



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO

FACULTAD DE INGENIERÍA

TESIS

**Procedimiento que Establece el Índice
de Riesgo en las Instalaciones de los
Centros de Trabajo de Pemex-
Refinación**

Que para obtener el título de

Ingeniero Petrolero

P R E S E N T A

Luis Eduardo Mendieta Hernández

DIRECTOR DE TESIS

Ing. Victoriano Angüis Terrazas



Ciudad Universitaria, Cd. Mx., 2017



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.

Agradecimientos.

A **mi familia** (mamá, papá, hermana) porque a pesar de las diferencias que surjan en el camino siempre estamos juntos.

A la **Facultad de Ingeniería de la UNAM** por todos los conocimientos adquiridos durante mi formación académica.

Al **Ing. Victoriano Angüis Terrazas** por darme las bases y la confianza de ser uno más de los certificados en materia de Seguridad Industrial Integral.

Al **Ing. Jorge Ramírez Valdivia** por su tiempo y apoyo para poder elaborar este proyecto.

A las **personas que conocí, conozco y conoceré** porque forman parte de mi crecimiento como persona y siempre hay algo nuevo que aprender de todos.

Pamela, Hugo, Néstor, Oliver, Beto y el bloque 1129 de mi generación porque sé que hay amigos que son para toda la vida.

Gaby eres parte importante de este logro, has estado conmigo prácticamente desde que empecé la carrera, gracias por ser mi amiga, compañera, confidente, por los consejos y todo el amor que me das... que esta vida la vivamos juntos mi amor.

“Sin sacrificio no hay victoria”
-Optimus Prime

Índice General

Índice de Figuras	v
Índice de Tablas	vi
Objetivo	1
Resumen.....	2
Abstract.....	3
Alcance.....	4
Introducción	5
1. SEGURIDAD INDUSTRIAL	7
ANÁLISIS DE RIESGOS.....	7
1.1 Definiciones.....	8
1.2 Justificación y Beneficios de la Seguridad Industrial Integral	9
1.3 Manejo de Sustancias Químicas	13
1.3.1 Análisis de Riesgo y sus Características.....	14
1.3.2 Proceso de Evaluación del Riesgo	15
1.3.3 Análisis de Consecuencias	16
1.4 Almacenamiento de las Sustancias Químicas Peligrosas	17
1.5 Clasificación de las Sustancias Peligrosas para su Almacenamiento	19
1.6 Accidentes químicos	22
1.7 Prevención de accidentes	24
2. JUSTIFICACIÓN NORMATIVA.....	26
2.1 Sistema para la administración del Trabajo-Seguridad en los procesos y equipos críticos que manejen sustancias químicas peligrosas.....	27
2.1.1 Objetivo	27
2.1.2 Campo de aplicación.....	27
2.1.3 Definiciones	28
2.1.4 El análisis de riesgos de los procesos y equipos críticos que manejen sustancias químicas peligrosas.....	30
2.1.5 Procedimientos de seguridad y autorizaciones para trabajos peligrosos.....	30
2.1.6 Administración de riesgos	31
2.1.7 Administración de la integridad mecánica de los equipos críticos.....	33

2.1.8 Administración de cambios	34
2.1.9 Plan de atención a emergencias.....	36
2.1.10 Programa de auditorías internas.....	38
2.1.11 Procedimiento para la investigación de accidentes mayores.....	39
2.1.12 Sistema de información sobre los procesos y equipos críticos	39
2.2 Sistema General de Unidades de Medida	40
2.2.1 Objetivo y Campo de Aplicación	41
2.2.2 Referencias	41
2.2.3 Definiciones Fundamentales	41
2.2.4 Tablas de Unidades	42
2.2.5 Unidades que No Pertenecen al SI	43
2.2.6 Relación de Tablas.....	45
2.3 Análisis de Riesgos	48
2.3.1 Objetivo	49
2.3.2 Alcance.....	49
2.3.3 Campo de Aplicación	50
2.3.4 Actualización	50
2.3.5 Referencias	50
2.3.6 Definiciones	51
2.3.7 Símbolos y Abreviaturas.....	53
2.3.8 Desarrollo.....	53
2.3.9 Responsabilidades	59
3. METODOLOGÍA PARA IDENTIFICAR PELIGROS Y EVALUAR RIESGOS.....	61
3.1 Introducción	62
3.2 Generalidades	62
3.3 Aspectos a Considerar en la Evaluación de Riesgos	63
3.3.1 Ubicación	63
3.3.2 Instalaciones y Edificaciones.....	64
3.3.3 Administración de la Seguridad y Control de Perdidas	65
3.3.4 Peligros Inherentes a los Procesos	66
3.3.5 Protección Contra Incendios.....	67
3.3.6 Evaluación	68
3.4 Metodología a Desarrollar	69

3.5 Interpretación del Índice de Riesgo para la Instalación Evaluada	71
3.6 Matriz de Índice de Riesgo.....	72
3.7 Instrucciones del uso de la Matriz del Índice de Riesgo.....	73
3.8 Hoja de Informe.....	74
3.9 Reporte.....	75
4. CHECK LIST PARA EL CÁLCULO DEL ÍNDICE DE RIESGO	76
4.1 Ubicación.....	77
4.2 Instalaciones y Edificios.....	80
4.3 Administración de la Seguridad y Control de Perdidas	83
4.4 Peligros Inherentes A Los Procesos.....	89
4.5 Protección Contra Incendios	92
4.6 Otros	96
4.7 Resumen de Calificaciones para los Elementos de Importancia Mayor	97
5. ATLAS DE RIESGO INDUSTRIAL.....	99
5.1 Definición y Metodología	100
5.2 Proceso de elaboración de un Atlas de Riesgo.....	103
5.3 Evaluación del Riesgo	104
5.4 Elaboración del Atlas de Riesgo	105
5.5 Atlas de Salud Ocupacional.....	106
5.6 Ventajas del Atlas de Riesgo.....	109
5.7 Etapas del Proceso	110
5.8 Técnica del Atlas de Riesgo	112
5.8.1 Caracterización del Lugar	112
5.8.2 Dibujo de la planta y del proceso	113
5.8.3 Ubicación de los riesgos.....	114
5.8.4 Valoración de los Riesgos.....	115
5.9 Representación del Atlas de Riesgo.....	117
5.9.1 Nivel Regional	117
5.9.2 Nivel Instalaciones.....	118
5.9.3 Nivel Salud Ocupacional	119
Conclusiones y Recomendaciones.....	120
Bibliografía.....	121

Índice de Figuras

Figura 1 Beneficios de la Disciplina Operativa	6
Figura 2 Explosión Gasoducto, Reynosa, Tam. 2012	9
Figura 3 Incendio Plataforma Abkatún, Campeche, 2015	10
Figura 4 Incendio Refinería Salina Cruz, Oaxaca, 2017	11
Figura 5 Simulacro contra incendio, Revista Oil and Gas Magazine	12
Figura 6 Explosión de tanque de almacenamiento.....	13
Figura 7 Evaluación de Riesgo.	15
Figura 8 Análisis de Consecuencias.	16
Figura 9 Gestión del Riesgo.....	17
Figura 10 Tanques de Almacenamiento, Activo 5P, Agua Dulce, Ver.	18
Figura 11 Tipos de Tanques de Almacenamiento.	19
Figura 12 Clasificación de Riesgos, Código NFPA.	20
Figura 13 Estados que almacenan sustancias químicas peligrosas y grado de peligro por estado.....	21
Figura 14 Accidente Químico.....	22
Figura 15 Accidente en plataforma, Liberación de Hidrocarburo.....	24
Figura 16 Elemento de Ubicación.	63
Figura 17 Elemento de Instalaciones y Edificaciones.....	64
Figura 18 Elemento de Administración de la Seguridad y Control de Perdidas.	65
Figura 19 Elemento de Peligros Inherentes a los Procesos.	66
Figura 20 Elemento de Protección Contra Incendios.	67
Figura 21 Elemento de Evaluación.	68
Figura 22 Auditoria Integral de Seguridad.....	70
Figura 23 Reporte de la Auditoria Integral.....	75
Figura 24 Mapa de Zonas Sísmicas, CENAPRED, Atlas Nacional de Riesgos.	79
Figura 25 Simbología en un Atlas de Riesgo.	101
Figura 26 Ejemplos de Atlas de Riesgo.	102
Figura 27 Atlas de Riesgos de una Instalación Industrial.	105
Figura 28 Atlas de Salud Ocupacional.	107
Figura 29 Área de Trabajo.	111
Figura 30 Ubicación Geográfica Refinería de Tula, Hidalgo.....	112
Figura 31 Dibujo de planta industrial.....	113
Figura 32 Ex Refinería "18 de Marzo"	114

Figura 33 Valoración del Riesgo.	115
Figura 34 Símbolo que representa la intensidad del riesgo.	116
Figura 35 Atlas de Riesgo a Nivel Regional.	117
Figura 36 Atlas de Riesgo a Nivel Instalación.	118
Figura 37 Atlas de Riesgo Nivel Salud Ocupacional.	119

Índice de Tablas

Tabla 1 Criterios de Aceptación del Riesgo, NOM-028-STPS-2012.	31
Tabla 2 Nombres, símbolos y definiciones de las unidades SI de base	45
Tabla 3 Nombres de las magnitudes, símbolos y definiciones de las unidades SI derivadas.	46
Tabla 4 Ejemplos de unidades SI derivadas sin nombre especial.	46
Tabla 5 Unidades SI derivadas que tienen nombre y símbolo especial.	47
Tabla 6 Ejemplos de unidades SI derivadas expresadas por medio de nombres especiales.	48
Tabla 7 Elementos a Auditar	69
Tabla 8 Índice de Riesgo Obtenido	71
Tabla 9 Matriz de Índice de Riesgos	72
Tabla 10 Código de Prioridad del Riesgo.	73
Tabla 11 Instrucciones para la Matriz de IR.	73
Tabla 12 Informe sobre IR.	74
Tabla 13 Índice de la Exposición.	100
Tabla 14 Riesgos a la Salud	106
Tabla 15 Índice de peligro de los agentes identificados.	108
Tabla 16 Matriz de Riesgos a la Salud.	108
Tabla 17 Niveles de Riesgo a la Salud.	109

Objetivo

Identificar el propósito de un proceso de evaluación de peligros e identificación de riesgos y los posibles escenarios que se presentan en instalaciones superficiales que podrían generar eventos de alto riesgo por lo que se espera proporcionar los conocimientos y el procedimiento necesario para la aplicación del proceso de índice y atlas de riesgo, partiendo de las problemáticas que se producen por causa de una desviación de las condiciones de operación, con respecto a los parámetros normales de operación en un sistema dado y en una etapa determinada (diseño, arranque, operación normal, operación en una emergencia, paro, etc.) por medio la auditoría integral de seguridad esto permite evaluar las consecuencias

Resumen

El presente trabajo se realizó bajo los estándares de la prevención de riesgos e identificación de peligros que se encuentran en los centros de trabajo de Pemex-Refinación, por medio de las Normas de Referencia de Pemex las cuales son elaboradas por la administración técnica de la entidad para aquellos casos en que las normas mexicanas o internacionales, no cubran sus requerimientos, o bien las especificaciones que se contengan se consideren inaplicables u obsoletas, cuando dichas entidades requieran adquirir, arrendar o contratar bienes o servicios. Las Normas Oficiales Mexicanas en materia de Análisis de Riesgos que son la regulación técnica de observancia obligatoria expedida por las dependencias normalizadoras competentes a través de los Comités Consultivos Nacionales de Normalización, conforme al artículo 40 de la Ley Federal sobre Metrología y Normalización (LFMN) y el Sistema para la administración del Trabajo-Seguridad en los procesos y equipos críticos que manejen sustancias químicas peligrosas.

Dando a conocer paso a paso el proceso que se debe de realizar dentro de un centro de trabajo que maneje sustancias químicas peligrosas para establecer el índice de riesgo desarrollando un atlas de riesgos de la entidad, y así, por medio de una Matriz de Riesgo establecer las áreas donde es de manera inmediata una modificación al proceso que beneficie a la entidad mitigando los peligros identificados y disminuir los riesgos evaluados durante la auditoria o inspección.

Abstract

The present work was carried out under the risk prevention and hazard identification standards found in the Pemex-Refinación work centers, through the Pemex Reference Standards, which are prepared by the technical management of the entity. for those cases in which the Mexican or international standards do not cover their requirements, or the specifications contained are considered inapplicable or obsolete, when said entities require to acquire, lease or contract goods or services. The Official Mexican Standards on Risk Analysis that are the technical regulation of mandatory compliance issued by the competent standardizing units through the National Standardization Advisory Committees, pursuant to Article 40 of the Federal Law on Metrology and Standardization (LFMN) and the System for the administration of Work-Safety in critical processes and equipment that handle dangerous chemical substances.

Making known step by step the process that must be carried out within a work center that handles dangerous chemical substances to establish the risk index developing an atlas of risks of the entity, and thus, by means of a Risk Matrix, establish the areas where it is immediately a modification to the process that benefits the entity mitigating the identified dangers to reduce the risks evaluated during the audit or inspection.

Alcance

El proceso del cual se hace mención en esta tesis forma parte del área de Pemex Transformación Industrial en el sector de Refinación, este proceso se presenta como base para la implementación en otras industrias, debido a la importancia de conocer el nivel de riesgo que se tiene en las instalaciones donde se labora, y así, tener conciencia de los eventos que se puedan manifestar y realizar la mitigación de los mismos.

Introducción

Una empresa que es eficiente y competitiva se distingue por los esfuerzos y el compromiso de sus trabajadores en materia de Seguridad, Salud en el Trabajo, Protección al Ambiente y Desarrollo Sustentable mediante el proceso de la Administración de Riesgos, cumpliendo con la normatividad aplicable con disciplina operativa y la mejora continua.

Las funciones básicas de Pemex Refinación son los procesos industriales de refinación, elaboración de productos petrolíferos y derivados del petróleo, su distribución, almacenamiento y venta de primera mano.

En este ámbito de importancia y responsabilidad, Pemex Refinación desarrolla sus operaciones industriales y administra los activos a su cargo con una plena conciencia de que sus operaciones son, por su propia naturaleza y complejidad, actividades de riesgo, por lo que la Seguridad industrial y la Protección Ambiental son de la más alta prioridad.

Los trabajadores petroleros debemos de estar convencidos de que la seguridad, salud en el trabajo y protección al ambiente son beneficio propio y que nos motiva a participar en el esfuerzo de la mejora continua a través de la disciplina operativa.

Beneficios de la Disciplina Operativa



Figura 1 Beneficios de la Disciplina Operativa

1. SEGURIDAD INDUSTRIAL

ANÁLISIS DE RIESGOS

1.1 Definiciones.

Accidente de Trabajo: Toda lesión orgánica o perturbación funcional, inmediata o posterior, o la muerte, producida repentinamente en ejercicio o con motivo del trabajo, cualesquiera que sean en lugar y el tiempo en el cual se preste.

Acto Inseguro: Acción realizada por la persona que implica una omisión o violación a un método de trabajo determinado como seguro.

Condición Insegura: Aquella que deriva de la inobservancia o desatención de las medidas establecidas como seguras, y las cuales pueden conllevar la ocurrencia de un incidente, accidente, enfermedad de trabajo o daño material al centro de trabajo.

Condición peligrosa: Aquella característica inherente a las instalaciones, procesos, maquinaria, equipo, herramientas y materiales, que pueden provocar un incidente, accidente, enfermedad de trabajo o daño material al centro de trabajo.

Incidente: Acontecimiento el cual puede o no ocasionar daños a las instalaciones, maquinaria, equipo, herramientas y/o materiales utilizados, e interferir en los procesos o actividades, y en circunstancias diferentes podrían haber derivado en lesiones a los trabajadores, por lo cual requiere ser investigado para considerar la adopción de las medidas preventivas pertinentes.

Riesgo de trabajo: Los accidentes y enfermedades a las cuales están expuestos los trabajadores en ejercicio o con motivo del trabajo.

Predicción de Riesgos: Acción y efecto de predecir lo futuro, a través de técnicas de recordación en el enfoque de riesgos de trabajo, a través de la sensibilización.

Seguridad Integral: Aplicación de técnicas para la prevención, control y eliminación de accidentes y las enfermedades ocupacionales, producto del trabajo, lográndose, a través del desarrollo de un programa integral, el cual considera las disciplinas correlacionadas con la Seguridad, Salud e Integridad de las personas, las cuales observan los riesgos y la conducta de los trabajadores.

Véase <http://asinom.stps.gob.mx:8145/Centro/ConsultaDefiniciones.aspx>

1.2 Justificación y Beneficios de la Seguridad Industrial Integral

En la última década los accidentes de la industria petrolera en México han sido la causa importante para que sea necesaria la estricta manipulación de medidas que ayuden a disminuir estos accidentes, ya que históricamente desde el 2007 hasta la fecha han sucedido importantes acontecimientos dentro de la industria petrolera, provocando gran daño a la sociedad y al medio ambiente, entre ellos están:

2007. “Los fuertes vientos y un alto oleaje en la zona donde se ubica la Sonda de Campeche hicieron que dos plataformas chocaran, lo que a su vez provocó un derrame de petróleo y liberación de gas natural, causando un fuerte incendio y la muerte de 22 trabajadores.”

2010. “Una fuga en un ducto de PEMEX provocó explosiones en San Martín Texmelucan, Puebla. El saldo oficial de muertos fue de 30 personas, 52 heridos y alrededor de 80 viviendas con daños. La causa de las explosiones fue una toma clandestina de combustible que provocó un derrame de miles de litros de combustibles como diésel y combustóleo que se incendiaron.”

2012. “Explota un gasoducto en Reynosa, Tamaulipas. El incidente dejó alrededor de 30 muertos y decenas de heridos. De acuerdo con PEMEX el estallido se debió a una “sobrepresión en dos calentadores” de la plana que produce gasolinas².”



Figura 2 Explosión Gasoducto, Reynosa, Tam. 2012

² Sipse.com nota del día 21 de abril de 2016

2013. “Una explosión ocurrida en la sede central de PEMEX causó la muerte de 37 personas y dejó 121 heridos. Seis meses después de la explosión, la procuraduría General de la República (PGR) informó que el estallido ocurrió por acumulación de gas metano de origen multifactorial, vapores de solventes y un chispazo eléctrico o mecánico.”

2015. “Un incendio en la plataforma Abkatún Permanente, de la Sonda de Campeche (área marítima con importante actividad petrolera), provocó la muerte de 4 personas, hirió a 16 y derivó en la evacuación de 300 empleados. El incendio, que se originó en el área de deshidratación y bombeo de la plataforma, inmovilizó a ocho barcos cisterna.”



Figura 3 Incendio Plataforma Abkatún, Campeche, 2015

2016. “La explosión en la planta petroquímica de Pajaritos en Coatzacoalcos, Veracruz, fue uno de los accidentes más grandes de los que se tenga registro en instalaciones de Petróleos Mexicanos. El incidente dejó al menos 13 personas muertas y 136 heridas.” (www.milenio.com, 21/Abril/2016)

2017.

El 12 de enero, durante trabajos de limpieza de intercambiadores de la planta hidrodesulfuradora de destilados intermedios U-501 de la Refinería Francisco I.

Madero, se presentó emanación de ácido sulfhídrico ocasionando el fallecimiento de un trabajador.

El 15 de marzo, se presentó una explosión en la Terminal de Almacenamiento y Despacho de Salamanca durante trabajos para destapar una línea de combustóleo pesado. Como resultado de la explosión fallecieron 8 trabajadores, tres de ellos de PEMEX y cinco de contratistas privados. Pemex Logística contrató los servicios de “TUV Rheinland” para que realice el análisis causa raíz (ACR) de este lamentable accidente. Se espera tener los resultados de este análisis para junio de 2017.

El 23 de marzo, se registró un accidente en el Complejo Petroquímico Independencia (CPI) durante maniobras de acomodo de carrotanques que transportan Diésel UBA al interior del CPI. Como resultado de este accidente, falleció un trabajador de la empresa transportista. El análisis de causa raíz identificó la falla de comunicación durante las maniobras como la principal causa de este accidente.

El 29 de marzo, se presentó un flamazo al interior de un tanque de carga del Chalán Pemex 580, ubicado en la Terminal de Almacenamiento y Servicios Portuarios Madero, al efectuarse trabajos de corte y retiro de serpentines de calentamiento. Como resultado de este incidente 17 trabajadores sufrieron lesiones leves.

El 31 de marzo, durante trabajos para la eliminación de una toma clandestina en el sector Ductos Mendoza, se suscitó una fuga e incendio que lesionó a 3 trabajadores; desafortunadamente uno de ellos falleció.

El 14 de junio Pemex reporta 9 heridos por incendio en refinería de Salina Cruz, Oaxaca. Se especula que el incendio pudo haber ocurrido al encender una de las 26 plantas que tiene la refinería de Pemex, lo que provocó un chispazo.



Figura 4 Incendio Refinería Salina Cruz, Oaxaca, 2017

“El número de accidentes ocurridos a trabajadores de Petróleos Mexicanos (Pemex) se disparó 20.9% anual en sus diferentes instalaciones, de acuerdo con datos proporcionado por la empresa en su reporte trimestral.

Durante los primeros tres meses del año fallecieron 11 trabajadores y 19 resultaron heridos en diferentes accidentes.

De acuerdo a la empresa, el índice de frecuencia, que es el número de accidentes con lesiones incapacitantes por millones de hora – hombre (MMhh) de exposición al riesgo, se ubicó en 0.52 lesiones por millón, lo que significa un aumento de 20.9%, respecto del primer trimestre de 2016.” (Datos estadísticos de la revista oil and gas magazine, Ed. 5/Mayo/2017)

Debido a la alta demanda de los productos y servicios de calidad ante la globalización de los mercados es necesario implementar la Seguridad Industrial, ya que, necesitamos requerimientos más estrictos por parte de los usuarios por productos seguros. El incremento de accidentes por incumplimiento y desviaciones de estándares de trabajos preestablecidos, es el motivo del aumento de peligros y productos nocivos a la salud dando reclamos en los mercados por mejores condiciones de las organizaciones.

Los beneficios de la seguridad integral son la búsqueda de oportunidades para la aplicación de conocimientos por parte de los profesionales certificados, colocándolos en el campo de la seguridad industrial, creando y fomentando la cultura de prevención



Figura 5 Simulacro contra incendio, Revista Oil and Gas Magazine

en todos los ámbitos del trabajo, teniendo como objetivo encontrar y procurar todas las áreas de oportunidad en beneficio de la seguridad industrial en su concepto integrado.

Por lo que podemos mencionar, las razones que fundamentan la aplicación en seguridad integral son:

- Capital Humano Insustituible
- Responsabilidad Social
- Afectación Económica
- Cumplimiento Legal Mínimo

1.3 Manejo de Sustancias Químicas

La relación de accidentes con el uso de sustancias químicas puede presentarse por diferentes causas, por ejemplo: fenómenos naturales (huracanes, sismos, erupción volcánica, inundación, etc.), durante los procesos industriales los encontramos en las fallas operativas, fallas mecánicas, errores humanos y causas premeditadas. Los siguientes sucesos son consecuencias de un accidente causado por el mal manejo y transporte de sustancias químicas:

- Liberación a la atmósfera de gases tóxicos o corrosivos, aerosoles o partículas
- Liberación de líquidos o sólidos peligrosos
- Incendios o explosiones



Figura 6 Explosión de tanque de almacenamiento.

Las personas, los bienes materiales y el medio ambiente que están próximos a un centro de trabajo industrial en el que se utilizan sustancias peligrosas, están expuestos al riesgo por la sola presencia de dicha instalación y de las sustancias que se manejan. Dicho lo anterior, es importante estimar el nivel de peligro potencial de una actividad industrial para las personas, el medio ambiente y los bienes materiales, mediante la estimación de la magnitud del daño y la probabilidad de su ocurrencia.

1.3.1 Análisis de Riesgo y sus Características.

El análisis de riesgo caracteriza de manera cualitativa y cuantitativa los riesgos, cubriendo los sucesos frecuentes de bajo impacto y los sucesos mayores poco frecuentes. Con los modelos del análisis de riesgos podemos identificar los peligros potenciales, gracias a esto se hacen recomendaciones para ayudar en la toma de decisiones y en la aplicación de medidas para su disminución.

El análisis de riesgo es variable, ya que puede ser desde un estudio básico hasta uno muy detallado de manera específica, tomando a consideración el número de incidentes, a la manera en que se obtienen las frecuencias y probabilidades, así como los modelos empleados para la determinación de consecuencias. Los incidentes se pueden clasificar de la siguiente forma: incidente menor (zona de afectación limitada), incidente mayor (zona de afectación media) o incidente catastrófico (zona de afectación extensa).

El análisis de riesgo proporciona información sobre:

- Eventos precursores y causas potenciales de accidentes.
- Probabilidad de liberación de una sustancia peligrosa y de que exista cualquier condición ambiental inusual, o la posibilidad de incidentes simultáneos.
- Tipo de daño o lesión a la población y los grupos de riesgo asociados.
- Tipo de daño a la propiedad (temporal, reparable, permanente).
- Tipo de daño al ambiente (recuperable, permanente).
- Los posibles riesgos, las estrategias de prevención y las medidas de mitigación.

1.3.2 Proceso de Evaluación del Riesgo

El proceso de evaluación del riesgo permite identificar los peligros potenciales en el sistema que se está analizado, con el cual podemos comprender los riesgos específicos y realizar una organización de las características del riesgo, que podemos expresar de manera cualitativa o cuantitativa.

El proceso de evaluación de riesgos está dirigido a determinar:

- Riesgos que se presentan.
- Efectos que presentan estos riesgos.
- La posibilidad de que se presenten estos eventos.
- La severidad de las consecuencias en caso de suceder el evento.
- La magnitud del riesgo.



Figura 7 Evaluación de Riesgo.

Los elementos generales que constituyen el proceso de evaluación de riesgos son:

- Análisis de alcances y selección de objetivos.
- Identificación de eventos.
- Análisis de frecuencias.
- Análisis de consecuencias.
- Estimación o valoración del riesgo.

Para poder cuantificar los daños dirigidos hacia las personas, el patrimonio de la empresa (bienes materiales) y el medio ambiente es de suma importancia la realización del análisis de consecuencias.

1.3.3 Análisis de Consecuencias

El análisis de consecuencias tiene como objetivo estimar o cuantificar los daños ocasionados por un evento. Por lo general las consecuencias se miden en función del número de muertes, también es posible expresarlos en relación al número de



Figura 8 Análisis de Consecuencias.

lesionados, número de personas evacuadas o de daños a la propiedad.

Normalmente se consideran tres tipos de efectos:

- Radiación térmica,
- Ondas de sobrepresión por explosión
- Exposición de las personas a sustancias tóxicas.

Para poder estimar las consecuencias de los eventos se debe de realizar de manera cuantitativa, cualitativa o ambas.

Los requerimientos mínimos para tener un buen análisis de consecuencias son:

- La cantidad de sustancia liberada.
- Los procesos físicos y mecanismos de dispersión por los cuales una sustancia puede alcanzar y afectar a las personas próximas al lugar de la fuga, o dañar al ambiente.
- La cantidad de sustancia, radiación o sobrepresión que pueda alcanzar a las personas, o a propiedades.
- Los efectos esperados de la sustancia liberada.



Figura 9 Gestión del Riesgo.

1.4 Almacenamiento de las Sustancias Químicas Peligrosas

El almacenamiento consiste en el conjunto de recintos y recipientes usados para contener productos químicos, incluyendo los recipientes propiamente dichos, los diques de contención, las calles o pasillos intermedios de circulación y separación, las tuberías de conexión, y las zonas e instalaciones de carga, descarga y trasiego anexas, y otras instalaciones necesarias para el almacenamiento, siempre que sean exclusivas del mismo.

Los productos derivados del petróleo y las sustancias químicas en estado líquido y gaseoso se almacenan en tanques o depósitos atmosféricos y a presión, los cuales pueden estar en la superficie o subterráneos. Su tamaño, diseño, materiales, forma e instrumentación dependen del producto y de la cantidad a almacenar.



Figura 10 Tanques de Almacenamiento, Activo 5P, Agua Dulce, Ver.

Debido a la peligrosidad en el manejo de los productos químicos, se ha adoptado una serie de precauciones básicas al diseñar el área de almacenamiento para que no se produzcan accidentes, como son las siguientes:

- El piso debe ser resistente a las sustancias que se van a almacenar.
- En el caso de que el almacenamiento sea considerable, es conveniente que tenga un desnivel hacia una zona de drenaje, segura y accesible, para evitar la permanencia de cualquier sustancia dentro del mismo en caso de derrame.
- Todos los recipientes deberán estar perfectamente etiquetados, serán de materiales adecuados y homologados mediante la realización en fábrica de las pruebas correspondientes. Las etiquetas aportan información básica (NOM-018 STPS-2014) para la organización de un almacén.
- La iluminación debe ser adecuada.
- Dentro de la zona de almacenamiento debe figurar una nota con normas básicas de seguridad, teléfonos de emergencia, etc.
- Todos los lugares de almacenamiento deben estar correctamente señalizados con las correspondientes señales de advertencia (tóxico, corrosivo, inflamable,

etc.), de obligación (utilización de equipos de protección personal) y de prohibición (acceso restringido, no fumar, etc.).

- Las zonas de almacenamiento de sustancias químicas deben estar en lugares frescos, lejos de cualquier fuente de calor excesivo o ignición. Deben mantenerse limpias y secas, con ventilación adecuada que evite acumulación de vapores.
- Es conveniente tener almacenadas las mínimas cantidades posibles de productos químicos.
- Deben hacerse revisiones periódicas para asegurarse de que los contenedores no presentan fugas.

Los tanques de almacenamiento de sustancias peligrosas pueden ser de los siguientes tipos:

De acuerdo con la presión	De acuerdo con la ubicación
<ul style="list-style-type: none">• Tanques atmosféricos• Tanques a presión	<ul style="list-style-type: none">• Aéreos / subterráneos• Interiores / exteriores



Figura 11 Tipos de Tanques de Almacenamiento.

1.5 Clasificación de las Sustancias Peligrosas para su Almacenamiento

En el territorio mexicano el almacenamiento de sustancias químicas peligrosas debe aplicarse conforme a la legislación correspondiente, por ejemplo, el reglamento de distribución de gas licuado de petróleo y la norma NOM-001-SEDG-1996 deben aplicarse para el caso del gas LP. Para la industria petrolera, el petróleo y sus derivados deben almacenarse de acuerdo a la normatividad nacional, las normas internas y los estándares internacionales.

Las sustancias peligrosas en México se clasifican para su almacenamiento de acuerdo con la norma NOM-018-STPS-2000 "Sistema para la identificación y comunicación de peligros y riesgos por sustancias químicas peligrosas en los centros de trabajo", la cual establece la forma de identificación y clasificación de las sustancias. Las propiedades que toma en cuenta son daños a la salud, inflamabilidad y radiactividad, dándole valores en una escala de 0 a 4 para indicar el grado de peligro que presentan, siendo 4 el de mayor peligro. En dicha norma se encuentran los criterios de clasificación para las sustancias según sean tóxicas, inflamables y reactivas, y por grado de peligro.



Figura 12 Clasificación de Riesgos, Código NFPA.

Este sistema establece dos opciones de identificación, una en forma de rombo y otra de rectángulo, el modelo rombo coincide completamente con el sistema de identificación de materiales peligrosos establecido por la Asociación Nacional de Protección contra Incendios (National Fire Protection Association, NFPA) en el estándar NFPA 704, mientras que el modelo rectángulo concuerda con el Sistema de Identificación de Materiales Peligrosos HMIS por sus siglas en inglés (Hazardous Materials Identification System) desarrollado por la Asociación Nacional de Pinturas y Recubrimientos, ambos sistemas fueron desarrollados en los Estados Unidos de América.

De acuerdo con las características de peligrosidad de las sustancias químicas, su distribución en la República Mexicana y las cantidades de almacenamiento, las 14 sustancias que representan mayor peligro en México son:

- Gas L.P.
- Amoniaco
- Ácido sulfúrico
- Cloro
- Hexano
- Gasolina
- Nitrógeno
- Acetona
- Alcohol metílico
- Alcohol propílico e isopropílico
- Propano
- Acetato de etilo
- Óxido de etileno
- Ácido fluorhídrico

El almacenamiento de estas sustancias peligrosas no implica que tenga que presentarse un evento como incendio, fuga o explosión durante su manejo, ya que esto puede evitarse mediante el conjunto de medidas que la industria lleva a cabo para operar de manera segura y eficiente, tales como un adecuado mantenimiento de los equipos e instalaciones, cumplimiento de estándares de construcción y diseño, desarrollo de procedimientos de operación y constante capacitación del personal entre otros.

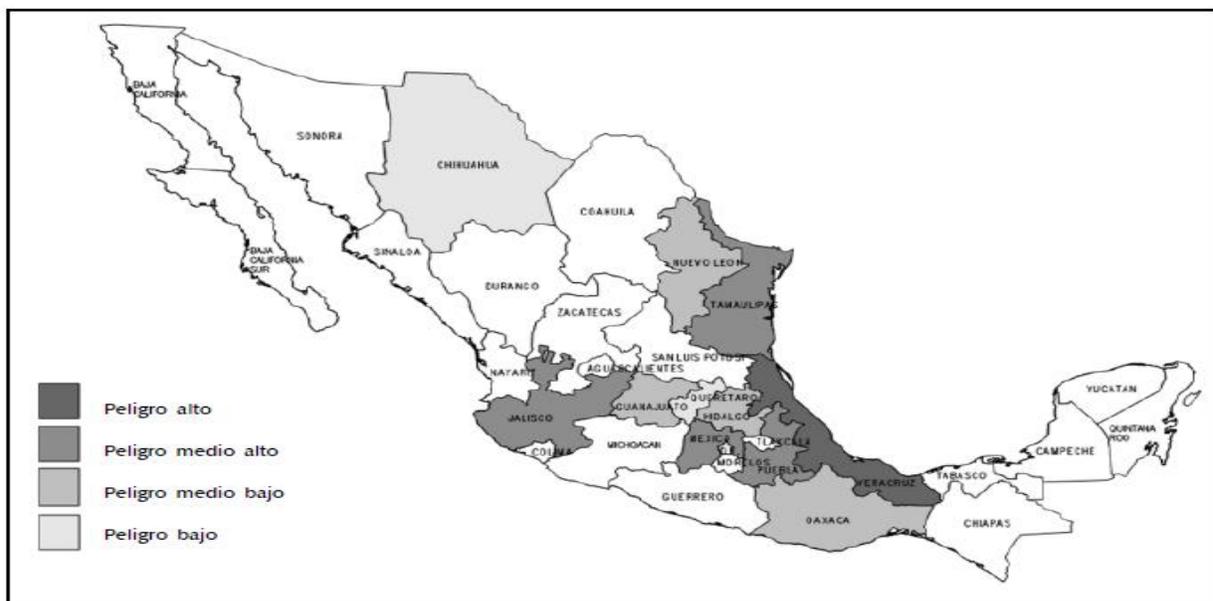


Figura 13 Estados que almacenan sustancias químicas peligrosas y grado de peligro por estado.

1.6 Accidentes químicos

El almacenamiento y procesamiento de grandes cantidades de sustancias químicas peligrosas en las industrias representan un riesgo para la salud humana y/o el ambiente a corto o largo plazo, en caso de presentarse un accidente en el que haya liberación de una o más de estas sustancias.

Los eventos que pueden presentarse incluyen incendios, explosiones, fugas o derrames de sustancias químicas; los cuales pueden provocar lesión, enfermedad, intoxicación, invalidez o muerte de seres humanos que habitan en los alrededores de las industrias y de los trabajadores que laboran en ellas.

Un **accidente químico** se puede definir como la ocurrencia de un evento mayor ya sea fuga, derrame, incendio o explosión de una o más sustancias químicas peligrosas, como resultado de una situación fuera de control dentro de las actividades industriales normales de almacenamiento, procesamiento o transferencia, que ocasionan un daño serio a las personas, el ambiente o las instalaciones de manera inmediata o a largo plazo.



Figura 14 Accidente Químico.

Generalmente, las diferentes zonas industriales del país están rodeadas de centros de población cuyos habitantes están expuestos a las consecuencias derivadas de un accidente químico. Cuando existe liberación de una o más sustancias peligrosas o se forman compuestos peligrosos como producto de la combustión en el caso de un incendio, la exposición de la población a estas sustancias puede provocar una enfermedad o la posibilidad de ésta en el corto tiempo por exposición aguda. Sin

embargo, puede haber enfermedad, incapacidad o muerte en un lapso considerable inclusive de años, aumentando de esta manera el número real de afectados como consecuencia del accidente.

En algunas ocasiones también se presenta contaminación del agua y del suelo, introduciéndose los contaminantes a la cadena alimenticia de manera que pueden afectar a poblaciones más alejadas del sitio donde ocurre el accidente por el consumo de alimentos o agua contaminada, aumentando el número de afectados después de sucedido el evento.

La afectación debida a un accidente químico depende de diversos factores como: la sustancia química involucrada, la cantidad de sustancia liberada, la distancia y distribución de los asentamientos humanos alrededor de la empresa, la dirección y velocidad del viento, las condiciones climatológicas, la existencia y efectividad de equipo de control y combate de la emergencia, y la existencia de personal capacitado para atender el evento.

Los accidentes químicos tienen efectos negativos sobre:

- La salud de la población a corto y a largo plazo, produciendo efectos agudos, por ejemplo: irritación de ojos, piel, tracto respiratorio, náusea, vómito, daño renal, hepático, gastrointestinal, respiratorio o neurológico.
- El ambiente, ya que se puede contaminar el agua superficial y subterránea, el suelo, el aire, presentarse daño o muerte de plantas, animales y microorganismos, también puede haber contaminación de cultivos.
- La economía local, ya que puede haber suspensión de la actividad productiva de la instalación afectada, importantes pérdidas materiales de la industria en equipos, construcciones, etc., pérdida de empleos directos e indirectos, gastos por reconstrucción de viviendas y servicios públicos y para el auxilio de la población afectada.

Las posibles consecuencias ambientales inmediatas de un accidente químico incluyen:

- Liberación a la atmósfera de gases tóxicos o corrosivos, aerosoles o partículas, los cuales pueden dañar los ambientes aéreo, terrestre o acuático.

- Liberación de líquidos o sólidos los cuales afectan adversamente el suelo, corrientes y cuerpos de agua, y la biota (flora y fauna).
- Incendios o explosiones que causan daño a las construcciones y al ambiente.

Mientras que las consecuencias inmediatas a la población por un accidente químico son:

- Muerte, lesión, invalidez, intoxicación o enfermedad

Cuando se presenta un accidente químico en el que se libera una sustancia peligrosa al ambiente, ya sea durante su transporte o en almacenamiento, el accidente puede manejarse más rápidamente y mejor cuando la sustancia involucrada está debidamente identificada y caracterizada.

El contar con un sistema de clasificación de sustancias es importante y necesario, ya que proporciona información de manera inmediata sobre los peligros que representa una sustancia en caso de un accidente. Esto permite atender la emergencia de forma adecuada y segura.



Figura 15 Accidente en plataforma, Liberación de Hidrocarburo.

1.7 Prevención de accidentes

Con la finalidad de minimizar o evitar los daños ocasionados por un accidente químico, deben establecerse medidas de prevención en aquellas instalaciones industriales que realizan actividades de alto riesgo. Si lamentablemente el accidente ha tenido lugar, deberán aplicarse medidas de atención de la emergencia.

- Las medidas preventivas son aquellas que tienen como finalidad reducir los niveles originales de riesgo de un accidente a valores socialmente aceptables.
- Las medidas de atención tienen por objeto reducir los efectos a la población, al ambiente y a las instalaciones cuando el accidente ocurre.

No obstante, es esencial contar con la debida preparación para hacer frente a una emergencia; es mucho más deseable realizar esfuerzos para evitar que el evento ocurra o bien mitigar sus efectos de modo que nunca alcance proporciones de emergencia.

Es importante tener en claro que el riesgo total en una industria se puede deber a la naturaleza intrínseca del proceso y de las sustancias químicas que se manejan, así como a las características del sitio donde se ubica la instalación.

Si se identifican anticipadamente las causas que pueden dar lugar a una emergencia y sus consecuencias potenciales, se pueden aplicar medidas para minimizar la probabilidad de eventos que ocasionan una emergencia o reducen el impacto de un incidente sobre la planta o sus alrededores.

Como medida de prevención a nivel de municipio es muy importante contar con un inventario de las instalaciones industriales consideradas altamente peligrosas y de las sustancias peligrosas que se manejan en cada industria, para conocer las propiedades fisicoquímicas más importantes por razones de seguridad como serían las características de toxicidad, presión de vapor, estado físico, olor, solubilidad, efectos a la salud, reactividad, clasificación de riesgo, incompatibilidad con otras sustancias, en especial con agua y oxígeno ya que éstos siempre están disponibles en el ambiente. También es importante conocer si una sustancia inflamable produce gases tóxicos como subproductos de la combustión.

Para conocer estas propiedades, es necesario contar con bancos de información toxicológica y con las hojas de datos de seguridad de los materiales, en las cuales se describen las propiedades fisicoquímicas de las sustancias, identificación de peligros, primeros auxilios y medidas de atención en caso de accidente.

2. JUSTIFICACIÓN NORMATIVA



2.1 Sistema para la administración del Trabajo-Seguridad en los procesos y equipos críticos que manejen sustancias químicas peligrosas.

2.1.1 Objetivo

Establecer los elementos de un sistema de administración para organizar la seguridad en los procesos y equipos críticos que manejen sustancias químicas peligrosas, a fin de prevenir accidentes mayores y proteger de daños a las personas, a los centros de trabajo y a su entorno.

2.1.2 Campo de aplicación

La presente Norma Oficial Mexicana rige en todo el territorio nacional y aplica a los centros de trabajo que:

- Realicen procesos específicos de:
 - Extracción de petróleo.
 - Extracción de gas natural.
 - Almacenamiento y distribución de gas natural.
 - Producción de gas licuado de petróleo (gas L.P.).
 - Almacenamiento y distribución de gas licuado de petróleo (gas L.P.).
 - Producción de petroquímicos.
 - Refinación del petróleo crudo y petroquímica básica.
- Manejen sustancias químicas peligrosas en procesos y equipos críticos, en volúmenes iguales o mayores a las cantidades umbrales señaladas en esta Norma.

La cuantificación de las sustancias químicas peligrosas deberá realizarse conforme a uno o más de los criterios siguientes:

- La capacidad instalada de almacenamiento y/o proceso de la sustancia química peligrosa en el centro de trabajo.
- La cantidad de las sustancias químicas peligrosas presentes como materias primas y/o producto terminado en almacén y/o proceso.
- Quedan excluidos del cumplimiento de la presente Norma los centros de trabajo que:
 - Manejen sustancias químicas peligrosas en procesos y equipos críticos, en cantidades menores a las que se precisan en el listado de esta Norma.

- Almacenen líquidos inflamables en tanques atmosféricos que se mantengan por debajo de su punto de ebullición, sin requerir enfriamiento o refrigeración.
- Usen hidrocarburos únicamente como combustibles para su consumo interno.
- Vendan gasolina o gas al usuario final.
- Realicen la venta al menudeo de sustancias químicas peligrosas o productos que las contengan.

2.1.3 Definiciones

Accidente mayor: El evento no deseado que involucra a los procesos y equipos críticos con sustancias químicas peligrosas, que origina una liberación incontrolada de las mismas o de energía, y que puede ocasionar lesiones, decesos y daños en el centro de trabajo, la población aledaña o el ambiente.

Administración de riesgos: La aplicación de estrategias en la organización de los procesos y equipos críticos, a efecto de eliminar, reducir o controlar los riesgos identificados donde se manejen sustancias químicas peligrosas.

Análisis de riesgos: La aplicación de uno o más métodos específicos para identificar, evaluar y generar alternativas de control de los riesgos significativos asociados con los procesos y equipos críticos que manejen sustancias químicas peligrosas.

Auditorías internas: La revisión metodológica que el patrón realiza en su centro de trabajo para comprobar que se cumpla con el sistema de administración para organizar la seguridad de los procesos y equipos críticos que manejen sustancias químicas peligrosas.

Causas raíz: Los hechos esenciales que originan un accidente mayor en un proceso y/o equipo crítico.

Equipo crítico: Los tanques de almacenamiento y recipientes presurizados, junto con sus sistemas de paro de emergencia; los dispositivos y sistemas de alivio de presión y de venteo; las protecciones del proceso, tales como controles, enlaces de protección, sensores y alarmas, y los sistemas de bombeo y tuberías, entre otros, destinados a

contener sustancias químicas peligrosas, que se encuentran o no interconectados en el proceso de producción, en los que la falla de los dispositivos de seguridad, de la integridad mecánica o en el manejo de las sustancias o equipos, durante la operación de los mismos, puede ocasionar un accidente mayor.

Límites seguros de operación: Los valores de las variables de funcionamiento de los equipos críticos que son reconocidos como seguros, de acuerdo con sus características de diseño, y que no deberán ser rebasados durante su operación.

Operaciones con sustancias químicas peligrosas: Los procesos en los que existen cambios físicos de las sustancias químicas peligrosas, tales como secado, destilación, absorción, adsorción, filtración y transferencia de calor, entre otros.

Prearranque: Las acciones que permiten verificar que los equipos críticos del proceso se encuentran en condiciones de operación segura, previo a su puesta en funcionamiento, para prevenir riesgos de trabajo.

Proceso crítico: Las actividades y operaciones industriales que conllevan el uso, almacenamiento, transformación, fabricación, trasvase, traslado y/o movimiento de las sustancias químicas peligrosas en el centro de trabajo, o la combinación de éstas.

Riesgo: La probabilidad de que el manejo de una o varias sustancias químicas peligrosas provoquen la ocurrencia de un accidente mayor y, por consiguiente, las consecuencias de éste.

Trabajos peligrosos: Las actividades que, por razones de mantenimiento, se realizan en las instalaciones, equipos críticos o en áreas aledañas al mismo, y que pueden dar origen a un accidente mayor.

Unidad de verificación (UV): La persona física o moral acreditada y aprobada, en los términos de la Ley Federal sobre Metrología y Normalización y su Reglamento, para llevar a cabo la evaluación de la conformidad con la presente Norma.

Véase NOM-028-STPS-2012

2.1.4 El análisis de riesgos de los procesos y equipos críticos que manejen sustancias químicas peligrosas

Deberá actualizarse:

- Cada cinco años;
- Antes de ejecutar modificaciones a los procesos y equipos críticos;
- Cuando se proyecte un nuevo proceso,
- Como resultado de la investigación de un accidente mayor.

2.1.5 Procedimientos de seguridad y autorizaciones para trabajos peligrosos

Los procedimientos de seguridad para trabajos peligrosos deberán:

- Prevenir los accidentes mayores;
- Ser elaborados por escrito, estar actualizados, incluir su vigencia y contar con un código de rastreabilidad o de identificación, y
- Estar referidos principalmente a las actividades u operaciones siguientes:
 - El bloqueo de líneas de energía eléctrica y de tuberías con sustancias peligrosas, presurizadas y con fluidos térmicos;
 - El acceso a espacios confinados;
 - El bloqueo y etiquetado en instalaciones, maquinaria y equipo para controlar cualquier tipo de energía;
 - Los trabajos de soldadura y corte, flama abierta o que generen chispa;
 - Las reacciones peligrosas, tales como exotérmicas, explosivas, inflamables y generadoras de presión;
 - El manejo de sustancias inflamables, reactivas y tóxicas;
 - El monitoreo de atmósferas explosivas o tóxicas, y

La autorización para desarrollar trabajos peligrosos deberá incluir la información siguiente:

- El nombre y firma del responsable del área;
- El nombre y firma de la persona que va a realizar el trabajo peligroso;
- El número de folio del documento;
- La hora y fecha programada para el inicio y terminación de la actividad;
- La descripción de la actividad;

- El lugar donde se realizará la actividad;
- El listado de las medidas de seguridad y salud para realizar el trabajo, considerando las recomendaciones y previsiones que se tomen para:
 - Los aterrizajes, inertizados, suministros de corriente eléctrica de un solo paso, detectores, ventilación, lavados, entre otros, y
 - La prevención de incendios.
- El equipo de protección personal para realizar la tarea;
- La vigencia de la autorización, considerando un máximo de una jornada de trabajo de la persona o las personas que realizan la actividad, y
- El nombre y firma de la persona que autoriza y verifica que se cumplan los puntos mencionados en este numeral.

2.1.6 Administración de riesgos

La administración de riesgos deberá contener los elementos siguientes:

- Una relación de los riesgos identificados, evaluados y jerarquizados, mediante el estudio de análisis de riesgos;
- Los criterios de aceptación de los riesgos, basados en la probabilidad de ocurrencia y consecuencias que ocasionen. Se podrán utilizar los criterios de la Tabla.

Criterios de Aceptación del Riesgo		
Aplicación	Ejemplos Cualitativos	Ejemplos Cuantitativos
Aceptación del Riesgo	Matriz de Riesgos	Individual y/o criterio de riesgo social
Aceptación de la Probabilidad	Componentes de falla sencillos contra múltiples	Frecuencia del evento crítico
Aceptación de las Consecuencias	Límites de emisión	Niveles de Concentración umbrales en los límites de la propiedad
Aceptación del Costo	Matriz de riesgos y umbral de costos	Criterio de costo beneficio Evaluación matemática del riesgo

Tabla 1 Criterios de Aceptación del Riesgo, NOM-028-STPS-2012.

- Un programa para el cumplimiento de las recomendaciones seleccionadas que resulten del estudio de análisis de riesgos del proceso.

El sistema de administración de riesgos deberá:

- Contar con un responsable de la administración de riesgos.
- Definir el enfoque de administración de riesgos, con criterios para eliminar o reducir los riesgos.
- Listar los riesgos y proponer alternativas de control.
- Generar las recomendaciones de las medidas de control para la atención de riesgos.
- Establecer la viabilidad técnica y económica de las recomendaciones de las medidas de control.
- Presentar las conclusiones de la evaluación costo beneficio de las medidas de control.
- Elegir las medidas de control conforme a su viabilidad para la atención de riesgos, considerando las acciones siguientes:
 - La revisión y selección de las medidas de control, de acuerdo con su viabilidad.
 - La búsqueda de nuevas recomendaciones de medidas de control, sí las anteriores no son viables, de conformidad con los elementos de administración de riesgos.
 - La revaluación de la viabilidad técnica y económica de las nuevas recomendaciones de medidas de control.
- Disponer de los recursos para la implementación de las medidas de control a efectuar.
- Contener las fechas de programación e instauración del sistema de administración de riesgos.
- Establecer la realización de las evaluaciones de seguridad necesarias antes de la implementación de las medidas de control.
- Determinar la vigilancia del cumplimiento del programa para el manejo del riesgo, con las medidas de control seleccionadas.
- Prever la revaluación de los riesgos, después de aplicar las medidas de control.

2.1.7 Administración de la integridad mecánica de los equipos críticos

La administración de la integridad mecánica deberá aplicarse, entre otros, a:

- Los tanques de almacenamiento y recipientes presurizados.
- Los sistemas de paro de emergencia.
- Los dispositivos y sistemas de alivio de presión y de venteo.
- Las protecciones del proceso, tales como controles, enlaces de protección, sensores y alarmas.
- Los sistemas de bombeo y tuberías.
- Las especificaciones de los materiales utilizados en las modificaciones o cambios del equipo.

La administración de la integridad mecánica de los equipos críticos deberá contar con los procedimientos enfocados a:

- Verificar el funcionamiento seguro de los equipos críticos relacionados con el proceso.
- Asegurar que los materiales y refacciones que se usan en los equipos críticos cumplen con las especificaciones requeridas en el proceso.
- Testificar que se lleven a cabo las revisiones y pruebas periódicas a los equipos.
- Realizar el mantenimiento con base en las recomendaciones del fabricante y/o, en su caso, del análisis de riesgos y el procedimiento de la empresa.
- Revisar el cumplimiento de las acciones correctivas resultantes del mantenimiento.
- Revisar los equipos nuevos y de reemplazo, para el cumplimiento con los requerimientos de diseño del proceso donde estarán instalados.
- Definir los criterios o límites de aceptación; la frecuencia de las revisiones y pruebas, conforme a las recomendaciones del fabricante; las buenas prácticas de ingeniería; los requerimientos regulatorios; las prácticas industriales, y las políticas del centro de trabajo, entre otros.

El expediente sobre la integridad mecánica de los equipos críticos deberá contar con la documentación siguiente:

- Una lista vigente de los equipos críticos, con un diagrama de su ubicación en el centro de trabajo.
- Los procedimientos de seguridad a que se refiere esta Norma.
- Un programa de mantenimiento que incluya a los equipos críticos y, en su caso, a sus dispositivos de seguridad.
- Un programa de revisión y pruebas a los equipos críticos y, en su caso, a sus dispositivos de seguridad.
- El registro con el tipo y fecha de los mantenimientos que se realizan a cada equipo crítico y, en su caso, a sus dispositivos de seguridad.
- Los registros de las revisiones y pruebas que se realicen a los equipos críticos y, en su caso, a sus dispositivos de seguridad.

Los registros de las revisiones y pruebas que se realicen a los equipos críticos y, en su caso, a sus dispositivos de seguridad, deberán contener la información siguiente:

- Las fechas de las revisiones o pruebas.
- El nombre de la(s) persona(s) calificada(s) o certificada(s) que desarrolle(n) las revisiones o pruebas.
- La identificación del equipo crítico.
- La descripción del trabajo desarrollado.
- Los criterios o límites de aceptación, así como los resultados de las revisiones o pruebas.
- Las etapas requeridas y las que se siguieron para corregir las deficiencias encontradas fuera de los criterios o límites aceptables.
- El cálculo de vida remanente y límites de retiro.

2.1.8 Administración de cambios

La administración de cambios se deberá establecer en procesos y equipos críticos, con el objeto de llevar un control de los que se introduzcan y respaldar la toma de decisiones respecto de su aplicación.

Los aspectos que se deberán considerar en la administración de cambios son los siguientes:

- Las sustancias químicas peligrosas:
 - Las materias primas.
 - Los cambios en catalizadores.
 - Los inhibidores utilizados.
 - El desarrollo de nuevos productos.
- La tecnología del proceso:
 - Los procedimientos de operación.
 - La formulación durante las operaciones con sustancias químicas peligrosas.
 - Los productos derivados de las operaciones con sustancias químicas peligrosas.
 - Las condiciones de operación, considerando sus variables y rangos.
- El equipo y la instrumentación, por:
 - Los materiales de construcción.
 - Las especificaciones del equipo.
 - Los arreglos previos de tuberías.
 - Los equipos experimentales.
 - Las adecuaciones en los controles del proceso y alarmas.
- Los nuevos equipos.
- Los equipos no disponibles en el mercado.
- Las energías empleadas.
- La experimentación.

La administración de cambios deberá considerar, antes de efectuar cualquier modificación en los procedimientos, los aspectos siguientes:

- Las bases técnicas para el cambio propuesto.
- El propósito del cambio.
- El impacto del cambio para la seguridad y salud.
- Las modificaciones realizadas en la operación.
- Las modificaciones en las actividades de mantenimiento.
- Los requerimientos de autorización para el cambio propuesto.
- La información actualizada.

La administración de cambios deberá contar con procedimientos escritos para:

- La revisión de las operaciones del proceso.
- El registro de los cambios.
- El análisis de riesgos de los cambios por introducir.
- La capacitación del personal para que reconozca los cambios y lo alerten de los mismos.
- La identificación y asignación de los responsables que tengan la facultad de hacer modificaciones.
- El mecanismo para la autorización periódica de los cambios que se efectúen durante las cargas excesivas de trabajo, tales como el mantenimiento o arranques.
- Los tiempos máximos de duración de los cambios temporales, con la especificación de los requerimientos por cumplir y el responsable de su supervisión.

El procedimiento para la administración de cambios deberá contener, al menos, lo siguiente:

- El documento identificado con un número de folio o clave.
- El resultado del análisis de riesgos por el cambio.
- Los procedimientos de operación y de mantenimiento actualizados.
- Los planos, diagramas e información técnica actualizados.
- Los requerimientos de capacitación actualizados.
- La autorización y firma del personal responsable del cambio.

2.1.9 Plan de atención a emergencias

El plan de atención a emergencias deberá contener, según aplique, lo siguiente:

- Los diferentes escenarios de emergencia en el centro de trabajo;
- La identificación y localización de las áreas, locales o edificios donde se ubican los procesos y equipos críticos que manejen sustancias químicas peligrosas.
- La identificación de las rutas de evacuación, salidas y escaleras de emergencia, zonas de menor riesgo y puntos de reunión, entre otros.

- Los tipos de brigadas del centro de trabajo (comunicación, evacuación y de primeros auxilios), con responsabilidades y funciones por desarrollar.
- La realización de los simulacros de emergencias, de acuerdo con los riesgos que se puedan presentar, al menos con una periodicidad semestral.
- El procedimiento del sistema de alerta, en caso de ocurrir una emergencia, de conformidad con el mecanismo de detección implantado.
- Los criterios para solicitar auxilio exterior ante una emergencia que pueda culminar en accidente mayor, considerando el reconocimiento de la emergencia y el directorio de los cuerpos especializados de la localidad.
- El procedimiento para la evacuación de los trabajadores, contratistas, patrones y visitantes, entre otros, considerando a las personas con discapacidad.
- Los procedimientos para la operación de los equipos, herramientas y sistemas de emergencia.
- El uso del equipo de protección personal para los integrantes de las brigadas.
- El protocolo a seguir en la sesión del control de mando a los cuerpos especializados de atención a emergencias externos.
- Los mecanismos de coordinación de los integrantes de las brigadas de emergencia con los cuerpos especializados de atención a emergencias externos.
- El procedimiento de descontaminación de los brigadistas, ropa y equipo.
- Los procedimientos para la identificación de daños y la evaluación de las condiciones de seguridad del centro de trabajo después de la emergencia.
- El procedimiento para el retorno a actividades normales de operación.
- Los recursos para su implementación.
- El responsable o responsables de su ejecución.

Para la realización de simulacros se deberá integrar un programa que al menos considere:

- Los nombres de los encargados de coordinarlos y de establecer las medidas de seguridad por adoptar durante su realización.
- Las fechas y horas de su ejecución.

- Su alcance: integral o por áreas del centro de trabajo, con o sin previo aviso, personal involucrado, entre otros.
- El tipo de escenarios de emergencia.
- La secuencia de las acciones por realizar.
- La participación de los cuerpos especializados de la localidad para la atención a la emergencia, de existir éstos, si así lo prevé el tipo de escenario de emergencia planeado.

Los resultados de los simulacros de emergencias se deberán registrar con al menos la información siguiente:

- El nombre, denominación o razón social del centro de trabajo donde se realizó, junto con su domicilio completo.
- Las áreas del centro de trabajo donde se desarrolló.
- El número de personas que intervinieron.
- Su duración.
- Los recursos utilizados.
- La detección de desviaciones en las acciones planeadas.
- Las recomendaciones para actualizar el plan de atención a emergencias.
- Los nombres de los encargados de coordinarlo.

2.1.10 Programa de auditorías internas

El programa de auditorías internas para revisar los procesos y equipos críticos deberá contener, al menos, los procedimientos para verificar:

- La implementación de la presente Norma.
- Las pruebas de arranque al inicio de la operación; después de paros, mantenimiento mayor, cambios o modificaciones, y en forma posterior a un accidente mayor.
- Las especificaciones del funcionamiento de los equipos y sistemas auxiliares, y
- El cierre y abandono del sitio en donde se localizó la planta, para evitar riesgos a la población y medio ambiente provocados por el desmantelamiento, la disposición de materiales y los residuos peligrosos.

El programa de auditorías internas para los procesos y equipos críticos deberá contener los registros de desviaciones identificadas y medidas correctivas que consideren el programa de cumplimiento y el seguimiento de las mismas.

Las auditorías internas se deberán realizar por lo menos cada dos años.

2.1.11 Procedimiento para la investigación de accidentes mayores

El procedimiento para la investigación de accidentes mayores deberá contener:

- El enfoque de la investigación.
- La identificación de las causas raíz.
- Las técnicas o metodologías a utilizar en la investigación.
- Los términos de la entrega del reporte de la investigación.
- Los lineamientos para un plan de seguimiento a las acciones preventivas y correctivas.

El reporte de la investigación de accidentes mayores deberá contener la información siguiente:

- La fecha, hora y lugar en que sucedió el accidente.
- Las sustancias químicas peligrosas involucradas en el accidente.
- Las personas afectadas por el accidente.
- El proceso y/o equipo crítico donde sucedió el accidente.
- La descripción del accidente.
- Las causas raíz que originaron el accidente.
- Las consecuencias derivadas del accidente.
- Las medidas preventivas y correctivas aplicables a las causas raíz.
- El nombre y firma de las personas que intervienen en la investigación.
- Las estadísticas sobre los accidentes mayores ocurridos, en su caso, a fin de que sirvan como base para orientar las medidas correctivas y de prevención.

2.1.12 Sistema de información sobre los procesos y equipos críticos

El sistema de información sobre los procesos y equipos críticos deberá comprender lo siguiente:

- Los planos de las estructuras, sistemas y componentes de la instalación donde se ubica el proceso y/o equipo crítico.
- La información y estudios asociados con el dimensionamiento de las estructuras, sistemas y componentes de la instalación y del proceso y/o equipo crítico.
- Las medidas de control para las estructuras, sistemas y componentes que se identifican como riesgos del proceso.
- Los diagramas de flujo de los procesos críticos.
- Los diagramas de tuberías e instrumentación de los equipos críticos.
- La información empleada como base para el diseño de la ingeniería del proceso.
- Los límites de funcionamiento aceptable y/o límites seguros de operación de los equipos críticos.
- Los manuales y catálogos de los equipos y componentes que integran el proceso.
- El análisis de riesgos del proceso.
- Los procedimientos de seguridad para el arranque, operación normal, paros de emergencia, mantenimiento y reparaciones del equipo crítico, así como para trabajos peligrosos.
- Los procedimientos de operación y mantenimiento para los equipos críticos.
- El plan de atención a emergencias.
- Las instrucciones previstas para el desmantelamiento de las instalaciones, y
- Los documentos del sistema de seguridad para el proceso.

2.2 Sistema General de Unidades de Medida.

Esta norma oficial mexicana tiene como propósito, establecer un lenguaje común que responda a las exigencias actuales de las actividades científicas, tecnológicas, educativas, industriales y comerciales, al alcance de todos los sectores del país.

La elaboración de esta norma oficial mexicana se basó principalmente en las resoluciones y acuerdos que sobre el Sistema Internacional de Unidades (SI) se han tenido en la Conferencia General de Pesas y Medidas (CGPM), hasta su 21a. Convención realizada en el año 1999.

El "SI" es el primer sistema de unidades de medición compatible, esencialmente completo y armonizado internacionalmente, está fundamentado en 7 unidades de base, cuya materialización y reproducción objetiva de los patrones correspondientes, facilita a todas las naciones que lo adopten para la estructuración de sus sistemas metroológicos a los más altos niveles de exactitud. Además, al compararlo con otros sistemas de unidades, se manifiestan otras ventajas entre las que se encuentran la facilidad de su aprendizaje y la simplificación en la formación de las unidades derivadas.

2.2.1 Objetivo y Campo de Aplicación

Esta norma oficial mexicana establece las definiciones, símbolos y reglas de escritura de las unidades del Sistema Internacional de Unidades (SI) y otras unidades fuera de este Sistema que acepte la CGPM, que, en conjunto, constituyen el Sistema General de Unidades de Medida, utilizado en los diferentes campos de la ciencia, la tecnología, la industria, la educación y el comercio.

2.2.2 Referencias

Para la correcta aplicación de esta norma se debe consultar la siguiente norma mexicana vigente o la que la sustituya NMX-Z-055-1997:IMNC Metrología-Vocabulario de términos fundamentales generales, Declaratoria de vigencia publicada en el Diario Oficial de la Federación el día 17 de enero de 1997.

2.2.3 Definiciones Fundamentales

Sistema Internacional de Unidades (SI): Sistema coherente de unidades adoptado por la Conferencia General de Pesas y Medidas (CGPM).

Este sistema está compuesto por:

- Unidades SI de base.
- Unidades SI derivadas.

Unidades SI de base: Unidades de medida de las magnitudes de base del Sistema Internacional de Unidades.

Magnitud: Atributo de un fenómeno, cuerpo o sustancia que es susceptible a ser distinguido cualitativamente y determinado cuantitativamente.

Sistema coherente de unidades (de medida): Sistema de unidades compuesto por un conjunto de unidades de base y de unidades derivadas compatibles.

Magnitudes de base: Son magnitudes que dentro de un "sistema de magnitudes" se aceptan por convención, como independientes unas de otras.

Unidades SI derivadas: Son unidades que se forman combinando entre sí las unidades de base, o bien, combinando éstas con las unidades derivadas, según expresiones algebraicas que relacionan las magnitudes correspondientes de acuerdo a leyes simples de la física.

2.2.4 Tablas de Unidades

Unidades SI de base

Las unidades de base del SI son 7, correspondiendo a las siguientes magnitudes: longitud, masa, tiempo, intensidad de corriente eléctrica, temperatura termodinámica, intensidad luminosa y cantidad de sustancia. Los nombres de las unidades son respectivamente: metro, kilogramo, segundo, ampere, kelvin, candela y mol. Las magnitudes, unidades, símbolos y definiciones se describen en la Tabla 2.

Unidades SI derivadas

Estas unidades se obtienen a partir de las unidades de base, se expresan utilizando los símbolos matemáticos de multiplicación y división. Se pueden distinguir tres clases de unidades: la primera, la forman aquellas unidades SI derivadas expresadas a partir de unidades de base de las cuales se indican algunos ejemplos en la Tablas 3 y 4; la segunda la forman las unidades SI derivadas que reciben un nombre especial y símbolo particular, la relación completa se cita en la Tabla 5; la tercera la forman las unidades SI derivadas expresadas con nombres especiales, algunos ejemplos de ellas se indican en la Tabla 6.

Existe gran cantidad de unidades derivadas que se emplean en las áreas científicas, para una mayor facilidad de consulta, se han agrupado en 10 tablas, correspondiendo

Véase NOM-008-SCFI-2002

a un número equivalente de campos de las más importantes de la física, de acuerdo a la relación siguiente:

- Principales magnitudes y unidades de espacio y tiempo.
- Principales magnitudes y unidades de fenómenos periódicos y conexos.
- Principales magnitudes y unidades de mecánica.
- Principales magnitudes y unidades de calor.
- Principales magnitudes y unidades de electricidad y magnetismo.
- Principales magnitudes y unidades de luz y radiaciones electromagnéticas.
- Principales magnitudes y unidades de acústica.
- Principales magnitudes y unidades de físico-química y física molecular.
- Principales magnitudes y unidades de física atómica y física nuclear.
- Principales magnitudes y unidades de reacciones nucleares y radiaciones ionizantes.

La unidad coherente de cualquier magnitud adimensional es el número 1 (uno), cuando se expresa el valor de dicha magnitud, la unidad 1(uno) generalmente no se escribe en forma explícita.

No deben utilizarse prefijos para formar múltiplos o submúltiplos de la unidad, en lugar de prefijos deben usarse potencias de 10

2.2.5 Unidades que No Pertenecen al SI

Existen algunas unidades que no pertenecen al SI, por ser de uso común, la CGPM las ha clasificado en tres categorías:

- Unidades que se conservan para usarse con el SI.
- Unidades que pueden usarse temporalmente con el SI.
- Unidades que no deben utilizarse con el SI.

Unidades que se conservan para usarse con el SI

Son unidades de amplio uso, por lo que se considera apropiado conservarlas; sin embargo, se recomienda no combinarlas con las unidades del SI para no perder las ventajas de la coherencia.

Unidades que pueden usarse temporalmente con el SI

Son unidades cuyo empleo debe evitarse, se mantienen temporalmente en virtud de su gran uso actual, pero se recomienda no emplearlas conjuntamente con las unidades SI.

Unidades que no deben utilizarse con el SI

Existen otras unidades que no pertenecen al SI; actualmente tienen cierto uso, algunas de ellas derivadas del sistema CGS, dichas unidades no corresponden a ninguna de las categorías antes mencionadas en esta norma por lo que no deben utilizarse en virtud de que hacen perder la coherencia del SI; se recomienda utilizar en su lugar, las unidades respectivas del SI. En la tabla 18 se dan algunos ejemplos de estas unidades.

2.2.6 Relación de Tablas

Magnitud	Unidad	Símbolo	Definición
longitud	metro	m	Es la longitud de la trayectoria recorrida por la luz en el vacío durante un intervalo de tiempo de $1/299\,792\,458$ de segundo [17a. CGPM (1983) Resolución 1]
masa	kilogramo	kg	Es la masa igual a la del prototipo internacional del kilogramo [1a. Y 3a. CGPM (1889 y 1901)]
tiempo	segundo	S	Es la duración de $9\,192\,631\,770$ períodos de la radiación correspondiente a la transición entre los dos niveles hiperfinos del estado fundamental del átomo de cesio 133 [13a. CGPM (1967), Resolución 1]
corriente eléctrica	ampere	A	Es la intensidad de una corriente constante que mantenida en dos conductores paralelos rectilíneos de longitud infinita, cuya área de sección circular es despreciable, colocados a un metro de distancia entre sí, en el vacío, producirá entre estos conductores una fuerza igual a 2×10^{-7} newton por metro de longitud [9a. CGPM, (1948), Resolución 2]
temperatura termodinámica	kelvin	kg	Es la fracción $1/273,16$ de la temperatura termodinámica del punto triple del agua [13a. CGPM (1967) Resolución 4]
cantidad de sustancia	mol	mol	Es la cantidad de sustancia que contiene tantas entidades elementales como existan átomos en $0,012$ kg de carbono 12 [14a. CGPM (1971), Resolución 3]
intensidad luminosa	candela	cd	Es la intensidad luminosa en una dirección dada de una fuente que emite una radiación monocromática de frecuencia 540×10^{12} hertz y cuya intensidad energética en esa dirección es $1/683$ watt por esterradián [16a. CGPM (1979), Resolución 3]

Tabla 2 Nombres, símbolos y definiciones de las unidades SI de base

Magnitud	Unidad	Símbolo	Definición
ángulo plano	radián	rad	Es el ángulo plano comprendido entre dos radios de un círculo, y que interceptan sobre la circunferencia de este círculo un arco de longitud igual a la del radio (ISO-31/1)
ángulo sólido	esterradián	sr	Es el ángulo sólido que tiene su vértice en el centro de una esfera, y, que intercepta sobre la superficie de esta esfera un área igual a la de un cuadrado que tiene por lado el radio de la esfera (Iso-31/1)

Tabla 3 Nombres de las magnitudes, símbolos y definiciones de las unidades SI derivadas.

Magnitud	Unidades SI	
	Nombre	Símbolo
superficie	metro cuadrado	m ²
volumen	metro cúbico	m ³
velocidad	metro por segundo	m/s
aceleración	metro por segundo cuadrado	m/s ²
número de ondas	metro a la menos uno	m ⁻¹
masa volúmica, densidad	kilogramo por metro cúbico	kg/m ³
volumen específico	metro cúbico por kilogramo	m ³ /kg
densidad de corriente	ampere por metro cuadrado	A/m ²
intensidad de campo eléctrico	ampere por metro	A/m
concentración (de cantidad de sustancia)	mol por metro cúbico	mol/m ³
luminancia	candela por metro cuadrado	cd/m ²

Tabla 4 Ejemplos de unidades SI derivadas sin nombre especial.

Magnitud	Nombre de la unidad SI derivada	Símbolo	Expresión en unidades SI de base	Expresión de otras unidades SI
frecuencia	hertz	Hz	s ⁻¹	
fuerza	newton	N	m·kg·s ⁻²	
presión, tensión mecánica	pascal	Pa	m ⁻¹ ·kg·s ⁻²	N/m ²
trabajo, energía, cantidad de calor	joule	J	m ² ·kg·s ⁻²	N·m
potencia, flujo energético	watt	W	m ² ·kg·s ⁻³	J/s
carga eléctrica, cantidad de electricidad	coulomb	C	s·A	
diferencia de potencial, tensión eléctrica, potencial eléctrico, fuerza electromotriz	volt	V	m ² ·kg·s ⁻³ ·A ⁻¹	W/A
capacitancia	farad	F	m ⁻² ·kg ⁻¹ ·s ³ ·A ²	C/V
resistencia eléctrica	ohm	Ω	m ² ·kg·s ⁻³ ·A ⁻²	V/A
conductancia eléctrica	siemens	S	m ² ·kg ⁻¹ ·s ³ ·A ²	A/V
flujo magnético ¹	weber	Wb	m ² ·kg·s ⁻² ·A ⁻¹	V·s
inducción magnética ²	tesla	T	kg·s ⁻² ·A ⁻¹	Wb/m ²
inductancia	henry	H	m ² ·kg·s ⁻² ·A ⁻²	Wb/A
flujo luminoso	lumen	lm	cd·sr	
luminosidad ³	lux	lx	m ⁻² ·cd·sr	lm/m ²
actividad nuclear	becquerel	Bq	s ⁻¹	
dosis absorbida	gray	Gy	m ² ·s ⁻²	J/kg
temperatura Celsius	grado Celsius	°C		K
dosis equivalente	sievert	Sv	m ² ·s ⁻²	J/kg

¹También llamado flujo de inducción magnética.

²También llamada densidad de flujo magnético.

³También llamada iluminación.

Tabla 5 Unidades SI derivadas que tienen nombre y símbolo especial.

Magnitud	Unidad SI		Expresión en unidades SI de base
	Nombre	Símbolo	
viscosidad dinámica	pascal segundo	Pa·s	$m^{-1} \cdot kg \cdot s^{-1}$
momento de una fuerza	newton metro	N·m	$m^2 \cdot kg \cdot s^{-2}$
tensión superficial	newton por metro	N/m	$kg \cdot s^{-2}$
densidad de flujo de calor, irradiancia	watt por metro cuadrado	W/m ²	$kg \cdot s^{-3}$
capacidad calorífica, entropía	joule por kelvin	J/k	$m^2 \cdot kg \cdot s^{-2} \cdot K^{-1}$
capacidad calorífica específica, entropía específica	joule por kilogramo kelvin	J/(kg·K)	$m^2 \cdot s^{-2} \cdot K^{-1}$
energía específica	joule por kilogramo	J/kg	$m^2 \cdot s^{-2}$
conductividad térmica	watt por metro kelvin	W/(m·K)	$m \cdot kg \cdot s^{-3} \cdot K^{-1}$
densidad energética	joule por metro cubico	J/m ³	$m^{-1} \cdot kg \cdot s^{-2}$
fuerza del campo eléctrico	volt por metro	V/m	$m \cdot kg \cdot s^{-3} \cdot A^{-1}$
densidad de carga eléctrica	coulomb por metro cubico	C/m ³	$m^{-3} \cdot s \cdot A$
densidad de flujo eléctrico	coulomb por metro cuadrado	C/m ²	$m^{-2} \cdot s \cdot A$
permitividad	farad por metro	F/m	$m^{-3} \cdot kg^{-1} \cdot s^4 \cdot A^2$
permeabilidad	henry por metro	H/m	$m \cdot kg \cdot s^{-2} \cdot A^{-2}$
energía molar	joule por mol	J/mol	$m^2 \cdot kg \cdot s^{-2} \cdot mol^{-1}$
entropía molar, capacidad calorífica molar	joule por mol kelvin	J/(mol·K)	$m^2 \cdot kg \cdot s^{-2} \cdot K^{-1} \cdot mol^{-1}$
exposición (rayos x y γ)	coulomb por kilogramo	C/kg	$kg^{-1} \cdot s \cdot A$
rapidez de dosis absorbida	gray por segundo	Gy/s	$m^2 \cdot s^{-3}$

Tabla 6 Ejemplos de unidades SI derivadas expresadas por medio de nombres especiales.

2.3 Análisis de Riesgos

Esta Norma de Referencia se aprobó en el Comité de Normalización de Petróleos Mexicanos y Organismos Subsidiarios en la Sesión Ordinaria 100, celebrada el 14 de agosto de 2014.

El análisis de riesgos es un procedimiento que permite identificar, analizar, evaluar, jerarquizar y administrar los riesgos en las instalaciones de Petróleos Mexicanos y Organismos Subsidiarios, a través de recomendaciones para su prevención o mitigación, de tal forma que su operación resulte segura, bajo un nivel de riesgo tolerable.

La actualización de esta Norma de Referencia, se realiza por haberse cumplido el plazo de 5 años respecto a su revisión anterior.

En la elaboración de esta Norma de Referencia, participaron:

- PEMEX-Exploración y Producción
- PEMEX-Gas y Petroquímica Básica
- PEMEX-Refinación
- PEMEX-Petroquímica
- Petróleos Mexicanos

Externos:

- Instituto Politécnico Nacional
- Corporación Mexicana de Investigación en Materiales, S.A. de C. V.
- Instituto Tecnológico Superior de Coatzacoalcos
- Centro de Innovación Aplicada en Tecnologías Aplicadas
- Instituto Tecnológico Superior de Acayucan
- Innovación Tecnológica Aplicada

2.3.1 Objetivo

Establecer los requisitos técnicos y documentales para la contratación de servicios, para la elaboración o actualización de los análisis de riesgos en las instalaciones de Petróleos Mexicanos y Organismos Subsidiarios.

2.3.2 Alcance

La presente Norma de Referencia establece los requisitos a cumplir por los prestadores de servicios para la elaboración de los análisis de riesgos en proyectos y/o instalaciones, de Petróleos Mexicanos, Organismos Subsidiarios y/o partes interesadas y de igual manera en la actualización para instalaciones existentes cuando sea requerido; así mismo, establece los requisitos de calidad de los entregables.

Para efectos de esta Norma de Referencia, será responsabilidad del usuario definir en las bases de licitación el marco normativo técnico para la elaboración y actualización de los análisis de riesgos, así como definir el objetivo y el alcance de estos análisis.

Esta Norma de Referencia cancela y sustituye a la NRF-018-PEMEX-2007 de fecha 5 de enero de 2008.

2.3.3 Campo de Aplicación

Esta Norma de Referencia es de aplicación general y observancia obligatoria en la contratación de los servicios para la elaboración o actualización de análisis de riesgos, que se lleven a cabo en las instalaciones de Petróleos Mexicanos y Organismos Subsidiarios, por lo que debe ser incluida en los procedimientos de contratación: licitación pública, invitación a cuando menos tres personas o adjudicaciones directas o convenios, como parte de los requisitos que debe cumplir el prestador de servicios.

Para efectos de esta Norma de Referencia, el análisis de riesgos comprende a los análisis de riesgos de proceso y de ductos.

Esta Norma de Referencia no aplica para la elaboración y/o actualización de Análisis de Riesgos durante las actividades de exploración y explotación de hidrocarburos en aguas profundas.

2.3.4 Actualización

Esta norma se debe revisar y en su caso modificar al menos cada 5 años, o antes, si las sugerencias y recomendaciones de cambio lo ameritan.

Las sugerencias para la revisión y actualización de esta norma, deben enviarse al Secretario del Subcomité Técnico de Normalización de Pemex Petroquímica, quién debe programar y realizar la actualización de acuerdo a la procedencia de la misma y en su caso, inscribirla dentro del Programa Anual de Normalización de Petróleos Mexicanos, a través del Comité de Normalización de Petróleos Mexicanos y Organismos Subsidiarios.

2.3.5 Referencias

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

NOM-008-SCFI-2002, Sistema General de Unidades de Medida.

2.3.6 Definiciones

Accidente: Es aquel incidente que ocasiona afectaciones a los trabajadores, a la comunidad, al ambiente, al equipo y/o instalaciones, al proceso, transporte y distribución del producto y que debe ser reportado e investigado para establecer las medidas preventivas y/o correctivas, que deben ser adoptadas para evitar su recurrencia.

Administración de riesgos: Proceso de toma de decisiones y del análisis de opciones de control, considerando aspectos técnicos, legales, sociales y económicos; en base al cual se establecen programas de medidas de eliminación, prevención o mitigación de riesgos, hasta la preparación de planes de respuesta a emergencias.

Análisis de consecuencias: Estudio y predicción cualitativa de los efectos que pueden causar eventos o accidentes que involucran fugas de tóxicos, incendios o explosiones entre otros, sobre la población, el ambiente y las instalaciones.

Análisis de riesgos de ductos: Conjunto de metodologías para identificar, evaluar y controlar los riesgos asociados a la operación de un ducto.

Análisis de riesgos de proceso: Conjunto de metodologías que consisten en la identificación, análisis y evaluación sistemática de la probabilidad de la ocurrencia de daños asociados a los factores externos, fallas en los sistemas de control, los sistemas mecánicos, eléctricos, errores humanos; con la finalidad de controlar y/o minimizar las consecuencias al personal, la población, el medio ambiente y las instalaciones.

Decomisionamiento: Es cuando una instalación queda fuera de operación y disponible para su desmantelamiento, porque ya no volverá a ser utilizada.

Escenario de riesgo. Determinación de un evento hipotético, en el cual se considera la ocurrencia de un accidente bajo condiciones específicas, definiendo mediante la aplicación de modelos matemáticos y criterios acordes a las características de los procesos y/o materiales, las zonas potencialmente afectables.

Etapas de reserva: Es cuando una instalación queda fuera de operación, pero disponible para ser utilizada en cualquier momento.

Grupo Multidisciplinario de Análisis y Evaluación de Riesgos: Es el grupo compuesto por personal del mismo centro de trabajo, o de otros que apoyen en el desarrollo de un análisis de riesgos de proceso, especialistas en disciplinas tales como análisis de riesgos, seguridad, operación, mantenimiento, ingeniería de diseño de proceso, salud, higiene industrial, protección ambiental, ergonomía y contra incendio, así como de cualquier otra disciplina que se considere como necesaria dependiendo del caso que se trate.

Medio ambiente: Entorno en el cual una organización opera, incluyendo aire, agua, tierra, recursos naturales, flora, fauna, seres humanos y sus interrelaciones.

Peligro: Es toda condición física o química que tiene el potencial de causar daño al personal, la población, el medio ambiente y las instalaciones.

Proceso: Serie continua y repetible de actividades relacionadas que a través del uso de recursos convierte una o más entradas (insumos) en una o más salidas (productos), creando valor para el cliente.

Riesgo: Combinación de la probabilidad de que ocurra un accidente y sus consecuencias.

Sustancia peligrosa: Es cualquier sustancia que cuando es emitida, puesta en ignición o cuando su energía es liberada (fuego, explosión, fuga tóxica) puede causar lesión, daños a las instalaciones debido a sus características de toxicidad, inflamabilidad, explosividad, corrosión, inestabilidad térmica, calor latente o compresión.

Tecnología del proceso: Es un conjunto de documentos que describen el proceso químico u operación y tiene las bases para la identificación y comprensión de los riesgos involucrados en el diseño del proceso, en las bases del diseño de los equipos, así como sus parámetros de control y sus puntos críticos.

Véase NRF-018-PEMEX-2014.

2.3.7 Símbolos y Abreviaturas

- **GMAER** Grupo Multidisciplinario de Análisis y Evaluación de Riesgos
- **NOM** Norma Oficial Mexicana
- **NRF** Norma de Referencia
- **PEMEX** Petróleos Mexicanos y Organismos Subsidiarios
- **PROY** Proyecto

2.3.8 Desarrollo

Descripción del alcance de los trabajos, los requerimientos, evidencias documentales y entregables, requeridos por PEMEX para la contratación de servicios para la elaboración o actualización, de los análisis de riesgos en sus instalaciones.

- **Alcance de los trabajos, para la elaboración o actualización del análisis de riesgos**

Los trabajos deben incluir la planeación y preparación, identificación de peligros y riesgos, análisis de consecuencias, estimación de frecuencias, caracterización y jerarquización de los riesgos, y la elaboración del informe que contenga las recomendaciones para la administración de los riesgos del proyecto o instalación.

En caso de requerirse la elaboración de algún trabajo para la administración de los riesgos, adicional a los referidos en el párrafo anterior, es responsabilidad del usuario definirlo en las bases de licitación.

- **Requerimientos para llevar a cabo la elaboración o la actualización del análisis de riesgos**

El prestador de servicios que desee ser contratado, debe demostrar que consta en escritura pública que, en su Ley Orgánica o acta constitutiva, cuenta con atribuciones para elaborar o actualizar los análisis de riesgos.

- Por parte del prestador de servicios

El personal del prestador de servicios o bien subcontratado por él, debe contar con la experiencia y competencia técnica, demostrables con evidencias como copias de títulos, certificados, diplomas o contratos de participación en

proyectos similares, para liderar el análisis de riesgos o bien, formar parte del GMAER.

El personal del prestador de servicios requerido para llevar a cabo la elaboración o la actualización del análisis de riesgos, pueden ser a solicitud de PEMEX: el líder del análisis de riesgos, su auxiliar, un especialista en análisis de consecuencias y/o, algún otro especialista de alguna disciplina que se considere como necesaria, dependiendo del caso que se trate.

La(s) metodología(s) para la identificación de peligros en los procesos, debe(n) ser las indicadas en las bases de licitación, cumpliendo con el marco normativo vigente.

Sobre las herramientas informáticas, simuladores y equipos para el desarrollo de los trabajos, el prestador de servicios debe:

- Utilizar la(s) herramienta(s) informática(s) y simuladores que determine PEMEX, en las bases de licitación.
 - Contar, durante la duración de los trabajos, con la(s) licencia(s) de la(s) herramienta(s) informática(s) y simulador(es), referidos en el párrafo anterior.
 - Dotar a su personal con el equipo de cómputo, para el uso de las herramientas informáticas para la identificación de los peligros y el análisis de consecuencias de escenarios de fugas y derrames de sustancias peligrosas en los procesos y ductos, proyector y algún otro recurso que se requiera para el desarrollo de los trabajos.
- El prestador de servicios debe ser responsable:

A través del líder del análisis de riesgos:

- De planear, organizar y dirigir las sesiones de trabajo durante la elaboración o la actualización del análisis de riesgos.
- Del desarrollo, la aplicación de metodologías cualitativas y cuantitativas y los resultados del análisis de riesgos.

A través del auxiliar del líder del análisis de riesgos:

- De la conformación y custodia durante la elaboración o actualización del análisis de riesgos, de las hojas de trabajo, de las listas de asistencia a reuniones, las minutas de trabajo y manejo de la herramienta informática correspondientes, así como del control de los acuerdos que sean tomados.
- De la preparación del informe final del análisis de riesgos elaborado o actualizado.

A través del especialista de análisis de consecuencias:

- De la simulación de los escenarios de fugas y derrames de sustancias peligrosas identificados en los procesos y ductos.
- De la elaboración de los planos con las zonas de afectación por toxicidad, radiación térmica y sobrepresión, según corresponda.
- De acuerdo a las zonas de afectación por toxicidad, radiación térmica y sobrepresión, de la evaluación de los impactos según sea el caso, sobre el personal, la población, el medio ambiente, las instalaciones y la producción.

A través de cualquier otro especialista que se considere necesario:

- Del cumplimiento de las tareas que le sean encomendadas.

A efecto de evaluar la competencia de prestadores de servicios para realizar análisis de riesgos en las instalaciones de Petróleos Mexicanos y Organismos Subsidiarios, debe aplicarse la lista de verificación, Anexo 1 de esta Norma de Referencia.

- Por parte de PEMEX
 - Preparar la información técnica (tecnología del proceso) que debe emplearse para la elaboración o actualización del análisis de riesgos de un proyecto, instalación, planta, ducto o área analizada, la cual debe estar actualizada, completa y vigente.
 - Designar al personal que debe formar parte del GMAER.
 - Para la ejecución de los trabajos, facilitar el trámite de los permisos de acceso al personal, equipos y materiales del prestador de servicios.

- Proporcionar un área de trabajo, para llevar a cabo las reuniones requeridas para la elaboración o la actualización del análisis de riesgos, cuando este se realice en las instalaciones de los centros de trabajo de PEMEX.

- **Requerimientos particulares de los análisis de riesgos**

La elaboración o actualización del análisis de riesgos, debe llevarse a cabo con la tecnología del proceso requerida actualizada, autorizada y disponible para su uso.

En el caso de la actualización de un análisis de riesgos, además, de lo requerido en el párrafo anterior, se requiere contar con el análisis de riesgos original o su revisión previa, con el listado de sus recomendaciones cumplidas y pendientes por cumplir, con la información de la administración del cambio y con la información de accidentes ocurridos en la instalación o similares a ella.

Previo al inicio de la elaboración o la actualización del análisis de riesgos, el prestador de servicios debe impartir una plática o taller para homologar entre el líder del análisis de riesgos y los miembros del GMAER de la instalación, los criterios para aplicar la(s) metodología(s) seleccionada(s) por PEMEX para la identificación y evaluación de los riesgos de proceso, así como los criterios técnicos a aplicar durante el análisis de consecuencias de los escenarios de fugas o derrames de sustancias peligrosas.

Una vez realizada la plática o taller referida a la elaboración o actualización del Análisis de Riesgo, el líder del análisis de riesgos en coordinación con el personal de PEMEX que participa en el GMAER, deben establecer el plan de sesiones para llevar a cabo los trabajos.

Concluida cada una de las reuniones del GMAER, el auxiliar del líder del análisis de riesgos debe contar con la lista de asistencia de los participantes, así como registrados en minuta los acuerdos que se hayan tomado en esa ocasión, relacionados con el desarrollo del análisis de riesgos; ambos documentos debidamente firmados.

La clasificación de los riesgos identificados en los procesos y ductos, se debe hacer con base a su frecuencia de ocurrencia y a la severidad de sus consecuencias sobre el personal, la población, el medio ambiente, las instalaciones y la producción. Los

criterios para la clasificación de los riesgos, serán establecidos por el usuario en sus bases de licitación.

Los escenarios de riesgo que deben simularse para estimar sus consecuencias, sobre el personal, la población, el medio ambiente, las instalaciones y la producción, corresponden a fugas y derrames de sustancias peligrosas por su toxicidad, inflamabilidad y/o explosividad.

Los análisis de consecuencias por fugas y derrames de sustancias peligrosas, deben ser reproducibles en su totalidad por el personal de PEMEX. El análisis de consecuencias se debe llevar a cabo identificando el circuito, equipo, componente o ducto correspondiente y la sustancia peligrosa involucrada, mediante el uso del simulador que determine PEMEX. Los resultados de los riesgos simulados se plasmarán en planos de localización general de la instalación actualizados y a escala, indicando los niveles de afectación y los radios de salvaguarda a los que estos se alcanzan.

En el caso de la actualización de un análisis de riesgos, por cada recomendación reprogramada, modificada, reevaluada o cancelada del análisis de riesgos original o previa revisión, debe elaborarse una justificación con estudios de ingeniería o con información adicional que así lo soporte.

Para la aceptación del análisis de riesgos, se aplicará la lista de verificación, Anexo 2 de esta Norma de Referencia.

Una vez que el análisis de riesgos haya sido aprobado de acuerdo a lo señalado en el párrafo anterior, el líder del análisis de riesgos y el responsable de la instalación, planta o área analizada, deben dar a conocer a la máxima autoridad del centro de trabajo, las acciones recomendadas para administrar los riesgos identificados. De esta presentación y de la conformidad con las recomendaciones por parte de la máxima autoridad del centro de trabajo, debe quedar evidencia documental, considerándose entonces, que la elaboración o actualización del análisis de riesgos, ha concluido.

- **Entregables**

Como resultado de la elaboración de un análisis de riesgos, se debe entregar a PEMEX:

- Archivo(s) con la(s) presentación(es) utilizada(s) en la plática o taller a la que se hace referencia en el tema de Requerimientos Particulares de los Análisis de Riesgos.
- Original de la lista de asistencia de los participantes por parte de PEMEX, en la plática o taller referida en el tema de Requerimientos Particulares de los Análisis de Riesgos.
- Original del acta constitutiva del GMAER.
- Originales de las listas de asistencia a reuniones de trabajo por parte del GMAER.
- Originales de las minutas de acuerdos del GMAER.
- Planos en los que se señalen las zonas de salvaguarda por toxicidad, radiación térmica y/o sobrepresión, identificadas en base a la simulación de los escenarios de riesgo identificados en los procesos y ductos, con nombre, firma y fecha de responsable o los responsables de su elaboración.
- Original de la lista de verificación.
- Original de la minuta, sobre la presentación del informe para revisión y aceptación de las recomendaciones resultantes del análisis de riesgos, por parte de la máxima autoridad del centro de trabajo.
- Original y copia del informe final del análisis de riesgos elaborado, con nombres y firmas del personal técnico responsable y representante legal del prestador de servicios, que incluya además sus anexos. Así mismo se deben entregar discos compactos con los archivos en formatos electrónicos editables, de este mismo informe y sus anexos, de acuerdo a como lo determine PEMEX en las bases de licitación.

Como resultado de la actualización de un análisis de riesgos, se debe entregar a PEMEX:

- Archivos con las presentaciones utilizadas en la plática o taller a la que se hace referencia en los Requerimientos de Particulares de los Análisis de Riesgos.

- Original de la lista de asistencia de los participantes por parte de PEMEX debidamente firmada, en la plática o taller referida en los Requerimientos de Particulares de los Análisis de Riesgos.
- Original del acta constitutiva del GMAER, debidamente firmada.
- Originales de las listas de asistencia a reuniones de trabajo por parte del GMAER, debidamente firmadas.
- Originales de las minutas de acuerdos del GMAER, debidamente firmadas.
- En el caso de que como resultado de la actualización del análisis de riesgos haya habido cambios en el análisis de consecuencias, se deben entregar los planos en los que se señalen las nuevas zonas de salvaguarda por toxicidad, radiación térmica y/o
- sobrepresión, identificadas en base a la simulación de los escenarios de riesgo identificados en los procesos.
- Original de la lista de verificación.
- Original de la minuta firmada por la máxima autoridad del centro de trabajo, de revisadas y aceptadas las recomendaciones surgidas de la actualización del análisis de riesgos o bien de la indicación de que, como resultado de la actualización del análisis de riesgos, no se generaron nuevas recomendaciones, y finalmente, del estado en el que quedan las recomendaciones pendientes de cumplir del análisis de riesgos previo de la instalación.
- Original y copia del informe final del análisis de riesgos actualizado, con nombres y firmas del personal técnico responsable y representante legal del prestador de servicios, que incluya además sus anexos. Así mismo se deben entregar discos compactos con los archivos en formatos electrónicos editables, de este mismo informe y sus anexos, de acuerdo a como lo determine PEMEX en las bases de licitación.

2.3.9 Responsabilidades

- Del prestador de servicios

Cumplir con los requisitos técnicos y documentales señalados en esta Norma de Referencia.

Presentar a PEMEX los documentos que le sean solicitados, sobre su experiencia, la de su personal y, en su caso del personal que subcontrate, para la elaboración o actualización de análisis de riesgos.

Contar con los programas y licencias necesarias de herramientas informáticas, para ser utilizados en las diferentes etapas del análisis de riesgos.

Cumplir con los entregables de acuerdo a lo señalado en el punto 8.4 de esta Norma de Referencia.

Acordar con PEMEX, cualquier requerimiento adicional que le sea solicitado.

- De PEMEX

Corresponde a los Directores de Organismos Subsidiarios y Direcciones Corporativas, ordenar la aplicación y el cumplimiento en los centros de trabajo bajo su control, de la normatividad aplicable en materia de análisis de riesgos.

Proporcionar al prestador de servicios la tecnología del proceso bajo análisis, referida a la preparación técnica de esta Norma de Referencia, así como algún otro documento legal que pudiera requerirse para cubrir aspectos relacionados con las autoridades competentes.

Corresponde al GMAER, coadyuvar en la elaboración o actualización de los análisis de riesgos, así como proponer las recomendaciones para su administración.

Corresponde a la máxima autoridad del centro de trabajo, verificar la elaboración o actualización de los análisis de riesgos de sus instalaciones, así como autorizar y vigilar el cumplimiento de acuerdo a programa, de las recomendaciones derivadas del análisis de riesgos.

3. METODOLOGÍA PARA IDENTIFICAR PELIGROS Y EVALUAR RIESGOS

3.1 Introducción

Se ha vuelto una tradición en Pemex-Refinación medir la seguridad industrial por medio de índices de frecuencia y de gravedad de los accidentes personales. Estos índices reflejan la tendencia de repetitividad y que tan graves son los accidentes en la empresa y resultan ser demasiado claros y efectivos en la toma de decisiones, sin embargo, estos índices son limitados al factor humano de la empresa, y por otro lado muestran la accidentabilidad como un efecto de los riesgos existentes sin evaluar estos antes de la generación de los accidentes.

El plan de negocios de Pemex-Refinación define claramente la misión para que las actividades fundamentales se realicen en un marco de seguridad industrial que deben estar dentro de los niveles internacionales; para lo cual es importante la detección oportuna de los riesgos existentes, su evaluación, control y eliminación, previniendo la existencia de los accidentes e incidentes.

3.2 Generalidades

Para la obtención del índice de riesgo es necesario la implementación de una **Auditoría Integral de Seguridad**, a través de la cual identifican, evalúan miden los riesgos que existen en la instalación, ya sean físicos, administrativos, naturales y los inherentes a los propios procesos; también es necesario la verificación de la capacidad de respuesta para atender posibles contingencias que pueden llegar a provocar daños al personal, a las instalaciones o al entorno, recomendando siempre las áreas de oportunidad para la disminución de los riesgos existentes en una instalación.

Además, el índice de riesgo es un indicador de gestión que representa la combinación de las instalaciones con el elemento humano que en ellas trabajan, de dicho indicador se obtiene una calificación que es comparable entre instalaciones similares y con referencias internacionales.

Cuando se implementa la **Auditoría Integral de Seguridad** se consideran aspectos de suma vitalidad para la evaluación de los diferentes tipos de riesgos que pueden existir en una instalación, los llamados “Elementos de Importancia Mayor” y que contemplan los riesgos por eventos naturales que llegan a afectar una instalación, la

antigüedad y estado físico de la misma, el orden y la limpieza que prevengan condiciones riesgosas, los peligros y riesgos inherentes a la naturaleza de los propios procesos, los sistemas y procedimientos administrativos para capacitar, controlar y evitar la ocurrencia de accidentes personales y las instalaciones y las instalaciones y sistemas para combatir con eficiencia las contingencias que se pueden presentar al fallar cualquiera de los aspectos ya mencionados. Para llevar a cabo lo anterior, es necesario efectuar una revisión de la información documentada completa y la comprobación física de la misma.

3.3 Aspectos a Considerar en la Evaluación de Riesgos

Se mencionarán los aspectos considerados como elementos de mayor importancia para la evaluación y el establecimiento del índice de riesgo:

3.3.1 Ubicación

En este elemento se consideran los riesgos propios que por la localización geográfica de las instalaciones pueden ser generados por elementos naturales, tales como: Terremotos, Volcanes, Clima, Inundaciones, Ciclones, Granizadas, Marejadas, etc.

Dentro de este mismo concepto también se consideran los riesgos que pueden generarse hacia afuera de las instalaciones o hacia adentro, pero que involucran a terceras personas, tales como: industrias cercanas y asentamientos humanos, así como otros conceptos que pueden ser las vías públicas, sabotajes, bloqueos, guerrillas. Etc.



Figura 16 Elemento de Ubicación.

3.3.2 Instalaciones y Edificaciones

Se refiere a la localización, distancia y distribución de las instalaciones desde su etapa de proyecto, los códigos y documentos normativos empleados para el diseño, construcción, recepción puesta en marcha de las instalaciones, que garanticen una operación confiable y segura.

También incluyen los aspectos referentes al estado físico en general que guardan las instalaciones y edificios (conservación, mantenimiento, apariencia, orden, limpieza, envejecimiento y deterioro).

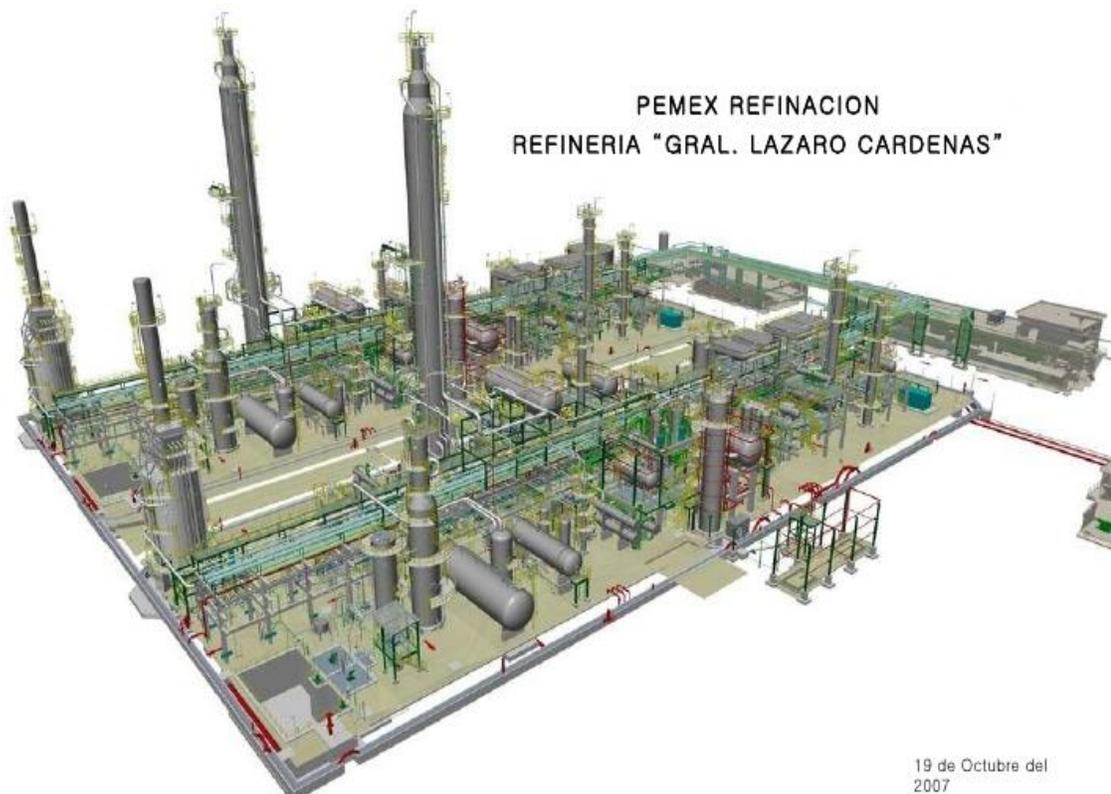


Figura 17 Elemento de Instalaciones y Edificaciones.

3.3.3 Administración de la Seguridad y Control de Perdidas

Aquí se mencionan los elementos referentes a los aspectos que intervienen en la administración de la seguridad y del control de pérdidas considerando lo siguiente: Políticas de contratación, la capacitación inicial y continua del personal que interviene en el desarrollo cotidiano de la operación, supervisión y mantenimiento de las instalaciones, la existencia en calidad, cantidad de programas y procedimientos para el mantenimiento, la inspección y la operación de las mismas; así como la plena difusión a todo el personal involucrado. La existencia, difusión y observación de políticas y marco regulatorio de la seguridad; la seguridad física de las instalaciones, sistema de control y vigilancia, el reglamento para la realización de cualquier trabajo, el control y supervisión a contratistas, la realización de análisis de riesgos previo a las modificaciones a los procesos y a los arranques de las plantas después de que fueron sujetas a una intervención de mantenimiento, los planes de emergencia y respuesta a contingencias de accidentes e incidentes, su control estadístico y asegurando la calidad.



Figura 18 Elemento de Administración de la Seguridad y Control de Perdidas.

3.3.4 Peligros Inherentes a los Procesos

Están incluidos los riesgos que por naturaleza de los procesos existentes pudieran representar un peligro, tales como diseños no conocidos, poco confiables, antiguos, obsoletos, etc. El grado de instrumentación y avance tecnológico de los sistemas y dispositivos de control, los inventarios de productos peligrosos, tanto en su almacenamiento como en el manejo de los mismos; el grado de disponibilidad y confiabilidad de los servicios auxiliares y materias primas y calidad del personal que interviene en todas las actitudes operativas, tanto en actitud como aptitud para responder oportunamente a las contingencias.



Figura 19 Elemento de Peligros Inherentes a los Procesos.

3.3.5 Protección Contra Incendios

En este elemento se incluyen los sistemas de equipos que intervienen en la detección y combate de las contingencias que pueden presentarse al fallar cualquiera de los elementos descritos en los incisos anteriores.

Se refiere a la calidad de los sistemas de detección de mezclas explosivas, tóxicas, gases, incendios, etc. A los sistemas fijos contra incendios tales como bombas, redes, sistemas automáticos, aspersores, equipos portátiles en calidad, cantidad adecuados para los diferentes tipos de riesgos y finalmente a la disponibilidad de recursos externos a la instalación como apoyo adicional, en caso de una emergencia (circuitos de auxilio, DG-GPASI-SI-8900 “Procedimiento General para la Atención de Emergencias Mayores de Pemex-Refinación”)



Figura 20 Elemento de Protección Contra Incendios.

3.3.6 Evaluación

Se refiere a una herramienta empleada por el auditor como factor de ajuste a la puntuación obtenida, de tal manera que el índice de riesgo represente fielmente el estado real de la instalación evaluada. Esto puede suceder cuando un aspecto es extremadamente deficiente o muy superior y el renglón de evaluación donde se considera este aspecto no permite describir completamente lo observado, de esta forma, este elemento permite modificar la puntuación para llegar al índice de riesgo real.



Figura 21 Elemento de Evaluación.

3.4 Metodología a Desarrollar

El método para la identificación de peligros y evaluación de los riesgos existentes en una instalación consiste en la calificación de los elementos de importancia mayor, a los que se les ha asignado una puntuación que está de acuerdo a su importancia en el manejo y control de los riesgos.

Los puntos asignados a cada elemento son los siguientes:

ELEMENTOS DE IMPORTANCIA MAYOR		PUNTOS
A	UBICACIÓN	0-20
B	INSTALACIONES Y EDIFICIOS	0-20
C	ADMINISTRACION DE LA SEGURIDAD Y CONTROL DE PERDIDAS	0-26
D	PELIGROS INHERENTES A LOS PROCESOS	0-24
E	PROTECCION CONTRA INCENDIOS	0-25
F	OTROS	-15 a +7

Tabla 7 Elementos a Auditar

Para calificar estos elementos es necesario realizar la Auditoria Integral de Seguridad, la que como ya se mencionó, consiste en la revisión de la información de control y una física de las instalaciones.

Para facilitar este trabajo se incluyen en este trabajo 6 cuestionarios diferentes, uno para cada uno de los elementos de importancia mayor antes mencionados, los que se incluyen al final del tema.

En cada uno de los cuestionarios, el elemento de importancia mayor se divide en varias secciones, en las que por medio de preguntas se analiza la forma en que se manejan los riesgos que puedan afectar a la instalación o al entorno de la empresa.

A cada pregunta se le ha asignado un número máximo de puntos alcanzables y el auditor debe calificar de acuerdo a este número.

Para obtener la calificación de cada sección se usan 2 opciones:

1. La suma de los puntos obtenidos para cada pregunta de la sección.
2. La sección de una de las alternativas posibles.

Después la calificación del elemento de importancia mayor es el resultado de la suma de los puntos obtenidos por cada sección.

Finalmente, los puntos obtenidos en cada sección se vacían en el resumen de calificaciones obtenidas para los elementos de importancia mayor, donde la suma de calificaciones representa ***“El Índice de Riesgo de la Instalación”***



Figura 22 Auditoria Integral de Seguridad.

3.5 Interpretación del Índice de Riesgo para la Instalación Evaluada

Con el número total de puntos que se obtuvieron con la evaluación se realiza la interpretación del índice de riesgo de la instalación evaluada de acuerdo a la siguiente tabla:

RANGO	PUNTOS
POBRE	0 - 20
DEBAJO DEL PROMEDIO	21 - 45
EN EL PROMEDIO	46 - 70
SOBRE EL PROMEDIO	71 - 85
BUENO	86 - 100
EXCELENTE	MÁS DE 100

Tabla 8 Índice de Riesgo Obtenido

3.6 Matriz de Índice de Riesgo

Matriz de Índice de Riesgos

Rango		Consecuencias Potenciales			Valoración de la Probabilidad					
Severidad del Peligro	Palabra Descriptiva	Personal Enfermedad o Lesión	Pérdida de Bienes	Medio Ambiente (Cualquier incidente que...)	A Frecuente	B Probable	C Ocasional	D Remoto	E Improbable	F Imposible
I	Pobre	Fatal o incapacidad permanente por lesión o enfermedad	>\$1'000.000	Daño al Medio Ambiente en términos largos (5 años o más) o que requiere más de \$1' 000.000 para corregir y/o multas.						
II	Debajo del promedio	Incapacidad permanente por lesión o enfermedad	\$500.000 a \$1' 000.000	Daño al Medio Ambiente en términos medianos (2.5-5 años) o que requiere de \$500.000 a \$1' 000.000 para corregir y/o multas.		1				
III	En el Promedio	Lesión o Enfermedad Menor	\$200.000 a \$500.000	Daño al Medio Ambiente en términos cortos (1-2.5 años) o que requiere de \$200.000 a \$500.000 para corregir y/o multas.			2			
IV	Sobre el Promedio	Enfermedad Menor o Incidente	\$10.000 a \$200.000	Daño al Medio Ambiente en términos cortos (menos de 1año) o que requiere de \$10.000 a \$200.000 para corregir y/o multas.				3		
V	Bueno y/o Excelente	No Lesión o Enfermedad	< \$10.000	Daño al Medio Ambiente menor que puede ser reparado fácilmente con menos de \$10.000 para corregir y/o multas.						

Notar los números 1, 2, 3.... Estos números representan el "Código de Prioridad del Riesgo"

Tabla 9 Matriz de Índice de Riesgos

Código de Prioridad del Riesgo (CPR)	
CODIGO DE ACCION REQUERIDA	
1	RIESGO ALTO: Imperativo disminuir el riesgo a un nivel más bajo.
2	RIESGO MEDIO: La operación puede requerir aprobación de la gerencia.
3	Operación permitida.
NOTA: UN CODIGO DE PRIORIDAD DEL RIESGO MENOR DE 3, NO ES ACEPTABLE PARA PELIGROS QUE TIENEN AL PERSONAL COMO BLANCO.	

Blancos: P Personal
E Equipo
DT Tiempo Perdido
DC Datos
ENV Ambiente
I Entrelace

Tabla 10 Código de Prioridad del Riesgo.

3.7 Instrucciones del uso de la Matriz del Índice de Riesgo

Instrucciones para Usar la Matriz de Índice de Riesgos	
PASO 1:	Después de identificar el Índice de Riesgo, considerar primero las CONSECUENCIAS POTENCIALES. Por ejemplo, que sucede si el accidente ocurre.
PASO 2 :	Después de considerar las CONSECUENCIAS POTENCIALES, tales como Enfermedad o Lesión Severa, identificar la Categoría de la Severidad del Peligro (por ejemplo, II).
PASO 3 :	Ahora considerar la VALORACION DE LA PROBABILIDAD. Si es Razonablemente Probable que el accidente ocurra, la valoración sería "B".
PASO 4 :	Seguir la Categoría de la Severidad del Peligro (II) a través de la línea hasta que intercepta con la Valoración de la Probabilidad (B). Esto muestra el CODIGO DE PRIORIDAD DEL RIESGO (CPR) de "1".
PASO 5 :	Un CPR de 1 es inaceptable. PARAR EL TRABAJO! Establecer controles para reducir el riesgo a un nivel aceptable con un CPR de 3. Contactar su supervisor si el riesgo no puede ser reducido a un CPR de 3!
NOTA:	Cuando el CPR es 2 y el peligro impacta a las personas, es todavía un nivel de riesgo inaceptable.

Tabla 11 Instrucciones para la Matriz de IR.

3.8 Hoja de Informe

ÍNDICE DE RIESGO		
Nombre de la Empresa Evaluada:	Responsable a Cargo:	
Índice de Riesgo Obtenido:	Fecha(s) de Evaluación:	Fecha de Entrega:
Nombre del Auditor:	Tel. de Contacto:	Correo:

Comentarios:			B L A N C O	EVALUACIÓN DEL IR EXISTENTE			EXISTEN CONTROLES, CONTRAMEDIDAS Y/O RECOMENDACIONES PARA DISMINUIR EL ÍNDICE DE RIESGO (DATOS IMPORTANTES DE RECOMENDACIONES)	EVALUACIÓN DEL IR DESPUÉS DEL CONTROL Y/O RECOMENDACIÓN		
				S E V	P R O	C P R		S E V	P R O	C P R
DESCRIPCIÓN DEL PELIGRO	CAUSA	EFECTOS								

BLANCO | P Personal | E Equipo | DT Tiempo Perdido | DC Datos | ENV Medio Ambiente | I Interface

Tabla 12 Informe sobre IR.

3.9 Reporte

Después de cada auditoría realizada debe generarse un reporte que debe enviarse a la G.P.A.S.I. y a la gerencia correspondiente en el que se incluye lo siguiente:

1. Índice de Riesgo de la Instalación.
2. Resumen de Calificaciones de los Elementos de Importancia Mayor.
3. Recomendaciones.
4. Programa de atención de recomendaciones (Cada 6 meses deberá generarse un reporte de avance en la atención a las recomendaciones).



Figura 23 Reporte de la Auditoria Integral.

4. CHECK LIST PARA EL CÁLCULO DEL ÍNDICE DE RIESGO

4.1 Ubicación

Centro de Trabajo:

Fecha:

1) Zonas Sísmicas-Terremotos

Escala: 0-5

(Seleccione una opción)

(Elija la zona sísmica del centro de trabajo de acuerdo al mapa)

- | | | | |
|----|---|--------------------------|----------|
| a) | Zona Sísmica 0 | <input type="checkbox"/> | 5 Puntos |
| b) | Zona Sísmica 1 | <input type="checkbox"/> | 4 Puntos |
| c) | Zona Sísmica 2 | <input type="checkbox"/> | 3 Puntos |
| d) | Zona Sísmica 3 | <input type="checkbox"/> | 2 Puntos |
| e) | Zona Sísmica 4 | <input type="checkbox"/> | 1 Punto |
| f) | Volcán Activo dentro de un radio de 16.1 km | <input type="checkbox"/> | 0 Puntos |

Puntos obtenidos: ____

2) Clima y Riesgos Naturales

Escala: 0-5

(Seleccione una opción)

- | | | | |
|----|--|--------------------------|----------|
| a) | Los daños por condiciones climáticas son improbables. | <input type="checkbox"/> | 5 Puntos |
| b) | Los vientos que superan los 62 km/h son probables. Las condiciones climáticas son adversas, no son frecuentes, pero son posibles.
(Ejemplo: Áreas localizadas con tormentas de vientos que exceden los 89 km/h, lluvias que exceden los 600 mm/h, las tormentas invernales severas son probables, están localizadas en áreas de marismas, pantanos y/o terrenos inestables, en forma frecuente existe la probabilidad de que las temperaturas altas o bajas puedan causar daños por congelamiento o calentamiento excesivo) | <input type="checkbox"/> | 4 Puntos |
| c) | Existe un volcán activo a 33 km o más de la instalación. Los daños por causas naturales o condiciones climáticas son altamente posibles. | <input type="checkbox"/> | 3 Puntos |
| d) | Están localizadas en o cerca de las trayectorias de huracanes, tornados o ciclones tropicales con vientos que exceden los 118 km/h. Están localizadas a más de 16.1 km, pero a menos de 33 km de un volcán activo. Normalmente las condiciones climáticas son muy extremas. | <input type="checkbox"/> | 2 Puntos |

e) Están localizadas a menos de 16.1 km de un volcán activo. 1 Punto
Están en área con un drenaje deficiente.

f) Están cercanas a un cuerpo natural de agua. 0 Puntos
Debido a la topografía u otras condiciones del terreno se tienen antecedentes de una inundación o hay probabilidad de esta.
En los sitios costeros existe la posibilidad de una onda sísmica marina (Tsunami).
Se tiene conocimiento de problemas con el terreno o deslizamiento de suelos en el área.

Puntos obtenidos: ____

3) Riesgo hacia o por terceros

Escala: 0-10 (Seleccione una opción)

a) Existen plantas o instalaciones adyacentes que podamos afectar o que puedan afectarnos. 0-2 Puntos

b) Es posible un impacto ambiental al aire, agua y suelo. 0-2 Puntos

c) Existen núcleos de población que podamos afectar. 0-2 Puntos

d) Existe el riesgo de sabotajes, terrorismo o bloqueos a las instalaciones. 0-2 Puntos

e) Se cumple con la Legislación Ambiental. 0-2 Puntos

Puntos obtenidos: ____

SUMA TOTAL DE LOS PUNTOS OBTENIDOS: _____

PUNTUACIÓN MAXIMA ALCANZABLE: 20 PUNTOS

NOTAS Y COMENTARIOS:

RECOMENDACIONES:

AUDITOR: _____

Zonas Sísmicas-Terremotos



Figura 24 Mapa de Zonas Sísmicas, CENAPRED, Atlas Nacional de Riesgos.

4.2 Instalaciones y Edificios

Centro de Trabajo:

Fecha:

1) Distribución de las Instalaciones

Escala: 0-5

(Sume el valor de las opciones)

- a) El espacio entre las instalaciones está de acuerdo a la normatividad de PEMEX-Transformación Industrial. (GPEI-SI-30600, etc.) 0-0.5 Puntos
- b) Están distribuidas en un mismo nivel o en varios niveles de terrenos. 0-0.5 Puntos
- c) Existen pendientes para canalizar los derrames o inundaciones con sistemas de drenaje adecuados. 0-0.5 Puntos
- d) Está considerada la dirección de los vientos dominantes y reinantes. 0-0.5 Puntos
- e) La distancia entre las instalaciones y la barda perimetral es adecuada. 0-0.5 Puntos
- f) La localización de las unidades industriales está de acuerdo a su riesgo, (Ejemplo: Áreas de almacenamiento de gas, productos tóxicos o inflamables). 0-0.5 Puntos
- g) Está considerada la corrosión que puede causar las neblinas y/o gases (internas y externas). 0-0.5 Puntos
- h) Las rutas de acceso y escape en edificios de oficinas o de servicio son apropiadas. 0-0.5 Puntos
- i) Se cuenta con puertas y barreras contra explosión y/o incendio. 0-0.5 Puntos
- j) Las vialidades son funcionales y con señales adecuadas. 0-0.5 Puntos

Puntos obtenidos: ____

2) Código de Diseño y Construcción

Escala: 0-5

(Sume el valor de las opciones)

- a) En el diseño mecánico se tomaron en cuenta los códigos internacionales reconocidos: ASME, ANSI, etc. 0-0.5 Puntos
- b)

- | | | |
|----|--|---------------------------------------|
| | En el diseño eléctrico se tomaron en cuenta los códigos internacionales reconocidos: NEC, NFPA, API, etc. | <input type="checkbox"/> 0-0.5 Puntos |
| c) | En el diseño de la obra civil se tomó en cuenta la normatividad de Petróleos Mexicanos. | <input type="checkbox"/> 0-0.5 Puntos |
| d) | En el diseño del equipo se tomaron en cuenta los códigos internacionales reconocidos: ASME, TEMA, etc. | <input type="checkbox"/> 0-0.5 Puntos |
| e) | En el diseño para la seguridad industrial y contraincendios se tomó en cuenta las especificaciones: PEMEX-Transformación Industrial, NFPA, API, etc. | <input type="checkbox"/> 0-0.5 Puntos |
| f) | Se respetaron los diseños integrales de los diseñadores y/o fabricantes. | <input type="checkbox"/> 0-0.5 Puntos |
| g) | La calidad de las normas y estándares utilizados en la construcción de la instalación fue buena. | <input type="checkbox"/> 0-0.5 Puntos |
| h) | Se han detectado materiales (metales, aislantes, juntas, etc.) diferentes a los de diseño. | <input type="checkbox"/> 0-0.5 Puntos |
| i) | La calidad utilizada en la construcción es buena. | <input type="checkbox"/> 0-0.5 Puntos |
| j) | La calidad de la compañía contratista es reconocida. | <input type="checkbox"/> 0-0.5 Puntos |

Puntos obtenidos: _____

3) Códigos de Recepción, Pruebas y Arranque

Escala: 0-5

(Sume el valor de las opciones)

- | | | |
|----|--|---------------------------------------|
| a) | La recepción fue a través de un grupo técnico de la rama operativa. | <input type="checkbox"/> 0-1 Punto |
| b) | Se certificó el cumplimiento de los códigos y estándares (pruebas no destructivas, pruebas hidrostáticas, etc.) para garantizar la correcta construcción de las instalaciones. | <input type="checkbox"/> 0-1 Punto |
| c) | Están documentadas todas las certificaciones o pruebas de recepción de las instalaciones. (res de contraincendios, etc.) | <input type="checkbox"/> 0-0.5 Puntos |
| d) | Participó la rama operativa en las pruebas de arranque. | <input type="checkbox"/> 0-0.5 Puntos |
| e) | Se corrigieron las anomalías y desviaciones encontradas durante la etapa de arranque, certificándose que se cumplieran. | <input type="checkbox"/> 0-0.5 Puntos |

- f) Si se ha modificado el diseño, existe un análisis de riesgo quedando debidamente registradas las modificaciones en planos y documentos autorizados. 0-0.5 Puntos
- g) Existe acta de inexistencia de condiciones inseguras debidamente firmada por la parte operativa, constructora y la parte rectora de seguridad en el organismo. 0-1 Punto

Puntos obtenidos: ____

4) Antigüedad y Condiciones Físicas de las Instalaciones

Escala: 0-5 (Sume el valor de las opciones)

- a) El estado físico de las instalaciones es adecuado.
 *Hay limpieza, orden y la apariencia es agradable.
 *No existen derrames, fugas o goteos.
 Las instalaciones eléctricas están completas, bien identificadas, sujetas y sin conexiones provisionales.
 *El registro y control estadístico de líneas y equipos es el indicado por la normatividad vigente de PEMEX- Transformación Industrial (GPASI-IT-0204).
 *Recubrimiento retardante contra el fuego se encuentra en excelentes condiciones. 5 Puntos
- b) La calidad es buena. 4 Puntos
- c) La calidad es regular. 3 Puntos
- d) La calidad es deficiente. 2 Puntos
- e) La calidad es mala. 1 Punto
- f) La calidad es pésima o no existe. 0 Puntos

Puntos obtenidos: ____

SUMA TOTAL DE LOS PUNTOS OBTENIDOS: _____

PUNTUACIÓN MAXIMA ALCANZABLE: 20 PUNTOS

NOTAS Y COMENTARIOS:

RECOMENDACIONES:

AUDITOR:

4.3 Administración de la Seguridad y Control de Perdidas

Centro de Trabajo:

Fecha:

1) Capacitación y Entrenamiento del Personal

Escala: 0-2

(Sume el valor de las opciones)

- a) Se tiene un organigrama administrativo autorizado, completo y adecuado a las instalaciones. 0-0.4 Puntos
- b) En la política de contratación se contempla: La cartilla de seguridad y la escolaridad para los movimientos de ascenso, sustituciones, etc. 0-0.4 Puntos
- c) Existe un programa de capacitación inicial para el personal de nuevo ingreso, complementado con temas de seguridad industrial. 0-0.4 Puntos
- d) Existe un programa de capacitación y entrenamiento continuo y se supervisa que este se cumpla. 0-0.4 Puntos
- e) Existen instalaciones y recursos necesarios para cumplir con el programa de capacitación y entrenamiento. 0-0.4 Puntos

Puntos obtenidos: ____

2) Programas y Procedimientos de Mantenimiento

Escala: 0-3

(Seleccione una opción)

- a) El mantenimiento cumple en tiempo y en calidad con los conceptos de PREDICCIÓN, PREVENCIÓN Y CORRECCIÓN.
**Es llevado en un sistema informático.*
**Existe interrelación con los almacenes del centro de trabajo para conocer la existencia y calidad de las refacciones.*
**Existe un suministro oportuno y adecuado de las refacciones necesarias.*
**Los talleres son los adecuados para el tamaño de las instalaciones.*
**En los talleres existen procedimientos actualizados para cada actividad que se realiza.*
**Se cuenta con un control estadístico y reportes de todas las reparaciones que se efectúan.* 3 Puntos
- b) Se contempla lo descrito en el inciso "a" pero su calidad es regular. 2 Puntos
- c) Se contempla lo descrito en el inciso "a" pero su calidad es deficiente. 1 Punto

- d) No existe nada de lo descrito en el inciso "a" o apenas lo están iniciando. 0 Puntos

Puntos obtenidos: ____

3) Programas y Procedimientos de Inspección

Escala: 0-3 (Seleccione una opción)

- a) Existen Programas para la realizar la inspección física de las instalaciones, así como de líneas, equipos, etc.
**Existen procedimientos actualizados para llevar a cabo la inspección.*
**Todos los hallazgos y anomalías son reportados dando le seguimiento hasta su conclusión.*
**Existen diagnósticos de vida útil debidamente registrados.*
**Es aceptable la calidad de las pruebas no destructivas.*
**Las pruebas a las válvulas de alivio se realizan de acuerdo a la normatividad vigente, llevando el registro correspondiente.* 3 Puntos

- b) Se contempla lo descrito en el inciso "a" pero su calidad es regular. 2 Puntos

- c) Se contempla lo descrito en el inciso "a" pero su calidad es deficiente. 1 Punto

- d) No existe nada de lo descrito en el inciso "a" o apenas lo están iniciando. 0 Puntos

Puntos obtenidos: ____

4) Programas y Procedimientos de Operación

Escala: 0-3 (Seleccione una opción)

- a) La comunicación entre el cuarto de control y el campo es la adecuada.
**Los procedimiento para la operación, paro, arranque y respuesta en emergencia están por escrito, actualizados y disponibles en el cuarto de control.*
**Existen los libros o bitácoras de registro por turno de los operadores.*
**Existe un registro de los permisos de trabajo que se estén ejecutando, terminados o suspendidos (DG-GPASI-SI-2310)*
**Se da una respuesta adecuada, por parte del personal de operación, a las alarmas en el cuarto de control, así como en el campo.* 3 Puntos

- b) Se contempla lo descrito en el inciso "a" pero su calidad es regular. 2 Puntos

- c) Se contempla lo descrito en el inciso "a" pero su calidad es deficiente. 1 Punto
- d) No existe nada de lo descrito en el inciso "a" o apenas lo están iniciando. 0 Puntos

Puntos obtenidos: ____

5) Seguridad, Vigilancia y Permiso de Trabajo

Escala: 0-3

(Seleccione una opción)

- a)
- Existe un documento escrito que defina las políticas de seguridad el cual ha sido difundido y es conocido por todo el personal.
**Existe un reglamento de seguridad el cual ha sido difundido y es conocido por todo el personal.*
**Se utiliza en forma adecuada la ropa y el EPP, su abastecimiento y entrega son oportunos.*
**Existen letreros o avisos preventivos, restrictivos e informativos en las áreas.*
**Existe un sistema de permiso de trabajo bien definido, con aplicación efectiva y auditado periódicamente.*
**Existen medios de comunicación para las emergencias, se encuentran incorporados a los sistemas de ayuda local o nacional (CLAM, SINAPROC, etc.)*
**Se llevan a cabo auditorias de seguridad industrial e inspecciones preventivas formales con reportes escritos y seguimiento hasta conclusión de las recomendaciones.*
**Se cuenta con personal de vigilancia adiestrado y equipado adecuadamente en los accesos y salidas de las instalaciones.*
**Se cuenta con una protección física adecuada de las instalaciones.*
- 3 Puntos

- b) Se contempla lo descrito en el inciso "a" pero su calidad es regular. 2 Puntos
- c) Se contempla lo descrito en el inciso "a" pero su calidad es deficiente. 1 Punto
- d) No existe nada de lo descrito en el inciso "a" o apenas lo están iniciando. 0 Puntos

Puntos obtenidos: ____

6) Control de Contratistas

Escala: 0-3

(Seleccione una opción)

- a) Existe una selección previa de acuerdo a un proceso de licitación formal.
**Se exige y se comprueba la capacitación en seguridad industrial a los trabajadores de compañías.*
**La compañía contratista aplica una política disciplinaria.*
**Se aplica el reglamento para los contratistas de PEMEX-Transformación Industrial (DG-GPASI-SI-8200).*
**Se les obliga a utilizar el permiso de trabajo vigente en el centro de trabajo.*
**Existe una buena supervisión sobre los trabajos que desarrollan los contratistas.* 3 Puntos
- b) Se contempla lo descrito en el inciso "a" pero su calidad es regular. 2 Puntos
- c) Se contempla lo descrito en el inciso "a" pero su calidad es deficiente. 1 Punto
- d) No existe nada de lo descrito en el inciso "a" o apenas lo están iniciando. 0 Puntos

Puntos obtenidos: ____

7) Procedimiento de Modificaciones

Escala: 0-3

(Seleccione una opción)

- a) Existe un procedimiento escrito para realizar las modificaciones.
**Se realiza un análisis de riesgos para cada modificación o cambio que se efectúa.*
**Participan todas las especialidades técnicas en el análisis de riesgo.*
**Todas las modificaciones, se asientan en planos y documentos.*
**Se autoriza con nombre y firma de las personas que aprueban la modificación, así como el visto bueno de la máxima autoridad de la instalación.*
**Se audita la aplicación del procedimiento de modificaciones de PEMEX-Transformación Industrial (GPASI-IT-4901).* 3 Puntos
- b) Se contempla lo descrito en el inciso "a" pero su calidad es regular. 2 Puntos
- c) Se contempla lo descrito en el inciso "a" pero su calidad es deficiente. 1 Punto

- d) No existe nada de lo descrito en el inciso "a" o apenas lo están iniciando. 0 Puntos

Puntos obtenidos: ____

8) Planes y Propuestas de Emergencia

Escala: 0-3 (Seleccione una opción)

- a)
- Existe un plan de emergencia autorizado y actualizado (GPASI-SI-8900)
**Existe un plan de emergencia que contemple lo siguiente:*
- 1) Una autoridad de mando.
 - 2) Funciones definidas para cada una de las entidades que intervienen.
 - 3) Un directorio telefónico actualizado.
 - 4) A quien comunicar la emergencia, tanto al personal de la empresa como a los ajenos a esta.
 - 5) Con rutas de evacuación.
 - 6) Inventarios actualizados de los materiales y equipos para ayuda y conraincendios.
 - 7) Censo de personal capacitado y entrenado para combate de emergencias.
 - 8) Circuitos de auxilio internos y externos a PEMEX.
 - 9) Un centro de comando de emergencias.
- b) Se contempla lo descrito en el inciso "a" pero su calidad es regular. 2 Puntos
- c) Se contempla lo descrito en el inciso "a" pero su calidad es deficiente. 1 Punto
- d) No existe nada de lo descrito en el inciso "a" o apenas lo están iniciando. 0 Puntos

Puntos obtenidos: ____

9) Aseguramiento de la Calidad y Control de Perdidas

Escala: 0-3 (Sume el valor de las opciones)

- a) Existen políticas de aseguramiento de la calidad, así como manuales de acuerdo a la ISO-9000. 1.4 Puntos
- b) Se lleva un registro de todos los accidentes. 0.2 Puntos
- c) Se analizan todos los accidentes. 0.2 Puntos
- d) Se da seguimiento a las recomendaciones de los análisis de accidentes hasta su cumplimiento. 0.2 Puntos

- e) Se registran todos los incidentes (GPASI-SI-6100). ☐ 0.2 Puntos
- f) Se analizan todos los incidentes. ☐ 0.2 Puntos
- g) Se da seguimiento a las recomendaciones de los análisis de incidentes hasta su cumplimiento. ☐ 0.2 Puntos
- h) Se cuenta con una estadística de todos los accidentes personales. ☐ 0.2 Puntos
- i) Se cuenta con una estadística de todos los incidentes industriales. ☐ 0.2 Puntos

Puntos obtenidos: ____

SUMA TOTAL DE LOS PUNTOS OBTENIDOS: _____

PUNTUACIÓN MÁXIMA ALCANZABLE: 26 PUNTOS

NOTAS Y COMENTARIOS:

RECOMENDACIONES:

AUDITOR:

4.4 Peligros Inherentes A Los Procesos

Centro de Trabajo:

Fecha:

1) Diseño del Proceso

Escala: 0-5

(Seleccione una opción)

La tecnología usada en el proceso es:

- | | | | |
|----|---|--------------------------|----------|
| a) | Moderna, Reconocida y Confiable. | <input type="checkbox"/> | 5 Puntos |
| b) | Antigua, Reconocida y Confiable. | <input type="checkbox"/> | 4 Puntos |
| c) | Obsoleta, pero Reconocida y Confiable. | <input type="checkbox"/> | 3 Puntos |
| d) | Moderna y No Reconocida o No Confiable. | <input type="checkbox"/> | 2 Puntos |
| e) | Antigua y No Reconocida o No Confiable. | <input type="checkbox"/> | 1 Punto |
| f) | Obsoleta No Reconocida o No Confiable. | <input type="checkbox"/> | 0 Puntos |

Puntos obtenidos: ____

2) Protección, Control e Instrumentación de los Procesos

Escala: 0-5

(Seleccione una opción)

El control operacional es:

- | | | | |
|----|--|--------------------------|----------|
| a) | Avanzado y en buen estado. | <input type="checkbox"/> | 5 Puntos |
| b) | Distribuido y en buen estado. | <input type="checkbox"/> | 4 Puntos |
| c) | Distribuidos, pero con puentes y fallas. | <input type="checkbox"/> | 3 Puntos |
| d) | Electrónico y en buen estado. | <input type="checkbox"/> | 3 Puntos |
| e) | Electrónico, pero con puentes y fallas. | <input type="checkbox"/> | 2 Puntos |
| f) | Neumático y en buen estado. | <input type="checkbox"/> | 2 Puntos |
| g) | Neumático, pero con puentes y fallas. | <input type="checkbox"/> | 1 Punto |
| h) | Manual y en buen estado. | <input type="checkbox"/> | 1 Punto |
| i) | Manual, pero con deficiencias. | <input type="checkbox"/> | 0 Puntos |
| j) | No hay instrumentación. | <input type="checkbox"/> | 0 Puntos |

Puntos obtenidos: ____

3) Almacenamiento y Manejo de Materiales Peligrosos

(No hidrocarburos, Excepto Gas L.P.)

Escala: 0-5

(Seleccione una opción)

- a) *El inventario de productos tóxicos o peligrosos es en cantidad moderada y se encuentra almacenado en lugar seguro y apropiado.*
- *El manejo de estos productos es con el equipo apropiado, el cual está en buen estado y se inspecciona con frecuencia.
*Los cuartos de control, subestaciones eléctricas y cuartos de motores se encuentran presurizados.
*Las edificaciones son resistentes a explosiones.
*Los equipos de transporte son controlados y continuamente revisados.
- | | |
|--------------------------|----------|
| <input type="checkbox"/> | 5 Puntos |
|--------------------------|----------|

- c) Se contempla lo descrito en el inciso "a" pero con altos inventarios. 4 Puntos
- d) Se contempla lo descrito en el inciso "a" pero con inventarios moderados y con una deficiencia de lo mencionado. 3 Puntos
- e) Se contempla lo descrito en el inciso "a" con 2 o 4 deficiencias de lo mencionado. 2 Puntos
- f) Se contempla lo descrito en el inciso "a" con más de 4 deficiencias de lo mencionado. 1 Punto
- g) Lo descrito en el inciso "a" esta deficiente y en mal estado en todos los puntos. 0 Puntos

Puntos obtenidos: ____

4) Confiabilidad de los Servicios

Escala: 0-5

(Seleccione una opción)

- a) *Existe autosuficiencia y respaldo en agua, vapor, electricidad y aire con algunos excedentes.*
*Existe disponibilidad de combustible y materias primas para unos servicios confiables. 5 Puntos
- b) Los servicios auxiliares y materias primas son externos, pero confiables y con respaldo eléctrico. 5 Puntos
- c) Se contempla lo descrito en el inciso "a" o "b" pero no muy confiables y con respaldo eléctrico. 4 Puntos
- d) Se contempla lo descrito en el inciso "a" o "b" pero poco confiables y con respaldo eléctrico. 3 Puntos
- e) Se contempla lo descrito en el inciso "a" o "b" pero no confiables y con respaldo eléctrico. 2 Puntos
- f) Se contempla lo descrito en el inciso "a" o "b" pero no confiables y en mal estado el respaldo eléctrico. 1 Punto
- g) Lo descrito en el inciso "a" no es confiable y sin respaldo eléctrico. 0 Puntos

Puntos obtenidos: ____

5) Peligros por el Factor Humano

Escala: 0 - 4

(Selecciones una opción)

- a) El personal se encuentra capacitado, entrenado y con una actitud adecuada para la operación normal o en caso de emergencia. 4 Puntos
- b) El personal es habilitado, pero tiene capacitación, está entrenado medianamente y con buena actitud. 3 Puntos
- c) El personal no está capacitado, fue impuesto, mal entrenado y con actitud regular. 2 Puntos
- d) El personal tiene aptitud buena pero mala actitud o mala aptitud, pero buena actitud. 1 Punto
- e) El personal no está capacitado y con mala actitud. 0 Puntos

Puntos obtenidos: ____

SUMA TOTAL DE LOS PUNTOS OBTENIDOS: _____

PUNTUACIÓN MAXIMA ALCANZABLE: 24 PUNTOS

NOTAS Y COMENTARIOS:

RECOMENDACIONES:

AUDITOR: -----

4.5 Protección Contra Incendios

Centro de Trabajo:

Fecha:

1) Sistemas de Protección de Incendios

Escala: 0-7

(Selecciones una opción)

- a) Existen sistemas de detección para: Humos, Mezclas Explosivas o incendio en las áreas de almacenamiento de gas, de hidrocarburos líquidos, subestaciones eléctricas, llenaderas y descargaderas, drenajes, plantas de proceso con productos inflamables y/o tóxicos, cuartos de control, oficinas, laboratorios, casas de bombas, compresores, etc. Estos sistemas son confiables y alarman en los tableros de control o vigilancia, los detectores cuentan con activación automática de los sistemas de contra incendio para el control de las emergencias. 7 Puntos
- b) Se contempla lo descrito en el inciso "a" pero en las áreas importantes no cuentan con un sistema de activación automática, 6 Puntos
- c) Se contempla lo descrito en el inciso "a" pero en algunas de las áreas importantes. 5 Puntos
- d) Se encuentran instalados algunos de los sistemas de detección que son apropiados, pero no cubren el total de las áreas que lo requieren. 4 Puntos
- e) Se contempla lo descrito en el inciso "a" pero no todos son apropiados para el servicio requerido y no todas las áreas que lo requieren están protegidas. 3 Puntos
- f) Se contempla lo descrito en el inciso "a" pero no todos son apropiados para el servicio requerido y pocas áreas que lo requieren están protegidas. 2 Puntos
- g) Se contempla lo descrito en el inciso "a" pero no son apropiadas para el servicio requerido y muy pocas áreas están protegidas. 1 Punto
- h) No hay sistemas de detección. 0 Puntos

Puntos obtenidos: ___

2) Sistemas Fijos de Protección Contra Incendios

Escala: 0-8

(Selecciones una opción)

- a) *De acuerdo al estudio de riesgo mayor se cuenta con el volumen de agua y liquido formador de espuma*

mecánica necesaria para atender la emergencia.

*Es suficiente la capacidad de almacenamiento de agua de contra incendio para el riesgo mayor durante un mínimo de 4 horas.

*Se tiene una red de contra incendios bien diseñada con los accesorios adecuados y con un buen mantenimiento.

*Se tienen disponibles y actualizados los planos de la red de agua contra incendios.

*Existe un programa semanal y anual de pruebas de funcionamiento de las bombas de agua contra incendio y líquido formador de espuma.

*El sistema de bombeo eléctrico o de combustión interna cumple en:

-Número, Capacidad, Arranque automático y/o arranque remoto.

-Cuenta con bombeo jockey que mantenga la presión requerida.

-Se realizan las pruebas de capacidad y funcionamiento de acuerdo a un programa anual establecido, utilizando los hidrantes, monitores y mangueras.

*Se cuenta con un programa para la prueba de:

-Sistemas fijos de esperas para proteger a todas las áreas de las plantas y edificios.

-Sistemas de presión balanceada e instalaciones apropiadas para el manejo de generación de espuma mecánica.

-Sistemas fijos y automáticos a base de CO₂ u otro agente extintor en los equipos eléctricos.

*Los puntos anteriormente mencionados tienen un programa de mantenimiento adecuado.

8 Puntos

b) Se contempla lo descrito en el inciso "a" pero están protegidas la mayoría de las áreas de la instalación.

7 Puntos

c) Se contempla lo descrito en el inciso "b" pero la operación es manual y no todas las áreas están protegidas.

6 Puntos

d) Se contempla lo descrito en el inciso "c" pero, pero únicamente se protegen las áreas con monitores e hidrantes.

5 Puntos

e) Se contempla lo descrito en el inciso "d" pero únicamente se protegen las áreas con hidrantes y mangueras que aseguran el alcance de las áreas con la longitud de 2 mangueras desde diferentes posiciones.

4 Puntos

f) Se contempla lo descrito en el inciso "e" pero únicamente se protegen las áreas con hidrantes y mangueras que no aseguran el alcance de las áreas con la longitud de 2 mangueras desde diferentes posiciones.

3 Puntos

- g) Existe una toma de hidrante en el exterior de la planta con un suministro suficiente de agua que provenga de una fuente externa. 2 Puntos
- h) No existe un suministro adecuado de agua y no son suficientes los hidrantes y mangueras. 1 Punto
- i) No existen sistemas fijos para la extinción de incendios. 0 Puntos

Puntos obtenidos: __

3) Vehículos y Equipo Portátil de Protección Contra Incendios

Escala: 0-5 (Selecciones una opción)

- a) *Existen vehículos contra incendio apropiados para cubrir los riesgos en las instalaciones y en número adecuado (en donde se requieran).*
 *Existen bombas portátiles adecuadas a los riesgos de las instalaciones.
 *Los tipos de extintores portátiles están de acuerdo a las unidades de riesgo calculadas en las instalaciones.
 *Existen accesorios contra incendio suficientes para combatir los incendios. 5 Puntos
- b) *Los vehículos contra incendios disponibles, son en un número menor a las necesidades del centro de trabajo (En donde se requieran).*
 *Los extintores, mangueras y accesorios son suficientes en número y distribución en las instalaciones. 4 Puntos
- c) *Se tiene un vehículo contra incendio inadecuado o no existe (En donde no se requiera).*
 *Se cuenta con extintores, mangueras u accesorios que cubren los riesgos. 3 Puntos
- d) Se cuenta con extintores, mangueras y accesorios en números y distribución, pero no son las adecuadas a los riesgos. 2 Puntos
- e) Existe algunos extintores, mangueras y accesorios, pero no son adecuadas en número, distribución o tipo. 1 Punto
- f) No existen extintores, mangueras y accesorios, pueden existir algunos, pero no son los adecuados. 0 Puntos

Puntos obtenidos: __

4) Disponibilidad de apoyo externo para combate de emergencias mayores

Escala: 0-5

(Selecciones una opción)

- a) *Existe un cuerpo de bomberos profesionales en la región.*
*Existe personal de otras empresas de la región, capacitado y entrenado en forma adecuada.
*Existe un programa de ayuda mutua entre las empresas vecinas (Se realizan simulacros conjuntos). 5 Puntos
- b) Si consideramos que lo mencionado en el inciso "a" se considera de una calidad muy buena. 4 Puntos
- c) Si consideramos que lo mencionado en el inciso "a" se considera de una calidad buena. 3 Puntos
- d) Si consideramos que lo mencionado en el inciso "a" se considera de una calidad regular. 2 Puntos
- e) Si consideramos que lo mencionado en el inciso "a" se considera de una calidad mínima. 1 Punto
- f) Si consideramos que lo mencionado en el inciso "a" no existe o es claramente inadecuado. 0 Puntos

Puntos obtenidos: __

SUMA TOTAL DE LOS PUNTOS OBTENIDOS: _____

PUNTUACIÓN MÁXIMA ALCANZABLE: 25 PUNTOS

NOTAS Y COMENTARIOS:

RECOMENDACIONES:

AUDITOR: -----

4.6 Otros

Centro de Trabajo:

Fecha:

1) Criterios adicionales a considerar en la evaluación.

(Seleccione las opciones

Escala: +7 a -15 apropiadas)

- a) Existió una participación activa de las autoridades de la instalación durante la evaluación. -1 a 0 Puntos
- b) La información solicitada antes, durante y posteriormente a la evaluación fue oportuna y estuvo disponible. -1 a 0 Puntos
- c) La actitud durante las entrevistas, cuestionarios, aclaraciones, dudas, etc. Fueron honestas, cordiales y positivas. -1 a 0 Puntos
- d) Las recomendaciones, observaciones y comentarios fueron discutidos positivamente, aceptadas o rechazadas de acuerdo a la razón. -1 a 0 Puntos
- e) Existen situaciones no contempladas en la evaluación como condiciones de riesgo, actos inseguros, etc. Que representan escenarios de alto riesgo, comparados con lo normalmente aceptable. -5 a 0 Puntos
- f) Existen mejoras a los riesgos superiores a lo normalmente observable. 0 a +5 Puntos
- g) Existen incongruencias entre la revisión documental, entrevista, etc. Y lo observado durante los recorridos. -3 a 0 Puntos
- h) Grado de atención a recomendaciones de auditorías anteriores. -3 a +2 Puntos

Puntos Obtenidos: __

4.7 Resumen de Calificaciones para los Elementos de Importancia Mayor

Centro de Trabajo:

Fecha:

Nombre del Auditor:

ELEMENTOS DE IMPORTANCIA MAYOR	PUNTUACIÓN	CALIFICACIÓN
A.- UBICACIÓN		
1) Zonas Sísmicas-Terremotos.	5	_____
2) Clima y Riesgos Naturales.	5	_____
3) Riesgo Hacia o por Terceros.	10	_____
PUNTUACIÓN MÁXIMA ALCANZABLE:	20	_____
B.- INSTALACIONES Y EDIFICIOS		
1) Distribución de las Instalaciones.	5	_____
2) Códigos de Diseño y Construcción.	5	_____
3) Códigos de Recepción, Prueba y Arranque	5	_____
4) Antigüedad y Condiciones Físicas de las Instalaciones	5	_____
PUNTUACIÓN MÁXIMA ALCANZABLE:	20	_____
C.- ADMINISTRACIÓN DE LA SEGURIDAD Y CONTROL DE PÉRDIDAS		
1) Capacitación y Entrenamiento del Personal.	2	_____
2) Programas y Procedimientos de Mantenimiento.	3	_____
3) Programas y Procedimientos de Inspección.	3	_____
4) Programas y Procedimientos de Operación.	3	_____
5) Seguridad, Vigilancia y Permisos de Trabajo.	3	_____
6) Control de Contratistas.	3	_____
7) Procedimientos de Modificaciones.	3	_____
8) Planes y Respuestas de Emergencias.	3	_____
9) Aseguramiento de la calidad y control de Pérdidas.	3	_____
PUNTUACIÓN MÁXIMA ALCANZABLE:	26	_____
D.-PELIGROS INHERENTES A LOS PROCESOS		
1) Diseño del Proceso	5	_____
2) Protección, Control e Instrumentación de los Procesos.	5	_____
3) Almacenamiento y Manejo de Materiales Peligroso. (No Hidrocarburos)	5	_____
4) Confiabilidad de los Servicios.	5	_____
5) Peligros por el Factor Humano	4	_____
PUNTUACIÓN MÁXIMA ALCANZABLE:	24	_____
E.- PROTECCIÓN CONTRA INCENDIO		
1) Sistemas de Detección de Incendios.	7	_____
2) Sistemas Fijos de Protección Contra Incendios.	8	_____
3) Vehículos y Equipo Portátil de Protección Contra Incendios.	5	_____
4) Disponibilidad de Apoyo Externo para Combate de		_____

5) Emergencias Mayores. 5 _____

PUNTUACIÓN MÁXIMA ALCANZABLE: 25 _____

**F.-
OTROS**

1) Criterios Adicionales a Considerar en la Evaluación. +7 a -15 _____

INDICE DE RIESGO DE LA INSTALACIÓN: _____

5. ATLAS DE RIESGO INDUSTRIAL

5.1 Definición y Metodología

En los últimos años una herramienta necesaria para la evaluación, el control, el seguimiento y la representación gráfica de los riesgos que ocasionan accidentes o enfermedades profesionales laborales ha sido el Atlas de Riesgo. Por lo que se sistematiza y adecua para proporcionar la seguridad de crear y mantener los ambientes y condiciones laborales, que contribuyan al cuidado de la salud de los trabajadores, así como el mejor desarrollo de sus actividades laborales cotidianas.

Los fundamentos del Atlas de Riesgo están basados en cuatro principios básicos:

- Eliminar los riesgos en el trabajo.
- Los trabajadores no delegan en nadie el control de su salud.
- Los trabajadores más “interesados” son los más competentes para decidir sobre las condiciones ambientales que laboran.
- La experiencia de los trabajadores sobre el ambiente laboral donde se desempeñan, debe estimularlos al desempeño de mejoras continuas.

Por lo anterior podemos indicar la importancia de consultar a los trabajadores en la utilización de cualquier herramienta para el control y prevención de riesgos, como es el caso de los Atlas de Riesgo.

Podemos definir el Atlas de Riesgo como una representación gráfica que por medio de símbolos de uso general o adoptados, indicando el índice de exposición ya sea con forme a la tabla siguiente:

Índice de Exposición	Definición
Muy Bajo (A)	Exposiciones despreciables y esporádicas.
Bajo (B)	Exposiciones controladas con posibilidad de mantenerse así de acuerdo con los criterios de selección y desempeño.
Medio (C)	Las exposiciones están controladas para cumplir con los criterios de selección y desempeño, el control no puede garantizarse.
Alto (D)	Las exposiciones no están adecuadamente controladas para cumplir con los criterios de selección y desempeño, de forma continua o regularme, se exceden de los límites de exposición permitidos.
Muy Alto (E)	Las exposiciones son excesivas y casi con la certeza darán como resultados daños a la salud de las personas expuestas.

Tabla 13 Índice de la Exposición.

De acuerdo a la información recopilada en archivos y los resultados de las mediciones de los factores de riesgos presentes, y en el **Índice de Riesgo** de la instalación con el cual se facilita el control y seguimiento de los mismos, mediante la implantación de programas de prevención.

Por medio de una simbología nos permite representar los agentes generadores de riesgos de Higiene Industrial como son: ruido, iluminación, calor, radiaciones ionizantes y no ionizantes, sustancias químicas y vibración, etc.

En la elaboración del Atlas de Riesgo, los trabajadores son pieza clave para el desarrollo del mismo, ya que éstos suministran información a los especialistas mediante la Auditoría Integral de Seguridad utilizando los check list como herramienta de apoyo, las cuales permiten conocer sus opiniones sobre los agentes generadores de riesgos presentes en al ámbito donde laboran.



Figura 25 Simbología en un Atlas de Riesgo.

Toda la información recopilada en los Atlas de Riesgo debe ser sistemática y actualizable, no debe ser entendida como una actividad puntual, sino como un análisis de datos que permita una adecuada orientación de las actividades preventivas posteriores. La formulación periódica del Atlas de Riesgo está en función de los siguientes factores:

- Tiempo estimado para el cumplimiento de las propuestas de mejoras.
- Situaciones críticas.
- Documentación insuficiente.
- Modificaciones en el proceso.
- Nuevas tecnologías.

De acuerdo al ámbito geográfico a considerar en el estudio, el Atlas de Riesgos se puede aplicar en grandes extensiones como países, estados o en escalas menores como en empresas o partes de ellas y según el tema a tratar éstos pueden estar referidos a Higiene Industrial, Salud Ocupacional, Seguridad Industrial y Asuntos Ambientales.

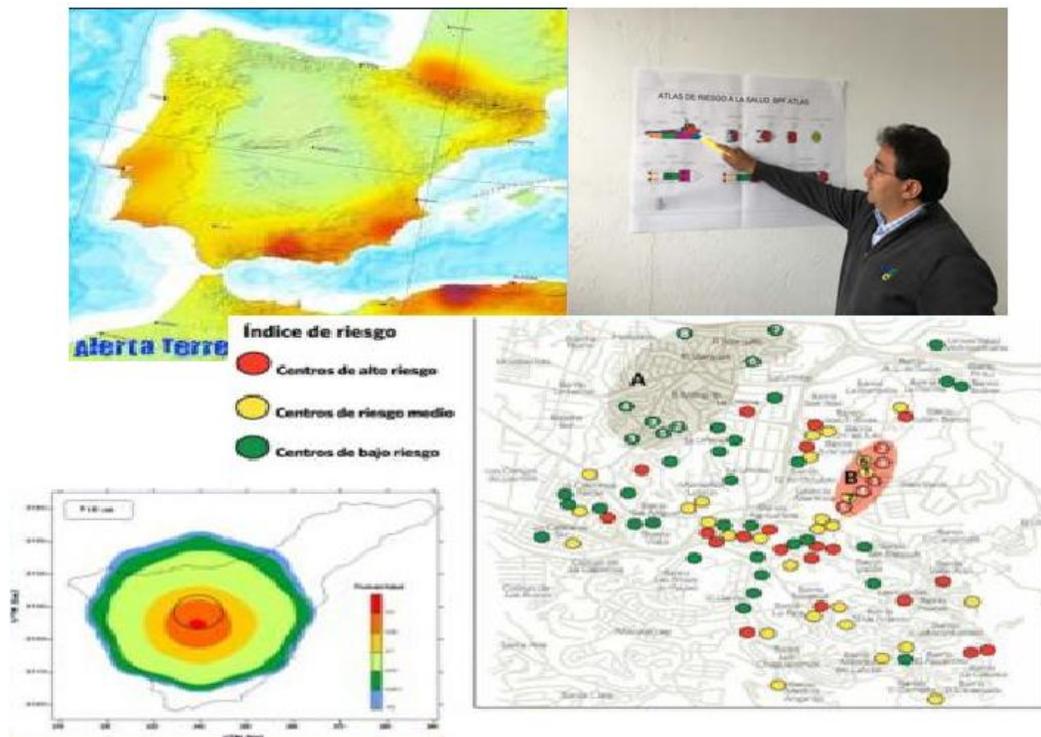


Figura 26 Ejemplos de Atlas de Riesgo.

5.2 Proceso de elaboración de un Atlas de Riesgo

Exige el cumplimiento de los siguientes pasos:



- Formación del Equipo de Trabajo

El equipo de trabajo debe ser integrado por especialistas en las principales áreas preventivas:

- Seguridad Industrial.
- Salud Ocupacional.
- Higiene Industrial.
- Protección al Medio Ambiente.
- Psicología Industrial.

Además, se debe recibir el apoyo de los expertos operacionales, que en su mayoría son supervisores de la instalación.

- Selección del Ámbito

Se debe definir el espacio geográfico a considerar en el estudio y el o los temas a tratar en el mismo.

- Recopilación de Información

Se obtiene documentación histórica y operacional del ámbito geográfico seleccionado, datos del personal que labora en el mismo y planes de prevención existentes. Por lo que la información sobre el período a considerar debe ser en función de las estadísticas reales existentes, de lo contrario, se tomarán a partir del inicio del estudio.

- Identificación de los Riesgos

Dentro de este proceso se realiza la localización de los agentes generadores de riesgos. Entre algunos de los métodos utilizados para la obtención de información, se pueden citar los siguientes:

- **Observación de riesgos obvios:** Se refiere a la localización de los riesgos evidentes que pudieran causar lesión o enfermedades a los trabajadores y/o daños materiales, a través de recorrido por las áreas a evaluar, en los casos donde existan elaborados Mapas de riesgos en instalaciones similares se tomarán en consideración las recomendaciones de Higiene Industrial sobre los riesgos a evaluar.
- **Encuestas:** Consiste en la recopilación de información de los trabajadores, mediante la aplicación de encuestas, sobre los riesgos laborales y las condiciones de trabajo.
- **Lista de Verificación (Check List):** Consiste en una lista de comprobación de los posibles riesgos que pueden encontrarse en determinado ámbito de trabajo.
- **Índice de Peligrosidad:** Es una lista de comprobación, jerarquizando los riesgos identificados.
- **Índice de Riesgo:** Es un informe detallado del nivel de Riesgo general en el que se encuentra la instalación.

5.3 Evaluación del Riesgo

En este punto se realiza la evaluación de riesgos, mediante las técnicas de medición recomendadas por las Normas Nacionales o en su defecto en Normas Internacionales y se complementa esta valoración mediante la aplicación de algunos mecanismos y técnicas que a continuación se citan:

- **Códigos y Normas:** Consiste en la confrontación de la situación real, con patrones de referencia, tales como: guías técnicas, reglamento del trabajo, Normas de la STPS, SEMARNAT, NMX, NRF entre otros.
- **Criterios:** Se refiere a decisiones que se toman basadas en la experiencia.
- **Análisis de Riesgos:** Consiste en un proceso de evaluación sobre las consecuencias de accidentes y la probabilidad de ocurrencia.

5.4 Elaboración del Atlas de Riesgo

Una vez recopilada la información se procede a su análisis para obtener conclusiones y propuestas de mejoras, que se representarán por medio de los diferentes tipos de tablas y en forma gráfica a través del atlas de riesgos utilizando la simbología mostrada.

En la imagen se ve como ejemplo, el Atlas de Riesgos de una Instalación Industrial:

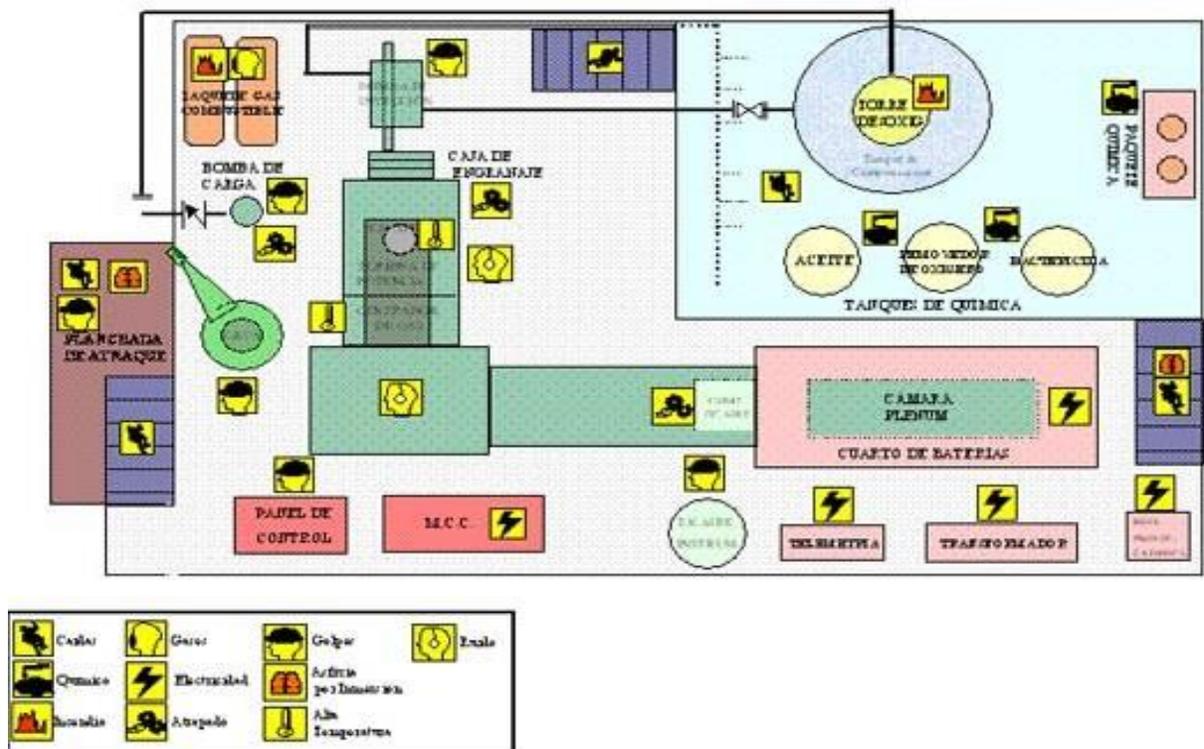


Figura 27 Atlas de Riesgos de una Instalación Industrial.

5.5 Atlas de Salud Ocupacional

Es la representación gráfica sobre el cuerpo humano, del órgano o sistema afectado por riesgos ocupacionales derivados de la exposición laboral durante el desempeño laboral.

Al igual que para la realización del atlas de riesgos, una vez recopilada la información a través de la identificación y evaluación de los factores generadores de los riesgos localizados, se procede a su análisis para obtener conclusiones y propuestas de mejoras, que se representarán por medio de los diferentes tipos de tablas y en forma gráfica a través del atlas de riesgos utilizando símbolos, íconos o representaciones gráficas, con la leyenda correspondiente.

Factores de Riesgo / Efectos a la Salud	
Metanol / Propanol 	Quemadura, Irritación vías respiratorias, Alteración sistema nervioso, Narcosis, Inconciencia, Trastornos Visuales.
Aminas (MEA, UCARSOL, DGA) 	Dermatitis, Asma, Posible Cancerígeno.
Solventes Lubricantes Desengrasantes 	Broncoespasmo, Edema Pulmonar, Asfixia. Puede conllevar a bronquites, Neumonía, Reducción de la capacidad Ventilario, por contacto.
Metano, Etano, Propano 	Disnea, Alteraciones del sistema Nervioso, Mortal (Altas Concentraciones)
Nitrógeno 	Asfixia, Narcosis, Irritación Vías Respiratorias.

Tabla 14 Riesgos a la Salud

La importancia del Mapa Corporal Ocupacional está en la ventaja de ver y orientar rápidamente los órganos y sistemas corporales afectados por la exposición. A continuación, de muestra una tabla con riesgos ocupacionales y efectos a la salud, llevada gráficamente a la conformación del mapa:



Figura 28 Atlas de Salud Ocupacional.

Adicional mente se maneja una tabla que representa el índice de peligro a los agentes identificados:

Índice de Peligro	Definición Según el Potencial para Causar Daño
0	Sin heridas o daños para la salud.
1	Efecto ligero hacia la salud: Sin afectar el desempeño en el trabajo o causa incapacidad, Ej. Radiaciones, polvos, etc.
2	Efectos menores a la salud: Agentes que pueden tener efectos limitados en la salud, los cuales son reversibles. Ej. Agentes irritantes, bacterias que causa envenenamiento, etc.
3	Efectos mayores en la salud: Agentes que causan daños irreversibles sin exponer la vida. Ej. Ruido, Vibraciones en manos y piernas, Alergénicos, etc.
4	Incapacidad total permanente o muerte: Agentes que causan daños irreversibles con capacidad grave o muerte. Ej. Corrosivos, Cancerígeno, Calor, Frío, etc.
5	Muertes Múltiples: Agentes que pueden muertes múltiples. Ej. Químicos, con efectos agudos (CO ₂ , H ₂ S,)

Tabla 15 Índice de peligro de los agentes identificados.

Como complemento de la tabla anterior, se utiliza una matriz de riesgos de salud ocupacional en la cual manejamos las consecuencias potenciales por exposición a agentes y las medidas de exposición de acuerdo con la determinación del índice de exposición:

CONSECUENCIAS POTENCIALES POR EXPOSICIÓN A AGENTES: ÍNDICE DE PELIGRO		MEDIDAS DE EXPOSICIÓN DE ACUERDO CON LA DETERMINACIÓN DEL ÍNDICE DE EXPOSICIÓN				
ÍNDICE	DAÑO A LA PERSONA	MUY BAJA (A)	BAJA (B)	MEDIA (C)	ALTA (D)	MUY ALTA (E)
1	Malestar					
2	Enfermedad menor					
3	Enfermedad mayor					
4	Incapacidad total Permanente/Muerte					
5	Muertes múltiples					

Tabla 16 Matriz de Riesgos a la Salud.

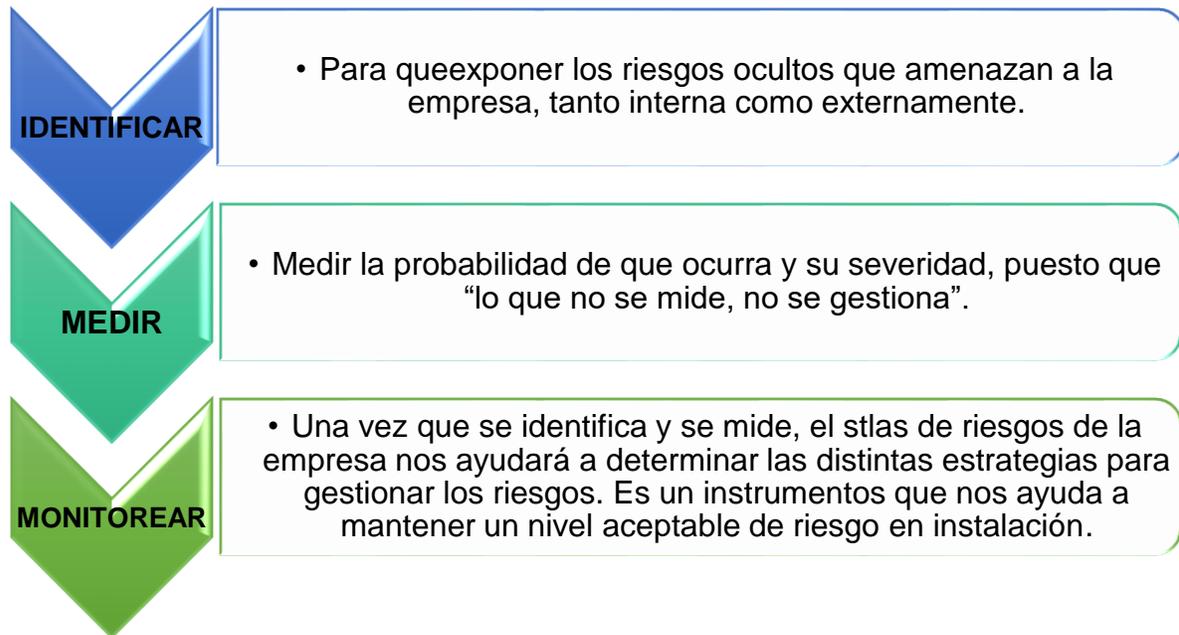
Muy alto riesgo, primera prioridad.
Alto riesgo, segunda prioridad.
Riesgo medio, tercera prioridad.
Bajo riesgos, vigilancia continua.

Tabla 17 Niveles de Riesgo a la Salud.

5.6 Ventajas del Atlas de Riesgo

- El atlas de riesgos es una herramienta útil de control interno que permite presentar una panorámica de los riesgos a los que está expuesta cualquier organización.
- Un atlas de riesgos es un gráfico o croquis, en donde se identifican y se ubican las áreas/actividades/activos (procesos de la empresa) que podrían verse afectados durante la ocurrencia de un evento adverso.
- Permiten identificar de manera gráfica los peligros que tiene una empresa.
- Permiten medir la magnitud de cada riesgo (probabilidad, impacto económico y ambiental).
- Son un instrumento gráfico de gestión de los riesgos que permiten comparar los riesgos por su importancia relativa, así como en conjunto, permitiendo a la empresa poder establecer niveles aceptables de riesgo.

5.7 Etapas del Proceso



Una vez establecidos los parámetros para la Matriz de Riesgo se procede a ingresar los eventos considerando siempre que los mismos nacen de los procesos (macroproceso, proceso, subprocesos).

A cada evento de Riesgo, se le podrá generar un Plan de Respuestas a Emergencias (PRE), con el fin de administrar los mismos, el PRE puede llegar a ser un verdadero proyecto, dependiendo de la complejidad del mismo.

El factor de riesgo laboral se refiere a todos los elementos (objetos, instrumentos, instalaciones, condiciones ambientales, acciones humanas, etc.) que encierran una capacidad potencial de producir lesiones o daños materiales, cuya probabilidad de ocurrencia depende de la eliminación o control del dicho elemento y se clasifican en:

- Físicos (mecánicos y no mecánicos).
- Químicos (gases, vapores, líquidos y sólidos).
- Biológicos.
- Ergonómicos.
- Psicofisiológicos (según las condiciones de trabajo y susceptibilidad individual).

El área de trabajo es el lugar donde se ubica el puesto de trabajo del individuo, escala de clasificación también categórica. El indicador del factor de riesgo es el que describe el tipo de exposición, o la manera de cómo la persona entra en contacto con la fuente generadora o el agente de la lesión. Su escala de clasificación es también categórica. Los trabajadores expuestos son el número de personas que se afectan en forma directa o indirecta por el factor de riesgo presente en el sitio de trabajo, y su escala de clasificación es numérica. Como indicador positivo de control del factor de riesgo se consideró cada una de las medidas de prevención y control que reducen el grado de peligrosidad del factor de riesgo, con una escala de clasificación categórica. Por su parte, el indicador negativo de control del factor de riesgo es cada una de las situaciones peligrosas (técnicas, administrativas, organizativas, etc.), o conductas inseguras que potencializan la peligrosidad de dicho factor, con idéntica escala de clasificación.



Figura 29 Área de Trabajo.

5.8 Técnica del Atlas de Riesgo

Los procedimientos para confeccionar un mapa de riesgos, ya sea de la empresa o del territorio se describe a continuación las etapas en la cual se realiza la técnica a desarrollar.

5.8.1 Caracterización del Lugar

Para elaborar el mapa de riesgos (de una empresa o de un territorio) lo primero que hay que hacer es definir el lugar a estudiar, ya sea una unidad, un departamento o la empresa en su totalidad (o bien una zona agrícola, un distrito industrial, un barrio aledaño a una fábrica, etc.). Además, se debe averiguar la cantidad de trabajadores/as presentes en ese espacio o de habitantes, si es un territorio. También se debe indicar el número de menores o adolescentes que trabajan (o viven) en el lugar.



Figura 30 Ubicación Geográfica Refinería de Tula, Hidalgo.

5.8.3 Ubicación de los riesgos

Corresponde en este momento identificar los riesgos, señalando en el mapa los puntos donde están presentes. Se deben identificar separadamente los puntos donde hay presencia de trabajadores.



Figura 32 Ex Refinería "18 de Marzo"

5.8.4 Valoración de los Riesgos

El siguiente paso es la valoración de los riesgos, que se realiza siguiendo una simple escala sobre la gravedad de riesgos. Como resultado de la valoración, cada riesgo habrá sido identificado con una de las tres categorías siguientes:

- ✓ *Bajo correspondiente a 1 = (+)*
- ✓ *Medio correspondiente a 2 = (++)*
- ✓ *Alto correspondiente a 3 = (+++)*

*El uso de los números o de los signos de adición (+) es opcional.

El color (indicativo del grupo de riesgos) se introduce en el círculo de manera proporcional a la opinión de gravedad y frecuencia del riesgo expresada por los trabajadores.

- ✓ *Un cuarto de círculo para el valor 1 = (+)*
- ✓ *Mitad del círculo para el valor 2 = (++)*
- ✓ *Todo el círculo para el valor 3 = (+++)*

Ejemplo:

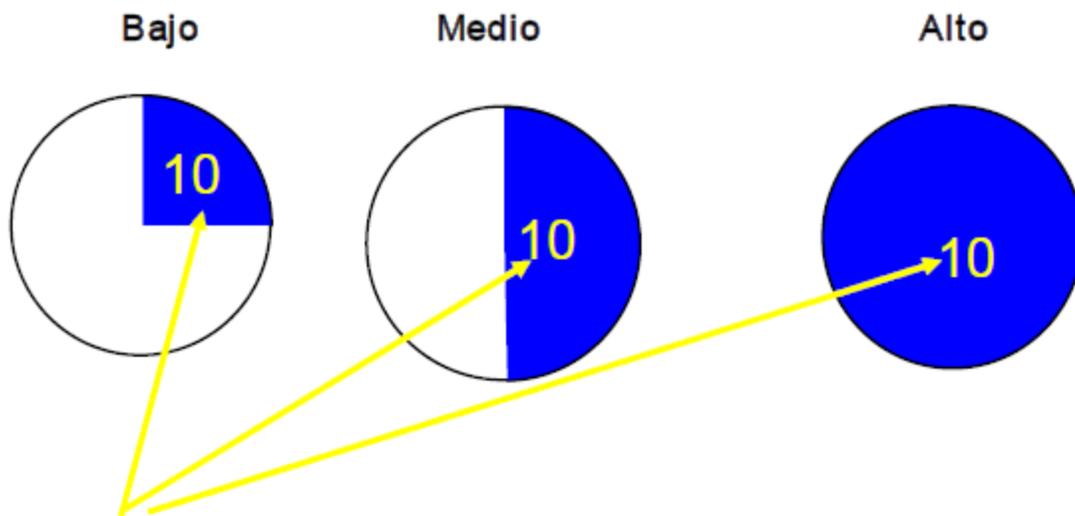


Figura 33 Valoración del Riesgo.

El número 10 indica el número de personas que están expuestas al riesgo (ya sean los trabajadores/as en un mapa de empresa o los habitantes de una zona en el mapa de un territorio).

Un último aspecto, correspondiente a los símbolos de representación de los riesgos es útil para indicar el eventual carácter difundido de la contaminación provocada por el factor de riesgo:

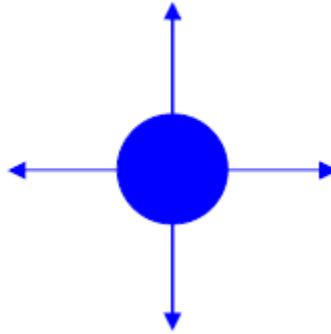


Figura 34 Símbolo que representa la intensidad del riesgo.

De esta manera queda señalado que la presencia del riesgo tiene tal intensidad que involucra también a otros (otros puestos de trabajo, toda el área de trabajo) la zona inmediata al establecimiento o un área mayor) y no solo al punto donde se localiza la emisión o fuente del riesgo. Un ejemplo del uso de estos “rayos” que salen del círculo puede ser los factores que conllevan un riesgo de explosión.

5.9 Representación del Atlas de Riesgo

A continuación, se muestran las diferentes formas o niveles en los que se puede representar el Atlas de Riesgo.

5.9.1 Nivel Regional

En este nivel se interpreta el riesgo de la instalación a una contingencia, la cual puede ser por explosión en tanques de almacenamiento, tuberías de distribución de sustancias, etc.



Figura 35 Atlas de Riesgo a Nivel Regional.

5.9.2 Nivel Instalaciones

En este nivel se interpreta los riesgos identificados mediante la simbología correspondiente ya sea por áreas de trabajo o de instalación completa mediante mapas que ubiquen dichos riesgos.



Figura 36 Atlas de Riesgo a Nivel Instalación.

5.9.3 Nivel Salud Ocupacional

En este nivel de Atlas de Riesgo se manifiestan todos los problemas en materia de salud ocupacional que pueda presentar el trabajador a lo largo de una exposición frecuente a las sustancias de su área de trabajo.

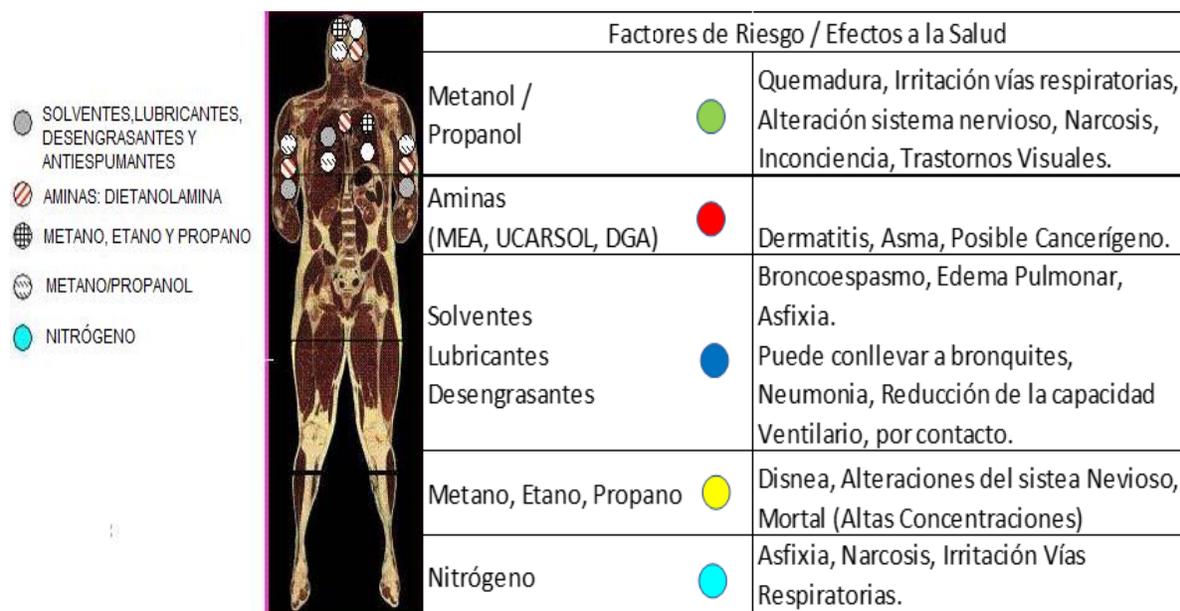


Figura 37 Atlas de Riesgo Nivel Salud Ocupacional.

Una vez finalizado el mapa de riesgos, conviene ponerlo en un lugar visible o difundirlo entre los trabajadores/as o habitantes, así como exponerlo y explicarlo en las asambleas. Con el objetivo de facilitar la comparabilidad y tener una memoria del trabajo realizado.

Conclusiones y Recomendaciones

El índice y el atlas de riesgos son una guía visual que facilita la determinación de las prioridades para la atención y toma de decisiones de determinados riesgos identificados.

Buscan evaluar los eventos determinados de riesgo tomando en cuenta su probabilidad de ocurrencia y su impacto.

Permiten elegir qué riesgos merecen ser tratados a fin de establecer prioridades para su tratamiento y control.

Tanto el índice como el atlas de riesgo, sólo son útil si se elaboran en el contexto de un proceso y procedimientos bien definidos de administración de riesgos. Para el logro de este objetivo, es recomendable que se cumplan al menos tres condiciones:

1. Que los riesgos sean examinados y determinados en función a su relación con los objetivos estratégicos de la empresa.
2. Que la evaluación y análisis de riesgos sean utilizadas efectivamente para elaborar el Plan de Respuestas a Emergencia (PRE) de la entidad sobre cómo enfrentar los riesgos, asignando las prioridades y recursos.
3. Que el índice y el atlas de riesgos estén alineados con el “apetito por el riesgo” del grupo multidisciplinario que lo realizará.

La aplicación de este procedimiento de identificación de peligros y evaluación de riesgos es muy extensa, por lo que se recomienda siempre tener en cuenta el objetivo del proyecto, cumplir con las necesidades requeridas de la empresa al momento de su realización, así mismo, estar siempre actualizado conforme a las normas vigentes aplicables al proceso.

Tener un equipo multidisciplinario bien capacitado para la Auditoría a realizar, también es muy importante las capacidades, los conocimientos y la experiencia del auditor líder quien se encargará de dirigir el proyecto hasta la entrega del informe final a los altos mandos de la empresa.

Bibliografía

- a) *Organización Internacional del Trabajo (OIT). (1998). Enciclopedia de Salud y Seguridad en el Trabajo (Vols. Tomo 3). Madrid, España: Ministerio de Trabajo y Asuntos Sociales, Subdirección General de Publicaciones.*
- b) *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.*
- c) *Norma Oficial Mexicana NOM-008-SCFI-2002. Sistema General de Unidades de Medida.*
- d) *PEMEX. (2007). Estudio de riesgo, NRF-018-PEMEX-2007. MEXICO: PEMEX.*
- e) *PEMEX. (2010). Diccionario de términos de Refinación. México: PEMEX.*
- f) *PEMEX. (2010). Glosario de términos usados en la Industria Petrolera. México: PEMEX.*
- g) *Rivera Balboa, R. (2002). Metodologías para la evaluación del riesgo en el transporte terrestre de materiales y residuos peligrosos. México, D.F.: CENAPRED.*
- h) *DIAGNÓSTICO DE PELIGROS E IDENTIFICACIÓN DE RIESGOS DE DESASTRES EN MÉXICO- Atlas Nacional de Riesgos de la República Mexicana, CENAPRED, Primera Edición: México, 2001.*
- i) *RIESGOS QUIMICOS, CENAPRED, 2a. edición, noviembre 2007.*
- j) *Atlas de Riesgo a la Salud*
- k) *Empresas seguras, limpias y productivas, Intertek México. Artículo informativo.*
- l) *Instituto Superior de Formación Técnica Educativo Argentino, Técnico Superior en Higiene, Seguridad y Control Ambiental, Unidad 8*
- m) *Guía Básica para la Elaboración de Atlas Estatales y Municipales de Peligro y Riesgo, Capítulo 8.*
- n) *Metodologías para la evaluación del riesgo en el transporte terrestre de materiales y residuos peligrosos. Rubén Darío Rivera Balboa, CENAPRED, 1ra Edición 2002.*