



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO

FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES ZARAGOZA

**Mejora a las guías para la elaboración del Estudio de
Riesgo Ambiental (ERA) y Programas para la
Prevención de Accidentes (PPA) de la SEMARNAT**

T E S I S
QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE:
I N G E N I E R O Q U Í M I C O

P R E S E N T A N :

FERNANDO AGUIRRE BARRAGÁN

Y

**ELEAZAR GIOVANI SÁNCHEZ
QUEZADA**

JURADO DE EXAMEN

DIRECTOR: M. EN I. ALEJANDRO JUVENAL GUZMAN GOMEZ

ASESORA: DRA. ANA LILIA MALDONADO ARELLANO

ASESOR: I.Q. GONZALO RAFAEL COELLO GARCIA

SINODAL: DR. CRESENCIANO ECHAVARRIETA ALBITER

SINODAL: M. EN I. FRANCISCO JAVIER ALMAZAN RUIZ



CIUDAD DE MÉXICO, 2024



Universidad Nacional
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

Biblioteca Central



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

Dedicatorias y Agradecimientos

Fernando Aguirre Barragán

Dedicatorias

Este trabajo es dedicado a todas esas personas que, en pequeña o gran manera, han sido parte de mi vida y de mi persona, de quienes conservo expresiones, palabras, canciones, recuerdos y memorias.

A todos aquellos que han pasado por adversidades y han pensado en darse por vencidos, pero han perseverado, sin saber qué les espera al dar el siguiente paso, pero confiados en que el mañana será mejor que el ayer.

A mi papá, **Raúl Aguirre**, por no soltarme, aun con mis errores, y seguir apoyándome en todo tiempo. Quien, sabiendo mis fallas y virtudes, ha decidido amarme y sostenerme, en mis mejores y peores momentos. Gracias por sostener mi mano ahora igual que de niño lo hacías al enseñarme a dibujar.

A mi mamá, **Patricia Barragán**[†], a quien amo y extraño cada segundo. Por ti hoy soy una persona diferente, más fuerte y más vulnerable, más realista pero más soñador; me enseñaste a aceptar lo que venga con amor y una sonrisa, a tomar decisiones difíciles y a ser más maduro al actuar. Este trabajo es por y para ti.

A mis tías: **Rosario**, por ese amor incondicional, por ser ese techo en necesidad, esa guía cuando lo he necesitado; **Leticia**, pues contigo he aprendido que la disciplina siempre irá acompañada de amor; **Claudia**, por abrirme tantas veces las puertas de su hogar y de su corazón, mostrándome un apoyo sin igual; **Graciela**, por ser ejemplo de fortaleza y constancia; y **Verónica**, por desde niño haber sido mi abrazo y cariño. A mi tío **Memo**, porque tus palabras, consejos, apoyo y abrazo siempre han sido un respiro a mi alma cuando lo he necesitado.

A mis mascotas, **Tomasa**, **Canela**[†], **Mina** y **Marcela**, porque incontables fueron los días en que me acompañaron al leer y escribir, sin palabras me hicieron sentir su amor cada día.

Agradecimientos

A mis amigos universitarios, **Eunice, Brenda Laura, Esmeralda, Ana, Martha y Daniel**, por acompañarme, escucharme, ayudarme y amarme tal y como soy.

A mis profesores **Paulette Tapia, Alejandra Valentán, Rodolfo Mohedano[†]**, quienes no solo me educaron académicamente, sino también me enseñaron sobre la vida y cómo afrontarla.

A mi director de tesis, **Alejandro Juvenal Guzmán**; mis asesores, **Ana Lilia Maldonado** y **Rafael Coello**; y mis sinodales, **Cresenciano Echavarrieta** y **Francisco Javier Almazán**; por ser indispensables en este trabajo escrito y por su paciencia en su culminación.

A **Dios** y mi iglesia, por ser mi gozo en dificultad, por permitirme, día a día apasionarme en un canto e instrumento, siendo mi espacio seguro, el lugar donde podía ser yo.

A mis hermanos y amigos, **Brenda, Emmanuel, Valeria, Saraí y Belén**, por, semana a semana, forjarme y amarme desde hace más de 10 años.

A **Manuel y Lupita Durán, Adrián Lucio y Luisa Gómez, Edgar Pineda y Vero Rivera**, por ser esa familia que me arropó y amó como un hijo más, confiando en mí más de lo que yo podía confiar.

Y, por último, a mi mejor amigo, compañero y co-autor de tesis, **Giovani**, por tu paciencia, tu cariño, tu amistad, por escucharme y apoyarme incontables veces. Si terminé esta tesis fue por ti, gracias por confiar en mí.

“Lo que hace a la vida invaluable es que no dura para siempre, y es preciada ya que tiene un final. El tiempo es simple suerte, no lo desperdicien viviendo la vida de alguien más, hagan que la suya tenga impacto, luchen por lo que es importante, no importando qué sea, porque, aunque fracasemos, ¿qué mejor forma hay para vivir?”

The Amazing Spider-Man 2

Dedicatorias y Agradecimientos

Eleazar Giovani Sánchez Quezada

*Dedicado a mis padres, familia, profesores,
amigos y seres queridos.*

Agradecimientos

Durante esta carrera he tenido a muchas personas a las que agradecer, y aunque no sean mencionadas explícitamente, su apoyo es algo que llevo en mis pensamientos y los guardo con mucho cariño. Quizá no parezca mucho, pero tan solo una respuesta en momentos de duda, una risa para alegrar unos instantes, una mano o brindar algo que pudiera faltar en cualquier momento, siempre será algo que hará más ameno cualquier situación.

Agradezco a mis padres, los pilares de mi vida, por todo su apoyo, desde lo económico hasta las veces que me acompañaban a la parada del camión para ir a la escuela. Quiero que sepan que su apoyo es el que más guardo con cariño. Gracias por preocuparse por mí, porque desde el hecho de ponerme una torta para comer, es un gran gesto para hacerme notar su cariño. Espero algún día poder sentir que valió la pena.

Agradezco a mis profesores, que brindaron su conocimiento, sabiduría y experiencia, ya que son la fuente de lo que he aprendido para poder llegar hasta este punto. Puede que cada quien tenga su propia manera de enseñar, pero ahora entiendo que lo importante es llevarse lo bueno de cada uno de ellos. En especial a mi director de tesis, Alejandro Juvenal Guzmán; mis asesores, Ana Lilia Maldonado y Rafael Coello; y mis sinodales, Cresenciano Echavarrieta y Francisco Javier Almazán, por brindarme lo más valioso, que es su tiempo, para dar este último paso de esta carrera.

A mis amigos, que muy probablemente, fueron el apoyo emocional más fuerte, ya que son los que hacen que el tiempo en la escuela sea más ameno y al final, aunque a muchos les deje de hablar por cualquier situación, me llevo muy buenos recuerdos de cuando compartíamos clase. En especial a los chilaquiles, que fueron con los que al final guarde un mayor afecto, y sobre todo a Fernando, que, junto con él, estamos terminando esta etapa de nuestras vidas, ambos sabemos por lo que pasamos para llegar a este punto, y por eso te admiro y agradezco.

A mi familia y seres queridos. Como a mis hermanos, que, con un simple gesto de solidaridad, hicieron que me pudiera sentir que contaba con alguien en momentos difíciles. A mi tío, que me llevaba de vez en cuando a la escuela, a pesar que se pudiera desviar en su trayecto. A mis amigos que considero como mis hermanos. A la familia Romano Escobar, por sus gestos de cariño, que me hicieron sentir apreciado. Y sobre todo a Leslie Romano Escobar, por todo el amor que he recibido de su parte, por su tiempo, y hacerme sentir bien en momentos difíciles.

Agradezco a Dios, por permitirme llegar hasta aquí, y por todas las personas que ha puesto en mi vida y han sido mencionadas en estos agradecimientos.

Índice

Resumen	1
Justificación.....	2
Introducción.....	4
Objetivos	5
Capítulo 1. Riesgo ambiental.....	6
1.1. Riesgo: Definición y clasificación	7
1.1.1. Clasificación.....	8
1.2. Gestión e identificación de riesgos.....	10
1.3. Riesgos en la industria química.....	14
1.3.1. Toxicidad.....	16
1.3.2. Dispersión de nubes tóxicas o inflamables	18
1.3.3. Energía	19
1.3.3.1. Incendios.....	19
1.3.3.2. Explosiones.....	23
1.3.3.3. BLEVE – Bola de fuego	25
1.3.3.4. Radiación	26
1.3.4. Riesgos indirectos	29
1.3.4.1. Energía vibratoria.....	29
1.3.4.2. Energía térmica.....	33
1.3.4.3. Iluminación	36
1.3.4.4. Riesgos eléctricos	38
1.3.4.5. Riesgos psicosociales.....	41

1.4. Accidentes en la industria química	43
1.4.1. Accidentes a nivel nacional.....	43
1.4.2. Accidentes a nivel mundial.....	50
1.5. Análisis de riesgo ambiental.....	54
1.5.1. Metodologías de análisis e identificación de riesgos	56
1.5.1.1. Clasificación de las metodologías	58
1.5.2. Modelos matemáticos computacionales	60
1.5.2.1. ALOHA.....	61
1.5.2.2. SCRI	62
Capítulo 2. Regulación ambiental	64
2.1. Directiva 2012/18/UE: Directiva Seveso III.....	65
2.2. Otras normas internacionales.....	69
2.3. Regulación nacional	70
2.3.1. Listados que definen a las Actividades Altamente Riesgosas	79
2.3.2. Trámites SEMARNAT-07-008 y SEMARNAT-07-013.....	80
2.3.3. Guías para la elaboración de Estudio de Riesgo Ambiental y Programas para la Prevenición de Accidentes.....	83
Capítulo 3. Análisis y Propuesta de Mejora	86
3.1. Análisis de las Guías actuales.....	87
3.2. Propuesta de mejora	107
3.2.1. Guía para la elaboración del Estudio de Riesgo Ambiental	107
3.2.2. Guía para la elaboración del Programa para la Prevenición de Accidentes	141
3.3. Ejemplos de aplicación.....	166
3.3.1. Aplicación de la guía para la elaboración del Estudio de Riesgo Ambiental	166

3.3.2. Aplicación de la guía para la elaboración del Programa para la Prevención de Accidentes.....	215
Capítulo 4. Conclusiones.....	265
Capítulo 5. Recomendaciones adicionales.....	268
Referencias.....	270
Anexos.....	283
Anexo 1: Primer listado que define a las Actividades Altamente Riesgosas.....	283
Anexo 2: Segundo listado que define a las Actividades Altamente Riesgosas.....	291
Anexo 3. Metodologías de análisis e identificación de riesgos.....	301
A3.1. Análisis funcional de operatividad (HAZOP).....	301
A3.2. Análisis del Modo y Efecto de los Fallos (AMEF).....	308
A3.3. Índice de DOW de incendio y explosión.....	309
A3.4. Índice de Mond.....	314
A3.5. Método del árbol de fallos.....	315
A3.6. Método del árbol de sucesos.....	319
Anexo 5. Guía de elaboración del Estudio de Riesgo Ambiental.....	320
Anexo 5. Guía de elaboración del Programa para la Prevención de Accidentes.....	345
Anexo 6. Ejemplo de aplicación de las guías originales de elaboración para Estudio de Riesgo Ambiental y Programas para la Prevención de Accidentes.....	362

Índice de Figuras

Figura 1.1. Ciclo de vida del proceso de gestión de riesgos de proyectos conforme al método PMBOK.....	14
Figura 1.2. Radiación ionizante y no ionizante	26
Figura 1.3. Número de accidentes laborales por año en México, de 2007-2021, en todo ámbito laboral y en la industria de la transformación.....	44
Figura 1.4. Diagrama de flujo del proceso de análisis e identificación de riesgos	57
Figura 2.1. Entidades encargadas de la supervisión de sustancias químicas riesgosas en México	87
Figura 3.1. Representación gráfica de las zonas de riesgos a identificar en el Estudio de Riesgo Ambiental	106

Índice de Tablas

Tabla 1.1. Clasificación de toxicidad de pesticidas en DL ₅₀ en ratas (mg/kg de peso) .	17
Tabla 1.2. Definición del tipo de estabilidad atmosférica	19
Tabla 1.3. Límites de contaminación superficial (radiación ionizante)	28
Tabla 1.4. Límites de contaminación superficial.....	29
Tabla 1.5. Límites máximos permisibles de exposición a ruido laboral.....	30
Tabla 1.6. Límites máximos permisibles de exposición a condiciones térmicas elevadas ..	34
Tabla 1.7. Límites máximos permisibles de exposición a condiciones térmicas abatidas .	36
Tabla 1.8. Niveles de iluminación.....	37
Tabla 1.9. Efectos en el cuerpo humano por el paso de corriente eléctrica.....	39
Tabla 1.10. Número de accidentes por año en diferentes industrias en México (2007-2022)..	46
Tabla 1.11. Principales emergencias ambientales debidas a accidentes industriales en México	48
Tabla 1.12. Accidentes ocurridos a nivel mundial con mayor relevancia	52
Tabla 1.13. Software para análisis de riesgo	61
Tabla 2.1. Reseña histórica de la gestión ambiental y la prevención de accidentes de alto riesgo ambiental de Actividades Altamente Riesgosas en México	72
Tabla 2.2. Número de PPA presentados, aprobados y negados, en el período 2007-2022..	82

Resumen

En México, uno de los accidentes con mayor impacto fue la explosión de 20 recipientes de almacenamiento de gas L.P. en San Juan Ixhuantepec, Estado de México, en el año 1984, provocando la muerte de más de 500 personas (Grupo Universitario de Investigación Analítica de Riesgos, 1999). Sin embargo, la legislación que se encargaría de regular todo tipo de incidente que afecte al medio ambiente no llegaría sino hasta 1988, con la Ley General de Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente (LGEEPA), en la cual se incluiría lo que hoy se conoce como Programas para la Prevención de Accidentes, documentos elaborados por instalaciones que manejen sustancias químicas peligrosas en cantidades suficientes para provocar un suceso accidental.

A pesar de la existencia de la LGEEPA, en el período 2000 al 2018, el promedio de accidentes ocurridos en la industria química ha sido de alrededor de 694 emergencias ambientales relacionadas al uso de sustancias químicas por año (Procuraduría Federal de Protección al Ambiente, 2020); lo que lleva a buscar la razón por la cual los accidentes de consecuencias considerables siguen sucediendo.

Para una mayor comprensión del tema, se exploró el concepto de riesgo, su clasificación y metodologías de identificación y análisis; se estudiaron accidentes químicos relevantes en la historia mundial, con el objetivo de observar cómo influyeron en la aplicación de normas y legislaciones en materia de prevención de accidentes; así como la normatividad vigente a nivel nacional e internacional. Derivado de ello, se realizó un análisis de las guías para la elaboración de Estudio de Riesgo Ambiental y para la elaboración del Programa para la Prevención de Accidentes, publicadas en el año 1989, documentos clave para prevenir y reparar daños provocados por accidentes químicos; con el fin de encontrar qué áreas en ellas pueden ser causantes de la no-reducción significativa en el número de eventos accidentales. Se aplicaron los conceptos estudiados y el análisis realizado en una propuesta de mejora de las guías para la elaboración de los Programas para la Prevención de Accidentes (PPA) y Estudio de Riesgo Ambiental (ERA), renovando conceptos desactualizados, buscando mayor claridad y coherencia e introduciendo conceptos de riesgo que hagan de las guías un modelo mucho más extenso a seguir; culminando con la aplicación de las mismas en un ejemplo de aplicación que se comparó con las guías originales para observar los cambios realizados.

Justificación

Uno de los temas abordados dentro de la normatividad mexicana, en materia de medio ambiente, es la prevención de accidentes en la industria química y de la transformación. Para su regulación, la SEMARNAT solicita a los establecimientos que utilizan sustancias químicas peligrosas un conjunto de documentos que incluye el desarrollo de la identificación de riesgos y una serie de procedimientos a seguir en caso de que suceda un accidente por la toxicidad, inflamabilidad y explosividad de las especies químicas.

La misma SEMARNAT proporciona a los establecimientos dos herramientas de apoyo para la elaboración de dichos documentos, siendo estas la guía para la elaboración de Estudio de Riesgo Ambiental y la guía para la elaboración del Programa para la Prevención de Accidentes, las cuales están vigentes desde el año 1989.

Si bien, las guías han sido útiles para el análisis de los Estudios de Riesgo Ambiental y los Programas para la Prevención de Accidentes por parte de las autoridades competentes, debido a la ambigüedad de las mismas y una nula actualización con respecto a los conceptos actuales de los riesgos, las fuentes de accidentes y normatividad referida, se ha producido que la documentación entregada a la SEMARNAT para el aseguramiento de la prevención de eventos químicos catastróficos carezcan de una calidad adecuada conforme al nivel de protección deseada, además de mantener fuera de su marco de acción riesgos presentes que no involucran directamente a las sustancias utilizadas dentro de los procesos de transformación, como aspectos de ambiente laboral que, a pesar de influir en que un trabajador pueda favorecer a la aparición de un accidente, no son tomados en cuenta como una fuente de riesgos.

Para buscar corregir dichas insuficiencias, el presente trabajo pretende encontrar las principales fuentes de riesgo no contempladas dentro de las guías brindadas por la SEMARNAT, realizar una reseña histórica de los principales accidentes químicos que llevaron a la promulgación de regulación internacional sobre accidentes, hacer una breve investigación acerca de las metodologías de identificación de riesgos que se espera sean utilizadas, identificar aquellos puntos dentro de las guías que caigan en la inexactitud o falta de claridad que provoquen ambigüedades y, por ende, información incorrecta dentro de los procedimientos para prevenir y evitar accidentes; e incluir lo anterior dentro de una actualización de las guías que sirva para contemplar los accidentes y su prevención

desde un punto de vista multidisciplinario e integral que mejore los niveles de protección de los trabajadores, las instalaciones, el medio ambiente y la población circundante que pueda resultar afectada por un evento accidental. Asimismo, logrando un trámite administrativo eficaz con una reducción en el tiempo de análisis y, por tanto, de respuesta aprobatoria. Para complementar las propuestas de mejora a las guías, se incluirá la aplicación de las guías originales y las actualizadas en un ejemplo ficticio que no buscará abarcar información técnica exacta y exhaustiva, con la finalidad de representar el correcto uso de las guías actualizadas propuestas en este trabajo.

Introducción

Uno de los primeros accidentes químicos reportados en la historia a nivel mundial es la “Gran explosión de Dublín” el 11 de marzo de 1597, la cual fue provocada por una chispa de origen aún desconocido, que alcanzó alrededor de 140 barriles de pólvora, provocando la muerte de, aproximadamente, 126 personas en los inmuebles aledaños a los muelles Merchant y Wood de Dublín. El suceso fue resultado de un cúmulo de factores, tales como la explotación laboral, la falta de medidas de seguridad laboral y el clima. Derivado de ello, y de otros accidentes en la industria química a lo largo de la historia, se han establecido pautas para la mitigación de sucesos catastróficos que pudiese afectar a los seres vivos y al ecosistema de manera crítica.

En México también se han desarrollado normatividades para reducir la frecuencia de accidentes en la industria, entre ellas, la elaboración de un programa para la prevención de accidentes, en el cual se deben enlistar ciertas medidas a llevar a cabo para evitar que suceda algún incidente adventicio. Sin embargo, al ser un trámite con algunos años de antigüedad, ciertos apartados han quedado desactualizados, siendo necesario reeditarlos para adaptarse a las necesidades actuales.

Objetivos

Objetivo general

- Elaborar una propuesta de mejora de las guías para la elaboración del Estudio de Riesgo Ambiental (ERA) y Programas para la Prevención de Accidentes (PPA), analizando los errores observados en los documentos entregados por diferentes empresas a la SEMARNAT, para tener una mayor calidad en dichos documentos, con el fin de minimizar los potenciales accidentes, así como facilitar la tarea de evaluación.

Objetivos específicos

- Realizar una investigación histórica de los accidentes más importantes que influyeron en el inicio de la legislación que regula a las actividades de alto riesgo a nivel mundial y nacional.
- Realizar una investigación en materia de riesgo ambiental acerca de los distintos métodos de identificación de riesgos, y de las legislaciones nacionales e internacionales que supervisan las actividades productivas altamente riesgosas.
- Realizar un análisis de las guías para la elaboración del Estudio de Riesgo Ambiental y Programas para la Prevención de Accidentes, identificando las deficiencias de los modelos actuales proporcionados por la SEMARNAT, conforme a la investigación documental realizada.
- Proponer modificaciones a las guías para la elaboración del Estudio de Riesgo Ambiental y Programas para la Prevención de Accidentes, con base en el análisis realizado, de tal manera que los requerimientos de información sean claros, coherentes y fáciles de comprender para una mejor aplicación, con el fin de asegurar un nivel óptimo de protección de los establecimientos y sus alrededores ante eventos accidentales.
- Aplicar las mejoras propuestas a las guías en un ejemplo de aplicación, con base en el previo análisis de estas.

Capítulo 1.

Riesgo ambiental

1.1. Riesgo: Definición y clasificación

La palabra “riesgo” tiene un origen difuso, pues algunos autores lo relacionan con el término árabe *rizq*, que significa “vivir dependiendo de Dios y el destino” (Proske, 2008) o “cualquier cosa dada por Dios de la cual se puede obtener un beneficio” (Walker, 2013). Sin embargo, los términos más cercanos al significado actual son el italiano *risco*, que significa “acantilado, peligro, cerca de caer” y el latín *risicum*, que se refiere al desafío que un arrecife presentaba como barrera para un marinero (Walker, 2013).

El concepto de riesgo

De acuerdo con la Organización de Estandarización Internacional (ISO), riesgo es el “efecto de la incertidumbre sobre los objetivos”, donde un “efecto” es “una desviación respecto a lo previsto, [el cual] puede ser positivo, negativo o ambos, y puede abordar, crear o resultar en oportunidades y amenazas”; y “se expresa en términos de fuentes de riesgo, eventos potenciales, sus consecuencias y sus probabilidades” (Organización Internacional de Normalización, 2018).

Según la guía técnica “Análisis del riesgo en los establecimientos afectados de nivel inferior (en el ámbito del Real Decreto 1254/1999 (Seveso II))” del Departamento de Ingeniería de la Universidad de Murcia, la palabra “riesgo” se define como la probabilidad de ocurrencia de un efecto adverso determinado sobre la salud humana, los bienes materiales o el medio ambiente, como consecuencia de la exposición a un “peligro” que puede materializarse a través de un suceso accidental.

En el documento “IPCS Risk Assessment Terminology” (Terminología de Evaluación de Riesgo del Programa Internacional de Seguridad Química) del año 2004 se recopilan 22 definiciones propuestas por diversos autores y organismos internacionales de la palabra “riesgo”, entre otras, con el fin de desarrollar términos genéricos y técnicos internacionalmente estandarizados, bajo la supervisión de un grupo interdisciplinario compuesto por especialistas del Programa Internacional de Seguridad Química (IPCS) y la Organización Mundial de la Salud (OMS); una de las definiciones más aceptadas de “riesgo” es: La probabilidad de un efecto adverso resultante sobre el hombre o el medio ambiente debido a la exposición de un químico o mezcla. Es la posibilidad de que un efecto o efectos peligrosos ocurran debido a la exposición a un factor de riesgo (usualmente un agente químico, físico o biológico) (Van Leeuwen & Vermeire, 2007).

Es importante distinguir la diferencia entre “riesgo”, “peligro” y “accidente”. El peligro es aquella variable o circunstancia que puede provocar un accidente; una propiedad intrínseca, característica o condición de un material o sistema que tiene el potencial de causar un accidente. El riesgo es la probabilidad de que un peligro se convierta en un accidente; la combinación de la probabilidad de que un evento anormal o falla suceda y las consecuencias de dicho evento para los trabajadores y la comunidad. Un accidente es un evento ya producido por un riesgo que causa efectos adversos sobre un ser vivo o conjunto de seres vivos, infraestructura y ecosistemas.

Dentro de un contexto industrial, el riesgo global a tomar en cuenta en una instalación química se puede clasificar en tres rubros:

- El riesgo específico del proceso, dependiente de las características de los materiales involucrados, su distribución y transporte; de las fuentes de energía usadas y de la fragilidad de los equipos presentes en el proceso.
- El riesgo de la instalación, definido por las características del sitio de su ubicación a partir de los factores ambientales, mismos que pueden incrementar su nivel de riesgo al presentarse eventos naturales que inciden en el accidente o la propia magnitud de sus efectos (población aledaña, ecosistemas frágiles, etc.).
- El factor humano, incluye, desde el error que puede cometer un trabajador, hasta conceptos de recursos humanos, tales como explotación y mal ambiente laboral, condiciones de trabajo, enfermedades, entre otros. Dentro de este apartado se pueden incluir también circunstancias psicológicas que afecten a los trabajadores y, por tanto, también su rendimiento. (Mora Fonseca, 2006)

1.1.1. Clasificación

Debido a la gran variedad de riesgos existen diversas maneras de clasificarlos. En su libro “Análisis del riesgo en instalaciones industriales”, Casal, Montiel, Planas y Vélchez (1999) proponen clasificarlos en tres categorías, viéndolos desde un punto de vista general:

- Riesgos inevitables y aceptados, sin compensación (por ejemplo, morir fulminado por un rayo);

- Riesgos evitables, en principio, aunque deben considerarse inevitables pues afectan factores externos incontrolables por los individuos (por ejemplo, morir en un accidente aéreo o de automóvil);
- Riesgos normalmente evitables, voluntarios y con compensación (por ejemplo, practicar un deporte peligroso).

Los mismos autores proponen tres categorías para clasificar a los riesgos en un punto de vista más concreto de las actividades industriales:

- Riesgos convencionales: relacionados con la actividad y el equipo existentes en cualquier sector (electrocución, caídas).
- Riesgos específicos: asociados a la utilización o manipulación de productos que, por su naturaleza, pueden ocasionar daños.
- Riesgos mayores: las consecuencias pueden ser de alta gravedad, ya que la involucra la rápida expulsión de productos peligrosos o de energía que afecte áreas considerables.

Una manera más de clasificar los riesgos es por medio de los accidentes químicos que producen, basándose en la sustancia química involucrada, la cantidad, la forma física, dónde y cómo ocurrió la fuga, las fuentes de la liberación, la extensión del área contaminada, el número de personas expuestas o con riesgo, las vías de exposición y las consecuencias médicas o de salud derivadas de la exposición (Vidal de Lamas & Colangelo, 2021):

A) Según las sustancias involucradas:

- Sustancias peligrosas, como explosivos, sustancias inflamables, oxidantes, tóxicas o corrosivas;
- Aditivos, contaminantes y adulterantes;
- Productos radiactivos.

B) Según la cantidad del agente químico liberado.

C) Fuentes de liberación, las cuales pueden ser:

- Antropogénicas, incluyendo manufactura, almacenamiento, manejo, transporte (ferrocarril, carretera, agua y tubería), uso y eliminación.

- Origen natural, incluyendo, entre otras actividades geológicas, la volcánica; toxinas de origen animal, vegetal y microbiano; incendios naturales y minerales.
- D) Extensión del área contaminada, los accidentes podrían clasificarse de acuerdo a si:
- Fueron contenidos dentro de una instalación y no afectaron fuera del predio,
 - Afectaron únicamente el área aledaña inmediata de la planta,
 - Afectaron un área extensa alrededor de la planta,
 - Se dispersaron a la distancia.
- E) Número de personas expuestas, afectadas o con riesgo, calculado en términos de muertes, lesiones y/o evacuados.
- F) Vías de exposición, existen cuatro principales vías directas:
- Inhalación,
 - Exposición ocular,
 - Contacto con la piel,
 - Ingestión.
- G) Consecuencias médicas o para la salud, como accidentes que dan origen a efectos cancerígenos, dermatológicos, inmunológicos, neurológicos, pulmonares o teratogénicos (que pueden causar un defecto congénito).

1.2. Gestión e identificación de riesgos

La gestión de riesgos puede ser definida como el conjunto de acciones tomadas por sujetos individuales o corporaciones como un esfuerzo para identificar y reducir el impacto de los peligros potenciales existentes dentro de un proyecto, instalación o negocio (Merna & Smith, 1996). La importancia de la identificación y reducción de riesgos es la preservación de la población dentro y fuera de la instalación industrial, así como de los bienes materiales y el ecosistema aledaño, haciendo coexistir en armonía una planta de proceso con el entorno.

Para tal finalidad, ha sido necesario encontrar herramientas útiles para evitar accidentes dentro de plantas de procesos, especialmente tras diversos sucesos históricos acontecidos a lo largo del mundo. Una de estas herramientas es la gestión de riesgos, que es un tema central en el control de especies químicas, un proceso que, en general,

abarca la evaluación, análisis y respuesta de y ante los riesgos; haciendo uso de la combinación de información política, social, económica e ingenieril disponible con una evaluación de los factores riesgosos de una instalación química, para entonces desarrollar, analizar y comparar opciones para regular y minimizar el impacto de las distintas fuentes de riesgo ante un potencial peligro a la salud o al medio ambiente.

La gestión de riesgos ha sufrido una evolución desde sus inicios en el siglo XVIII, con el nacimiento de las compañías de seguros contra infortunios como “*First American*” (compañía de seguros fundada por Benjamin Franklin en Estados Unidos de América en 1752) y “*The Society of Lloyd’s*” (fundada en 1771 en Londres, Inglaterra); las cuales tenían como objetivo el aseguramiento de transportes marítimos ante potenciales pérdidas materiales. Para llevar a cabo aseguramiento se debían tomar en cuenta los posibles eventos catastróficos que pueden suceder, el grado de afectación y el pago para resarcir los daños ocasionados. Posteriormente, en la década de 1980, se desarrollaron metodologías y técnicas de identificación y análisis de riesgo a través de la cuantificación y modelado de riesgos, usando distribuciones de probabilidad con datos reales de costos; tal como el software CATRAP (por las siglas en inglés de *Cost and Time Risk Analysis Program*, Programa de análisis de costo y tiempo), desarrollado por *British Petroleum*. (Merna & Al-Thani, 2008)

Después de la década de 1990, la gestión de riesgos tuvo dos cambios conceptuales fundamentales que perduran hasta la actualidad: los riesgos dejaron de verse como “amenazas” y se convirtieron en “oportunidades”; y las afectaciones no monetarias y su preservación, comenzaron a ser importantes, tales como el medio ambiente y los recursos humanos. Mientras que el objetivo inicial de la gestión de riesgos era el aseguramiento económico, actualmente la mitigación del impacto de un proyecto industrial sobre el ecosistema cobró una gran importancia por el inicio de la cultura y educación ambiental, que tiene como objetivo establecer una relación armónica entre el ser humano y la naturaleza.

El proceso de la gestión de riesgos

La gestión de riesgos es un proceso de forma cíclica y no lineal, pues cada vez que se hace una mejora a un proyecto o proceso, se tiene la oportunidad de volver a identificar los riesgos presentes y encontrar nuevas maneras de neutralizar los peligros.

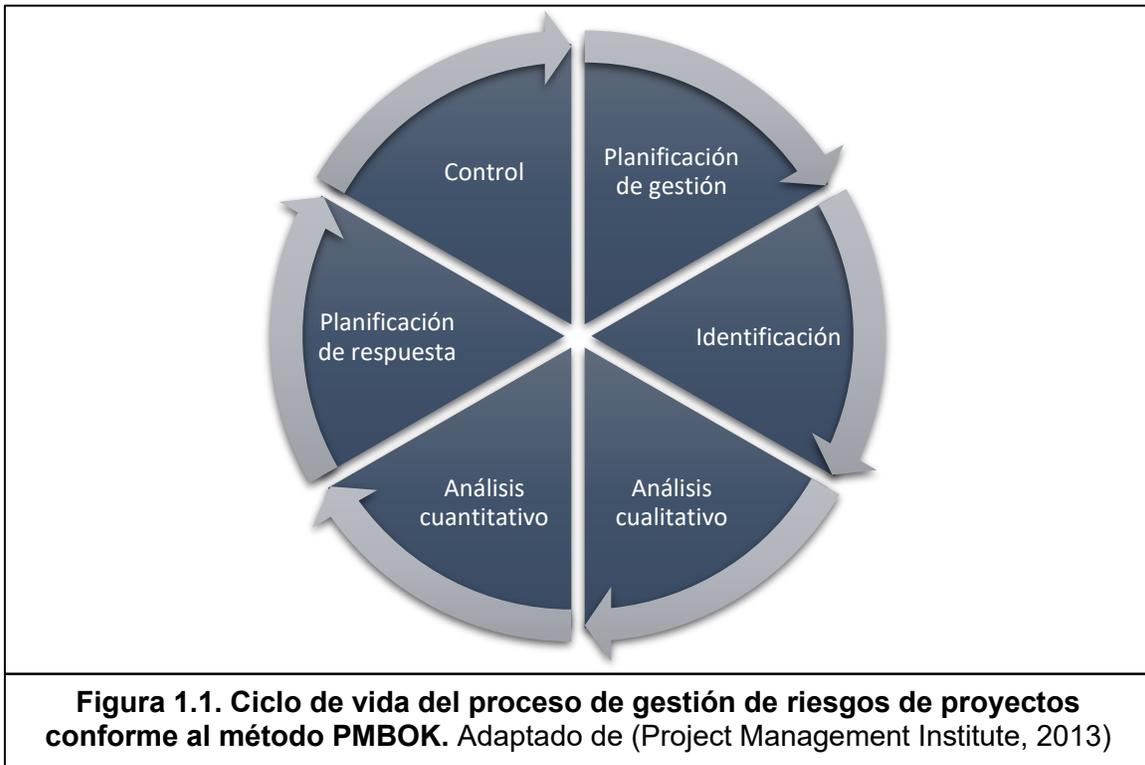
Chapman y Ward (1997) proponen un proceso de nueve fases, llamado el sistema SHAMPU, acrónimo de *Shape, Harness And Manage Project Uncertainty* (Dar forma, aprovechar y gestionar la incertidumbre del proyecto), cuyas etapas son:

- Definir el proyecto: Reunir y consolidar toda la información existente acerca del proyecto.
- Enfocar el proceso: Encontrar y desarrollar un plan estratégico que llevar a cabo durante el proceso de gestión.
- Identificar los problemas: Identificar, caracterizar y documentar los riesgos que pueden presentarse, qué medidas pueden tomarse para aminorarlos y qué puede afectar negativamente las soluciones propuestas para reducir o eliminar el riesgo.
- Estructurar los problemas. Elaborar una estructura más compleja, identificando ahora las interrelaciones existentes entre los riesgos encontrados, buscando nuevas soluciones que conjuguen en un plan base de actividades a realizar.
- Dejar en clara la propiedad: Asignar las responsabilidades financieras y administrativas o gerenciales.
- Estimar la variabilidad: Identificar las áreas con posibles y claras incertidumbres significantes, siendo esto la base para la jerarquización de los riesgos y sus futuras respuestas.
- Evaluar las implicaciones: Analizar las dificultades existentes en las áreas, realizando una jerarquización de riesgos, evaluando todo lo que la aplicación de las soluciones implicaría; hacer una comparación entre el plan y los riesgos identificados, con el fin de revisar si los objetivos propuestos se cumplen con los resultados obtenidos.
- Aprovechar los planes: El plan del proyecto de gestión está listo para su implementación. Los documentos entregables deben incluir el plan base con las actividades preventivas a llevar a cabo y el plan de contingencia con las actividades reactivas. Todos los documentos deberán contener tiempos de realización, responsabilidades y recursos a utilizar.
- Administrar la implementación: Se llevan a cabo todos los planes previamente desarrollados. Se monitorea y controla (en caso de ser estrictamente necesario, se tomarán decisiones para refinar o redefinir los planes del proyecto), se lidiará

con crisis (problemas no anticipados de alta importancia) y se estará preparado para hacer frente a desastres (crisis que no pueden ser controladas).

Si bien, el método SHAMPU es detallado y busca abarcar todos los aspectos posibles, puede llegar a ser demasiado extenso y mal desarrollado. Por tal razón, el Instituto Nacional Estadounidense de Estándares (ANSI, por sus siglas en inglés *American National Standards Institute*) publicó en 1996 la guía PMBOK (*A Guide to the Project Management Body of Knowledge*, en español, Guía de los fundamentos para la dirección de proyectos), en la cual se identifican diez áreas de conocimiento de dirección de proyectos necesarias para completar un proyecto con la mayor integridad posible. Uno de los capítulos pertenecientes a esta guía es “Gestión de los Riesgos del Proyecto”, en el cual se clasifican las etapas de la gestión en las 6 etapas representadas en la figura 1.1 y explicadas a continuación:

- Planificación de la gestión de los riesgos: Establecer las actividades de gestión de riesgos de un proyecto y la manera de llevarlas a cabo.
- Identificación de riesgos: Definir los riesgos que pueden afectar al proyecto y registrar sus propiedades.
- Análisis cualitativo de riesgos: Jerarquizar los riesgos para su análisis y tratamiento posterior, evaluando y combinando la probabilidad de ocurrencia e impacto de los mismos.
- Análisis cuantitativo de riesgos: Estimar las afectaciones y el efecto de los riesgos identificados sobre los objetivos generales del proyecto.
- Planificación de la respuesta a los riesgos: Idear alternativas para reducir las afectaciones al proyecto.
- Control de los riesgos: Ejecutar los planes de respuesta a los riesgos, supervisar los riesgos identificados, vigilar los riesgos restantes, detectar nuevos riesgos y evaluar la eficacia del proceso de gestión de riesgos.



El método propuesto por la guía PMBOK permite que el proceso sea más entendible, práctico y fácil de aplicar. Mientras que la última etapa es la ejecución de las respuestas a los riesgos identificados, el trabajo realizado debe monitorearse continuamente para detectar riesgos nuevos, riesgos que cambian o que se toman obsoletos.

1.3. Riesgos en la industria química

Toda institución de cualquier giro posee riesgos intrínsecos a la actividad productiva realizada. Dentro de la industria química, los riesgos pueden ser propios de los equipos a utilizar, de las sustancias químicas empleadas o de las operaciones unitarias establecidas en los procesos, entre otros.

En el caso de las sustancias químicas, la identificación del peligro existente es realizable a través de la revisión de los datos epidemiológicos y/o toxicológicos disponibles para, entonces, determinar si la exposición a una sustancia química puede provocar consecuencias negativas en la salud. La relación entre la exposición a una sustancia peligrosa y la incidencia de afectos adversos a la salud depende de factores como la toxicidad del contaminante, la duración de la exposición y la sensibilidad del receptor. Las sustancias químicas se clasifican en dos categorías: peligrosas y tóxicas. Las peligrosas

incluyen a las inflamables, las explosivas, las irritantes y las corrosivas; las tóxicas, por su parte, reaccionan con componentes celulares específicos y, debido a su especificidad, pueden causar daño incluso en concentraciones muy bajas.

De acuerdo con la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT), un accidente de alto riesgo ambiental comprende explosiones, incendios, fugas o derrames repentinos derivados de proceso productivos en cualquier instalación, incluidos ductos, que involucren uno o más materiales o sustancias peligrosas y representen una amenaza significativa para la población, la propiedad, el entorno y los ecosistemas. (Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales, 2018).

La SEMARNAT considera como accidentes mayores los siguientes:

- La liberación de una sustancia peligrosa en una cantidad total mayor a la cantidad de reporte,
- La producción de un incendio que aumente la radiación térmica en las instalaciones o sus límites interiores y/o exteriores, superando los 5 kW/m² por un tiempo prolongado.
- La generación de una explosión de vapor o gas que provoque ondas de sobrepresión de 1 lb/in² o más.
- La explosión de una sustancia reactiva o explosiva que afecte a infraestructura industrial o viviendas cercanas, provocando daños temporales, permanentes o irreversibles.
- La liberación de especies químicas tóxicas en la cantidad suficiente para alcanzar una concentración igual o por arriba del IDLH (índice que señala cuando la cantidad de una sustancia química es inmediatamente peligrosa para la vida o la salud) en los alrededores cercanos de la fuente de liberación.
- Cuando se distribuyen fluidos por ductos, los accidentes a tomar en cuenta serán aquellos en que se presente la fuga o derrame de sustancias químicas en cantidad suficiente para causar daños severos en la población aledaña y/o en el ambiente.

En general, hay tres tipos de peligros inherentes a las propiedades de los materiales o sistemas con potencial para producir accidentes: los peligros relacionados a la energía contenida en un material con el potencial de producir fuego y explosiones, o energía eléctrica utilizada para el uso de los equipos de proceso; los peligros relacionados a la

toxicidad inherente a las características de los materiales que pueden causar problemas de salud o al bienestar de los organismos vivos, tanto seres humanos, fauna terrestre y marina y plantas; y el potencial de que los materiales reaccionen incontrolablemente con otras sustancias dentro o fuera del sistema. Sin embargo, existen otros riesgos latentes que, si bien, por sí solos no son una fuente directa de peligros

A continuación, se describirán algunos de los eventos accidentales recurrentes en la industria química, así como las propiedades riesgosas de las sustancias químicas.

1.3.1. Toxicidad

Es la capacidad inherente de una sustancia química de producir efectos adversos en los seres vivos, como enfermedades que afecten el funcionamiento de los organismos. La toxicidad puede clasificarse en aguda o crónica, dependiendo del tiempo de exposición necesario para que se presenten efectos tóxicos:

- Toxicidad aguda o inmediata: Efectos tóxicos observados con una exposición única de corta duración (pueden manifestarse en cuestión de minutos, horas o días).
- Toxicidad crónica o a largo plazo: Se refiere a los efectos tóxicos que aparecen solamente semanas, meses o años posteriores al contacto con la sustancia tóxica.

Un compuesto tóxico puede entrar al cuerpo principalmente por inhalación, digestión o vía dérmica. La sustancia puede causar daños en el sitio de contacto o ser absorbida, transportada y distribuida por la sangre hasta alcanzar diversos órganos.

Hay diferentes unidades de medida de la toxicidad, y cada una tiene distintos usos. Existe la Dosis o Concentración letal 50 (DL₅₀), que es la cantidad de miligramos de una sustancia por kilogramo de peso, requerido para matar al 50% de los animales de laboratorio expuestos; esta debe ser determinada para las diferentes vías de exposición (oral, dérmica e inhalatoria) y en diferentes especies animales. Es comúnmente utilizada para la identificación de toxicidad en pesticidas.

Otras de las unidades de medida de toxicidad son los límites de exposición, los cuales son valores establecidos por agencias gubernamentales internacionales para salvaguardar la salud pública de los trabajadores. Si se presentan valores inferiores a los

límites establecidos, la mayor parte de las personas pueden estar expuestos a las sustancias sin sufrir efectos adversos a la salud.

Tabla 1.1. Clasificación de toxicidad de pesticidas en DL₅₀ en ratas (mg/kg de peso)					
Categoría		Ingesta oral		Ingesta dérmica	
		Sólido	Líquido	Sólido	Líquido
Ia	Extremadamente peligroso	<5	<20	<10	<40
Ib	Altamente peligroso	5-50	20-200	10-100	40-400
II	Moderadamente peligroso	50-500	200-2000	100-1000	400-4000
III	Ligeramente peligroso	>500	>2000	>1000	>4000

Fuente: Adaptado de **(World Health Organization, 2010)**

En 1968, en la Conferencia Americana de Higienistas Industriales Gubernamentales (*American Conference of Governmental Industrial Hygienists, ACGIH*), Estados Unidos recomendó los primeros límites de exposición ocupacionales para un número importante de sustancias químicas, los denominados “valores límites umbrales” (del inglés, *threshold limit values, TLV*). Estos TLV se refieren a concentraciones de sustancias químicas en el aire que representan condiciones bajo las cuales se estima que aproximadamente todos los trabajadores pueden exponerse repentinamente un día tras otro sin efectos adversos a la salud. Para los TLV se emplean tres categorías:

- a) Valor límite promedio ponderado en tiempo (del inglés, *time weighted average, TLV-TWA* o *VLE-PPT*, antes *TLV₈*): Es la concentración máxima promedio a la que los trabajadores pueden estar diariamente expuestos sin riesgo de efectos adversos en una jornada laboral de ocho horas diarias y cuarenta horas semanales.
- b) Valor límite de exposición de corta duración (del inglés, *short term exposure level, TLV-STEL* o *VLE-CT*, antes *TLV₁₅*): Es la concentración máxima de una sustancia química a la que los trabajadores pueden estar expuestos sin sufrir efectos adversos como irritación, daño crónico o irreversible en los tejidos o narcosis, en períodos de quince minutos máximos al día. El TLV-STEL suplementa al TLV-TWA en los casos en que se hayan reportado efectos tóxicos crónicos en exposiciones

altas de corta distancia en humanos o animales. No debe estar expuesto por más de quince minutos al día ni por más cuatro veces al día en los casos en que las concentraciones utilizadas se encuentren por encima del TLV-TWA y hasta el TLV-STEL, además de existir un intervalo de, por lo menos, sesenta minutos entre exposiciones seguidas.

- c) Valor techo o pico (del inglés *ceiling*, TLV-C o VLE-P): Es la concentración que no debe ser excedida en ningún momento en el ámbito laboral. El TLV-C puede implementarse mediante muestreo por períodos de hasta 15 minutos, excepto para sustancias que pueden causar irritación respiratoria inmediata en exposiciones cortas.

Otro valor comúnmente utilizado son las concentraciones que representan un peligro inmediato para la vida o la salud (del inglés, *immediately dangerous to life or health concentration*, IDLH o IPVS por las siglas en español *Inmediatamente Peligroso para la Vida y la Salud*), las cuales son condiciones que representan una amenaza inmediata para la vida o la salud, o que implican una amenaza inmediata de exposición grave a contaminantes como materiales radiactivos, los cuales tienen una probabilidad de causar máximo de una sustancia tóxica al cual una persona puede escapar sin sufrir daños irreversibles a su salud si se expone por un período de 30 minutos, y su propósito es asegurar que el trabajador pueda escapar de un determinado ambiente contaminado en caso de que falle el equipo de protección respiratoria.

1.3.2. Dispersión de nubes tóxicas o inflamables

El concepto de “dispersión” se refiere a la transformación, a través de un determinado tiempo, de una nube de gas tóxica o inflamable presente en la atmósfera; basada en el fenómeno de difusión provocado por el movimiento de las moléculas gaseosas en el aire, disminuyéndose la concentración de la sustancia química contaminante conforme más se aleja de la fuente emisora.

El movimiento de un gas contaminante en la atmósfera es determinado por la velocidad y dirección del viento, junto con la estabilidad atmosférica; otros parámetros que pueden afectar la dispersión, aunque en menor medida, son la humedad y la temperatura ambiental (Casal, et al., 1999).

La estabilidad atmosférica establece la capacidad que la atmósfera tiene para dispersar un contaminante, indicando el grado de turbulencia existente en un momento determinado. Se ha establecido una clasificación denominada como “categorías de Pasquill”, que se presenta en la tabla 1.2.

Tabla 1.2. Definición del tipo de estabilidad atmosférica	
Tipo de estabilidad	Definición
A	Muy inestable
B	Inestable
C	Ligeramente inestable
D	Neutra
E	Ligeramente estable
F	Estable
G	Muy estable
*El tipo de estabilidad G no es utilizado habitualmente.	
Adaptada de (Santa Cruz, 2000)	

1.3.3. Energía

1.3.3.1. Incendios

Los incendios, si bien suelen ser de un radio menor (a nivel industrial), sus efectos no deben ser minimizados, pues la radiación térmica puede derivar en nuevos accidentes (explosiones o escapes); además, el humo puede dificultar las acciones de rescate o de mitigación inmediata por parte de las brigadas de emergencias, sometiendo a los integrantes a peligros adicionales como la falta de visibilidad o la intoxicación (Casal, et al., 1999).

En el artículo “*Historical analysis in chemical plants and in the transportation hazardous materials*” de J.A. Vilchis, se establece que el 44% de los accidentes registrados hasta julio de 1992 (2,603 accidentes) fueron incendios, sólo por debajo de los escapes de químicos y sobre las explosiones y la formación de nubes de gas.

La combustión de una mezcla inflamable se produce si la composición de la mezcla combustible/comburente se encuentra dentro del intervalo de inflamabilidad y si, además, se dan las condiciones adecuadas para la ignición. Así pues, los elementos esenciales para la combustión son el combustible, el comburente y la fuente de ignición. Por tanto,

las mezclas de un combustible con un oxidante sólo pueden reaccionar si se encuentran dentro de un intervalo concreto de composiciones. Los límites de este intervalo se conocen como “límite inferior de inflamabilidad (LFL)” y “límite superior de inflamabilidad (UFL)”, y se expresan como la concentración de combustible en una determinada mezcla oxidante/diluyente y a una determinada presión y temperatura. Fuera de estos límites, la mezcla es demasiado rica o demasiado pobre para que se pueda producir la combustión sin una aportación externa de energía (Casal, et al., 1999).

La Norma Oficial Mexicana NOM-002-STPS-2000, “Condiciones de seguridad, prevención, protección y combate de incendios en los centros de trabajo”, brinda el estándar de las condiciones mínimas de seguridad necesarios para la protección de los empleados del centro de trabajo, y para la prevención contra incendios. En ella se encuentra algunos criterios como:

- La distancia a recorrer desde el punto más apartado del interior de un edificio del centro de trabajo a una salida, no deberá ser mayor a 40 metros, o deberá haber un tiempo de evacuación no mayor a 3 minutos.
- La ruta de evacuación debe identificarse con señalización asequible a todos, indicando la dirección de la misma.
- Los extintores deberán recibir mantenimiento preventivo de manera anual, como mínimo, asegurando que estén en buenas condiciones para ser utilizados. Asimismo, deberán colocarse en lugares accesibles y visibles, no debiendo estar a más de 15 metros de cualquier punto y en sitios con temperatura entre los -5°C a 50°C .
- En caso de existir zonas de alto riesgo:
 - Tendrán que ser aisladas y separadas por distancias, pisos, muros o techos de materiales resistentes al fuego.
 - Se deberá contar con un programa específico de seguridad para la prevención, protección y combate contra incendios; con detectores de incendio, y con una brigada contra incendio.

Existen numerosas fuentes de ignición en el entorno de una planta de proceso. Entre las más importantes cabe destacar las llamas y el calor directo por superficies calientes, las igniciones provocadas por el equipo eléctrico y por los cables que se calientan o rompen

accidentalmente a causa de sobrecargas. También cabe citar las operaciones de mantenimiento, soldaduras y herramientas de corte.

Otro factor importante y bastante conocido es la electricidad estática. La electricidad estática se genera cuando se unen y separan materiales que son diferentes (líquido-líquido, sólido-sólido, líquido-sólido). En el momento de separarse, uno queda con un exceso de electrones y, por lo tanto, cargado. Ejemplos de procesos en los cuales se genera electricidad estática son: flujo a través de tuberías, operaciones de fluidización, llenado o vaciado de depósitos, limpiezas con vapor, coexistencia de líquidos inmiscibles, cintas transportadoras, cuerpo humano, etc.

Otras causas de ignición, quizás no tan frecuentes, pero no por ello menos importantes, son las microondas, la descomposición química o las reacciones exotérmicas, donde la energía liberada puede ser lo suficientemente grande como para incrementar la temperatura hasta el valor de autoignición.

a) Incendio de un líquido

Cuando se produce un escape de un líquido inflamable, se pueden generar distintos tipos de incendio, según el tipo de escape y el lugar donde se produzca. Entre las más importantes están:

- Los charcos de fuego al aire libre,
- Los charcos de fuego sobre el mar,
- Los incendios en movimiento.

i) Charcos de fuego al aire libre

Se producen al generarse la fuga e ignición de un líquido combustible sobre el suelo. Si dicha fuga es instantánea, el líquido se irá esparciendo hasta que encuentre un límite físico o hasta que se haya agotado todo el combustible en el incendio. Sin embargo, si la fuga es continua, el charco producido crecerá hasta que la velocidad de combustión sea igual a la velocidad del flujo de la fuga, alcanzando un diámetro de equilibrio que será constante hasta que se detenga la fuga. El efecto térmico del incendio de un charco es, principalmente, la radiación (Casal, et al., 1999).

ii) Charcos de fuego sobre el mar

Este tipo de accidentes pueden ocurrir en barcos o plataformas petrolíferas, en los eventos en que se produzca un vertido accidental, provocando una mancha de combustible en la superficie marítima, la cual puede incendiarse inmediatamente o al cabo del tiempo, dependiendo de las condiciones ambientales; asimismo, dicha mancha de petróleo irá creciendo en diámetro y disminuyendo en grosor, de tal manera que la alta cantidad de calor necesaria para la ignición (o para el mantenimiento del fuego) se transmita al agua, impidiendo la alimentación de la llama a través de la evaporación del combustible. Otro factor a tomar en cuenta es la temperatura del combustible, la cual, si está por debajo de la temperatura de inflamación, las posibilidades de que se produzca una flama serán mínimas (Casal, et al., 1999).

iii) Incendios con movimiento

Estos ocurren cuando un líquido inflamable es derramado sobre una superficie vertical o inclinada, provocando que el incendio se mueva en la dirección en que se desplace el fluido, lo que conlleva un alto índice de peligrosidad, pues en corto tiempo se pueden llegar a presentar incendios de grandes dimensiones (Casal, et al., 1999).

b) Incendio de un gas

En el caso de la fuga de un gas o vapor inflamable, pueden producirse dos tipos de incendio.

i) Incendio de un chorro de gas

También llamado "*jet fire*", se produce al presentarse la fuga accidental de fluidos gaseosos inflamables a presión, generalmente a través de un orificio presente en un depósito, una tubería o una brida, provocando que el gas alcance una velocidad máxima de salida igual a la del sonido (Casal, et al., 1999).

ii) Incendio de una nube de gas

También conocido como "*flash fire*", se produce al haber la fuga (instantáneo o continua) de un gas o un vapor inflamable que forme una nube que se dispersa hasta topar con una fuente de ignición. Dichas nubes de vapor también pueden originarse al evaporarse

un líquido en fuga que, en condiciones atmosféricas, presente una evaporación *flash* o instantánea (Casal, et al., 1999).

c) **Boilover o borbollón**

Los incendios en los almacenamientos de hidrocarburos son, relativamente, frecuentes, pues suelen mantenerse depositadas altas cantidades de dichas sustancias. Dentro de los múltiples incendios que pueden afectar a los depósitos de almacenaje, uno de los más peligrosos por su magnitud y consecuencias es el *boilover*, conocido también por incendio de “borbollón”.

Las condiciones para que se produzca el *boilover* son la presencia de agua en el recipiente, la generación de una onda de calor a través de la existencia de una amplia gama de volatilidades en los componentes presentes en el depósito; y que la viscosidad del hidrocarburo almacenado sea suficientemente elevada para dificultar el paso del vapor. Los dos tipos de consecuencia de un *boilover* son la producción de un efecto de bola de fuego y el efecto de proyección y esparcimiento del hidrocarburo en llamas (Casal, et al., 1999).

1.3.3.2. Explosiones

Casal, et al. (1999) define a la explosión como “una liberación repentina de energía, que genera una onda de presión que se desplaza alejándose de la fuente mientras va disipando energía”, que, además, debe ser bastante rápida y concentrada para que la onda generada sea audible. El mismo autor considera la existencia de los siguientes tipos de explosiones:

- En espacios cerrados:
 - Ignición de mezclas gaseosas inflamables (nombrada en inglés “*confined vapor explosion*”, CVE),
 - Ignición de polvo combustible en suspensión.
- En espacios abiertos:
 - Ignición de nubes de vapor no confinado (*unconfined vapor cloud explosion*, UVCE).
- Por explosión de recipientes:
 - De gas comprimido,

- De gas licuado o líquido sobrecalentado (BLEVE, del inglés *boiling liquid expanding vapor explosion*),
- Reacciones fuera de control.

a) Explosiones de vapores confinados (CVE)

Este tipo de explosiones ocurren cuando, habiéndose producido el escape de un gas o de un vapor inflamable en un área confinada, el gas está dentro de los límites de inflamabilidad y encuentra un punto de ignición. Estas explosiones son, en general, muy destructivas para el recinto que contenía el gas, pero, en cambio, los efectos hacia el exterior son más reducidos (Casal, et al., 1999).

b) Explosiones de nubes de vapor no confinadas (UVCE)

Las nubes de vapor no confinadas se generan debido al escape de cierta cantidad de un vapor combustible, o de un líquido a partir del cual se formará el vapor. Una vez formada la nube, ésta puede:

- Dispersarse en el aire antes de que se produzca la ignición, sin causar daños;
- Inflamarse inmediatamente y empezar un incendio de charco (aunque en este caso no habrá explosión y los daños ocasionados serán menores),
- Difundirse en un área extensa e inflamarse después de cierto tiempo, formando una gran llamarada,
- Al igual que en el punto anterior, difundirse en un área extensa e inflamarse, pero de tal manera que el frente de la llama acelere lo suficiente para generar una onda de sobrepresión.

Las explosiones de nubes de vapor no confinadas representan uno de los mayores peligros dentro de la industria química, ya que, a pesar de que los escapes tóxicos pueden, potencialmente, producir más víctimas, las primeras ocurren con mucha mayor frecuencia (Casal, et al., 1999).

c) Explosiones de recipientes

El origen de este tipo de explosiones se puede producir simplemente porque el recipiente tenga algún defecto de construcción, o bien, porque haya una pérdida de resistencia a causa de la corrosión; estos casos son muy poco frecuentes, pero pueden ser particularmente peligrosos si el contenido del recipiente es inflamable.

Otro caso sería cuando el recipiente se calienta desde el interior (a causa de un incendio o por cualquier otra razón), de manera que la presión en el interior va aumentando mientras el recipiente va perdiendo también resistencia por el aumento de temperatura, hasta que se produce la rotura.

También se encuentra en este apartado las explosiones originadas en sistemas de aire comprimido. En algunos casos, parte del aceite utilizado para lubricar el compresor pasa a la tubería de aire comprimido donde forma una película en su interior. Temperaturas elevadas del aire a la salida del compresor ($>250^{\circ}\text{C}$) pueden vaporizar este aceite y provocar su ignición. A menudo el resultado de la ignición será un incendio, pero éste puede derivar hacia una explosión con las características propias de una detonación (Casal, et al., 1999).

d) Explosión por ignición de polvo combustible en suspensión

En principio, cualquier producto sólido que sea combustible en aire puede experimentar este tipo de explosión, siempre y cuando se encuentre dividido en partículas lo suficientemente pequeñas y esté en suspensión para arder libremente; cuanto más pequeña sean las partículas, más fácil será su ignición y más violenta la explosión.

En algunos casos, las partículas metálicas pueden reaccionar con otros gases, pero la más frecuente es que la reacción tenga lugar con oxígeno. Únicamente aquellos materiales que son estables en oxígeno no experimentan este tipo de fenómeno, tal es el caso del polvo de silicatos, sulfatos, nitratos, carbonatos y fosfatos.

Normalmente las explosiones de nubes de polvo grandes comienzan por pequeñas explosiones en el interior de los equipos de proceso; cuando éstos estallan, provocan turbulencia y mezcla de más polvo con el aire, originando otra explosión de dimensiones mucho mayores y con efectos altamente destructivos (Casal, et al., 1999).

1.3.3.3. BLEVE – Bola de fuego

El término BLEVE es acrónimo de *boiling liquid expanding vapor explosion*, que en español significa “expansión explosiva del vapor de un líquido en ebullición”, que consiste en la liberación repentina de una gran masa de líquido o gas licuado presurizado sobrecalentado a la atmósfera. La liberación espontánea es provocada por una falla repentina del contenedor, que puede ser producida por la presencia de fuego, un

proyectil, corrosión, defectos de manufactura, sobrecalentamiento interno, etc. Este tipo de explosiones son uno de los peores accidentes. Aunque estas explosiones no siempre tienen efectos térmicos, en la mayoría de los casos reales la sustancia involucrada es combustible, esto provoca que la explosión sea seguida por la formación de una bola de fuego, de efectos muy graves.

La principal característica de una BLEVE es “la expansión explosiva del vapor procedente de toda la masa de líquido evaporada de forma súbita, aumentando su volumen de gran manera (más de 200 veces en el caso del gas licuado de petróleo, hasta 1,500 veces en el caso del agua). La gran energía liberada en esa explosión se invierte en generar una fuerte onda de sobrepresión y en proyectar fragmentos del recipiente, de distintos tamaños, a considerables distancias. Estos fragmentos pueden arrastrar tras de sí una cierta cantidad de líquido en forma de estela, que posteriormente puede ser inflamada” (Chen Ho, 2014).

1.3.3.4. Radiación

La radiación es la emisión de energía en forma de ondas electromagnéticas o partículas subatómicas energizadas a través del vacío o de un medio material; dicha emisión de energía es provocada debido a que los átomos inestables emiten partículas y/o fotones provenientes de su núcleo con el fin de alcanzar un estado de estabilidad, dicho fenómeno es conocido como “radiactividad”. Hay dos tipos de radiación: radiación ionizante y radiación no ionizante, la diferencia entre ambas depende de la longitud de

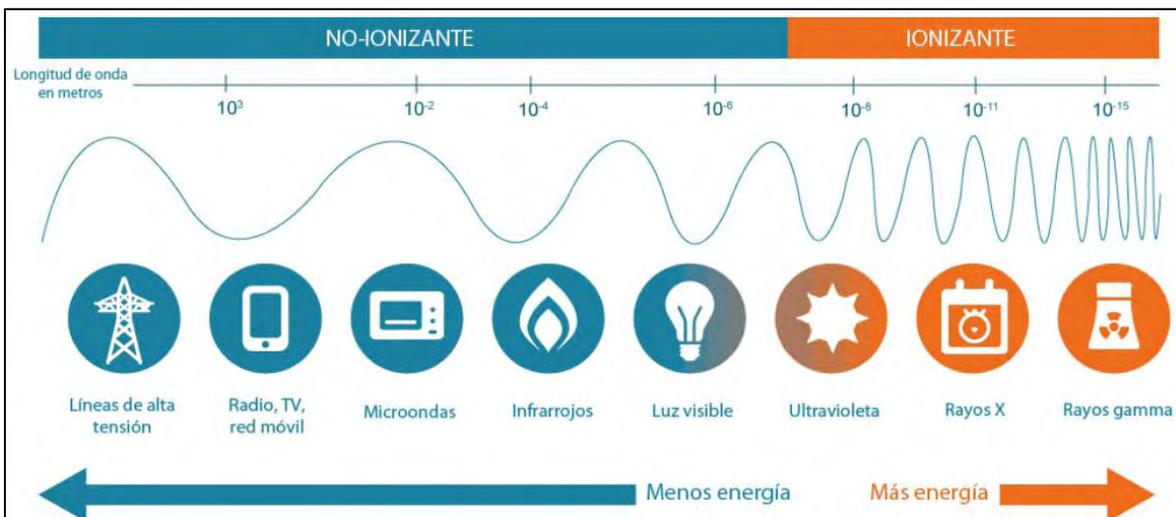


Figura 1.2. Radiación ionizante y no ionizante. Tomada de (Fuentes y Residuos Radiactivos en la Auditoría Ambiental, UVPROFEPA, 2022, p. 18)

onda emitida por la fuente de radiación, siendo las no ionizantes las más comunes e inofensivas debido a la baja energía liberada, mientras que las ionizantes, al radiar mayor cantidad de energía, tienden a ser más peligrosas, debido que, al tener una menor longitud de onda y mayor energía, pueden penetrar barreras más densas, como la piel humana. En la figura 1.2 se ilustran algunos ejemplos de estos tipos de radiación.

a) Radiación ionizante

La radiación ionizante, caracterizada por su elevada energía, induce la ionización al desplazar los electrones de los átomos. Este proceso puede afectar los átomos presentes en organismos vivos, representando un riesgo para la salud al provocar daños en los tejidos y en el ADN. Las fuentes de esta radiación incluyen máquinas de rayos X, partículas cósmicas del espacio exterior y elementos radiactivos.

Los daños por radiación, dependiendo del tiempo a exposición, son:

- Náuseas, vómitos y diarrea.
- Dolor de garganta.
- Hemorragias.
- Esterilidad.
- Destrucción de la médula ósea.
- Atrofia, deterioro de la función del tejido.
- Fibrosis, arterosclerosis.
- Muerte celular, necrosis.

En México, la norma que provee las pautas a seguir para mantener la seguridad de las personas que trabajen en centros donde se empleen fuentes de radiación ionizantes es la NOM-012-STPS-2012, “Condiciones de seguridad y salud en los centros de trabajo donde se manejen fuentes de radiación ionizante”, la cual “establece las condiciones de seguridad y salud para prevenir riesgos a los trabajadores expuestos a fuentes de radiación ionizante, al centro de trabajo y a su entorno” (Secretaría del Trabajo y Previsión Social, 2012). Por otro lado, la NOM-008-NUCL-2011, “Control de la contaminación radiactiva”, especifica los “criterios bajo los cuales se deben establecer los controles que permitan minimizar la exposición del personal ocupacionalmente expuesto a la contaminación radiactiva superficial y la suspendida en aire” (Secretaría de Energía,

2011). En esta se pueden encontrar los límites de contaminación superficial, los cuales se muestran en la tabla 1.3.

Tabla 1.3. Límites de contaminación superficial (radiación ionizante)		
Radionúclidos	Contaminación removable (bg/cm²)	Contaminación total (fija + removable) (bg/cm²)
U-natural, 235U, 238U y sus productos de decaimiento asociados	16.7 X 10 ⁻²	83 X 10 ⁻²
Transuránicos, 226Ra, 228Ra, 230Th, 228Th, 231Pa, 227Ac, 125I y 129I	33 X 10 ⁻⁴	83 X 10 ⁻³
Th-natural, 232Th, 90Sr, 223Ra, 224Ra, 232U, 126I, 131I y 133I.	33 X 10 ⁻³	16.7 X 10 ⁻²
Emisores beta-gamma, excepto los indicados en otros renglones de esta tabla	16.7 X 10 ⁻²	83 X 10 ⁻²
Tritio y compuestos tritiados	16.7 X 10 ⁻¹	No aplica
Fuente: Adaptada de (NOM-012-STPS-2012, Secretaría del Trabajo y Previsión Social, 2012)		

b) Radiación no ionizante

La radiación no ionizante posee la energía necesaria para alterar la posición de los átomos en una molécula o inducir vibraciones en ellos, aunque no es suficiente para expulsar electrones. Ejemplos de esta clase de radiación incluyen ondas de radio, luz visible y microondas.

La exposición a los campos eléctricos en frecuencia de red genera una carga eléctrica superficial que, a su vez, generará campos eléctricos y corrientes inducidas en el cuerpo humano. Por su parte, los campos magnéticos penetran en el cuerpo humano generando campos y corrientes inducidos, responsables de respuestas biológicas, las cuales están en función de la intensidad del campo, las condiciones ambientales y la sensibilidad individual.

La Norma Oficial Mexicana NOM-013-STPS-1993, relativa a las condiciones de seguridad e higiene en los centros de trabajo donde se generen radiaciones electromagnéticas no ionizantes, establece las medidas preventivas y de control en los centros de trabajo donde se generen radiaciones electromagnéticas no ionizantes, para

prevenir los riesgos a la salud de los trabajadores que implican la exposición a dichas radiaciones (Secretaría del Trabajo y Previsión Social, 1993). En la tabla 1.4 se presentan los límites de contaminación superficial para las radiaciones electromagnéticas no ionizantes.

Tabla 1.4. Límites de contaminación superficial			
Tipo de radiación	Longitud de onda	Tiempo de exposición máximo por día	Nivel máximo
Radio y Microondas	10 ⁻¹ a 10 ⁸ cm	8 horas	10 mW/cm ²
Radiación infrarroja	700 a 1,400 nm	8 horas	10 mW/cm ²
Radiación visible	700 a 750 nm	8 horas	10 mW/cm ²
	400 a 700 nm	8 horas	1 mW/cm ²
	380 a 400 nm	Mayores a 1 000 segundos	1 mW/cm ²
Radiación ultravioleta	200 nm	8 horas	100 mJ/cm ²
	250 nm	8 horas	7.0 mJ/cm ²
	315 nm	8 horas	1000 mJ/cm ²
	315 nm	Mayores a 1,000 segundos	1 mW/cm ²
Fuente: Adaptada de (NOM-013-STPS-1993, Secretaría del Trabajo y Previsión Social, 1993)			

1.3.4. Riesgos indirectos

Hasta ahora se han estudiado riesgos químicos que pueden provocar accidentes de una manera directa, es decir, la liberación descontrolada de una especie química causa directamente una nube tóxica, una explosión, un incendio, etc. Sin embargo, existen riesgos que afectan el estado de los trabajadores que pueden influir en la ocurrencia de un accidente.

1.3.4.1. Energía vibratoria

Se denomina “movimiento ondulatorio” al originado cuando se propaga un movimiento vibratorio en un medio elástico y se producen ondas que son un estado de perturbación de dicho medio, en el que las partículas repiten la vibración del foco y transmiten a lo largo del medio elástico la energía mecánica vibratoria.

La contaminación física por energía vibratoria se producirá por los tres tipos siguientes:

1. Ruido.
2. Vibraciones.
3. Ultrasonidos.

a) Ruido

El sonido es un tipo de vibración capaz de producir una sensación audible. Por tanto, el ruido puede ser definido, de forma sencilla, como “sonido no deseado”. Sin embargo, la NOM-011-STPS-2001 lo define como “los sonidos cuyos niveles de presión acústica, en combinación con el tiempo de exposición de los trabajadores a ellos, pueden ser nocivos a la salud del trabajador” (Secretaría del Trabajo y Previsión Social, 2001). Dicha presión acústica es la diferencia entre la presión instantánea producida al generarse un sonido y la presión atmosférica. El nivel de presión acústica correspondiente a los sonidos más intensos que pueden experimentarse sin sufrir algún dolor auditivo agudo (también llamado “umbral del dolor”) es de 120 dB, aproximadamente.

Dentro del marco normativo mexicano, la NOM-011-STPS-2001 fue implementada con el objetivo de “establecer las condiciones de seguridad e higiene en los centros de trabajo donde se genere ruido que, por sus características, niveles y tiempo de acción, sea capaz de alterar la salud de los trabajadores; los niveles máximos y los tiempos máximos permisibles de exposición por jornada de trabajo, su correlación, y la implementación de un programa de conservación de la audición” (Secretaría del Trabajo y Previsión Social, 2001). De igual forma, establece los límites máximos permisibles de exposición a diferentes niveles de exposición a ruido (tabla 1.5), el cual es el nivel sonoro promedio referido a una exposición de 8 horas, equivalente a una jornada laboral.

Tabla 1.5. Límites máximos permisibles de exposición a ruido laboral	
Nivel de exposición a ruido (NER)	Tiempo máximo permisible de exposición (TMPE)
90 db(A)	8 horas
93 dB(A)	4 horas
96 dB(A)	2 horas
99 dB(A)	1 hora
102 dB(A)	30 minutos
105 dB(A)	15 minutos
Fuente: Adaptada de (NOM-011-STPS-2001, Secretaría del Trabajo y Previsión Social, 2001)	

Si bien, la exposición constante al ruido por sí sola no es una causa directa de algún tipo de accidente (es decir, ningún ruido continuo es capaz de poder provocar una explosión, fuga de sustancias químicas, etc.), cuando un trabajador es expuesto a niveles de ruido

mayores a los límites máximos permisibles de exposición por un tiempo prolongado y sin protección auditiva, puede haber afectaciones al estado de salud, siendo los principales la pérdida de la audición o el dolor auricular; siendo causa indirecta de que el trabajador pueda provocar algún tipo de accidente debido a que, como efectos no auditivos, interfiere con la comunicación, puede producir alteraciones en el sueño y siendo también un agente estresante, afectando, tanto la salud física como mental de los trabajadores.

b) Vibraciones

Son movimientos alternativos o de vaivén periódicos de las partículas de un cuerpo rígido o elástico a ambos lados de una posición de equilibrio. El ser humano puede estar expuesto a la vibración a través del contacto con sólidos vibrantes (a través de la transmisión de energía mecánica) o por interceptación de ondas sonoras. La vibración “es conformada por una magnitud de aceleración medible en metro por segundo al cuadrado (m/s^2) y una frecuencia que se expresa en ciclos por segundo (Hz)” (Lira Salazar, 2009).

El rango de frecuencias de vibración de interés para el hombre empieza en los 3 Hz y puede llegar hasta varios millones. A frecuencias menores a 3 Hz, el cuerpo humano no presenta movimiento relativo interno, aunque a frecuencias inferiores a 0.5 Hz pueden provocar mareo inducido por el movimiento.

La normatividad mexicana, en la NOM-024-STPS-2001 “Vibraciones – Condiciones de seguridad e higiene en los centros de trabajo”, clasifica las vibraciones con respecto a los efectos de las mismas sobre la zona del cuerpo donde el personal expuesto las recibe, siendo estas las vibraciones en cuerpo entero, en las cuales los efectos de ellas suelen “ser máximos en el límite inferior del intervalo de frecuencias, de 0.5 a 100 Hz; y en extremidades superiores, donde las frecuencias que reciben las manos del orden de 1,000 Hz o superiores pueden tener efectos perjudiciales.

Las vibraciones del cuerpo entero ocurren cuando el cuerpo está apoyado en una superficie vibrante (por ejemplo, cuando se está sentado en un asiento que vibra, de piel sobre un suelo vibrante o recostado sobre una superficie vibrante); se presentan en todas las formas de transporte y cuando se trabaja cerca de maquinaria industrial. Las vibraciones transmitidas a las extremidades superiores son las vibraciones que entran en

el cuerpo a través de las manos. Están causadas por distintos procesos de la industria, como la agricultura, la minería y la construcción, en los que se agarran o empujan piezas vibrantes con las manos o los dedos” (Secretaría del Trabajo y Previsión Social, 2001).

La magnitud de la vibración se puede cuantificar al medir la aceleración, sin embargo, al ser esta un valor vectorial tridimensional, es compuesta por tres componentes, x (longitudinal), y (lateral) y z (vertical); y, debido a los efectos vibratorios, en las tres direcciones se presenta un efecto rotatorio. Conforme a la NOM-024-STPS-2001, para cada eje direccional existirá un límite en la aceleración con respecto al tiempo de exposición a las vibraciones y, de superar dichos límites, se deberán tomar medidas correctivas para controlar los niveles de exposición, tales como sustitución de procesos que produzcan vibraciones, sustitución de equipos o maquinaria por equipos con emisiones de menor magnitud, reducir los periodos de exposición de los trabajadores, implementar periodos de descanso obligatorios, usar equipo de protección que ayude a reducir la exposición personal, entre otras.

La exposición a vibraciones del cuerpo entero puede provocar malestar generalizado, alteraciones neuromusculares, sensoriales, vasculares y osteomusculares en columna. La exposición a las vibraciones transmitidas a las manos puede provocar trastornos vasculares, como dedo blanco inducido por vibraciones; trastornos neurológicos periféricos, como síndrome del Túnel Carpiano; trastornos de los huesos y articulaciones; musculares; y trastornos sobre el sistema nervioso central. Por otra parte, existe una respuesta psicológica, ya que las vibraciones pueden afectar el carácter del individuo, el rendimiento en el trabajo, etc.

c) Ultrasonidos

Son los sonidos de frecuencias superiores a los audibles por el hombre, es decir, por encima de 16 kHz pero que, a diferencia de las radiaciones, no pueden propagarse en el vacío. Suelen ser utilizados en la industria en dispositivos comerciales y de seguridad; en medicina con fines diagnósticos, terapéuticos o quirúrgicos, etc.

Cuando los ultrasonidos son absorbidos por la materia, se transforman en calor y, también, en los medios líquidos, se produce el fenómeno de la cavitación, al originarse sucesivamente zonas de presión y depresión. La exposición del ser humano a los ultrasonidos transmitidos por el aire afecta el umbral de percepción auditiva, aunque

también se pueden presentar efectos como desequilibrio de los electrolitos, fatiga, cefaleas, náuseas, irritabilidad, etc. (Estrucplan Consultora, S.A., 2006)

1.3.4.2. Energía térmica

El cuerpo humano tiene la capacidad de regular la temperatura interna para mantenerla dentro de los rangos que permitan el correcto funcionamiento del organismo, sin embargo, si se presenta una exposición a temperaturas elevadas durante largos periodos de tiempo, la temperatura interna del cuerpo puede verse afectada de tal manera que se ponga en riesgo la salud e incluso la vida.

Cuando la temperatura corporal cambia a estas medidas ocurren las siguientes complicaciones:

- 43 °C Muerte o daños cerebrales/paro cardiorrespiratorio
- 42 °C Hiper o hipotensión/taquicardia
- 41 °C Alucinaciones/somnolencia
- 40 °C Mareos, deshidratación, vómito, cefalea, sudor abundante
- 39 °C Taquicardia y disnea
- 38 °C Ligera sudoración con sensación desagradable, mareo leve
- 36 a 37.5 °C Temperatura normal del cuerpo
- 35 °C Hipotermia
- 34 °C Temblor severo, pérdida de movimiento, confusión
- 33 °C Arreflexia, progresiva pérdida de temblor
- 32 °C Alucinaciones
- 31 °C Ausencia de reflejos, bradicardia severa, estado de coma
- 28 °C Alteraciones graves de corazón/muerte

En la industria, debido a las condiciones de operación, se llegan a requerir temperaturas específicas, que podrían ser perjudiciales para el cuerpo humano sin la seguridad adecuada; como las criogénicas también llamadas abatidas (principalmente en la industria alimenticia) y elevadas (principalmente en la industria metalúrgica o donde se lleven a cabo fundiciones). Para regular los riesgos a causa de estas temperaturas, en México existe la NORMA Oficial Mexicana NOM-015-STPS-2001, “Condiciones térmicas elevadas o abatidas-Condiciones de seguridad e higiene” que “establece las condiciones de seguridad e higiene, los niveles y tiempos máximos permisibles de exposición a

condiciones térmicas extremas, que, por sus características, tipo de actividades, nivel, tiempo y frecuencia de exposición, sean capaces de alterar la salud de los trabajadores” (Secretaría del Trabajo y Previsión Social, 2001).

a) Temperaturas elevadas

La sobrecarga térmica es la respuesta fisiológica al aumento de temperatura excesiva llamado “estrés térmico”, que funciona como un mecanismo de regulación para mantener al cuerpo en temperaturas idóneas. Las consecuencias del aumento de temperatura se observan cuando un individuo se adapta a condiciones de estrés térmico, siendo estas: temperatura corporal, frecuencia cardiaca y tasa de sudoración.

De acuerdo con la Organización Internacional del Trabajo (OIT, 2018) en los países en desarrollo los trabajadores que sienten cansancio por el calor, en su mayoría no están asegurados contra accidentes laborales; además señala que con el incremento de las temperaturas los casos de estrés calórico y las posibilidades de enfermarse también tienden a subir, igualmente sucede con el tiempo de la jornada laboral en vista que el empleado al sentir la necesidad de hacer pausas para descansar y refrescarse con la intención de que su temperatura corporal no sobrepase los 38°C, con todas estas pausas se trabaja menos, el estrés por calor afecta la salud del trabajador y se desencadena la disminución de la producción. En México, la NOM-015-STPS-2001 establece los límites máximos permisibles de exposición diaria a condiciones térmicas elevadas (tabla 1.6).

Tabla 1.6. Límites máximos permisibles de exposición a condiciones térmicas elevadas			
Temperatura máxima en °C de I_{tgbh}			Porcentaje del tiempo de exposición y de no exposición
Régimen de trabajo			
Ligero	Moderado	Pesado	
30.0	26.7	25.0	100% de exposición
30.6	27.8	25.9	75% de exposición 25% de recuperación en cada hora
31.7	29.4	27.8	50% de exposición 50% de recuperación en cada hora
32.2	31.1	30.0	25% de exposición 75% de recuperación en cada hora

Fuente: Adaptada de NOM-015-STPS-2001 (Secretaría del Trabajo y Previsión Social, 2001)

Por efecto del calor las palmas de las manos podrían empezar a sudar por lo que se ponen resbalosas, el trabajador podría sentir vértigos (mareos) o sus gafas de seguridad podrían empañarse, lo que ocasionaría heridas como consecuencia; además por el tipo de trabajo podrían quemarse; a causa de realizar actividades en un ambiente caluroso la capacidad de pensar, el tener la temperatura corporal elevada y estar incómodos causa irritabilidad e ira por lo que el rendimiento decrece logrando que se generen más accidentes laborales en lugares con altas temperaturas que en lugares con temperatura moderada.

Existe una conexión entre la temperatura en el ambiente y el riesgo de lesionarse por accidente laboral que podrían suceder por diferentes mecanismos; con la unión de los cambios fisiológicos, psicológicos y la exposición a elevadas temperaturas harán que decrezca el rendimiento laboral por lo que se deteriorará la concentración, habrá más desconcentración y fatiga.

b) Temperaturas abatidas

El estrés por frío puede ocasionar enfriamiento local o generalizado del cuerpo, dependiendo del grado de exposición (frecuencia, duración, e intensidad) al frío, sin olvidar como factores importantes la vestimenta, las condiciones generales del organismo, así como condiciones físicas como velocidad de aire, grado de humedad, etc. Con la presencia de estrés por frío se espera pérdidas de calor mayores a las normales y, como consecuencia, reacciones termorreguladoras del organismo expuesto.

Cuando la temperatura corporal disminuye por debajo de los 29.5°C, desaparece la capacidad del hipotálamo para regular la temperatura. Incluso por cada 5°C de disminución de temperatura, la tasa de producción química de calor de cada célula disminuye al 50%.

El rendimiento durante la exposición al frío está vinculado a la presencia de reacciones fisiológicas y de conducta, que producen alteraciones a nivel muscular, manual y psicológico. La exposición leve al frío, produce ligero enfriamiento del cuerpo, en general, por la vasoconstricción, no se presenta disminución de la sensibilidad y rendimiento manual, ni deterioro al desarrollar tareas mentales. Por otro lado, la exposición intensa al frío produce disminución notable en el rendimiento manual y muscular, así como en las tareas cognitivas. Hoy en día no se conoce bien la compleja interacción de las respuestas

fisiológicas y psicológicas (distracción, estado de alerta) por lo cual se requiere investigar más en este campo.

El trabajo en ambientes fríos tanto ambiental como artificial, es una constante en varios países, a consecuencia de los cambios climáticos, así como de la necesidad de almacenamiento de alimentos perecederos y otros. Es por esto que la temperatura es un criterio a considerar en la prevención de accidentes.

En México, la NOM-015-STPS-2001 también establece los límites permisibles de exposición diaria a condiciones térmicas elevadas y abatidas, mostrados en la tabla 1.7.

Tabla 1.7. Límites máximos permisibles de exposición a condiciones térmicas abatidas	
Temperatura en °C	Exposición máxima diaria
de 0 a -18	8 horas
Menores de -18 a -34	4 horas; sujeto a periodos continuos máximos de exposición de una hora; después de cada exposición, se debe tener un tiempo de no exposición al menos igual al tiempo de exposición
Menores de -34 a -57	1 hora; sujeto a periodos continuos máximos de 30 minutos; después de cada exposición, se debe tener un tiempo de no exposición al menos 8 veces mayor que el tiempo de exposición
Menores de -57	5 minutos
Fuente: Adaptada de (NOM-015-STPS-2001, Secretaría del Trabajo y Previsión Social, 2001)	

1.3.4.3. Iluminación

La luz “es una forma particular y concreta de energía que se desliza o propaga, no a través de un conductor (como la energía eléctrica), sino por medio de radiaciones, es decir, de perturbaciones periódicas del estado electromagnético del espacio; es lo que se conoce como ‘energía radiante’” (Ministerio de Trabajo, Empleo y Seguridad Social, 2012) Se puede definir la luz como una radiación electromagnética capaz de ser detectada por el ojo humano normal.

El flujo luminoso se define como la velocidad de emisión de la luz o como la energía radiante que afecta a la sensibilidad del ojo en la unidad de tiempo, mientras que la iluminación “es la relación de flujo luminoso incidente en una superficie por unidad de área” (Secretaría del Trabajo y Previsión Social, 2008).

Tabla 1.8. Niveles de iluminación		
Tarea visual del puesto de trabajo	Área de trabajo	Niveles mínimos de iluminación (luxes)
En exteriores: distinguir el área de tránsito, desplazarse caminando, vigilancia, movimiento de vehículos.	Exteriores generales: patios y estacionamientos.	20
En interiores.	Áreas de circulación y pasillos: salas de espera; salas de descanso; cuartos de almacén; plataformas; cuartos de calderas.	100
Requerimiento visual simple: inspección visual, recuento de piezas, trabajo en banco y máquina.	Servicios al personal: almacenaje rudo, recepción y despacho, casetas de vigilancia, cuartos de compresores y pailería.	200
Distinción moderada de detalles: ensamble simple, trabajo medio en banco y máquina, inspección simple, empaque y trabajos de oficina.	Talleres: áreas de empaque y ensamble, aulas y oficinas.	300
Distinción clara de detalles: maquinado y acabados delicados, ensamble de inspección moderadamente difícil, captura y procesamiento de información, manejo de instrumentos y equipo de laboratorio.	Talleres de previsión: salas de cómputo, áreas de dibujo, laboratorios.	500
Distinción fina de detalles: maquinado de precisión, ensamble e inspección de trabajos delicados, manejo de instrumentos y equipo de precisión, manejo de pizas pequeñas.	Talleres de alta precisión: de pintura y acabado de superficies y laboratorios de control de calidad.	750
Fuente: Adaptada de (NOM-025-STPS-2008, Secretaría del Trabajo y Previsión Social, 2008)		

Bajo el marco normativo mexicano, la NOM-025-STPS-2008 “establece los requerimientos de iluminación en las áreas de los centros de trabajo, para que se cuente con la cantidad de iluminación requerida para cada actividad visual, a fin de proveer un ambiente seguro y saludable en la realización de las tareas que desarrollen los trabajadores” (Secretaría del Trabajo y Previsión Social, 2008). Dichos requerimientos de iluminación son establecidos a través de niveles mínimos de iluminación requeridos con respecto al tipo de tarea visual que realice el empleado, o al área de trabajo en el que se encuentre. En la tabla 1.8 se muestran los niveles mínimos de iluminación con respecto a la tarea visual o el área de trabajo.

La iluminación de los lugares de trabajo deberá permitir que los trabajadores dispongan de condiciones de visibilidad adecuadas para poder circular por los mismos y desarrollar en ellos sus actividades sin riesgo para su seguridad y salud. Trabajar con malas condiciones de iluminación puede provocar fatiga visual y del sistema nervioso central debido al esfuerzo requerido para interpretar las señales insuficientemente netas o equívocas. Asimismo, dichas condiciones deficientes pueden derivar, parcialmente, en fatiga muscular por mantener una postura incómoda.

La disminución de la eficacia, la carga y la fatiga visual aumentan el número de errores y accidentes durante la ejecución de las tareas. Del mismo modo, se pueden producir accidentes como consecuencia de una iluminación deficiente en las vías de circulación, escaleras y otros lugares de paso.

1.3.4.4. Riesgos eléctricos

La electricidad es una forma de energía causada por los campos de fuerza, generados por la interacción de las partículas cargadas eléctricamente (electrones y protones), dicha energía se manifiesta en fenómenos mecánicos, térmicos, luminosos y químicos, entre otros.

Las manifestaciones de la electricidad que generalmente representan un riesgo significativo son la estática y las descargas atmosféricas. El paso de la corriente eléctrica a través del cuerpo humano produce reacciones fisiológicas importantes, las cuales se describen en la tabla 1.9.

Un cuerpo (aislante o conductor) puede obtener una acumulación de carga eléctrica positiva o negativa, lo que, al contacto con otro cuerpo sin esta acumulación, se produzca una descarga eléctrica. A esta acumulación de carga se le conoce como electricidad estática.

Tabla 1.9. Efectos en el cuerpo humano por el paso de corriente eléctrica	
Corriente eléctrica	Efectos en el cuerpo humano
0-0,5 mA	No se observan sensaciones ni efectos. El umbral de percepción se sitúa en 0.5 mA.
0,5-10 mA	Calambres y movimientos reflejos musculares. El umbral de no soltar se sitúa en 10 mA.
10-25 mA	Contracciones musculares. Agarrotamiento de brazos y piernas con dificultad de soltar objetos. Aumento de la presión arterial y dificultades respiratorias.
25-40 mA	Fuerte tetanización. Irregularidades cardíacas. Quemaduras. Asfixia a partir de 4 segundos.
40-100 mA	Efectos anteriores con mayor intensidad y gravedad. Fibrilación y arritmias cardíacas.
0.1-1 A	Fibrilación y paro cardíaco. Quemaduras muy graves. Alto riesgo de muerte.
1-5 A	Quemaduras muy graves. Parada cardíaca con elevada probabilidad de muerte.
Fuente: Adaptada de (Villarrubia López, 2000)	

Los efectos nocivos provocados por la acumulación de electricidad estática varían desde la incomodidad que se experimenta cuando al tocar un objeto cargado, hasta las lesiones muy graves, incluso fallecimientos, provocadas por una explosión debida a la electricidad estática presente en ambientes explosivos. El efecto fisiológico de las descargas electrostáticas en seres humanos varía desde una picazón incómoda hasta acciones reflejas violentas involuntarias.

En cuanto a los riesgos en el trabajo, la energía generada por descargas atmosféricas puede ingresar a las instalaciones a través de diversos medios, por impacto directo o por corrientes inducidas. Esta energía busca su propio camino para llegar a tierra utilizando conexiones de alimentación de energía eléctrica, de voz y de datos, produciendo acciones destructivas ya que se supera la aislación de dispositivos tales como plaquetas, rectificadores, etc. Una descarga eléctrica también puede generar carga electrostática a elementos cercanos (Departamento de Telecomunicaciones División Sureste, 2023).

De igual forma, debido a que la carga electrostática y los pulsos electromagnéticos inducen altos voltajes transitorios en cualquiera de los conductores eléctricos que se

encuentran dentro del área de influencia de estos transitorios, estos ocasionarán arcos entre alambres o cables conductores y entre tuberías y tierra; los arcos o chispas de corriente electrostática en un punto vulnerable, pueden iniciar un incendio o una explosión.

La Norma Oficial Mexicana NOM-022-STPS-2015, “Electricidad estática en los centros de trabajo - Condiciones de seguridad” establece “las condiciones de seguridad en los centros de trabajo para prevenir los riesgos por electricidad estática, así como por descargas eléctricas atmosféricas” (Secretaría del Trabajo y Previsión Social, 2015). En esta norma se encuentran distintos puntos para controlar la generación o acumulación de electricidad estática:

- Instalar sistemas de puesta a tierra, dispositivos o equipos para controlar la electricidad estática, tales como: ionizadores; neutralizadores o eliminadores de electricidad estática; dispositivos con conexión a tierra; cepillos mecánicos conectados a tierra; barras de disipación de electricidad estática, o mediante la aplicación de tratamientos a bandas, entre otros.
- Asegurar la unión eléctrica o conexión equipotencial entre máquinas, equipos, contenedores y componentes metálicos.
- Realizar la medición de la resistencia a tierra de la red de puesta a tierra (conforme a la misma norma), cuyos valores deberán:
 - Tener un valor menor o igual a 10 ohms, para la resistencia a tierra del (los) electrodo(s) en sistemas de pararrayos o sistema de protección contra descargas eléctricas atmosféricas.
 - Tener un valor menor o igual a 25 ohms, para la resistencia a tierra de la red de puesta a tierra.
- Colocar pisos antiestáticos o conductivos.
- Humidificar el ambiente, manteniendo una humedad relativa superior a 65%. No aplicando cuando la humedad del aire represente un peligro por reacción con alguna sustancia.
- Ionizar el aire en la proximidad del equipo, contenedor u objeto cargados.
- Proveer un sistema de protección contra descargas eléctricas atmosféricas.
 - Proveer una canalización no metálica con resistencia a la intemperie sobre la superficie del conductor de bajada.

- Colocar en la canalización avisos de precaución que indiquen "PELIGRO: EVENTUAL CORRIENTE DE RAYO".
- Unir eléctricamente al sistema de puesta a tierra (por debajo del nivel de piso) todos los elementos metálicos y acero de refuerzo de la estructura a proteger, mediante electrodos de puesta a tierra horizontales colocados a una profundidad mínima de 0.60 metros.
- Instalar el conductor de bajada, de tal forma que su recorrido sea lo más corto posible y se eviten cruces con instalaciones eléctricas. (Secretaría del Trabajo y Previsión Social, 2015)

1.3.4.5. Riesgos psicosociales

La protección y bienestar del empleado se ha centrado, desde sus inicios, principalmente en los riesgos físicos, químicos y ambientales, pues son los que dañan directa e inmediatamente a la salud. No es hasta 1984 que se tiene una de las primeras referencias oficiales a los riesgos psicológicos, sociales y cómo se ven afectados por los factores organizacionales en el escrito "Los factores psicosociales en el trabajo: reconocimiento y control", publicado por la Organización Internacional del Trabajo (OIT) (Oficina Internacional del Trabajo Ginebra, 1984)

En materia de legislación mexicana, el Artículo 473 de la Ley Federal del Trabajo (LFT), define los riesgos de trabajo como "los accidentes y enfermedades a las que están expuestos los trabajadores en ejercicio o con motivo del trabajo" (H. Congreso de la Unión, 2024), pudiendo inferir que los riesgos no solamente están relacionados a las características peligrosas inherentes a una planta de producción, sino también a aspectos psicológicos y mentales que puedan afectar a los trabajadores; siendo imperativo que el empleador sea responsable de la prestación de servicios que prevengan las afecciones físicas y mentales de sus trabajadores.

Los factores de riesgo psicosociales "son aquellas características de las condiciones de trabajo que afectan a la salud de las personas a través de mecanismos psicológicos y fisiológicos a los que se llama estrés" (Organización Internacional del Trabajo, 2013). Estos factores psicosociales en el trabajo representan un conjunto de percepciones y experiencias del trabajador e incluyen factores individuales o personales, las condiciones y el medio ambiente de trabajo; y los factores externos que incluyen las condiciones

económicas y sociales fuera del lugar de trabajo y que repercuten en él. Los riesgos psicosociales surgen de fallos en el diseño, la organización y la gestión laboral, junto con un entorno social de trabajo poco favorable, desembocando en problemas como estrés laboral, agotamiento o depresión, entre otros. La OIT resume los factores de riesgo psicosociales en cinco tipos:

- Factores del entorno y del puesto de trabajo: que puede incluir cargas de trabajo excesivas, jornadas largas y horarios irregulares, mal diseño de entorno y falta de adaptación ergonómica, falta de autonomía en la realización de tareas y falta de claridad de las funciones.
- Factores organizativos: que incluye una supervisión inadecuada, estructura organizativa deficiente, ausencia de cultura de prevención de riesgos, salario insuficiente y valoración inadecuada de puestos de trabajo y discriminación.
- Relaciones en el trabajo: siendo compuesto por el acoso sexual y/o laboral y la violencia laboral.
- Seguridad en el empleo y desarrollo de carrera profesional: que abarca la inseguridad sobre el futuro de la empresa y la dificultad o imposibilidad de promocionarse y desarrollar carrera.
- Carga total de trabajo: en la que se encuentra la doble jornada y el descanso insuficiente. (Organización Internacional del Trabajo, 2013)

En 2018 fue publicada la NOM-035-STPS-2018, “Factores de riesgo psicosocial en el trabajo – Identificación, análisis y prevención”, en la cual se pide identificar y analizar los factores de riesgo psicosocial conforme a los siguientes criterios:

- a) Las condiciones en el ambiente de trabajo,
- b) Las cargas de trabajo,
- c) La falta de control sobre el trabajo,
- d) Las jornadas de trabajo y rotación de turnos que exceden lo establecido en la LFT,
- e) Interferencia en la relación trabajo-familia y,
- f) Liderazgo negativo y relaciones negativas en el trabajo.

Un entorno psicosocial positivo favorece a un mejor rendimiento y bienestar mental y físico de los trabajadores. El Instituto Mexicano del Seguro Social, en el año 2018, señaló como principales riesgos psicosociales en México al estrés, la violencia en el trabajo, el

acoso laboral, el acoso sexual, la inseguridad contractual, el *burnout* (definido como una forma inadecuada de afrontar el estrés crónico, cuyos rasgos son el agotamiento emocional, la despersonalización y la disminución del desempeño personal, integrado por actitudes y sentimientos negativos hacia las personas con las que se trabaja y hacia el propio rol profesional), el conflicto trabajo-familia y el trabajo emocional (Patlán Pérez, 2018).

Organizacionalmente, los efectos negativos se relacionan con un mal rendimiento de la empresa, aumento del absentismo, “presentismo” (trabajadores que acuden a laborar cuando están enfermos y no rinden con eficacia) y un mayor número de accidentes y lesiones.

1.4. Accidentes en la industria química

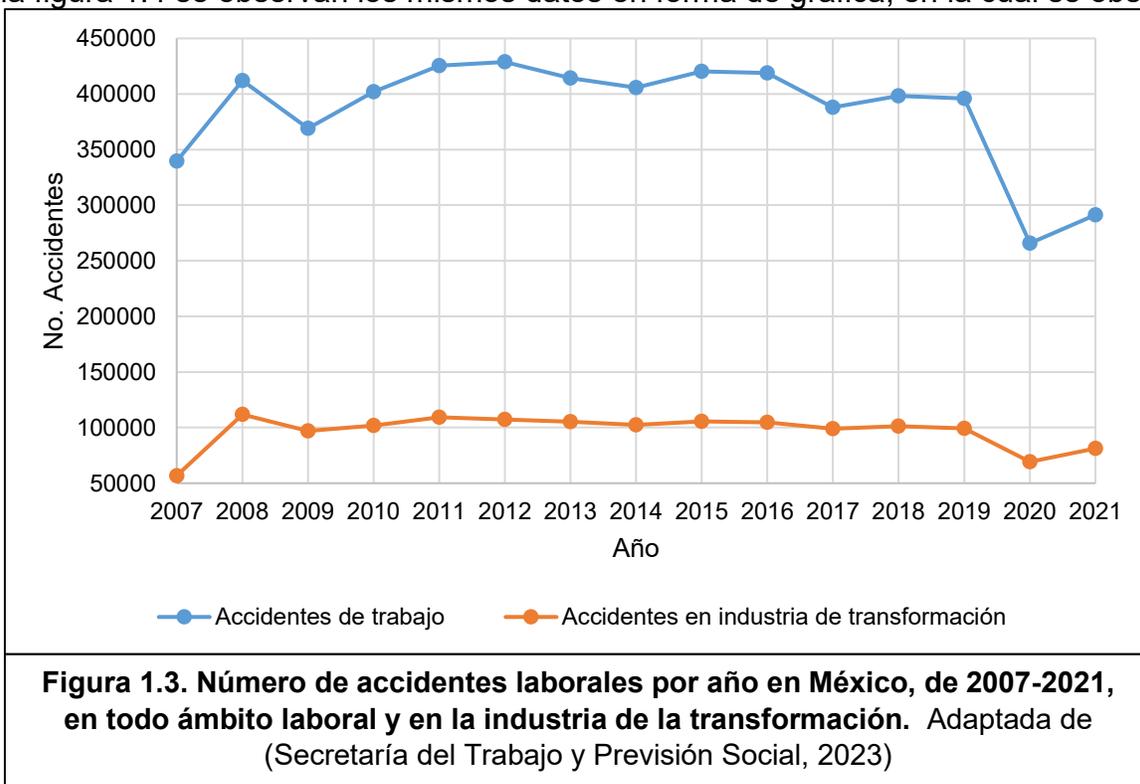
Un accidente es un hecho imprevisto e incontrolado, capaz de producir daños. En general, en la industria química, este suceso coincide con situaciones de emisión, escape, vertido, incendio y explosión, donde están implicadas sustancias peligrosas debido a uso, procesamiento, almacenamiento y transporte para la producción de un bien (Castro & Arcos, 1998).

Existen diversas maneras de evitar la producción de accidentes, siendo una de ellas el aprendizaje a partir de las experiencias catastróficas presentadas a lo largo de la historia, por lo que en este apartado se hará una revisión de los accidentes industriales más conocidos y que han propiciado el desarrollo de políticas y normativas que regulen las actividades químicas riesgosas.

1.4.1. Accidentes a nivel nacional

Durante los últimos años, la industria química ha sido protagonista de múltiples cambios científicos y tecnológicos. Conforme ha evolucionado la tecnología, se han desarrollado nuevos materiales e industrias, así como aplicaciones de los productos químicos en el mercado, generando, a su vez, nuevos procesos con distintos riesgos inherentes. Debido a este aumento en el consumo y demanda de distintos productos, hoy en día existen grandes plantas químicas con un alto número de personas expuestas a las consecuencias de un accidente industrial (Ceja, 2004).

Según datos reportados por la Secretaría de Trabajo y Previsión Social con información de la Coordinación de Salud en el Trabajo del IMSS, el promedio de accidentes desde el año 2007 al 2019 ha sido de 401,410.61 accidentes laborales anuales; dando enfoque en el ámbito de la industria de la transformación, el promedio de accidentes es de 100,112.3 accidentes. Con motivo de la pandemia por COVID-19, el año 2020 hubo una reducción de más de 100,000 accidentes reportados al IMSS con respecto al año anterior, siendo la cifra en 2020 de 265,787 accidentes y 69,240 accidentes en la industria de la transformación. El año 2021, al haberse suspendido la cuarentena en México, el número de accidentes laborales empezó a subir, pasando a 291,304 accidentes laborales en todas las industrias, y 81,126 accidentes en la industria de la transformación (Secretaría del Trabajo y Previsión Social, 2023). En la tabla 1.10 se agrupa el número de accidentes desde el año 2007 al 2021 en México para los diferentes ámbitos laborales, asimismo, en la figura 1.4 se observan los mismos datos en forma de gráfica, en la cual se observa



el comportamiento de los accidentes.

En los Estados Unidos Mexicanos, los ámbitos laborales con mayor número de accidentes son el comercio, servicios para empresas, personas y el hogar; industria de la construcción y la transformación, las cuales conllevan distintas operaciones, como el

transporte de diferentes materiales químicos a lo largo y ancho del territorio y su posterior procesamiento a través de numerosas operaciones unitarias. Es correcto denotar que la historia mexicana no ha estado exenta de múltiples accidentes por manejo de sustancias peligrosas. Los que han dejado una mayor huella y, por tanto, han sido un detonante para el inicio de la atención, prevención y gestión de riesgos, han sido los ocurridos en San Juan Ixhuatepec, Estado de México; y Guadalajara, Jalisco.

San Juan Ixhuatepec, Estado de México (1984)

El 19 de noviembre de 1984, en el pueblo de San Juan Ixhuatepec, Tlalnepantla de Baz, Estado de México, ocurrió una serie de explosiones de tipo BLEVE en una estación de almacenamiento y distribución de, principalmente, propano y butano, de Petróleos Mexicanos (PEMEX), con una capacidad total de almacenamiento era de 16,000 m³, aproximadamente. En las inmediaciones de la planta se empezó a crear una pequeña ciudad, a distancias de entre 100 y 300 metros, con edificaciones sencillas con una media de 5 personas viviendo en cada una de ellas (Murcia Ocampo, 2010).

La catástrofe ocurrió debido a la ruptura de una tubería de 20 cm de diámetro que transportaba GLP cerca de los parques de tanques de almacenamiento, integrados por 54 depósitos (6 esferas y 48 cilindros), entre otros factores, como la falta de funcionamiento de las válvulas de alivio de un tanque sobrellenado, provocando la liberación de gas por alrededor de diez minutos, generando una nube de vapor inflamable que se inflamaría a alrededor de 100 m desde el origen de la fuga. Posteriormente, uno de los depósitos esféricos se prendió en fuego para después provocar una explosión tipo BLEVE de alrededor 300 metros de diámetro y 500 metros de altura aproximadamente, seguida de otras once explosiones en cadena, por aproximadamente una hora y media (Grupo Universitario de Investigación Analítica de Riesgos, 1999).

Las explosiones de “San Juanico” causaron el fallecimiento de entre 500 y 600 personas y daños en un área de hasta un kilómetro de las instalaciones de PEMEX, siendo catalogadas como uno de los peores accidentes industriales en México y el mundo, siendo consideradas dentro de la normatividad a nivel mundial en materia de accidentes químicos.

Tabla 1.10. Número de accidentes por año en diferentes industrias en México (2007-2022)						
Año	Industria					Ind. eléctrica y captación y suministro de agua potable
	Agricultura, cría, ganadería, silvicultura, pesca y caza	Industrias extractivas	Industrias de transformación	Industria de la construcción		
2007	6,729	2,628	64,669	24,842		2,356
2008	10,909	5,059	143,789	50,992		4,713
2009	10,926	4,801	124,800	46,682		4,474
2010	11,224	4,416	133,645	45,899		3,411
2011	11,871	4,968	144,789	47,878		3,587
2012	11,616	5,177	147,640	46,754		3,482
2013	11,709	4,926	147,177	44,057		3,195
2014	11,687	4,390	143,659	43,740		2,989
2015	12,951	4,583	152,133	49,594		2,986
2016	13,075	4,209	146,677	46,923		2,663
2017	14,823	4,294	158,489	50,190		2,612
2018	15,192	4,786	157,510	49,048		2,450
2019	15,334	4,247	155,697	47,094		2,565
2020	12,175	3,024	109,258	32,437		1,747
2021	12,014	4,417	131,714	34,530		1,965
2022	13,252	4,695	152,645	40,822		2,253
Año	Industria					
	Comercio	Transportes y comunicaciones	Servicios para empresas, personas y el hogar	Servicios sociales y comunales	No especificado	Total
2007	50,603	13,856	44,502	17,342	222,574	450,101
2008	120,058	31,119	101,213	34,186	4,896	506,934
2009	124,474	30,501	104,926	35,492	2,711	489,787
2010	127,405	30,728	110,035	37,686	2,079	506,528
2011	135,634	32,545	113,598	39,461	1,991	536,322
2012	140,572	32,875	123,750	39,929	5,987	557,782
2013	139,730	33,307	116,961	38,446	2,865	542,373
2014	133,648	32,920	112,252	36,179	6,380	527,844
2015	136,636	35,018	118,646	36,854	141	549,542
2016	132,910	34,316	113,158	35,257	168	529,356
2017	138,021	37,203	119,705	37,191	321	562,849
2018	134,322	37,591	116,537	37,435	139	555,010
2019	135,300	39,079	118,533	36,917	92	554,858
2020	98,049	28,282	71,470	135,951	291	492,684
2021	105,727	30,666	78,662	102,220	-	501,915
2022	119,956	38,434	97,160	96,245	11	565,473

Fuente: Adaptada de (Riesgos de trabajo calificados en el IMSS, Sistema de Información Estadística Laboral – Secretaría del Trabajo y Previsión Social. 2023).

Guadalajara, Jalisco (1992)

El 22 de abril de 1992, alrededor de las 10 de la mañana, en el sector Reforma de Guadalajara, Jalisco, se registraron cinco explosiones a consecuencia de la presencia de grandes cantidades de gasolina y otros combustibles petroquímicos en las tuberías de agua pública, que habían sido detectados días antes de la tragedia por el fuerte olor a gasolina que brotaba de las alcantarillas y los drenajes, así como de los grifos de los hogares (Grupo Universitario de Investigación Analítica de Riegos, 1999).

Dichas explosiones afectaron 8 kilómetros de calles, presentando un saldo oficial de 212 muertos, 69 desaparecidos, 1,800 lesionados, 1,142 viviendas, 450 comercios, 100 escuelas y 600 vehículos; aunque habitantes y sobrevivientes de la catástrofe indicaron que el número de personas fallecidas era mucho mayor (Centro Nacional de Prevención de Accidentes, 2020).

Según las investigaciones realizadas, algunas de las causas del accidente fueron

- La corrosión de la tubería de acero de PEMEX debido a la colocación de tubos de agua nuevos cerca de ella que, junto con la humedad de la tierra, provocó una reacción electrolítica que causaría un agujero a través del cual se fugaría la gasolina, contaminando el subsuelo y la tubería municipal.
- Debido a que el alcantarillado estaba construido en forma de “U” para lograr un sifón invertido, los gases de hidrocarburos se acumularon, por lo que con una chispa podría detonarse una explosión.
- Se desconoce la causa exacta de la generación de la chispa, sin embargo, se cree que fue a causa de un choque entre dos metales.

Otros accidentes

Si bien los dos accidentes mencionados son los más representativos, no son los únicos que ha sufrido la industria mexicana. En la tabla 1.11 se hace un listado de algunos otros accidentes industriales en México.

Tabla 1.11. Principales emergencias ambientales debidas a accidentes industriales en México				
Fecha del evento	Ubicación	Sustancia involucrada	Causas	Daños
25/12/1950	Poza Rica, Ver.	Fosgeno	Fuga de gas ocasionada por falta de combustión en quemadores de campo	17 defunciones y 300 intoxicados
01/06/1979 – 09/03/1980	Sonda de Campeche	Petróleo crudo	Incendio ocasionado por salida de petróleo y gas a presión	Impacto ocasionado por la liberación de 3,100,000 de barriles de petróleo
19/09/1984	San Juan Ixhuatepec, Méx.	Gas LP	Explosión de esferas de Gas LP	650 defunciones, 2,500 lesionados y cuantiosos daños materiales
03/05/1991	Córdova, Ver.	Plaguicidas	Falla en el sistema de envasado, con derrame de producto e incendio	300 personas intoxicadas y 1,700 evacuadas
22/04/1992	Guadalajara, Jal.	Gasolina	Presencia de gasolina en la red de alcantarillado	190 defunciones, 1,470 lesionados y cuantiosos daños materiales
04/12/1994	San Francisco del Rincón, Gto.	Metales pesados, plaguicidas, colorantes	Concurrencia de toxicidad de metales pesados, plaguicidas y colorantes, ocasionando una mortandad iniciar la cual debido a factores ambientales y a la presencia de bacterias botulínicas desencadenaron un fenómeno de botulismo	Mortandad aproximada de 25,000 aves acuáticas y terrestres
16/02/1995	Ranchería plátano y cacao, Municipio. del centro, Tab.	Gas amargo y gasolina	Explosión ocasionada por falla aparentes en la soldadura de la tubería	7 defunciones, 16 lesionados y 125 evacuados
20/03/1996	Alto Golfo de California	Trazador NK19	Empleo de trazador con fines de señalización	Mortandad de 367 delfines, 8 ballenas, 51 lobos marinos y más de 200 aves marinas
20/02/1996	México, D.F.	Mercaptano	Falla mecánica en un mezclador ocasionando calentamiento del mercaptano y ruptura de tuberías con la consecuente liberación de la sustancia	26 personas hospitalizadas y 500 evacuadas

Tabla 1.11. Principales emergencias ambientales debidas a accidentes industriales en México				
Fecha del evento	Ubicación	Sustancia involucrada	Causas	Daños
07/05/1996	México, D.F.	Hidrógeno	Explosión de un tanque de hidrogeno	1 defunción, 3 intoxicados, 47 lesionados, 500 evacuados y cuantiosos daños materiales
26/07/1996	Reforma, Chi.	Etano plus licuado	Fuga de hidrocarburos líquidos durante trabajos de mantenimiento ocasionando explosión e incendio	6 defunciones, 9 lesionados y cuantiosos daños materiales
11/11/1996	San Juan Ixhuatepec, Mex.	Gasolina	Derrame e incendio de gasolina en tanques de almacenamiento	4 defunciones y 15 lesionados
19/02/2006	San Juan de Sabinas, Coahuila	Metano	Explosión y derrumbe de una mina	65 mineros atrapados
20/04/2010	Golfo de México	Metano y petróleo	Sobrepresión de ducto provocó una explosión en la plataforma Deepwater Horizon	11 muertos, 4.9 millones de barriles derramados
16/08/2010	Río Bolaños, Jalisco	Mercurio, plomo y arsénico	Ruptura en la presa de "jales" de la mina de plata de Bolaños, provocó que se vertieran desechos tóxicos al Río Bolaños en Jalisco	Alta mortandad en peces y afectaciones a la vida de las poblaciones ribereñas.
31/01/2013	Ciudad de México	Metano	Explosión en torre Pemex por acumulación de gas metano	37 muertos, 126 lesionados
08/08/2014	Hermosillo, Sonora	Ácido sulfúrico	Derrame de 40 mil metros cúbicos de ácido sulfúrico en el río Sonora, proveniente de los desechos de una mina	Contaminación en seis municipios de la entidad
20/04/2016	Coatzacoalcos, Veracruz	Cloroetileno	Explosión por fuga en planta de vinilos "Pajaritos"	32 muertos, 136 heridos
18/01/2019	Tlahuelilpan, Hidalgo	Gasolina	Combustión por derrame de gasolina de ducto	137 defunciones y 8 lesionados
20/04/2020	Golfo de México	Metano	Burbuja de gas metano fugada del pozo	11 defunciones y 4.9 millones de barriles derramados

Fuente: Adaptada de (Ceja, 2004)

1.4.2. Accidentes a nivel mundial

Como ejemplo de algunos accidentes relevantes internacionalmente se pueden mencionar los siguientes:

- **Flixborough, Londres**, el 1 de junio de 1974 sucedió una explosión en una fábrica que producía un compuesto intermedio de nylon. El accidente se presentó cuando en un reactor de la unidad de oxidación por aire del ciclohexano se produjo una fisura entre las paredes externa e interna. Se decidió retirar este reactor y conectar dos reactores secundarios a través de una línea de conducción. El diámetro de los tubos era de 70 cm, pero la fábrica, al no contar con el material sustituto adecuado, utilizó tubos de 50 cm. Se efectuó la conexión utilizando el tubo de 50 cm de diámetro y una placa y una brida para su ajuste. Esta modificación funcionó durante dos meses, sin embargo, se empezaron a presentar fugas y se tuvo que detener el proceso. Dos días después se puso en marcha nuevamente, pero aparecieron nuevas fugas, la temperatura y la presión comenzaron a aumentar hasta que el tubo de 50 cm de diámetro se rompió, ocasionando la liberación de 50 toneladas de ciclohexano caliente presurizado. La nube formada se incendió 30 segundos después provocando una explosión que afectó 50 km a la redonda. Las casas situadas a 600 metros quedaron destruidas, las construcciones dañadas fueron más de 2,400. 28 de las 72 personas que laboraban en el lugar murieron y 36 quedaron heridas. Hubo otras 53 personas heridas en el exterior de la planta (Centro Nacional de Prevención de Accidentes, 2019).
- En **Seveso, Italia**, el 20 de julio de 1976 una empresa fabricante de herbicidas liberó al ambiente una nube tóxica de 2,3,7,8-tetraclorobenzo-p-dioxina, la cual se formó al elevarse de manera incontrolada la temperatura de reacción del proceso de síntesis del ácido triclorofenoxiacético, ocasionando la muerte de casi 100,000 animales que pastaban y además afectó a la población con problemas gastrointestinales y cloroacné; las pérdidas materiales fueron de aproximadamente 86,400 dólares. De este accidente se darán más detalles más adelante (Centemeri, 2010).
- Otro accidente de grandes consecuencias ocurrió en **Bhopal, India**, el 4 de diciembre de 1984 cuando 40 toneladas de isocianato de metilo se escaparon de un tanque de almacenamiento subterráneo en una planta fabricante de plaguicidas. Como resultado del accidente murieron más de 2,500 personas, 50,000 personas sufrieron lesiones

severas y otras 200,000 tuvieron que recibir atención médica menor. El impacto económico se calculó en alrededor de 3,000 millones de dólares (Centro Nacional de Prevención de Accidentes, 2019).

- El 23 de marzo de 2005 en **Texas, Estados Unidos**, en una de las refinerías de *British Petroleum* (BP), responsable de la producción de 433,000 barriles de petróleo crudo al día, debido al mal funcionamiento de varios indicadores de nivel, un tanque receptor fue sobrellenado, causando el derrame de los hidrocarburos. Aunque se ordenó el apagado de toda la maquinaria, una explosión causada por el gas inflamable que entró en el motor de un camión cercano provocó 15 muertos y 100 heridos. Los daños fueron significativos y BP asumió la responsabilidad por no seguir las precauciones de seguridad adecuadas, pagando millones en compensación a sus empleados (Montes, 1999).
- El 4 de agosto de 2020, en **Beirut, Líbano**, alrededor de las 6 de la tarde, hora local, se registró una explosión en la zona portuaria de la capital libanesa, seguida por un incendio, varias pequeñas explosiones y finalmente una poderosa detonación, que provocó una potente onda expansiva, provocando la muerte de 200 personas (según reportes oficiales), la destrucción de 77,000 viviendas e hiriendo a 7000 personas. La causa aparente fue el estallido de una reserva de nitrato de amonio en uno de los almacenes portuarios (Gadzo, 2020).

En la tabla 1.12, se presentan diversos accidentes que conllevaron a consecuencias de gran magnitud. Como se puede observar, en los años de 1970-1990, con la expansión de la industria química, se incrementó el número de accidentes. Sin embargo, debido a una mejor preparación y planeación, así como mejores equipos de seguridad, en los últimos años este tipo de accidentes se ha ido mitigando.

Los dos accidentes que más han marcado un antes y un después en materia de la prevención y gestión de riesgos son los sucedidos en Seveso, Italia, en 1976 y en Bhopal, India, en 1984. Aunque en el que más consecuencias legislativas ha habido es el de Seveso.

Tabla 1.12. Accidentes ocurridos a nivel mundial con mayor relevancia					
Fecha día/mes/año	Ubicación	Actividad	Sustancia involucrada	Causa	Consecuencias
16/04/1947	Texas, Estados Unidos	Transporte marítimo	Nitrato de amonio	Incendio Explosión	552 muertos 3,000 heridos
04/01/1966	Feyzin, Francia	Almacenamiento	Propano	BLEVE	81 heridos 18 muertos
13/07/1973	Potchefstroom, Sudáfrica	Almacenamiento	Amoníaco	Fuga	18 muertos 65 intoxicados
01/06/1974	Flixborough, Reino Unido	Planta de Caprolactama	Ciclohexano	Explosión Incendio	28 muertos 104 heridos Pérdidas de USD 412 millones
10/07/1976	Seveso, Italia	Procesamiento en planta	Dioxina	Explosión	37,000 personas expuestas, 200 lesionados
06/03/1978	Portsall, Reino Unido	Transporte marítimo	Petróleo	Encalladura	Pérdidas de USD 85.2 millones
11/07/1978	San Carlos, España	Transporte en autotank	Propano	VCE	216 muertos, 200 heridos
19/11/1984	Estado de México, México	Almacenamiento	GLP	BLEVE incendio	542 muertos, 7,231 heridos Pérdidas de USD 22.5 millones
04/12/1984	Bhopal, India	Almacenamiento	Isocianato de metilo	Emisión tóxica	4,000 muertos, 200,000 intoxicados
28/04/1986	Chernobyl. Rusia	Fábrica nuclear	Uranio	Explosión	135,000 personas evacuadas
03/06/1989	Ufa, Rusia	Conducción por ducto	GLN	VCE	645 muertos, 500 heridos
22/04/1991	Guadalajara. México	Conducción por ducto	Gasolina	Explosión	300 muertos
23/03/2005	Texas, Estados Unidos	Almacenamiento	Petróleo	Explosión	15 muertos, 100 heridos
17/04/2013	Texas, Estados Unidos	Almacenamiento	Nitrato de amonio	Explosión	15 muertos, 160 heridos
04/08/2020	Puerto de Beirut, Líbano	Almacenamiento	Nitrato de amonio	Explosión	202 muertos 6,500 heridos

Fuente: Adaptada de (Rojas Rodríguez, 2006) y (González, et al., 2014)

Fuga en Seveso, Italia (1976)

A partir de 1969, ICMESA (*Industria Chimica Meda Società*), subsidiaria de Givaudan, la cual era, a su vez, subsidiaria de la farmacéutica Hoffmann-La Roche, con su planta ubicada en el municipio de Meda, cerca de Seveso, Italia (25 km al norte de Milán); comenzó a producir de manera creciente 2,4,5-triclorofenol (TCP) de alto grado para la elaboración de hexaclorofeno, un desinfectante empleado en la fabricación de jabones medicinales. Como subproducto se generaba la sustancia 2,3,7,8-tetraclorodibenzo-p-dioxina, o TCDD, una de las dioxinas más peligrosas, pues una muy pequeña cantidad de esta especie química puede matar a una rata; y es conocida por ser uno de los componentes del Agente Naranja, producto químico defoliante para limpiar la vegetación de la selva vietnamita durante la Guerra de Vietnam, por el gobierno de Estados Unidos. Este compuesto ha sido clasificado como un carcinógeno humano por la Agencia Internacional para la Investigación del Cáncer, además de ser un disruptor endócrino altamente estable con una vida media alta en humanos, de 7 a 9 años (Centemeri, 2010).

Aproximadamente a las 12:37 PM del 10 de julio de 1976, un contenedor de TCP explotó debido a una sobrepresión causada por una reacción exotérmica. liberando al ambiente una nube tóxica de alrededor de 15 a 30 kg de 2,3,7,8- tetraclorodibenzo-p-dioxina (junto con hidróxido de sodio, etilenglicol y triclorofenato de sodio), contaminando aproximadamente 18 km² de suelo y cultivos agrícolas (Rojas Rodríguez, 2006).

Los residentes del área en contacto con el aerosol tóxico desarrollaron náuseas, cefaleas, irritación ocular y 19 infantes fueron admitidos en hospitales locales con lesiones cutáneas. Algunos otros habitantes afectados manifestaron trastornos gastrointestinales que se trataron rápidamente y se presentaron cerca de 200 casos de cloracné, enfermedad cutánea presentada por una sobreexposición a químicos, en las semanas subsecuentes, siendo los infantes los más afectados.

Paolo Mocarrelli, en su escrito llamado "*Seveso: a teaching story*", relata, a estilo de una línea del tiempo, los sucesos posteriores al accidente. Inicialmente, menciona que, debido a que la fábrica emitía malos olores, no le prestaron mayor atención a la usual. Sin embargo, los oficiales de ICMESA se presentaron al siguiente día del accidente ante los alcaldes de Meda y Seveso para prevenir a los habitantes de no ingerir alimentos ni consumir del ganado, pues algunas sustancias tóxicas fueron liberadas el día anterior.

Para el día martes 13 las hojas de los árboles se empezaron a tornar amarillas, el miércoles 15 los animales pequeños, como pájaros y conejos; el viernes 16 se presentaron los primeros 14 menores de edad con quemaduras químicas en el rostro, brazos y piernas en los hospitales. Durante algunos días, se hicieron reuniones entre los oficiales sanitarios de ICMESA y los alcaldes de Meda y Seveso para discutir el posible desalojo de los habitantes, sugiriendo los oficiales sanitarios que la evacuación no era necesaria. Sin embargo, para el día sábado 17, los alcaldes de Seveso y Meda ordenaron la quema de los vegetales, frutas y animales muertos que fueron contaminados. Para el domingo 18, la causa del accidente aún no había sido determinada, sin embargo, el alcalde de Meda ordenó el cierre de la planta de ICMESA, siendo la primera medida realmente importante por parte de las autoridades locales; sin embargo, es importante destacar que parte de la falta de buenas decisiones durante la primera semana posterior al accidente fue debida al desconocimiento por parte de las personas del verdadero contenido del proceso de producción de la fábrica (Rojas Rodríguez, 2006).

Durante la segunda semana se confirmó una hipótesis de que el compuesto TCDD fue la principal toxina que provocó la contaminación del área en Seveso y fue hasta el lunes 26 en que se ordenó la evacuación de 227 personas, siguiendo una segunda evacuación de 506 personas el 2 de agosto.

Una de las principales lecciones aprendidas del accidente de Seveso fue el darle un enfoque epidemiológico a los accidentes, así como hacer una recopilación de conocimientos de diferentes ramas y una mayor atención en las regulaciones de seguridad.

En junio de 1982, la Unión Europea (UE) desarrolló la “Directiva 82/501/CEE relativa a los Riesgos de Accidentes Mayores en Determinadas Actividades Industriales” (Consejo de las Comunidades Europeas, 1982), coloquialmente conocida como “Directiva Seveso”, la cual entró en vigor el 8 de enero de 1984 para instalaciones nuevas y en enero de 1985 para instalaciones existentes.

1.5. Análisis de riesgo ambiental

El análisis de riesgo ambiental es una herramienta que tiene como objetivo el establecimiento de los posibles efectos a la salud y a los ecosistemas derivados de la exposición a sustancias consideradas “peligrosas” debido a sus características corrosivas, reactivas,

explosivas, tóxicas, inflamables o biológico-infecciosas (CRETIB); asimismo, se estima el impacto que los sucesos accidentales, provocados por la fuga de los materiales peligrosos, tendrían sobre el medio ambiente, todo esto con el fin de prevenir los accidentes y mitigar o restaurar las consecuencias de los mismos (Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales, 2003).

Las técnicas de identificación de riesgos no se limitan solo a la individualización de los accidentes mayores, sino también a la posibilidad de que se produzcan otros incidentes relacionados con el funcionamiento del proceso. Las técnicas de identificación de peligros dan respuesta a las preguntas “¿qué puede funcionar mal?” y “¿por qué razón?”; así como, a través de técnicas probabilísticas y determinísticas, preguntas como “¿con qué frecuencia?” y “¿qué efectos tiene?”.

Un correcto análisis y evaluación de riesgos consiste en (Pérez Ramírez, 2005):

- Identificar los riesgos que puede representar una instalación industrial para las personas, bienes y medio ambiente.
- Tipificarlos en una serie de accidentes mayores cuya ocurrencia es factible,
- Determinar los alcances que puedan tener estos accidentes.
- Definir las zonas vulnerables.
- Calcular los daños que puedan provocar.
- Analizar las causas de los accidentes, cuantificando sus frecuencias.
- Determinar las medidas de prevención y protección, incluyendo las de carácter organizacional, para evitar su ocurrencia o mitigar las consecuencias.
- Determinar el nivel de riesgo asociado a las instalaciones.

Más ampliamente los análisis de riesgos deberían ser un medio para evaluar también la política general de la seguridad de la empresa, junto con otros documentos, Plan de Emergencia Interior o Información Básica para la Administración en su caso, abarcando (Dirección General de Protección Civil, 1994):

- Organización y gestión de la empresa.
- Diseño y legislación aplicables.
- Mantenimiento e inspecciones periódicas.
- Permisos de trabajo y procedimientos operativos.

- Registro de accidentes.
- Formación e información a los operarios.

1.5.1. Metodologías de análisis e identificación de riesgos

El primer requisito para una evaluación y una gestión correctas del riesgo industrial es la identificación de los distintos accidentes que razonablemente pueden producirse en una determinada instalación.

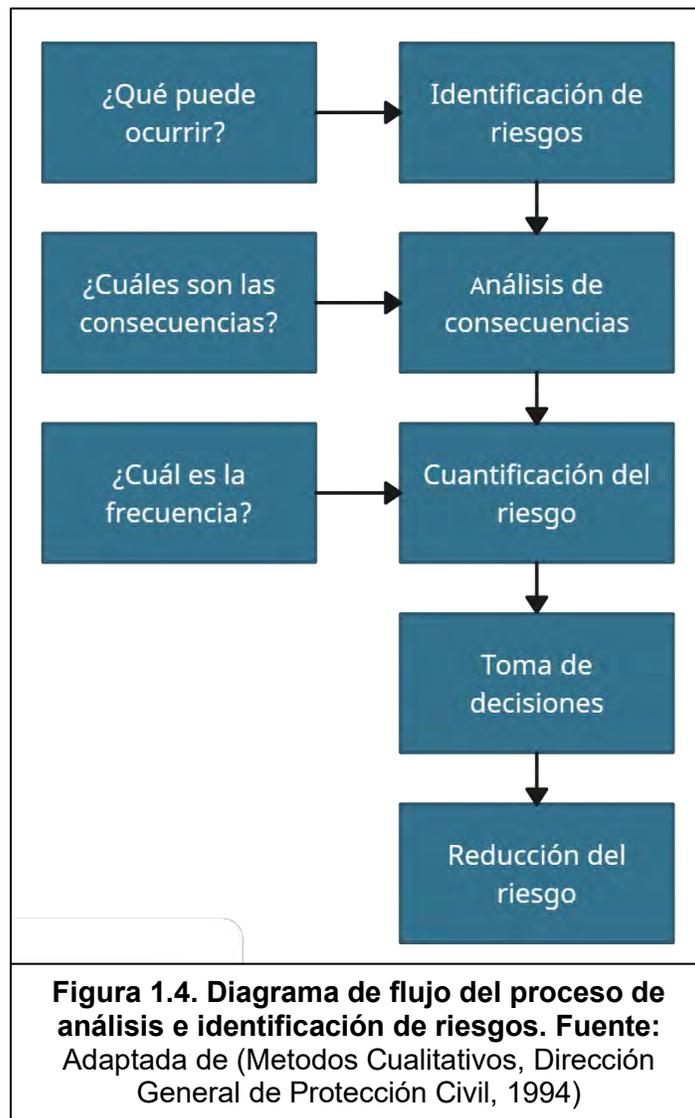
Las técnicas de identificación de peligros no se limitan sólo a la individualización de los accidentes mayores, sino también a la posibilidad de que se produzcan otros incidentes relacionados con el funcionamiento del proceso. Las técnicas de identificación de peligros dan respuesta a las preguntas “¿qué puede funcionar mal?” y “¿por qué razón?”. La respuesta a otras cuestiones como “¿con qué frecuencia?” y “¿qué efectos tiene?” se resuelven con otras técnicas probabilísticas y determinísticas del análisis del riesgo.

De una manera general, el proceso de identificación de riesgos se realiza en dos fases bien diferenciadas: detectar posibles accidentes y la caracterización de sus causas, es decir, los sucesos o cadenas de sucesos que provocan el incidente no deseado (Dirección General de Protección Civil, 1994). Dichas etapas pueden desarrollarse de la siguiente manera:

- Identificación de los riesgos existentes y los eventos accidentales a los que se puede llegar si no se atienden.
- Estimación de la probabilidad de ocurrencia de cada riesgo o escenario.
- Estimación de las afectaciones y consecuencias sobre la misma instalación, las personas dentro y fuera de ella, el medio ambiente, la sociedad aledaña, los bienes y recursos, etc.
- Si la metodología de identificación de riesgos lo indica, asignación del nivel de riesgo, tomando en cuenta la probabilidad y la severidad del escenario a evaluar.
- Jerarquización de escenarios accidentales identificados, en orden de severidad, con respecto a la asignación del nivel de riesgo del punto anterior y, también, tomando en cuenta cuál de los riesgos es primordial que sea atendido primero.
- Medidas de intervención, las cuales pueden ser cambios de equipos, mantenimientos, reorganización de las áreas de trabajo, redacción de planes de

atención a accidentes, integración de sistemas para atender accidentes, etc., conforme a los riesgos identificados.

Ahora bien, se pueden simplificar estas etapas en 3 preguntas claves, tal como se muestra en la figura 1.5.



De la pregunta "¿Qué puede ocurrir?" se busca obtener una lista exhaustiva de todas las posibles desviaciones que puedan ocasionar un efecto adverso significativo y que tengan una alta probabilidad de ocurrir. Una vez identificadas los riesgos latentes o presentes, la siguiente pregunta es "¿Cuáles son las consecuencias?", para la cual se requiere una metodología de cálculo para cuantificar sus consecuencias, aunque, actualmente, existen softwares especializados que son herramientas muy útiles al momento de calcular el área

de afectación para diferentes tipos de accidentes, siendo uno de los más utilizados el software gratuito ALOHA. Con la última pregunta, "¿Con qué frecuencia?", se busca cuantificar la probabilidad o la frecuencia de ocurrencia de todos los eventos identificados (Dirección General de Protección Civil, 1994).

1.5.1.1. Clasificación de las metodologías

Existen dos métodos para la recopilación de datos: cualitativos y cuantitativos. La distinción más clara entre los dos es que los métodos cuantitativos producen datos numéricos y los cualitativos dan como resultado información o descripciones de situaciones, eventos, gentes, acciones recíprocas y comportamientos observado; ambos usan como fuentes de apoyo citas directas de la gente y extractos o pasajes enteros de documentos, correspondencia, registros y estudios de casos prácticos (Dirección General de Protección Civil, 1994). Si bien, existe una gran cantidad de metodologías, con el fin de conocer algunas para una contextualización adecuada para el cumplimiento de los objetivos de este trabajo escrito, se estudiaron la siguientes, las cuales son algunas de las más comunes dentro de la industria química:

- Metodologías cualitativas:
 - Análisis histórico de riesgos,
 - *Check lists*,
 - Análisis preliminar de riesgos,
 - Análisis *What if...?* (¿Qué pasa si...?),
 - Análisis funcional de operatividad (HAZOP),
 - Análisis de Modos y Efecto de Fallas (AMEF),
- Metodologías semicuantitativas:
 - Índice de DOW de incendio y explosión,
 - Índice de Mond,
- Metodologías cuantitativas:
 - Método del árbol de fallos,
 - Método del árbol de sucesos.

Tanto las metodologías cualitativas como las cuantitativas son realizadas en tres etapas primordiales: reconocimiento, evaluación y documentación. El reconocimiento conlleva la recopilación de información, definición de objetivo y alcance, selección de personal

implicado, programación, conocimiento de las propiedades de las sustancias y su manipulación dentro del proceso, etc. La evaluación es la etapa técnica en la cual se hará la recolección de datos necesarios en sitio, dependiendo de la técnica de análisis elegida, por medio del personal implicado, en los tiempos programados y con el instrumental necesario. La documentación, más allá de solo plasmar en papel los resultados obtenidos en campo, involucra el propio desarrollo del estudio, en el cual se hará el pleno análisis de los datos obtenidos en campo y su posterior comparación con la información recopilada en el reconocimiento y con las normas correspondientes, emitiendo un veredicto o una serie de resultados explicados que darán una clara idea del nivel de riesgo que se presenta en una planta de proceso.

	Auditoría de seguridad	Análisis histórico de accidentes	Check-list	Análisis preliminar de riesgos	What if...?	HAZOP	FMEA	Árboles de fallos	Árboles de sucesos
Definición del proceso (I+D)									
Experimentación planta piloto									
Proyecto básico									
Proyecto de detalle									
Ejecución de obra e inicio									
Operación normal									
Modificaciones									
Estudio de incidentes									
Abandono del proyecto									

	Poco utilizado
	Utilizado normalmente

Figura 1.5. Utilización de las técnicas de identificación de riesgos de acuerdo a la etapa del proyecto. Adaptada de Casal, J. (1999) “Análisis del riesgo en instalaciones industriales”. Edicions UPC. Barcelona.

Joaquim Casal et al., en su libro “Análisis del riesgo en instalaciones industriales”, hizo una adaptación de un diagrama de la Guía para Procedimientos de Evaluación de Riesgos (*Guidelines for Hazard Evaluation Procedures*) del Centro para la Seguridad de Procesos Químicos (CCPS, por sus siglas en inglés de *Center for Chemical Process Security*), en el que se muestran las técnicas de análisis que suelen ser implementadas en las diversas etapas de la vida de las instalaciones de proceso, también adaptada en la figura 1.5.

Estos estudios pueden proporcionar como resultados: un listado de situaciones peligrosas, el análisis de causas y consecuencias de cada evento identificado y las medidas a tomar para reducir el riesgo encontrado. En el Anexo 3 se incluye una explicación de las metodologías mencionadas.

1.5.2. Modelos matemáticos computacionales

El análisis de consecuencias tiene como objetivo evaluar los efectos de la toxicidad, la sobrepresión y la radiación térmica; identificando y cuantificando la magnitud y alcance de los accidentes sobre las personas, las instalaciones y el medio ambiente. La información que se debe incluir en la evaluación de consecuencias es el flujo de descarga o fuga de la sustancia química, la cantidad total liberada y las características físicas del material durante la fuga.

Para realizar un análisis de consecuencias y llevar a cabo una simulación eficiente, es necesario llevar a cabo las siguientes etapas (Dirección General de Protección Civil, 1994):

1. Selección de los eventos accidentales a analizar, conforme a los resultados de la metodología de identificación de riesgos.
2. Determinación de las características de los escenarios, donde se establecerá la información de la o las especies químicas involucradas, de la ubicación geográfica del establecimiento, las características de la fuga (tales como las dimensiones del orificio por el cual se libera la sustancia, el equipo relacionado, entre otras).
3. Determinación de los fenómenos de transporte relacionados a la fuga de las sustancias químicas, utilizando modelos matemáticos y físicos para predecir el comportamiento de los fluidos.

4. Predicción de la dispersión del material, utilizando perfiles de concentración, de energía térmica y/o de sobrepresión y empleando modelos de dispersión, de incendios y de explosiones.
5. Determinación de las consecuencias del accidente, estimando la radiación, concentraciones en diferentes regiones del área correspondiente a la dispersión del material, o perfiles de presión en las diferentes regiones alcanzadas por una explosión.

A pesar de que los cálculos pueden realizarse manualmente a través de modelos matemáticos, en la actualidad, hay algunos softwares para simular los efectos causados por eventos riesgosos, determinando la forma y medidas de las zonas afectadas. Algunos de estos programas se describen en la tabla 1.13.

Tabla 1.13. Software para análisis de riesgo	
Software	Descripción
EFFECTS	Paquete de evaluación de las consecuencias derivadas de un escape de fluido (flujo, evaporación, dispersión, explosión e incendio)
HEGADAS	Cálculo de dispersión atmosférica de escapes de gases pesados
FRED	Paquete de evaluación de las consecuencias derivadas de un escape de fluido (flujo, evaporación, dispersión, explosión e incendio)
ALOHA	Paquete de evaluación de las consecuencias derivadas de un escape de fluido (flujo, evaporación, dispersión, explosión e incendio)
CANARY	Paquete de evaluación de las consecuencias derivadas de un escape de fluido (flujo, evaporación, dispersión, explosión e incendio)
SCRI-FUEGO	Modelo de simulación para análisis de consecuencias por fuego y explosión
SCRI-MODELOS	Modelo de simulación para emisiones de contaminantes, fugas y derrames, y daños por nubes explosivas
Fuente: Adaptada de (Saá Loor, 2009)	

1.5.2.1. ALOHA

ALOHA (*Areal Locations Of Hazardous Atmospheres*, en español, Ubicaciones Zonales de Atmosferas Peligrosas) es un programa computarizado diseñado específicamente para la planificación y entrenamiento de emergencias, para así responder adecuadamente ante situaciones riesgosas. Este software puede estimar la velocidad y

proporción a la que los vapores pueden escapar a la atmósfera desde tuberías de gas rotas, fugas de tanques, y charcos en evaporación. En consecuencia, puede predecir cómo una nube de gas peligrosa podrá dispersarse en la atmósfera después de una descarga química accidental. Su biblioteca química contiene información sobre las propiedades físicas de alrededor de 900 sustancias químicas peligrosas comunes (Computer-Aided Management of Emergency Operations, 1998).

El uso de ALOHA consta de los siguientes pasos básicos:

- Indicar la ciudad donde está ocurriendo una descarga accidental, la hora y fecha del accidente.
- Elegir el producto químico a analizar de la biblioteca de información.
- Introducir información sobre las condiciones meteorológicas actuales.
- Describir en qué forma el producto químico escapa del contenedor.
- Solicitar a ALOHA que presente una “huella” en la que se muestre la zona donde las concentraciones químicas en el aire pueden llegar a ser lo suficientemente altas como para representar un riesgo para la gente (ALOHA puede presentar esta huella sobre un mapa electrónico).

A pesar de las grandes ventajas que presenta el uso de este software, como su gratuidad, ALOHA no puede modelar con un alto grado de fiabilidad ciertas situaciones y tipos de descarga accidental, aun ingresando información precisa en los datos solicitados; esto, e casos como en donde se presenten vientos a muy bajas velocidades o condiciones atmosféricas muy estables (Computer-Aided Management of Emergency Operations, 1998).

1.5.2.2. SCRI

Entre los programas más utilizados en la industria, se encuentra el SCRI (Simulación de Contaminación y Riesgos en la Industria) en sus versiones SCRI-MODELOS y SCRI-FUEGO (Dinámica Heurística, 2020).

SCRI-MODELOS es un conjunto de herramientas para simular en computadora fugas sustancias tóxicas y/o inflamables, así como daños por nubes explosivas, para estimar escenarios de afectación por emisiones continuas o instantáneas. Este programa está

integrado con diferentes modelos, de tal manera que sea posible simular diferentes escenarios (CENAPRED, 2006):

Por otro lado, el SCRI-FUEGO es un programa que cuenta con modelos para analizar las consecuencias de los eventos de fuego y/o explosión más “comunes”, como las explosiones tipo BLEVE, los incendios en derrames, los chorros de fuego, las llamaradas, entre otros (Dinámica Heurística, 2020).

Capítulo 2.

Regulación ambiental

Los accidentes industriales y la necesidad por reparar el daño causado por ellos ha existido desde el inicio de la era industrial, sin embargo, no fue hasta que sucedió el accidente en Seveso, Italia, que los gobiernos internacionales tomaron con mayor importancia la prevención de accidentes, buscando evitar pérdidas humanas, daños al medio ambiente y gastos relacionados con la rehabilitación de la infraestructura local.

Aunque, a lo largo de los últimos años, ha existido una evolución en el tema de regulación de accidentes, aún queda un largo camino para llegar a una completa prevención de sucesos catastróficos.

Inicialmente, la regulación ambiental como enfoque la regeneración del ecosistema posterior a los accidentes; cambiando con el tiempo a evitar dichos sucesos. Actualmente, los recursos humanos han cobrado mayor importancia dentro de los marcos normativos y gubernamentales, buscando que los empleados cuenten con condiciones laborales apropiadas para ejercer un trabajo digno que favorezca el derecho a la satisfacción y goce de los derechos humanos. La Constitución Mexicana de 1917 “fue la primera en el mundo de orden social que reconoció los derechos sociales de las personas, incluso antes que la Organización Internacional del Trabajo y la Declaración Universal de los Derechos Humanos” (Zamora Guzmán, et al., 2023), sin embargo, el cuidado, capacitación y bienestar de los trabajadores como un factor de prevención de accidentes no ha formado parte del enfoque integral necesario dentro de la regulación ambiental mexicana, tomando como únicos factores de riesgo los peligros inherentes a una planta industrial y tomando el error humano como un factor incalculable y siempre existente, sin ahondar en las razones que lo ocasionan, siendo, por tanto, el factor humano el más complejo de analizar y necesario de atender.

2.1. Directiva 2012/18/UE: Directiva Seveso III

Acorde con la Unión Europea (UE), una Directiva es un documento legislativo en el cual se establecen objetivos que todos los países de dicha entidad están obligados a cumplir, sin embargo, cada uno de los países son responsables de elaborar su propia legislación con la cual puedan cumplir dichos objetivos.

La Directiva 82/501/CEE “relativa a los riesgos de accidentes graves en determinadas actividades industriales”, conocida también como “Directiva Seveso”, fue promulgada el 24 de junio de 1982, en su primera versión, por la Comunidad Económica Europea (CEE)

(actualmente Unión Europea) como consecuencia del accidente en Seveso, Italia, en 1976, con el objetivo de prevenir los accidentes graves resultantes de las actividades industriales en que se involucren sustancias y operaciones riesgosas.

A lo largo de los 21 artículos de dicha Directiva se establecen las distintas obligaciones de los establecimientos industriales y de los Estados miembros de la CEE, entre ellas:

- Adoptar todas las medidas necesarias para prevenir los accidentes graves y limitar sus consecuencias, comprobando que se determinaron los riesgos existentes, se comunicaron las medidas de seguridad, se formó y se equipó a los trabajadores del centro de trabajo.
- Notificar a las autoridades competentes del uso o producción de sustancias peligrosas en una cantidad igual o mayor a las anexadas dentro de la Directiva, con sus propiedades, etapas en que se usan, cantidades de las mismas e interacciones riesgosas entre las sustancias utilizadas.
- Notificar información general, geográfica y meteorológica sobre las instalaciones, número de trabajadores expuestos a los riesgos, descripción general de los procesos y de las medidas de prevención previstas y adoptadas para garantizar las condiciones de seguridad.
- Identificar planes de urgencia, indicando el equipo de seguridad y los medios de alerta e intervención previstos dentro del establecimiento en caso de accidentes.
- En caso de modificaciones en las instalaciones que afecten los riesgos de accidentes, asegurar las medidas de seguridad necesarias e informar, formar y equipar al personal conforme a las modificaciones realizadas.
- Informar de forma apropiada a las personas que puedan verse afectadas por un accidente grave derivado de una actividad industrial sobre las medidas de seguridad y el comportamiento a seguir en caso de accidentes.
- Si sucede un accidente grave, informar del mismo a las autoridades, incluyendo todos los datos disponibles para valorar el impacto, las medidas de urgencia adoptadas, y las medidas previstas para mitigar los efectos a medio y largo plazo y evitar que se vuelva a suscitar un accidente.

En esta Directiva se da un listado de instalaciones industriales contempladas a cumplir todos los parámetros establecidos, excluyendo de la misma a instalaciones nucleares y

de tratamiento de sustancias y materiales radiactivos, instalaciones militares, fabricación y almacenamiento de explosivos, pólvoras y municiones; actividades de extracción y minería, e instalaciones para la eliminación de residuos tóxicos y peligrosos. Dentro del listado figuran las 6 categorías principales con instalaciones:

1. De producción o de transformación de sustancias químicas, orgánicas o inorgánicas que utilicen a tal fin, como la polimerización, formulación de plaguicidas y productos farmacéuticos, destilación, entre otros.
2. Para la destilación o el refinado o cualquier otro modo de transformación del petróleo o de los productos petrolíferos.
3. Destinadas a la eliminación total o parcial de las sustancias sólidas o líquidas por combustión o por descomposición química.
4. De producción o de transformación de gases que produzcan energía, por ejemplo, gas de petróleo licuado, gas natural licuado y gas natural de síntesis.
5. Para la destilación seca del carbón y del lignito.
6. Para la producción de metales o de no metales por vía húmeda o mediante energía eléctrica.

De igual manera, la Directiva incluye un listado de sustancias (y categorías de sustancias) de las que será necesario reportar su uso y deberán ser tomadas en cuenta para la identificación de riesgos si son utilizadas a partir de cierta cantidad, también estipulada en los anexos de la Directiva. Asimismo, se dan criterios indicativos para identificar sustancias tóxicas conforme a la dosis letal media (DL50) y para identificar sustancias inflamables y explosivas.

Después de 10 años desde su promulgación, y tras el análisis de alrededor de 130 accidentes suscitados en ese período de tiempo en la Unión Europea (Fernández de la Calle, et al., 2013) y los accidentes de San Juanico y Bhopal en 1984, se realizó una revisión de la directiva y de su alcance, buscando mejorar la gestión de los riesgos y accidentes, promulgando así la Directiva 96/82/CE del Consejo de 9 de diciembre de 1996 “relativa al control de los riesgos inherentes a los accidentes graves en los que intervengan sustancias peligrosas” (Consejo de la Unión Europea, 1997).

Uno de los principales cambios realizados en esta Directiva fue establecer que no era apropiado especificar las instalaciones a las que se aplica la misma y excluir de ella otras

instalaciones con procesos productivos diferentes, pero con mismo nivel de riesgo, dejando de lado el tipo de proceso realizado y dando un enfoque en las sustancias peligrosas y la cantidad utilizada de ellas, independientemente del giro de la planta. En esta actualización de la Directiva Seveso se condensa toda la información anteriormente solicitada en los siguientes documentos: un Informe de seguridad, que deberá contener una Política de prevención de accidentes, y un Plan de emergencia (interno y externo).

La siguiente actualización a la Directiva Seveso se efectuó el 31 de diciembre de 2003, publicada en el Diario Oficial de la Unión Europea como Directiva 2003/105/CE, derivada de tres accidentes sucedidos en la primer década de los años 2000: el vertido alrededor de 100,000 m³ de barro y aguas residuales con una concentración de 126 mg de cianuro por litro, que contaminó al río Danubio, provocado por el accidente de Baia Mare, Rumania, el 30 enero de 2000, causado por la ruptura de un dique de contención de una fundición minera; la explosión de 100 toneladas de pirotecnia Enschede, Países Bajos, el 13 de mayo de 2000, que llevó al deceso de 22 personas y casi 1,000 heridos; y la explosión de entre 15 y 20 toneladas de nitrato amónico en una fábrica de fertilizantes en Toulouse, Francia, el 21 de septiembre de 2001. De dichos accidentes se determinó que las actividades de almacenamiento y tratamiento de la minería, almacenamiento y fabricación de pirotecnia y explosivos, y el almacenamiento de nitrato de amonio y abonos a base del mismo, debían ser incluidos dentro de la Directiva debido a los riesgos que conllevan dichas actividades con respecto a las sustancias utilizadas en ellas.

La última actualización que ha tenido la Directiva Seveso es la Directiva 2012/18/UE, conocida como Seveso III, puesta en vigor el 4 de julio de 2012, en la cual se estipula la necesidad de hacer más clara, coherente y fácil de comprender toda disposición incluida en las directivas para una mejor aplicación y cumplimiento. Acorde con la página de la Unión Europea, la nueva directiva “refuerza los procedimientos de consulta pública sobre los proyectos, planes y programas relacionados con las instalaciones” que manejan sustancias riesgosas, también asegura que “las nuevas instalaciones se sitúen a una distancia de seguridad con respecto a las ya existentes, permite que los ciudadanos acudan a los tribunales si consideran que no han sido adecuadamente informados” e “introduce normas más estrictas de inspección para las diversas instalaciones, a fin de garantizar una efectiva aplicación de las normas de seguridad” (Oficina de Publicaciones de la Unión Europea, 2018).

La Directiva Seveso ha sido la principal referencia y la piedra angular en lo que hoy se conoce como la política para la prevención de accidentes graves y, por tanto, para mantener un mejor nivel de protección, no solo en la Unión Europea, sino en todas las naciones que se han visto influenciadas por dicha normatividad, favoreciendo a una reducción en el número de accidentes, en comparación con los años en que no había legislación para prevenir accidentes industriales (Instituto Nacional de Ecología, 1994).

2.2. Otras normas internacionales

Normas OSHA

La Administración de Seguridad y Salud Ocupacional (*Occupational Safety and Health Administration*, OSHA) es una agencia del Departamento de Trabajo de los Estados Unidos establecida el 29 de diciembre de 1970. La misión de OSHA es asegurar condiciones de trabajo seguras y saludables para los hombres y mujeres trabajadores mediante el establecimiento y aplicación de normas, y mediante la capacitación, divulgación, educación y asistencia (Occupational Safety and Health Administration, 2021).

La evaluación de riesgos es contemplada por la OHSAS 18001, en la que se aborda la posibilidad de que se verifique un determinado peligro en el lugar de trabajo. El objetivo de dicha evaluación es facilitar la toma de decisiones y la implementación de medidas para que la organización cumpla con sus obligaciones en la gestión Seguridad y Salud en el Trabajo. Esto se lleva a cabo al:

- Analizar los riesgos existentes en el lugar de trabajo
- Implementar medidas (cambio o incorporación, de equipos, sustancias, auditorias, etc.) adecuados para la seguridad en el trabajo
- Verificar que todas las medidas y acciones aseguran un mayor nivel de seguridad.
- Comunicación y formación, en cuanto a riesgos, a los trabajadores.

En el mes de marzo de 2018 se publicó la norma ISO 45001-2018, esto supone la anulación de OSHAS-18001, y la transición a esta nueva norma.

NORMAS ISO

Las normas ambientales dictadas por los distintos países varían mucho, por esto es necesario disponer de indicadores comunes para evaluar los esfuerzos para la protección

ambiental confiable y adecuada a escala internacional, especialmente a partir del proceso de globalización que se produce en los últimos 30 años del siglo XX.

En ese marco, la Organización Internacional para la Estandarización, ISO, autora de la familia de normas ISO 9000 para "administración de calidad", participó en la Conferencia sobre el Medio Ambiente y el Desarrollo de 1992 en Río de Janeiro, con el objetivo de crear normas ambientales internacionales, el resultado fue la ISO 14000.

Las normas ISO 14000, no solo fijan metas ambientales para la prevención de la contaminación, sino que establecen herramientas y sistemas enfocados a los procesos de producción al interior de una empresa u organización, y de los efectos o externalidades que derivan al ambiente, dan un lenguaje común para la gestión ambiental y un marco para certificar sistemas de gestión ambiental por terceros ayudando a la industria a satisfacer la demanda de consumidores y gobiernos, con más responsabilidad ambiental. Una vez implantada, afecta toda la gestión de una organización en sus responsabilidades ambientales y los procesos para mejorar el comportamiento ambiental y el beneficio económico.

Norma ISO 45001

La Norma ISO 45001 supuso la anulación de la norma OSHAS-18001. Las principales diferencias, en cuanto la anterior norma, son:

- Cambios de estructura, siendo cambiados apartados específicos, debido a la adopción del Anexo SL (adoptado por todos los sistemas de gestión ISO).
- Cambios en las definiciones de conceptos de "lugar de trabajo" y "riesgo".
- Enfoque más global en cuanto a la salud y seguridad en el trabajo, y al ciclo de vida del producto o servicio.

2.3. Regulación nacional

En México, la regulación ambiental, en cuanto al conjunto de normas y leyes, es relativamente reciente. Comenzó en la década de los 40 con la promulgación de la Ley de Conservación de Suelo y Agua, y se complementó en la década de los 70 con la Ley para Prevenir y Controlar la Contaminación Ambiental.

En 1972, para abordar los problemas de contaminación derivados de industrias y vehículos, se creó la Subsecretaría de Mejoramiento del Ambiente, siendo el primer

organismo público en atender este tipo de problemas, entre otras responsabilidades (Centro de Estudios Sociales y de Opinión Pública, 2006).

En 1982, se reformaría la Constitución para crear nuevas instituciones y edificar las bases jurídico-administrativas de una política de protección del medio ambiente; esto, principalmente, mediante la creación de la Secretaría de Desarrollo Urbano y Ecología (SEDUE) y la promulgación de la Ley Federal de Protección al Ambiente.

En 1987, se modificaron dos artículos de la Constitución. El artículo 27 estableció la obligación del Estado de encargarse de las medidas para mantener el equilibrio ecológico, mientras que el artículo 73 delegó en el Congreso de la Unión la legislación de protección al ambiente.

Un año después, en 1988, se promulgó la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente (LGEEPA), que fue pionera en América Latina y es la base de la política ambiental del país. Esta ley estableció, entre otros aspectos, medidas para la protección del ecosistema, el control de residuos peligrosos, la clasificación de fuentes contaminantes y las sanciones para las transgresiones de la ley.

En los años subsecuentes a la publicación de la ley, las grandes empresas productoras celebraron acuerdos con las autoridades que impactaron positivamente en la emisión de contaminantes ambientales, como el traslado de plantas hacia la periferia de la Zona Metropolitana de la Ciudad de México; la SEDUE empezó a supervisar los acuerdos que se negociaron con empresas de las industrias cementera, hulera, química, de fundición, de alimentos y del papel; se creó un inventario de empresas potencialmente contaminantes de la Ciudad de México y comenzaron a aplicarse los cierres temporales de empresas por denuncias de contaminación.

Con la creación de la Comisión Nacional del Agua (CONAGUA) en el año 1989, se estableció una autoridad encargada de la vigilancia del buen uso de los recursos hídricos y su cuidado, al monitorear las descargas realizadas por la industria química a los cuerpos de agua. Tres años después, en 1992, se establecieron nuevas instituciones gubernamentales: la SEDUE fue convertida en la Secretaría de Desarrollo Social (SEDESOL); siendo acompañada esa transformación por la creación del Instituto Nacional de Ecología (INE) y la Procuraduría Federal de Protección al Ambiente (PROFEPA), el primero, encargado de ejecutar proyectos relacionados con el ambiente

y de elaborar la normatividad ambiental, y la segunda, de vigilar la aplicación de las leyes ambientales.

Para entonces, la gestión pública de los recursos naturales estaba diseminada en varias dependencias: el agua y los recursos forestales dependían de la Secretaría de Agricultura, los asuntos de pesca eran manejados por la Secretaría de Pesca, y los temas ambientales por la SEDESOL. En 1994, con el fin de una mejor gestión de los recursos naturales y políticas ambientales, se creó la Secretaría de Medio Ambiente, Recursos Naturales y Pesca (SEMARNAP), en respuesta a los temas discutidos durante la Conferencia de la Cumbre de Río de 1992, que destacó la importancia de la participación conjunta de diferentes sectores (sociales, económicos, ambientales) para lograr el éxito en la gestión de recursos.

Posteriormente, el 30 de noviembre de 2000, la pesca dejaría de formar parte de la SEMARNAP, siendo ahora regulada por la Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación (SAGARPA), dando origen a la SEMARNAT. Esta nueva organización tuvo como objetivo un mayor enfoque en la reducción de la contaminación, la protección de los ecosistemas y la biodiversidad (Centro de Estudios Sociales y de Opinión Pública, 2006).

En la tabla 2.1 se presenta una breve cronología de la gestión ambiental en materia de accidentes en México.

Tabla 2.1. Reseña histórica de la gestión ambiental y la prevención de accidentes de alto riesgo ambiental de Actividades Altamente Riesgosas en México	
Año	Suceso
1983	<ul style="list-style-type: none"> • Se crea la Secretaría de Desarrollo Urbano y Ecología (SEDUE). • Primer Procedimiento de Impacto Ambiental de la Ley Federal de Protección al Ambiente en el que se incluye el concepto de riesgo.
1986	<ul style="list-style-type: none"> • Se crea de la Subdirección de Riesgo de la SEDUE. • Desarrollo del Procedimiento para Evaluar Proyectos de Instalaciones que Manejen Sustancias Peligrosas.
1988	<ul style="list-style-type: none"> • Se publica la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente (LGEEPA). • Publicación del Reglamento en Materia de Impacto Ambiental que señala la realización de Estudios de Riesgo y la elaboración de Programas para la Prevención de Accidentes. • Creación del Comité de Actividades Altamente Riesgosas.
1989	Se crea del Comité de Análisis y Aprobación de los Programas para la Prevención de Accidentes (COAAPP).
1990	Se publica el Primer Listado de Actividades Altamente Riesgosas (por manejo de sustancias tóxicas) en el Diario Oficial de la Federación.

Tabla 2.1. Reseña histórica de la gestión ambiental y la prevención de accidentes de alto riesgo ambiental de Actividades Altamente Riesgosas en México	
1992 1992	<ul style="list-style-type: none"> • Se crea el Instituto Nacional de Ecología en la Secretaría de Desarrollo Social. • Creación de la Procuraduría Federal de Protección al Ambiente. <ul style="list-style-type: none"> • Introducción de las Auditorías Ambientales. • Explosión del drenaje en la ciudad de Guadalajara. • Establecimiento del Programa Nacional para la Prevención de Accidentes de Alto Riesgo Ambiental (PRONAPAARA). • Creación de los Comités Ciudadanos de Información y Apoyo para Casos de Prevención y Atención de Riesgos Ambientales. <p>Se publica el Segundo Listado de Actividades Altamente Riesgosas (por manejo de sustancias explosivas e inflamables) en el Diario Oficial de la Federación.</p>
1994	Se crea la Secretaría de Medio Ambiente, Recursos Naturales y Pesca (SEMARNAP).
1996	Se publica la nueva y modificada Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente (LGEEPA).
1998	<ul style="list-style-type: none"> • Se crea de la Dirección de Riesgo Ambiental en la SEMARNAP • Creación de la Subdirección de Aprobación de Programas para la Prevención de Accidentes. • Creación de la Subdirección de Evaluación de Estudios de Riesgo Ambiental de la Industria Paraestatal. • Creación de la Subdirección de Evaluación de Estudios de Riesgo Ambiental de la Industria Privada.
2000	Modificación de la Ley de la Administración Pública Federal dando origen a la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT).
Fuente: Adaptada de (Rojas Rodríguez, 2006) y (Juárez González, 2013)	

En México, las principales entidades en protección ambiental son SEMARNAT y CONAGUA, las cuales cuentan con normas oficiales, que, de manera general, se pueden clasificar en materia de (Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales, 2021):

- Calidad del agua y aguas residuales,
- Medición de concentraciones,
- Emisiones de fuentes fijas,
- Emisiones de fuentes móviles,
- Residuos,
- Protección de flora y fauna,
- Suelos,
- Impacto ambiental,
- Contaminación por ruido,
- Metodología,
- Lodos y biosólidos,

- Hidrocarburos, siendo este sector competencia de la Agencia Nacional de Seguridad Industrial y de Protección al Medio Ambiente (ASEA).

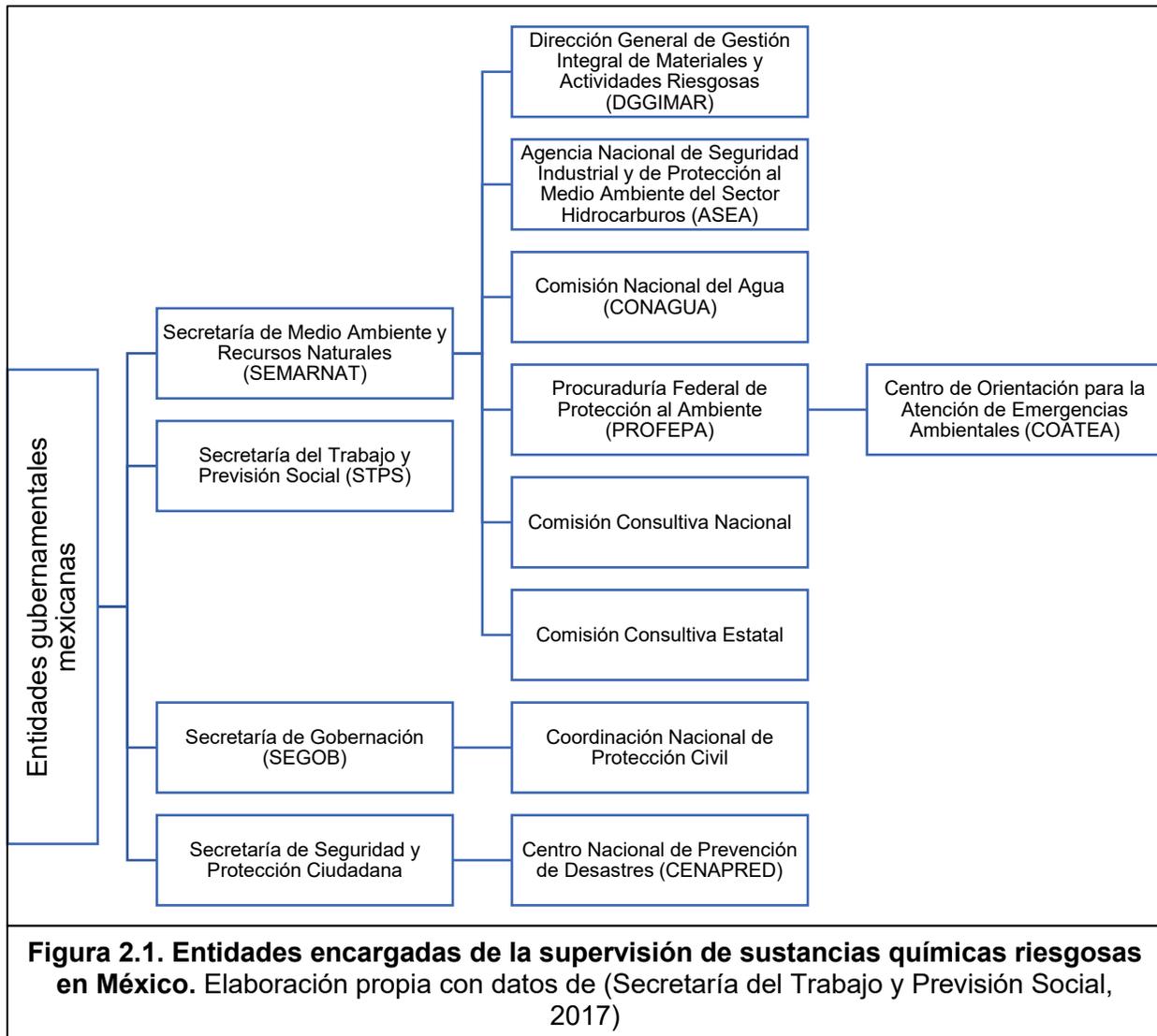
A través de estas normas se busca la protección de la flora y fauna del medio ambiente, y de los cuerpos de agua; así como del sector industrial, manteniendo regulados los residuos o emisiones de sustancias químicas peligrosas que puedan dañar al medio ambiente.

Sin embargo, existen otras entidades que regulan el riesgo respecto a sustancias químicas peligrosas que profundizan en el procesamiento o manejo de ellas, concentrándose en los aspectos de seguridad laboral dentro de la industria, buscando, así, la prevención de accidentes. Entre ellas están la Comisión Consultiva Nacional y las Comisiones Consultivas Estatales y de la Ciudad de México de Seguridad y Salud en el Trabajo; formadas junto con la SEMARNAT para ayudar a alcanzar un mayor nivel de seguridad en los centros de trabajo.

Las Comisiones Consultivas son presididas por el Secretario del Trabajo y Previsión Social en el ámbito nacional, y por los Ejecutivos Estatales y el Jefe de Gobierno de la Ciudad de México en el caso de las estatales. En su integración participan representantes de la Secretaría del Trabajo y Previsión Social (STPS), Secretaría de Salud (SS), Secretaría de Gobernación (SEGOB), SEMARNAT y el Instituto Mexicano del Seguro Social (IMSS). Estas comisiones tienen la responsabilidad de proponer reformas, medidas o modificaciones a las Normas Oficiales Mexicanas (NOM) o reglamentos en materia de seguridad y salud en el trabajo, con el objetivo de mitigar los riesgos en los centros de trabajo (Secretaría del Trabajo y Previsión Social, 2017).

Otro organismo de apoyo para la atención a emergencias químicas es el Centro de Orientación para la Atención de Emergencias Ambientales (COATEA), creado por la Procuraduría Federal de Protección al Medio Ambiente (PROFEPA) en 1992. Este organismo se encarga de recibir los reportes de emergencias ambientales asociadas con la liberación de sustancias químicas que ocurran en el territorio nacional (Procuraduría Federal de Protección al Ambiente, 2020). Además, brinda apoyo e información a la población, autoridades y a las empresas en materia de atención a emergencias ambientales en que estén involucradas sustancias químicas. Durante el período comprendido entre 2000 y 2018, la COATEA registró 13,180 emergencias ambientales,

de las cuales, 2,025 ocurrieron en el estado de Guanajuato, siendo esta la entidad con mayor número de accidentes.



La STPS cuenta con algunas Normas Oficiales Mexicanas que operan en la vigilancia del ambiente laboral para un funcionamiento apropiado de los procesos productivos en la industria química, teniendo como objetivo la prevención de accidentes. Si bien, tanto SEMARNAT como STPS comparten dicha meta, en ambas instituciones es abordado de manera diferente, SEMARNAT buscando que las afectaciones medioambientales y sociales sean mitigadas ante accidentes químicos, y STPS trabajando en que la seguridad de los empleados y de las empresas se mantenga para la preservación del capital humano. Si bien, la diferenciación en la visión para alcanzar dichos objetivos es

evidente debido a que cada Secretaría vela por distintos intereses, es necesario que haya un trabajo conjunto entre ambas para conseguir un Programa para la Prevención de Accidentes integral, que sea claro para todos los empleados de una empresa y que tome en cuenta todos los aspectos posibles, evitando que haya un exceso de documentos con información repetida que haga del estudio de los planes de contingencia un trabajo engorroso.

Algunas de las normas con que cuenta la STPS para el control y vigilancia de la industria química, sus procesos y los accidentes relacionados a ella son las siguientes:

NOM-005-STPS-1998, Relativa a las condiciones de seguridad e higiene en los centros de trabajo para el manejo, transporte y almacenamiento de sustancias químicas peligrosas (con proyecto de actualización PROY-NOM-005-STPS-2017, Manejo de sustancias químicas peligrosas o sus mezclas en los centros de trabajo–Condiciones y procedimientos de seguridad y salud).

Esta norma tiene como objetivo “establecer las condiciones de seguridad e higiene para el manejo, transporte y almacenamiento de sustancias químicas peligrosas, para prevenir y proteger la salud de los trabajadores y evitar daños al centro de trabajo” (Secretaría del Trabajo y Previsión Social, 1999). Esta norma aplica en los establecimientos que manejan, transportan o almacenan sustancias químicas peligrosas. Dentro de esta normatividad se manejan conceptos muy similares a los utilizados por la SEMARNAT para las actividades peligrosas, las cuales son definidas como “conjunto de tareas derivadas de los procesos de trabajo, que generan condiciones inseguras y sobreexposición a los agentes químicos capaces de provocar daños a la salud de los trabajadores o al centro de trabajo” (Secretaría del Trabajo y Previsión Social, 1999). Esta norma tiene como objetivo “establecer las condiciones y procedimientos de seguridad y salud para prevenir riesgos a los trabajadores y evitar daños al Centro de trabajo, por el manejo de sustancias químicas peligrosas o sus mezclas” (Secretaría del Trabajo y Previsión Social, 1999), definiendo a las sustancias químicas peligrosas como “aquéllas que por sus propiedades físicas y químicas al ser manejadas, transportadas, almacenadas o procesadas, presentan la posibilidad de inflamabilidad, explosividad, toxicidad, reactividad, radiactividad, corrosividad o acción biológica dañina, y pueden afectar la salud de las personas expuestas o causar daños a instalaciones o equipos”

(Secretaría del Trabajo y Previsión Social, 1999). Entre los puntos más destacables, y relacionados a las guías del ERA y PPA, se pueden observar los siguientes:

- Realizar un estudio para analizar los riesgos debido a las sustancias químicas peligrosas y así relacionarlo con un manual de primeros auxilios y con sistemas inhibición y neutralización en las zonas de riesgo.
- Realizar un Programa de Seguridad e Higiene para el Manejo, Transporte y Almacenamiento de Sustancias Químicas Peligrosas.

En 2017 se publicó “PROY-NOM-005-STPS-2017, Manejo de sustancias químicas peligrosas o sus mezclas en los centros de trabajo-Condiciónes y procedimientos de seguridad y salud”, como proyecto para la actualización de la norma NOM-005-STPS-1998. Los mayores cambios propuestos incluyen una mayor especificación en cuanto a las medidas de seguridad, análisis de riesgo, capacitación y adiestramiento; así como la necesidad de contar con un plan de atención de emergencias.

Sin embargo, tal actualización a la norma no ha tenido continuidad, y muchos de sus aspectos pueden encontrarse en la NOM-028-STPS-2012. Continuar dicha propuesta de actualización sería un avance en la búsqueda de un documento integral para la prevención de accidentes, al unificar dos normas en una sola y facilitar la claridad en la documentación.

NOM-010-STPS-2014, Agentes químicos contaminantes del ambiente laboral-Reconocimiento, evaluación y control

Esta norma tiene como objetivo establecer los procesos y medidas para prevenir riesgos a la salud del personal ocupacionalmente expuesto a agentes químicos contaminantes del ambiente laboral (Secretaría del Trabajo y Previsión Social, 2014), aplicando en instalaciones donde se manejen o puedan existir sustancias que contaminen el ambiente laboral. Estos procesos incluyen una serie de estudios y pruebas a las sustancias manejadas, a las cuales están expuestos los trabajadores. La norma también especifica los valores a determinar y evaluar para estas pruebas. Al igual que en el ERA, esta norma realiza un estudio sobre las sustancias que podrían causar daño a la salud, aunque este último solo considera el riesgo dentro de la instalación.

NOM-018-STPS-2015, Sistema armonizado para la identificación y comunicación de peligros y riesgos por sustancias químicas peligrosas en los centros de trabajo

Tiene como objetivo “establecer los requisitos para disponer en los centros de trabajo del sistema armonizado de identificación y comunicación de peligros y riesgos por sustancias químicas peligrosas, a fin de prevenir daños a los trabajadores y al personal que actúa en caso de emergencia” (Secretaría del Trabajo y Previsión Social, 2015). Esta norma señala, en términos generales, cómo identificar las sustancias químicas peligrosas, realizar las hojas de datos de seguridad de las sustancias, señalar contenedores de sustancias químicas peligrosas y mezclas, y capacitar y adiestrar a los trabajadores del centro de trabajo.

NOM-028-STPS-2012, Sistema para la administración del trabajo-Seguridad en los procesos y equipos críticos que manejen sustancias químicas peligrosas

Esta norma establece los elementos de un sistema de administración para organizar la seguridad en procesos y equipos críticos que manejen sustancias químicas peligrosas, con el fin de prevenir accidentes mayores y proteger a las personas, a los centros de trabajo y a su entorno (Secretaría del Trabajo y Previsión Social, 2012). Los requisitos de este sistema incluyen:

- Realizar un análisis de riesgo del proceso y de los equipos críticos determinando medidas preventivas y/o correctivas.
- Contar con el ERA y PPA, conforme al artículo 147 de la LGEEPA.
- Contar con procedimientos de seguridad de trabajos peligrosos, los cuales deberán tener entre otros puntos:
 - La descripción y lugar de la actividad;
 - Descripción de las medidas de seguridad, así como del equipo de protección personal, que se tengan para la realización del trabajo peligroso
- Administrar los riesgos de los procesos y equipos críticos, realizando una lista de riesgos y propuestas de control, evaluando la viabilidad económica y técnica de las medidas de control, y estableciendo fechas para la programación y realización del sistema de administración de riesgos.

- Comprobar la integridad mecánica de los equipos críticos mediante su revisión, mantenimiento y sistemas de seguridad.
- Actualizar la documentación relacionada con la seguridad en procesos y equipos en caso de cambios en el manejo de sustancias peligrosas.
- Contar con programas para realizar auditorías internas y capacitar a los empleados.
- Elaborar un plan de atención a emergencias que incluya escenarios de emergencia, rutas y procedimientos de evacuación, programación de simulacros, procedimientos de comunicación, descontaminación del personal e indumentaria, y procedimientos para evaluar el retorno a las actividades de operación y las.

Aunque la NOM-028-STPS-2012 solicita documentación similar a la requerida por las guías de elaboración del PPA, a diferencia del ERA y PPA solicitados por la SEMARNAT, las Normas Oficiales Mexicanas establecidas por la STPS no ahondan en las consecuencias de los accidentes químicos a nivel externo, es decir, fuera de los límites de las empresas.

La unificación de algunas de estas normas con el artículo 147 de la LGEEPA para el desarrollo de un ERA y un PPA plenamente multidisciplinarios facilitaría en gran medida la gestión documental de los planes de atención a emergencias y contingencias químicas.

2.3.1. Listados que definen a las Actividades Altamente Riesgosas

El Primer Listado de Actividades Altamente Riesgosas se publicó el 28 de marzo de 1990, abordando sustancias tóxicas, mientras que el Segundo Listado se publicó el 4 de mayo de 1992, correspondiente a sustancias explosivas e inflamables. Ambos listados fueron publicados en el Diario Oficial de la Federación de acuerdo con lo dispuesto en el artículo 146 de la LGEEPA (Secretaría de Gobernación, 1990).

Las actividades altamente riesgosas se definen como aquellas que implican el manejo de sustancias mencionadas en los listados y superan la cantidad de reporte establecido. Esta cantidad mínima, conocida como "cantidad de reporte", se determinó considerando que, en caso de liberación (fugas, derrames, explosiones), estas sustancias puedan causar daños significativos dentro de la planta y en sus alrededores, afectando a la población, el medio ambiente, y las edificaciones cercanas (Secretaría de Gobernación, 1990).

Es importante mencionar que estos listados no incluyen sustancias radioactivas, ya que estas están bajo la competencia de la Comisión Nacional de Seguridad Nuclear y Salvaguardias (Secretaría de Gobernación, 1992).

2.3.2. Trámites SEMARNAT-07-008 y SEMARNAT-07-013

El Estudio de Riesgo Ambiental (ERA) y el Programa para la Prevención de Accidentes (PPA) son obligatorios para las empresas que realicen Actividades Altamente Riesgosas (AAR), según lo establece la LGEEPA en su artículo 147:

“La realización de actividades industriales, comerciales o de servicios altamente riesgosas, se llevarán a cabo con apego a lo dispuesto por esta Ley, las disposiciones reglamentarias que de ella emanen y las normas oficiales mexicanas a que se refiere el artículo anterior.

Quienes realicen actividades altamente riesgosas, en los términos del Reglamento correspondiente, deberán formular y presentar a la Secretaría un estudio de riesgo ambiental, así como someter a la aprobación de dicha dependencia y de las Secretarías de Gobernación, de Energía, de Comercio y Fomento Industrial, de Salud, y del Trabajo y Previsión Social, los programas para la prevención de accidentes en la realización de tales actividades, que puedan causar graves desequilibrios ecológicos.” (Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente, 2012).

Los documentos previamente mencionados (ERA y PPA) se presentan mediante los trámites SEMARNAT-07-008 “Presentación del estudio de riesgo para empresas que realizan actividades altamente riesgosas” y SEMARNAT-07-013 “Aprobación del programa para la prevención de accidentes”. Aunque son trámites independientes, la SEMARNAT recomienda el ingreso simultáneo de ambos documentos debido al vínculo existente entre ellos. El ERA identifica y evalúa los riesgos existentes por el manejo de sustancias, necesarios para el desarrollo de las medidas preventivas, correctivas, de mitigación y de atención que conforman al PPA. En resumen, el ERA sirve de soporte para la evaluación del PPA.

El primer paso para iniciar el trámite de aprobación del PPA es presentar la siguiente documentación en el Espacio de Contacto Ciudadano (ECC) en las oficinas centrales y/o

en la Delegación Federal de la SEMARNAT correspondiente al estado donde se ubica la instalación (Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales, 2016):

1. Carta de presentación del Programa para la Prevención de Accidentes, en hoja membretada de la empresa, conforme al formato establecido y/u oficio de la delegación de SEMARNAT en el Estado, para su remisión a la Dirección General de Gestión Integral de Materiales y Actividades Riesgosas (DGGIMAR), cuando corresponda.
2. El Programa para la Prevención de Accidentes en original y copia (para su sello), siguiendo el orden establecido por los capítulos y sus numerales según la “Guía para la elaboración del programa para la prevención de accidentes”.
3. El Programa para la Prevención de Accidentes y los anexos deben presentarse en formato digital, grabados en CD.
4. Copia del instrumento jurídico que constituye la empresa (Acta constitutiva, escritura pública, Registro Federal de Contribuyentes de la empresa).
5. Presentación de la carta poder del gestor o promovente en hoja membretada de la empresa o copia del poder notarial del representante legal, si este último realiza físicamente el trámite.
6. Original del pago de derechos vigente correspondiente, en el formato para el pago de derechos en ventanilla en línea (e5cinco), que tiene un costo de \$2,920.00 MXN.

Una vez presentados los documentos anteriores, estos serán entregados a la Dirección General de Gestión Integral de Materiales y Actividades Riesgosas (DGGIMAR), en donde el personal de la Dirección de Riesgo y Proyectos, específicamente los pertenecientes a la Subdirección de Programas de Prevención de Accidentes, es el encargado de evaluar de manera conjunta el ERA y PPA, observando que estos documentos estén realizados de forma idónea; para esta tarea, el personal tiene tres meses para atender el trámite de “Aprobación del Programa para la Prevención de Accidentes”. Durante la evaluación, se verifica que:

- Los datos proporcionados por la empresa son claros y precisos,
- La metodología empleada para realizar el ERA se haya implementado adecuadamente, así como la simulación derivada de esta;

- Se cuente con medidas de seguridad y protocolos suficientes para prevenir accidentes.

Después de la evaluación, se elabora un informe técnico que resume los datos más relevantes del estudio, los puntos débiles de los documentos entregados, las medidas de protección y procedimientos reportados, los resultados presentados de la estimación de consecuencias de las simulaciones de posibles accidentes y las conclusiones a las que se llegaron después de la evaluación, pudiendo ser la posible aprobación, negación o, en caso de que el ERA y PPA entregados tengan carencias en la información, se puede solicitar información adicional para poder dar una conclusión al expediente. Este informe se entrega al Subdirector de Programas para la Prevención de Accidentes para su revisión y veredicto final. El resultado se notifica al representante legal de la empresa mediante un oficio que detalla el análisis técnico y, en caso de ser necesario, se solicita información adicional. La empresa tiene 30 días hábiles para proporcionar esta información, de lo contrario, el expediente se desecha. En cuanto a la magnitud de este trámite en la tabla 2.2 se presenta la cantidad de programas para la prevención de accidentes presentados, tanto aprobados como negados, desde el año 2007 al 2023.

Tabla 2.2. Número de PPA presentados, aprobados y negados, en el período 2007-2022			
Año	Programas para la prevención de accidentes aprobados	Programas para la prevención de accidentes negados	Número total de Programas para la prevención de accidentes
2007	341	4	345
2008	315	26	341
2009	269	15	284
2010	322	17	339
2011	306	40	346
2012	265	20	285
2013	231	16	247
2014	248	5	253
2015	196	5	201
2016	218	1	219
2017	178	2	180
2018	232	0	232
2019	220	1	221
2020	146	0	146
2021	107	1	108
2022	163	2	165

Fuente: Adaptada de ("Programas de prevención de accidentes de plantas en operación autorizados y negados, por giro industrial", SEMARNAT, 2023)

2.3.3. Guías para la elaboración de Estudio de Riesgo Ambiental y Programas para la Prevención de Accidentes

Para facilitar la elaboración de los ERA y PPA, la SEMARNAT brinda guías con la información mínima requerida que deben contener esos documentos, asegurando así una correcta evaluación de datos.

La SEMARNAT indica que cada uno de los apartados de las guías no deben ser tomados como un cuestionario a resolver, sino como una serie de puntos a desarrollar que puedan sustentar la evaluación de las instalaciones.

Estudio de Riesgo Ambiental

El Estudio de Riesgo Ambiental (ERA) es un instrumento preventivo diseñado para proteger a la sociedad y al ambiente de posibles liberaciones accidentales de sustancias consideradas peligrosas debido a sus características CRETIB (Corrosivo, Reactivo, Explosivo Tóxico, Inflamable y Biológico infeccioso). Estas sustancias, cuando se manejan, almacenan, generan o procesan en grandes cantidades, pueden representar una fuente de riesgo de accidentes.

Como se mencionó anteriormente, el ERA es obligatorio y preventivo. Por ello, tanto las nuevas empresas como aquellas en funcionamiento deben presentarlo ante la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT). La importancia del ERA radica en su contenido, que incluye los siguientes aspectos generales:

- Información general de la planta y sus alrededores, que recopila datos como la ubicación, el número de trabajadores, los responsables, el ecosistema circundante, los equipos críticos, los sistemas de seguridad, entre otros
- Identificación de riesgos, consecuencias y recomendaciones derivadas del análisis de riesgo realizado mediante metodologías.
- Simulación de los accidentes más significativos identificados en el análisis de riesgo.

El propósito de recopilar esta información es analizar los riesgos asociados con la posible fuga o derrame de sustancias peligrosas utilizadas en los procesos, así como proponer medidas preventivas para evitar posibles desastres que puedan tener efectos en las poblaciones cercanas.

Es importante mencionar que, antes de elaborar el ERA, es necesario determinar el nivel del estudio. Existen 4 niveles de estudio, el nivel 0 corresponde al análisis de los riesgos en ductos con longitud mayor a 1 km, diámetro igual o mayor de 10.2 cm (4 in) y presión igual o mayor a 10 kg/cm², también aplica para los ductos que cruzan zonas habitacionales o áreas naturales protegidas o que transportan ácido fluorhídrico, cloruro de hidrógeno, ácido cianhídrico, cloro, amoníaco, óxido de etileno, butadieno, cloruro de etileno o propileno. El nivel 1 corresponde a las actividades que realizan operaciones de mezclado, filtración o almacenamiento, o la combinación de ellas; hay almacenamiento a condiciones atmosféricas, no se realizan reacciones químicas en las áreas de producción, intercambio de calor, manejo de presiones diferentes a la atmosférica y temperaturas mayores a la ambiental; y el suelo es industrial, rural o agrícola.

Para determinar si se debe realizar un estudio de riesgo ambiental de nivel 2 o nivel 3 existen dos diferentes conjuntos de características: el primero es cuando se realiza destilación, o refrigeración o extracción con solventes o absorción; el almacenamiento es en tanques presurizados, existe reacción química, intercambio de calor y/o energía, presiones mayores o menores a la atmosférica o temperaturas mayores a la del ambiente; el uso de suelo es habitacional, mixto o zonas de reserva ecológica; y la zona es susceptible a sismos, hundimientos o fenómenos hidrológicos y meteorológicos; si en el establecimiento existen todas las características mencionadas, se deberá realizar un estudio de nivel 3.

De no contar con todas las características anteriores, se evaluará con el siguiente conjunto de características: el establecimiento es un complejo químicos o petroquímico con dos o más plantas, se produce ácido fluorhídrico, o ácido clorhídrico, o cloro, o amoníaco, o ácido cianhídrico, u óxido de etileno, o butadieno, o cloruro de vinilo o propileno; el establecimiento ha sufrido accidentes mayores (que han trascendido a la opinión pública); cuando se trate de una actividad que interactúa con otra actividad altamente riesgosa ubicada en un predio colindante a través de tuberías en las que se maneje alguno de los materiales reportados en los listados que definen a las actividades altamente riesgosas. Si en la empresa existe alguna de las características del segundo conjunto, se realizará un estudio de riesgo de nivel 3, en caso contrario, en el que no exista alguna de las características del segundo conjunto (y, por ende, del primero), el estudio de riesgo a realizar será de nivel 2.

Para un análisis detallado de cada punto incluido en la actual guía para la elaboración del Estudio de Riesgo Ambiental, se adjunta en el Anexo 4 de este documento.

Programa para la Prevención de Accidentes

El Programa para la Prevención de Accidentes (PPA), es un documento mediante el cual las personas físicas o morales que realizan actividades consideradas altamente riesgosas describen las medidas y acciones de prevención contra los riesgos analizados en el Estudio de Riesgo Ambiental.

La gestión de los Programas para la Prevención de Accidentes inicia en 1989, después de la publicación de la LGEEPA en 1988. Para este propósito, la SEMARNAT ha desarrollado lineamientos y guías para facilitar a los usuarios la elaboración de estos documentos. Entre el contenido que debe tener el PPA se incluye:

- Sistemas de seguridad integrados para disminuir el riesgo de ocurrencia de los eventos accidentales identificados en el ERA.
- Medidas preventivas para eliminar o disminuir la incidencia y/o severidad de los posibles accidentes, tales como programas de mantenimiento, capacitación y adiestramiento.
- Cronogramas de simulacros, protocolos de evacuación, procedimientos de respuesta específicos ante posibles eventos de riesgo identificados.
- Planes de acción en caso de haber identificado deficiencias en la planta de producción que puedan ser fuentes de riesgo.

A diferencia de la guía para elaborar el ERA, la guía para la elaboración del PPA es más concisa y se limita mostrar los puntos a presentar, aclarando que estos deben ser desarrollados de manera detallada y con la profundidad técnica suficiente para sustentar la evaluación integral de la instalación.

La guía para la elaboración del Programa para la Prevención de Accidentes se incluye en el anexo 5 de esta tesis para poder una revisión más detallada.

Capítulo 3.

Análisis y Propuesta de Mejora

3.1. Análisis de las Guías actuales

Como se estudió en el capítulo I de este documento, el enfoque inicial del estudio y análisis de riesgos se centraba en el cuidado y mantenimiento de los procesos productivos y la infraestructura, con el factor humano y medioambiental considerado como un término dispensable. No fue sino hasta la revolución industrial que el trabajador empezó a cobrar importancia con la aparición de las entidades sindicales. Desde entonces y hasta el presente, el enfoque de las leyes laborales y de prevención de accidentes en el mundo ha evolucionado, dando mayor importancia a los seres vivos y su preservación. Sin embargo, la legislación en materia de prevención de accidentes en México no ha sido actualizada desde finales del siglo XX.

La Organización Internacional del Trabajo ha empezado a fomentar la consideración de factores más allá de los peligros intrínsecos de los procesos y su estudio, dando un enfoque más humanista a la evaluación de riesgos laborales y de accidentes. Aunque esto puede resultar en metodologías de evaluación de riesgos más laboriosas al tomar en cuenta las relaciones entre sustancias, sucesos y el factor humano, reduciría el número de accidentes y costos en medidas correctivas y de mitigación por parte de la industria (Organización Internacional del Trabajo, 2013).

Por otro lado, la ambigüedad y falta de especificidad de las actuales guías de elaboración de ERA y PPA, así como la negligencia por parte de las autoridades gubernamentales al no dar la importancia requerida a las acciones de prevención de accidentes, han provocado que los laboratorios de ensayo y consultoras ambientales no desarrollen las metodologías de análisis de riesgo de una manera apropiada. Esto resulta en ERA y PPA con deficiencias que impiden su aprobación o que, en algunos casos, sean aprobados aun con información escasa, debido a múltiples factores administrativos como la alta carga de trabajo o la confianza en los resultados presentados en los documentos, sin importar la calidad de las metodologías de evaluación, puesto que sería alargar aún más el proceso administrativo de aprobación a través de solicitudes de información complementaria.

Como consecuencia de las áreas de oportunidad mencionadas, y en busca de una mayor claridad dentro de las guías, con el objetivo de realizar y entregar Programas para la

Prevención de Accidentes que cumplan con su objetivo, se han identificado los siguientes problemas, para los cuales se propone una solución:

1. Redacción de diversos párrafos.

Con la finalidad de hacer las guías más claras y concisas en la información solicitada, se hicieron modificaciones y adiciones a algunos textos presentes en las guías.

a. Guía de elaboración de ERA original

Instrucciones generales

La presente guía aplica para establecimientos o instalaciones que se encuentran en operación. En la elaboración del estudio es necesario que cada uno de los puntos que la integran sea desarrollado con el detalle y profundidad técnica suficiente, capaz de sustentar la evaluación integral de la instalación, por lo que es necesario no considerarse como un cuestionario. Es necesario que toda la información sea legible y actualizada y deberá ser presentada en idioma español.

En lo referente a la información relacionada con planos; por ejemplo, los Diagramas de Tubería e Instrumentación (DTIs), es necesario que sean presentados con base en la ingeniería de detalle; asimismo, es necesario presentar anexo al Estudio de Riesgo, un Resumen Ejecutivo del mismo.

Es necesario que el interesado presente el estudio de riesgo ambiental; siguiendo el orden establecido por el capitulado y sus numerales, utilizando separadores que permitan distinguir claramente lo que corresponde a cada apartado, lo cual permitirá realizar una gestión más eficaz y eficiente a ambas partes y una comunicación más efectiva.

Es importante resaltar que el Estudio de Riesgo es la base técnica para la aprobación del Programa para la Prevención de Accidentes, ya que la identificación y jerarquización de los peligros y riesgos, así como su estimación de consecuencias con bases metodológicas, constituyen una poderosa herramienta en la prevención de accidentes, principalmente los accidentes mayores, que pudieran ocurrir en los establecimientos en que se manejen sustancias peligrosas para la población, sus bienes y el medio ambiente.

Guía de elaboración de ERA modificada

Instrucciones generales

El Estudio de Riesgo Ambiental (ERA) es un instrumento de carácter preventivo que tiene la finalidad de proteger a la sociedad y al ambiente de posibles liberaciones accidentales de sustancias consideradas como peligrosas por sus características CRETIB (Corrosivo, Reactivo, Explosivo Tóxico, Inflamable y Biológico infeccioso), las cuales, al ser ocupadas, almacenadas, generadas o procesadas en cantidades altas, pueden ser una fuente de accidentes.

En la elaboración del Estudio de Riesgo Ambiental es necesario que cada uno de los puntos que lo integran sea desarrollado con el detalle y profundidad técnica suficiente, capaz de sustentar la evaluación integral de la instalación, por lo que es necesario no considerarse como un cuestionario, sin embargo, se deben abarcar todos los puntos presentados. Es indispensable que toda la información sea legible y actualizada y deberá ser presentada en idioma español.

El interesado deberá presentar el Programa para la Prevención de Accidentes siguiendo el orden establecido por el capitulado y sus numerales, utilizando separadores que permitan distinguir claramente lo que corresponde a cada apartado, lo cual permitirá una gestión más eficaz y eficiente a ambas partes y una comunicación más efectiva.

Todos los planos y mapas solicitados en la presente guía deberán ser legible, incluir simbología apropiada, norte indicado y estar a una escala no mayor a 1:10,000.

b. Guía de elaboración de ERA original

VI.6	Indicar claramente las recomendaciones técnico operativas resultantes de la aplicación de la metodología para la identificación de riesgos, así como de la evaluación de los mismos, señalados en los puntos VI.2 y VI.3.
VI.8	Describir a detalle las medidas, equipos, dispositivos y sistemas de seguridad con que contará la instalación, considerados para la prevención, control y atención de eventos extraordinarios.
VI.9	Indicar las medidas preventivas, incluidos los programas de mantenimiento e inspección, así como los programas de contingencias que se aplicarán durante la operación normal de la instalación, para evitar el deterioro del medio ambiente, además de aquellas orientadas a la restauración de la zona afectada en caso de accidente.

Guía de elaboración de ERA modificada

6.6.	Con base en la identificación y evaluación de riesgos realizados:
6.6.1.	Describir a detalle las medidas, equipos, dispositivos, sistemas de seguridad y sistemas contra-incendios con que cuenta la instalación, consideradas para la prevención, control y atención de eventos extraordinarios. Analizar si son apropiados y/o suficientes para la contención de eventos accidentales y, en caso de no serlo y requerir alguna modificación o adición al sistema de seguridad, incluir una tabla enlistando el equipo a modificar o a agregar.
6.6.2.	Indicar los programas de mantenimiento, inspección, capacitación y operación con que se cuenta en la instalación y evaluar si son suficientes y/o apropiados para la prevención de los accidentes graves identificados.

c. Guía de elaboración de ERA original

V.3	Listar todas las materias primas, productos, subproductos y residuos manejados en el proceso, señalando aquellas que se encuentren en los Listados de Actividades Altamente Riesgosas. Especificando nombre de la sustancia, cantidad máxima de almacenamiento en Kg, flujo en m ³ /h o millones de pies cúbicos estándar por día (MPCSD), concentración, capacidad máxima de producción, tipo de almacenamiento (granel, sacos, tanques, tambores, bidones, cuñetes, etc.) y equipo de seguridad.
-----	---

Guía de elaboración de ERA modificada

5.3.	Listar todas las materias primas, productos, subproductos y residuos manejados en el proceso, señalando aquellas que se encuentren en los Listados de Actividades Altamente Riesgosas; especificando nombre de la sustancia, cantidad máxima de almacenamiento en kg, flujo en kg/min o L/min, concentración, capacidad máxima de producción, tipo de almacenamiento (granel, sacos, tanques, tambores, bidones, cuñetes, etc.) y equipo de seguridad.
------	--

Sustancias químicas utilizadas y/o almacenadas en planta						
Sustancia y Concentración	AAR	Cantidad máxima almacenamiento (kg)	Flujo	Producción	Tipo de Almacenamiento	Equipo de Seguridad
Agua (IM)	No	3,000	85 L/min	-	Tanques	-

d. Guía de elaboración de ERA original

V.5. Tipo de recipientes y/o envases de almacenamiento, especificando: Características, código o estándares de construcción, dimensiones, cantidad o volumen máximo de almacenamiento por recipiente, indicando la sustancia contenida, así como los dispositivos de seguridad instalados en los mismos.

V.6 Describir equipos de proceso y auxiliares, especificando características, tiempo estimado de uso y localización. Asimismo, anexar plano a escala del arreglo general de la instalación.

EJEMPLO:

EQUIPO	NOMENCLATURA DEL EQUIPO	CARACTERISTICAS Y CAPACIDAD	ESPECIFICACIONES	VIDA UTIL (INDICADA POR EL FABRICANTE)	TIEMPO ESTIMADO DE USO	LOCALIZACION DENTRO DEL ARREGLO GENERAL DE LA PLANTA
BOMBA	P-1	CENTRIFUGA SELLO HIDRAULICO 150-HP	460 VOLTS 3 FASES* 60 HERTZ ACERO INOXIDABLE. 1400 LITROS/MIN.	10 AÑOS.	3 AÑOS	AREA DE SULFONACION

V.7 Condiciones de operación.
Anexar los diagramas de flujo, indicando la siguiente información:

V.7.1 Balance de materia y energía.

V.7.2 Temperaturas y Presiones de diseño y operación.

V.7.3 Estado físico de las diversas corrientes del proceso.

Guía de elaboración de ERA modificada

5.5. Describir tipo de recipientes y/o envases de almacenamiento con su respectivo código o número dentro de la planta. Especificar: Características, código o estándares de construcción, dimensiones, vida útil y tiempo de uso, capacidad o volumen máximo de almacenamiento por recipiente, indicando la sustancia contenida, así como los dispositivos de seguridad instalados en los mismos.

Recipiente y nomenclatura	Sustancia	Características y estándares de construcción	Dimensiones y Cantidad de almacén.	Vida útil y Tiempo de uso	Dispositivos de seguridad
Tanque T-002	Agua	Tanque de polietileno API 6I	Diámetro: 1.5m Altura: 4m 1500kg	VU: 30 años TU: 2 años	Válvula de seguridad

5.6. Describir equipos de proceso y auxiliares, especificando características, tiempo estimado de uso y localización.

Equipo y Nomenclatura	Características y especificaciones	Capacidad y/o flujo	Vida útil y Tiempo de uso	Localización dentro de la planta
Bomba B-01	Centrifuga. Sello Hidráulico. 150HP 460 V. 3 Fases. 60 Hz. Acero Inx.	C: 1400L/min F: 800L/min	VU: 10 años TU: 2 años	Producción

5.7. Presentar el diagrama de flujo de proceso, indicando o anexando la siguiente información: balance de materia y energía, temperaturas y presiones de diseño y operación, estado físico de las diversas corrientes del proceso.

e. Guía de elaboración de ERA original

- V.10 Diseño de servicios.
 - V: 10.1 Anexar planos generales del diseño de los sistemas de servicio.
 - V.10.2 Describir los servicios externos e internos necesarios y su importancia en la operación de sectores críticos.
 - V.10.3.-Descripción y justificación de los sistemas redundantes de servicios.
- V.11. Resumen Ejecutivo de las bases y criterios empleados para el diseño civil y estructural de las principales áreas de la instalación, así como de los equipos donde se manejan materiales considerados de alto riesgo.
- V.12. Especificar en forma detallada las bases de diseño para el cuarto de control.
 - V.12.1-Describir las bases de diseño de los sistemas de aislamiento de las diferentes áreas o equipos con riesgos potenciales de incendio, explosión, toxicidad y sistemas de contención para derrames, anexando planos de construcción de los mismos.
 - V.12.2 Anexar planos de la distribución del sistema contra-incendios.
- V.13 Describir a detalle las medidas, equipos, dispositivos y sistemas de seguridad de la instalación, consideradas para la prevención, control y atención de eventos extraordinarios.

Guía de elaboración de ERA modificada

- 5.11. Diseño de servicios.
 - 5.11.1. Anexar planos generales del diseño de los sistemas de servicio.
 - 5.11.2. Describir los servicios externos e internos necesarios, tales como sistemas de agua potable, de enfriamiento, de uso corriente, vapor, etc.
- 5.12. Especificar en forma detallada las bases de diseño para el cuarto de control.
- 5.13. Describir las bases de diseño de los sistemas de aislamiento de las diferentes áreas o equipos con riesgos potenciales de incendio, explosión, toxicidad y sistemas de contención para derrames, anexando planos de construcción de los mismos.
- 5.14. Anexar planos de la distribución de los sistemas de seguridad con que cuenta la instalación, incluyendo sistema contra-incendios, sistemas de contención y aislamiento,
- 5.15. Resumen ejecutivo de las bases y criterios empleados para el diseño civil y estructural de las principales áreas de la instalación, así como de los equipos donde se manejan materiales considerados de alto riesgo.

f. Guía de elaboración de PPA original

Instrucciones.

La presente guía no deberá considerarse como un cuestionario, por lo que cada uno de los puntos que la integran, deberán desarrollarse con la profundidad técnica suficiente, capaz de sustentar la evaluación integral de la instalación. La información, deberá ser presentada en idioma español.

Guía de elaboración de PPA modificada

Instrucciones generales

El Programa para la Prevención de Accidentes (PPA) es un documento a través del cual una persona física o moral que realiza actividades consideradas como altamente riesgosas, describe las medidas y acciones de prevención contra los riesgos analizados en el Estudio de Riesgo Ambiental.

En la elaboración del Programa para la Prevención de Accidentes es necesario que cada uno de los puntos que lo integran sea desarrollado con el detalle y profundidad técnica suficiente, capaz de sustentar la evaluación integral de la instalación, por lo que es necesario no considerarse como un cuestionario, sin embargo, se deben abarcar todos los puntos presentados. Es indispensable que toda la información sea legible y actualizada y deberá ser presentada en idioma español.

El interesado deberá presentar el Programa para la Prevención de Accidentes siguiendo el orden establecido por el capitulado y sus numerales, utilizando separadores que permitan distinguir claramente lo que corresponde a cada apartado, lo cual permitirá una gestión más eficaz y eficiente a ambas partes y una comunicación más efectiva.

g. Guía de elaboración de PPA original

II.- DESCRIPCIÓN DEL ENTORNO DEL ESTABLECIMIENTO O INSTALACION DONDE SE DESARROLLAN LAS ACTIVIDADES ALTAMENTE RIESGOSAS

II.1.- Descripción de las características físicas del entorno

Esta sección se deberá señalar el uso de suelo en un radio de 500 m en torno a la instalación, señalando la existencia y ubicación de: cuerpos, zonas naturales protegidas, especies de flora y fauna en peligro de extinción, asentamientos humanos (caseríos, poblaciones, etc.), características climáticas de la zona con base en el comportamiento histórico de los últimos diez años (temperaturas medias, humedad promedio, dirección de vientos dominantes <Rosa de vientos>, velocidad promedio de vientos); señalar si el establecimiento se localiza en una zona sísmica (indicar su clasificación), señalar si la instalación se localiza en una zona de huracanes. La información antes descrita deberá estar incluida en un plano a escala no mayor a 1:20 000, con escala gráfica y norte indicado.

La información presentada en este apartado debe ser sustentada y referenciada en fuentes confiables y actualizadas, debiéndose señalar dicha referencia.

II.2.- Descripción de las características socio-económicas

En este apartado se deberá describir el tipo de construcciones ubicadas en un radio de 500 m, la densidad de población y nivel socioeconómico.

II.3.- Infraestructura, Servicios de Apoyo y Zonas Vulnerables

En este apartado se deberá hacer una relación de la infraestructura y servicios con la que se cuenta en el Municipio o localidad, para la atención de emergencias (Bomberos, Hospitales, Clínicas, Servicios de Emergencia, Etc.).

Asimismo, identificar y relacionar aquellas zonas vulnerables (Escuelas, Centros comerciales, Templos, unidades habitacionales de alta densidad, etc.), localizadas en torno a la instalación y que derivado de la evaluación de riesgos realizada en el Estudios de Riesgo Ambiental, se encuentren en la zona de afectación.

La información antes descrita debe ser representada en un plano a escala no mayor a 1:20,000, con simbología, escala gráfica y norte indicado. **Se recomienda utilizar cuando menos hoja tamaño doble carta.**

Para facilitar la integración de la información, se debe utilizar el formato correspondiente al Anexo B, el cual esta incluido al final de la presente guía.

Guía de elaboración de PPA modificada

II. DESCRIPCIÓN DEL ENTORNO DEL ESTABLECIMIENTO O INSTALACIÓN DONDE SE DESARROLLAN LAS ACTIVIDADES ALTAMENTE RIESGOSAS.

II.1. Descripción de las características del ecosistema colindante.

En este apartado se debe señalar el uso de suelo en un radio de 500 m en torno a la instalación, señalando la existencia y ubicación de cuerpos de agua y áreas naturales protegidas, representados en un plano. Asimismo, señalar especies de flora y fauna en peligro de extinción, características climáticas de la zona con base en el comportamiento histórico de los últimos diez años (temperaturas medias, humedad promedio, dirección de vientos dominantes “Rosa de los vientos”, velocidad promedio de vientos), estabilidad de Pasquill; señalar si el establecimiento se localiza en una zona sísmica e indicar su clasificación, señalar si la instalación se localiza en una zona de huracanes. La información

II.2. Descripción de las características socio-económicas.

En este apartado se deberá describir el tipo de construcciones (industrial, habitacional, comercial, obras públicas, institucional, etc.), enlistándolos en una tabla e indicando el nombre, la distancia y orientación de acuerdo a los puntos cardinales con respecto a la planta. Asimismo, indicar la densidad de población y nivel socioeconómico. Todo lo anteriormente solicitado deberá ser en un radio de 500 m.

II.3. Zonas vulnerables.

Identificar aquellas zonas vulnerables como escuelas, centros comerciales, templos, unidades habitacionales de alta densidad, etc.; localizadas en torno a la instalación y que, derivado de la evaluación de riesgos realizada en el Estudio de Riesgo Ambiental, se encuentren en la zona de afectación., indicando la distancia a la que están desde las instalaciones.

II.4. Servicios de apoyo.

Hacer una relación de la infraestructura y servicios con los que se cuenta en el municipio, alcaldía o localidad, para la atención de emergencias (bomberos, hospitales, clínicas, servicios de emergencia, etc.), y representarlos en un plano a escala.

Los planos solicitados en este capítulo no deberán tener una escala mayor a 1:20,000; y deberán incluir simbología, escala gráfica y norte indicado.

Para facilitar la integración de los apartados II.1 y II.2 se debe utilizar el formato correspondiente al Anexo B. Los anexos están incluidos al final de la presente guía.

h. Guía para la elaboración de PPA original

III.- MATERIALES PELIGROSOS MANEJADOS Y ZONAS POTENCIALES DE AFECTACIÓN

Este apartado es de importancia para las autoridades y personal involucrado en la atención a contingencias, ya que al conocer los materiales manejados, se podrán implementar mejores procedimientos para atender la emergencia.

III.1.- Listado de materiales peligrosos

Listar en una tabla cada uno de los materiales peligrosos (conforme a los listados publicados, que clasifican a las actividades altamente riesgosas) utilizados en el establecimiento o instalación, señalando la capacidad máxima en almacenamiento o proceso, la cantidad de reporte establecida en los listados, No. CAS o No. ONU, peso molecular, Limite Inferior y Superior de Inflamabilidad y/o Limites de Toxicidad (IDLH, TLV_{15 MIN}, TLV₈). Las cantidades deben ser expresadas en masa.

Es importante señalar que el responsable de la Instalación está obligado a contar con las Hojas de Datos de Seguridad de las sustancias identificadas como peligrosas, así como de darlas a conocer a todas aquellas instituciones u organizaciones que han sido identificadas como posibles apoyos en caso de una contingencia.

Para facilitar la integración de la información, se debe utilizar el formato correspondiente al Anexo C, el cual esta incluido al final de la presente guía.

Guía para la elaboración de PPA modificada

III. MATERIALES PELIGROSOS MANEJADOS Y ZONAS POTENCIALES DE AFECTACIÓN.

III.1. Listado de materiales peligrosos.

Listar cada uno de los materiales peligrosos que estén en los listados que clasifican a las Actividades Altamente Riesgosas utilizados en el establecimiento o instalación, señalando la capacidad máxima en almacenamiento, flujo máximo en proceso, cantidad de reporte y los Límites de Toxicidad para las sustancias establecidas en el Primer Listado; y los Límite Inferior y Superior de Inflamabilidad, en el caso de las sustancias especificadas en el segundo listado; conforme a la tabla siguiente:

Materiales pertenecientes al Primer Listado de sustancias tóxicas					
Material	Almacenamiento (kg)	Proceso (kg/min)	IDLH	TLV-STEL	TLV-TWA
Materiales pertenecientes al Segundo Listado de sustancias inflamables					
Material	Almacenamiento (kg)	Proceso (kg/min)	LFL		UFL

El responsable de la instalación está obligado a contar con las Hojas de Datos de Seguridad de las sustancias químicas identificadas como peligrosas, así como de darlas a conocer a todo el personal que esté en contacto con ellas y a aquellas instituciones u organizaciones que han sido identificadas como posibles apoyos en caso de una contingencia.

2. Estructura de los capítulos IV a IX de las guías originales para la elaboración del Programa para la Prevención de Accidentes.

Con el objetivo de permitir un mayor entendimiento de las guías y una coherencia apropiada, se reestructuraron los capítulos IV a IX de las guías originales, buscando una mayor organización en cada apartado dentro de los mismos. Los capítulos IV y V de las guías originales se condensaron en uno solo que contenga todas las medidas de control, mitigación o eliminación de riesgos y la calendarización de la aplicación de medidas. El capítulo VI de la guía original pasó a ser el capítulo V en la nueva guía, además de extender su contenido, pasando, de tener un único apartado, a contener cuatro, esperando poder identificar con mayor claridad los procedimientos necesarios en caso de la presencia de emergencias químicas. El capítulo VII de la guía original, ahora capítulo VI, pasa de llamarse “Directorio de la estructura funcional para la respuesta a emergencias” a “Directorio para la Respuesta a Emergencias”, separando la información contenida en dos apartados, diferenciándose entre ellos en que el primero solicita la identificación de las brigadas y/o personal de la empresa fuente del accidente químico, y el segundo, la identificación y contacto de instituciones de apoyo externo que puedan auxiliar a la empresa y su entorno en caso de accidentes graves.

IV.- IDENTIFICACIÓN DE MEDIDAS PREVENTIVAS PARA CONTROLAR, MITIGAR O ELIMINAR LAS CONSECUENCIAS Y REDUCIR SU PROBABILIDAD.

IV.1. Sistemas de seguridad
Relacionar las medidas, equipos, dispositivos o sistemas de seguridad, implantados para disminuir la probabilidad de ocurrencia de los eventos identificados en el Estudio de Riesgo Ambiental.

IV.2.- Medidas preventivas
Indicar las medidas preventivas, enfocadas a eliminar o disminuir la frecuencia y/o severidad de los eventos identificados en el Estudio de Riesgo Ambiental.

En este apartado se podrán incluir los programas de mantenimiento e inspección, Programas de Capacitación y Adiestramiento, Programas de simulacros, etc.

Si se incluye el programa de mantenimiento, este debe identificar claramente el equipo y su localización para que sea fácilmente identificado, área operativa en donde se localiza, calificación del responsable que realizará el mantenimiento y fecha programada.

Si se incluye el programa de capacitación se deberá presentar aquellos que se considere contribuirán a minimizar los riesgos identificados en el Estudio de Riesgo Ambiental asimismo se debe señalar nombre del tema impartido, los puestos de trabajo que asistirán, fecha de programación y su registro ante la STPS.

Los Programas de Simulacros deben identificar el tipo de simulacro (sismo, incendio, fuga de material tóxico, derrame de material inflamable, etc.), fecha programada y área o departamento donde se realizará el simulacro.

El Responsable de la instalación debe contar con los documentos de cada uno de los programas presentados en la instalación (la información debe contener las firmas de los responsables de las áreas o departamentos involucrados); dicha documentación podrá ser verificada por la autoridad competente en la materia.

V.- PROGRAMA DE ACTIVIDADES A REALIZAR DERIVADAS DEL ESTUDIO DE RIESGO AMBIENTAL PRESENTADO POR EL ESTABLECIMIENTO O INSTALACIÓN.

Este apartado debe estar integrado por un programa de actividades a realizar para la reducción de los riesgos identificados en análisis de riesgo, la jerarquización y las recomendaciones u observaciones contenidas en el Estudio de Riesgo Ambiental presentado.

El citado Plan debe ser presentado con la estructura presentada a continuación y deberá contener un número de referencia, descripción de la actividad, tipo de recomendación (preventiva, correctiva, de mejora, etc.), fecha de inicio y fecha de terminación y área responsable de su realización.

Se deberán considerar como mínimo todas aquellas acciones necesarias identificadas en el Estudio de Riesgo Ambiental presentado.

PLAN DE ACCIÓN

No.	Actividades a Desarrollar derivadas de la de recomendaciones del Estudio de Riesgo Ambiental.		Fecha de Inicio	Fecha de Terminación	Personal Responsable
	Descripción de la Actividad	Tipo de Recomendación			

IV. IDENTIFICACIÓN DE MEDIDAS PARA CONTROLAR, MITIGAR O ELIMINAR LAS CONSECUENCIAS Y REDUCIR SU PROBABILIDAD.

IV.1. Sistemas de seguridad.
Indicar los equipos, dispositivos o sistemas de seguridad implantados para disminuir la probabilidad de ocurrencia de los eventos identificados en el Estudio de Riesgo Ambiental, diferenciando con cuáles de ellas ya se cuenta en las instalaciones y cuáles serán implementadas a partir de la identificación de eventos accidentales. Señalar en un plano a una escala adecuada su localización, así como las rutas de evacuación. Utilizar la simbología presentada en el Anexo C, la cual es extraída de la NOM-026-STPS-2008.

IV.2. Programa de acción de medidas de control y mitigación de riesgos.
Este apartado debe estar integrado por un programa de actividades a realizar para la reducción de los riesgos identificados en el análisis de riesgo y las recomendaciones u observaciones contenidas en el Estudio de Riesgo Ambiental presentado.

El conjunto de acciones debe ser presentado como se muestra a continuación y deberá contener la actividad a realizar, una descripción de la actividad, fecha de inicio y fecha de terminación para las medidas de control de única ejecución, la periodicidad con la que se realizarán las medidas de control regulares y constantes, y el área o cargo de la o las personas responsables de su realización.

Medidas de control, mitigación y eliminación de riesgos					
Actividad a realizar	Descripción de la actividad	Periodicidad	Medidas de única ejecución		Personal responsable
			Fecha de inicio	Fecha de terminación	

IV.3. Procedimientos preventivos.

En este apartado se deberán incluir los programas de mantenimiento, inspección, operación, capacitación y adiestramiento, de simulacros, etc., con que se cuenta para una correcta y segura operación de la planta.

Si se incluye el programa de mantenimiento, este debe identificar claramente el equipo y su localización para que sea fácilmente identificado, área operativa en donde se localiza, calificación del responsable que realizará el mantenimiento y fecha programada.

Si se incluye el programa de capacitación se deberá presentar aquellos que se considere contribuirán a minimizar los riesgos identificados en el Estudio de Riesgo Ambiental asimismo se debe señalar nombre del tema impartido, los puestos de trabajo que asistirán, fecha de programación y su registro ante la STPS.

Los Programas de Simulacros deben identificar el tipo de simulacro (sismo, incendio, fuga de material tóxico, derrame de material inflamable, etc.), fecha programada y área o departamento donde se realizará el simulacro.

El responsable de la instalación debe contar con los documentos de cada uno de los programas presentados en la instalación (la información debe contener las firmas de los responsables de las áreas o departamentos involucrados); dicha documentación podrá ser verificada por la autoridad competente en la materia.



VI.- PLAN DE RESPUESTA DE EMERGENCIAS

En este apartado se deberán relacionar todos los procedimientos establecidos para la atención de emergencias al interior y al exterior de la instalación. Asimismo se debe relacionar los equipos y servicios con que cuenta la Instalación para la atención de emergencias, señalando en un plano a escala 1:5,000 (o a una escala adecuada) su localización, así como las rutas de evacuación, tanto al interior como al exterior de la instalación.

Para el desarrollo de este apartado se debe utilizar el formato señalado en el anexo D, integrado al final de la presente guía.

VI.1- Procedimientos Específicos para la Respuesta a los Posibles Eventos de Riesgo Identificados dentro de la instalación.

En este apartado se deben relacionar los procedimientos establecidos para la notificación a autoridades competentes, sobre aquellos eventos determinados en Estudio de Riesgo Ambiental, tales como procedimiento para dar aviso de un incidente, solicitar ayuda, notificar sobre un evento "fuera de control", etc.

Asimismo listar aquellos procedimientos específicos para la Atención de Emergencias, para los diferentes eventos identificados en el Estudio de Riesgo Ambiental, tales como: Fugas de materiales Tóxicos, Derrames de Materiales Peligrosos, Incendios, etc.; tomando en consideración las características físicas y químicas de los materiales involucrados.



V. PLAN DE RESPUESTA A EMERGENCIAS.

V.1. Procedimientos de notificación de accidentes.

Incluir los procedimientos establecidos para la notificación a autoridades competentes, tales como procedimiento para dar aviso de un incidente, solicitar ayuda, notificar sobre un evento "fuera de control", etc.

V.2. Procedimientos para la atención y respuesta a los posibles eventos de riesgo identificados dentro de la instalación.

Listar aquellos procedimientos específicos para la Atención de Emergencias, para los diferentes eventos identificados en el Estudio de Riesgo Ambiental, tales como: Fugas de materiales Tóxicos, Derrames de Materiales Peligrosos, Incendios, etc.; tomando en consideración las características físicas y químicas de los materiales involucrados.

V.3. Procedimientos para la Respuesta a emergencias cuando el nivel de afectación rebasa los límites de propiedad de la instalación.

En este apartado se deben señalar los Procedimientos Específicos para alertar a la comunidad, Evacuación, Atención de la Emergencia, Término de la Emergencia, Evaluación de los posibles impactos. Retorno de la población evacuada, etc.; dentro de los procedimientos deberán estar integradas las autoridades competentes y si existen los Grupos Locales de Ayuda Mutua.

V.4. Principales vialidades identificadas para el ingreso de grupos de ayuda externa.

Señalar en un plano a escala adecuada las principales vialidades identificadas como viables para ser utilizadas como rutas de evacuación o rutas para recibir apoyo externo.

NOTA: De contar con un Plan de Respuesta a Emergencias previo, puede anexarse a este capítulo.

VII.- DIRECTORIO DE LA ESTRUCTURA FUNCIONAL PARA LA RESPUESTA A EMERGENCIAS

En este apartado se debe proporcionar la estructura con la que cuenta la empresa para la atención de emergencias las 24 hrs. del día, sin importar el número de turnos o días laborables y listar aquellas empresas, instituciones o servicios públicos que pudiesen proporcionar asistencia en caso de un evento.

VII.1.-Directorio de la Estructura Funcional para la Instrumentación del Plan de Respuesta a Emergencias al interior y exterior de las instalaciones.

Describir en forma de tabla los datos del personal que atendería las emergencias a nivel interno y externo, se debe proporcionar teléfono de oficina con extensión (en su caso).

Asimismo se deberá relacionar aquellos organismos u organizaciones que puedan prestar ayuda en caso de emergencia, tales como: Comités Locales de Ayuda Mutua, Comités Locales de Protección Civil, Dirección de Seguridad Pública Estatal y Municipal, Policía Federal de Caminos, Servicios Coordinados de Salud. Bomberos Municipales, Partidas Militares y Empresas Privadas, que puedan brindar apoyo en caso de una emergencia, debiendo señalar funciones, ubicación y tiempo estimado de arribo a la instalación.

Para el desarrollo de este capítulo deberá utilizar el formato señalado en el anexo E integrado al final de este documento.



VI. DIRECTORIO PARA LA RESPUESTA A EMERGENCIAS.

VI.1. Directorio de la estructura funcional interna para la Respuesta a emergencias.

En este apartado se debe proporcionar en forma de tabla la estructura con la que cuenta la empresa para la atención de emergencias las 24 horas del día, sin importar el número de turnos o días laborables, incluyendo brigadas, integrantes de ellas, rol y función, así como número de contacto dentro de la empresa.

VI.2. Directorio de la Estructura Funcional externa para la Respuesta a Emergencias al interior y exterior de las instalaciones.

Describir en forma de tabla los datos de aquellos organismos u organizaciones que puedan prestar ayuda en caso de emergencias a nivel interno y/o externo, tales como: Comités Locales de Ayuda Mutua, Comités Locales de Protección Civil, Dirección de Seguridad Pública Estatal y Municipal, Policía Federal de Caminos, Servicios Coordinados de Salud. Bomberos Municipales, Partidas Militares y Empresas Privadas, entre otros, que puedan brindar apoyo en caso de una emergencia, señalando funciones, número de contacto, ubicación y tiempo estimado de arribo a la instalación.

Directorio de la estructura funcional externa para respuesta a emergencias				
Nombre de la organización	Ubicación	Teléfono de contacto	Función	Tiempo de arribo a la instalación

Mientras el capítulo VIII de la guía original solo sufriría una re-enumeración debido a los movimientos en los capítulos previos, pasando a ser capítulo VII (además de la eliminación del subtítulo incluido en él para facilitar la comprensión del contenido); el capítulo IX de la numeración original de la guía para la elaboración del PPA cambiaría de nombre a “Cumplimiento de la Normatividad en Materia de Seguridad, Ambiente Laboral, Prevención y Atención de Emergencias emitidas por las Dependencias del Gobierno Federal” y su numeración cambia a “capítulo VIII”; sin embargo, la justificación acerca del contenido de este capítulo se abordará más adelante.

VIII.- PLAN PARA REVERTIR LOS EFECTOS DE LAS LIBERACIONES POTENCIALES DE LOS MATERIALES PELIGROSOS, EN LAS PERSONAS EN Y EN EL AMBIENTE (CUERPOS DE AGUA, FLORA, FAUNA, SUELO)

A partir de la identificación de riesgos derivados de análisis de riesgos realizado a la instalación, se deben desarrollar e implementar una serie de procedimientos que den atención a la población y áreas afectadas, con el objeto de revertir o restaurar los daños provocados.

VIII.1.- Métodos de limpieza y/o descontaminación en el interior y exterior de la planta.

Para aquellos casos en los que derivado del análisis de riesgo, se identificó la posibilidad de una contaminación de suelo y, o agua, dentro o fuera de las instalaciones, se deben desarrollar los procedimientos para su limpieza, debiendo señalar lo siguiente:

- Tipo y/o características de la afectación
- Acciones a desarrollar
- Nombre de la técnica y/o método de limpieza o descontaminación
- Equipo y materiales a utilizar



VII. PLAN PARA REVERTIR LOS EFECTOS DE LAS LIBERACIONES POTENCIALES DE LOS MATERIALES PELIGROSOS, EN LAS PERSONAS Y EN AMBIENTE (CUERPOS DE AGUA, FLORA, FAUNA, SUELO, ETC.) AL INTERIOR Y EXTERIOR DE LA PLANTA.

A partir del análisis de riesgos realizado a la instalación, se deben desarrollar e implementar una serie de procedimientos que den atención a la población y áreas afectadas, con el objeto de revertir o restaurar los daños provocados.

Para aquellos casos en los que se identificó la posibilidad de una contaminación de suelo y/o agua dentro o fuera de las instalaciones, se deben desarrollar los procedimientos para su limpieza, debiendo señalar lo siguiente:

- Tipo y/o características de la afectación,
- Acciones a desarrollar,
- Nombre de la técnica y/o método de limpieza o descontaminación,
- Equipo y materiales a utilizar.

El contenido del capítulo X de la guía original, titulado “Plan de respuesta a emergencias químicas nivel externo” fue adaptado y organizado en los capítulos anteriores para buscar una mayor coherencia y secuencia dentro del contenido de la guía, por tanto, desaparece de la propuesta.

Por último, el ahora capítulo IX (capítulo XI acorde con la numeración original) cambia de nombre a “Comunicación de riesgos a la población”, eliminando únicamente el apartado XI.3 – Programa de simulacros, por ser información solicitada en el capítulo IV.

XI.- COMUNICACIÓN DE RIESGOS.

XI.1- Procedimientos Específicos para la comunicación de Riesgos.

Es este apartado, se deben señalar las estrategias utilizadas para la difusión de aquellos procedimientos con los que cuenta la empresa para comunicar a la población potencialmente afectada los riesgos a los que esta expuesta, así como las medidas de seguridad instrumentadas para su reducción.

XI.2- Procedimientos para el desarrollo de simulacros con la población aledaña.

En este apartado deberá presentar una relación de los procedimientos con que cuenta la instalación para el desarrollo de simulacros que involucren a la población aledaña y organismos municipales, estatales o federales. Deberán incluir una descripción no mayor a cinco líneas.

XI.3 – Programa de simulacros.

Incluir el programa de simulacros para el año en el que se presente este documento, se deberá mantener una copia actualizada de dicho programa dentro del establecimiento o instalación.



IX. COMUNICACIÓN DE RIESGOS A LA POBLACIÓN.

IX.1. Procedimientos específicos para la comunicación de riesgos.

Es este apartado, se deben señalar las estrategias utilizadas para la difusión de aquellos procedimientos con los que cuenta la empresa para comunicar a la población potencialmente afectada los riesgos a los que está expuesta, así como las medidas de seguridad instrumentadas para su reducción.

IX.2. Procedimientos para el desarrollo de simulacros con la población aledaña.

En este apartado deberá presentar una relación de los procedimientos con que cuenta la instalación para el desarrollo de simulacros que involucren a la población aledaña y organismos municipales, estatales o federales. Deberán incluir una descripción no mayor a cinco líneas.

3. Términos, nomenclaturas y normas desactualizadas.

En el apartado VI.3 de la guía de elaboración de ERA se encuentra la nomenclatura para toxicidad TLV₈ y TLV₁₅, que fue reemplazada por la nomenclatura STEL y TLW. Asimismo, en el apartado V.3 de la guía de elaboración de ERA, la norma mencionada “NOM-014-STPS-1994” se encuentra desactualizada, ya que fue sustituida por la NOM-018-STPS-2015: Sistema armonizado para la identificación y comunicación de peligros y riesgos por sustancias químicas peligrosas en los centros de trabajo.

a. *Guía para la elaboración de ERA original – TLV₈ y TLV₁₅*

VI.3 Determinar los radios potenciales de afectación, a través de aplicación de modelos matemáticos de simulación, del o los eventos máximos probables de riesgo, identificados en el punto VI.2, e incluir la memoria de cálculo para la determinación de los gastos, volúmenes y tiempos de fuga utilizados en las simulaciones, debiendo justificar y sustentar todos y cada uno de los datos empleados en dichas determinaciones.

Para definir y justificar las zonas de seguridad al entorno de la instalación, es necesario utilizar los criterios que se indican a continuación:

	TOXICIDAD (CONCENTRACIÓN)	INFLAMABILIDAD (RADIACION TERMICA)	EXPLOSIVIDAD (SOBREPRESION)
Zona de Alto Riesgo	IDLH	5 KW/m ² o 1,500 BTU/Pie ² h	1.0 lb/plg ²
Zona de Amortiguamiento	TLV ₈ o TLV ₁₅	1.4 KW/m ² o 440 BTU/Pie ² h	0.5 lb/plg ²

NOTAS: 1) En modelaciones por toxicidad, hay que considerar las condiciones meteorológicas más críticas del sitio con base en la información de los últimos 10 años, en caso de no contar con dicha información, es necesario Estabilidad Clase F y velocidad del viento de 1.5 m/s.

Guía para la elaboración de ERA modificada – TLV₈ y TLV₁₅

6.3. Determinar los radios potenciales de afectación a través de la aplicación de modelos matemáticos de simulación del o los eventos máximos probables de riesgo, identificados en el punto 6.2, y anexar la memoria de cálculo para la determinación de los gastos, volúmenes y tiempos de fuga utilizados en las simulaciones, debiendo justificar y sustentar todos y cada uno de los datos empleados en estas determinaciones.

Para definir y justificar las zonas de seguridad al entorno de la instalación, es necesario utilizar los parámetros que se indican a continuación:

	Toxicidad (Concentración)	Inflamabilidad (Radiación térmica)	Explosividad (Sobrepresión)
Zona de Alto Riesgo	IDLH	5 kW/m ² o 1,500 BTU/ft ² h	1.0 lb/in ²
Zona de Estadía Limitada	TLV-STEL (TLV ₁₅)	-	-
Zona de Amortiguamiento	TLV-TWA (TLV ₈)	1.4 kW/m ² o 440 BTU/ft ² h	0.5 lb/in ²

NOTAS:

- 1) En modelaciones por toxicidad, es necesario considerar las condiciones meteorológicas más críticas del sitio con base en la información de los últimos 10 años; en caso de no contar con dicha información, es necesario utilizar Estabilidad Clase F y velocidad del viento de 1.5 m/s.
- 2) Para el caso de simulaciones por explosividad, considerarse en la determinación de las Zonas de Alto Riesgo y Amortiguamiento el 10% de la energía total liberada.
- 3) En caso de no contar con alguno de los dos valores limite umbral (TLV), considerar el existente como zona de amortiguamiento.
- 4) Se recomienda utilizar el software ALOHA para modelado de riesgos, el cual puede ser descargado del siguiente enlace:
<https://www.epa.gov/cameo/aloha-software>

b. Guía para la elaboración de ERA original – NOM-114-STPS-1994

- V.4. Presentar las hojas de datos de seguridad (MSD), de acuerdo a la **NOM-114-STPS-1994, "Sistema para la identificación y comunicación de riesgos por sustancias químicas en los centros de trabajo"**, de aquellas sustancias consideradas peligrosas que presenten alguna característica **CRETI**.

Guía para la elaboración de ERA modificada – NOM-018-STPS-2015

- 5.4. Presentar las hojas de datos de seguridad (MSD), de acuerdo a la NOM-018-STPS-2015, "Sistema para la identificación y comunicación de riesgos por sustancias químicas en los centros de trabajo", de aquellas sustancias consideradas peligrosas que presenten alguna característica **CRETIB**.

4. Solicitud de información de manera ambigua y desordenada.

Si bien, las guías no se deben de tomar como un cuestionario al llenar, hay cierta información que es estrictamente necesaria para desarrollar un adecuado análisis de riesgos, es por ello que ahora se solicita una información con un mayor orden, precisa y actualizada como se describió en apartados anteriores. Dentro de los cambios está la solicitud explícita de cierta información en formato de tablas, tal como se puede observar en los incisos c, d y h del primer punto de este análisis. A continuación, también se presenta la reorganización de la tabla perteneciente al apartado IV.2 (capítulo V de la guía original), en la cual se distinguen dos tipos de medidas: control, mitigación y eliminación de riesgos (que deberán ser constantes y periódicas) y de única ejecución (que pueden ser para la corrección de alguna falla identificada o para la mejora de un punto en el proceso, por ejemplo).

PLAN DE ACCIÓN

<i>Actividades a Desarrollar derivadas de la de recomendaciones del Estudio de Riesgo Ambiental.</i>					
No.	Descripción de la Actividad	Tipo de Recomendación	Fecha de inicio	Fecha de Terminación	Personal Responsable



Medidas de control, mitigación y eliminación de riesgos				
Medidas periódicas				
Actividad a realizar	Descripción de la actividad	Periodicidad		Personal responsable
Medidas de única ejecución				
Actividad a realizar	Descripción de la actividad	Fecha de inicio	Fecha de terminación	Personal responsable

5. Misma información solicitada en diferentes apartados.

Dentro de las guías de elaboración se encuentran apartados donde se solicita la misma información, sin importar si fue previamente requerida en apartados anteriores. Esto se puede observar en el apartado VI.6 y VI.9 de la guía para la elaboración del ERA, los cuales fueron integrados únicamente en el apartado 6.6 de la nueva propuesta de guía; y el apartado VII.1 y X.1 de la guía para la elaboración de PPA, en las cuales se solicitan datos e información similar con el mismo objetivo, los cuales se incluyeron en el apartado 6.6 de la nueva guía, dando una redacción y enfoque más claro.

a. Información semejante solicitada en guía de elaboración de ERA

VI.6	Indicar claramente las recomendaciones técnico-operativas resultantes de la aplicación de las metodologías para la identificación de riesgos, así como de la evaluación de los mismos, señalados en los puntos VI.2 y VI.3.
VI.9	Indicar las medidas preventivas o programas de contingencias que se aplicarán, durante la operación normal de la instalación, para evitar el deterioro del medio ambiente (sistemas anticontaminantes), incluidas aquellas orientadas a la restauración de la zona afectada en caso de accidente.



6.6.	Con base en la identificación y evaluación de riesgos realizados:
6.6.1.	Describir a detalle las medidas, equipos, dispositivos, sistemas de seguridad y sistemas contra-incendios con que cuenta la instalación, consideradas para la prevención, control y atención de eventos extraordinarios. Analizar si son apropiados y/o suficientes para la contención de eventos accidentales y, en caso de no serlo y requerir alguna modificación o adición al sistema de seguridad, incluir una tabla enlistando el equipo a modificar o a agregar.
6.6.2.	Indicar los programas de mantenimiento, inspección, capacitación y operación con que se cuenta en la instalación y evaluar si son suficientes y/o apropiados para la prevención de los accidentes graves identificados.

b. Información semejante solicitada en guía de elaboración de PPA

VII.1.-Directorio de la Estructura Funcional para la Instrumentación del Plan de Respuesta a Emergencias al interior y exterior de las instalaciones.
Describir en forma de tabla los datos del personal que atendería las emergencias a nivel interno y externo, se debe proporcionar teléfono de oficina con extensión (en su caso).
Asimismo se deberá relacionar aquellos organismos u organizaciones que puedan prestar ayuda en caso de emergencia, tales como: Comités Locales de Ayuda Mutua, Comités Locales de Protección Civil, Dirección de Seguridad Pública Estatal y Municipal, Policía Federal de Caminos, Servicios Coordinados de Salud, Bomberos Municipales, Partidas Militares y Empresas Privadas, que puedan brindar apoyo en caso de una emergencia, debiendo señalar funciones, ubicación y tiempo estimado de arribo a la instalación.
Para el desarrollo de este capítulo deberá utilizar el formato señalado en el anexo E integrado al final de este documento.
X.1- Identificación de Grupos o instituciones de apoyo
Relacionar los Grupos o Instituciones que hayan sido identificadas para brindar apoyo en caso de una emergencia, señalando tipo de servicio que ofrecen, ubicación y tiempo estimado de arribo a la instalación.



VI. DIRECTORIO PARA LA RESPUESTA A EMERGENCIAS.

VI.1. Directorio de la estructura funcional interna para la Respuesta a emergencias.

En este apartado se debe proporcionar en forma de tabla la estructura con la que cuenta la empresa para la atención de emergencias las 24 horas del día, sin importar el número de turnos o días laborables, incluyendo brigadas, integrantes de ellas, rol y función, así como número de contacto dentro de la empresa.

VI.2. Directorio de la Estructura Funcional externa para la Respuesta a Emergencias al interior y exterior de las instalaciones.

Describir en forma de tabla los datos de aquellos organismos u organizaciones que puedan prestar ayuda en caso de emergencias a nivel interno y/o externo, tales como: Comités Locales de Ayuda Mutua, Comités Locales de Protección Civil, Dirección de Seguridad Pública Estatal y Municipal, Policía Federal de Caminos, Servicios Coordinados de Salud. Bomberos Municipales, Partidas Militares y Empresas Privadas, entre otros, que puedan brindar apoyo en caso de una emergencia, señalando funciones, número de contacto, ubicación y tiempo estimado de arribo a la instalación.

Directorio de la estructura funcional externa para respuesta a emergencias				
Nombre de la organización	Ubicación	Teléfono de contacto	Función	Tiempo de arribo a la instalación

6. Normatividad relacionada con la simbología de seguridad y ambiente laboral.

Anteriormente, la guía para la elaboración del PPA mostraba una simbología a utilizar en el anexo D, la cual se muestra de manera poco visible y precaria, es por eso que se decidió actualizar la simbología, ahora, de acuerdo con NOM-026-STPS-2008: Colores y señales de seguridad e higiene, e identificación de riesgos por fluidos conducidos en tuberías.

Asimismo, se identifica la importancia de la prevención de accidentes a través de la eliminación o reducción de “riesgos indirectos” que, tal como se vio en el apartado I.3.4 de este trabajo, son riesgos no inherentes al proceso, a las instalaciones o a las sustancias químicas utilizadas dentro de una planta de proceso, pero que, de no ser correctamente controlados, pueden tener consecuencias negativas dentro de la productividad o integridad física y mental de los trabajadores, provocando, de forma indirecta, la ocurrencia de un accidente grave. Los principales factores identificados que pueden afectar a los empleados de una manera más directa y severa son la energía vibratoria (tanto como vibraciones causadas por equipos, como la manifestada a través del ruido), la energía térmica, la energía luminosa, los riesgos eléctricos y los riesgos psicosociales; cada uno afectando de manera diferente diversos aspectos de las personas. La energía vibratoria y la energía térmica pueden provocar malestar

generalizado o específico en el cuerpo de los trabajadores, una incorrecta implementación de la iluminación en un espacio laboral puede ser un importante factor al momento de que un empleado realice una labor peligrosa, inhabilitándolo para tomar decisiones de manera apropiada o entorpeciendo la ejecución de sus tareas; la energía eléctrica mal aterrizada o sin supervisión puede causar, en el peor de los casos, la muerte instantánea de un trabajador. Cada una de las fuentes de riesgo indirectos afectan a una instalación eléctrica a diferentes plazos temporales, ya sea provocando una incapacidad en algún empleado (que seguirá formando parte de la plantilla sin laborar dentro de las instalaciones), una constante rotación de personal debido a los riesgos no atendidos o mal ambiente laboral y social, o pagando indemnizaciones debido al fallecimiento de trabajadores por peligros no atendidos; todo desembocando en pérdidas económicas que, dentro de un único punto de vista empresarial, son inmensamente importantes.

Debido a ello, y conociendo las diferentes normatividades mexicanas que regulan los parámetros previamente comentados, se incluye dentro de las nuevas guías la obligación de incluir las conclusiones de los estudios realizados para el cumplimiento de las Normas Oficiales Mexicanas correspondientes a cada riesgo indirecto, con el fin de asegurar el bienestar del personal y reconociendo a los recursos humanos como un factor igual de importante que los demás peligros inherentes a tomar en cuenta. Las normas que regulan dichos aspectos son:

- Ruido: NOM-011-STPS-2002, Condiciones de seguridad e higiene en los centros de trabajo donde se genere ruido.
- Temperaturas extremas: NOM-015-STPS-2001, Condiciones térmicas elevadas o abatidas – Condiciones de seguridad.
- Electricidad estática: NOM-022-STPS-2015, Electricidad estática en los centros de trabajo – Condiciones de seguridad.
- Energía vibratoria: NOM-024-STPS-2001, Vibraciones – Condiciones de seguridad e higiene en los centros de trabajo.
- Iluminación: NOM-025-STPS-2008, Condiciones de iluminación en los centros de trabajo.
- Riesgo psicosocial: NOM-035-STPS-2018, Factores de riesgo psicosocial en el trabajo – Identificación, análisis y prevención.

7. Carencia de unificación de definiciones.

La elaboración del Estudio de Riesgo Ambiental es la base para la realización de las medidas de prevención y protección ambiental, pues en ella se identifican los riesgos a tomar en cuenta, por tanto, resulta relevante poder incluir en la guía de elaboración de ERA un apartado con las definiciones más importantes de conceptos utilizados en ella para que toda persona o entidad que realice el Estudio de Riesgo Ambiental y, con base en él, el Programa para la Prevención de Accidentes, tenga en mente el mismo significado al momento de elaborar la documentación. Adicionalmente, en algunas de las definiciones se agregan hipervínculos para conocer más acerca de dichos conceptos y, en el caso de las metodologías de identificación de riesgos, para conocer las principales y así poder elegir entre la más apropiada para la instalación a evaluar.

8. Nueva identificación de las zonas de riesgo para sustancias tóxicas.

Las guías para la elaboración de PPA actualmente identifican las zonas de riesgo como “Zona de Alto Riesgo” y “Zona de Amortiguamiento”, las cuales se definen como “una zona de restricción total, en la que no se debe permitir ningún tipo de actividad” y “donde se pueden permitir determinadas actividades productivas que sean compatibles con la finalidad de salvaguardar a la población y al ambiente”, respectivamente; para las cuales, el criterio para identificar cada una de ellas es conforme a los valores IDLH, para zona de alto riesgo, y TLV-STEL y TLV-TWA, para zona de amortiguamiento.

Aunque los valores TLV, por definición permiten que una persona esté expuesta a cierta concentración de alguna sustancia química por un determinado período de tiempo, la guía de lineamientos de la Conferencia Americana de Higienistas Industriales Gubernamentales (ACGIH, por sus siglas en inglés) recomienda que “exposiciones por encima del TLV-TWA y hasta el TLV-STEL no deben ser mayores de 15 minutos ni deben ocurrir por más de cuatro veces en el día. Debe haber, además, un intervalo de al menos 60 minutos entre exposiciones sucesivas a estos niveles” (Fernández de la Vega, 2020).

Bajo dichas recomendaciones, y teniendo claro la definición del valor TLV-STEL, plantear una zona de amortiguamiento en la cual se permitan actividades productivas y el asentamiento de personas por un período de tiempo indeterminado no es apropiado. Por tal razón, se propone la inclusión de una nueva zona de riesgo en la cual se establezca que el período máximo de estancia para una persona sin equipo de protección personal

sea de 15 minutos, procurando que dicho tiempo sea útil para la evacuación del lugar con las pertenencias necesarias, o realizar alguna actividad de urgencia dentro de la zona; dicha región será denominada como “Zona de Estadía Limitada”.

Con relación a la estimación de consecuencias elaborada a través de softwares como ALOHA, en la que se representan las áreas de afectación, la identificación de las zonas de riesgo sería:

9. Zona de Alto Riesgo: El área perteneciente a esta zona estará representada por la totalidad del gráfico de concentración de IDLH.
10. Zona de Amortiguamiento: El área correspondiente será la resultante de la diferencia entre la gráfica de concentración de TLV-STEL y la gráfica de concentración de IDLH.
11. Zona de Estadía Limitada: Es el área resultante de la diferencia entre la gráfica de concentración de TLV-STEL y la gráfica de concentración de IDLH.



A continuación, se presentan los documentos actualizados y con las mejoras propuestas anteriormente, y, posteriormente, un ejemplo ficticio de la aplicación de ambas guías de elaboración. Adicionalmente, para poder observar la comparativa en la información incluida en las guías, el mismo ejemplo ficticio se desarrolló utilizando las guías originales de elaboración del ERA y del PPA, el cual está ubicado en el Anexo 4 de este trabajo.

3.2. Propuesta de mejora

3.2.1. Guía para la elaboración del Estudio de Riesgo Ambiental



**SUBSECRETARÍA DE GESTIÓN PARA
LA PROTECCIÓN AMBIENTAL
DIRECCIÓN GENERAL DE GESTIÓN INTEGRAL DE
MATERIALES Y ACTIVIDADES RIESGOSAS
Dirección de Riesgo y Proyectos**

GUÍA PARA LA ELABORACIÓN DEL ESTUDIO DE RIESGO AMBIENTAL PARA EMPRESAS QUE REALIZAN ACTIVIDADES ALTAMENTE RIESGOSAS (ESTABLECIMIENTOS NUEVOS Y EN OPERACIÓN)

Trámite SEMARNAT 07-008

Instrucciones generales

El Estudio de Riesgo Ambiental (ERA) es un instrumento de carácter preventivo que tiene la finalidad de proteger a la sociedad y al ambiente de posibles liberaciones accidentales de sustancias consideradas como peligrosas por sus características CRETIB (Corrosivo, Reactivo, Explosivo Tóxico, Inflamable y Biológico infeccioso), las cuales, al ser ocupadas, almacenadas, generadas o procesadas en cantidades altas, pueden ser una fuente de accidentes.

En la elaboración del Estudio de Riesgo Ambiental es necesario que cada uno de los puntos que lo integran sea desarrollado con el detalle y profundidad técnica suficiente, capaz de sustentar la evaluación integral de la instalación, por lo que es necesario no considerarse como un cuestionario, sin embargo, se deben abarcar todos los puntos presentados. Es indispensable que toda la información sea legible y actualizada y deberá ser presentada en idioma español.

El interesado deberá presentar el Programa para la Prevención de Accidentes siguiendo el orden establecido por el capitulado y sus numerales, utilizando separadores que permitan distinguir claramente lo que corresponde a cada apartado, lo cual permitirá una gestión más eficaz y eficiente a ambas partes y una comunicación más efectiva.

Todos los planos y mapas solicitados en la presente guía deberán ser legible, incluir simbología apropiada, norte indicado y estar a una escala no mayor a 1:10,000.

Queda prohibida su modificación sin previo aviso a las autoridades correspondientes.



Definiciones:

-**Actividad Altamente Riesgosa:** Manejo de cantidades iguales o superiores de alguna de las sustancias señaladas en el Primer^[1] y/o Segundo^[2] Listados de Actividades Altamente Riesgosas, publicados en el Diario Oficial de la Federación^[3].

-**Balance de materia y energía:** Herramienta que permite conocer los caudales másicos de todas las corrientes materiales que intervienen en el proceso, así como las necesidades energéticas del mismo, estos suelen presentarse en forma de tabla en los diagramas de flujo de proceso.^{[4][5][6]}

-**Bases de diseño:** Es el documento en el que se establecen todas las características técnicas que definen los objetivos del proyecto. Se toma como un cuestionario que van desde las generalidades de la planta, hasta el diseño de equipo, entre otros.^[7]

-**Diagrama de bloques:** Es una representación sencilla de un proceso de producción industrial. En él, cada bloque representa una operación o una etapa completa del proceso.^[8]

-**Diagrama de flujo de proceso (DFP):** Es una representación esquemática de la secuencia de etapas para transformar la materia prima en productos, en donde se muestran las diversas operaciones unitarias.^[9]

-**Diagrama de tubería e instrumentación (DTI):** A partir del diagrama de flujo de proceso se desarrolla el DTI, éste muestra todo el equipo de proceso, la instrumentación y los accesorios requeridos para obtener una buena operación y control.^{[10][11]}

-**Identificación de riesgos:** Reconocer y valorar las pérdidas o daños probables sobre los agentes afectables y su distribución geográfica, a través del análisis de los peligros y la vulnerabilidad. Existen distintos tipos de metodologías para la identificación de riesgos, como lo son; el método de Análisis Funcional de Operatividad (HAZOP) o el análisis "What if?". Se recomiendan las guías técnicas de metodologías para el análisis de riesgo expedidas por la Dirección General de Protección Civil de España.^{[12][13][14][15]}

-**IDLH - Inmediatamente Peligroso para la Vida y la Salud (IPVS):** Es una concentración que representa una amenaza inmediata para la vida, y que puede producir efectos adversos irreversibles para la salud en un periodo de 30 minutos, o que puede afectar la capacidad de una persona para escapar de una atmósfera peligrosa.^[16]



-Ingeniería Básica: Es la información tecnológica en la que se establecen los procesos físicos y químicos necesarios para la transformación de la materia prima en producto, además de establecer la secuencia de proceso, descripción del equipo más importante para llevarlas a cabo y las condiciones de operación de cada equipo, en otras palabras, la Ingeniería Básica consiste en el desarrollo de la información tecnológica necesaria para elaborar un producto en el ámbito industrial.^[7]

-Ingeniería de detalle: Es la que va a permitir elaborar el diseño de las instalaciones, incluyendo los servicios auxiliares que permitan llevar a cabo la construcción de una planta. Es en esta etapa donde deben generarse documentos constructivos para las diferentes áreas o disciplinas que participan en el desarrollo de un proyecto.^[7]

-Jerarquización de riesgos: Una vez identificados los riesgos, estos se evalúan, normalmente, por medio de una matriz de riesgos tomando en cuenta la probabilidad y severidad de estos, para priorizarlo y enfocarse para un estudio más profundo.

-Programa de Desarrollo Urbano: Son los instrumentos de Planeación y Ordenamiento del Desarrollo Urbano, que en su conjunto determinan la política, estrategia y acciones a implementar en el territorio, de acuerdo con su jerarquía. Normalmente se encuentra como un documento en los sitios electrónicos de cada gobierno.^[7]

-TLV-STEL - Límite de Exposición a Corto Plazo: definidos como concentración promediada para períodos de 15 minutos (si no se especifica otro período de tiempo) que no debe superarse en ningún momento de la jornada de trabajo.^[6]

-TLV-TWA - Valor Límite de Seguridad: Es la concentración media ponderada en el tiempo, para una jornada normal de trabajo de 8 horas al día y una semana laboral de 40 horas, a la que pueden estar expuestos casi todos los trabajadores repetidamente día tras día, sin presentarse efectos adversos para la salud.^[6]

-Zona de Alto Riesgo: Es una zona de restricción total, en la que no se debe permitir ningún tipo de actividad, incluyendo los asentamientos humanos y la agricultura, con la excepción de actividades de forestación, el cercamiento y señalamiento de la misma, así como el mantenimiento y vigilancia.^[8] En el caso de las sustancias tóxicas, es el área de la gráfica de concentración de IDLH.

-Zona de Amortiguamiento: Zona donde se pueden permitir determinadas actividades productivas que sean compatibles con la finalidad de salvaguardar a la población y al ambiente, restringiendo el incremento de la población ahí asentada y capacitándola en

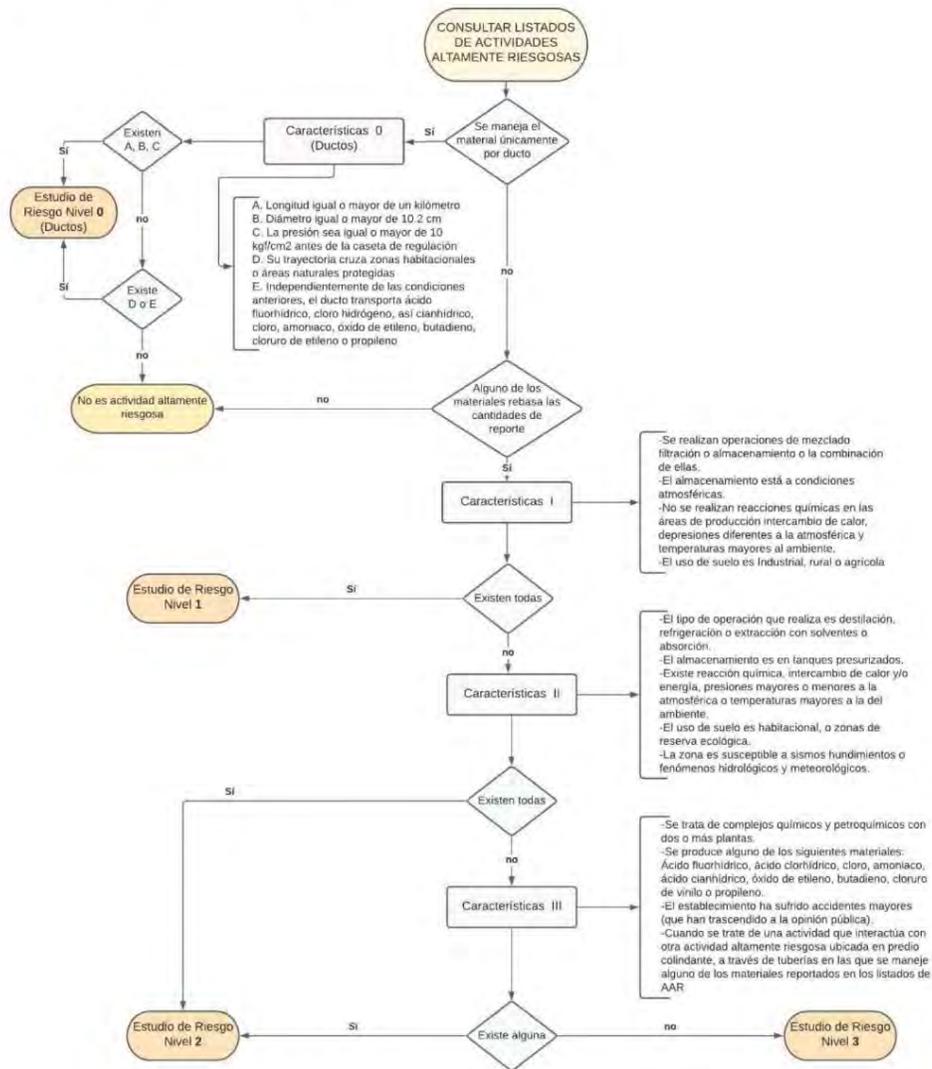


los programas de emergencia que se realicen para tal efecto.^[18] En el caso de las sustancias tóxicas, es el área resultante de la diferencia entre la gráfica de concentración de TLV-TWA y la gráfica de concentración de TLV-STEL.

-Zona de Estadía Limitada: Zona donde no se debe permanecer por más de 15 minutos sin protección adecuada, dado que se corre el riesgo de presentar efectos nocivos a la salud. En el caso de las sustancias tóxicas, es el área resultante de la diferencia entre la gráfica de concentración de TLV-STEL y la gráfica de concentración de IDLH.



La figura siguiente muestra los cuatro niveles diferentes de información necesaria para la presentación de los estudios de riesgo ambiental, de acuerdo con las características del establecimiento o instalación.



Determinación del Nivel del Estudio

NIVEL 0: Ductos terrestres

Capítulo 1. Datos Generales

- 1.1. Nombre o razón social de la empresa u organismo. (Anexar copia simple del instrumento jurídico mediante el cual se constituyó la empresa: acta constitutiva, escritura pública o decreto).
- 1.2. Registro Federal de Contribuyentes de la empresa.
- 1.3. Número de registro del Sistema de Información Empresarial Mexicano (SIEM) (opcional).
- 1.4. Cámara o asociación a la que pertenece, indicando el número de registro y la fecha de afiliación (opcional).
- 1.5. Actividad productiva principal del establecimiento.
- 1.6. Clave del Catálogo MAP.
- 1.7. Código ambiental (CA).
- 1.8. Domicilio del establecimiento (agregar croquis).
- 1.9. Domicilio, número telefónico y correo electrónico para oír y recibir notificaciones.
- 1.10. Fecha de inicio de operación.
- 1.11. Número de trabajadores por día y por turno laborado. Indicar si dentro de las instalaciones existen empleados indirectos (proveedores, personal contratado por *outsourcing* o por compañías externas) y qué cantidad promedio hay de ellos.
- 1.12. ¿Es maquiladora de régimen de importación temporal? (Opcional).
- 1.13. ¿Pertenece a alguna corporación? (Opcional).
- 1.14. Inversión estimada (M.N.).
- 1.15. Responsable(s) de la elaboración del ERA, anexar documento de identificación oficial.
- 1.16. Nombre y/o razón social y domicilio de la compañía encargada de la elaboración del Estudio de Riesgo (indicando calle, número interior y exterior, colonia, municipio o alcaldía, código postal, entidad federativa, teléfono, fax).
- 1.17. Nombre del responsable del Departamento proponente del Estudio de Riesgo Ambiental.
- 1.18. Nombre completo, firma y puesto de la persona responsable de la instalación (Representante legal). Anexar comprobantes que identifiquen la capacidad jurídica del responsable de la empresa, suficientes para suscribir el presente documento.



Capítulo 2. Descripción General de la Instalación

- 2.1. Nombre de la instalación, haciendo una breve descripción de las actividades realizadas en ella.
 - 2.1.1. Planes de crecimiento a futuro, señalando la fecha estimada de realización.
 - 2.1.2. Fecha de inicio de operaciones.
 - 2.1.3. Describir la instalación, indicando alcance e instalaciones que lo conforman, origen, destino, número de líneas, diámetro, longitud, servicio, capacidad proyectada, inversión y vida útil.
 - 2.1.4. Señalar cuál es su antigüedad y vida útil remanente.
- 2.2. Ubicación del ducto en operación.
 - 2.2.1. Incluir un mapa de la región colindante al ducto, donde se observen usos de suelo, vialidades y cruzamientos. Indicar en una tabla los cruzamientos con ríos, carreteras ductos, lagos, etc.; señalando kilometraje de ubicación.
 - 2.2.2. Descripción de accesos (marítimos y terrestres).
- 2.3. Especificar las autorizaciones oficiales con que cuentan para realizar la actividad en estudio (permiso de Comisión Nacional del Agua (CONAGUA), permiso de uso del suelo, permiso de construcción, autorización en material de Impacto Ambiental, contratos de arrendamiento, permisos de propietarios, etc.). Anexar comprobantes.

Capítulo 3. Aspectos del medio natural y socioeconómico

La información presentada en este apartado tendrá que estar referenciada y sustentada en fuentes confiables y actualizadas, debiéndose señalar en el estudio dicha referencia.

- 3.1. Descripción de los sitios o áreas seleccionadas para la ubicación del ducto, considerando el entorno natural, incluyendo relevante sobre intemperismos, flora, fauna, hidrología, asentamientos residenciales, comerciales o industriales, cruces, etc., en una franja de 200 metros, paralela a la trayectoria del ducto.
 - 3.1.1. Incluir plano(s) de la región, indicativos de la ubicación de zonas vulnerables o puntos de interés (asentamientos humanos, áreas naturales protegidas, zonas de reserva ecológica, cuerpos de agua, etc.), señalando en una tabla los distanciamientos entre ellas y la instalación; así como la densidad demográfica de las zonas habitadas cercanas al trazo del proyecto.
- 3.2. Describir detalladamente las características climáticas entorno a la instalación, con base en el comportamiento histórico de los últimos 10 años (temperatura máxima,



mínima y promedio; dirección y velocidad del viento, humedad relativa, precipitación pluvial).

3.3. ¿Los sitios o áreas que conforman la trayectoria del ducto se encuentran en zonas susceptibles a:

- () Terremotos (sismicidad)?
- () Corrimientos de tierra?
- () Derrumbamientos o hundimientos?
- () Inundaciones (historial de 10 años)?
- () Pérdidas de suelo debido a la erosión?
- () Contaminación de las aguas superficiales debido a escurrimientos y erosión?
- () Huracanes?

Los casos contestados afirmativamente, describirlos a detalle.

3.4. Indicar el deterioro esperado en la flora y fauna por la realización de actividades de la instalación, principalmente en aquellas especies en peligro de extinción.

Capítulo 4. Integración del proyecto a las políticas marcadas en el programa de desarrollo urbano local

Señalar si las actividades de la instalación se encuentran enmarcadas con las políticas del Programa de Desarrollo Local, que tengan vinculación directa con las mismas. Anexar el plano del referido Programa de Desarrollo Urbano de la zona donde se localiza la instalación.

Capítulo 5. Descripción del sistema de transporte

- 5.1. Indicar las bases de diseño y normas utilizadas para la construcción del ducto, así como los procedimientos de certificación de materiales empleados, los límites de tolerancia a la corrosión, recubrimientos a emplear y bases de diseño y ubicación de válvulas de seccionamiento, venteo y control.
- 5.2. Adjuntar planos de trazo y perfil del ducto, donde se incluya información sobre especificaciones y profundidad del ducto y condiciones de operación.
- 5.3. Incluir las hojas de datos de seguridad (MSDS) de las sustancias y/o materiales peligrosos involucrados, de acuerdo a la NOM-018-STPS-2015 "Sistema armonizado



para la identificación y comunicación de peligros y riesgos por sustancias químicas peligrosas en los centros de trabajo”, de aquellas sustancias consideradas peligrosas que presenten alguna característica CRETIB.

- 5.4. Describir a detalle las medidas, equipos, dispositivos y sistemas de seguridad con que cuenta la instalación, considerados para la prevención, control y atención de eventos extraordinarios.
- 5.5. Condiciones de operación.
 - 5.5.1. Describir las condiciones de operación del ducto (flujo, temperaturas y presiones de diseño y operación), así como el estado físico de la(s) sustancia(s) transportada(s).
 - 5.5.2. Describir las características de la instrumentación y control.

Capítulo 6. Análisis y evaluación de riesgos

- 6.1. Antecedentes de accidentes e incidentes ocurridos en ductos similares, describiendo brevemente el evento, las causas, sustancia(s) involucrada(s), nivel de afectación y, en su caso, acciones realizadas para su atención.
- 6.2. Identificar los puntos probables de riesgo, empleando una metodología específica (p. ej. ¿Qué pasa si?/*What If?*, Lista de verificación, HAZOP (Análisis Funcional de Operabilidad), Árbol de fallas) o, en su caso, cualquier otra cuyos alcances y profundidad de identificación sean similares, debiéndose aplicar la metodología de acuerdo a las especificaciones propias de la misma. En caso de modificar la metodología, tendrá que sustentarse técnicamente.

Bajo el mismo contexto, indicar los criterios de selección de la(s) metodología(s) utilizada(s) para la identificación y jerarquización de riesgos. Asimismo, anexar la memoria descriptiva de la(s) metodología(s) empleada(s).

En la aplicación de la(s) metodología(s) utilizada(s), se tendrán que considerar todos los aspectos de riesgo de cada uno de los nodos y sectores que conforman la instalación.

Para la jerarquización de riesgos se podrá utilizar: Matriz de riesgos, metodologías cuantitativas de identificación de riesgos, o bien, aplicar criterios de peligrosidad de los materiales en función de los gastos, condiciones de operación y/o características CRETIB o algún otro método que justifique técnicamente dicha jerarquización.



- 6.3. Determinar los radios potenciales de afectación a través de la aplicación de modelos matemáticos de simulación del o los eventos máximos probables de riesgo, identificados en el punto 6.2, y anexar la memoria de cálculo para la determinación de los gastos, volúmenes y tiempos de fuga utilizados en las simulaciones, debiendo justificar y sustentar todos y cada uno de los datos empleados en estas determinaciones.

Para definir y justificar las zonas de seguridad al entorno de la instalación, es necesario utilizar los parámetros que se indican a continuación:

	Toxicidad (Concentración)	Inflamabilidad (Radiación térmica)	Explosividad (Sobrepresión)
Zona de Alto Riesgo	IDLH	5 kW/m ² o 1,500 BTU/ft ² h	1.0 lb/in ²
Zona de Estada Limitada	TLV-STEL (TLV ₁₅)	-	-
Zona de Amortiguamiento	TLV-TWA (TLV ₈)	1.4 kW/m ² o 440 BTU/ft ² h	0.5 lb/in ²

- NOTAS:**
- 1) En modelaciones por toxicidad, es necesario considerar las condiciones meteorológicas más críticas del sitio con base en la información de los últimos 10 años; en caso de no contar con dicha información, es necesario utilizar Estabilidad Clase F y velocidad del viento de 1.5 m/s.
 - 2) Para el caso de simulaciones por explosividad, considerarse en la determinación de las Zonas de Alto Riesgo y Amortiguamiento el 10% de la energía total liberada.
 - 3) En caso de no contar con alguno de los dos valores límite umbral (TLV), considerar el existente como zona de amortiguamiento.
 - 4) Se recomienda utilizar el software ALOHA para modelado de riesgos, el cual puede ser descargado del siguiente enlace:
<https://www.epa.gov/comeo/aloha-software>

- 6.4. Representar las zonas de alto riesgo y amortiguamiento en un plano, donde se indiquen los puntos de interés que pudieran verse afectados (asentamientos humanos, cuerpos de agua, vías de comunicación, caminos, etc.).
- 6.5. Realizar un análisis y evaluación de posibles interacciones de riesgo con otras áreas, equipos o instalaciones próximas a la instalación que se encuentren dentro de la Zona de Alto Riesgo, indicando las medidas preventivas orientadas a la reducción del riesgo de las mismas.



- 6.6. Con base en la identificación y evaluación de riesgos realizados:
- 6.6.1. Describir a detalle las medidas, equipos, dispositivos, sistemas de seguridad y sistemas contra-incendios con que cuenta la instalación, consideradas para la prevención, control y atención de eventos extraordinarios. Analizar si son apropiados y/o suficientes para la contención de eventos accidentales y, en caso de no serlo y requerir alguna modificación o adición al sistema de seguridad, incluir una tabla enlistando el equipo a modificar o a agregar.
- 6.6.2. Indicar los programas de mantenimiento, inspección, capacitación y operación con que se cuenta en la instalación y evaluar si son suficientes y/o apropiados para la prevención de los accidentes graves identificados.
- 6.7. Presentar reporte del resultado de la última auditoría de seguridad practicada a las instalaciones que conforman el ducto, anexando, en su caso, el programa calendarizado para el cumplimiento de las recomendaciones resultantes de la misma.

Los aspectos que tendrán que considerarse en la Auditoría son, entre otros:

- La revisión de normas y especificaciones de diseño y construcción de las líneas e instalaciones.
- La existencia y aplicación de procedimientos y programas para garantizar la adecuada operación y mantenimiento de las instalaciones que conforman las líneas.
- La implementación de los sistemas de identificación y señalamientos con que se cuenta a lo largo de las líneas para el respeto del derecho de vía.
- Los programas de inspección, verificación o pruebas, que certifiquen la calidad integral, resistencia mecánica y protección de las instalaciones que conforman las líneas (Medición de espesores, radiografiado, certificación de accesorios y conexiones, protección mecánica y catódica, pruebas hidrostática y neumática, etc.).
- Programas de revisión de los sistemas y dispositivos de seguridad, tales como alarmas, reguladores de presión o temperatura, instrumentos de control, válvulas de alivio, incluidos los programas de calibración de la instrumentación y elementos de control; así como de los sistemas y equipos contra-incendio.
- Verificar que el potencial de riesgo reportado en el estudio de riesgo evaluado, no se haya modificado y, si es el caso, reportar sobre los nuevos radios de afectación determinados.
- Reparaciones o sustitución de tramos efectuados a las líneas.



- Disponibilidad del equipo necesario de protección personal para operación, mantenimiento y de primeros auxilios.
- Vulnerabilidad de la zona (asentamientos humanos irregulares, zonas habitacionales, áreas naturales protegidas, etc.).

Cabe señalar que es necesario poner especial énfasis en aquellas áreas que resultaron ser las de mayor riesgo, de acuerdo con los resultados del estudio de riesgo.

Capítulo 7. Conclusiones y recomendaciones

- 7.1. Hacer un resumen de la situación general que presenta la instalación en materia de riesgo ambiental, señalando las desviaciones encontradas y posibles áreas de afectación.
- 7.2. Presentar un Resumen Ejecutivo del Estudio de Riesgo, que contendrá los datos generales de la empresa y la relación de sustancias peligrosas manejadas.
- 7.3. Señalar las conclusiones del estudio de riesgo.

Capítulo 8. Anexo fotográfico

- 8.1. Presentar anexo fotográfico o video de los sitios de interés cercanos al trazo en el que se muestren las colindancias, origen, destino final y puntos de interés cercanos al mismo (asentamientos humanos, áreas naturales protegidas, zonas de reserva ecológica, cuerpos de agua, etc.).



NIVEL 1, 2 Y 3

Capítulo 1. Datos Generales

- 1.1. Nombre o razón social de la empresa u organismo (Anexar copia simple del instrumento jurídico mediante el cual se constituyó la empresa: acta constitutiva, escritura pública o decreto).
- 1.2. Registro Federal de Contribuyentes de la empresa.
- 1.3. Número de registro del Sistema de Información Empresarial Mexicano (SIEM) (opcional).
- 1.4. Cámara o asociación a la que pertenece, indicando el número de registro y la fecha de afiliación (opcional).
- 1.5. Actividad productiva principal del establecimiento.
- 1.6. Clave del Catálogo MAP.
- 1.7. Código ambiental (CA).
- 1.8. Domicilio del establecimiento (agregar croquis).
- 1.9. Domicilio y número telefónico para oír y recibir notificaciones.
- 1.10. Fecha de inicio de operación.
- 1.11. Número de trabajadores por día y por turno laborado. Indicar si dentro de las instalaciones existen empleados indirectos (proveedores, personal contratado por *outsourcing* o por compañías externas) y qué cantidad promedio hay de ellos.
- 1.12. Total de horas semanales trabajadas en planta (opcional).
- 1.13. ¿Es maquiladora de régimen de importación temporal? (Opcional).
- 1.14. ¿Pertenece a alguna corporación? (Opcional).
- 1.15. Inversión estimada (M.N.)
- 1.16. Responsable(s) de la elaboración del ERA, anexar documento de identificación oficial.
- 1.17. Nombre y/o razón social y domicilio de la compañía encargada de la elaboración del Estudio de Riesgo (indicando calle, número interior y exterior, colonia, municipio o alcaldía, código postal, entidad federativa, teléfono, fax).
- 1.18. Nombre del responsable del Departamento proponente del Estudio de Riesgo Ambiental.
- 1.19. Nombre completo, firma y puesto de la persona responsable de la instalación (Representante legal). Anexar comprobantes que identifiquen la capacidad jurídica del responsable de la empresa, suficientes para suscribir el presente documento.



Capítulo 2: Descripción general de la instalación

- 2.1. Nombre de la instalación, haciendo una breve descripción de la actividad.
 - 2.1.1. Planes de crecimiento a futuro, señalando la fecha estimada de realización.
 - 2.1.2. Fecha de inicio de inicio de operaciones.
- 2.2. Ubicación de la instalación.
 - 2.2.1. Planos de localización, marcando puntos importantes de interés cercanos a la instalación o proyecto en un radio de 500 m.
 - 2.2.2. Coordenadas geográficas de la instalación.
 - 2.2.3. Describir y señalar en los planos de localización, las colindancias de la instalación y los usos del suelo en un radio de 500 metros en su entorno, así como la ubicación de zonas vulnerables, tales como: asentamientos humanos, áreas naturales protegidas, zonas de reserva ecológica, cuerpos de agua, etc.; señalando claramente los distanciamientos a las mismas.
 - 2.2.4. Superficie total de la instalación y superficie ocupada para el desarrollo de la actividad (m² o Ha).
 - 2.2.5. Descripción de accesos (marítimos, terrestres y/o aéreos).
 - 2.2.6. Infraestructura necesaria. Para el caso de ampliaciones, indicar en forma de lista la infraestructura actual y la proyectada.
- 2.3. Actividades que tengan vinculación con las que pretendan desarrollar en la instalación (industriales, comerciales y/o de servicios).
- 2.4. Número de personal necesario para la operación del área de producción.
- 2.5. Especificar las autorizaciones oficiales con que se cuenta para realizar la actividad en estudio (licencia de funcionamiento, permiso de uso de suelo, permiso de construcción, autorización en materia de Impacto Ambiental, etc.). Anexar comprobantes.

Capítulo 3: Aspectos del medio natural y socioeconómico.

La información presentada en este capítulo tendrá que estar referenciada y sustentada en fuentes confiables y actualizadas, debiéndose señalar en el estudio dicha referencia.

- 3.1. Describir las características del entorno ambiental a la instalación en donde se contemple flora, fauna, suelo, aire y agua.
- 3.2. Describir detalladamente las características climáticas entorno a la instalación, con base en el comportamiento histórico de los últimos 10 años (temperatura máxima,





mínima y promedio; dirección y velocidad del viento, humedad relativa, precipitación pluvial, estabilidad atmosférica de Pasquill).

- 3.3. Indicar la densidad demográfica de la zona donde se ubica la instalación.
- 3.4. Indicar los giros o actividades desarrolladas por terceros, entorno a la instalación.
- 3.5. Indicar el deterioro esperado en la flora y fauna por la realización de actividades de la instalación, principalmente en aquellas especies en peligro de extinción.
- 3.6. ¿El sitio de la instalación de la planta está ubicado en una zona susceptible a:

- () Terremotos (sismicidad)?
- () Corrimientos de tierra?
- () Derrumbamientos o hundimientos?
- () Efectos meteorológicos adversos (inversión térmica, niebla, etc.)?
- () Inundaciones (historial de 10 años)?
- () Pérdidas de suelo debido a la erosión?
- () Contaminación de las aguas superficiales debido a escurrimientos y erosión?
- () Riesgos radiológicos?
- () Huracanes?

Los casos contestados afirmativamente, describirlos a detalle.

- 3.7. De existir un historial epidémico y endémico de enfermedades cíclicas en el área de las instalaciones, proporcione la información correspondiente.

Capítulo 4. Integración del proyecto a las políticas marcadas en el programa de desarrollo urbano local.

Señalar si las actividades de la instalación se encuentran enmarcadas con las políticas del Programa de Desarrollo Local, que tengan vinculación directa con las mismas. Anexar el plano del referido Programa de Desarrollo Urbano de la zona donde se localiza la instalación.



NIVEL 1

Capítulo 5. Descripción del proceso

- 5.1. Mencionar los criterios de diseño de la instalación con base en las características del sitio y a la susceptibilidad de la zona a fenómenos naturales y efectos meteorológicos adversos.
- 5.2. Descripción detallada del proceso por líneas de producción, debiendo incluir diagramas de bloques. Indicar el régimen operativo de la instalación (continuo o por lotes).
- 5.3. Listar todas las materias primas, productos, subproductos y residuos manejados en el proceso, señalando aquellas que se encuentren en los Listados de Actividades Altamente Riesgosas; especificando nombre de la sustancia, cantidad máxima de almacenamiento en kg, flujo en kg/min o L/min, concentración, capacidad máxima de producción, tipo de almacenamiento (granel, sacos, tanques, tambores, bidones, cuñetes, etc.) y equipo de seguridad.

Sustancias químicas utilizadas y/o almacenadas en planta						
Sustancia y Concentración	AAR	Cantidad máxima almacenamiento (kg)	Flujo	Producción	Tipo de Almacenamiento	Equipo de Seguridad
Agua (IM)	No	3,000	85 L/min	-	Tanques	-

- 5.4. Presentar las hojas de datos de seguridad (MSD), de acuerdo a la NOM-018-STPS-2015, "Sistema para la identificación y comunicación de riesgos por sustancias químicas en los centros de trabajo", de aquellas sustancias consideradas peligrosas que presenten alguna característica CRETIB.
- 5.5. Describir tipo de recipientes y/o envases de almacenamiento con su respectivo código o número dentro de la planta. Especificar: Características, código o estándares de construcción, dimensiones, capacidad o volumen máximo de almacenamiento por recipiente, indicando la sustancia contenida, así como los dispositivos de seguridad instalados en los mismos.



Recipiente y nomenclatura	Sustancia	Características y estándares de construcción	Dimensiones y Cantidad de almacén.	Vida útil y Tiempo de uso	Dispositivos de seguridad
Tanque T-002	Agua	Tanque de polietileno API 6I	Diámetro: 1.5m Altura: 4m 1500kg	VU: 30 años TU: 2 años	Válvula de seguridad

5.6. Describir equipos de proceso y auxiliares, especificando características, tiempo estimado de uso y localización.

Equipo y Nomenclatura	Características y especificaciones	Capacidad y/o flujo	Vida útil y Tiempo de uso	Localización dentro de la planta
Bomba B-01	Centrifuga. Sello Hidráulico. 150HP 460 V. 3 Fases. 60 Hz. Acero Inx. 1400L/min	C: 1400L/min F: 800L/min	VU: 10 años TU: 2 años	Producción

- 5.7. Presentar el diagrama de flujo de proceso, indicando o anexando la siguiente información: balance de materia y energía, temperaturas y presiones de diseño y operación, y estado físico de las diversas corrientes del proceso.
- 5.8. Presentar Diagrama(s) de Tubería e Instrumentación (DTI's) con base en la ingeniería de detalle y con la simbología correspondiente. En caso de no contar con uno, omitir este punto.

Capítulo 6. Análisis y Evaluación de Riesgos.

- 6.1. Antecedentes de incidentes y accidentes ocurridos en la operación de las instalaciones o de procesos similares, describiendo brevemente: el evento, las causas, sustancias involucradas, nivel de afectación y, en su caso, acciones realizadas para su atención.
- 6.2. Con base en la información recopilada en el capítulo 5 (brindando mayor atención a los DTI's de la ingeniería de detalle y bases de diseño), identificar los riesgos en áreas de proceso, almacenamiento y transporte, mediante la utilización de alguna





de las siguientes metodologías: Análisis de Riesgo y Operabilidad (HAZOP); Lista de verificación (Check-list), ¿Qué pasa si...? (What if?), Índice Dow, Índice Mond, Análisis de Modo Falla y Efecto (FMEA); o alguna otra con características similares a las anteriores y/o la combinación de éstas, debiéndose aplicar la metodología de acuerdo a las especificaciones propias de la misma. En caso de modificar alguna metodología, es necesario sustentarse técnicamente.

Bajo el mismo contexto, indicar los criterios de selección de la(s) metodología(s) utilizada(s) para la identificación y jerarquización de riesgos; asimismo, anexas el o los procedimientos y la(s) memoria(s) descriptiva(s) de las metodologías empleadas.

En la aplicación de la(s) metodología(s) utilizada(s), es necesario considerar todos los aspectos de riesgo de cada una de las áreas que conforman la instalación.

Realizar una jerarquización de riesgos utilizando: Matriz de Riesgos, metodologías cuantitativas de identificación de riesgos sustentada en criterios de peligrosidad de los materiales, volúmenes de manejo, las condiciones de operación y/o características CRETIB de los mismos, o bien, mediante algún otro método que justifique técnicamente dicha jerarquización.

- 6.3. Determinar los radios potenciales de afectación a través de la aplicación de modelos matemáticos de simulación del o de los eventos máximos probables de riesgo identificados en el punto 6.2 y anexar la memoria de cálculo para la determinación de los gastos, volúmenes y tiempos de fuga utilizados en las simulaciones, es necesario justificar y sustentar todos y cada uno de los datos empleados en dichas determinaciones.

Para definir y justificar las zonas de seguridad al entorno de la instalación es necesario utilizar los criterios que se indican a continuación:



	Toxicidad (Concentración)	Inflamabilidad (Radiación térmica)	Explosividad (Sobrepresión)
Zona de Alto Riesgo	IDLH	5 kW/m ² o 1,500 BTU/ft ² h	1.0 lb/in ²
Zona de Estadía Limitada	TLV-STEL (TLV ₁₅)	-	-
Zona de Amortiguamiento	TLV-TWA (TLV ₈)	1.4 kW/m ² o 440 BTU/ft ² h	0.5 lb/in ²

NOTAS:

- 1)** En modelaciones por toxicidad, es necesario considerar las condiciones meteorológicas más críticas del sitio con base en la información de los últimos 10 años; en caso de no contar con dicha información, es necesario utilizar Estabilidad Clase F y velocidad del viento de 1.5 m/s.
- 2)** Para el caso de simulaciones por explosividad, considerarse en la determinación de las Zonas de Alto Riesgo y Amortiguamiento el 10% de la energía total liberada.
- 3)** En caso de no contar con alguno de los dos valores límite umbral (TLV), considerar el existente como zona de amortiguamiento.
- 4)** Se recomienda utilizar el software ALOHA para modelado de riesgos, el cual puede ser descargado del siguiente enlace:
<https://www.epa.gov/cameo/aloha-software>

- 6.4. Representar las zonas de alto riesgo y amortiguamiento en un plano a escala donde se indiquen los puntos de interés que pudieran verse afectados (asentamientos humanos, cuerpos de agua, vías de comunicación, caminos, etc.).
- 6.5. Realizar un análisis y evaluación de posibles interacciones de riesgo con otras áreas, equipos o instalaciones próximas a la instalación que se encuentren dentro de la Zona de Alto Riesgo, indicando las medidas preventivas orientadas a la reducción del riesgo de las mismas.
- 6.6. Con base en la identificación y evaluación de riesgos realizados:
 - 6.6.1. Describir a detalle las medidas, equipos, dispositivos, sistemas de seguridad y sistemas contra-incendios con que cuenta la instalación, consideradas para la prevención, control y atención de eventos extraordinarios. Analizar si son apropiados y/o suficientes para la contención de eventos accidentales y, en caso de no serlo y requerir alguna modificación o adición al sistema de seguridad, incluir una tabla enlistando el equipo a modificar o a agregar.
 - 6.6.2. Indicar los programas de mantenimiento, inspección, capacitación y operación con que se cuenta en la instalación y evaluar si son suficientes y/o apropiados para la prevención de los accidentes graves identificados.



- 6.7. Presentar reporte del resultado de la última auditoría de seguridad practicada a la instalación, anexando, en su caso, el programa calendarizado para el cumplimiento de las recomendaciones resultantes de la misma.

Los aspectos que tendrán que considerarse en la Auditoría son, entre otros:

- La revisión de normas y especificaciones de diseño y construcción de los equipos e instalaciones (vías de acceso y maniobra, tanques de almacenamiento, capacidad de bombeo, etc.).
- La existencia y aplicación de procedimientos y programas para garantizar la adecuada operación y mantenimiento de las instalaciones (Manuales con procedimientos de operación para cada área de la planta, paro, arranque y emergencias, mantenimiento preventivo, etc.).
- La implementación de los sistemas de identificación y codificación de los equipos (identificación de tuberías, tanques, unidades de transporte de la planta, etc.).
- Los programas de verificación o pruebas que certifiquen la calidad integral y resistencia mecánica de los equipos (medición de espesores en tuberías y recipientes, radiografiado, certificación de accesorios y conexiones, pruebas hidrostáticas y neumáticas, etc.).
- Programas de revisión de los diversos sistemas de seguridad, así como los programas de la calibración de la instrumentación y elementos de control (válvulas de seguridad, disparo y alarmas, etc.).
- Disposición del equipo necesario de protección personal y de primeros auxilios.
- Disposición de los residuos industriales generados dentro de sus instalaciones.

Cabe señalar que es necesario poner especial énfasis en aquellas áreas que resultaron ser las de mayor riesgo, de acuerdo con los resultados del estudio de riesgo.

Capítulo 7. Conclusiones y recomendaciones

- 7.1. Presentar un Resumen Ejecutivo del Estudio de Riesgo, que contendrá los datos generales de la empresa y la relación de sustancias peligrosas manejadas.



- 7.2. Hacer un resumen de la situación general que presenta la instalación en materia de riesgo ambiental, señalando los eventos accidentales identificados con mayor grado de probabilidad de ocurrencia y severidad, posibles interacciones de riesgo entre sustancias o equipos, áreas de afectación, y una síntesis de las medidas y equipos de seguridad y protección con que contará la instalación para mitigar, eliminar y/o reducir los riesgos identificados.
- 7.3. Señalar las conclusiones del estudio de riesgo.

Capítulo 8. Anexo fotográfico

- 8.1. Presentar anexo fotográfico o video de los sitios de interés cercanos al trazo en el que se muestren las colindancias, origen, destino final y puntos de interés cercanos al mismo (asentamientos humanos, áreas naturales protegidas, zonas de reserva ecológica, cuerpos de agua, etc.).



NIVEL 2

Capítulo 5. Descripción del proceso

- 5.1. Mencionar los criterios de diseño de la instalación con base en las características del sitio y a la susceptibilidad de la zona a fenómenos naturales y efectos meteorológicos adversos.
- 5.2. Descripción detallada del proceso por líneas de producción, debiendo incluir diagramas de bloques. Indicar el régimen operativo de la instalación (continuo o por lotes).
- 5.3. Listar todas las materias primas, productos, subproductos y residuos manejados en el proceso, señalando aquellas que se encuentren en los Listados de Actividades Altamente Riesgosas; especificando nombre de la sustancia, cantidad máxima de almacenamiento en kg, flujo en kg/min o L/min, concentración, capacidad máxima de producción, tipo de almacenamiento (granel, sacos, tanques, tambores, bidones, cuñetes, etc.) y equipo de seguridad.

Sustancias químicas utilizadas y/o almacenadas en planta						
Sustancia y Concentración	AAR	Cantidad máxima almacenamiento (kg)	Flujo	Producción	Tipo de Almacenamiento	Equipo de Seguridad
Agua (1M)	No	3,000	85 L/min	-	Tanques	-

- 5.4. Presentar las hojas de datos de seguridad (MSD), de acuerdo a la NOM-018-STPS-2015, "Sistema para la identificación y comunicación de riesgos por sustancias químicas en los centros de trabajo", de aquellas sustancias consideradas peligrosas que presenten alguna característica CRETIB.



- 5.5. Describir tipo de recipientes y/o envases de almacenamiento con su respectivo código o número dentro de la planta. Especificar: Características, código o estándares de construcción, dimensiones, vida útil y tiempo de uso, capacidad o volumen máximo de almacenamiento por recipiente, indicando la sustancia contenida, así como los dispositivos de seguridad instalados en los mismos.

Recipiente y nomenclatura	Sustancia	Características y estándares de construcción	Dimensiones y Cantidad de almacén.	Vida útil y Tiempo de uso	Dispositivos de seguridad
Tanque T-002	Agua	Tanque de polietileno API 6I	Diámetro: 1.5m Altura: 4m 1500kg	VU: 30 años TU: 2 años	Válvula de seguridad

- 5.6. Describir equipos de proceso y auxiliares, especificando características, tiempo estimado de uso y localización.

Equipo y Nomenclatura	Características y especificaciones	Capacidad y/o flujo	Vida útil y Tiempo de uso	Localización dentro de la planta
Bomba B-01	Centrifuga. Sello Hidráulico. 150HP 460 V. 3 Fases. 60 Hz. Acero Inx.	C: 1400L/min F: 800L/min	VU: 10 años TU: 2 años	Producción

- 5.7. Presentar el diagrama de flujo de proceso, indicando o anexando la siguiente información: balance de materia y energía, temperaturas y presiones de diseño y operación, estado físico de las diversas corrientes del proceso.
- 5.8. Presentar Diagrama(s) de Tubería e Instrumentación (DTI's) con base en la ingeniería de detalle y con la simbología correspondiente. En caso de no contar con uno, omitir este punto.



Capítulo 6. Análisis y Evaluación de Riesgos.

- 6.1. Antecedentes de incidentes y accidentes ocurridos en la operación de las instalaciones o de procesos similares, describiendo brevemente: el evento, las causas, sustancias involucradas, nivel de afectación y, en su caso, acciones realizadas para su atención.
- 6.2. Con base en la información recopilada en el capítulo 5 (brindando mayor atención a los DTI's de la ingeniería de detalle y bases de diseño), identificar los riesgos en áreas de proceso, almacenamiento y transporte, mediante la utilización de alguna de las siguientes metodologías: Análisis de Riesgo y Operabilidad (HAZOP); Lista de verificación (Check-list), ¿Qué pasa si...? (What if?), Índice Dow, Índice Mond, Análisis de Modo Falla y Efecto (FMEA); o alguna otra con características similares a las anteriores y/o la combinación de éstas, debiéndose aplicar la metodología de acuerdo a las especificaciones propias de la misma. En caso de modificar alguna metodología, es necesario sustentarse técnicamente.

Bajo el mismo contexto, indicar los criterios de selección de la(s) metodología(s) utilizada(s) para la identificación y jerarquización de riesgos; asimismo, anexas el o los procedimientos y la(s) memoria(s) descriptiva(s) de las metodologías empleadas.

En la aplicación de la(s) metodología(s) utilizada(s), es necesario considerar todos los aspectos de riesgo de cada una de las áreas que conforman la instalación.

Realizar una jerarquización de riesgos utilizando: Matriz de Riesgos, metodologías cuantitativas de identificación de riesgos sustentada en criterios de peligrosidad de los materiales, volúmenes de manejo, las condiciones de operación y/o características CRETIB de los mismos, o bien, mediante algún otro método que justifique técnicamente dicha jerarquización.

- 6.3. Determinar los radios potenciales de afectación a través de la aplicación de modelos matemáticos de simulación del o de los eventos máximos probables de riesgo identificados en el punto 6.2 y anexar la memoria de cálculo para la determinación de los gastos, volúmenes y tiempos de fuga utilizados en las simulaciones, es necesario justificar y sustentar todos y cada uno de los datos empleados en dichas determinaciones.



Para definir y justificar las zonas de seguridad al entorno de la instalación es necesario utilizar los criterios que se indican a continuación:

	Toxicidad (Concentración)	Inflamabilidad (Radiación térmica)	Explosividad (Sobrepresión)
Zona de Alto Riesgo	IDLH	5 kW/m ² o 1,500 BTU/ft ² h	1.0 lb/in ²
Zona de Estadía Limitada	TLV-STEL (TLV ₁₅)	-	-
Zona de Amortiguamiento	TLV-TWA (TLV ₈)	1.4 kW/m ² o 440 BTU/ft ² h	0.5 lb/in ²

NOTAS:

- 1) En modelaciones por toxicidad, es necesario considerar las condiciones meteorológicas más críticas del sitio con base en la información de los últimos 10 años; en caso de no contar con dicha información, es necesario utilizar Estabilidad Clase F y velocidad del viento de 1.5 m/s.
- 2) Para el caso de simulaciones por explosividad, considerarse en la determinación de las Zonas de Alto Riesgo y Amortiguamiento el 10% de la energía total liberada.
- 3) En caso de no contar con alguno de los dos valores límite umbral (TLV), considerar el existente como zona de amortiguamiento
- 4) Se recomienda utilizar el software ALOHA para modelado de riesgos, el cual puede ser descargado del siguiente enlace:
<https://www.epa.gov/cameo/aloha-software>

- 6.4. Representar las zonas de alto riesgo y amortiguamiento en un plano a escala donde se indiquen los puntos de interés que pudieran verse afectados (asentamientos humanos, cuerpos de agua, vías de comunicación, caminos, etc.).
- 6.5. Realizar un análisis y evaluación de posibles interacciones de riesgo con otras áreas, equipos o instalaciones próximas a la instalación que se encuentren dentro de la Zona de Alto Riesgo, indicando las medidas preventivas orientadas a la reducción del riesgo de las mismas.
- 6.6. Con base en la identificación y evaluación de riesgos realizados:
 - 6.6.1. Describir a detalle las medidas, equipos, dispositivos, sistemas de seguridad y sistemas contra-incendios con que cuenta la instalación, consideradas para la prevención, control y atención de eventos extraordinarios. Analizar si son apropiados y/o suficientes para la contención de eventos accidentales y, en caso de no serlo y requerir alguna modificación o adición al sistema de seguridad, incluir una tabla enlistando el equipo a modificar o a agregar.



- 6.6.2. Indicar los programas de mantenimiento, inspección, capacitación y operación con que se cuenta en la instalación y evaluar si son suficientes y/o apropiados para la prevención de los accidentes graves identificados. De no ser así, realizar las modificaciones pertinentes para cumplir con dicho objetivo o, en su caso, elaborar los programas con que no se cuente.
- 6.7. Presentar reporte del resultado de la última auditoría de seguridad practicada a la instalación, anexando, en su caso, el programa calendarizado para el cumplimiento de las recomendaciones resultantes de la misma.

Los aspectos que tendrán que considerarse en la Auditoría son, entre otros:

- La revisión de normas y especificaciones de diseño y construcción de los equipos e instalaciones (vías de acceso y maniobra, tanques de almacenamiento, capacidad de bombeo, etc.).
- La existencia y aplicación de procedimientos y programas para garantizar la adecuada operación y mantenimiento de las instalaciones (Manuales con procedimientos de operación para cada área de la planta, paro, arranque y emergencias, mantenimiento preventivo, etc.).
- La implementación de los sistemas de identificación y codificación de los equipos (identificación de tuberías, tanques, unidades de transporte de la planta, etc.).
- Los programas de verificación o pruebas que certifiquen la calidad integral y resistencia mecánica de los equipos (medición de espesores en tuberías y recipientes, radiografiado, certificación de accesorios y conexiones, pruebas hidrostáticas y neumáticas, etc.).
- Programas de revisión de los diversos sistemas de seguridad, así como los programas de la calibración de la instrumentación y elementos de control (válvulas de seguridad, disparo y alarmas, etc.).
- Disposición del equipo necesario de protección personal y de primeros auxilios.
- Disposición de los residuos industriales generados dentro de sus instalaciones.

Cabe señalar que es necesario poner especial énfasis en aquellas áreas que resultaron ser las de mayor riesgo, de acuerdo con los resultados del estudio de riesgo.



Capítulo 7. Conclusiones y recomendaciones

- 7.1. Presentar un Resumen Ejecutivo del Estudio de Riesgo, que contendrá los datos generales de la empresa y la relación de sustancias peligrosas manejadas.
- 7.2. Hacer un resumen de la situación general que presenta la instalación en materia de riesgo ambiental, señalando los eventos accidentales identificados con mayor grado de probabilidad de ocurrencia y severidad, posibles interacciones de riesgo entre sustancias o equipos, áreas de afectación, y una síntesis de las medidas y equipos de seguridad y protección con que contará la instalación para mitigar, eliminar y/o reducir los riesgos identificados.
- 7.3. Señalar las conclusiones del estudio de riesgo.

Capítulo 8. Anexo fotográfico

- 8.1. Presentar anexo fotográfico o video de los sitios de interés cercanos al trazo en el que se muestren las colindancias, origen, destino final y puntos de interés cercanos al mismo (asentamientos humanos, áreas naturales protegidas, zonas de reserva ecológica, cuerpos de agua, etc.).



NIVEL 3

Capítulo 5. Descripción del proceso

- 5.1. Mencionar los criterios de diseño de la instalación con base en las características del sitio y a la susceptibilidad de la zona a fenómenos naturales y efectos meteorológicos adversos.
- 5.2. Descripción detallada del proceso por líneas de producción, debiendo presentar diagramas de bloques. Indicar el régimen operativo de la instalación (continuo o por lotes).
- 5.3. Describir reacción principal y secundarias en donde intervienen sustancias o materiales considerados de alto riesgo, incluyendo la cinética de las mismas y mecanismos de reacción llevados a cabo en el proceso, bajo condiciones normales y anormales de operación.
- 5.4. Listar todas las materias primas, productos, subproductos y residuos manejados en el proceso, señalando aquellas que se encuentren en los Listados de Actividades Altamente Riesgosas; especificando nombre de la sustancia, cantidad máxima de almacenamiento en kg, flujo en kg/min o L/min, concentración, capacidad máxima de producción, tipo de almacenamiento (granel, sacos, tanques, tambores, bidones, cuñetes, etc.) y equipo de seguridad.

Sustancias químicas utilizadas y/o almacenadas en planta						
Sustancia y Concentración	AAR	Cantidad máxima almacenamiento (kg)	Flujo	Producción	Tipo de Almacenamiento	Equipo de Seguridad
Agua (1M)	No	3,000	85 L/min	-	Tanques	-

- 5.5. Presentar las hojas de datos de seguridad (MSD), de acuerdo a la NOM-018-STPS-2015, "Sistema para la identificación y comunicación de riesgos por sustancias químicas en los centros de trabajo", de aquellas sustancias consideradas peligrosas que presenten alguna característica CRETIB.



- 5.6. Describir tipo de recipientes y/o envases de almacenamiento. Especificar: Características, código o estándares de construcción, dimensiones, capacidad o volumen máximo de almacenamiento por recipiente, presión de diseño indicando la sustancia contenida, así como los dispositivos de seguridad instalados en los mismos.

Recipiente y nomenclatura	Sustancia	Características y estándares de construcción	Dimensiones y Cantidad de almacén.	Vida útil y Tiempo de uso	Dispositivos de seguridad
Tanque T-002	Agua	Tanque de polietileno API 6I	Diámetro: 1.5m Altura: 4m 1500kg	VU: 30 años TU: 2 años	Válvula de seguridad

- 5.7. Describir equipos de proceso y auxiliares, especificando características, tiempo estimado de uso y localización.

Equipo y Nomenclatura	Características y especificaciones	Capacidad y/o flujo	Vida útil y Tiempo de uso	Localización dentro de la planta
Bomba B-01	Centrifuga. Sello Hidráulico. 150HP 460 V. 3 Fases. 60 Hz. Acero Inx. 1400L/min	C: 1400L/min F: 800L/min	VU: 10 años TU: 2 años	Producción

- 5.8. Anexar planos de detalle del diseño mecánico de los principales equipos de proceso y sistemas de conducción, señalando las normas aplicadas.
- 5.9. Presentar el diagrama de flujo de proceso, indicando o incluyendo la siguiente información: balance de materia y energía, temperaturas y presiones de operación, y estado físico de las diversas corrientes del proceso.
- 5.10. Diagrama(s) de Tubería e Instrumentación (DTI's) con base en la ingeniería de detalle y con la simbología correspondiente. Incluir las bases de diseño de los sistemas de instrumentación, anexando las especificaciones de los principales elementos de medición y control.



- 5.11. Diseño de servicios.
 - 5.11.1. Anexar planos generales del diseño de los sistemas de servicio.
 - 5.11.2. Describir los servicios externos e internos necesarios, tales como sistemas de agua potable, de enfriamiento, de uso corriente, vapor, etc.
- 5.12. Especificar en forma detallada las bases de diseño para el cuarto de control.
- 5.13. Describir las bases de diseño de los sistemas de aislamiento de las diferentes áreas o equipos con riesgos potenciales de incendio, explosión, toxicidad y sistemas de contención para derrames, anexando planos de construcción de los mismos.
- 5.14. Anexar planos de la distribución de los sistemas de seguridad con que cuenta la instalación, incluyendo sistema contra-incendios, sistemas de contención y aislamiento,
- 5.15. Resumen ejecutivo de las bases y criterios empleados para el diseño civil y estructural de las principales áreas de la instalación, así como de los equipos donde se manejan materiales considerados de alto riesgo.

Capítulo 6. Análisis y Evaluación de Riesgos.

- 6.8. Antecedentes de incidentes y accidentes ocurridos en la operación de las instalaciones o de procesos similares, describiendo brevemente: el evento, las causas, sustancias involucradas, nivel de afectación y, en su caso, acciones realizadas para su atención.
- 6.9. Con base en la información recopilada en el capítulo 5 (brindando mayor atención a los DTI's de la ingeniería de detalle y bases de diseño), identificar los riesgos en áreas de proceso, almacenamiento y transporte, mediante la utilización de alguna de las siguientes metodologías: Lista de verificación (Check-list), ¿Qué pasa si...? (What if?), Índice Dow, Índice Mond, Análisis de Modo Falla y Efecto (FMEA); o alguna otra con características similares a las anteriores y/o la combinación de éstas, debiéndose aplicar la metodología de acuerdo a las especificaciones propias de la misma. En caso de modificar alguna metodología, es necesario sustentarse técnicamente.

Bajo el mismo contexto, indicar los criterios de selección de la(s) metodología(s) utilizada(s) para la identificación y jerarquización de riesgos; asimismo, anexar el o los procedimientos y la(s) memoria(s) descriptiva(s) de las metodologías empleadas.



En la aplicación de la(s) metodología(s) utilizada(s), es necesario considerar todos los aspectos de riesgo de cada una de las áreas que conforman la instalación.

Realizar una jerarquización de riesgos utilizando: Matriz de Riesgos, metodologías cuantitativas de identificación de riesgos sustentada en criterios de peligrosidad de los materiales, volúmenes de manejo, las condiciones de operación y/o características CRETIB de los mismos, o bien, mediante algún otro método que justifique técnicamente dicha jerarquización.

- 6.10. Determinar los radios potenciales de afectación a través de la aplicación de modelos matemáticos de simulación del o de los eventos máximos probables de riesgo identificados en el punto 6.2 y anexar la memoria de cálculo para la determinación de los gastos, volúmenes y tiempos de fuga utilizados en las simulaciones, es necesario justificar y sustentar todos y cada uno de los datos empleados en dichas determinaciones.

Para definir y justificar las zonas de seguridad al entorno de la instalación es necesario utilizar los criterios que se indican a continuación:

	Toxicidad (Concentración)	Inflamabilidad (Radiación térmica)	Explosividad (Sobrepresión)
Zona de Alto Riesgo	IDLH	5 kW/m ² o 1,500 BTU/ft ² h	1.0 lb/in ²
Zona de Estadía Limitada	TLV-STEL (TLV ₁₅)	-	-
Zona de Amortiguamiento	TLV-TWA (TLV ₈)	1.4 kW/m ² o 440 BTU/ft ² h	0.5 lb/in ²

NOTAS:

- 1) En modelaciones por toxicidad, es necesario considerar las condiciones meteorológicas más críticas del sitio con base en la información de los últimos 10 años; en caso de no contar con dicha información, es necesario utilizar Estabilidad Clase F y velocidad del viento de 1.5 m/s.
- 2) Para el caso de simulaciones por explosividad, considerarse en la determinación de las Zonas de Alto Riesgo y Amortiguamiento el 10% de la energía total liberada.
- 3) En caso de no contar con alguno de los valores límite umbral (TLV), considerar el existente como zona de amortiguamiento.
- 4) Se recomienda utilizar el software ALOHA para modelado de riesgos, el cual puede ser descargado del siguiente enlace:
<https://www.epa.gov/comeo/aloha-software>



- 6.11. Representar las zonas de alto riesgo y amortiguamiento en un plano a escala donde se indiquen los puntos de interés que pudieran verse afectados (asentamientos humanos, cuerpos de agua, vías de comunicación, caminos, etc.).
- 6.12. Realizar un análisis y evaluación de posibles interacciones de riesgo con otras áreas, equipos o instalaciones próximas a la instalación que se encuentren dentro de la Zona de Alto Riesgo, indicando las medidas preventivas orientadas a la reducción del riesgo de las mismas.
- 6.13. Con base en la identificación y evaluación de riesgos realizados:
 - 6.13.1. Describir a detalle las medidas, equipos, dispositivos, sistemas de seguridad y sistemas contra-incendios con que cuenta la instalación, consideradas para la prevención, control y atención de eventos extraordinarios. Analizar si son apropiados y/o suficientes para la contención de eventos accidentales y, en caso de no serlo y requerir alguna modificación o adición al sistema de seguridad, incluir una tabla enlistando el equipo a modificar o a agregar.
 - 6.13.2. Indicar los programas de mantenimiento, inspección, capacitación y operación con que se cuenta en la instalación y evaluar si son suficientes y/o apropiados para la prevención de los accidentes graves identificados.
- 6.14. Presentar reporte del resultado de la última auditoría de seguridad practicada a la instalación, anexando, en su caso, el programa calendarizado para el cumplimiento de las recomendaciones resultantes de la misma.

Los aspectos que tendrán que considerarse en la Auditoría son, entre otros:

- La revisión de normas y especificaciones de diseño y construcción de los equipos e instalaciones (vías de acceso y maniobra, tanques de almacenamiento, capacidad de bombeo, etc.).
- La existencia y aplicación de procedimientos y programas para garantizar la adecuada operación y mantenimiento de las instalaciones (Manuales con procedimientos de operación para cada área de la planta, paro, arranque y emergencias, mantenimiento preventivo, etc.).
- La implementación de los sistemas de identificación y codificación de los equipos (identificación de tuberías, tanques, unidades de transporte de la planta, etc.).
- Los programas de verificación o pruebas que certifiquen la calidad integral y resistencia mecánica de los equipos (medición de espesores en tuberías y recipientes, radiografiado, certificación de accesorios y conexiones, pruebas hidrostáticas y neumáticas, etc.).





- Programas de revisión de los diversos sistemas de seguridad, así como los programas de la calibración de la instrumentación y elementos de control (válvulas de seguridad, disparo y alarmas, etc.).
- Disposición del equipo necesario de protección personal y de primeros auxilios.
- Disposición de los residuos industriales generados dentro de sus instalaciones.

Cabe señalar que es necesario poner especial énfasis en aquellas áreas que resultaron ser las de mayor riesgo, de acuerdo con los resultados del estudio de riesgo.

Capítulo 7. Conclusiones y recomendaciones

- 7.1. Presentar un Resumen Ejecutivo del Estudio de Riesgo, que contendrá los datos generales de la empresa y la relación de sustancias peligrosas manejadas.
- 7.2. Hacer un resumen de la situación general que presenta la instalación en materia de riesgo ambiental, señalando los eventos accidentales identificados con mayor grado de probabilidad de ocurrencia y severidad, posibles interacciones de riesgo entre sustancias o equipos, áreas de afectación, y una síntesis de las medidas y equipos de seguridad y protección con que contará la instalación para mitigar, eliminar y/o reducir los riesgos identificados.
- 7.3. Señalar las conclusiones del estudio de riesgo.

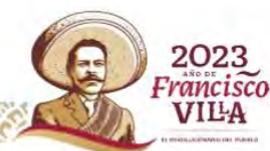
Capítulo 8. Anexo fotográfico

- 8.1. Presentar anexo fotográfico o video de los sitios de interés cercanos al trazo en el que se muestren las colindancias, origen, destino final y puntos de interés cercanos al mismo (asentamientos humanos, áreas naturales protegidas, zonas de reserva ecológica, cuerpos de agua, etc.).



Referencias bibliográficas

- [1]https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/192861/Primer_Listado_de_Actividades_Altamente_Riesgosas.pdf
- [2]https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/192863/Segundo_Listado_de_Actividades_Altamente_Riesgosas.pdf
- [3]<https://www.gob.mx/semarnat/documentos/tramite-semarnat-07-008>
- [4]<https://arvengtraining.com/wp-content/uploads/2021/09/8.2-548x400.png>
- [5]<https://arvengtraining.com/para-que-sirven-los-diagramas-de-procesos/>
- [6]https://dmd.unadmexico.mx/contenidos/DCSBA/BLOQUE1/BI/04/BBME/unidad_03/descargables/BBME_U3_Contenido.pdf
- [7]https://www.zaragoza.unam.mx/wp-content/Portal2015/Licenciaturas/iq/tesis/propuesta_estandar.pdf
- [8]<https://www.ugr.es/~aulavirtualpfcicq/diagramadabloques.html>
- [9]<https://blogceta.zaragoza.unam.mx/energia/rec1/documentos-de-ingenieria-quimica/dfp/>
- [10]<https://repositorio.unam.mx/contenidos/importancia-de-los-diagramas-de-tuberia-e-instrumentacion-dentro-de-los-proyectos-industriales-3533002>
- [11]<https://blogceta.zaragoza.unam.mx/energia/wp-content/uploads/sites/92/2023/09/imagen-24.png>
- [12]https://www.diputados.gob.mx/LeyesBiblio/pdf/LGPC_200521.pdf
- [13]<https://www.proteccioncivil.es/documents/20121/0/Guia-Tecnica-para-la-comunicacion-de-riesgos.Vision-General.pdf/96f30ff9-e6a9-5636-3760-a9ea68ca7c8e>
- [14]<https://www.proteccioncivil.es/documents/20121/0/GUIA-TECNICA-METODOS-CUALITATIVOS-PARA-EL-ANALISIS-DE-RIESGO.pdf/ea931832-1390-5daa-545f-bc0ac2d21fc7>
- [15]<https://www.proteccioncivil.es/documents/20121/0/G-Tecnica-metodologias-para-el-analisis-de-riesgos.Metodos-cuantitativo.pdf/931613cd-49a9-9b4a-9761-965d03020a3b>
- [16]https://www.cenapred.unam.mx/es/documentosWeb/Enaproc/Presentacion_IPQ.pdf
- [17]<http://www.data.seduvi.cdmx.gob.mx/portal/index.php/programas-de-desarrollo>
- [18]https://inap.mx/wp-content/uploads/2020/09/INAP-RAP_87-1995.pdf



3.2.2. Guía para la elaboración del Programa para la Prevención de Accidentes



SUBSECRETARÍA DE GESTIÓN PARA LA
PROTECCIÓN AMBIENTAL
DIRECCIÓN GENERAL DE GESTIÓN INTEGRAL DE
MATERIALES Y ACTIVIDADES RIESGOSAS
Dirección de Riesgo y Proyectos

GUÍA PARA LA ELABORACIÓN DEL PROGRAMA PARA LA PREVENCIÓN DE ACCIDENTES PARA EMPRESAS QUE REALIZAN ACTIVIDADES ALTAMENTE RIESGOSAS

Trámite SEMARNAT-07-013

Instrucciones generales

El Programa para la Prevención de Accidentes (PPA) es un documento a través del cual una persona física o moral que realiza actividades consideradas como altamente riesgosas, describe las medidas y acciones de prevención contra los riesgos analizados en el Estudio de Riesgo Ambiental.

En la elaboración del Programa para la Prevención de Accidentes es necesario que cada uno de los puntos que lo integran sea desarrollado con el detalle y profundidad técnica suficiente, capaz de sustentar la evaluación integral de la instalación, por lo que es necesario no considerarse como un cuestionario, sin embargo, se deben abarcar todos los puntos presentados. Es indispensable que toda la información sea legible y actualizada y deberá ser presentada en idioma español.

El interesado deberá presentar el Programa para la Prevención de Accidentes siguiendo el orden establecido por el capitulado y sus numerales, utilizando separadores que permitan distinguir claramente lo que corresponde a cada apartado, lo cual permitirá una gestión más eficaz y eficiente a ambas partes y una comunicación más efectiva.

Queda prohibida su modificación sin previo aviso a las autoridades correspondientes.



I. DATOS GENERALES DEL ESTABLECIMIENTO O INSTALACIÓN, DEL REPRESENTANTE LEGAL DE LA EMPRESA Y DEL RESPONSABLE DE LA ELABORACIÓN DEL PROGRAMA PARA LA PREVENCIÓN DE ACCIDENTES.

I.1. Nombre o Razón Social.

I.2. Actividad principal productiva del establecimiento.

Para personas morales, escriba el nombre tal cual se encuentra en el acta constitutiva, para personas físicas, tal como se encuentra en el alta ante la Secretaría de Hacienda y Crédito Público.

I.3. Clave Mexicana de Actividades Productivas (CMAP) de INEGI.

I.4. Sistema de Clasificación Industrial de América del Norte (SCIAN). (Opcional)

I.5. Número de Registro Ambiental (NRA).

Aplicable siempre y cuando la empresa haya realizado trámites anteriores ante SEMARNAT.

I.6. Domicilio del Establecimiento o Instalación.

En caso de ubicarse en un parque o puerto industrial indicar el número de entrada (en su caso) y especificar el número que corresponda a la administración, en el caso de que existan varias instalaciones; asimismo, debe indicar las coordenadas geográficas o UTM y altitud sobre el nivel del mar donde se localiza la instalación o establecimiento. En el caso de carecer de dirección postal, señalar un rasgo geográfico de referencia.

I.7. Nombre y cargo del Representante Legal o Datos del Registro Único de Personas Acreditadas (RUPA).

Indicar el nombre completo y cargo del Representante Legal de la Empresa, conforme al poder otorgado.

I.8. Domicilio, número telefónico y correo electrónico para recibir u oír notificaciones.

I.9. Responsable de recapitular la información técnica de la empresa.

Indicar nombre completo, cargo o puesto, Registro Federal de Contribuyentes y datos de contacto.

I.10. Responsable(s) de la elaboración del Programa para la Prevención de Accidentes.

Indicar nombre completo, cargo o puesto, Registro Federal de Contribuyentes y datos de contacto.



II. DESCRIPCIÓN DEL ENTORNO DEL ESTABLECIMIENTO O INSTALACIÓN DONDE SE DESARROLLAN LAS ACTIVIDADES ALTAMENTE RIESGOSAS.

II.1. Descripción de las características del ecosistema colindante.

En este apartado se debe señalar el uso de suelo en un radio de 500 m en torno a la instalación, señalando la existencia y ubicación de cuerpos de agua y áreas naturales protegidas, representados en un plano. Asimismo, señalar especies de flora y fauna en peligro de extinción, características climáticas de la zona con base en el comportamiento histórico de los últimos diez años (temperaturas medias, humedad promedio, dirección de vientos dominantes “Rosa de los vientos”, velocidad promedio de vientos), estabilidad de Pasquill; señalar si el establecimiento se localiza en una zona sísmica e indicar su clasificación, señalar si la instalación se localiza en una zona de huracanes. La información

II.2. Descripción de las características socio-económicas.

En este apartado se deberá describir el tipo de construcciones (industrial, habitacional, comercial, obras públicas, institucional, etc.), enlistándolos en una tabla e indicando el nombre, la distancia y orientación de acuerdo a los puntos cardinales con respecto a la planta. Asimismo, indicar la densidad de población y nivel socioeconómico. Todo lo anteriormente solicitado deberá ser en un radio de 500 m.

II.3. Zonas vulnerables.

Identificar aquellas zonas vulnerables como escuelas, centros comerciales, templos, unidades habitacionales de alta densidad, etc.; localizadas en torno a la instalación y que, derivado de la evaluación de riesgos realizada en el Estudio de Riesgo Ambiental, se encuentren en la zona de afectación, indicando la distancia a la que están desde las instalaciones.

II.4. Servicios de apoyo.

Hacer una relación de la infraestructura y servicios con los que se cuenta en el municipio, alcaldía o localidad, para la atención de emergencias (bomberos, hospitales, clínicas, servicios de emergencia, etc.), y representarlos en un plano a escala.

Los planos solicitados en este capítulo no deberán tener una escala mayor a 1:20,000; y deberán incluir simbología, escala gráfica y norte indicado.

Para facilitar la integración de los apartados II.1 y II.2 se debe utilizar el formato correspondiente al Anexo B. Los anexos están incluidos al final de la presente guía.



III. MATERIALES PELIGROSOS MANEJADOS Y ZONAS POTENCIALES DE AFECTACIÓN.

III.1. Listado de materiales peligrosos.

Listar cada uno de los materiales peligrosos que estén en los listados que clasifican a las Actividades Altamente Riesgosas utilizados en el establecimiento o instalación, señalando la capacidad máxima en almacenamiento, flujo máximo en proceso, cantidad de reporte y los Límites de Toxicidad para las sustancias establecidas en el Primer Listado; y los Límite Inferior y Superior de Inflamabilidad, en el caso de las sustancias especificadas en el segundo listado; conforme a la tabla siguiente:

Materiales pertenecientes al Primer Listado de sustancias tóxicas					
Material	Almacenamiento (kg)	Proceso (kg/min)	IDLH	TLV-STEL	TLV-TWA
Materiales pertenecientes al Segundo Listado de sustancias inflamables					
Material	Almacenamiento (kg)	Proceso (kg/min)	LFL	UFL	

El responsable de la instalación está obligado a contar con las Hojas de Datos de Seguridad de las sustancias químicas identificadas como peligrosas, así como de darlas a conocer a todo el personal que esté en contacto con ellas y a aquellas instituciones u organizaciones que han sido identificadas como posibles apoyos en caso de una contingencia.

III.2. Descripción de los procesos productivos.

Descripción detallada del proceso por líneas de producción, debiendo incluir diagramas de bloques y diagramas de flujo de proceso.

III.3. Eventos detectados en el Estudio de Riesgo Ambiental.

Tomando como base la evaluación y jerarquización de los riesgos identificados en el Estudio de Riesgo Ambiental desarrollado para la instalación, indicar en uno o varios planos o fotografías aéreas (a una escala no mayor a 1:10,000, con escala gráfica y norte indicado, en, cuando menos, hoja doble carta) los radios potenciales de afectación de todos los eventos accidentales identificados, destacando el más probable y el más catastrófico, así como señalar las sustancias químicas involucradas en cada evento y los límites bajo los que se simuló. Para el caso de sustancias tóxicas se deberá indicar, además, las concentraciones esperadas en cada una de las zonas vulnerables y el tiempo estimado que se tardará en alcanzar dichas concentraciones.



IV. IDENTIFICACIÓN DE MEDIDAS PARA CONTROLAR, MITIGAR O ELIMINAR LAS CONSECUENCIAS Y REDUCIR SU PROBABILIDAD.

IV.1. Sistemas de seguridad.

Indicar los equipos, dispositivos o sistemas de seguridad implantados para disminuir la probabilidad de ocurrencia de los eventos identificados en el Estudio de Riesgo Ambiental, diferenciando con cuáles de ellas ya se cuenta en las instalaciones y cuáles serán implementadas a partir de la identificación de eventos accidentales. Señalar en un plano a una escala adecuada su localización, así como las rutas de evacuación. Utilizar la simbología presentada en el Anexo C, la cual es extraída de la NOM-026-STPS-2008.

IV.2. Programa de acción de medidas de control y mitigación de riesgos.

Este apartado debe estar integrado por un programa de actividades a realizar para la reducción de los riesgos identificados en el análisis de riesgo y las recomendaciones u observaciones contenidas en el Estudio de Riesgo Ambiental presentado.

El conjunto de acciones debe ser presentado como se muestra a continuación y deberá contener la actividad a realizar, una descripción de la actividad, fecha de inicio y fecha de terminación para las medidas de control de única ejecución, la periodicidad con la que se realizarán las medidas de control regulares y constantes, y el área o cargo de la o las personas responsables de su realización.

Medidas de control, mitigación y eliminación de riesgos				
Medidas periódicas				
Actividad a realizar	Descripción de la actividad	Periodicidad		Personal responsable
Medidas de única ejecución				
Actividad a realizar	Descripción de la actividad	Fecha de inicio	Fecha de terminación	Personal responsable



IV.3. Procedimientos preventivos.

En este apartado se deberán incluir los programas de mantenimiento, inspección, operación, capacitación y adiestramiento, de simulacros, etc., con que se cuenta para una correcta y segura operación de la planta.

Si se incluye el programa de mantenimiento, este debe identificar claramente el equipo y su localización para que sea fácilmente identificado, área operativa en donde se localiza, calificación del responsable que realizará el mantenimiento y fecha programada.

Si se incluye el programa de capacitación se deberá presentar aquellos que se considere contribuirán a minimizar los riesgos identificados en el Estudio de Riesgo Ambiental asimismo se debe señalar nombre del tema impartido, los puestos de trabajo que asistirán, fecha de programación y su registro ante la STPS.

Los Programas de Simulacros deben identificar el tipo de simulacro (sismo, incendio, fuga de material tóxico, derrame de material inflamable, etc.), fecha programada y área o departamento donde se realizará el simulacro.

El responsable de la instalación debe contar con los documentos de cada uno de los programas presentados en la instalación (la información debe contener las firmas de los responsables de las áreas o departamentos involucrados); dicha documentación podrá ser verificada por la autoridad competente en la materia.



V. PLAN DE RESPUESTA A EMERGENCIAS.

V.1. Procedimientos de notificación de accidentes.

Incluir los procedimientos establecidos para la notificación a autoridades competentes, tales como procedimiento para dar aviso de un incidente, solicitar ayuda, notificar sobre un evento "fuera de control", etc.

V.2. Procedimientos para la atención y respuesta a los posibles eventos de riesgo identificados dentro de la instalación.

Listar aquellos procedimientos específicos para la Atención de Emergencias, para los diferentes eventos identificados en el Estudio de Riesgo Ambiental, tales como: Fugas de materiales Tóxicos, Derrames de Materiales Peligrosos, Incendios, etc.; tomando en consideración las características físicas y químicas de los materiales involucrados.

V.3. Procedimientos para la Respuesta a emergencias cuando el nivel de afectación rebasa los límites de propiedad de la instalación.

En este apartado se deben señalar los Procedimientos Específicos para alertar a la comunidad, Evacuación, Atención de la Emergencia, Término de la Emergencia, Evaluación de los posibles impactos. Retorno de la población evacuada, etc.; dentro de los procedimientos deberán estar integradas las autoridades competentes y si existen los Grupos Locales de Ayuda Mutua.

V.4. Principales vialidades identificadas para el ingreso de grupos de ayuda externa.

Señalar en un plano a escala adecuada las principales vialidades identificadas como viables para ser utilizadas como rutas de evacuación o rutas para recibir apoyo externo.

NOTA: De contar con un Plan de Respuesta a Emergencias previo, puede anexarse a este capítulo.



VI. DIRECTORIO PARA LA RESPUESTA A EMERGENCIAS.

VI.1. Directorio de la estructura funcional interna para la Respuesta a emergencias.

En este apartado se debe proporcionar en forma de tabla la estructura con la que cuenta la empresa para la atención de emergencias las 24 horas del día, sin importar el número de turnos o días laborables, incluyendo brigadas, integrantes de ellas, rol y función, así como número de contacto dentro de la empresa.

VI.2. Directorio de la Estructura Funcional externa para la Respuesta a Emergencias al interior y exterior de las instalaciones.

Describir en forma de tabla los datos de aquellos organismos u organizaciones que puedan prestar ayuda en caso de emergencias a nivel interno y/o externo, tales como: Comités Locales de Ayuda Mutua, Comités Locales de Protección Civil, Dirección de Seguridad Pública Estatal y Municipal, Policía Federal de Caminos, Servicios Coordinados de Salud, Bomberos Municipales, Partidas Militares y Empresas Privadas, entre otros, que puedan brindar apoyo en caso de una emergencia, señalando funciones, número de contacto, ubicación y tiempo estimado de arribo a la instalación.

Directorio de la estructura funcional externa para respuesta a emergencias				
Nombre de la organización	Ubicación	Teléfono de contacto	Función	Tiempo de arribo a la instalación



VII. PLAN PARA REVERTIR LOS EFECTOS DE LAS LIBERACIONES POTENCIALES DE LOS MATERIALES PELIGROSOS, EN LAS PERSONAS Y EN AMBIENTE (CUERPOS DE AGUA, FLORA, FAUNA, SUELO, ETC.) AL INTERIOR Y EXTERIOR DE LA PLANTA.

A partir del análisis de riesgos realizado a la instalación, se deben desarrollar e implementar una serie de procedimientos que den atención a la población y áreas afectadas, con el objeto de revertir o restaurar los daños provocados.

Para aquellos casos en los que se identificó la posibilidad de una contaminación de suelo y/o agua dentro o fuera de las instalaciones, se deben desarrollar los procedimientos para su limpieza, debiendo señalar lo siguiente:

- Tipo y/o características de la afectación,
- Acciones a desarrollar,
- Nombre de la técnica y/o método de limpieza o descontaminación,
- Equipo y materiales a utilizar.



VIII. CUMPLIMIENTO DE LA NORMATIVIDAD EN MATERIA DE SEGURIDAD, AMBIENTE LABORAL, PREVENCIÓN Y ATENCIÓN DE EMERGENCIAS EMITIDAS POR LAS DEPENDENCIAS DEL GOBIERNO FEDERAL.

En este apartado se debe señalar el cumplimiento de aquellos artículos normativos que tengan relación con la administración de riesgos, prevención de accidentes, seguridad y ambiente laboral, y atención de emergencias.

Asimismo, se deben incluir las conclusiones de los estudios realizados para el cumplimiento de las siguientes Normas Oficiales Mexicanas, donde se constate que se cumple con dichas normatividades:

- NOM-011-STPS-2001: Condiciones de seguridad e higiene en los centros de trabajo donde se genere ruido (o la que la reemplace).
- NOM-015-STPS-2001: Condiciones térmicas elevadas o abatidas – Condiciones de seguridad e higiene (o la que la reemplace).
- NOM-022-STPS-2015: Electricidad estática en los centros de trabajo – Condiciones de seguridad (o la que la reemplace).
- NOM-024-STPS-2001: Vibraciones – Condiciones de seguridad e higiene en los centros de trabajo (o la que la reemplace).
- NOM-025-STPS-2008: Condiciones de iluminación en los centros de trabajo (o la que la reemplace).
- NOM-035-STPS-2018: Factores de riesgo psicosocial en el trabajo – Identificación, análisis y prevención (o la que la reemplace).



IX. COMUNICACIÓN DE RIESGOS A LA POBLACIÓN.

IX.1. Procedimientos específicos para la comunicación de riesgos.

Es este apartado, se deben señalar las estrategias utilizadas para la difusión de aquellos procedimientos con los que cuenta la empresa para comunicar a la población potencialmente afectada los riesgos a los que está expuesta, así como las medidas de seguridad instrumentadas para su reducción.

XI.2. Procedimientos para el desarrollo de simulacros con la población aledaña.

En este apartado deberá presentar una relación de los procedimientos con que cuenta la instalación para el desarrollo de simulacros que involucren a la población aledaña y organismos municipales, estatales o federales. Deberán incluir una descripción no mayor a cinco líneas.



ANEXO A

NOMBRE O RAZÓN SOCIAL DE LA EMPRESA:

R.F.C.:

CMAP:

Número de Registro Ambiental (NRA):

Actividad principal del establecimiento:

DOMICILIO DEL ESTABLECIMIENTO

Parque o Puerto Industrial:

Calle:

No. Exterior:

Edificio:

Entrada:

Colonia o localidad:

Entre la calle

y calle

Código Postal

Municipio o Alcaldía

Entidad Federativa:

Teléfono:

Fax:

Correo electrónico:

COORDENADAS DE LA INSTALACIÓN O ESTABLECIMIENTO (SEÑALAR LA REFERENCIA DE DONDE SE TOMARON LAS COORDENADAS)

Latitud Norte:

Latitud Oeste:

UTM:

X

Y

Altitud sobre el nivel del mar:

Fecha de inicio de operaciones:



ANEXO B

DATOS DEL ENTORNO

Área de Influencia, 500 metros

Medio Ambiente

- Actividades antropogénicas
- Flora y fauna terrestre
- Flora y fauna acuática
- Cuerpos de agua
- Áreas naturales protegidas

Uso de suelo

- Zona habitacional
- Zona natural
- Zona industrial habitacional
- Industrial, Agrícola y Habitacional
- Zona Industrial y Agrícola
- Zona industrial

Cuerpos de agua

- Lago o laguna
- Arroyo permanente
- Arroyo intermitente
- Río
- Mar

Profundidad del nivel freático

- Entre 30 y 50 m
- Entre 51 y 100 m
- Más de 100 m
- No se conoce

Extracción de Agua

- Es para consumo humano
- No es para consumo humano

Densidad de Población

- Alta (>5,000 hab/km²)
- Media (1,000-5,000 hab/km²)
- Baja (<1,000 hab/km²)

Servicio de limpieza

- Servicio de recolección
- Servicio de barrido



Riesgos Naturales y Antropogénicos

- Zona de inundaciones
- Zona sísmica
- Zona de derrumbes o deslaves
- Otras actividades de alto riesgo

Transporte de Sustancias Peligrosas

- Carretero
- Ferroviario
- Por ducto

Energía Eléctrica

- Dotación domiciliaria
- Alumbrado público

Tipo de Construcciones

- Materiales diversos
- Sin recubrimiento
- Acabado convencional
- Acabado fino

Dotación de Agua Potable

- Pozo
- De pipa
- Toma pública
- Entubada

Descarga de Aguas Residuales

- Pozo de absorción
- Descarga a cuerpos de agua
- Fosa séptica
- Red de drenaje municipal

Calles y Vías de Comunicación

- Terracería
- Pavimentadas y terracería
- Pavimentadas



ANEXO C

SIMBOLOGÍA DE SEGURIDAD DE ACUERDO A LA NOM-026-STPS-2008

Señales de prohibición

Indicación	Contenido de imagen del símbolo	Ejemplo
Prohibido fumar	Cigarrillo encendido	
Prohibido generar llama abierta e introducir objetos incandescentes	Cerillo encendido	
Prohibido el paso	Silueta humana caminando	
Agua no potable	Llave sobre vaso conteniendo agua indicada por líneas onduladas	
Prohibido el paso a montacargas y otros vehículos industriales	Contorno de perfil de montacargas y silueta de conductor	



Indicación	Contenido de imagen del símbolo	Ejemplo
Prohibido el paso a personas con marcapasos	Silueta estilizada de corazón y cable	
Prohibido el uso de artículos metálicos o relojes de pulsera	Figura estilizada de reloj de pulsera y silueta lateral de llave	
No utilizar agua como agente extinguidor	Cubo derramando agua sobre llama	



Señales de obligación

Señales de seguridad e higiene para denotar una acción obligatoria a cumplir. Estas señales deben tener forma circular, fondo en color azul y símbolo en color blanco.

Indicación	Contenido de imagen del símbolo	Ejemplo
Indicación general de obligación	Signo de admiración	
Uso obligatorio de casco de protección	Contorno de cabeza humana, portando casco	
Uso obligatorio de protección auditiva	Contorno de cabeza humana portando protección auditiva	
Uso obligatorio de protección ocular	Contorno de cabeza humana portando anteojos	
Uso obligatorio de calzado de protección	Un zapato de protección	
Uso obligatorio de guantes de protección	Un par de guantes	



Indicación	Contenido de imagen del símbolo	Ejemplo
<p>Uso obligatorio de protección respiratoria</p>	<p>Contorno de cabeza humana portando dispositivo de protección respiratoria</p>	
<p>Uso obligatorio de equipo de protección personal contra caídas de altura</p>	<p>Contorno de figura humana portando arnés, atado a una cuerda</p>	
<p>Protección obligatoria de la cara</p>	<p>Contorno de cabeza humana portando protector facial</p>	



Señales de precaución

Señales para indicar precaución y advertir sobre algún riesgo presente. Estas señales deben tener forma geométrica triangular, fondo en color amarillo, banda de contorno y símbolo en color negro.

Indicación	Contenido de imagen del símbolo	Ejemplo
Indicación general de precaución	Signo de admiración	
Precaución, sustancia toxica	Cráneo humano de frente con dos huesos largos cruzados por detrás	
Precaución, sustancias corrosivas	Una mano incompleta sobre la que una probeta derrama un líquido. En este símbolo puede agregarse una barra incompleta sobre la que otra probeta derrama un líquido	
Precaución, materiales inflamables y combustibles	Imagen de flama	
Precaución, materiales oxidantes y comburentes	Corona circular con una flama	

Indicación	Contenido de imagen del símbolo	Ejemplo
Precaución, materiales con riesgo de explosión	Una bomba explotando	
Advertencia de riesgo eléctrico	Flecha quebrada en posición vertical hacia abajo	
Riesgo por radiación laser	Línea convergiendo hacia una imagen de resplandor	
Advertencia de riesgo biológico	Circunferencia y tres medias lunas	
Riesgo por radiación no ionizante	Imagen abstracta de antena emitiendo ondas electromagnéticas	
Riesgo por presencia de campos magnéticos	Silüeta de imán con dos arcos radiantes en ambos lados	
Riesgo de obstáculos en zonas transitables	Silüeta humana estilizada tropezando con un obstáculo en el suelo	

Indicación	Contenido de imagen del símbolo	Ejemplo
Riesgo de caída a desnivel	Silueta humana estilizada cayendo desde el borde de una superficie a desnivel	
Riesgo por baja temperatura / condiciones de congelamiento	Figura abstracta mostrada en la imagen contigua	
Riesgo por superficie resbalosa	Silueta estilizada de hombre cayendo sobre una superficie resbalosa	
Riesgo de caída de cargas suspendidas	Objeto cuadrangular soportado por cuatro cuerdas, donde se observa rota una de ellas	
Precaución, zona de tránsito de montacargas u otros vehículos industriales de transporte de materiales	Contorno de perfil de montacargas y silueta de conductor	
Precaución, superficie caliente	Figura abstracta mostrada en la imagen contigua	
Precaución, zona a alta temperatura	Imagen de termómetro mostrando indicación de alta temperatura	

SEÑALES DE INFORMACIÓN

Señales para informar sobre ubicación de equipo contra incendio, equipo y estaciones de protección y atención en casos de emergencia, e instalaciones para personas con discapacidad.

Señales para equipo a utilizar en caso de incendio

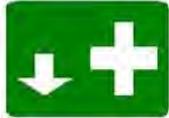
Estas señales deben tener forma cuadrada o rectangular, fondo en color rojo, símbolo y, en su caso, flecha direccional en color blanco. La flecha direccional podrá omitirse en el caso de que el señalamiento se encuentre en la proximidad del elemento señalizado. Adicionalmente se podrá agregar la imagen de una flama en color blanco.

Indicación	Contenido de imagen del símbolo	Ejemplo
Ubicación de un extintor	Silueta de un extintor con flecha direccional opcional, en el sentido requerido	
Ubicación de un hidrante	Silueta de un hidrante con flecha direccional	



Señales de información para salidas de emergencia y primeros auxilios.

Estos señalamientos deben tener forma geométrica rectangular o cuadrada, fondo en color verde y símbolo y, en su caso, flecha direccional en color blanco. La flecha direccional podrá omitirse en el caso de que el señalamiento se encuentre en la proximidad del elemento señalizado.

Indicación	Contenido de imagen del símbolo	Ejemplo
Ubicación de una salida de emergencia	Silueta humana avanzando hacia una salida en el sentido requerido. Opcionalmente puede adicionar la flecha direccional y el texto "salida de emergencia"	 
Ubicación de ruta de evacuación	Flecha indicando el sentido requerido y, en su caso, el número de la ruta de evacuación. Opcionalmente puede contener el texto ruta de evacuación	 
Ubicación de una regadera de emergencia	Silueta humana bajo una regadera y flecha direccional	
Ubicación de estaciones y botiquín de primeros auxilios	Cruz griega y flecha direccional	
Ubicación de un lavaojos	Contorno de cabeza humana inclinada sobre un chorro de agua de un lavaojos, y flecha direccional	

Señal de información para personas con discapacidad

Este señalamiento debe tener forma geométrica rectangular o cuadrada, fondo en color azul y símbolo.

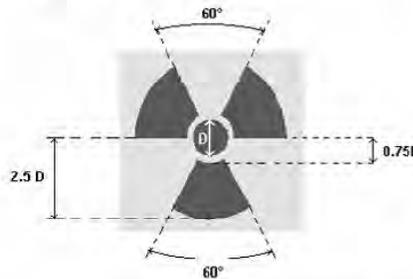
Indicación	Contenido de imagen del símbolo	Ejemplo
Ubicación de rutas, espacios o servicios accesibles para personas con discapacidad	Figura humana estilizada en silla de ruedas Nota: para identificar rutas, espacios o servicios a utilizarse por personas con discapacidad, en caso de emergencia, este señalamiento podrá utilizarse en combinación con cualquier otro de los establecidos en esta norma.	



Señal de seguridad e higiene relativa a radiaciones ionizantes

Las características de las señales de seguridad e higiene que deben ser utilizadas en los centros de trabajo para advertir la presencia de radiaciones ionizantes son:

- A)** Forma geométrica: Cuadrada o triangular
- B)** Color de seguridad: Amarillo
- C)** Color contrastante: Magenta o negro
- D)** Símbolo: El color del símbolo debe ser el magenta o negro; este símbolo debe cumplir con la forma y dimensiones que se muestran en la figura e1
- E)** Texto: Opcional, siempre y cuando cumpla con lo establecido en el apartado 8.3.1



Ejemplo de señal para indicar presencia de radiaciones ionizantes



Ejemplo de señal alternativa para indicar presencia de radiaciones ionizantes



3.3. Ejemplos de aplicación

A continuación, se presenta un ejemplo de la aplicación de la actualización propuesta a las guías de elaboración del ERA y del PPA, basados en datos y cálculos representativos y supuestos. No se utilizó ningún tipo de información privada y/o confidencial.

3.3.1. Aplicación de la guía para la elaboración del Estudio de Riesgo Ambiental



Estudio de Riesgo
Ambiental



ESTUDIO DE RIESGO AMBIENTAL NIVEL 2



PLANTA DE ELABORACIÓN Y DISTRIBUCIÓN DE HIELO EN BARRA

Contenido

I.- DATOS GENERALES	5
I.1. Nombre o razón social de la empresa u organismo.	5
I.2. Registro Federal de Contribuyentes de la empresa.	5
I.3. Actividad productiva principal del establecimiento.....	5
I.4. Clave del Catálogo CMAP	5
I.5. Número de Registro Ambiental (NRA)	5
I.6. Domicilio del establecimiento.....	5
I.7. Domicilio y número telefónico para oír y recibir notificaciones.....	5
I.8. Fecha de inicio de operación.....	5
I.9. Número de trabajadores promedio, por día y por turno laborado.....	5
I.11. Inversión estimada (M.N.).....	5
I.12. Responsables de la elaboración del ERA.....	6
I.13. Nombre y/o razón social y domicilio de la compañía encargada de la elaboración del estudio de riesgo (indicando Calle, Número Interior y Exterior, Colonia, Municipio o Delegación, Código Postal, Entidad Federativa, Teléfono, Fax).....	6
I.14. Nombre de la persona responsable del Departamento proponente del Estudio de Riesgo Ambiental	6
I.15. Nombre completo, firma y puesto de la persona responsable de la instalación (Representante Legal).	6
II.- DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO	7
III.- ASPECTOS DEL MEDIO NATURAL Y SOCIOECONÓMICO.....	11
III.1. Describir las características del entorno ambiental a la instalación en donde se contemple: Flora, fauna, suelo, aire y agua.....	11
III.2. Describir detalladamente las características climáticas entorno a la instalación, con base en el comportamiento histórico de los últimos 10 años (temperatura máxima, mínima y promedio; dirección y velocidad del viento; humedad relativa; precipitación pluvial).....	12
III.3. Indicar la densidad demográfica de la zona donde se ubica la instalación.....	13
III.4. Indicar los giros o actividades desarrolladas por terceros entornos a la instalación.....	14
III.5. Indicar el deterioro esperado en la flora y fauna por la realización de actividades de la instalación, principalmente en aquellas especies en peligro de extinción.....	14
III.6. El sitio de la instalación de la planta, está ubicado en una zona susceptible a:	14
Huracanes	15
III.7. Sí es de su conocimiento que existe un historial epidémico y endémico de enfermedades cíclicas en el área de las instalaciones, proporcione la información correspondiente.	15

IV.- INTEGRACION DEL PROYECTO A LAS POLITICAS MARCADAS EN EL PROGRAMA DE DESARROLLO URBANO LOCAL.....	16
V.- DESCRIPCIÓN DE PROCESO.....	18
V.1. Mencionar los criterios de diseño de la instalación con base a las características del sitio y a la susceptibilidad de la zona a fenómenos naturales y efectos meteorológicos adversos.....	18
V.2. Descripción detallada del proceso por líneas de producción, reacción principal y secundaria en donde intervienen materiales considerados de alto riesgo (debiendo anexar diagramas de bloques). Indicar el régimen operativo de la instalación (continuo o por lotes).....	18
V.3. Listar todas las materias primas, productos y subproductos manejados en el proceso, señalando aquellas que se encuentren en los Listados de Actividades Altamente Riesgosas, especificando: Sustancia, cantidad máxima de almacenamiento en kg, flujo en m ³ /h o millones de pies cúbicos estándar por día (MPCSD), concentración, capacidad máxima de producción, tipo de almacenamiento (granel, sacos, tanques, tambores, bidones, cuñetes, etc.) y equipo de seguridad.....	20
V.4. Presentar las hojas de datos de seguridad (MSDS), de acuerdo a la NORMA Oficial Mexicana NOM-018-STPS-2015, Sistema para la identificación y comunicación de peligros y riesgos por sustancias químicas peligrosas en los centros de trabajo de aquellas sustancias consideradas peligrosas que presenten alguna característica CRETIB.....	21
V.5. Describir tipo de recipientes y/o envases de almacenamiento, especificando: Características, código o estándares de construcción, dimensiones, cantidad o volumen máximo de almacenamiento por recipiente, indicando la sustancia contenida, así como los dispositivos de seguridad instalados en los mismos.....	21
V.6. Describir equipos de proceso y auxiliares, especificando características, tiempo estimado de uso y localización. Asimismo, anexar plano a escala del arreglo general de la instalación.....	22
V.7 Presentar el diagrama de flujo de proceso, indicando o anexando la siguiente información: balance de materia y energía temperaturas y presiones de diseño y operación, y estado físico de las diversas corrientes del proceso.....	23
V.9 Diagramas de Tubería e Instrumentación (DTI's) con base en la ingeniería de detalle y con la simbología correspondiente.....	24
VI.- ANÁLISIS Y EVALUACIÓN DE RIESGOS.....	25
VI.1 Antecedentes de incidentes y accidentes ocurridos en la operación de las instalaciones o de procesos similares, describiendo brevemente el evento, las causas, sustancias involucradas, nivel de afectación y en su caso, acciones realizadas para su atención.....	25
VI.2 Con base en los DTI's de la ingeniería de detalle, identificar los riesgos en áreas de proceso, almacenamiento y transporte.....	26
VI.3 Determinar los radios potenciales de afectación, a través de la aplicación de modelos matemáticos de simulación, del o los eventos máximos probables de riesgo identificados en el punto VI.2, e incluir la memoria de cálculo para la determinación de los gastos, volúmenes y tiempos de fuga utilizados en las simulaciones, debiendo justificar y sustentar todos y cada uno de los datos empleados en dichas determinaciones.....	30

VI.4 Representar las zonas de alto riesgo y amortiguamiento en un plano a escala adecuada donde se indiquen los puntos de interés que pudieran verse afectados.....	32
VI.5 Realizar un análisis y evaluación de posibles interacciones de riesgo con otras áreas, equipos o instalaciones próximas a la instalación que se encuentren dentro de la Zona de Alto Riesgo, indicando las medidas preventivas orientadas a la reducción del riesgo de las mismas.	37
VI.6 Con base en la identificación y evaluación de riesgos realizados:	38
VI.6.1. Describir a detalle las medidas, equipos, dispositivos, sistemas de seguridad y sistemas contra-incendios con que cuenta la instalación, consideradas para la prevención, control y atención de eventos extraordinarios. Analizar si son apropiados y/o suficientes para la contención de eventos accidentales y, en caso de no serlo y requerir alguna modificación o adición al sistema de seguridad, incluir una tabla enlistando el equipo a modificar o a agregar.	38
VI.6.2. Indicar los programas de mantenimiento, inspección, capacitación y operación con que se cuenta en la instalación y evaluar si son suficientes y/o apropiados para la prevención de los accidentes graves identificados.	41
VI.7 Presentar reporte del resultado de la última auditoría de seguridad practicada a la instalación, anexando en su caso, el programa calendarizado para el cumplimiento de las recomendaciones resultantes de la misma.	43
VII.- CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.	43
VII.1 Presentar un Resumen Ejecutivo del Estudio de Riesgo, que deberá incorporar los datos generales de la empresa, y la relación de sustancias peligrosas manejadas, capacidad y tipo de almacenamiento.	43
VII.2 Hacer un resumen de la situación general que presenta la instalación en materia de riesgo ambiental, señalando las desviaciones encontradas y posibles áreas de afectación, y una síntesis de las medidas y equipos con que cuenta la instalación para mitigar los riesgos.	44
VII.2 Señalar las conclusiones de riesgo.	46
VIII.- ANEXO FOTOGRAFICO.	48
VIII.1 Presentar anexo fotográfico o video del sitio de ubicación de la instalación, en el que se muestren las colindancias y puntos de interés cercanos al mismo. Así como de las instalaciones, áreas o equipos críticos.	48

I.- DATOS GENERALES

I.1. Nombre o razón social de la empresa u organismo.

HIELOS AS, S.A DE C.V. (Se anexa acta constitutiva)

I.2. Registro Federal de Contribuyentes de la empresa.

HAS3423944WR2

I.3. Actividad productiva principal del establecimiento.

Producción, fabricación comercialización y distribución de Hielo en barra.

I.4. Clave del Catálogo CMAP

CMAP 1999: **312125 “Fabricación de Hielo”**.

I.5. Número de Registro Ambiental (NRA)

Número de Registro Ambiental (N.R.A.) ante SEMARNAT es: **HAS3S157895437**.

I.6. Domicilio del establecimiento.

La empresa HIELOS AS, S.A. DE C.V. se ubica en:

Arturo Montiel, #15, Zona Industrial, 56600 Chalco de Díaz Covarrubias, Méx. (Se anexa Croquis)

I.7. Domicilio y número telefónico para oír y recibir notificaciones.

Calle: Arturo Montiel

Numero: #15

Colonia: Zona Industrial

Código Postal: 56600

Municipio: Chalco de Díaz Covarrubias

Estado: Estado de México

Teléfonos: (55) 7897 7897

Correo electrónico: EGF@HieloAS.com

I.8. Fecha de inicio de operación.

Enero 2020

I.9. Número de trabajadores promedio, por día y por turno laborado.

El número promedio de trabajadores por día es de 110.

En la empresa se tienen tres turnos de trabajo:

1er turno de 07:00 a 15:30 hrs.

2do turno de 15:30 a 23:00 hrs.

Se estima que los empleos indirectos generados por la organización, los cuales son representados por los proveedores que ingresan por actividades del proceso como servicio de limpieza, preparación de alimentos, servicios periódicos y otros son aproximadamente 50.

I.11. Inversión estimada (M.N.)

\$2,500,000.00 (dos millones quinientos mil pesos 00/100 M.N.)

I.12. Responsables de la elaboración del ERA.

Eleazar Sánchez Quezada
Cargo: Asesor de Proyectos

I.13. Nombre y/o razón social y domicilio de la compañía encargada de la elaboración del estudio de riesgo (indicando Calle, Número Interior y Exterior, Colonia, Municipio o Delegación, Código Postal, Entidad Federativa, Teléfono, Fax).

Razón Social: Consultores y Asesores Ambientales, S.A. de C.V.

Calle: C. Mina
Numero: #5
Colonia: Cabecera Municipal
Código Postal: 56370
Municipio: Chicoloapan de Juárez
Estado: Estado de México
Teléfono: 89-47513-5415
Correo electrónico: ataa@CyAA.com

I.14. Nombre de la persona responsable del Departamento proponente del Estudio de Riesgo Ambiental

Emmanuel Alejandro Nájera Covarrubias
Seguridad e Higiene

I.15. Nombre completo, firma y puesto de la persona responsable de la instalación (Representante Legal).

Fernando Aguirre Barragán
Cargo: Subdirector General
Registro Federal de Contribuyentes: AGBF-650313

II.- DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO

II.1. Nombre de la instalación, haciendo una breve descripción de la actividad.

Hielos AS, S.A. de C.V., tiene como actividad principal la producción, fabricación, distribución y comercialización de hielo en barra.

II.1.1. Planes de crecimiento a futuro, señalando la fecha estimada de realización.

Se tiene planeado la producción de diferentes presentaciones de hielo, como en cilindro o molido.

II.1.2 Fecha de inicio de operaciones.

La empresa Hielos AS S.A. de C.V., se encuentra en operación desde enero del año 2020 cuando se formó como persona moral.

II.2. Ubicación de la instalación.

II.2.1. Planos de localización a escala adecuada y legible, marcando puntos importantes de interés cercanos a la instalación o proyecto en un radio de 500 m.

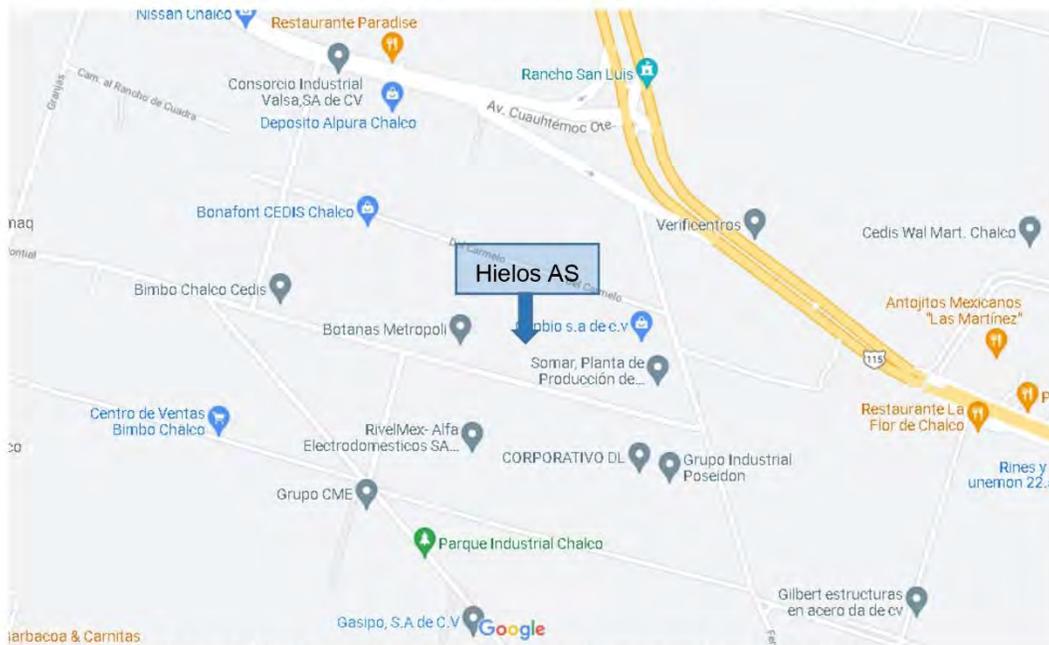


Figura 1D. Plano de entorno a 500 metros. Tomado de Google Maps.

II.2.2. Coordenadas geográficas de la instalación.

Latitud Norte: 19° 14' 54.082"
 Longitud Oeste: 98° 52' 43.902"

II.2.3. Describir y señalar en los planos de localización, las colindancias de la instalación y los usos del suelo en un radio de 500 metros en su entorno, así como la ubicación de zonas vulnerables, tales como: asentamientos humanos, áreas naturales protegidas, zonas de reserva ecológica, cuerpos de agua, etc.; señalando claramente los distanciamientos a las mismas.

El uso de suelo a los alrededores se muestra en la siguiente imagen. El círculo corresponde a un radio de 500m.

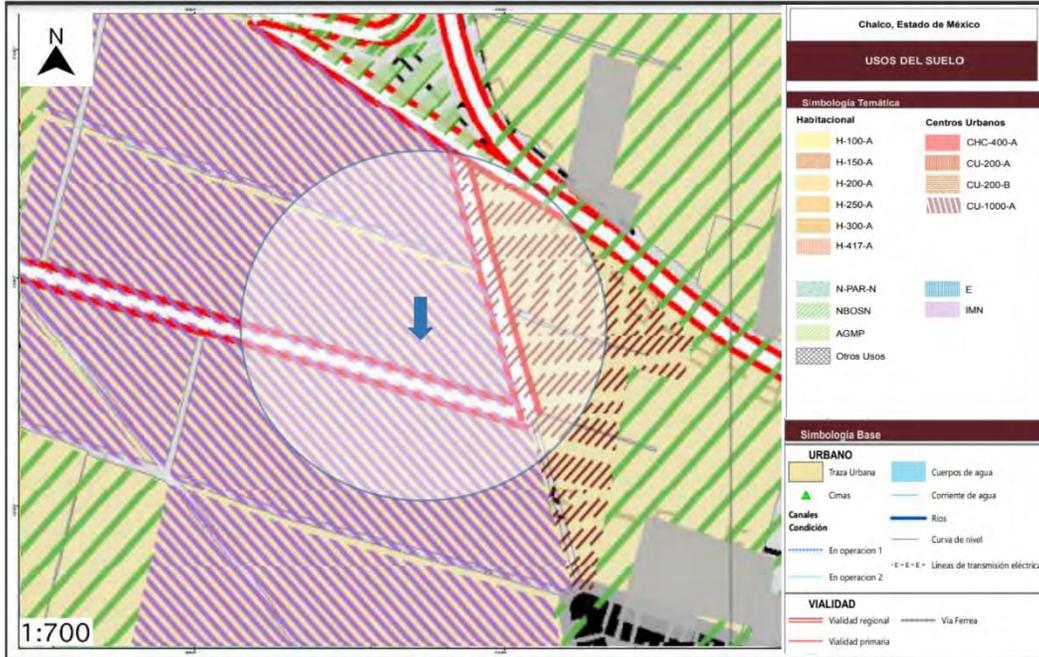


Figura 2D. Uso de suelo con simbología prescrita por la SEDUO.

Dentro del radio de 500m no se encuentran asentamientos humanos, áreas naturales protegidas, zonas de reserva ecológica, cuerpos de agua.

II.2.4. Superficie total de la instalación y superficie requerida para el desarrollo de la actividad (m² o Ha).

Superficie total: 1,650 m²

Superficie total requerida para el desarrollo de la actividad: 1,200 m²

II.2.5. Descripción de accesos (marítimos, terrestres y/o aéreos).

Terrestres.

El único acceso con el que cuenta la planta por el momento es el terrestre, las principales vialidades para el mismo son:

- Para el lado norte de la planta se encuentra la calle Del Carmelo, con salida a:
 - Camino real a Cocotitlán
 - Carretera Federal México-Cuautla
 - Avenida Cuauhtémoc Oriente
- Para el lado sur la calle es Arturo Montiel, con salida a:
 - Mixquic-Chalco
 - Avenida San Isidro

Igualmente, en la figura 3C se muestra de ejemplo las mejores rutas a dos servicios de apoyo proporcionadas por Google Maps. Del lado izquierdo se muestran rutas de Protección Civil y H. Cuerpo de Bomberos, la ruta marcada en azul sigue los pasos:

- Toma Arturo Montiel hacia Av. Cuauhtémoc Ote.

- Gira a la izquierda en la 2ª intersección hacia Av. Cuauhtémoc Ote.
 - Continúa por Francisco Javier Mina. Toma C. Reforma, C. Primero de Mayo y Av. Aquiles Serdán hacia Av. José María Martínez en San Miguel Jacalones.
 - Gira a la derecha con dirección a Av. José María Martínez
- El lado derecho muestra 3 rutas del Hospital General de Chalco a la planta, la ruta al extremo derecho de la imagen sigue los pasos:
- Toma Cam. Real a Cocolitlán hacia Carr. Federal México-Cuautla/Chalco - Amecameca de Juárez/Ixtapaluca - Amecameca de Juárez/México 115.

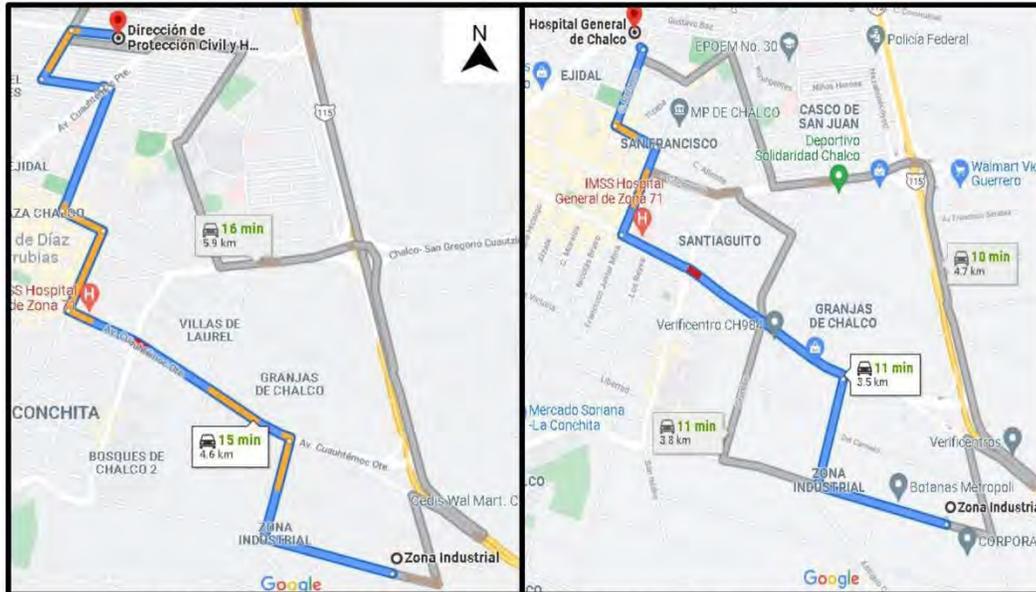


Figura 3D. Vías de acceso a la planta. Con información de Google Maps.

II.2.6. Infraestructura necesaria. Para el caso de ampliaciones, deberá indicar en forma de lista, la infraestructura actual y la proyectada.

La planta se divide en 10 áreas principales:

- Almacén de producto terminado
- Producción
- Refrigeración (Tanque de amoniaco)
- Enfermería
- Almacén de equipo
- Área técnica: Mantenimiento, Seguridad e Higiene
- Área Administrativa: Administración, Dirección, Recepción, etc.
- Vigilancia
- Carga de producto
- Circulación peatonal y vehicular

En el área de refrigeración se encuentra el sistema de refrigeración y el tanque de amoniaco. Los equipos de ésta área al igual que la de producción se verán a detalle en capítulos posteriores.

Área administrativa y técnica

Dentro de esta área se encuentran las oficinas de administración, informática y recursos humanos, contaduría, mantenimiento, seguridad e higiene, así como la recepción para visitas a la planta. Las paredes son de concreto a base de piedra, pisos con plancha de concreto con terminación en loseta.

Vigilancia

Existen dos casetas de control de acceso, al norte y sur de la planta. La caseta se encuentra construida totalmente de concreto con muros de block con terminación de piso de concreto. Cada una cuenta con video vigilancia, activador de alarmas, teléfono y registros de acceso y salida de la planta.

Refrigeración

En esta área se encuentra el tanque de amoníaco y parte del sistema de refrigeración. Consiste en una infraestructura techada con láminas de zinc y muros elaborados de blocks totalmente impermeabilizado con piso de cemento donde son colocados los principales productos químicos y algunas materias primas de los sistemas de tratamiento. También cuenta con distintos medios de seguridad que se describirán en apartados posteriores.

Producción

Dentro de esta área se encuentran los principales equipos, maquinarias e instrumentación de equipos para la producción de hielo en barra. Al igual que el área de refrigeración esta se encuentra techada con láminas de zinc y muros elaborados de blocks totalmente impermeabilizado donde descansan los principales equipos.

Almacén de producto terminado.

Esta zona se encuentra refrigerada para mantener el producto sin alteraciones. Se encuentra construida totalmente de concreto con muros de block con terminación de piso de concreto

Enfermería

En la enfermería se encuentra equipo de primeros auxilios, una camilla, equipo y medicamento para tratar lesiones o situaciones de emergencia médica. Las paredes son de concreto a base de piedra, pisos con plancha de concreto con terminación en loseta.

Almacén de equipo.

En esta área se encuentran diferentes equipos de protección personal así como equipos para dar mantenimiento a la planta.

II.3. Actividades que tengan vinculación con las que se pretendan desarrollar en la instalación (industriales, comerciales y/o de servicios).

La planta de Hielos AS, requiere de suministro de agua potable para su operación.

II.4. Número de personal necesario para la operación de la instalación.

El personal mínimo requerido para la operación de la instalación es de 50 por turno

II.5. Especificar las autorizaciones oficiales con que cuentan para realizar la actividad en estudio. (Licencia de funcionamiento, permiso de uso del suelo, permiso de construcción, autorización en materia de Impacto Ambiental, etc.). Anexar comprobantes.

La planta cuenta con:

- Título de propiedad del inmueble.
- Licencia de uso de suelo, edificación y construcción para industria.
- Número de Registro Ambiental.
- Licencia de Funcionamiento Municipal.

III.- ASPECTOS DEL MEDIO NATURAL Y SOCIOECONÓMICO.

III.1. Describir las características del entorno ambiental a la instalación en donde se contemple: Flora, fauna, suelo, aire y agua.

Orografía

El municipio de Chalco tiene una orografía con tres características de relieve y son: la zona accidentada 33% del territorio, la cual se localiza al sur del municipio, así como los cerros de Tlapipi, el Papayo, el Pedregal de Teja, Coletto e Ixtlaltetlac. La zona semiplana que representa el 20% de la superficie ubicándose al oeste de San Martín Cuauhtlalpan y Santa María Huexoculco, dando origen a la formación de pequeños valles intermontañosos, y la zona plana que se encuentra al oeste del municipio.

Hidrografía

La hidrografía del municipio se compone de dos ríos: al norte de la entidad el río de la Compañía, y al sur el río Asunción o Ameca, cabe señalar que ambas corrientes pluviales tienen un alto grado de contaminación ya que sirven como drenaje para el desalojo de desperdicios sólidos y líquidos, de basura doméstica, provocando un deterioro ambiental.

Existe el recurso hidráulico en otro aspecto, pues se cuenta con pozos profundos y corrientes de agua como las siguientes: "El Cedral", "Cajones", "El Potrero", "Telolo", "Palo Hueco" y "Santo Domingo".

Principales Ecosistemas

En cuanto a la vegetación, en la parte plana del municipio es escasa, aunque en las orillas de las carreteras de Cuautla y Mixquic existen árboles, y en los pueblos existe poca vegetación en la parte alta de follaje abierto; pinos, ciprés, ocote, cedro, encinos, sauce, jacaranda, alcanfor, trueno y colorín y en las partes medias y bajas se encuentran las especies de pinus: Moctezuma, Rudis y Teocote.

La fauna existente en el municipio es de conejos de monte, ardillas, comadrejas, zorrillos, lagartijas, culebras, víboras de cascabel, ratones y ratas de campo, liebres, coyotes, algunos depredadores como la aguililla, gavilanes y zopilotes.

Recursos naturales

El territorio del municipio está prácticamente urbanizado y cuenta con unas pequeñas áreas de cultivo.

Características y Uso de Suelo

La región pertenece al período mioceno-plioceno, último de la era terciaria que dio origen a la formación de la sierra volcánica teniendo como resultado que el municipio tenga rocas ígneas; también se han formado rocas sedimentarias las cuales están formadas por los arrastres del agua y el viento, con lo cual podemos decir que el suelo de Chalco está compuesto en un 70% de rocas que cubren su superficie.

El suelo del municipio presenta diferentes tipos que están determinados por el clima o las rocas y son los siguientes: andosol, cambisol, fluvisol, gleysol, solonchak y vertisol, el suelo es diverso y productivo, siendo muy fértil aunque presentan problemas para su manejo debido a su dureza.

Fuentes: <https://estadodemexico.com.mx/chalco/>

del 42 % en 29 de octubre. El viento con más frecuencia viene del sur durante 6.2 meses, del 3 de diciembre al 10 de junio, con un porcentaje máximo del 36 % en 1 de enero.

El nivel de humedad percibido en Chalco, medido por el porcentaje de tiempo en el cual el nivel de comodidad de humedad es bochornoso, opresivo o insoportable, no varía considerablemente durante el año, y permanece prácticamente constante en 0 %.

Chalco se encuentra en zona sísmica de clasificación B (peligro sísmico mediano).

Por su ubicación geográfica, el municipio de Chalco no se ve afectado gravemente por el impacto de los ciclones tropicales.

No se han registrado inundaciones en la Zona.

La estabilidad atmosférica presente en la zona es predominada por la clase C.

Fuentes: <https://estadodemexico.com.mx/chalco/>
<https://es.weatherspark.com/y/6691/Clima-promedio-en-Chalco-M%C3%A9xico-durante-todo-el-a%C3%B1o>
https://www.meteoblue.com/es/tiempo/historyclimate/climatemodelled/chalco_m%C3%A9xico_3531200

III.3. Indicar la densidad demográfica de la zona donde se ubica la instalación.

La planta se encuentra rodeada mayormente por otras empresas del giro industrial. A continuación, se muestra la tabla de con la descripción de construcciones aledañas a 500 m.

NOMBRE	DISTANCIA Y ORIENTACIÓN	TIPO DE CONSTRUCCIÓN	PERSONAL OCUPADO
Botanas Metropoli®	420 m al Oeste	Industrial	200 a 350 personas
Genbio S.A de C.V.	150 al Este	Industrial	50 a 100 personas
Somar, Planta de Producción de Medicamentos	250 al Este	Industrial	100 a 250 personas
Grúas pacífico	187m al Oeste	Comercial	51 a 100 personas
CORPORATIVO DL®	150 m al Sur	Industrial	450 a 700 personas
TOTAL			751 a 1400 personas

Tabla 1D. Compañías cercanas a la planta de Hielos AS.

Dentro de un radio de 500m a la planta no se encuentran hogares, por lo que la población se limita únicamente a los trabajadores de las plantas.

La unidad habitacional más cercana “Granjas Chalco” se encuentra aproximadamente 800 m al noroeste, esta cuenta con una población aproximada de 900 habitantes.

En cuanto al municipio de Chalco, de acuerdo a la Encuesta Intercensal 2015, Chalco tiene 343,701 habitantes, del total, 176,328 son mujeres, equivalente al 51.3% y 167,373 son hombres, es decir el 48.7%. Su densidad poblacional es alta: 1,497 habitantes por kilómetro cuadrado, proporción dos

veces mayor al promedio estatal. A este respecto, el municipio de 2016 a 2017 registró una tasa de crecimiento media anual +2.18% y de acuerdo a las proyecciones mostradas en el Plan de Desarrollo Urbano de Chalco 2014 irá a la baja.

Fuentes: <https://mexico.pueblosamerica.com/ii/granjas-de-chalco>
<https://gobiernodechalco.gob.mx/images/pdm/pdm2019-2021.pdf>

III.4. Indicar los giros o actividades desarrolladas por terceros entornos a la instalación.

Como se mencionó en incisos anteriores, debido a la zona en la que se encuentra la planta el principal giro o actividad es la industrial, dentro de las cuales se encuentran:

- Planta del giro alimenticio
- Plantas del giro Farmacéutico
- Planta del giro biofarmacéutico
- Servicio de grúas

III.5. Indicar el deterioro esperado en la flora y fauna por la realización de actividades de la instalación, principalmente en aquellas especies en peligro de extinción.

En la zona de estudio no se encontraron especies animales y vegetales que se encuentren en peligros de extinción, señaladas en la NOM-059-SEMARNAT-2010; o que estén en programas de protección, enlistadas como especie nativas de México o en alguna categoría de riesgo.

Es importante mencionar que la vegetación y la fauna del lugar, se encuentra perturbada debido al creciente desarrollo industrial y desarrollo de fraccionamientos.

III.6. El sitio de la instalación de la planta, está ubicado en una zona susceptible a:

- (Sí) ¿Terremotos (sismicidad)?
- (No) ¿Corrimientos de tierra?
- (No) ¿Derrumbamientos o hundimientos?
- (No) ¿Efectos meteorológicos adversos (inversión térmica, niebla, etc.)?
- (No) ¿Inundaciones (historial de 10 años)?
- (No) ¿Pérdidas de suelo debido a la erosión?
- (No) ¿Contaminación de las aguas superficiales debido a escurrimientos y erosión?
- (No) ¿Riesgos radiológicos?
- (Sí) ¿Huracanes?

Sismicidad

El municipio de Chalco en el Estado de México se encuentra en la zona B, a continuación, se presenta la descripción de cada una de las zonas:

- Zona B, de media intensidad (amarilla). Esta zona es de moderada intensidad, pero las aceleraciones no alcanzan a rebasar el 70% de la aceleración de la gravedad.

Históricamente, en la Ciudad de México y el área conurbada del Estado de México ha habido daños y repercusiones por los sismos provocados por el movimiento de la Placa tectónica de "Cocos" localizada en las costas de los Estados de Guerrero y Oaxaca.

El sismo con mayor magnitud durante los últimos 10 años fue en 2017:

El día 7 de septiembre de 2017 a las 21:49:17 hora del Pacífico (04:49:17 del 8 de septiembre UTC), se registró un sismo de magnitud $M_w = 8.2$ (Según lo reporta el Servicio Sismológico Nacional). La Red Sísmica del CICESE, lo localizó a 273 km suroeste del Poblado de Pijijiapan, en el estado de Chiapas (latitud: 13.43°N, longitud:-94.23°E) a una profundidad de 58 km. La Red Sísmica del CICESE calculó la magnitud y localizó el epicentro utilizando datos de estaciones sismológicas operadas por el Centro de Investigación Científica y de Educación Superior de Ensenada, el Servicio Sismológico Nacional de México y de la Red del Sur de California de Estados Unidos

El último sismo considerable que ha sido registrado se suscitó en septiembre 2021:

El día 7 de septiembre de 2021 el Servicio Sismológico Nacional reportó un sismo con magnitud 7.1 localizado a 11 km al suroeste de Acapulco, en el estado de Guerrero. El sismo, ocurrido a las 20:47 (hora del centro de México), fue sentido en los estados de Guerrero, Morelos, Puebla, Michoacán, Oaxaca, Querétaro, Guanajuato, Estado de México y Ciudad de México. Las coordenadas del epicentro son 16.82 latitud N y 99.78 longitud W y la profundidad es de 10 km

Hasta las 8:00 horas del día 8 de octubre de 2021 se habían registrado 1,611 réplicas del sismo magnitud 7.1 del día 7 de septiembre de 2021. La mayor de ellas de magnitud 5.2 a las 21:18 horas. Cuando ocurre un sismo de magnitud considerable las rocas que se encuentran cerca de la zona de ruptura sufren un reajuste, lo que genera una serie de temblores en la zona que reciben el nombre de réplicas. El número de las réplicas puede variar desde unos cuantos hasta cientos de eventos en los próximos días o semanas de ocurrido el temblor principal. La ocurrencia de temblores en el estado de Guerrero es frecuente. Hasta la fecha no se cuenta con técnicas científicas en ninguna parte del mundo que puedan determinar cuándo o dónde ocurrirá un sismo, tampoco se puede saber qué tan grande será o qué efectos tendrá en la población. Estar informados acerca de estos fenómenos naturales será de gran utilidad para mitigar el riesgo sísmico en caso de un evento de magnitud considerable.

Huracanes

Por su ubicación geográfica y altura sobre el nivel del mar el municipio de Chalco (2,251 msnm), no se ve afectado directamente por la trayectoria de los ciclones, huracanes, tormentas tropicales y depresiones; cuya trayectoria es hacia las costas de México o paralela a ella o bien han entrado a tierra, sin embargo los efectos de estos fenómenos meteorológicos tienen repercusiones en sus territorios como en el resto del país.

Fuentes: <http://www.ssn.unam.mx/sismicidad/reportes-especiales/>
<https://es.weatherspark.com/y/6691/Clima-promedio-en-Chalco-M%C3%A9xico-durante-todo-el-a%C3%B1o>

III.7. Sí es de su conocimiento que existe un historial epidémico y endémico de enfermedades cíclicas en el área de las instalaciones, proporcione la información correspondiente.

A la fecha 8 de octubre 2021, Chalco ha tenido 7,356 contagios de Covid-19 y 1,264 defunciones. En cuanto a otras enfermedades cíclicas no se tiene mayor conocimiento.

Fuente: https://salud.edomex.gob.mx/salud/covid19_municipio

IV.- INTEGRACION DEL PROYECTO A LAS POLITICAS MARCADAS EN EL PROGRAMA DE DESARROLLO URBANO LOCAL.

Hielos AS forma parte del plan de Desarrollo del Estado de México 2017-2023, específicamente formando parte del objetivo 9.

Objetivo 9. Construir infraestructuras resilientes, promover la industrialización inclusiva y sostenible y fomentar la innovación.

- Desarrollar infraestructuras fiables, sostenibles, resilientes y de calidad, incluidas las infraestructuras regionales y transfronterizas, para apoyar el desarrollo económico y el bienestar humano, con especial hincapié en el acceso asequible y equitativo para todos.
- Promover una industrialización inclusiva y sostenible y, de aquí a 2030, aumentar de manera significativa la cuota de la industria en el empleo y el producto interno bruto, de acuerdo con las circunstancias nacionales, y duplicar su participación en los países menos adelantados.
 - Aumentar el acceso de las pequeñas industrias y otras empresas, en particular en los países en desarrollo, a los servicios financieros, incluidos créditos asequibles, y su integración en las cadenas de valor y los mercados.
- Modernizar la infraestructura y reconvertir las industrias para que sean sostenibles, utilizando los recursos con mayor eficacia y promoviendo la adopción de tecnologías y procesos industriales limpios y ambientalmente racionales, y que todos los países adopten medidas de acuerdo con sus capacidades respectivas.
- Aumentar la investigación científica y mejorar la capacidad tecnológica de los sectores industriales de todos los países, el fomento a la innovación y el aumento de trabajadores en la esfera de investigación y desarrollo por cada millón de personas y los gastos en investigación y desarrollo de los sectores público y privado.
- Facilitar el desarrollo de infraestructura sostenible y resiliente en los países en desarrollo.
- Apoyar el desarrollo de la tecnología nacional, la investigación y la innovación en los países en desarrollo.

También forma parte del Plan de Desarrollo Municipal, específicamente en los siguientes programas presupuestarios:

- 03040201 Modernización industrial
- 03010201 Empleo
- 01070201 Protección civil

Igualmente en la figura 5D se muestra el plano del Programa de Desarrollo Urbano, señalando la localización de la planta Hielos AS S.A. de C.V.

Fuentes:

<https://transparenciafiscal.edomex.gob.mx/sites/transparenciafiscal.edomex.gob.mx/files/files/pdf/marco-programatico-presupuestal/PED2017-2023/Anexos-Objetivos-Agenda-2030-v.pdf>

V.- DESCRIPCIÓN DE PROCESO.

V.1. Mencionar los criterios de diseño de la instalación con base a las características del sitio y a la susceptibilidad de la zona a fenómenos naturales y efectos meteorológicos adversos.

Para los criterios de diseño con base a las características del sitio, se tomó como prioridad la susceptibilidad a sismos que la planta pueda presentar. Para esto se tomaron en cuenta diferentes normas y reglamentos, como lo son para:

- Construcción
 - Reglamento de Construcción del Municipio de Chalco
 - Normas Técnicas Complementarias Para Diseño Por Sismo (expedido por la SMIE)
- Eléctricas
 - NEMA (National Electrical Manufacturers Association)
 - NEC (National Electrical Safety Code)
 - IEEE (Institute of Electrical and Electronic Engineers)
- Recipientes
 - ASME, SECC, VIII DIV 1 (American Society of Mechanical Engineers)
- Materiales
 - ASTM (American Society of Mechanical an materials)
- Bombas y tuberías
 - ANSI (American National Standard Institute)

Asimismo se tomaron en cuenta diferentes normas oficiales mexicanas:

- NOM-001-STPS-2008. Edificios, locales, instalaciones y áreas los centros de trabajo, condiciones de seguridad e higiene.
- NOM-002-STPS-2010. Condiciones de seguridad para la prevención, protección y combate de incendios en los centros de trabajo.
- NOM-005-STPS-1998. Condiciones de seguridad e higiene en los centros de trabajo para el manejo, transporte y almacenamiento de sustancias químicas peligrosas.
- NOM-006-STPS-2014. Manejo y almacenamiento de materiales
- NOM-015-STPS-2001. Condiciones térmicas elevadas o abatidas- condiciones de seguridad e higiene.
- NOM-017-STPS-2008. Equipo de protección personal, selección, uso y manejo en los centros de trabajo.
- NOM-022-STPS-2015. Electricidad estática en los centros de trabajo. Condiciones de seguridad e higiene.
- NOM-025-STPS-2008. Condiciones de iluminación en el centro de trabajo.
- NOM-026-STPS-2008. Colores y señales de seguridad e higiene, e identificación de riesgos por fluidos conducidos en tuberías.

V.2. Descripción detallada del proceso por líneas de producción, reacción principal y secundaria en donde intervienen materiales considerados de alto riesgo (debiendo anexar diagramas de bloques). Indicar el régimen operativo de la instalación (continuo o por lotes).

En la siguiente figura se muestra de forma resumida el proceso para la fabricación de Hielo.

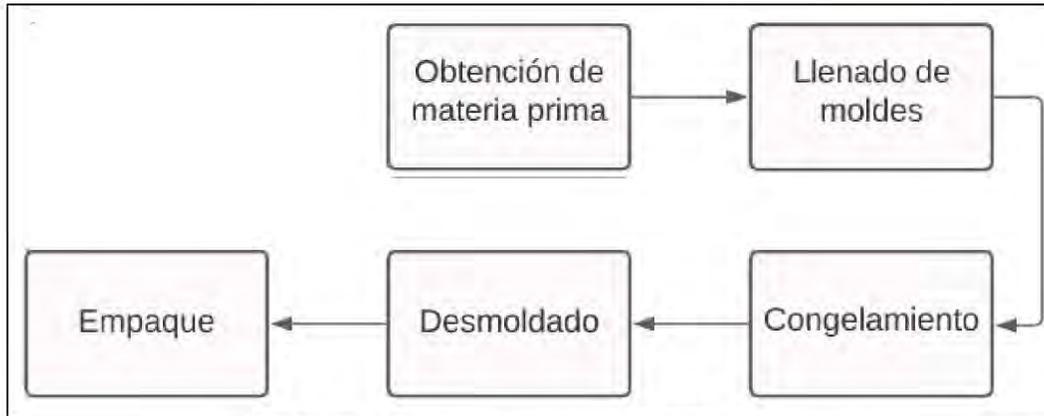


Figura 6D. Proceso resumido para producir hielo en barra.

Obtención de materia prima

El agua es tomada de la red de agua potable el cual se almacena en tanques de 30000 L.

El amoniaco se recibe en camiones-pipas de 30000 L de la siguiente forma:

- Para reducir el riesgo de daños a la salud, se deben utilizar los equipos de protección personal cada vez que se efectúen trasvases de amoniaco o recargas.
- Estacionar el camión-pipa cerca del tanque estacionario al cual será descargado el amoniaco para conectar fácilmente las mangueras y evitar tensiones.
- Evitar cualquier movimiento que pueda presentar el camión-pipa colocando freno de mano y calzas. Asimismo, se deberán conectar eléctricamente a tierra, para evitar que alguna chispa provoque o inicie un incendio en la zona de cargado. Es conveniente colocar letreros indicando que se está descargando amoniaco.
- Conectar la manguera alimentadora a la válvula de salida del camión y en otro extremo a la válvula de entrada del tanque estacionario. Al conectar las mangueras, se debe asegurar que todas las válvulas de purga estén cerradas antes de abrir cualquier otra.
- Abrir lentamente las válvulas de vapor y líquido del tanque estacionario y en seguida la de líquido del camión, las de vapor del compresor y la del camión. Si las válvulas se abren rápidamente, se puede presentar un exceso de flujo que las cerrara por golpe, si esto ocurre, se deben cerrar las válvulas y dejar que fluya el amoniaco para volverlas abrir. Se debe tener especial cuidado al hacer las conexiones para evitar conectar la línea de líquido al compresor.
- Comprobar que la válvula de gas del camión esté abierta, con esta última operación se tienen abiertas todas las válvulas tanto de gas, como de líquido y el sistema está listo para llenar el tanque estacionario
- Fijar la válvula de cuatro vías para el llenado del tanque estacionario y poner en funcionamiento el compresor. Conforme éste reduzca la presión del tanque estacionario, la del camión aumenta y el amoniaco fluye hacia el interior de él.
- Después del arranque del compresor, se debe abrir la purga del manómetro de nivel líquido (válvula del 85%) del tanque estacionario, lo suficientemente para que el escape de gas pueda ser escuchado
- En condiciones normales la presión del tanque debe estar entre 5 y 15 libras más abajo que del camión, esto se puede comprobar con los manómetros correspondientes.
- Cuando el tanque este al 85%, cerrar la válvula de entrada del tanque y del compresor, luego la del camión.

- Antes de separar cada conexión es necesario abrir el purgador de cada una de las válvulas para igualar la presión en el acoplamiento; una vez hecho esto, se puede proceder a desconectar las mangueras.
- Al realizar esta operación de desconexión se debe tener cerca un recipiente grande con agua para que el amoniaco que quedó en el tramo de manguera se mezcle con el agua y no se ventee a la atmósfera.
- Después de desconectar, se debe asegurar que las mangueras de llenado sean cuidadosamente colgadas, siempre se deben mantener las terminales de las mangueras limpias y evitar torcerlas; se deben retirar las calzas de las ruedas de la nodriza y asegurarse que las cadenas de seguridad queden en su lugar.
<https://web.archive.org/web/20161020115151/http://www.ptq.pemex.com.mx/productosyservicios/eventosdescargas/Documents/FORO%20AMONIACO/2013/Recomendaciones%20B%C3%A1sicas%20para%20el%20Manejo%20de%20Amoniaco%20Anhidro.pdf>

Llenado de moldes

Se llenan 50 moldes con 50 L de agua aproximadamente.

Congelamiento

En esta etapa, los moldes con agua que fueron llenados en la etapa anterior son sujetados, elevados, transportados e inmersos en la poza para que se congelen a -12°C por un periodo de 20 a 24 horas, siendo este el tiempo óptimo, de lo contrario si este tiempo disminuye se obtendría hielo quebradizo. Este congelamiento se realiza por la acción de amoniaco líquido circundante a través de serpentines adheridos a una de las paredes de las pozas.

Desmoldado

En la producción de bloques de hielo se usa este proceso para que estos se liberen rápidamente del molde, mediante un sistema de descongelación denominado "baño maría", es decir los bloques de hielo al estar a una temperatura de -12 °C se exponen a temperatura ambiente, con la finalidad de que el bloque de hielo se desprenda del molde por sí solo y se extraiga por gravedad.

Empaquetado y almacenamiento

Una vez desmoldado el hielo, se procede a empaquetar manualmente las barras con bolsas transparentes, las cuales posteriormente se llevan con un montacargas al almacén.

Régimen operativo: Por lotes, debido a la última operación, en la que se tiene que congelar el producto, sin embargo, en las demás operaciones el régimen es continuo.

V.3. Listar todas las materias primas, productos y subproductos manejados en el proceso, señalando aquellas que se encuentren en los Listados de Actividades Altamente Riesgosas, especificando: Sustancia, cantidad máxima de almacenamiento en kg, flujo en m³/h o millones de pies cúbicos estándar por día (MPCSD), concentración, capacidad máxima de producción, tipo de almacenamiento (granel, sacos, tanques, tambores, bidones, cuñetes, etc.) y equipo de seguridad.

Materiales pertenecientes al Primer Listado de sustancias tóxicas						
Sustancia	AAR	Cantidad máxima almacenamiento (kg)	Flujo (m ³ /h)	Concentración	Almacenamiento	Equipo de Seguridad
Agua	No	3,000	300	1 M	Tanques	-
Glicol	No	1,000	200	-	Tanque	-

Materiales pertenecientes al Primer Listado de sustancias tóxicas						
Sustancia	AAR	Cantidad máxima almacenamiento (kg)	Flujo (m ³ /h)	Concentración	Almacenamiento	Equipo de Seguridad
Hipoclorito de sodio	No	500	-	0.3 M	Bidones	Protección para manos ojos y cara
Cloruro de Sodio	No	500	-	0.9 M	Sacos	-
Amoniaco Anhidrido	Sí	500	164	0.9 M	Tanque	Protección para manos ojos y cara, Traje protector en caso de ser necesario

Tabla 2D. Inventario de sustancias químicas y materiales peligrosos

V.4. Presentar las hojas de datos de seguridad (MSDS), de acuerdo a la NORMA Oficial Mexicana NOM-018-STPS-2015, Sistema para la identificación y comunicación de peligros y riesgos por sustancias químicas peligrosas en los centros de trabajo de aquellas sustancias consideradas peligrosas que presenten alguna característica CRETIB.

Se anexan al final del documento.

V.5. Describir tipo de recipientes y/o envases de almacenamiento, especificando: Características, código o estándares de construcción, dimensiones, cantidad o volumen máximo de almacenamiento por recipiente, indicando la sustancia contenida, así como los dispositivos de seguridad instalados en los mismos.

Recipiente y nomenclatura	Sustancia	Características y estándares de construcción	Dimensiones y Cantidad de almacén	Vida útil y Tiempo de uso	Dispositivos de seguridad
Tanque T-001	Amoniaco	Acero de límite elástico inferior a 490 N/mm ² (50 kg/mm ²) añadiendo en todo caso, como mínimo, 1 mm de sobre espesor de corrosión para tanques y recipientes a presión y 2 mm para tabuladoras de las conexiones. ITC MIE-APQ-4	Diámetro: 1.5m Longitud: 4m 500 kg	VU: 20 años TU: 2 años	Válvula de seguridad, sistema de detección de fuga, cortina de agua
Tanque T-002	Agua	Tanque de polietileno API 650	Diámetro: 1.5m Altura: 4m 1500 kg	VU: 20 años TU: 2 años	Válvula de seguridad

Recipiente y nomenclatura	Sustancia	Características y estándares de construcción	Dimensiones y Cantidad de almacén	Vida útil y Tiempo de uso	Dispositivos de seguridad
Tanque T-003	Agua	Tanque de polietileno API 650	Diámetro: 1.5m Altura: 4m 1500 kg	VU: 20 años TU: 2 años	Válvula de seguridad
Tanque T-004	Glicol	Interior: TH = 3.0 mm Exterior: TH = 2.0 mm Soldadura 100% TIG Acabado interior: Pulido general a 0.4 ~ 0.6 µm Aislamiento: poliuretano TH = 80mm API 650	Diámetro: 1.5m Altura: 4m 1000kg	VU: 20 años TU: 2 años	Válvula de seguridad

Tabla 3D. Recipientes dentro de Hielos AS.

V.6. Describir equipos de proceso y auxiliares, especificando características, tiempo estimado de uso y localización. Asimismo, anexar plano a escala del arreglo general de la instalación.

Equipo y Nomenclatura	Características Y especificaciones	Capacidad y/o flujo	Vida útil y Tiempo de uso	Localización dentro de la planta
Bomba B-01	Centrifuga. Sello Hidráulico. 150HP 460 V. 3 Fases. 60 Hz. Acero Inx.	1400L/min	VU: 10 años TU: 2 años	Producción
Bomba B-02	Centrifuga. Sello Hidráulico. 150HP	1400L/min	VU: 10 años TU: 2 años	Producción
Bomba B-03	Centrifuga. Sello Hidráulico. 150HP	1400L/min	VU: 10 años TU: 2 años	Producción
Bomba B-04	Centrifuga. Sello Hidráulico. 150HP	1400L/min	VU: 10 años TU: 2 años	Tanque Amoniaco
Bomba B-05	Centrifuga. Sello Hidráulico. 150HP	1400L/min	VU: 10 años TU: 2 años	Tanque Amoniaco
Compresor C-01	Presión de arranque aprox.: 120 psi. Protección térmica: Automática. H.P.: 1.5. - Motor: 15 Amps. Voltaje: 120V, una sola fase. SCFM a 90 psi: 2.6.	6 galones 1400L/min Presión de corte aprox: 150 psi.	VU: 10 años TU: 2 años	Tanque Amoniaco
Compresor C-02	Presión de arranque aprox.: 120 psi. Protección térmica: Automática. H.P.: 1.5. - Motor: 15 Amps. Voltaje: 120V, una sola fase. SCFM a 90 psi: 2.6.	6 galones 1400L/min Presión de corte aprox: 150 psi.	VU: 10 años TU: 2 años	Producción

Tabla 4D. Recipientes dentro de Hielos AS.

V.7 Presentar el diagrama de flujo de proceso, indicando o anexando la siguiente información: balance de materia y energía temperaturas y presiones de diseño y operación, y estado físico de las diversas corrientes del proceso.

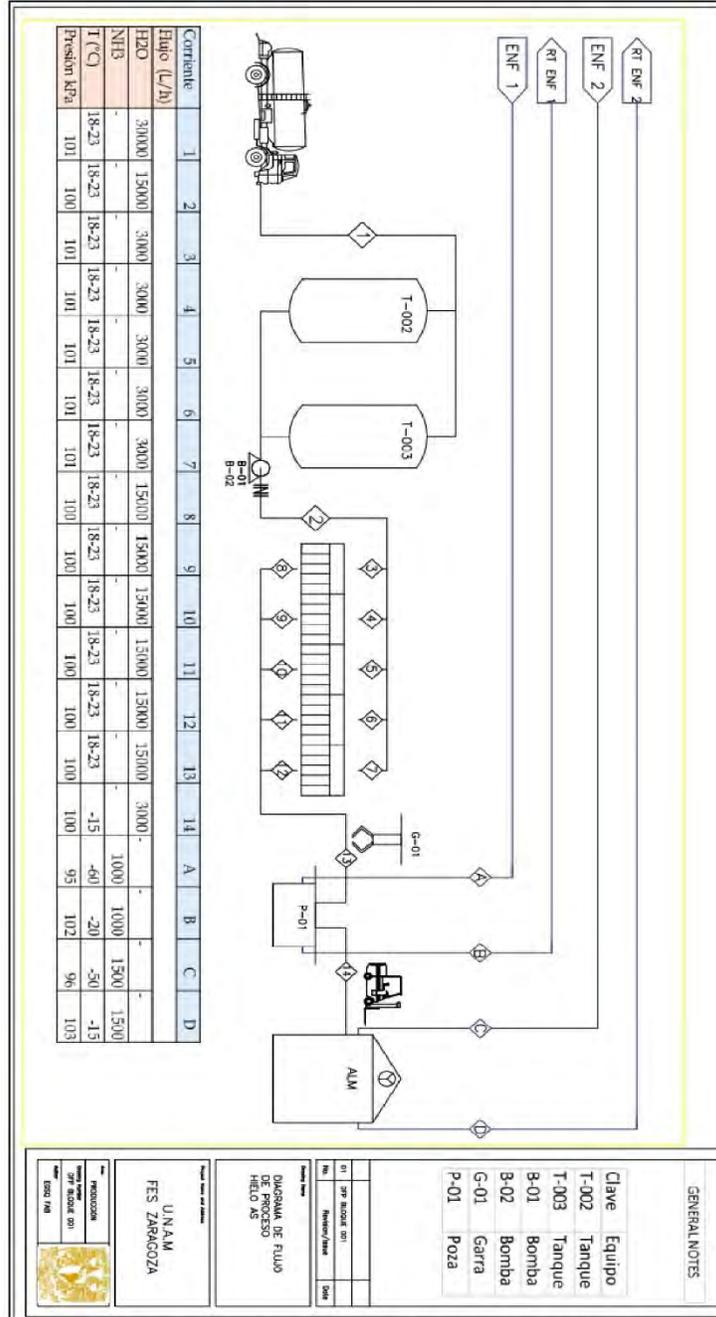


Figura 6D. Diagrama de flujo de Proceso, Hielos AS.

V.9 Diagramas de Tubería e Instrumentación (DTI's) con base en la ingeniería de detalle y con la simbología correspondiente.

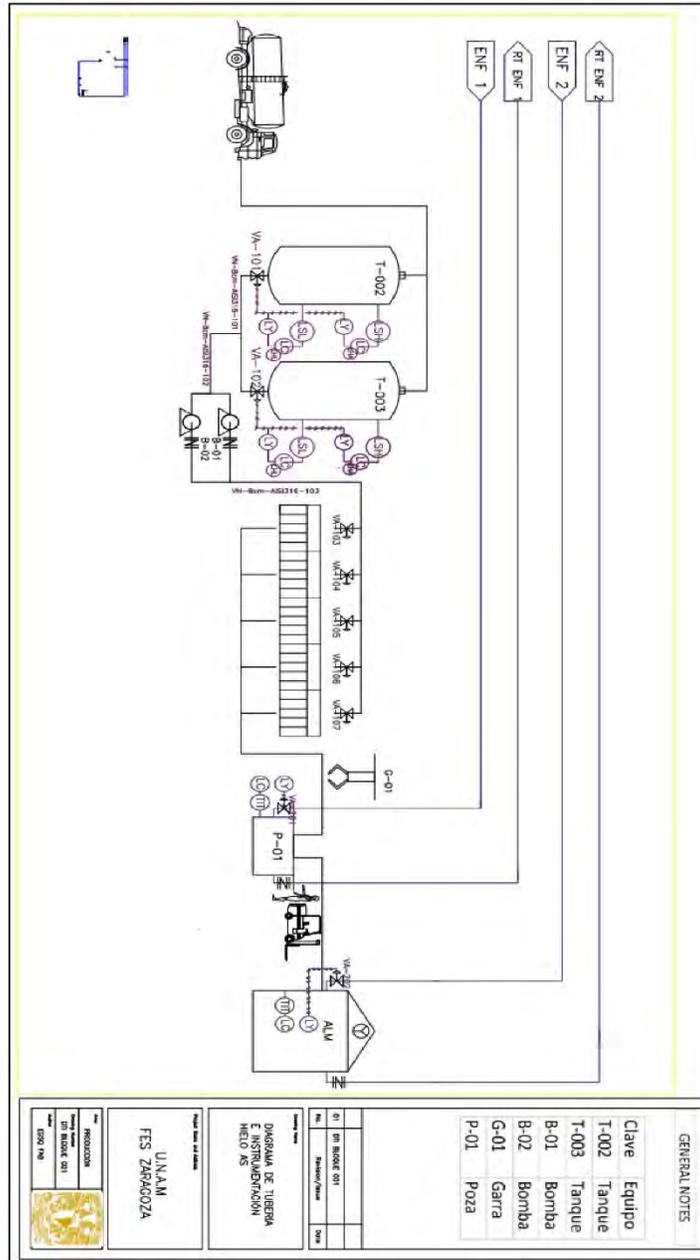


Figura 7D. Diagrama de tubería de instrumentación, Hielos AS.

En el anexo 01 se presenta el DTI del chiller y DTI del proceso en hoja doblecarta.

VI.- ANÁLISIS Y EVALUACIÓN DE RIESGOS.

VI.1 Antecedentes de incidentes y accidentes ocurridos en la operación de las instalaciones o de procesos similares, describiendo brevemente el evento, las causas, sustancias involucradas, nivel de afectación y en su caso, acciones realizadas para su atención.

Hasta el momento no se han presentado incidentes o accidentes dentro de la planta, sin embargo, se tienen antecedentes de diferentes accidentes ocurridos por el manejo de amoniaco anhidro.

Algunos de los casos son los siguientes:

- 22 de Julio 1991, Guadalajara, Jalisco. Fuga de amoniaco de un tanque de ferrocarril; evacuan a 5,000 vecinos. <https://www.files.cenapred.unam.mx/es/BibliotecaVirtual/1991C9/1991-7-23-C9-N176.PDF>
- 24 de agosto 2006, Navolato Culiacán, Sinaloa. Fuga de amoniaco de cisterna que tenía daños en una costura, provocó la muerte de una persona, intoxicación a 58 (entre ellos tres bomberos) y el desalojo de 800 familias. <https://www.jornada.com.mx/2006/08/25/estados/036n2est>
- 07 de Noviembre 2015, Mazatlán, Sinaloa. Fuga de amoniaco en una fábrica de hielo por válvula en mal estado. <https://www.noroeste.com.mx/seguridad/se-fuga-amoniaco-de-fabrica-de-hielo-LGNO163668>
- 2 de Enero 2016, Hermosillo, Sonora. Fuga de amoniaco provocado por una fuga en un tornillo de la válvula del contenedor donde se almacenaba, “Hielera Veracruz”, provoca la evacuación de cientos de personas. <https://www.gob.mx/profepa/prensa/atiende-profepa-fuga-de-amoniaco-en-la-empresa-hielera-veracruz-de-hermosillo-sonora>
- 6 de Diciembre 2019, Michoacán. Volcadura de pipa con 30mil litros de Amoniaco deja 9 muertos. <https://www.angulo7.com.mx/2019/12/09/suman-9-muertos-tras-volcar-pipa-cargada-con-amoniaco-en-michoacan/>
- 5 de Febrero 2020, Venustiano Carranza, CDMX. Fuga de amoniaco se presentó en la manguera de la bomba de suministro de una pipa propiedad de una empresa de fabricación de hielo, se evacuaron alrededor de dos mil personas de comercios y viviendas. <https://www.contrareplica.mx/nota-Fuga-de-amoniaco-en-Venustiano-Carranza20205228>
- 25 de Enero 2023, Culiacán, Sinaloa. Fuga de amoniaco en fábrica de hielos, provoca el desalojo de persona y la atención por intoxicación de 10 personas. <https://www.noroeste.com.mx/seguridad/montan-operativo-en-culiacan-por-fuga-de-amoniaco-en-empresa-de-hielo-CX3303477>
- 13 de Febrero 2023, Santa María Tulpetlac, Ecatepec. Fuga de amoniaco por la ruptura de una tubería en una fábrica de hielo, desalojando personal de la planta. <https://www.jornada.com.mx/notas/2023/02/13/estados/se-registra-fuga-de-amoniaco-en-fabrica-de-ecatepec/>
- 13 de agosto 2023, Hermosillo, Sonora. Fuga de amoniaco por la ruptura de una tubería en una fábrica de hielo, desalojando personal de la planta. <https://www.elimparcial.com/sonora/hermosillo/Fuga-de-amoniaco-moviliza-a-cuerpos-de-emergencia-en-Hermosillo-20230813-0011.html>

De los incidentes anteriores, se puede destacar los que fueron precisamente en fábricas de hielo, por lo que se relacionan en mayor medida con el estudio que se está presentando.

Fuga de amoniaco 2016 (reporte presentado por la Procuraduría Federal de Protección al Ambiente)

De acuerdo a la información preliminar de la Unidad Estatal de Protección Civil, la fuga de 150 litros de amoniaco fue provocada por el desperfecto de un tornillo en una válvula. Debido a la fuga de amoniaco fueron evacuadas cientos de personas de los alrededores, por parte de Protección Civil, y se dio atención médica a los empleados de la hielera por intoxicación menor.

Una vez que finalizadas las actuaciones de las autoridades de emergencia de primera respuesta, inspectores de la PROFEPA revisarán el sitio y solicitarán a los representantes de la empresa que acrediten el cumplimiento de la normatividad ambiental, por ejemplo, que cuenten con seguro para daños ambientales, en primera instancia. Además esta Procuraduría verificará y solicitará un Estudio de Riesgo Ambiental; el Programa de Prevención de Accidentes; y que hayan dado aviso inmediato a las autoridades correspondientes. Hasta el momento la Unidad Estatal de Protección Civil, mantiene suspendidas las operaciones de la empresa. Después de la inspección, la PROFEPA determinará si existen los elementos suficientes para iniciar un procedimiento contra “Hielera Veracruz”, la cual podría resolverse con una posible sanción administrativa. https://www.profepa.gob.mx/innovaportal/v/7901/1/mx/atiende_profepa_fuga_de_amoniacos_en_la_empresa_%E2%80%99Chielera_veracruz%E2%80%9D_de_hermosillo_sonora.html

Fuga de amoníaco 2020 (reporte presentado por 24-horas)

En la colonia Industrial Puerto Aéreo, en la alcaldía Venustiano Carranza, se presentó una fuga amoníaco de una pipa, por lo que se evacuó a las personas cercanas al lugar y bomberos ya llegaron al lugar. Al menos dos mil personas fueron evacuadas de sus comercios y viviendas en las calles de Asistencia Pública 596 y Universidad Nacional para permitir el paso de los bomberos.

La fuga se presentó en la manguera de una bomba de suministro de una pipa, propiedad de una empresa de fabricación de hielo. Por su parte, el Heroico Cuerpo de Bomberos ya se encuentra atendiendo la zona y la fuga ha sido controlada según informó la Secretaría de Gestión Integral de Riesgos y PC. <https://www.24-horas.mx/2020/02/05/controlan-fuga-de-amoniacos-en-alcaldia-venustiano-carranza-video/>

VI.2 Con base en los DTI's de la ingeniería de detalle, identificar los riesgos en áreas de proceso, almacenamiento y transporte.

Con base en los DTI's, se realizó el análisis de riesgo. En el anexo 02 se muestran las hojas de trabajo del método HAZOP. A continuación, se mostrará parte de esta metodología, donde se muestran los eventos detectados. Igualmente se muestra en la última columna la susceptibilidad y severidad, conforme a la matriz de riesgos (4x4) para su jerarquización.

Como proceso principal para realizar la metodología HAZOP se estableció el sistema de refrigeración, este se dividió en dos nodos, uno en la parte del proceso el amoníaco es líquido, y el segundo donde es gaseoso.

HIELOS AS S.A de C.V.					
Proceso: Sistema de refrigeración					
Nodo: 1 (Amoníaco líquido)					
P. G.	Desviación	Causas	Consecuencias	Recomendaciones y sis. de seguridad	Probabilidad y severidad (1-4)
No	Nivel	Fallo en los mecanismos de medición	No percatarse en caso de irregularidades	-Programas de mantenimiento -Rutinas de monitoreo	2*1
	Caudal	Tuberías obstruidas	Detención del proceso	-Indicadores de caudal -Programas de mantenimiento	1*1
		Cierre de válvulas	Fallo en mecanismos de las mismas y equipos	-Rutinas de monitoreo	2*1

HIELOS AS S.A de C.V.					
Proceso: Sistema de refrigeración					
Nodo: 1 (Amoniaco líquido)					
P. G.	Desviación	Causas	Consecuencias	Recomendaciones y sis. de seguridad	Probabilidad y severidad (1-4)
	Llenado	Ruptura de manguera utilizada para el trasvase	Fuga de Amoniaco	-Inspección de equipos y accesorios siempre que se trasvase -Simulacros de actuación en caso de fuga	2*4
Más	Nivel	Intercambio de calor mínimo haciendo regresar liquido	No llevar acabo el intercambio necesario para formal el hielo	-Rutinas de monitoreo -Registros de funcionamiento de equipo	2*1
	Caudal	Sistema de control averiado	Irregularidades haciendo ineficiente el proceso	-Programas de mantenimiento -Registros de funcionamiento de equipo	3*1
	Presión	Presencia de aceite	Irregularidades haciendo ineficiente el proceso	-Detector de sustancias no permitidas -Instalación de trampas en líneas de amoniaco	2*1
		Falla en la válvula de expansión	Ruptura de la tubería liberando amoniaco	-Válvula de alivio hacia la atmosfera -Botones de parada de emergencia -Simulacros de actuación en caso de fugas	2*3
Temperatura	Falla en la válvula de expansión	No llevar acabo el intercambio necesario para formal el hielo	-Calibración de válvulas y válvulas de seguridad -Rutinas de monitoreo -Equipo de reserva	2*2	
Menos	Nivel	Tanque con abertura	Fuga de amoniaco	-Rutinas de monitoreo -Cortina de agua -Simulacros de actuación en caso de fugas	2*4

HIELOS AS S.A de C.V.					
Proceso: Sistema de refrigeración					
Nodo: 1 (Amoniaco líquido)					
P. G.	Desviación	Causas	Consecuencias	Recomendaciones y sis. de seguridad	Probabilidad y severidad (1-4)
		Válvula inferior averiada o rota	Fuga de amoniaco	-Calibración de válvulas -Rutinas de monitoreo -Cortina de agua -Simulacros de actuación en caso de fugas	2*4
	Caudal	Bombas sin amperaje necesario	Irregularidades haciendo ineficiente el proceso	-Rutinas de monitoreo	1*1
	Presión	Válvula de expansión no ajustada	Irregularidades haciendo ineficiente el proceso	-Calibración de válvulas y válvulas de seguridad -Registros de funcionamiento de equipo	2*1
	Temperatura	Falla en el intercambio de calor	No llevar acabo el intercambio necesario para formal el hielo	-Programas de mantenimiento -Rutinas de monitoreo -Registros de funcionamiento de equipo	2*2

Tabla 5D: Análisis HAZOP para el nodo 1

HIELOS AS S.A de C.V.					
Proceso: Sistema de refrigeración					
Nodo: 2 (Amoniaco gaseoso)					
P. G.	Desviación	Causas	Consecuencias	Recomendaciones	Susceptibilidad y severidad
No	Caudal	No existe intercambio de calor	No llevar acabo el intercambio necesario para formal el hielo	-Rutinas de monitoreo -Registros de funcionamiento de equipo	1*2
Más	Caudal	Fallo en la válvula de expansión	Ruptura de la tubería liberando amoniaco	-Programas de mantenimiento	2*4

HIELOS AS S.A de C.V.					
Proceso: Sistema de refrigeración					
Nodo: 2 (Amoniaco gaseoso)					
P. G.	Desviación	Causas	Consecuencias	Recomendaciones	Susceptibilidad y severidad
		Falla en condensador	Ruptura de la tubería liberando amoniaco	-Calibración de válvulas y válvulas de seguridad -Sistema de detección de gases -Botones de parada de emergencia -Simulacros de actuación en caso de fugas	2*4
	Presión	Compresor no ajustado	Irregularidades haciendo ineficiente el proceso	-Programas de mantenimiento -Rutinas de monitoreo	2*1
	Temperatura	Compresor no ajustado	Irregularidades haciendo ineficiente el proceso	-Registros de funcionamiento de equipo	2*1
Menos	Caudal	Es mínimo el intercambio de calor	No llevar acabo el intercambio necesario para formar el hielo	-Programas de mantenimiento -Rutinas de monitoreo -Registros de funcionamiento de equipo	2*2
	Presión	Falla en compresor	Auto inflamación del aceite	-Alarmas visuales y sonoras -Equipo de reserva	2*3
			Irregularidades haciendo ineficiente el proceso	-Programas de mantenimiento -Rutinas de monitoreo -Registros de funcionamiento de equipo	2*1
		Ruptura o abertura en tubería	Fuga de amoniaco	-Alarmas visuales y sonoras -Programas de mantenimiento -Sistema de detección de gases -Botones de parada de emergencia -Simulacros de actuación en caso de fugas	2*4

HIELOS AS S.A de C.V.					
Proceso: Sistema de refrigeración Nodo: 2 (Amoniaco gaseoso)					
P. G.	Desviación	Causas	Consecuencias	Recomendaciones	Susceptibilidad y severidad
	Temperatura	Es mínimo el intercambio de calor	No llevar acabo el intercambio necesario para formar el hielo	-Alarmas visuales y sonoras -Programas de mantenimiento -Rutinas de monitoreo -Registros de funcionamiento de equipo	2*2
		Falla en recubrimiento en tuberías	Irregularidades haciendo ineficiente el proceso	-Programas de mantenimiento -Rutinas de monitoreo	1*1

Tabla 6D: Análisis HAZOP para el nodo 2

Conforme al análisis presentado, se detectaron cuatro escenarios considerables:

Escenario	Sustancia	EVENTO QUE PUEDE PRESENTARSE
1	Amoniaco	Amoniaco escapando del tanque (en forma líquida) por una abertura circular de 1 cm de diámetro a 10 centímetros de altura del fondo del tanque. El tanque se encuentra al 80% de llenado
2	Amoniaco	Fuga en válvula inferior del tanque de 2 cm, escapando amoniaco en forma líquida. El tanque se encuentra a 30% de llenado.
3	Amoniaco	Ruptura de la manguera de dos pulgadas de diámetro usada para el trasvase.
4	Amoniaco	Ruptura de tubería de alta presión ocasionando una fuga de amoniaco

Tabla 7D. Eventos HAZOP detectados

VI.3 Determinar los radios potenciales de afectación, a través de la aplicación de modelos matemáticos de simulación, del o los eventos máximos probables de riesgo identificados en el punto VI.2, e incluir la memoria de cálculo para la determinación de los gastos, volúmenes y tiempos de fuga utilizados en las simulaciones, debiendo justificar y sustentar todos y cada uno de los datos empleados en dichas determinaciones.

Los radios potenciales de afectación fueron calculados con el software de uso gratuito "ALOHA", los datos ingresados para dichos cálculos se basan en la información recopilada del capítulo III. Dado que el software se encuentra en ingles la memoria de cálculo se presentara en ese idioma:

Datos del químico y ambiente:

- Chemical Name: AMMONIA
 - CAS Number: 7664-41-7 Molecular Weight: 17.03 g/mol
 - AEGL-1 (60 min): 30 ppm AEGL-2 (60 min): 160 ppm AEGL-3 (60 min): 1100 ppm
 - IDLH: 300 ppm LEL: 150000 ppm UEL: 280000 ppm
 - Ambient Boiling Point: -33.5° C
 - Vapor Pressure at Ambient Temperature: greater than 1 atm

- Ambient Saturation Concentration: 1,000,000 ppm or 100.0%
- **ATMOSPHERIC DATA: (MANUAL INPUT OF DATA)**
 - Wind: 5 miles/hour from S at 3 meters
 - Ground Roughness: open country Cloud Cover: 5 tenths
 - Air Temperature: 20° C
 - Stability Class: C (user override)
 - No Inversion Height Relative Humidity: 0%

Escenario 1:

- **SOURCE STRENGTH:**
 - Leak from hole in horizontal cylindrical tank
 - Flammable chemical escaping from tank (not burning)
 - Tank Diameter: 1.5 meters Tank Length: 4 meters
 - Tank Volume: 7.07 cubic meters
 - Tank contains liquid Internal Temperature: 20° C
 - Chemical Mass in Tank: 3.81 tons Tank is 80% full
 - Circular Opening Diameter: 1 centimeters
 - Opening is 10 centimeters from tank bottom
- Release Duration: 47 minutes
- Max Average Sustained Release Rate: 86.7 kilograms/min (averaged over a minute or more)
- Total Amount Released: 3,364 kilograms
 - Note: The chemical escaped as a mixture of gas and aerosol (two phase flow).

Escenario 2:

- **SOURCE STRENGTH:**
 - Leak from short pipe or valve in horizontal cylindrical tank
 - Flammable chemical escaping from tank (not burning)
 - Tank Diameter: 1.5 meters Tank Length: 4 meters
 - Tank Volume: 7.07 cubic meters
 - Tank contains liquid Internal Temperature: 20° C
 - Chemical Mass in Tank: 1.46 tons Tank is 30% full
 - Circular Opening Diameter: 2 centimeters
 - Opening is 0 centimeters from tank bottom
 - Note: RAILCAR predicts a stationary cloud or 'mist pool' will form.
 - Model Run: traditional ALOHA tank
- Release Duration: 12 minutes
- Max Average Sustained Release Rate: 116 kilograms/min (averaged over a minute or more)
- Total Amount Released: 1,324 kilograms
 - Note: The chemical escaped as a mixture of gas and aerosol (two phase flow).

Escenario 3

- **SOURCE STRENGTH:**
 - Leak from short pipe or valve in horizontal cylindrical tank
 - Flammable chemical escaping from tank (not burning)
 - Tank Diameter: 2 meters Tank Length: 9.55 meters
 - Tank Volume: 30 cubic meters
 - Tank contains liquid Internal Temperature: 20° C

- Chemical Mass in Tank: 14,736 kilograms
- Tank is 80% full
- Circular Opening Diameter: 2 centimeters
- Opening is 20.0 centimeters from tank bottom
- Release Duration: ALOHA limited the duration to 1 hour
- Max Average Sustained Release Rate: 116 kilograms/min (averaged over a minute or more)
- Total Amount Released: 6,880 kilograms
 - Note: The chemical escaped as a mixture of gas and aerosol (two phase flow).

Escenario 4:

- SOURCE STRENGTH:
 - Flammable gas escaping from pipe (not burning)
 - Pipe Diameter: 2 inches Pipe Length: 15 meters
 - Unbroken end of the pipe is connected to an infinite source
 - Pipe Roughness: rough Hole Area: 3.14 sq in
 - Pipe Press: 10 atmospheres Pipe Temperature: 35° C
- Release Duration: ALOHA limited the duration to 1 hour
- Max Average Sustained Release Rate: 72.5 kilograms/min (averaged over a minute or more)
- Total Amount Released: 4,348 kilograms

En cuanto a los radios de afectación se consideró como mayor prioridad la zona norte respecto a la planta, debido a que en la zona sur no se encuentran asentamientos humanos ni comercios.

Escenario	Radios de afectación		
	TLV-TWA	TLV-STEL	IDLH
1	2.3 km	1.9 km	618 m
2	657 m	551 m	177 m
3	2.7 km	2.2 km	718 m
4	1.1 km	949 m	310 m

Tabla 8D. Radios de afectación

VI.4 Representar las zonas de alto riesgo y amortiguamiento en un plano a escala adecuada donde se indiquen los puntos de interés que pudieran verse afectados.

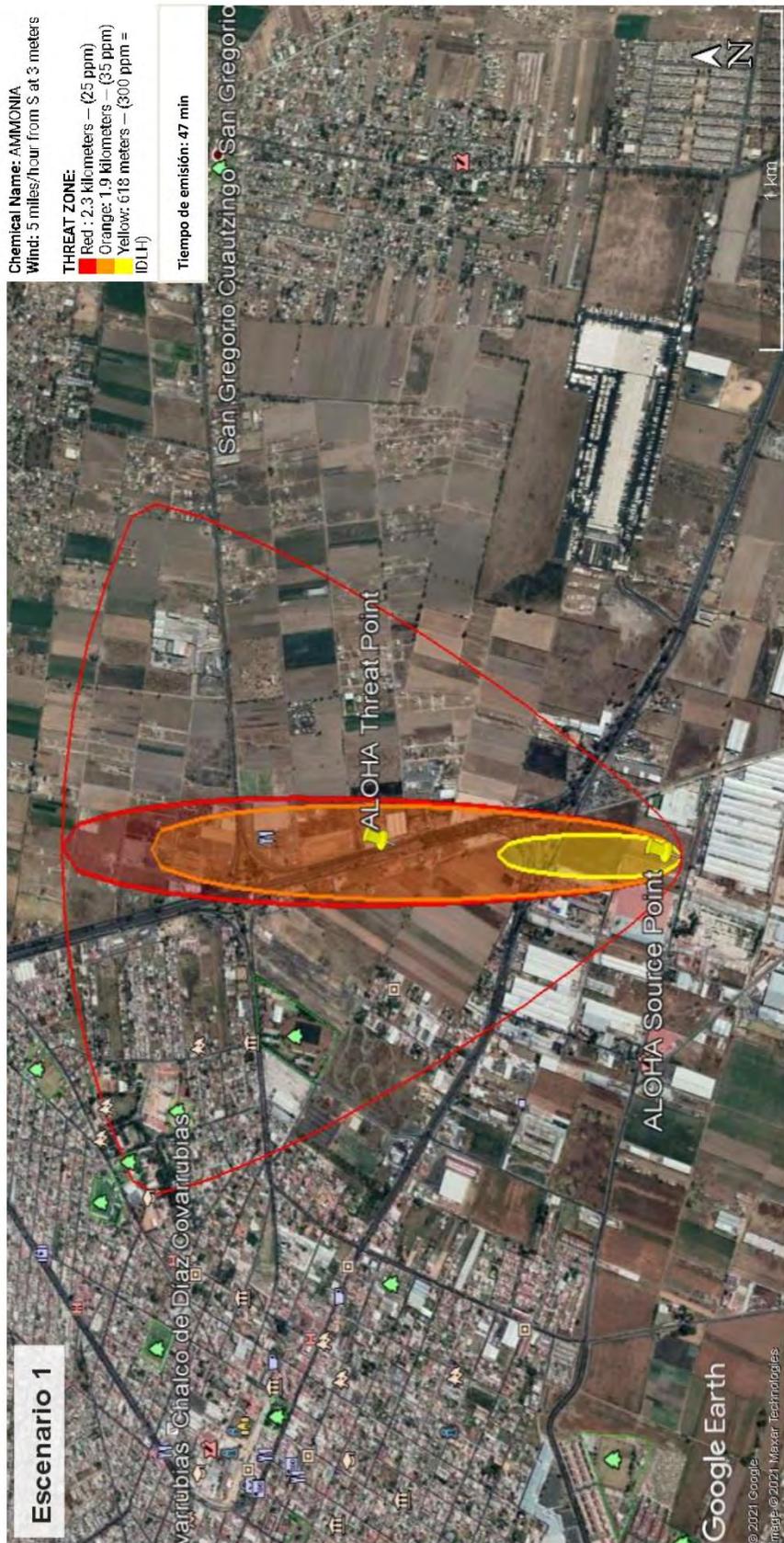


Figura 8D. Plano mostrando los radios potenciales de afectación obtenidos de la simulación del escenario 1



Figura 9D. Plano mostrando los radios potenciales de afectación obtenidos de la simulación del escenario 2

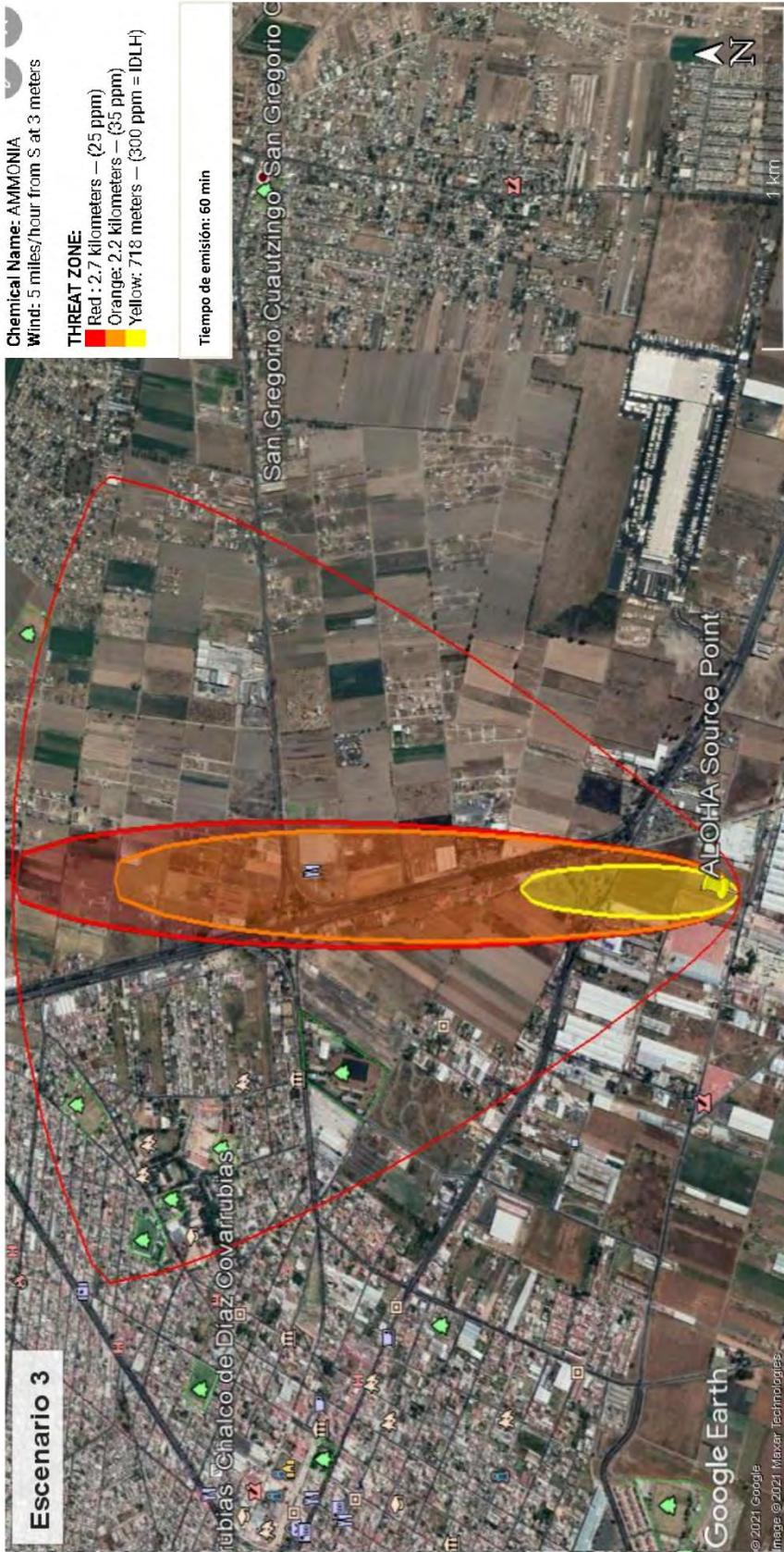


Figura 10D. Plano mostrando los radios potenciales de afectación obtenidos de la simulación del escenario 3



Figura 11D. Plano mostrando los radios potenciales de afectación obtenidos de la simulación del escenario 4

VI.5 Realizar un análisis y evaluación de posibles interacciones de riesgo con otras áreas, equipos o instalaciones próximas a la instalación que se encuentren dentro de la Zona de Alto Riesgo, indicando las medidas preventivas orientadas a la reducción del riesgo de las mismas.

Dentro de la planta no existe interacción con equipos críticos que puedan ocasionar alguna contingencia mayor en caso de emergencia.

Las mayores complicaciones respecto a la interacción con otros equipos, serían debido a las plantas colindantes o que se encuentran en la zona de alto riesgo, como lo son: SOMAR, GENBIO, Botanas Metrópoli, entre otras.

Para la seguridad de las plantas colindantes y de la población, se les informará a las plantas de los peligros del amoníaco tomando como base las siguientes consideraciones:

- El amoníaco es estable a temperatura ambiente, pero a altas temperaturas se descompone en hidrógeno y nitrógeno. La velocidad de descomposición depende del material donde se encuentre almacenado. Generalmente, las disoluciones con concentraciones inferiores a 5 % no producen vapores inflamables a ninguna temperatura. Se ha informado de explosiones violentas durante el secado intensivo de amoníaco sobre perclorato de magnesio en tubos de acero.
- Conexiones accidentales que pongan en contacto oxígeno y amoníaco en forma gaseosa, generan explosiones violentas. También se ha informado de este tipo de accidentes al mezclar óxido de etileno y disoluciones acuosas de amoníaco, ya que se inicia violentamente una polimerización.
- Pueden presentarse reacciones violentas e incluso explosivas entre amoníaco y los siguientes reactivos: acetaldehído, acroleína, boro, haluros de boro, calcio, ácido clórico, azida de cloro, monóxido de cloro, trifluoruro de cloro, cromo, anhídrido crómico, cloruro de cromilo, 1,2-dicloroetano, tetróxido de dinitrógeno, derivados de germanio, hexacloromelamina, hidracina con metales alcalinos, bromuro de hidrógeno, peróxido de hidrógeno al 99.6 %, ácido hipocloroso, tricloruro de nitrógeno, trifluoruro de nitrógeno, cloruro de nitrilo, pentóxido de fósforo, trióxido de fósforo, ácido pícrico-metales, clorato de potasio, difluoruro de oxígeno y cloruro de tiotriazilo.
- No deben calentarse mezclas de amoníaco y carbonato de sodio en disoluciones de goma arábiga, pues pueden explotar.
- El nitruro de azufre es un compuesto explosivo que se genera al reaccionar azufre o dicloruro de azufre con amoníaco. Igualmente peligrosas resultan las disoluciones amoniacaes de plata al exponerse al aire o al calor o al almacenarse por períodos largos de tiempo, ya que se genera nitruro de plata el cual es explosivo. Este peligro de explosión existe también, en la recuperación de plata a partir de disoluciones amoniacaes de cloruro de plata por intercambio iónico; en las disoluciones amoniacaes muy alcalinas (pH 12.9) de nitrato de plata; en el reactivo de Sommer y Market para identificar derivados de celulosa; en las disoluciones amoniacaes de azida de plata y al secarse la imida de plata. El mismo riesgo existe con las respectivas sales de oro.
- El amoníaco reacciona con mercurio en presencia de trazas de agua, generando compuestos explosivos, por lo que **NO DEBEN UTILIZARSE MANÓMETROS CON MERCURIO AL TRABAJAR CON AMONÍACO**, pues existe el riesgo de explosión al despresurizar el sistema. Otras mezclas explosivas se han informado con amoníaco y pentafluoruro de bromo, bromo, cloro, cloritos, clorosilanos, tetrabromuro de telurio, tetracloruro de telurio, amina de tetrametilamonio y cloruro de sulfinilo.
- El amoníaco y sus disoluciones acuosas se prenden en contacto con flúor y con yodo o yoduro de potasio, forman compuestos explosivos, los cuales pueden detonar con cantidades mínimas de energía. La oxidación de amoníaco a ácido nítrico, sobre platino en presencia de oxígeno puede resultar explosiva. Se ha informado de reacciones explosivas, usando amoníaco, durante la síntesis de 2,4- dinitroanilina, 2-nitroanilina y 15N-urea. Reacciona con cinc, cobre, esta o y algunas aleaciones.

- En general, el amoníaco es incompatible con muchos compuestos como: sales de oro y plata, halógenos, metales alcalinos, tricloruro de nitrógeno, clorato de potasio, cloruro de cromilo, haluros de oxígeno, vapores ácidos, azidas, óxido de etileno y ácido pícrico, entre otros. Las disoluciones acuosas concentradas de amoníaco reaccionan con yodo metálico para dar un precipitado de nitruro de yodo (NI₃), el cual es un explosivo débil. También puede generar reacciones de polimerización peligrosas.
- Las disoluciones acuosas de amoníaco generan amoníaco gaseoso y en general son incompatibles con ácidos, cobre, aleaciones de cobre, hierro galvanizado y aluminio.

VI.6 Con base en la identificación y evaluación de riesgos realizados:

VI.6.1. Describir a detalle las medidas, equipos, dispositivos, sistemas de seguridad y sistemas contra-incendios con que cuenta la instalación, consideradas para la prevención, control y atención de eventos extraordinarios. Analizar si son apropiados y/o suficientes para la contención de eventos accidentales y, en caso de no serlo y requerir alguna modificación o adición al sistema de seguridad, incluir una tabla enlistando el equipo a modificar o a agregar.

Conforme al estudio de riesgo realizado anteriormente, se han determinado diferentes actividades para la reducción de los riesgos identificados. Estas actividades se describen en la siguiente tabla:

Medidas preventivas, correctivas y de mejora			
Medidas preventivas			
Actividad a realizar	Descripción de la actividad	Periodicidad	Personal responsable
Verificación de trasvase	Verificar que esté presente el manual/procedimiento de transvase de amoníaco a la vista de los trabajadores.	Permanente	Jefe de almacenamiento
Registro de Válvulas	Llevar registros de las revisiones de válvulas de tuberías y tanques y, en caso de que se lleven a cabo, de reemplazo y calibración.	Cada 2 días	Metrología y mantenimiento
Plan de protección civil	Realizar y mantener actualizado el plan interno de protección civil cada año.	Anualmente	Seguridad e Higiene
Brigadas de emergencia	Capacitar y actualizar las brigadas de emergencia existentes.	Trimestral	Seguridad e Higiene y Dirección
Reporte de incidentes y accidentes	Llevar a cabo y analizar un reporte de Incidentes y Accidentes, señalando sus causas, consecuencias y maneras de haber sido evitado.	Semestral	Seguridad e Higiene y Dirección
Disponibilidad de hojas de seguridad	Tener al alcance de los trabajadores las hojas de seguridad que manejan amoníaco.	Permanente	Encargados de las diferentes zonas
Actualizar directorios	Mantener actualizado el directorio de los cuerpos de auxilio y rescate.	Mensualmente	Seguridad e Higiene y Dirección
Programas de capacitación	Realizar capacitaciones al personal en cuanto a las acciones de corrección, mitigación y control de	Mensualmente	Seguridad e Higiene

	presentarse una fuga de amoniaco en el sistema.			
Equipo de personal	Contar con equipos de proteccion personal para incendios y para fugas de amoniaco.	Permanente		Seguridad e Higiene
Mantenimiento de manguera	Verificar que la manguera para el trasvase de amoniaco se encuentra en optimas condiciones o bien reemplazarla.	Semanalmente		Jefe de almacén y Jefe de producción
Medidas correctivas y de mejora				
Actividad a realizar	Descripción de la actividad	Fecha de inicio	Fecha de terminación	Personal responsable
Identificación de tubería	Identificar la totalidad de la tubería de acuerdo a la NORMA Oficial Mexicana NOM-026-STPS-2008, Colores y señales de seguridad e higiene, e identificación de riesgos por fluidos conducidos en tuberías.	10/Dic/2021	15/Dic/2021	Seguridad e Higiene
Cambio de manómetros	No deben emplearse manómetros que operen con mercurio ya que puede formar un compuesto explosivo similar a un fulminato.	01/Dic/2021	05/Dic/2021	Metrología y mantenimiento
Protección de tuberías	Todas las válvulas deben estar protegidas por válvulas check internas para exceso de flujo, para mayor seguridad la instalación debe utilizar su propia válvula check externa.	01/Dic/2021	05/Dic/2021	Mantenimiento
Instalación de veleta	Instalar veleta en un punto donde sea visible para conocer la dirección del viento en caso de fuga.	01/Dic/2021	01/Dic/2021	Metrología y mantenimiento
Instalación equipo contra incendios	Constatar que el equipo contra incendio este basado en lo establecido en la NOM-002-STPS-2010.	01/Dic/2021	05/Dic/2021	Seguridad e Higiene

Tabla 9D. Medidas preventivas, correctivas y de mejora respecto al análisis realizado.

Para disminuir la probabilidad de ocurrencia de los eventos identificados en el Estudio de Riesgo Ambiental así como combatirlos, se consideran los siguientes sistemas de seguridad

Sistemas para la detección de humo o gases

La planta cuenta con detectores de gases y detectores de flama distribuidos en toda la planta, enfocándose principalmente en el área de enfriamiento y almacén de amoniaco.

Sistemas contra Incendio.

- Trajes de penetración de incendio
- Trajes de protección respiratoria
- Bombas Jockey
- Alarmas de emergencia y de evacuación
- Rociadores
- Circuito de distribución del agente extintor
- Extintores: PQS-ABC, CO₂

Sistemas de Comunicación

La planta cuenta con una red de teléfonos que se posicionan en cada puesto de trabajo para las distintas áreas. Asimismo el personal de seguridad cuenta con radios de largo alcance para cualquier tipo de comunicación.

Servicios de limpieza y mantenimiento

La planta cuenta con personal de limpieza, el cual está capacitado para realizar y desempeñar su trabajo de la mejor manera posible, igualmente cuentan con la capacitación para reportar cualquier percance que pueda suceder. Igualmente existe personal de mantenimiento, el cual verifica que todos los equipos y accesorios se encuentren en las condiciones óptimas para su funcionalidad.

Instalaciones de atención médica y equipo de primeros auxilios.

La planta cuenta con un consultorio médico, el cual dispone de 3 trabajadores para los distintos turnos que existen, igualmente en la planta se cuenta con 5 botiquines de primeros auxilios los cuales se encuentran en puntos estratégicos para mayor facilidad de acceso, estos contienen:

- Tintura de yodo
- Jabón neutro líquido
- Vaselina
- Alcohol
- Agua estéril
- Gasas estériles de 5 y 10 cm
- Termómetro
- Tijeras rectas
- Férulas de cartón de 15 X 50 cm
- Esfera salvo (oxígeno) con equipo mascarilla
- Tabletas de antiespasmódico
- Tijera recta
- Vendas elásticas de 5 cm x 5 m

EQUIPO Y RECURSOS MATERIALES DE SEGURIDAD EXISTENTES EN LA PLANTA		
Cantidad	Características generales	Ubicación
4	Equipo de respiración autónomo, el cual permite su uso durante al menos 30 minutos	Almacén de Equipo.
4	Mascarillas para vapores orgánicos con cartuchos removibles.	Almacén de Equipo.
1	Detector de gases múltiples (explosímetro)	Almacén de Equipo.
4	Botoneras de la alarma sonora, la cual opera únicamente con energía eléctrica.	Caseta de vigilancia sur y norte. Área Central
05	Radios de comunicación interna de banda corta, mismos que están a cargo de: Además, vigilancia también posee radio de alta frecuencia con el cual se está en contacto con los servicios de apoyo en caso necesario.	Vigilancia. Mantenimiento. Calderas. Almacén de Equipo. Eléctrico.
	Se cuenta con radio telefónica para comunicación interna (administrativa)	Administración
2	Regadera y lavaojos de emergencia.	Área de almacén. Área de producción
5	Botiquín de primeros auxilios.	Enfermería. Almacén. Área de producción. Casetas de vigilancia.
1	Camilla rígida.	Almacén de Equipo.

Lote	Inmovilizadores de cráneo.	Almacén de Equipo.
5	Collarín.	Almacén de Equipo. Enfermería
3	Tanque de oxígeno.	Almacén de Equipo.
1	Baumanómetro digital.	Almacén de Equipo.
4	Termómetro.	Almacén de Equipo. Enfermería
Lote	Vendas.	Almacén de Equipo.
4	Férulas.	Almacén de Equipo.
1	Nebulizador de pistón.	Almacén de Equipo.
Lote	Soluciones antisépticas.	Almacén de Equipo.
Lote	Medicamentos, tales como desinflamatorios, antiespasmódicos, antipiréticos.	Almacén de Equipo. Enfermería
8	Arneses industriales.	Almacén de Equipo.
8	Líneas de vida con amortizador de caídas.	Almacén de Equipo.
2	Dispositivos para indicar la ubicación del viento -cono- .	Caseta de vigilancia sur y norte y Almacén
4	Equipos de protección personal para manejo de Amoniaco, tipo Tybek.	Almacén general.
Lote	Material para contención de derrames.	Almacén general.
5	Extintores (PQS Y PCO ₂)	Diferentes puntos de la planta.
1	Megáfono.	Almacén de Equipo.
2	Bombas contra incendios	Área de producción.
3	Hidrante monitor (cañón)	Diferentes puntos de la planta.

Tabla 10D. Equipos de Seguridad en la Planta de Hielos AS

Lo anteriormente descrito se encuentra con más detalle en los siguientes anexos:

Anexo 04. Equipo de Seguridad.

Anexo 05. Plano del sistema contra incendios.

Anexo 06. Lay Out Rutas de Evacuación.

Anexo 08. Manual de Primeros Auxilios.

VI.6.2. Indicar los programas de mantenimiento, inspección, capacitación y operación con que se cuenta en la instalación y evaluar si son suficientes y/o apropiados para la prevención de los accidentes graves identificados.

Los procedimientos con que se cuenta para evitar cualquier accidente y mitigar los riesgos son los siguientes.

Inspecciones de rutina

Por medio de una inspección diaria y visual se pretende detectar diferentes riesgos en la planta, como:

- Fugas de amoniaco: Verificando sellos, recubrimientos, conexiones (soldadas, roscadas, por presión). Utilizando líquidos para verificación en partes del proceso donde la sustancia sea en estado gaseoso.
- Daños en equipos: Verificar que no exista en los equipos agrietamiento, oxidación, erosión, abrasión, incrustación, etc.

- Errores de instrumentación como manómetros, válvulas de seguridad y de paso, controles de presión y temperatura, etc.: Verificando que la medición este dentro de la calibración, limpieza, legibilidad, hermeticidad.

Mantenimiento preventivo

El mantenimiento preventivo tiene por objeto la revisión, limpieza y sustitución de las partes constitutivas del equipo y sus accesorios, tales como:

- Revisión de conexiones mecánicas.
- Revisión y sustitución de dispositivos de sello mecánico para las fugas, a fin de comprobar su hermeticidad en las conexiones de entrada y salida de la tubería analizada.
- Calibración de los instrumentos de medición.
- Revisión de los dispositivos eléctricos y mecánicos de los accesorios.
- Limpieza y sustitución de dispositivos eléctricos y mecánicos tales como:
 - Válvula de Seguridad
 - Válvulas de entrada y salida de amoniaco
 - Indicadores de Presión
 - Control de Presión

Programas de capacitación

La planta cuenta con distintos programas de capacitación, los cuales establecen las distintas actividades que deben realizar los trabajadores dependiendo el área en la que laboren. Los programas de capacitación a grandes rasgos son:

Capacitación de personal nuevo.

Capacitación para personal brigadista.

Capacitación de primero auxilios.

Capacitación de acción contra emergencia interna.

Capacitación de acción contra emergencia externa.

Los programas de capacitación a detalle se encuentran en el Anexo 18.

VI.7 Presentar reporte del resultado de la última auditoría de seguridad practicada a la instalación, anexando en su caso, el programa calendarizado para el cumplimiento de las recomendaciones resultantes de la misma.

Se realizó una auditoría interna con base en la ISO 22000:2005 (Sistemas de gestión de la inocuidad de los alimentos). De la cual se concluyó:

- Se elaboró un diagnóstico general de la planta procesadora de hielo utilizando la guía elaborada de acuerdo a los lineamientos del Sistema de Gestión de la Inocuidad de los Alimentos ISO 22000:2005,
- De acuerdo al diagnóstico realizado se determinó que el estado actual organización cumple en un 80% con los requisitos establecidos por del Sistema de Gestión de la Inocuidad de los Alimentos ISO 22000:2005.
- La principal deficiencias evidenciada después del diagnóstico fue el desconocimiento del personal en general, en cuanto a que acciones en específico seguir en caso de una fuga.
- Como recomendaciones se obtuvieron las siguientes:
 - Realizar una capacitación a todo el personal relacionado con el Sistema de Gestión de Seguridad Alimentaria ISO 22000:2005.
 - Definir una política específica de inocuidad la cual se pueda implementar de acuerdo al Sistema de Gestión de Seguridad Alimentaria ISO 22000:2005.

El reporte completo de auditoria se encuentra en el Anexo 03.

VII.- CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.

VII.1 Presentar un Resumen Ejecutivo del Estudio de Riesgo, que deberá incorporar los datos generales de la empresa, y la relación de sustancias peligrosas manejadas, capacidad y tipo de almacenamiento.

Empresa: Distribuidora de Amoniaco Nacional

Se ingresa Estudio de Riesgo Ambiental y Programa para la Prevención de Accidentes por primera vez.

Localización: Arturo Montiel, #15, Colonia: Zona Industrial, 56600, Chalco de Díaz Covarrubias, Estado de México

Teléfonos: (55) 7897 7897

Correo electrónico: EGF@HieloAS.com

Actividad productiva: Producción, fabricación comercialización y distribución de Hielo en barra.

Actividad Altamente Riesgosa:

La actividad que se desarrolla dentro del centro de distribución se considera altamente riesgosa por el tipo de sustancia (tóxica), la cantidad y la presión de operación; tomando como base estos criterios se limita la ubicación cerca de un poblado para prevenir una futura emergencia que ponga en riesgo a la población.

Materiales pertenecientes al Primer Listado de sustancias tóxicas						
Sustancia	AAR	Cantidad máxima de almn. (kg)	Flujo (m ³ /h)	Cantidad de reporte	Almacenamiento	Equipo de Seguridad
Amoniaco Anhídrido	Sí	500	164	10kg	Tanque	Protección para manos ojos y cara, Traje protector en caso de ser necesario

Tabla 11D. Relación de sustancias peligrosas manejadas y almacenamiento

VII.2 Hacer un resumen de la situación general que presenta la instalación en materia de riesgo ambiental, señalando las desviaciones encontradas y posibles áreas de afectación, y una síntesis de las medidas y equipos con que cuenta la instalación para mitigar los riesgos.

Se realizó un análisis HAZOP del sistema de refrigeración, del cual, las desviaciones más importantes son las siguientes:

Desviación	Causas	Consecuencias	Recomendaciones y sis. de seguridad	Probabilidad y severidad (1-4)
No Llenado	Ruptura de manguera utilizada para el trasvase	Fuga de Amoniaco	-Inspección de equipos y accesorios siempre que se trasvase -Simulacros de actuación en caso de fuga	2*4
Más Presión	Falla en la válvula de expansión	Ruptura de la tubería liberando amoniaco	-Válvula de alivio hacia la atmosfera -Botones de parada de emergencia -Simulacros de actuación en caso de fugas	2*3
Menos nivel	Tanque con abertura	Fuga de amoniaco	-Rutinas de monitoreo -Cortina de agua -Simulacros de actuación en caso de fugas	2*4
Menos nivel	Válvula inferior averiada o rota	Fuga de amoniaco	-Calibración de válvulas -Rutinas de monitoreo -Cortina de agua -Simulacros de actuación en caso de fugas	2*4
Más Caudal	Fallo en la válvula de expansión	Ruptura de la tubería liberando amoniaco	-Programas de mantenimiento -Calibración de válvulas y válvulas de seguridad	2*4
Más Caudal	Falla en condensador	Ruptura de la tubería liberando amoniaco	-Sistema de detección de gases -Botones de parada de emergencia -Simulacros de actuación en caso de fugas	2*4
Menos Presión	Ruptura o abertura en tubería	Fuga de amoniaco	-Alarmas visuales y sonoras -Programas de mantenimiento -Sistema de detección de gases -Botones de parada de emergencia -Simulacros de actuación en caso de fugas	2*4

Tabla 12D. Desviaciones con riesgo alto, mostradas en el análisis HAZOP.

Las desviaciones mostradas se pueden resumir en 4 eventos principales:

Escenario	Sustancia	Evento que puede presentarse
1	Amoniaco	Amoniaco escapando del tanque (en forma líquida) por una abertura circular de 1 cm de diámetro a 10 centímetros de altura del fondo del tanque. El tanque se encuentra al 80% de llenado
2	Amoniaco	Fuga en válvula inferior del tanque de 2 cm, escapando amoniaco en forma líquida. El tanque se encuentra a 30% de llenado.
3	Amoniaco	Ruptura de la manguera de dos pulgadas de diámetro usada para el trasvase.
4	Amoniaco	Ruptura de tubería de alta presión ocasionando una fuga de amoniaco

Tabla 13D. Eventos HAZOP detectados.

Los eventos detectados fueron modelados por medio del software gratuito ALOHA, donde el riesgo más catastrófico es el escenario 3, como se puede observar en la siguiente imagen. Este escenario tiene un radio de exposición TLV₈ de 2.7 kilómetros, el cual abarca sitios como:

- Diferentes colonias habitacionales: Casco de San Juan, Culturas, San Francisco, Santiaguito, Tres Marías, Casco de San Juan, etc.
- 12 restaurantes
- Deportivo solidaridad Chalco
- Centro comercial Walmart Vicente Guerrero
- 2 Gasolineras
- 3 Hospitales
- Palacio Municipal Chalco



Figura 12D. Áreas de afectación del escenario más catastrófico detectado.

El escenario 2 es el más probable debido a las condiciones en las que este se presenta. El Radio de exposición TLV₈ es de 657m y abarca los diferentes sitios:

- 3 Plantas industriales
- 1 Gasolinera
- 2 tiendas departamentales



Figura 14D. Áreas de afectación del escenario más probable detectado

Para mitigar estos riesgos identificados la planta cuenta con:

- Sistemas contra incendios.
- Sistemas y procedimientos de comunicación.
- Servicios de mantenimiento.
- Detector de gases.
- Equipos de protección personal.

Igualmente se tomarán las siguientes medidas para una mayor seguridad.

- Instalación de sistemas de tierras.
- Contar y posicionar en sitios claves, kit de fugas.
- Registro de válvulas.
- Instalaciones de rutas, veletas, equipos contra incendios.
- Reemplazar mangueras para llenados y trasvase regularmente.
- Utilizar manómetros adecuados.
- Identificar tuberías adecuadamente.

VII.2 Señalar las conclusiones de riesgo.

Como resultado del Estudio de Riesgo Ambiental se muestran a continuación las siguientes conclusiones:

- Se realizó por primera vez el trámite SEMARNAT-07-008, la planta se encuentra en operación desde enero del año 2020.
- La planta de Hielos AS está delimitada como suelo para uso industrial, por lo que la operación de la planta no afecta a zonas con cualidades estéticas únicas o excepcionales. Asimismo, no se encuentran Áreas Protegidas, Reservas de la Biósfera, ni Parques Nacionales ubicados cerca del sitio. El proyecto se apega a los lineamientos planteados en el Plan de Desarrollo Municipal.
- Se realizó un análisis HAZOP, en el cual se determinaron cuatro eventos de riesgo alto, los cuales fueron modelados por medio del software ALOHA.
- Las simulaciones determinaron un gran rango de exposición en caso de accidentes, por eso mismo se determinaron distintas medidas preventivas y correctivas.
- La planta cuenta con suficientes medidas de seguridad para combatir un accidente, sin embargo, es indispensable seguir las medidas preventivas y correctivas que se determinaron

a partir del análisis de riesgos, conforme a los tiempos estipulados, para aumentar la seguridad de los trabajadores, la comunidad aledaña y el medio ambiente.

- Para disminuir el error humano, se brindará capacitación al personal en el uso, manejo y transporte de materiales peligrosos, identificación de actos y condiciones inseguras, así como un sistema para la investigación de accidentes en caso de que sucedan, y programas anuales sobre capacitación a todo el personal en temas de seguridad y salud ocupacional.

VIII.- ANEXO FOTOGRAFICO.

VIII.1 Presentar anexo fotográfico o video del sitio de ubicación de la instalación, en el que se muestren las colindancias y puntos de interés cercanos al mismo. Así como de las instalaciones, áreas o equipos críticos.



Figura 14D. Recipiente de Amoniaco, indicador de nivel y válvulas de descarga. (Tomada de guía operativa. Actuaciones con amoniaco para bomberos <https://www.bombersdv.es/wp-content/uploads/2019/02/V12-GUIA-AMONIACO-GT11.pdf>)



Figura 15D. Camión-pipa realizando trasvase, rocas tipo WECO. (Tomada de guía operativa. Actuaciones con amoniaco para bomberos <https://www.bombersdv.es/wp-content/uploads/2019/02/V12-GUIA-AMONIACO-GT11.pdf>)



Figura 16C. Acoplamiento y brida de conexión con dispositivo de emergencia. (Tomada de guía operativa. Actuaciones con amoniaco para bomberos <https://www.bombersdv.es/wp-content/uploads/2019/02/V12-GUIA-AMONIACO-GT11.pdf>)

3.3.2. Aplicación de la guía para la elaboración del Programa para la Prevención de Accidentes



Programa para la
Prevención de Accidentes.



PROGRAMA PARA LA PREVENCIÓN DE ACCIDENTES



PLANTA DE ELABORACIÓN Y DISTRIBUCIÓN DE HIELO EN BARRA

CONTENIDO

- I. DATOS GENERALES DEL ESTABLECIMIENTO O INSTALACIÓN, DEL REPRESENTANTE LEGAL DE LA EMPRESA Y DEL RESPONSABLE DE LA ELABORACIÓN DEL PROGRAMA PARA LA PREVENCIÓN DE ACCIDENTES
- II. DESCRIPCIÓN DEL ENTORNO DEL ESTABLECIMIENTO O INSTALACIÓN DONDE SE DESARROLLAN LAS ACTIVIDADES ALTAMENTE RIESGOSAS
- III. MATERIALES PELIGROSOS MANEJADOS Y ZONAS POTENCIALES DE AFECTACIÓN
- IV. IDENTIFICACIÓN DE MEDIDAS PARA CONTROLAR, MITIGAR O ELIMINAR LAS CONSECUENCIAS Y REDUCIR SU PROBABILIDAD.
- V. PLAN DE RESPUESTA A EMERGENCIAS
- VI. DIRECTORIO PARA LA RESPUESTA A EMERGENCIAS
- VII. PLAN PARA REVERTIR LOS EFECTOS DE LAS LIBERACIONES POTENCIALES DE LOS MATERIALES PELIGROSOS, EN LAS PERSONAS Y EN AMBIENTE (CUERPOS DE AGUA, FLORA, FAUNA, SUELO, ETC.) AL INTERIOR Y EXTERIOR DE LA PLANTA.
- VIII. CUMPLIMIENTO DE LA NORMATIVIDAD EN MATERIA DE SEGURIDAD, AMBIENTE LABORAL, PREVENCIÓN Y ATENCIÓN DE EMERGENCIAS EMITIDAS POR LAS DEPENDENCIAS DEL GOBIERNO FEDERAL.
- IX. COMUNICACIÓN DE RIESGOS A LA POBLACIÓN.

ANEXOS

I. DATOS GENERALES DEL ESTABLECIMIENTO O INSTALACIÓN, DEL REPRESENTANTE LEGAL DE LA EMPRESA Y DEL RESPONSABLE DE LA ELABORACIÓN DEL PROGRAMA PARA LA PREVENCIÓN DE ACCIDENTES.

I.1 Nombre o Razón Social.

HIELOS AS, S.A DE C.V.

I.2 Actividad principal productiva del establecimiento.

El **acta constitutiva**, menciona como giro o actividad principal de la empresa: Producción, fabricación comercialización y distribución de Hielo en barra.

I.3 Clave Mexicana de Actividades Productivas (CMAP) de INEGI.

CMAP 1999: 312125 "*Fabricación de Hielo*".

CLASIFICACIÓN	CLAVE	DESCRIPCIÓN
Actividad	Secundaria	Industriales
Sector	3	Manufacturas
Subsector	31	Productos alimenticios, bebidas y tabaco
Rama	3121	Elaboración de otros productos alimenticios para el consumo humano
Clase	312125	Fabricación de hielo

Tabla 1B. Clasificación de Actividades por el CMAP 1999.

I.4 Sistema de Clasificación Industrial de América del Norte.

SCIAN 2018: 312113 "*Elaboración de hielo*".

CLASIFICACIÓN	CLAVE	DESCRIPCIÓN
Sector	32	Industrias Manufactureras
Subsector	312	Industria de las bebidas y del tabaco
Rama	3121	Industria de las bebidas
Subrama	31211	Elaboración de refrescos, hielo y otras bebidas no alcohólicas, y purificación y embotellado de agua
Clase	312113	Elaboración de hielo

Tabla 2B. Clasificación de Actividades por el SCIAN 2018.

I.5 Código Ambiental (CA) y Número de Registro Ambiental.

Número de Registro Ambiental (N.R.A.) ante SEMARNAT es: **HAS3S157895437**.

I.6 Domicilio del Establecimiento o Instalación.

La empresa **HIELO AS, S.A. DE C.V.** se ubica en:
Arturo Montiel, #15, Zona Industrial, 56600 Chalco de Díaz Covarrubias, Méx.
Calle: Arturo Montiel
Numero: #15

Colonia: Zona Industrial
Código Postal: 56600
Municipio: Chalco de Díaz Covarrubias
Estado: Estado de México
Teléfonos: (55) 7897 7897
Correo electrónico: EGF@HieloAS.com
Pág. Web: www.HieloAS.com

El acceso es terrestre por la **Carretera a La Capilla**. Las vialidades que dan acceso a HIELO AS, S.A. DE C.V. son:

- Camino Real a Cocotitlan 2042
- Av. Cuauhtémoc Ote.
- Carretera Federal México-Cuautla

Las coordenadas geográficas correspondientes a la ubicación de las instalaciones son:

Coordenadas Geográficas	Altitud
19.2483562 N	2251 msnm.
98.8788619 O	

Tabla 3B. Datos de ubicación del predio.

1.7 Nombre y cargo del Representante Legal.

Fernando Aguirre Barragán
Cargo: Subdirector General
Registro Federal de Contribuyentes: AGBF-650313

1.8 Domicilio, número telefónico y correo electrónico para recibir u oír notificaciones.

Calle: **Arturo Montiel**
Numero: **#15**
Colonia: **Zona Industrial**
Código Postal: **56600**
Municipio: **Chalco de Díaz Covarrubias**
Estado: **Estado de México**
Correo electrónico: **Notificaciones@HieloAS.com**
Teléfono: **55789787981**

1.9 Responsable de recapitular la información técnica de la empresa

Eleazar Sánchez Quezada
Cargo: Asesor de Proyectos
Registro Federal de Contribuyentes: SUAE-650313
Clave Única de Registro de Población: SAQE789789HEDC
Correo: **SQE@CyAA.com**
Teléfono: 55789787982

1.10 Responsable(s) de la elaboración del Programa para la Prevención de Accidentes.

Eleazar Sánchez Quezada

Cargo: Asesor de Proyectos

Registro Federal de Contribuyentes: SUAE-650313

Clave Única de Registro de Población: SAQE789789HEDC

Correo: SQE@CyAA.com

Teléfono: 55789787982

Razón Social: Consultores y Asesores Ambientales, S.A. de C.V.

Domicilio de la Empresa Responsable del Estudio: C. Mina N.5, Cabecera Municipal, 56370 Chicoloapan de Juárez, Méx.

Teléfono: 89-47513-5415

Correo electrónico: ataa@CyAA.com

Algunos de los datos mostrados en este capítulo se pueden corroborar en los siguientes anexos:

Anexo 01. Acta Constitutiva y Registro Federal de Contribuyentes de la Empresa.

Anexo 02. Copia de Licencia Municipal 2018, Dictamen de Giro, Dictamen de Uso de Suelo y Pagos de Derecho de ERA y PPA 2018.

Anexo 03. Croquis de Ubicación del Establecimiento.

Anexo 04. Documentos del Representante Legal.

Anexo 05. Documentos del Responsable Elaboración del Estudio

II.- DESCRIPCIÓN DEL ENTORNO DEL ESTABLECIMIENTO O INSTALACION DONDE SE DESARROLLAN LAS ACTIVIDADES ALTAMENTE RIESGOSAS

II.1.- Descripción de las características del ecosistema colindante.

El sitio donde se localiza la planta **HIELOS AS, S.A DE C.V.** es una zona con actividades industriales en sus inmediaciones o alrededores inmediatos.

El uso de suelo a los alrededores se muestra en la siguiente imagen. El círculo corresponde a un radio de 500m.

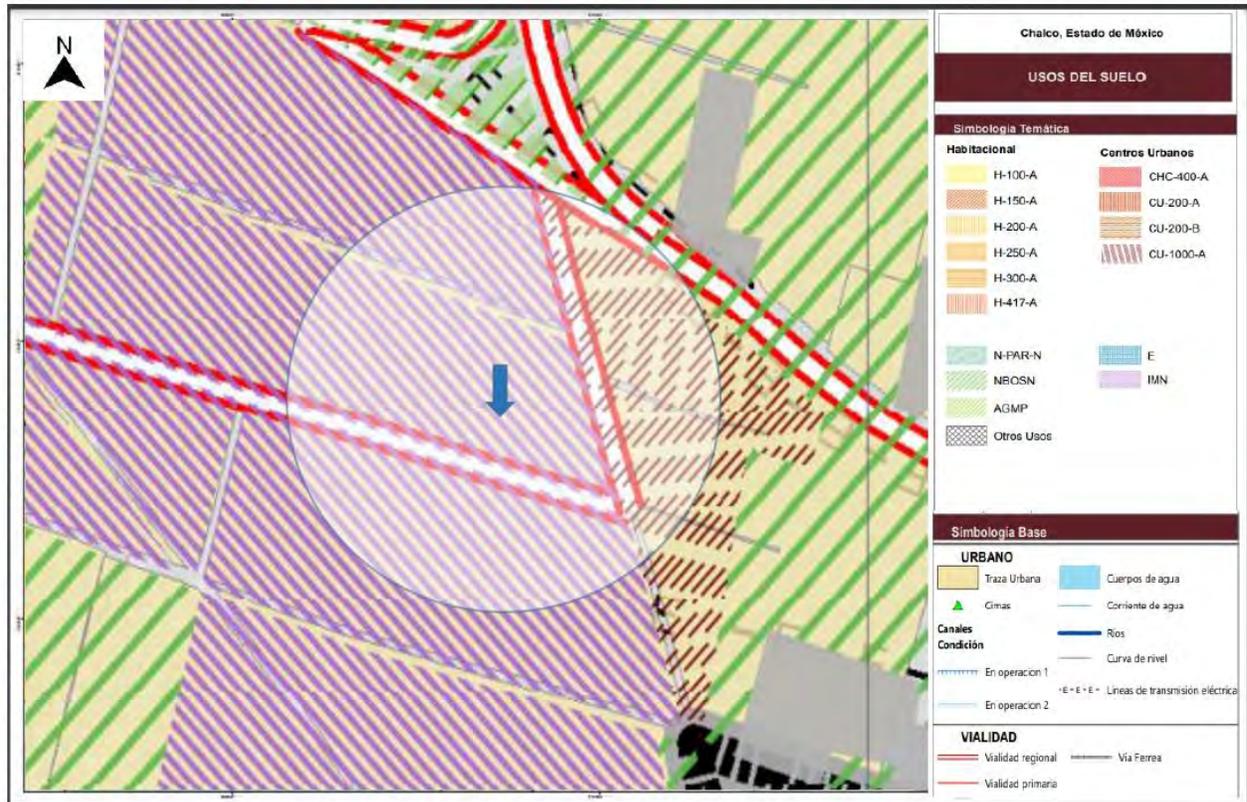


Figura 1C. Uso de suelo con simbología prescrita por la SEDUO.

Como se muestra en la figura 1C el uso de suelo, a 500m de radio, es mayormente de Industria Mediana no Contaminante (IMC) y parte de Centro Urbano

No se identificaron sitios de afluencia masiva de personas en espacios públicos, tales como escuelas (de cualquier nivel), plazas públicas o comerciales, mercados u otro tipo de lugares.

Por otro lado se identificaron 5 empresas cercanas al área de la planta, las cuales se pueden confirmar en el Mapa de identificación de sitios de riesgos.

En cuanto a **Flora y Fauna** no se encuentra ninguna especie o zona protegida cercana al área de la empresa.

En el territorio del municipio de Chalco se registran cuatro diferente tipos de clima, que junto con la temperatura promedio y la pluviosidad, están determinados fundamentalmente por la altitud; el primero, registrado en el noroeste del municipio junto a lo que fueron la antigua orilla del lago, es clima Templado subhúmedo con lluvias

en verano, de menor humedad, un gran sector del centro y suroeste del municipio en la zona de transición entre el valle y las montañas registra un segundo tipo de clima, Templado subhúmedo con lluvias en verano, de humedad media, el extremo suroeste y un primer sector del este cubierto por montañas tienen clima Templado subhúmedo con lluvias en verano, de mayor humedad y finalmente el sector más al este donde las montañas son más elevadas registra clima Semifrío subhúmedo con lluvias en verano, de mayor humedad. La temperatura media anual registrada en la zona del valle fluctúa entre 14 y 16 °C, las zonas elevadas del extremo suroeste y este continúan en una zona de 12 a 14 °C y elevándose hacia el este de 10 a 12 °C y de 8 a 10 °C; finalmente, siguiendo el mismo patrón anteriormente descrito la precipitación total anual inicia en el noroeste siendo de 600 a 700 mm, continuando en el valle de 700 a 800 mm y elevándose hacia el este de 800 a 1 000 mm y finalmente de 1 000 a 1 200 mm en la zona más elevada del extremo este del territorio municipal.

La velocidad promedio del viento por hora en Chalco tiene variaciones estacionales leves en el transcurso del año. La parte más ventosa del año dura 3.8 meses, del 30 de diciembre al 25 de abril, con velocidades promedio del viento de más de 7.6 kilómetros por hora. El día más ventoso del año es el 8 de marzo, con una velocidad promedio del viento de 9.0 kilómetros por hora.

El tiempo más calmado del año dura 8.2 meses, del 25 de abril al 30 de diciembre. El día más calmado del año es el 1 de junio, con una velocidad promedio del viento de 6.3 kilómetros por hora.

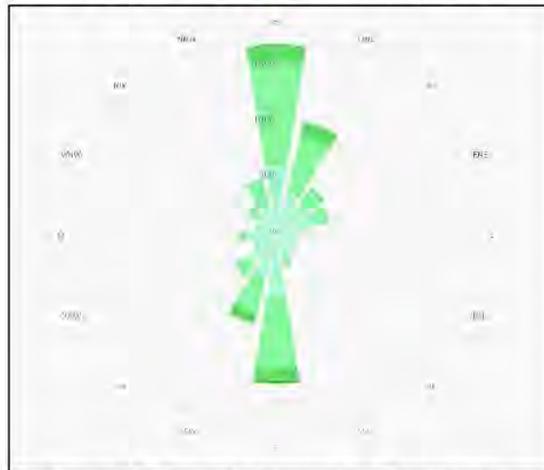


Figura 2C: Rosa de los vientos. Tomada de https://www.meteoblue.com/es/tiempo/historyclimate/climatemodelled/chalco_m%C3%A9xico_3531200.

La dirección predominante promedio por hora del viento en Chalco varía durante el año.

El viento con más frecuencia viene del este durante 3.7 meses, del 10 de junio al 1 de octubre, con un porcentaje máximo del 62 % en 25 de julio. El viento con más frecuencia viene del norte durante 2.1 meses, del 1 de octubre al 3 de diciembre, con un porcentaje máximo del 42 % en 29 de octubre. El viento con más frecuencia viene del sur durante 6.2 meses, del 3 de diciembre al 10 de junio, con un porcentaje máximo del 36 % en 1 de enero.

El nivel de humedad percibido en Chalco, medido por el porcentaje de tiempo en el cual el nivel de comodidad de humedad es bochornoso, opresivo o insostenible, no varía considerablemente durante el año, y permanece prácticamente constante en 0 %.

Chalco se encuentra en zona sísmica de clasificación B (peligro sísmico mediano)

Por su ubicación geográfica el municipio de Chalco no se ve afectado gravemente por el impacto de los ciclones tropicales.

No se han registrado inundaciones en la Zona

Fuente: <https://es.weatherspark.com/y/6691/Clima-promedio-en-Chalco-M%C3%A9xico-durante-todo-el-a%C3%B1o>

Para una información más gráfica se pueden consultar los siguientes anexos:

Anexo 06. Mapas de Geología.

Anexo 07. Mapas de Hidrología.

II.2. Descripción de las características socio-económicas

La planta se encuentra rodeada mayormente por otras empresas del giro industrial. En la siguiente tabla se muestra la descripción de construcciones aledañas.

NOMBRE	DISTANCIA Y ORIENTACIÓN	TIPO DE CONSTRUCCIÓN	PERSONAL OCUPADO
Botanas Metropoli	420 m al Oeste	Industrial	100 a 250 personas
Genbio s.a de c.v	150 al Este	Industrial	50 a 100 personas
Somar, Planta de Producción de Medicamentos	250 al Este	Industrial	100 a 250 personas
Grúas pacífico	187m al Oeste	Comercial	51 a 100 personas
CORPORATIVO DL	150 m al Sur	Industrial	250 a 500 personas
TOTAL			551 a 1200 personas

Tabla 4C. Compañías cercanas a la planta de Hielos AS.

Dentro de un radio de 500m a la planta no se encuentran hogares, por lo que la población se limita únicamente a los trabajadores de las plantas. Igualmente en el **Anexo 08** se muestran las actividades colindantes del proyecto

II.3. Zonas vulnerables.

Dado que la planta de HIELOS AS se encuentra en zona industrial, no existen zonas vulnerables cercanas ni afectadas por los riesgos analizados en el ERA

II.4. Servicios de apoyo

El municipio de Chalco cuenta con diferentes servicios: Dirección de Protección Civil y H. Cuerpo de Bomberos, Hospitales, Policía Federal etc. Los cuales se muestran en la figura 3C.

III.- MATERIALES PELIGROSOS MANEJADOS Y ZONAS POTENCIALES DE AFECTACIÓN.

III.1.- Listado de materiales peligrosos.

Lista de sustancias químicas y materiales en la instalación.

Materiales pertenecientes al Primer Listado de sustancias tóxicas					
Material	Almacenamiento (kg)	Proceso (kg/min)	IDLH	TLV ₁₅	TLV ₈
Amoniaco Anhídrido	500	2	300 ppm	35 ppm	25 ppm

Tabla 5C. Inventario de sustancias químicas y materiales peligrosos

En el **Anexo 09** se muestran las Hojas de Datos de Seguridad de las Sustancias Identificadas como Peligrosas.

III.2.- Descripción de los Procesos Productivos.

En la siguiente figura se muestra de forma resumida el proceso para la fabricación de Hielo.

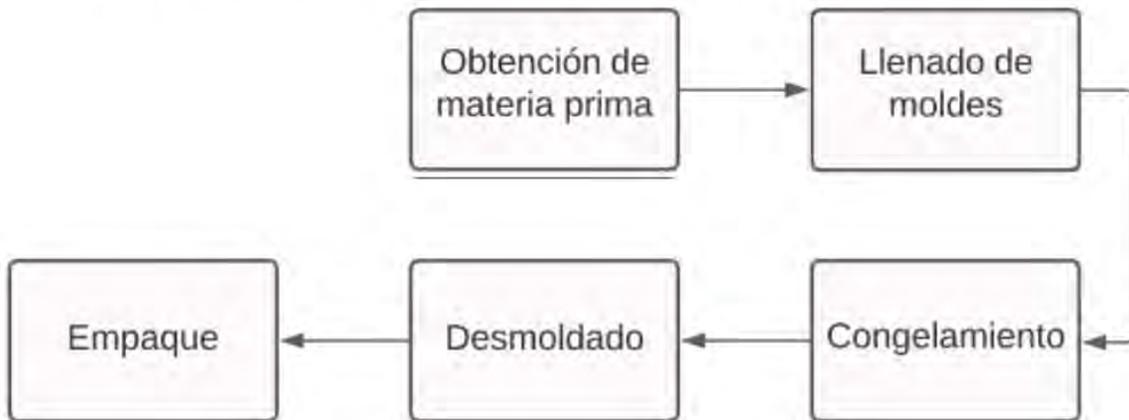


Figura 4C. Proceso resumido para producir hielo en barra.

Obtención de materia prima

El agua es tomada de la red de agua potable el cual se almacena en tanques de 30000L.

El amoniaco se recibe en camiones-pipas de 30000L de la siguiente forma:

- Estacionar el camión cerca del tanque estacionario de manera que se puedan conectar fácilmente las mangueras, evitando que queden tensas. Asegurar el auto tanque utilizando el freno de mano, poniendo calzas en las ruedas y apagar el motor con la finalidad de evitar que esta se mueva durante la operación. Además de colocar letreros de precaución indicando que está conectado el vehículo y se está realizando la descarga.
- Posteriormente, conectar la manguera alimentadora a la válvula de salida del auto tanque y en otro extremo a la válvula de entrada del tanque estacionario. Al conectar las mangueras, se debe asegurar que todas las válvulas de purga estén cerradas antes de abrir cualquier otra.
- Conectar la manguera de entrada del compresor a la válvula de vapor del tanque estacionario y la manguera de salida del mismo compresor a la válvula de vapor del auto tanque.

- Abrir lentamente las válvulas de vapor y líquido del tanque estacionario y en seguida la de líquido del auto tanque, las de vapor del compresor y la del auto tanque. Si las válvulas se abren rápidamente, se puede presentar un exceso de flujo que las cerrara por golpe, si esto ocurre, se deben cerrar las válvulas y dejar que fluya el amoniaco para volverlas abrir. Se debe tener especial cuidado al hacer las conexiones para evitar conectar la línea de líquido al compresor.
- Comprobar que la válvula de gas del auto tanque esté abierta, con esta última operación se tienen abiertas todas las válvulas tanto de gas, como de líquido y el sistema está listo para llenar el tanque estacionario
- Fijar la válvula de cuatro vías para el llenado del tanque estacionario y poner en funcionamiento el compresor. Conforme éste reduzca la presión del tanque estacionario, la del auto tanque aumenta y el amoniaco fluye hacia el interior de él.
- Después del arranque del compresor, se debe abrir la purga del manómetro de nivel líquido (válvula del 85%) del tanque estacionario, lo suficientemente para que el escape de gas pueda ser escuchado
- En condiciones normales la presión del tanque debe estar entre 5 y 15 libras más abajo que del auto tanque, esto se puede comprobar con los manómetros correspondientes.
- Cuando salga una neblina blanca por el purgador, el nivel de líquido del tanque estacionario está al 85% de capacidad aproximadamente; nunca se debe sobrellenar arriba de este nivel. Cerrar el purgador (válvula del 85%), la válvula de entrada de tanque estacionario y parar el compresor. Cerrar la válvula de líquido del auto tanque y en seguida las de vapor de éste y del tanque estacionario.
- Antes de separar cada conexión es necesario abrir el purgador de cada una de las válvulas para igualar la presión en el acoplamiento; una vez hecho esto, se puede proceder a desconectar las mangueras.
- Al realizar esta operación de desconexión se debe tener cerca un recipiente grande con agua para que el amoniaco que quedó en el tramo de manguera se mezcle con el agua y no se ventee a la atmósfera.

Llenado de moldes

Se llenan 50 moldes con 50 L de agua aproximadamente.

Congelamiento

En esta etapa, los moldes con agua que fueron llenados en la etapa anterior son sujetados, elevados, transportados e inmersos en la poza para que se congelen a -12°C por un periodo de 20 a 24 horas, siendo este el tiempo óptimo, de lo contrario si este tiempo disminuye se obtendría hielo quebradizo. Este congelamiento se realiza por la acción de amoniaco líquido circundante a través de serpentines adheridos a una de las paredes de las pozas. La poza de congelamiento, también tiene un refrigerante secundario que es la salmuera (agua con sal industrial) la cual tiene un grado de salinidad de 20°Be (80 % de sal). Esta se mantiene homogenizada en el interior de la poza por medio de agitadores instalados al pie de las mismas.

Desmoldado

En la producción de bloques de hielo se usa este proceso para que estos se liberen rápidamente del molde, mediante un sistema de descongelación denominado "baño maría", es decir, los bloques de hielo, al estar, a una temperatura de -12°C se exponen a temperatura ambiente, con la finalidad de que el bloque de hielo se desprenda del molde por sí solo y se extraiga por gravedad.

Empaquetado y almacenamiento

Una vez desmoldado el hielo, se procede a empaquetar manualmente las barras con bolsas transparentes, las cuales posteriormente se llevan con un montacargas al almacén.

El Diagrama de flujo de proceso se muestra en el Anexo 10.

III.3 Eventos detectados en el Estudio de Riesgo Ambiental.

El uso manejo y almacenamiento de amoniaco, por la naturaleza peligrosa de la sustancia requiere de especial atención en cuanto a los riesgos asociados con este Gas. La propiedad importante del amoniaco es su olor extremadamente penetrante. El nivel de concentración al que el amoniaco es detectable varía de persona a persona; no obstante, el amoniaco puede ser detectado en concentraciones de un rango de 5 ppm a 50 ppm. Las

concentraciones superiores a 100 ppm causan molestias a la mayoría de la gente; las concentraciones en el rango de 300 ppm a 500 ppm obligan a una evacuación inmediata.

Los eventos detectados en el ERA, y que fueron, modelados son los siguientes:

Escenario	Sustancia	EVENTO QUE PUEDE PRESENTARSE
1	Amoniaco	Amoniaco escapando del tanque (en forma líquida) por una abertura circular de 1 cm de diámetro a 10 centímetros de altura del fondo del tanque. El tanque se encuentra al 80% de llenado
2	Amoniaco	Fuga en válvula inferior del tanque de 2 cm, escapando amoniaco en forma líquida. El tanque se encuentra a 30% de llenado.
3	Amoniaco	Ruptura de la manguera de dos pulgadas de diámetro usada para el trasvase.
4	Amoniaco	Ruptura de tubería de alta presión ocasionando una fuga de amoniaco

Tabla 6C. Eventos HAZOP

Los eventos simulados se realizaron a través del software ALOHA y los datos utilizados para dichas simulaciones se encuentran en el Anexo 11.

MODELACIÓN DE LOS EVENTOS PROBABLES DE RIESGO.

Como se muestran en los planos siguientes, las zonas con menor concentración (TLV's), para el escenario 1 y 3, sobrepasan los 2 km, la cual abarca diversas unidades económicas y casas habitación. Para la zona de mayor concentración (IDLH), abarca mayormente zona industrial y de cultivos o sin asentamientos.

Para el escenario 2, las zonas con menor concentración se encuentran entre los 177 y 657 metros, abarca principalmente zona industrial y de cultivos o sin asentamientos. La zona de mayor concentración abarca 3 plantas (Genbio, SOMAR y Botanas El Sol)

El escenario 4 tiene un rango de 310 a 1100 metros para las zonas de menor concentración, ésta, aparte de abarcar zona industrial y de cultivos, alcanza a abarcar parte de casas habitación, aproximadamente 10 cuadras de acuerdo al plano.

El escenario 3 es el más catastrófico, mientras que es la más probable es el escenario 2.

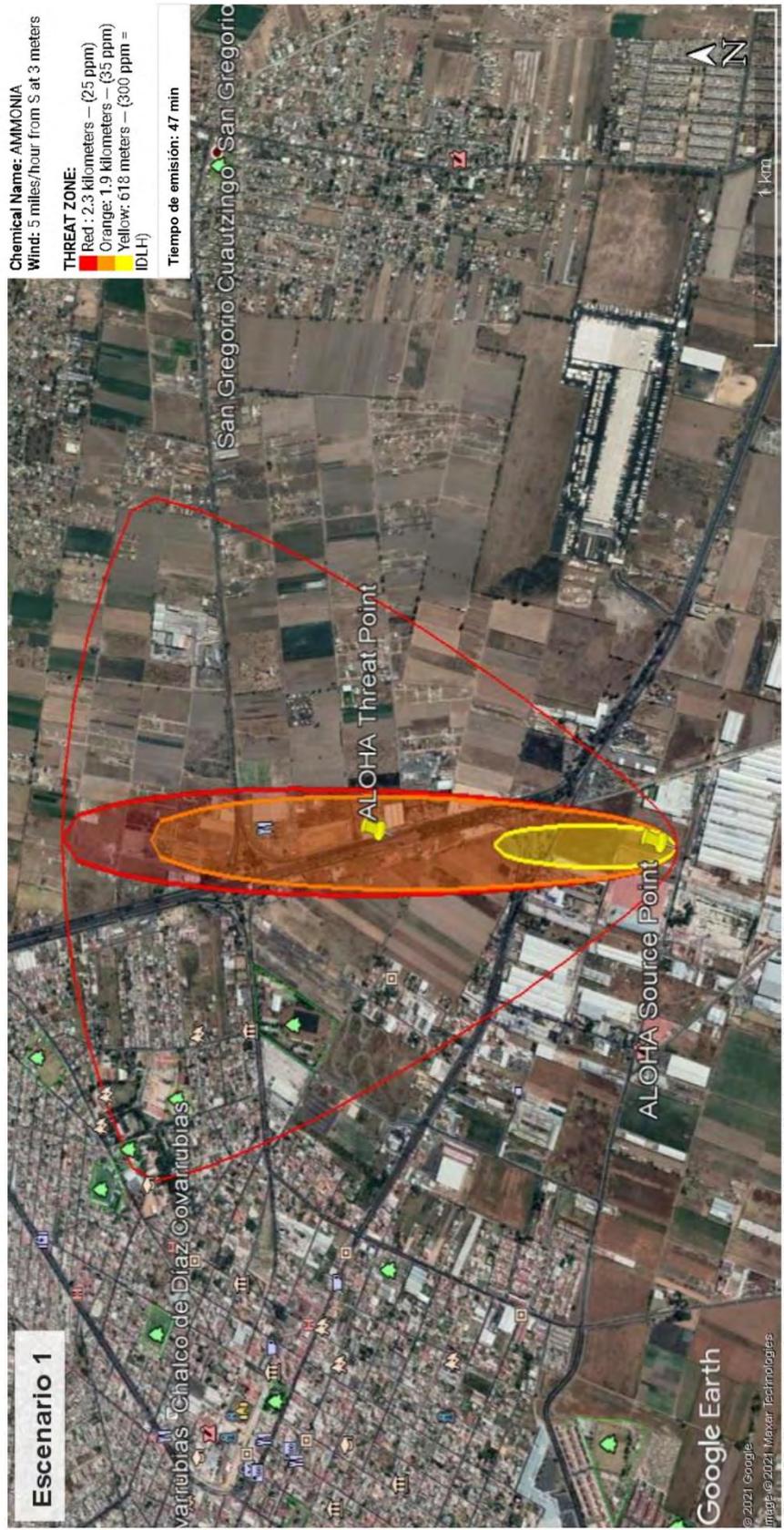


Figura 5C. Plano mostrando los radios potenciales de afectación obtenidos de la simulación del escenario 1



Figura 6C. Plano mostrando los radios potenciales de afectación obtenidos de la simulación del escenario 2

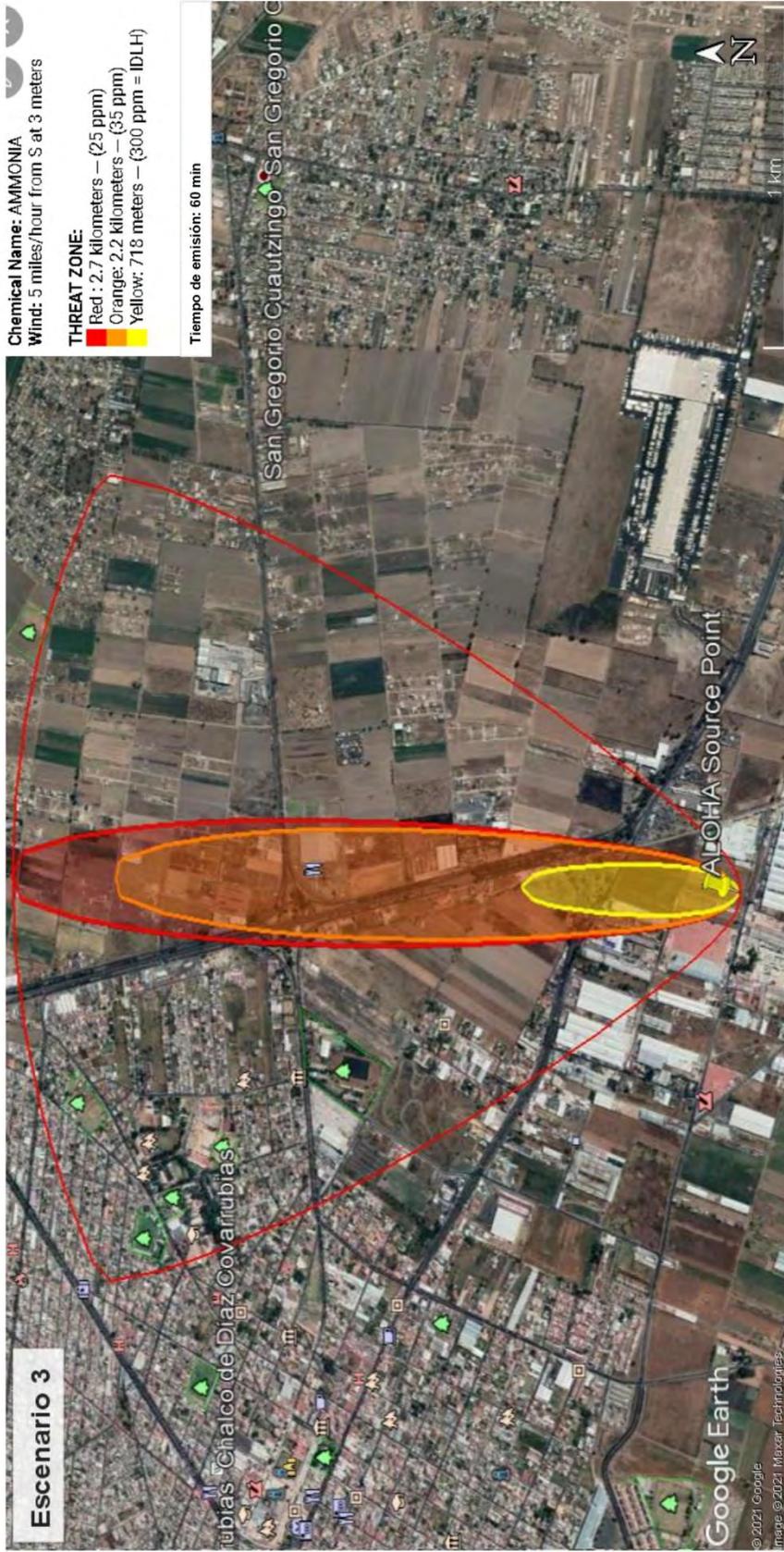


Figura 7C. Plano mostrando los radios potenciales de afectación obtenidos de la simulación del escenario 3



Figura 8C. Plano mostrando los radios potenciales de afectación obtenidos de la simulación del escenario 4

IV IDENTIFICACIÓN DE MEDIDAS PREVENTIVAS, CORRECTIVAS Y DE MEJORA PARA CONTROLAR, MITIGAR O ELIMINAR LAS CONSECUENCIAS Y REDUCIR SU PROBABILIDAD.

IV.1 Sistemas de Seguridad

Para disminuir la probabilidad de ocurrencia de los eventos identificados en el Estudio de Riesgo Ambiental, así como combatirlos, se consideran los siguientes sistemas de seguridad

Sistema fijo contra Incendio.

- BOMBAS: Jockey del sistema contra incendio, contra incendio eléctricas, contra incendio de combustión interna
- ESTACIONES MANUALES DE EMERGENCIAS (NOTIFLER)
- ALARMAS: De emergencia, de evacuación
- ROCIADORES
- EXTINTORES: PQS-ABC, CO₂

El sistema fijo contra incendios también cuenta con mangueras, hidrantes, sistema de espuma A-FF 3% y 6% entre otros.

Sistemas de Comunicación

Se cuenta con servicio telefónico, así como extensiones para todos aquellos puestos estratégicos de la empresa, además el personal de seguridad cuenta con radios de alto alcance para comunicación interna.

Servicios viales en la zona.

Cuenta con acceso desde y hasta el centro del municipio de Chalco a través de la una red de vialidades que corren en el sentido oriente-poniente y viceversa.

Servicios generales

La empresa cuenta con los siguientes servicios generales, mismos que auxilian al buen funcionamiento de cada una de las actividades que se desarrollan:

- Limpieza
- Mantenimiento
- Vigilancia
- Dotación de agua potable
- Intercomunicación con otros establecimientos
- Ayuda en caso de emergencias por cuerpo de bomberos.

Instalaciones de atención médica y equipo de primeros auxilios.

Se cuenta con:

- Botiquines de emergencia en áreas estratégicas, los cuales contienen:
- Gasas estériles de 5 cm
- Gasas estériles de 10 cm
- Vendas elásticas de 5/10 cm
- Venda triangular
- Tela adhesivas
- Abate lenguas
- Benzol torundas alcoholadas
- Curitas adhesivas
- Furacin ungüento
- Lav/ofteño solución
- Termómetro axilar
- Tijeras rectas de 14 cm

- Férulas de cartón de 15 X 50 cm
- Esfera salvo (oxígeno) con equipo mascarilla

EQUIPO Y RECURSOS MATERIALES DE SEGURIDAD EXISTENTES EN LA PLANTA		
Cantidad	Características generales	Ubicación
4	Equipo de respiración autónomo, el cual permite su uso durante al menos 30 minutos	Almacén de Equipo.
4	Mascarillas para vapores orgánicos con cartuchos removibles.	Almacén de Equipo.
1	Detector de gases múltiples (explosímetro)	Almacén de Equipo.
4	Botoneras de la alarma sonora, la cual opera únicamente con energía eléctrica.	Caseta de vigilancia sur y norte. Área Central
05	Radios de comunicación interna de banda corta, mismos que están a cargo de: Además, vigilancia también posee radio de alta frecuencia con el cual se está en contacto con los servicios de apoyo en caso necesario.	Vigilancia. Mantenimiento. Calderas. Almacén de Equipo. Eléctrico.
	Se cuenta con radio telefónica para comunicación interna (administrativa)	Administración
2	Regadera y lavajos de emergencia.	Área de almacén. Área de producción
5	Botiquín de primero auxilios.	Enfermería. Almacén. Área de producción. Casetas de vigilancia.
1	Camilla rígida.	Almacén de Equipo.
Lote	Inmovilizadores de cráneo.	Almacén de Equipo.
5	Collarín.	Almacén de Equipo. Enfermería
3	Tanque de oxígeno.	Almacén de Equipo.
1	Baumanómetro digital.	Almacén de Equipo.
4	Termómetro.	Almacén de Equipo. Enfermería
Lote	Vendas.	Almacén de Equipo.
4	Férulas.	Almacén de Equipo.
1	Nebulizador de pistón.	Almacén de Equipo.
Lote	Soluciones antisépticas.	Almacén de Equipo.
Lote	Medicamentos, tales como desinflamatorios, antiespasmódicos, antipiréticos.	Almacén de Equipo. Enfermería
8	Arneses industriales.	Almacén de Equipo.
8	Líneas de vida con amortizador de caídas.	Almacén de Equipo.
2	Dispositivos para indicar la ubicación del viento -cono-.	Caseta de vigilancia sur y norte y Almacén
4	Equipos de protección personal para manejo de Amoniaco, tipo Tybek.	Almacén general.

Lote	Material para contención de derrames.	Almacén general.
5	Extintores (PQS Y PCO ₂)	Diferentes puntos de la planta.
1	Megáfono.	Almacén de Equipo.
2	Bombas contra incendios	Área de producción.
3	Hidrante monitor (cañón)	Diferentes puntos de la planta.

Tabla 7C. Equipos de Seguridad en la Planta de Hielos AS

Lo anteriormente descrito se encuentra con más detalle en los siguientes anexos

Anexo 12. Equipo de Seguridad.

Anexo 13. Plano del sistema contra incendios.

Anexo 14. Lay Out Rutas de Evacuación.

Anexo 15. Manual de Primeros Auxilios.

IV.2 Programa de acción de medidas de control y mitigación de riesgos.

Conforme al estudio de riesgo realizado anteriormente, se han determinado diferentes actividades para la reducción de los riesgos identificados. Estas actividades se describen en la siguiente tabla:

Medidas preventivas, correctivas y de mejora			
Medidas preventivas			
Actividad a realizar	Descripción de la actividad	Periodicidad	Personal responsable
Transvase seguro	Instalar el procedimiento de transvase de amoniaco a la vista de los trabajadores.	Permanente	Jefe de almacenamiento
Instalación de sistemas de tierras	Instalar sistemas de tierras y dispositivos para proteger el tanque de la acumulación de cargas eléctricas estáticas, medir y registrar al menos cada doce meses, los valores de la resistencia que se obtengan en esta prueba deben estar comprendidos entre 0 y 25 ohms	Permanente	Jefe de almacenamiento y mantenimiento
Kit de fugas	Contar con un kit de herramientas para control en caso de fuga.	Permanente	Seguridad e Higiene
Registro de Válvulas	Llevar registros de las revisiones de válvulas de tuberías y tanques. Llevar registros del mantenimiento, reemplazo y calibración de las válvulas de seguridad.	Cada 2 días	Metrología y mantenimiento
Instalación de rutas	Instalar rutas de evacuación, salidas de emergencia y punto de reunión.	Permanente	Seguridad e Higiene
Instalación de veleta	Instalar veleta o manga para conocer la dirección del viento en caso de fuga.	Permanente	Seguridad e Higiene

Gabinete optimo	Gabinete con equipo de protección personal.	Permanente	Seguridad e Higiene	
Instalación equipo contra incendios	Instalar el equipo contra incendio necesario de acuerdo a lo establecido en la NOM-002-STPS-2010.	Permanente	Seguridad e Higiene y Mantenimiento	
Plan de protección civil	Realizar y mantener actualizado el plan interno de protección civil cada año.	Anualmente	Seguridad e Higiene	
Brigadas de emergencia	Mantener actualizadas las brigadas de emergencia en cada turno de trabajo.	Mensualmente	Seguridad e Higiene y Dirección	
Reporte de incidentes y accidentes	Contar con un Reporte de Incidentes y Accidentes Anual, señalando sus causas, efectos así como accidentes de repercusiones severas que lo propiciaron.	Anualmente	Seguridad e Higiene y Dirección	
Disponibilidad de hojas de seguridad	Tener al alcance de los trabajadores las hojas de seguridad que manejan amoniaco.	Permanente	Encargados de las diferentes zonas	
Actualizar directorios	Mantener actualizado el directorio de los cuerpos de auxilio y rescate.	Mensualmente	Seguridad e Higiene y Dirección	
Programas de capacitación	Establecer programas de capacitación específica al personal en cuanto a las acciones de corrección, mitigación y control de presentarse una fuga de amoniaco en el sistema.	Mensualmente	Seguridad e Higiene	
Instalar sistema de detección	Instalar sistema de detección de amoniaco en el área de almacenamiento.	Permanente	Mantenimiento	
Equipo de personal	Se deberá contar con equipos de respiración autónoma y trajes encapsulados tipo A.	Permanente	Seguridad e Higiene	
Reemplazar manguera	Reemplazar manguera regularmente de nodriza.	Cada trimestre	Jefe de almacén y Jefe de producción	
Medidas correctivas y de mejora				
Actividad a realizar	Descripción de la actividad	Fecha de inicio	Fecha de terminación	Personal responsable
Identificación de tubería	Identificar la totalidad de la tubería de acuerdo a la NORMA Oficial Mexicana NOM-026-STPS-2008, Colores y señales de seguridad e higiene, e identificación de riesgos por fluidos conducidos en tuberías.	10/Dic/2021	15/Dic/2021	Seguridad e Higiene

Cambio de manómetros	No deben emplearse manómetros que operen con mercurio ya que puede formar un compuesto explosivo similar a un fulminato.	01/Dic/2021	05/Dic/2021	Metrología y mantenimiento
Protección de tuberías	Todas las válvulas deben estar protegidas por válvulas check internas para exceso de flujo, para mayor seguridad la instalación debe utilizar su propia válvula check externa.	01/Dic/2021	05/Dic/2021	Mantenimiento

Tabla 8C. Medidas preventivas, correctivas y de mejora respecto al ERA realizado.

IV.3 Procedimientos preventivos.

Los procedimientos con que se cuenta para evitar cualquier accidente y mitigar los riesgos son los siguientes.

Inspecciones de rutina

Por medio de una inspección diaria y visual se pretende detectar diferentes riesgos en la planta, como:

- Fugas de amoniaco: Verificando sellos, recubrimientos, conexiones (soldadas, roscadas, por presión). Utilizando líquidos para verificación en partes del proceso donde la sustancia sea en estado gaseoso.
- Daños en equipos: Verificar que no exista en los equipos agrietamiento, oxidación, erosión, abrasión, incrustación, etc.
- Errores de instrumentación como manómetros, válvulas de seguridad y de paso, controles de presión y temperatura, etc.: Verificando que la medición este dentro de la calibración, limpieza, legibilidad, hermeticidad.
- Conforme se realice la inspección se determinará las acciones a realizar en caso de que se presente alguna falla, dentro de las cuales se pueden clasificar en:
 - Falla ligera: Aquellas que no representan un daño severo al equipo y permita la operación normal del mismo, tales como: Descalibración de los instrumentos de medición y control, que arroje errores del 5 % de su rango de calibración normal. Esta falla será atendida en días no hábiles, de manera que no afecten el proceso productivo de la planta.
 - Falla grave: Aquellas que representan un peligro potencial para el centro de trabajo y la salud de los trabajadores, y las cuales son: Descalibración de los instrumentos de medición y control, que arroje errores del 10 % de su rango de calibración normal, causando sobrepresiones y depresiones en el equipo; Averías en los dispositivos eléctricos y mecánicos de los accesorios que originen un incremento o decremento en la presión de operación normal del proceso
 - Fallas peligrosas: Aquellas que representen un peligro inminente al centro de trabajo y a la salud de los trabajadores, tales como: Fugas de amoniaco en las conexiones mecánicas del equipo y sus accesorios, así como las partes constitutivas del equipo; Falla total de los instrumentos de presión y control, que originen el descontrol del proceso. Las fallas peligrosas serán atendidas de inmediato, aplicando las recomendaciones del mantenimiento correctivo.

Mantenimiento preventivo

El mantenimiento preventivo tiene por objeto la revisión, limpieza y sustitución de las partes constitutivas del equipo y sus accesorios, tales como:

- Revisión de conexiones mecánicas.
- Revisión y sustitución de dispositivos de sello mecánico para las fugas, a fin de comprobar su hermeticidad en las conexiones de entrada y salida de la tubería analizada.
- Calibración de los instrumentos de medición.
- Revisión de los dispositivos eléctricos y mecánicos de los accesorios.
- Limpieza y sustitución de dispositivos eléctricos y mecánicos tales como:
 - Válvula de Seguridad
 - Válvulas de entrada y salida de amoniaco

- o Indicadores de Presión
- o Control de Presión

PROGRAMA DE CAPACITACIÓN

Conscientes de la importancia que reviste el que las empresas u organismos desarrollen e implementen en sus inmuebles, un programa de capacitación específico de carácter teórico-práctico, inductivo, formativo y de constante actualización, dirigido tanto al personal en general, como a mandos medios y directivos, así como para la formación de instructores y brigadistas, **HIELOS AS, S.A. DE C.V.** (Planta Chalco), contempla la capacitación dentro de los siguientes tres programas.

1. **Adiestramiento al Personal de Nuevo Ingreso.**
2. **Programa de Capacitación y Entrenamiento en el Puesto.**
3. **Programa de Reforzamiento.**

1. Adiestramiento al Personal de Nuevo Ingreso.

Como parte fundamental al contratar al personal se proporciona una inducción al personal la cual consiste en un conocimiento general de la empresa y dentro de este se cuenta con una instrucción general en materia de seguridad, que contempla:

- Funciones del departamento de seguridad.
 - Procedimientos preventivos específicos.
 - Riesgos potenciales y su control.
 - Manejo de materiales peligrosos.
 - Procedimientos de emergencia.
 - Sistemas de protección.
 - Reconocimiento de las instalaciones.
- Equipos de protección personal.

2. Programa de Capacitación y Entrenamiento en el Puesto.

El programa de capacitación a personal de **HIELO AS, S.A DE C.V.** define los lineamientos mínimos a cubrir dentro de un programa de entrenamiento en seguridad a personal de nuevo ingreso a la planta, o bien a aquellos que han sido promovidos a otra área y dentro de este se incluyen aspectos específicos sobre la seguridad para cada una de las operaciones que el trabajador va a desarrollar.

3. Programa de Reforzamiento.

Para crear un mayor desarrollo de los empleados y evitar que se creen vicios durante el desarrollo de las labores de trabajo dentro de la empresa, se cuenta con un programa de reforzamiento, es decir un programa de capacitación constante, en el cual se tiene contemplado un Subprograma de Reforzamiento en Seguridad, donde se capacita al personal en materia de Seguridad General de la planta así como en las operaciones específicas que desarrolla dentro de su puesto de trabajo.

Así mismo, para los tres casos se cuenta con un procedimiento de evaluación teniendo como condicionante de que si no se tiene un nivel aceptable, el trabajador tendrá que retomar dicho entrenamiento y reforzar los aspectos en los que se tenga deficiencias hasta alcanzar el nivel de aceptabilidad.

PROGRAMA ANUAL DE SIMULACROS

Dentro de las instalaciones, conscientes de los riesgos que pudieran desencadenarse por el desconocimiento de las buenas prácticas de manufactura y de la operación de máquinas y equipos por parte del personal se tienen identificados los riesgos, es por esto que se preparan con anticipación una serie de simulacros, los cuales son resultado de una previa planeación por escrito para después poner en práctica todos los conocimientos aprendidos en cursos de capacitación para la atención de emergencias y la manera en que las brigadas deben de actuar para reducir tanto las pérdidas económicas como humanas.

Programa Calendarizado para SIMULACROS EN EMERGENCIAS.					
Hipótesis de Emergencia, en caso de	Objetivos y lugar de realización	Coordinador del simulacro	Brigadas participantes	Alcance	Frecuencia, Fecha y hora de realización
Sismo, Simulacro Sin aviso a servicios de Auxilio Externos	Prevenir y actuar en caso de sismo, evacuando a toda la planta	Jefe se Seguridad e Higiene	Todas las brigadas de emergencia de la Planta	Todo el personal de la Planta	Anual. 19 de Septiembre. 10:00 horas
Fuga en tanque Macro Simulacro Con aviso a servicios de Auxilio Externos.	Prevenir y actuar en caso de fuga en la zona donde se ubica el tanque de almacenamiento	Jefe se Seguridad e Higiene y Jefe de almacenamiento	Todas las brigadas de emergencia de la Planta	Todo el personal de la Planta	Anual. Cada primer lunes de Septiembre. 10:00 horas
Incendio en la planta	Prevenir y actuar en caso de incendio en la zona con mayor afluencia	Jefe se Seguridad e Higiene	Todas las brigadas de emergencia de la Planta	Todo el personal de la Planta	Anual. Cada segundo lunes de Febrero. 10:00 horas

Tabla 9C. Programa calendarizado para simulacros en emergencias.

A continuación, se presenta el formato para usar en la evaluación de simulacros.

FORMATO DE EVALUACIÓN DE SIMULACROS						
Fecha:	Hora de inicio:			Hora de terminación:		
Responsable del simulacro						
Definición del escenario						
Características de la zona						
Tipo de riesgo						
Evaluación	Excelente	Bueno	Regular	Malo	Pésimo	Observaciones
Sistema de alarma						
Identificación de riesgos						
Reducción de riesgos						
Rutas de evacuación						
Salidas de emergencia						
Actuación de brigadas						
Tiempo de acción del personal de brigadas						
Comunicación						
Contra incendios						
Búsqueda y rescate						
Evacuación						
Primeros auxilios.						
Tiempo de evacuación						

Zona de seguridad y puntos de reunión						
Mecanismos de evacuación:						
Recursos materiales						
Verificación del inmueble después del evento						
Comportamiento del personal evacuado.						
Fecha del próximo simulacro						
Materiales y equipo utilizado						
Nombre y firma del personal que participo en el simulacro						
Nombre y firma del coordinador del simulacro						

Tabla 10C. Formato para la evaluación de simulacros.

Las evidencias y detalles de los programas mencionados se encuentran en los siguientes anexos:

Anexo 16. Constancia de capacitaciones.

Anexo 17. Evidencias de Simulacros.

V.- PLAN DE RESPUESTA A EMERGENCIAS

V.1- Procedimientos de notificación de accidentes.

Procedimiento general para notificación de accidentes

OBJETIVO:

Contar con un procedimiento en el cual se establezca la notificación a las autoridades competentes, en caso de que ocurra una emergencia dentro de los límites de las instalaciones.

PROCEDIMIENTO:

1. Se debe contar con todos los teléfonos de emergencia a la vista de los trabajadores.
2. El personal debe de notificar al Jefe del Área donde ocurre el accidente en caso de ser un accidente medio (accidente cuyo alcance no pueda sobrepasar el área donde se origina). En dado caso de ser un accidente grave (accidente cuyo alcance sea propenso a sobrepasar el área donde se origina) inmediatamente se debe accionar la alarma de emergencia.
3. El coordinador de brigada o el Jefe del área serán quien en base a la magnitud del accidente, determine si se trata de una emergencia mayor y solicitar ayuda a las autoridades competentes proporcionando los siguientes datos:
 - a. Nombre y cargo de la persona que realiza la llamada.
 - b. Nombre, dirección y actividad de la instalación.
 - c. Teléfonos
 - d. Breve explicación detallada de la naturaleza de la emergencia.
 - e. Listado de materiales y recursos humanos con que cuenta la instalación.
4. A la llegada de las autoridades el coordinador de brigada informará sobre lo ocurrido y las acciones realizadas hasta el momento. Así como las especificaciones (cantidad, materiales, personal) al momento del accidente
5. Se proporcionará a las autoridades el estudio de riesgo y el programa para la protección de accidentes.
6. El Almacenista deberá cooperar con las instituciones de apoyo en el control de la emergencia, utilizando los equipos con que cuenta.
7. El encargado de zona en coordinación con protección civil decidirá en qué momento se retornará a condiciones normales en base al resultado de control, inspección y evaluación de la emergencia.

- Además el encargado dará la orden para iniciar las acciones, a fin de retornar a las condiciones normales de operación, se deberá planificar las acciones para reparar, limpiar y/o remediar los efectos en instalaciones, personal, equipo y medio ambiente.
- Cuando la emergencia haya sido controlada en su totalidad, los brigadistas y Protección Civil, procederán a evaluar la magnitud de los daños consecuencia del siniestro, así como inspeccionar las condiciones de seguridad imperantes en el área, con el fin de autorizar el retorno de los habitantes del área afectada

V.2. Procedimientos específicos para la atención y respuesta a los posibles eventos de riesgo identificados dentro de la instalación

PROCEDIMIENTO DE EMERGENCIA PARA FUGAS DE AMONIACO

Objetivo.

Contar con un procedimiento para que en caso de presentarse una fuga de amoniaco en las instalaciones en el cual se establezcan las técnicas para proteger la salud y seguridad de los trabajadores y las instalaciones vecinas, así como los bienes de la empresa y el medio ambiente, llevando a cabo las acciones y comunicación para mantener una capacidad de respuesta aceptable.

Generalidades.

El amoniaco es una sustancia peligrosa debido a sus características de toxicidad, en estado gaseoso en concentraciones de 0.6 a 1 % en volumen es letal en pocos minutos de exposición, en concentraciones menores causa irritación en los ojos, conductos respiratorios y garganta; en estado líquido ejerce una acción corrosiva localmente y puede causar quemaduras por congelamiento, el contacto con los ojos puede ocasionar ceguera permanente.

Las fugas de amoniaco pueden presentarse en estado líquido como gaseoso, es importante considerar los dos tipos de estado, esto dependerá del lugar donde se encuentre localizada la fuga.

El amoniaco es un compuesto químico alcalino, más ligero que el aire y se dispersa rápidamente al alcanzar la temperatura ambiente. El amoniaco en presencia de cantidades pequeñas de humedad es corrosivo al cobre, zinc, plata y a muchas de sus aleaciones, por lo que en sistemas de amoniaco estos materiales deben ser protegidos.

El amoniaco en el ambiente tiene efectos irritantes en las membranas mucosas, ojos y garganta. Cuando se vaporiza el amoniaco líquido, estos vapores tienen gran afinidad con el agua y la mezcla causa severos daños en la piel por enfriamiento de los tejidos y deshidratación, así como por su acción cáustica.

Las altas concentraciones de amoniaco pueden producir efectos corrosivos en los tejidos y edema bronquial, así como obstruir la respiración. El olor picante del amoniaco es una forma de prevenir respirarlo al estar presente en el aire. El olor mínimo que perciben los seres humanos es de 5 ppm, un olor claramente detectable se encuentra entre un rango de 20 a 50 ppm, se tienen efectos en la salud por una exposición prolongada cuando la concentración se encuentra entre 50 y 100 ppm, provoca severa irritación de ojos, nariz y garganta entre las 400 y 700 ppm, cuando las concentraciones del ambiente alcanzan una concentración entre 5,000 y 10,000 ppm provoca asfixia rápidamente y a concentraciones mayores de 10,000 ppm es fatal, después de una corta exposición.

Responsable:

Director general.

Procedimiento:

Personal general.

- Cualquier persona que detecte una fuga, deberá de activar la alarma y dar aviso a su supervisor inmediato.
- Si la persona que detecte la fuga no está capacitada, no deberá intentar arreglar la fuga, por muy pequeña que parezca, esto por su propia seguridad y la de la planta.
- Se deberá evacuar la instalación actuando con calma y sin desesperarse, siguiendo la señalización de la ruta de evacuación, punto de reunión tomando en cuenta la dirección del viento indicada por la manga o veleta para protegerse de la nube tóxica.

Personal brigadista.

- Deberá contar con el equipo de protección para controlar la fuga, dependiendo de la dirección del viento se designará el puesto de mando, utilizando todo el equipo protección, materiales y kit de herramientas necesarios para el control de la fuga.

2. Evacuar al personal en dirección contraria a la dirección del viento.
3. Verificar la dirección del viento para combatir la fuga vientos arriba del punto donde se origine.
4. Al retirar el personal de las áreas de peligro, en caso de faltar alguien se informará para tomar las medidas necesarias para su búsqueda y rescate inmediato.
5. Sin excepción, se tratará de controlar la fuga sin riesgo a su persona, poniéndose antes de ingresar al área de riesgo el traje de seguridad herméticamente cerrado y equipo de aire autónomo para protegerse de los vapores.

Fuga de amoniaco vapor en tanque.

1. La fuga de vapor se deberá reducir con el sistema de aspersión de agua. Al mezclarse el agua con amoniaco, produce hidróxido de amonio.
2. El jefe de mantenimiento deberá revisar y eliminar cualquier fuente de ignición, tales como motores eléctricos o de combustión interna que estuvieran encendidos en el área, ya que pueden provocar una explosión en combinación con el gas fugado.
3. El encargado de planta deberá solicitar ayuda externa en caso de requerirse.
4. El jefe de mantenimiento será el responsable de notificar a sus superiores cuando hayan terminado las maniobras para retirar el estado de alerta.

Fuga de amoniaco líquido en tanque.

1. Cuando se presente la fuga de amoniaco en estado líquido, por las características de la sustancia permanecerá en este estado por muy poco tiempo, ya que al estar en contacto con la temperatura y presión ambiente inmediatamente se gasificará.
2. El personal de las Brigadas deberá evitar el contacto y caminar sobre el amoniaco líquido.
3. Se debe contar con un sistema de aspersión de agua para fugas para reducir los vapores producidos.
4. El jefe de mantenimiento se encargará de eliminar fuentes de ignición, tales como motores eléctricos o de combustión interna que estuvieran encendidos dentro del área, ya que pueden ocasionar una explosión en combinación con los vapores producidos.
5. Al presentarse una emergencia los brigadistas deberán considerar la necesidad de trasvasar el amoniaco contenido en un tanque de aproximadamente 2000 L.
6. Los brigadistas deberán tratar de diluir el amoniaco derramado, si se cuenta con abundante agua, el amoniaco deberá diluirse en 100 lts. de agua por 1 de amoniaco. Por el contrario, si no se tiene suficiente agua, se seguirá aplicando la cortina de agua, tomando la precaución de no aplicar el chorro directamente al derrame.
7. En caso de los brigadistas no puedan controlar la fuga deberán continuar con el procedimiento de evacuación, siempre usando las rutas de evacuación y desplazándose en dirección contraria al viento.
8. De ser necesario el encargado de planta deberá de notificar a las autoridades locales la necesidad de evacuar a los habitantes de las áreas aledañas, entrando en aplicación el procedimiento de nivel externo.
9. El encargado de planta deberá notificar a sus superiores cuando hayan terminado las maniobras y así retirar el estado de alerta.

Fuga de amoniaco vapor en tuberías.

1. Cuando se detecte una fuga de amoniaco el encargado de planta deberá identificar en que tubería se está produciendo la falla, y avisar a la brigada de la intensidad de la fuga.
2. Si no se percibe exactamente dónde está la ruptura se puede detectar utilizando una estopa impregnada de fenolftaleína, esta se acerca al lugar donde es probable que se localice la fuga, la estopa cambiará de color cristalino a rosa y se hace el color más intenso cuando se impregna con amoniaco. Al aire libre la concentración es más baja y se percibe ligeramente, excepto si se acerca mucho a la fuga.
3. Una vez localizada la fuga, el jefe de mantenimiento cerrará las válvulas correspondientes y apagará los compresores para cortar el flujo de amoniaco a la tubería, siempre utilizando el equipo de protección personal, además eliminará fuentes de ignición en el área como motores eléctricos o de combustión interna encendidos.
4. En caso de que la ruptura en la tubería sea leve se recomienda que algún miembro de la brigada utilizando el equipo de protección personal contenga temporalmente la fuga colocando un trapo húmedo en la ruptura y así dar tiempo a que se realicen las maniobras.
5. Deberá accionar el sistema de aspersión de agua para condensar los vapores, cuidando de no verter directamente chorro de agua sobre fuga de líquido.
6. Cuando el amoniaco contenido en la tubería se agote, el encargado de planta deberá purgar la tubería aplicando vacío, para efectuar las reparaciones correspondientes.

7. El Coordinador de Brigadas deberá notificar a sus superiores cuando hayan terminado las maniobras y así retirar el estado de alerta.

Fuga de amoniaco líquido en tubería.

1. Una vez localizada la fuga, el jefe de mantenimiento cerrará las válvulas correspondientes y apagará los compresores para cortar el flujo de amoniaco a la tubería, además eliminará fuentes de ignición en el área como motores eléctricos o de combustión interna encendidos.
2. El Jefe de mantenimiento acordonará el área, esto con la finalidad de facilitar la aplicación del procedimiento.
3. Si el derrame es pequeño hay que diluir con abundante agua, aplicando el volumen necesario, en caso contrario se deberá abrir un canal de desagüe.
4. La brigada de combate de incendios deberá aplicar una niebla de agua, esto para reducir los vapores.
5. El Coordinador de Brigadas deberá notificar a sus superiores cuando hayan terminado las maniobras y así retirar el estado de alerta.

PROCEDIMIENTO DE EMERGENCIA EN CASO DE INCENDIO

Objetivo

Este procedimiento tiene como objetivo establecer los lineamientos generales para reducir cualquier daño humano o al medio ambiente en caso de un incendio.

Los lineamientos presentados en este programa tratan de dar el seguimiento en caso de presentarse un incendio en las instalaciones para evitar pérdidas humanas, ambientales y económicas.

Generalidades

Un incendio se da en diversas etapas, en su fase inicial se denomina conato, conforme pasa el tiempo y se incrementa la temperatura, pasa a ser un incendio declarado.

La instalación no maneja materiales combustibles ni inflamables, sin embargo, existe riesgo de un incendio dentro de las instalaciones debido a la entrada y salida de vehículos.

Se pueden presentar incendios tipo A, B y C, por lo que el personal brigadista deberá ser capaz de reconocer cada uno de estos tres tipos de fuego y dominar las técnicas para atacar cada uno de ellos para esto se cuenta con extintores tipo ABC.

Responsable: Director general.

Procedimiento:

Personal general.

1. Cualquier persona que detecte un conato de incendio y está capacitada deberá localice el extintor más cercano y trate de controlar el conato, de lo contrario retírese del área donde se está produciendo el fuego, permita trabajar al personal brigadista y protéjase.
2. Los trabajadores y clientes deberán retirarse del área donde se está produciendo el fuego y permitir actuar al personal brigadista.
3. Cuando se realice la evacuación, el personal deberá poner en práctica el procedimiento de evacuación que será implementado por el brigadista de evacuación.
4. Al evacuar se deberá elegir un punto de reunión lo más alejado al lugar donde se está produciendo el fuego.

Personal brigadista.

1. Se deberá de extinguir el fuego haciendo uso de extintores y agua disponible al tratarse de un conato, si se llegara a presentar un incendio declarado se llamará a los bomberos.
2. Evacuar a toda la gente de las áreas de peligro.
3. Retirar cualquier otra material o sustancia que consideren podría alimentar el fuego, siempre y cuando no signifique un riesgo mayor para ellos.
4. Al momento de que se evacue la instalación el brigadista de evacuación hará el conteo de las personas para verificar que todos estén fuera de peligro, de lo contrario se deberá comunicar a los brigadistas de Primeros Auxilios para coordinar su búsqueda y rescate.
5. Prestar ayuda a las personas lesionadas. En caso de ser necesario se trasladarán al hospital más cercano si con los primeros auxilios prestados en las instalaciones médicas de la planta no es suficiente
6. En caso de ser necesario solicite ayude a la cruz roja.

7. Los bomberos serán los responsables de notificar cuando hayan terminado las maniobras para retirar el estado de alerta.

PROCEDIMIENTO PARA EL RETORNO A CONDICIONES NORMALES Y RECUPERACION.

OBJETIVO

El objetivo del siguiente procedimiento es el dar las indicaciones y criterios para declarar el fin de una emergencia, con el fin de procurar no se sufran daños graves a los producidos por la emergencia y atender por prioridades las consecuencias ocasionadas por la emergencia según sea el caso.

Generalidades

En la instalación se pueden presentar las siguientes emergencias:

- Fugas de amoniaco
- Conatos de Incendios

El siguiente procedimiento detalla los pasos que se deberán seguir para continuar con los procesos después de ocurrir alguno de los casos anteriormente descritos.

Criterios para declarar el fin de la emergencia.

Los criterios para declarar el fin de una emergencia serán específicos dependiendo del tipo de emergencia que se trate. A continuación, se describen los criterios a utilizar para cada uno de los posibles eventos de la empresa.

1. Sólo protección civil podrá declarar el fin de la emergencia.
2. Protección civil será el responsable de verificar que los criterios para declarar el fin de la emergencia se han cumplido.
3. En caso de que una institución externa haya apoyado a la empresa durante el control de la emergencia, el coordinador de la brigada será el encargado de notificar el fin de la emergencia.

Fugas de amoniaco.

1. La fuente dónde provenía la fuga se ha controlado.
2. La sustancia fugada o derramada se ha neutralizado.
3. No existe riesgo de que la fuga se vuelva a presentar.

Incendio

1. Las flamas se han extinguido totalmente.
2. Las causas que originaron el incendio han sido detectadas y eliminadas.
3. La temperatura en el lugar del incendio es la ambiental por lo que no existe riesgo de que este se reinicie.
4. Las estructuras dañadas por el incendio han sido acordonadas.

Inspección (monitoreo) del control de la emergencia.

Una vez controlada la emergencia, la brigada verificará que no existan condiciones de riesgo en el área afectada, debiendo efectuarse una revisión de los equipos e instalaciones que por sus características o riesgos propios del proceso o bien por resultado secundario de la emergencia puedan presentar un peligro adicional.

Revisión médica del personal expuesto

Todo el personal que haya estado expuesto a un contaminante, así como el personal brigadista que haya participado en la atención de la emergencia será revisado por un médico.

Atención médica del personal afectado.

Al hacer la evaluación del personal lesionado el médico establecerá las siguientes prioridades de atención médica a los trabajadores que sufrieron daños durante la emergencia.

1. Se considerarán lesionados de grado ligero, los que solo requieran primeros auxilios, a éstos se les considera no necesario su traslado al hospital.
2. Los lesionados leves que sea necesario atender en un hospital pero que su grado de lesión no dependa del tiempo, a estos heridos se les trasladara vía terrestre al hospital más cercano para su atención médica.
3. Los trabajadores con lesiones graves su traslado al hospital es urgente, serán llevados al hospital más cercano para su pronta atención médica.

Evaluación de daños

Una vez que el Coordinador de Brigada de la Contingencia declare que la emergencia ha sido controlada, se dirigirá al lugar de emergencia y realizarán un análisis de la situación, con el fin de evaluar los daños y determinar las acciones necesarias para el restablecimiento de las operaciones. En caso de que hubiera ocurrido un daño al

medio ambiente como contaminación de suelo natural o cuerpos de agua se notificará a las autoridades ambientales para que estos determinen las medidas de remediación necesarias.

Retorno a condiciones normales de operación

Una vez verificadas las condiciones de seguridad en las instalaciones, la siguiente prioridad es el restablecimiento de servicios básicos, posteriormente se efectuará la recuperación y salvamento de información crítica contenida en documentos o discos que pudiera haber sido afectada durante la emergencia.

Finalmente se realizarán las reparaciones necesarias en el equipo de proceso los cuales deberán quedar funcionando en condiciones óptimas de seguridad antes de retornar a condiciones normales de operación.

Asimismo deberán detectarse las causas que originaron la emergencia y efectuar las modificaciones necesarias en los procesos y/o equipos para evitar que se vuelva a presentar una condición similar.

V.3. Procedimientos para la Respuesta a emergencias cuando el nivel de afectación rebasa los límites de propiedad de la instalación.

El procedimiento para cuando el nivel de afectación rebasa los límites de la instalación está coordinado junto con protección civil. El cumplimiento y el éxito del mismo serán acorde a la respuesta de ambas partes.

PROCEDIMIENTO DE ATENCION DE EMERGENCIAS MAYORES POR FUGA DE AMONIACO ANHIDRO.

Objetivo:

Contar con un procedimiento en el cual se establezcan las técnicas para proteger la salud y seguridad de la población, en caso de que la emergencia que ocurra rebase los límites de las instalaciones de la empresa, o que sobrepase su capacidad de respuesta; así como establecer sistemas de comunicación para una situación de esta magnitud.

Generalidades:

De acuerdo al estudio de riesgo realizado y a los escenarios simulados, una fuga de amoniaco líquido es la emergencia que pudiera llegar a sobrepasar los límites de la instalación.

Esta situación afectaría principalmente dentro de la instalación, así como la zona norte de la instalación que comprenden casas habitacionales como establecimientos comerciales, por lo que es necesario tener bien definidas las acciones a seguir con el fin de minimizar los daños a la población existente en las inmediaciones de la empresa.

Para la aplicación del presente procedimiento será fundamental la cooperación de los organismos del sector público como el departamento de bomberos, policía municipal y la dirección de protección civil, cruz roja, etc., ya que serán estas dependencias quienes coordinarán la evacuación y atención de la población.

Procedimiento:

1. Al presentarse una fuga de amoniaco, se deberá controlar según los pasos indicados en el procedimiento de emergencia para fugas de amoniaco descrito en este programa.
2. El brigadista será quien en base a la magnitud de la fuga, determine si se trata de una emergencia a nivel externo y solicitar ayuda a protección civil municipal proporcionando los siguientes datos:
 - Nombre de la persona que realiza la llamada.
 - Nombre y dirección de la instalación.
 - Teléfonos.
 - Breve explicación de la naturaleza de la emergencia, y
 - Listado de materiales y recursos humanos con que cuenta la instalación.
3. El encargado de planta deberá tener disponibles todos los vehículos y recursos de la empresa con el fin de apoyar a las autoridades en la evacuación de los habitantes del área de riesgo.
4. El encargado de planta se comunicará con las dependencias antes mencionadas y les indicará las áreas que deben ser evacuadas.
5. El personal de los organismos públicos como protección civil, bomberos, cruz roja y policía determinaran y coordinaran las actividades de evacuación de los habitantes de las áreas aledañas, dando las indicaciones que a continuación se mencionan:
 - Los habitantes deberán actuar tranquilamente, indicando que la situación de emergencia está controlada y la evacuación es solamente una medida preventiva.
 - Deberán llevar con ellos solo objetos personales indispensables.
 - No saldrán en sus automóviles para evitar congestionamientos y accidentes de tránsito.

- Se dirigirán caminando hasta un punto de reunión previamente establecido por Protección Civil donde un vehículo de la empresa los trasladará al centro de reunión y conteo establecido en una zona segura.
- 6. Previo a estas acciones, se reunirá los vehículos de la empresa en el punto establecido para recoger a la población y trasladarla al punto de reunión y conteo.
- 7. El personal brigadista, recorrerá la instalación para verificar que se encuentre evacuada en su totalidad.
- 8. La Policía Municipal apoyados por personal de la empresa vigilarán los bienes de los habitantes evacuados de posibles saqueos.
- 9. En caso de prolongarse la emergencia el Coordinador de Brigada proporcionará víveres a los habitantes evacuados, además será quien establezca un campamento en coordinación con las autoridades locales.
- 10. De no ser suficientes los recursos de la empresa para la atención de la emergencia se procederá a solicitar ayuda al Comité Local de Ayuda Mutua.
- 11. El encargado de planta será quien reciba la ayuda requerida y deberá canalizarla al personal de las brigadas para apoyar en el control de la fuga.
- 12. Los brigadistas de control de fuga de la instalación deberán cooperar con las instituciones de apoyo en el control de la fuga, utilizando el kit de herramientas para fugas, refacciones y equipo de emergencias.
- 13. El encargado de planta en coordinación con Protección Civil decidirá en qué momento se retornará a condiciones normales en base al resultado de la inspección y evaluación de la emergencia.
- 14. Además, el encargado de planta dará la orden para iniciar las acciones, a fin de retornar a las condiciones normales de operación, se deberá planificar las acciones para reparar, limpiar y/o remediar los efectos en instalaciones, personal, equipo y medio ambiente.
- 15. Cuando la emergencia haya sido controlada en su totalidad, el encargado de planta y Protección Civil, procederán a evaluar la magnitud de los daños consecuencia del siniestro, así como inspeccionar las condiciones de seguridad imperantes en el área, con el fin de autorizar el retorno de los habitantes del área afectada.

V.4. Principales vialidades identificadas para el ingreso de grupos de ayuda externa.

Las principales vialidades identificadas como viables para ser utilizadas como rutas de evacuación o rutas para recibir apoyo externo son:

- Para el lado norte de la planta se encuentra la calle Del Carmelo, con salida a:
 - Camino real a Cocotitlan
 - Carretera Federal México-Cuautla
 - Avenida Cuauhtémoc Oriente
- Para el lado sur la calle es Arturo Montiel, con salida a:
 - Mixquic-Chalco
 - Avenida San Isidro

Igualmente, en la figura 10C se muestra de ejemplo las mejores rutas a dos servicios de apoyo proporcionadas por Google Maps. Del lado izquierdo se muestran rutas de Protección civil y H. cuerpo de bomberos, la ruta marcada en azul sigue los pasos:

- Toma Arturo Montiel hacia Av. Cuauhtémoc Ote.
- Gira a la izquierda en la 2ª intersección hacia Av. Cuauhtémoc Ote.
- Continúa por Francisco Javier Mina. Toma C. Reforma, C. Primero de Mayo y Av. Aquiles Serdán hacia Av. José María Martínez en San Miguel Jacalones.
- Gira a la derecha con dirección a Av. José María Martínez

El lado derecho muestra 3 rutas del Hospital General de Chalco a la planta, la ruta al extremo derecho de la imagen sigue los pasos:

- Toma Cam. Real a Cocotitlan hacia Carr. Federal México-Cuautla/Chalco - Amecameca de Juárez/Ixtapaluca - Amecameca de Juárez/México 115.
- Continúa por México 115. Toma Calle Vicente Guerrero/Mixquic - Chalco hacia Artes y Oficios en Casco de San Juan, Chalco de Díaz Covarrubias.
- Sigue por Artes y Oficios, Tizapa y Bodegas hacia Calle Canal en La Bomba.



Figura 9C. Principales vialidades para ingreso de ayuda externa.

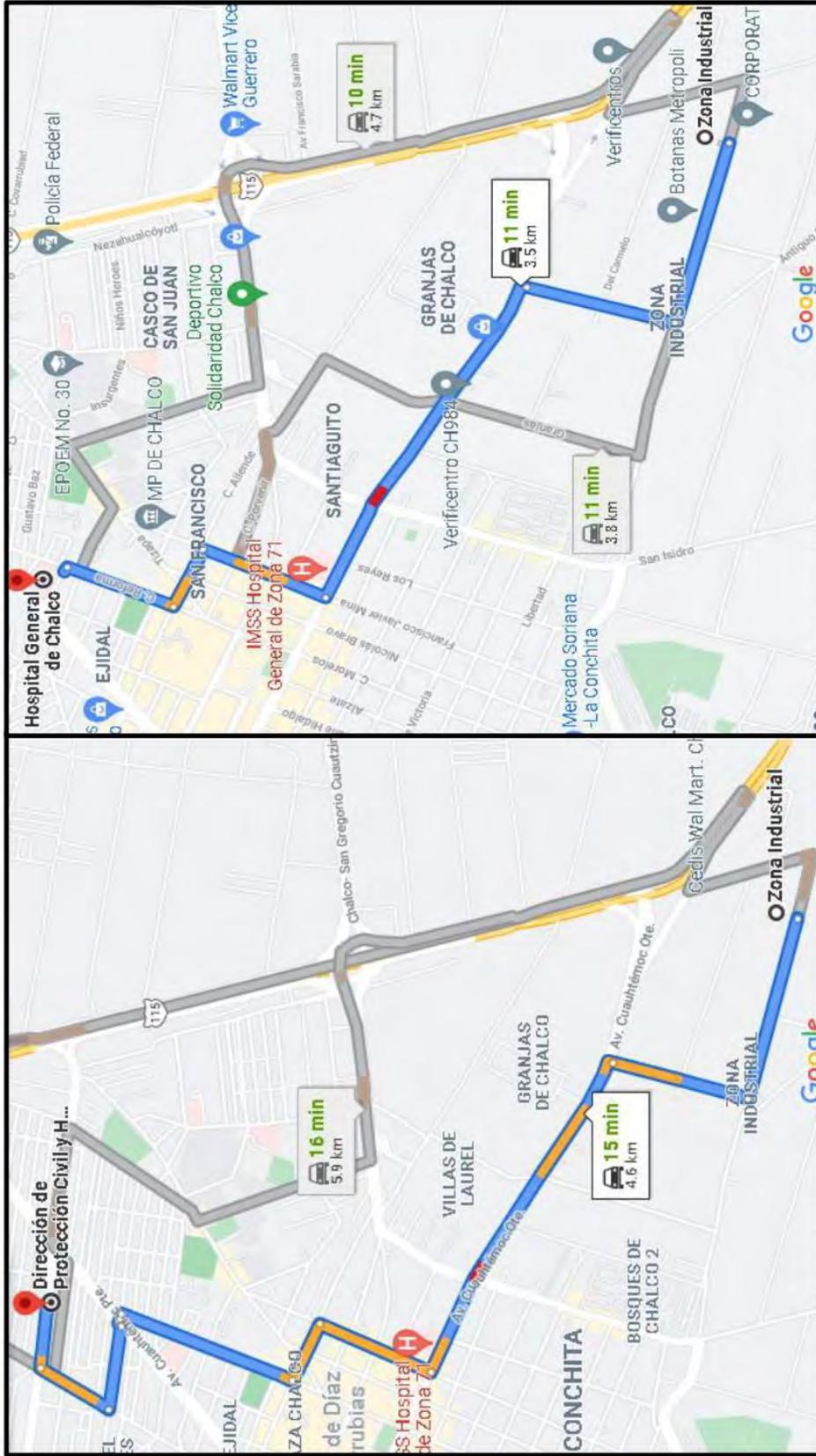


Figura 10C. Ruta de Protección civil y H. cuerpos de bomberos (lado izquierdo) y Hospital General de Chalco (lado derecho) a Hielos AS.

VI. DIRECTORIO PARA LA RESPUESTA A EMERGENCIAS

VI.1. Directorio de la estructura funcional interna para la Respuesta a emergencias

Hielos AS cuenta con diferentes estructuras, como lo son el personal Médico, de Seguridad y Brigadas para la respuesta a emergencias, las cuales se muestran en las siguientes tablas.

PERSONAL SERVICIO MEDICO HIELOS AS

PUESTO	EXTENSION	TEL. PARTICULAR/CELULAR
Dr. José Hernández Jefe del Departamento Médico	078	0491 570 006 0491 570 156 0491 570 157
Dr. Pedro Pérez Paramédico de Turno	078	0491 570 159
Dr. Hernán Juárez Paramédico de Turno	078	0491 570 110

Tabla 11C. Directorio del Personal Médico de HIELOS AS.

PERSONAL DE SEGURIDAD HIELOS AS

PUESTO	EXTENSION	TEL. PARTICULAR/CELULAR
Ing. Juan Gómez Jefe Seguridad e Higiene	035	0491 570 313 0491 570 737 0491 571 266
Ing. Luis Chávez Ingeniero de seguridad	010	0491 572 549 0491 572 665
Ing. Miguel Sánchez Supervisor de Seguridad	048	0491 572 983 0491 573 770
Sr. Juan Jiménez Inspector de Seguridad	030	0491 573 087 0491 574 118
Sr. Alfredo Gutiérrez Guardia de seguridad sur	015	0491 574 632 0491 575 25
Sr. Francisco García Guardia de seguridad norte	016	0491 575 789 0491 576 398

Tabla 12C. Directorio del personal de seguridad de HIELOS AS.

Nombre	Puesto	Brigada
Francisco Javier Tizado Soto	Jefe de almacén	Brigada de Evacuación, Búsqueda y Rascaste
Francisco García	Guardia de seguridad norte	Brigada de Evacuación, Búsqueda y Rascaste
Alfredo Gutiérrez	Guardia de seguridad sur	Brigada de Evacuación, Búsqueda y Rascaste
Ricardo Meza	Ayudante de Almacén	Brigada de Evacuación, Búsqueda y Rascaste
Israel Flores	Ayudante de RH	Brigada de Evacuación, Búsqueda y Rascaste
Jeremías Pérez	Producción Y Mantenimiento	Brigada de Prevención y Combate de Incendio

Nombre	Puesto	Brigada
Mateo Flores	Auxiliar Administrativo	Brigada de Prevención y Combate de Incendio
Ana Torres	Auxiliar Contable	Brigada de Prevención y Combate de Incendio
Enrique López	Jefe Seguridad e Higiene	Brigada de Prevención y Combate de Incendio
Pedro Pérez	Paramédico	Brigada de Primeros Auxilios
José Martínez	Ayudante Administrativo	Brigada de Primeros Auxilios
Uriel Rodríguez	Mantenimiento	Brigada de Primeros Auxilios
Martín López	Ayudante de RH	Brigada de Primeros Auxilios
Hernán Juárez	Paramédico	Brigada de Primeros Auxilios

Tabla 13C. Personal Brigadista de Hielos AS

VI.2. Directorio de la Estructura Funcional externa para la Respuesta a Emergencias al interior y exterior de las instalaciones.

Directorio de la estructura funcional externa para respuesta a emergencias				
Nombre de la organización	Ubicación	Teléfono de contacto	Función	Tiempo de arribo a la instalación
Dirección de Protección Civil	Av. José María Martínez S/N, San Miguel Jacalones, 56604 Chalco de Díaz Covarrubias, Méx.	5517343775	Priorizar la prevención de riesgos, prestar auxilio, priorizar el análisis y gestión prospectiva de riesgos de desastres.	20 minutos
H. Cuerpo de Bomberos	Av. José María Martínez S/N, San Miguel Jacalones, 56604 Chalco de Díaz Covarrubias, Méx.	5517343772	Brindar Servicios de apoyos contra incendios	20 minutos
Cruz Roja	Av. José María Martínez S/N, Col. Emiliano Zapata	5517343808 5517343730	Brindar asistencia medica tanto en sus instalaciones como a la planta Hielos AS	20 minutos
Hospital IMSS	Av. Cuauhtémoc Ote. 26, Santiaguito, 56600 Chalco de Díaz Covarrubias, Méx.	5559730553	Brindar asistencia médica en sus instalaciones	15 minutos
ISSSTE Chalco	5 de Febrero SN, La Bomba, 56600 Chalco de Díaz Covarrubias, Méx.	5559750678	Brindar asistencia médica en sus instalaciones	15 minutos
Hospital General de Chalco	Av Cuauhtémoc s/n, Ejidal, 56604 Chalco de Díaz Covarrubias, Méx.	5559734020	Brindar asistencia médica en sus instalaciones	15 minutos
Policía Federal	Carretera 115, Mexico Oaxaca Km 6 + 500,	5559750601	Brindar apoyo en caso de algún delito que se pueda	15 minutos

	Casco de San Juan, 56600 Chalco de Díaz Covarrubias, Méx.		cometer dentro de la instalación de Hielos AS	
ODAPAS Chalco	Calle Vicente Guerrero, Col. Casco de San Juan	5559751745 5559751746	Brindar los servicios de agua potable, drenaje y alcantarillado de manera eficaz y eficiente Servicio de Desazolve en caso de inundaciones	15 minutos

Tabla 14C. Directorio de la estructura funcional externa para respuesta a emergencias.

VII.- PLAN PARA REVERTIR LOS EFECTOS DE LAS LIBERACIONES POTENCIALES DE LOS MATERIALES PELIGROSOS, EN LAS PERSONAS Y EN EL AMBIENTE (CUERPOS DE AGUA, FLORA, FAUNA, SUELO)

A partir del análisis del riesgo analizado, se implementará el siguiente procedimiento para revertir liberaciones de amoniaco.

Tipo y/o características de la afectación.

El tipo de afectación que pudiera presentarse de acuerdo al análisis de riesgo son emisiones de vapor a la atmósfera de amoniaco.

Las características de la afectación en los escenarios simulados en el estudio de riesgo corresponden a fuga de amoniaco líquido, tal como se describe en la sección III.3.

Acciones a desarrollar.

Si al derrame líquido o la fuga en fase gaseosa se puede acceder sin riesgo, detenerlas; usando agua en forma de niebla, para reducir vapores, conteniendo el agua amoniacal formada para su posterior disposición, evite la flama, chispa o cualquier otra fuente de ignición, en el caso de que se presente fuga en el autotanque, este deberá ser trasladado a un área bien ventilada y alejada de las instalaciones en caso de que no pueda ser controlar, el producto deberá trasegarse, controlando la fuga durante el trasiego con la aplicación de agua en forma de niebla. Si se presenta un derrame de amoniaco líquido, deberán cerrarse las válvulas de corte que aislen el punto de fuga o derrame, si este último afecta el suelo, deberá contenerse mediante diques o barreras para su posterior neutralización.

Nota: nunca deberá tratar de diluir el amoniaco anhidro directamente con agua, debido al alto calor generado por la mezcla.

Nombre de la técnica y/o método de limpieza o descontaminación.

Neutralización:

Los desechos se deberán neutralizar con ácido clorhídrico y diluir con abundante agua, el agua solubiliza el producto, no permitir que el agua saturada circule por los drenajes pluviales, pues esta contaminará el ambiente, aumentando la alcalinidad de los ríos; afectando la fauna marina.

Degradación en el medio:

En el caso de la atmósfera, el amoniaco persiste en ella por un lapso entre 5 y 10 días, dependiendo de la concentración de otros contaminantes atmosféricos, así como de la incidencia de lluvia, en el caso del suelo el amoniaco se oxida fácilmente a nitrato por microorganismos, facilitándose su movilidad y su adsorción por las raíces de las plantas, por lo cual es importante considerar que el amoniaco es un nutriente básico aportador de nitrógeno, propiedad que permite utilizarlo mediante aplicación directa en el suelo en solución acuosa o en forma de sales.

Equipo y materiales a utilizar:

Como primera medida para atender una fuga o derrame de amoniaco, el personal involucrado invariablemente deberá usar, de acuerdo a las condiciones de exposición lo siguiente:

Para piel y cuerpo:

De acuerdo a las concentraciones de exposición use traje encapsulado o integral de neopreno o de policloropreno.

Para vías respiratorias: Durante exposiciones de hasta 100 ppm use respirador con filtro para amoniaco, para exposiciones entre 100 y 300 ppm use mascara facial con filtros para amoniaco y para concentraciones superiores a 300 ppm use equipo autónomo de respiración.

Protección a las manos: guantes de neopreno.

Protección ocular: Careta facial o monogoggles a prueba de salpicaduras químicas. No usar lentes de contacto al trabajar con este producto.

VIII. CUMPLIMIENTO DE LA NORMATIVIDAD EN MATERIA DE SEGURIDAD, AMBIENTE LABORAL, PREVENCIÓN Y ATENCIÓN DE EMERGENCIAS EMITIDAS POR LAS DEPENDENCIAS DEL GOBIERNO FEDERAL.

En este apartado se señalan en forma breve el cumplimiento de aquellos artículos normativos que tienen relación con la administración de riesgos, prevención de accidentes y atención de emergencias.

1. La velocidad máxima de circulación de los vehículos no deberá exceder de 10 Km/h.
NOM-001-STPS-2008
2. Instrumentar el plan de prevención de accidentes.
LGEEPA Art. 5-VII, Art. 147, Guías para la realización PPA.
3. Llevar a cabo simulacros de emergencias, conforme al PPA.
LGEEPA Art. 5-VII, Art. 147, Guías para la realización PPA.
4. Se deben capacitar las brigadas de emergencia una vez al año.
LGEEPA Art. 5-VII, Art. 30 y 147, Guías para la realización PPA, NOM-002-STPS-2010, Reglamento de la Ley Federal de Seguridad y Salud en el Trabajo.
5. En caso de fuga de gases, se debe contar con instalaciones, equipo y/o materiales para impedir su escurrimiento o dispersión.
NOM-005-STPS-1998, Fracc. 5.10
6. Se debe contar con el equipo necesario para la operación de las brigadas de emergencia.
LGEEPA Art. 5-VII, Art. 150, Art. 147, Guías para la realización PPA, NOM-002-STPS-2010.
7. Con base en los resultados del estudio para analizar el riesgo potencial debe contarse con regaderas y lavaojos de emergencia, veleta o manga de dirección del viento, neutralizadores e inhibidores en las zonas de riesgo, para la atención de casos de emergencia.
NOM-005-STPS-1998, Fracc. 5.4
8. El compresor para trasvase de amoniaco debe contar con la guarda de protección de banda y poleas para prevenir accidentes.
NOM-004-STPS-1999, Fracc. 5.3 y 7.
9. Clasificar a los equipos instalados en el centro de trabajo en las categorías I, II ó III, de conformidad con lo previsto en el Capítulo 7 de la presente Norma.
NOM-020-STPS-2011, Fracc. 5.1
10. Contar con un listado actualizado de los equipos que se encuentren instalados en el centro de trabajo, de acuerdo con lo dispuesto en el Capítulo 8 de esta Norma.
NOM-020-STPS-2011, Fracc. 5.2
11. Disponer de un expediente por cada equipo que esté instalado en el centro de trabajo, conforme a lo establecido en el Capítulo 9 de la presente Norma.
NOM-020-STPS-2011, Fracc. 5.3
12. Elaborar y aplicar programas específicos de revisión y mantenimiento para los equipos clasificados en las categorías II y III, con base en lo señalado en el Capítulo 10 de esta Norma.
NOM-020-STPS-2011, Fracc. 5.4

13. Elaborar y aplicar programas de revisión y calibración a los instrumentos de control y dispositivos de relevo de presión de los equipos, según aplique.
NOM-020-STPS-2011, Fracc. 5.5
14. Contar y aplicar procedimientos de operación, revisión y mantenimiento de los equipos, en idioma español, de conformidad con lo dispuesto por el Capítulo 11 de la presente Norma. Los procedimientos podrán ser elaborados por equipo o por conjunto de equipos interconectados o de aplicación común.
NOM-020-STPS-2011, Fracc. 5.6
15. Realizar el mantenimiento y reparación de los equipos que no requieran soldadura, con personal capacitado en la materia.
NOM-020-STPS-2011, Fracc. 5.7
16. Realizar las reparaciones de los equipos que requieran soldadura o alteraciones, de acuerdo con los procedimientos desarrollados para tal fin y con personal calificado.
NOM-020-STPS-2011, Fracc. 5.8
17. Cumplir con las condiciones de seguridad de los equipos, según aplique, de acuerdo con lo establecido en el Capítulo 12 de esta Norma.
NOM-020-STPS-2011, Fracc. 5.9
18. Contar con un plan de atención a emergencias para los equipos clasificados en la categoría III, de conformidad con lo que determina el Capítulo 15 de la presente Norma.
NOM-020-STPS-2011, Fracc. 5.12
19. Informar a los trabajadores y a la comisión de seguridad e higiene sobre los peligros y riesgos inherentes a los equipos y a los fluidos que contienen.
NOM-020-STPS-2011, Fracc. 5.14
20. Capacitar al personal que realiza actividades de operación, mantenimiento, reparación y pruebas de presión o exámenes no destructivos a equipos clasificados en la categoría III, en las materias que les sean aplicables, conforme a lo establecido en el Capítulo 17 de la presente Norma.
NOM-020-STPS-2011, Fracc. 5.15
21. Contar con los registros de operación de los equipos instalados en el centro de trabajo, clasificados en las categorías II y III, de acuerdo con lo que determina el Capítulo 18 de esta Norma.
NOM-020-STPS-2011, Fracc. 5.16
22. Contar con los registros de resultados de la revisión, mantenimiento y pruebas de presión o exámenes no destructivos realizados a los equipos clasificados en la categoría III, con base en lo dispuesto en el Capítulo 18 de la presente Norma.
NOM-020-STPS-2011, Fracc. 5.17
23. Exhibir a la autoridad del trabajo los documentos, registros e información que la presente Norma le obligue a elaborar o poseer, cuando ésta así lo solicite.
NOM-020-STPS-2011, Fracc. 5.18
24. El personal debe utilizar el equipo de protección personal recomendado en las actividades de carga y descarga de amoníaco de acuerdo a los riesgos a los que está expuesto.
NOM-017-STPS-2008
25. Los tanques de almacenamiento deben contar con la identificación del grado de riesgo, capacidad máxima de llenado al 85%, equipo de seguridad requerido, nombre de la sustancia,
NOM-018-STPS-2000, Fracc. 5.2, 7 y apéndice A.
26. Proporcionar capacitación por lo menos una vez al año, a los trabajadores en el manejo seguro del amoníaco.
NOM-018-STPS-2000, Fracc. 5.5 incisos a y b.
27. La identificación de los recipientes o áreas a identificar deben estar colocados, de manera visible y de acuerdo a las condiciones a las que están expuestas. Se tomarán en cuenta las dimensiones de señalamiento de acuerdo a una distancia visible hasta 23 metros de acuerdo al apéndice F, tabla F,1. de la NOM-018-STPS-2000.

28. La identificación de sustancias debe ser conforme a colores de fondo y contrastante como se indica en la tabla A1 y de material resistente e indeleble de acuerdo a las condiciones a la que este expuesta.
NOM-018-STPS-2000, Tabla A.1 inciso c.
29. Contar con un procedimiento de carga y descarga de amoniaco por escrito, legible y a la vista de los trabajadores.
NOM-005-STPS-1998, Fracc. 5.3
30. Contar con señalamientos de velocidad máxima de 10 Km/h en áreas de carga y descarga.
NOM-001-STPS-2008
31. Contar con alarma de emergencia en caso de accidentes, señalando las rutas de evacuación y salidas de emergencias.
LGEEPA Art. 5-VII, Art. 150, Art. 147, Guías para la realización PPA, NOM-002-STPS-2010, punto 5.10.
32. Contar con el equipo de respiración autónoma preferentemente de presión positiva, así como demás equipo de protección personal para las brigadas contra incendio.
LGEEPA Art. 5-VII, Art. 150, Art. 147, Guías para la realización PPA, guía de referencia III de la NOM-002-STPS-2010, NOM-005-STPS-1998, puntos 5.6 y 5.7.
33. En el caso del área potencial de riesgo determinada en el estudio de riesgo elaborado, tenga un alcance fuera de los límites de la instalación; en los simulacros que se realizan, se debe incluir el plan de contingencias a nivel externo y promover la participación social.
LGEEPA Art. 5-VII, Art. 147, Guías para la realización PPA.
34. Proporcionar capacitación y adiestramiento inicial y periódico a los trabajadores y contratistas relacionados con la operación y mantenimiento de los equipos críticos, procesos y procedimientos, trabajos peligrosos e investigación de accidentes mayores.
LGEEPA, Art. 146, 147, NOM-028-STPS-2012, punto 16.2.
35. Tener al alcance de los trabajadores las hojas de datos de seguridad del amoniaco en español.
NOM-018-STPS -2000, punto 5.4.
36. Las tuberías deben identificarse con el color de seguridad, el nombre del fluido, peligrosidad y dirección del flujo.
Reglamento Federal de Seguridad y Salud en el Trabajo y NOM- 026-STPS -2008,
37. Contar con un programa de mantenimiento para el tanque, tuberías, accesorios y dispositivos de medición y control, así mismo las mangueras y válvulas deberán ser reemplazadas de acuerdo a la recomendación del fabricante o cuando se observe deterioro o mal funcionamiento.
Reglamento Federal de Seguridad y Salud en el Trabajo
38. Determinación de amoniaco en aire-método potencio métrico. NOM-010-STPS-2014 PROCEDIMIENTO 025

A continuación, se presentan las conclusiones de los estudios realizados para el cumplimiento de las Normas Oficiales Mexicanas de la Secretaría de Trabajo y Previsión Social.



EVALUACIÓN DE LA EXPOSICIÓN LABORAL A RUIDO – NOM-011-STPS-2001

Informe de resultados

Basados en la información obtenida en la evaluación de los niveles de iluminación, realizada el día 20 de septiembre de 2023, en las instalaciones de la empresa Hielos AS, S.A. de C.V.:

Se evaluaron 12 puntos ambientales y 5 dosimetrías.

De los 12 puntos ambientales, 8 son de ruido estable y 4 son de ruido inestable. Se determinó que el NER en todos los puntos está por arriba de los 80 dB(A) en un turno de 8 horas, siendo un tiempo de exposición encima de los límites máximos de exposición establecidos por la NOM-011-STPS.2001.

Con respecto a las dosimetrías, en las 5 evaluaciones se encontró un NER por arriba de los 80 dB(A) por un turno de 8 horas, siendo un tiempo de exposición encima de los límites máximos de exposición establecidos por la NOM-011-STPS.2001.

Todos los trabajadores expuestos a niveles de ruido por arriba de los 80 dB(A) utilizan equipo de protección auditiva con un Nivel de Reducción de Ruido (NRR) de 33 dB.

Se determinó que, utilizando protección auditiva, el NRE es menor a los 80 dB(A), siendo apropiado para un turno de 8 horas.



Ing. Eunice Cruz Martínez
Gerente General



EVALUACIÓN DE LA EXPOSICIÓN A CONDICIONES TÉRMICAS ELEVADAS O ABATIDAS – NOM-015-STPS-2001

Informe de resultados

Basados en la información obtenida en la evaluación de los niveles de temperatura, realizada el día 22 de septiembre de 2023, en las instalaciones de la empresa Hielos AS, S.A. de C.V.:

Se evaluaron 2 puntos correspondientes a condiciones térmicas abatidas en el rango de 0 a -18°C, cuya exposición máxima diaria es de 8 horas, equivalente a una jornada de trabajo, con una velocidad de viento menor a 8 km/h. Bajo dichas condiciones, existe un aumento de peligro en un minuto de exposición, con peligro de congelación de las zonas expuestas.

Sin embargo, los trabajadores expuestos a esas temperaturas no están 8 horas continuas ante las temperaturas abatidas, por tanto, el riesgo por congelación y daños a la salud es mínimo.

El personal expuesto a temperaturas abatidas utiliza equipo de protección personal apropiado para el contacto con materiales a temperaturas abatidas y el contacto con el ambiente de trabajo.



Ing. Eunice Cruz Martínez
Gerente General



EVALUACIÓN DE ELECTRICIDAD ESTÁTICA EN LOS CENTROS DE TRABAJO - NOM-022-STPS-2015

Informe de resultados

Basados en la información obtenida en la evaluación de los niveles de resistencia eléctrica, realizada el día 21 de septiembre de 2023, en las instalaciones de la empresa Hielos AS, S.A. de C.V.:

Se evaluaron 10 puntos de puesta a tierra y 3 puntos de tierra en pararrayos. De los 10 puntos evaluados de puesta a tierra, todos tienen un valor de resistencia menor a 10 Ohms; mientras que, de los 3 puntos evaluados de puesta a tierra en pararrayos, todos los valores de resistencia están entre 0 y 25 Ohms, valores límites establecidos por la NOM-022-STPS-2015. En todos los puntos se encontró continuidad.



Ing. Eunice Cruz Martínez
Gerente General



**EVALUACIÓN DE LA EXPOSICIÓN A VIBRACIONES EN LOS CENTROS DE
TRABAJO - NOM-024-STPS-2001**

Informe de resultados

Basados en la información obtenida en el reconocimiento de los niveles de vibración, realizada el día 11 de septiembre de 2023, en las instalaciones de la empresa Hielos AS, S.A. de C.V.:

Se determinó que no hay puestos de trabajo en los cuales los trabajadores estén expuestos a vibraciones significativas, por tanto, no se realizó una evaluación de vibraciones, conforme a los NOM-024-STPS-2001.



Ing. Eunice Cruz Martinez
Gerente General



EVALUACIÓN DE NIVELES DE ILUMINACIÓN Y REFLEXIÓN EN LOS CENTROS DE TRABAJO - NOM-025-STPS-2008

Informe de resultados

Basados en la información obtenida en la evaluación de los niveles de iluminación, realizada los días 18 y 19 de septiembre de 2023, en las instalaciones de la empresa Hielos AS, S.A. de C.V.:

Se evaluaron 152 puntos, de los cuales 97 tienen iluminación artificial y 55 tienen iluminación artificial y natural.

De los 152 puntos evaluados, en los 152 puntos se encuentran valores por arriba de los límites establecidos por la NOM-025-STPS-2008 para cada tarea visual o área de trabajo.

Con respecto a la reflexión en pared, de los 37 puntos con reflexión de luz en pared evaluados, los 152 tienen un porcentaje por debajo del 60% establecido como nivel máximo de reflexión permisible en paredes.

Con respecto a la reflexión en plano de trabajo, de los 46 puntos con reflexión de luz sobre plano de trabajo, los 46 puntos tienen un porcentaje por debajo del 50% establecido como nivel máximo de reflexión permisible sobre plano de trabajo.



Ing. Eunice Cruz Martínez
Gerente General



**EVALUACIÓN DE LOS FACTORES DE RIESGO PSICOSOCIAL EN EL TRABAJO –
NOM-035-STPS-2018**

Informe de resultados

Basados en la información obtenida en la evaluación de los factores psicosociales, realizada el día 26 de septiembre de 2023, en las instalaciones de la empresa Hielos AS, S.A. de C.V.:

Se realizó el cuestionario III de la NOM-035-STPS-2018, determinando las cinco categorías propuestas por la norma, en las cuatro áreas de proceso, a 3 personas, conforme a la tabla 1 de la norma referenciada.

Comparando los resultados obtenidos y los valores medidos con la metodología, se determinó que el nivel de riesgo en todas las áreas es bajo, lo que tiene como necesidad de acción: Una mayor difusión de la política de prevención de riesgos psicosociales y programas para: la prevención de los factores de riesgo psicosocial, la promoción de un entorno organizacional favorable y la prevención de la violencia laboral.



Ing. Eunice Cruz Martínez
Gerente General

IX. COMUNICACIÓN DE RIESGOS A LA POBLACIÓN.

IX.1. Procedimientos para la comunicación de riesgos.

Es este apartado, se señalan las estrategias utilizadas para la difusión de aquellos procedimientos con los que cuenta la empresa para comunicar a la población potencialmente afectada los riesgos a los que está expuesta, así como las medidas de seguridad instrumentadas para su reducción:

- Visitar las instalaciones cercanas para darles a conocer al personal los principales riesgos y posibles radios de afectación de fugas de amoniaco.
- Proporcionar a los responsables de Seguridad e Higiene de las instalaciones aledañas y a la autoridad designada como representante de las posibles zonas habitacionales afectadas:
 - Un mapa o fotografía aérea donde se representen gráficamente los radios de afectación y las posibles rutas de evacuación.
 - Una lista de recomendaciones sobre qué hacer en caso de una emergencia.
 - Panfletos a los responsables de Seguridad e Higiene de las instalaciones aledañas y a los habitantes que pudieran ser afectados, sobre cómo responder a una emergencia por fuga de amoniaco.
- Invitarlos a las instalaciones aledañas y a los habitantes que puedan ser afectados a participar en los simulacros de emergencias.

Los panfletos informativos describirán de forma clara las posibles contingencias que pudieran suscitarse, así como las medidas de seguridad que se deben tomar en consideración, señalando también las medidas que la empresa ha previsto para la realización de simulacros, con la finalidad de realizarlos con la participación de la población circunvecina y de conformidad con el plan de simulacros. En el caso de suscitarse una contingencia, la población aledaña será avisada por medio de las alarmas sonoras ubicadas en la planta.

La comunicación con las instalaciones y población aledañas considerará los siguientes puntos de atención:

- a) Se conformará un directorio de los responsables de cada una de las instalaciones aledañas.
- b) Ponerse en contacto con ellos y con las autoridades que en un momento dado podrían estar involucrados en una emergencia debido a la operación de la estación de regulación y medición de gas natural, tales como, protección civil, bomberos, cruz roja, tránsito y policía municipal entre otros, estableciendo fechas probables para las reuniones.
- c) Los temas a tratar en las reuniones serían:
 - Dar a conocer las actividades desarrolladas en la empresa.
 - Principales riesgos y efectos asociados a la operación de la planta.
 - Actividades y dispositivos de seguridad con se cuenta para minimizarlos.
 - Acciones a realizar por parte de los habitantes para el caso de una emergencia en la que se involucre el gas natural.
 - Mecanismos de comunicación de la organización hacia la comunidad.
 - Acciones de las autoridades en caso de una emergencia.

Para garantizar la protección de los habitantes circunvecinos, se realizarán principalmente dos tipos de apoyos:

- Evacuación de la población aledaña en caso de ser necesario, considerando los radios de alto riesgo y amortiguamiento
- Notificar a la población que se encuentre en la dirección del viento a donde se desplazaría la nube tóxica

IX.2. Procedimientos para el desarrollo de simulacros y programa de simulacro con la población aledaña.

Se pretende llevar a cabo un ejercicio con las instalaciones y población de la colonia Granjas Chalco donde se involucren a todos en:

- Planificación y organización del simulacro.
- Coordinación de las instituciones, instalaciones en un radio de 1,000 m.
- Sistemas de comunicación.
- Evaluación de respuesta del servicio de emergencias y áreas o dependencias involucradas.

Por el momento no se ha desarrollado ningún simulacro con la población aledaña, pero se pretende proponer a protección civil el siguiente procedimiento para simulacros.

Objetivo:

Que el personal de planta y la comunidad se involucre y actúe en una situación de emergencia ficticia pero muy apegada a la realidad, desempeñando los diferentes roles y funciones que como Brigada Interna de Protección Civil y Sistema Comando de Incidentes se han establecido.

De una forma ordenada y organizada mantener bajo control al personal durante el evento (minimizar pérdidas) y poder retornar a operaciones normales priorizando la protección y conservación de la vida de brigadistas y personal en general, daños al medio ambiente y/o daños en las instalaciones.

Tipo de emergencia:

Fuga de Amoniaco Anhidro

Actividades previas a la realización del simulacro:

- Dirección de planta definir día y hora para realizar el simulacro.
- Jefe de Seguridad e Higiene: realizar cronograma con las actividades del simulacro.
- 1 Día para gestionar al personal que participa como apoyo (observadores y fotógrafos).
- 1 Día para realizar simulacro de gabinete con la brigada de emergencia, brigada de apoyo, observadores y fotógrafos.
- Notificar a Protección Civil y H cuerpo de bomberos
- Notificar a las empresas vecinas vía CAMEE.
- Notificar a la población de la colonia "Granjas Chalco"

Hora	Actividad	Responsable
11:30	Suena alarma en distintos puntos de la planta por fuga de amoniaco	Jefe de Almacén
11:35	Acuden las brigadas de emergencias y de apoyo a la zona.	Participantes de brigadas
11:37	Jefe de seguridad e Higiene solicita a Director General dar Aviso a protección civil para intervención	Jefe de seguridad e Higiene
11:40	La Brigada de Evacuación y Brigada de Apoyo dirigen y reciben al personal evacuado para su conteo en punto de reunión.	Participantes de brigadas
11:40	Jefe de Operaciones ordena preparar área de descontaminación.	Ingeniero de seguridad
11:40	Jefe de Seguridad e Higiene, junto con protección civil y brigada de apoyo se dirigen a la comunidad más cercana	Jefe de Seguridad e Higiene
11:48	Se da aviso de evacuación	Jefe de Seguridad e Higiene
11:50	Las personas que lo requieran serán trasladadas por las brigadas de apoyo a los puntos de reunión seguros	Jefe de Seguridad e Higiene
11:45	Departamento de seguridad e Higiene ordena preparar área de descontaminación.	Ingeniero de seguridad y Supervisor de Seguridad
11:48	Brigadistas minimizan la nube de NH ₃ presente, con rocío de agua y cierran válvulas.	Participantes de brigadas
11:55	Líder de evacuación informa al Puesto de Comando el resultado del conteo de personal evacuado y posibles ausencias.	Supervisor de Seguridad

12:00	Se confirma el control del incidente y como actividad final la disposición en contenedores del agua con amoníaco (Hazwoper).	Supervisor de Seguridad
12:20	Se confirma la descontaminación del área, brigadistas, herramientas y EPP.	Ingeniero de seguridad y Supervisor de Seguridad
12:25	Se confirma que es seguro que el personal regrese a sus lugares de trabajo, y la población a sus hogares	Jefe de Seguridad e Higiene y Inspector de Seguridad
12:30	El personal que participo en el desarrollo del simulacro de Evacuación y personal ejecutivo se reúnen para evaluar el evento y futuras correcciones.	Jefes de Áreas y departamento de Seguridad e Higiene

Tabla 15C. Actividades a realizar para el simulacro con la población aledaña.

El simulacro anteriormente descrito se espera programar cada año, el primer lunes de septiembre, o bien de acuerdo a las recomendaciones por protección civil.

XII. ANEXOS

Anexo 01. Acta Constitutiva y Registro Federal de Contribuyentes de la Empresa.

Anexo 02. Copia de Licencia Municipal 2018, Dictamen de Giro, Dictamen de Uso de Suelo y Pagos de Derecho de ERA y PPA 2018.

Anexo 03. Croquis de Ubicación del Establecimiento.

Anexo 04. Documentos del Representante Legal.

Anexo 05. Documentos del Responsable Elaboración del Estudio.

Anexo 06. Mapas de Geología.

Anexo 07. Mapas de Hidrología.

Anexo 08. Mapa de Actividades Colindantes del Proyecto.

Anexo 09. Hojas de Datos de Seguridad de las Sustancias Identificadas como Peligrosas.

Anexo 10. Diagrama de Flujo de Procesos.

Anexo 11. Resultado de Modelaciones.

Anexo 12. Equipo de Seguridad.

Anexo 13. Plano del Sistema Contra Incendios.

Anexo 14. Lay Out Rutas de Evacuación.

Anexo 15. Manual de Primeros Auxilios.

Anexo 16. Constancia de Capacitaciones.

Anexo 17. Evidencias de Simulacros.

ANEXO A. DATOS DE IDENTIFICACIÓN

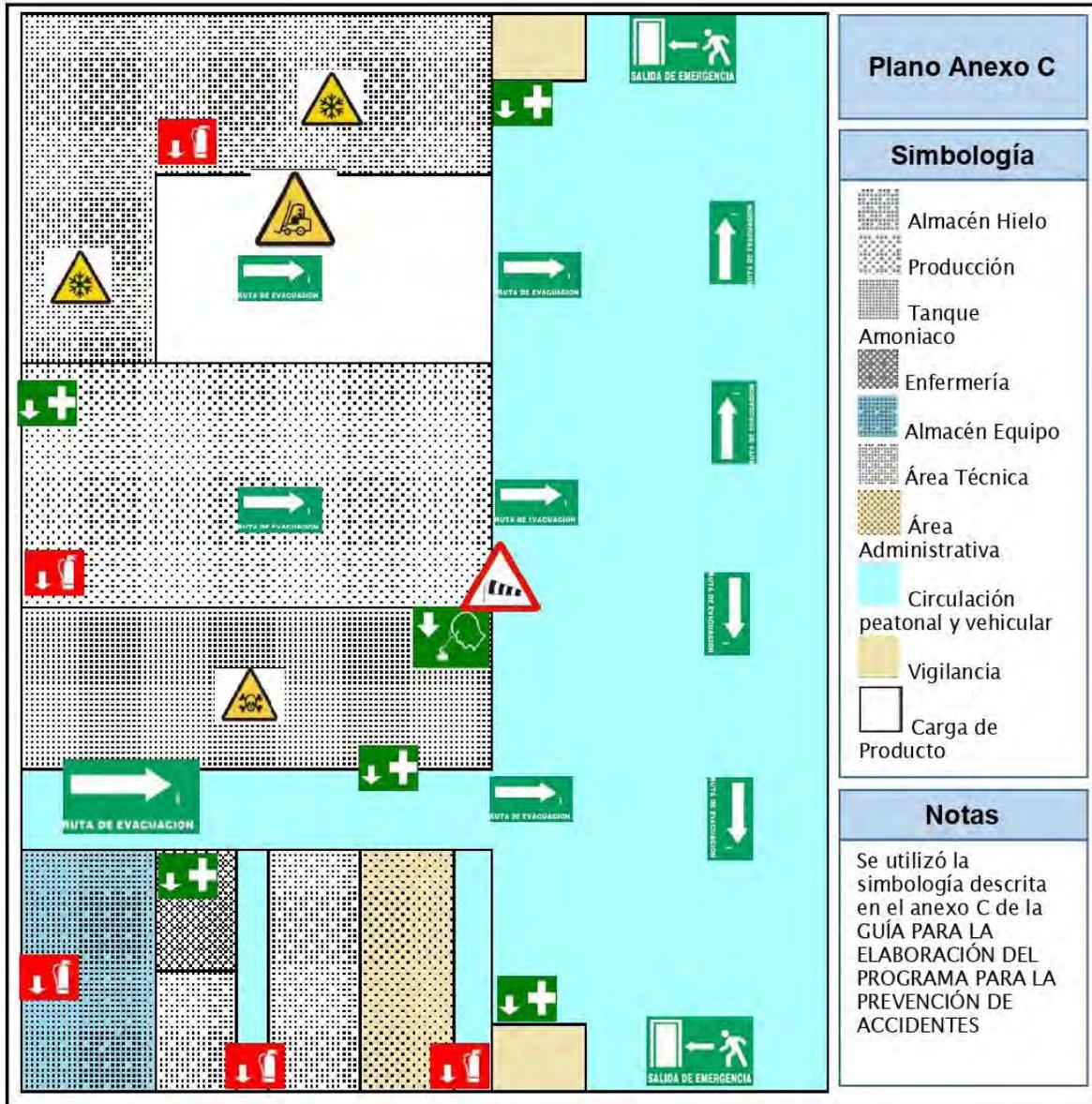
ANEXO B. DESCRIPCIÓN DEL ENTORNO

ANEXO C. PLANO DE LOCALIZACIÓN DE EQUIPOS DE PROCESO REMARCANDO EQUIPOS PARA ATENCIÓN DE EMERGENCIAS

ANEXO A		
Nombre o razón social de la empresa: HIELOS AS S.A. de C.V.		
RFC: HAS451875VE3	CMAP: 312125	
Código ambiental: HAS5S1407011.		
Actividad principal del establecimiento: Producción, fabricación, comercialización y distribución de Hielo en barra.		
Domicilio del establecimiento.		
Parque industrial: Zona Industrial Chalco		
Calle: Arturo Montiel		
Número exterior: #15		
Colonia: Zona Industrial.		
Entre calle: Ciprés y calle: Cam. Real a Cocotitlan		
CP: 56600.	Municipio: Chalco de Díaz Covarrubias.	
Entidad federativa: Estado de México		
Teléfono: (55) 7897 7897		
Correo electrónico: EGF@HieloAS.com		
Coordenadas de la instalación.		
Geográficas: Latitud norte: 19.2483562	Longitud oeste: 98.8788619	
UTM: 14 Q	X: 512788.85	Y: 512817.21
Altitud sobre nivel del mar: 2251 msnm	Clave catastral: Sin información	
Fecha inicio de operaciones: Enero 2020		
Domicilio para oír y recibir notificaciones.		
El domicilio para oír y recibir notificaciones es exactamente el mismo que el del establecimiento.		
Nombre del gestor promovente: HIELOS AS S.A. de C.V.		
Razón social de la empresa responsable del programa: Consultores y Asesores Ambientales, S.A. de C.V.		
RFC: CAA513246EF4		
Nombre del responsable de la elaboración del estudio: Eleazar Sánchez Quezada		
RFC: SUAE-650313		
Nombre del representante legal de la empresa: Fernando Aguirre Barragán		

ANEXO B			
DATOS DEL ENTORNO (Área de influencia de 500 metros)			
MEDIO AMBIENTE		PROFUNDIDAD DEL NIVEL FREÁTICO	
Actividades antropogénicas		Entre 30 y 50 metros	
Flora y fauna terrestre	X	Entre 51 y 100 metros	
Flora y fauna acuática		Más de 100 metros	
Cuerpos de agua		No se conoce	X
Áreas naturales protegidas		EXTRACCIÓN DE AGUA	
USOS DE SUELO		Es para consumo humano	
Zona habitacional		No es para consumo humano	X
Zona industrial habitacional		DENSIDAD DE POBLACIÓN	
Industrial, agrícola y habitacional		Alta (>de 5,000 hab/km ²)	
Industrial agrícola		Media (1,000-5,000 hab/km ²)	
Zona agrícola		Baja (<1,000 hab/km ²)	X
Zona industrial	X	SERVICIO DE LIMPIEZA	
CUERPOS DE AGUA		Servicio de recolección	X
Lago o laguna		Servicio de barrido	
Arroyo permanente		DOTACIÓN DE AGUA POTABLE	
Arroyo intermitente		Pozo	
Río		De pipas	X
Mar		Toma pública	
RIESGOS NATURALES Y ANTROPOGÉNICOS		Entubada	
Zona de inundaciones		DESCARGA DE AGUAS RESIDUALES	
Zona de derrumbes o deslaves		Pozo de absorción	
Otras actividades de alto riesgo		Descarga a cuerpos de agua	
Ferroviano		Fosa séptica	
TRANSPORTE DE SUSTANCIAS PELIGROSAS		Red de drenaje municipal	X
Carretero	X	CALLES Y VÍAS DE COMUNICACIÓN	
Ferroviano		Terracería	
Por ducto		Pavimentadas y terracería	X
TIPO DE CONSTRUCCIONES		Pavimentadas	X
Materiales diversos	X	ENERGÍA ELÉCTRICA	
Material sin recubrimiento		Dotación domiciliar	
Material acabado convencional	X	Alumbrado público	X
Material acabado fino			

ANEXO C



Capítulo 4.

Conclusiones

Conclusiones

El objetivo principal de este trabajo fue elaborar una propuesta de mejora para las guías expedidas por la SEMARNAT para la elaboración de los Estudios de Riesgo Ambiental (ERA) y los Programas para la Prevención de Accidentes (PPA).

Para poder realizar dicho análisis se realizó una investigación histórica de sobre accidentes químicos graves y relevantes que han influido en la implementación de medidas regulatorias en materia de actividades peligrosas, tanto en la historia mundial como dentro del territorio mexicano, encontrando que el accidente ocurrido en la provincia de Seveso, Italia, en el año 1976, fue el evento que inició la regulación de sustancias peligrosas en actividades industriales que puedan provocar accidentes químicos perjudiciales, en la Unión Europea, y sirviendo como punta de lanza para la legislación en la misma materia a nivel internacional; mientras que en México, el accidente en San Juan, Ixhuatepec, en 1984, fue uno de los mayores precedentes en materia de prevención de riesgos.

Asimismo, se hizo una investigación documental de los principales conceptos utilizados dentro de la normatividad de prevención de riesgos y accidentes, tales como los tipos de riesgos más importantes encontrados en la industria química, los diversos métodos de identificación de riesgos y la legislación en materia de accidentes químicos a nivel nacional e internacional a través de la cual se supervisan las actividades productivas altamente riesgosas.

Con toda la información esencial recabada, se realizó un análisis de las guías de elaboración del ERA y PPA, buscando las principales deficiencias que puedan jugar un papel importante en la prevención de accidentes dentro de la industria química en México; a través de dicho análisis se encontró que: la redacción de diversos puntos y párrafos dentro de las guías puede provocar confusión y falta de exactitud en los datos entregados; dentro de las guías se solicita información semejante de manera repetida en diferentes puntos que provoca redundancia innecesaria de datos previamente presentados; se utilizan nomenclaturas, términos, conceptos y normas desactualizadas y no vigentes a la fecha de elaboración de este trabajo; el orden de solicitud de información dentro de las guías puede ser poco práctico, causando dificultad para su estudio y análisis por parte de los analistas encargados de su aprobación; dentro de las guías no se consideran

riesgos a los que los empleados están expuestos dentro de la industria y que podrían suscitar en accidentes de mayor escala.

Con base en dicho análisis, se corrigieron las deficiencias encontradas, actualizando también el diseño al utilizado actualmente por el Gobierno Federal para documentos oficiales de la SEMARNAT, e implementando tipos de riesgos no incluidos dentro de los ERA y PPA solicitados por la Secretaría, tales como riesgos por energía vibratoria, térmica, eléctrica, riesgos psicosociales y niveles de iluminación, solicitando el cumplimiento de diversas normas de la Secretaría del Trabajo y Previsión Social (STPS) en dichos ámbitos. Contando ya con las guías propuestas, se compararon ambas guías en función de los puntos negativos de las guías originales.

Para asegurar que los nuevos modelos de guías propuestas sean funcionales y prácticos, se propuso una empresa ficticia a la cual se le realizó un Estudio de Riesgo Ambiental y un Programa para la Prevención de Accidentes conforme a las guías originales y a las guías propuestas en este trabajo. Al comparar ambos conjuntos de ejemplos se puede encontrar un mayor orden en la información y concisión en cuanto a los datos requeridos.

Si bien, los objetivos propuestos se cumplieron satisfactoriamente, conforme al alcance deseado, la mera implementación de estos modelos de guía no es suficiente para la reducción inmediata de los accidentes químicos. Como se mencionó a largo de esta tesis, es necesaria la implementación de una visión integral en la regulación de la industria química, así como una formación en materia de normatividad más exhaustiva en los centros de estudios universitarios dedicados a educar a las siguientes generaciones de ingenieros, los cuales puedan encontrar la armonía entre el ser humano, la producción de los servicios para su libre desarrollo y la preservación del medio ambiente.

Capítulo 5.

Recomendaciones adicionales

Recomendaciones adicionales

Una de las dificultades encontradas a lo largo del desarrollo de esta tesis fue la poca formación académica en materia de legislación ambiental proporcionada. Al comparar las carreras de Ingeniería Ambiental del Instituto Politécnico Nacional (IPN) y de la Benemérita Universidad Autónoma de Puebla (BUAP) con la carrera de Ingeniería Química de la Facultad de Estudios Superiores Zaragoza de la Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM), se puede observar que, si bien, las tres comparten el estudio de los fenómenos de transporte, y el diseño y análisis de procesos y proyectos industriales; en el IPN y la BUAP se integran asignaturas como “Legislación y Política Ambiental”, “Ecología”, “Biotecnología Ambiental”, “Riesgo e Impacto Ambiental”, “Manejo Integral de Residuos”, “Planificación y Economía Ambiental”, “Energías Alternas”, “Remediación de Suelos y Acuíferos” (Instituto Politécnico Nacional, 2017), “Recursos Naturales y Desarrollo Sustentable”, “Prevención y Control de Contaminación del Aire”, “Prevención y Control de Contaminación del Agua”, “Prevención y Control de Contaminación del Suelo”, “Sistemas de Gestión de la Calidad”, “Biorremediación”, “Química Ambiental”, “Tratamiento de Aguas Residuales”, “Seguridad e Higiene Industrial”, “Residuos Sólidos y Peligrosos” y “Auditoría e Impacto Ambiental” (Benemérita Universidad Autónoma de Puebla, 2020), que, si bien son obligatorias para una ingeniería enfocada en el cuidado del medio ambiente, deberían ser consideradas dentro de los estudios del ingeniero químico para ejercerse plenamente conforme a los requerimientos sociales existentes. El plan de estudios actual de Ingeniería Química de la FES Zaragoza está enfocado, principalmente, a las necesidades industriales del siglo XX, época en la que no había una preocupación por la preservación del medio ambiente, utilizando de manera indiscriminada los recursos disponibles y con un punto de vista enfocado en la producción constante. Dentro de las asignaturas de Laboratorio y Taller de Proyectos, los alumnos son impulsados a investigar acerca de las diferentes normas aplicables al proyecto a desarrollar, sin embargo, debido al enfoque de la carrera, el cumplimiento de la normatividad queda relegado a un punto más a cumplir. El perfil del ingeniero químico egresado de la carrera de Ingeniería Química de la FES Zaragoza debe ser re-evaluado, incluyendo una concientización ambiental y social, y el cuidado de los recursos naturales, humanizando a los ingenieros y preparándolos para un panorama político que requiere un profesional integral y multidisciplinario.

Referencias

1. Agencia Europea para la Seguridad y la Salud en el Trabajo, 2015. *Los riesgos psicosociales y el estrés en el trabajo*. [En línea] Available at: <https://osha.europa.eu/es/themes/psychosocial-risks-and-stress> [Último acceso: 18 mayo 2020].
2. Aguilar Otero, J. R., Torres Arcique, R. & Magaña Jiménez, D., 2010. Análisis de modos de falla, efectos y criticidad (AMFEC) para la planeación del mantenimiento empleando criterios de riesgo y confiabilidad. *Tecnología, Ciencia, Educación*, 25(1), pp. 15-26.
3. Alcántara Garduño, M. E. & González Morán, T., 2001. *Modelación de radios de afectación por explosiones en instalaciones de gas*, Distrito Federal: Centro Nacional de Prevención de Desastres.
4. Aneas de Castro, S. D., 2000. *Riesgos y peligros: Una visión desde la geografía*. [En línea] Available at: <http://www.ub.edu/geocrit/sn-60.htm> [Último acceso: 18 mayo 2020].
5. Aparicio Paredes, P., 2010. *Aplicación de la NOM-022-STPS-2008, Electricidad estática en los centros de trabajo-Condiciónes de seguridad (Caso práctico)*, Distrito Federal: Universidad Nacional Autónoma de México.
6. Benemérita Universidad Autónoma de Puebla, 2020. *Licenciatura en Ingeniería Ambiental*. Puebla(Puebla): Dirección de Administración Escolar.
7. Bhushan Mishra, K., Wehrstedt, K.-D. & Krebs, H., 2015. Boiling Liquid Expanding Vapour Explosion (BLEVE) of peroxy-fuels: Experiments and Computational Fluid Dynamics (CFD) simulation. *Energy Procedia*, Volumen 66, pp. 149-152.
8. BlueKanGo, 2023. *AMEF: evaluación de riesgos y calidad en una sola herramienta*. [En línea] Available at: <https://www.blog-qhse.com/es/amef-evaluacion-de-riesgos-y-calidad-en-una-sola-herramienta> [Último acceso: 9 noviembre 2023].
9. Casal, J., Montiel, H., Planas, E. & Vílchez, J. A., 1999. *Análisis del riesgo en instalaciones industriales*. Barcelona: Ediciones UPC.
10. Castro, R. & Arcos, P., 1998. El riesgo de desastre químico como cuestión de salud pública. *Revista Española de Salud Pública*, noviembre, 72(6), pp. 481-500.
11. Ceja, M., 2004. *Elaboración de un Programa de Prevención de Accidentes para una refinería*, Distrito Federal: Universidad Nacional Autónoma de México.
12. Centemeri, L., 2010. Seveso: el desastre y la directiva. *Laboreal*, 2010 octubre.6(2).

13. Center for Chemical Process Safety, 2015. *Hazard and Operability Study (HAZOP)*. [En línea] Available at: <https://www.aische.org/ccps/resources/glossary/process-safety-glossary/hazard-and-operability-study-hazop> [Último acceso: 9 octubre 2023].
14. Centro de Estudios Sociales y de Opinión Pública, 2006. *diputados.gob.mx*. [En línea] Available at: https://archivos.diputados.gob.mx/Centros_Estudio/Cesop/Eje_tematico/2_mambiente.htm [Último acceso: 15 Julio 2021].
15. Centro de Investigación y Asistencia Técnica de Barcelona, 1983. *Índice de incendio y explosión. Guía para la clasificación de riesgos*. Torrelaguna(Madrid): Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo.
16. Centro Nacional de Prevención de Accidentes, 2019. *A 45 años del grave accidente en Flixborough, Inglaterra*. [En línea] Available at: <https://www.gob.mx/cenapred/articulos/a-45-anos-del-grave-accidente-en-flixborough-inglaterra> [Último acceso: 25 mayo 2020].
17. Centro Nacional de Prevención de Accidentes, 2019. *La catástrofe industrial más grande de la historia*. [En línea] Available at: <https://www.gob.mx/cenapred/articulos/la-catastrofe-industrial-mas-grande-de-la-historia> [Último acceso: 21 noviembre 2023].
18. Centro Nacional de Prevención de Accidentes, 2020. *Efeméride: A 28 años de las explosiones en Guadalajara*. [En línea] Available at: <https://www.gob.mx/cenapred/articulos/efemeride-a-28-anos-de-las-explosiones-en-guadalajara> [Último acceso: 21 enero 2021].
19. Chapman, C. & Ward, S., 2003. *Project Risk Management: Processes, Techniques and Insights*. 2a. ed. Chippenham: John Wiley & Sons, Ltd.
20. Chávez López, S., 2018. El Concepto de Riesgo. *Recursos Naturales y Sociedad*, 4(1), pp. 32-52.
21. Chen Ho, L. Y., 2014. *Estudio comparativo y selección de modelos matemáticos para el análisis del fenómeno BLEVE*, Barcelona: Escola Tècnica d'Enginyeria Industrial de Barcelona.
22. Computer-Aided Management of Emergency Operations, 1998. *ALOHA. Manual para Usuarios. En Español*. 5.2.2 ed. Washington, D.C.: Computer-Aided Management of Emergency Operations.

23. Consejo de la Unión Europea, 1997. Directiva 96/82/CE del Consejo de 9 de diciembre de 1996 relativa al control de los riesgos inherentes a los accidentes graves en los que intervengan sustancias peligrosas. *Diario Oficial de las Comunidades Europeas*, 14 enero, Issue L 10, pp. 13-33.
24. Consejo de la Unión Europea, 2017. *Informe de la comisión: informe sobre la aplicación de los Estados miembros, durante el período 2012-2014, de la Directiva 96/82/CE relativa al control de los riesgos inherentes a los accidentes graves en los que intervengan sustancias peligrosas*. Bruselas, Comisión Europea, p. 17.
25. Consejo de las Comunidades Europeas, 1982. Directiva 82/501/CEE del Consejo, de 24 de junio de 1982, relativa a los riesgos de accidentes graves en determinadas actividades industriales. *Diario Oficial de las Comunidades Europeas*, 5 agosto, 3(L 230), pp. 228-244.
26. Cruz, V. M., 2009. Riesgo para la salud por radiaciones no ionizantes de las redes de energía eléctrica en el Perú. *Revista Peruana de Medicina Experimental y Salud Pública*, 26(1), pp. 104-112.
27. del Castillo, A., 2017. *Abril 1992, la explosión que pudo ser evitada*. [En línea] Available at: <https://www.milenio.com/estados/abril-1992-la-explosion-que-pudo-ser-evitada> [Último acceso: 09 marzo 2019].
28. Departamento de Telecomunicaciones División Sureste, 2023. *Capítulo I. Introducción a los Sistemas de Protección Contra Descargas Atmosféricas*. [En línea] Available at: <https://es.scribd.com/document/664206752/Capitulo-I-Sistemas-de-Proteccion-Contra-Descargas-Atmosfericas> [Último acceso: 26 febrero 2024].
29. Díaz Becerril, J. A., 2007. *Análisis de riesgo de dos subestaciones de distribución de energía eléctrica utilizando índice de Mond*. [En línea] Available at: http://catarina.udlap.mx/u_dl_a/tales/documentos/lpro/diaz_b_ja/capitulo4.pdf [Último acceso: 7 noviembre 2023].
30. Dinámica Heurística, 2020. *Dinámica Heurística-Software*. [En línea] Available at: <https://dinamicaheuristica.com/es/software> [Último acceso: 10 Noviembre 2023].
31. Dirección General de Inspección Federal del Trabajo, 2009. *Normatividad Laboral. Higiene*. [En línea] Available at: https://www.stps.gob.mx/dgift_stps/pdf/higiene.pdf [Último acceso: 7 noviembre 2023].
32. Dirección General de Protección Civil, 1994. *Guía Técnica. Metodologías para el análisis de riesgos. Visión General*. Madrid: Dirección General de Protección Civil y Emergencias.

33. Dirección General de Protección Civil, 1994. *Guía Técnica. Métodos cualitativos para el análisis de riesgos*. Madrid: Dirección General de Protección Civil y Emergencias.
34. Dirección General de Protección Civil, 1994. *Guía Técnica. Métodos cuantitativos para el análisis de riesgos*. Madrid: Dirección General de Protección Civil y Emergencias.
35. Environmental Protection Agency, 2023. *Información básica sobre la radiación*. [En línea]
Available at: <https://espanol.epa.gov/espanol/informacion-basica-sobre-la-radiacion>
[Último acceso: 7 noviembre 2023].
36. Estructplan Consultora, S.A., 2006. *Problemas Sanitarios De Los Contaminantes Físicos*. [En línea]
Available at: <https://estructplan.com.ar/problemas-sanitarios-de-los-contaminantes-fisicos/>
[Último acceso: 26 febrero 2024].
37. Fernández de la Calle, I. y otros, 2013. *Seguridad Funcional en Instalaciones de Proceso: Sistemas Instrumentados de Seguridad y Análisis SIL*. Madrid: Ediciones Díaz de Santos.
38. Fernández de la Vega, E. J. I., 2020. *Toxicología en salud ocupacional*. [En línea]
Available at: https://issuu.com/agustinhernandezgutierrez/docs/toxicologia_en_salud_occupacional_1
[Último acceso: 19 mayo 2020].
39. Gadzo, M., 2020. *Dozens killed, thousands wounded in Beirut explosion*. [En línea]
Available at: <https://www.aljazeera.com/news/2020/08/huge-explosion-rocks-lebanon-capital-beirut-live-updates-200804163620414.html>
[Último acceso: 21 Enero 2021].
40. Galván de la Peña, I. G., Navarrete Luna, C., Peña Jiménez, A. & Uribe López, Ó., 2004. *Aplicación de un programa para la prevención de accidentes en una empresa de la industria química*, Distrito Federal: Universidad Nacional Autónoma de México.
41. Gálvez González, R., 2020. *Evaluación del nivel de riesgo de incendio y explosión en las estaciones de servicio de combustible del cantón Loja en el 2019, a través del método Índice Dow y la estimación de las zonas de amenaza con el software informático ALOHA*, Cuenca: Universidad del Azuay.
42. González, M., Hernandez, S., López, J. & Torres, M., 2014. *Departamento de Programas Audiovisuales de la Facultad de Química*. [En línea]
Available at:

http://depa.fquim.unam.mx/amyd/archivero/DesastresIndustriales_28729.pdf
[Último acceso: 10 Octubre 2020].

43. Grecu Simedre, V. M., 2015. *Operational Risk Issues Encountered by Insurance Companies*. Bucarest, Rumania, Editura ASE, pp. 169-174.
44. Grupo ESGinnova, 2018. *¿Cuáles son las diferencias que encontramos entre OHSAS 18001 e ISO 45001?*. [En línea] Available at: <https://www.nueva-iso-45001.com/2018/04/diferencias-ohsas-18001-iso-45001-2018/>
[Último acceso: 11 Febrero 2021].
45. Grupo Universitario de Investigación Analítica de Riesgos, 1999. *Accidente en Guadalajara, México, 1992*. [En línea] Available at: <https://guiar.unizar.es/1/Accident/Guadala.html>
[Último acceso: 30 agosto 2023].
46. Grupo Universitario de Investigación Analítica de Riesgos, 1999. *Accidente de Enschede, Holanda, 2000*. [En línea] Available at: <https://guiar.unizar.es/1/Accident/Enschede.html>
[Último acceso: 9 noviembre 2023].
47. Grupo Universitario de Investigación Analítica de Riesgos, 1999. *Accidente de Toulouse, Francia, 2001*. [En línea] Available at: <https://guiar.unizar.es/1/Accident/Toulouse.html>
[Último acceso: 9 noviembre 2023].
48. Grupo Universitario de Investigación Analítica de Riesgos, 1999. *Accidente en San Juan de Ixhuatepec, México DF, México, 1984*. [En línea] Available at: https://guiar.unizar.es/1/Accident/San_Juan.html
[Último acceso: 30 agosto 2023].
49. H. Congreso de la Unión, 2018. *Ley general del equilibrio ecológico y la protección al ambiente. Última reforma*. Ciudad de México: Diario Oficial de la Federación.
50. H. Congreso de la Unión, 2024. *Ley Federal del Trabajo*. Ciudad de México(Ciudad de México): Diario Oficial de la Federación.
51. Institution of Chemical Engineers, 1988. *Preventing Major Chemical and Related Process Accidents*. Rugby: Institution of Chemical Engineers Hemisphere Publishing Corporation.
52. Instituto Nacional de Ecología - Secretaría de Medio Ambiente Recursos Naturales y Pesca, 1999. *Promoción de la prevención de accidentes químicos*. Distrito Federal: Instituto Nacional de Ecología.
53. Instituto Nacional de Ecología - Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales, 2003. *Introducción al análisis de riesgos ambientales*. Distrito Federal: Instituto Nacional de Ecología.

54. Instituto Nacional de Ecología, 1994. *Prevención y Preparación de la Respuesta en caso de Accidentes Químicos en México y en el Mundo*. 1 ed. Distrito Federal: Secretaría de Desarrollo Social.
55. Instituto Nacional de Investigaciones Nucleares, 2022. *Fuentes y Residuos Radiactivos en la Auditoría Ambiental*. [En línea] Available at: https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/757803/Presentacion_Curso_-_Tema_1.pdf [Último acceso: 7 noviembre 2023].
56. Instituto Nacional de Investigaciones Nucleares, 2022. *Gobierno de México*. [En línea] Available at: https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/757803/Presentacion_Curso_-_Tema_1.pdf [Último acceso: 18 Diciembre 2023].
57. Instituto Politécnico Nacional, 2017. *Plan de Estudios de la Carrera de Ingeniería Ambiental*. Ciudad de México: Unidad Profesional Interdisciplinaria de Biotecnología.
58. International Labour Organization, 2021. *Guía rápida sobre fuentes y sus de estadísticas sobre seguridad y salud en el trabajo*. Ginebra: ILO Publications.
59. International Programme on Chemical Safety, 2004. *IPCS Risk Assessment Terminology*. Ginebra: WHO Press.
60. Juárez González, L., 2013. *Aplicación de una metodología preventiva para un correcto almacenamiento de sustancias peligrosas en laboratorios de investigación*. Distrito Federal: Universidad Nacional Autónoma de México.
61. Kenney, W. F., 1993. *Process Risk Management Systems*. New York: VCH Publishers.
62. Kletz, T. & Amyotte, P., 1988. *What Went Wrong? Case Histories of Process Plant Disasters*. 2da ed. Houston(Texas): Gulf Publishing Co.
63. Lees, F. P., 1996. *Loss Prevention in the Process Industries: Hazard Identification, Assessment and Control*. 2da. ed. Oxford: Butterworth-Heinemann.
64. Lira Salazar, E., 2009. *NOM-024-STPS-2001, Vibraciones.- Condiciones de Seguridad e Higiene en los centros de Trabajo*. [En línea] Available at: https://www.stps.gob.mx/DGIFT_STPS/PDF/Nom_024.pdf [Último acceso: 17 enero 2024].
65. Marsh LLC, 2019. *Informe de Riesgos Globales 2019*. [En línea] Available at: <https://www.marsh.com/co/insights/research/informe-riesgos-globales-2016.html> [Último acceso: 18 mayo 2020].

66. Merna, T. & Al-Thani, F., 2008. *Corporate risk management*. 2a. ed. Padstow: John Wiley & Sons, Ltd.
67. Merna, T. & Smith, N. J., 1996. *Projects Procured by Privately Financed Concession Contracts*. 2 ed. Hong Kong: Asia Law & Practice.
68. Ministerio de Trabajo, Empleo y Seguridad Social, 2012. *La Iluminación en el Ambiente Laboral: Guía Práctica No. 1*. [En línea] Available at: https://www.srt.gob.ar/wp-content/uploads/2016/08/Guia_practica_1_Iluminacion_2016.pdf [Último acceso: 20 noviembre 2023].
69. Miyara, F., 2003. *Niveles Sonoros*. [En línea] Available at: <https://www.fceia.unr.edu.ar/acustica/biblio/niveles.htm> [Último acceso: 19 junio 2023].
70. Miyara, F., 2007. *Facultad de Ciencias Exactas, Ingeniería y Agrimensura*. [En línea] Available at: <https://www.fceia.unr.edu.ar/acustica/biblio/niveles.htm> [Último acceso: 18 Diciembre 2023].
71. Mocarrelli, P., 2001. Seveso: a teaching story. *Chemosphere*, Issue 43, pp. 391-402.
72. Montes, A. L., 1999. *Análisis de riesgo ambiental. Métodos, criterios de selección y una aplicación en el almacenamiento y manejo de cloro industria*. Nuevo León: Universidad Autónoma de Nuevo León.
73. Mora Fonseca, J. L., 2006. *Distancias de afectación en industrias de alto riesgo debido al almacenamiento de amoníaco, cloro y gas licuado de petróleo*, Distrito Federal: Universidad Nacional Autónoma de México.
74. Murcia Ocampo, L. F., 2010. *Simulación y análisis de una explosión de nube de vapor no confinada de hidrocarburos livianos*. Bogotá: Universidad de los Andes.
75. Occupational Safety and Health Administration, 2021. *About OSHA*. [En línea] Available at: <https://www.osha.gov/aboutosha> [Último acceso: 10 Febrero 2021].
76. Oficina de Publicaciones de la Unión Europea, 2018. *Accidentes graves en los que intervienen sustancias químicas peligrosas*. [En línea] Available at: <https://eur-lex.europa.eu/ES/legal-content/summary/major-accidents-involving-dangerous-chemicals.html> [Último acceso: 9 noviembre 2023].
77. Oficina Internacional del Trabajo Ginebra, 1984. *Factores psicosociales en el trabajo: Naturaleza, incidencia y prevención. Informe del Comité Mixto OIT-OMS sobre Medicina del Trabajo, novena reunión Ginebra, 18-24 de septiembre de 1984*. Ginebra, Oficina Internacional del Trabajo, p. 84.

78. Organización Internacional de Normalización, 2018. *Gestión del riesgo - Directrices*. [En línea] Available at: <https://www.iso.org/obp/ui#iso:std:iso:31000:ed-2:v1:es> [Último acceso: 9 mayo 2020].
79. Organización Internacional del Trabajo, 1984. *La prevención de los accidentes*. Distrito Federal: Ediciones Alfaomega.
80. Organización Internacional del Trabajo, 2013. *La organización del trabajo y los riesgos psicosociales: una mirada de género*. San José: Oficina de la OIT para América Central, Haití, Panamá y República Dominicana.
81. Parlamento Europeo y el Consejo de la Unión Europea, 2003. Directiva 2003/105/CE del Parlamento Europeo y del Consejo de 16 de diciembre de 2003 por la que se modifica la Directiva 96/82/CE del Consejo relativa al control de los riesgos inherentes a los accidentes graves en los que intervengan sust. peligrosas. *Diario Oficial de la Unión Europea*, 31 diciembre, Issue L 354, pp. 97-105.
82. Parlamento Europeo y el Consejo de la Unión Europea, 2012. Directiva 2012/18/UE del Parlamento Europeo y del Consejo de 4 de julio de 2012 rel. al control de los riesgos inherentes a los accidentes graves en los que intervengan sust. peligrosas y por la que se modifica y ulteriormente deroga la Directiva 96/82/CE. *Diario Oficial de la Unión Europea*, 24 julio, Issue L 197, pp. 1-37.
83. Patlán Pérez, J., 2018. *Factores psicosociales, clasificación, identificación y consecuencias en la salud laboral*. Ciudad de México: Instituto Mexicano del Seguro Social.
84. Pérez Ramírez, R., 2005. *Métodos para el análisis de riesgo*, Distrito Federal: Universidad Nacional Autónoma de México.
85. Pérez Zavala, C., 2007. *Comparación entre la guía de la SEMARNAT para elaborar el programa de prevención de accidentes y la norma ISO 14000:2004*, Distrito Federal: Universidad Nacional Autónoma de México.
86. Procuraduría Federal de Protección al Ambiente, 2020. *¿Qué es el Centro de Orientación para la Atención de Emergencias Ambientales (COATEA)?*. [En línea] Available at: <https://www.gob.mx/profepa/articulos/que-es-el-centro-de-orientacion-para-la-atencion-de-emergencias-ambientales-coatea?idiom=es> [Último acceso: 19 abril 2024].
87. Project Management Institute, 2013. *Fundamentos para la dirección de proyectos (Guía del PMBOK)*. 5a. ed. Newtown Square(Pensilvania): PMI Publications.
88. Proske, D., 2008. *Catalogue of Risks: Natural, Technical, Social and Health Risks*. Dresden: Springer Berlin Heidelberg.
89. quironprevención, 2018. *¿Cuáles son los principales riesgos psicosociales en el trabajo?*. [En línea] Available at: <https://www.quironprevencion.com/blogs/es/prevenidos/cuales->

principales-riesgos-psicosociales-trabajo

[Último acceso: 18 mayo 2020].

90. RiskNet, 2018. *Etymology of the term risk*. [En línea] Available at: <https://www.risknet.de/en/knowledge/etymology/> [Último acceso: 23 mayo 2021].
91. Rivapalacio Chiang, S., 1995. Introducción y Antecedentes al Riesgo Ambiental. *Revista de Administración Pública*, Julio-Diciembre, Issue 87, pp. 83-91.
92. Rodríguez Díaz, M. E. & Sánchez Real, A., 1985. *Actualización de un programa de capacitación y concientización para la prevención de accidentes en una unidad industrial de fertilizantes*, Distrito Federal: Universidad Nacional Autónoma de México.
93. Rojas Rodríguez, A. D., 2006. *Elaboración de un Programa para la Prevención Accidentes (PPA) en una Refinería de Petróleo en México*, Distrito Federal: Universidad Nacional Autónoma de México.
94. Rowley, J. R., Rowley, R. L. & Wilding, W. V., 2011. Estimation of the lower flammability limit of organic compounds as a function of temperature. *Journal of Hazardous Materials*, 15 febrero, 186(1), pp. 551-557.
95. Ruiz Gimeno, J. y otros, 2005. *Casos prácticos de análisis del riesgo (en establecimientos afectados de nivel inferior, en el ámbito del Real Decreto 1253/1999 [Seveso II])*. Murcia: Dirección General de Protección Civil y Emergencias. Ministerio del Interior.
96. Ruiz Gimeno, J. y otros, 2004. *Análisis del riesgo en los establecimientos afectados de nivel inferior (en el ámbito del Real Decreto 1254/1999 [Seveso II])*. Murcia: Dirección General de Protección Civil y Emergencias. Ministerio del Interior.
97. Saá Loor, J. L., 2009. *Análisis de riesgos para la planta de tratamiento de crudo de Ecuador* TLC S.A.. Quito: Universidad San Francisco de Quito.
98. Saborío Morales, L. & Hidalgo Murillo, L. F., 2015. Síndrome de Burnout. *Medicina Legal de Costa Rica*, marzo, 32(1), pp. 119-124.
99. Santa Cruz, A. S., 2000. Estabilidad atmosférica: Determinación de los parámetros de dispersión. En: U. T. Nacional, ed. *Difusión de contaminantes gaseosos en la atmósfera*. Rosario(Santa Fe): Facultad Regional Rosario: Departamento de Ingeniería Química, pp. 51-77.
100. Secretaría de Energía, 2011. *NORMA Oficial Mexicana NOM-008-NUCL-2011, Control de la contaminación radiactiva*. Distrito Federal: Diario Oficial de la Federación.
101. Secretaría de Gobernación, 1990. *Acuerdo por el que las Secr. de Gobernación y Desarrollo Urbano y Ecología, con fundamento en lo dispuesto por los Aa. 5o. Fr. X y 146 de la LGEEPA; 27 Fr. XXXII y 37 Frs. XVI y XVII de la*

- LOAPF, expide el 1.er listado de actividades altamente riesgosas.* México: Diario Oficial de la Federación.
102. Secretaría de Gobernación, 1992. *Acuerdo por el que las Secr. de Gobernación y Desarrollo Urbano y Ecología, con fundamento en lo dispuesto por los Aa. 5o. Fr. X y 146 de la LGEEPA; 27 Fr. XXXII y 37 Frs. XVI y XVII de la LOAPF, expiden el 2.º listado de actividades altamente riesgosas.* México: Diario Oficial de la Federación.
103. Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales, 2003. *Guía para la elaboración del estudio de riesgo ambiental para empresas que realizan actividades altamente riesgosas (establecimientos en operación).* [En línea] Available at: https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/192862/Gu_a_para_la_Elaboracion_del_Estudio_de_Riesgo_Ambiental.pdf
104. Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales, 2010. *Guías para la elaboración del programa para la prevención de accidentes.* [En línea] Available at: https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/107783/Guia_para_la_elaboracion_del_programa.pdf
105. Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales, 2015. *Trámite SEMARNAT-07-013. Información adicional al trámite SEMARNAT-07-013 Programa para la prevención de accidentes.* [En línea] Available at: <https://www.gob.mx/semarnat/documentos/tramite-semarnat-07-013> [Último acceso: 17 abril 2021].
106. Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales, 2016. *Programa para la prevención de accidentes en empresas.* [En línea] Available at: <https://www.gob.mx/tramites/ficha/programa-para-la-prevencion-de-accidentes-en-empresas/SEMARNAT274> [Último acceso: 17 abril 2021].
107. Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales, 2016. *Trámite SEMARNAT-07-008. Información adicional al trámite SEMARNAT-07-008 Presentación del estudio de riesgo para empresas que realizan actividades altamente riesgosas.* [En línea] Available at: <https://www.gob.mx/semarnat/documentos/tramite-semarnat-07-008> [Último acceso: 17 abril 2021].
108. Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales, 2018. *Compendio de Estadísticas Ambientales 2018.* [En línea] Available at: https://apps1.semarnat.gob.mx:8443/dgeia/compendio_2018/dgeiawf.semarnat.gob.mx_8080/ibi_apps/WFServlete3eb.html [Último acceso: 17 junio 2023].

109. Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales, 2021. *Prontuario Normas Oficiales Mexicanas*. [En línea] Available at: <https://biblioteca.semarnat.gob.mx/janium/Documentos/Ciga/agenda/PP03/ProntuarioNormas.pdf> [Último acceso: 02 Febrero 2024].
110. Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales, 2023. *Programas de prevención de accidentes de plantas en operación autorizados y negados, por giro industrial (Número)*. [En línea] Available at: http://dgeiawf.semarnat.gob.mx:8080/ibi_apps/WFServlet?IBIF_ex=D3_RESIDU_OP02_05&IBIC_user=dgeia_mce&IBIC_pass=dgeia_mce&NOMBREENTIDAD=* &NOMBREANIO=* [Último acceso: 28 septiembre 2023].
111. Secretaría del Trabajo y Previsión Social, 1993. *NORMA Oficial Mexicana NOM-013-STPS-1993. Relativa a las condiciones de seguridad e higiene en los centros de trabajo donde se generen radiaciones electromagnéticas no ionizantes*. Distrito Federal: Diario Oficial de la Federación.
112. Secretaría del Trabajo y Previsión Social, 1999. *NORMA Oficial Mexicana NOM-005-STPS-1998, Relativa a las condiciones de seguridad e higiene en los centros de trabajo para el manejo, transporte y almacenamiento de sustancias químicas peligrosas*. Distrito Federal: Diario Oficial de la Federación.
113. Secretaría del Trabajo y Previsión Social, 2001. *NORMA Oficial Mexicana NOM-011-STPS-2001, Condiciones de seguridad e higiene en los centros de trabajo donde se genere ruido*. Distrito Federal: Diario Oficial de la Federación.
114. Secretaría del Trabajo y Previsión Social, 2001. *NORMA Oficial Mexicana NOM-015-STPS-2001, Condiciones térmicas elevadas o abatidas-Condiciónes de trabajo e higiene*. Distrito Federal: Diario Oficial de la Federación.
115. Secretaría del Trabajo y Previsión Social, 2001. *NORMA Oficial Mexicana NOM-024-STPS-2001, Vibraciones-Condiciónes de seguridad e higiene en los centros de trabajo*. Distrito Federal: Diario Oficial de la Federación.
116. Secretaría del Trabajo y Previsión Social, 2008. *NORMA Oficial Mexicana NOM-025-STPS-2008, Condiciones de iluminación en los centros de trabajo*. Distrito Federal: Diario Oficial de la Federación.
117. Secretaría del Trabajo y Previsión Social, 2008. *NORMA Oficial Mexicana NOM-026-STPS-2008, Colores y señales de seguridad e higiene, e identificación de riesgos por fluidos conducidos por tuberías*. Distrito Federal: Diario Oficial de la Federación.
118. Secretaría del Trabajo y Previsión Social, 2012. *NORMA Oficial Mexicana NOM-012-STPS-2012, Condiciones de seguridad y salud en los centros de trabajo*

- donde se manejen fuentes de radiación ionizante.* Ciudad de México: Diario Oficial de la Federación.
119. Secretaría del Trabajo y Previsión Social, 2012. *NORMA Oficial Mexicana NOM-028-STPS-2012, Sistema para la administración del trabajo-Seguridad en los procesos y equipos críticos que manejen sustancias químicas peligrosas.* Distrito Federal: Diario Oficial de la Federación.
120. Secretaría del Trabajo y Previsión Social, 2014. *NORMA Oficial Mexicana NOM-010-STPS-2014, Agentes químicos contaminantes del ambiente laboral-Reconocimiento, evaluación y control.* Distrito Federal: Diario Oficial de la Federación.
121. Secretaría del Trabajo y Previsión Social, 2015. *NORMA Oficial Mexicana NOM-018-STPS-2015, Sistema armonizado para la identificación y comunicación de peligros y riesgos por sustancias químicas peligrosas en los centros de trabajo.* Ciudad de México: Diario Oficial de la Federación.
122. Secretaría del Trabajo y Previsión Social, 2015. *NORMA Oficial Mexicana NOM-022-STPS-2015, Electricidad estática en los centros de trabajo-Condiciónes de seguridad.* Ciudad de México: Diario Oficial de la Federación.
123. Secretaría del Trabajo y Previsión Social, 2017. *PROYECTO de Norma Oficial Mexicana PROY-NOM-005-STPS-2017, Manejo de sustancias químicas peligrosas o sus mezclas en los centros de trabajo-Condiciónes y procedimientos de seguridad y salud.* Ciudad de México: Diario Oficial de la Federación.
124. Secretaría del Trabajo y Previsión Social, 2017. *Seguridad y Salud en el Trabajo en México: Avances, retos y desafíos.* [En línea] Available at: [https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/279153/Libro-Seguridad y salud en el trabajo en Me xico-Avances retos y desafíos Digital .pdf](https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/279153/Libro-Seguridad_y_salud_en_el_trabajo_en_Mexico-Avances_retos_y_desafios_Digital.pdf) [Último acceso: 02 Febrero 2024].
125. Secretaría del Trabajo y Previsión Social, 2018. *NORMA Oficial Mexicana NOM-035-STPS-2018, Factores de riesgo psicosocial en el trabajo-Identificación, análisis y prevención.* Ciudad de México: Diario Oficial de la Federación.
126. Secretaría del Trabajo y Previsión Social, 2023. *Sistema de Información Estadística Laboral.* [En línea] Available at: <http://siel.stps.gob.mx:304/> [Último acceso: 15 septiembre 2023].
127. Storch de Gracia, J. M. & García Martín, T., 2008. *Seguridad industrial en plantas químicas y energéticas: Fundamentos, evaluación de riesgos y diseño.* 2a. ed. Madrid: Ediciones Díaz de Santos, S.A..
128. Universidad Nacional de Costa Rica, 2014. *Toxicidad.* [En línea] Available at: <http://www.plaguicidasdecentroamerica.una.ac.cr/index.php/toxicidad-salud->

humana

[Último acceso: 18 mayo 2020].

129. Van Leeuwen, C. J. & Vermeire, T. G., 2007. *Risk Assessment of Chemicals: An Introduction*. 2a. ed. Dordrecht: Springer.
130. Vidal de Lamas, A. M. & Colangelo, C. H., 2021. *Peritos ambientales*. Salta(Buenos Aires): Ediciones Universidad Católica de Salta.
131. Vílchez, J. A., Sevilla, S., Montiel, H. & Casal, J., 1995. Historical analysis of accidents in chemical plants and in the transportation of hazardous materials. *Journal of Loss Prevention in the Process Industries*, 8(2), pp. 87-96.
132. Villarrubia López, M., 2000. *Seguridad eléctrica: efectos de la corriente eléctrica sobre el cuerpo humano*. [En línea] Available at: <https://www.ing.unp.edu.ar/electronica/asignaturas/ee016/anexo/s-BIB851.pdf> [Último acceso: 7 noviembre 2023].
133. Villarrubia López, M., 2000. *Universidad Nacional de la Patagonia San Juan Bosco*. [En línea] Available at: <https://www.ing.unp.edu.ar/electronica/asignaturas/ee016/anexo/s-BIB851.pdf> [Último acceso: 2023 Diciembre 2023].
134. Walker, R., 2013. *Winning with Risk Management*. Singapur: World Scientific Publishing Company.
135. World Health Organization, 2010. *The WHO Recommended Classification of Pesticides by Hazard and Guidelines to Classification 2009*. Ginebra: WHO Press.
136. Zabetakis, M. G., 1965. *Flammability characteristics of combustible gases and vapors*, Washington: U.S. Government Printing Office.
137. Zamora Guzmán, R. I., Benavides Cobos, G. & Soto Ruíz, A. L., 2023. *Iniciativa con proyecto de decreto por la que se reforman las frs. I, II y IV del apartado A y las frs. I y II del apartado B del a. 123 de la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos, en materia de reducción de la jornada laboral*. Ciudad de México: Cámara de Senadores del H. Congreso de la Unión.

Anexos

Anexo 1: Primer listado que define a las Actividades Altamente Riesgosas

Que cuando una sustancia presente más de una de las propiedades señaladas, está se clasificará en función de aquella ó aquéllas que presenten el o los más altos grados potenciales de afectación al ambiente, a la población o a sus bienes y aparecerá en el listado o listados correspondientes.

Que mediante este Acuerdo se expide el primer listado de actividades altamente riesgosas y que corresponden a aquéllas en que se manejan sustancias tóxicas. En dicho listado quedan exceptuadas en forma expresa el uso y aplicación de plaguicidas con propiedades tóxicas, en virtud de que existe una legislación específica para el caso, en la que se regula esta actividad en lo particular.

Que este primer listado y los subsecuentes que se expidan, para el caso de aquellas actividades asociadas con el manejo de sustancias inflamables, explosivas, reactivas, corrosivas o biológicas, éstas constituirán el sustento para determinar las normas técnicas de seguridad y operación, así como para la elaboración de los programas para la prevención de accidentes, previstos en el artículo 147 de la Ley General de Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente, mismos que deberán observarse en la realización de dichas actividades. Que cuando las actividades asociadas con el manejo de sustancias con propiedades radioactivas, podrán considerarse altamente riesgosas, las Secretarías de Gobernación y de Desarrollo Urbano y Ecología no establecerán un listado de las mismas, en virtud de que la expedición de las normas de seguridad nuclear, radiológica y física de las instalaciones nucleares o radioactivas compete a la Secretaría de Energía, Minas e Industria Paraestatal y a la Comisión Nacional de Seguridad Nuclear y Salvaguardias, con la participación que en su caso corresponda a la Secretaria de Salud, de conformidad con lo dispuesto por la legislación que de manera específica regula estas actividades.

Que las Secretarías de Gobernación y de Desarrollo Urbano y Ecología, previa opinión de las Secretarías de Energía, Minas e Industria Paraestatal, de Comercio y Fomento Industrial, de Salud, de Agricultura y Recursos Hidráulicos y del Trabajo y Previsión Social, llevaron a cabo los estudios que sirvieron de sustento para determinar los criterios y este primer listado de actividades que deben considerarse altamente riesgosas.

En mérito de lo anterior, hemos tenido al bien dictar el siguiente:

ACUERDO

Artículo 1o.- Se considerará como actividad altamente riesgosa, el manejo de sustancias peligrosas en un volumen igual o superior a la cantidad de reporte.

Artículo 2o.- Para los efectos de este ordenamiento se considerarán las definiciones contenidas en la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente y las siguientes:

Cantidad de reporte: Cantidad mínima de sustancia peligrosa en producción, procesamiento, transporte, almacenamiento, uso o disposición final, o la suma de éstas, existentes en una instalación o medio de transporte dados, que al ser liberada, por causas naturales o derivadas de la actividad humana, ocasionaría una afectación significativa al ambiente, a la población o a sus bienes.

Manejo: Alguna o el conjunto de las actividades siguientes; producción, procesamiento, transporte, almacenamiento uso o disposición final de sustancias peligrosas.

Sustancia peligrosa: Aquella que por sus altos índices de inflamabilidad, explosividad, toxicidad, reactividad, radioactividad, corrosividad o acción biológica puede ocasionar una afectación significativa al ambiente, a la población o a sus bienes.

Sustancia tóxica: Aquélla que puede producir en organismos vivos, lesiones, enfermedades, implicaciones genéticas o muerte.

Artículo 3o.- Con base en lo previsto en el artículo primero, se expide el primer listado de actividades altamente riesgosas, que corresponde a aquéllas en que se manejen sustancias tóxicas. Estas actividades son la producción, procesamiento, transporte, almacenamiento, uso o disposición final de las sustancias que a continuación se indican, cuando se manejen volúmenes iguales o superiores a las cantidades de reporte siguientes:

I. Cantidad de reporte: a partir de 1 kg.

a) En el caso de las siguientes sustancias en estado gaseoso:

Acido cianhídrico
Acido fluorhídrico-(fluoruro de hidrógeno)
Arsina
Cloruro de hidrógeno
Cloro (1)
Diborano
Dióxido de nitrógeno
Flúor
Fosgeno
Hexafluoruro de telurio
Oxido nítrico
Ozono(2)
Seleniuro de hidrógeno
Tetrafluoruro de azufre
Tricloruro de boro

b) En el caso de las siguientes sustancias en estado líquido:

Acroleína
Alil amina
Bromuro de propargilo
Butil vinil éter
Carbonilo de níquel
Ciclopentano
Clorometil metil éter
Cloruro de metacrililo
Dioxolano
Disulfuro de metilo
Fluoruro cianúrico

Furano
Isocianato de metilo
Metil hidracina
Metil vinil cetona
Pentaborano
Sulfuro de dimetilo
Tricloroetil silano

c) En el caso de las siguientes sustancias en estado sólido:

2 Clorofenil tiourea
2,4 Ditiobiuret
4,6 Dinitro-cresol
Acido becen arsénico
Acido cloroacético
Acido fluoroacético
Acido metil-carbamilo
Acido tiocianico 2-benzotiánico
Aldicarb
Arseniato de calcio
Bis clorometil cetona
Bromodiolona
Carbofurano (furalán)
Carbonilos de cobalto
Cianuro de potasio
Cianuro de sodio
Cloroplatinato de amonio
Cloruro crómico
Cloruro de dicloro benzalkonio
Cloruro platinoso
Cobalto
Cobalto (2,2-(1,2-etano)
Complejo de organorodio
Decaborano
Dicloro xileno
Difacionona
Didisocianato de isoforona
Dimetil-p-fenilendiamina
Dixitoxin
Endosulfan
Epn
Estereato de cadmio
Estricnina
Fenamifos
Fenil tiourea
Fluoroacetamida
Fósforo (rojo, amarillo y blanco)
Fósforo de zinc

Fosmet
Hexacloro naftaleno
Hidruro de litio
Metil anizofos
Metil paration
Monocrotofos (azodrín)
Oxido de cadmio
Paraquat
Paraquat-metasulfato
Pentadecilamina
Pentóxido de arsénico
Pentóxido de fósforo
Pentóxido de vanadio
Pireno
Piridina, 2 metil, 5 vinil
Seleniato de sodio
Sulfato de estricnina
Sulfato taloso
Sulfato de talio
Tetracloruro de iridio
Tetracloruro de platino
Tetraóxido de osmio
Tiosemicarbazida
Triclorofón
Trióxido de azufre

II. Cantidad de reporte: a partir de 10 kg.

a) En el caso de las siguientes sustancias en estado gaseoso:

Acido sulfhídrico
Amoniacó anhidro
Fosfina
Metil mercaptano
Trifluoruro de boro

b) En el caso de las siguientes sustancias en estado líquido:

1,2,3,4 diepoxibutano
2,cloroetanol
Bromo
Cloruro de acrilóilo
1 Sulfuro
Mesitylén
Oxicloruro fosforoso
Pentacarbonilo de fierro
Propionitrilo
Pseudocumeno
Tetracloruro de titanio

Tricloro (clorometil) silano
Vinil norborneno

c) En el caso de las siguientes sustancias en estado sólido:

Acetato de metoxietilmercurio
Acetato fenil mercúrico
Acetato mercúrico
Arsenito de potasio
Arsenito de sodio
Azida de sodio
Bromuro cianógeno
Cianuro potásico de plata
Cloruro de mercurio
Cloruro de talio
Fenol
Fosfato etilmercúrico
Hidroquinona
Isotiosianato de metilo
Lindano
Malonato taloso
Malononitrilo
Níquel metálico
Oxido mercúrico
Pentaclorofenol
Pentacloruro de fósforo
Salcomina
Selenito de sodio
Telurio
Telurito de sodio
Tiosemicarbácida acetona
Tricloruro de galio
Warfarin

III. Cantidad de reporte: a partir de 100 Kg.

a) En el caso de las siguientes sustancias en el estado gaseoso:

Bromuro de metilo
Etano (3)
Oxido de etileno

b) En el caso de las siguientes sustancias en estado líquido:

2,6-Diisocianato de tolueno
Acetaldehido (3)
Acetato de vinilo
Acido nítrico
Acrilonitrilo
Alcohol alílico

Beta propiolactona
Cloroacetaldehído
Crotonaldehído
Disulfuro de carbono
Eter bis-cloro metílico
Hidracina
Metil tricloro silano
Nitrosodimetilamina
Oxido de propileno
Pentacloroetano
Pentafluoruro de antimonio
Perclorometil mercaptano
Piperidina
Propilenimina
Tetrametilo de plomo
Tetranitrometano
Tricloro benceno
Tricloruro de arsénico
Trietoxisilano
Trifluoruro de boro

c) En el caso de las siguientes sustancias en estado sólido:

Acido cresílico
Acido selenioso
Acrilamida
Carbonato de talio
Metomil
Oxido tálico
Yoduro cianógeno

IV. Cantidad de reporte: a partir de 1,000 Kg.

a) En el caso de las siguientes sustancias en estado gaseoso:

Butadieno

b) En el caso de las siguientes sustancias en estado líquido

Acetonitrilo
Benceno (3)
Cianuro de bencilo
Cloroformo
Cloruro de benzal
Cloruro de bencilo
2,4-Diisocianato de tolueno
Epiclorohidrina
Isobutironitrilo
Oxícloruro de selenio
Peroxido de hidrógeno

Tetracloruro de carbono (3)
Tetraetilo de plomo
Trimetilcloro silano

V. Cantidad de reporte: a partir de 10,000 Kg.

a) En el caso de las siguientes sustancias en estado líquido:

2,4,6 Trimetil anilina
Anilina
Ciclohexilamina
Cloruro de benceno sulfonilo
Diclorometil fenil silano
Etilen diamina
Forato
Formaldehido cianohidrina
Gas mostaza; sinónimo (sulfato de bis 2-cloroetilo)
Hexacloro ciclo pentadieno
Lactonitrilo
Mecloretamina
Metanol
Oleum
Sulfato de dimetilo
Tiocianato de etilo
Tolueno (3)

VI. Cantidad de reporte: a partir de 100,000 Kg.

a) En el caso de las siguientes sustancias en estado líquido:

1,1-Dimetil hidracina
Anhídrido metacrílico
Cumeno
Diclorvos
Eter dicloroetílico
Eter diglicídico
Fenil dicloro arsina
Nevinfos (fosforín)
Octametil difosforamida
Tricloro fenil silano

VII. Cantidad de reporte: a partir de 1,000,000 Kg.

a) En el caso de las siguientes sustancias en estado líquido:

Adiponitrilo
Clordano
Dibutilftalato
Dicrotofós (bidrín)
Dimetil 4 ácido fosfórico

Dimetilftalato
Dioctilftalato
Fosfamidón
Metil-5-Dimetón
Nitrobenceno
Tricloruro fosforoso

- (1) Se aplica exclusivamente a actividades industriales y comerciales.
- (2) Se aplica exclusivamente a actividades donde se realicen procesos de ozonización.
- (3) En virtud de que esta sustancia presenta además propiedades explosivas o inflamables, también será considerada, en su caso, en el proceso para determinar los listados de actividades altamente riesgosas, correspondientes a aquéllas en que se manejen sustancias explosivas o inflamables.

Artículo 4o.- Se exceptúa del listado de actividades altamente riesgosas, previsto en el artículo anterior, el uso o aplicación de plaguicidas con propiedades tóxicas.

Artículo 5o.- Para efectos del presente Acuerdo, se entenderá como sustancias en estado sólido, aquéllas que se encuentren en polvo menor de 10 micras.

Artículo 6o.- En el caso de las sustancias señaladas en el artículo 3o. que correspondan a plaguicidas, la cantidad de reporte se entenderá referida a su ingrediente técnico llamado también activo.

En los demás casos, las cantidades de reporte de las sustancias indicadas en este Acuerdo, deberán considerarse de conformidad con su más alto porcentaje de concentración. Cuando dichas sustancias se encuentran en solución o mezcla, deberá realizarse el cálculo correspondiente, a fin de determinar la cantidad de reporte para el caso de que se trate.

Artículo 7o.- Las Secretarías de Gobernación y de Desarrollo Urbano y Ecología, previa opinión de las Secretarías de Energía, Minas e Industria Paraestatal; Comercio y Fomento Industrial; de Salud; Agricultura y Recursos Hidráulicos y del Trabajo y Previsión Social, podrán ampliar y modificar el listado objeto del presente Acuerdo, con base en el resultado de investigaciones que al efecto se lleven a cabo.

TRANSITORIO

UNICO.- El presente acuerdo entrará en vigor al día siguiente de su publicación en el Diario Oficial de la Federación.

Ciudad de México a 26 de marzo de mil novecientos noventa.- El Secretario de Gobernación, Fernando Gutiérrez Barrios.- Rúbrica.- El Secretario de Desarrollo Urbano y Ecología, Patricio Chirinos Calero.- Rúbrica.

Publicado en el Diario Oficial de la Federación el 28 de marzo de 1990.

Anexo 2: Segundo listado que define a las Actividades Altamente Riesgosas

ACUERDO. Por el que las Secretarías de Gobernación y Desarrollo Urbano y Ecología, con fundamento en lo dispuesto por los artículos 5o.- fracción X y 146 de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente; 27 fracción XXXII y 37 fracciones XVI y XVII de la Ley Orgánica de la Administración Pública Federal, expiden el segundo listado de actividades altamente riesgosas.

Al margen un sello con el Escudo Nacional, que dice: Estados Unidos Mexicanos.-
Secretaría de Gobernación.

ACUERDO POR EL QUE LAS SECRETARÍAS DE GOBERNACIÓN Y DESARROLLO URBANO Y ECOLOGÍA, CON FUNDAMENTO EN LO DISPUESTO POR LOS ARTÍCULOS 5o FRACCIÓN X Y 146 DE LA LEY GENERAL DEL EQUILIBRIO ECOLÓGICO Y LA PROTECCIÓN AL AMBIENTE, 27 FRACCIÓN XXXII Y 37 FRACCIONES XVI Y XVII DE LA LEY ORGÁNICA DE LA ADMINISTRACIÓN PÚBLICA FEDERAL EXPIDEN EL SEGUNDO LISTADO DE ACTIVIDADES ALTAMENTE RIESGOSAS.

CONSIDERANDO

Que la regulación de las actividades altamente riesgosas, está contemplada en la Ley General del equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente, como asunto de alcance general de la nación o de interés de la Federación y se prevé que una vez hecha la determinación de las mismas se publicarán los listados correspondientes.

Que el criterio adoptado para determinar cuáles actividades deben considerarse como altamente riesgosas, se fundamenta en que la acción o conjunto de acciones, ya sean de origen natural o antropogénico, estén asociadas con el manejo de sustancias con propiedades inflamables, explosivas, tóxicas, reactivas, radioactivas, corrosivas o biológicas, en cantidades tales que, en caso de producirse una liberación, sea por fuga o derrame de las mismas o bien una explosión, ocasionarían una afectación significativa al ambiente a la población o a sus bienes.

Que por lo tanto, se hace necesario fijar dicha cantidad para cada sustancia peligrosa que presente las propiedades antes mencionadas. A esta cantidad se le denomina cantidad de reporte.

Que con base en el criterio anterior se ha procedido a determinar las actividades altamente riesgosas en función de las propiedades de las sustancias que se manejen y a agrupar dichas actividades en los listados correspondientes.

Que cuando una actividad esté relacionada con el manejo de una sustancia que presente más de una de las características de peligrosidad señaladas, en cantidades iguales o superiores a su cantidad de reporte, dicha actividad será considerada altamente riesgosa y se incluirá en cada uno de los listados que correspondan.

Que el 28 de marzo de 1990 se publicó en el Diario Oficial de la Federación el primer listado de actividades altamente riesgosas que corresponde a aquellas en que se manejen

sustancias tóxicas. Que mediante este Acuerdo se expide el segundo listado de actividades altamente riesgosas que corresponde a aquéllas en que se manejen sustancias inflamables y explosivas, en cantidades tales que de producirse una liberación, ya sea por fuga o derrame de las mismas en la producción, procesamiento, transporte, almacenamiento, uso o disposición final provocaría la formación de nubes inflamables, cuya concentración sería semejante a la de su límite inferior de inflamabilidad, en un área determinada por una franja de 100 de longitud en torno de la instalaciones o medio de transporte dados, y en el caso de formación de nubes explosivas, la presencia de ondas de sobrepresión de 0.5lb/pulg² en esa misma franja.

Que tanto el primer listado que corresponde al manejo de sustancias tóxicas y este concerniente al manejo de sustancias inflamables y explosivas así como los subsecuentes que se expidan para el caso de aquellas actividades relacionadas con el manejo de sustancias reactivas, corrosivas o biológicas, constituirán el sustento para determinar las normas técnicas de seguridad y operación, así como para la elaboración y presentación de los programas para la prevención de accidentes previstos en el artículo 147 de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente, mismos que deberán observarse en la realización de dichas actividades.

Que aún cuando las actividades asociadas con el manejo de sustancias con propiedades radioactivas podrían considerarse altamente riesgosas, las Secretarías de Gobernación y de Desarrollo Urbano y Ecología no establecerán un listado de las mismas, en virtud de que la expedición de las normas de seguridad nuclear, radiológica y física de las instalaciones nucleares o radioactivas compete a la Secretaría de Energía, Minas e Industria Paraestatal y a la Comisión Nacional de Seguridad Nuclear y Salvaguardias, con la participación que en su caso corresponda a la Secretaría de Salud de conformidad con lo dispuesto por la legislación que de manera específica regula estas actividades.

Que la Secretaría de Gobernación y de Desarrollo Urbano y Ecología previa opinión de las Secretarías de Energía, Minas e Industria Paraestatal, de Comercio y Fomento Industrial, de Agricultura y Recursos Hidráulicos, de Salud y del Trabajo y Previsión Social, así como con la participación de la Secretaría de la Defensa Nacional, llevaron a cabo los estudios que sirvieron de sustento para determinar los criterios y este segundo listado de actividades que deben considerarse altamente riesgosas.

En mérito de lo anterior, hemos tenido a bien dictar el siguiente:

ACUERDO

Artículo 1o.- Se expide el segundo listado de actividades altamente riesgosas que corresponde a aquéllas en que se manejen sustancias inflamables y explosivas.

Artículo 2.- Se considerará como actividad altamente riesgosa, el manejo de sustancias peligrosas en cantidades iguales o superiores a la cantidad de reporte.

Artículo 3.- Para los efectos de este Acuerdo se considerarán las definiciones contenidas en la Ley General de Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente y las siguientes:

Cantidad de reporte: Cantidad mínima de sustancia peligrosa en producción, procesamiento, transporte, almacenamiento, uso o disposición final, o la suma de éstas, existentes en una instalación o medio de transportes dados, que al ser liberada, por causas naturales o derivadas de la actividad humana ocasionaría una afectación significativa al ambiente, a la población, o a sus bienes.

Manejo: Alguna o el conjunto de las actividades siguientes: producción, procesamiento, transporte, almacenamiento, uso o disposición final de sustancias peligrosas.

Sustancia peligrosa: Aquélla que por sus altos índices de inflamabilidad, explosividad, toxicidad, reactividad, corrosividad, o acción biológica puede ocasionar una afectación significativa al ambiente, a la población o a sus bienes.

Sustancia inflamable: Aquélla que capaz de formar una mezcla con el aire en concentraciones tales para prenderse espontáneamente o por la acción de una chispa.

Sustancia explosiva: Aquélla que en forma espontánea o por acción de alguna forma de energía genera una gran cantidad de calor y energía de presión en forma casi instantánea.

Artículo 4o.- Las actividades asociadas con el manejo de sustancias inflamables y explosivas que deben considerarse altamente riesgosas sobre la producción, procesamiento, transporte, almacenamiento, uso y disposición final de las sustancias que a continuación se indican, cuando se manejan cantidades iguales o superiores a las cantidades de reporte siguientes:

I. Cantidad de reporte a partir de 500 kg.

a) En el caso de las siguientes sustancias en estado gaseoso:

Acetileno
Acido sulfhídrico
Anhídrido hipocloroso
Butano (Niso)
Butadieno
1-Buteno
2-Buteno (cis,trans)
Cianógeno
Ciclobutano
Ciclopropano
Cloruro de metilo
Cloruro de vinilo
Difloruro 1-Cloroetano
Dimetil.amina
2,2-Dimetil propano
Etano

Eter metílico
Etileno
Fluoruro de etilo
Formaldehído
Hidrógeno
Metano
Metilamina
2-Metil propeno
Propano
Propileno
Propino
Sulfuro de carbonilo
Tetrafluoroetileno
Trifluorocloroetileno
Trimetil amina

b) En el caso de las sustancias en estado gaseoso no previstas en el inciso anterior y que tengan las siguientes características:

Temperatura de inflamación 37.86 °C
Temperatura de ebullición < 21.1 °C
Presión de vapor > 760 mm hg

c) En el caso de las siguientes sustancias en estado líquido:

2-Butino
Cloruro de etilo
Etilamina
3-Metil-1-Buteno
Metil etil eter
Nitrato de etilo
Óxido de etileno
1-Pentano

II. Cantidad de reporte a partir de 3,000 kg.

a) En el caso de las siguientes en estado líquido:

Acetaldehído
Ácido cianhídrico
Amileno (cis,trans)
Colodión
Disulfuro de carbono
2-Metil-1-Buteno
2-Metil-2-Buteno
Óxido de propileno
Pentano (Niso)
1-Penteno
1-Penteno
Sulfuro de dimetilo

III. Cantidad de reporte a partir de 10,000 kg.

a) En el caso de las siguientes sustancias en estado líquido:

Acroleína
Alil amina
Bromuro de alilo
Carbonilo de níquel
Ciclopentano
Ciclopenteno
1-Cloro propileno
2-Cloro propileno
Cloruro de alilo
Cloruro de acetilo
Cloruro de propilo (Niso)
1,1-Dicloroetileno
Dietilamina
Dihidropirán
2,2 Dimetil butano
2,3 Dimetil butano
2,3 Dimetil 1-Buteno
2,3 Dimetil 2-Buteno
2-Etil 1-Buteno
Eter dietílico
Eter vinílico
Etilico mercaptano
Etoxiacetileno
Formiato de etilo
Formiato de metilo
Furano
Isopreno
Isopropenil acetileno
2-Metil Pentano
3-metil Pentano
2-Metil-1-Penteno
2-Metil-2-penteno
4-Metil-1-penteno
4-Metil-2-penteno
2-Metil-2-propanotiol
Metil propil acetileno
Metil triclorosilano
Propil amina (Niso)
Propenil etil éter
Tetrahydrofurano
Triclorosilano
Vinil etil eter
Vinil isopropil eter

IV. Cantidad de reporte a partir de 20,000 kg.

a) En el caso de las siguientes sustancias en estado líquido:

Acetato de etilo
Acetato de metilo
Acetato de vinilo
Acetona
Acrilato de metilo
Acrilonitrilo
Alcohol metílico
Alcohol etílico
Benceno
1-Bromo-2-Buteno
Butilamina (Niso,sec,ter)
Ciclohexano
Ciclohexeno
Cicloheptano
2-Cloro-2-Buteno
Cloruro de butilo (Niso,sec,ter)
Cloruro de vinilideno
Dicloroetano
Dicloroetileno (cis,trans)
1,2-Dicloroetileno
Dimetil diclorosilano
1,1 Dimetil hidrazina
2,3 Dimetil pentano
2,4 Dimetil pentano
Dimetoxi metano
Diisobutileno
Diisopropilamina
Dioxolano
Eter etil propílico
Eter propílico (Niso)
Etil butil éter
Etil ciclobutano
Etil ciclopentano
Etil diclorosilano
Etil metil cetona
Etilenimina
Formiato de propilo (Niso)
Fluorobenceno
1-Hexeno
2-Hexeno (cis,trans)
Heptano (Niso y mezclas de isómeros)
Hepteno
Heptileno
Heptileno 2-trans

1,4-Hexadieno
Hexano (Niso y mezclas de isómeros)
Isobutiraldehído
2-Metil furano
Metil Ciclohexano
Metil Ciclopentano
Metil Diclopentano
Metil Diclorosilano
Metil éter propílico
2-Metil hexano
3-Metil hexano
Metil hidrazina
2-Metil-1,3-Pentadieno
4-Metil-1,3-Pentadieno
Metil pirrolidina
2-Metil tetrahidrofurano
Metil vinil cetona
Monoxido de butadieno
Nitrato de etilo
2,5-Norbomadieno
Oxido de butileno
Oxido de pentametileno
1,2-Oxido de butileno
Pirrolidina
Propionaldehído
Propionato de metilo
Propionato de vinilo
Trietilamina
2,2,3-Trimetil butano
2,3,3-Trimetil-1-Buteno
2,3,4-Trimetil-1-Penteno
2,4,4-Trimetil-2-Penteno
3,4,4-Trimetil-2-Penteno
Trimetilclorosilano
Vinil isobutil éter

V. Cantidad de reporte a partir de 50,000 kg.

a) En el caso de las siguientes sustancias en estado gaseoso:
Gas lp comercial (1)

VI. Cantidad de reporte a partir de 100,000 kg.

a) En el caso de las siguientes sustancias en el estado líquido:
Acetato de propilo (Niso)
Alcohol alílico
Alcohol desnaturalizado

Alcohol propílico (Niso)
Amilamina (N,sec)
Bromuro de N-butilo
Butirato de metilo
Butironitrilo (Niso)
1,2-Dicloropropano
2,3-Dimetil hexano
2,4-Dimetil hexano
P-Dioxano
Eter alílico
Formiato de isobutilo
2-Metil-2-Butanol
2-Metil Butiraldehido
2-Metil-3-Etil pentano
3-Metil-2-Butanotiol
Metil metacrilato
Piperidina
Piridina
Propionato de etilo
Propionitrilo
Tetrametilo de plomo
2,2,3-Trimetil pentano
2,2,4-Trimetil pentano
2,3,3-Trimetil pentano
Tolueno

VII. Cantidad de reporte a partir de 200,00 kg.

a) En el caso de las siguientes sustancias en estado líquido: Acetal

Acetato de butilo (iso,sec)
Acetato de isoamilo
Acetato de isopropenilo
Acetonitrilo
Acrilato de isobutilo
Alcohol amílico (N,sec)
Alcohol butílico (iso,sec,ter)
Amil mercaptan
Benzotrifluoruro
1-Butanol
Butil mercaptan (N,sec)
Butirato de etilo (Niso)
Clorobenceno
Cloruro de amilo
Crotonaldehído
Cumeno
Dietilcetona
Dietílico carbonato

1,3-Dimetil butilamina
 1,3-Dimetil ciclohexano
 1,4-Dimetil ciclohexano (cis,trans)
 Estireno
 Etil benceno
 Etil butilamina
 2-Etil butiraldehído
 Etil ciclohexano
 Etilendiamina
 Etileno-glicol dietílico éter
 Ferropenacarbonilo
 Isobromuro de amilo
 Isoformiato de amilo
 Metacrilato de etilo
 Metil isobutil cetona
 Metil propil cetona
 Nitroetano
 Nitrometano
 Octano (N,iso)
 Octeno (iso)
 1-Octeno
 2-Octeno
 Oxido de mesitilo
 2,2,5-Trimetil hexano
 Vinil triclorosilano
 Xileno (M.O.P.)

VIII. Cantidad de reporte a partir de 10,000 kg.

a) En el caso de las sustancias en estado líquido, no previstas en las fracciones anteriores y que tengan las siguientes características:

Temperatura de inflamación 37.8 °C
 Temperatura de ebullición 21.1 °C
 Presión de vapor ó 760 mm hg

IX. Cantidad de reporte a partir de 10,000 barriles.

a) En el caso de las siguientes sustancias en estado líquido.

Gasolinas (1)

Kerosenas incluye naftas y diáfano (1)

(1) Se aplica exclusivamente a actividades industriales y comerciales.

Artículo 5. Se exceptúa de este listado a las actividades relacionadas con el manejo de las sustancias a que se refiere el artículo 41 de la Ley Federal de Armas de Fuego y Explosivos.

Artículo 6. Las cantidades de reporte de las sustancias indicadas en este Acuerdo, deberán considerarse referidas a su más alto porcentaje de concentración. Cuando dichas sustancias se encuentren en solución o mezcla, deberá realizarse el cálculo correspondiente, con el fin de determinar la cantidad de reporte para el caso de que se trate.

Artículo 7. Las Secretarías de Gobernación y de Desarrollo Urbano y Ecología, previa opinión de las Secretarías de Energía Minas e Industria Paraestatal; de Comercio y Fomento Industrial, de Agricultura y Recursos Hidráulicos, de Salud y de Trabajo y Previsión Social, podrán ampliar y modificar el listado objeto del presente Acuerdo, con base en el resultado de las investigaciones que sobre el particular se lleven a cabo.

T R A N S I T O R I O

UNICO.- El presente acuerdo entrará en vigor al día siguiente de su publicación en la Diario Oficial de la Federación.

México D.F. a 30 de Abril de 1992.- El Secretario de Gobernación, Fernando Gutierrez Barrios.-Rúbrica.- El Secretario de Desarrollo Urbano y Ecología, Luis Donaldo Colosio Murrieta.- Rúbrica.

Publicado en el Diario Oficial de la Federación el 4 de mayo de 1992.

Anexo 3. Metodologías de análisis e identificación de riesgos

A3.1. Análisis funcional de operatividad (HAZOP)

También llamado “análisis de peligros (o riesgo) y operabilidad (HAZOP por el inglés *HAZard and OPerability Analysis*) fue diseñado en 1963 en Inglaterra por la compañía ICI (*Imperial Chemical Industries*), para aplicarlo al diseño de plantas de fabricación de pesticidas.

La CCPS define al método HAZOP como “una técnica sistemática cualitativa para identificar peligros de proceso y potenciales problemas operativos utilizando una serie de palabras guía para estudiar desviaciones en el proceso. El HAZOP es usado para cuestionar cada parte de un proceso para descubrir qué desviaciones de la intención del diseño pueden ocurrir y cuáles pueden ser sus causas y consecuencias. Esto se realiza sistemáticamente aplicando palabras guía apropiadas”.

El análisis HAZOP tiene como objetivo reducir o mitigar los riesgos y problemas operativos que existen en la planta, esto a través de las distintas modificaciones de: equipos, controles, medidas de seguridad, etc. existentes en las instalaciones. También permite que en estudios posteriores se puedan analizar con más detalle problemas o accidentes ocurridos.

El primer paso de la metodología es la delimitación de las áreas y el proceso a estudiar, así como cuestiones organizacionales como la preparación del equipo de estudio y programación del proyecto. Los análisis HAZOP requieren que el diseño del proceso sea completo en las partes más esenciales (cuando se habla de un proceso aún en construcción) y que la información se encuentre actualizada en caso que la planta esté en funcionamiento. Es importante contar con una información completa y detallada para garantizar un correcto análisis y correcciones a realizar. En la tabla A3.4 se muestra la información necesaria para la realización del HAZOP.

Tabla A3.4. Información básica para realizar un análisis HAZOP	
Factor	Información mínima requerida
Ingeniería de detalle	Análisis anteriormente realizados Localización y cimentación de la instalación Diagramas de Tuberías e Instrumentación Disponibilidad de los servicios Química del proceso Inventario de productos
Sustancias	Peligrosidad: características fisicoquímicas (inflamabilidad, explosividad, estabilidad, reactividad, etc.) Toxicidad: De acuerdo a las hojas de seguridad.
Equipamiento	Bases de diseño, condiciones normales de operación, condiciones críticas de operación (temperaturas máximas, presiones mínimas, etc)
Fuente: Adaptado de (Casal, et al., 1999)	

Tabla A3.5. Palabras guías a usar en el HAZOP			
Palabra guía	Significado	Parámetro de proceso	Ejemplos
No	Ausencia de la variable	Temperatura Presión Nivel Reacción Composición Caudal Velocidad Tiempo Viscosidad Mezcla Voltaje Adición Separación pH	No + Caudal = Falta de caudal
Inverso	Inversión en el sentido o función opuesta de la variable		Inverso + Caudal = Flujo inverso
Más	Aumento cuantitativo de la variable		Más + Presión = Presión excesiva
Menos	Disminución cuantitativa de la variable		Menos + Nivel = Bajo nivel
Más Cualitativo	Aumento o presencia de un componente en una mezcla		Originalmente siendo: <i>Part of:</i> Al haber un cambio de composición
Menos cualitativo	Reducción de un componente en una mezcla		<i>More than:</i> Al haber una mayor cantidad de componentes presentes en el sistema
Otro	Cambio completo en una variable		Otro + Composición = Presencia de impurezas
Fuente: Adaptado de (Casal, et al., 1999) y (Dirección General de Protección Civil, 1994)			

Consecuentemente se hace la selección de los elementos críticos que se deberán analizar (tales como recipientes, reactores, separadores, etc.), a los cuales se les llamará “nodos” o “nudos”. Cada nodo vendrá caracterizado por las variables de proceso: presión, temperatura, flujo, nivel, composición, viscosidad, estado. Los criterios para seleccionar los nodos tomarán básicamente en consideración los puntos del proceso en los cuales se produzca una variación significativa de alguna de las variables de proceso. Sobre cada nodo se aplicarán palabras guía, a cada una de las condiciones de operación, las sustancias y las variables que intervienen; generando así las desviaciones significativas de las condiciones normales de operación. Una manera conveniente de identificar los nodos es hacerlo sobre esquemas simplificados del proceso, o en los mismos diagramas de tuberías e instrumentación.

Tabla A3.6. Contenido de las columnas del método HAZOP	
Columna	Contenido
Causas	Suceso o evento que puede provocar la desviación, los cuales se enumeran y pueden ser varios para cada desviación.
Consecuencias	Se plantea un suceso, que pueda afectar directamente al proceso y/o equipos de la planta, derivado de cada una de las causas posibles
Respuesta del sistema	Se plantearán: 1. Los mecanismos para detectar la desviación planteada según causas o consecuencias (p.ej. alarmas) 2. Los automatismos capaces de responder a la desviación planteada según causas (p.ej. lazo de control)
Acciones a tomar	Propuestas de cambios en la instalación de acuerdo a la gravedad o peligrosidad de las consecuencias identificadas o a una desprotección flagrante de la instalación.
Fuente: Adaptado de (Dirección General de Protección Civil, 1994)	

Con las palabras guías se obtienen las desviaciones del proceso, que al ser analizadas se encontraran las causas y consecuencias más relevantes y así poder determinar las medidas en la planta para reducir lo más posible la ocurrencia y gravedad de dichas desviaciones. En la tabla A3.5 se muestran las principales palabras guía.

Algunas otras columnas que pueden introducirse en la tabla de resultados del estudio HAZOP son las causas y consecuencias de las desviaciones, la respuesta que tendrá el

sistema ante ellas y las acciones a tomar; en la tabla A3.6 se muestra lo que cada una de esas columnas debe contener.

El momento recomendado para utilizar HAZOP suele ser en la etapa de la ingeniería de diseño y construcción, cuando aún se pueden hacer modificaciones sin comprometer demasiado los costos o la producción de la planta.

El principal inconveniente de esta metodología es que, al ser una técnica cualitativa, no ha una valoración real de la frecuencia de las causas que producen una consecuencia grave.

Ejemplo de aplicación

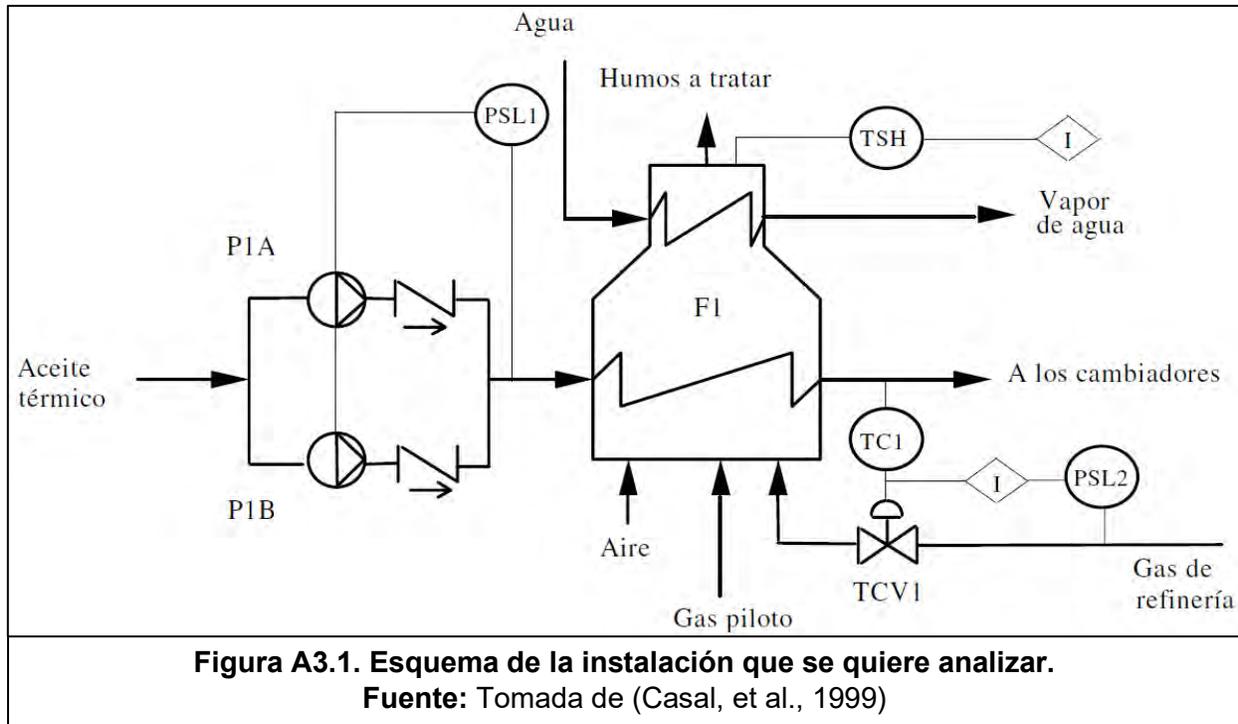
Para calentar distintos fluidos y equipos en cualquier refinería se utiliza un sistema de calentamiento a través de la circulación de aceite térmico. Este aceite se obtiene en la destilación primaria del crudo, su temperatura de inflamación es de 175°C, sin embargo, llega a alcanzar más de 300°C a la salida del horno F1.

Se debe considerar que:

- Al ser sobrecalentado o si no se sustituye en cierto tiempo, el aceite se puede degradar.
- El gas excedente en la refinería se utiliza como combustible del horno.
- El vapor de media presión se genera por el calor residual de los humos
- La válvula TCV1 regula el flujo del aceite. Por medio de la detección de la temperatura del aceite se controla la llama del quemador del horno. Esta válvula puede cortar el combustible debido a:
 - Un actuador, al detectar una temperatura alta en salidas de humos,
 - Un actuador PSL2, al detectar una presión baja en las líneas de gas.
- Para el flujo del aceite a través del horno se utiliza la bomba P1A.
- Si se llega a producir una caída de presión en la línea del flujo de aceite hacia el horno (PSL), la bomba P1B entrará en funcionamiento.
- No existe algún equipo para la aspiración del humo que sale del horno, aunque exista una disminución en su temperatura

- La combustión que produce en el horno es considerada como natural, al ser usado el aire que se encuentra en el ambiente

En la figura A3.1 se muestra un esquema de las etapas de dicho proceso.



Estudiando la interacción de las sustancias presentes en el sistema, siendo estas el aceite térmico, el gas de refinación, el aire y el agua (vapor); y tomando en cuenta la temperatura de trabajo en el horno y el posible exceso de temperatura en el mismo, se encuentran las siguientes situaciones:

- Generación de una atmósfera explosiva al ser aspirado ciertas cantidades de gas en el horno en vez de aire.
- Generación de una atmósfera explosiva si se encuentran ciertas cantidades de aire en el aceite térmico.
- Descomposición del aceite al ser calentado excesivamente.

Tabla A3.7. Tabla del análisis HAZOP

Palabra guía	Variable	Desviación	Causas posibles	Consecuencias posibles	Comentarios y medidas correctivas
No	Caudal	Falta de caudal de aceite en el horno F1	<p>1. No funcionamiento del sistema de bombeo (P1A, P1B y PSL1)</p> <p>2. Falta de aceite por problemas externos a la instalación</p>	<p>Sobrecalentamiento de manera puntual en tubos y provocando la formación de hollín al interior de los mismos</p> <p>Riesgo de que las bombas que trabajan al vacío se quemen, e igual que para 1</p>	<p>Instalación de detectores y controladores de caudal de aceite y combustible en el quemador</p> <p>Instalación de controladores para bloquear las bombas en caso que el flujo de aceite disminuya</p>
Más (cualitativo)	Composición	Aceite parcialmente degradado	3. Falta de sustitución del aceite	<p>Formación de mezclas explosivas aguas-abajo del horno F1 si existe la posibilidad de entrada de aire (ej. a través del depósito pulmón)</p> <p>Mala transmisión de calor aguas-debajo de la instalación</p>	Instalar un sistema de control de aceite en la entrada del horno (densímetros, etc.)
Más	Temperatura	Exceso de temperatura del aceite	4. Exceso de combustible en el horno por válvula TCV1 abierta en fallo, o por fallo del bucle de control TC1	Degradación del aceite e igual que para 1 y 3	Instalar detectores y controladores que eviten el aumento excesivo de la temperatura.
Más	Temperatura	Exceso de temperatura del aceite	5. Menor caudal de aceite por cavitación de la bomba P1A	Igual que para 1	Es recomendable instalar una válvula para cortar el flujo de combustible, así como detectores y controladores que eviten el aumento excesivo de la temperatura.

Fuente: Adaptada de (Casal, et al., 1999)

Tabla A3.7. Tabla del análisis HAZOP

Palabra guía	Variable	Desviación	Causas posibles	Consecuencias posibles	Comentarios y medidas correctivas
Más	Temperatura	Exceso de temperatura del aceite	5. Menor caudal de aceite por cavitación de la bomba P1A	Igual que para 1	Es recomendable instalar una válvula para cortar el flujo de combustible, así como detectores y controladores que eviten el aumento excesivo de la temperatura.
No	Caudal	Falla de combustible en el quemador de F1	6. Falta de gas de refinería por problemas externos a los límites de la instalación 7. Fallo en el cierre de la válvula del bucle de control TC1, o fallo del bucle de control TC1, o actuación incorrecta del bloque TSH o PLS2	Paro abrupto del proceso Igual que para 6	Considerar el empleo de un combustible extra de reserva (ej. propano, fuel-oil, etc.)
Más	Caudal	Exceso de combustible en el quemador F1	8. Válvula TCV1 averiada en posición abierta, o fallo del bucle de control TC1	Igual que para 1 y para 5	La misma consideración que en 5
Otro	Composición	Modificación de la composición del gas de refinería	9. Cambio de los parámetros del gas que determinan la forma de la llama	Aumento en la dimensión de la llama provocando que esta llegue a los tubos del intercambiador, sobrecalentándolos de manera puntual y provocando la formación de hollín al interior de los mismos.	Verificar la correcta composición del gas a través de distintos aparatos de metrología.

Fuente: Adaptada de (Casal, et al., 1999)

A3.2. Análisis del Modo y Efecto de los Fallos (AMEF)

El propósito principal de esta metodología es identificar las fallas que tendrán efectos indeseados en la operación de un sistema, ya sea un equipo de producción, el producto fabricado, la seguridad de las personas o los bienes materiales. Se puede definir un “modo de falla, como la ‘forma’ en que un equipo o activo falla” o “la forma en que un activo pierde la capacidad de desempeñar su función”, mientras que “una falla será aquella que evita que un activo desempeñe su función conforme a un estándar de desempeño definido” (Aguilar Otero, et al., 2010).

Sus objetivos incluyen: (1) la identificación de cada modo de fallo, de la secuencia de eventos asociado a ello y de las causas y efectos; (2) la clasificación de cada modo de fallo por sus características relevantes, como la detección, diagnóstico, comprobabilidad, posibilidad del reemplazo de un componente, compensación y provisiones operativas; y (3) la gestión de la criticalidad de cada modo de fallos. Como resultado se obtiene la tabulación de los equipos de proceso, los modos de falla de cada componente y los efectos del modo de falla en el proceso.

La metodología consiste en 5 actividades principales:

1. Definición de la intención de diseño, consiste en conocer y entender la filosofía de operación de la planta o proceso, a fin de poder identificar claramente las condiciones con las que se opera y, por consiguiente, cómo operan los elementos del proceso. La definición deberá incluir parámetros de operación, equipos involucrados, rutas de proceso, parámetros de control, etc.
2. Análisis funcional, en donde se requiere identificar, tanto la función principal como las secundarias de cada elemento a estudiar, así como las funciones que se espera que cada elemento desempeñe.
3. Identificación de modos de falla, es decir, poder encontrar la razón por la que un elemento no está cumpliendo con la función deseada; por tanto, a cada modo de falla le corresponderá una acción de mitigación o prevención.
4. Efectos y consecuencia de la falla. Los efectos de la falla son la forma en que ésta se manifiesta, cómo se ve perturbado el sistema ante la falla de un elemento; tales efectos pueden ser cambios en la temperatura, activación de dispositivos de seguridad, ruido, aumento de vibración, etc. Las consecuencias son los impactos

derivados de la falla en los diversos receptores de interés, pudiendo ser la seguridad de las personas, del medio ambiente o de la producción.

5. Jerarquización del riesgo, en donde se utiliza la combinación de la frecuencia de ocurrencia por sus consecuencias.

Un ejemplo de los resultados obtenidos y la forma recomendada de representarlos se muestra en la tabla A3.8.

Si bien el método AMEF puede ser eficiente cuando se trata de analizar elementos que puedan causar fallas a una gran parte o a todo un sistema, no es recomendable donde se requiere una estructura lógica más compleja es necesaria para describir la falla del mismo; casos en los cuales es más recomendable un método diferente como el árbol de fallos.

A3.3. Índice de DOW de incendio y explosión

El Índice DOW fue desarrollado por la empresa americana DOW Chemical en 1964, el cual se denominó entonces como “Clasificación de las Instalaciones Químicas”, y publicado como “*DOW’s Fire & Explosion Guide*”. Es una herramienta utilizada para la identificación y la evaluación de peligros y riesgos de incendios y explosiones; este método proporciona valores numéricos con los cuales se pueden identificar áreas o instalaciones en el proceso en las que existe un riesgo potencial de incendio y explosión.

El método considera asignar ciertas “bonificaciones y/o penalizaciones” en la instalación a analizar, considerando el tipo de sustancia química, las condiciones del proceso y los elementos de seguridad requeridos.

Los factores que intervienen en la aplicación del método son los siguientes:

- Riesgo del producto químico utilizado (combustibilidad, reactividad, etc.).
- Riesgo intrínseco del proceso químico. A el contribuyen los factores: Tipo de reacción, movimiento de materiales, tipo de unidades de proceso, accesos, temperaturas y presiones de proceso, riesgo de explosión, tipo de calentamiento, entre otros.

Tabla A3.8. Resultado de un análisis AMEF (fragmento)

Componente	Modo de fallo	Efectos en otros componentes	Efectos en el sistema completo	Clase de peligro				Frecuencia de fallo	Método de detección	Compensación y comentarios
				1	2	3	4			
Válvula de gas	Atascada al abrir	Quemador continúa operando. Válvula de presión se abre	Presión y temperatura del agua incrementan. Agua → Vapor	3				Razonablemente probable	Agua en el grifo está muy caliente. Válvula de alivio de presión abierta (observación)	Abrir grifo de agua caliente para liberar presión. Apagar el suministro de gas. Válvula de alivio de presión se compensa.
	Atascada al cerrar	Quemador deja de operar	El sistema falla al producir agua caliente	1				Remota	Observar la salida (temperatura del agua muy baja)	
Dispositivo de medición y comparación de temperatura	Falla al reaccionar al aumento de temperatura sobre el nivel predefinido	Controlador, válvula de gas, quemador continúa encendido. Válvula de alivio de presión abre	Temperatura de agua muy alta Agua → Vapor	3				Remota	Observar grifos de salida	Válvula de alivio de presión se compensa. Abrir grifo de agua caliente para liberar presión. Apagar suministro de gas

Fuente: Adaptada de (Lees, 1996)

La metodología de análisis de riesgos de DOW conlleva los siguientes pasos, ejemplificados en un diagrama en la figura A3.2:

1. Se divide la instalación en “unidades de proceso”, ya sea en las líneas de proceso específicas, equipos individuales u operaciones unitarias. La elección de estas unidades dependerá del nivel de detalle deseado, tomando en cuenta un análisis homogéneo en todo el proceso.
2. Determinar el Factor de Material (FM) para el compuesto/sustancia química presente, el cual es un valor numérico del 1 al 40 que depende de la inflamabilidad y reactividad del mismo. Este valor se obtiene de una tabla que presenta la guía de DOW. Se pueden encontrar valores definidos para 300 sustancias, aproximadamente (como por ejemplo para el cloroformo con valor de 1 o nitrato de etilo con un valor de 40). También se cuenta con una tabla para sustancias no incluidas en la lista.
3. Calcular Factor de Riesgos Generales de Proceso (F1), el cual consiste en una suma de valores entre 0.1 y 1.25, y depende de sus: Reacciones exotérmicas (hidrogenación, hidrolisis, halogenación, etc.), Reacciones endotérmicas (calcinación, pirolisis, etc.), Manejo y transferencia de materiales, Unidades de proceso en locales cerrados, Acceso y Drenaje. Tanto estos valores como los necesarios para el cálculo del punto siguiente se encuentran en la guía DOW.
4. Calcular Factor de Riesgos Especiales del Proceso (F2). Al igual que F1 consiste en penalizaciones, las cuales dependerán de: Temperatura del proceso, Presión baja, Operación en condiciones de inflamabilidad o cercanas a ella, Explosión de polvo, Presión de alivio, Baja temperatura, Cantidad de material inflamable, etc.
5. Calcular Factor de Riesgo (F3) multiplicando F2 y F1.
6. Determinar el Índice DOW de Incendio y Explosión (IIE) multiplicando F3 y FM.
7. Determinar el Área de exposición (AE), el cual es un valor proporcional al IIE y que se determina a partir de una gráfica presente en la guía DOW.
8. Determinar el Valor de Sustitución (VS) multiplicando: el costo original del equipo o instalación que pueda perderse por 0.82, que es un valor estadístico (debido a partes que no se pierden por completo), y el Factor de Escala (FE), el cual es una relación de AE con respecto al área total de la instalación.

9. Determinar Factor de Daño (FD), el cual se obtiene de una gráfica con base en FM y F3.
10. Determinar el Máximo Daño Probable a la Propiedad base (MPPD) siendo un producto de FD y VS.
11. Determinar Factores de Bonificación (FB y FBE). Una vez que se han tomado en cuenta todos los factores de material y riesgo, se pretende llegar a un valor más realista tomando en cuenta aspectos de seguridad o medidas preventivas. Estos aspectos son: Control de proceso (C1), Aislamiento de materiales (C2) y Protección contra el fuego (C3). Estos valores individuales son producto de valores específicos (entre 0.75 y 0.99) proporcionados en la guía de DOW Chemical.
 - a. FB es el producto de C1, C2 y C3.
 - b. FBE es el valor del Factor de Bonificación Efectivo, el cual se obtiene por medio de una gráfica con respecto a FB.
12. Calcular el Daño Máximo Probable a la Propiedad real, siendo el producto de FBE y MPPD base.
13. Determinar los Máximos Días Probables Perdidos (MPDO) obtenido conforme a la gráfica presente de la guía de DOW Chemical, el cual depende de MPPD en millones de dólares como unidad.
14. Calcular el coste asociado a la interrupción de la actividad industrial (BI) utilizando la ecuación: $\frac{MPDO}{30} * (VPM) * (0.7)$, donde VPM es el valor mensual de la producción.

Como en otras metodologías, el Índice de DOW permite un orden para la determinación de riesgos al dividir la instalación en unidades. Con esto se puede determinar en qué partes del proceso se puede enfocar más las medidas de prevención u corrección respecto a los riesgos, por lo que resulta ser muy útil, sobre todo, al considerar los riesgos generales y especiales del proceso, los cuales abarcan elementos que en metodologías cualitativas podrían pasarse por alto. Sin embargo, un aspecto a considerar es que el Área de Exposición que se determina a partir de este método puede resultar más ambiguo que al utilizar modelos o simuladores computacionales que presenten con más exactitud el área en caso de accidente.

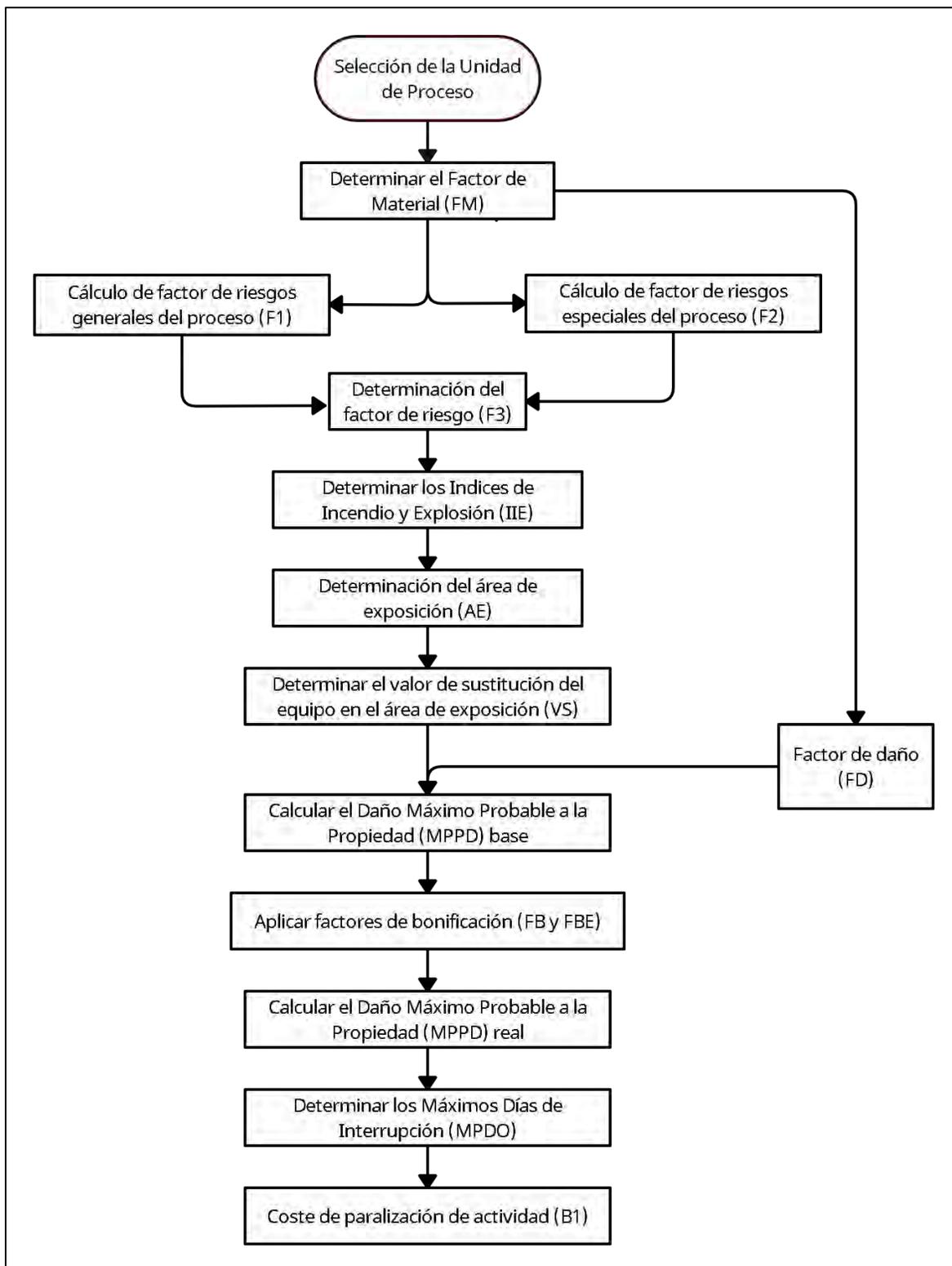


Figura A3.2. Procedimiento para el método “Índice de DOW”.
Fuente: Adaptada de (Dirección General de Protección Civil, 1994)

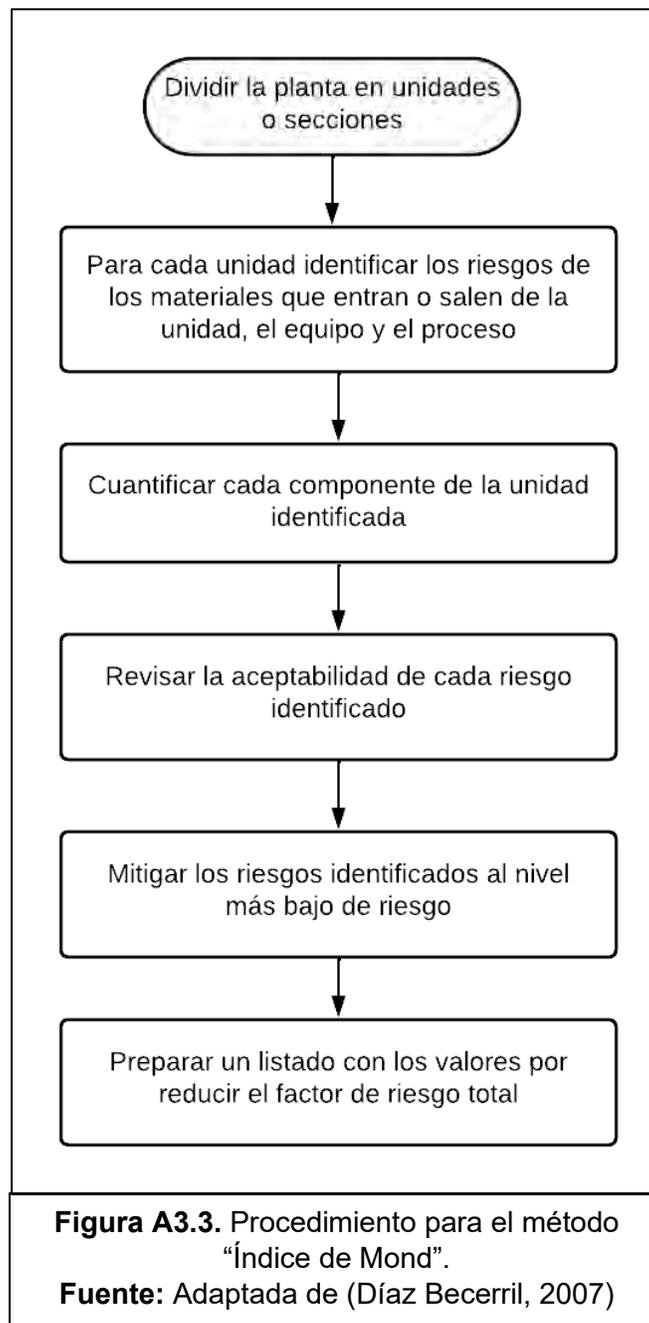
A3.4. Índice de Mond

Fue desarrollado por la compañía “Imperial Chemical Industries PLC” a partir del índice DOW, cuya primera versión fue publicada en 1979. La principal diferencia frente al Índice de DOW es que el Índice de MOND considera la toxicidad de las sustancias presentes (por contacto o inhalación), introduciéndola como un factor independiente; además de tomar en cuenta más parámetros de riesgo y bonificaciones para el cálculo del índice.

En cuanto al procedimiento a seguir, los pasos son, básicamente, los mismos al Índice de DOW, sin embargo, al ser más detallado, tiene en cuenta un mayor número de parámetros de riesgo y bonificaciones, así como cálculos para ciertos factores. La mayor diferencia respecto al índice de DOW recae en el factor de toxicidad, el cual toma en cuenta los siguientes aspectos:

- TLV-TWA, siendo el de mayor criterio de peligro 0.001ppm o menos hasta el de menor riesgo de 1000ppm. Para sustancias con un TLV-TWA mayor al 1%, el factor es de 0.
- Forma del material: Estado físico de la sustancia y si no tiene color u olor.
- Factor de excursión: Relación entre el TWA y STEL, donde se toman en cuenta los valores resultantes entre 1.25 hasta 100 o más.
- Absorción por la piel.
- Factores físicos: Temperatura del ambiente mayor a 32°C y si existen partículas molestas.

Al igual que el índice de DOW, el Índice de Mond es una herramienta óptima para el análisis de riesgo, sin embargo, el índice de Mond pasa a ser una herramienta más completa debido a tener mayor número de parámetros de riesgo y bonificaciones y sobre todo al considerar la toxicidad de la sustancia. El uso de las mismas dependerá del proceso de la planta y, sobre todo, de la sustancia que se requiera estudiar. Otro detalle es que el índice de Mond utiliza menos recursos gráficos y mayores factores por medio de cálculos matemáticos, es por eso que software como medio de apoyo resulta ser útil y práctico, los cuales pueden ser encontrados en línea dentro múltiples plataformas.



A3.5. Método del árbol de fallos

La técnica del árbol de fallos nació en 1962 por *Bell Telephone Laboratories* para mejorar la fiabilidad del sistema de control del lanzamiento de cohetes, el cual está basado en las leyes de álgebra de Boole. Este método se basa en determinar un primer suceso llamado “suceso TOP”, el cual será descompuesto o ramificado en “sucesos intermedios” que, posteriormente, finalizarán en “sucesos básicos” para, así, poder calcular la probabilidad de ocurrencia de dichos sucesos. De la definición clara y precisa del TOP depende todo

el desarrollo del árbol, pues se identifican las cadenas de sucesos que conducen al accidente. Por tanto, por cada nuevo hecho planteado se generan nuevos árboles de fallos. El proceso finaliza cuando todos los fallos identificados son primarios y no es posible determinar sus causas.

Los conceptos básicos para poder realizar y entender el árbol de fallos son:

Suceso TOP: También nombrado como “suceso no deseado”, es el primer suceso en ser establecido y que encabeza el árbol de fallos. De este derivan todos los fallos que puedan ocurrir en el mismo.

Sucesos intermedios: Sucesos que se encuentran entre el suceso TOP y los sucesos básicos en el proceso y son representados con rectángulos.

Sucesos básicos: Son la parte final de la estructura del árbol de fallos, a partir de estos pueden ocurrir cualquier tipo de suceso hasta llegar al TOP. Estos no tienen una causa identificable.

Sucesos iniciadores: También denominados sucesos o fallos primarios, son los responsables primeros de una variación no deseada en el proceso.

Fallos primarios: Fallos que ocurren por defectos de componentes que participan en el proceso (por ejemplo, una pieza mal soldada).

Fallos secundarios: Fallos que ocurren debido a la interacción de factores externos y los componentes o equipos del proceso (como lo podría ser una tubería rota al ser golpeada). Siempre se conoce la causa de estos fallos.

Protecciones del sistema: Cualquier tipo de herramienta, equipo o acción que permite detener la expansión de una desviación de las condiciones normales de operación. Son representadas por las puertas lógicas INH.

Intervención operativa: Última acción por parte del personal para evitar la ocurrencia del suceso TOP.

Conjuntos mínimos de corte: Son los diferentes conjuntos de fallos críticos que, al producirse, provocan la anomalía global del sistema. El conocimiento de estos conjuntos de fallos primarios permite detectar los puntos débiles de la instalación analizada.

La principal ventaja del árbol de fallos es su representación gráfica, facilitando la comprensión de la causalidad, pudiendo observar cómo una serie de eventos consecutivos llevan directamente a un accidente. La conexión entre cada suceso se hace por medio de las puertas lógicas Y, O y INH (el operador condicional) utilizados en álgebra booleana. En la tabla A3.9 se muestra la simbología usada en los árboles de fallos, mientras que en la figura A3.4 se encuentra un diagrama con el uso de la diferente simbología.

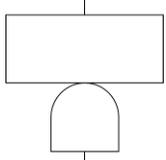
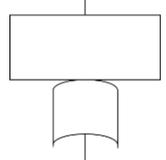
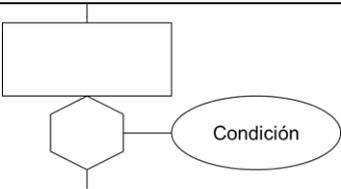
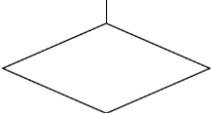
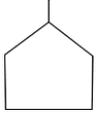
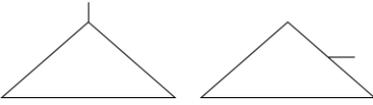
Tabla A3.9. Simbología del árbol de fallos		
	Fallo Primario	Fallo de un componente que no tiene una causa primera identificable. Es el máximo nivel de detalle del árbol
	Puerta lógica Y	El suceso de salida sucede solamente si se cumplen todos los sucesos de entrada
	Puerta lógica O	El suceso de salida ocurre si se cumple cualquiera de los sucesos de entrada
	Puerta lógica INH	El suceso de salida ocurre solamente si se dan los sucesos de entrada y se cumple la condición
	Suceso no desarrollado	Fallo de un componente que tiene una causa primaria pero no es identificado por falta de información
	Fallo secundario	Fallo de un componente que tiene una causa primera identificable
	Suceso externo	Condición o suceso dado por las condiciones exteriores al límite de la instalación

Tabla A3.9. Simbología del árbol de fallos		
	Transferencia	Puertas de transferencia que indican la división del árbol en algunas partes (entrada y salida)
Fuente: Adaptada de (Casal, et al., 1999)		

Los árboles de fallos contienen el cómo los sucesos de eventos lógicos conducen al fallo global del sistema. El análisis del árbol consiste en la resolución del modelo lógico que

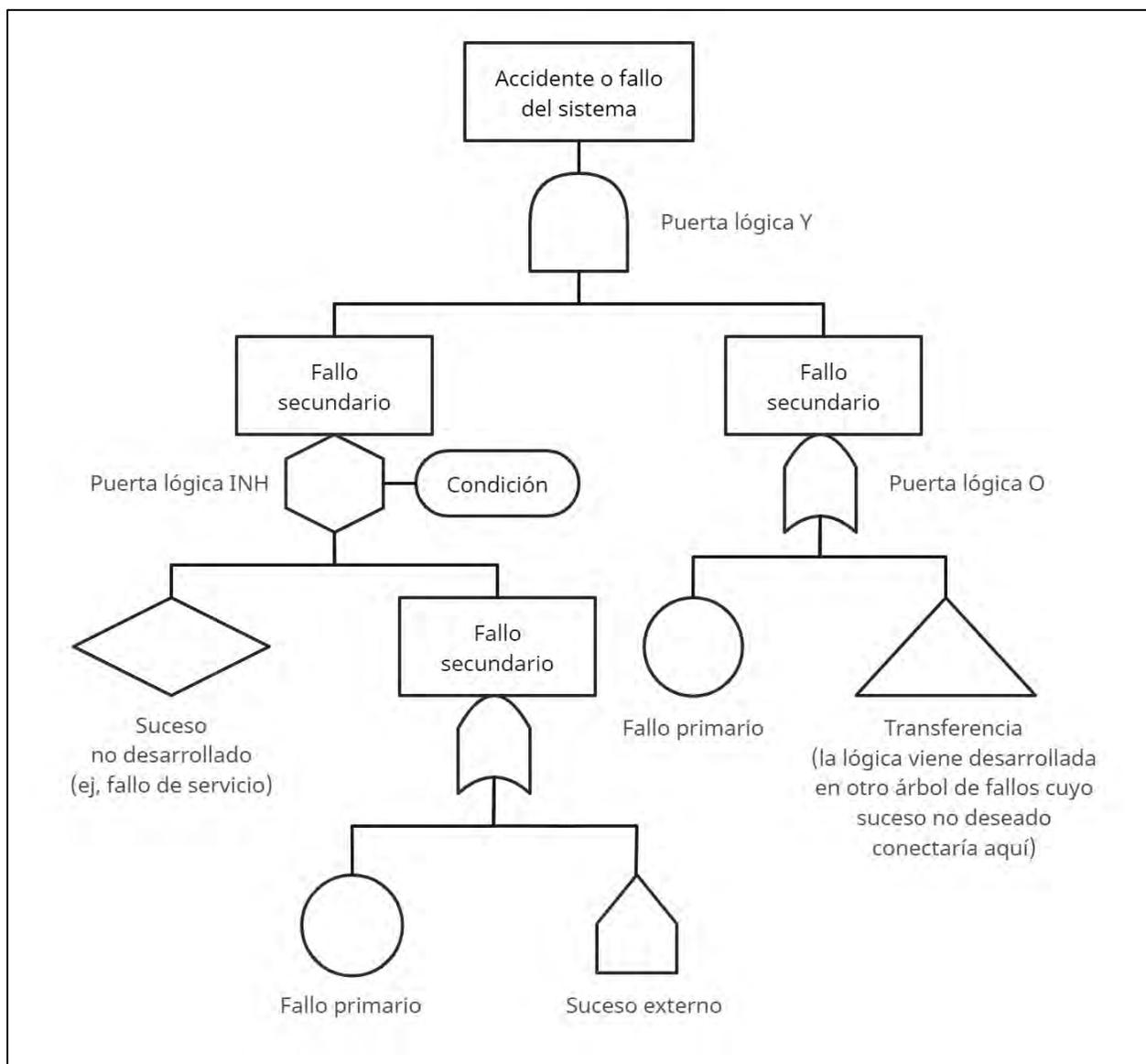


Figura A3.4. Estructura de un árbol de fallas.
Fuente: Adaptada de (Casal, et al., 1999)

representa el árbol, es decir, en encontrar la combinación de fallos primarios que puede producir el accidente estudiado, esto a través de la aplicación del álgebra de Boole.

Esto se logra al obtener todas las combinaciones de sucesos primarios que puedan hacer que ocurra el suceso TOP. Cada una de estas combinaciones es llamada “conjunto mínimo de fallo” o “conjunto mínimo de corte”. El análisis cuantitativo permite calcular la frecuencia de acontecimiento de un accidente y la indisponibilidad del sistema y, para poder llevarlo a cabo, es necesario conocer el tiempo de funcionamiento de la instalación y las tasas de fallo, el tiempo de reparación, la indisponibilidad y el tiempo de comprobación para cada componente. Debido a la complejidad de los árboles de fallo, actualmente es cotidiano usar programas de computadora para resolverlos.

A3.6. Método del árbol de sucesos

El árbol de sucesos es un método inductivo que parte de un evento o suceso iniciador para, después, ramificarlo de acuerdo a la ocurrencia o no ocurrencia de siguientes posibles sucesos. Esto se hace bifurcando cada suceso en dos, con una respuesta positiva (bifurcando hacia arriba) y una respuesta negativa (bifurcando hacia abajo), tal como se muestra en la figura A3.5.

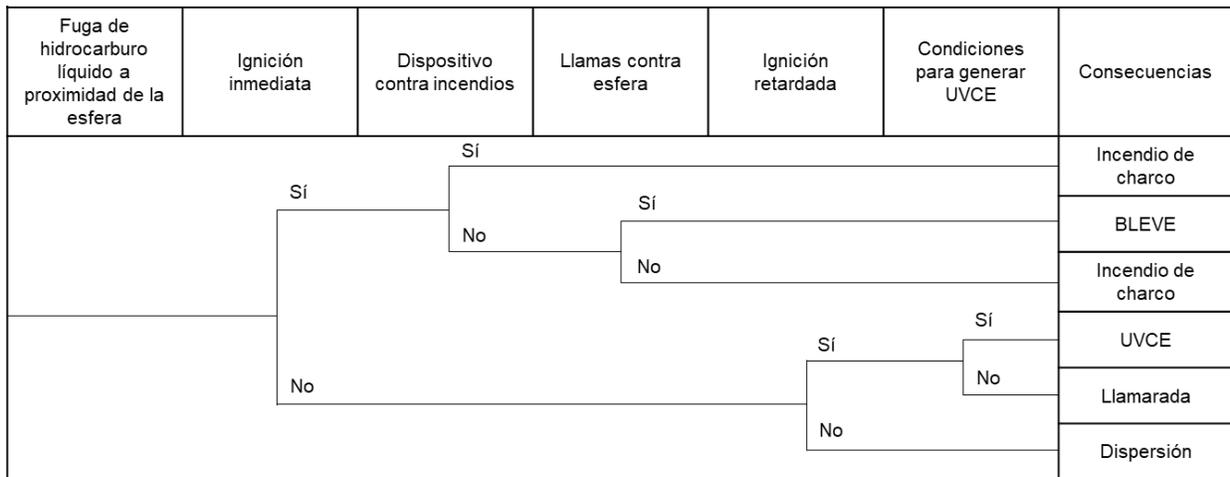


Figura A3.5. Ejemplo de árbol de sucesos de una fuga de hidrocarburos en las cercanías de un recipiente conteniendo GLP.

Fuente: Adaptado de (Dirección General de Protección Civil, 1994)

Anexo 5. Guía de elaboración del Estudio de Riesgo Ambiental



SUBSECRETARÍA DE GESTIÓN PARA LA PROTECCIÓN AMBIENTAL
Dirección General de Gestión Integral de Materiales
y Actividades Riesgosas

GUÍA PARA LA ELABORACIÓN DEL ESTUDIO DE RIESGO AMBIENTAL PARA EMPRESAS QUE REALIZAN ACTIVIDADES ALTAMENTE RIESGOSAS (ESTABLECIMIENTOS EN OPERACIÓN).

TRÁMITE SEMARNAT-07-008

(Revisión 2)

Instrucciones generales

La presente guía aplica para establecimientos o instalaciones que se encuentran en operación. En la elaboración del estudio es necesario que cada uno de los puntos que la integran sea desarrollado con el detalle y profundidad técnica suficiente, capaz de sustentar la evaluación integral de la instalación, por lo que es necesario no considerarse como un cuestionario. Es necesario que toda la información sea legible y actualizada y deberá ser presentada en idioma español.

En lo referente a la información relacionada con planos; por ejemplo, los Diagramas de Tubería e Instrumentación (DTIs), es necesario que sean presentados con base en la ingeniería de detalle; asimismo, es necesario presentar anexo al Estudio de Riesgo, un Resumen Ejecutivo del mismo.

Es necesario que el interesado presente el estudio de riesgo ambiental; siguiendo el orden establecido por el capitulo y sus numerales, utilizando separadores que permitan distinguir claramente lo que corresponde a cada apartado, lo cual permitirá realizar una gestión más eficaz y eficiente a ambas partes y una comunicación más efectiva.

Es importante resaltar que el Estudio de Riesgo es la base técnica para la aprobación del Programa para la Prevención de Accidentes, ya que la identificación y jerarquización de los peligros y riesgos, así como su estimación de consecuencias con bases metodológicas, constituyen una poderosa herramienta en la prevención de accidentes, principalmente los accidentes mayores, que pudieran ocurrir en los establecimientos en que se manejen sustancias peligrosas para la población, sus bienes y el medio ambiente.

Determinación del Nivel del Estudio

La imagen muestra los cuatro niveles diferentes de información para la presentación de los estudios del riesgo ambiental; de acuerdo con las características del establecimiento o instalación:

Nivel 0 (Ductos Terrestres)

CAPÍTULO I. DATOS GENERALES

Es necesario que la información solicitada en este apartado, sea presentada de manera legible y sin abreviaturas.

- I.1. Nombre o razón social de la empresa u organismo¹.
- I.2. Registro Federal de Contribuyentes de la empresa.
- I.3. Número de registro del Sistema de Información Empresarial Mexicano (SIEM) (opcional).
- I.4. Cámara o asociación a la que pertenece, indicando el número de registro y la fecha de afiliación (opcional).
- I.5. Actividad productiva principal del establecimiento.
- I.6. Clave del Catálogo M A P
- I.7. Código ambiental (CA)
- I.8. Domicilio del establecimiento (Anexar croquis)
- I.9. Domicilio para oír y recibir notificaciones
- I.10. Fecha de inicio de operación
- I.11. Número de trabajadores equivalente (opcional)
- I.12. Total de horas semanales trabajadas en planta (opcional)
- I.13. Número de trabajadoras promedio, por día y por turno laborado.
- I.14. ¿Es maquiladora de régimen de importación temporal? (opcional)
- I.15. ¿Pertenece a alguna corporación? (opcional)
- I.16. Participación de capital.
- I.17. Número de empleos indirectos a generar.
- I.18. Inversión estimada (M.N.)
- I.19. Nombre del gestor o promovente
- I.20. Registro Federal de Contribuyentes del gestor o promovente.
- I.21. Departamento proponente del estudio de riesgo.
- I.22. Nombre completo, firma y puesto de la persona responsable de la instalación (Representante Legal). Anexar comprobantes que identifiquen la capacidad jurídica del responsable de la empresa, suficientes para suscribir el presente documento.

¹ Anexar copia simple del instrumento jurídico mediante el cual se constituyó la empresa (acta constitutiva, escritura pública o decreto)

- I.23. Nombre completo y firma del representante legal de la empresa, bajo protesta de decir la verdad.
- I.24. Nombre de la compañía encargada de la elaboración del estudio de riesgo (en su caso).
- I.25. Domicilio de la compañía encargada de la elaboración del estudio de riesgo (Indicando Calle, Número Interior y Exterior, Colonia, Municipio o Delegación, Código Postal, Entidad Federativa, Teléfono, Fax)
- I.26. Nombre completo, puesto y firma de la persona responsable de la elaboración del estudio.

CAPÍTULO II. DESCRIPCIÓN GENERAL DE LA INSTALACIÓN:

- II.1. Nombre de la instalación, haciendo una breve descripción de la actividad.
 - II.1.1. Planes de crecimiento a futuro, señalando la fecha estimada de realización.
 - II.1.2. Fecha de inicio de operaciones.
 - II.1.3. Describir la instalación, indicando alcance e instalaciones que lo conforman, origen, destino, número de líneas, diámetro, longitud, servicio, capacidad proyectada, inversión y vida útil.
 - II.1.4. Señalar cual es su antigüedad y vida útil remanente.
- II.2. Ubicación del ducto en operación.
 - II.2.1. Incluir un mapa de la región legible a escala adecuada, indicativo de la trayectoria y ubicación del ducto, así como coordenadas y colindancias.
 - II.2.2. Adjuntar planos de trazo y perfil del ducto, donde se incluya información sobre especificaciones y profundidad del ducto, condiciones de operación, cruzamientos, usos del suelo, clase o localización del sitio, señalamientos, otros.
 - II.2.2.1. Incluir una tabla indicativa de cruzamientos con ríos, carreteras, ductos, lagos, otros; señalando kilometraje de ubicación.
 - II.2.3. Descripción de accesos (marítimos y terrestres).
- II.3. Especificar las autorizaciones oficiales con que cuentan para realizar la actividad en estudio (Permiso de Comisión Nacional del Agua (CNA), permiso de uso del suelo, permiso de construcción, autorización en materia de Impacto Ambiental, contratos de arrendamiento, permisos de propietarios, etc.). Anexar comprobantes (opcional).

CAPÍTULO III. ASPECTOS DEL MEDIO NATURAL Y SOCIOECONÓMICO.

La información presentada en este apartado, tendrá que estar referenciada y sustentada en fuentes confiables y actualizadas, debiéndose señalar en el estudio dicha referencia.

- III.1. Descripción de los sitios o áreas seleccionadas para la ubicación del ducto, considerando el entorno natural, incluyendo información relevante sobre intemperismos, flora, fauna, hidrología,

asentamientos residenciales, comerciales o industriales, cruces, etc. en una franja de 200 metros, paralela a la trayectoria del ducto.

III.1.1 Incluir planos de la región, indicativos de la ubicación de zonas vulnerables o puntos de interés (asentamientos humanos, áreas naturales protegidas, zonas de reserva ecológica, cuerpos de agua, etc.). Señalando, claramente tanto el plano como en una tabla los distanciamientos a las mismas; así como la densidad demográfica de las zonas habitadas cercanas al trazo del proyecto.

III.2 ¿Los sitios o áreas que conforman la trayectoria del ducto se encuentran en zonas susceptibles a:

- Terremotos (sismicidad)?
- Corrimientos de tierra?
- Derrumbamientos o hundimientos?
- Inundaciones (historial de 10 años)?
- Pérdidas de suelo debido a la erosión?
- Contaminación de las aguas superficiales debido a escurrimientos y erosión?
- Riesgos radiológicos?
- Huracanes?

Los casos contestados afirmativamente, describirlos a detalle.

III.3. Describir detalladamente las características climáticas entorno a la instalación, con base en el comportamiento histórico de los últimos 10 años (temperatura máxima, mínima y promedio; dirección y velocidad del viento; humedad relativa; precipitación pluvial).

III.4. Indicar el deterioro esperado en la flora y fauna por la realización de actividades de la instalación, principalmente en aquellas especies en peligro de extinción.

CAPÍTULO IV. INTEGRACIÓN DEL PROYECTO A LAS POLÍTICAS MARCADAS EN EL PROGRAMA DE DESARROLLO URBANO LOCAL.

Señalar si las actividades de la instalación se encuentran enmarcadas con las políticas del Programa de Desarrollo Urbano Local, que tengan vinculación directa con las mismas. Anexar el plano del referido Programa de Desarrollo Urbano de la zona donde se localiza la instalación.

CAPÍTULO V. DESCRIPCIÓN DEL SISTEMA DE TRANSPORTE.

V.1. Indicar las bases de diseño y normas utilizadas para la construcción del ducto, así como los procedimientos de certificación de materiales empleados, los límites de tolerancia a la corrosión, recubrimientos a emplear y bases de diseño y ubicación de válvulas de seccionamiento, venteo y control.

V.2. Señalar la infraestructura requerida para la operación del ducto, tales como bombas, trampas, estaciones de regulación o compresión, venteos, etc. (Indicar en forma de lista en el caso de ampliaciones, la infraestructura actual y proyectada).

- V.3 Incluir las hojas de datos de seguridad (MSDS) de las sustancias y/o materiales peligrosos involucrados, de acuerdo a la NOM-114-STPS-1994, "Sistema para la identificación y comunicación de riesgos por sustancias químicas en los centros de trabajo", de aquellas sustancias consideradas peligrosas que presenten alguna característica CRETIB.
- V.4. Condiciones de operación.
 - V.4.1 Describir las condiciones de operación del ducto (flujo, temperaturas y presiones de diseño y operación), así como el estado físico de la(s) sustancia(s) transportada(s).
 - V.4.2 Describir las características de la instrumentación y control.

CAPÍTULO VI. ANÁLISIS Y EVALUACIÓN DE RIESGOS.

- VI.1 Antecedentes de accidentes e incidentes ocurridos en ductos similares, describiendo brevemente el evento, las causas, sustancia(s) involucrada(s), nivel de afectación y en su caso, acciones realizadas para su atención.
- VI.2 Identificar los puntos probables de riesgo, empleando una metodología específica (p.ej. Que pasa sí/Lista de Verificación, Hazid (Identificación de Peligros), Hazop, Arbol de Fallas) o en su caso, cualquier otra cuyos alcances y profundidad de identificación sean similares, debiéndose aplicar la metodología de acuerdo a las especificaciones propias de la misma. En caso de modificar la aplicación, tendrá que sustentarse técnicamente.

Bajo el mismo contexto, indicar los criterios de selección de la(s) metodología(s) utilizadas para la identificación y jerarquización de riesgos. Asimismo, anexas la memoria descriptiva de la(s) metodología(s) empleada(s).

En la aplicación de la(s) metodología(s) utilizada(s), se tendrán que considerar todos los aspectos de riesgo de cada uno de los nodos y sectores que conforman la instalación.

Para la jerarquización de Riesgos se podrá utilizar: Matriz de Riesgos, metodologías cuantitativas de identificación de riesgos, o bien, aplicar criterios de peligrosidad de los materiales en función de los gastos, condiciones de operación y/o características CRETIB o algún otro método que justifique técnicamente dicha jerarquización.

- VI.3 Determinar los radios potenciales de afectación, a través de la aplicación de modelos matemáticos de simulación, del o los eventos máximos probables de riesgo, identificados en el punto VI.2, e incluir la memoria de cálculo para la determinación de los gastos, volúmenes y tiempos de fuga utilizados en las simulaciones, debiendo justificar y sustentar todos y cada uno de los datos empleados en estas determinaciones.

Para definir y justificar las zonas de seguridad al entorno de la instalación, es necesario utilizar los parámetros que se indican a continuación:



	TOXICIDAD (CONCENTRACIÓN)	INFLAMABILIDAD (RADIACION TERMICA)	EXPLOSIVIDAD (SOBREPRESION)
Zona de Alto Riesgo	IDLH	5 KW/m ² o 1,500 BTU/Pie ² h	1.0 lb/plg ²
Zona de Amortiguamiento	TLV ₈ o TLV ₁₅	1.4 KW/m ² o 440 BTU/Pie ² h	0.5 lb/plg ²

NOTAS: 1) En modelaciones por toxicidad, es necesario considerar las condiciones meteorológicas más críticas del sitio con base en la información de los últimos 10 años, en caso de no contar con dicha información, es necesario utilizar Estabilidad Clase F y velocidad del viento de 1.5 m/s.

2) Para el caso de simulaciones por explosividad, considerar en la determinación de las Zonas de Alto Riesgo y Amortiguamiento el 10% de la energía total liberada.

- VI.4 Representar las zonas de alto riesgo y amortiguamiento en un plano a escala adecuada, donde se indiquen los puntos de interés que pudieran verse afectados (asentamientos humanos, cuerpos de agua, vías de comunicación, caminos, etc.).
- VI.5 Realizar un análisis y evaluación de posibles interacciones de riesgo con otras áreas, equipos o instalaciones próximas a la instalación que se encuentren dentro de la Zona de Alto Riesgo, indicando las medidas preventivas orientadas a la reducción del riesgo de las mismas.
- VI.6 Indicar claramente las recomendaciones técnico operativas resultantes de la aplicación de la metodología para la identificación de riesgos, así como de la evaluación de los mismos, señalados en los puntos VI.2 y VI.3.
- VI.7 Presentar reporte del resultado de la última auditoría de seguridad practicada a las instalaciones que conforman el ducto, anexando en su caso, el programa calendarizado para el cumplimiento de las recomendaciones resultantes de la misma.

Los aspectos que tendrán que considerarse en la Auditoría son, entre otros:

- La revisión de normas y especificaciones de diseño y construcción de las líneas e instalaciones.
- La existencia y aplicación de procedimientos y programas, para garantizar la adecuada operación y mantenimiento de las instalaciones que conforman las líneas.
- La implementación de los sistemas de identificación y señalamientos con que se cuenta a lo largo de las líneas para el respeto del derecho de vía.
- Los programas de inspección, verificación o pruebas, que certifiquen la calidad integral, resistencia mecánica y protección de las instalaciones que conforman las líneas (Medición de espesores, radiografiado, certificación de accesorios y conexiones, protección mecánica y catódica, pruebas hidrostática y neumática, etc.).

- Programas de revisión de los sistemas y dispositivos de seguridad, tales como alarmas, reguladores de presión o temperatura, instrumentos de control, válvulas de alivio, incluidos los programas de calibración de la instrumentación y elementos de control; así como, de los sistemas y equipos contra-incendio.
- Verificar que el potencial de riesgo reportado en el estudio de riesgo evaluado, no se halla modificado y si es el caso, reportar sobre los nuevos radios de afectación determinados.
- Reparaciones o sustitución de tramos efectuados a las líneas.
- Disponibilidad del equipo necesario de protección personal para operación, mantenimiento y de primeros auxilios
- Vulnerabilidad de la zona (asentamientos humanos irregulares, zonas habitacionales, áreas naturales protegidas, etc).

Cabe señalar, que es necesario poner especial énfasis en aquellas áreas que resultaron ser las de mayor riesgo, de acuerdo con los resultados del estudio de riesgo.

- VI.8 Describir a detalle las medidas, equipos, dispositivos y sistemas de seguridad con que contará la instalación, considerados para la prevención, control y atención de eventos extraordinarios.
- VI.9 Indicar las medidas preventivas, incluidos los programas de mantenimiento e inspección, así como los programas de contingencias que se aplicarán durante la operación normal de la instalación, para evitar el deterioro del medio ambiente, además de aquellas orientadas a la restauración de la zona afectada en caso de accidente.

CAPÍTULO VII. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.

- VII.1 Hacer un resumen de la situación general que presenta la instalación en materia de riesgo ambiental, señalando las desviaciones encontradas y posibles áreas de afectación.
 - VII.1.1 Con base en el punto anterior, señalar todas las recomendaciones derivadas del análisis de riesgo efectuado, incluidas aquellas determinadas en función de la identificación, evaluación e interacciones de riesgo y las medidas y equipos de seguridad y protección con que contará la instalación, para mitigar, eliminar o reducir los riesgos identificados.
- VII.2 Señalar las conclusiones del estudio de riesgo.

CAPÍTULO VIII. ANEXO FOTOGRÁFICO

- VIII.1 Presentar anexo fotográfico o video de los sitios de interés cercanos al trazo en el que se muestren las colindancias, origen, destino final y puntos de interés cercanos al mismo (asentamientos humanos, áreas naturales protegidas, zonas de reserva ecológica, cuerpos de agua, etc.).

Capítulos comunes a los niveles 1, 2 y 3

CAPÍTULO I. DATOS GENERALES

Es necesario que la información solicitada en este apartado, sea presentada de manera legible y sin abreviaturas.

- I.1. Nombre o razón social de la empresa u organismo².
- I.2. Registro Federal de Contribuyentes de la empresa.
- I.3. Número de registro del Sistema de Información Empresarial Mexicano (SIEM) (opcional).
- I.4. Cámara o asociación a la que pertenece, indicando el número de registro y la fecha de afiliación (opcional).
- I.5. Actividad productiva principal del establecimiento.
- I.6. Clave del Catálogo M A P
- I.7. Código ambiental (CA)
- I.8. Domicilio del establecimiento (Anexar croquis)
- I.9. Domicilio para oír y recibir notificaciones
- I.10. Fecha de inicio de operación
- I.11. Número de trabajadores equivalente (opcional)
- I.12. Total de horas semanales trabajadas en planta (opcional)
- I.13. Número de trabajadoras promedio, por día y por turno laborado.
- I.14. ¿Es maquiladora de régimen de importación temporal? (opcional)
- I.15. ¿Pertenece a alguna corporación? (opcional)
- I.16. Participación de capital.
- I.17. Número de empleos indirectos a generar.
- I.18. Inversión estimada (M.N.)
- I.19. Nombre del gestor o promovente
- I.20. Registro Federal de Contribuyentes del gestor o promovente.
- I.21. Departamento proponente del estudio de riesgo.
- I.22. Nombre completo, firma y puesto de la persona responsable de la instalación (Representante Legal).

² Anexar copia simple del instrumento jurídico mediante el cual se constituyó la empresa (acta constitutiva, escritura pública o decreto)

Anexar comprobantes que identifiquen la capacidad jurídica del responsable de la empresa, suficientes para suscribir el presente documento.

- I.23. Nombre completo y firma del representante legal de la empresa, bajo protesta de decir la verdad.
- I.24. Nombre de la compañía encargada de la elaboración del estudio de riesgo (en su caso).
- I.25. Domicilio de la compañía encargada de la elaboración del estudio de riesgo (Indicando Calle, Número Interior y Exterior, Colonia, Municipio o Delegación, Código Postal, Entidad Federativa, Teléfono, Fax)
- I.26. Nombre completo, puesto y firma de la persona responsable de la elaboración del estudio de riesgo.

CAPÍTULO II. DESCRIPCIÓN GENERAL DE LA INSTALACIÓN

- II.1. Nombre de la instalación, haciendo una breve descripción de la actividad.
 - II.1.1. Planes de crecimiento a futuro, señalando la fecha estimada de realización.
 - II.1.2. Fecha de inicio de operaciones.
- II.2. Ubicación de la instalación.
 - II.2.1. Planos de localización a escalas adecuadas y legibles, marcando puntos importantes de interés cercanos a la instalación o proyecto en un radio de 500 m.
 - II.2.2. Coordenadas geográficas de la instalación (no aplica para zonas urbanas).
 - II.2.3. Describir y señalar en los planos de localización, las colindancias de la instalación y los usos del suelo en un radio de 500 metros en su entorno, así como la ubicación de zonas vulnerables, tales como: asentamientos humanos, áreas naturales protegidas, zonas de reserva ecológica, cuerpos de agua, etc.; señalando claramente los distanciamientos a las mismas.
 - II.2.4. Superficie total de la instalación y superficie requerida para el desarrollo de la actividad (m² o Ha).
 - II.2.5. Descripción de accesos (marítimos, terrestres y/o aéreos).
 - II.2.6. Infraestructura necesaria. Para el caso de ampliaciones, indicar en forma de lista, la infraestructura actual y la proyectada.
- II.3. Actividades que tengan vinculación con las que se pretendan desarrollar en la instalación (industriales, comerciales y/o de servicios).
- II.4. Número de personal necesario para la operación de la instalación.

- II.5. Especificar las autorizaciones oficiales con que cuentan para realizar la actividad en estudio (licencia de funcionamiento, permiso de uso del suelo, permiso de construcción, autorización en materia de Impacto Ambiental, etc.). Anexar comprobantes (opcional).

CAPÍTULO III. ASPECTOS DEL MEDIO NATURAL Y SOCIOECONÓMICO.

La información presentada en este CAPÍTULO, tendrá que estar referenciada y sustentada en fuentes confiables y actualizadas, debiéndose señalar en el estudio dicha referencia.

- III.1 Describir las características del entorno ambiental a la instalación en donde se contemple: Flora, fauna, suelo, aire y agua.
- III.2 Describir detalladamente las características climáticas entorno a la instalación, con base en el comportamiento histórico de los últimos 10 años (temperatura máxima, mínima y promedio; dirección y velocidad del viento; humedad relativa; precipitación pluvial).
- III.3 Indicar la densidad demográfica de la zona donde se ubica la instalación.
- III.4 Indicar los giros o actividades desarrolladas por terceros, entorno a la instalación.
- III.5. Indicar el deterioro esperado en la flora y fauna por la realización de actividades de la instalación, principalmente en aquellas especies en peligro de extinción.
- III.6. ¿El sitio de la instalación de la planta, está ubicado en una zona susceptible a:
- () Terremotos (sismicidad)?
 - () Corrimientos de tierra?
 - () Derrumbamientos o hundimientos?
 - () Efectos meteorológicos adversos (inversión térmica, niebla, etc.)?
 - () Inundaciones (historial de 10 años)?
 - () Pérdidas de suelo debido a la erosión?
 - () Contaminación de las aguas superficiales debido a escurrimientos y erosión?
 - () Riesgos radiológicos?
 - () Huracanes?

Los casos contestados afirmativamente, describirlos a detalle.

- III.7. Sí es de su conocimiento que existe un historial epidémico y endémico de enfermedades cíclicas en el área de las instalaciones, proporcione la información correspondiente.

CAPÍTULO IV. INTEGRACIÓN DEL PROYECTO A LAS POLÍTICAS MARCADAS EN EL PROGRAMA DE DESARROLLO URBANO LOCAL.

Señalar si las actividades de la instalación se encuentran enmarcadas con las políticas del Programa de Desarrollo Urbano Local, que tengan vinculación directa con las mismas. Anexar el plano del referido Programa de Desarrollo Urbano de la zona donde se localiza la instalación.

CAPÍTULO V. DESCRIPCIÓN DEL PROCESO

Para el nivel 1 ver página 13
Para el nivel 2 ver página 16
Para el nivel 3 ver página 19

CAPÍTULO VI. ANÁLISIS Y EVALUACIÓN DE RIESGOS

Para el nivel 1 ver página 14
Para el nivel 2 ver página 17
Para el nivel 3 ver página 20

CAPÍTULO VII. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.

- VII.1 Presentar un Resumen Ejecutivo del Estudio de Riesgo, que contendrá los datos generales de la empresa y la relación de sustancias peligrosas manejadas, capacidad y tipo de almacenamiento.
- VII.2. Hacer un resumen de la situación general que presenta la instalación en materia de riesgo ambiental, señalando las desviaciones encontradas y posibles áreas de afectación.
 - VII.2.1 Con base en el punto anterior, señalar todas las recomendaciones derivadas del análisis de riesgo efectuado, incluidas aquellas determinadas en función de la identificación, evaluación e interacciones de riesgo y las medidas y equipos de seguridad y protección con que contará la instalación para mitigar, eliminar o reducir los riesgos identificados.
- VII.3 Señalar las conclusiones del estudio de riesgo.

CAPÍTULO VIII. ANEXO FOTOGRAFICO.

- VIII.1 Presentar anexo fotográfico o video del sitio de ubicación de la instalación, en el que se muestren las colindancias y puntos de interés cercanos al mismo. Así como de las instalaciones, áreas o equipos críticos.

NIVEL 1

CAPÍTULO V. DESCRIPCIÓN DEL PROCESO.

- V.1. Mencionar los criterios de diseño de la instalación con base a las características del sitio y a la susceptibilidad de la zona a fenómenos naturales y efectos meteorológicos adversos.
- V.2. Descripción detallada del proceso por líneas de producción, debiendo anexar diagramas de bloques.
- V.3 Listar todas las materias primas, productos, subproductos y residuos manejados en el proceso, señalando aquellas que se encuentren en los Listados de Actividades Altamente Riesgosas. Especificando nombre de la sustancia, cantidad máxima de almacenamiento en Kg, flujo en m³/h o millones de pies cúbicos estándar por día (MPCSD), concentración, capacidad máxima de producción, tipo de almacenamiento (granel, sacos, tanques, tambores, bidones, cuñetes, etc.) y equipo de seguridad.
- V.4. Presentar las hojas de datos de seguridad (MSD), de acuerdo a la NOM-114-STPS-1994, "Sistema para la identificación y comunicación de riesgos por sustancias químicas en los centros de trabajo", de aquellas sustancias consideradas peligrosas que presenten alguna característica CRETIB.
- V.5 Tipo de recipientes y/o envases de almacenamiento. Especificar: Características, código o estándares de construcción, dimensiones, cantidad o volumen máximo de almacenamiento por recipiente, indicando la sustancia contenida, así como los dispositivos de seguridad instalados en los mismos.
- V.6 Describir equipos de proceso y auxiliares, especificando características, tiempo estimado de uso y localización. Asimismo, anexar plano a escala del arreglo general de la instalación.

EJEMPLO:

EQUIPO	NOMENCLATURA DEL EQUIPO	CARACTERÍSTICAS Y CAPACIDAD	ESPECIFICACIONES	VIDA UTIL (INDICADA POR EL FABRICANTE)	TIEMPO ESTIMADO DE USO	LOCALIZACION DENTRO DEL ARREGLO GENERAL DE LA PLANTA
TANQUE DE ALMACENAMIENTO	T-1	TANQUE TIPO HORIZONTAL, DE ACERO INOXIDABLE CON SISTEMA DE CALENTAMIENTO, CON CAPACIDAD DE 100 m ³ .	ACERO INOXIDABLE SA-285 Gr. C ESPESOR ¼" DIAMETRO 2 m. ALTURA 6 m.	15 AÑOS.	5 AÑOS	AREA DE ALMACENAMIENTO DE SOLVENTES

- V.7 Condiciones de operación.
Anexar los diagramas de flujo, indicando la siguiente información:
 - V.7.1 Balance de materia
 - V.7.2 Temperaturas y Presiones de diseño y operación.

- V.7.3 Estado físico de las diversas corrientes del proceso.
- V.8 Características del régimen operativo de la instalación (continuo o por lotes).
- V.9 Diagramas de Tubería e Instrumentación (DTIs) con base en la ingeniería de detalle y con la simbología correspondiente.

CAPÍTULO VI. ANÁLISIS Y EVALUACIÓN DE RIESGOS.

- VI.1 Antecedentes de incidentes y accidentes ocurridos en la operación de las instalaciones o de procesos similares, describiendo brevemente: el evento, las causas, sustancias involucradas, nivel de afectación y en su caso, acciones realizadas para su atención.
- VI.2 Con base en los DTI's de la ingeniería de detalle, identificar y jerarquizar los riesgos en áreas de proceso, almacenamiento y transporte, mediante la utilización de alguna de las siguientes metodologías: Lista de verificación (Check List); ¿Que pasa sí ?; Índice Dow ; Índice Mond; Análisis de Modo Falla y Efecto (FMEA); o alguna otra con características similares a las anteriores y/o la combinación de éstas, debiéndose aplicar la metodología de acuerdo a las especificaciones propias de la misma,. En caso de modificar dicha aplicación, es necesario sustentarse técnicamente.

Bajo el mismo contexto, indicar los criterios de selección de la(s) metodología(s) utilizadas para la identificación y jerarquización de riesgos; asimismo, anexar el o los procedimientos y la(s) memoria(s) descriptiva(s) de las metodologías empleadas.

En la aplicación de la(s) metodología(s) utilizada(s), es necesario considerar todos los aspectos de riesgo de cada una de las áreas que conforman la instalación.

- VI.3 Determinar los radios potenciales de afectación, a través de aplicación de modelos matemáticos de simulación, del o los eventos máximos probables de riesgo identificados en el punto VI.2, e incluir la memoria de cálculo para la determinación de los gastos, volúmenes y tiempos de fuga utilizados en las simulaciones, es necesario justificar y sustentar todos y cada uno de los datos empleados en dichas determinaciones.

Para definir y justificar las zonas de seguridad al entorno de la instalación, es necesario utilizar los criterios que se indican a continuación:

	TOXICIDAD (CONCENTRACIÓN)	INFLAMABILIDAD (RADIACION TERMICA)	EXPLOSIVIDAD (SOBREPRESION)
Zona de Alto Riesgo	IDLH	5 KW/m ² o 1,500 BTU/Pie ² h	1.0 lb/plg ²
Zona de Amortiguamiento	TLV ₈ o TLV ₁₅	1.4 KW/m ² o 440 BTU/Pie ² h	0.5 lb/plg ²

- NOTAS:**
- 1)** En modelaciones por toxicidad, es necesario considerar las condiciones meteorológicas más críticas del sitio con base en la información de los últimos 10 años, en caso de no contar con dicha información, es necesario utilizar Estabilidad Clase F y velocidad del viento de 1.5 m/s.
 - 2)** Para el caso de simulaciones por explosividad, considerarse en la determinación de las Zonas de Alto Riesgo y Amortiguamiento el 10% de la energía total liberada.

- VI.4 Representar las zonas de alto riesgo y amortiguamiento en un plano a escala adecuada donde se indiquen los puntos de interés que pudieran verse afectados (asentamientos humanos, cuerpos de agua, vías de comunicación, caminos, etc.).
- VI.5 Realizar un análisis y evaluación de posibles interacciones de riesgo con otras áreas, equipos o instalaciones próximas a la instalación que se encuentren dentro de la Zona de Alto Riesgo, indicando las medidas preventivas orientadas a la reducción del riesgo de las mismas.
- VI.6 Indicar claramente las recomendaciones técnico operativas resultantes de la aplicación de la(s) metodología(s) para la identificación de riesgos, así como de la evaluación de los mismos, señalados en los puntos VI.2 y VI.3.
- VI.7 Presentar reporte del resultado de la última auditoría de seguridad practicada a la instalación, anexando en su caso, el programa calendarizado para el cumplimiento de las recomendaciones resultantes de la misma

Los aspectos que tendrán que considerarse en la Auditoría son, entre otros:

- La revisión de normas y especificaciones de diseño y construcción de los equipos e instalaciones (vías de acceso y maniobra, tanques de almacenamiento, capacidad de bombeo, etc.).
- La existencia y aplicación de procedimientos y programas, para garantizar la adecuada operación y mantenimiento de las instalaciones (Manuales con procedimientos de operación para cada área de la planta, paro, arranque y emergencias, mantenimiento preventivo, etc.).
- La implementación de los sistemas de identificación y codificación de los equipos (Identificación de tuberías, tanques, unidades de transporte de la planta, etc.).
- Los programas de verificación o pruebas, que certifiquen la calidad integral y resistencia mecánica de los equipos (Medición de espesores en tuberías y recipientes, radiografiado, certificación de accesorios y conexiones, pruebas hidrostáticas y neumáticas, etc.).
- Programas de revisión de los diversos sistemas de seguridad, así como los programas de la calibración de la instrumentación y elementos de control (válvulas de seguridad, disparo y alarmas, etc.).
- Disposición del equipo necesario de protección personal y de primeros auxilios.
- Disposición de los residuos industriales generados dentro de sus instalaciones.

Cabe señalar, que es necesario poner especial énfasis en aquellas áreas que resultaron ser las de mayor riesgo, de acuerdo con los resultados del estudio de riesgo.

- VI.8 Describir a detalle las medidas, equipos, dispositivos y sistemas de seguridad con que cuenta o contará la instalación, consideradas para la prevención, control y atención de eventos extraordinarios.
- VI.9 Indicar las medidas preventivas que se aplicarán durante la operación normal de la instalación, para evitar el deterioro del medio ambiente (sistemas anticontaminantes), incluidas aquellas a la restauración de la zona afectada en caso de accidentes.

NIVEL 2

CAPÍTULO V. DESCRIPCIÓN DEL PROCESO.

- V.1. Mencionar los criterios de diseño de la instalación con base a las características del sitio y a la susceptibilidad de la zona a fenómenos naturales y efectos meteorológicos adversos.
- V.2.- Descripción detallada del proceso por líneas de producción, reacción principal y secundarias en donde intervienen materiales considerados de alto riesgo (debiendo anexar diagramas de bloques).
- V.3 Listar todas las materias primas, productos y subproductos manejados en el proceso, señalando aquellas que se encuentren en los Listados de Actividades Altamente Riesgosas, especificando: Sustancia, cantidad máxima de almacenamiento en kg, flujo en m³/h o millones de pies cúbicos estándar por día (MPCSD), concentración, capacidad máxima de producción, tipo de almacenamiento (granel, sacos, tanques, tambores, bidones, cuñetes, etc.) y equipo de seguridad.
- V.4. Presentar las hojas de datos de seguridad (MSD), de acuerdo a la **NOM-114-STPS-1994, "Sistema para la identificación y comunicación de riesgos por sustancias químicas en los centros de trabajo"**, de aquellas sustancias consideradas peligrosas que presenten alguna característica **CRETI**.
- V.5. Tipo de recipientes y/o envases de almacenamiento, especificando: Características, código o estándares de construcción, dimensiones, cantidad o volumen máximo de almacenamiento por recipiente, indicando la sustancia contenida, así como los dispositivos de seguridad instalados en los mismos.
- V.6 Describir equipos de proceso y auxiliares, especificando características, tiempo estimado de uso y localización. Asimismo, anexar plano a escala del arreglo general de la instalación.

EJEMPLO:

EQUIPO	NOMENCLATURA DEL EQUIPO	CARACTERÍSTICAS Y CAPACIDAD	ESPECIFICACIONES	VIDA UTIL (INDICADA POR EL FABRICANTE)	TIEMPO ESTIMADO DE USO	LOCALIZACION DENTRO DEL ARREGLO GENERAL DE LA PLANTA
BOMBA	P-1	CENTRIFUGA SELLO HIDRAULICO 150-HP	460 VOLTS 3 FASES* 60 HERTZ ACERO INOXIDABLE. 1400 LITROS/MIN.	10 AÑOS.	3 AÑOS	AREA DE SULFONACION

- V.7 Condiciones de operación.
Anexar los diagramas de flujo, indicando la siguiente información:
 - V.7.1 Balance de materia.

- V.7.2 Temperaturas y Presiones de diseño y operación.
- V.7.3 Estado físico de las diversas corrientes del proceso.
- V.8 Características del régimen operativo de la instalación (continuo o por lotes).
- V.9 Diagramas de Tubería e Instrumentación (DTI's) con base en la ingeniería de detalle y con la simbología correspondiente.

CAPÍTULO VI. ANÁLISIS Y EVALUACIÓN DE RIESGOS.

- VI.1 Antecedentes de incidentes y accidentes ocurridos en la operación de las instalaciones o de procesos similares, describiendo brevemente el evento, las causas, sustancias involucradas, nivel de afectación y en su caso, acciones realizadas para su atención.
- VI.2 Con base en los DTIs de la ingeniería de detalle, identificar los riesgos en áreas de proceso, almacenamiento y transporte, mediante la utilización de alguna de las siguientes metodologías: Análisis de Riesgo y Operabilidad (HAZOP); Análisis de Modo Falla y Efecto (FMEA) con Arbol de Eventos; Arbol de Fallas, o alguna otra con características similares a las anteriores y/o la combinación de éstas, debiéndose aplicar la metodología de acuerdo a las especificaciones propias de la misma. En caso de modificar dicha aplicación, es necesario sustentarse técnicamente.

Bajo el mismo contexto, indicar los criterios de selección de la(s) metodología(s) utilizadas para la identificación de riesgos; asimismo, anexar el o los procedimientos y la(s) memoria(s) descriptiva(s) de la(s) metodología(s) empleada(s).

En la aplicación de la(s) metodología(s) utilizada(s), considerar todos los aspectos de riesgo de cada una de las áreas que conforman la instalación.

Para la jerarquización de Riesgos se podrá utilizar: Matriz de Riesgos, metodologías cuantitativas de identificación de riesgos, o bien, aplicar criterios de peligrosidad de los materiales en función de los volúmenes, condiciones de operación y/o características CRETI o algún otro método que justifique técnicamente dicha jerarquización.

- VI.3 Determinar los radios potenciales de afectación, a través de la aplicación de modelos matemáticos de simulación, del o los eventos máximos probables de riesgo identificados en el punto VI.2, e incluir la memoria de cálculo para la determinación de los gastos, volúmenes y tiempos de fuga utilizados en las simulaciones, debiendo justificar y sustentar todos y cada uno de los datos empleados en dichas determinaciones.

Para definir y justificar las zonas de seguridad al entorno de la instalación, es necesario utilizar los criterios que se indican a continuación:

	TOXICIDAD (CONCENTRACIÓN)	INFLAMABILIDAD (RADIACION TERMICA)	EXPLOSIVIDAD (SOBREPRESION)
Zona de Alto Riesgo	IDLH	5 KW/m ² o 1,500 BTU/Pie ² h	1.0 lb/plg ²
Zona de Amortiguamiento	TLV ₈ o TLV ₁₅	1.4 KW/m ² o 440 BTU/Pie ² h	0.5 lb/plg ²

NOTAS: 1) En modelaciones por toxicidad, hay que considerar las condiciones meteorológicas más críticas del sitio con base en la información de los últimos 10 años, en caso de no contar con dicha información, es necesario utilizar Estabilidad Clase F y velocidad del viento de 1.5 m/s.

2) Para el caso de simulaciones por explosividad, considerar en la determinación de las Zonas de Alto Riesgo y Amortiguamiento el 10% de la energía total liberada.

- VI.4 Representar las zonas de alto riesgo y amortiguamiento en un plano a escala adecuada donde se indiquen los puntos de interés que pudieran verse afectados (asentamientos humanos, cuerpos de agua, vías de comunicación, caminos, etc.).
- VI.5 Realizar un análisis y evaluación de posibles interacciones de riesgo con otras áreas, equipos o instalaciones próximas a la instalación que se encuentren dentro de la Zona de Alto Riesgo, indicando las medidas preventivas orientadas a la reducción del riesgo de las mismas.
- VI.6 Indicar claramente las recomendaciones técnico operativas resultantes de la aplicación de la(s) metodología(s) para la identificación de riesgos, así como de la evaluación de los mismos, señalados en los puntos VI.2 y VI.3.
- VI.7 Presentar reporte del resultado de la última auditoría de seguridad practicada a la instalación, anexando en su caso, el programa calendarizado para el cumplimiento de las recomendaciones resultantes de la misma.

Los aspectos que tendrán que considerarse en la Auditoría son, entre otros:

- La revisión de normas y especificaciones de diseño y construcción de los equipos e instalaciones (vías de acceso y maniobra, tanques de almacenamiento, capacidad de bombeo, etc.).
- La existencia y aplicación de procedimientos y programas, para garantizar la adecuada operación y mantenimiento de las instalaciones (Manuales con procedimientos de operación para cada área de la planta, paro, arranque y emergencias, mantenimiento preventivo, etc.).
- La implementación de los sistemas de identificación y codificación de los equipos (Identificación de tuberías, tanques, unidades de transporte de la planta, etc.).
- Los programas de verificación o pruebas, que certifiquen la calidad integral y resistencia mecánica de los equipos (Medición de espesores en tuberías y recipientes, radiografiado, certificación de accesorios y conexiones, pruebas hidrostáticas y neumáticas, etc.).

- Programas de revisión de los diversos sistemas de seguridad, así como los programas de la calibración de la instrumentación y elementos de control (válvulas de seguridad, disparo y alarmas, etc.).
- Disposición del equipo necesario de protección personal y de primeros auxilios.
- Disposición de los residuos industriales generados dentro de sus instalaciones.

Cabe señalar, que es necesario poner especial énfasis en aquellas áreas que resultaron ser las de mayor riesgo, de acuerdo con los resultados del estudio de riesgo.

- VI.8 Describir a detalle las medidas, equipos, dispositivos y sistemas de seguridad con que cuenta o contará la instalación, consideradas para la prevención, control y atención de eventos extraordinarios.
- VI.9 Indicar las medidas preventivas o programas de contingencias que se aplicarán, durante la operación normal de la instalación, para evitar el deterioro del medio ambiente (sistemas anticontaminantes), incluidas aquellas orientadas a la restauración de la zona afectada en caso de accidente.



NIVEL 3

CAPÍTULO V. DESCRIPCIÓN DEL PROCESO

- V.1. Mencionar los criterios de diseño de la instalación, con base a las características del sitio y a la susceptibilidad de la zona a fenómenos naturales y efectos meteorológicos adversos.
- V.2. Descripción detallada del proceso por líneas de producción, reacción principal y secundarias en donde intervienen materiales considerados de alto riesgo (debiendo anexar diagramas de bloques).
- V.3. Describir reacción principal y secundarias en donde intervienen sustancias o materiales considerados de alto riesgo, incluyendo la cinética de las mismas y mecanismos de reacción llevados a cabo en el proceso, bajo condiciones normales y anormales de operación.
- V.4. Listar todas las materias primas, productos y subproductos manejados en el proceso, señalando aquellas que se encuentren en los Listados de Actividades Altamente Riesgosas; especificando nombre de la sustancia, cantidad máxima de almacenamiento en kg, barriles, flujo en m³/h o millones de pies cúbicos estándar por día (MPCSD), concentración, capacidad máxima de producción, tipo de almacenamiento (granel, sacos, tanques, tambores, bidones, cuñetes, etc.) y equipo de seguridad.
- V.5. Presentar las hojas de datos de seguridad (MSD), de acuerdo a la NOM-114-STPS-1994, "Sistema para la identificación y comunicación de riesgos por sustancias químicas en los centros de trabajo", de aquellas sustancias consideradas peligrosas que presenten alguna característica **CRETIB**.
- V.6 Equipos de proceso y auxiliares.
 - V.6.1. Tipo de recipientes y/o envases de almacenamiento, especificando características, código o estándares de construcción, dimensiones, cantidad o volumen máximo de almacenamiento por recipiente, indicando la sustancia contenida, así como los dispositivos de seguridad instalados en los mismos.
 - V.6.2 Describir equipos de proceso y auxiliares, especificando características, tiempo estimado de uso y localización; asimismo, anexar plano a escala del arreglo general de la instalación.

EJEMPLO:

EQUIPO	NOMENCLATURA DEL EQUIPO	CARACTERÍSTICAS Y CAPACIDAD	ESPECIFICACIONES	VIDA UTIL (INDICADA POR EL FABRICANTE)	TIEMPO ESTIMADO DE USO	LOCALIZACION DENTRO DEL ARREGLO GENERAL DE LA PLANTA
REACTOR	R-1	REACTOR CATALITICO CON SISTEMA DE CALENTAMIENTO, CON CAPACIDAD DE 12 m ³ .	ACERO INOXIDABLE SA-316 Gr. B ESPESOR ¼" DIAMETRO 2 m. ALTURA 4 m.	20 AÑOS.	5 AÑOS	ÁREA DE PROCESO DE ETOXILADOS

- V.6.3 Anexar planos de detalle del diseño mecánico de los principales equipos de proceso y sistemas de conducción, señalando las normas aplicadas.
- V.6.4 Bases de diseño de los sistemas de desfogue existentes en la instalación.
- V.7 Condiciones de operación.
Anexar los diagramas de flujo, indicando la siguiente información:
 - V.7.1 Balance de materia y energía.
 - V.7.2 Temperaturas y Presiones de diseño y operación.
 - V.7.3 Estado físico de las diversas corrientes del proceso.
- V.8 Características del régimen operativo de la instalación (continuo o por lotes).
- V.9 Diagramas de Tubería e Instrumentación (DTIs) con base en la ingeniería de detalle y con la simbología correspondiente; Incluir las bases de diseño de los sistemas de instrumentación, anexando las especificaciones de los principales elementos de medición y control.
- V.10 Diseño de servicios.
 - V: 10.1 Anexar planos generales del diseño de los sistemas de servicio.
 - V.10.2 Describir los servicios externos e internos necesarios y su importancia en la operación de sectores críticos.
 - V.10.3.-Descripción y justificación de los sistemas redundantes de servicios.
- V.11. Resumen Ejecutivo de las bases y criterios empleados para el diseño civil y estructural de las principales áreas de la instalación, así como de los equipos donde se manejan materiales considerados de alto riesgo.
- V.12. Especificar en forma detallada las bases de diseño para el cuarto de control.
 - V.12.1-Describir las bases de diseño de los sistemas de aislamiento de las diferentes áreas o equipos con riesgos potenciales de incendio, explosión, toxicidad y sistemas de contención para derrames, anexando planos de construcción de los mismos.
 - V.12.2 Anexar planos de la distribución del sistema contra-incendios.
- V.13 Describir a detalle las medidas, equipos, dispositivos y sistemas de seguridad de la instalación, consideradas para la prevención, control y atención de eventos extraordinarios.

CAPÍTULO VI. ANÁLISIS Y EVALUACIÓN DE RIESGOS.

- VI.1 Antecedentes de incidentes y accidentes ocurridos en la operación de las instalaciones o de procesos similares, describiendo brevemente el evento, las causas, sustancias involucradas, nivel de afectación y en su caso, acciones realizadas para su atención.
- VI.2 Con base en la ingeniería de detalle, identificar los riesgos en áreas de proceso, almacenamiento y transporte, mediante la utilización de alguna de las siguientes metodologías: Análisis de Riesgo y Operabilidad (HAZOP) y Arbol de Fallas, Análisis de Modo Falla y Efecto (FMEA) y Arbol de Fallas; o la combinación de dos metodologías con características similares a las anteriores, debiendo aplicar las metodologías de acuerdo a las especificaciones propias de la misma. En caso de modificar dicha aplicación, es necesario sustentarse técnicamente.

Bajo el mismo contexto, indicar los criterios de selección de la(s) metodología(s) utilizadas para la identificación de riesgos; asimismo, anexar el o los procedimientos y la(s) memoria(s) descriptiva(s) de la(s) metodología(s) empleada(s).

En la aplicación de las metodologías utilizadas, considerar todos los aspectos de riesgo de cada una de las áreas que conforman la instalación.

Para la jerarquización de Riesgos se podrán utilizar: metodologías cuantitativas de identificación de riesgos, sustentadas en criterios de peligrosidad de los materiales, los volúmenes de manejo, las condiciones de operación y/o las características CRETI de las mismas, o bien, mediante algún otro método que justifique técnicamente dicha jerarquización.

- VI.3 Determinar los radios potenciales de afectación, a través de aplicación de modelos matemáticos de simulación, del o los eventos máximos probables de riesgo, identificados en el punto VI.2, e incluir la memoria de cálculo para la determinación de los gastos, volúmenes y tiempos de fuga utilizados en las simulaciones, debiendo justificar y sustentar todos y cada uno de los datos empleados en dichas determinaciones.

Para definir y justificar las zonas de seguridad al entorno de la instalación, es necesario utilizar los criterios que se indican a continuación:

	TOXICIDAD (CONCENTRACIÓN)	INFLAMABILIDAD (RADIACION TERMICA)	EXPLOSIVIDAD (SOBREPRESION)
Zona de Alto Riesgo	IDLH	5 KW/m ² o 1,500 BTU/Pie ² h	1.0 lb/plg ²
Zona de Amortiguamiento	TLV ₈ o TLV ₁₅	1.4 KW/m ² o 440 BTU/Pie ² h	0.5 lb/plg ²

NOTAS: 1) En modelaciones por toxicidad, hay que considerar las condiciones meteorológicas más críticas del sitio con base en la información de los últimos 10 años, en caso de no contar con dicha información, es necesario Estabilidad Clase F y velocidad del viento de 1.5 m/s.

2) Para el caso de simulaciones por explosividad, es necesario considerar en la determinación de las Zonas de Alto Riesgo y Amortiguamiento el 10% de la energía total liberada.

- VI.4 Representar las zonas de alto riesgo y amortiguamiento en un plano a escala adecuada donde se indiquen los puntos de interés que pudieran verse afectados (asentamientos humanos, cuerpos de agua, vías de comunicación, caminos, etc.),
- VI.5 Realizar un análisis y evaluación de posibles interacciones de riesgo con otras áreas, equipos o instalaciones próximas a la instalación que se encuentren dentro de la Zona de Alto Riesgo, indicando las medidas preventivas orientadas a la reducción del riesgo de las mismas.
- VI.6 Indicar claramente las recomendaciones técnico-operativas resultantes de la aplicación de las metodologías para la identificación de riesgos, así como de la evaluación de los mismos, señalados en los puntos VI.2 y VI.3.
- VI.7 Presentar reporte del resultado de la última auditoría de seguridad practicada a la instalación, anexando en su caso, el programa calendarizado para el cumplimiento de las recomendaciones resultantes de la misma.

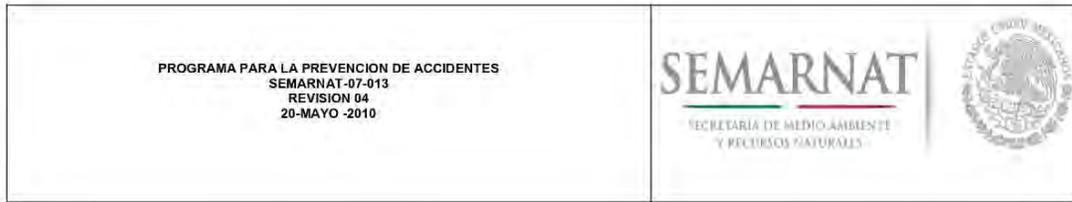
Los aspectos a considerar en la Auditoría son, entre otros:

- La revisión de normas y especificaciones de diseño y construcción de los equipos e instalaciones (vías de acceso y maniobra, tanques de almacenamiento, capacidad de bombeo, etc.).
- La existencia y aplicación de procedimientos y programas, para garantizar la adecuada operación y mantenimiento de las instalaciones (Manuales con procedimientos de operación para cada área de la planta, paro, arranque y emergencias, mantenimiento preventivo, etc.).
- La implementación de los sistemas de identificación y codificación de los equipos (Identificación de tuberías, tanques, unidades de transporte de la planta, etc.).
- Los programas de verificación o pruebas, que certifiquen la calidad integral y resistencia mecánica de los equipos (Medición de espesores en tuberías y recipientes, radiografiado, certificación de accesorios y conexiones, pruebas hidrostáticas y neumáticas, etc.).
- Programas de revisión de los diversos sistemas de seguridad, así como los programas de la calibración de la instrumentación y elementos de control (válvulas de seguridad, disparo y alarmas, etc.).
- Disposición del equipo necesario de protección personal y de primeros auxilios.
- Disposición de los residuos industriales generados dentro de sus instalaciones.

Cabe señalar, que es necesario poner especial énfasis en aquellas áreas que resultaron ser las de mayor riesgo, de acuerdo con los resultados del estudio de riesgo.

- VI.8 Describir a detalle las medidas, equipos, dispositivos y sistemas de seguridad con que cuenta o contará la instalación, consideradas para la prevención, control y atención de eventos extraordinarios.
- VI.9 Indicar las medidas preventivas o programas de contingencias que se aplicarán, durante la operación normal de la instalación, para evitar el deterioro del medio ambiente (sistemas anticontaminantes), incluidas aquellas orientadas a la restauración de la zona afectada en caso de accidente.
- VI.10 Describir las rutas de traslado de los materiales involucrados que se consideran de alto riesgo.

Anexo 5. Guía de elaboración del Programa para la Prevención de Accidentes



NOMBRE: **GUIAS PARA LA ELABORACION DEL
PROGRAMA PARA LA PREVENCION DE ACCIDENTES.**

Instrucciones.

La presente guía no deberá considerarse como un cuestionario, por lo que cada uno de los puntos que la integran, deberán desarrollarse con la profundidad técnica suficiente, capaz de sustentar la evaluación integral de la instalación. La información, deberá ser presentada en idioma español.



I. DATOS GENERALES DEL ESTABLECIMIENTO O INSTALACIÓN, DEL REPRESENTANTE LEGAL DE LA EMPRESA Y DEL RESPONSABLE DE LA ELABORACIÓN DEL PROGRAMA PARA LA PREVENCIÓN DE ACCIDENTES.

1.1 Establecimiento o Instalación.

1.1.1 Nombre o Razón Social.

Para el caso de personas morales deberá indicar el nombre o Razón social tal y como esta registrado en el acta constitutiva de la Empresa.

1.1.2 Actividad principal productiva del establecimiento.

Para personas morales, escriba el nombre tal cual se encuentra en el acta constitutiva, para personas físicas, tal como se encuentra en el alta ante la Secretaría de Hacienda y Crédito Público.

1.1.3 Clave Mexicana de Actividades Productivas (CMAP) de INEGI.

Para obtener la clave correspondiente, Utilizar el catálogo de 1999.

1.1.4 Código ambiental

Es el Código asignado a las empresas que han realizado algún trámite ante la SEMARNAT, (registro ambiental). Este campo será respondido siempre y cuando la empresa haya realizado trámites anteriores ante SEMARNAT.

1.1.5 Domicilio del Establecimiento o Instalación

Calle, número exterior, número interior, Colonia o barrio, Código Postal, municipio o delegación, entidad federativa, teléfonos. En caso de ubicarse en un Parque o Puerto industrial, deberá indicar además de lo anterior, indicar el número de entrada (en su caso), y especificar el número que corresponda a la administración en el caso de que existan varias instalaciones; asimismo debe indicar las coordenadas geográficas o UTM y altitud sobre el nivel del mar Donde se localiza la instalación o establecimiento. En el caso de carecer de dirección postal, señalar un rasgo geográfico de referencia.

1.1.6 Nombre y cargo del Representante Legal o Datos del Registro Único de Personas Acreditadas (RUPA).

Indicar el Nombre completo y cargo del Representante Legal de la Empresa, conforme al poder otorgado.

1.1.7 Dirección del promovente o de su representante legal para recibir u oír notificaciones.

Indicar el nombre de la calle, número exterior, número interior, o bien, lugar o rasgo geográfico de referencia en caso de carecer de dirección postal. Colonia o barrio, Código Postal, municipio o delegación, entidad federativa, teléfonos. Indique el fax y correo electrónico a través de los cuales acepta recibir comunicados oficiales por parte de la Dirección General de Gestión Integral de Materiales y Actividades Riesgosas.

1.2 Responsable de la información contenida en el Programa para la Prevención de Accidentes

1.2.1 Puesto o cargo dentro de la organización de la empresa

Indicar el Nombre completo y cargo del Responsable de la información contenida en el Programa.

Con el objeto de facilitar el desarrollo de este apartado, se debe utilizar el Formato incluido en el Anexo A.



II.- DESCRIPCIÓN DEL ENTORNO DEL ESTABLECIMIENTO O INSTALACION DONDE SE DESARROLLAN LAS ACTIVIDADES ALTAMENTE RIESGOSAS

II.1.- Descripción de las características físicas del entorno

Esta sección se deberá señalar el uso de suelo en un radio de 500 m en torno a la instalación, señalando la existencia y ubicación de: cuerpos, zonas naturales protegidas, especies de flora y fauna en peligro de extinción, asentamientos humanos (caseríos, poblaciones, etc.), características climáticas de la zona con base en el comportamiento histórico de los últimos diez años (temperaturas medias, humedad promedio, dirección de vientos dominantes <Rosa de vientos>, velocidad promedio de vientos); señalar si el establecimiento se localiza en una zona sísmica (indicar su clasificación), señalar si la instalación se localiza en una zona de huracanes. La información antes descrita deberá estar incluida en un plano a escala no mayor a 1:20 000, con escala gráfica y norte indicado.

La información presentada en este apartado debe ser sustentada y referenciada en fuentes confiables y actualizadas, debiéndose señalar dicha referencia.

II.2.- Descripción de las características socio-económicas

En este apartado se deberá describir el tipo de construcciones ubicadas en un radio de 500 m, la densidad de población y nivel socioeconómico.

II.3.- Infraestructura, Servicios de Apoyo y Zonas Vulnerables

En este apartado se deberá hacer una relación de la infraestructura y servicios con la que se cuenta en el Municipio o localidad, para la atención de emergencias (Bomberos, Hospitales, Clínicas, Servicios de Emergencia, Etc.).

Asimismo, identificar y relacionar aquellas zonas vulnerables (Escuelas, Centros comerciales, Templos, unidades habitacionales de alta densidad, etc.), localizadas en torno a la instalación y que derivado de la evaluación de riesgos realizada en el Estudios de Riesgo Ambiental, se encuentren en la zona de afectación.

La información antes descrita debe ser representada en un plano a escala no mayor a 1:20,000, con simbología, escala gráfica y norte indicado. **Se recomienda utilizar cuando menos hoja tamaño doble carta.**

Para facilitar la integración de la información, se debe utilizar el formato correspondiente al Anexo B, el cual esta incluido al final de la presente guía.

III.- MATERIALES PELIGROSOS MANEJADOS Y ZONAS POTENCIALES DE AFECTACIÓN

Este apartado es de importancia para las autoridades y personal involucrado en la atención a contingencias, ya que al conocer los materiales manejados, se podrán implementar mejores procedimientos para atender la emergencia.

III.1.- Listado de materiales peligrosos

Listar en una tabla cada uno de los materiales peligrosos (conforme a los listados publicados, que clasifican a las actividades altamente riesgosas) utilizados en el establecimiento o instalación, señalando la capacidad máxima en almacenamiento o proceso, la cantidad de reporte establecida en los listados, No. CAS o No. ONU, peso molecular, Limite Inferior y Superior de Inflamabilidad y/o Límites de Toxicidad (IDHL, TLV_{15 MIN}, TLV₈). Las cantidades deben ser expresadas en masa.



Es importante señalar que el responsable de la Instalación está obligado a contar con las Hojas de Datos de Seguridad de las sustancias identificadas como peligrosas, así como de darlas a conocer a todas aquellas instituciones u organizaciones que han sido identificadas como posibles apoyos en caso de una contingencia.

Para facilitar la integración de la información, se debe utilizar el formato correspondiente al Anexo C, el cual está incluido al final de la presente guía.

III.2.-Descripción de los procesos productivos.

Descripción detallada del proceso por líneas de producción, debiendo anexar diagramas de bloques.

III.3.- Eventos detectados en el Estudio de Riesgo Ambiental.

Tomando como base la evaluación y jerarquización de los riesgos identificados en el Estudio de Riesgo Ambiental, desarrollado para la Instalación, se indicará en un plano o fotografía aérea los radios potenciales de afectación, considerando únicamente el más probable y el catastrófico, debiendo señalar las sustancias involucradas en cada evento y los límites bajo los que se simuló. Para el caso de sustancias tóxicas se deberá indicar además las concentraciones esperadas en cada una de las zonas vulnerables (LC50, IDHL, TLV15, TWA, etc.), el tiempo estimado en alcanzar dichas concentraciones.

El área a cubrir no deberá ser menor al área mayor de afectación y la escala no deberá ser mayor a 1:10,000, asimismo deberá contar con escala gráfica y norte indicado; **Se debe utilizar cuando menos hoja tamaño doble carta.**

Para ello debe utilizar la simbología indicada en el anexo D, integrado al final de la presente guía.

IV.- IDENTIFICACIÓN DE MEDIDAS PREVENTIVAS PARA CONTROLAR, MITIGAR O ELIMINAR LAS CONSECUENCIAS Y REDUCIR SU PROBABILIDAD.

IV.1. Sistemas de seguridad

Relacionar las medidas, equipos, dispositivos o sistemas de seguridad, implantados para disminuir la probabilidad de ocurrencia de los eventos identificados en el Estudio de Riesgo Ambiental.

IV.2.- Medidas preventivas

Indicar las medidas preventivas, enfocadas a eliminar o disminuir la frecuencia y/o severidad de los eventos identificados en el Estudio de Riesgo Ambiental.

En este apartado se podrán incluir los programas de mantenimiento e inspección, Programas de Capacitación y Adiestramiento, Programas de simulacros, etc.

Si se incluye el programa de mantenimiento, este debe identificar claramente el equipo y su localización para que sea fácilmente identificado, área operativa en donde se localiza, calificación del responsable que realizará el mantenimiento y fecha programada.

Si se incluye el programa de capacitación se deberá presentar aquellos que se considere contribuirán a minimizar los riesgos identificados en el Estudio de Riesgo Ambiental asimismo se debe señalar nombre del tema impartido, los puestos de trabajo que asistirán, fecha de programación y su registro ante la STPS.



Los Programas de Simulacros deben identificar el tipo de simulacro (sismo, incendio, fuga de material tóxico, derrame de material inflamable, etc.), fecha programada y área o departamento donde se realizará el simulacro.

El Responsable de la instalación debe contar con los documentos de cada uno de los programas presentados en la instalación (la información debe contener las firmas de los responsables de las áreas o departamentos involucrados); dicha documentación podrá ser verificada por la autoridad competente en la materia.

V.- PROGRAMA DE ACTIVIDADES A REALIZAR DERIVADAS DEL ESTUDIO DE RIESGO AMBIENTAL PRESENTADO POR EL ESTABLECIMIENTO O INSTALACIÓN.

Este apartado debe estar integrado por un programa de actividades a realizar para la reducción de los riesgos identificados en análisis de riesgo, la jerarquización y las recomendaciones u observaciones contenidas en el Estudio de Riesgo Ambiental presentado.

El citado Plan debe ser presentado con la estructura presentada a continuación y deberá contener un número de referencia, descripción de la actividad, tipo de recomendación (preventiva, correctiva, de mejora, etc.), fecha de inicio y fecha de terminación y área responsable de su realización.

Se deberán considerar como mínimo todas aquellas acciones necesarias identificadas en el Estudio de Riesgo Ambiental presentado.

PLAN DE ACCIÓN

<i>Actividades a Desarrollar derivadas de la de recomendaciones del Estudio de Riesgo Ambiental.</i>					
No.	Descripción de la Actividad	Tipo de Recomendación	Fecha de inicio	Fecha de Terminación	Personal Responsable

VI.- PLAN DE RESPUESTA DE EMERGENCIAS

En este apartado se deberán relacionar todos los procedimientos establecidos para la atención de emergencias al interior y al exterior de la instalación. Asimismo se debe relacionar los equipos y servicios con que cuenta la Instalación para la atención de emergencias, señalando en un plano a escala 1:5,000 (o a una escala adecuada) su localización, así como las rutas de evacuación, tanto al interior como al exterior de la instalación.

Para el desarrollo de este apartado se debe utilizar el formato señalado en el anexo D, integrado al final de la presente guía.

VI.1- Procedimientos Específicos para la Respuesta a los Posibles Eventos de Riesgo Identificados dentro de la instalación.

En este apartado se deben relacionar los procedimientos establecidos para la notificación a autoridades competentes, sobre aquellos eventos determinados en Estudio de Riesgo Ambiental, tales como procedimiento para dar aviso de un incidente, solicitar ayuda, notificar sobre un evento "fuera de control", etc.



Asimismo listar aquellos procedimientos específicos para la Atención de Emergencias, para los diferentes eventos identificados en el Estudio de Riesgo Ambiental, tales como: Fugas de materiales Tóxicos, Derrames de Materiales Peligrosos, Incendios, etc.; tomando en consideración las características físicas y químicas de los materiales involucrados.

VII.- DIRECTORIO DE LA ESTRUCTURA FUNCIONAL PARA LA RESPUESTA A EMERGENCIAS

En este apartado se debe proporcionar la estructura con la que cuenta la empresa para la atención de emergencias las 24 hrs. del día, sin importar el número de turnos o días laborables y listar aquellas empresas, instituciones o servicios públicos que pudiesen proporcionar asistencia en caso de un evento.

VII.1.-Directorio de la Estructura Funcional para la Instrumentación del Plan de Respuesta a Emergencias al interior y exterior de las instalaciones.

Describir en forma de tabla los datos del personal que atendería las emergencias a nivel interno y externo, se debe proporcionar teléfono de oficina con extensión (en su caso).

Asimismo se deberá relacionar aquellos organismos u organizaciones que puedan prestar ayuda en caso de emergencia, tales como: Comités Locales de Ayuda Mutua, Comités Locales de Protección Civil, Dirección de Seguridad Pública Estatal y Municipal, Policía Federal de Caminos, Servicios Coordinados de Salud, Bomberos Municipales, Partidas Militares y Empresas Privadas, que puedan brindar apoyo en caso de una emergencia, debiendo señalar funciones, ubicación y tiempo estimado de arribo a la instalación.

Para el desarrollo de este capítulo deberá utilizar el formato señalado en el anexo E integrado al final de este documento.

VIII.- PLAN PARA REVERTIR LOS EFECTOS DE LAS LIBERACIONES POTENCIALES DE LOS MATERIALES PELIGROSOS, EN LAS PERSONAS EN Y EN EL AMBIENTE (CUERPOS DE AGUA, FLORA, FAUNA, SUELO)

A partir de la identificación de riesgos derivados de análisis de riesgos realizado a la instalación, se deben desarrollar e implementar una serie de procedimientos que den atención a la población y áreas afectadas, con el objeto de revertir o restaurar los daños provocados.

VIII.1.- Métodos de limpieza y/o descontaminación en el interior y exterior de la planta.

Para aquellos casos en los que derivado del análisis de riesgo, se identificó la posibilidad de una contaminación de suelo y, o agua, dentro o fuera de las instalaciones, se deben desarrollar los procedimientos para su limpieza, debiendo señalar lo siguiente:

- **Tipo y/o características de la afectación**
- **Acciones a desarrollar**
- **Nombre de la técnica y/o método de limpieza o descontaminación**
- **Equipo y materiales a utilizar**

IX.- CUMPLIMIENTO DE LA NORMATIVIDAD EN MATERIA DE SEGURIDAD, PREVENCIÓN Y ATENCIÓN DE EMERGENCIAS EMITIDAS POR LAS DEPENDENCIAS DEL GOBIERNO FEDERAL QUE CONFORMAN LA COMISIÓN, EN TERMINOS DEL ARTÍCULO 147 DE LA LGEEPA.

En este apartado se debe señalar en forma breve el cumplimiento de aquellos artículos normativos que tengan relación con la administración de riesgos, prevención de accidentes y atención de emergencias, de acuerdo a las atribuciones de cada una de las secretarías de estado.



X.- PLAN DE RESPUESTA A EMERGENCIAS QUÍMICAS NIVEL EXTERNO.

X.1- Identificación de Grupos o instituciones de apoyo

Relacionar los Grupos o Instituciones que hayan sido identificadas para brindar apoyo en caso de una emergencia, señalando tipo de servicio que ofrecen, ubicación y tiempo estimado de arribo a la instalación.

X.2- Procedimientos Específicos para la Respuesta a Emergencias cuando el nivel de afectación rebasa los límites de propiedad de la instalación.

En este apartado se deben señalar los Procedimientos Específicos para alertar a la comunidad, Evacuación, Atención de la Emergencia, Término de la Emergencia, Evaluación de los posibles impactos. Retorno de la población evacuada, etc.; dentro de los procedimientos deberán estar integradas las autoridades competentes y si existen los Grupos Locales de Ayuda Mutua.

X.3- Inventario de equipo y servicios con que se cuenta para la atención de emergencias.

Relacionar los equipos y servicios de apoyo con que se cuenta para la atención de la emergencia externa, señalando las características principales de cada uno de ellos, asimismo incluir un plano de localización de los equipos.

X.4 – Principales vialidades identificadas para el ingreso de grupos de ayuda externa.

Señalar en un Plano a escala adecuada las principales vialidades identificadas como viables para ser utilizadas como rutas de evacuación o rutas para recibir apoyo externo. La información contenida en el plano antes señalado, debe estar sustentada por el estudio correspondiente.

Para el desarrollo de este apartado deberá utilizar el mismo plano que se indica en el Anexo B integrado al final de este documento.

XI.- COMUNICACIÓN DE RIESGOS.

XI.1- Procedimientos Específicos para la comunicación de Riesgos.

Es este apartado, se deben señalar las estrategias utilizadas para la difusión de aquellos procedimientos con los que cuenta la empresa para comunicar a la población potencialmente afectada los riesgos a los que esta expuesta, así como las medidas de seguridad instrumentadas para su reducción.

XI.2- Procedimientos para el desarrollo de simulacros con la población aledaña.

En este apartado deberá presentar una relación de los procedimientos con que cuenta la instalación para el desarrollo de simulacros que involucren a la población aledaña y organismos municipales, estatales o federales. Deberán incluir una descripción no mayor a cinco líneas.

XI.3 – Programa de simulacros.

Incluir el programa de simulacros para el año en el que se presente este documento, se deberá mantener una copia actualizada de dicho programa dentro del establecimiento o instalación,



ANEXO A

NOMBRE O RAZÓN SOCIAL DE LA EMPRESA:

R.F.C.:

CMAP:

CODIGO AMBIENTAL:

ACTIVIDAD PRINCIPAL DEL ESTABLECIMIENTO:

DOMICILIO DEL ESTABLECIMIENTO

Parque o Puerto Industrial:

Calle:

No. Exterior:

Edificio:

Entrada:

No. Exterior:

Colonia:

Entre la Calle

y Calle

Localidad (excepto el DF):

Código Postal

Municipio o Delegación:

Entidad Federativa:

Teléfono:

Fax:

Correo electrónico:

Coordenadas de la Instalación o Establecimiento (señalar la referencia donde se tomaron las coordenadas:

Geográficas: Latitud Norte

Longitud Oeste

UTM: X

Y

Altitud sobre el Nivel del mar:

Clave Catastral:

Fecha de Inicio de Operaciones:

DOMICILIO PARA OIR Y RECIBIR NOTIFICACIONES

Calle:

No. Exterior:

Edificio:

Entrada:

No. Exterior

Colonia:

Entre la Calle

y Calle

Localidad (excepto el DF):

Código Postal

Municipio o Delegación:

Entidad Federativa:

Teléfono:

Fax:

NOMBRE DEL GESTOR PROMOVENTE:

R.F.C.:

Nombre o Razón Social de la Empresa Responsable del Programa:

R.F.C.:

Nombre del Responsable de la Elaboración del Estudio;

R.F.C.:

Nombre del Representante Legal de la Empresa:

R.F.C.:



ANEXO B

DATOS DEL ENTORNO
Área de Influencia, 500 metros

Medio Ambiente

Actividades Antropogénicas	<input type="checkbox"/>	Río	<input type="checkbox"/>
Flora y Fauna Terrestre	<input type="checkbox"/>	Mar	<input type="checkbox"/>
Flora y Fauna Acuática	<input type="checkbox"/>	Profundidad del Nivel Freático	<input type="checkbox"/>
Cuerpos de Agua	<input type="checkbox"/>	Somero	<input type="checkbox"/>
Áreas Naturales Protegidas	<input type="checkbox"/>	Entre 30 y 50 m	<input type="checkbox"/>
Usos de Suelo		Entre 51 y 100 m	<input type="checkbox"/>
Zona Habitacional	<input type="checkbox"/>	Más de 100 m	<input type="checkbox"/>
Zona Natural	<input type="checkbox"/>	No se conoce	<input type="checkbox"/>
Zona Industrial Habitacional	<input type="checkbox"/>	Extracción de Agua	<input type="checkbox"/>
Industrial, Agrícola y Habitacional	<input type="checkbox"/>	Es para consumo humano	<input type="checkbox"/>
Industrial y Agrícola	<input type="checkbox"/>	No es para consumo humano	<input type="checkbox"/>
Zona Agrícola	<input type="checkbox"/>	Densidad de Población	<input type="checkbox"/>
Zona Industrial	<input type="checkbox"/>	Alta (> de 5000 hab/km ²)	<input type="checkbox"/>
Cuerpos de Agua		Media (1000 -5000 hab/ km ²)	<input type="checkbox"/>
Lago o Laguna	<input type="checkbox"/>	Baja (< 1000 hab/km ²)	<input type="checkbox"/>
Arroyo Permanente	<input type="checkbox"/>	Servicio de Limpieza	<input type="checkbox"/>
Arroyo Intermitente	<input type="checkbox"/>	Servicio de Recolección	<input type="checkbox"/>
		Servicio de Barrido	<input type="checkbox"/>



Riesgos Naturales y Antropogénicos

- Zona de Inundaciones
- Zona Sísmica
- Zona de derrumbes o deslaves
- Otras Actividades de Alto Riesgo

Transporte de Sustancias Peligrosas

- Carretero
- Ferroviario
- Por Ducto

Energía Eléctrica

- Dotación Domiciliaria
- Alumbrado Público

Tipo de Construcciones

- Materiales diversos
- Material, sin Recubrimiento
- Material, Acabado convencional
- Material, Acabado Fino

Dotación de Agua Potable

- Pozo
- De Pipa
- Toma Pública
- Entubada

Descarga de Aguas Residuales

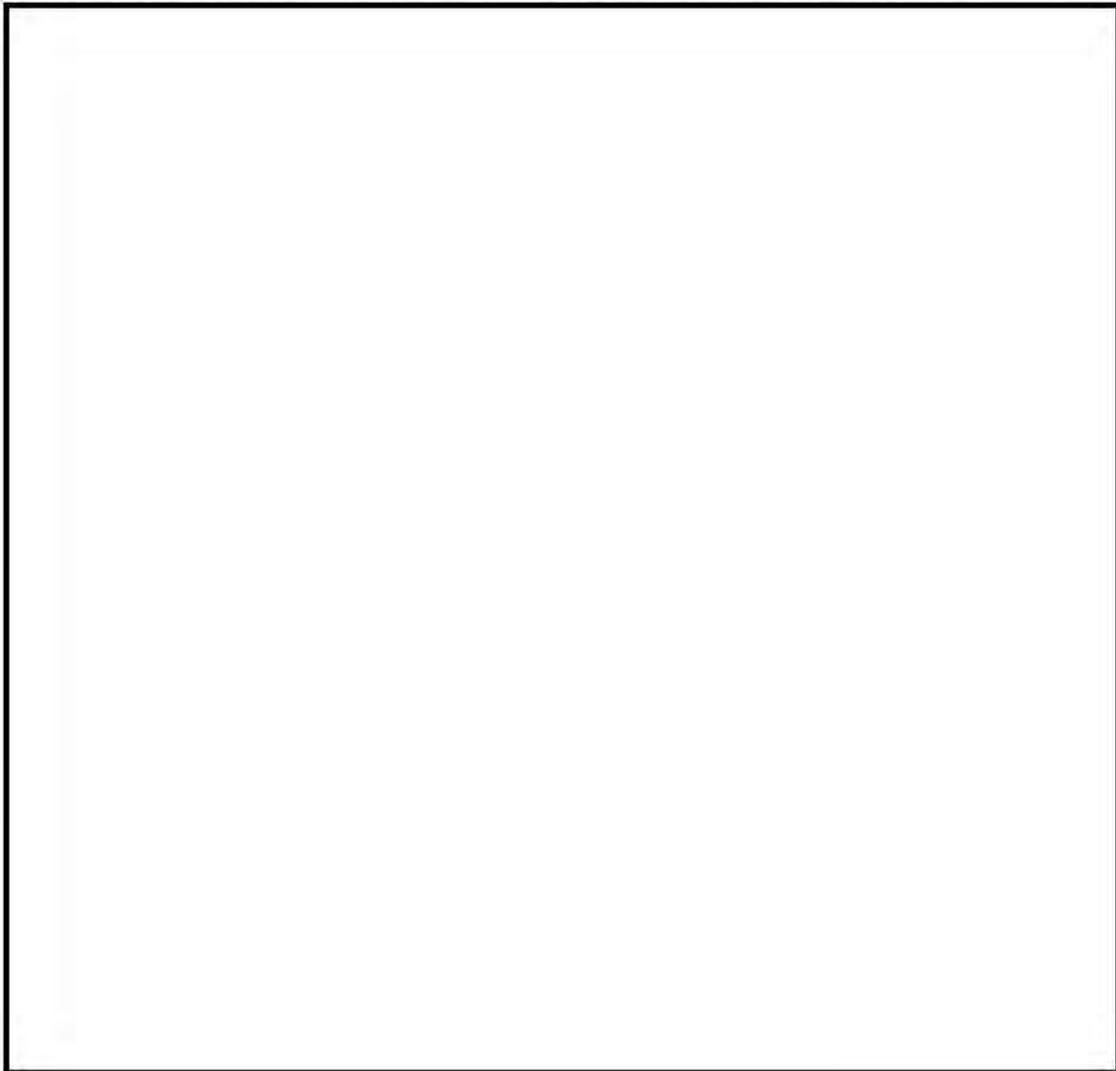
- Pozo de Absorción
- Descarga a cuerpos de agua
- Fosa Séptica
- Red de Drenaje Municipal

Calles y Vías de Comunicación

- Terracería
- Pavimentadas y Terracería
- Pavimentadas



PLANO DE LOCALIZACIÓN DE LA INSTALACIÓN QUE INTEGRA CARACTERÍSTICAS FÍSICAS DEL ENTORNO, INFRAESTRUCTURA DE APOYO, LAS VIALIDADES CONSIDERADAS COMO RUTAS DE EVACUACIÓN O RUTAS PARA RECIBIR APOYO EXTERNO Y ZONAS VULNERABLES





ANEXO C

MATERIALES PELIGROSOS

Se debe señalar únicamente aquellos materiales clasificados como altamente peligrosos, de acuerdo a los listados que clasifican a una actividad altamente riesgosos, que se Almacenan o Procesan en la instalación o establecimiento.

Para cada material manejado, debe proporcionar la siguiente información:

Nombre del Material:

En Almacén: Kg

En Proceso: Kg

Cantidad de Reporte; Kg

No, CAS:

No ONU:

Peso Molecular:

LIF (LFL) Límite Inferior de Inflamabilidad: %

LSF (UFL) Límite Superior de Inflamabilidad: %

IDLH ppm

TLV_{15min} ppm

TLV₈ ppm



ANEXO D

NOMBRE O RAZÓN SOCIAL:	FECHA:
DOMICILIO:	TELÉFONOS:
CIUDAD O ESTADO:	REPRESENTANTE:

EQUIPOS Y SIMBOLOGÍA

Para el desarrollo del plano, deberá utilizar la simbología descrita a continuación:

<p>① Ubicación, tipo de techo, capacidad y sustancia almacenada de los tanques de almacenamiento</p> <p>① Rutas de acceso de los equipos de emergencia</p> <p>① Localización de equipo de atención de emergencias (Hidrantes, sistema red contra incendio, tomas de agua contra incendio, sistemas de suministro de espuma química y extintores)</p> <p>① Señalamiento y capacidad de diques de contención</p> <p>① Localizar indicadores de viento, detector de fuego y humo</p> <p>① Especificación de radios de afectación por sustancias químicas</p> <p>① Incluir nombre y sentido de calles y avenidas</p> <p>① Ubicar posición de los equipos que arriben durante la emergencia</p> <p>① Señalar equipo/instalaciones contra fugas y derrames así como de contención</p> <p>① Señalar equipo de primeros auxilios</p> <p>① Señalar áreas vulnerables del exterior de la planta que es necesario evacuar, al igual el tiempo recomendado de evacuación</p> <p>① Ubicar zonas de seguridad y acceso/salida de evacuación</p>		<p>SIMBOLOGÍA Y ESPECIFICACIONES</p> <p>LÍNEAS DE AGUA</p> <p>① Indicar diámetro, presión y tiempo de atención</p> <p>LÍNEAS DE ESPUMA</p> <p>① Indicar diámetro, presión y tiempo de atención</p> <p>SIMBOLOGÍA</p> <ul style="list-style-type: none"> ☒ Hidrante con toma de 2 1/2" y 1 1/2" de diam. ☒ Hidrante con 2 tomas de 2 1/2" de diam. ○ Hidrante con 2 tomas de 2 1/2" de diam. ☒ Bocina alarma sectorial △ Extintor polvo químico con ruedas ☒ Extintor polvo químico para mano ■ Zona de corteo ☒ Albergue
---	--	--

La simbología utilizada se especifica en la siguiente tabla

PROGRAMA PARA LA PREVENCIÓN DE ACCIDENTES
SEMARNAT-07-013
REVISIÓN 04
20-MAYO -2010

SEMARNAT
SECRETARÍA DE MEDIO AMBIENTE
Y RECURSOS NATURALES



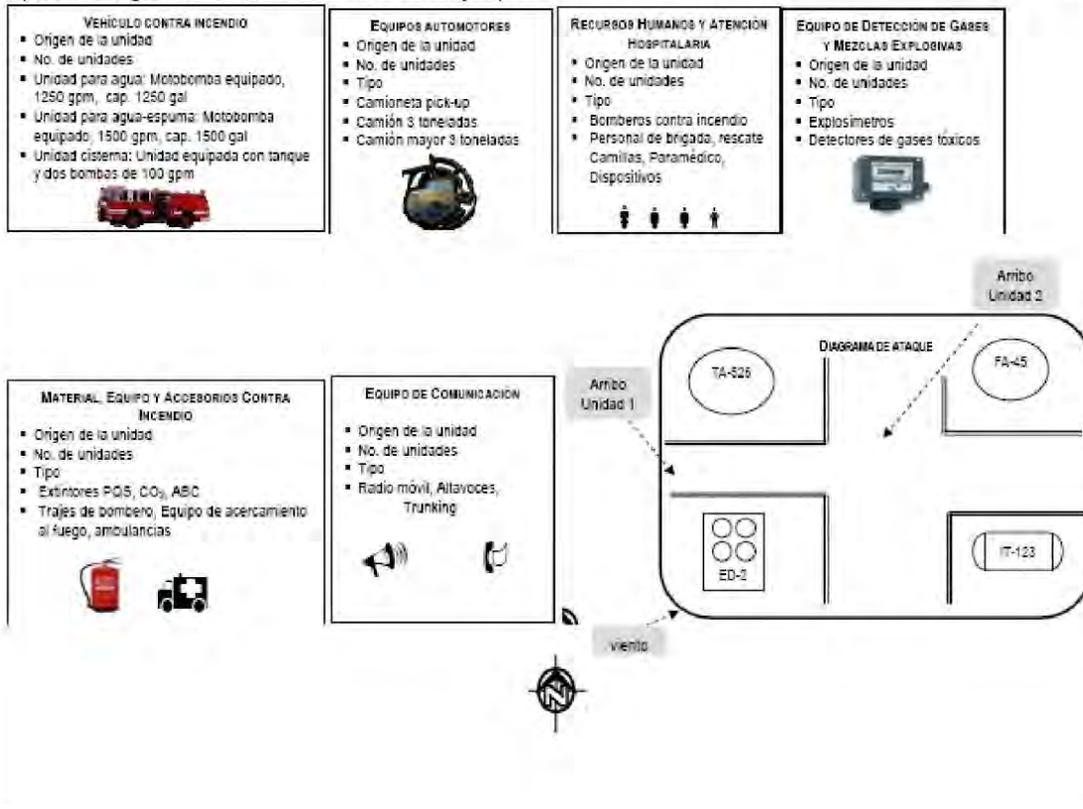
**PLANO DE LOCALIZACIÓN DE EQUIPOS DE PROCESO REMARCANDO EQUIPOS
PARA ATENCIÓN DE EMERGENCIAS**





NOMBRE O RAZÓN SOCIAL:		FECHA:
CIUDAD O ESTADO:	RAMA INDUSTRIAL:	
TELÉFONO:	DOMICILIO:	REPRESENTANTE:

CARACTERÍSTICAS DE LAS UNIDADES DE ATENCIÓN DE EMERGENCIA Y DIAGRAMA DE ATAQUE
En esta sección se especifica el equipo que atenderá la emergencia, al igual que su descripción, a su vez, se representará gráficamente, como lo muestra el ejemplo.



PROGRAMA PARA LA PREVENCIÓN DE ACCIDENTES
SEMARNAT-07-013
REVISIÓN 04
20-MAYO-2010

SEMARNAT
SECRETARÍA DE MEDIO AMBIENTE
Y RECURSOS NATURALES



ANEXO E

ESTRUCTURA FUNCIONAL DE LA EMPRESA PARA LA RESPUESTA A EMERGENCIAS

NOMBRE O RAZÓN SOCIAL:		FECHA:
CIUDAD O ESTADO:	RAMA INDUSTRIAL:	
TELÉFONO:	DOMICILIO:	REPRESENTANTE:

CARGO ADMVO,	CARGO DENTRO DE LA ESTRUCTURA	TEL. OFICINA

DIRECTORIO DE LA ESTRUCTURA FUNCIONAL PARA LA INSTRUMENTACIÓN DEL PLAN DE RESPUESTA A EMERGENCIAS

NOMBRE DE LA ORGANIZACIÓN	UBICACIÓN	FUNCIÓN	TIEMPO DE ARRIBO A LA INSTALACIÓN

PROGRAMA PARA LA PREVENCIÓN DE ACCIDENTES
SEMARNAT-07-013
REVISION 04
20-MAYO -2010

SEMARNAT
SECRETARÍA DE MEDIO AMBIENTE
Y RECURSOS NATURALES



PLANO DE LOCALIZACIÓN DE LA INSTALACIÓN CON RADIOS DE AFECTACIÓN

Este plano deberá mostrar la ubicación de la instalación y los radios de afectación hacia la comunidad, señalando el sitio de los participantes en la atención de emergencia.

NOMBRE O RAZÓN SOCIAL:		FECHA:
CIUDAD O ESTADO:	RAMA INDUSTRIAL:	
TELÉFONO:	DOMICILIO:	REPRESENTANTE:

Indicar escala a manejar en el plano:

Anexo 6. Ejemplo de aplicación de las guías originales de elaboración para Estudio de Riesgo Ambiental y Programas para la Prevención de Accidentes



HIELOS AS

ESTUDIO DE RIESGO AMBIENTAL NIVEL 2



PLANTA DE ELABORACIÓN Y DISTRIBUCIÓN DE HIELO EN BARRA

Contenido

I. DATOS GENERALES.....	3
I.1. Nombre o razón social de la empresa u organismo.....	4
I.2. Registro Federal de Contribuyentes de la empresa.....	4
I.4. Actividad productiva principal del establecimiento.....	4
I.5. Clave del Catálogo CMAP.....	4
I.6. Código Ambiental (CA).....	4
I.6. Domicilio del establecimiento.....	4
I.7. Domicilio para oír y recibir notificaciones.....	4
I.8. Fecha de inicio de operación.....	4
I.11. Número de trabajadores promedio, por día y por turno laborado.....	4
I.13. Participación de capital.....	4
I.14. Número de empleos indirectos a generar.....	4
I.15. Inversión estimada (M.N.).....	5
I.16. Nombre del gestor o promotor.....	5
I.17. Registro Federal de Contribuyentes del gestor o promotor.....	5
I.18. Departamento proponente del estudio de riesgo.....	5
I.19. Nombre completo, firma y puesto de la persona responsable de la instalación (Representante Legal).....	5
I.20. Nombre completo y firma del representante legal de la empresa, bajo protesta de decir la verdad.....	5
I.21. Nombre de la compañía encargada de la elaboración del estudio de riesgo.....	5
I.22. Domicilio de la compañía encargada de la elaboración del estudio de riesgo (Indicando Calle, Número Interior y Exterior, Colonia, Municipio o Delegación, Código Postal, Entidad Federativa, Teléfono, Fax).....	5
I.23. Nombre completo, puesto y firma de la persona responsable de la elaboración del estudio de riesgo.....	5
II.- DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO.....	6
III.- ASPECTOS DEL MEDIO NATURAL Y SOCIOECONÓMICO.....	10
III.1.- Describir las características del entorno ambiental a la instalación en donde se contemple: Flora, fauna, suelo, aire y agua.....	10

III.2. Describir detalladamente las características climáticas entorno a la instalación, con base en el comportamiento histórico de los últimos 10 años (temperatura máxima, mínima y promedio; dirección y velocidad del viento; humedad relativa; precipitación pluvial). . . 11

III.3.- Indicar la densidad demográfica de la zona donde se ubica la instalación. 12

III.4.- Indicar los giros o actividades desarrolladas por terceros entornos a la instalación..... 13

III.5.- Indicar el deterioro esperado en la flora y fauna por la realización de actividades de la instalación, principalmente en aquellas especies en peligro de extinción..... 13

III.6.- El sitio de la instalación de la planta, está ubicado en una zona susceptible a: 13

III.7. Si es de su conocimiento que existe un historial epidémico y endémico de enfermedades cíclicas en el área de las instalaciones, proporcione la información correspondiente..... 14

IV. INTEGRACION DEL PROYECTO A LAS POLITICAS MARCADAS EN EL PROGRAMA DE DESARROLLO URBANO LOCAL. 15

V.- DESCRIPCIÓN DE PROCESO. 17

V.2.- Descripción detallada del proceso por líneas de producción, reacción principal y secundaria en donde intervienen materiales considerados de alto riesgo (debiendo anexar diagramas de bloques)..... 17

V.3. Listar todas las materias primas, productos y subproductos manejados en el proceso, señalando aquellas que se encuentren en los Listados de Actividades Altamente Riesgosas, especificando: Sustancia, cantidad máxima de almacenamiento en kg, flujo en m³/h o millones de pies cúbicos estándar por día (MPCSD), conc. 19

V.4. Presentar las hojas de datos de seguridad (MSDS), de acuerdo a la NORMA Oficial Mexicana NOM-018-STPS-2000, Sistema para la identificación y comunicación de peligros y riesgos por sustancias químicas peligrosas en los centros de trabajo de aquellas sustancias consideradas peligrosas que presenten alguna característica CRETIB. 20

VI.- ANÁLISIS Y EVALUACIÓN DE RIESGOS. 24

VII.- CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES. 44

VIII.- ANEXO FOTOGRAFICO. 48

DATOS GENERALES

I.1. Nombre o razón social de la empresa u organismo.
HIELOS AS S.A DE C.V.

I.2. Registro Federal de Contribuyentes de la empresa.
HAS3423941WR2

I.3. Actividad productiva principal del establecimiento.
Producción, fabricación comercialización y distribución de Hielo en barra.

I.4. Clave del Catálogo CMAP
CMAP 1999: 312125 "Fabricación de Hielo".

I.5. Código Ambiental (CA)
3S

I.6. Domicilio del establecimiento.
empresa HIELO AS, S.A DE C.V. se ubica en:
Arturo Montiel, #15, Zona Industrial, 56600 Chalco de Diaz Covarrubias, Méx. (Se anexa Croquis)

I.7. Domicilio para oír y recibir notificaciones.
Calle: Arturo Montiel
Número: #15
Colonia: Zona Industrial
Código Postal: 56600
Municipio: Chalco de Diaz Covarrubias
Estado: Estado de México
Teléfonos: (55) 7897 7897
Correo electrónico: EGF@HieloAS.com

I.8. Fecha de inicio de operación.
Enero 2020

I.9. Número de trabajadores promedio, por día y por turno laborado.
El número promedio de trabajadores por día es de 110.
En la empresa se tienen tres turnos de trabajo:
1er turno de 07:00 a 15:30 hrs.
2do turno de 15:30 a 23:00 hrs.
El número de trabajadoras promedio es: 40

I.10. Participación de capital.
La empresa cuenta con capital Nacional.

I.11. Número de empleos indirectos a generar.
Se estima que los empleos indirectos generados por la organización, lo cuales son representados por los proveedores que ingresan por actividades del proceso como servicio de limpieza, preparación de alimentos, servicios periódicos y otros son aproximadamente 50.

El uso de suelo a los alrededores se muestra en la siguiente imagen. El círculo corresponde a un radio de 500m.

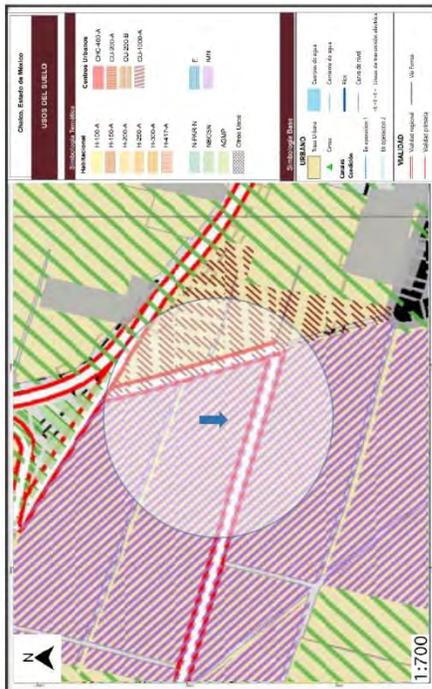


Figura 2C- Uso de suelo con simbología prescrita por la SEDUO.

Dentro del radio de 500m no se encuentran asentamientos humanos, áreas naturales protegidas, zonas de reserva ecológica, cuerpos de agua.

II.2.4. Superficie total de la instalación y superficie requerida para el desarrollo de la actividad

Superficie total: 1,650 m²

Superficie total requerida para el desarrollo de la actividad: 1,200 m²

II.2.5. Descripción de accesos (marítimos, terrestres y/o aéreos).

Terrestres.

El único acceso con el que cuenta la planta por el momento es el terrestre, las principales vialidades para el mismo son:

- Para el lado norte de la planta se encuentra la calle Del Carmelo, con salida a:
 - Camino real a Cocotitlán
 - Carretera Federal México-Cuautila
 - Avenida Cuauhtémoc Oriente
- Para el lado sur la calle es Arturo Montiel, con salida a:
 - Mixquic-Chalco
 - Avenida San Isidro

Igualmente, en la figura 3C se muestra de ejemplo las mejores rutas a dos servicios de apoyo proporcionadas por Google Maps. Del lado izquierdo se muestran rutas de Protección civil y H. cuerpo de bomberos, la ruta marcada en azul sigue los pasos:

- Toma Arturo Montiel hacia Av. Cuauhtémoc Ote.
- Gira a la izquierda en la 2^a intersección hacia Av. Cuauhtémoc Ote.
- Continúa por Francisco Javier Mina. Toma C. Reforma, C. Primero de Mayo y Av. Aquiles Serdán hacia Av. José María Martínez en San Miguel Jacalones.
- Gira a la derecha con dirección a Av. José María Martínez

El lado derecho muestra 3 rutas del Hospital General de Chalco a la planta, la ruta al extremo derecho de la imagen sigue los pasos:

- Toma Cam. Real a Cocotitlán hacia Carr. Federal México-Cuautila/Chalco - Amecameca de Juárez/Atapulca - Amecameca de Juárez/México 115.



Figura 3C- Vías de acceso a la planta. Con información de Google Maps.

II.2.6. Infraestructura necesaria. Para el caso de ampliaciones, deberá indicar en forma de lista, la infraestructura actual y la proyectada.

La planta se divide en 10 áreas principales:

- Almacén de producto terminado
- Producción
- Refrigeración (Tanque de amoníaco)
- Enfermería
- Almacén de equipo
- Área técnica: Mantenimiento, Seguridad e Higiene
- Área Administrativa: Administración, Dirección, Recepción, etc.
- Vigilancia
- Carga de producto
- Circulación peatonal y vehicular

En el área de refrigeración se encuentra el sistema de refrigeración y el tanque de amoniaco. Los equipos de esta área al igual que la de producción se verán a detalle en capítulos posteriores.

Área administrativa y técnica

Dentro de esta área se encuentran las oficinas de administración, informática y recursos humanos, contaduría, mantenimiento, seguridad e higiene, así como la recepción para visitas a la planta. Las paredes son de concreto a base de piedra, pisos con plancha de concreto con terminación en loseta.

Vigilancia

Existen dos casetas de control de acceso, al norte y sur de la planta. La caseta se encuentra construida totalmente de concreto con muros de block con terminación de piso de concreto. Cada una cuenta con video vigilancia, activador de alarmas, teléfono y registros de acceso y salida de la planta.

Refrigeración

En esta área se encuentra el tanque de amoniaco y parte del sistema de refrigeración. Consiste en una infraestructura techada con láminas de zinc y muros elaborados de blocks totalmente impermeabilizado con piso de cemento donde son colocados los principales productos químicos y algunas materias primas de los sistemas de tratamiento. También cuenta con distintos medios de seguridad que se describirán en apartados posteriores.

Producción

Dentro de esta área se encuentran los principales equipos, maquinarias e instrumentación de equipos para la producción de hielo en barra. Al igual que el área de refrigeración esta se encuentra techada con láminas de zinc y muros elaborados de blocks totalmente impermeabilizado donde descansan los principales equipos.

Almacén de producto terminado.

Esta zona se encuentra refrigerada para mantener el producto sin alteraciones. Se encuentra construida totalmente de concreto con muros de block con terminación de piso de concreto

Enfermería

En la enfermería se encuentra equipo de primeros auxilios, una camilla, equipo y medicamento para tratar lesiones o situaciones de emergencia médica. Las paredes son de concreto a base de piedra, pisos con plancha de concreto con terminación en loseta.

Almacén de equipo.

En esta área se encuentran diferentes equipos de protección personal, así como equipos para dar mantenimiento a la planta.

II.3. Actividades que tengan vinculación con las que se pretendan desarrollar en la instalación (industriales, comerciales y/o de servicios).

La planta de Hielos AS, requiere para su operación de suministro de agua potable de la red municipal.

II.4. Número de personal necesario para la operación de la instalación.

El personal mínimo requerido para la operación de la instalación es de 50 por turno

II.5. Especificar las autorizaciones oficiales con que cuentan para realizar la actividad en estudio, (Licencia de funcionamiento, permiso de uso del suelo, permiso de construcción, autorización en materia de Impacto Ambiental, etc.). Anexar comprobantes (opcional). La planta cuenta con:

- Título de propiedad del inmueble.
- Licencia de uso de suelo, edificación y construcción para industria.
- Número de Registro Ambiental.

- Licencia de Funcionamiento Municipal.

III.- ASPECTOS DEL MEDIO NATURAL Y SOCIOECONÓMICO.

III.1.- Describir las características del entorno ambiental a la instalación en donde se contemple: Flora, fauna, suelo, aire y agua.

Orografía

El municipio de Chalco tiene una orografía con tres características de relieve y son: la zona accidentada 33% del territorio, la cual se localiza al sur del municipio, así como los cerros de Tiapipi, el Papayo, el Pedregal de Teja, Coleto e Itlalteiac. La zona semiplana que representa el 20% de la superficie ubicándose al oeste de San Martín Cuauhuitlan y Santa María Huexoculco, dando origen a la formación de pequeños valles intermontañosos, y la zona plana que se encuentra al oeste del municipio.

Hidrografía

La hidrografía del municipio se compone de dos ríos: al norte de la entidad el río de la Compañía, y al sur el río Asunción o Ameca, cabe señalar que ambas corrientes pluviales llenen un alto grado de contaminación ya que sirven como drenaje para el desalojo de desperdicios sólidos y líquidos, de basura doméstica, provocando un deterioro ambiental.

Existe el recurso hidráulico en otro aspecto, pues se cuenta con pozos profundos y corrientes de agua como las siguientes: "El Cedral", "Cajones", "El Potrero", "Telolo", "Palo Hueco" y "Santo Domingo".

Principales Ecosistemas

En cuanto a la vegetación, en la parte plana del municipio es escasa, aunque en las orillas de las carreteras de Cuautla y Mixquic existen árboles, y en los pueblos existe poca vegetación en la parte alta de follaje abierto; pinos, ciprés, ocole, encinos, sauce, jacaranda, alcarán, trueno y colón y en las partes medias y bajas se encuentran las especies de pinus: Moctezuma, Rudis y Teocote.

La fauna existente en el municipio es de conejos de monte, ardillas, comadreas, zorritos, lagartijas, culebras, viboras de cascabel, ratones y ratas de campo, liebres, coyotes, algunos depredadores como la aguililla, gavilanes y zopilotes.

Recursos naturales

El territorio del municipio está prácticamente urbanizado y cuenta con unas pequeñas áreas de cultivo.

Características y Uso de Suelo

La región pertenece al período mioceno-plioceno, último de la era terciaria que dio origen a la formación de la sierra volcánica teniendo como resultado que el municipio tenga rocas ígneas, también se han formado rocas sedimentarias las cuales están formadas por los arrastres del agua y el viento, con lo cual podemos decir que el suelo de Chalco está compuesto en un 70% de rocas que cubren su superficie.

El suelo del municipio presenta diferentes tipos que están determinados por el clima o las rocas y son los siguientes: andoso, cambisol, fluvisol, gleysol, solonchak y vertisol, el suelo es diverso y productivo, siendo muy fértil, aunque presentan problemas para su manejo debido a su dureza.

Fuentes: <http://www.inafed.gob.mx/work/enciclopedia/EMM15mexico/municipios/15025a.html>

III.2 Describir detalladamente las características climáticas entorno a la instalación, con base en el comportamiento histórico de los últimos 10 años (temperatura máxima, mínima y promedio; dirección y velocidad del viento; humedad relativa; precipitación pluvial).

El clima del municipio de acuerdo a la clasificación de Köppen es Cwbq, templado subhúmedo con verano largo, lluvia invernal inferior al 95%, isotermal, y la temperatura más alta se manifiesta antes del solsticio de verano. En la región elevada hacia el este, el clima es C(E)wg, semifrío-subhúmedo, con precipitación invernal menor al 5%, el verano es largo, es isotermal y la temperatura más elevada se registra antes del solsticio de verano.

La temperatura media anual es de 15.6°C, en el verano la temperatura promedio máxima alcanza los 31°C y la mínima promedio es de 8.2°C en invierno. La temperatura mensual más elevada es en abril, mayo, junio, julio y agosto, las medias mínimas son en diciembre, enero y febrero que determinan la existencia de algunas heladas. Algunas bajas temperaturas se han registrado en el verano en algunos días de julio o agosto por la disminución de la humedad del aire, siendo así que en el día encontramos temperaturas altas y por la noche se presentan vientos fríos. Los meses secos son: enero, febrero y marzo, aunque se registran algunas lluvias extemporáneas, en mayo, junio, agosto y septiembre las cuales son abundantes.

La velocidad promedio del viento por hora en Chalco tiene variaciones estacionales leves en el transcurso del año. La parte más ventosa del año dura 3.8 meses, del 30 de diciembre al 25 de abril, con velocidades promedio del viento de más de 7.6 kilómetros por hora. El día más ventoso del año es el 8 de marzo, con una velocidad promedio del viento de 9.0 kilómetros por hora. El tiempo más calmado del año dura 8.2 meses, del 25 de abril al 30 de diciembre. El día más calmado del año es el 1 de junio, con una velocidad promedio del viento de 6.3 kilómetros por hora.



Figura 4C: Rosa de los vientos. Tomada de https://www.meteoblue.com/es/tiempo/historia/linea/area/clima/modelo/Chalco_m%C3%A9xico_3531200.

La dirección predominante promedio por hora del viento en Chalco varía durante el año. El viento con más frecuencia viene del este durante 3.7 meses, del 10 de junio al 1 de octubre, con un porcentaje máximo del 62% en 25 de julio. El viento con más frecuencia viene

del norte durante 2.1 meses, del 1 de octubre al 3 de diciembre, con un porcentaje máximo del 42% en 29 de octubre. El viento con más frecuencia viene del sur durante 6.2 meses, del 3 de diciembre al 10 de junio, con un porcentaje máximo del 36% en 1 de enero.

El nivel de humedad percibido en Chalco, medido por el porcentaje de tiempo en el cual el nivel de comodidad de humedad es bochornoso, opresivo o insoportable, no varía considerablemente durante el año, y permanece prácticamente constante en 0%.

Chalco se encuentra en zona sísmica de clasificación B (peligro sísmico mediano) Por su ubicación geográfica el municipio de Chalco no se ve afectado gravemente por el impacto de los ciclones tropicales.

No se han registrado inundaciones en la Zona

Fuentes: <http://www.inafed.gob.mx/work/enciclopedia/EMM15mexico/municipios/15025a.html>
<https://es.weatherpark.com/v/6691/Clima-promedio-en-Chalco-M%C3%A9xico-durante-todo-el-a%C3%B1o>

III.3.- Indicar la densidad demográfica de la zona donde se ubica la instalación. La planta se encuentra rodeada mayormente por otras empresas del giro industrial. A continuación, se muestra la tabla de con la descripción de construcciones aledañas a 500m.

NOMBRE	DISTANCIA Y ORIENTACIÓN	TIPO DE CONSTRUCCIÓN	PERSONAL OCUPADO
Botanas Metropoli®	420 m al Oeste	Industrial	200 a 350 personas
Genbio S.A de C.V	150m al Este	Industrial	50 a 100 personas
Somar: Planta de Producción de Medicamentos	250m al Este	Industrial	100 a 250 personas
Grias pacifico	187m al Oeste	Comercial	51 a 100 personas
CORPORATIVO DL®	150m al Sur	Industrial	450 a 700 personas
TOTAL			751 a 1400 personas

Tabla 1C. Compañías cercanas a la planta de Hielos AS.

Dentro de un radio de 500m a la planta no se encuentran hogares, por lo que la población se limita únicamente a los trabajadores de las plantas.

La unidad habitacional más cercana "Granjas Chalco" se encuentra aproximadamente 800m al noroeste, esta cuenta con una población aproximada de 900 habitantes.

En cuanto al municipio de Chalco, de acuerdo a la Encuesta Intercensal 2015, Chalco tiene 343,701 habitantes, del total, 176,328 son mujeres, equivalente al 51.3% y 167,373 son hombres, es decir el 48.7%. Su densidad poblacional es alta: 1,497 habitantes por kilómetro cuadrado, proporción dos veces mayor al promedio estatal. A este respecto el municipio de 2016 a 2017 registró una tasa de

crecimiento media anual +2.18% y de acuerdo a las proyecciones mostradas en el Plan de Desarrollo Urbano de Chalco 2014 irá a la baja.

Fuentes: <https://mexico.pueblosamerica.com/granjas-de-chalco>
<https://gobiernodechalco.gob.mx/maes/pdmi/pdm/2019-2021.pdf>

III.4.- Indicar los giros o actividades desarrolladas por terceros entornos a la instalación.

Como se mencionó en incisos anteriores, debido a la zona en la que se encuentra la planta el principal giro o actividad es la industrial, dentro de las cuales se encuentran:

- Planta del giro alimenticio
- Plantas del giro Farmacéutico
- Planta del giro biofarmacéutico
- Servicio de grúas

III.5.- Indicar el deterioro esperado en la flora y fauna por la realización de actividades de la instalación, principalmente en aquellas especies en peligro de extinción.

En la zona de estudio no se encontraron especies animales y vegetales que se encuentren en peligros de extinción, señaladas en la NOM-059-SEMARNAT-2010, o que estén en programas de protección, enlistadas como especie nativas de México o en alguna categoría de riesgo.

Es importante mencionar que la vegetación y la fauna del lugar, se encuentra perturbada debido al creciente desarrollo industrial y desarrollo de fraccionamientos.

III.6.- El sitio de la instalación de la planta, está ubicado en una zona susceptible a:

- (SI) ¿Terremotos (sismicidad)?
- (No) ¿Corrimientos de tierra?
- (No) ¿Derrumbamientos o hundimientos?
- (No) ¿Efectos meteorológicos adversos (inversión térmica, niebla, etc.)?
- (No) ¿Inundaciones (históricas de 10 años)?
- (No) ¿Pérdidas de suelo debido a la erosión?
- (No) ¿Contaminación de las aguas superficiales debido a escurrimientos y erosión?
- (No) ¿Riesgos radiológicos?
- (SI) ¿Huracanes?

Sismicidad

La República Mexicana se encuentra dividida en cuatro zonas sísmicas. Estas zonas son un reflejo de qué tan frecuentes son los sismos en las diversas regiones y la máxima aceleración del suelo a esperar durante un siglo.

El municipio de Chalco en el Estado de México se encuentra en la zona B, a continuación, se presenta la descripción de cada una de las zonas:

- Zona A, de baja sismicidad (verde). En esta zona no se han registrados ningún sismo de magnitud considerable en los últimos 80 años, ni se esperan aceleraciones del suelo mayores al 10 % de la aceleración de la gravedad.
- Zona B, de media intensidad (amarillo). Esta zona es de moderada intensidad, pero las aceleraciones no alcanzan a rebasar el 70% de la aceleración de la gravedad.
- Zona C, de alta intensidad (naranja). En esta zona hay más actividad sísmica que en la zona B, aunque las aceleraciones del suelo tampoco sobrepasan el 70% de la aceleración de la gravedad.
- Zona D, de muy alta intensidad. Aquí es donde se han originado los grandes sismos históricos, y la ocurrencia de sismos es muy frecuente, además de que las aceleraciones del suelo sobrepasan el 70% de la aceleración de la gravedad.

Historicamente en la Ciudad de México y el área conurbada del Estado de México ha habido daños y repercusiones por los sismos provocados por el movimiento de la Placa tectónica de "Cocos" localizada en las costas de Guerrero y Oaxaca.

El sismo con mayor magnitud durante los últimos 10 años fue en 2017:

El día 7 de septiembre de 2017 a las 21:49:17 hora del Pacífico (04:48:17 del 8 de septiembre UTC), se registró un sismo de magnitud Mw = 8.2 (Según lo reporta el Servicio Sismológico Nacional). La Red Sísmica del CICESE, lo localizó a 273 km suroeste del Poblado de Pijijapan, en el estado de Chiapas (latitud: 13.43°N, longitud: -94.23°E) a una profundidad de 58 km. La Red Sísmica del CICESE calculó la magnitud y localizó el epicentro utilizando datos de estaciones sísmológicas operadas por el Centro de Investigación Científica y de Educación Superior de Ensenada, el Servicio Sismológico Nacional de México y de la Red del Sur de California de Estados Unidos

El último sismo considerable que ha sido registrado se suscitó en septiembre 2021:

El día 7 de septiembre de 2021 el Servicio Sismológico Nacional reportó un sismo con magnitud 7.1 localizado a 11 km al suroeste de Acapulco, en el estado de Guerrero. El sismo, ocurrido a las 20:47 (hora del centro de México), fue sentido en los estados de Guerrero, Morelos, Puebla, Michoacán, Oaxaca, Querétaro, Guanajuato, Estado de México y Ciudad de México. Las coordenadas del epicentro son 16.82 latitud N y 99.78 longitud W y la profundidad es de 10 km

Hasta las 8:00 horas del día 8 de octubre de 2021 se habían registrado 1,611 réplicas del sismo magnitud 7.1 del día 7 de septiembre de 2021 (Figura 8). La mayor de ellas de magnitud 5.2 a las 21:18 horas. Cuando ocurre un sismo de magnitud considerable las rocas que se encuentran cerca de la zona de ruptura sufren un reacomodo, lo que genera una serie de temblores en la zona que reciben el nombre de réplicas. El número de las réplicas puede variar desde unos cuantos hasta cientos de eventos en los próximos días o semanas de ocurrido el temblor principal. La ocurrencia de temblores en el estado de Guerrero es frecuente. Hasta la fecha no se cuenta con técnicas científicas en ninguna parte del mundo que puedan determinar cuándo o dónde ocurrirá un sismo, tampoco se puede saber qué tan grande será o qué efectos tendrá en la población. Estar informados acerca de estos fenómenos naturales será de gran utilidad para mitigar el riesgo sísmico en caso de un evento de magnitud considerable.

Huracanes

Por su ubicación geográfica y altura sobre el nivel del mar el municipio de Chalco (2,251 msnm), no se ve afectado directamente por la trayectoria de los ciclones, huracanes, tormentas tropicales y depresiones; cuya trayectoria es hacia las costas de México o paralela a ella o bien han entrado a tierra, sin embargo, los efectos de estos fenómenos meteorológicos tienen repercusiones en sus territorios como en el resto del país.

Fuentes: <http://www.ssn.unam.mx/sismicidad/reportes-especiales/>

<https://es.weatherpark.com/y6691/Clima-promedio-en-Chalco-M%C3%A9xico-durante-todo-el-a%C3%B1o>

III.7. Si es de su conocimiento que existe un historial epidémico y endémico de enfermedades crónicas en el área de las instalaciones, proporcione la información correspondiente.

A la fecha 8 de octubre 2021, Chalco ha tenido 7,356 contagios de COVID-19 y 1,264 defunciones. En cuanto a otras enfermedades crónicas no se tiene mayor conocimiento.

Fuente: https://salud.edomex.gob.mx/saludocovid19_municipio

V.- DESCRIPCIÓN DE PROCESO.

V.1. Mencionar los criterios de diseño de la instalación con base a las características del sitio y a la susceptibilidad de la zona a fenómenos naturales y efectos meteorológicos adversos.

Para los criterios de diseño con base a las características del sitio, se tomó como prioridad la susceptibilidad a sismos que la planta pueda presentar. Para esto se tomaron en cuenta diferentes normas y reglamentos, como lo son para:

- Construcción
 - o Reglamento De Construcción Del Municipio De Chalco
 - o Normas Técnicas Complementarias Para Diseño Por Sismo (expedido por la SMIE)
- Eléctricas
 - o NEMA (National Electrical Manufacturers Association)
 - o NEC (National Electrical Safety Code)
 - o IEEE (Institute of Electrical and Electronic Engineers)
- Recipientes
 - o ASME, SECC, VIII DIV 1 (American Society of Mechanical Engineers)
- Materiales
 - o ASTM (American Society of Mechanical an materials)
- Bombas y tuberías
 - o ANSI (American National Standard Institute)

Asimismo se tomaron en cuenta diferentes normas oficiales mexicanas:

- NOM-001-STPS-2008. Edificios, locales, instalaciones y áreas los centros de trabajo, condiciones de seguridad e higiene.
- NOM-002-STPS-2010. Condiciones de seguridad para la prevención, protección y combate de incendios en los centros de trabajo.
- NOM-005-STPS-1998. Condiciones de seguridad e higiene en los centros de trabajo para el manejo, transporte y almacenamiento de sustancias químicas peligrosas.
- NOM-006-STPS-2014. Manejo y almacenamiento de materiales
- NOM-015-STPS-2001. Condiciones térmicas elevadas o abalidas- condiciones de seguridad e higiene.
- NOM-017-STPS-2008. Equipo de protección personal, selección, uso y manejo en los centros de trabajo.
- NOM-022-STPS-2015. Electricidad estática en los centros de trabajo. Condiciones de seguridad e higiene
- NOM-025-STPS-2008. Condiciones de iluminación en el centro de trabajo.
- NOM-026-STPS-2008. Colores y señales de seguridad e higiene, e identificación de riesgos por fluidos conducidos en tuberías.

En el anexo 02 se describe a detalle la ingeniería de diseño

V.2.- Descripción detallada del proceso por líneas de producción, reacción principal y secundaria en donde intervienen materiales considerados de alto riesgo (debiendo presentar diagramas de bloques).

A continuación, se describe el proceso de forma breve y concisa para la fabricación de fibra sintética:

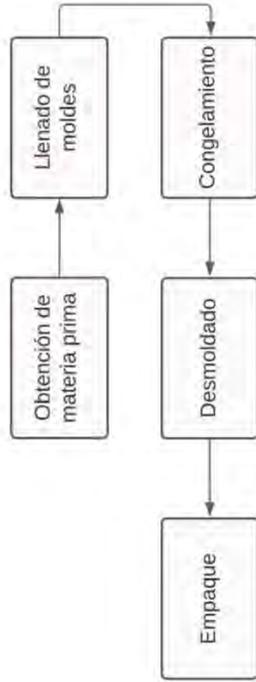


Figura 6C. Proceso resumido para producir hielo en barra.

Obtención de materia prima

El agua es tomada de la red de agua potable el cual se almacena en tanques de 30000L.

El amoniaco se recibe en camiones-pipas de 30000L de la siguiente forma:

- Para reducir el riesgo de daños a la salud, se deben utilizar los equipos de protección personal cada vez que se efectúen trasvases de amoniaco o recargas.
- Estacionar el camión-pipa cerca del tanque estacionario al cual será descargado el amoniaco para conectar fácilmente las mangueras y evitar tensiones.
- Evitar cualquier movimiento que pueda presentar el camión-pipa colocando freno de mano y calzas. Asimismo, se deberán conectar eléctricamente a tierra, para evitar que alguna chispa provoque o inicie un incendio en la zona de cargado. Es conveniente colocar letreros indicando que se está descargando amoniaco.
- Conectar la manguera alimentadora a la válvula de salida del camión y en otro extremo a la válvula de entrada del tanque estacionario. Al conectar las mangueras, se debe asegurar que todas las válvulas de purga estén cerradas antes de abrir cualquier otra.
- Abrir lentamente las válvulas de vapor y líquido del tanque estacionario y en seguida la de líquido del camión, las de vapor del compresor y la del camión. Si las válvulas se abren rápidamente, se puede presentar un exceso de flujo que las cerrara por golpe, si esto ocurre, se deben cerrar las válvulas y dejar que fluya el amoniaco para volverlas abrir. Se debe tener especial cuidado al hacer las conexiones para evitar conectar la línea de líquido al compresor.
- Comprobar que la válvula de gas del camión esté abierta, con esta última operación se tienen abiertas todas las válvulas tanto de gas, como de líquido y el sistema está listo para llenar el tanque estacionario
- Fijar la válvula de cuatro vías para el llenado del tanque estacionario y poner en funcionamiento el compresor. Conforme éste reduzca la presión del tanque estacionario, la del camión aumenta y el amoniaco fluye hacia el interior de él.
- Después del arranque del compresor, se debe abrir la purga del manómetro de nivel líquido (válvula del 85%) del tanque estacionario, lo suficientemente para que el escape de gas pueda ser escuchado
- En condiciones normales la presión del tanque debe estar entre 5 y 15 libras más abajo que del camión, esto se puede comprobar con los manómetros correspondientes.
- Cuando el tanque este al 85%, cerrar la válvula de entrada del tanque y del compresor, luego la del camión.

- Antes de separar cada conexión es necesario abrir el purgador de cada una de las válvulas para igualar la presión en el acoplamiento; una vez hecho esto, se puede proceder a desconectar las mangueras.
- Al realizar esta operación de desconexión se debe tener cerca un recipiente grande con agua para que el amoníaco que quedó en el tramo de manguera se mezcle con el agua y no se ventee a la atmósfera.
- Después de desconectar, se debe asegurar que las mangueras de llenado sean cuidadosamente volgadas, siempre se deben mantener las terminales de las mangueras limpias y evitar torcerlas; se deben retirar las calzas de las ruedas de la nodriza y asegurarse que las cadenas de seguridad queden en su lugar.

<https://web.archive.org/web/20161020115117/http://www.diq.pemex.com.mx/productos/servicios/ventosdescatapas/Documents/FORO%20AMONIACO/2013/Recomendaciones%20B%20C3%A1sicas%20para%20el%20Manejo%20de%20Amoniac%20Anhidro.pdf>

Llenado de moldes

Se llenan 50 moldes con 50 L de agua aproximadamente.

Congelamiento

En esta etapa, los moldes con agua que fueron llenados en la etapa anterior son sujetados elevados, transportados e inmersos en la poza para que se congelen a -12°C por un periodo de 20 a 24 horas, siendo este el tiempo óptimo de lo contrario si este tiempo disminuye se obtendría hielo quebradizo. Este congelamiento se realiza por la acción de amoníaco líquido circundante a través de serpentes adheridos a una de las paredes de las pozas.

Desmoldado

En la producción de bloques de hielo se usa este proceso para que estos se liberen rápidamente del molde, mediante un sistema de descongelación denominado "baino maría", es decir los bloques de hielo al estar a una temperatura de -12 °C se exponen a temperatura ambiente, con la finalidad de que el bloque de hielo se desprenda del molde por sí solo y se extraiga por gravedad.

Empaquetado y almacenamiento

Una vez desmoldado el hielo, se procede a empaquetar manualmente las barras con bolsas transparentes, las cuales posteriormente se llevan con un montacargas al almacén.

V.3. Listar todas las materias primas, productos y subproductos manejados en el proceso, señalando aquellas que se encuentren en los Listados de Actividades Alimento Riesgosas, especificando: Sustancia, cantidad máxima de almacenamiento en kg, flujo en m³/h o millones de pies cúbicos estándar por día (MPCSD), concentración, capacidad máxima de producción, tipo de almacenamiento (granel, sacos, tanques, tambores, bidones, cuñetes, etc.) y equipo de seguridad.

Materias pertenecientes al Primer Listado de sustancias tóxicas						
Sustancia	AAR	Cantidad máxima almacenamiento (kg)	Flujo (m ³ /h)	Concentración	Almacenamiento	Equipo de Seguridad
Agua	No	3,000	300	1 M	Tanques	-
Glicol	No	1,000	200	-	Tanque	-
Hipoclorito de sodio	No	500	-	.3 M	Bidones	Protección para menos ojos y cara

Ciudad de Soledad	No	500	.9 M	Sacos	Protección para manos, ojos y cara, Trípode, en caso de ser necesario
Amoníaco Anhidro	SI	500	.9 M	Tanque	

Tabla 2C. Inventario de sustancias químicas y materiales peligrosos

V.4 Anexar las hojas de datos de seguridad (MSDS), de acuerdo a la NORMA Oficial Mexicana NOM-018-STPS-2015, Sistema para la identificación y comunicación de peligros y riesgos por sustancias químicas peligrosas en los centros de trabajo de aquellas sustancias consideradas peligrosas que presenten alguna característica CRETIB.

En el anexo 03 se presentan las hojas de datos de seguridad de Amoníaco.

V.5. Describir tipo de recipientes y/o envases de almacenamiento, especificando: Características, código o estándares de construcción, dimensiones, cantidad o volumen máximo de almacenamiento por recipiente, indicando la sustancia contenida, así como los dispositivos de seguridad instalados en los mismos.

Recipiente y nomenclatura	Sustancia	Características y estándares de construcción	Dimensiones y Cantidad de almacén.	Vida útil y Tiempo de uso	Dispositivos de seguridad
Tanque T-001	Amoníaco	Construido con acero de línea interior 480 (API 650) anillado en todo caso como mínimo, 1 milímetro de sobre espesor de corrosión para tanques y recipientes a presión y 2 milímetros para tabuladoras de las conexiones. ITC IME-APC-4	Diámetro: 1.5m Longitud: 4m 500kg	VU: 20 años TU: 2 años	Válvula de seguridad, sistema de detección de fuga, contina de agua
Tanque T-002	Agua	Tanque de polietileno API 650	Diámetro: 1.5m Altura: 4m 1500kg	VU: 20 años TU: 2 años	Válvula de seguridad
Tanque T-003	Agua	Tanque de polietileno API 650	Diámetro: 1.5m Altura: 4m 1500kg	VU: 20 años TU: 2 años	Válvula de seguridad
Tanque T-004	Glicol	Interior: TH = 3.0mm Exterior: TH = 2.0mm Soldadura 100% TIG Acabado interior: Pulido general a 0.4 - 0.6 µm Afilamiento: poliuretano; TH = 80 mm API 650	Diámetro: 1.5m Altura: 4m 1000kg	VU: 20 años TU: 2 años	Válvula de seguridad

Tabla 3C. Recipientes dentro de Hielos AS.

V.6 Describir equipos de proceso y auxiliares, especificando características, tiempo estimado de uso y localización. Asimismo, anexas plano a escala del arreglo general de la instalación.

Equipo y Nomenclatura	Características Y especificaciones	Capacidad y/o flujo	Vida útil y Tiempo de uso	Localización dentro de la planta
Bomba B-01	Centrifuga, Sello Hidráulico, 150HP, 480 V, 3 Fases, 60 Hz, Acero Inv.	480 V, 3 Fases, 60 Hz, Acero Inv. 1400L/min	VU: 10 años TU: 2 años	Producción
Bomba B-02	Centrifuga, Sello Hidráulico, 150HP	480 V, 3 Fases, 60 Hz, Acero Inv. 1400L/min	VU: 10 años TU: 2 años	Producción
Bomba B-03	Centrifuga, Sello Hidráulico, 150HP	480 V, 3 Fases, 60 Hz, Acero Inv. 1400L/min	VU: 10 años TU: 2 años	Producción
Bomba B-04	Centrifuga, Sello Hidráulico, 150HP	480 V, 3 Fases, 60 Hz, Acero Inv. 1400L/min	VU: 10 años TU: 2 años	Tanque Amoniaco
Bomba B-05	Centrifuga, Sello Hidráulico, 150HP	480 V, 3 Fases, 60 Hz, Acero Inv. 1400L/min	VU: 10 años TU: 2 años	Tanque Amoniaco
Compresor C-01	6 galones - Presión de corte aprox: 150 psi. - Presión de arranque aprox.: 120 psi. - Protección térmica: Automática.	- H.P.: 1.5 - Motor: 15 Amps - Voltaje: 120V, una sola fase. - SCFM a 90 psi: 2.6	VU: 10 años TU: 2 años	Tanque Amoniaco
Compresor C-02	6 galones - Presión de corte aprox: 150 psi. - Presión de arranque aprox.: 120 psi. - Protección térmica: Automática.	- H.P.: 1.5 - Motor: 15 Amps - Voltaje: 120V, una sola fase. - SCFM a 90 psi: 2.6	VU: 10 años TU: 2 años	Producción

Tabla 4C. Recipientes dentro de Hielos AS.

V.6 Características del régimen operativo de la instalación

Por lots

V.7 Condiciones de operación.

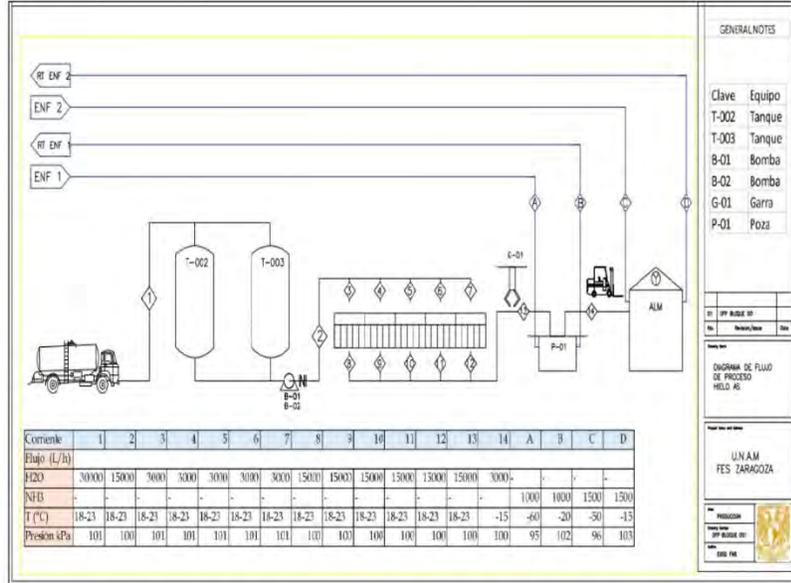


Figura 7C. Diagrama de flujo de Proceso, Hielos AS.

V.8 Diagramas de Tubería e Instrumentación (DTI's) con base en la ingeniería de detalle y con la simbología correspondiente.

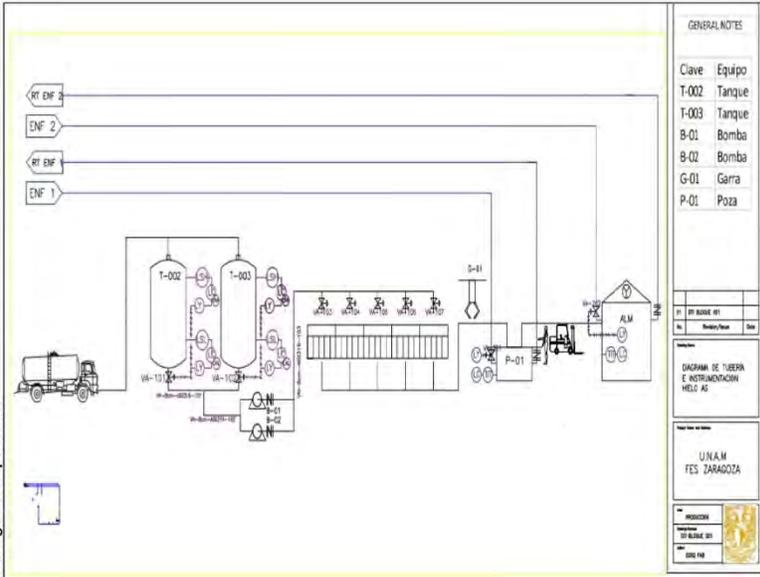


Figura 8C. Diagrama de tubería de instrumentación, Hielos AS. En el anexo 04 se presenta el DTI del chiller y DTI del proceso en hoja doblecarta.

VI.- ANÁLISIS Y EVALUACIÓN DE RIESGOS.

VI.1 Antecedentes de incidentes y accidentes ocurridos en la operación de las instalaciones o de procesos similares, describiendo brevemente el evento, las causas, sustancias involucradas, nivel de afectación y en su caso, acciones realizadas para su atención.

Hasta el momento no se han presentado incidentes o accidentes dentro de la planta, sin embargo, se tienen antecedentes de diferentes accidentes ocurridos por el manejo de amoníaco anhidro.

Algunos de los casos son los siguientes:

- 22 de Julio 1991, Guadalajara, Jalisco. Fuga de amoníaco de un tanque de ferrocarril; evacuan a 5,000 vecinos. <https://www.files.cenapred.unam.mx/es/BibliotecaVirtual/1991C9/1991-7-23-C9-N176.PDF>
- 24 de agosto 2006, Navolato Culiacán, Sinaloa. Fuga de amoníaco de sistema que tenía daños en una costura, provocó la muerte de una persona, intoxicación a 58 (entre ellos tres bomberos) y el desalojo de 800 familias. <https://www.jornada.com.mx/2006/08/25/estados/036n2est>
- 07 de Noviembre 2015, Mazatlán, Sinaloa. Fuga de amoníaco en una fábrica de hielo por válvula en mal estado. <https://www.noroste.com.mx/seguridad/se-fuga-amoníaco-de-fabrica-de-hielo-LONO163668>
- 2 de Enero 2016, Hermosillo, Sonora. Fuga de amoníaco provocado por una fuga en un tornillo de la válvula del contenedor donde se almacenaba, "Hielera Veracruz", provoca la evacuación de cientos de personas. <https://www.gob.mx/profepa/prensa/atiende-problema-fuga-de-amoníaco-en-la-empresa-hielera-veracruz-de-hermosillo-sonora>
- 6 de Diciembre 2019, Michoacán. Volcadura de pipa con 30mil litros de Amoníaco deja 9 muertos. <https://www.angulo67.com.mx/2019/12/09/suman-9-muertos-fras-volca-pipa-carga-de-amoníaco-en-michoacan/>
- 5 de Febrero 2020, Venustiano Carranza, CDMX. Fuga de amoníaco se presentó en la manguera de la bomba de suministro de una pipa propiedad de una empresa de fabricación de hielo, se evacuaron alrededor de dos mil personas de comercios y viviendas. <https://www.contrarepublica.mx/nota-fuga-de-amoníaco-en-Venustiano-Carranza202028>
- 25 de Enero 2023, Culiacán, Sinaloa. Fuga de amoníaco en fábrica de helos, provoca el desalojo de persona y la atención por intoxicación de 10 personas. <https://www.noroste.com.mx/seguridad/montan-operativo-en-culiacan-por-fuga-de-amoníaco-en-empresa-de-hielo-CX3303477>
- 13 de Febrero 2023, Santa María Tulpetlac, Ecatepec. Fuga de amoníaco por la ruptura de una tubería en una fábrica de hielo desalojando personal de la planta. <https://www.jornada.com.mx/notas/2023/02/13/estados/se-registra-fuga-de-amoníaco-en-fabrica-de-ecatepec/>
- 13 de agosto 2023, Hermosillo, Sonora. Fuga de amoníaco por la ruptura de una tubería en una fábrica de hielo, desalojando personal de la planta. <https://www.elimparcial.com/notas/hermosillo-fuga-de-amoníaco-noviza-a-cuerpos-de-emergencia-en-hermosillo-20230813-0011.html>

De los incidentes anteriores, se puede destacar los que fueron precisamente en fábricas de hielo, por lo que se relacionan en mayor medida con el estudio que se está presentando.

Fuga de amoníaco 2016 (reporte presentado por la Procuraduría Federal de Protección al Ambiente)

De acuerdo a la información preliminar de la Unidad Estatal de Protección Civil, la fuga de 150 litros de amoníaco fue provocada por el desperfecto de un tornillo en una válvula. Debido a la fuga de amoníaco fueron evacuadas cientos de personas de los alrededores, por parte de Protección Civil, y se dio atención médica a los empleados de la hielera por intoxicación menor.

Una vez que finalizadas las actuaciones de las autoridades de emergencia de primera respuesta, inspectores de la PROFEPA revisarán el sitio y solicitarán a los representantes de la empresa que acrediten el cumplimiento de la normatividad ambiental, por ejemplo, que cuenten con seguro para daños ambientales, en primera instancia. Además, esta Procuraduría verificará y solicitará un Estudio de Riesgo Ambiental; el Programa de Prevención de Accidentes; y que hayan dado aviso inmediato a las autoridades correspondientes. Hasta el momento la Unidad Estatal de Protección Civil, mantiene suspendidas las operaciones de la empresa. Después de la inspección, la PROFEPA determinará si existen los elementos suficientes para iniciar un procedimiento contra "Hielera Veracruz", la cual podría resolverse con una posible sanción administrativa. https://www.profeпа.gov.mx/innovaportal/v7901/1/mx/zatiende_profepa_fuga_de_amoniacо_en_la_empresa_%E2%80%99Chielera_veracruz%E2%80%9D_de_hermosillo_sonora.html

Fuga de amoníaco 2020 (reporte presentado por 24-horas)

En la colonia Industrial Puerto Aéreo, en la alcaldía Venustiano Carranza, se presentó una fuga amoníaco de una pipa, por lo que se evacuó a las personas cercanas al lugar y bomberos ya llegaron al lugar. Al menos dos mil personas fueron evacuadas de sus comercios y viviendas en las calles de Asistencia Pública 596 y Universidad Nacional para permitir el paso de los bomberos.

La fuga se presentó en la manguera de una bomba de suministro de una pipa, propiedad de una empresa de fabricación de hielo. Por su parte, el Heroico Cuerpo de Bomberos ya se encuentra atendiendo la zona y la fuga ha sido controlada según informó la Secretaría de Gestión Integral de Riesgos y PC. <https://www.24-horas.mx/2020/02/05/controlan-fuga-de-amoniacо-en-alcaldia-venustiano-carranza-video/>

VI.2 Con base en los DTI's de la ingeniería de detalles, identificar los riesgos en áreas de proceso, almacenamiento y transporte, mediante la utilización de alguna de las siguientes metodologías: Análisis de Riesgo y Operabilidad (HAZOP); Análisis de Modo Falla y Efecto (FMEA) con Árbol de Eventos; Árbol de Fallas, o alguna otra con características similares a las anteriores y/o la combinación de éstas, debiéndose aplicar la metodología de acuerdo a las especificaciones propias de la misma. En caso de modificar dicha aplicación, deberá sustentarse técnicamente.

Con base en los DTI's se realizó el análisis de riesgo. En el anexo 05 se muestran las hojas de trabajo del método HAZOP. A continuación, se muestra parte de esta metodología, donde se muestran los eventos detectados. Igualmente se muestra en la última columna la susceptibilidad y severidad, conforme a la matriz de riesgos (4x4) para su jerarquización.

Como proceso principal para realizar la metodología HAZOP se estableció el sistema de refrigeración, este se dividió en dos nodos, uno en la parte del proceso el amoníaco es líquido, y el segundo donde es gaseoso.

HIELOS AS S.A de C.V			
Proceso: Sistema de refrigeración			
Nodo: 1 (Amoníaco líquido)			
P. G.	Desviación	Causas	Consecuencias
No	Nivel	Fallo en los mecanismos de medición	No percatarse en caso de mantenimiento irregularidades
			-Programas de mantenimiento -Rutinas de monitoreo
			de
			2*1

HIELOS AS S.A de C.V			
Proceso: Sistema de refrigeración			
Nodo: 1 (Amoníaco líquido)			
P. G.	Desviación	Causas	Consecuencias
	Caudal	Tuberías obstruidas	Detención del proceso
		Cierre de válvulas	Fallo de mecanismos de las mismas y equipos
	Llenado	Ruptura de manguera utilizada para el trasvase	Fuga de Amoníaco
	Nivel	Intercambio de calor mínimo haciendo regresar líquido	No llevar acabo el intercambio necesario para formal el hielo
	Caudal	Sistema de control averiado	Irregularidades haciendo ineficiente el proceso
	Presión	Presencia de aceite	Irregularidades haciendo ineficiente el proceso
		Falla en válvula expansión	Ruptura de tubería liberando amoníaco
	Temperatura	Falla en válvula expansión	No llevar acabo el intercambio necesario para formal el hielo
			-Calibración de válvulas y válvulas de seguridad -Rutinas de monitoreo -Equipo de reserva
			de
			2*1
			de
			2*1
			de
			2*1
			de
			2*3
			-Válvula de alivio hacia la atmósfera -Botones de parada de emergencia -Simulacros de actuación en caso de fugas
			de
			2*1
			de
			2*1
			de
			2*2
			-Programas de mantenimiento -Rutinas de monitoreo -Equipo de reserva

HIELOS AS S.A de C.V			
Proceso: Sistema de refrigeración Nodo: 1 (Amoniaco líquido)			
P. G.	Desviación	Causas	Consecuencias
Menos	Nivel	Tanque con abertura	Fuga de amoniaco
		Válvula inferior averiada o rota	Fuga de amoniaco
	Caudal	Bombas sin amperaje necesario	Irregularidades haciendo ineficiente el proceso
	Presión	Válvula de expansión no ajustada	Irregularidades haciendo ineficiente el proceso
	Temperatura	Falla en el intercambio de calor	No llevar acabo el intercambio necesario para formal el hielo

Tabla 5C: Análisis HAZOP para el nodo 1

HIELOS AS S.A de C.V			
Proceso: Sistema de refrigeración Nodo: 2 (Amoniaco gaseoso)			
P. G.	Desviación	Causas	Consecuencias
No	Caudal	No existe intercambio de calor	No llevar acabo el intercambio necesario para formal el hielo
Más	Caudal	Fallo en válvula de expansión	Ruptura de tubería liberando amoniaco

HIELOS AS S.A de C.V			
Proceso: Sistema de refrigeración Nodo: 2 (Amoniaco gaseoso)			
P. G.	Desviación	Causas	Consecuencias
		Falla en condensador	Ruptura de tubería liberando amoniaco
	Presión	Compresor no ajustado	Irregularidades haciendo ineficiente el proceso
	Temperatura	Compresor no ajustado	Irregularidades haciendo ineficiente el proceso
	Menos Caudal	Es mínimo el intercambio de calor	No llevar acabo el intercambio necesario para formal el hielo
	Presión	Falla en compresor	Auto inflamación del aceite Irregularidades haciendo ineficiente el proceso
			Fuga de amoniaco en tubería

HIELOS AS S.A de C.V			
Proceso: Sistema de refrigeración			
Nodo: 2 (Amoniaco gaseoso)			
P. G.	Desviación	Causas	Consecuencias
	Temperatura	Es mínimo el intercambio de calor	No llevar acabo el intercambio necesario para formal el hielo
		Falla en recubrimiento en tuberías	Irregularidades haciendo ineficiente el proceso
			-Alarmas visuales y sonoras -Programas de mantenimiento -Rutinas de monitoreo -Registros de funcionamiento de equipo
			-Programas de mantenimiento de Rutinas de monitoreo
			11

Tabla 6C: Análisis HAZOP para el nodo 2

Con forme al análisis presentado, se detectaron cuatro escenarios considerables:

Escenario	Sustancia	EVENTO QUE PUEDE PRESENTARSE
1	Amoniaco	Amoniaco escapando del tanque (en forma líquida) por una abertura circular de 1 cm de diámetro a 10 centímetros de altura del fondo del tanque. El tanque se encuentra al 80% de llenado
2	Amoniaco	Fuga en válvula inferior del tanque de 2 cm, escapando amoniaco en forma líquida. El tanque se encuentra a 30% de llenado.
3	Amoniaco	Ruptura de la manguera de dos pulgadas de diámetro usada para el trasvase.
4	Amoniaco	Ruptura de tubería de alta presión ocasionando una fuga de amoniaco

Tabla 7C: Eventos HAZOP detectados

VI.3 Determinar los radios potenciales de afectación, a través de la aplicación de modelos matemáticos de simulación, del o los eventos máximos probables de riesgo identificados en el punto VI.2, e incluir la memoria de cálculo para la determinación de los gastos, volúmenes y tiempos de fuga utilizados en las simulaciones, debiendo justificar y sustentar todos y cada uno de los datos empleados en dichas determinaciones.

Los radios potenciales de afectación fueron calculados con el software de uso gratuito "ALPHA", los datos ingresados para dichos cálculos se basan en la información recopilada del capítulo III. Dado que el software se encuentra en inglés la memoria de cálculo se presentará en ese idioma.

Datos del químico y ambiente:

- Chemical Name: AMMONIA
- CAS Number: 7664-41-7
- Molecular Weight: 17.03 g/mol
- AEG1-1 (60 min): 30 ppm
- AEG1-2 (60 min): 160 ppm
- AEG1-3 (60 min): 1100 ppm
- IDLH: 300 ppm
- LEL: 1500000 ppm
- UEL: 2800000 ppm
- Ambient Boiling Point: -33.5° C

- Vapor Pressure at Ambient Temperature: greater than 1 atm
- Ambient Saturation Concentration: 1,000,000 ppm or 100.0%
- ATMOSPHERIC DATA: (MANUAL INPUT OF DATA)
- Wind: 5 miles/hour from S at 3 meters
- Ground Roughness: open country
- Cloud Cover: 5 tenths
- Air Temperature: 20° C
- Stability Class: C (user override)
- No Inversion Height
- Relative Humidity: 0%

Escenario 1:

- SOURCE STRENGTH:
- Leak from hole in horizontal cylindrical tank
- Flammable chemical escaping from tank (not burning)
- Tank Diameter: 1.5 meters
- Tank Length: 4 meters
- Tank Volume: 7.07 cubic meters
- Tank contains liquid
- Internal Temperature: 20° C
- Chemical Mass in Tank: 3.81 tons
- Tank is 80% full
- Circular Opening Diameter: 1 centimeters
- Opening is 10 centimeters from tank bottom
- Release Duration: 47 minutes
- Max. Average Sustained Release Rate: 86.7 kilograms/min (averaged over a minute or more)
- Total Amount Released: 3,364 kilograms
- Note: The chemical escaped as a mixture of gas and aerosol (two phase flow).

Escenario 2:

- SOURCE STRENGTH:
- Leak from short pipe or valve in horizontal cylindrical tank
- Flammable chemical escaping from tank (not burning)
- Tank Diameter: 1.5 meters
- Tank Length: 4 meters
- Tank Volume: 7.07 cubic meters
- Tank contains liquid
- Internal Temperature: 20° C
- Chemical Mass in Tank: 1.46 tons
- Tank is 30% full
- Circular Opening Diameter: 2 centimeters
- Opening is 0 centimeters from tank bottom
- Note: RAILCAR predicts a stationary cloud or 'mist pool' will form.
- Model Run: traditional ALOHA tank
- Release Duration: 12 minutes
- Max. Average Sustained Release Rate: 116 kilograms/min (averaged over a minute or more)
- Total Amount Released: 1,324 kilograms
- Note: The chemical escaped as a mixture of gas and aerosol (two phase flow).

Escenario 3

- **SOURCE STRENGTH:**
- Leak from short pipe or valve in horizontal cylindrical tank
- Flammable chemical escaping from tank (not burning)
- Tank Diameter: 2 meters Tank Length: 9.55 meters
- Tank Volume: 30 cubic meters
- Tank contains liquid Internal Temperature: 20° C
- Chemical Mass in Tank: 14,736 kilograms
- Tank is 80% full
- Circular Opening Diameter: 2 centimeters
- Opening is 20.0 centimeters from tank bottom
- Release Duration: ALOHA limited the duration to 1 hour
- Max Average Sustained Release Rate: 116 kilograms/min (averaged over a minute or more)
- Total Amount Released: 6,880 kilograms
- Note: The chemical escaped as a mixture of gas and aerosol (two phase flow).

Escenario 4:

- **SOURCE STRENGTH:**
- Flammable gas escaping from pipe (not burning)
- Pipe Diameter: 2 inches Pipe Length: 15 meters
- Unbroken end of the pipe is connected to an infinite source
- Pipe Roughness: rough Hole Area: 3.14 sq in
- Pipe Press: 10 atmospheres Pipe Temperature: 35° C
- Release Duration: ALOHA limited the duration to 1 hour
- Max Average Sustained Release Rate: 72.5 kilograms/min (averaged over a minute or more)
- Total Amount Released: 4,348 kilograms

En cuanto a los radios de afectación se consideró como mayor prioridad la zona norte respecto a la planta, debido a que en la zona sur no se encuentran asentamientos humanos ni comercios

Escenario	Radios de afectación		
	TLV-TWA	TLV-STEL	IDLH
1	2.3 km	1.9 km	618 m
2	657 m	551 m	177 m
3	2.7 km	2.2 km	718 m
4	1.1 km	949 m	310 m

Tabla 8C. Radios de afectación

VI.4 Representar las zonas de alto riesgo y amortiguamiento en un plano a escala adecuada donde se indiquen los puntos de interés que pudieran verse afectados.





Figura 11C. Plano mostrando los radios potenciales de afectación obtenidos de la simulación del escenario 3

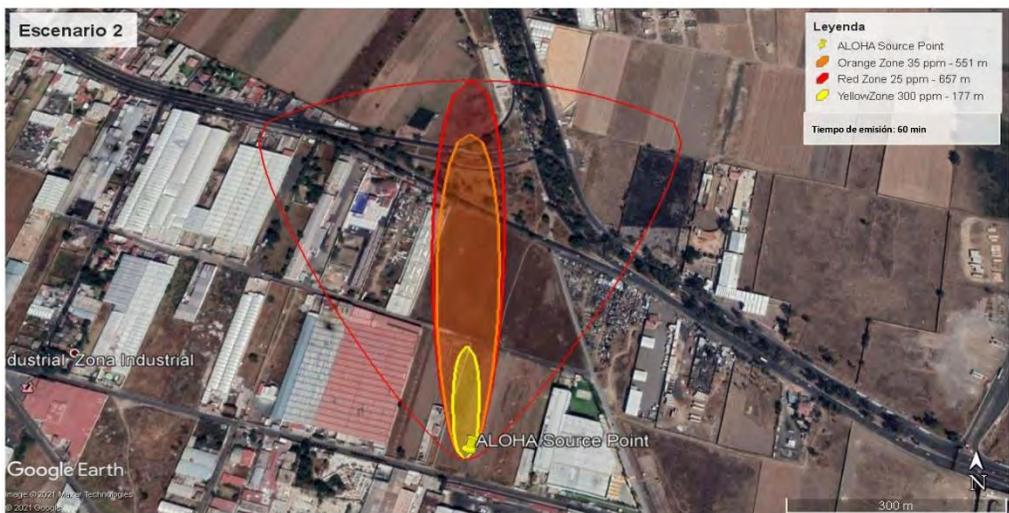


Figura 10C. Plano mostrando los radios potenciales de afectación obtenidos de la simulación del escenario 2

VI.5 Realizar un análisis y evaluación de posibles interacciones de riesgo con otras áreas, equipos o instalaciones próximas a la instalación que se encuentren dentro de la Zona de Alto Riesgo, indicando las medidas preventivas orientadas a la reducción del riesgo de las mismas.

Dentro de la planta no existe interacción con equipos críticos que puedan ocasionar alguna contingencia mayor en caso de emergencia.

Las mayores complicaciones respecto a la interacción con otros equipos, serían debido a las plantas colindantes o que se encuentran en la zona de alto riesgo, como lo son: SOMAR, GENBIO, Bontanas Metropoli, entre otras.

Para la seguridad de las plantas colindantes y de la población, se les informará a las plantas de los peligros del amoniaco tomando como base las siguientes consideraciones:

- El amoniaco es estable a temperatura ambiente, pero a altas temperaturas se descompone en hidrógeno y nitrógeno. La velocidad de descomposición depende del material donde se encuentre almacenado. Generalmente, las disoluciones con concentraciones inferiores a 5 % no producen vapores inflamables a ninguna temperatura. Se ha informado de explosiones violentas durante el secado intensivo de amoniaco sobre perclorato de magnesio en tubos de acero.
- Conexiones accidentales que pongan en contacto oxígeno y amoniaco en forma gaseosa, generan explosiones violentas. También se ha informado de este tipo de accidentes al mezclar óxido de sodio y disoluciones acuosas de amoniaco, ya que se inicia violentamente una polimerización.
- Pueden presentarse reacciones violentas e incluso explosivas entre amoniaco y los siguientes reactivos: acetaldehído, acroleína, boro, haluros de boro, calcio, ácido clórico, azida de cloro, monóxido de cloro, trifluoruro de cloro, cromo, anhídrido crómico, cloruro de cromo, 1,2-dicloroetano, tetóxido de dinitrógeno, derivados de germanio, hexacloromelamina, hidracina con metales alcalinos, bromuro de hidrógeno, peróxido de hidrógeno al 99.6 %, ácido hipocloroso, tricloruro de nitrógeno, trifluoruro de nitrógeno, cloruro de nitrilo, pentóxido de fósforo, trióxido de fósforo, ácido picrico-metales, clorato de potasio, difluoruro de oxígeno y cloruro de totriazilo.
- No deben calentarse mezclas de amoniaco y carbonato de sodio en disoluciones de goma arábica, pues pueden explotar.
- El nitruro de azufre es un compuesto explosivo que se genera al reaccionar azufre o dicloruro de azufre con amoniaco. Igualmente, peligrosas resultan las disoluciones amoniacales de plata al exponerse al aire o al calor o al almacenarse por periodos largos de tiempo, ya que se genera nitruro de plata el cual es explosivo. Este peligro de explosión existe también, en la recuperación de plata a partir de disoluciones amoniacales de cloruro de plata por intercambio iónico; en las disoluciones amoniacales muy alcalinas (pH 12.9) de nitrato de plata, en el reactivo de Sommer y Market para identificar derivados de celulosa; en las disoluciones amoniacales de azida de plata y al secarse la imda de plata. El mismo riesgo existe con las respectivas sales de oro.
- El amoniaco reacciona con mercurio en presencia de trazas de agua, generando compuestos explosivos, por lo que **NO DEBEN UTILIZARSE MANÓMETROS CON MERCURIO AL TRABAJAR CON AMONIACO**, pues existe el riesgo de explosión al despresurizar el sistema. Otras mezclas explosivas se han informado con amoniaco y pentafluoruro de bromo, bromo, cloro, cloritos, clorosilanos, tetrabromuro de telurio, tetracloruro de telurio, amina de tetrametilamonio y cloruro de sulfínilo.
- El amoniaco y sus disoluciones acuosas se prenden en contacto con fluor y con yodo o yoduro de potasio, forman compuestos explosivos, los cuales pueden detonar con cantidades mínimas de energía. La oxidación de amoniaco a ácido nítrico, sobre platino en presencia de oxígeno puede resultar explosiva. Se ha informado de reacciones explosivas, usando amoniaco, durante la síntesis de 2,4- dinitroanilina, 2-nitroanilina y 15N-urea. Reacciona con cinc, cobre, esta o y algunas aleaciones.



Figura 12C. Plano mostrando los radios potenciales de afectación obtenidos de la simulación del escenario 4

- En general, el amoniaco es incompatible con muchos compuestos como: sales de oro y plata, halógenos, metales alcalinos, tricloruro de nitrógeno, clorato de potasio, cloruro de cromo, haluros de oxígeno, vapores ácidos, azidas, óxido de etileno y ácido pírico, entre otros. Las disoluciones acuosas concentradas de amoniaco reaccionan con yodo metálico para dar un precipitado de yoduro de nitrógeno (NI₃), el cual es un explosivo débil. También puede generar reacciones de polimerización peligrosas.
- Las disoluciones acuosas de amoniaco generan amoniaco gaseoso y en general son incompatibles con ácidos, cobre, aleaciones de cobre, hierro galvanizado y aluminio.

Vi.6 Indicar claramente las recomendaciones técnicas operativas resultantes de la aplicación de la(s) metodologí(a)s para la identificación de riesgos, así como de la evaluación de los mismos, señalados en los puntos VI.2 y VI.3. Conforme al estudio de riesgo realizado anteriormente, se han determinado diferentes actividades para la reducción de los riesgos identificados. Estas actividades se describen en la siguiente tabla:

Medidas preventivas, correctivas y de mejora			
Actividad a realizar	Descripción de la actividad	Periodicidad	Personal responsable
Verificación de trasvase	Verificar que esté presente el manual/procedimiento de trasvase de amoniaco a la vista de los trabajadores.	Permanente	Jefe de almacenamiento
Registro de Válvulas	Llevar registros de las revisiones de válvulas de tuberías y tanques y, en caso de que se lleven a cabo, de reemplazo y calibración.	Cada 2 días	Metrología y mantenimiento
Plan de protección civil	Realizar y mantener actualizado el plan interno de protección civil cada año.	Anualmente	Seguridad e Higiene
Brigadas de emergencia	Capacitar y actualizar las brigadas de emergencia existentes.	Trimestral	Seguridad e Higiene y Dirección
Reporte de incidentes y accidentes	Llevar a cabo y analizar un reporte de incidentes y accidentes, señalando sus causas, consecuencias y maneras de haber sido evitado.	Semestral	Seguridad e Higiene y Dirección
Disponibilidad de hojas de seguridad	Tener al alcance de los trabajadores las hojas de seguridad que manejan amoniaco.	Permanente	Encargados de las diferentes zonas
Actualizar directorios	Mantener actualizado el directorio de los cuerpos de auxilio y rescate.	Mensualmente	Seguridad e Higiene y Dirección

Actividad a realizar	Descripción de la actividad	Fecha de inicio	Fecha de terminación	Personal responsable
Programas de capacitación	Realizar capacitaciones al personal en cuanto a las acciones de corrección, mitigación y control de presentarse una fuga de amoniaco en el sistema.	Mensualmente		Seguridad e Higiene
Mantenimiento de manguera	Verificar que la manguera para el trasvase de amoniaco se encuentra en óptimas condiciones o bien reemplazarla.	Semanalmente		Jefe de almacén y Jefe de producción
Medidas correctivas y de mejora				
Actividad a realizar	Descripción de la actividad	Fecha de inicio	Fecha de terminación	Personal responsable
Identificación de tubería	Identificar la totalidad de la tubería de acuerdo a la NORMA Oficial Mexicana NOM-026-STPS-2008, Colores y señales de seguridad e higiene, e identificación de riesgos por fluidos conducidos en tuberías.	10/Dic/2021	15/Dic/2021	Seguridad e Higiene
Cambio de manómetros	No deben emplearse manómetros que operen con mercurio ya que puede formar un compuesto explosivo similar a un fulminato.	01/Dic/2021	05/Dic/2021	Metrología y mantenimiento
Protección de tuberías	Todas las válvulas deben estar protegidas por válvulas check internas para exceso de flujo, para mayor seguridad la instalación debe utilizar su propia válvula check externa.	01/Dic/2021	05/Dic/2021	Mantenimiento
Instalación de veleta	Instalar veleta en un punto donde sea visible para conocer la dirección del viento en caso de fuga.	01/Dic/2021	01/Dic/2021	Metrología y mantenimiento
Instalación de equipo contra incendios	Constatar que el equipo contra incendio este basado en lo establecido en la NOM-002-STPS-2010.	01/Dic/2021	05/Dic/2021	Seguridad e Higiene

Tabla 9C. Medidas preventivas, correctivas y de mejora respecto al análisis realizado.

Vi.7 Presentar reporte del resultado de la última auditoría de seguridad practicada a la instalación, anexando en su caso, el programa calendarizado para el cumplimiento de las recomendaciones resultantes de la misma.

Se realizó una auditoría interna con base en la ISO 22000:2005 (Sistemas de gestión de la inocuidad de los alimentos). De la cual se concluyó:

- Se elaboró un diagnóstico general de la planta procesadora de hielo utilizando la guía elaborada de acuerdo a los lineamientos del Sistema de Gestión de la Inocuidad de los Alimentos ISO 22000:2005,
- De acuerdo al diagnóstico realizado se determinó que el estado actual organización cumple en un 80% con los requisitos establecidos por el Sistema de Gestión de la Inocuidad de los Alimentos ISO 22000:2005.
- La principal deficiencia evidenciada después del diagnóstico fue el desconocimiento del personal en general, en cuanto a que acciones en específico seguir en caso de una fuga.
 - Como recomendaciones se obtuvieron las siguientes:
 - o Realizar una capacitación a todo el personal relacionado con el Sistema de Gestión de Seguridad Alimentaria ISO 22000:2005.
 - o Definir una política específica de inocuidad la cual se pueda implementar de acuerdo al Sistema de Gestión de Seguridad Alimentaria ISO 22000:2005.

El reporte completo de auditoría se encuentra en el Anexo 06.

Vi.8 Describir a detalle las medidas, equipos, dispositivos y sistemas de seguridad con que cuenta o contará la instalación, consideradas para la prevención, control y atención de eventos extraordinarios.

Para disminuir la probabilidad de ocurrencia de los eventos identificados en el Estudio de Riesgo Ambiental, así como combatirlos, se consideran los siguientes sistemas de seguridad

Sistemas para la detección de humo o gases

La planta cuenta con detectores de gases y detectores de flama distribuidos en toda la planta, enfocándose principalmente en el área de enfriamiento y almacén de amoníaco.

Sistemas contra incendio.

- Trajes de penetración de incendio
- Trajes de protección respiratoria
- Bombas Jockey
- Alarmas de emergencia y de evacuación
- Rociadores
- Circuito de distribución del agente extintor
- Extintores: PQS-ABC, CO₂

Sistemas de Comunicación

La planta cuenta con una red de teléfonos que se posicionan en cada puesto de trabajo para las distintas áreas. Asimismo, el personal de seguridad cuenta con radios de largo alcance para cualquier tipo de comunicación.

Servicios de limpieza y mantenimiento

La planta cuenta con personal de limpieza, el cual está capacitado para realizar y desempeñar su trabajo de la mejor manera posible, igualmente cuentan con la capacitación para reportar cualquier percance que pueda suceder. Igualmente existe personal de mantenimiento, el cual verifica que todos los equipos y accesorios se encuentren en las condiciones óptimas para su funcionalidad.

Instalaciones de atención médica y equipo de primeros auxilios.

La planta cuenta con un consultorio médico, el cual dispone de 3 trabajadores para los distintos turnos que existen, igualmente en la planta se cuenta con 5 botiquines de primero auxilios los cuales se encuentran en puntos estratégicos para mayor facilidad de acceso, estos contienen:

- Tintura de yodo
- Jabón neutro líquido
- Vaselina
- Alcohol
- Agua estéril
- Gasas estériles de 5 y 10 cm
- Termómetro
- Tijeras recias
- Fénulas de cartón de 15 X 50 cm
- Esfera salvó (oxígeno) con equipo mascarilla
- Tabletas de antiespasmodico
- Tijera recta
- Tomoquete de hule REBSTER de 2.5 cm x 80 cm
- Vendas elásticas de 5 cm x 5 m.
- Venda triangular de tela no tejida REBSTER de 90 cm x 90 cm x 130 cm
- Frio-Pack (compresa fría) REBSTER.
- Hot Pack (compresa caliente) REBSTER.

Cantidad	Características generales	Ubicación
4	Equipo de respiración autónomo, el cual permite su uso durante al menos 30 minutos	Almacén de Equipo.
4	Mascarillas para vapores orgánicos con cartuchos removibles.	Almacén de Equipo.
1	Detector de gases múltiples (explosímetro)	Almacén de Equipo.
4	Botoneras de la alarma sonora, la cual opera únicamente con energía eléctrica.	Caseta de vigilancia sur y norte. Área Central
05	Radios de comunicación interna de banda corta, mismos que están a cargo de: Además, vigilancia también posee radio de alta frecuencia con el cual se está en contacto con los servicios de apoyo en caso necesario.	Vigilancia. Mantenimiento. Calderas. Almacén de Equipo. Eléctrico.
2	Se cuenta con radio telefónica para comunicación interna (administrativa)	Administración
5	Regadera y lavaojos de emergencia.	Área de almacén. Área de producción
1	Botiquín de primero auxilios.	Enfermería. Almacén. Área de producción. Casetas de vigilancia.
Lote	Camilla rígida.	Almacén de Equipo.
5	Inmovilizadores de cráneo.	Almacén de Equipo.
3	Collarín.	Almacén de Equipo.
1	Tanque de oxígeno.	Enfermería
4	Baumanómetro digital.	Almacén de Equipo.
Lote	Termómetro.	Almacén de Equipo.
	Vendas.	Enfermería
		Almacén de Equipo.

4	Féculas.	Almacén de Equipo.
1	Nebulizador de plstón.	Almacén de Equipo.
Lote	Soluciones antisépticas.	Almacén de Equipo.
Lote	Medicamentos, tales como desinflamatorios, antiespasmódicos, antipiréticos.	Almacén de Equipo, Enfermería
8	Áreas industriales.	Almacén de Equipo.
8	Líneas de vida con amortizador de caídas.	Almacén de Equipo.
2	Dispositivos para indicar la ubicación del viento -conocido-	Caseta de vigilancia sur y norte y Almacén
4	Equipos de protección personal para manejo de Amoniaco, tipo Tyvek.	Almacén general.
Lote	Material para contención de derrames.	Almacén general.
5	Extintores (PQS Y PCO ₂)	Diferentes puntos de la planta.
1	Megáfono.	Almacén de Equipo.
2	Bombas contra incendios	Área de producción.
3	Hidráulico monitor (cañón)	Diferentes puntos de la planta.

Tabla 10C. Equipos de Seguridad en la Planta de Hielos AS

Lo anteriormente descrito se encuentra con más detalle en los siguientes anexos
 Anexo 07. Equipo de Seguridad.
 Anexo 08. Plano del sistema contra incendios.
 Anexo 09. Lay Out Rutas de Evacuación.

VI.9 Indicar las medidas preventivas o programas de contingencias que se aplicarán, durante la operación normal de la instalación, para evitar el deterioro del medio ambiente (sistemas anticontaminantes), incluidas aquellas orientadas a la restauración de la zona afectada en caso de accidente.

Actividad a realizar	Medidas preventivas		Personal responsable
	Descripción de la actividad	Periodicidad	
Verificación de trasvase	Verificar que esté presente el manual/procedimiento de trasvase de amoniaco a la vista de los trabajadores.	Permanente	Jefe de almacenamiento
Registro de Válvulas	Llevar registros de las revisiones de válvulas de tuberías y tanques y, en caso de que se lleven a cabo, de reemplazo y calibración.	Cada 2 días	Metrología y mantenimiento
Plan de protección civil	Realizar y mantener actualizado el plan interno de protección civil cada año.	Anualmente	Seguridad e Higiene
Brigadas de emergencia	Capacitar y actualizar las brigadas de emergencia existentes.	Trimestral	Seguridad e Higiene y Dirección
Reporte de incidentes y accidentes	Llevar a cabo y analizar un reporte de Incidentes y Accidentes, señalando	Semestral	Seguridad e Higiene y Dirección

Disponibilidad de hojas de seguridad	sus causas, consecuencias y maneras de haber sido evitado.	Encargados de las diferentes zonas
Actualizar directores	Tener al alcance de los trabajadores las hojas de seguridad que manejan amoniaco. Mantener actualizado el directorio de los cuerpos de auxilio y rescate.	Permanente Mensualmente
Programas de capacitación	Realizar capacitaciones al personal en cuanto a las acciones de corrección, mitigación y control de presentarse una fuga de amoniaco en el sistema.	Mensualmente
Mantenimiento de manguera	Verificar que la manguera para el trasvase de amoniaco se encuentra en óptimas condiciones o bien reemplazarla.	Semanalmente Jefe de almácén y Jefe de producción

Tabla 11C. Equipos de Seguridad en la Planta de Hielos AS

Inspecciones de rutina

Por medio de una inspección diaria y visual se pretende detectar diferentes riesgos en la planta, como:

- Fugas de amoniaco: Verificando sellos, recubrimientos, conexiones (soldadas, roscadas, por presión). Utilizando líquidos para verificación en partes del proceso donde la sustancia sea en estado gaseoso.
- Daños en equipos. Verificar que no exista en los equipos agrietamiento, oxidación, erosión, abrasión, incrustación, etc.
- Errores de instrumentación como manómetros, válvulas de seguridad y de paso, controles de presión y temperatura, etc.: Verificando que la medición esté dentro de la calibración, limpieza, legibilidad, hermeticidad.

Mantenimiento preventivo

El mantenimiento preventivo tiene por objeto la revisión, limpieza y sustitución de las partes constitutivas del equipo y sus accesorios, tales como:

- Revisión de conexiones mecánicas.
- Revisión y sustitución de dispositivos de sello mecánico para las fugas, a fin de comprobar su hermeticidad en las conexiones de entrada y salida de la tubería analizada.
- Calibración de los instrumentos de medición.
- Limpieza y sustitución de dispositivos eléctricos y mecánicos de los accesorios.
- Limpieza y sustitución de dispositivos eléctricos y mecánicos tales como:
 - o Válvula de Seguridad
 - o Válvulas de entrada y salida de amoniaco
 - o Indicadores de Presión
 - o Control de Presión

Programas de capacitación

La planta cuenta con distintos programas de capacitación, los cuales establecen las distintas actividades que deben realizar los trabajadores dependiendo el área en la que laboren. Los programas de capacitación a grandes rasgos son:
 Capacitación de personal nuevo.
 Capacitación para personal Brigadista.

Capacitación de primero auxilios.
 Capacitación de acción contra emergencia interna.
 Capacitación de acción contra emergencia externa.
 Los programas de capacitación a detalle se encuentran en el Anexo 18.
 Actividades post-emergencia.

Después de la emergencia hay que observar ciertas medidas antes de retornar a las actividades productivas, una de ellas es la descontaminación. La descontaminación es el proceso de remoción o neutralización del contaminante que se haya acumulado en la herramienta, equipo, ropa o personas. Protege a los trabajadores de sustancias peligrosas que se puedan permear en la ropa de protección y equipo de protección respiratoria o extender con las herramientas, vehículos u otros equipos empleados en el lugar del incidente. En otras palabras, previene que transfieran productos peligrosos de la zona contaminada a las zonas limpias.

Plan de Descontaminación.

Un Plan de Descontaminación se debe desarrollar como parte del Plan de Seguridad del lugar y establecerse antes de que cualquier persona o equipo pueda entrar en áreas donde exista el riesgo de exposición o incendio de sustancias peligrosas.

El Plan de descontaminación debe:

- Determinar el número y ubicación de las estaciones de descontaminación.
 - Determinar el equipo de descontaminación necesario.
 - Establecer los métodos para prevenir la contaminación de las áreas limpias.
 - Establecer métodos y procedimientos para minimizar el contacto de los trabajadores con contaminantes durante el momento de quitarse la ropa y el equipo de protección personal.
 - Establecer métodos para deshechar la ropa y equipo que no esté totalmente descontaminado.
- El primer paso en la descontaminación es el establecer Procedimientos de Operación Normales o Standard que minimicen el contacto con desechos y con aquello que sea potencialmente contaminante, por ejemplo:
- Reforzar las prácticas de trabajo que minimicen el contacto con las sustancias peligrosas (no caminar por áreas de contaminación obvia, no tocar directamente las sustancias potencialmente peligrosas).
- Usar técnicas de muestreo y manejo. Y apertura de contenedores a distancia (como el uso de llaves de impacto).
 - Usar ropas externas desechables y equipos desechables donde sea apropiado.
 - Cubrir la herramienta y equipo con materiales adheribles que posteriormente se puedan retirar durante la descontaminación.
 - Encapsular las fuentes de contaminantes con películas plásticas o contenedores de sobre medida.

Los contaminantes se pueden localizar, tanto en la superficie del equipo de protección personal como permeado dentro del material del propio equipo. Los contaminantes de la superficie pueden ser fácilmente detectados y removidos. Sin embargo, cuando los contaminantes han penetrado en el material del equipo es muy difícil y aun imposible detectarlos y removerlos. Si los contaminantes han penetrado el material del equipo de protección personal y no se han removido por descontaminación permanecerán ahí, permeándose cada vez más en el material hasta causar la exposición.

Fuente:

<http://sinair.semarnat.gob.mx/digitalDocs/documentos/gto/resumenes/2011/11/GU2011X0042.pdf>

VII.- CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.

VII.1 Presentar un Resumen Ejecutivo del Estudio de Riesgo, que deberá incorporar los datos generales de la empresa, y la relación de sustancias peligrosas manejadas, capacidad y tipo de almacenamiento.

Empresa: Distribuidora de Amoniaco Nacional

Se ingresa Estudio de Riesgo Ambiental y Programa para la Prevención de Accidentes por primera vez.

Localización: Arturo Montiel, #15, Colonia: Zona Industrial, 56600, Chalco de Díaz Covarrubias, Estado de México

Teléfonos:

(55) 7897 7897

Correo electrónico:

EGF@hielos.com

Actividad productiva: Producción, fabricación comercialización y distribución de Hielo en barra.

Actividad Altamente Riesgosa:

La actividad que se desarrolla dentro del centro de distribución se considera altamente riesgosa por el tipo de sustancia (tóxica), la cantidad y la presión de operación, tomando como base estos criterios se limita la ubicación cerca de un poblado para prevenir una futura emergencia que ponga en riesgo a la población.

Sustancias consideradas altamente riesgosas dentro del establecimiento:

Materiales pertenecientes al Primer Listado de sustancias tóxicas					
Sustancia	AAR	Cantidad máxima de alimn. (kg)	Flujo (m ³ /h)	Cantidad de reporte	Equipo de Seguridad
Amoniaco Anhidrido	SI	500	164	10kg	Tanque Protección para manos ojos y cara, Traje protector en caso de ser necesario

Tabla 12C: Relación de sustancias peligrosas manejadas y almacenamiento

VII.2 Hacer un resumen de la situación general que presenta la instalación en materia de riesgo ambiental, señalando las desviaciones encontradas y posibles áreas de afectación.

Se realizó un análisis HazOp del sistema de refrigeración, del cual, las desviaciones más importantes son las siguientes:

Desviación	Causas	Consecuencias	Recomendaciones y sis. de seguridad	Probabilidad y severidad (1-4)
No Llenado	Ruptura manguera utilizada para el trasvase	Fuga de Amoniaco	-Inspección de equipos y accesorios siempre que se trasvase -Simulacros de actuación en caso de fuga	2-4
Más Presión	Falla en la válvula de expansión	Ruptura tubería liberando amoniaco	-Válvula de alivio hacia la atmósfera -Bolones de parada de emergencia -Simulacros de actuación en caso de fugas	2-3

Menos nivel	Tanque abertura	Fuga de amoniaco con	-Rutinas de monitoreo -Cortina de agua -Simulacros de actuación en caso de fugas	2*4
Menos nivel	Válvula inferior averiada o rota	Fuga de amoniaco	-Calibración de válvulas -Rutinas de monitoreo -Cortina de agua -Simulacros de actuación en caso de fugas	2*4
Más Caudal	Fallo en la válvula de expansión	Ruptura de la tubería liberando amoniaco	-Programas de mantenimiento -Calibración de válvulas y tuberías de seguridad -Sistema de detección de gases -Botones de parada de emergencia -Simulacros de actuación en caso de fugas	2*4
Más Caudal	Falla condensador	Ruptura de la tubería liberando amoniaco	-Programas de mantenimiento -Calibración de válvulas y tuberías de seguridad -Sistema de detección de gases -Botones de parada de emergencia -Simulacros de actuación en caso de fugas	2*4
Menos Presión	Ruptura abertura tubería	Fuga de amoniaco en	-Alarmas visuales y sonoras -Programas de mantenimiento -Sistema de detección de gases -Botones de parada de emergencia -Simulacros de actuación en caso de fugas	2*4

Tabla 13C: Desviaciones con riesgo alto, mostradas en el análisis HAZOP.

Las desviaciones mostradas se pueden resumir en 4 eventos principales:

Escenario	Sustancia	EVENTO QUE PUEDE PRESENTARSE
1	Amoniaco	Amoniaco escapando del tanque (en forma líquida) por una abertura circular de 1 cm de diámetro a 10 centímetros de altura del fondo del tanque. El tanque se encuentra al 80% de llenado.
2	Amoniaco	Fuga en válvula inferior del tanque de 2 cm, escapando amoniaco en forma líquida. El tanque se encuentra a 30% de llenado.
3	Amoniaco	Ruptura de la manguera de dos pulgadas de diámetro usada para el trasvase
4	Amoniaco	Ruptura de tubería de alta presión ocasionando una fuga de amoniaco

Tabla 14C: Eventos HAZOP detectados.

Los eventos detectados fueron modelados por medio del software gratuito ALOHA, donde el riesgo más catastrófico es el escenario 3, como se puede observar en la siguiente imagen. Este escenario tiene un radio de exposición TLV8 de 2.7 kilómetros, el cual abarca sitios como:

- Diferentes colonias habitacionales: Casco de San Juan, Culturas, San Francisco, Santiago, Tres Marias, Casco de San Juan, etc.
- 12 restaurantes
- Deportivo solidaridad Chalco
- Centro comercial Walmart Vicente Guerrero
- 2 Gasolineras

- 3 Hospitales
- Palacio Municipal Chalco



Figura 13C. Áreas de afectación del escenario mas catastrófico detectado.

El escenario 2 es el más probable debido a las condiciones en las que este se presenta. El Radio de exposición TLV8 es de 657m y abarca los diferentes sitios:

- 3 Plantas industriales
- 1 Gasolinera
- 2 Tiendas departamentales



Figura 14C. Áreas de afectación del escenario más probable detectado

VII.2.1 Con base en el punto anterior, señalar todas las recomendaciones derivadas del análisis de riesgo efectuado, incluidas aquellas determinadas en función de la

identificación, evaluación e interacciones de riesgo y las medidas y equipos de seguridad y protección con que contará la instalación para mitigar, eliminar o reducir los riesgos identificados.

De forma resumida, las recomendaciones derivadas del análisis de riesgo son las siguientes:

- Instalación de sistemas de tierras.
- Contar y posicionar en sitios claves, kit de fugas.
- Registro de válvulas.
- Instalaciones de rutas, veletas, equipos contra incendios.
- Reemplazar mangueras para llenados y trasvase regularmente.
- Utilizar manómetros adecuados.
- Identificar tuberías adecuadamente.

Igualmente, para mitigar los riesgos identificados la planta cuenta con:

- Sistemas contra incendios.
- Sistemas y procedimientos de comunicación.
- Servicios de mantenimiento.
- Detector de gases.
- Equipos de protección personal.

VII.3 Señalar las conclusiones de riesgo.

Como resultado del Estudio de Riesgo Ambiental se muestran a continuación las siguientes conclusiones:

- Se realizó por primera vez el trámite SEMARNAT-07-008, la planta se encuentra en operación desde enero del año 2020.
- La planta de Hielos AS está delimitada como suelo para uso industrial, por lo que la operación de la planta no afecta a zonas con cualidades estéticas únicas o excepcionales. Asimismo, no se encuentran Áreas Protegidas, Reservas de la Biosfera, ni Parques Nacionales ubicados cerca del sitio. El proyecto se apega a los lineamientos planteados en el Plan de Desarrollo Municipal.
- Hasta la fecha la planta no ha tenido ningún accidente mayor, sin embargo, con base en la información de otros accidentes, se ha tenido mucho cuidado en el análisis de riesgo.
- Se realizó un análisis HazOp el cual determinó cuatro eventos de riesgo alto, los cuales fueron modelados por medio del software ALOHA.
- Las simulaciones determinaron un gran rango de exposición en caso de accidentes, por eso mismo se determinaron distintas medidas preventivas y correctivas.
- La planta cuenta con suficientes medidas de seguridad para combatir un accidente, sin embargo, es indispensable seguir mejorando las medidas preventivas para aumentar la seguridad de los trabajadores como de la comunidad aledaña.
- La falta del error humano es difícil de eliminar, por lo que se tendrá un especial cuidado en la capacitación al personal en el uso, manejo y transporte de materiales peligrosos, identificación de actos y condiciones inseguras, así como un sistema para la investigación de accidentes en caso de que sucedan. Y programas anuales sobre capacitación a todo el personal en temas de seguridad y salud ocupacional.

VIII.- ANEXO FOTOGRAFICO.

VIII.1 Presentar anexo fotográfico o video del sitio de ubicación de la instalación, en el que se muestren las colindancias y puntos de interés cercanos al mismo. Así como de las instalaciones, áreas o equipos críticos.



Figura 15C. Recipiente de Amoniaco, indicador de nivel y válvulas de descarga. (Tomada de guía operativa. Actuaciones con amoniaco para bomberos <https://www.bombersdv.es/wp-content/uploads/2019/02/V12-GUIA-AMONIACO-GT11.pdf>)



Figura 16C. Camión-pipa realizando trasvase, rocas tipo WECO. (Tomada de guía operativa. Actuaciones con amoniaco para bomberos <https://www.bombersdv.es/wp-content/uploads/2019/02/V12-GUIA-AMONIACO-GT11.pdf>)



Figura 17C. Acoplamiento y brida de conexión con dispositivo de emergencia. (Tomada de guía operativa. Actuaciones con amoniaco para bomberos <https://www.bombersdv.es/wp-content/uploads/2019/02/V12-GUIA-AMONIACO-GT11.pdf>)



HIELOS AS

PROGRAMA PARA LA PREVENCIÓN DE ACCIDENTES



PLANTA DE ELABORACIÓN Y DISTRIBUCIÓN DE HIELO EN BARRA

CONTENIDO

- I. DATOS GENERALES DEL ESTABLECIMIENTO O INSTALACIÓN, DEL REPRESENTANTE LEGAL DE LA EMPRESA Y DEL RESPONSABLE DE LA ELABORACIÓN DEL PROGRAMA PARA LA PREVENCIÓN DE ACCIDENTES.
 - II. DESCRIPCIÓN DEL ENTORNO DEL ESTABLECIMIENTO O INSTALACIÓN DONDE SE DESARROLLAN LAS ACTIVIDADES ALTAMENTE RIESGOSAS.
 - III. MATERIALES PELIGROSOS MANEJADOS Y ZONAS POTENCIALES DE AFECTACIÓN.
 - IV. IDENTIFICACIÓN DE MEDIDAS PREVENTIVAS, CORRECTIVAS Y DE MEJORA PARA CONTROLAR, MITIGAR O ELIMINAR LAS CONSECUENCIAS Y REDUCIR SU PROBABILIDAD.
 - V. PROGRAMA DE ACTIVIDADES A REALIZAR DERIVADAS DEL ESTUDIO DE RIESGO AMBIENTAL PRESENTADO POR EL ESTABLECIMIENTO O INSTALACIÓN.
 - VI. PLAN DE RESPUESTA DE EMERGENCIAS.
 - VII. DIRECTORIO DE LA ESTRUCTURA FUNCIONAL PARA LA RESPUESTA A EMERGENCIAS.
 - VIII. PLAN PARA REVERTIR LOS EFECTOS DE LAS LIBERACIONES POTENCIALES DE LOS MATERIALES PELIGROSOS, EN LAS PERSONAS Y EN AMBIENTE (CUERPOS DE AGUA, FLORA, FAUNA, SUELO).
 - IX. CUMPLIMIENTO DE LA NORMATIVIDAD EN MATERIA DE SEGURIDAD, PREVENCIÓN Y ATENCIÓN DE EMERGENCIAS EMITIDAS POR LAS DEPENDENCIAS DEL GOBIERNO FEDERAL QUE CONFORMAN LA COMISIÓN, EN TÉRMINOS DEL ARTÍCULO 147 DE LA LGEEPA.
 - X. PLAN DE RESPUESTA A EMERGENCIAS QUÍMICAS NIVEL EXTERNO.
 - XI. COMUNICACIÓN DE RIESGOS.
- ANEXOS



I.- DATOS GENERALES DEL ESTABLECIMIENTO O INSTALACIÓN, DEL REPRESENTANTE LEGAL DE LA EMPRESA Y DEL RESPONSABLE DE LA ELABORACIÓN DEL PROGRAMA PARA LA PREVENCIÓN DE ACCIDENTES.

I.1 Establecimiento o Instalación.

HIELOS AS S.A. de C.V.

I.1.1 Nombre o Razón Social.

HIELOS AS, S.A. de C.V.

I.1.2 Actividad principal productiva del establecimiento.

Producción, fabricación comercialización y distribución de Hielo en barra.

I.1.3 Clave Mexicana de Actividades Productivas (CMAP) de INEGI.

CMAP 1999: 312125 "Fabricación de Hielo".

CLASIFICACIÓN	CLAVE	DESCRIPCIÓN
Actividad	Secundaria	Industriales
Sector	3	Manufacturas
Subsector	31	Productos alimenticios, bebidas y tabaco
Rama	3121	Elaboración de otros productos alimenticios para el consumo humano
Clase	312125	Fabricación de hielo

Tabla 1A. Clasificación de Actividades por el CMAP 1999.

I.1.4 Código ambiental

El código ambiental es: 5S.

I.1.5 Domicilio del Establecimiento o Instalación.

La empresa HIELO AS, S.A. DE C.V. se ubica en: Arturo Montiel, #15, Zona Industrial, 56600 Chalco de Diaz

Covarrubias, Méx.

Teléfonos:

(55) 7897 7897

EGF@HieloAS.com

Correo electrónico:

www.HieloAS.com

Pág. Web:

Las coordenadas geográficas correspondientes a la ubicación de las instalaciones son:

Coordenadas Geográficas	Altitud
19.2463562 N	2251 msnm.
98.8788619 O	

Tabla 2A. Datos de ubicación del predio.

I.1.6 Nombre y cargo del Representante Legal.



Fernando Águirre Barraquén

Cargo: Subdirector General

Registro Federal de Contribuyentes: AGBF-650313

Teléfono: 5578978798 Ext. 03

Correo: ABF@CyAA.com

I.1.7 Dirección del promovente o de su representante legal para recibir u oír notificaciones.

Calle: Arturo Montiel

Numero: #15

Colonia: Zona Industrial

Código Postal: 56600

Municipio: Chalco de Diaz, Covarrubias

Estado: Estado de México

Correo electrónico: Notificaciones@HieloAS.com

Teléfono: 55789787981

I.2 Responsable de la información contenida en el Programa para la Prevención de Accidentes.

Eleazar Sánchez Quezada

Cargo: Asesor de Proyectos

Registro Federal de Contribuyentes: SUAE-650313

Clave Única de Registro de Población: SAQE789789HEDC

I.2.1 Puesto o cargo dentro de la organización de la empresa.

Asesor de Proyectos

II.- DESCRIPCIÓN DEL ENTORNO A 500 METROS DEL ESTABLECIMIENTO O INSTALACION DONDE SE DESARROLLAN LAS ACTIVIDADES ALTAMENTE RIESGOSAS.

II.1.-Descripción de las características físicas del entorno.

El sitio donde se localiza la planta HIELOS AS S.A DE C.V. es en una zona con actividades industriales en sus inmediaciones o alrededores inmediatos.

El uso de suelo a los alrededores se muestra en la siguiente imagen. El círculo corresponde a un radio de 500m.

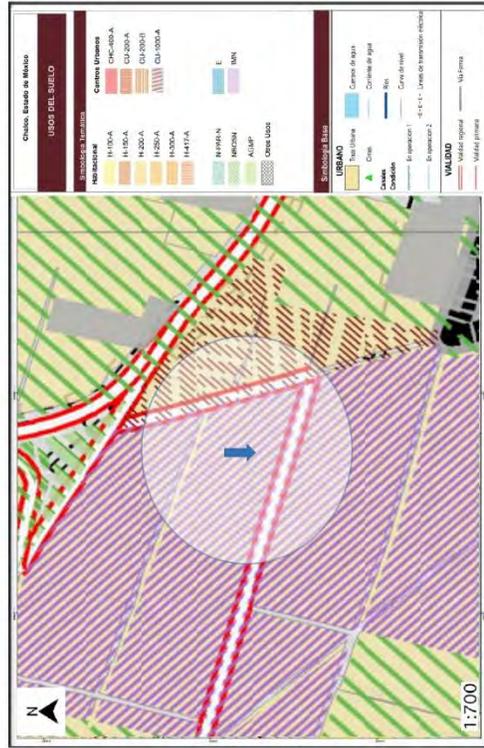


Figura 1A. Uso de suelo con simbología prescrita por la SEDUO.

Como se muestra en la figura 1 el uso de suelo, a 500m de radio, es mayormente de Industria Mediana no Contaminante (IMC) y parte de Centro Urbano

No se identificaron sitios de afluencia masiva de personas en espacios públicos, tales como escuelas (de cualquier nivel), plazas públicas o comerciales, mercados u otro tipo de lugares.

Por otro lado se identificaron 5 empresas cercanas al área de la planta, las cuales se pueden confirmar en el Mapa de identificación de sitios de riesgos.

En cuanto a Flora y Fauna no se encuentra ninguna especie o zona protegida cercana al área de la empresa.

En el territorio del municipio de Chalco se registran cuatro diferentes tipos de clima, que junto con la temperatura promedio y la pluviosidad, están determinados fundamentalmente por la altitud; el primero registrado en el noroeste del municipio junto a lo que fueron la antigua orilla del lago, es clima Templado subhúmedo con lluvias en verano, de menor humedad, un gran sector del centro y suroeste del municipio en la zona de transición entre el valle y las montañas registra un segundo tipo de clima, Templado subhúmedo con lluvias en verano, de humedad media, el extremo suroeste y un primer sector del este cubierto por montañas, tienen clima Templado subhúmedo con lluvias en verano, de mayor humedad y finalmente el sector más al este donde las montañas son más elevadas registra clima Semitiro subhúmedo con lluvias en verano, de mayor humedad; la temperatura media anual registrada en la zona del valle fluctúa entre 14 y 16 °C, las zonas elevadas del extremo suroeste y este continúan en una zona de 12 a 14 °C y elevándose hacia el este de 10 a 12 °C y de 8 a 10 °C, finalmente este siguiendo el mismo patrón anteriormente descrito la precipitación total anual inicia en el noroeste siendo de 800 a 700 mm, continuando en el valle de 700 a 800 mm y elevándose hacia el este de 800 a 1 000 mm y finalmente de 1 000 a 1 200 mm en la zona más elevada del extremo este del territorio municipal.

La velocidad promedio del viento por hora en Chalco tiene variaciones estacionales leves en el transcurso del año. La parte más ventosa del año dura 3,8 meses, del 30 de diciembre al 25 de abril, con velocidades promedio del viento de más de 7,6 kilómetros por hora. El día más ventoso del año en el 6 de marzo, con una velocidad promedio del viento de 8,9 kilómetros por hora.

El tiempo más calmado del año dura 8,2 meses, del 25 de abril al 30 de diciembre. El día más calmado del año es el 1 de junio, con una velocidad promedio del viento de 6,3 kilómetros por hora.



Figura 2A: Rosa de los vientos. Tomada de https://www.meteoblue.com/es/tiempo/history/climate/climatemodelled/chalco_m%C3%A9xico_3531200.

La dirección predominante promedio por hora del viento en Chalco varía durante el año. El viento con más frecuencia viene del este durante 3,7 meses, del 10 de junio al 1 de octubre, con un porcentaje máximo del 62 % en 25 de julio. El viento con más frecuencia viene del norte durante 2,1 meses, del 1 de octubre al 3 de diciembre, con un porcentaje máximo del 42 % en 29 de octubre. El viento con más frecuencia viene del sur durante 6,2 meses, del 3 de diciembre al 10 de junio, con un porcentaje máximo del 36 % en 1 de enero.

El nivel de humedad percibido en Chalco, medido por el porcentaje de tiempo en el cual el nivel de comodidad de humedad es bochornoso, opresivo o insoportable, no varía considerablemente durante el año, y permanece prácticamente constante en 0 %.

Chalco se encuentra en zona sísmica de clasificación B (peligro sísmico mediano)

Por su ubicación geográfica el municipio de Chalco no se ve afectado gravemente por el impacto de los ciclones tropicales.

No se han registrado inundaciones en la Zona

Fuente: <https://es.weatherpark.com/y/6691/Clima-promedio-en-Chalco-M%3%A9xico-durante-todo-el-a%C3%B1o>

Para una información más grafica se pueden consultar los siguientes anexos:
 Anexo 08. Mapas de Geología.
 Anexo 09. Mapas de Hidrología.

II.2 Descripción de las características socio-económicas
 La planta se encuentra rodeada mayormente por otras empresas del giro industrial. A continuación se muestra la tabla de con la descripción de construcciones aledañas.

NOMBRE	DISTANCIA Y ORIENTACIÓN	TIPO DE CONSTRUCCIÓN	PERSONAL OCUPADO
Botanas Metropoli	420 m al Oeste	Industrial	100 a 250 personas
Gentio s.a de c.v	150 al Este	Industrial	50 a 100 personas
Somar, Planta de Producción de Medicamentos	250 al Este	Industrial	100 a 250 personas
Grúas pacífico	187m al Oeste	Comercial	51 a 100 personas
CORPORATIVO DL	150 m al Sur	Industrial	250 a 500 personas
TOTAL			551 a 1200 personas

Tabla 3A. Compañías cercanas a la planta de Hielos AS.

Dentro de un radio de 500m a la planta no se encuentran hogares, por lo que la población se limita únicamente a los trabajadores de las plantas. Igualmente en el Anexo 08 se muestran las actividades colindantes del proyecto

II.3.-Infraestructura, Servicios de Apoyo y Zonas Vulnerables

El municipio de Chalco cuenta con diferentes servicios: Dirección de Protección Civil y H. Cuerpo de Bomberos, Hospitales, Policía Federal etc. Los cuales se muestran en la figura 3

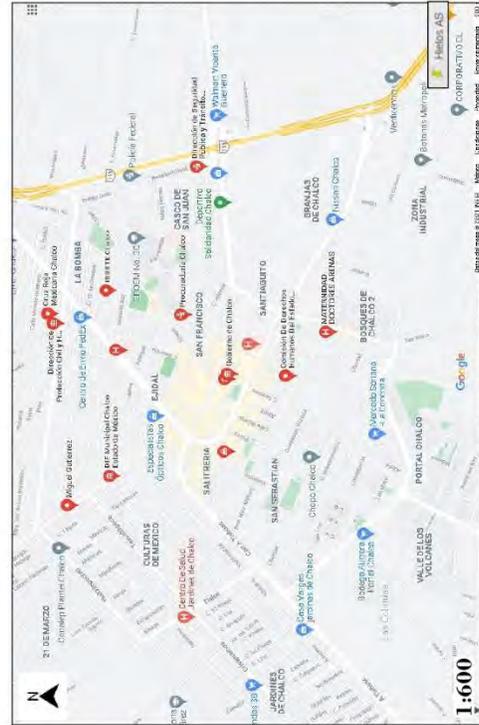


Figura 3A. Servicios más cercanos a la instalación. Dado que la planta de HIELOS AS se encuentra en zona industrial, no existen zonas vulnerables a 500m cercanas ni afectadas por los riesgos analizados en el ERA.

III.-MATERIALES PELIGROSOS MANEJADOS Y ZONAS POTENCIALES DE AFECTACIÓN.

Este apartado es de importancia para las autoridades y personal involucrado en la atención a contingencias, ya que al conocer los materiales manejados, se podrán implementar mejores procedimientos para atender la emergencia.

III.1.-Listado de materiales peligrosos.

Sustancias Riesgosas.	Cantidad almacenada.	Características de peligrosidad.	Cantidad de reporte.	No. CAS	PM	IDLH
Amoniaco	500 kg	Tóxico.	10 Kg.*	7664-41-7	17.03 g/mol	300 ppm

Tabla 4A. Inventario de sustancias químicas y materiales peligrosos

III.2 Descripción de los procesos productivos

Obtención de materia prima

El agua es tomada de la red de agua potable el cual se almacena en tanques de 30000L.

El amoniaco se recibe en camiones-pipas de 30000L de la siguiente forma:

- Para reducir el riesgo de daños a la salud, se deben utilizar los equipos de protección personal cada vez que se efectúen trasvases de amoniaco o recargas.
- Estacionar el camión-pipa cerca del tanque estacionario al cual será descargado el amoniaco para conectar fácilmente las mangueras y evitar tensiones.
- Evitar cualquier movimiento que pueda presentar el camión-pipa colocando freno de mano y calzas. Asimismo, se deberán conectar eléctricamente a tierra, para evitar que alguna chispa provoque o incite un incendio en la zona de cargado. Es conveniente colocar letreros indicando que se está descargando amoniaco.
- Conectar la manguera alimentadora a la válvula de salida del camión y en otro extremo a la válvula de entrada del tanque estacionario. Al conectar las mangueras, se debe asegurar que todas las válvulas de purga estén cerradas antes de abrir cualquier otra.
- Abrir lentamente las válvulas de vapor y líquido del tanque estacionario y en seguida la de líquido del camión, las de vapor del compresor y la del camión. Si las válvulas se abren rápidamente, se puede presentar un exceso de flujo que las cerrará por golpe, si esto ocurre, se deben cerrar las válvulas y dejar que fluya el amoniaco para volverlas abrir. Se debe tener especial cuidado al hacer las conexiones para evitar conectar la línea de líquido al compresor.
- Comprobar que la válvula de gas del camión esté abierta, con esta última operación se tienen abiertas todas las válvulas tanto de gas, como de líquido y el sistema está listo para llenar el tanque estacionario
- Fijar la válvula de cuatro vías para el llenado del tanque estacionario y poner en funcionamiento el compresor. Conforme éste reduzca la presión del tanque estacionario, la del camión aumenta y el amoniaco fluye hacia el interior de él.
- Después del arranque del compresor, se debe abrir la purga del manómetro de nivel líquido (válvula del 85%) del tanque estacionario, lo suficientemente para que el escape de gas pueda ser escuchado
- En condiciones normales la presión del tanque debe estar entre 5 y 15 libras más abajo que del camión, esto se puede comprobar con los manómetros correspondientes.
- Cuando el tanque este al 85%, cerrar la válvula de entrada del tanque y del compresor, luego la del camión, la presión en el acoplamiento, una vez hecho esto, se puede proceder a desconectar las mangueras.
- Al realizar esta operación de desconexión se debe tener cerca un recipiente grande con agua para que el amoniaco que quedó en el tramo de manguera se mezcle con el agua y no se ventee a la atmósfera
- Después de desconectar, se debe asegurar que las mangueras de llenado sean cuidadosamente colgadas, siempre se deben mantener las terminales de las mangueras limpias y evitar torcerlas; se deben retirar las calzas de las ruedas de la nodriza y asegurarse que las cadenas de seguridad queden en su lugar.

<https://web.archive.org/web/2016/10/20/115151/http://www.pfg.pertex.com.mx/productos/servicios/Eventos%20de%20Mantenimiento%20de%20Amoniaco%20Anhidro.pdf>

Llenado de moldes

Se llenan 50 moldes con 50 L de agua aproximadamente.

Congelamiento

En esta etapa, los moldes con agua que fueron llenados en la etapa anterior son sujetados, elevados,

transportados e inmersos en la poza para que se congelen a -12°C por un periodo de 20 a 24 horas; siendo este el tiempo óptimo, de lo contrario si este tiempo disminuye se obtendría hielo quebradizo. Este congelamiento se realiza por la acción de amoniaco líquido circundante a través de serpentes adheridos a una de las paredes de las pozas.

Desmolido

En la producción de bloques de hielo se usa este proceso para que estos se liberen rápidamente del molde, mediante un sistema de descongelación denominado "baño maría", es decir, los bloques de hielo al estar a una temperatura de -12 °C, se exponen a temperatura ambiente, con la finalidad de que el bloque de hielo se desprenda del molde por sí solo y se extraiga por gravedad.

Empaquetado y almacenamiento

Una vez desmolido el hielo, se procede a empaquetar manualmente las barras con bolsas transparentes, las cuales posteriormente se llevan con un montacargas al almacén.

III.3.-Eventos detectados en el Estudio de Riesgo Ambiental.

El uso manejo y almacenamiento de amoniaco, por la naturaleza peligrosa de la sustancia requiere de especial atención en cuanto a los riesgos asociados con este Gas.

La propiedad importante del amoniaco es su olor extremadamente penetrante. El nivel de concentración al que el amoniaco es detectable varía de persona a persona, no obstante, el amoniaco puede ser detectado en concentraciones de un rango de 5 ppm a 50 ppm. Las concentraciones superiores a 100 ppm causan molestias a la mayoría de la gente; las concentraciones en el rango de 300 ppm a 500 ppm obligan a una evacuación inmediata.

Los eventos detectados en el ERA y que fueron modelados son lo siguientes:

Escenario	Sustancia	EVENTO QUE PUEDE PRESENTARSE
1	Amoniaco	Amoniaco escapando del tanque (en forma líquida) por una abertura circular de 1 cm de diámetro a 10 centímetros de altura del fondo del tanque. El tanque se encuentra al 80% de llenado
2	Amoniaco	Fuga en válvula inferior del tanque de 2 cm, escapando amoniaco en forma líquida. El tanque se encuentra a 30% de llenado.
3	Amoniaco	Ruptura de la manguera de dos pulgadas de diámetro usada para el trasvase.
4	Amoniaco	Ruptura de tubería de alta presión ocasionando una fuga de amoniaco

Tabla 5A. Eventos HAZOP

MODELACIÓN DE LOS EVENTOS PROBABLES DE RIESGO.

Como se muestran en los planos anteriores, las zonas con menor concentración (TLV's), para el escenario 1 y 3, sobrepasan los 2 km, la cual abarca diversas unidades económicas y casas habitación. Para la zona de mayor concentración (IDLH), abarca mayormente zona industrial y de cultivos o sin asentamientos.

Para el escenario 2, las zonas con menor concentración se encuentran entre los 177 y 657 metros, abarca principalmente zona industrial y de cultivos o sin asentamientos. La zona de mayor concentración abarca 3 plantas (Genbio, SOMAR, y Botanías el sol)

El escenario 4, tiene un rango de 310 a 1100 metros para las zonas de menor concentración, ésta, aparte de abarcar zona industrial y de cultivos, alcanza a abarcar parte de casas habitación, aproximadamente 10 cuadras de acuerdo al plano.

El escenario 3 es el más catastrófico, mientras que es la más probable es el escenario 2.



Figura 5A. Plano mostrando los radios potenciales de afectación obtenidos de la simulación del escenario 3

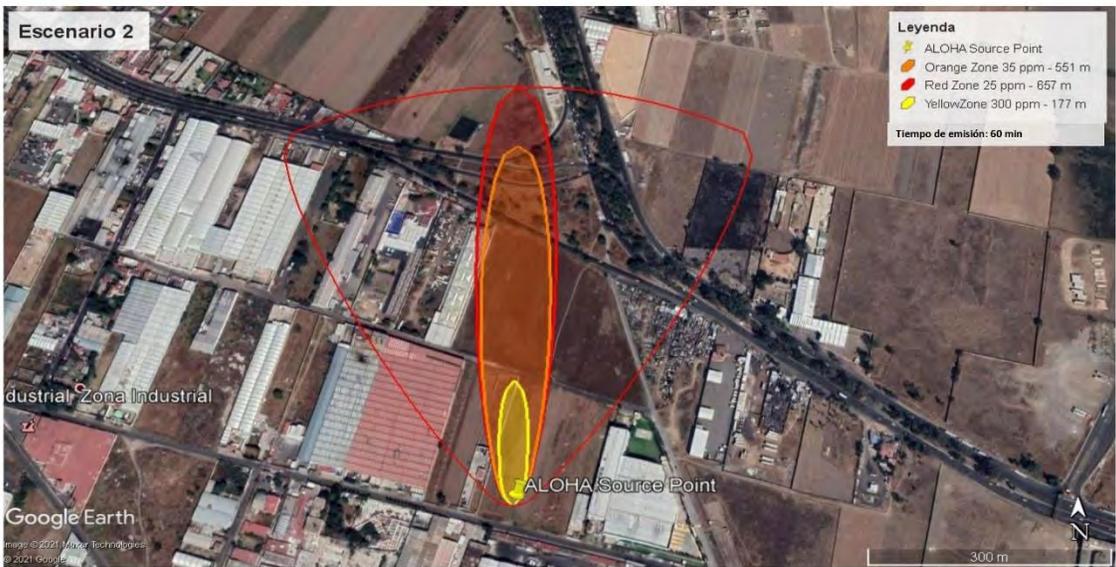


Figura 4A. Plano mostrando los radios potenciales de afectación obtenidos de la simulación del escenario 2

IV.-IDENTIFICACIÓN DE MEDIDAS PREVENTIVAS PARA CONTROLAR, MITIGAR O ELIMINAR LAS CONSECUENCIAS Y REDUCIR SU PROBABILIDAD.

IV.1. Sistemas de seguridad.

Para disminuir la probabilidad de ocurrencia de los eventos identificados en el Estudio de Riesgo Ambiental así como combatirlos, se consideran los siguientes sistemas de seguridad

Sistemas para la detección de humo o gases
La planta cuenta con detectores de gases y detectores de flama distribuidos en toda la planta, enfocándose principalmente en el área de enfriamiento y almacén de amoniaco.

Sistemas contra incendio.

- Trajes de penetración de incendio
- Trajes de protección respiratoria
- Bombas Jockey
- Alarmas de emergencia y de evacuación
- Rociadores
- Circuito de distribución del agente extintor
- Extintores: PQS-ABC, CO2

Sistemas de Comunicación

La planta cuenta con una red de teléfonos que se posicionan en cada puesto de trabajo para las distintas áreas. Asimismo el personal de seguridad cuenta con radios de largo alcance para cualquier tipo de comunicación.

Servicios de limpieza y mantenimiento

La planta cuenta con personal de limpieza, el cual está capacitado para realizar y desempeñar su trabajo de la mejor manera posible, igualmente cuentan con la capacitación para reportar cualquier percance que pueda suceder. Igualmente existe personal de mantenimiento, el cual verifica que todos los equipos y accesorios se encuentren en las condiciones óptimas para su funcionalidad.

Instalaciones de atención médica y equipo de primeros auxilios.

La planta cuenta con un consultorio médico, el cual dispone de 3 trabajadores para los distintos turnos que existen, igualmente en la planta se cuenta con 5 botiquines de primeros auxilios los cuales se encuentran en puntos estratégicos para mayor facilidad de acceso, estos contienen:

- Tintura de yodo
- Jabón neutro líquido
- Vaselina
- Alcohol
- Agua estéril
- Gasas estériles de 5 y 10 cm
- Termómetro
- Tijeras rectas
- Férulas de cartón de 15 X 50 cm
- Estéira salvo (oxígeno) con equipo mascarilla
- Tabletas de antiespasmódico

HIELOS AS, S.A. DE C.V. *Página 1 de 36*

- Tijera recta
- Torniquete de hule REBSTER de 2.5 cm x 80 cm
- Vendas elásticas de 5 cm x 5 m
- Venda triangular de tela no tejida REBSTER de 90 cm x 90 cm x 130 cm
- Frio-Pack (compresa fría) REBSTER.
- Hot-Pack (compresa caliente) REBSTER.

EQUIPO Y RECURSOS MATERIALES DE SEGURIDAD EXISTENTES EN LA PLANTA

Cantidad	Características generales	Ubicación
4	Equipo de respiración autónomo, el cual permite su uso durante al menos 30 minutos	Almacén de Equipo.
4	Mascarillas para vapores orgánicos con cartuchos removibles	Almacén de Equipo.
1	Detector de gases múltiples (explosímetro)	Almacén de Equipo.
4	Botoneras de la alarma sonora, la cual opera únicamente con energía eléctrica.	Caseta de vigilancia sur y norte. Área Central
05	Radios de comunicación interna de banda corta, mismos que están a cargo de: Además, vigilancia también posee radio de alta frecuencia con el cual se está en contacto con los servicios de apoyo en caso necesario.	Vigilancia. Mantenimiento. Calderas. Almacén de Equipo. Eléctrico.
2	Se cuenta con radio telefónica para comunicación interna (administrativa)	Administración
2	Regadera y lavaojos de emergencia.	Área de almacén. Área de producción
5	Botiquín de primeros auxilios.	Enfermería. Almacén. Área de producción. Casetas de vigilancia.
1	Camilla rígida.	Almacén de Equipo.
Lote	Inmovilizadores de cráneo.	Almacén de Equipo.
5	Collarín.	Enfermería
3	Tanque de oxígeno.	Almacén de Equipo.
1	Baumanómetro digital.	Almacén de Equipo.
4	Termómetro.	Almacén de Equipo.
Lote	Vendas.	Enfermería
4	Férulas.	Almacén de Equipo.
1	Nebulizador de pistón.	Almacén de Equipo.
Lote	Soluciones antisépticas.	Almacén de Equipo.
Lote	Medicamentos, tales como desinflamatorios, antiespasmódicos, antiipiréticos.	Almacén de Equipo.
8	Arneses industriales.	Almacén de Equipo.
8	Lineas de vida con amortizador de caídas.	Almacén de Equipo.
2	Dispositivos para indicar la ubicación del viento -conoc-	Caseta de vigilancia sur y norte y Almacén
4	Equipos de protección personal para manejo de Amoniaco, tipo Tybek.	Almacén general.
Lote	Material para contención de derrames.	Almacén general.

V.-PROGRAMA DE ACTIVIDADES A REALIZAR DERIVADAS DEL ESTUDIO DE RIESGO AMBIENTAL PRESENTADO POR EL ESTABLECIMIENTO O INSTALACIÓN.

No.	Descripción de la Actividad	Tipo de Recomendación	Fecha de inicio	Fecha de Terminación	Personal responsable de su elaboración
1	Instalar válvulas de seguridad	Preventiva	Diciembre de 2021	Enero de 2022	Mantenimiento y Dirección General
2	Instalar el procedimiento de transvase de amoniaco a la vista de los trabajadores.	Preventiva	Diciembre de 2021	Permanente	Mantenimiento
3	Instalar sistemas de tierras y dispositivos para proteger el tanque de la acumulación de cargas eléctricas estáticas, medir y registrar al menos cada doce meses, los valores de la resistencia que se obtengan en esta prueba deben estar comprendidos entre 0 y 25 ohms	Preventiva	10 Mayo de 2022	23 de Mayo de 2023	Dirección
4	Contar con un kit de herramientas para control en caso de fuga.	Preventiva	27 de Enero 2022	Febrero 2022	Dirección
5	Llevar registros de las revisiones de válvulas de tuberías y tanques. Llevar registros del mantenimiento, reemplazo y calibración de las válvulas de seguridad.	Seguridad	Diciembre de 2021	Enero de 2022	Dirección
6	Instalar rutas de evacuación, salidas de emergencia y punto de reunión.	Seguridad	Enero 2022	Junio de 2022	Mantenimiento

	Diferentes puntos de la planta.
5	Extintores (PQS Y PCO2)
1	Megáfono.
2	Bombas contra incendios
3	Hidrantte monitor (cañón)

Tabla 6A. Equipos de Seguridad en la Planta de Hielos AS

Lo anteriormente descrito se encuentra con más detalle en los siguientes anexos

Lo anteriormente descrito se encuentra con más detalle en los siguientes anexos

IV.2. Medidas Preventivas.

- El material del tanque no debe tener cobre, plata, zinc o sus aleaciones.
- Se debe contar con manual de procedimientos para la operación de las instalaciones.
- La válvula de seguridad debe ser calibrada 10% sobre la presión de operación.
- Se debe contar con dispositivo de veteado o manga para conocer la dirección del viento y poder protegerse de la nube tóxica en caso de fuga.
- Se debe contar con regadera y lavajos de emergencia.
- No deben emplearse manómetros que operen con mercurio ya que puede formar un compuesto explosivo similar a un fulminato.
- Contar al menos con un extintor portátil de combate de incendio.
- Informar a las personas que laboran en instalaciones que pueden verse afectadas por los ruidos de atención e informarlos como responder a una emergencia.
- Todas las válvulas deben estar protegidas por válvulas check internas para exceso de flujo, para mayor seguridad la instalación debe utilizar su propia válvula check externa.
- Identificar las tuberías de acuerdo a la NOM-026-STPS-1988; tubería de amoniaco líquido color amarillo, y tuberías de amoniaco vapor color verde.
- Instalar la señalización de acuerdo a la NOM-018-STPS-2000.
- Los tanques recipientes deberán contar con ensayos no destructivos y autorizaciones de funcionamiento de la STPS.
- Se deberá contar con programa de calibración o reemplazo de válvulas de seguridad de los equipos que contienen amoniaco.
- Se deberá identificar el total de la tubería que conduce fluidos peligrosos y no peligrosos.
- Se deberán instalar los equipos de combate de incendio de acuerdo al estudio de determinación del grado de riesgo de incendio, para las áreas que resulten con riesgo alto, se deberán instalar hidrantes.
- Se deberán instalar sistemas de aspersión de agua en los lugares estratégicos donde puedan ocurrir fugas masivas y en los puntos mencionados en los escenarios simulados.
- Se deberá contar con procedimientos para el almacenamiento y manejo de amoniaco, así como de trasvase.
- Se deberá contar con equipos de respiración autónoma y trajes encapsulados tipo A.
- Se deberán instalar alarmas de emergencias en lugares estratégicos de la planta.
- Se deberán instalar lámparas de emergencia en lugares estratégicos.

No.	Descripción de la Actividad	Tipo de Recomendación	Fecha de inicio	Fecha de Terminación	Personal responsable de su elaboración
16	Instalar sistema de detección de amoníaco en el área de almacenamiento.	Preventiva	Enero de 2022	Enero de 2022 Permanente	Dirección
14	Se deberá contar con equipos de respiración autónoma y trajes encapsulados tipo A.	Seguridad	Enero de 2022	Enero de 2022	Mantenimiento
15	Reemplazar manguera regularmente de nodriza.	Preventiva	Enero de 2022	Febrero de 2022	Dirección
16	Revisar periódicamente las instalaciones eléctricas para prevenir corto circuito y evitar la generación de chispas e incluso llamas.	Preventiva	Enero de 2022	Febrero de 2022	Mantenimiento
17	Proteger de corrosión el tanque de almacenamiento móvil de amoníaco (nodriza)	Preventiva	Diciembre de 2021	Enero de 2022	Mantenimiento
18	Reemplazar manguera regularmente de nodriza.	Preventiva	Enero de 2022	Permanente	Mantenimiento
19	Instalar sistema de detección de amoníaco en el área de almacenamiento.	Preventiva	Diciembre de 2021	Enero de 2022	Dirección

Tabla 7A. Programa de actividades a realizar para la reducción de los riesgos identificados en análisis de riesgo.

No.	Descripción de la Actividad	Tipo de Recomendación	Fecha de inicio	Fecha de Terminación	Personal responsable de su elaboración
7	Instalar veleta o manga para conocer la dirección del viento en caso de fuga.	Seguridad	Enero 2022	Febrero 2022	Dirección
8	Gabinete con equipo de protección personal.	Seguridad	Febrero 2022	Abril 2022	Dirección
9	Instalar el equipo contra incendio necesario de acuerdo a lo establecido en la NOM-002-STPS-2010.	Seguridad	Marzo 2022	Abril 2022	Dirección
10	Realizar y mantener actualizado el plan interno de protección civil cada año.	Seguridad	Febrero de 2022	Julio de 2022 Permanente	Mantenimiento
11	Mantener actualizadas las brigadas de emergencia en cada turno de trabajo.	Preventiva	Enero de 2022	Febrero de 2022 Permanente	Mantenimiento
12	Contar con un Reporte de Incidentes y Accidentes Anual, señalando sus causas, efectos así como accidentes de repercusiones severas que lo propiciaron.	Preventiva	Enero de 2022	Febrero de 2022 Permanente	Mantenimiento
13	Tener al alcance de los trabajadores las hojas de seguridad que manejan amoníaco.	Preventiva	Enero de 2022	Marzo de 2022 Permanente	Dirección
14	Mantener actualizado el directorio de los cuerpos de auxilio y rescate.	Preventiva	Enero de 2022	Febrero 2022 Permanente	Dirección
15	Establecer programas de capacitación específica al personal en cuanto a las acciones de corrección, mitigación y control de presentarse una fuga de amoníaco en el sistema.	Seguridad	Enero de 2022	Enero de 2022 Permanente	Dirección

VI. PLAN DE RESPUESTA DE EMERGENCIAS

En caso de que el riesgo sobrepase los límites de la instalación se pretende tomar las siguientes acciones:

- Una vez notificadas las autoridades del accidente de proceder a actuar de la siguiente manera:
- El personal de seguridad e higiene deberá acompañar a las autoridades para proporcionar el equipo correspondiente de protección personal en caso que se requiera.
- Llevar a cabo las acciones determinadas en el simulacro, las cuales serán llevadas a cabo y siendo responsable del personal brigadista de la planta.
- Preparar vehículos en caso que se requieran para dar aviso y desalojar a la población a la zona de amoniacado o algún punto estratégico para determinar si no existe más personas en la zona de riesgo o de estadía limitada.
- Prepara a los médicos para apoyar a protección civil para las personas que pudieron haber sido intoxicadas.
- Estar en constante comunicación con protección civil y en caso de determinar que la emergencia durará más de ocho horas, reunir víveres para la población (se podrá empezar a reunir víveres antes, dependiendo de lo que establezca protección civil).
- El encargado de zona en coordinación con protección civil decidirá las acciones para que se retomen las condiciones normales con base en la evaluación de la emergencia. Así como determinar las acciones para reparar, limpiar y/o remediar los efectos en instalaciones, personal, equipo y medio ambiente.
- Cuando la emergencia haya sido controlada en su totalidad, los brigadistas y Protección Civil, procederán a evaluar la magnitud de los daños consecuencia del siniestro, así como inspeccionar las condiciones de seguridad imperantes en el área, con el fin de autorizar el retorno de los habitantes del área afectada.

El procedimiento se muestra a detalle y desarrollado en el anexo 21.

VI.1-PROCEDIMIENTOS ESPECÍFICOS PARA LA RESPUESTA A LOS POSIBLES EVENTOS DE RIESGO IDENTIFICADOS DENTRO DE LA INSTALACIÓN.

Procedimiento de emergencia para fugas de amoníaco

El personal general deberá notificar el accidente de acuerdo al procedimiento general para la notificación de accidentes. En caso que sea un personal capacitado y cuente con el conocimiento, podrá intentar tomar medidas de control de fugas, con base en la gravedad de la fuga.

Personal brigadista.

- Conforme a la lista, determinar la dirección del viento.
- Si cuenta con fácil acceso deberá utilizar el equipo de protección personal para el control de fugas e inmediatamente evacuar al personal en dirección contraria a la dirección del viento.
- Verificar que ninguna persona pueda haber quedado en algún área que haya sido evacuada, en caso que pueda haber personal en áreas no determinadas como seguras, se deberá requerir equipo de protección personal para el posible personal que se encuentre en dichas áreas y proporcionarles lo antes posible.
- El personal que cuente con su equipo de protección personal que permita la permanencia del sitio donde se originó la fuga (traje herméticamente cerrado, equipo de respiración autónoma) deberá intentar controlar la fuga siempre y cuando no comprometa a su persona.

Fuga de amoníaco vapor.

- Se debe determinar en qué área y en qué parte de los equipos o accesorios se está llevando a cabo la fuga.
- Si se desconoce el punto exacto se utilizará fenoltaleína, en algún material adsorbente blanco el cual cambiará de color a rosa y en presencia de amoníaco, este color se volverá más intenso.
- Si la fuga se da en tuberías se deberá cerrar las válvulas más cercanas y parar el sistema de enfriamiento. Se deberá utilizar el sistema de aspiración de agua para reducir la fuga de vapor y producir hidroxido de amonio.
- Si la fuga es considerable, se deberá eliminar cualquier fuente de chispa, parar todos los motores eléctricos.

- Si la fuente de la fuga es pequeña, el personal con el equipo de protección personal correspondiente, deberá colocar un material adsorbente con agua en el orificio de la fuga y así evitar una fuga mayor dentro de la planta y se puedan realizar las acciones correspondientes.
- El personal brigadista determinará si ya se han realizado las acciones debidas para mitigar el accidente y en su caso, volver a actividades normales.

Fuga de amoníaco líquido.

- Se deberán tomar las acciones que se describen en caso de fuga de amoníaco en estado gaseoso, ya que a temperatura ambiente y a presión atmosférica el amoníaco pasara a estado gaseoso, sin embargo al no hacerlo inmediatamente también se tomarán las siguientes medidas:
- Contener el amoníaco líquido en un tanque o recipientes herméticos con un volumen adecuado de acuerdo a la fuga.
- Para el amoníaco derramado se deberá diluir con abundante agua, aproximadamente 100lbs de agua por cada litro de amoníaco.

Procedimiento de emergencia en caso de incendio

Antes:

- Identificar las rutas de evacuación así como: las salidas principales y alternas, verificando que estén libres de obstáculos.
- Evitar almacenar productos inflamables o usarlos sin ninguna precaución, leer las hojas de seguridad o MSDS.
- Mantener y verificar constantemente el buen estado de las instalaciones eléctricas y de gas en donde haya conexiones como tal.
- No sobrecargar las conexiones eléctricas.
- Por ningún motivo jugar o vender agua cerca de las instalaciones eléctricas.
- No sustituir los fusibles por alambres o monedas.
- Identificar la ubicación de los extintores dentro de las instalaciones de la universidad.
- Realizar simulacros de evacuación por conatos de incendio.

Durante:

- Al escuchar la señal de alarma a viva voz por la persona que detecta la emergencia, suspender lo que se esté realizando.
- Avisar a los brigadistas del suceso para la activación del plan de emergencias.
- Conservar la calma y tranquilizar a las personas que estén alrededor.
- Ubicar el lugar del incendio y retirarse de la zona de riesgo.
- Si hay humo, taparse la nariz y la boca con un pañuelo, de preferencia mojado y agacharse.
- Dirigirse a las zonas externas de menor riesgo con los compañeros de trabajo (puntos de encuentro). Recordar: ¡no correr, ¡no gritar y ¡no empujar!
- Solicitar vía telefónica el auxilio de la estación de bomberos más cercana.
- Seguir las instrucciones de los brigadistas de la Institución Universitaria.
- Cerrar puertas y ventanas para retardar la propagación del fuego, palpar las puertas antes de salir y si están con alto grado de calor no abrirlas.

Después:

- Mantenerse alejado del área de riesgo porque el fuego puede avivarse.
 - Evitar propagar rumores y tampoco hacer caso de ellos.
 - No interferir en las actividades de los Brigadistas, bomberos y rescatistas.
 - Poner atención a las indicaciones de los brigadistas, bomberos o rescatistas.
- <https://www.unaigranaria.edu.co/wp-content/uploads/2014/09/Instrucciondeemergenciasylisado.pdf>

Procedimiento para el retorno a condiciones normales y recuperación.

Los criterios para dar de alta la emergencia serán:

- La fuente de la fuga ha sido contralada y no existe riesgo que se vuelva a presentar
- No existe amoniac o otra sustancia peligrosa en el ambiente
- Las condiciones para trabajar no son un peligro para el personal
- No existe equipo, estructuras o accesorios dañados. En caso que haya dichos daños se deberá hacer un estudio el cual declare que se puede seguir con las condiciones normales de operación, o bien reemplazar dicho equipo, estructura o accesorio
- Todo el personal expuesto ha recibido atención médica. En su caso, tener presente que puede ser necesario el traslado a un hospital (el más cercano) para personal que hayan tenido lesiones o intoxicación graves
- Desarrollar un reporte del accidente donde se señalen las causas, consecuencias y acciones de resguardo y reversión de daños

Los procedimientos antes descritos se muestran a detalle y desarrollados en el anexo 20.

VII.-DIRECTORIO DE LA ESTRUCTURA FUNCIONAL PARA LA RESPUESTA A EMERGENCIAS.

VII.4.-Directorio de la Estructura Funcional para la Instrumentación del Plan de Respuesta a Emergencias al Interior y exterior de las instalaciones.

NOMBRE O RAZON SOCIAL: HIELOS AS, S.A. DE C.V.	FECHA: DICIEMBRE DE 2017
DOMICILIO: Arturo Montiel, #15, Zona Industrial, 56600 Chalco de Diaz Covarrubias, Méx.	TELEFONOS: (5757168765) y 8124789634
CIUDAD/O ESTADO: Estado de México	REPRESENTANTE: Fernando Aguirre Barragán

PERSONAL SERVICIO MEDICO HIELOS AS

PUESTO	EXTENSION	TEL. PARTICULAR/CELULAR
Dr. José Hernández Jefe del Departamento Médico	078	0491 570 006 0491 570 156 0491 570 157 0491 570 158
Dr. Pedro Pérez Paramédico de Turno	078	0491 570 159
Dr. Hernán Juárez Paramédico de Turno	078	0491 570 110

Tabla 8A. Directorio del personal médico para respuesta a emergencias.

PERSONAL DE SEGURIDAD HIELOS AS

PUESTO	EXTENSION	TEL. PARTICULAR/CELULAR
Ing. Juan Gómez Jefe Seguridad e Higiene	035	• 0491 570 313 • 0491 570 737 • 0491 571 266
Ing. Luis Chávez Ingeniero de seguridad	010	• 0491 572 549 • 0491 572 665
Ing. Miguel Sánchez Supervisor de Seguridad	048	• 0491 572 983 • 0491 573 770
Sr. Juan Jiménez Inspector de Seguridad	030	• 0491 573 087 • 0491 574 118
Sr. Alfredo Gutiérrez Guardia de seguridad sur	015	• 0491 574 632 • 0491 575 25
Sr. Francisco García Guardia de seguridad norte	016	• 0491 575 789 • 0491 576 398

Tabla 9A. Directorio del personal de seguridad de Hielos AS.

Nombre de la organización	Ubicación	Teléfono de contacto	Función	Tiempo de arribo a la instalación
Dirección de Protección Civil	Av. José María Martínez S/N, San Miguel Jacalones, 56604 Chalco de Díaz Covarrubias, Méx.	5517343775	Priorizar la prevención de riesgos, prestar auxilio, priorizar el análisis y gestión prospectiva de riesgos de desastres.	20 minutos
H. Cuerpo de Bomberos	Av. José María Martínez S/N, San Miguel Jacalones, 56604 Chalco de Díaz Covarrubias, Méx.	5517343772	Brindar Servicios de apoyos contra incendios	20 minutos
Cruz Roja	Av. José María Martínez S/N, Emiliano Zapata	5517343808 5517343730	Brindar asistencia médica tanto en sus instalaciones, como a la planta Hielos AS	20 minutos
Hospital IMSS	Av. Cuauhtémoc Ote. 26, Santiago, 56600 Chalco de Díaz Covarrubias, Méx.	5559730553	Brindar asistencia médica en sus instalaciones	15 minutos
ISSSTE Chalco	5 de Febrero SN, La Bomba, 56600 Chalco de Díaz Covarrubias, Méx.	5559750678	Brindar asistencia médica en sus instalaciones	15 minutos
Hospital General de Chalco	Av Cuauhtémoc s/n, Ejidal, 56604 Chalco de Díaz Covarrubias, Méx.	5559734020	Brindar asistencia médica en sus instalaciones	15 minutos
Policía Federal	Carretera 115, México Oaxaca Km 6 + 500, Casco de San Juan, 56600 Chalco de Díaz Covarrubias, Méx.	5559750601	Brindar apoyo en caso de algún delito que se pueda cometer dentro de la instalación de Hielos AS	15 minutos
ODAPAS Chalco	Calle Vicente Guerrero, Col. Casco de San Juan	5559751745 5559751746	Brindar los servicios de agua potable, drenaje y alcantarillado de manera eficaz y eficiente Servicio de Desazolve en caso de inundaciones	15 minutos

Tabla 10A. Directorio de la estructura funcional externa para respuesta a emergencias.

Para el desarrollo de este capítulo se utilizó el formato señalado en el anexo E integrado al final de este documento.

VIII.-PLAN PARA REVERTIR LOS EFECTOS DE LAS LIBERACIONES POTENCIALES DE LOS MATERIALES PELIGROSOS, EN LAS PERSONAS Y EN EL AMBIENTE (CUERPOS DE AGUA, FLORA, FAUNA, SUELO).

Métodos de limpieza y/o descontaminación en el interior y exterior de la planta.

Actividades post-emergencia.
Después de la emergencia hay que observar oerías medidas antes de retornar a las actividades productivas, una de ellas es la descontaminación. La descontaminación es el proceso de remoción o neutralización del contaminante que se haya acumulado en la herramienta, equipo, ropa o personas. Protege a los trabajadores de substancias peligrosas que se puedan permear en la ropa de protección y equipo de protección respiratoria o extender con las herramientas, vehículos u otros equipos empleados en el lugar del incidente. En otras palabras, previene que transfieran productos peligrosos de la zona contaminada a las zonas limpias.

Plan de Descontaminación.

Un Plan de Descontaminación se debe desarrollar como parte del Plan de Seguridad del lugar y establecerse antes de que cualquier persona o equipo pueda entrar en áreas donde exista el riesgo de exposición o incendio de substancias peligrosas.

El Plan de descontaminación debe:

- Determinar el número y ubicación de las estaciones de descontaminación.
- Determinar el equipo de descontaminación necesario.
- Determinar el método apropiado de descontaminación.
- Establecer los métodos para prevenir la contaminación de las áreas limpias.
- Establecer métodos y procedimientos para minimizar el contacto de los trabajadores con contaminantes durante el momento de quitarse la ropa y el equipo de protección personal.
- Establecer métodos para deschar la ropa y equipo que no esté totalmente descontaminado

El primer paso en la descontaminación es el establecer Procedimientos de Operación Normales o Standard que minimicen el contacto con desechos y con aquello que sea potencialmente contaminante, por ejemplo:

Reforzar las prácticas de trabajo que minimicen el contacto con las substancias potencialmente peligrosas (no caminar por áreas de contaminación obvia, no tocar directamente las substancias potencialmente peligrosas).

- Usar técnicas de muestreo y manejo. Y apertura de contenedores a distancia (como el uso de llaves de impacto).
- Usar ropas externas desechables y equipos desechables donde sea apropiado.
- Cubrir la herramienta y equipo con materiales adheribles que posteriormente se puedan retirar durante la descontaminación.
- Encapsular las fuentes de contaminantes con películas plásticas o contenedores de sobre medida.

Los contaminantes se pueden localizar, tanto en la superficie del equipo de protección personal como permitido dentro del material del propio equipo. Los contaminantes de la superficie pueden ser fácilmente detectados y removidos. Sin embargo cuando los contaminantes han penetrado en el material del equipo es muy difícil y aún imposible detectarlos y removerlos. Si los contaminantes han penetrado el material del equipo de protección personal y no se han removido por descontaminación permanecerán ahí, permeándose cada vez más en el material hasta causar la exposición.

Fuente: <http://smat.semamat.gob.mx/dgraDocs/documentos/gdor/resumenes/2011/11GU2011X0042.pdf>

IX.-CUMPLIMIENTO DE LA NORMATIVIDAD EN MATERIA DE SEGURIDAD, PREVENCIÓN Y ATENCIÓN DE EMERGENCIAS EMITIDAS POR LAS DEPENDENCIAS DEL GOBIERNO FEDERAL QUE CONFORMAN LA COMISIÓN, EN TERMINOS DEL ARTICULO 147 DE LA LGEPPA.

En este apartado se señalan en forma breve el cumplimiento de aquellos artículos normativos que tienen relación con la administración de riesgos, prevención de accidentes y atención de emergencias.

1. NOM-001-STPS-2008.

2. NOM-004-STPS-1999, Fracc. 5.
3. NOM-005-STPS-1998, Fracc. 5.
4. NOM-017-STPS-2008
5. NOM-018-STPS-2000, Fracc. 5
6. NOM-020-STPS-2011, Fracc. 5
7. NOM-022-STPS-2008
8. NOM-025-STPS-2008
9. NOM-026-STPS-2008
10. LGEPPA Art. 5-VII
11. LGEPPA Art. 150
12. Reglamento Federal de Seguridad y Salud en el Trabajo

X-PLAN DE RESPUESTA A EMERGENCIAS QUÍMICAS NIVEL EXTERNO.

X.1-Identificación de Grupos o instituciones de apoyo

En este apartado se relacionan los Grupos o Instituciones que han sido identificadas para brindar apoyo en caso de una emergencia, señalando tipo de servicio que ofrecen, ubicación y tiempo estimado de arribo a la instalación.

Nombre de la organización	Ubicación	Teléfono de contacto	Función	Tiempo de arribo a la instalación
Dirección de Protección Civil	Av. José María Martínez S/N, San Miguel Jacalones, 56604 Chalco de Díaz, Covarrubias, Méx.	5517343775	Priorizar la prevención de riesgos, prestar auxilio, priorizar el análisis y gestión prospectiva de riesgos de desastres.	20 minutos
H. Cuerpo de Bomberos	Av. José María Martínez S/N, San Miguel Jacalones, 56604 Chalco de Díaz, Covarrubias, Méx.	5517343772	Brindar Servicios de apoyos contra incendios	20 minutos
Cruz Roja	Av. José María Martínez S/N, Col. Emiliano Zapata	5517343808 5517343730	Brindar asistencia médica tanto en sus instalaciones como a la planta Hielos AS	20 minutos
Hospital IMSS	Av. Cuauhtémoc Ote. 26, Santiaguillo, 56600 Chalco de Díaz, Covarrubias, Méx.	5559730553	Brindar asistencia médica en sus instalaciones	15 minutos
ISSSTE Chalco	5 de Febrero S/N, La Bomba, 56600 Chalco de Díaz, Covarrubias, Méx.	5559750678	Brindar asistencia médica en sus instalaciones	15 minutos
Hospital General de Chalco	Av Cuauhtémoc S/n, Ejidal, 56604 Chalco de Díaz, Covarrubias, Méx.	5559734020	Brindar asistencia médica en sus instalaciones	15 minutos

Policia Federal	Carretera 115, Mexico Oaxaca Km 6 + 500, Casco de San Juan, 56600 Chalco de Diaz Covarrubias, Méx.	5559750601	Brindar apoyo en caso de algún delito que se pueda cometer dentro de la instalación de Hielos AS	15 minutos
ODAPAS Chalco	Calle Vicente Guerrero, Col. Casco de San Juan	5559751745 5559751746	Brindar los servicios de agua potable, drenaje y alcantarillado de manera eficaz y eficiente Servicio de Desazolve en caso de inundaciones	15 minutos

Tabla 11A. Directorio de la estructura funcional externa para respuesta a emergencias.

X.2-Procedimientos Específicos para la Respuesta a Emergencias cuando el nivel de afectación rebasa los límites de propiedad de la instalación.

- Una vez notificadas las autoridades del accidente de procederá a actuar de la siguiente manera:
1. Dependiendo de la dirección del viento, advertir a las plantas aledañas.
 2. El personal de seguridad e higiene deberá acompañar a las autoridades para proporcionar el equipo correspondiente de protección personal en caso que se requiera.
 3. Llevar acabo las acciones determinadas en el simulacro, las cuales serán llevadas a cabo y siendo responsable del personal brigadista de la planta.
 4. Preparar vehículos en caso que se requieran para dar aviso y desalojar a la población a la zona de amortiguamiento o algún punto estratégico para determinar si no existe más personas en la zona de riesgo o de estada limitada.
 5. Preparar a los médicos para apoyar a protección civil para las personas que pudieron haber sido intoxicadas.
 6. Estar en constante comunicación con protección civil y en caso de determinar que la emergencia durara más de ocho horas, reunir viveres para la población (se podrá empezar a reunir viveres antes, dependiendo de lo que establezca protección civil).
 7. El encargado de zona en coordinación con protección civil decidirá las acciones para que se retomen las condiciones normales con base en la evaluación de la emergencia. Así como determinar las acciones para reparar, limpiar y/o remediar los efectos en instalaciones, personal, equipo y medio ambiente.
 8. Cuando la emergencia haya sido controlada en su totalidad, los brigadistas y Protección Civil, procederán a evaluar la magnitud de los daños consecuencia del siniestro, así como inspeccionar las condiciones de seguridad imperantes en el área, con el fin de autorizar el retorno de los habitantes del área afectada
- El procedimiento se muestra a detalle y desarrollado en el anexo 21.

X.3-Inventario de equipo y servicios con que se cuenta para la atención de emergencias externas.

Se cuentan con los equipos autónomos o equipos de protección personal que se han mencionado anteriormente. También se cuentan con vehículos y equipos de sonido para el desalojo de la población que se puedan encontrar en las zonas de riesgo.

Servicios de apoyo		No. Telefónico
Protección civil		5517343775
Cruz Roja Mexicana		5517343730
Bomberos		5517343772
Policia Municipal		5517343808
Policia Estatal Preventiva		5559730553
Policia de tránsito		5559734020



Figura 6A. Principales vialidades para ingreso de ayuda externa.

Policía Ministerial	5559750601
Policía Federal Preventiva	5559751745
PGR	5517343775
Procuraduría de Justicia	5559751746
Hospitales	
IMSS	5559730553
Hospital Integral de Chalco	5559734020
Hospital Integral de Chalco	5559730553

Tabla 12A. Directorio de la estructura funcional externa para respuesta a emergencias

X.4- Principales vialidades identificadas para el ingreso de grupos de ayuda externa.

Las principales vialidades identificadas como viables para ser utilizadas como rutas de evacuación o rutas para recibir apoyo externo son:

- Para el lado norte de la planta se encuentra la calle Del Carmelo, con salida a:
 - Camino real a Cocotitlan
 - Carretera Federal México-Cuautla
 - Avenida Cuauhtémoc Oriente
- Para el lado sur la calle es Arturo Montiel, con salida a:
 - Mixquic-Chalco
 - Avenida San Isidro

Igualmente en la figura 7 se muestra de ejemplo las mejores rutas a dos servicios de apoyo proporcionadas por Google maps. Del lado izquierdo se muestran rutas de Protección civil y H. cuerpo de bomberos, la ruta marcada en azul sigue los pasos:

- Toma Arturo Montiel hacia Av. Cuauhtémoc Ote.
 - Gira a la izquierda en la 2ª intersección hacia Av. Cuauhtémoc Ote.
 - Continúa por Francisco Javier Mina, Toma C. Reforma, C. Primero de Mayo y Av. Aquiles Serdán hacia Av. José María Martínez
 - Gira a la derecha con dirección a Av. José María Martínez
- El lado derecho muestra 3 rutas del Hospital General de Chalco a la planta, la ruta al extremo derecho de la imagen sigue los pasos:
- Toma Cam. Real a Cocotitlan hacia Carr. Federal México-Cuautla/Chalco - Amecameca de Juárez/Atapulca - Amecameca de Juárez/México 115.
 - Continúa por México 115. Toma Calle Vicente Guerrero/Mixquic - Chalco hacia Artes y Oficios en Casco de San Juan, Chalco de Díaz Covarrubias.
 - Sigue por Artes y Oficios, Tizapa y Bodegas hacia Calle Canal en La Bomba.

XI.-COMUNICACIÓN DE RIESGOS.

XI.1- Procedimientos Específicos para la comunicación de Riesgos.

Es este apartado, se señalan las estrategias utilizadas para la difusión de aquellos procedimientos con los que cuenta la empresa para comunicar a la población potencialmente afectada los riesgos a los que está expuesta, así como las medidas de seguridad instrumentadas para su reducción:

- Visitar las instalaciones cercanas para darles a conocer al personal los principales riesgos y posibles radios de afectación de fugas de amoníaco.
- Proporcionar a los responsables de Seguridad e Higiene de las instalaciones aledañas y a la autoridad designada como representante de las posibles zonas habitacionales afectadas:
 - o Un mapa o fotografía aérea donde se representen gráficamente los radios de afectación y las posibles rutas de evacuación.
 - o Una lista de recomendaciones sobre qué hacer en caso de una emergencia.
 - o Panfletos a los responsables de Seguridad e Higiene de las instalaciones aledañas y a los habitantes que pudieran ser afectados, sobre cómo responder a una emergencia por fuga de amoníaco.
- Invitarlos a las instalaciones aledañas y a los habitantes que puedan ser afectados a participar en los simulacros de emergencias.

Los panfletos informativos describirán de forma clara las posibles contingencias que pudieran suscitarse, así como las medidas de seguridad que se deben tomar en consideración, señalando también las medidas que la empresa ha previsto para la realización de simulacros, con la finalidad de realizarlos con la participación de la población circunvecina y de conformidad con el plan de simulacros. En el caso de suscitarse una contingencia, la población aledaña será avisada por medio de las alarmas sonoras ubicadas en la planta.

La comunicación con las instalaciones y población aledañas considerará los siguientes puntos de atención:

- a) Se conformará un directorio de los responsables de cada una de las instalaciones aledañas.
- b) Ponerse en contacto con ellos y con las autoridades que en un momento dado podrían estar involucradas en una emergencia debido a la operación de la estación de regulación y medición de gas natural, tales como: protección civil, bomberos, cruz roja, tránsito y policía municipal entre otros, estableciendo fechas probables para las reuniones.
- c) Los temas a tratar en las reuniones serían:
 - Dar a conocer las actividades desarrolladas en la empresa.
 - Principales riesgos y efectos asociados a la operación de la planta.
 - Actividades y dispositivos de seguridad con se cuenta para minimizarlos.
 - Acciones a realizar por parte de los habitantes para el caso de una emergencia en la que se involucre el gas natural.
 - Mecanismos de comunicación de la organización hacia la comunidad.
 - Acciones de las autoridades en caso de una emergencia.

XI.2- Procedimientos para el desarrollo de simulacros con la población aledaña.

Se pretende llevar a cabo un ejercicio con las instalaciones y población de la colonia Granjas Chalco donde se involucren a todos en:

- Planificación y organización del simulacro.

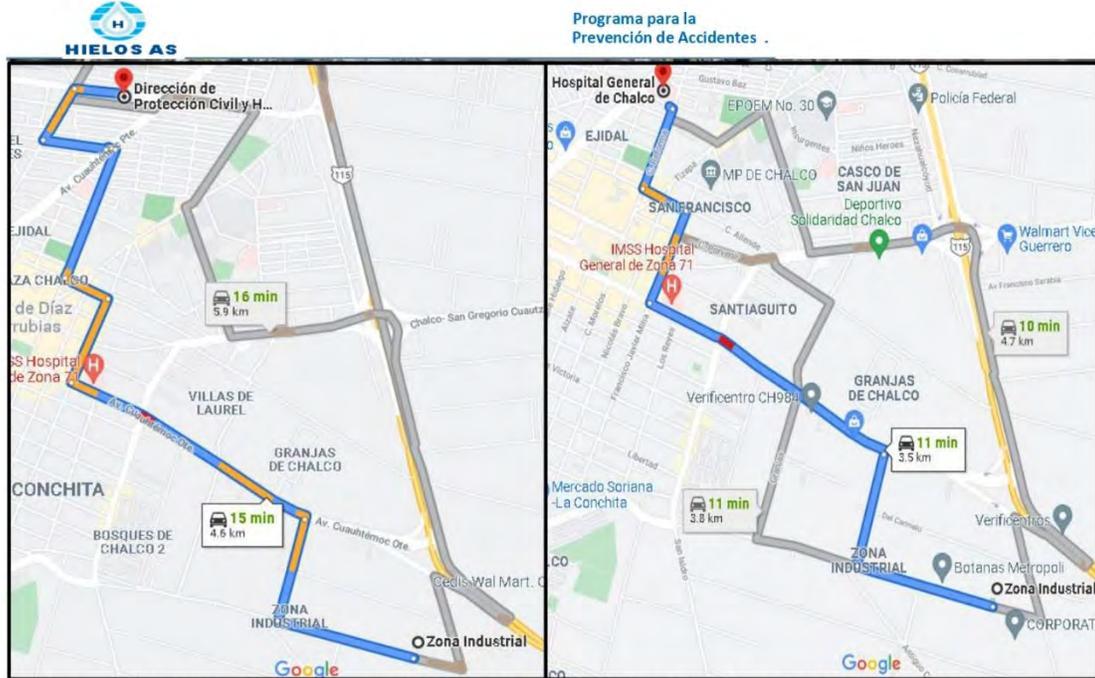


Figura 7A. Ruta de Protección civil y H. cuerpos de bomberos (lado izquierdo) y Hospital General de Chalco (lado derecho) a Hielos AS.

- Coordinación de las instituciones, instalaciones en un radio de 2.7km, que es el radio máximo de afectación de acuerdo al accidente de mayor alcance simulado en ALOHA.
- Sistemas de comunicación.
- Evaluación de respuesta del servicio de emergencias y áreas o dependencias involucradas.
- Puntos de reunión estratégicos.

Por el momento no se ha desarrollado ningún simulacro con la población aledaña, pero se pretende proponer a protección civil el procedimiento descrito en la tabla 13A para simulacros.

Actividades previas a la realización del simulacro:

- Jefe de Seguridad e Higiene: definir día y hora para realizar el simulacro.
- Jefe de Seguridad e Higiene: realizar cronograma con las actividades del simulacro.
- Notificar a Protección Civil y Cuerpo de Bomberos
- Notificar a las empresas vecinas vía.
- Notificar a la población de la colonia "Granjas Chalco"

El procedimiento se muestra a detalle y desarrollado en el anexo 22.

Hora	Actividad	Responsable
11:30	Suena alarma en distintos puntos de la planta por fuga de amoniaco	Jefe de Almacén
11:35	Acuden las brigadas de emergencias y de apoyo a la zona.	Participantes de brigadas
11:37	Jefe de seguridad e Higiene solicita a Director General dar Aviso a protección civil para intervención.	Jefe de seguridad e Higiene
11:40	La Brigada de Evacuación y Brigada de Apoyo dirigen y reciben al personal evacuado para su conteo en punto de reunión.	Participantes de brigadas
11:40	Jefe de Operaciones ordena preparar área de descontaminación.	Ingeniero de seguridad
11:40	Jefe de Seguridad e Higiene, junto con protección civil y brigada de apoyo se dirigen a la comunidad más cercana	Jefe de Seguridad e Higiene
11:48	Se da aviso de evacuación	Jefe de Seguridad e Higiene
11:50	Las personas que lo requieran serán trasladadas por las brigadas de apoyo a los puntos de reunión seguros	Jefe de Seguridad e Higiene
11:45	Departamento de seguridad e Higiene ordena preparar área de descontaminación.	Ingeniero de seguridad y Supervisor de Seguridad
11:48	Brigadistas minimizan la nube de NH3 presente, con rocío de agua y cierran válvulas.	Participantes de brigadas
11:55	Lider de evacuación informa al Puesto de Comando el resultado del conteo de personal evacuado y posibles ausencias.	Supervisor de Seguridad
12:00	Se confirma el control del incidente y como actividad final la disposición en contenedores del agua con amoniaco (Hazwoper).	Supervisor de Seguridad
12:20	Se confirma la descontaminación del área, brigadistas, herramientas y EPP.	Ingeniero de seguridad y Supervisor de Seguridad
12:25	Se confirma que es seguro que el personal regrese a sus lugares de trabajo, y la población a sus hogares	Jefe de Seguridad e Higiene y Inspector de Seguridad

12:30 El personal que participo en el desarrollo del simulacro de Evacuación y personal ejecutivo se reúnen para evaluar el evento y futuras correcciones.

Tabla 13A. Actividades a realizar para el simulacro con la población aledaña.

El simulacro anteriormente descrito se espera programar cada año, el primer lunes de septiembre, o bien de acuerdo a las recomendaciones por protección civil.

XI.3.- Programa de simulacros

Dentro de las instalaciones, conscientes de los riesgos que pudieran desencadenarse por el desconocimiento de las buenas prácticas de manufactura y de la operación de máquinas y equipos por parte del personal, se tienen identificados los riesgos, es por esto que se preparan con anticipación una serie de simulacros, los cuales son resultado de una previa planeación por escrito para después poner en práctica todos los conocimientos aprendidos en cursos de capacitación para la atención de emergencias y de la manera en que las brigadas deben de actuar para reducir tanto las pérdidas económicas como humanas.

Hipótesis de Emergencia, en caso de:	Objetivos y lugar de realización	Coordinador del simulacro	Brigadas participantes	Alcance	Frecuencia, Fecha y hora de realización
Sismo, Simulacro Sin aviso a servicios de Auxilio Externos	Prevenir y actuar en caso de sismo, evacuando a toda la planta	Jefe de Seguridad e Higiene	Todas las brigadas de emergencia de la Planta	Todo el personal de la Planta	Anual, 19 de Septiembre 2021 10:00 horas
Fuga en tanque Macro Simulacro Con aviso a servicios de Auxilio Externos.	Prevenir y actuar en caso de fuga en la zona donde se ubica el tanque de almacenamiento	Jefe de Seguridad e Higiene y Jefe de almacenamiento	Todas las brigadas de emergencia de la Planta	Todo el personal de la Planta	Anual, 05 de Septiembre 2021 10:00 horas
Incendio en la planta	Prevenir y actuar en caso de incendio en la zona con mayor afluencia	Jefe de Seguridad e Higiene	Todas las brigadas de emergencia de la Planta	Todo el personal de la Planta	Anual, 05 de Febrero 2021 10:00 horas

Tabla 14A. Programa calendarizado para simulacros en emergencias.

ANEXO A	
Nombre o razón social de la empresa: HIELOS AS S.A., de C.V.	
RFC: HAS451875VE3	CMAP: 312125
Código ambiental: HAS551407011.	
Actividad principal del establecimiento: Producción, fabricación, comercialización y distribución de Hielo en barra.	
Domicilio del establecimiento.	
Parque Industrial: Zona Industrial Chalco	
Calle: Arturo Montiel	
Número exterior: #15	
Colonia: Zona Industrial.	
Entre calle: Ciprés	y calle: Cam. Real a Coacatlán
CP: 56600.	Municipio: Chalco de Díaz Covarrubias.
Entidad federativa: Estado de México	
Teléfono: (55) 7897 7897	
Correo electrónico: EGF@HieloAS.com	
Coordenadas de la instalación.	
Geográficas: Latitud norte: 19.2483562	Longitud oeste: 98.8788619
UTM: 14 Q	X: 512788.85
	Y: 512817.21
Altitud sobre nivel del mar: 2251 msnm	Clave catastral: Sin información
Fecha inicio de operaciones: 2018	
Domicilio para oír y recibir notificaciones.	
El domicilio para oír y recibir notificaciones es exactamente el mismo que el del establecimiento.	
Nombre del gestor promotor: HIELOS AS S.A. de C.V.	
Razón social de la empresa responsable del programa: Consultores y Asesores Ambientales S.A. de C.V.	
RFC: CAA513246EF4	
Nombre del responsable de la elaboración del estudio: Eleazar Sanchez Quezada	
RFC: SUAE-650313	
Nombre del representante legal de la empresa: Fernando Aguirre Barragán	

ANEXO B DATOS DEL ENTORNO (Área de influencia de 500 metros)	
MEDIO AMBIENTE	PROFUNDIDAD DEL NIVEL FREÁTICO
Actividades antropogénicas.	Entre 30 y 50 metros
Flora y fauna terrestre	X Entre 51 y 100 metros
Flora y fauna acuática	Más de 100 metros
Cuerpos de agua	No se conoce
Áreas naturales protegidas	EXTRACCIÓN DE AGUA
	Es para consumo humano
USOS DE SUELO	Ilto es para consumo humano
Zona habitacional	X
Zona industrial habitacional	DENSIDAD DE POBLACIÓN
Zona industrial, agrícola y habitacional	Alta [≥de 5,000 hab/km²]
Industrial, agrícola	Media [1,000-5,000 hab/km²]
Zona agrícola	Baja [<1,000 hab/km²]
Zona industrial	X SERVICIO DE LIMPIEZA
CUERPOS DE AGUA	Servicio de recolección
Lago o laguna	Servicio de barrido
Arroyo permanente	DOTACIÓN DE AGUA POTABLE
Arroyo intermitente	Pozo
Río	De pilas
Mar	Toma pública
RIESGOS NATURALES Y ANTROPOGÉNICOS	Entubada
Zona de inundaciones	DESCARGA DE AGUAS RESIDUALES
Zona de deslizamientos o deslaves	Pozo de absorción
Otras actividades de alto riesgo	Descarga a cuerpos de agua
Ferrovial	Fosa séptica
TRANSPORTE DE SUSTANCIAS PELIGROSAS	Red de drenaje municipal
Carretero	X CALLES Y VÍAS DE COMUNICACIÓN
Ferrovial	Terracería
Por ducto	Pavimentados y terracería
TIPO DE CONSTRUCCIONES	Pavimentadas
Materiales diversos	X ENERGÍA ELÉCTRICA
Material sin recubrimiento	Dotación domiciliar
Material acabado convencional	X Alumbrado público
Material acabado fino	X

ANEXO C

MATERIALES PELIGROSOS

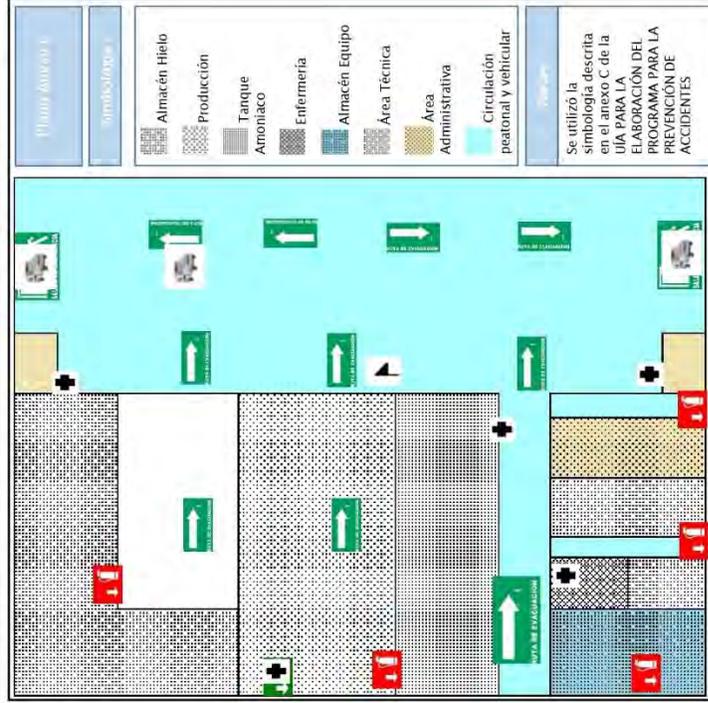
Se debe señalar únicamente aquellos materiales clasificados como altamente peligrosos, de acuerdo a los listados que clasifican a una actividad altamente riesgosos, que se Almacenan o Procesan en la instalación o establecimiento.

Para cada material manejado, debe proporcionar la siguiente información:

Material:	AMONIACO ANHIDRO
Almacenamiento Máximo	500 Kg
En Proceso:	2 Kg
Cantidad de Reporte:	10 Kg
No. CAS:	7664-41-7
No ONU:	1005
Peso Molecular:	17.03052 g/g-mol
LIF (LFL) Límite inferior de inflamabilidad:	16%
IDLH	25%
TVL	300 ppm
	25 ppm

ANEXO D

NOMBRE O RAZON SOCIAL: HIELOS AS, S.A. DE C.V.	FECHA: DICIEMBRE DE 2017
DOMICILIO: Arturo Montiel, # 15, Zona Industrial, 56600 Chalco de Diaz Covarrubias, Méx.	TELEFONOS: (5757168765) y 8124789634
CIUDAD O ESTADO: Estado de México	REPRESENTANTE: Fernando Aguirre Barragán



Se utilizó la simbología descrita en el anexo C de la OIA PARA LA ELABORACIÓN DEL PROGRAMA PARA LA PREVENCIÓN DE ACCIDENTES