileden.com/files/2010/7/22/2921923/My%20Documents/PLANTAS%20QUIMICAS/Tema%20N%C2%BA%201%20PPT.pdf

http://scielo.isciii.es/scielo.php?pid=S113557272005000200016&script=sci_arttext&tlng=e

http://www.slideshare.net/edwardfernandezh/manual-para-hacer-un-plan-de-emergencias-en-colombia

ANEXOS

ANEXO A. Incidentes relacionados con fugas de amoniaco en la compañía durante sus años de operación

A continuación se muestra el consecutivo de incidentes relacionados con fugas de amoniaco hasta el momento en la compañía durante los años de operación.

Año	Tipo de incidente
2011	Al finalizar el trabajo de radiación de soldadura en tubería de purga se presenta fuga de Nh_3 por válvula de corte SVA 40 CN05 Danfoss del condensador evaporativo y Danfoss múltiples de tres vías. Se tiene hipótesis de mal asentamiento de la válvula (limalla en el asiento de la válvula) y/o dilatación térmica del material de la válvula; el sistema se encontraba operando a 180PSI; es primera vez que ocurre y no depende de la habilidad.
2012	Se presenta fuga de amoniaco en la válvula de purga SVA 40 CN05-15 cuando se tiene el sistema abierto para trabajo de radiación en soldadura de la línea de purga para instalación de deshidratador purgador. No depende de la habilidad y se han presentado dos fugas en tres años en este sistema.

Nota: No se evidencian los incidentes de los años 2009 y 2010 identificados en el reporte de 2012, ya que no se encuentran por parte de la compañía los reportes respectivos.

ANEXO B. Encuesta de información técnica plan de emergencia

1. ¿Hace parte del grupo de la brigada?
   Sí__ No__ Otro_____
2. ¿Conoce el plan de emergencia de la compañía?
   Sí__ No__
3. ¿En qué nivel dentro del plan se encuentra usted?
   ESTRATÉGICO__ TÁCTICO__ TAREA
4. ¿Cuál es el riesgo más significativo para usted dentro de la empresa?
   MECÁNICO__ QUÍMICO__ SOCIAL__ OTRO_____
5. ¿Ha recibido entrenamiento para afrontar y/o atender ese riesgo?
   Sí__ No__
6. ¿Sabe qué hacer en caso de una evacuación?
   Sí__ No__
7. ¿Conoce qué recurso tiene la compañía para la atención de emergencias químicas?
   Sí__ No__
8. Enumere al menos dos
   _____
9. ¿Sabe utilizar este recurso?
   Sí__ No__
10. ¿Conoce los riesgos de las empresas aledañas a la compañía?
    Sí__ No__ OTRO_____

Ficha técnica:

Fecha de elaboración de la encuesta: Mayo 20 de 2012

Fecha de diligenciamiento: Junio 06 de 2012

Perfil del personal: Brigada de emergencias

Número de personas encuestadas: 13

Resultados de la encuesta

Pregunta 1: ¿Hace parte del grupo de la brigada?

La pregunta define el alcance de la encuesta ya que se encuentra direccionada sólo para personal de brigadistas. El 100% de la población contesta que sí pertenece a la brigada de emergencia de la empresa.

Pregunta 2: ¿Conoce el plan de emergencia de la compañía?

La pregunta se encuentra dirigida de tal forma que el personal encuestado identifique si conoce el documento guía de la compañía para la atención de emergencias, y así definir si reconoce cuál es su rol y responsabilidad dentro de éste. En esta pregunta, el 92% de los encuestados identifican que no conocen su plan de emergencia, concluyendo que no saben qué actividades y ejercicios de soporte deben desarrollar en caso de presentarse cualquier tipo de emergencia dentro de las instalaciones de la compañía.

Pregunta 3: ¿En qué nivel dentro del plan se encuentra usted?

Esta pregunta busca identificar si el personal que definió que conoce el plan de emergencia sabe en qué nivel se encuentra y cuáles son sus documentos de soporte. El 8% del personal que dijo conocer el plan de emergencia; sólo el 15% identificó cuál es posición dentro de los niveles de actuación del plan.

Pregunta 4: ¿Cuál es el riesgo más significativo para usted dentro de la empresa?

La pregunta busca identificar si el personal de la brigada reconoce cuál es su riesgo principal respecto a la actividad económica que desarrolla. Es este caso, la respuesta es el riesgo químico por el tipo de material que se maneja, las cantidades y los comportamientos y riesgos ambientales de éste en el momento de una fuga. Un 15% del personal de la compañía no reconoce cuál es su riesgo más latente, que en este caso es el amoniaco por sus propiedades y afectaciones a las personas y el medio ambiente.

Pregunta 6: ¿Sabe qué hacer en caso de una evacuación?

La pregunta busca identificar si el personal reconoce qué hacer en caso de presentarse una situación de peligro. 69% del personal de la brigada reconoce las acciones inmediatas a realizar en caso de presentarse una evacuación.

Pregunta 7: ¿Conoce qué recurso tiene la compañía para la atención de emergencias químicas?

La pregunta indaga si el personal de la brigada reconoce e identifica cuáles recursos para la atención de emergencias químicas dispone la compañía. Se evidencia que sólo el 38% de la población encuestada sabe qué recursos dispone la compañía para la atención de emergencias con químicos, específicamente el amoniaco.

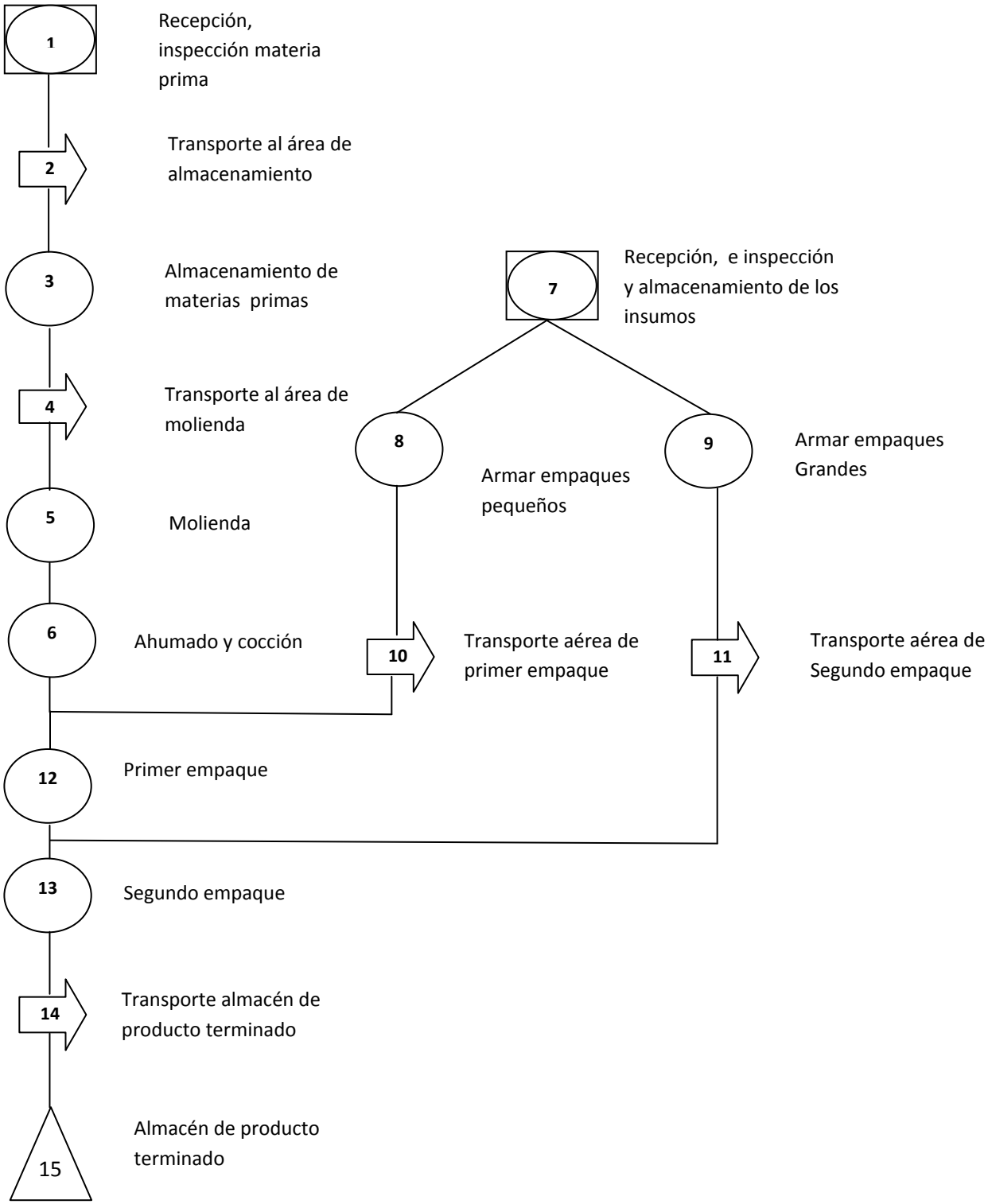
Pregunta 9: ¿Sabe utilizar este recurso?

La pregunta 9 pretende identificar si el personal que conoce los recursos para la atención de emergencias, sabe operarlos y manipularlos. Se evidenció que del 38% del personal que reconoce los recursos dispuestos por la compañía, sólo el 31% sabe manejarlos y operarlos.

Pregunta 10: ¿Conoce los riesgos de las empresas aledañas a la compañía?

La pregunta 10 busca identificar si el personal de la brigada conoce qué riesgos aledaños de las empresas al Parque Industrial existen, si hay comunicación de la compañía con sus vecinos, y a la vez si se comparte esta información con los brigadistas. El 100% de los brigadistas encuestados evidencia no tener ningún conocimiento de qué riesgos presentan las empresas aledañas a la compañía.

ANEXO C. diagrama de flujo de proceso de fabricación de productos cárnicos



ANEXO D. Proceso de refrigeración con amoniaco

El equipo de refrigeración comprende un compresor de gas movido por un motor eléctrico, un intercambiador de calor con un caño en forma de zigzag llamado condensador, otro con caño en forma de serpentín llamado evaporador y una válvula de expansión, todos interconectados por caños de cobre formando un circuito cerrado.

En el interior de la cañería se introduce el gas refrigerante por medio de una válvula. El compresor y el condensador están fuera de la cámara frigorífica, mientras que la válvula de expansión y el evaporador dentro de la cámara, generalmente sobre el marco de la puerta de entrada.

Al trabajar, el compresor eleva la presión del gas que llega caliente de la cámara por las calorías que tomó de los productos almacenados. Cuando el gas llega a los valores de presión y temperatura previstas, le corresponde pasar por el condensador a la fase líquida emitiendo calor latente de fusión.

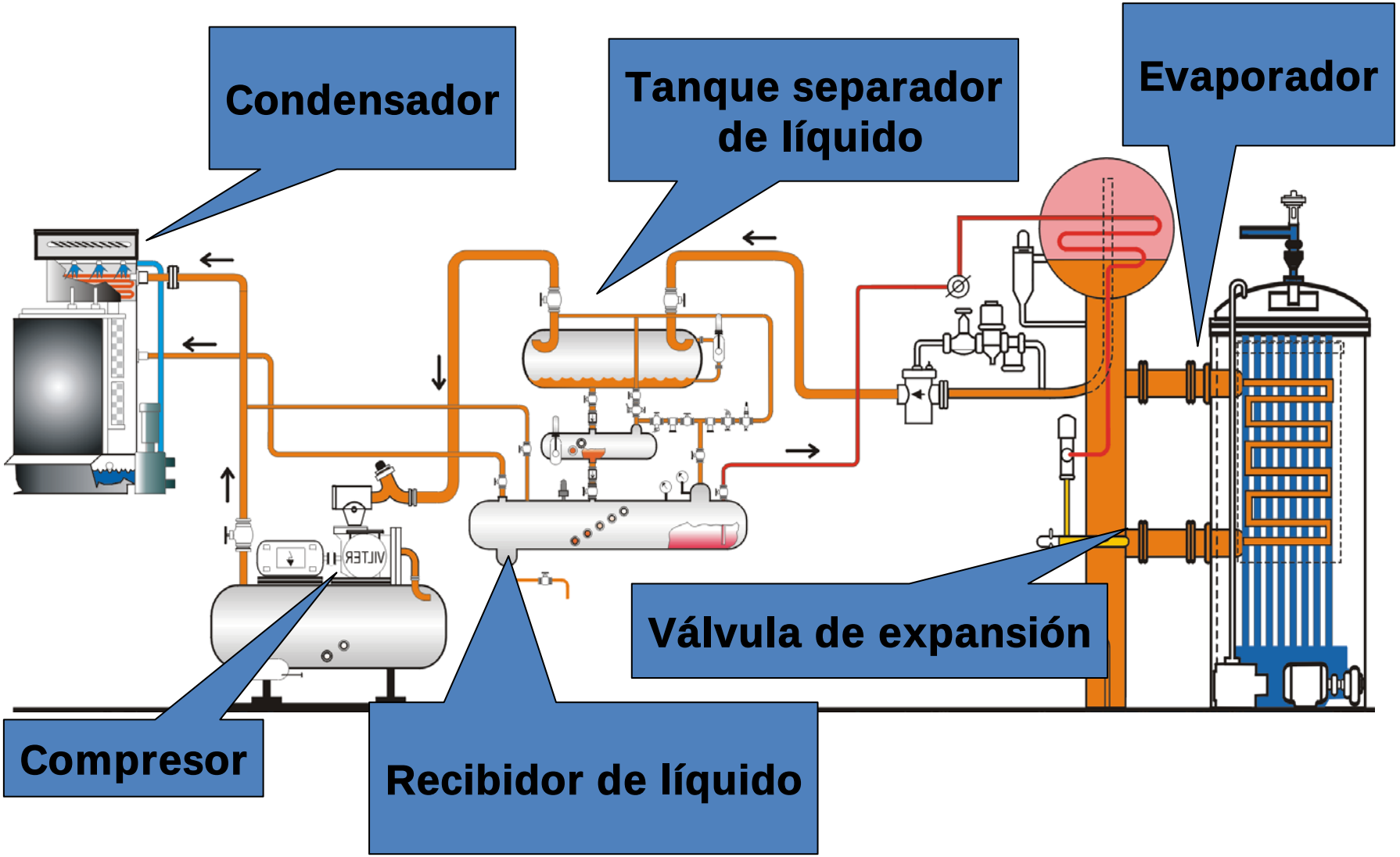
El condensador está provisto de aletas que transmiten el calor que pasa por las paredes del caño al aire. Si es necesario, se instala un sistema de lluvia de agua en circuito cerrado que ayuda a disipar el calor.

El largo del serpentín está calculado para que el gas licuado salga del condensador a temperatura ambiente. Pasa entonces por la válvula de expansión, ya en el interior de la cámara y pierde presión. Al llegar al evaporador, el gas está frío y sin presión. Le corresponde volver a su estado gaseoso. Necesita calor latente de evaporación. Éste lo toma del caño de cobre que por ello se enfría y éste a su vez toma calor del aire. Con ayuda de un ventilador se establece una corriente de aire caliente de la cámara que pasa por el serpentín del evaporador entregando calorías del aire y de los productos almacenados.

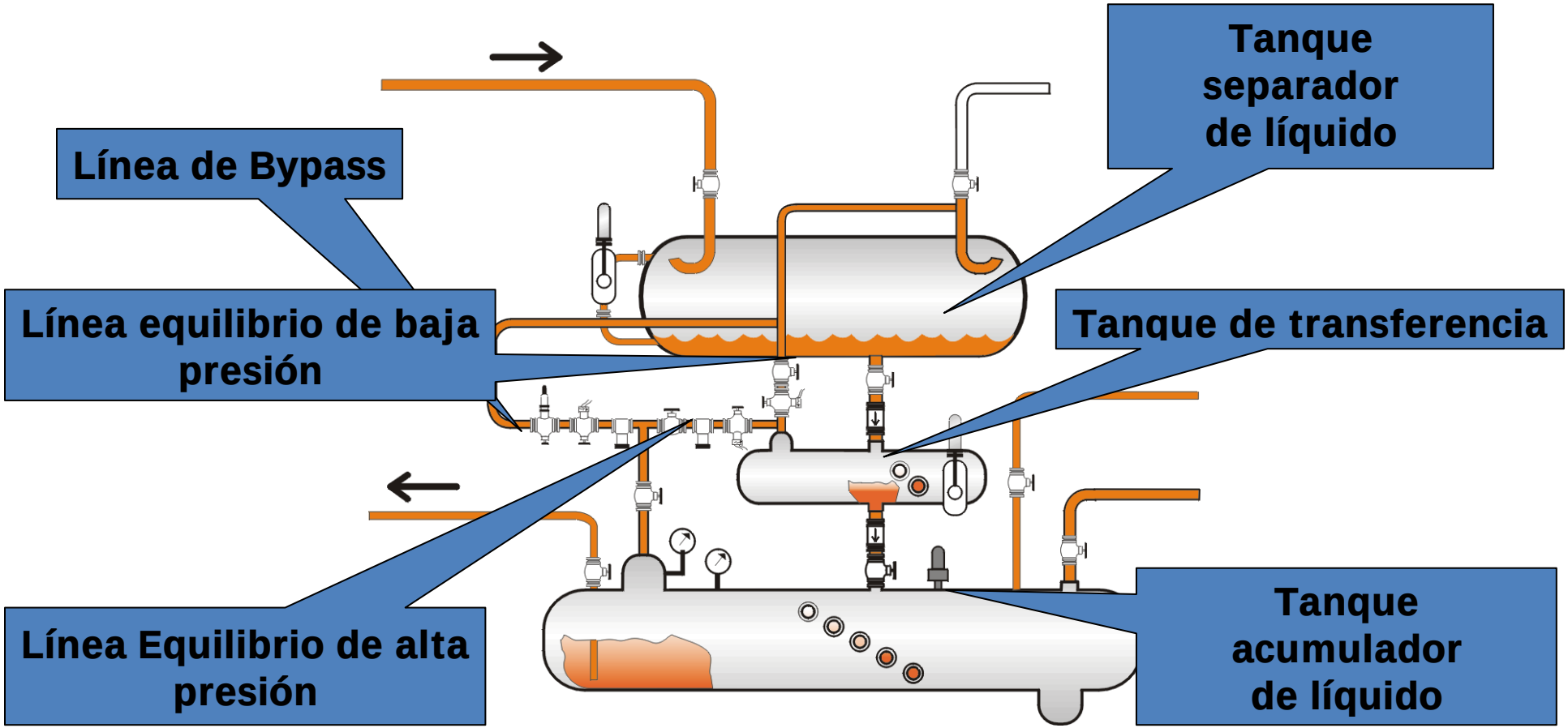
El gas llega caliente al compresor completando el circuito. El proceso continúa enfriando el aire y los productos almacenados hasta que la temperatura llega a +/- 1 °C más baja que la fijada.

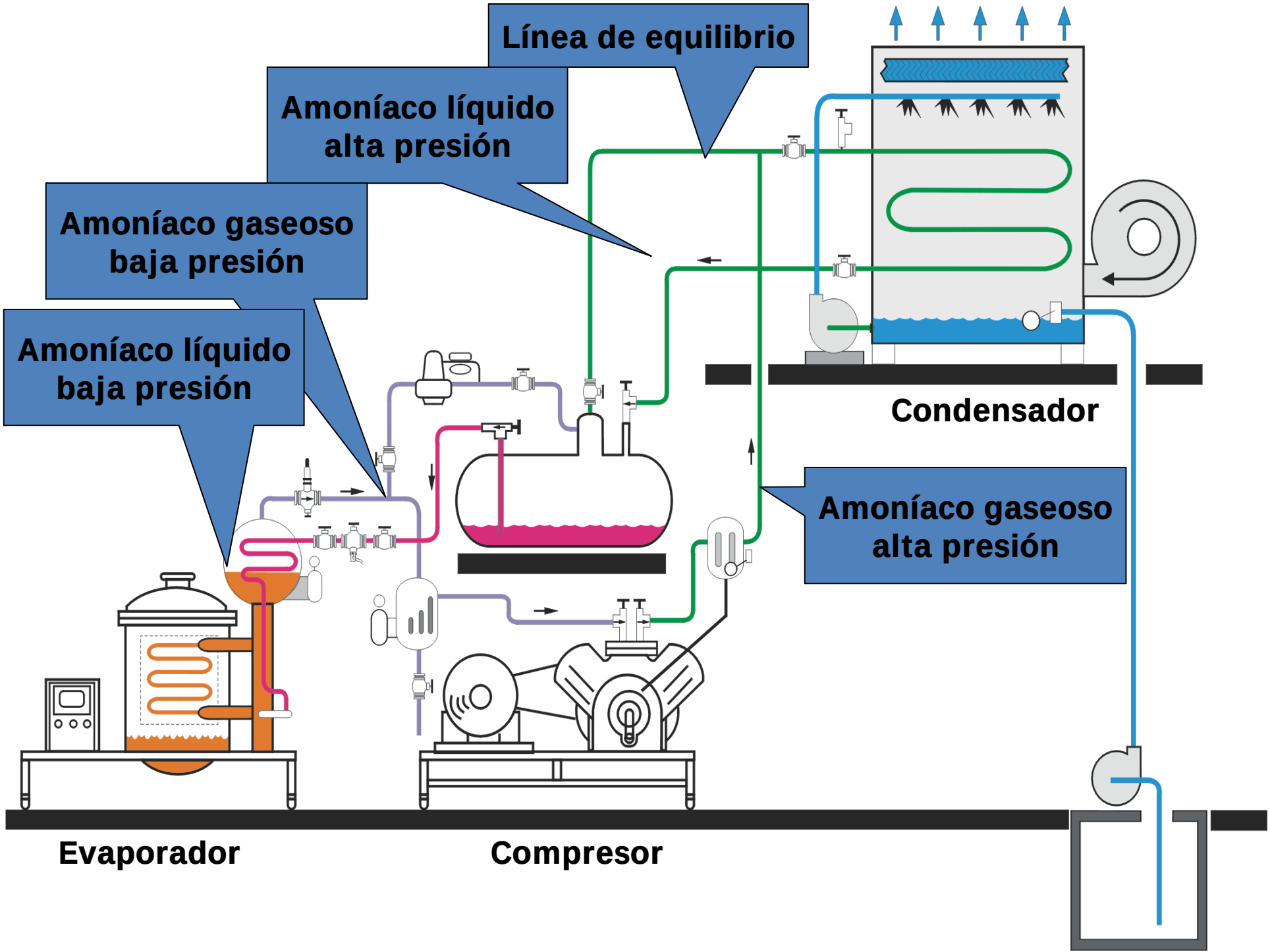
Un termostato cierra la válvula de expansión y un presostato cierra la corriente del compresor. Pasado un tiempo, la temperatura sube por el calor que pasa por las paredes y por la apertura de la puerta de la cámara. Cuando llega a +/-1 °C más alta que la fijada, se abre la válvula y la corriente. El ciclo vuelve a trabajar.

Sistema de refrigeración



Sistema separador de líquido




Línea de equilibrio
Amoníaco líquido alta presión
Amoníaco gaseoso baja presión
Amoníaco líquido baja presión
Amoníaco gaseoso alta presión
Condensador
Evaporador
Compresor

ANEXO E. Ficha técnica del amoniaco

HOJA DE DATOS DE SEGURIDAD
AMONIACO

Rótulo NFPA

Rótulos UN

Fecha Revisión: 02/01/2006

SECCIÓN 1: PRODUCTO QUÍMICO E IDENTIFICACIÓN DE LA EMPRESA

Nombre del Producto:	AMONIACO
Sinónimos:	Amoníaco anhídro, Alcali volátil, Trihidruro de Nitrógeno.
Fórmula:	NH3
Número interno:	
Número UN:	1005
Clase UN:	2.3 8
Compañía que desarrolló la Hoja de Seguridad:	Esta hoja de datos de seguridad es el producto de la recopilación de información de diferentes bases de datos desarrolladas por entidades internacionales relacionadas con el tema. La alimentación de la información fue realizada por el Consejo Colombiano de Seguridad, Carrera 20 No. 39 - 62. Teléfono (571) 2886355. Fax: (571) 2884367. Bogotá, D.C. - Colombia.
Teléfonos de Emergencia:	

SECCIÓN 2: COMPOSICIÓN E INFORMACIÓN SOBRE INGREDIENTES

COMPONENTES				
Componente	**CAS**	**TWA**	**STEL**	**%**
Amoniaco	7664-41-7	25 ppm (ACGIH 2004)	35 ppm (ACGIH 2004)	99.5

Uso: Fertilizante, preparación de fertilizantes, manufactura de compuestos que contienen nitrógeno tanto orgánicos como inorgánicos, refrigerante, catalizador de reacciones de condensación, fibras sintéticas, agente neutralizante, preparación de explosivos.

SECCIÓN 3: IDENTIFICACIÓN DE PELIGROS

VISIÓN GENERAL SOBRE LAS EMERGENCIAS:

Apariencia: gas incoloro. ¡Peligro!. Gas corrosivo. Es considerado nocivo por inhalación, contacto con la piel. El contacto con los ojos puede producir irritación con posible quemadura y ceguera permanente.
Órganos Blanco: pulmones, sistema nervioso central, piel y ojos..

EFECTOS ADVERSOS POTENCIALES PARA LA SALUD:

Inhalación:	Los síntomas pueden ser retardados. Irrita la nariz y la garganta, sensación de quemadura. Produce tos, náuseas, resfriado, dolor en el pecho y dificultad respiratoria. La exposición severa causa edema pulmonar y muerte. La sustancia se puede absorber por inhalación.
Ingestión:	No aplicable. Es gas a temperatura ambiente.
Piel:	El amoníaco concentrado puede producir necrósis por licuefacción y quemaduras con penetración profunda. La exposición puede producir daños por lesión cutánea.
Ojos:	Daños de la córnea. Irritación, ampollas y quemaduras. El contacto con el amoníaco líquido produce ceguera.
Efectos crónicos:	La repetida exposición al gas puede causar irritación de los ojos, nariz y tracto respiratorio. Los trabajadores expuestos al amoníaco pueden desarrollar tolerancia a los efectos irritantes. Exposiciones continuas a 70 ppm pueden ser toleradas sin efectos adversos. Las exposiciones

diarias a concentraciones entre 97 - 122 ppm causan deficiencia respiratoria e irritación de los ojos.

SECCIÓN 4: PROCEDIMIENTOS DE PRIMEROS AUXILIOS

Inhalación: Trasladar al aire fresco. Si no respira administrar respiración artificial (evitar el método boca a boca). Si respira con dificultad suministrar oxígeno. Mantener la víctima abrigada y en reposo. Buscar atención médica inmediatamente.

Ingestión: El compuesto es gas a temperatura ambiente.

Piel: Retirar la ropa y calzado contaminados. Lavar la zona afectada con abundante agua, mínimo durante 15 minutos. Si la irritación persiste repetir el lavado. Buscar atención médica inmediatamente.

Ojos: Lavar con abundante agua, mínimo durante 15 minutos. Levantar y separar los párpados para asegurar la remoción del químico. Si la irritación persiste repetir el lavado. Buscar atención médica.

Nota para los médicos: Después de proporcionar los primeros auxilios, es indispensable la comunicación directa con un médico especialista en toxicología, que brinde información para el manejo médico de la persona afectada, con base en su estado, los síntomas existentes y las características de la sustancia química con la cual se tuvo contacto.

SECCIÓN 5: MEDIDAS EN CASO DE INCENDIO

Punto de inflamación (ºC): 11

Temperatura de autoignición (ºC): 651

Límites de inflamabilidad (%V/V): 15- 30

Peligros de incendio y/o explosión:

Extremadamente inflamable. Es combustible bajo condiciones específicas. Existe posibilidad de propagación de llama horizontal. Los contenedores pueden explotar cuando se calientan. Se enciende en espacios confinados o en contacto con materiales incompatibles. Forma mezclas inflamables con el aire. La combinación con ciertos materiales incompatibles puede igualmente generar explosión. Durante un incendio se generan humos tóxicos e irritantes.

Medios de extinción:

Polvo químico seco, espuma, dióxido de carbono o agua en forma de rocío.

Productos de la combustión:

Oxidos de nitrógeno; gases de Hidrógeno y Nitrógeno a temperaturas mayores a 450 ºC.

Precauciones para evitar incendio y/o explosión:

Evitar toda fuente de ignición o calor. No colocar en contacto con aceites o materiales combustibles. Los equipos eléctricos y de iluminación deben ser a prueba de explosión. Evitar el contacto con ácidos y otros materiales incompatibles. Los contenedores empleados deben ser resistentes a la corrosión.

Instrucciones para combatir el fuego:

Evacuar el área de peligro. No permitir el acceso de personas innecesarias y sin la debida protección personal. Ubicarse a favor del viento. Usar equipo de protección personal. Si no hay riesgo detenga la fuga. Enfriar los contenedores expuestos al fuego aplicando agua en forma de rocío desde una distancia segura, evitando contaminar el producto.

SECCIÓN 6: MEDIDAS EN CASO DE VERTIDO ACCIDENTAL

Evacuar o aislar el área de peligro. Eliminar toda fuente de ignición. Restringir el acceso a personas innecesarias y sin la debida protección. Ubicarse a favor del viento. Usar equipo de protección personal. Ventilar el área. No permitir que caiga en fuentes de agua y alcantarillas. Consultar a expertos. Localizar la fuga utilizando un trapo con indicador en una varilla. Detenerla si no hay mayor riesgo. Contrarrestar los vapores con agua en forma de rocío. Retirar los cilindros a un lugar seguro al aire abierto en caso de no poder detener la fuga. Mantener los cilindros con la fuga hacia arriba para prevenir que escape el líquido. Si el líquido escapa, éste tiene muy baja temperatura y evapora fácilmente.

SECCIÓN 7: MANEJO Y ALMACENAMIENTO

Manejo: Usar siempre protección personal así sea corta la exposición o la actividad que realice con el producto. Mantener estrictas normas de higiene, no fumar, ni comer en el sitio de trabajo. Usar las

	menores cantidades posibles. Conocer en donde está el equipo para la atención de emergencias. Leer las instrucciones de la etiqueta antes de usar el producto. Rotular los recipientes adecuadamente. Manipular lejos de fuentes de ignición y calor. Manipular retirado de materiales incompatiblesy con adecuada ventilación.
Almacenamiento:	Lugares frescos, oscuros, secos y ventilados a lo largo del piso y techo. El equipo de ventilación debe ser resistente a la corrosión. Proteja de la humedad. Deposite en recipientes que no sean de aluminio o acero galvanizado. Lejos de fuentes de calor e ignición (tuberías de vapor, radiadores, etc). Separado de materiales incompatibles. Rotule los recipientes adecuadamente y manténgalos bien cerrados. Los equipos eléctricos y de iluminación deben ser a prueba de explosión. Puede almacenarse bajo altas presiones, refrigerado a bajas presiones, o como amoníaco acuoso en tanques a baja presión. Para almacenamiento permanente los contenedores deben localizarse al menos 16 metros si es una excavación o cualquier proximidad a una fuente de suministro de agua potable, excepto cuando haga parte de un sistema de tratamiento de agua.

SECCIÓN 8: CONTROLES DE EXPOSICION Y PROTECCIÓN PERSONAL

Controles de ingeniería:	Ventilación local y general, para asegurar que la concentración no exceda los límites de exposición ocupacional, éste equipo debe ser a prueba de corrosión. El control de las condiciones de proceso debe ser riguroso. Debe disponerse de duchas y estaciones lavaojos.

EQUIPO DE PROTECCIÓN PERSONAL

Protección de los ojos y rostro:	Gafas de seguridad para químicos.
Protección de piel:	Guantes, botas y ropa de caucho.
Protección respiratoria:	Respirador con filtro para vapores inorgánicos.
Protección en caso de emergencia:	Equipo de respiración autónomo (SCBA), ropa de protección total y calzado impermeable. Usar traje encapsulado si hay altas concentraciones del químico.

SECCIÓN 9: PROPIEDADES FÍSICAS Y QUÍMICAS

Apariencia, olor y estado físico:	Gas licuado, incoloro, con olor penetrante característico.
Gravedad específica (Agua=1):	0.7710 a 760 mmHg.
Punto de ebullición (°C):	-33.4 Descompone
Punto de fusión (°C):	-77.7
Densidad relativa del vapor (Aire=1):	0.60
Presión de vapor (mm Hg):	6657 / 21°C; 7598 / 26°C
Viscosidad (cp):	0.317 a -50 °C.
pH:	11.6 (Solución acuosa 1N a 25°C)
Solubilidad:	Soluble en agua, alcohol y éter, igualmente es soluble en solventes oxígenados.

SECCIÓN 10: ESTABILIDAD Y REACTIVIDAD

Estabilidad química:	Estable bajo condiciones normales de almacenamiento y manipulación.
Condiciones a evitar:	Ninguna reportada.
Incompatibilidad con otros materiales:	Corroe el cobre, acero galvanizado, aluminio, zinc y sus aleaciones, plomo y bronce. Reacciona con halógenos (bromo, cloro), metales alcálinos, agentes oxidantes fuertes, ácidos fuertes, amidas, aldehídos, anhídridos orgánicos. Forma compuestos sensibles al choque con óxidos de plata, mercurio y oro, con Los cuales una vez estén secos pueden explotar. Reacciona violentamente con Haluros de Boro.
Productos de descomposición peligrosos:	Por efecto de la combustión puede producir óxidos de nitrógeno e hidrógeno.
Polimerización peligrosa:	No ocurre polimerización.

SECCIÓN 11: INFORMACIÓN TOXICOLÓGICA

Tóxico por inhalación. Irrita los ojos y las vías respiratorias.
LC50/2H (inhalación, ratas) = 7600 mg/m3.

LC50/1H (inhalación, ratón) = 3360 mg/m3
LC50/1H (inhalación, gato) = 7050 mg/m3.
Condiciones estáticas de ensayo.
Ensayos con animales continuamente expuestos por inhalación a 60 ppm (24 horas/día por 114 días) no mostraron signos de toxicidad. Ensayos con conejos y perros expuestos por inhalación a concentraciones de 1100 ppm por 8 horas/día, 5 días a la semana, por 6 meses experimentaron moderada irritación en los ojos. Pero los efectos desaparecieron después de la segunda semana. No se presentaron otros signos de irritación o toxicidad.
Se han reportado casos de tumores en ensayos de animales de laboratorio, sin embargo se ha clasificado como no cancerígeno por NTP, IARC y OSHA. Se han establecido efectos mutagénicos en ensayos con animales de laboratorio.
Para el amoníaco no se reportan dósis letales porque el producto es un gas.

SECCIÓN 12: INFORMACIÓN ECOLÓGICA

Perjudicial para la vida acuática aún en bajas concentraciones. Concentraciones de amoníaco libre de 2.5 mg/L a pH 7.4 a 8.5 se consideran nocivos para la vida marina.
El amoníaco libre en agua constituye un tóxico primario, mientras el NH_4OH se considera menos tóxico.
LC50/48 H Daphnia Magna 189 mg/L condiciones de bioensayo estático.
LC50/48 H Simochephalus vetulus 123 mg/L. Condiciones de bioensayo no especificadas.
LC50/96 H pez lento agua dulce 8.2 mg/L (agua dura).
LC50/24-96H Pez Dorado 2-2.5 mg/L. Condiciones de bioensayo no especificadas.
El amoníaco se disipa rápidamente en el aire ambiente y retorna rápido al suelo al combinarse con los iones sulfatos, o al ser lavado por la lluvia. El amoníaco se absorbe fuertemente a las partículas de sedimentos o a los coloides presentes en el agua bajo condiciones aeróbicas. En aguas en condiciones aeróbicas el amoníaco es transformado a nitratos biológicamente. En bajas concentraciones el amoníaco en el agua y suelo actúa como fertilizante al promover el crecimiento de las plantas. En condiciones aeróbicas el amoníaco es oxidado a nitratos y no se bioacumula en el ambiente.

SECCIÓN 13: CONSIDERACIONES DE DISPOSICIÓN

Debe tenerse presente la legislación ambiental local vigente relacionada con la disposición de residuos para su adecuada eliminación.
Desecho corrosivo y reactivo (EPA). El gas puede ser contrarrestado con agua en forma de niebla o con ventilación exhaustiva. Otra opción es diluirlo con agua y luego neutralizar con cloruro de hidrógeno, posteriormente eliminar a la alcantarilla. Esta opción no es muy recomendada. Una tercera opción consiste en reutilizar el producto para emplearlo con fines industriales.

SECCIÓN 14: INFORMACIÓN SOBRE TRANSPORTE

Etiqueta blanca de gas venenoso. No transporte con sustancias explosivas, líquidos inflamables, sólidos de combustión espontánea, sustancias comburentes, peróxidos orgánicos, sustancias con riesgo de incendio ni alimentos.

SECCIÓN 15: INFORMACIÓN REGLAMENTARIA

1. Ley 769/2002. Código Nacional de Tránsito Terrestre. Artículo 32: La carga de un vehículo debe estar debidamente empacada, rotulada, embalada y cubierta conforme a la normatividad técnica nacional.

2. Decreto 1609 del 31 de Julio de 2002, Por el cual se reglamenta el manejo y transporte terrestre automotor de mercancías peligrosas por carretera.

3. Ministerio de Transporte. Resolución número 3800 del 11 de diciembre de 1998. Por el cual se adopta el diseño y se establecen los mecanismos de distribución del formato único del manifiesto de carga.

4. Los residuos de esta sustancia están considerados en: Ministerio de Salud. Resolución 2309 de 1986, por la cual se hace necesario dictar normas especiales complementarias para la cumplida ejecución de las leyes que regulan los residuos sólidos y concretamente lo referente a residuos especiales.
5. Ministerio de Justicia. Ley 30 de 1986. Por la cual se adopta el Estatuto Nacional de Estupefacientes y se dictan otras disposiciones.
Ministerio de Justicia. Resolución 0009 del 18 de febrero de 1987. Consejo Nacional de Estupefacientes. Resolución No 0031 de junio 13 de 1991.Consejo Nacional de Estupefacientes. Resolución No 007 de 1992. Consejo Nacional de Estupefacientes. Resolución 0001 del 30 de enero de 1995 por el cual se adiciona la resolución 09 de 1987. Mediaante las cuales se establecen regulaciones para aquellas sustancias que puedan utilizarse para el procesamiento de drogas que producen dependencia.

SECCIÓN 16: OTRAS INFORMACIONES

La información relacionada con este producto puede no ser válida si éste es usado en combinación con otros materiales o en otros procesos. Es responsabilidad del usuario la interpretación y aplicación de esta información para su uso particular

Bibliografia

ANEXO F. Lista de verificación de las actividades y elementos para la atención de emergencias por fuga de amoniaco

CHECK LIST DIAGNÓSTICO				
Comunicación nivel interno	**SÍ**	**NO**	**N/A**	**Observación**
Radios		x		
Avantel	x			
Teléfonos fijos	x			
Teléfonos celulares	x			
Directorio del personal clave	x			
Directorio del personal de la compañía	x			
Comunicación nivel externo	**SÍ**	**NO**	**N/A**	**Observación**
Radios		x		
Avantel	x			
Teléfonos fijos	x			
Teléfonos celulares	x			
Directorio del personal clave de las empresas		x		
Directorio del personal clave de los grupos de emergencias cercanos	x			
Alarma	**SÍ**	**NO**	**N/A**	**Observación**
Se cuenta con sistema de monitoreo con video-cámaras		x		
Se cuenta con sistema de monitoreo de Matpel	x			
Se cuenta con sistemas de activación por áreas	x			
Se cuenta con sistemas de monitoreo de humo o fuego		x		
Se cuenta con alarmas audibles en todas las áreas	x			
Evacuación				
Se tienen establecidos procedimientos de evacuación	x			
se tienen identificadas las rutas de evacuación	x			
Se tienen configuradas las rutas de acceso	x			
Se tienen configuradas la señalización	x			
Se cuenta con configuración de sonidos para los diferentes tipos de situación		x		

	SÍ	NO	N/A	Observación
Se cuenta con líderes de evacuación		x		
Se cuenta con listados actualizados del personal de planta	x			
Se cuenta con sistemas o formatos de conteo de personal		x		
Se cuenta con puntos de reunión inicial	x			
Se cuenta con puntos de reunión final		x		
La empresa de vigilancia está entrenada para apoyar el proceso de evacuación		x		
Se cuenta con rutas de acceso y salida alternas a la principal		x		
Se cuenta con planes de ayuda mutua e interinstitucional		x		
Proceso	**SÍ**	**NO**	**N/A**	**Observación**
Se cuenta con sistemas de acceso electrónico		x		
Se cuenta con procedimientos de alarma general		x		
Se cuenta con procedimientos de evacuación del personal	x			
Se tiene monitoreado constantemente el proceso	x			
Se cuenta con procedimientos para atención de emergencias con Matpel		x		
Se cuenta con procedimientos para atención de emergencias con incendios	x			
Se cuenta con procedimientos para atención de emergencias con lesionados	x			
Recursos	**SÍ**	**NO**	**N/A**	**Observación**
Se cuenta con identificación del personal de brigada y líderes de evacuación		x		
Se cuenta con equipos de protección nivel A acorde en número y en buen estado	x			**2 trajes tychem**
Se cuenta con equipos de protección nivel B acorde en número y en buen estado	x			**3 trajes tychem**
Se cuenta con equipos de protección nivel C acorde en número y en buen estado	x			**2 EPP tipo bombero**

	SÍ	NO	N/A	Observación
Se cuenta con equipos y herramientas para contención de fugas en contenedores y trasiego de material de la fuente a carros estanque		x		
Se cuenta con sistema hidráulico de control de incendios		x		
Se cuenta con equipos y herramientas para la atención de incendios en la industria y acorde al riesgo		x		**Se cuenta sólo con extintores portátiles**
Se cuenta con equipos y herramientas para la atención de lesionados en la industria y acorde al riesgo	x			
Se cuenta con los EPP adecuados para la manipulación y atención de emergencias	x			**Limitado, SCBA (2), trajes tipo bombero (2)**
Se tienen equipos de computadores portátiles con acceso remoto a la plataforma de la compañía		x		
Se cuenta con equipos de descontaminación y clasificación de las áreas de operación		x		
Se cuenta con equipos de monitoreo portátiles	x			
Se cuenta con mangabeletas para la identificación de la dirección del aire	x			**Deterioradas**
Se cuenta con grupo de brigadas entrenados en el manejo de incidentes con materiales peligrosos específicamente amoniaco		x		
Se cuenta con procedimientos para la atención de este tipo de emergencia acorde a la clasificación y potencial del riesgo		x		
Se cuenta con equipos para detección de fugas en tuberías		x		

Grupos de Ayuda	SÍ	NO	N/A	Observación
Puerto Tejada				
Cuentan con máquinas extintoras	**x**			**1 maquina capacidad 1.000 gls, 1 carro tanque 3.000 gls**
Cuentan con equipos de atención de emergencia con Matpel nivel A		**x**		
Cuentan con equipos de atención de emergencia con Matpel nivel B		**x**		
Cuentan con equipos de atención de emergencia con Matpel nivel C	**x**			
Se tienen equipos de monitoreo portátil		**x**		
Se cuenta con equipos de descontaminación y clasificación de las áreas de operación		**x**		
Se cuenta con técnicos en materiales peligrosos		**x**		
Se cuenta con operadores en materiales peligrosos		**x**		
Se cuenta con especialistas en materiales peligrosos		**x**		
Se tienen establecidos protocolos y procedimientos para manejo de emergencias con Matpel		**x**		
Villa Rica				
Cuentan con máquinas extintoras	**x**			
Cuentan con equipos de atención de emergencia con Matpel nivel A		**x**		
Cuentan con equipos de atención de emergencia con Matpel nivel B		**x**		
Cuentan con equipos de atención de emergencia con Matpel nivel C		**x**		
Se tienen equipos de monitoreo portátil		**x**		
Se cuenta con equipos de descontaminación y clasificación de las áreas de operación		**x**		
Se cuentan con técnicos en materiales peligrosos		**x**		
Se cuentan con operadores en materiales peligrosos		**x**		

	SÍ	NO	N/A	Observación
Se cuentan con especialistas en materiales peligrosos		x		
Se tienen establecidos protocolos y procedimientos para manejo de emergencias con Matpel		x		
Jamundí				
Cuentan con máquinas extintoras	x			
Cuentan con equipos de atención de emergencia con Matpel nivel A	x			
Cuentan con equipos de atención de emergencia con Matpel nivel B	x			
Cuentan con equipos de atención de emergencia con Matpel nivel C	x			
Se tienen equipos de monitoreo portátil	x			
Se cuenta con equipos de descontaminación y clasificación de las áreas de operación	x			
Se cuenta con técnicos en materiales peligrosos	x			
Se cuenta con operadores en materiales peligrosos		x		
Se cuenta con especialistas en materiales peligrosos		x		
Se tienen establecidos protocolos y procedimientos para manejo de emergencias con Matpel		x		
Santander de Quilichao				
Cuentan con máquinas extintoras	x			
Cuentan con equipos de atención de emergencia con Matpel nivel A	x			
Cuentan con equipos de atención de emergencia con Matpel nivel B	x			
Cuentan con equipos de atención de emergencia con Matpel nivel C	x			
Se tienen equipos de monitoreo portátil		x		
Se cuenta con equipos de descontaminación y clasificación de las áreas de operación		x		

	SÍ	NO	N/A	Observación
Se cuenta con técnicos en materiales peligrosos		x		
Se cuenta con operadores en materiales peligrosos		x		
Se cuenta con especialistas en materiales peligrosos		x		
Se tienen establecidos protocolos y procedimientos para manejo de emergencias con Matpel		x		
Cali				
Cuentan con máquinas extintoras	x			
Cuentan con equipos de atención de emergencia con Matpel nivel A	x			
Cuentan con equipos de atención de emergencia con Matpel nivel B	x			
Cuentan con equipos de atención de emergencia con Matpel nivel C	x			
Se tienen equipos de monitoreo portátil	x			
Se cuenta con equipos de descontaminación y clasificación de las áreas de operación	x			
Se cuenta con técnicos en materiales peligrosos	x			
Se cuenta con operadores en materiales peligrosos	x			
Se cuenta con especialistas en materiales peligrosos	x			
Se tienen establecidos protocolos y procedimientos para manejo de emergencias con Matpel	x			
Observaciones				

Check list de verificación de recursos para el control de incidentes con MATPEL (Materiales Peligrosos). *Adaptada de GRE 2012 Guía de respuestas a emergencias con materiales peligrosos. The Wireless Information System For Emergency Responders (WISER), NFPA 472: Standard for Competence of Responders to Hazardous Materials/Weapons of Mass Destruction Incidents, NFPA 471 Recommended Practice for Responding to Hazardous Materials Incidents 2002.*

ANEXO G. Metodología para el análisis de vulnerabilidad por fuga de amoniaco

Propósito

Conocer la naturaleza, características y magnitud de las diferentes amenazas presentes en los lugares de operación.

Objetivos específicos

- Revisar y actualizar los objetivos de desempeño del plan de emergencia y continuidad del negocio.
- Diseñar una respuesta adecuada a las situaciones esperadas donde se involucren los diferentes niveles de la organización.
- Definir criterios razonables y creíbles para la toma de decisiones de emergencia,
- Revisar y diseñar Guías Tácticas, Procedimientos Operativos Normalizados PONs e Instructivos Operativos Normalizados, IONs, acordes con las situaciones esperadas y los objetivos propuestos.
- Proveer los recursos necesarios para afrontar y superar las emergencias asociadas para garantizar la continuidad de las operaciones y del negocio.

Alcance

El presente documento aplica para la empresa de producción de productos cárnicos refrigerados establecida en Caloto - Cauca, y donde ésta tenga sus procesos.

Responsable

Área de Salud Integral

Factores de vulnerabilidad

Los efectos negativos de los siniestros que pueden llegar a presentarse y que se deben tenerse en cuenta son:

- Escenarios de posibles de ocurrencia natural: aquellos que puedan suceder sin la influencia de personas y que tengan impacto potencial directo en la compañía, tales como:

  - Peligros geológicos (no incluye asteroides, cometas, meteoros): sismo, terremoto.
  - Peligros meteorológicos: inundaciones, vendaval, tempestades de granizo, precipitaciones, Temperaturas extremas (calor, frío), rayos.
  - Peligros biológicos: virus, anafilácticos, intoxicación.

- Escenarios posibles que pueden ser causados por el hombre:
  - De origen accidental: escape o fuga de materiales peligrosos, accidentes de transporte terrestre, accidente de alturas, espacios confinados, colapso de edificios/estructuras, falla de energía o de servicios, escasez de combustible/recursos, contaminación aire, agua y suelo, asuntos económicos, depresión económica, inflación, colapso del sistema financiero, interrupción de los sistemas de comunicación, falsa alarma accidental

  - De origen intencional: actos mal intencionados de terceros: terrorismo, sabotaje; disturbios civiles, malestar público, histeria de masas, asonadas; huelga o contienda laboral; falsa alarma intencional; violación de seguridad física o de información; violencia en el lugar de trabajo; defecto o contaminación de productos.

- Escenarios posibles causados por la tecnología que pueden no estar relacionados a eventos naturales o causados por el hombre, como los siguientes:
  - Daños graves a servidores centrales, procesador central, software especiales, o aplicación (interna/externa) de gran valor para la compañía.

- Daños equipo auxiliar de soporte de procesos de información.
- Daños equipos de telecomunicaciones.
- Daños de equipos de electricidad / energía / servicios públicos
- Daños a equipos integrados a los diferentes procesos industriales.

Áreas identificadas de posible ocurrencia en la compañía

Para identificar cada escenario se utiliza una notación compuesta por una letra del sitio geográfico de operación y una letra indicativa del área correspondiente en cada amenaza identificada. Así, 1-Clt en la casilla de fuga o derrame, significa amenaza de fuga o derrame de material en el área de generación de la planta de Caloto - Cauca.

Lugar	
Caloto	Clt

Área	
Generación	1
Azotea	2
Parqueadero interno	3
Tubería	4
Corredor vehicular Parque Industrial	6

Escenarios	**Lugar**	**Áreas**	**Transporte**	**Entorno**	**Comunidad**
Fugas / Derrames	Cli, Clt	1Clt, 2Clt, 4Clt, 3Clt	5 Clt	Clt	Pt

Inventarios de escenarios específicos de posible ocurrencia – iones

Item	Escenarios	Escenarios específicos
1	Fugas / Derrames	Fugas / Derrames en zona de generación Fugas / Derrames en recibidor de alta presión Fugas / Derrames en termosifón, válvulas condensadores, válvulas de descargas de los compresores, y para válvulas de los enfriadores de aceite

Probabilidad de los siniestros

Para efectos de la planificación de emergencias los eventos han sido clasificados de acuerdo a su probabilidad de ocurrencia, y a cada probabilidad se le asignó un valor relativo.

Clasificación de las probabilidades

Para el análisis de vulnerabilidad se utilizan seis niveles de probabilidad para los posibles siniestros así:

PROBABILIDAD*	DESCRIPCIÓN**	CASOS EN EL AÑO***	VALOR
IMPROBABLE	nca ha ocurrido en muchos años de exposición, pero concebible	$\mathbf{1\ X10^{-3}}$ 0,001 casos en el año	**1**
PROBABLE	ría una coincidencia remotamente posible. Se sabe que ha ocurrido	$\mathbf{1\ X10^{-2}}$ 0,01 casos en el año	**2**
POSIBLE	ría una secuencia o coincidencia rara	$\mathbf{1\ X10^{-1}}$ 0,1 casos en el año	**3**
FRECUENTE	completamente posible, nada extraño, tiene una posibilidad del 50% en un año.	$\mathbf{1\ X10^{1}}$ 1 casos en el año	**4**
CONTINUA	el resultado más probable y esperado si la situación de riesgo tiene lugar	$\mathbf{1\ X10^{2}}$ 10 casos en el año	**5**

*NTC45, Método de evaluación matemática para evaluación de riesgos William T. Fine
**Método de evaluación matemática para evaluación de riesgos William T. Fine
***Método de evaluación matemática para evaluación de riesgos William T. Fine, Emergency Planning FEMA.

Severidad de los daños potenciales

La severidad de las posibles consecuencias de los siniestros identificados se clasifica en cinco (5) niveles; a cada uno de los niveles se le asignó un valor de 1 a 10 en forma ascendente así:

- Insignificante: consecuencias que no afectan el funcionamiento del sistema; pérdida o daño despreciable.

- Leve: las consecuencias afectan en forma leve al sistema; pérdida o daños moderados.

- Grave: las consecuencias afectan en forma parcial al sistema; pérdida o daños de gran magnitud.

- Muy grave: las consecuencias afectan en forma importante al sistema, pérdidas económicas y daños severos, etc.

- Catastrófica: las consecuencias afectan en forma total al sistema; pérdidas o daños de gran magnitud desaparición del sistema.*

*GTC 45/12 Guía para la identificación de los peligros y la valoración de los riesgos en seguridad y salud ocupacional

Tabla de gravedad por factor de vulnerabilidad

La gravedad relativa de cada siniestro se valora en forma independiente para cada uno de los factores de vulnerabilidad definidos anteriormente, tal como se indica en la siguiente tabla:

Gravedad	nsecuencia a las personas	nsecuencia sobre el medio ambiente	Consecuencia sobre los activos de la compañía	nsecuencia sobre la operación y/o el proceso	nsecuencia sobre la imagen de la compañía	Valor
NSIGNIFICANTE	Primeros auxilios	idente no significativo. Molestia por cierto tiempo limitado al área de ocurrencia	rdidas entre 0 pesos y 500.000 en pérdidas de ingresos anuales	uspensión menor a 1 días	Conocimiento sólo interno de la empresa	1
LEVE	sión o incapacidad laboral temporal	mpacto local, quejas internas. Afecta otras áreas aledañas al sitio	Entre 500.000 y 1.500.000 en pérdidas de ingresos anuales	ıspensión entre 1 días y 2 días	Conocimiento a nivel local	2
GRAVE	capacidad parcial permanente	npacto menor, quejas internas, se sobrepasan por un periodo corto las normas legales	Entre 1.500.000 y 8.000.000 en pérdidas de ingresos anuales	ıspensión entre 2 días y 5 días	Conocimiento a nivel regional	5
MUY GRAVE	ncapacidad total permanente o invalidez	npacto mayor, excede TLV permitido, parada de planta	Entre 8.000.000 y 12.000.000 en pérdidas de ingresos anuales	ıspensión entre 5 días y 10 días	Conocimiento a nivel nacional	10
CATASTRÓFICA	Muerte	npacto grave, riesgo tangible para la empresa de multas, demandas y un eventual pasivo contingente	ayor a 12.000.000 en pérdidas de ingresos anuales	Más de 10 días	Conocimiento a nivel internacional	20

Valores posibles de riesgo y vulnerabilidad

Para el análisis de vulnerabilidad dentro del plan de emergencia, cada escenario, dependiendo de su probabilidad y gravedad relativa, tendrá asignado un valor de riesgo con lo cual quedará ubicado dentro de una matriz construida con la gravedad y probabilidad. Así mismo, a cada posición dentro de la matriz se le asigna un valor de vulnerabilidad, dado por el porcentaje que dicho riesgo representa con relación al riesgo máximo definido.

Para la presente matriz, el valor máximo teórico de riesgo es 100, resultado de la probabilidad máxima que es 5, multiplicado por la gravedad máxima que tiene una equivalencia cuantitativa de 20.

Gravedad relativa

Aquí se aplica la fórmula con el fin de medir la Vulnerabilidad en la matriz.

Formula técnica:

$$V\ (\%) = (Vr\ x\ /\ Vr\ max) \times 100$$

Valores relativos de riesgos y vulnerabilidad

En la tabla siguiente se muestra el valor de riesgo y vulnerabilidad que cada escenario en el momento de evaluar tendría, en función de su posición en la matriz. El valor a la izquierda representa el riesgo y el valor a la derecha entre paréntesis representa la vulnerabilidad.

CONTINUA	**5**	5 (5%)	10 (10%)	25 (25%)	50 (50%)	100 (100%)
FRECUENTE	**4**	4 (4%)	8 (8%)	20 (20%)	40 (40%)	80 (80%)
POSIBLE	**3**	3 (3%)	6 (6%)	15 (15%)	30 (30%)	60 (60%)
PROBABLE	**2**	2 (2%)	4 (4%)	10 (10%)	20 (20%)	40 (40%)
IMPROBABLE	**1**	1 (1%)	2 (2%)	5 (5%)	10 (10%)	20 (20%)
		1	**2**	**5**	**10**	**20**
		INSIGNIFICANTE	**LEVE**	**GRAVE**	**MUY GRAVE**	**CATASTRÓFICA**

Matriz de aceptabilidad de los riesgos

Es la determinación de los criterios sobre los niveles de riesgo que son aceptables o no para el sistema; estas zonas de aceptabilidad se establecen según una matriz de gravedad y probabilidad, y se divide en zona aceptable, zona tolerable y zona inaceptable.

Definición de las zonas para el plan de emergencias

Aceptable: Un escenario es esta zona significa que el riesgo (P x S) no representa una amenaza significativa; sin embargo, se deben considerar soluciones más rentables o mejoras que no supongan una carga económica importante. Con las instrucciones básicas a los empleados se garantiza la respuesta a posibles emergencias en esta zona. Se requieren comprobaciones periódicas para asegurar que se mantiene la eficacia de las medidas de control.

Tolerable: Un escenario en esta región significa que para el riesgo (P X S), deben desarrollarse actividades importantes haciendo esfuerzos para reducir el riesgo, determinando las inversiones precisas. En esta zona se deben llevar a cabo procedimientos generales que permitan una respuesta individual y/o colectiva para garantizar la respuesta a posibles emergencias.

NO aceptable: Un escenario es esta región significa que el riesgo (P X S) requiere desarrollar acciones prioritarias e inmediatas remediándose el problema en un tiempo inferior al de los riesgos moderados, debido al alto impacto que tendría sobre el sistema. Para garantizar la respuesta a posibles emergencias, recuperación de las operaciones y la continuidad del negocio, es necesario contar con Guías Estratégicas para el manejo de crisis e incidentes, Procedimientos Operativos Normalizados para el control de emergencias e Instructivos Operativos Normalizados para el control y combate de emergencias.

Valor de la aceptabilidad

En la determinación de los límites de cada una de las zonas de aceptabilidad, se definieron los siguientes criterios de valoración, según sea su vulnerabilidad:

- Nivel Aceptable: hasta una vulnerabilidad < 15,00%
- Nivel Tolerable: una vulnerabilidad entre 15,99% y el 30%
- Nivel Inaceptable: una vulnerabilidad mayor al 30%

CONTINUA	**5**	Aceptable	Aceptable	Tolerable	Inaceptable	Inaceptable
FRECUENTE	**4**	Aceptable	Aceptable	Tolerable	Inaceptable	Inaceptable
POSIBLE	**3**	Aceptable	Aceptable	Aceptable	Tolerable	Inaceptable
PROBABLE	**2**	Aceptable	Aceptable	Aceptable	Tolerable	Inaceptable
IMPROBABLE	**1**	Aceptable	Aceptable	Aceptable	Aceptable	Tolerable
		1	**2**	**5**	**10**	**20**
		INSIGNIFICANTE	**LEVE**	**GRAVE**	**MUY GRAVE**	**CATASTRÓFICA**

Niveles de planeación

Al ubicar un escenario dentro de esta matriz de aceptabilidad, se está definiendo los niveles de planeación requeridos para el manejo de posibles emergencias.

- No plan: un escenario en esta región de riesgo (P X I) no representa una amenaza significativa, por lo que no necesita diseñarse una respuesta específica para el manejo de emergencias. Los posibles eventos indeseados se manejan con los mismos procedimientos operacionales y administrativos.

- General: un escenario en esta región de riegos significa que debe diseñarse una respuesta de carácter general. Para estos casos se diseñan procedimientos generales de respuesta a emergencias.

- Detallada: un escenario en esta región de riesgo significa que se debe diseñar una respuesta detallada para el manejo de emergencias y que se necesita realizar inversiones particulares para cada uno de dichos escenarios. Para estos posibles eventos indeseados se deben diseñar guías estratégicas para el manejo de crisis y manejo de incidentes, Procedimientos Operativos Normalizados para el control de emergencias e Instructivos Operacionales Normalizados para el control de emergencias.

Probabilidad relativa

CONTINUA	**5**	No plan	No plan	General	Plan	Plan
FRECUENTE	**4**	No plan	No plan	General	Plan	Plan
POSIBLE	**3**	No plan	No plan	No plan	General	Plan
PROBABLE	**2**	No plan	No plan	No plan	General	Plan
IMPROBABLE	**1**	No plan	No plan	No plan	No plan	General
		1	**2**	**5**	**10**	**20**
		INSIGNIFICANTE	**LEVE**	**GRAVE**	**MUY GRAVE**	**CATASTRÓFICA**

ANEXO H. Instructivos Operativos Normalizados para fuga de amoniaco en termosifón, válvulas condensadores, válvulas de descargas de los compresores, y para válvulas de los enfriadores de aceite

<table>
<tr><td></td><td>INSTRUCTIVO OPERATIVO NORMALIZADO PARA EL CONTROL DE LA EMERGENCIA
NO: 01
CALOTO CAUCA</td><td>NFPA 704
</td></tr>
<tr><td colspan="3">ESCENARIO Y/O EVENTO: fuga de amoniaco en termosifón, válvulas condensadores, válvulas de descargas de los compresores y para válvulas de los enfriadores de aceite</td></tr>
<tr><td colspan="2">Gerencia:</td><td>Planta/Sección:</td></tr>
<tr><td colspan="2">Procedimiento Operativo Normalizado No: 01</td><td>Área expuesta:</td></tr>
<tr><td colspan="2">Densidad ocupacional promedio: 04</td><td>Posibles lesionados esperados: 02</td></tr>
<tr><td colspan="2">Sustancias involucradas: amoníaco</td><td>Densidad vapor (Aire=1): 0.59</td></tr>
<tr><td colspan="2">Límite de inflamabilidad – inferior: 16%</td><td>Temperatura ignición: 1274°F (690°C)</td></tr>
<tr><td colspan="2">Límite de inflamabilidad – superior: 25%</td><td>Temperatura ebullición: -33°C</td></tr>
<tr><td colspan="2">Acceso principal: escaleras externas ubicadas en el área de mantenimiento</td><td>Acceso alterno: escaleras externas ubicadas en el centro de acopio</td></tr>
<tr><td colspan="3">Riesgos especiales: generación excesiva de vapores de amoniaco contaminando rápidamente a la atmósfera.</td></tr>
<tr><td colspan="3">SECUENCIA PARA EL CONTROL DE LA EMERGENCIA</td></tr>
<tr><td colspan="3">PRIMERA LÍNEA DE RESPUESTA:
• Informe al Coordinador de Mantenimiento, Jefe de Planta, Coordinador de Salud Integral y a Portería.
• Identifique el problema usando protección personal Nivel C.
• Si se detecta fuga: apagar compresores que estén en operación desde el cuarto de control:
☑ Desde el sistema escada del loto 22.
☑ Desde el interruptor principal en los tableros de fuerza accionando la palanca a la posición Off (siempre funcionan tres compresores, hay otros tres de backup).
☑ Desde cada panel ubicado en la sala de cuarto de compresores de amoniaco.
• El coordinador de mantenimiento (o frigorista de turno) informa de la situación a Equipo de Comando.</td></tr>
</table>

SEGUNDA LÍNEA DE RESPUESTA:

- Instalar el Puesto de Comando Inmediato PCI en la portería principal si la dirección del viento y concentración de gases lo permiten, o elija un punto en el entorno asegurando en todo caso una distancia mínima de 60 metros ubicándose a favor del viento. Orientarse con las mangaveletas o con las chimeneas de la planta.
- ***Personal ubicado en la sala de control:*** **(Personal ingresa con nivel de Protección C)**
  - ☑ Pulsar el botón de nebulizador de agua sala de máquinas que se encuentra ubicado en el CCM No. 8.
  - ☑ Cerrar las siguientes válvulas:
    - 376, encima del recibidor de alta presión.
    - Compresor 1: 228, 229 y 241.
    - Compresor 2: 178, 183 y 184.
    - Compresor 3: 156, 159 y 160.
    - Compresor 4: 118 y 129.
    - Compresor 5: 089 y 094.
    - Compresor 6: 059 y 063.
    - 381 salida al termosifón, que se encuentra al lado del tanque de líquidos.
- ***Personal que sube a la terraza: (Personal ingresa con nivel de Protección A)***
  - ☑ Cerrar las siguientes válvulas:
  - ☑ 431 ubicada al lado del termosifón.

  En la pasarela del área de terraza en el segundo nivel pasando por el pasillo 5:
  - Condensador 1: 393.
  - Condensador 2: 401.
  - Condensador 3: 409.

  En la pasarela del área de terraza en el primer nivel pasando por el pasillo 5.
  - Condensador 1: 400.
  - Condensador 2: 408.
  - Condensador 3: 425.
- Enviar un grupo de Brigadistas con nivel de protección C (o mayor si está disponible), para revisar las áreas por donde se supone circuló el amoníaco, para asegurarse que no haya personas atrapadas o afectadas.
- Realizar operaciones de monitoreo ambiental con instrumentos de medición, para confirmar las concentraciones en el ambiente.
- Realizar las operaciones de descontaminación y limpieza.

TERCERA LÍNEA DE RESPUESTA (AYUDA MUTUA E INTERINSTITUCIONAL):

- El Comandante de Incidente, solicita a través del Coordinador de Salud Integral, el soporte de la ayuda externa, para que sean atendidas las necesidades de la población vecina y la información a las empresas vecinas para que activen sus respectivos planes de evacuación.
- La ayuda externa instalará su propio Sistema de Comando, cuyas instalaciones como Puesto de Comando (PC), Base (B), Área de Espera (AE), Área de Clasificación de Víctimas (ACV) y demás, estarán ubicadas en sitios estratégicos dependiendo de las condiciones ambientales prevalecientes y los resultados de los cálculos de dispersión de los gases.
- El Sistema de Comando del grupo interinstitucional coordinará las operaciones de acceso e intervención de las autoridades de tránsito, policía y demás, para que no resulten inadvertidamente involucradas en áreas contaminadas y sin la protección personal correspondiente.

- La ayuda externa coordinará el proceso de evacuación de la población y la atención médica de las personas de la población que resulten afectadas y la atención y/o traslado hacia clínicas del personal de la empresa de productos cárnicos que no pueda ser atendido por la empresa.
- La ayuda externa coordinará con la Secretaría de Salud la asistencia de servicios de ambulancia y disponibilidad de clínicas.
- La ayuda externa coordinará la consecución de los equipos y elementos de protección personal para atender las necesidades de la población y las adicionales que necesitará la empresa de productos cárnicos para las operaciones internas.
- El Puesto de Comando de los grupos de ayuda interinstitucional, coordinará acciones u operaciones con el Puesto de Comando de la empresa de productos cárnicos y de las empresas vecinas.
- La ayuda externa activará la relación funcional correspondiente con el Consejo Municipal de Gestión del Riesgo y Desastres, para asegurar los canales de consecución por parte de empresas proveedoras de elementos de protección personal como mascarillas para vapores de amoníaco, surtidoras de oxígeno medicinal y servicio de recarga de cilindros de aire para auto-contenidos.

Ubicación Coordinadores de Escena (Emergencias):
Cuarto de Control Planta Caloto (si está asequible), u otro teniendo en cuenta las condiciones atmosféricas

Total brigadistas requeridos 1ª línea: 02
Total brigadistas requeridos 2ª línea: 06
Total brigadistas requeridos 3ª línea: 08

BRIGADISTAS PRIMERA LÍNEA
BRIGADISTAS SEGUNDA LÍNEA
TERCERA LÍNEA DE RESPUESTA

Protección personal requerida:
- Trajes encapsulados y para salpicaduras en Nitrilo, Neopreno, Tychem, etc.
- Equipos auto-contenidos SCBA.
- Botas de caucho.
- Guantes de neopreno.
- Máscaras “full face” con cartuchos o filtro para amoniaco.
- Medias máscaras con cartuchos o filtros para amoniaco

Necesidades inmediatas de equipos y herramientas:
- 06 Equipos de respiración SCBA, para los niveles de protección A y B.
- 02 Equipos portátiles de monitoreo de atmósferas peligrosas.
- Sistema de protección contra incendio fijo o portátil.
- 01 Binoculares.
- 02 Palas plásticas.
- 01 Carretillas.
- 02 Sillas plásticas para punto de descontaminación.
- 03 Cepillos para descontaminación.
- 100 Bolsas plásticas para residuos contaminados.
- 01 Tambor plástico Overpack de 55 gls con tapa (vacío).

- 12 Cilindros de repuesto para equipos auto-contenido SCBA.
- 01 Ambulancia con servicio médico para atender quemaduras térmicas y químicas e intoxicaciones.
- 10 Radios portátiles para comunicación punto a punto.
- Sistema de Comunicación con el Grupo de Comando en el Centro de Control de Emergencias.
- 03 Linternas de mano y baterías para operaciones nocturnas.
- Sistema de iluminación de emergencia.
- Servicio de hidratación para el personal.
- Servicio de alimentación para el personal.
- Relevo de personal.
- Servicio de transporte para el personal.

Objetivo de desempeño: el control total de la fuga del escenario deberá lograrse en 20 minutos con 06 brigadistas.

Ubicación de vehículos de emergencias: En el área de la portería de la empresa u otro alterno a 100 metros a la redonda de la fuente de la fuga y a favor del viento (Bodega de Omnilife al noroeste de la planta, o la portería de parque).

DESCONTAMINACIÓN BÁSICA

- La descontaminación rápida de la piel y la descontaminación visual es fundamental. Las víctimas que son capaces pueden ayudar con su propia descontaminación. Retire la ropa contaminada mientras se lava las áreas expuestas. Doble la bolsa de la ropa contaminada y objetos personales.
- Lavar la piel expuesta al líquido y/o gas y el pelo con agua durante por lo menos 5 minutos. Si es posible, lave la piel expuesta muy a fondo con agua y jabón. Tenga cuidado para evitar la hipotermia cuando se descontamina a niños o ancianos. Utilice mantas cuando sea apropiado.
- Si hay contacto con los ojos riéguelos con agua o solución salina durante al menos 15 minutos. Quítese los lentes de contacto, si son fácilmente desmontables sin trauma adicional para los ojos. Continuar el riego durante la transferencia de la víctima a la zona de soporte.
- En caso de ingestión no provocar el vómito, realizar lavado gástrico, o neutralización intento. No administrar carbón activado. Las víctimas que estén conscientes y pueden tragar, deben tomar 4 a 8 onzas de agua o leche.
- Tan pronto como la descontaminación básica está completa, mueva a la víctima a la zona de soporte.

Aprobado por:	

ANEXO. I. Instructivo Operativo Normalizado para la atención de fugas y/o roturas en recibidor de alta presión

<table>
<tr><td></td><td>INSTRUCTIVO OPERATIVO NORMALIZADO PARA EL CONTROL DE LA EMERGENCIA
NO: 02
CALOTO CAUCA</td><td>NFPA 704
</td></tr>
<tr><td colspan="3">ESCENARIO Y/O EVENTO: Fugas y/o roturas en recibidor de alta presión.</td></tr>
<tr><td>Gerencia:</td><td colspan="2">Planta/Sección:</td></tr>
<tr><td>Procedimiento Operativo Normalizado No: 02</td><td colspan="2">Área expuesta:</td></tr>
<tr><td>Densidad ocupacional promedio: 02</td><td colspan="2">Posibles lesionados esperados: 02</td></tr>
<tr><td>Sustancias involucradas: amoníaco</td><td colspan="2">Densidad vapor (Aire=1): 0.59</td></tr>
<tr><td>Límite de inflamabilidad – Inferior: 16%</td><td colspan="2">Temperatura ignición: 1274°F (690°C)</td></tr>
<tr><td>Límite de inflamabilidad – Superior: 25%</td><td colspan="2">Temperatura ebullición: -33°C</td></tr>
<tr><td>Acceso principal: puerta de entrada a cuarto de máquinas</td><td colspan="2">Acceso Alterno: No tiene</td></tr>
<tr><td colspan="3">Riesgos especiales: equipos energizados, equipos con altas presiones, tuberías a la altura del piso y de la cabeza, generación excesiva de vapores perdiendo visibilidad, cuarto con una única salida y entrada.</td></tr>
<tr><td colspan="3">SECUENCIA PARA EL CONTROL DE LA EMERGENCIA</td></tr>
<tr><td colspan="3">PRIMERA LÍNEA DE RESPUESTA:
• Informe al Coordinador de Mantenimiento, Jefe de Planta, Coordinador de Salud Integral y a Portería.
• Identifique el problema usando protección personal Nivel C desde el cuarto de control.
• Si se detecta fuga: apagar compresores que estén en operación desde el cuarto de control:
☑ Desde el sistema escada del loto 22.
☑ Desde el interruptor principal en los tableros de fuerza, accionando la palanca a la posición Off (siempre funcionan tres compresores, hay otros tres de backup).
☑ Desde cada panel ubicado en la sala de cuarto de compresores de amoniaco.
☑ Pulsar el botón de nebulizador de agua sala de máquinas que se encuentra ubicado en el CCM No. 8
• El coordinador de mantenimiento (o frigorista de turno) informa de la situación a equipo de mando.</td></tr>
</table>

SEGUNDA LÍNEA DE RESPUESTA:

- Instalar el Puesto de Comando Inmediato PCI en la portería principal si la dirección del viento y concentración de gases lo permiten, o elija un punto en el entorno asegurando en todo caso una distancia mínima de 60 metros ubicándose a favor del viento. Orientarse con las mangaveletas o con las chimeneas de la planta.
- ***Personal ubicado en la sala de control:*** **(Personal ingresa con nivel de Protección C)**
  - ☑ Cerrar las siguientes válvulas:
    - 376, encima del recibidor de alta presión.
    - 381 salida al termosifón, que se encuentra al lado del tanque de líquidos.
    - 379 salida del tanque de líquidos
- Enviar un grupo de brigadistas con nivel de protección C (o mayor si está disponible), para revisar las áreas por donde se supone pudo circular amoniaco, para asegurarse que no haya personas atrapadas o afectadas.
- Realizar operaciones de monitoreo ambiental con instrumentos de medición, para confirmar concentraciones.
- Realizar las operaciones de descontaminación y limpieza.

TERCERA LÍNEA DE RESPUESTA (AYUDA MUTUA E INTERINSTITUCIONAL):

- El Comandante de Incidente, solicita a través del Coordinador de Salud Integral, el soporte de la ayuda externa, para que sean atendidas las necesidades de la población vecina y la información a las empresas vecinas para que activen sus respectivos planes de evacuación.
- La ayuda externa instalará su propio Sistema de Comando, cuyas instalaciones como Puesto de Comando (PC), Base (B), Área de Espera (AE), Área de Clasificación de Víctimas (ACV) y demás, estarán ubicadas en sitios estratégicos dependiendo de las condiciones ambientales prevalecientes y los resultados de los cálculos de dispersión de los gases.
- El Sistema de Comando del grupo interinstitucional coordinará las operaciones de acceso e intervención de las autoridades de tránsito, Policía y demás, para que no resulten inadvertidamente involucradas en áreas contaminadas y sin la protección personal correspondiente.
- La ayuda externa coordinará el proceso de evacuación de la población y la atención médica de las personas de la población que resulten afectadas y la atención y/o traslado hacia clínicas del personal de la empresa de productos cárnicos que no pueda ser atendido por la empresa.
- La ayuda externa coordinará con la Secretaría de Salud la asistencia de servicios de ambulancia y disponibilidad de clínicas.
- La ayuda externa coordinará la consecución de los equipos y elementos de protección personal para atender las necesidades de la población y las adicionales que necesitará la empresa de productos cárnicos para las operaciones internas.
- El Puesto de Comando de los grupos de ayuda interinstitucional, coordinará acciones u operaciones con el Puesto de Comando de la empresa de productos cárnicos y de las empresas vecinas.
- La ayuda externa activará la relación funcional correspondiente con el Consejo Municipal de Gestión del Riesgo y Desastres, para asegurar los canales de consecución por parte de empresas proveedoras de elementos de protección personal como mascarillas para vapores de amoniaco, surtidoras de oxígeno medicinal y servicio de recarga de cilindros de aire para auto-contenidos.

Ubicación Coordinadores de Escena (Emergencias):
Cuarto de Control Planta Caloto (si está asequible), u otro teniendo en cuenta las condiciones atmosféricas

Total brigadistas requeridos 1ª y 2ª línea: 12

Protección personal requerida:

- Trajes encapsulados y para salpicaduras en Nitrilo, Neopreno, Tychem, etc.
- Equipos auto-contenidos SCBA.
- Botas de caucho.
- Guantes de neopreno.
- Máscaras “full face” con cartuchos o filtro para amoniaco.
- Medias máscaras con cartuchos o filtros para amoniaco

Necesidades inmediatas de equipos y herramientas:

- 06 Equipos de respiración SCBA, para los niveles de protección A y B.
- 02 Equipos portátiles de monitoreo de atmósferas peligrosas.
- Sistema de protección contra incendio.
- 01 Binoculares.
- 02 Palas plásticas.
- 01 Carretillas.
- 02 Sillas plásticas para punto de descontaminación.
- 03 Cepillos para descontaminación.
- 100 Bolsas plásticas para residuos contaminados.
- 01 Tambor plástico de 55 gls con tapa (vacío).
- 12 Cilindros de repuesto para equipos auto-contenido SCBA.
- 01 Ambulancia con servicio médico para atender quemaduras térmicas y químicas e intoxicaciones.
- 10 Radios portátiles para comunicación punto a punto.
- Sistema de Comunicación con el Grupo de Comando en el Centro de Control de Emergencias.
- 03 Linternas de mano y baterías para operaciones nocturnas.
- Sistema de iluminación de emergencia.
- Servicio de hidratación para el personal.
- Servicio de alimentación para el personal.
- Relevo de personal.
- Servicio de transporte para el personal.

Objetivo de desempeño: 0.5 horas

Ubicación de vehículos de emergencias: en el área de la portería de la empresa u otro alterno a 100 metros a la redonda de la fuente de la fuga y a favor del viento.

Aprobado por:	

ANEXO J. Instructivo Operativo Normalizado para el control de intoxicación de pacientes por contacto, inhalación y/o ingestión de amoniaco gaseoso o líquido

<table>
<tr><td></td><td>INSTRUCTIVO OPERATIVO NORMALIZADO PARA EL CONTROL DE LA EMERGENCIA
NO: 03
CALOTO CAUCA</td><td>NFPA 704

</td></tr>
<tr><td colspan="3">ESCENARIO Y/O EVENTO: intoxicación de pacientes por contacto, inhalación y/o ingestión de amoniaco gaseoso o líquido.</td></tr>
<tr><td colspan="2">Gerencia: Coordinación de Salud Integral</td><td>Planta/Sección: Caloto</td></tr>
<tr><td colspan="2">Procedimiento Operativo Normalizado No: 03</td><td>Área expuesta:</td></tr>
<tr><td colspan="2">Sustancias involucradas: amoniaco</td><td>Densidad vapor (Aire=1): 0.59</td></tr>
<tr><td colspan="2">Límite de inflamabilidad – Inferior: 16%</td><td>Temperatura ignición: 1274°F (690°C)</td></tr>
<tr><td colspan="2">Límite de inflamabilidad – Superior: 25%</td><td>Temperatura ebullición: -33°C</td></tr>
<tr><td colspan="3">Riesgos especiales:
• Los pacientes expuestos sólo al amoniaco gaseoso no suponen un riesgo especial de contaminación secundaria, éstos no serán descontaminados.
• Los pacientes cuya ropa o piel está contaminada con líquidos pueden contener amoniaco y contaminarán al personal de rescate y médicos, por contacto directo o a través de la gasificación del amoniaco, éstos deberán ser descontaminados.
• El contacto con amoniaco provocará irritación de la vía respiratoria generando rinorrea (flujo o emisión abundante de líquido por la nariz), tos y disnea (dificultad respiratoria o falta de aire). Puede ocurrir un laringoespasmo (Reflejo espasmódico que cierra el esfínter de la laringe, particularmente la glotis, y puede causar asfixia) y signos de edema pulmonar (falta de respiración, cianosis, expectoración, tos, entre otros).
• No existe un antídoto para la intoxicación por amoniaco. El tratamiento consiste en medidas de apoyo.
• Las víctimas que han sido sometidas a descontaminación o han estado expuestas sólo a vapor no plantean graves riesgos de contaminación secundaria. El personal de soporte de la zona no requiere equipos especializados de protección en estos casos.</td></tr>
</table>

SECUENCIA PARA EL CONTROL DE LA EMERGENCIA

PRIMERA LÍNEA DE RESPUESTA:

- Informe al Coordinador de Mantenimiento, Jefe de Planta, Coordinador de Salud Integral y a Portería.
- Si referencia pacientes consientes:
  - ☑ Infórmeles que se pongan a salvo en un lugar seguro, aireado y en contra de la dirección del viento orientándose con la mangaveleta o con las chimeneas de la planta.
  - ☑ El coordinador de mantenimiento (o frigorista de turno) informa de la situación a equipo de comando.
  - ☑ El equipo de comando pide inmediatamente ayuda medicalizada.

SEGUNDA LÍNEA DE RESPUESTA:

- Instalar el **ACV** en el patio de maniobras frente al parqueadero de motos si la dirección del viento y concentración de gases lo permiten, o elija un punto en el entorno asegurando en todo caso una distancia mínima de 100 metros ubicándose a favor del viento. Orientarse con las mangaveletas o con las chimeneas de la planta.
- ***Personal de soporte***
  Instale el corredor de descontaminación en un lugar adecuado teniendo en cuenta áreas afectadas, dirección del viento y concentración de gases, asegurando en todo caso una distancia prudente ubicándose a favor del viento orientándose con las mangaveletas o con las chimeneas de la planta.
  - ☑ Los pacientes que están capacitados y quieren cooperar, pueden ayudar a realizar su propia descontaminación.
  - ☑ La ropa deberá retirársela y/o quitársela y ponerla en una bolsa doble para su disposición especial final.

  Descontaminación básica:
  - ☑ Retire la ropa contaminada mientras se lava las áreas expuestas. Lavar la piel expuesta al líquido y el pelo con agua durante por lo menos 5 minutos. Si es posible, lave la piel expuesta muy a fondo con agua y jabón. Tenga cuidado para evitar la hipotermia utilizando mantas cuando sea apropiado.
  - ☑ Riegue las zonas expuestas, heridas y ojos con agua o solución salina durante al menos 15 minutos. Quítese los lentes de contacto (si posee), si es fácilmente desmontable sin trauma adicional para los ojos. Continuar el riego durante la transferencia de la víctima a la zona de soporte.
  - ☑ Tan pronto como la descontaminación básica está completa, desplace a la víctima a la zona de soporte.
- ***Personal que accede a la víctima:***
  - ☑ Si la víctima se encuentra en el área de la fuga, muévala y/o ubíquela en un lugar seguro.
  - ☑ Garantice rápidamente una vía aérea permeable, asegurar la adecuada respiración y el pulso.
  - ☑ Si la víctima no respira pero tiene pulso, inicie maniobra de RCP ayudado con un dispositivo de Bolsa-Válvula-Mascarilla (BVM).
  - ☑ Si se sospecha de un traumatismo, mantener la inmovilización cervical manual, colocar un collar cervical y ubicar en la tabla rígida o férula espinal cuando sea posible.
  - ☑ Garantizar una respiración adecuada y el pulso administrando oxígeno (Dispositivo BVM Bolsa Válvula Mascarilla) suplementario según sea necesario.
  - ☑ Traslade la víctima al área de descontaminación.
  - ☑ Los pacientes que están hipotensos o tienen convulsiones deben ser tratados de acuerdo con los protocolos de soporte vital avanzado.

TERCERA LÍNEA DE RESPUESTA (APOYO PREHOSPITALARIA PROFESIONAL):

- El Comandante de Incidente, solicita a través del Coordinador de Salud Integral, el soporte de la ayuda externa, para que sean atendidas las necesidades de la población vecina y la información a las empresas vecinas para que activen sus respectivos planes de evacuación.
- La ayuda externa instalará su propia Área de Clasificación de Víctimas (ACV) y demás; estará ubicada en sitios estratégicos dependiendo de las condiciones ambientales prevalecientes y los resultados de los cálculos de dispersión de los gases.
- Evaluar y apoyar las vías respiratorias y de circulación. Esté atento a signos tanto de edema laríngeo como aquellos que puedan comprender la vía aérea.
- Los niños pueden ser más vulnerables a los agentes corrosivos que los adultos debido al menor diámetro de sus vías respiratorias.
- En los casos de compromiso respiratorio, asegure la intubación endotraqueal. Si no es posible, conseguir una vía aérea quirúrgica.
- Tratar a los pacientes que tienen broncoespasmo con broncodilatadores en aerosol. El uso de agentes sensibilizantes bronquiales en situaciones de exposición a sustancias químicas múltiples puede presentar riesgos adicionales. Se considerará también la salud del miocardio antes de elegir qué tipo de broncodilatador debe ser administrado.
- Agentes sensibilizantes cardiacos pueden ser apropiados; sin embargo, el uso de agentes sensibilizantes cardíacos después de la exposición a ciertas sustancias químicas puede representar mayor riesgo de arritmias cardíacas (especialmente en los ancianos).
- Considere la posibilidad de epinefrina racémica en aerosol para los niños que desarrollan el estridor. Dosis 0,25-0,75 mL de solución de epinefrina racémica al 2,25% en agua, se repiten cada 20 minutos según sea necesario advirtiendo de la variabilidad de miocardio.
- Los pacientes que están en estado comatoso, hipotensor o que tienen ataques deben ser tratados de la manera convencional. Gestión de hipotensión y shock con líquidos intravenosos (tenga cuidado al edema pulmonar), agentes vasopresores pueden ser requeridos.

Consideraciones:

- Sólo los pacientes contaminados deben ser transportados a un centro médico.
- Informe a la estación base y la instalación médica remitida acerca del estado del paciente, el tratamiento dado, y el tiempo estimado de llegada.
- Si el amoniaco se ha ingerido, preparar la ambulancia en caso de que la víctima vomite material tóxico. Tener listas abiertas varias toallas y bolsas de plástico para limpiar rápidamente y aislar a vómito.
- Continúe regando la piel expuesta y los ojos, según corresponda.
- En caso de ingestión no provocar el vómito, ya que puede volver a exponer el esófago y la boca a la sustancia cáustica. No administrar carbón activado. No lleve a cabo un lavado gástrico o la neutralización después de la ingestión. Si no se da durante la descontaminación, suministrar de 4 a 8 onzas de agua por vía oral para diluir el contenido del estómago.
- Considere la posibilidad de una endoscopia para evaluar el alcance de la lesión gastrointestinal del tracto. La hinchazón de la garganta extrema puede requerir intubación endotraqueal o cricotiroidotomía.

- La lesión pulmonar puede seguir evolucionando más de 18 a 24 horas. Broncoconstricción residual, las bronquiectasias y la enfermedad de las pequeñas vías respiratorias puede

ocurrir, y enfermedad pulmonar obstructiva crónica se puede desarrollar.

- Los pacientes expuestos a la inhalación que son inicialmente sintomáticos deben ser vigilados con cuidado y reexaminados periódicamente.
- Pruebas de función pulmonar se deben repetir una vez al año.
- Los pacientes que desarrollan edema pulmonar deben ser admitidos en una unidad de cuidados intensivos.
- La exposición ocular aguda de amoniaco puede resultar en la presión intraocular permanente, formación de cataratas y el glaucoma con una reducción significativa de la agudeza visual.

Efectos sistémicos

Efectos cardiovasculares
Exposición aguda a nieblas de amoniaco de altas concentraciones (> 500 ppm) puede producir pulso elevado, aumento de la presión sanguínea, bradicardia y en algunos casos de exposición masiva se ha reportado falla cardiaca.

Efectos gastrointestinales
Quemaduras y ulceraciones generadas por contacto en la boca, tráquea y estómago son las afecciones más comunes. También se ha reportado vómito en exposiciones agudas.

Efectos hematológicos
Se ha observado cianosis, número elevado de glóbulos blancos y trombosis arterial en seres humanos expuestos a aerosoles de amoniaco de altas concentraciones.

Efectos musculares
En ocasiones y para algunos individuos afectados, se genera espasmo muscular a exposición de concentraciones elevadas de amoniaco gaseoso.

Efectos hepáticos
Para casos de exposición letal a amoniaco gaseoso (3000-4000 ppm) por un periodo de alrededor de una hora se puede presentar necrosis hemorrágica del hígado.

Efectos renales
Se han reportado casos de nefritis hemorrágica y congestión renal luego de exposiciones agudas accidentales de aerosoles de amoniaco. En algunos casos se ha reportado la muerte por falla renal a causa de ingestión de soluciones amoniacales con fines domésticos.

Efectos endocrinos
En exposiciones crónicas de amoniaco a niveles de concentración bajos se produce aumento en el contenido de hormonas como adrenalina excretadas en la orina. No obstante, la significancia de estos efectos no está clara.

Efectos inmunológicos
La exposición crónica a aerosoles de compuestos amoniacales genera asma en muchos casos. La exposición crónica o aguda puede producir en algunos individuos la disminución de la resistencia bacterial y de la respuesta inmune a la infección por bacterias comunes del ambiente.

Efectos neurológicos
A causa del contacto con amoniaco en concentraciones elevadas se puede presentar pérdida de la conciencia, debilidad muscular y visión borrosa.

Necesidades inmediatas de equipos y herramientas:	
Aprobado por:	