



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO

FACULTAD DE INGENIERÍA

El Análisis de Riesgos y sus
metodologías de acuerdo a la
norma NOM-028-STPS-2012

T E S I S

Que para obtener el título de:
INGENIERO PETROLERO

P R E S E N T A:

Miguel Eduardo Orduña Alvarez

DIRECTOR DE TESIS:

Ing. Ramón Edgar Domínguez Betancourt



Ciudad Universitaria, Cd. Mx., 2017



Universidad Nacional
Autónoma de México



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.

EL ANÁLISIS DE RIESGOS Y SUS
METODOLOGÍAS DE ACUERDO A LA
NOM-028-STPS-2012.

A. Índice.....	2.
B. Justificación.....	6.
C. Objetivos.....	6.
D. Glosario de términos y abreviaturas.....	7.
E. Índice de Tablas.....	11.
F. Índice de Figuras.....	11.

A. ÍNDICE.

I. CAPÍTULO PRIMERO.

1.- INTRODUCCIÓN.....	13.
-----------------------	-----

II. CAPÍTULO SEGUNDO.

2.- LA LEY FEDERAL SOBRE METROLOGÍA Y NORMALIZACIÓN Y LAS NORMAS OFICIALES MEXICANAS.....	14.
---	-----

2.1. Ley Federal Sobre Metrología y Normalización.....	14.
--	-----

2.1.1 Antecedentes.....	14.
-------------------------	-----

2.1.2 Reformas.....	15.
---------------------	-----

2.1.3 Objeto.....	17.
-------------------	-----

2.1.4 Análisis.....	18.
---------------------	-----

2.1.4.1. Título primero.....	18.
------------------------------	-----

2.1.4.1.1 Capítulo Único: "Disposiciones generales".

2.1.4.2. Título Segundo: Metrología.....	18.
--	-----

2.1.4.2.1 Capítulo I: "Del sistema general de unidades".

2.1.4.2.2 Capítulo II: "De los instrumentos para medir".

2.1.4.2.3 Capítulo III "De la medición Obligatoria de las Transacciones"

2.1.4.2.4 Capítulo IV "Del Sistema Nacional de Calibración".

2.1.4.2.5 Capítulo V: "Del Centro Nacional de Metrología"

2.1.4.3. Título Tercero: Normalización.....	23.
---	-----

2.1.4.3.1 Capítulo I: "Disposiciones Generales".

2.1.4.3.2.a Capítulo II: "De las Normas Oficiales Mexicanas y de las Normas Mexicanas".

Sección I: De las Normas Oficiales Mexicanas.

2.1.4.3.2.b Capítulo II: "De las Normas Oficiales Mexicanas y de las Normas Mexicanas".

Sección II: De las Normas Mexicanas.

2.1.4.3.3 Capítulo III: "De la Observancia de las Normas".

2.1.4.3.4 Capítulo IV: "De la Comisión Nacional de Normalización".

2.1.4.3.5 Capítulo V: "De los Comités Consultivos Nacionales de Normalización".

2.1.4.3.6 Capítulo VI: "De los Organismos Nacionales de Normalización".

2.1.4.4. Título Cuarto: De la Acreditación y Determinación del Cumplimiento.....	35.
--	-----

2.1.4.4.1 Capítulo I: "De la Acreditación y Aprobación".

2.1.4.4.2 Capítulo II: "De los procedimientos para la Evaluación de la Conformidad".

2.1.4.4.3 Capítulo III: "De las Contraseñas y Marcas Oficiales".

2.1.4.4.4 Capítulo IV: "De los Organismos de Certificación".

2.1.4.4.5. Capítulo V: "De los Laboratorios de Pruebas".

2.1.4.4.6. Capítulo VI: "De las Unidades de Verificación".

2.1.4.4.7. Capítulo VII: "De los Acuerdos de Reconocimiento Mutuo".

2.1.4.5. Título Quinto: De la Verificación.....	41.
2.1.4.5.1. Capítulo Único: “Verificación y Vigilancia”.	
2.1.4.6. Título Sexto: De los Incentivos, Sanciones y Recursos.....	43.
2.1.4.6.1. Capítulo I: “Del Premio Nacional de Calidad”.	
2.1.4.6.2. Capítulo II: “De las sanciones”.	
2.1.4.6.3. Capítulo III: “Del Recurso de Revisión y de las Reclamaciones”.	
2.1.4.7. Artículos Transitorios.....	44.
III. CAPÍTULO TERCERO.	
3.- LA NOM-028-STPS-2012.....	45.
3.1. Introducción.....	45.
3.2. La 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.....	46.
3.2.1. Objetivo.	
3.2.2. Campos de Aplicación.	
3.2.3. Obligaciones del patrón.	
3.2.4. Obligaciones de los trabajadores.	
3.2.5. Análisis de Riesgos.	
3.2.6. Procedimientos de seguridad y autorizaciones para trabajos peligrosos.	
3.2.7. Administración de riesgos.	
3.2.8. Administración de la integridad mecánica de los equipos críticos.	
3.2.9. Administración de los cambios.	
3.2.10. Plan de atención a emergencias.	
3.2.11. Procedimiento para la investigación de accidentes mayores.	
3.2.12. Sistema de Información sobre los procesos y equipos críticos.	
3.2.13. Programa de capacitación.	
3.2.14. Unidades de Verificación (UV).	
3.2.15. Procedimientos para la evaluación de conformidad.	
IV. CAPÍTULO CUARTO.	
4.- EL ANÁLISIS DE RIESGOS DE PROCESOS ARP.....	54.
4.1. Definición de riesgo.....	54.
4.2. Definición de análisis de riesgos de procesos ARP.....	56.
4.3 Procedimiento para un análisis de riesgos de procesos ARP.....	57.
4.3.1. Planeación y preparación.....	57.
4.3.2. Definir los objetivos del ARP.....	57.
4.3.3. Identificación de peligros y riesgos.....	57.
4.3.4.1 Métodos para la identificación de peligros y riesgos.	
4.3.3.1. Evento iniciador.	
4.3.4. Análisis de consecuencias.....	59.
4.3.4.1. Métodos para el análisis de consecuencias.	
4.3.4.2. Definición de impacto.	
4.3.4.3. Identificar escenarios.	
4.3.5. Estimación de frecuencias.....	60.
4.3.4.1. Métodos para determinar la frecuencia de riesgos.	

4.3.6. Caracterización y jerarquización de riesgos (Evaluación de riesgos).....	61.
4.3.6.1. Métodos de evaluación de riesgos.	
4.3.6.2. Principio ALARP.	
4.3.7. Información final del análisis de riesgo de procesos.....	63.
4.3.7.1 Aspectos clave para la gestión y reducción de riesgos.	
4.3.7.2. Barreras (Salvuardas).	
4.3.7.3. Categorías de barreras.	
V. CAPÍTULO QUINTO.	
5.- METODOLOGÍAS PARA EL ARP.....	67.
5.1. Clasificación de Métodos para el Análisis de Riesgos ARP.....	67.
5.2. Descripción de los métodos utilizados en el análisis de riesgos ARP.....	68.
5.2.1. Métodos de Fallas o eventos o incidentes.....	68.
5.2.1.1. Métodos cuantitativos.....	68.
5.2.1.1.1. Índice Dow.	
5.2.1.1.2. Índice Mond.	
5.2.1.1.3. Análisis de Árbol de Fallos.	
5.2.1.2. Métodos cualitativos.....	79.
5.2.1.2.1. Listas de Verificación.	
5.2.1.2.2. Auditorias de Seguridad.	
5.2.1.2.3. Metodología ¿Qué pasa si...?.	
5.2.1.2.4. Análisis de modos de falla, efectos y criticidad.	
5.2.1.2.5. Árbol de Eventos.	
5.2.1.2.6. Metodología Hazop.	
5.2.1.2.7. Matriz de riesgos.	
5.2.1.3. Métodos semicuantitativos.....	94.
5.2.1.3.1. Análisis de Capa de Protección LOPA.	
5.2.2. Métodos de Efectos o Consecuencias.....	97.
5.2.2.1. Métodos Cualitativos.....	98.
5.2.2.1.1. Posibles Escenarios.	
5.2.2.2. Métodos cuantitativos.....	98.
5.2.2.2.1. Nube Tóxica.	
5.2.2.2.2. Nube Inflamable.	
5.2.2.2.3. Onda de sobrepresión.	
5.2.2.2.4. Onda de calor.	
VI. CAPÍTULO SEXTO.	
6.- EL CONVENIO COMERI 144 PEMEX.....	103.
6.1 Introducción.....	103.
6.2 Disposiciones Generales.....	104.
6.2.1. Objeto.	
6.2.2. Ámbito de aplicación.	
6.3 Disposiciones Específicas.....	104.
6.3.1. Responsabilidades.	
6.3.2. Análisis de Riesgos de Proceso.	

6.3.3 Análisis de Riesgos de Ductos.	
6.3.4. Interface de los Análisis de Riesgos de Proceso y los Análisis de Riesgos de ductos, con el Análisis de Riesgos de Seguridad Física.	
6.3.5. Análisis de Riesgos de Seguridad Física.	
6.4 Disposiciones finales.....	109.
6.4.1. Interpretación.	
6.4.2 Supervisión y control.	
VII. CAPÍTULO SÉPTIMO.	
7.- METODOLOGÍA COMERI.....	110.
7.1 Introducción.....	110.
7.2 Metodología COMERI.....	111.
7.2.1. Objeto.....	111.
7.2.2. Alcance.....	111.
7.2.3. Campo de aplicación.....	111.
7.2.4. Actualización.....	112.
7.2.5. Proceso de Análisis de Riesgos.....	112.
7.2.5.1. El proceso de Gestión de Riesgos.	
7.2.5.2. Definición del Alcance.	
7.2.5.3. Identificación de peligros y riesgos.	
7.2.5.4. Estimación del nivel de riesgo.	
7.2.5.5. Análisis de frecuencia.	
7.2.5.6. Análisis de Consecuencias.	
7.2.5.7. Cálculo del riesgo.	
7.2.5.8. Incertidumbre.	
7.2.5.9. Verificación del Análisis.	
7.2.5.10. Documentación del Análisis.	
7.2.5.11. Actualización del Análisis.	
7.3. Metodologías sugeridas para la identificación de peligros según COMERI.....	117.
7.4. Metodologías sugeridas para la Jerarquización de los riesgos según COMERI.....	117.
7.5. Selección de las metodologías.....	118.
7.6. Criterios de aceptabilidad de riesgos mediante la Metodología de Matriz de Riesgos para realizar los ARP.....	120.
VII. CAPÍTULO OCTAVO.	
8.- CONCLUSIONES.....	124.
IX. CAPÍTULO NOVENO.	
9.- BIBLIOGRAFÍA.....	126.

B. JUSTIFICACIÓN.

El motivo de éste documento se fundamenta en reconocer al Análisis de Riesgos de Procesos (ARP) como la metodología que logra alcanzar los requerimientos estipulados por la Normatividad Mexicana y como parte fundamental en la Gestión y Administración de Riesgos de los procesos que se desarrollan en Petróleos Mexicanos para conseguir niveles de seguridad altamente confiables para su personal, instalaciones, procesos y medio ambiente.

C. OBJETIVOS.

- A) Examinar, entender y asimilar el Análisis de Riesgos de Procesos y sus Metodologías.
- B) Analizar las Metodologías de análisis de riesgos e identificar su óptimo empleo para las etapas del Análisis de Riesgos de Proceso.
- C) Examinar las disposiciones de la Normatividad Mexicana destinadas a la realización de los Análisis de Riesgos de procesos.
- D) Examinar la Normatividad de Petróleos Mexicanos para la aplicación de los Análisis de Riesgos de Procesos.
- E) Examinar los procedimientos de la Metodología de Análisis de Riesgos de Procesos en Petróleos Mexicanos.
- F) Identificar las debilidades de los Análisis de Riesgos de Procesos.
- G) Identificar la contribución de los Análisis de Riesgos de Procesos en la Industria Petrolera.

D) GLOSARIO DE CONCEPTOS Y ABREVIATURAS.

D.1. GLOSARIO DE ABREVIATURAS.

LFMyN: Ley Federal sobre Metrología y Normalización

SGUM: Secretaría sobre los Patrones Nacionales y Medidas Básicas.

CENAM: Centro Nacional de Metrología.

ONN: Organismos Nacionales de Normalización.

NOM: Norma Oficial Mexicana.

NMX: Norma Mexicana.

DOF: Diario Oficial de la Federación.

UV: Unidades de Verificación.

CCPS: Center for Chemical Process Safety. (Centro para la Seguridad de los Procesos Químicos).

HAZOP: Análisis de Riesgos y Operabilidad.

LOPA: Análisis de Capa de Protección.

FMEA: Análisis de modo de Falla y Efectos.

FMEAC: Análisis de modo de Falla, Efectos y Criticidad.

AAE: Análisis de Árbol de Eventos.

AC: Análisis de Consecuencias.

COMERI: Comité de Mejora Regulatoria Interna.

ARP: Process Risk Analysis. (Análisis de Riesgos de Proceso.)

ALARP: As low As Reasonably Practicable. (Tan bajo como sea razonablemente factible).

SE: Secretaría de Economía.

GMAER: Grupo multidisciplinario de análisis y evaluación de riesgos de procesos.

GSSF: Gerencia de servicios de seguridad física.

GESF: Grupo de expertos de seguridad física.

SEMARNAT: Secretaría de medio ambiente y recursos naturales.

GV: Grupo de vulnerabilidad.

DCA: Dirección Corporativa de Administración.

ARIDP: Área Responsable De Ingeniería y Desarrollo de Proyectos.

DCO: Dirección Corporativa de Operaciones.

D.2 Glosario de Conceptos.

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: 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.

Administración de cambios de proceso. Es la aplicación sistemática de políticas, prácticas y procedimientos de la organización en las tareas de identificación, evaluación, autorización e instalación de cualquier tipo de cambio o alteración, permanente o temporal, a la tecnología e instalaciones que modifique el riesgo o altere la seguridad y confiabilidad de las instalaciones o sistemas.

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 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 (fenómenos naturales y sociales), fallas en los sistemas de control, los sistemas mecánicos, factores humanos y fallas en los sistemas de administración; con la finalidad de controlar y/o minimizar las consecuencias al personal, a la población, al ambiente, a la producción y/o a las instalaciones.

Árbol de eventos. Es un diagrama lógico-gráfico en el cual se describen posibles estados finales, resultado de las diferentes trayectorias que puede seguir un evento no deseado (evento iniciador).

Árbol de Fallas. Diagrama lógico-gráfico en el que se muestran todas las combinaciones creíbles de fallas o eventos que causarán una falla específica de interés, llamado evento tope. Es una técnica o proceso de razonamiento deductivo que utiliza símbolos lógicos Booleanos (compuertas "ó" (OR) y compuertas "γ" (AND)) para descomponer las causas de un evento tope en fallas básicas de equipo, errores humanos y/o circunstancias asociadas (llamados eventos básicos).

Caso más probable. Con base a la experiencia operativa, es el evento de liberación accidental de un material o sustancia peligrosa, que tiene la mayor probabilidad de ocurrir.

Caso alterno. Es el evento creíble de una liberación accidental de un material o sustancia peligrosa que es simulado, pero que no corresponde al peor caso ni al caso más probable.

Combustión. Reacción química de oxidación de un material combustible con desprendimiento de llamas, calor y gases.

Compuerta. Símbolo lógico booleano que se utiliza en los Árboles de Fallas, para unir la salida de un evento con sus correspondientes entradas (compuertas OR, AND, NOT, etc.).

Consecuencias. Efectos que pueden causar eventos o accidentes que involucren fugas y derrames de sustancias tóxicas, inflamables y/o explosivas.

Dispositivos de seguridad: Los mecanismos o sistemas de la maquinaria, equipo o instalaciones que tienen como finalidad accionarse por efecto de un evento que ponga en riesgo el proceso y/o equipo crítico, y que previenen, reducen las consecuencias o controlan sus condiciones de operación.

Derrame. Cualquier descarga, evacuación, rebose, achique, o vaciamiento de hidrocarburos u otras sustancias peligrosas en estado líquido cuya presencia altere las condiciones naturales de un sitio y pongan en peligro uno o varios ecosistemas; puede presentarse en tierra, aguas superficiales o en el mar y se originan dentro o fuera de las instalaciones petroleras, durante las actividades de explotación, transformación, comercialización o transporte de hidrocarburos y sus derivados.

Desviación. Condición que se aparta de la intención del diseño del sistema o proceso.

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 que potencialmente puedan resultar afectadas.

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.

Evento. Suceso relacionado a las acciones del ser humano, al desempeño del equipo o con sucesos externos al sistema, que pueden causar interrupciones y/o problemas en el sistema. En este documento, evento es causa o contribuyente de un incidente o accidente o, es también una respuesta a la ocurrencia de un evento iniciador.

Evento Básico. Describe una condición normal o de falla en el árbol (falla de equipo, errores humanos, etc.). Definen el nivel de resolución del árbol de fallas.

Evento iniciador. Evento específico indeseado que constituye la base fundamental del Análisis de Árboles de Eventos. Está relacionado generalmente con un accidente o desviación del sistema a analizar.

Evento Intermedio. Falla que describe la señal de salida de una compuerta lógica.

Evento no Desarrollado. Falla específica en la cual no se han desarrollado las causas de ocurrencia de este evento por falta de información, o bien, por considerarse poco relevante.

Evento no deseado. Evento que implica la pérdida de un valor: salud, vida, producción, ambiente, capital, etc.

Explosión. Liberación súbita y violenta de energía que causa un cambio transitorio en la densidad, presión y velocidad del aire circundante a la fuente de energía. Esta liberación de energía puede generar una onda de presión con el potencial de causar daño en su entorno.

Fuga. Liberación repentina o escape accidental por pérdida de contención, de una sustancia en estado líquido o gaseoso.

Fuego. Consecuencia visible de la combustión.

Incendio. Combustión no controlada.

Inflamabilidad. Mayor o menor facilidad con la que una sustancia puede arder en aire o en algún otro comburente.

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.

Manejo: El uso, almacenamiento, transformación, fabricación, trasvase, traslado y/o movimiento de las sustancias químicas peligrosas en el centro de trabajo.

Mantenimiento: La acción de revisión, reparación y pruebas al equipo crítico o su instalación, con el fin de mantener su operación o realizar su reacondicionamiento.

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.

Procedimiento: La descripción de las actividades de manera secuencial de una tarea o tareas específicas, aplicables a la operación, mantenimiento, revisión e investigación, entre otros, de los procesos y equipos críticos.

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.

Revisión: El proceso interno del centro de trabajo en el que se examina físicamente una maquinaria, equipo o instalación.

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.

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.

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.

Toxicidad. Propiedad de las sustancias para producir un efecto indeseado cuando un compuesto químico ha alcanzado una cierta concentración que afecta al cuerpo humano.

E. ÍNDICE DE TABLAS.

Tabla 1. Fechas y publicación de reformas aplicadas a la Ley Federal De Metrología y Normalización desde su aparición.

Tabla 2. Clasificación de las metodologías Utilizadas en los Análisis de Riesgos de Procesos.

Tabla 3. Criterios de aceptación de riesgos según la NOM-028-STPS-2012.

Tabla 4. Lista de Verificación.

Tabla 5. Registro de recomendaciones de una Lista de Verificación.

Tabla 6. Estructura del Informe Final de un Análisis "What If".

Tabla 7. Parámetros (Metodología Hazop).

Tabla 8. Palabras Guía. (Metodología Hazop).

Tabla 9. Tipos de desviaciones. (Metodología Hazop).

Tabla 10. Tipo, Categoría y Criterios de una Matriz de Riesgos.

Tabla 11. Tipo, Nivel, Probabilidad e Inicio de una Matriz de Riesgos.

Tabla 12. Escala y Categoría de una Matriz semicuantitativa de Riesgos.

Tabla 13. Uso de las Metodologías de acuerdo a la etapa de vida del proceso según COMERI.

Tabla 14. Criterios de Categoría, Descripción y Frecuencia en una Matriz de Riesgos según COMERI.

Tabla 15. Criterios de Consecuencia en una Matriz de Riesgos según COMERI.

F. ÍNDICE DE FIGURAS.

Figura 1. Metodología para la identificación de riesgos.

Figura 2. Ejemplo de estimación de frecuencias (Metodología Árbol de Eventos).

Figura 3. Principio ALARP.

Figura 4. Conceptos de Aceptación y Tolerancia.

Figura 5. Sucesos básicos (Metodología de Árbol de fallos).

Figura 6. Puertas lógicas (Metodología de Árbol de fallos).

Figura 7. Diagrama de una tubería, ejemplo práctico 1 (Metodología de Árbol de fallos).

Figura 8. Diagrama de una tubería, ejemplo práctico 2 (Metodología de Árbol de fallos).

Figura 9. Transferencias (Metodología de Árbol de fallos).

Figura 10. Representación del modelo de Árbol de Fallos.

Figura 11. Diagrama del proceso de Análisis de Falla, Efectos y Criticidad.

Figura 12. Representación del modelo de Árbol de Eventos.

Figura 13. Hoja de un informe final Hazop.

Figura 14. Matriz de Riesgos.

Figura 15. Matriz de Riesgos semicuantitativa.

Figura 16. Representación de los niveles de protección en un Análisis LOPA.

Figura 17. Etapas de un Análisis de Riesgo de Proceso.

Figura 18. Etapas de un Análisis de Riesgo de Seguridad Física.

Figura 19. Identificación de peligros y riesgos según la metodología COMERI.

Figura 20. Estimación de frecuencias según la metodología COMERI.

Figura 21. Etapas de verificación del análisis según la metodología COMERI.

Figura 22. Criterios de aceptabilidad de riesgos según COMERI.

Figura 23. Matriz de Riesgos bajo el uso de los criterios COMERI.

CAPÍTULO PRIMERO.

1. INTRODUCCIÓN.

Debe ser de nuestro conocimiento que en la Industria de Petróleo y Gas abundan los riesgos e incertidumbres. En primer plano, éste documento es realizado con el ánimo de reconocer, identificar y asimilar las Metodologías de Análisis de Riesgos. Por otro lado y como objetivo principal, reconocer la responsabilidad adquirida como Ingenieros Petroleros para asumir las prácticas derivadas de las metodologías que aquí se analizan, crear conciencia del valor que adquieren éstos análisis y sus resultados, obligarnos a desarrollar mejoras continuas a estas metodologías e incluso, adoptar el compromiso de dar vida a técnicas innovadoras en este rubro.

La legislación Mexicana ha designado una gran variedad de esfuerzos para regular la aplicación de Metodologías Innovadoras de Análisis de Riesgos, se han desarrollado lineamientos, Guías y Manuales, obligando a las Empresas Productivas a mantener un alto régimen de calidad en éstos estudios. Por otro lado, no solo son necesarios para cubrir con aquellos aspectos legislativos y, aunque éste aspecto debe acatarse sin excepción alguna, nos encontraríamos en un error grave considerarlo como un único requerimiento en la aplicación de éstas técnicas. Se debe tener claro y comprender que los Análisis de Riesgos representan reales ventajas económicas y competitivas.

Si consideramos al concepto de Instalación de Proceso como un sistema productivo o a ciertas partes definidas del mismo en el que intervienen sustancias químicas, sus cantidades, sus correspondientes variables físicas y químicas, las operaciones y procesos a las que son sometidas estas sustancias para obtener productos intermedios o acabados, en definitiva, estamos en presencia de diferentes Peligros y Riesgos. Los procesos se desarrollan en condiciones determinadas de trabajo y los Análisis de Riesgos para estos procesos consideran las variables que intervienen en el mismo, sustancias químicas, sus condicionantes, los procedimientos, instalaciones, operadores y medio ambiente, planteándose las variaciones ante posibles fallos o deficiencias y en consecuencia, la capacidad de respuesta en la instalación con base a sus características y los elementos de seguridad con los cuales está constituida, de los cuales deben garantizar una respuesta activa. Ello no es tarea fácil, ya que las alteraciones posibles son diversas, tanto las causas que las pueden originar como sus consecuencias que necesariamente deben ser consideradas para poder efectuar un buen Análisis de Riesgos de la instalación, las posibilidades son múltiples y además integradas, y en ocasiones derivan en complejos esquemas de interrelación secuencial.

Para alcanzar los niveles de seguridad necesarios en una Instalación de Proceso es necesario realizar una Gestión de Riesgos efectiva, que asuma la identificación, el análisis y la evaluación de riesgos y, una vez realizada ésta labor, tomar las decisiones preventivas que garanticen la seguridad en las Instalaciones.

El Análisis de Riesgos de Procesos es una metodología que permite identificar, evaluar, jerarquizar y administrar riesgos para generar recomendaciones para la prevención o la reducción en su

frecuencia de Riesgos, de tal forma que la operación de un Proceso resulte segura o se encuentre bajo un nivel de riesgo aceptable.

CAPÍTULO SEGUNDO.

2. LA LEY FEDERAL SOBRE METROLOGÍA Y NORMALIZACIÓN Y LAS NORMAS OFICIALES MEXICANAS.

2.1 Ley Federal Sobre Metrología y Normalización.

La Ley Federal sobre Metrología y Normalización es el instrumento legal creado para regulación de la metrología y normalización en nuestro país; la cual ha promovido la creación de un sistema nacional de normalización y evaluación de conformidad, integra los elementos de la sociedad responsable con el propósito de operar éste sistema, ponerlo en práctica y desarrollarlo.

2.1.1 Antecedentes.

La creación de LA LEY FEDERAL SOBRE METROLOGÍA Y NORMALIZACIÓN (LFMN) se remonta a diciembre de 1987 donde el Ejecutivo de la Unión envió a la Cámara de Diputados con **la iniciativa de Ley Federal sobre Metrología y Normalización**, la cual fue aprobada por el Poder Legislativo y Publicada en el Diario Oficial de la Federación el martes 26 de enero de 1988.

Esta ley constituyó el primer esfuerzo de los poderes de la Unión orientado a modernizar las estructuras y las normas en el sistema científico y tecnológico del país. Al aprobarse, se abrogó la Ley General de Normas y de Pesas y Medidas que estuvo vigente desde el 7 de abril de 1961 y cuyos ordenamientos, así como las instituciones que creó, habían sido superados por el desarrollo de la técnica y por las nuevas tendencias internacionales tanto en el sistema de medidas como en los medios e instrumentos para garantizar la calidad de la producción y regular el comercio entre las naciones.

La Ley Federal sobre Metrología y Normalización de 1998 no sólo actualizó a nuestro país en relación a los cambios introducidos en el sistema internacional de medidas; sino que creó tres instituciones novedosas, asimilando la experiencia internacional en la materia y apoyándose en la propia.

Sin embargo, ésta contenía signos de ambigüedad en los procedimientos de normalización y medición y en consecuencia; se crea La Nueva Ley Sobre Metrología y Normalización en 1992.

Las instituciones que a las que les da vida la creación de ésta ley fueron: el Centro Nacional de Metrología, el Sistema Nacional de Calibración (hoy extinto) y la Comisión Nacional de Normalización.

Con estas instituciones se intentó dotar a la economía de nuestro país de una infraestructura tecnológica y científica que se constituyera en el sustento sólido de un proceso de modernización de la actividad industrial y de los servicios que les permitiera participar en el comercio internacional.

Mediante esta ley, el Centro Nacional de Metrología, que desde 1981 se había creado en la práctica, en un esfuerzo conjunto de la Secretaría de Comercio y Fomento Industrial (SECOFI), secretaria hoy extinta y que sus obligaciones fueron derogadas a la Secretaría de Economía (SE), y del Instituto Politécnico Nacional (IPN), se convirtió en un organismo de alto nivel técnico en la materia y se constituyó en el núcleo del Sistema Nacional de Calibración.

Como resultado de la experiencia lograda con la aplicación de esta ley, así como de una valoración adecuada a las crecientes necesidades de apoyo tecnológico de la industria nacional, se percibe la conveniencia de reformar la ley de 1987 con la finalidad de dar una mejor estructura a las instituciones por ella creadas para lograr una incidencia más fructífera en el menor tiempo posible respecto a la resolución de los problemas de la industria nacional.

De esta manera, el Ejecutivo envía a la Cámara de Senadores, como cámara de origen, una Iniciativa de Reformas y Adiciones a la Ley Federal sobre Metrología y Normalización.

Las reformas y adiciones perseguían el propósito de estructurar todo un sistema nacional de Normalización, de consolidar el Sistema Nacional de Calibración, así como de elevar el rango del Centro Nacional de Metrología, al convertirlo en un organismo descentralizado, con una personalidad jurídica y patrimonio propio, con nuevas atribuciones que amplían sus funciones en materia de metrología.

Aprobada la ley, la Secretaría de Comercio y Fomento Industrial (SECOFI, hoy SE), dio un gran impulso al Centro Nacional de Metrología, le asigna un presupuesto importante que le permite al centro adaptar y construir sus primeros laboratorios, adquirir equipos y aparatos de investigación, implementar los primeros patrones de referencia, contratar personal de alto nivel científico y técnico y enviar a la mayoría de ellos a especializarse y prepararse mejor en las diferentes áreas de la metrología, a las instituciones de los países desarrollados cuya naturaleza y actividades son equivalentes a las del CENAM, como actualmente se conoce al Centro Nacional de Metrología.

Finalmente, La Nueva Ley Federal sobre Metrología y Normalización es publicada bajo decreto presidencial durante el mandato del presidente Lic. Carlos Salinas de Gortari en el Diario Oficial de la Federación el 1 de julio de 1992, que a la fecha, sigue vigente en la República Mexicana. Su aparición pretende homologar los procedimientos de normalización y medición estableciendo esquemas uniformes que permitieran superar los problemas de discrecionalidad y legalidad que subsistían en la ley de 1988.

Desde la fecha en la que la Ley Federal sobre Metrología y normalización fue publicada, ha sufrido adiciones, reformas y derogaciones que atienden a los nuevos requerimientos de la regulación del funcionamiento de los sistemas de medición y sus medidas.

2.1.2 Reformas.

En sin número de ocasiones, la amplitud de las definiciones que son manejadas en el universo de las leyes no especifican obligaciones, derechos, disposiciones, permisos o reglamentos y por otro lado, el contexto temporal ha cambiado y requiere una nueva concepción legislativa [14].

La LFMN es utilizada como un verdadero instrumento de reglamentación y sus reformas se han realizado en el marco del programa nacional de desregulación con el propósito de eliminar algunas ineficiencias que se han manifestado a lo largo de su uso, además de simplificar procedimientos que dicha Ley preveía y cumplir con los requerimientos derivados de diversos compromisos internacionales que nuestro país ha adquirido[14].

Las vigente Ley ha sido reformada en 7 ocasiones, en 1997 el Diario oficial de la Federación publicó el decreto merced al cual se reformaron cuarenta y nueve artículos, se adicionaron diez y así mismo se agregó el capítulo VII al título cuarto, por otro lado; se derogaron once numerales, además de párrafos y fracciones de otros cuatro capítulos, afectando así a más de la mitad del articulado de este ordenamiento legal, lo cual a la luz de la técnica jurídica cuestiona la conveniencia de haberla reformado, en vez de expedir una nueva Ley catalogado por muchos, la reforma más importante para la LFMN.

El 24 de Diciembre de 1996, se **reforma** la fracción V del artículo 39; se **adicionan** dos últimos párrafos al artículo 51, y se **deroga** el artículo 49 de la Ley Federal sobre Metrología y Normalización.

El 20 de Mayo de 1997, se **reforman** las fracciones I, X, XI y XVII del artículo 3o., el artículo 12, el párrafo primero del artículo 17, el párrafo primero y la fracción I del artículo 25, el artículo 26, la fracción VII del artículo 30, las fracciones II, IV, VI, VII y VIII del artículo 38, el párrafo primero y las fracciones IV, V, VIII y IX del artículo 39, la denominación del Capítulo II del Título Tercero, las fracciones I y VI del artículo 41, el párrafo cuarto del artículo 44, el artículo 45, las fracciones I y III del artículo 47, el párrafo segundo del artículo 48, el párrafo segundo del artículo 50, los párrafos segundo y tercero del artículo 53, el párrafo segundo del artículo 55, las fracciones I y III y los párrafos cuarto y quinto del artículo 59, las fracciones III, V, VII y VIII del artículo 60, el párrafo primero y las fracciones I y III del artículo 65, las fracciones III y V del artículo 66, el artículo 67, la denominación del Título Cuarto y su Capítulo I, los artículos 68, 69, 70, 71 y 72, la denominación del Capítulo II del Título Cuarto, los artículos 73, 74, 76, 78 y 79, las fracciones I y II del artículo 80, los artículos 83, 86, 89 y 91, la fracción II del artículo 94, el artículo 96, el párrafo segundo de la fracción I y el inciso a) de la fracción II del artículo 101, las fracciones I, III y IV del artículo 112, el párrafo primero, las fracciones II y III y el párrafo tercero del artículo 118, los artículos 119, 120, 121 y 122; se **adicionan** las fracciones IV-A, X-A, XV-A y XVIII al artículo 3o., la fracción IX al artículo 38, las fracciones X, XI y XII al artículo 39, la Sección I al Capítulo II del Título Tercero, un último párrafo al artículo 40, un penúltimo y un último párrafos al artículo 48, el artículo 49, un penúltimo y un último párrafos al artículo 51, la Sección II al Capítulo II del Título Tercero, los artículos 51-A y 51-B, un penúltimo y un último párrafos al artículo 55, el artículo 61-A, un último párrafo al artículo 63, los artículos 70-A, 70-B y 70-C, la fracción III al artículo 80, el Capítulo VII al Título Cuarto, los artículos 87-A y 87-B, la fracción V al artículo 112, el artículo 112-A, las fracciones IV y V al artículo 118, el artículo 120-A, y se **derogan** la fracción XIX del artículo 3o., el artículo 28, las fracciones VI y XIV del artículo 40, los artículos 42 y 77, el párrafo tercero del artículo 81, los artículos 82 y 90, el párrafo segundo del artículo 118 y los artículos 123 a 127 de la Ley Federal sobre Metrología y Normalización.

El 19 de Mayo de 1999, se reforma el artículo 13 de la Ley Federal de Metrología y Normalización.

El 28 de Julio del 2006, se reforman los Artículos 1, segundo párrafo; 32, primer párrafo; 37, fracción II, y 59, fracción I, todos de la Ley Federal sobre Metrología y Normalización.

El 30 de Abril del 2009, Se reforma el Artículo 13 de la Ley Federal sobre Metrología y Normalización.

El 9 de Abril del 2012, Se reforma el artículo 59, fracción III, primer párrafo de la Ley Federal sobre Metrología y Normalización.

El 14 de julio del 2014, Se reforman la fracción VII del artículo 39; el primer párrafo del artículo 68; el primer párrafo del artículo 70; y el artículo 71 de la Ley Federal sobre Metrología y Normalización.

REFORMAS	
Publicado en:	Fecha:
Diario Oficial de la Federación.	24-12-1996.
Diario Oficial de la Federación.	20-05-1997.
Diario Oficial de la Federación.	19-05-1999.
Diario Oficial de la Federación.	28-07-2006.
Diario Oficial de la Federación.	30-04-2009.
Diario Oficial de la Federación.	09-04-2012.
Diario Oficial de la Federación.	14-07-2014.

Tabla 1. Fechas y publicación de reformas aplicadas a la Ley Federal De Metrología y Normalización desde su aparición.

2.1.3 Objeto.

En el artículo segundo del título primero, se observa que el pretendido de la ley se centra en formulaciones normativas eminentemente descriptivas, refieren directamente a las actividades de los sujetos obligados y con la creación de diversas instancias u órganos y; aunque en general las leyes no pretenden regular actos concretos o específicos, el objeto de la LFMYN establece disposiciones abstractas generales e impersonales [15].

Esta ley tiene por objeto:

I. En materia de Metrología:

- a) Establecer el Sistema General de Unidades de Medida.
- b) Precisar los conceptos fundamentales sobre metrología.
- c) Establecer los requisitos para la fabricación, importación, reparación, venta, verificación y uso de los instrumentos para medir y los patrones de medida.
- d) Establecer la obligatoriedad de la medición en transacciones comerciales y de indicar el contenido neto en los productos envasados.
- e) Instituir el Sistema Nacional de Calibración.
- f) Crear el Centro Nacional de Metrología, como organismo de alto nivel técnico en la materia.
- g) Regular, en lo general, las demás materias relativas a la metrología.

II. En materia de normalización, certificación, acreditamiento y verificación:

- a) Fomentar la transparencia y eficiencia en la elaboración y observancia de normas oficiales mexicanas y normas mexicanas.
- b) Instituir la Comisión Nacional de Normalización para que coadyuve en las actividades que sobre normalización corresponde realizar a las distintas dependencias de la administración pública federal.
- c) Establecer un procedimiento uniforme para la elaboración de normas oficiales mexicanas por las dependencias de la administración pública federal.
- d) Promover la concurrencia de los sectores público, privado, científico y de consumidores en la elaboración y observancia de normas oficiales mexicanas y normas mexicanas.
- e) Coordinar las actividades de normalización, certificación, verificación y laboratorios de prueba de las dependencias de administración pública federal.
- f) Establecer el sistema nacional de acreditamiento de organismos de normalización y de certificación, unidades de verificación y de laboratorios de prueba y de calibración.
- g) En general, divulgar las acciones de normalización y demás actividades relacionadas con la materia.

2.1.4 Análisis.

La ley federal sobre metrología y normalización se divide en seis títulos, que derivan en sus respectivos capítulos con nombre propio y en cada capítulo se compone de cierto número de artículos.

2.1.4.1 Título primero.

2.1.4.1.1 Capítulo Único: “Disposiciones generales”.

El título primero establece aquello que la doctrina identifica como el ámbito territorial de validez de la norma, el cual; se fija en todo el espacio geográfico del territorio nacional. Dicho ámbito de aplicación, no solo le deviene de la manifestación expresa del párrafo que nos ocupa, si no también se deriva de la denominación “Federal” con la que se identifica a tal ordenamiento y principalmente al órgano legislativo que la emite, que son: El ejecutivo Federal y el congreso de la unión. Se tienen presentes que los aspectos facultativos y obligatorios del ordenamiento también se encuentran delimitados en función de quienes sean los sujetos destinatarios en las normas contenidas en la practicada ley de los ámbitos personales de validez [15].

Los conceptos de “orden público” e “interés social” que se encuentran en el primer párrafo, dimensionan y proyectan a la Ley Federal de Metrología y Normalización como de aquellas normas que tutelan el interés jurídico que atañe a la sociedad en general.

Se manifiesta de manera amplia la competencia de los organismos del Estado que tienen lugar en el ordenamiento de ley y el objeto en general de la misma, se hace un listado de los conceptos necesarios para sus efectos, su especificación y comprensión de términos técnicos y jurídicos.

Los conceptos esenciales que se enumeran en éste apartado, son voces técnicas que tienen una connotación específica en la ley y que frecuentemente serán utilizados en el texto legal. Ello en abono a la coherencia, con conceptos de uniformidad y sistematicidad que se les identifica como una interpretación auténtica o interpretación legislativa, ya que se les asigna un sentido específico al término o palabra empleada en este instrumento legal [14].

Se ordena a la Secretaría de Economía (SE), bajo los términos de la ley Orgánica de la Administración Pública Federal, para representar al país en todos los eventos o asuntos relacionados con la materia de metrología y normalización a nivel internacional, sin perjuicio que en dicha representación y conforme a sus atribuciones participen otras dependencias interesadas a razón de su competencia y aclara que también pueden participar representantes de organismos públicos y privados, bajo la invitación de la SE, sin especificar los términos de dicha intervención [13].

2.1.4.2 Título Segundo: Metrología.

Para entender éste capítulo, es necesario conocer el concepto de metrología que se puede definir como: la ciencia de las mediciones, de los métodos y de los medios que garantizan la uniformidad y las formas de alcanzar la precisión requerida en las mediciones [14].

Así, podemos afirmar que la metrología es la ciencia encargada del estudio de los sistemas de pesas y medidas.

Las medidas son evaluaciones que se hacen de una especie de magnitud física con relación a otra; es decir, medir es comparar.

2.1.4.2.1 Capítulo I: “Del sistema general de unidades”.

Éste capítulo establece de manera imperativa y exclusiva el ámbito territorial de validez en el que debe utilizarse el llamado Sistema General de Unidades de Medida. Además, la observancia y acatamiento a todo tipo de sujetos de derecho se deriva de la competencia al Congreso de la Unión, misma que se ejerce al expedir ésta ley.

Por otra parte, se menciona que nuestra legislación reconoce otros sistemas de medición; sin embargo, para que los actos jurídicos tengan validez, dichos sistemas requieren ser realizados con base y apego al Sistema General de Unidades de Medida. Dicho esto, la ley contempla al Sistema Internacional de Unidades (SI) el cuál surge con el objeto de lograr uniformidad y equivalencia en las medidas practicadas entre diversas naciones, así como para hacer más viable las actividades industriales y comerciales entre las mismas [14].

Es imperativo que todas las dependencias de la Administración Pública Federal, que pretendan elaborar anteproyectos de Normas Oficiales Mexicanas (NOM) en las cuales involucren unidades de medida, incorporar todas aquellas que integran y se derivan del SGUM, incluyendo la simbología que las identifica.

Se incluye de manera imperativa, la enseñanza en las escuelas del Sistema General de Unidades de Medida en relación a su manejo y conocimientos, y es de carácter obligatorio para la SEP introducir a sus planes de estudio para su comprensión y uso.

2.1.4.2.2 Capítulo II: “De los instrumentos para medir”.

A través de sus diferentes etapas, los ordenamientos jurídicos relativos a las mediciones han establecido diversas definiciones de lo que puede entenderse por la actividad de medir así como los instrumentos para realizar dicha actividad.

De tal suerte que, además de las definiciones dadas por la LFMyn, también suele entenderse por instrumentos para medir o instrumentos de medición en ésta ley a “los medios Técnicos por los cuales se efectúan las mediciones y que comprenden las medidas materializadas y los aparatos medidores, que sirvan de base para las transacciones comerciales o para determinar la tarifa de un servicio”

La primer disposición de éste capítulo, nos indica que todos los instrumentos para medir que sean fabricados en territorio nacional que se encuentren sujetos a una NOM, deben obtener necesariamente la aprobación de la SE del modelo o prototipo previa a su comercialización y deberá cumplir los requerimientos establecidos.

Se observa claramente, que la SE obtiene un papel imperativo en la verificación, con independencia de la circunstancia de que se detecten o no deficiencias en los instrumentos de medición, al inicio y periódicamente o incluso en cualquier tiempo.

Algunos de los instrumentos que se encuentran en el listado: “Lista de instrumentos de medición cuya verificación inicial, periódica o extraordinaria es obligatoria” que fue publicado el 21 de octubre de 2001 en el Diario Oficial de la Federación son:

- a) Instrumentos para pesar de bajo, mediano y alto alcance de medición
- b) Sistemas para medición y despacho de gasolina y otros combustibles líquidos
- c) Medidores para gas natural o L.P.
- d) Tanques de almacenamiento y medición.

Por otro lado, también se encuentra que la función de verificación puede realizarse indistintamente tanto por la SE como por particulares, que han sido previamente autorizados para el ejercicio de tal función por la aludida Secretaría. Este tipo de delegación de funciones públicas a particulares es lo que la doctrina le denomina descentralización por colaboración, la cual se origina cuando el Estado va adquiriendo mayor injerencia en la vida privada y cuando, como consecuencia, se le van presentando problemas para cuya resolución se requiere una preparación técnica de que carecen los funcionarios políticos y los empleados administrativos de carrera [14].

Queda asentado que los productos y servicios que no cumplan con las especificaciones exigidas por la NOM correspondiente, la autoridad competente ordenará la inmovilización de los mismos hasta que se acondicionen o reparen, y en caso de que ello no fuese posible, se tomarán las providencias para que no se usen o presten para los fines a los que estaban destinados.

Finalmente, se ocupa de establecer cuáles son los requisitos reglamentarios que se pueden englobar como:

- a) Aprobación el modelo o prototipo.
- b) Verificación inicial, periódica, extraordinaria o calibración.
- c) Los que señalan las NOM's, Normas Mexicanas (NMX), o normas y lineamientos internacionales.

2.1.4.2.3 Capítulo III “De la medición Obligatoria de las Transacciones”

El vocablo transacción, en el vocablo jurídico Mexicano, destaca que dicho concepto no solo opera sobre las pretensiones de un litigio, sino que en ocasiones crean nuevos nexos que modifican o que extinguen relaciones preexistentes, se dice que las transacciones no sólo tienen efectos declarativos sino también constitutivos de derechos. La transacción recae únicamente sobre los derechos disponibles, pues no cabe que recaiga sobre cuestiones del orden público y objetos que no están en el comercio [14].

En términos generales, podemos definir que la palabra transacción en la LFMyn consiste en la voluntad expresa de las partes en un trato, convenio, contrato o negocio en el cual se conceden derechos y obligaciones recíprocas, cuya finalidad es producirse beneficios mutuos.

En éste capítulo, se puntualiza que; la SE establece qué instrumentos para medir son los adecuados para determinadas materia, teniendo presente que con ellos se logre de manera óptima, en el menor tiempo y esfuerzo posible la medición pretendida. Para tales fines, la Secretaría ha emitido diversos acuerdos de carácter general, así como un conjunto de NOM's en los cuales se especifican las definiciones y se enumeran las características de cada uno de los instrumentos utilizados o utilizables incluyendo la efectividad que ha de obtenerse al aplicarlos.

En el numeral, la ley acredita a cualquiera de las partes afectadas por el resultado de la medición puedan cerciorarse de los procedimientos empleados en ella, para verificar que fueron los apropiados en caso de ser requerido.

Se ha notar que, los instrumentos de medición automáticos que se empleen en los servicios de suministro de agua, gas y energía eléctrica u otros, quedan sujetos a varias prevenciones:

- a) Nadie podrá proporcionar el suministro de agua, gas o energía eléctrica si no demuestra que cuenta con patrones para medir y con laboratorios particulares para realizar el ajuste necesario a los mismos, sin embargo; existe una excepción a la regla: podrá efectuarse el suministro de los servicios aun cuando no se

tenga un equipo de laboratorio, solo cuando varias empresas dedicadas al mismo tipo de servicio se conjunten para que la Secretaría realice directamente los ajustes a sus instrumentos para medir, corriendo a cargo de los suministradores.

b) Se autoriza a los suministradores para realizar una reparación o ajuste, éstos pueden desmontar o manipular libremente las piezas que componen a los instrumentos siempre y cuando acrediten contar con los patrones de medida y el quipo autorizado de laboratorio adecuados para este fin.

c) Hace responsables a los suministradores de los servicios de las condiciones en las que se den para ajustar los instrumentos para medir.

d) Exige la verificación de los instrumentos [13].

Se exhibe que queda prohibido utilizar instrumentos para medir que no cumplan con las especificaciones de fijadas por las Normas Oficiales Mexicanas y del uso inadecuado de los instrumentos para medir será sancionado.

La secretaría fija la tolerancia en cuanto al contenido neto de los productos envasados o empacados. Por tolerancia se entiende el margen o diferencia que se consiente o admite que pueda variar el contenido neto de un producto determinado y está sujeto a determinados requerimientos técnicos y formales. Esta tolerancia de los productos empacados o envasados debe ser fijada a través de NOM's y por ende, sujetas a formalidades previstas en ésta Ley sobre la elaboración y expedición de tales normas técnicas, fijando los términos en que se deberá colocar la declaración de cantidad o contenido neto del producto. Si el producto se encuentra fuera de esta tolerancia, la Secretaría impondrá la sanción correspondiente [14].

2.1.4.2.4 Capítulo IV “Del Sistema Nacional de Calibración”.

El concepto de sistema refiere al conjunto de ordenado de principios o reglas acerca de una materia enlazados entre sí, o también podemos definirlo como el conjunto cosas que ordenadamente relacionada entre sí, contribuyen a determinado objeto. Ésta última acepción es la que más se aproxima a la denominación bajo la cual se identifica a una forma organizativa de instituciones públicas y privadas para la consecución de determinado objeto o fines. Visto así, El Sistema Nacional de Calibración, es una forma organizada para dotar de uniformidad y confiabilidad a las diversas mediciones que se practiquen en el país [15].

En el numeral de ésta sección, se define el objeto del Sistema Nacional de calibración y todo lo que respecta a la Secretaría sobre los patrones nacionales y unidades básicas del SGUM, el control, injerencia y actividades del SGUM. Con ello; podemos decir que el timón del SGUM es comandado por la SE.

Como ejemplo, la reforma en 1997 al artículo 25 en 1997, le otorgó participación a la Secretaría en los comités de evaluación, los cuales, son órganos de apoyo en las Entidades de acreditación, según lo dispone el artículo 69 de la Ley, pero tal participación fue restringida en lo concerniente a la evaluación y dictamen de los laboratorios de medición y calibración [14].

Se alude a la cadena de calibración, que complementa al artículo 24, estableciendo que dicha cadena se integrará para cada una de las magnitudes del SGUM, agregando que dichas magnitudes deberían tener trazabilidad con relación a los patrones nacionales o en su caso a patrones extranjeros, salvo que no se cuente con el patrón nacional y se reconozca trazabilidad a algún laboratorio primario extranjero con el que la Secretaría haya celebrado un acuerdo de reconocimiento mutuo o que lo haya aprobado.

De igual manera, se expresa la obligación de la SE de difundir la capacidad de medición de los laboratorios, autorizar métodos y procedimientos de medición y calibración, establecer un banco de información para su consulta en los diferentes medios, establecer convenios con instituciones nacionales y extranjeras para el reconocimiento mutuo de los laboratorios de calibración, como también; establecer convenios para colaboración mutua en la investigación metrológica con gobiernos estatales, instituciones, organismos y empresas tanto nacionales como extranjeras, entre otras funciones [13].

No podemos decir que se encuentran elementos concretos para deducir una definición de “trazabilidad” en ésta Ley, de ahí que resulte propicia la definición adoptada por la Entidad Mexicana de Acreditación (EMA), en el sentido de que por “trazabilidad” se entiende: “La propiedad del resultado de una medición o valor de un patrón, tal que ésta pueda ser relacionada con referencias determinadas, generalmente patrones nacionales o internacionales, por medio de una cadena ininterrumpida de comparaciones teniendo todas las incertidumbres determinadas” [15].

Se aprecia que cuando se requiera de manera específica servicios técnicos y de medición y calibración para hacer la evaluación de la conformidad de los productos, instalaciones, servicios o procesos, o durante el desarrollo de dichas actividades, con relación al cumplimiento de las o la NOM's, los laboratorios, adicionalmente a la calidad de acreditados, deberán obtener la aprobación de la Secretaría y, también, deberán contar con patrones de medida trazables a los patrones nacionales.

Podemos afirmar que los laboratorios para poder desempeñar los servicios aludidos, deben reunir la cualidad de estar aprobado por la Secretaría, es decir, simultáneamente de ser laboratorios acreditados y tener esa doble condición, y dicha aprobación será conforme al artículo 70 que regula la facultad de la Secretaría.

Referente a la elaboración de los dictámenes sobre la calibración de instrumentos para medir como para la calibración de patrones, así como en las operaciones, habrá un encargado o responsable de expedirlos. Los cuales, habrán de ajustarse a los lineamientos que la Secretaría ha denominado como: “Lineamientos para la elaboración de dictámenes o Informes de Calibración”, en donde el objeto que se persigue es la homologación de la información presentada en los dictámenes o informes de calibración, a efecto de comprobar la trazabilidad indicada en los mismos.

2.1.4.2.5 Capítulo V: “Del Centro Nacional de Metrología”

A partir del artículo 45 de la Ley Orgánica de la Administración Pública Federal, y conforme lo establecido a citado artículo, los organismos descentralizados pueden ser creados bajo 3 modalidades de actos:

- a) Por Decreto expedido por el Congreso de la Unión.
- b) Por Ley expedida por el Congreso de la Unión.
- c) Por Decreto expedido por el Ejecutivo Federal.

Por otro lado, tenemos que de acuerdo al numeral antes mencionado, los organismos descentralizados tienen la característica de contar con la personalidad jurídica y patrimonio propio. Los Organismos Descentralizados son entidades de la Administración Pública Federal cuya función es la de auxiliar al Ejecutivo Federal en el ejercicio de sus atribuciones y son parte integrante de la Administración Pública Paraestatal [14].

La existencia jurídica del Centro Nacional de Metrología, se origina a partir de un acto legislativo proveniente del Congreso de la Unión, denominado Ley Federal sobre Metrología y Normalización y fue dotado por el legislador con personalidad jurídica y patrimonios propios y como bien ya se describió, es auxiliar del Ejecutivo Federal en el ámbito de su competencia en la materia de metrología [16].

El numeral de la LFMyn que ahora nos concierne, describe las funciones del CENAM, y podemos afirmar que en toda la Ley no se advierte de la disposición alguna que ilustre la existencia de laboratorios secundarios a éste, la utilización del vocablo primario nos atiende a la adecuada ubicación de que el CENAM se considera primario, principal o de primer orden o grado.

Con lo anterior, damos cuenta de que el CENAM es el laboratorio de origen, como preeminencia sobre el resto de las Entidades de Acreditación y los laboratorios Acreditados o Aprobados que pertenecen al Sistema Nacional de Calibración. Por ésta razón, el CENAM desarrolla las actividades correspondientes a la calibración y no requiere de autorización, aprobación ni validación por parte de la Secretaría, pero además, porque tal y como lo dispone la ley en éste numeral, el CENAM dictamina sobre la capacidad técnica de calibración o de medición de los laboratorios, aunado a que es un organismo público en la materia, esto le faculta para tener una preeminencia sobre las demás entidades de derecho privado [14].

El CENAM tiene a su cargo la protección de los patrones y prototipo nacionales de medida, sobre todo el metro y el kilogramo.

Únicamente a petición del interesado, el CENAM podrá realizar operaciones tendentes a determinar los errores de un instrumento para medir o de otras características metrológicas.

En éste sentido, al realizar tales funciones se inicia una concatenación de actos tendientes a calibrar los patrones de medida que usan los laboratorios de calibración, quienes a su vez, practican las calibraciones de los instrumentos para medir que utilizan los fabricantes, importadores, comercializadores o usuarios a los que en todo momento la Secretaría podrá requerir el certificado de calibración respectivo.

El CENAM proporciona servicios de calibración a los patrones de medición a los laboratorios, promueve y realiza actividades de investigación y desarrollo tecnológico, asesora, intercambia desarrollo metrológico, realiza peritajes y dictamina sobre la capacidad de la técnica de calibración, realiza o participa en congresos, seminarios, conferencias o en cualquier tipo de eventos de metrología, realiza convenios con instituciones de investigación con organismos nacionales y extranjeros, entre otras actividades.

2.1.4.3. Título Tercero: Normalización.

La Ley no contempla una definición sobre el término “Normalización”, sin embargo,, de su revisión integral podemos apreciar que en la utilización de la palabra subyace la idea del instrumento que permita atender a las necesidades de regulación de la práctica cotidiana y que sus características y formas específicas, comprenden una diversidad de actos y procesos de elaboración, clasificación, consenso, revisión, aprobación, obligatoriedad, generalidad, responsabilidad, vigencia, entre otros aspectos, los cuales constituyen un sistema completo que produce reglas con un alto grado de aceptación por parte de sus destinatarios [15].

El nombre de éste título puede ser visto de manera parcial, ya que la palabra normalización no refleja todas las actividades sustantivas que son objeto de ésta reglamentación, tal y como podrían tomarse las materias de certificación, acreditamiento y verificación.

La normalización es el proceso de formular y aplicar las reglas de acceso ordenado a una actividad específica, determinado por su interés y con la cooperación de todos los interesados y orientados principalmente para promover el interés general en una economía óptima, tomando en cuenta las condiciones funcionales y los requisitos de seguridad. Ese proceso se puntualiza para que un producto cumpla con ciertas especificaciones, para definir unidades de pesas y medidas en los ámbitos Industrial y comercial, establecer los índices de apreciación de la calidad de un producto; asegurar la intercambiabilidad y compatibilidad mecánica y eléctrica de productos manufacturados y para establecer niveles de seguridad, sanidad y protección al medio [15]

2.1.4.3.1 Capítulo I: “Disposiciones Generales”.

El presente numeral considera lo correspondiente a las dependencias según su ámbito de competencia, la Ley nos permite referir a las dependencias de la Administración Pública Federal, no obstante, tal descripción sigue siendo muy general, razón por la cual y a efecto de puntualizar su alcance recurrimos a la Ley Orgánica de la Administración Pública Federal, la que dispone que: “En el ejercicio de sus atribuciones y para el despacho de los negocios del orden administrativo encomendados al Poder Ejecutivo de la Unión, habrá las siguientes dependencias de la Administración Pública centralizada: Secretarías del Estado, Departamentos Administrativos y consejería Jurídica. De lo antes mencionado, podemos agregar que son dependencias los órganos vinculados directamente al Ejecutivo Federal por una relación de subordinación jerárquica que los faculta a actuar en su nombre para atender en la esfera administrativa los asuntos que la Ley orgánica les confiere [16].

Como se puede observar en éste capítulo, cada una de las dependencias de la Administración Pública Federal, atendiendo el ámbito de las materias y funciones otorgadas, participan en la edificación de un auténtico sistema que produce reglas técnico-operativas que se le identifica con el nombre de normalización, aunque en propiedad comprende, además de la materia de normalización, la de certificación, acreditamiento y verificación.

Dichas dependencias, según su competencia, están obligadas a: contribuir en la integración del Programa Nacional de Normalización con las propuestas de normas oficiales mexicanas, expedir normas oficiales mexicanas en las materias relacionadas con sus atribuciones y determinar su fecha de entrada en vigor, ejecutar el Programa Nacional de Normalización en sus respectivas áreas de competencia, constituir y presidir los comités consultivos nacionales de normalización, certificar, verificar e inspeccionar que los productos, procesos, métodos, instalaciones, servicios o actividades cumplan con las normas oficiales mexicanas; coordinarse en los casos que proceda con otras dependencias para cumplir con lo dispuesto en esta Ley y comunicar a la Secretaría su opinión sobre los proyectos de regulaciones técnicas de otros países, en los términos de los acuerdos y tratados internacionales en los que los Estados Unidos Mexicanos sea parte y coordinarse con las instituciones de enseñanza superior, asociaciones o colegios de profesionales, para constituir programas de estudio y capacitación con objeto de formar técnicos calificados y promover las actividades a que se refiere esta Ley.

La ley señala que el ejercicio de las atribuciones mencionadas anteriormente corresponde a la Secretaría de Economía, sin embargo, para una mejor organización y prestación del servicio, el Ejecutivo Federal, mediante facultad reglamentaria, ha delegado tales atribuciones a la Dirección de Normas, según lo consigna el artículo 23 del Reglamento Interior de la Secretaría de Economía [15].

La representación, trámite y resolución de los asuntos de la competencia de la Secretaría corresponde originalmente al secretario, no obstante, podrá delegar responsabilidades en servidores públicos subalternos, sin perjuicio de su ejercicio directo, por lo tanto, para el área y tema afines a la normalización, la Secretaría confía estas tareas a la Dirección de Normas.

Bajo esta premisa, en la Secretaría recaen también la obligación de: integrar el Programa Nacional de Normalización con las normas oficiales mexicanas y normas mexicanas que se pretendan elaborar anualmente, codificar las normas oficiales mexicanas por materias y mantener el inventario y la colección de las normas oficiales mexicanas y normas mexicanas, así como de las normas internacionales y de otros países, fungir como Secretario Técnico de la Comisión Nacional de Normalización y de los Comités Nacionales de Normalización, salvo que los propios comités decidan nombrar al secretario técnico de los mismos, mantener un registro de organismos nacionales de normalización, de las entidades de acreditación y de las personas acreditadas y aprobadas, expedir las normas oficiales mexicanas a que se refieren las fracciones I a IV, VIII, IX, XII, XV y XVIII del artículo 40 de la presente Ley, en las áreas de su competencia, llevar a cabo acciones y programas para el fomento de la calidad de los productos y servicios mexicanos, coordinarse con las demás dependencias y con el Instituto Federal de Telecomunicaciones para el adecuado cumplimiento de las disposiciones de esta Ley, en base a las atribuciones de cada dependencia y de dicho Instituto, participar con voz y voto en los comités consultivos nacionales de normalización en los que se afecten las actividades industriales o comerciales, autorizar a las entidades de acreditación, recibir las reclamaciones que se presenten contra tales entidades y, en su caso, requerir la revisión de las acreditaciones otorgadas, así como aprobar, previa opinión de la Comisión Nacional de Normalización, los lineamientos para la organización de los comités de evaluación, coordinar y dirigir los comités y actividades internacionales de normalización y demás temas afines a que se refiere esta Ley, fungir como centro de información en materia de normalización y notificar las normas oficiales mexicanas conforme a lo dispuesto en los acuerdos y tratados internacionales de los que los Estados Unidos Mexicanos sea parte, para lo cual las dependencias deberán proporcionarle oportunamente la información necesaria y las demás facultades que le confiere la LFMyn [13].

2.1.4.3.2.a Capítulo II: “De las Normas Oficiales Mexicanas y de las Normas Mexicanas”.

Sección I: De las Normas Oficiales Mexicanas.

El antecedente legal más remoto sobre la clasificación de las normas oficiales mexicanas como tal, lo encontramos en la Ley de Normas Industriales, publicada en el D.O.F, el 11 de febrero de 1946, la cual, en su artículo 1 hacía la distinción entre Normas: de nomenclatura, de calidad y de funcionamiento, establecidas por la Dirección de Normas de la Secretaría de Economía Nacional (hoy, Secretaría de Economía). La Ley General de Normas y Pesas y Medidas, publicada en D.O.F. del 7 de abril de 1971 –abroga a la anterior-, clasificó a las normas en dos tipos: opcionales y obligatorias, también señaló que se entendía por “normas”: que son las disposiciones que regulan al sistema general de pesas y medidas y las especificaciones que fija la Secretaría de Industria y Comercio, hoy, Secretaría de Economía, para los productos industriales. Otro término que aporta dicha ley es: “norma industrial” refiriéndose al conjunto de especificaciones en que se define, clasifica y califica un material, producto o procedimiento para que satisfaga las necesidades y usos a que está destinado [14].

En la ley sobre Metrología y Normalización de enero de 1988, se presenta por primera vez el término de Normas Oficiales Mexicanas, sin embargo, la misma dejaba entrever que las había de dos tipos: las obligatorias y las no obligatorias.

La legislación vigente de 1992, hasta antes de la reforma de 1997, solo hacía referencia a las Normas Oficiales Mexicanas, actualmente se retoma la opcionalidad, pues se hace mención también de las Normas Mexicanas que son creadas voluntariamente por los interesados, pero sujetas a disposiciones específicas.

La LFMyn desde el artículo tercero en la fracción XI, nos refiere a lo que debemos entender por Normas Oficiales Mexicanas (NOM), estableciendo principalmente que éstas serán de observancia obligatoria y expedidas por las Autoridades competentes.

Si observamos a las NOM desde el punto de vista meramente del derecho, éstas son muy parecidas a las llamadas reglas técnico-operativas, y podemos afirmar que son reglas de conducta que muestran los medios o procedimientos que son necesarios poner en práctica para el logro de determinados fines, pero que de ninguna manera, por sí mismas, estatuyen deberes; éstas no participan de las características de las normas jurídicas, entre otras, la relativa a la obligatoriedad. La aplicación de NOM se vuelve obligatoria para un sujeto en razón de que la obligatoriedad emana de la Ley, o seas; un acto formal y materialmente legislativo, y que las reglas técnicas-operativas que no son de índole legislativo ni reglamentario, y que solo se trata de cuerpos normativos sobre aspectos técnicos-operativos para materias específicas, están fuera del ámbito exclusivo del Poder Ejecutivo, al gravitar dentro de la potestad mediante una ley a alguna o varias de la Ley Orgánica de la Administración Pública Federal como en las demás leyes [14].

En el numeral, encontramos explícitamente la finalidad de las Normas Oficiales Mexicanas, y su contenido aborda sus características y especificaciones.

I. Las características y/o especificaciones que deban reunir los productos y procesos cuando éstos puedan constituir un riesgo para la seguridad de las personas o dañar la salud humana, animal, vegetal, el medio ambiente general y laboral, o para la preservación de recursos naturales.

Cuando en ésta ley encontramos la palabra “características” para referirnos a las NOM’s, se denota un conjunto de atributos o cualidades que deben reunir los productos o procesos de manera tal que se distingan de las demás y obtengan contenido e identidad propia; y por otro lado, al hacer uso de la palabra “especificaciones”, podemos entender a un enunciado concreto del conjunto de condiciones que debe satisfacer un producto, un material o un proceso, incluyendo, los métodos que permitan determinar si tales condiciones cumplen [14].

II. Las características y/o especificaciones de los productos utilizados como materias primas o partes o materiales para la fabricación o ensamble de productos finales sujetos al cumplimiento de normas oficiales mexicanas, siempre que para cumplir las especificaciones de éstos sean indispensables las de dichas materias primas, partes o materiales.

III. Las características y/o especificaciones que deban reunir los servicios cuando éstos puedan constituir un riesgo para la seguridad de las personas o dañar la salud humana, animal, vegetal o el medio ambiente general y laboral o cuando se trate de la prestación de servicios de forma generalizada para el consumidor;

IV. Las características y/o especificaciones relacionadas con los instrumentos para medir, los patrones de medida y sus métodos de medición, verificación, calibración y trazabilidad.

V. Las especificaciones y/o procedimientos de envase y embalaje de los productos que puedan constituir un riesgo para la seguridad de las personas o dañar la salud de las mismas o el medio ambiente.

VI. (Se deroga)

VII. Las condiciones de salud, seguridad e higiene que deberán observarse en los centros de trabajo y otros centros públicos de reunión.

VIII. La nomenclatura, expresiones, abreviaturas, símbolos, diagramas o dibujos que deberán emplearse en el lenguaje técnico industrial, comercial, de servicios o de comunicación.

IX. La descripción de emblemas, símbolos y contraseñas para fines de esta Ley.

X. Las características y/o especificaciones, criterios y procedimientos que permitan proteger y promover el mejoramiento del medio ambiente y los ecosistemas, así como la preservación de los recursos naturales.

XI. Las características y/o especificaciones, criterios y procedimientos que permitan proteger y promover la salud de las personas, animales o vegetales.

XII. La determinación de la información comercial, sanitaria, ecológica, de calidad, seguridad e higiene y requisitos que deben cumplir las etiquetas, envases, embalaje y la publicidad de los productos y servicios para dar información al consumidor o usuario.

XIII. Las características y/o especificaciones que deben reunir los equipos, materiales, dispositivos e instalaciones industriales, comerciales, de servicios y domésticas para fines sanitarios, acuícolas, agrícolas, pecuarios, ecológicos, de comunicaciones, de seguridad o de calidad y particularmente cuando sean peligrosos.

XIV. (Se deroga).

XV. Los apoyos a las denominaciones de origen para productos del país.

XVI. Las características y/o especificaciones que deban reunir los aparatos, redes y sistemas de comunicación, así como vehículos de transporte, equipos y servicios conexos para proteger las vías generales de comunicación y la seguridad de sus usuarios.

XVII. Las características y/o especificaciones, criterios y procedimientos para el manejo, transporte y confinamiento de materiales y residuos industriales peligrosos y de las sustancias radioactivas.

XVIII. Otras en que se requiera normalizar productos, métodos, procesos, sistemas o prácticas industriales, comerciales o de servicios de conformidad con otras disposiciones legales, siempre que se observe lo dispuesto por los artículos 45 a 47.

Los criterios, reglas, instructivos, manuales, circulares, lineamientos, procedimientos u otras disposiciones de carácter obligatorio que requieran establecer las dependencias y se refieran a las materias y finalidades que se establecen en este artículo, sólo podrán expedirse como normas oficiales mexicanas conforme al procedimiento establecido en esta Ley [13].

Por otra parte, la LFMyn reglamenta el contenido de las NOM's. La ley, nos refiere a rubros elementales de información que toda la NOM debe incorporar, los cuales, generalmente se utilizan como apartados en la estructuración temática de las NOM; esto significa que encontramos un guía para la redacción, estructuración y presentación de las Normas Oficiales Mexicanas. Entonces, encontramos que el artículo 41 provee aspectos sustanciales y de contenido, sin dejar de lado los elementos de forma que se encuentran el artículo anterior y al cual refiere.

El contenido marcado por la ley es:

I. La denominación de la norma y su clave o código, así como las finalidades de la misma conforme al artículo 40.

II. La identificación del producto, servicio, método, proceso, instalación o, en su caso, del objeto de la norma conforme a lo dispuesto en el artículo precedente.

III. Las especificaciones y características que correspondan al producto, servicio, método, proceso, instalación o establecimientos que se establezcan en la norma en razón de su finalidad.

IV. Los métodos de prueba aplicables en relación con la norma y en su caso, los de muestreo.

V. Los datos y demás información que deban contener los productos o, en su defecto, sus envases o empaques, así como el tamaño y características de las diversas indicaciones.

VI. El grado de concordancia con normas y lineamientos internacionales y con las normas mexicanas tomadas como base para su elaboración.

VII. La bibliografía que corresponda a la norma.

VIII. La mención de la o las dependencias que vigilarán el cumplimiento de las normas cuando exista concurrencia de competencias.

IX. Las otras menciones que se consideren convenientes para la debida comprensión y alcance de la norma.

En La elaboración y validación de los anteproyectos de NOM, así como su aprobación y publicación de dichas normas, es una actividad que confiere propiamente a la esfera administrativa de cada dependencia. Generalmente los funcionarios encargados de la elaboración, vigilancia y control de las NOM de cada Dependencia, son los mismo que participan en la integración de Comités Consultivos Nacionales de Normalización, los cuales a su vez; están constituidos y organizados por la misma Dependencia y el personal técnico que la integra pertenece a las Dependencias participantes; inclusive, en la última instancia, la aprobación de las normas técnicas se reserva en los representantes del sector público incorporados.

La elaboración y modificación de las NOM se sujetan a las siguientes reglas:

I. Los anteproyectos a que se refiere el artículo 44, se presentarán directamente al comité consultivo nacional de normalización respectivo, para que en un plazo que no excederá los 75 días naturales, formule observaciones.

II. La dependencia u organismo que elaboró el anteproyecto de norma, contestará fundadamente las observaciones presentadas por el Comité en un plazo no mayor de 30 días naturales contado a partir de la fecha en que le fueron presentadas y, en su caso, hará las modificaciones correspondientes. Cuando la dependencia que presentó el proyecto, no considere justificadas las observaciones presentadas por el Comité, podrá solicitar a la presidencia de éste, sin modificar su anteproyecto, ordene la publicación como proyecto, en el **Diario Oficial de la Federación** [13].

El procedimiento para los proyectos de las NOM's deben ajustarse al siguiente proceso:

I. Se publicarán íntegramente en el **Diario Oficial de la Federación** a efecto de que dentro de los siguientes 60 días naturales los interesados presenten sus comentarios al comité consultivo nacional de normalización correspondiente. Durante este plazo la manifestación a que se refiere el artículo 45 estará a disposición del público para su consulta en el comité.

II. Al término del plazo a que se refiere de la fracción anterior, el comité consultivo nacional de normalización correspondiente estudiará los comentarios recibidos y, en su caso, procederá a modificar el proyecto en un plazo que no excederá los 45 días naturales

III. Se ordenará la publicación en el **Diario Oficial de la Federación** de las respuestas a los comentarios recibidos así como de las modificaciones al proyecto, cuando menos 15 días naturales antes de la publicación de la norma oficial mexicana.

IV. Una vez aprobadas por el comité de normalización respectivo, las normas oficiales mexicanas serán expedidas por la dependencia competente y publicadas en el **Diario Oficial de la Federación**.

Cuando dos o más dependencias sean competentes para regular un bien, servicio, proceso, actividad o materia, deberán expedir las normas oficiales mexicanas conjuntamente. En todos los casos, el presidente del comité será el encargado de ordenar las publicaciones en el **Diario Oficial de la Federación** [13].

Además de las anteriores previsiones, cuando exista un “caso de emergencia”, las Dependencias competentes que expidan las NOM, deberán publicar un aviso de cancelación en el DOF y, de igual manera; se debe realizar el mismo procedimiento cuando la situación de emergencia haya cesado, antes del término de su vigencia.

Por otro lado, la ley exige a las personas de acatar las disposiciones exigidas por una NOM, siempre y cuando acrediten que los elementos que determina la NOM correspondiente, pueden ser sustituidos por otros que cumplen las mismas finalidades. Estos casos de excepción nunca corresponderán a elementos a sustituir de menos calidad que aquellos que se establecen en las NOM, sino que tendrán que ser de igual o superior calidad.

Aunque la Ley menciona que, para modificar una NOM se debe observar el mismo procedimiento que se tiene establecido para su elaboración, el artículo 51 contempla el procedimiento para la modificación de las NOM. Aunque esto parece una contradicción, es lógico que no se tenga que seguir el procedimiento de elaboración para una modificación de las NOM, cuando se trate de una insubsistencia de las causas que las motivaron; pero no es aceptable que se establezca que, tratándose de una modificación de NOM, no se sujete a procedimiento alguno.

Entonces, para las modificaciones de la NOM, se debe acatar el siguiente procedimiento:

Cuando no subsistan las causas que motivaron la expedición de una norma oficial mexicana, las dependencias competentes, a Iniciativa propia o a solicitud de la Comisión Nacional de Normalización, de la Secretaría o de los miembros del comité consultivo nacional de normalización correspondiente, podrán modificar o cancelar la norma de que se trate sin seguir el procedimiento para su elaboración.

Lo dispuesto en el párrafo anterior no es aplicable cuando se pretendan crear nuevos requisitos o procedimientos, o bien incorporar especificaciones más estrictas, en cuyo caso deberá seguirse el procedimiento para la elaboración de las normas oficiales mexicanas.

Las normas oficiales mexicanas deberán ser revisadas cada 5 años a partir de la fecha de su entrada en vigor, debiendo notificarse al secretariado técnico de la Comisión Nacional de Normalización los resultados de la revisión, dentro de los 60 días naturales posteriores a la terminación del período quinquenal correspondiente. De no hacerse la notificación, las normas perderán su vigencia y las dependencias que las hubieren expedido deberán publicar su cancelación en el **Diario Oficial de la Federación**. La Comisión podrá solicitar a la dependencia dicha cancelación.

Sin perjuicio de lo anterior, dentro del año siguiente a la entrada en vigor de la norma, el comité consultivo nacional de normalización o la Secretaría podrán solicitar a las dependencias que se analice su aplicación, efectos y observancia a fin de determinar las acciones que mejoren su aplicación y si procede o no su modificación o cancelación [13].

2.1.4.3.2.b Capítulo II: “De las Normas Oficiales Mexicanas y de las Normas Mexicanas”.

Sección II: De las Normas Mexicanas.

Las Normas Mexicanas tienen su primera aparición en nuestro contexto legal en el artículo 42 de la LFMyn, sin embargo, es a partir de la reforma del 20 de mayo de 1997 cuando se les dota de la característica de tener identidad propia, pero todavía contienen deficiencias de contenido y coherencia normativa.

Las NMX han alcanzado terreno gracias al auge alcanzado e incluso, ahora merecen un tratamiento distinto del que tienen las NOM. Podemos decir que las NMX son estándares o normas voluntarias que se obtienen con la participación y consenso de los sectores involucrados, las cuales son elaboradas por organismos de normalización de carácter privado y que a pesar de ser de tipo voluntario, la gran aceptación obtenida y las exigencias de calidad vigentes al mercado las han vuelto imprescindibles en los actuales modelos de desarrollo e intercambio tecnológico y de economías globalizadas [16].

Las NMX recobraron vida en la reforma de 1997, con la finalidad de fortalecer los esquemas ya previstos en la legislación relacionados con la creación de normas técnicas de naturaleza voluntaria, así como la de promover la cultura de la autorregulación en beneficio de la calidad de los procesos, bienes y servicios así como competir en los mercados internacionales.

Las características que distinguen a las NMX son: éstas carecen de obligatoriedad, generalidad y coercibilidad; por lo tanto, el Estado no las puede hacer respetar, pero esto no hace que dichas normas no estén vigentes y que nacen con pretensiones de ser válidas, creadas por personas morales del derecho privado constituidas para tales fines o, por la Secretaría.

Cuando la ley nos refiere la naturaleza voluntaria de las NMX, utiliza la palabra aplicación, sin embargo, debemos de entender que no se refiere a la idea tradicional y generalizada de aquel ejercicio intelectual mediante el cual se da la sumisión del caso concreto, debatido o planteado jurídicamente, al precepto legal que lo comprende, si no a la observancia o atacamiento voluntario y podemos apreciar que en la salvedad o la excepción que se señala, se establece el paso fundamental que determina el cambio de la naturaleza potestativa a la de imperativa u obligatoria de la NMX, y en donde el elemento de la obligatoriedad tiene cierta semejanza con aquel que desarrolla en las llamadas obligaciones civiles y mercantiles [14].

Para la elaboración de las NMX es necesario:

- I. Deberán incluirse en el Programa Nacional de Normalización.
- II. Tomar como base las normas internacionales, salvo que las mismas sean ineficaces o inadecuadas para alcanzar los objetivos deseados y ello esté debidamente justificado.
- III. Estar basadas en el consenso de los sectores interesados que participen en el comité y someterse a consulta pública por un periodo de cuando menos 60 días naturales antes de su expedición, mediante aviso publicado en el **Diario Oficial de la Federación** que contenga un extracto de la misma [13].

Para que las normas elaboradas por los organismos nacionales de normalización, y excepcionalmente las elaboradas por otros organismos, cámaras, colegios de profesionistas, asociaciones, empresas, dependencias o entidades de la administración pública federal, se puedan expedir como normas mexicanas, deben cumplir con los requisitos establecidos en esta Sección, en cuyo caso el secretariado técnico de la Comisión Nacional de Normalización publicará en el **Diario Oficial de la Federación** la declaratoria de vigencia de las mismas, con carácter informativo [15].

La revisión, actualización o cancelación de las normas mexicanas deberá cumplir con el mismo procedimiento que para su elaboración, pero en todo caso deberán ser revisadas o actualizadas dentro de los 5 años siguientes a la publicación de la declaratoria de vigencia, debiendo notificarse al secretariado técnico los resultados de la revisión o actualización. De no hacerse la notificación, el secretariado técnico de la Comisión Nacional de Normalización ordenará su cancelación.

Por otro lado, expresamente la Ley regula y justifica la excepcional intervención de la Secretaría para expedir NOM, estableciéndose dos supuestos:

- a) Cuando los organismos nacionales de normalización (ONN) no se hubieren ocupado de expedir una norma correspondiente.
- b) Cuando habiendo sido expedidas por las ONN, la norma en cuestión se aparte de los intereses de los sectores involucrados.

Sin embargo, en ambos supuestos, la intervención de la Secretaría no es inmediata, sino que se supedita a que el problema sea elevado como un tema a proponer para ser incluido en el plan nacional de normalización (PNN), además de que la Secretaría o la Dependencia, deberá justificar la convivencia de la expedición de la NOM y demostrar que se cuenta con la capacidad para coordinar los Comités de Normalización que en su caso correspondan.

2.1.4.3.3 Capítulo III: “De la Observancia de las Normas”.

Cuando nos referimos a observancia nos encontramos con el cumplimiento exacto y puntual de lo que nos manda a ejercer en la ley, regla o estatuto, por lo que la denominación de éste capítulo, en principio pudiera dar pie a pensar que en él, se contendrán un conjunto de disposiciones tendentes a hacer posible la ejecución puntual y rigurosa de lo que mandan, ordenan e imponen las diversas Normas Técnicas que son materia de regulación en el presente ordenamiento; sin embargo, esto no es así. En primer lugar, cabe decir que de los cinco tipos de Normas Técnicas que son reconocidas por la Ley: las NOM, las NMX, las normas Internacionales, Normas de Emergencia y Normas de Referencia, la última es ignorada. En segundo lugar, se debe recordar que las NOM comparten la característica de ser de observancia general, y el resto de las Normas Técnicas son voluntarias, potestativas u orientadoras [14].

Se manifiesta que, sin excepción alguna; todos los productos, procesos, métodos, instalaciones, servicios o actividades deberán cumplir con las normas oficiales mexicanas. Podemos afirmar que la observancia de esta disposición implícitamente está dirigida a un grupo de sujetos obligados, que lo son aquellas personas físicas o morales nacionales o extranjeras dedicadas a las diversas actividades económicas en las cuales se haga uso o produzca alguno de los rubros señalados.

Cuando un producto o servicio deba cumplir una determinada norma oficial mexicana, sus similares a importarse también deberán cumplir las especificaciones establecidas en dicha norma.

Las NMX, a pesar de ser expedidas mediante la llamada autorregulación, han tomado vital importancia, más que por su reconocimiento, han sido las leyes y condiciones que rigen el mercado las impulsoras de su uso y aplicación generalizada, por ello, se declaran como una referencia para determinar la calidad de los productos y servicios de que se trate, particularmente para la protección y orientación de los consumidores. Dichas normas en ningún caso podrán contener especificaciones inferiores a las establecidas en las normas oficiales mexicanas.

Se menciona en el presente numeral, que en el caso de controversias de carácter civil, mercantil o administrativo, cuando no se especifiquen las características de los bienes o servicios, las autoridades judiciales o administrativas competentes en sus resoluciones deberán tomar como referencia las normas oficiales mexicanas y en su defecto las normas mexicanas.

Sin perjuicio de lo dispuesto por la ley de la materia, los bienes o servicios que adquieran, arrienden o contraten las dependencias y entidades de la administración pública federal, deben cumplir con las normas oficiales mexicanas y, en su caso, con las normas mexicanas, y a falta de éstas, con las internacionales.

Cuando los productos o los servicios sujetos al cumplimiento de determinada norma oficial mexicana, no reúnan las especificaciones correspondientes, la autoridad competente prohibirá de inmediato su comercialización, inmovilizando los productos, hasta en tanto se acondicionen, reprocesen, reparen o substituyan. De no ser esto posible, se tomarán las providencias necesarias para que no se usen o presten para el fin a que se destinarían de cumplir dichas especificaciones.

2.1.4.3.4 Capítulo IV: “De la Comisión Nacional de Normalización”.

La legislación reconoce cuatro formas de organización administrativa: Centralización, Desconcentración, Descentralización y Sociedades Mercantiles y Empresas del Estado. La Comisión Nacional de Normalización (CNN), presenta características muy peculiares, dificultando su puntual ubicación en alguna de estas cuatro formas de organización. El problema de la ubicación organizacional, se origina en la propia Ley. Ésta, a diferencia del Centro Nacional de Metrología creado en el artículo 29, en el que expresamente le da carácter de organismo descentralizado, no especifica el tipo de organismo de la Administración Pública al que pertenece la CNN. No obstante, estimamos que la forma de organización más próxima a la CNN, se da en los llamados organismos Descentralizados [15].

Los órganos descentralizados presentan las principales características:

- a) Son creados por una ley o decreto.
- b) Dependen siempre de la Presidencia o de una Secretaría del Estado.
- c) Su competencia deriva de las facultades de la Administración Central.
- d) Su patrimonio es el mismo que el de la federación; aunque también puede tener presupuesto propio.
- e) Las decisiones más importantes, requieren de la aprobación del órgano del cual dependen.
- f) Tienen autonomía técnica.
- g) No puede tratarse de un órgano del cual dependen.
- h) Su nomenclatura puede ser muy variada.
- i) Su naturaleza jurídica se determina teóricamente para cada caso.
- j) En ocasiones tienen personalidad propia [13].

De las características antes señaladas, la CNN comparte directamente las siguientes:

- 1) Fue creada mediante un acto formalmente legislativo.
- 2) La competencia deriva de las facultades asignadas a cada una de las Subsecretarías que participan.
- 3) Las decisiones recaen en los representantes del sector central de la Administración Pública Federal [13].

Las Comisiones Intersecretariales de las cuales habla el artículo 21 de la Ley Orgánica de la Administración Pública Federal, tienen un alto grado de empatía con la CNN, sin embargo, presentan el inconveniente para ser consideradas en ésta modalidad de organización administrativa, que la creación de las comisiones

Intersecretariales están exclusivamente reservadas al Presidente de la República, por lo tanto, la CNN queda fuera de tal modalidad.

Las funciones de la Comisión Nacional De Normalización son:

- I. Aprobar anualmente el Programa Nacional de Normalización y vigilar su cumplimiento.
- II. Establecer reglas de coordinación entre las dependencias y entidades de la administración pública federal y organizaciones privadas para la elaboración y difusión de normas y su cumplimiento.
- III. Recomendar a las dependencias la elaboración, modificación, cancelación de normas oficiales mexicanas, o su expedición conjunta.
- IV. Resolver las discrepancias que puedan presentarse en los trabajos de los comités consultivos nacionales de normalización.
- V. Opinar, cuando se requiera, sobre el registro de organismos nacionales de normalización.
- VI. Proponer la integración de grupos de trabajo para el estudio e investigación de materias específicas.
- VII. Proponer las medidas que se estimen oportunas para el fomento de la normalización, así como aquellas necesarias para resolver las quejas que presenten los interesados sobre aspectos relacionados con la aplicación de la presente Ley.
- VIII. Dictar los lineamientos para la organización de los comités consultivos nacionales de normalización y opinar respecto de aquellos aplicables a los comités de evaluación.
- IX. Todas aquellas que sean necesarias para la realización de las funciones señaladas.

El reglamento interior de la Comisión determinará la manera conforme la cual se realizarán estas funciones [13].

2.1.4.3.5 Capítulo V: “De los Comités Consultivos Nacionales de Normalización”.

Los Comités Consultivos Nacionales de Normalización son órganos para la elaboración de NOM y la promoción de su cumplimiento. Estarán integrados por personal técnico de las dependencias competentes, según la materia que corresponda al comité, organizaciones de industriales, prestadores de servicios, comerciantes, productores agropecuarios, forestales o pesqueros; centros de investigación científica o tecnológica, colegios de profesionales y consumidores.

La mínima composición de los Comités Consultivos Nacionales de Normalización, según el artículo 61 del Reglamento de la Ley Federal sobre Metrología y Normalización, circunscribe a dos órganos, los cuales son:

I.- Presidente: El encargado de representar al comité consultivo nacional de normalización, así como de dirigir los trabajos y sesiones de los mismos.

El presidente de cada comité será designado por cada dependencia conforme a las disposiciones de sus reglas de operación. Dicha designación deberá hacerse por escrito.

II.- Secretario Técnico: es el encargado de realizar las funciones administrativas del comité, así como fungir de enlace entre éste y la CNN. El secretariado técnico de cada comité será designado por el presidente.

La posibilidad de incorporar un número mayor de participantes en los CNN no solo se depende del precitado artículo 61, sino también de lo dispuesto en el artículo 62 del propio Reglamento, ya que en él prevé la opción de que en la elaboración de las NOM actúen otros protagonistas, además de los enlistados en ésta sección de la Ley, cuando “a juicio del secretariado técnico de la CNN, los intereses de los sectores u organizaciones no se encuentren garantizados debido a la conformación del comité correspondiente, podrá sugerir la inclusión de los miembros que estime pertinente para equilibrar la representatividad al interior de dicho comité”.

Las dependencias competentes, de acuerdo con los lineamientos que dicte la Comisión Nacional de Normalización, organizarán los comités consultivos nacionales de normalización y fijarán las reglas para su operación. La dependencia que regule el mayor número de actividades del proceso de un bien o servicio dentro de cada comité, tendrá la presidencia correspondiente.

Los mismos se organizarán por materias o sectores a nivel nacional y no podrá existir más de un comité por dependencia, salvo en los casos debidamente justificados ante la Comisión [13].

Las resoluciones de los comités deberán tomarse por consenso; de no ser esto posible, por mayoría de votos de los miembros. Para que las resoluciones tomadas por mayoría sean válidas, deberán votar favorablemente cuando menos la mitad de las dependencias representadas en el comité y contar con el voto aprobatorio del presidente del mismo. En ningún caso se podrá expedir una norma oficial mexicana que contravenga otras disposiciones legales o reglamentarias.

2.1.4.3.6 Capítulo VI: “De los Organismos Nacionales de Normalización”.

Los Organismos Nacionales de Normalización son las personas morales que tiene por objeto elaborar las normas mexicanas. Las personas morales son grupos de personas a las cuales el derecho los considera como una solo entidad para que actúen como tal en la vida jurídica. Las figuras que más se ajustan a los fines y actividades establecidos en ésta Ley son las Sociedades Mercantiles y las Sociedades Civiles. Entonces, las personas interesadas en desarrollar y participar en la elaboración de normas mexicanas, habrán de constituirse en alguna de éstas modalidades de entidades colectivas que hemos señalado y, que dentro de su objeto social se incluya la de elaborar NMX, para posteriormente; solicitar la autorización para operar como ONN y para lo cual deberán reunir los requisitos que ésta ley señala [16].

Para operar como organismo nacional de normalización se requiere:

I. Presentar solicitud de registro ante la Secretaría, con copia para la dependencia que corresponda.

II. Presentar sus estatutos para aprobación de la Secretaría en donde conste que:

a) Tienen por objeto social el de normalizar.

b) Sus labores de normalización se lleven a cabo a través de comités integrados de manera equilibrada por personal técnico que represente a nivel nacional a productores, distribuidores, comercializadores, prestadores de servicios, consumidores, instituciones de educación superior y científica, colegios de profesionales, así como sectores de interés general y sin exclusión de ningún sector de la sociedad que pueda tener interés en sus actividades.

c) Tengan cobertura nacional.

III. Tener capacidad para participar en las actividades de normalización internacional, y haber adoptado el código para la elaboración, adopción y aplicación de normas internacionalmente aceptado.

Los organismos nacionales de normalización tendrán las siguientes obligaciones:

I. Permitir la participación de todos los sectores interesados en los comités para la elaboración de normas mexicanas, así como de las dependencias y entidades de la administración pública federal competentes.

II. Conservar las minutas de las sesiones de los comités y de otras deliberaciones, decisiones o acciones que permitan la verificación por parte de la Secretaría, y presentar los informes que ésta les requiera.

III. Hacer del conocimiento público los proyectos de normas mexicanas que pretendan emitir mediante aviso en el **Diario Oficial de la Federación** y atender cualquier solicitud de información que sobre éstos hagan los interesados.

IV. Celebrar convenios de cooperación con la Secretaría a fin de que ésta pueda, entre otras, mantener actualizada la colección de normas mexicanas.

V. Remitir al secretariado técnico de la Comisión Nacional de Normalización las normas que hubieren elaborado para que se publique su declaratoria de vigencia.

VI. Tener sistemas apropiados para la identificación y clasificación de normas [13].

Para el caso de las entidades de la Administración Pública Federal, deberán constituir comités de normalización para la elaboración de las normas de referencia conforme a las cuales adquieran, arrienden o contraten bienes o servicios, cuando las normas mexicanas o internacionales no cubran los requerimientos de las mismas, o bien las especificaciones contenidas en dichas normas se consideren inaplicables u obsoletas.

2.1.4.4. Título Cuarto: De la Acreditación y Determinación del Cumplimiento.

El título cuarto de la Ley presentada en el DOF en 1992 llevaba por nombre “De la acreditación y certificación” sin embargo, en la reforma adoptada en 1997 desaparece el término “certificación” y se antepone la frase “determinación del cumplimiento” sin que en la exposición de motivos se justificara tal sustitución, pero sí se hizo manifiesto el reconocimiento del término “evaluación de conformidad” el cual es ampliamente referido en la Ley pero no así la precitada frase “determinación del cumplimiento” y que jamás se enuncia nuevamente de manera similar en el resto de la ley [14].

2.1.4.4.1 Capítulo I: “De la Acreditación y Aprobación”.

El concepto que se maneja de “acreditación” en la Ley, es fijado de forma clara. Sin embargo, cuando hablamos de “aprobación”, no se realiza ningún tipo de definición. No obstante; el ordenamiento lo refiere a varios preceptos. Dada esta circunstancia nos atrevemos a decir en sentido común, el término aprobación proviene de aprobar, de asentir o dar por bueno, válido o apto un caso o aquel acto por el cual se da el consentimiento de que un suceso, una acción u objeto específico cumplen con lo requerido. Ahora bien, en el campo de la normalización el término aprobación, puede ser entendido como aquel acto por el cual la Dependencia competente otorga su consentimiento para que una persona acreditada esté en aptitud de certificar o verificar NOM’s, de su competencia, ello siempre y cuando exista la previa acreditación [15].

La evaluación de la conformidad será realizada por las dependencias competentes, por el Instituto Federal de Telecomunicaciones o por los organismos de certificación, los laboratorios de prueba o de calibración y por las unidades de verificación acreditados y, en su caso, aprobados en los términos del artículo 70.

Se enumera, los deberes de la acreditación de los organismos, laboratorios y unidades para obtener la acreditación y las entidades acreditadas integrarán comités de evaluación como órganos de apoyo para la acreditación para la aprobación por las dependencias competentes.

Las dependencias competentes y el Instituto Federal de Telecomunicaciones podrán aprobar a las personas acreditadas que se requieran para la evaluación de la conformidad, en lo que se refiere a normas oficiales mexicanas, para lo cual se sujetarán a lo siguiente:

I. Identificar las normas oficiales mexicanas para las que se requiere de la evaluación de la conformidad por personas aprobadas y, en su caso, darlo a conocer en el **Diario Oficial de la Federación**.

II. Participar en los comités de evaluación para la acreditación, o reconocer sus resultados. No duplicar los requisitos solicitados para su acreditación, sin perjuicio de establecer adicionales, cuando se compruebe justificadamente a la Secretaría la necesidad de los mismos a fin de salvaguardar tanto el objetivo de la norma oficial mexicana, como los resultados de la evaluación de la conformidad con la misma y la verificación al solicitante de las condiciones para su aprobación.

Para operar como entidad de acreditación se requiere la autorización de la Secretaría, previa opinión favorable de la mayoría de los miembros de la Comisión Nacional de Normalización a que se refiere la fracción I del artículo 59.

Cuando una entidad de acreditación está confirmada, las obligaciones que se tiene que realizar son:

I. Resolver las solicitudes de acreditación que le sean presentadas, emitir las acreditaciones correspondientes y notificarlo a las dependencias competentes.

II. Cumplir en todo momento con las condiciones y términos conforme a los cuales se le otorgó la autorización.

III. Permitir la presencia de un representante de las dependencias competentes que así lo soliciten en el desarrollo de sus funciones.

IV. Integrar y coordinar los comités de evaluación para la acreditación conforme a los lineamientos que dicte la Secretaría, así como integrar un padrón nacional de evaluadores con los técnicos correspondientes.

V. Revisar periódicamente el cumplimiento por parte de las personas acreditadas de las condiciones y requisitos que sirvieron de base para su acreditación.

VI. Resolver las reclamaciones que presenten las partes afectadas por sus actividades, y responder sobre su actuación.

VII. Salvaguardar la confidencialidad de la información obtenida en el desempeño de sus actividades.

VIII. Participar en organizaciones de acreditación regional o internacional para la elaboración de criterios y lineamientos sobre la acreditación y el reconocimiento mutuo de las acreditaciones otorgadas.

IX. Facilitar a las dependencias y a la Comisión Nacional de Normalización la información y asistencia técnica que se requiera en materia de acreditación y presentar semestralmente un reporte de sus actividades ante la misma.

X. Mantener para consulta de cualquier interesado un catálogo clasificado y actualizado de las personas acreditadas [13].

El artículo 70-c intenta ceñir la participación de las Entidades de Acreditación y las personas acreditadas, a la observancia de una serie directrices mínimas, ya que éstas poseen obligaciones similares en razón de ser “organismos de tercera parte”, es decir; parte diferente del productor y consumidor pero condicionados a la autorización o aprobación y a la vigilancia de las Dependencias competentes.

La ley contempla que la inspección, que pueden realizar las dependencias competentes y el Instituto Federal de Telecomunicaciones, se podrá realizar en cualquier tiempo para comprobar el cumplimiento de ésta Ley, sus reglamentos y las normas oficiales mexicanas, por parte de las entidades de acreditación, las personas acreditadas o cualquier otra entidad u organismo que realice actividades relacionadas con las materias a que se refiere esta Ley, así como a aquellas a las que presten sus servicios.

2.1.4.4.2 Capítulo II: “De los procedimientos para la Evaluación de la Conformidad”.

Atendiendo a la descripción que se hace de la actividad de la evaluación de la conformidad, podemos establecer que los procedimientos para dicha actividad, consisten en el conjunto de pasos ordenados y concatenados entre sí para aplicar técnicas o métodos de muestro, prueba, calificación, certificación o calibración que permiten determinar el grado de cumplimiento de una determinada actividad, producto o servicio en relación a una NOM. Teniendo presente lo explicado, la facultad dada de las dependencias en éste párrafo para establecer los procedimientos para la evaluación de conformidad, se encuentra acotada a las siguientes condiciones:

- a) Que el cumplimiento de las NOM’s se vincule directamente con fines oficiales, es decir, con aquellos que atañen o tienen que ver con el ejercicio de alguna función pública.
- b) El cumplimiento de las NOM’s se hará para salvaguardar las finalidades que se contemplan en el artículo 40 de esta ley.
- c) Deberá consultarse previamente a los sectores interesados.

Aquí no importa advertir que la ley no dice en qué sentido debe ser obtenida tal consulta, ni que trascendencia formal puede tener el resultado de la misma, así que, con el solo hecho de que la Dependencia, previamente a la fijación de los procedimientos para la evaluación de conformidad, hubiese hecho la consulta, serpa suficiente para tener por satisfecho el requisito y que la elaboración y promulgación de los multicitados procedimientos se observe lo dispuesto en la Ley, su Reglamento, así como los lineamientos internacionales [14].

En cuanto a la consulta pública se refiere, los procedimientos para la evaluación de la conformidad tendrán un periodo de 60 días naturales, En ésta etapa, cualquier persona interesada puede emitir su opinión y hacer propuestas. Una vez que se analizan previamente las observaciones y comentarios, se procederá a la publicación definitiva en el Diario Oficial de la Federación. En complemento, el artículo 82 del RLFMN señala que deberá ser conforme a lo dispuesto en los acuerdos y tratados internacionales de los que los Estados Unidos Mexicanos sean parte.

Las dependencias o las personas acreditadas y aprobadas podrán evaluar la conformidad a petición de parte, para fines particulares, oficiales o de exportación. Los resultados se harán constar por escrito.

2.1.4.4.3 Capítulo III: “De las Contraseñas y Marcas Oficiales”.

El más claro y antiguo antecedente legal del uso de Contraseñas y Marcas Oficiales se localiza en la Ley General de Normas de Pesas y Medidas de 1961, la cual estableció el llamado Sello Oficial de Garantía, al que definió como “una contraseña que permitía usar la Secretaría de la Industria y Comercio, para que los fabricantes de artículos que hayan quedado sujetos a norma opcional, la fijen en sus productos, envases o empaques, facturas y correspondencia, a fin de que fuera usada en su propaganda comercial”.

En la actualidad, la Ley vigente y su Reglamento se encuentran desprovistas respecto a lo que debe entenderse por Contraseña Oficial. Ante tal carencia y a efecto de ilustrar sobre el alcance del concepto de “Contraseña”, podemos hacer referencia a las Normas Oficiales Mexicanas, en las que señala que la Contraseña Oficial es el “Signo distintivo que denota la evaluación de la conformidad de un producto o servicio con las Normas Oficiales Mexicanas que le son aplicables” [14].

Las dependencias competentes, en coordinación con la Secretaría, podrán establecer las características de las contraseñas oficiales que denoten la evaluación de la conformidad respecto de las normas oficiales mexicanas y, cuando se requiera, de las normas mexicanas.

Los productos o servicios sujetos a normas oficiales mexicanas y normas mexicanas, podrán ostentar voluntariamente las contraseñas oficiales cuando ello no induzca a error al consumidor o usuario sobre las características del bien o servicio; se haya evaluado la conformidad por una persona acreditada o aprobada y las contraseñas se acompañen de las marcas registradas por la misma en los términos de la Ley de la Propiedad Industrial. Para ello se deberá obtener previamente la autorización de las personas acreditadas para el uso de sus marcas registradas.

Las dependencias podrán requerir que determinados productos ostenten dichas contraseñas obligatoriamente, en cuyo caso se requerirá la evaluación de la conformidad por la dependencia competente o por las personas acreditadas y aprobadas para ello.

Las dependencias podrán establecer los emblemas que denoten la acreditación y aprobación de los organismos de certificación, laboratorios de prueba y de calibración y unidades de verificación.

2.1.4.4.4 Capítulo IV: “De los Organismos de Certificación”.

La figura jurídica “Organismos de Certificación” es incorporada a la LFMyn como “aquellas personas morales que bajo previa acreditación por parte de la Secretaría y la aprobación de la dependencias competentes, no solo fungirán como entidades de apoyo al Gobierno Federal en el área de certificación oficial, si no que permitirán además, crear infraestructura moderna de asesoramiento de la calidad, similar a la que existe en otros países del mundo y propiciar la elevación de la calidad de los productos y servicios que se ofrecen en el país” [14].

Se define como un Organismo de Certificación a “aquella institución gubernamental o no, que posee la competencia y fiabilidad necesarias para administrar un sistema de certificación, y en el seno de la cual están representados los intereses de todas las partes afectadas para el funcionamiento del sistema” [15].

Dicho esto, tenemos un panorama amplio para definir e identificar a cualquier Organismo de Certificación.

Las dependencias competentes aprobarán a los organismos de certificación acreditados por cada norma oficial mexicana en los términos del artículo 70. Dicha aprobación podrá otorgarse por materia, sector o rama, siempre que el organismo:

I. Tenga cobertura nacional.

II. Demuestre la participación, en su estructura técnica funcional de representantes de los sectores interesados a nivel nacional de productores, distribuidores, comercializadores, prestadores de servicios, consumidores, instituciones de educación superior y científica, colegios de profesionales, así como de aquellos que puedan verse afectados por sus actividades.

III. Cuento con procedimientos que permitan conducir sus actuaciones en el proceso de certificación con independencia de intereses particulares o de grupo.

IV. Permita la presencia de un representante de la dependencia competente que así lo solicite en el desarrollo de sus funciones.

Las actividades de certificación, deberán ajustarse a las reglas, procedimientos y métodos que se establezcan en las normas oficiales mexicanas, y en su defecto a las normas internacionales. Las actividades deberán comprender lo siguiente:

I. Evaluación de los procesos, productos, servicios e instalaciones, mediante inspección ocular, muestreo, pruebas, investigación de campo o revisión y evaluación de los programas de calidad.

II. Seguimiento posterior a la certificación inicial, para comprobar el cumplimiento con las normas y contar con mecanismos que permitan proteger y evitar la divulgación de propiedad industrial o intelectual del cliente.

III. Elaboración de criterios generales en materia de certificación mediante comités de certificación donde participen los sectores interesados y las dependencias. Tratándose de normas oficiales mexicanas los criterios que se determinen deberán ser aprobados por la dependencia competente [13].

2.1.4.4.5. Capítulo V: “De los Laboratorios de Pruebas”.

En México, la idea de establecer un sistema de acreditamiento de laboratorios surgió en 1979, al percibir la necesidad de crear un sistema oficial de homologación de laboratorios de prueba, con el fin de auxiliar a la industria en los problemas internos de control de calidad. Para tales fines, el 21 de Abril de 1980 se publicó en Diario Oficial de la Federación un decreto presidencial para sentar las bases de operación del Sistema. Así, el Sistema Nacional de Acreditamiento de Laboratorios de prueba es encargado de las de las funciones de normalización y de acreditamiento en el ámbito nacional de los laboratorios que lo solicitan, para estar reconocidos oficialmente, ello como parte del Sistema de Calidad el cual tiene por objeto dar confianza y garantizar al consumidor que el producto fue sometido a pruebas con metodologías previamente reconocidas.

Se instituye el Sistema Nacional de Acreditamiento de Laboratorios de Pruebas con el objeto de contar con una red de laboratorios acreditados que cuenten con equipo suficiente, personal técnico calificado y demás requisitos que establezca el reglamento, para que presten servicios relacionados con la normalización a que se refiere esta Ley.

Los laboratorios acreditados podrán denotar tal circunstancia usando el emblema oficial del sistema nacional de acreditamiento de laboratorios de pruebas.

El resultado de las pruebas que realicen los laboratorios acreditados, se hará constar en un informe de resultados que será firmado por la persona facultada por el propio laboratorio para hacerlo. Dichos informes tendrán validez ante las dependencias y entidades de la administración pública federal, siempre que el laboratorio haya sido aprobado por la dependencia competente.

2.1.4.4.6. Capítulo VI: “De las Unidades de Verificación”.

Las Unidades de Verificación (UV), son entes que participan en la evaluación de la conformidad, las cuales pueden ser personas Físicas o Morales, que cuentan con la estructura organizacional, el personal necesario para la constatación ocular o comprobación, mediante muestreo, medición, pruebas de laboratorio o examen de documentos. Los servicios que prestan éstas unidades han de satisfacerse a razón de competencia técnica, imparcialidad y confidencialidad, así también, han de ser capaces de resolver los conflictos que se les presenten en el desarrollo de sus actividades [15].

El origen directo de las “UV” se reconoce en la iniciativa presidencial de la presente Ley, la cual señaló que son órganos de apoyo a la Administración Pública Federal, ya sean personas Físicas o Morales acreditadas para realizar, a petición de parte, actividades de inspección. Adicionalmente, la iniciativa dispuso que las Unidades de Verificación podrán ser complemento a las actividades de inspección que realiza el Estado para asegurar el cumplimiento de los ordenamientos legales, además permite a las Dependencias de la Administración Pública Federal, puedan contar con técnicos altamente capacitados para realizar las tareas de verificación del cumplimiento de las Normas Oficiales Mexicanas.

Las unidades de verificación podrán, a petición de parte interesada, verificar el cumplimiento de normas oficiales mexicanas, solamente en aquellos campos o actividades para las que hubieren sido aprobadas por las dependencias competentes.

Los dictámenes de las unidades de verificación serán reconocidos por las dependencias competentes, así como por los organismos de certificación y en base a ellos podrán actuar en los términos de esta Ley y conforme a sus respectivas atribuciones.

Las dependencias podrán solicitar el auxilio de las unidades de verificación para la evaluación de la conformidad con respecto de normas oficiales mexicanas, en cuyo caso se sujetarán a las formalidades y requisitos establecidos en esta Ley.

El resultado de las operaciones que realicen las unidades de verificación se hará constar en un acta que será firmada, bajo su responsabilidad, por el acreditado en el caso de las personas físicas y por el propietario del establecimiento o por el presidente del consejo de administración, administrador único o director general de la propia unidad de verificación reconocidos por las dependencias, y tendrá validez una vez que haya sido reconocido por la dependencia conforme a las funciones que hayan sido específicamente autorizadas a la misma.

2.1.4.4.7. Capítulo VII: “De los Acuerdos de Reconocimiento Mutuo”.

En la exposición de motivos de la iniciativa de reforma a la LFMN en 1997, preveía que el fin primordial de la adición a este capítulo era impulsar la celebración de acuerdos de reconocimiento mutuo, los cuales permitían a nuestro país poder concurrir de forma más continua y activa a los diversos foros internacionales

de las materias de metrología y la normalización, así como para obtener reconocimiento internacional de los organismos privados que integran la infraestructura técnica de nuestro sistema de normalización. Otro de los objetivos pretendidos en dicha iniciativa, consistió en la acreditación privada pudiese sentar las bases de negociación de los acuerdos celebrados en éste ámbito con el resto del mundo donde, en la mayoría de los casos, la acreditación está a cargo de los propios particulares. A la vez se preveía que con la negociación de acuerdos de ésta índole, se obtendrían resultados favorables para el accesos de productos y servicios nacionales en los mercados del exterior.

La Secretaría, por sí o a solicitud de cualquier dependencia competente o interesado, podrá concertar acuerdos con instituciones oficiales extranjeras e internacionales para el reconocimiento mutuo de los resultados de la evaluación de la conformidad que se lleve a cabo por las dependencias, personas acreditadas e instituciones mencionadas, así como de las acreditaciones otorgadas.

Las entidades de acreditación y las personas acreditadas también podrán concretar acuerdos con las instituciones señaladas u otras entidades privadas, para lo cual requerirán el visto bueno de la Secretaría. Cuando tales acuerdos tengan alguna relación con las normas oficiales mexicanas, se requerirá, además, la aprobación del acuerdo por la dependencia competente que expidió la norma en cuestión y la publicación de un extracto del mismo en el **Diario Oficial de la Federación**.

Los convenios deberán ajustarse a lo dispuesto en los tratados internacionales suscritos por los Estados Unidos Mexicanos, al reglamento de esta Ley y, en su defecto, a los lineamientos internacionales en la materia, y observar como principios que:

- I. Exista reciprocidad.
- II. Sean mutuamente satisfactorios para facilitar el comercio de los productos, procesos o servicios nacionales de que se trate.
- III. Se concreten preferentemente entre instituciones y entidades de la misma naturaleza.

2.1.4.5. Título Quinto: De la Verificación.

El presente título trata específicamente sobre las actividades de verificación, que de acuerdo con la presente Ley, es entendida la verificación como: “la constatación ocular o la comprobación mediante muestreo, medición pruebas de laboratorio o examen de documentos que se realizan para evaluar la conformidad en un momento determinado”, sin embargo podemos considerar que ésta definición no es suficiente, ya que se limita únicamente a señalar que dicha verificación solo será realizada para la evaluación de conformidad y no necesariamente sucede así, ya que podrán realizarse verificaciones con otros fines, según se desprende de las disposiciones contenidas en el Capítulo Único del Título en cuestión, particularmente en lo mencionado en artículo 91 [14].

2.1.4.5.1. Capítulo Único: “Verificación y Vigilancia”.

Para los efectos de esta Ley se entiende por visita de verificación:

- I. La que se practique en los lugares en que se realice el proceso, alguna fase del mismo, de productos, instrumentos para medir o servicios, con objeto de constatar ocularmente que se cumple con lo dispuesto en esta Ley y demás disposiciones derivadas de ella, así como comprobar lo concerniente a la utilización de los instrumentos para medir.

II. La que se efectúe con objeto de comprobar el cumplimiento de las normas oficiales mexicanas, el contenido o el contenido neto y, en su caso, la masa drenada; determinar los ingredientes que constituyan o integren los productos, si existe obligación de indicar su composición, la veracidad de la información comercial o la ley de los metales preciosos. Esta verificación se efectuará mediante muestreo y, en su caso, pruebas de laboratorio [13].

Las personas físicas o morales tendrán la obligación de proporcionar a las autoridades competentes los documentos, informes y datos que les requieran por escrito, así como las muestras de productos que se les soliciten cuando sea necesario para los fines de la presente Ley y demás disposiciones derivadas de ella. En todo caso, respecto a las muestras se estará a lo dispuesto en los artículos 101 al 108 de la presente Ley.

Para efectos de control del cumplimiento con normas oficiales mexicanas las dependencias podrán integrar sistemas de información conforme a los requisitos y condiciones que se determinen en el reglamento de esta Ley, y aquellos que establezcan las dependencias a través de disposiciones de carácter general, evitando trámites adicionales.

Las dependencias competentes podrán realizar visitas de verificación con el objeto de vigilar el cumplimiento de esta Ley y demás disposiciones aplicables, independientemente de los procedimientos para la evaluación de la conformidad que hubieren establecido. Al efecto, el personal autorizado por las dependencias podrá recabar los documentos o la evidencia necesaria para ello, así como las muestras conforme a lo dispuesto en el artículo 101.

De cada visita de verificación efectuada por el personal de las dependencias competentes o unidades de verificación, se expedirá un acta detallada, sea cual fuere el resultado, la que será firmada por el representante de las dependencias o unidades, en su caso por el del laboratorio en que se hubiere realizado, y el fabricante o prestador del servicio si hubiere intervenido.

Si el producto o el servicio no cumplen satisfactoriamente las especificaciones, la Secretaría o la dependencia competente, a petición del interesado podrá autorizar se efectúe otra verificación en los términos de esta Ley.

Las visitas de verificación que lleven a cabo la Secretaría y las dependencias competentes, se practicarán en días y horas hábiles y únicamente por personal autorizado, previa identificación vigente y exhibición del oficio de comisión respectivo.

Los productores, propietarios, sus subordinados o encargados de establecimientos industriales o comerciales en que se realice el proceso o alguna fase del mismo, de productos, instrumentos para medir o se presten servicios sujetos al cumplimiento de la presente Ley, tendrán la obligación de permitir el acceso y proporcionar las facilidades necesarias a las personas autorizadas por la Secretaría o por las dependencias competentes para practicar la verificación, siempre que se cumplan los requisitos establecidos en el presente Título.

De toda visita de verificación se levantará acta circunstanciada, en presencia de dos testigos propuestos por la persona con quien se hubiere entendido la diligencia o por quien la practique si aquella se hubiese negado a proponerlos [13].

2.1.4.6. Título Sexto: De los Incentivos, Sanciones y Recursos.

La denominación de éste último Título reúne conceptos que hasta cierto punto, podemos decir que son conceptos contrapuestos, principalmente en lo concerniente a los términos incentivos y sanciones, que si bien uno de ellos induce a realizar o continuar con una práctica o acción específica, el otro tiende a disuadir a que se realicen actos y se eviten conductas particulares. El término sobre los Incentivos, es una modalidad que se instaura en la reforma de la Ley de 1988, en la cual sólo se hacía referencia a “Sanciones y Recursos” [14].

En éste cuerpo legal se le da una importancia considerable al rubro de los incentivos, que independientemente de su pertinencia para desarrollarse en éste Título, el propio Reglamento de la Ley le concede toda la titularidad en su correlativo Título VI.

2.1.4.6.1. Capítulo I: “Del Premio Nacional de Calidad”.

Se instituye el Premio Nacional de Calidad con el objeto de reconocer y premiar anualmente el esfuerzo de los fabricantes y de los prestadores de servicios nacionales, que mejoren constantemente la calidad de procesos industriales, productos y servicios, procurando la calidad total.

El procedimiento para la selección de los acreedores al premio mencionado, la forma de usarlo y las demás prevenciones que sean necesarias, las establecerá el reglamento de esta Ley.

2.1.4.6.2. Capítulo II: “De las sanciones”.

El incumplimiento a lo dispuesto en esta Ley y demás disposiciones derivadas de ella, será sancionado administrativamente por las dependencias conforme a sus atribuciones y en base a las actas de verificación y dictámenes de laboratorios acreditados que les sean presentados a la dependencia encargada de vigilar el cumplimiento de la norma conforme lo establecido en esta Ley. Sin perjuicio de las sanciones establecidas en otros ordenamientos legales, las sanciones aplicables serán las siguientes:

- I. Multa.
- II. Clausura temporal o definitiva, que podrá ser parcial o total.
- III. Arresto hasta por treinta y seis horas.
- IV. Suspensión o revocación de la autorización, aprobación, o registro según corresponda.
- V. Suspensión o cancelación del documento donde consten los resultados de la evaluación de la conformidad, así como de la autorización del uso de contraseñas y marcas registradas [13].

El presente Capítulo, señala las sanciones por el incumplimiento, conductas y omisiones a la Ley, sus autoridades competentes para señalar y aplicar las sanciones, y dictaminar las sanciones.

2.1.4.6.3. Capítulo III: “Del Recurso de Revisión y de las Reclamaciones”.

Las personas afectadas por las resoluciones dictadas con fundamento en esta Ley y demás disposiciones derivadas de ella, podrán interponer recurso de revisión en los términos de la Ley Federal de Procedimiento Administrativo.

Las entidades de acreditación y las personas acreditadas y aprobadas deberán resolver las reclamaciones que presenten los interesados, así como notificar al afectado su respuesta en un plazo no mayor a 10 días hábiles, con copia a las dependencias competentes.

Si el afectado no estuviere conforme con la respuesta emitida, podrá manifestarlo por escrito ante la dependencia que corresponda, acompañando los documentos en que se apoye. La dependencia remitirá copia a quien emitió la respuesta para que en un plazo no mayor a 5 días hábiles se le rinda un informe justificando su actuación [13].

Del análisis del informe que rinda la entidad de acreditación o las personas acreditadas y aprobadas, la dependencia competente podrá requerirle que reconsidere su actuación, o en su caso procederá a aplicar las sanciones que correspondan.

De no rendirse el informe, se presumirán ciertas las manifestaciones del afectado y la dependencia procederá conforme al párrafo anterior.

Las entidades de acreditación y las personas acreditadas deberán mantener a disposición de las dependencias competentes, las reclamaciones que se les presenten [13].

2.1.4.7. Artículos Transitorios.

Los Artículos Transitorios de la presente Ley, son disposiciones numeradas en forma consecutiva que tienen una vigencia momentánea o temporal, de carácter secundario y en la medida, actúan como auxiliar de los Artículos principales que aplican en la Ley federal de Metrología y Normalización, los cuales precisan el momento de entrada en vigor de la Ley y determinan otras especificaciones sobre las condiciones en que la legislación comienza a surtir los efectos legales.

CAPÍTULO TERCERO.

3. LA NOM-028-STPS-2012.

3.1 INTRODUCCIÓN.

Las Normas Oficiales Mexicanas fijan las características esenciales de un producto o servicio y éstas son obligatorias para todo el Territorio Nacional. En la actualidad, existen nueve dependencias del Gobierno Federal que elaboran NOM conforme al procedimiento que se describe en la Ley Federal sobre Metrología y Normalización, dichas dependencias toman la iniciativa de elaborar una NOM porque directamente detecta su necesidad en virtud de algún problema específico, o porque algún grupo de personas interesadas se acerca a la dependencia a solicitar que se elabore una norma para someter a control algún producto o actividad; o bien, para homologar nuestros productos o servicios con las Normas Internacionales o de otro país, la dependencia percibe que, de acuerdo con las tendencias mundiales, hay regulaciones que deben ser desarrolladas, por ejemplo, en el área de nuevas tecnologías [14].

La Norma Oficial Mexicana No. 28 vigente y con su última reforma el 13 de marzo de 2012, en cumplimiento de lo previsto por el artículo 46, fracción I, de la Ley Federal sobre Metrología y Normalización, la Secretaría del Trabajo y Previsión Social presentó ante el Comité Consultivo Nacional de Normalización de Seguridad y Salud en el Trabajo, el Anteproyecto de Modificación de la presente Norma Oficial Mexicana, y que el citado Comité lo consideró correcto y acordó que se publicara como Proyecto en el Diario Oficial de la Federación, que con objeto de cumplir con lo dispuesto en los artículos 69-E y 69-H, de la Ley Federal de Procedimiento Administrativo, el Anteproyecto correspondiente fue sometido a la consideración de la Comisión Federal de Mejora Regulatoria, la que dictaminó favorablemente en relación con el mismo y que con fecha 2 de abril de 2012, en cumplimiento del Acuerdo por el que se establece la organización y Reglas de Operación del Comité Consultivo Nacional de Normalización de Seguridad y Salud en el Trabajo, y de lo previsto por el artículo 47, fracción I, de la Ley Federal sobre Metrología y Normalización, se publicó en el Diario Oficial de la Federación el Proyecto de modificación de la Norma Oficial Mexicana NOM-028-STPS-2004, Organización del trabajo-Seguridad en los procesos de sustancias químicas, para quedar como PROY-NOM-028-STPS-2012, Sistema para la administración del trabajo-Seguridad en los procesos de sustancias químicas peligrosas, a efecto de que, dentro de los 60 días naturales siguientes a dicha publicación, los interesados presentaran sus comentarios al Comité; conforme a lo establecido en La Ley Federal Sobre Metrología y Normalización y que habiendo recibido comentarios de cinco proponentes, el Comité referido procedió a su estudio y resolvió oportunamente sobre los mismos, publicando esta dependencia las respuestas respectivas en el Diario Oficial de la Federación de 14 de agosto de 2012, en cumplimiento a lo dispuesto por el artículo 47, fracción III, de la Ley Federal sobre Metrología y Normalización.

Derivado de la incorporación de los comentarios presentados al Proyecto de modificación de la Norma Oficial Mexicana NOM-028-STPS-2004, Organización del trabajo-Seguridad en los procesos de sustancias químicas, para quedar como PROY-NOM-028-STPS-2012, Sistema para la administración del trabajo-Seguridad en los procesos de sustancias químicas peligrosas, así como de la revisión final del propio proyecto, se realizaron diversas modificaciones con el propósito de dar claridad, congruencia y certeza jurídica en cuanto a las disposiciones que aplican en los centros de trabajo, y que en atención a las anteriores consideraciones y toda vez que el Comité Consultivo Nacional de Normalización de Seguridad y Salud en el Trabajo otorgó la aprobación respectiva, se expide la NORMA OFICIAL MEXICANA Número 28, de la Secretaría del Trabajo y Previsión Social, vigente hasta éste momento [17].

3.2. 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.

Este capítulo contiene un extracto de los puntos de mayor relevancia de la NOM-028-STPS-2012.

3.2.1 Objetivo.

La NOM-028-STPS-2012, tiene como objetivo establecer 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 [17].

3.2.2. Campos 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 o refinación del petróleo crudo y petroquímica básica o manejen sustancias químicas peligrosas en procesos y equipos críticos, en volúmenes iguales o mayores a las cantidades umbrales señaladas en el Apéndice A de 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 y/o 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 del Apéndice A 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 o realicen la venta al menudeo de sustancias químicas peligrosas o productos que las contengan.

3.2.3. Obligaciones del patrón.

Establecer y mantener vigente una política de seguridad y salud laboral en materia de administración de seguridad en los procesos y equipos críticos que manejen sustancias químicas peligrosas en el centro de trabajo.

Contar con un sistema de administración de seguridad en los procesos y equipos críticos que manejen sustancias químicas peligrosas, en aquellos centros de trabajo sujetos a la aplicación de esta Norma.

Contar con y mantener actualizado en el centro de trabajo:

El análisis de riesgos de los procesos y equipos críticos que manejen sustancias químicas peligrosas, con la identificación, evaluación y recomendaciones preventivas y/o correctivas de los riesgos significativos, de conformidad con lo que prevé el Capítulo 7 de la presente Norma, o el estudio de riesgo ambiental a que se

refiere el artículo 147 de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente y, en su caso, el programa para la prevención de accidentes (PPA).

Disponer de un procedimiento de seguridad y de las autorizaciones para la realización de trabajos peligrosos que pudieran provocar accidentes mayores, con base en lo determinado en el Capítulo 8 de esta Norma, que comprenda la autorización al personal que desarrollará las actividades relacionadas con la operación de sustancias químicas peligrosas, de equipos críticos o en las áreas aledañas a los mismos.

Administrar los riesgos de los procesos y equipos críticos, conforme a lo que señala el Capítulo 9 de la presente Norma.

Administrar la integridad mecánica de los equipos críticos del centro de trabajo, que considere su mantenimiento, revisión y pruebas y, en su caso, de sus dispositivos de seguridad, de acuerdo con lo dispuesto en el Capítulo 10 de esta Norma.

Administrar los cambios de los procesos y equipos críticos, que incluya la información relacionada con cambios temporales o permanentes de las sustancias químicas peligrosas, las tecnologías, los equipos y los procedimientos de seguridad correspondientes, de conformidad con lo que establece el Capítulo 11 de la presente Norma.

Contar con un plan de atención a emergencias con base en lo previsto en el Capítulo 12 de esta Norma.

Disponer de un programa de auditorías internas para revisar los procesos y equipos críticos que manejen sustancias químicas peligrosas, conforme a lo que determina el Capítulo 13 de la presente Norma.

Contar con un procedimiento para la investigación de accidentes mayores, de acuerdo con lo señalado en el Capítulo 14 de esta Norma.

Llevar el sistema de información sobre los procesos y equipos críticos, de conformidad con lo que dispone el Capítulo 15 de la presente Norma.

Contar con un procedimiento para los trabajos que lleven a cabo contratistas, con base en lo establecido en el Capítulo 16 de esta Norma.

Disponer de un programa anual para la capacitación a los trabajadores involucrados en las actividades de operación y mantenimiento de los procesos y equipos críticos que manejen sustancias químicas peligrosas; la realización de trabajos peligrosos; la atención a emergencias; la práctica de auditorías internas, y la investigación de accidentes mayores, conforme a lo que prevé el Capítulo 17 de la presente Norma.

Comunicar y difundir al personal involucrado en los procesos y equipos críticos:

Los riesgos a los que está expuesto, de acuerdo con su actividad en operaciones con sustancias químicas peligrosas, las medidas de prevención y control de riesgos, los elementos de la administración de cambios, los programas y procedimientos de seguridad, así como los riesgos relacionados con sus actividades, los resultados del análisis de riesgos, los documentos derivados de la integridad mecánica, los resultados de la investigación de accidentes mayores y de las auditorías y el avance periódico del programa de cumplimiento de las medidas de control derivadas del análisis de riesgos en el proceso.

Contar con procedimientos de prearranque, arranque, operación normal, mantenimiento, paros de emergencia y alteraciones de los equipos críticos.

Contar con una relación del personal encargado de autorizar los cambios en los procesos y equipos críticos.

Proporcionar a la comisión de seguridad e higiene el procedimiento de investigación de accidentes mayores.

Comunicar y difundir a los contratistas los riesgos relacionados con los procesos y/o equipos críticos donde desarrollarán sus actividades.

Exhibir a la autoridad del trabajo los documentos que esta Norma le obligue a elaborar y poseer, cuando ésta así lo requiera.

3.2.4. Obligaciones de los trabajadores.

Participar en la capacitación relacionada con las operaciones con sustancias químicas peligrosas y el mantenimiento relativo a los procesos y equipos críticos que les proporcione el patrón.

Observar los procedimientos relacionados con los procesos y equipos críticos que difunda el patrón.

Contar con la autorización correspondiente para realizar trabajos peligrosos.

Informar al patrón de cualquier condición de riesgo que detecten, de conformidad con los procedimientos respectivos.

Participar en las entrevistas que se les practiquen, con base en lo determinado en la presente Norma.

3.2.5. Análisis de riesgos.

Podemos definir un riesgo como la posibilidad de que se produzca un contratempo o una desgracia, de que alguien o algo sufran perjuicio o daño, es decir; es de vital importancia para cualquier análisis de riesgos, identificar y clasificar un riesgo. Habiendo ya identificado y clasificados los riesgos, pasamos a realizar el análisis de los mismos, es decir, se estudian la posibilidad y las consecuencias de cada factor de riesgo con el fin de establecer el nivel de riesgo de nuestro proyecto. El análisis de los riesgos determinará cuáles son los factores de riesgo que potencialmente tendrían un mayor efecto sobre nuestro proyecto y, por lo tanto, deben ser gestionados por el emprendedor con especial atención [13].

Con base a la NOM 28 STPS 2012, el análisis de riesgos de los procesos y equipos críticos que manejen sustancias químicas peligrosas deberá considerar, al menos lo siguiente:

Las técnicas seleccionadas para el análisis de riesgos del proceso y equipo crítico deben incluir la siguiente información:

Los objetivos, alcance y tiempos para realizar el análisis de riesgos del proceso.

La recopilación de la información siguiente:

La descripción del proceso y/o equipo crítico, las condiciones de operación del proceso y/o equipo crítico, los diagramas y planos del proceso y/o equipo crítico, los diagramas de tuberías, instrumentos y controles (planos de instalaciones), los planos de diagramas eléctricos y listas de alarmas e interruptores, las hojas de datos de seguridad de las sustancias químicas peligrosas, el sistema de identificación y comunicación de peligros y riesgos para las sustancias químicas peligrosas, las instrucciones o procedimientos de operación con sustancias químicas peligrosas, los reportes sobre accidentes ocurridos en el centro de trabajo o en procesos similares, el análisis de riesgos previos, en su caso, y el plano de la planta con la localización de los procesos y equipos críticos que manejen sustancias químicas peligrosas [13].

La identificación y evaluación de los riesgos asociados con el proceso y/o equipo crítico que considere, al menos, lo siguiente:

Las propiedades físicas y químicas de las sustancias químicas peligrosas, la historia operativa del proceso, tal como la frecuencia de emisiones químicas, la edad del proceso y cualquier otro factor relevante, las posibles consecuencias derivadas de accidentes mayores con las sustancias químicas peligrosas utilizadas, y el número de personas que pueden resultar afectadas dentro de las instalaciones del centro de trabajo o en sus inmediaciones.

El reconocimiento y valoración de los daños probables en los procesos y equipos críticos que manejen sustancias químicas peligrosas, con motivo de fenómenos de tipo geológico, hidrometeorológico, químico-tecnológico, sanitario-ecológico y socio-organizativos.

Las técnicas seleccionadas para el análisis de riesgos del proceso y/o equipo crítico, que incluya la información siguiente:

La identificación de los riesgos potenciales, el análisis de las causas, el análisis de consecuencias, las recomendaciones para reducir o eliminar un riesgo, la identificación de los puntos de interés para estudios

posteriores, la identificación de la frecuencia de ocurrencia, la determinación de la protección que se requiere y las recomendaciones preventivas y/o correctivas para la administración de riesgos identificados.

3.2.6. 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 el mantenimiento de recipientes atmosféricos y sujetos a presión que hayan contenido materiales peligrosos (corrosivos, reactivos, explosivos, tóxicos e inflamables).

3.2.7. 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 y un programa para el cumplimiento de las recomendaciones seleccionadas que resulten del estudio de análisis de riesgos del proceso.

<i>Aplicación</i>	<i>Ejemplos Cualitativos</i>	<i>Ejemplos Cuantitativos</i>
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 costo.	Criterio de costo beneficio. Evaluación matemática del riesgo.

Tabla 3. Criterios de aceptación de riesgos según la NOM-028-STPS-2012.

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 y elegir las medidas de control conforme a su viabilidad para la atención de riesgos.

3.2.8. 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 y 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 y 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.

3.2.9. 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 y 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 y 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 y los tiempos máximos de duración de los cambios temporales, con la especificación de los requerimientos por cumplir y el responsable de su supervisión.

3.2.10. 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, 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 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 y 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, el tipo de escenarios de emergencia, la secuencia de las acciones por realizar y 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 y los nombres de los encargados de coordinarlo.

3.2.11. 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 y los lineamientos para un plan de seguimiento a las acciones preventivas y correctivas.

3.2.12. 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.

3.2.13. Programa de capacitación.

El programa anual de capacitación deberá considerar al personal involucrado en:

La operación y mantenimiento de los procesos y equipos críticos, la realización de trabajos peligrosos, la atención a emergencias, la práctica de auditorías internas, la investigación de accidentes mayores y las reglas de seguridad del centro de trabajo aplicadas a contratistas.

La capacitación deberá considerar:

Los riesgos a los que está expuesto el personal, los accidentes previos que hayan ocurrido en la actividad asignada y las reglas de seguridad generales, específicas y buenas prácticas del área donde se va a realizar el trabajo.

El programa de capacitación para el personal de operación y mantenimiento de los procesos y equipos críticos deberá comprender, al menos, los temas siguientes:

Los datos generales del proceso y sus riesgos potenciales, los equipos críticos y sus riesgos potenciales, la información específica para trabajos peligrosos relacionados con el proceso, los procedimientos de operación o mantenimiento a los equipos críticos del proceso y la información relacionada con el mantenimiento de los equipos críticos del proceso.

El programa de capacitación del personal que lleva a cabo los trabajos peligrosos deberá incluir lo referente a los procedimientos de seguridad para efectuar dichos trabajos y a las autorizaciones requeridas.

3.2.14. Unidades de verificación (UV).

El patrón tendrá la opción de contratar una unidad de verificación acreditada y aprobada, según lo que señala la Ley Federal sobre Metrología y Normalización, para verificar el cumplimiento con la presente Norma.

Las unidades de verificación acreditadas y aprobadas que evalúen el cumplimiento de esta Norma deberán emitir un respectivo dictamen.

La vigencia de los dictámenes emitidos por las unidades de verificación será de dos años, a menos que cambien las condiciones que sirvieron para su emisión.

El interesado que obtuvo la evaluación de la conformidad de la presente Norma, a través de una unidad de verificación, deberá conservar el dictamen de verificación, mismo que estará a disposición de la autoridad del trabajo cuando ésta lo solicite.

3.2.16. Procedimiento para la evaluación de la conformidad.

Este procedimiento para la evaluación de la conformidad aplica tanto a las visitas de inspección desarrolladas por la autoridad del trabajo, como a las visitas de verificación que realicen las unidades de verificación.

Los aspectos a verificar durante la evaluación de la conformidad de esta Norma se realizarán, según aplique, mediante la revisión documental, registros o entrevistas, conforme a lo establecido en la presente Norma.

CÁPITULO CUARTO.

4. EL ANÁLISIS DE RIESGOS DE PROCESOS ARP.

4.1. Definición de Riesgo.

Todos los días, cada uno de nosotros tomamos decisiones repetidamente ya que realizamos gran número de acciones, y por otro lado; se evitan muchísimas otras. En consecuencia, la acción e inacción de nuestros actos crean un daño potencial a nosotros mismos y a nuestro entorno, desde ese momento se asocia una probabilidad para sufrir algún tipo de alteración que podemos definir como riesgo.

Los riesgos asociados con nuestras decisiones (acciones o inacciones), se encuentran en un rango que va desde el mínimo hasta un rango muy alto de ocurrencia, y es muy posible que no se reconozcan fácilmente. Por ejemplo, una actividad muy común es subir las escaleras de nuestra casa, podemos decir que el riesgo asociado no se reconoce fácilmente y se desprecia. Por otro lado, si necesitamos subir al techo de nuestra casa por medio de una escalera muy alta, que no es una actividad tan común, se reconoce con mayor facilidad el riesgo de caer desde una altura considerable.

Cuando es reconocido el riesgo inherente a nuestras actividades, normalmente se pretende anularlo, disminuirlo o mitigarlo y con esto se producen preguntas como: ¿Se está haciendo lo suficiente para anular el riesgo?, ¿Se están poniendo los recursos en el lugar correcto para lograr mitigar el riesgo?, ¿Cuánto es un riesgo alto? Por ésta razón, es necesario construir criterios de riesgo para los procesos en la Industria Petrolera que sean utilizados para resolver dichas preguntas.

El concepto de Riesgo tiene un sentido muy amplio, la mayoría de las personas pueden definirlo de una manera muy vaga y puede entenderse de diferentes maneras para muchos autores. Sin embargo, una consideración más explícita de éste concepto comenzó hace dos mil años con los primeros juegos de azar y la necesidad de considerar lo que podría ser una apuesta segura, pero en realidad, los estudios más formales comenzaron hasta el siglo XVI, y aunque la mayoría todavía se centraron en los juegos de cartas y dados, otros se enfocaron al transporte de mercancías por barco en viajes que eran cada vez más largos y con éstas consideraciones se impulsó el desarrollo de los primeros precursores de la seguridad industrial.

En el año de 1662, matemáticos del monasterio de Puerto Real en Francia, acuñaron el primer concepto de Riesgo cuando definieron que: “El temor al Riesgo no solo es proporcional a la gravedad del daño, sino también a la probabilidad de ocurrencia”. Fundamentalmente, esta definición del Riesgo no ha cambiado desde entonces hasta nuestros días y podemos aclarar que conforme a lo establecido, el Centro para la Seguridad de los Procesos Químicos (*Center for Chemical Process Safety, CCPS*) acuñó la siguiente definición para Riesgo:

“EL RIESGO ES UNA MEDIDA TANTO DE UNA LESIÓN PERSONAL, COMO DEL DAÑO AL MEDIO AMBIENTE O PÉRDIDAS ECONÓMICAS EN TÉRMINOS DE LA PROBABILIDAD DE OCURRENCIA DE INCIDENTES Y DE LA MAGNITUD DEL DAÑO” [18].

Para facilitar la comprensión de ésta definición, podemos desglosar y definir los conceptos que constituyen el Riesgo.

Implícita e invariablemente, al hablar de un Análisis de Riesgo se estudian eventos que tienen resultados no deseados. El CCPS utiliza el término **INCIDENTE** para describir este tipo de eventos, que abarcan toda la gama de incendios, explosiones, derrames o escapes de sustancias tóxicas o nocivas.

Las **PÉRDIDAS, DAÑOS o LESIONES** causados por el **INCIDENTE** son denominadas como las consecuencias del **INCIDENTE**. Cuando se habla de Riesgo en un contexto particular, la naturaleza de las consecuencias debe estar claramente definida. Por ejemplo, la magnitud de la lesión humana podría variar desde una lesión menor, incapacidad permanente o hasta la muerte. Mientras que todas las lesiones son causa de preocupación, se selecciona la muerte con mayor el grado de lesión con respecto a la lesión que causa la incapacidad de una persona y con menor rango, una lesión menor a una persona.

La **PROBABILIDAD DE OCURRENCIA** expresa la frecuencia con la que se espera que un **INCIDENTE** se produzca, es decir; es la frecuencia con la que se produce un incidente en un nivel de consecuencia definido como resultado de tal incidente.

Algebraicamente, el Riesgo está representado como:

$$\text{Riesgo} = f(\text{Consecuencia}, \text{Probabilidad de ocurrencia}).$$

Una versión apropiada de esta relación se expresa cuando definimos al Riesgo como el producto de la probabilidad de ocurrencia multiplicado por las consecuencias (*Riesgo = Consecuencias x Probabilidad de ocurrencia*). Para ésta relación podemos expresar a las consecuencias en términos de las pérdidas por incidente, y la probabilidad de ocurrencia como el número de incidentes por unidad de tiempo, de esta manera el riesgo calculado obtiene las unidades de pérdidas por unidad de tiempo.

En la literatura, se conocen otro tipo de definiciones también aceptadas, las más comunes son:

1. Riesgo es una combinación incertidumbre y daño.
2. Riesgo es una relación de peligros y medidas de seguridad.
3. Riesgo es una triple combinación de evento, probabilidad y consecuencia.

4.2. Definición de análisis de riesgos de procesos ARP.

Según el **Centro de Seguridad para los Procesos Químicos (CCPS, Center for Chemical Process Safety)** un Análisis de Riesgos de Procesos ARP se define como la aplicación sistemática de políticas, procedimientos y prácticas a las tareas de análisis, evaluación y control del Riesgo con el fin de proteger a los empleados, el público en general y el medio ambiente, así como los activos de la empresa evitando interrupciones en los procesos que requieren de asociar: instalaciones, equipos, materiales y sustancias peligrosas, personas potencialmente afectadas dentro y fuera de la instalación, condiciones operativas y características del medio potencialmente afectable [18].

Un análisis de riesgo de procesos nos proporciona un enfoque completo, ordenado y sistemático que nos permite identificar, evaluar y controlar los riesgos. La metodología de análisis de riesgos de procesos nos permite evaluar cualitativa y cuantitativamente el impacto generado por los riesgos.

Es análisis de riesgos de procesos es un concepto que ofrece la capacidad para contestar las siguientes preguntas:

1. ¿Cuáles son los peligros? (que puede ir mal, “escenarios”).
2. ¿Qué tan grave podría ser? (consecuencia).
3. ¿Qué tan probable es que suceda? (frecuencia).
4. ¿Cómo se combinan las consecuencias y la frecuencia? (Riesgo).
5. ¿El actual nivel de Riesgo se puede considerar aceptable teniendo en cuenta las garantías existentes?
6. ¿Si no se considera aceptable, que debo hacer para reducir el Riesgo?

La aplicación de todo el conjunto de técnicas del análisis de riesgos de procesos comprende una evaluación cualitativa y cuantitativa de riesgos que se encuentran en un proceso en el que se pueden encontrar incidentes frecuentes de bajas consecuencias hasta incidentes de mayor tamaño con grandes consecuencias. Una vez identificados las actividades o procesos de riesgo, el ARP nos ayuda a enfocar nuestros estudios para conocer la probabilidad de los riesgos y definir si se trata de un riesgo aceptable, mitigable, transferible o evitable.

Una vez que se han definido el tipo de riesgo con base a su probabilidad de ocurrencia, podemos encontrar las recomendaciones y tomar decisiones en cuanto a las medidas correctivas sobre bases objetivas y consistentes.

La realización de un ARP tiene como objetivo desarrollar una o varias metodologías en conjunto para encontrar información cuantitativa, semi-cuantitativa o cualitativa que nos permita conocer si el riesgo es aceptable, tomar decisiones y desarrollar estrategias para su reducción.

4.3 Procedimiento para un análisis de riesgos de procesos ARP.

EL procedimiento para realizar un análisis de riesgos de procesos comprende los siguientes componentes [11]:

1. Planeación y preparación.
2. Definir los objetivos del ARP.
3. Identificación peligros y riesgos.
4. Análisis de consecuencias.
5. Estimación de frecuencias.
6. Caracterización y jerarquización de riesgos.
7. Informe del análisis de riesgos de procesos.

4.3.1. Planeación y preparación.

La planeación y preparación para un análisis de riesgo de procesos es una compilación de la información que se necesita para el análisis del riesgo; por ejemplo, ubicación del lugar, alrededores, datos del clima, diagramas de flujo del proceso, diagramas de las tuberías y de los equipos, procedimientos de mantenimiento y de operación, documentación sobre la tecnología utilizada, química del proceso, datos sobre las propiedades termodinámicas de los fluidos, entre otros. Esta información se introduce en la base de datos para el análisis, para utilizarla durante un ARP.

4.3.2. Definir los objetivos del ARP.

Para definir los objetivos de un análisis de riesgos de procesos se deben convertir las necesidades del usuario en metas de estudio y en objetivos, para reducir el riesgo a niveles tan bajos como sea razonablemente factible (ALARP). Cuando se tienen claros los objetivos que se requieren lograr mediante un ARP se selecciona la profundidad del estudio, basándose en los objetivos específicos definidos y en los recursos disponibles. La necesidad de estudios especiales (por ejemplo, la evaluación del efecto dominó, fallas en el sistema de computación en el complejo, o indisponibilidad de un sistema de protección) también es tomada en cuenta. Se debe tener en mente que un ARP puede alcanzar niveles muy altos en la identificación, evaluación y control de riesgos y en consecuencia, definir los objetivos del análisis es de vital importancia para administrar los recursos.

4.3.3. Identificación de peligros y riesgos.

Para identificar los peligros y riesgos se considera un paso crítico en el ARP. Un riesgo omitido es un riesgo no analizado. Para este paso se dispone de muchos instrumentos, incluyendo experiencia, etc. La identificación de peligros y riesgos está basada principalmente en reconocer la causa y la consecuencia. Si conocemos un evento iniciador (causa) y las consecuencias de un evento iniciador, así como de la identificación de los materiales, sistemas y procesos (causa) que pueden producir eventos indeseables para el personal, proceso o medio ambiente (consecuencia), podemos afirmar que se ha identificado el riesgo.

4.3.3.1 Métodos para la identificación de peligros y riesgos.

Existen varios métodos para determinar un evento iniciador, tres de los más usados son:

1. Análisis Histórico de accidentes (AHA).
2. Modelación por medio de árboles de fallos.
3. Análisis preliminar de riesgos.
4. Juicios de expertos.
5. HazOp.
6. Análisis “¿Qué pasa si...?”.

4.3.3.2. Evento iniciador.

La identificación de las causas o un evento iniciador requiere reconocer los peligros, los métodos más frecuentes para realizar este proceso y que son propuestos por el CCPS son:

1. Lluvias de ideas.
2. Experiencia desarrollada con el funcionamiento del proceso.
3. Análisis de los materiales que se manejan en el proceso y sus condiciones.
4. Historial de incidentes y accidentes en instalaciones o procesos similares.
5. Metodologías como HAZOP o ¿Qué pasa si...?.

La siguiente figura ejemplifica una serie de pasos propuestos por el CCPS para obtener una adecuada identificación de riesgos.

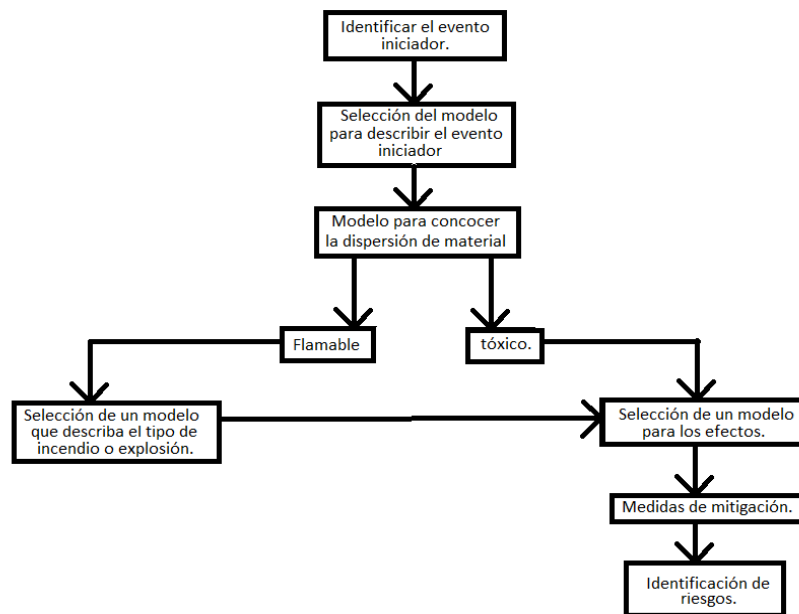


Figura 1. Metodología para la identificación de Riesgos [18].

4.3.4. Análisis de consecuencias.

Por otro lado, identificar las consecuencias requiere de las condiciones que dicta un evento iniciador. Pueden utilizarse metodologías para determinar un daño potencial resultado de un evento iniciador, un solo incidente puede desencadenar varios eventos, por ejemplo, una ruptura en un tanque presurizado con materiales tóxicos e ignífugos puede desencadenar una exposición fatal para el personal, un incendio o una explosión.

4.3.4.1. Métodos para el análisis de consecuencias.

Existe una variedad de métodos para determinar las consecuencias de un evento iniciador, los más comunes son:

1. Análisis de árboles de fallos.
2. Juicios de expertos.
3. HAZOP.
4. What if.
5. LOPA.
6. Posibles Escenarios.
7. Nube tóxica.
8. Nube inflamable.
9. Onda de calor.
10. Onda de sobrepresión.
11. Índice Dow.
12. Índice Mond.
13. Análisis de capa de protección.

4.3.4.2. Definición de impacto.

El CCPS en su guía de “Procedimientos para la evaluación de riesgos” ha designado tres grupos de impacto para realizar un análisis de consecuencias y así facilitar su identificación. La **CCPS** define como impacto: “El resultado potencial como consecuencia de un evento peligroso” [18]. Los grupos de impacto son:

1. Impacto Humano.
 - a) Daños al personal.
 - b) Daños a la comunidad.
2. Impactos Económicos.
 - a) Pérdida total o parcial del inventario.
 - b) Daños en las instalaciones del proceso.
 - c) Paro en la producción.
 - d) Mala calidad en el producto.
 - e) Responsabilidad legal.
 - f) Mala imagen de la empresa.

3. Impactos ambientales.
 - a) Contaminación dentro de las instalaciones.
 - b) Contaminación fuera de las instalaciones.

4.3.4.3. Identificar Escenarios.

Los escenarios de las consecuencias son determinados bajo estimaciones cualitativas y CCPS menciona que los eventos más relevantes para determinar dichos escenarios son [18]:

1. Dispersión tóxica.
2. Fuga de gas de alta o baja presión.
3. Dispersión de nubes de gas.
4. Derrames.
5. Exposición.
6. Incendio o explosiones.

Cuando una estimación de los escenarios es buena, podemos determinar su probabilidad y frecuencia. Para obtener una estimación aceptable, podemos utilizar métodos como son los modelos de Exposiciones e Incendios, Modelos de origen y modelos de efectos. Por otro lado, el uso de un software que nos ayude a modelar las consecuencias es excelente herramienta siempre y cuando sea seleccionado de manera adecuada.

4.3.5. Estimación de frecuencias.

La probabilidad de riesgos en un análisis ARP consiste en determinar la frecuencia con la que los eventos, que han sido identificados bajo el procedimiento anterior, pueden ocurrir y podemos estimarla mediante métodos cualitativos y métodos cuantitativos.

4.3.5.1. Métodos para determinar la frecuencia de riesgos.

Algunos de los métodos que se utilizan para estimar frecuencias son [18]:

1. Metodología de árbol de eventos.
2. Análisis de árbol de fallos.
3. Registros de eventos de las instalaciones o registro de eventos de instalaciones que realizan el mismo proceso.
4. Índice MOND y DOW.
5. LOPA.
6. HazOp.
7. What if.

Determinar la frecuencia para proporcionar información detallada de los eventos puede llegar a ser una tarea complicada. Una manera, propuesta por el CCPS, para realizar esta tarea es seguir los siguientes pasos:

1. Realizar un estudio cualitativo utilizando el análisis HAZOP para identificar los eventos potenciales desencadenantes o evento iniciador, que puedan conducir a la hipótesis de otros eventos de interés.
2. Para dicho evento desencadenante o iniciador, realizar un árbol de eventos secundarios para desarrollar aún más escenarios, por ejemplo, un árbol que muestre diversas incidencias basadas en el éxito y fracaso de un dispositivo de seguridad.
3. Usar técnicas tales como el análisis de árbol de eventos o la revisión de registros históricos para estimar la frecuencia de un evento iniciador y las frecuencias de una ramificación de escenarios desencadenados por este evento y considerar [18].

La técnica descrita anteriormente se observa de la siguiente manera en un ejemplo hipotético, cabe resaltar que las frecuencias que aquí se muestran no son reales.

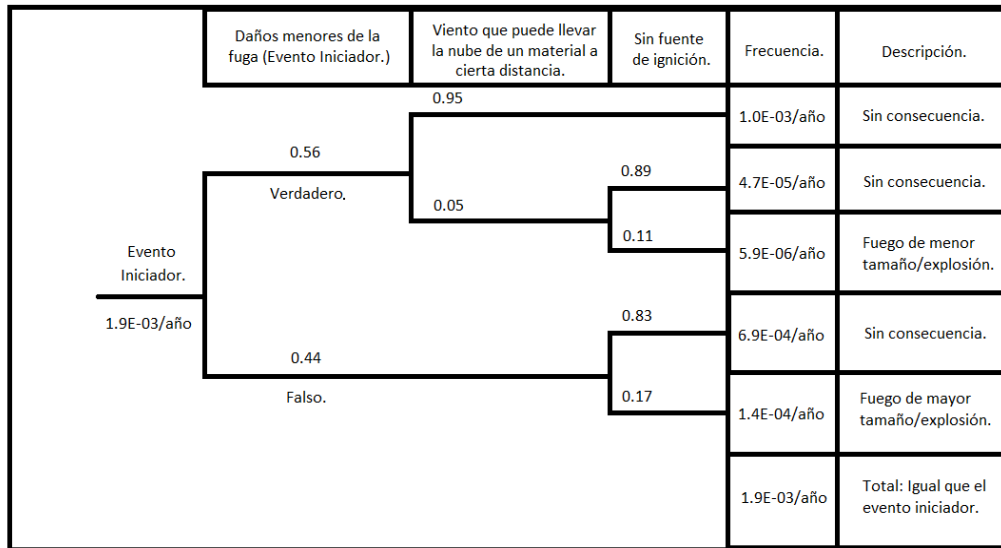


Figura 2. Ejemplo de estimación de frecuencias (Metodología Árbol de Eventos) [18].

4.3.6. Caracterización y jerarquización de riesgos. (Evaluación de riesgo).

Una vez que hemos identificado correctamente y determinado la probabilidad de los riesgos potenciales, podemos afirmar que estamos listos para la evaluación de los riesgos. Este proceso evalúa los riesgos identificados mediante su frecuencia y las consecuencias de los eventos iniciadores que se analizaron con sus respectivos escenarios para determinar las decisiones que serán tomadas para llegar a una aceptación de riesgos y definir las acciones preventivas o de mitigación que sean necesarios bajo los recursos disponibles.

Existen varios estudios para la evaluación de riesgos, y podemos enumerarlos de la siguiente manera:

1. Evaluación Cualitativa.
2. Evaluación Cuantitativa.
3. Evaluación Semi-Cuantitativa.

4.3.6.1 Métodos de evaluación de riesgos.

Los métodos más utilizados para realizar una caracterización y jerarquización de riesgos son:

1. What if.
2. HazOp.
3. LOPA.
4. Árbol de fallos.
5. Análisis de formas de fallas, efectos y criticidad.
6. Capa de protección.
7. Índices Dow y Mond.
8. Posibles Escenarios.
9. Nube tóxica.
10. Nube inflamable.
11. Onda de calor.
12. Onda de sobrepresión.
13. Nube inflamable.
14. Matriz de riesgos.
15. Auditorías de Seguridad.
16. Listas de verificación.

4.3.6.2. Principio ALARP.

Por otro lado, la necesidad de definir los criterios de riesgos radica en la posibilidad de llevar el mayor número de riesgos a una clasificación de riesgo aceptable, por ésta razón es indispensable generar criterios altamente confiables, pero también, posibles. Aunque existan los recursos necesarios para llevar una evaluación de riesgos a profundidad, la evaluación de riesgos responde al principio ALCANZAR LOS NIVELES TAN BAJOS COMO SEA RAZONABLEMENTE FACTIBLE. El principio ALARP se enfoca en una relación costo-beneficio de la reducción de riesgos e identifica tres regiones para la evaluación del riesgo según la relación que hemos mencionado[18].

El diagrama del principio se representa de la siguiente manera:

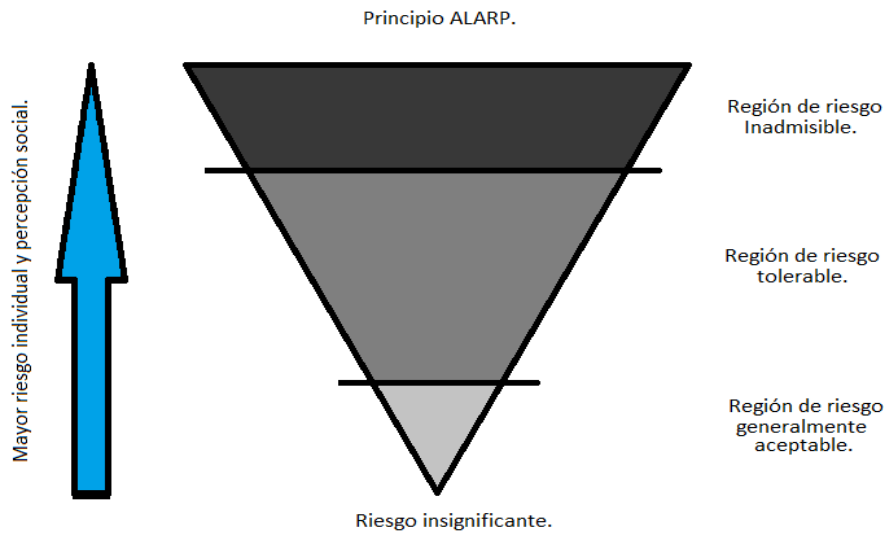


Figura 3. Principio ALARP [18].

1. Una región de riesgo inadmisible: ésta región requiere de una evaluación de mayor profundidad, generalmente se trata de riesgos que no pueden ser reducidos.
2. Una región de riesgo aceptable: en términos generales, estos riesgos se encuentran catalogados como riesgos tan bajos que no se debe considerar una mayor reducción.
3. Entre las dos anteriores, encontramos una región de riesgos que se consideran tolerables y en los cuales son necesarias medidas para su reducción.

Este modelo es utilizado por gran número de analistas para realizar evaluaciones de riesgo, pero es completamente necesario definir de la mejor manera posible las tres regiones. Debemos tomar en cuenta que la precisión con la que sean definidas las tres áreas también dependerá del proceso, del método que sea utilizado y de la habilidad del analista para evaluar la aceptabilidad del riesgo.

4.6.7. Informe del análisis de riesgo de proceso.

Una vez concluida la caracterización y jerarquización de riesgos debe prepararse el informe del análisis de riesgos de procesos. El informe de un ARP debe incluir secciones de recomendaciones, estrategias y decisiones para la administración de los riesgos identificados.

Después de haber identificado, haber obtenido la probabilidad y consecuencias, y una evaluación de riesgos bajo los métodos que hemos mencionado, entonces es posible tomar las decisiones y definir cuáles son las medidas, acciones, procedimientos y herramientas (entre otros), para obtener los niveles de seguridad necesaria para proceso en general, medio ambiente y personal.

4.3.7.1 Aspectos clave para la gestión y reducción de riesgos.

Hay que tener en cuenta varios aspectos cuando se trata de gestionar y reducir riesgos, como por ejemplo:

A) En primer lugar, no existe un riesgo cero.

Mientras que podemos tratar de reducir y gestionar los riesgos asociados con las operaciones del proceso, un cierto nivel de riesgo residual permanecerá siempre. Por lo tanto, la única forma de eliminar el riesgo de una actividad en particular de la industria en particular es cesar dicha actividad. Sin embargo este tipo de decisiones de reducción de riesgos pueden tener compensaciones de riesgo imprevistas. Por ejemplo: La decisión de interrumpir la cloración de agua potable en el intento de evitar los peligros que conlleva la manipulación de cloro puede conducir a un aumento de las enfermedades transmitidas por el agua.

En algunas ocasiones, podríamos pensar quedarnos en cama como un medio para evitar una variedad de peligros; por ejemplo, si decidimos levantarnos para realizar nuestras tareas cotidianas como tomar una ducha, existe el riesgo de caer por las escaleras o resbalar con el jabón en la ducha. Sin embargo, la inactividad y estar acostado todo el día tienen sus propios riesgos como: el deterioro de la salud, caer de la cama o morir en un incendio mientras estamos dormidos. En consecuencia, podemos afirmar que cualquier actividad humana lleva consigo la posibilidad de una consecuencia negativa o no deseada [18].

B) En segundo lugar, la Administración de Riesgos requiere formalmente de sus propios Recursos.

Mientras que al reducir Riesgos inicialmente puede ser barato y nos ayude a obtener ganancias, cada reducción gradual de otros Riesgos probablemente requiera un mayor gasto de recursos comparado con el anterior. Muchos analistas de Riesgo afirman que la estrategia de Administración de Riesgos más prudente es distribuir los recursos disponibles de una manera que afecte a la reducción general de Riesgos. La decisión de dónde y cuándo debemos de distribuir nuestros recursos o cuando no debemos hacerlo, son los criterios que hemos revisado en la identificación, la probabilidad, las consecuencias y la evaluación de los eventos [18].

C) En tercer lugar, “El buen rendimiento que tuvimos en el pasado no es ninguna garantía de éxito en el futuro”.

Para entender y Administrar el Riesgo, es necesario entender las leyes de azar. Lanzar una moneda y obtener cara tres veces consecutivas no significa que la cuarta ocasión que lancemos habrá de repetirse éste resultado en un 100%. De ese mismo modo, el funcionamiento de un proceso de 20 años que no ha sufrido algún incidente durante todo éste tiempo, no es ninguna garantía de que dicho proceso esté exento de Riesgo. Lo que en realidad nos indica es que la experiencia en la Administración de Riesgos para el proceso ha logrado con éxito reducir los incidentes, sin embargo; esto tampoco es una vacuna contra el Riesgo en el futuro. **La ausencia de evidencia de Riesgo no es evidencia de ausencia de Riesgo** [18].

D) Finalmente, la tolerancia al Riesgo no significa la aceptación del Riesgo.

La recomendación clara de un analista es tratar siempre de convencer para utilizar criterios de tolerancia de Riesgo y no arriesgarse a utilizar criterios de aceptación de Riesgos. Nadie quiere salir perjudicado y es muy difícil aceptar que terceros también pueden ejercer un potencial de Riesgos. Aunque esta situación ha causado mucha controversia, es posible que el nivel de ciertos Riesgos llegue a ser tolerable siempre y cuando, el Riesgo contenga un beneficio asociado y nuestro nivel de confianza se basa en los esfuerzos para reducir aún más el riesgo sin mermar el beneficio [18].

<i>Aceptación</i>	<i>Tolerancia.</i>
Que se compromete a adoptar o para tener en cuenta como satisfactorio, razonable o verdadero.	Habilidad para soportar algo desagradable o molesto.

Figura 4. Conceptos de Aceptación y Tolerancia.

Anteriormente tratamos el punto de que no existe tal cosa como "Riesgo cero" y que a pesar de los esfuerzos, un riesgo residual siempre se asocia con cualquier actividad humana. Sin embargo, muchas organizaciones tienen el concepto de "cero incidentes" como una meta y razonablemente podríamos preguntarnos si el concepto de riesgo residual y la meta de cero incidentes no son mutuamente incompatible, e incluso, una empresa que aspire a una meta de cero incidentes suele tener objetivos residuales en cuestión de Riesgo (finitos y no cero) como parte de la ruta de acceso a la consecución de su objetivo de cero incidentes. El esfuerzo de realizar los Análisis y Evaluación de Riesgos otorgan una reducción de riesgo razonable y no se debe denigrar la importancia de la meta de cero incidentes; por el contrario, la evaluación de riesgos debe ser visto como lo que es, una herramienta importante en un programa de gestión de riesgos que pretende ayudar a que la organización para estar más cerca de su meta de cero incidentes.

4.3.7.2. Barreras (salvavidas).

Hemos visto que la reducción de riesgos recae en únicamente en la disminución de la probabilidad de ocurrencia y limitar el impacto de los escenarios que éstos pueden generar. Entonces, se tiene que seguir el principio ALARP para alcanzar los niveles tan bajos como sea razonablemente factible, para encontrar esta reducción, se utilizan barreras.

Las barreras son las agrupaciones funcionales de salvavidas y controles para prevenir la aparición de un incidente. Una manera de entender el concepto de barreras de protección es un modelo que los compara con múltiples rebanadas de "un queso suizo" apiladas. Cada barrera es representada como una rebanada de queso y los agujeros en la rebanada representan debilidades en partes de dicha barrera. Los incidentes se producen cuando uno o más agujeros en cada una de las rebanadas están alineados y permiten una trayectoria que ha pasado por las barreras [18].

El modelo de "queso suizo" abarca tanto a fallas activas como a fallas latentes. Las fallas activas son actos inseguros o fallas en los equipos directamente vinculados a un evento peligroso inicial. Las fallas latentes son factores que contribuyen en el sistema que pueden haber estado presentes y no se corrigieron por algún tiempo (días, semanas, meses o en algunos casos, años) hasta que finalmente contribuyeron al incidente.

4.3.7.3. Categorías de barreras.

Para un proceso como el de la exploración y producción de hidrocarburos las barreras se pueden considerar en las siguientes categorías según la Asociación Internacional de Productores de gas y aceite [18]:

1. Barreras preventivas: Sistemas de contención primaria, sistemas de control del proceso, estructura primaria y secundaria.
2. Barreras de Detección: Sistemas de control de alarmas, sistemas de detección de incendio, gas, fugas y otros.
3. Barreras de Control y Mitigación: Orientación de equipos y espaciamiento, sistemas de contención secundaria y drenaje, sistemas de protección y supresión de incendios.
4. Barreras de Respuesta de emergencia: Alarmas locales, rutas de escape y evacuación, líneas de comunicación.

Como señalamos anteriormente, varias barreras deben ser definidas para lograr una disminución en probabilidad de los eventos, pero también debe de existir una combinación de prácticas y costumbres, procedimientos documentados, dispositivos, habilidades del personal y desarrollar una cultura de seguridad.

CAPÍTULO QUINTO.

5. METODOLOGÍAS PARA EL ARP.

El capítulo anterior nos proporciona la capacidad para definir al análisis de riesgos ARP como el método que consiste en la identificación de riesgos, análisis de sus consecuencias, análisis de frecuencia y la evaluación de los riesgos asociados a factores externos, fallos en los sistemas de control, fallos en los sistemas mecánicos, fallos que provienen de factores humanos y fallos en los sistemas de administración, con la finalidad de controlar y/o minimizar las consecuencias en el personal, público en general, el medio ambiente, la producción y/o las instalaciones.

Conforme a lo establecido anteriormente, un ARP considera una o varias metodologías para realizar dichas tareas y tomar decisiones para encontrar los resultados que garanticen los niveles de confiabilidad necesarios en los procesos de la industria petrolera.

5.1. Clasificación de Métodos para el Análisis de Riesgos ARP.

En la actualidad existen varias clasificaciones para los métodos que son utilizados para los análisis de riesgos. La siguiente clasificación identifica dos grandes grupos: uno que considera los análisis enfocados a las fallas o eventos o incidentes, y por otro lado, el segundo grupo considera los efectos y consecuencias. A su vez, los métodos de cada grupo son divididos por sus características cualitativas, semicuantitativas y cuantitativas. El siguiente esquema representa la clasificación de los métodos de análisis de riesgos ARP.

<i>Metodologías para el análisis de riesgos ARP.</i>				
<i>Fallas o eventos o incidentes.</i>			<i>Efectos o consecuencias.</i>	
<i>Cuantitativos.</i>	<i>Cualitativos.</i>	<i>Semicuantitativos.</i>	<i>Cualitativos.</i>	<i>Cuantitativos.</i>
<ul style="list-style-type: none"> -Índice Dow. -Índice Mond. -Árbol de fallas. 	<ul style="list-style-type: none"> -Lista de verificación. -Auditoría de seguridad. -¿Qué pasa si? -Análisis de forma de fallas, efectos y criticidad. -Árbol de eventos. -HazOp. -Matriz de riesgos. 	<ul style="list-style-type: none"> -LOPA. 	<ul style="list-style-type: none"> -Posibles escenarios. 	<ul style="list-style-type: none"> -Nube tóxica. -Nube inflamable. -Onda de calor. -Onda de sobrepresión.

Tabla 2. Clasificación de las metodologías Utilizadas en los Análisis de Riesgos de Procesos.

5.2. Descripción de los métodos utilizados en el análisis de riesgos ARP.

5.2.1 Métodos de Fallas o eventos o incidentes.

Los métodos de fallas o eventos o incidentes son aquellos análisis cualitativos, semicuantitativos y cuantitativos que consideran una identificación, el análisis y la evaluación de riesgos. Éste tipo de métodos examinan los procesos para determinar la aceptabilidad del riesgo con base a su probabilidad o frecuencia en la que los eventos, fallas o incidentes pueden presentarse y son herramientas versátiles de una amplia utilización.

5.2.1.1. Métodos cuantitativos.

La metodología cuantitativa de análisis de riesgos parte de un análisis cualitativo, sin embargo, la diferencia principal radica en que la evaluación de riesgos está en función de la determinación de criterios de riesgo de manera numérica a partir del cálculo de las probabilidades para los eventos o fallas. Éste tipo de métodos son utilizados cuando se requiere asignar valores numéricos a riesgos para disminuir su probabilidad.

En general, se requiere un buen conocimiento de los métodos para decidir cuál es el más indicado para aplicarlo en un análisis de riesgos de procesos ARP, como también, debemos conocer el tipo de proceso y las actividades que se realizan, por otra parte; se deben tener claros los objetivos del análisis y de los resultados que son requeridos.

5.2.1.1.1. Índice Dow.

El desarrollo del Índice de incendio y explosión DOW se atribuye a la compañía “Dow Chemical” en la década de los 60 y es una herramienta cuantitativa utilizada para la identificación y la evaluación de peligros y riesgos, éste método nos proporciona valores numéricos con los cuales podemos identificar áreas o instalaciones en el proceso en las que existe un riesgo potencial [1].

El método considera es su análisis, asignar ciertas bonificaciones y/o penalizaciones en las áreas o instalaciones que se requieren estudiar, tomando en cuenta el tipo de fluidos, las condiciones del proceso y los elementos de seguridad que son requeridos.

El método se desarrolla siguiendo una serie de etapas que son descritas a continuación:

1. Se divide la planta o complejo en unidades para las que se determina su índice de incendio y explosión, las unidades del proceso que pueden considerarse riesgosas son: tanques de almacenamiento, compresores, intercambiadores de calor, bombas, etc. (IIE).
2. Se determinar un factor material (FM) para cada unidad de proceso. El factor material es un número comprendido en el intervalo de 1 y 40, que se asigna a la sustancia que se procesa de acuerdo con el potencial intrínseco de esta etapa para liberar energía en un incendio o una explosión.
3. Se procede a evaluar los factores de riesgo, considerando las condiciones generales de proceso (reacciones, transporte, accesos, etc.), denominadas F1, y los riesgos específicos del proceso/producto peligroso, denominados (F2).

Para cuantificar los factores de riesgo ocurrentes en el proceso, se asigna una penalización en cada uno de los apartados:

$$F1= 1+\sum (\text{penalización por cada uno de los riesgos generales.})$$

$$F2= 1+\sum (\text{penalización por cada uno de los riesgos especiales.})$$

4. Una vez calculados F1 y F2 se determina un factor de riesgo (F3) que es el producto de $F1 \cdot F2$ con un valor comprendida entre 1 y 8, y un factor de daño (FD), para cada unidad de proceso.
5. Se determinan los índices de incendio y explosión (IIE) y el área de exposición (AE), para cada unidad de proceso seleccionada.

El radio de la circunferencia ideal de exposición se calcula mediante: $R(m)=0.256 \cdot IIE$.

6. Se calcula un valor de sustitución (VS) del equipo en el área de exposición.
7. Calculamos el daño máximo probable a la propiedad (MPPD, Maximum probable property damage), tanto básico como real, con base a la consideración de los factores de bonificación, FB y FBE.
8. Determinamos los máximos días de interrupción en el proceso (MPDO, Maximum probable days outage), y los costes por paralización de la actividad (BI, Business interruption), en estos días.
9. Se calcula el Factor de riesgo, F3: calculado a partir de los anteriores $F3 = F1 \cdot F2$.
10. Se determina el Índice de incendio y explosión, IIE. Éste se calcula mediante la siguiente expresión:
 $IIE = FM \cdot F3$

El método determina según este índice el área de exposición, AE, que representaría o daría una idea de la parte afectada por un incendio o explosión generada en la unidad de proceso estudiada. Paralelamente, se determinarían las sucesivas variables: valor de sustitución (VS), el factor de daño (FD) y el máximo daño probable a la propiedad (MPDD).

Factores de bonificación:

Son aquellos factores que protegen a la instalación mediante medidas de protección, sistemas de emergencia, etc. lo que hace disminuir el máximo daño probable a la propiedad. Los principales factores de bonificación pueden ser:

- a) Controles de proceso: sistemas de refrigeración, control de explosiones, paros de emergencia, energía de emergencia, programas de mantenimiento, etc.
- b) Aislamiento material: válvulas de control remoto, frenajes, enclavamientos, depósitos para vertidos de emergencia, cubetos, etc.
- c) Protección contra el fuego: detectores, protección de estructuras, rociadores, cortinas, tanques de doble pared, sistemas especiales de extinción, etc.

11. Se calcula el factor de bonificación a partir de estos tres factores anteriores y se obtiene el daño máximo probable real a la propiedad.

Factores especiales, F2: toxicidad de las sustancias, considerada como complicación adicional, operaciones a presiones inferiores a la atmosférica, bajas temperaturas, corrosiones, etc.

Factores generales del proceso, F1: reacciones exotérmicas, endotérmicas, transferencias de producto, condiciones de ventilación, etc.

Factor material: Da una idea de la medida de la intensidad de liberación de energía de una sustancia o preparado. Toma valores entre 1 y 40 y existen valores para más de 300 sustancias usadas habitualmente en la industria. También establece la posibilidad de calcularlo a partir de unas determinadas propiedades físico-químicas de la sustancia.

Factores de riesgo: Tienen en cuenta las especiales condiciones del proceso que pueden modificar el riesgo de las instalaciones estudiadas. Hay que tener en cuenta tres tipos de factores de riesgo:

$$\text{MPDD (real)} = \text{MPDD} \cdot \text{FBE}$$

A partir de este resultado, se calcula tanto el número de días de interrupción de la actividad, como el costo asociado a la interrupción industrial [1].

Para aplicar éste método, es completamente necesario tener la información de planos, diagramas, especificaciones en los equipos y una guía de los cálculos realizados para cada área de estudio, ya que el Índice Dow realiza una cuantificación de los daños potenciales provocados por un incendio o explosión para obtener una evaluación acertada que permita tomar decisiones en la gestión de riesgos.

5.2.1.1.2. Índice Mond.

El índice Mond se desarrollo a partir del índice Dow por técnicos de la Imperial Chemical Industries, con la principal diferencia de manejar la toxicidad de las sustancias como un factor independiente considerando sus efectos.

El desarrollo del método Mond contiene las siguientes etapas [2]:

1. Se realiza la selección de la unidad del proceso que se requiere analizar.
2. Se identifican los materiales principales en el proceso y se calculan sus factores. (Factor material "FM").
3. Se asignan las penalizaciones de acuerdo al formulario y manual Mond.
 - a) Riesgos especiales de los materiales.
 - b) Riesgos generales del proceso.
 - c) Riesgos especiales del proceso.
 - d) Riesgos asociados a las cantidades.
 - e) Riesgos graves para la salud.
4. Se utiliza el factor material y los factores de penalización de acuerdo con las formulas correspondientes para calcular los índices y convertirlos en descripciones cualitativas (bajo, alto, moderado) para:
 - a) Incendio (F).
 - b) Explosión (E).
 - c) Explosión no confinada (A).
 - d) Factor global de riesgo (R).

5. Se utiliza el siguiente formulario y manual Mond para calcular los factores de bonificación de la planta (Los que se pueden reducir la frecuencia).
6. Utilizar los factores de bonificación para corregir los índices.
7. Utilizar los índices para el análisis de riesgos en todo el proceso. [2]

Se debe tener en cuenta que la elección de éste método depende de una importante presencia de materiales tóxicos y se debe considerar que éste método utiliza un gran número de parámetros y requiere gráficos para la estimación de algunos de ellos, pero son necesarios cuando el proceso requiere de estudios más detallados.

5.2.1.1.3. Análisis de Árbol de Fallos.

El método de Árbol de Fallos se desarrolla por Bell Laboratories por H.A Watson en el año de 1962 y es ampliamente utilizado cuando se requieren resultados cuantitativos, partiendo de la necesidad de evitar un evento o suceso no deseado como una explosión, fuga, derrame, fallos en los sistemas de cierre de válvulas de seguridad, etc. Para éste análisis, es necesario reconocer los orígenes de cualquiera de los eventos que antes se mencionaron y se representan como combinaciones de otros eventos para dar lugar a un suceso que se requiere evitar, en otras palabras, el árbol de fallos se desarrolla en diferentes ramas que son denominados como “sucesos básicos”, hasta alcanzar otro tipo de sucesos como consecuencia de los anteriores.

Los eventos mostrados en un árbol de fallos son representaciones gráficas organizadas que representan las condiciones o factores causantes o contribuidores a la ocurrencia de un resultado definido como evento máximo.

Éste método representa una excelente herramienta para localizar y corregir fallas. Pueden usarse para prevenir o identificar fallas antes de que ocurran, pero se usan con más frecuencia para analizar accidentes o como herramientas investigativas para señalar fallas. Al ocurrirse un accidente o una falla, se puede identificar la causa raíz del evento negativo [3].

La representación de un árbol de fallos debe ser clara y fácil de entender, esto nos servirá para analizar y facilitar la identificación de:

- a) Factores que afecten la investigación del evento máximo y como se ha generado este.
- b) Factores que afecten las características de confiabilidad y desempeño del sistema.
- c) Eventos que afectan la funcionalidad de más de un componente, el cual puede cancelar los beneficios de incluir redundancia, o pueden afectar a más de dos componentes de forma similar.

El procedimiento para desarrollar la técnica del Árbol de fallos consiste en los siguientes pasos [3]:

1. Identificar los objetivos.
2. Definir el evento iniciador.
3. Definir el alcance.
4. Definir la resolución.
5. Definir las reglas generales.
6. Construir el árbol de fallos.
7. Evaluar el árbol de fallos.
8. Interpretar y presentar los resultados.

Identificar los objetivos:

Para la identificación de los objetivos se realiza la pregunta: ¿Cómo es posible que esto suceda? Cuando respondemos se identifican las causas y los sucesos que provocan los eventos no deseados. Ésta lógica se maneja para encontrar la totalidad de las causas que son posibles.

Una vez encontrado el "evento que se pretende evitar" en el proceso que se está analizando, se estudia descendiendo escalón a escalón a través de los sucesos inmediatos o sucesos intermedios hasta alcanzar los sucesos básicos o no desarrollados que generan las situaciones contribuyen a la aparición del "suceso no deseado".

El proceso de descomposición de un suceso intermedio se repite sucesivas veces hasta llegar a los sucesos básicos o componentes del árbol. Si alguna de las causas inmediatas contribuye directamente por sí sola en la aparición de un suceso anterior, se conecta con él mediante una puerta lógica del tipo "O".

Cada una de estas combinaciones, también llamadas conjunto mínimo de fallo, corresponde a la intersección lógica (en algebra de Boole) de varios sucesos elementales.

La simbología para la construcción de un árbol de fallos es la siguiente:

Sucesos básicos.

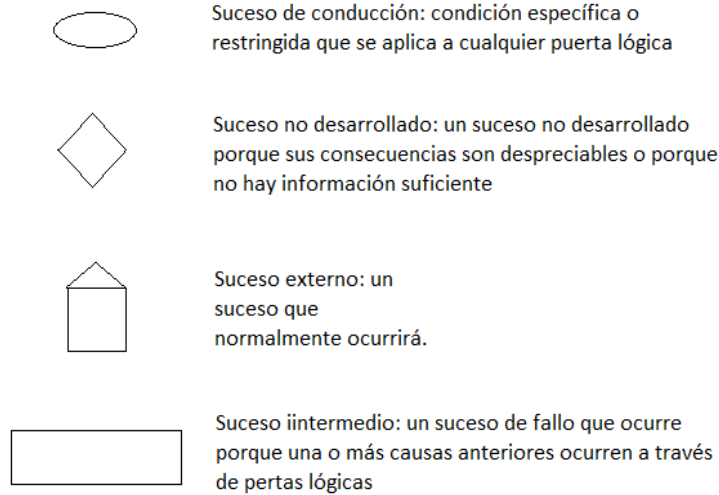


Figura 5. Sucesos básicos (Metodología de Árbol de fallos).

Los nodos de las diferentes puertas y los "sucesos básicos o no desarrollados" deben estar claramente identificados. Estos "sucesos básicos o no desarrollados" que se encuentran en la parte inferior de las ramas del árbol se caracterizan por los siguientes aspectos:

1. Son independientes entre ellos.
2. Las probabilidades de que acontezcan pueden ser calculadas o estimadas.

Puertas lógicas.



El suceso de fallo de salida si las entradas se producen.



El suceso de fallo de salida ocurre si ocurre exactamente una de las entradas.



El suceso de fallo de salida ocurre si ocurre exactamente una de las entradas.



Y Prioritario: el suceso de fallo de salida ocurre si todas las entradas se producen en una determinada secuencia



Inhibición: El suceso de fallo de salida ocurre si la entrada única ocurre en el caso en que se produzca una condición.

Figura 6. Puertas lógicas. (Metodología de Árbol de fallos).

En un ejemplo de cómo se utilizaría una puerta lógica es el siguiente:

En el diagrama de flujo de una tubería, el producto pasará del punto 1 al punto 2 si está abierta la válvula manual A o si está abierta la válvula neumática B, y su representación lógica se muestra en la siguiente figura:

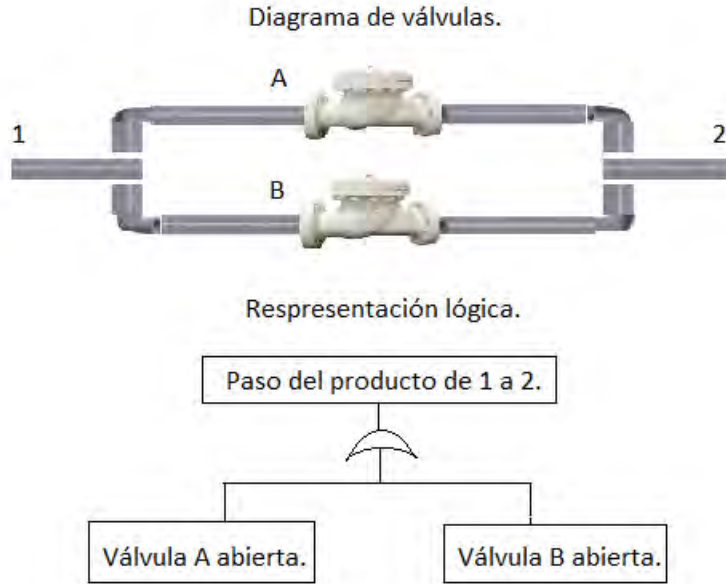


Figura 7. Diagrama de una tubería, ejemplo práctico 1 (Metodología de Árbol de fallos).

Si son necesarias simultáneamente todas las causas inmediatas para que ocurra un suceso, entonces éstas se conectan con él mediante una puerta lógica del tipo "Y".

Para un segundo caso, en el siguiente diagrama de flujo tienen que estar abiertas simultáneamente las válvulas A y B para que pase el producto del punto 1 al 2, y su representación es la siguiente:

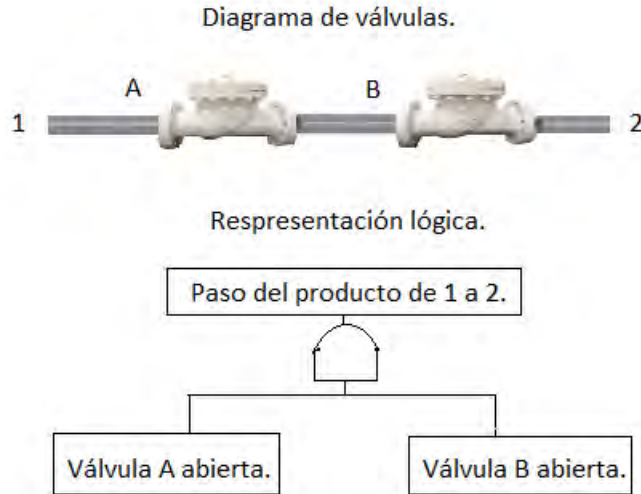


Figura 8. Diagrama de una tubería, ejemplo práctico 2 (Metodología de Árbol de fallos).

En ésta secuencia, es completamente necesario que ambas válvulas estén abiertas para que el fluido pase por la tubería, entonces se selecciona una puerta lógica O.



Transferencia de entrada: indica que el árbol de fallos se desarrolla posteriormente donde aparece el símbolo de transferencia de entrada.



Transferencia de salida: indica que esta posición del árbol debe relacionarse con el símbolo de transferencia de entrada.

Figura 9. Transferencias (Metodología de Árbol de fallos).

El método de árboles de fallos supone que los sucesos básicos independientes, la probabilidad de un conjunto de fallos está dada por el producto de las probabilidades de los sucesos que lo componen. A continuación se muestra una imagen en donde representa como están desarrollados los pasos anteriormente mencionados y podemos observar la representación del método:

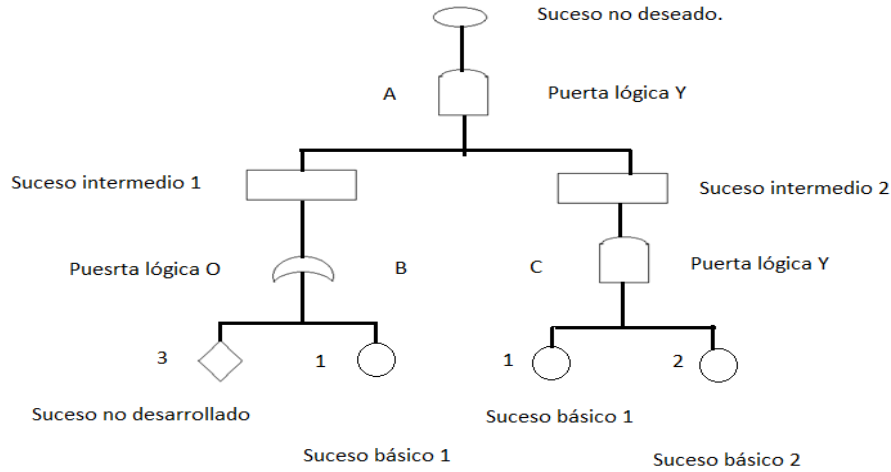


Figura 10. Representación del modelo de Árbol de Fallos

La evaluación cualitativa de un análisis de árbol de fallos consiste en analizar el árbol sobre el plano de su estructura lógica para poder determinar las combinaciones mínimas de sucesos básicos que hagan que se produzca el suceso no deseado o evento que se pretende evitar (noción de "conjunto mínimo de fallos").

Además, la estructura lógica de un árbol de fallos permite utilizar el álgebra de Boole, traduciendo esta estructura a ecuaciones lógicas.

Para ello se expone muy brevemente tal sistema de equivalencia lógica:

1. Una puerta "O" equivale a un signo "+", no de adición sino de unión en teoría de conjuntos.
2. Una puerta "Y" equivale a un signo "." equivalente a la intersección.

A partir de lo anterior se extraen las siguientes consecuencias:

- a) Transformar el árbol de fallos en una función lógica.
- b) La posibilidad de simplificar la función lógica del árbol gracias a la constatación de falsas redundancias. La reducción de falsas redundancias (reducción booleana) consiste en simplificar ciertas expresiones booleanas y consecuentemente los elementos de estructura que las mismas representan.

Lo anterior resalta la importancia de identificar durante el análisis, además de los fallos individuales de los componentes, los posibles fallos debidos a una causa común o la determinación de los componentes que fallan del mismo modo.

Para la resolución de árboles de fallos se realizan los siguientes pasos [3]:

1. Identificación de todas las puertas lógicas y sucesos básicos.
2. Resolución de todas las puertas en sus sucesos básicos. Se crean una serie de posibilidades que se han extraído de las puertas lógicas representadas con álgebra de boole.
3. Eliminación de los sucesos repetidos en los conjuntos de fallo: aplicación de la propiedad de el elemento idéntico del álgebra de Boole.

* Propiedad del elemento idéntico:

$$\begin{aligned}x \cdot x &= x \\x + x &= x\end{aligned}$$

4. Eliminación de los conjuntos de fallo que contengan a su vez conjuntos de fallo más pequeños, es decir, determinación de entre todas las combinaciones posibles, los conjuntos mínimos de fallo se eliminan mediante la aplicación de la ley de absorción del álgebra de Boole.

*Ley de absorción:

$$\begin{aligned}x \cdot (x + y) &= x \\x + x \cdot y &= x\end{aligned}$$

Los árboles de fallos en la práctica suelen ser bastante complejos y la resolución en conjuntos mínimos de fallos es más dificultosa, por lo que se suele acudir a paquetes de software que resuelven los árboles tanto cualitativamente como cuantitativamente. Asimismo, la utilización de la informática permite efectuar simulaciones que nos permiten examinar las diferentes combinaciones existentes y resumir el árbol en los conjuntos mínimos de fallos.

La evaluación cuantitativa en un árbol de fallos requiere conocer la indisponibilidad o probabilidad de fallo de aquellos sucesos que en el árbol se representan en un círculo (sucesos básicos) y determinar valores probabilísticos de fallo a aquellos sucesos que se representan en un rombo (sucesos no desarrollados) [3].

Según el modo en que ha fallado el componente, se calcula la probabilidad de fallo del mismo en función de la tasa de fallo que se puede obtener en bancos de datos y, fundamentalmente, de la propia experiencia.

Existe, información que nos proporciona datos estimativos sobre tasas de errores humanos que permite asignar valores probabilísticos a su ocurrencia. El conocimiento de los valores de probabilidad de los sucesos primarios (básicos o no desarrollados) permite:

1. Determinar la probabilidad global de aparición del "suceso no deseado" o "evento que se pretende evitar".
2. Determinar las vías de fallo más críticas, es decir, las más probables entre las combinaciones de sucesos susceptibles de ocasionar el "suceso no deseado".

Para la evaluación de la probabilidad de aparición del "suceso no deseado" se realizan los siguientes pasos:

1. Se asignan valores probabilísticos a los sucesos primarios.
2. Se determinan las combinaciones mínimas de sucesos primarios cuya ocurrencia simultánea garantiza la aparición del "suceso no deseado": establecimiento de los "conjuntos mínimos de fallos".
3. Se calcula la probabilidad de cada una de las vías de fallo representada por los conjuntos mínimos de fallos, la cual es igual al producto (intersección lógica en álgebra de Boole) de las probabilidades de los sucesos primarios que la componen.
4. Se calcula la "probabilidad de que se produzca el "acontecimiento final", como la suma de las probabilidades (unión lógica de todos los N conjuntos mínimos de fallo en álgebra de Boole) de los conjuntos mínimos de fallo, como límite superior, ya que matemáticamente debería restarse la intersección de éstos [3].

Los análisis de árbol de fallos son utilizados comúnmente para realizar análisis de riesgos de procesos (como sistemas instrumentados de seguridad, sistemas de transporte en tuberías, plantas de energía y otros sistemas que requieren evaluar la seguridad durante su operación).

Algunos beneficios de éste método son:

- La determinación de las combinaciones lógicas que ligan al evento máximo así como su potencial y prioridad.
- La investigación de sistemas que están siendo diseñados para anticipar, prevenir y mitigar las causas potenciales del evento deseado.
- Determinar la confiabilidad del proceso y así determinar los mayores contribuidores de la falta de confiabilidad y analizar los cambios necesarios en el diseño [3].

Dentro de los inconvenientes:

- No permite tratar directamente fallos dependientes, al menos de forma directa, aunque siempre sea posible añadir el fallo dependiente como un componente más del árbol.
- Solo permite el tratamiento de situaciones temporales homogéneas.
- El resultado calculado presenta una incertidumbre asociada a la que pesa sobre los componentes básicos, a los posibles errores en la construcción o debido a criterios dispares de los analistas.

Si bien es cierto que la aplicación de esta metodología presenta ciertas dificultades, tales como que exige un alto grado de conocimientos y experiencia tanto de las instalaciones a analizar como del propio método y que precisa disponer de bases de datos propios a fin de superar la incertidumbre que genera la asignación de valores de probabilidad de fallo a los componentes de la instalación que se analiza; hay que considerar que el esfuerzo necesario para realizar los análisis de riesgos cualitativos y cuantitativos queda ampliamente compensado no sólo por la mejora final de la seguridad del sistema, sino por el enriquecimiento del equipo analizador en el conocimiento exhaustivo del funcionamiento del proceso y de los diferentes modos de fallo resultantes de las posibles alteraciones de las múltiples variables que condicionan el sistema [3].

5.2.1.2. Métodos cualitativos.

Los métodos cualitativos son herramientas que no requieren de realizar ningún tipo de cálculo para realizar un análisis de riesgos pero describen los riesgos para realizar su análisis, interpretación y evaluación. Las características principales de los métodos cualitativos son las de fundamentar los resultados en la experiencia, observación, descripción, recopilación de información, procesamiento de datos e investigación.

Los métodos cualitativos son de amplia utilización y confiabilidad cuando son realizados bajo rigurosas medidas de calidad en la información y conocimiento del proceso en los que se requiere su aplicación, un grupo de expertos que garanticen la fiabilidad de los resultados y una estricta capacitación en el uso de las metodologías para reconocer que tipo de método debe ser utilizada en un proceso.

5.2.1.2.1. Listas de Verificación.

Las listas de verificación se utilizan para determinar el adecuado manejo de los equipos, inspeccionar los procedimientos, los materiales, etc. Mediante un procedimiento o reglamento establecido por la propia organización industrial basado en experiencia y en los códigos de diseño y operación. Una lista de verificación se puede aplicar en cualquier fase de un proyecto o modificación del diseño, construcción, puesta en marcha, operación y paradas del complejo en estudio.

Permite comprobar con cierto detalle la adecuación de las instalaciones y constituye una buena base de partida para complementarlas con otros métodos de identificación y evaluación de riesgos que tienen un alcance superior al cubierto por los reglamentos e instrucciones técnicas.

Las listas de verificación son diseñadas específicamente para una compañía, proceso, sistema o equipo por un grupo de analistas expertos ya que surgen a partir de la extensa experiencia de los procesos, fabricantes, asociaciones, empresas y agencias.

En el caso particular de Petróleos Mexicanos, las listas de verificación deben ser elaboradas a partir de códigos, regulaciones y estándares aplicables y deben ser aprobadas por el personal designado por PEMEX antes de ser aplicadas. El alcance debe cubrir Factores Humanos y Sistemas e Instalaciones. Deben ser tan extensas como sea necesario para satisfacer la situación específica que se analiza, debe ser aplicada de forma que permita identificar y evaluar los problemas que requieren mayor atención. Los resultados deben contener una lista de recomendaciones (alternativas) de mejoras de la seguridad (reducción del riesgo) a ser consideradas por PEMEX [12].

Lista de verificación.					
Tabla A 4.1	Separador de prueba.				
	Características	Si.	No.	No aplica.	Comentarios.
Dibujo de referencia.					DTI: N-F32069.1812.10.000023 Rev.1
Sección A4 Recipientes de presión. A. Sensor de alta presión (PSH)					
1. PSH instalado.		x			Instalar PSH a la entrada del separador de prueba.
2. La fuente proviene de una bomba que no puede desarrollar una presión mayor presión permisible de trabajo del Separador.		x			
3. La fuente es la cabeza del pozo, bajante, cabezal de producción o ducto y cada fuente de alimentación tiene instalado un PSH que protege al separador.		X			
4. La salida del gas está conectada por una tubería de tamaño adecuado sin válvula de bloqueo o regulación a un equipo corriente abajo protegido por un PSH el cual también protege al separador corriente arriba.				X	
5. El separador opera a presión atmosférica				X	
6. La fuente proviene de una bajante que tiene instalado un estrangulador.	x				

Tabla 4. Lista de Verificación.

El procedimiento del uso de una lista de verificación es el siguiente:

1. Se selecciona el área de proceso que se pretende revisar.
2. Se realiza un recorrido en las instalaciones para hacer inspecciones visuales y entrevistas con el personal para comparar los sistemas y actividades con las listas de verificación.
3. Se selecciona una lista de verificación.
4. Se realiza una solución a la lista de verificación.
5. Se hace una revisión de los resultados.

6. Se registran las desviaciones y recomendaciones.
7. Se repiten los pasos para todas las listas de verificación.
8. Se realizan los pasos anteriores para todas las áreas del proceso.
9. Se registran todas las desviaciones identificadas y recomendaciones pertinentes.

Recomendaciones.	
Proceso	
A 5 Segmentos de línea de flujo	
A 5.1	Instalar un PSL en la línea 1 1/2" 1106.21 A51A.
A 5.2	Modificar la especificación de la tubería corriente debajo de la PV.1103 a E39A.
A 6 Líneas de inyección al pozo.	
	No aplica.
A 7 Cabezales.	
A7.1	Instalar PSL en cabezal de producción entre puntos de conexión de las líneas 6" 1105 E39A.1 y 1 1/2" A1109 E39.
A 7.2	Verificar que el punto de disparo del PSH 1101, PSH 1102 y PSH 1103 sea menor que la MAWP del cabezal de producción.
A 8 Recipientes a Presión.	
A 8.1	Instalar PSH sobre el separador de prueba.
	Instalar PSL sobre el separador de prueba.
	Reubicar válvula de retención de flujo (FSV) en línea 4" P1106 antes de la interconexión de la línea de aceite.
A 9 Bombas	
	No aplica.
A 10 Compresores.	
	No aplica.
A 11 Ductos.	
A 11.1	Verificar que la MAOP del ducto sea mayor a la máxima presión de operación. Existe SDV-1102 sin ser accionada por un PSL-X. Aclarar la lógica de éste sensor.
A 12 Intercambiadores de calor.	
	No aplica.

Tabla 5. Registro de recomendaciones de una Lista de Verificación.

5.2.1.2.2. Auditorías de Seguridad.

Una auditoría de seguridad se define como un instrumento de gestión de riesgos donde se realizan las actividades de la evaluación sistemática, documentada y periódica para analizar la efectividad de los sistemas de prevención de riesgos de un proceso.

Los pasos para realizar una auditoría de seguridad son los siguientes:

1. Se procede a una elección de auditores, normalmente se trata de personal capacitado y acreditado por las autoridades.
2. Se deben definir los objetivos de la auditoría que deben centrarse en la evaluación de riesgos, el tipo y la planificación de las actividades preventivas y de la organización de los recursos para realizarlas.
3. Realizar un estudio de la documentación sobre los análisis de riesgos y actividades preventivas.
4. Realizar un plan de auditoría.
5. Documentar los informes. En ésta etapa se utilizan herramientas como listas de comprobación, se utilizan formularios para registrar las desviaciones y se registran las evidencias con las que se van a concluir los resultados.
6. Se realiza un informe final en el cual se señalan las desviaciones existentes.

Este método se utiliza principalmente para identificar riesgos y en consecuencia, se puede trabajar bajo otras metodologías para disminuir la probabilidad y alcanzar su aceptación.

5.2.1.2.3. Metodología ¿Qué pasa si...?.

Esta metodología debe involucrar el análisis de las desviaciones posibles del diseño, construcción, modificación u operación, así como cualquier preocupación acerca de la seguridad del proceso. Debe promover la lluvia de ideas acerca de escenarios hipotéticos con el potencial de causar consecuencias de interés (eventos no deseados con impactos negativos). Debe ser aplicada con el apoyo de un grupo multidisciplinario de la instalación. El resultado debe ser una lista en forma de tabla de las situaciones peligrosas, sus consecuencias, salvaguardas y opciones posibles para la prevención y/o mitigación de consecuencias [12].

El análisis ¿Qué pasa si...? es un método que utiliza información específica de un proceso para generar una serie de preguntas que son pertinentes durante el tiempo de vida de una instalación, así como cuando se introducen cambios al proceso o a los procedimientos de operación.

Consiste en definir tendencias, formular preguntas, desarrollar respuestas y evaluarlas, incluyendo la más amplia gama de consecuencias posibles. No requiere métodos cuantitativos especiales o una planeación extensiva.

El método utiliza información específica como son: los diagramas de Proceso y los diagramas de Tubería e Instrumentación para generar una especie de preguntas de lista de verificación.

Entonces, un equipo de especialistas realiza una lista de planteamientos empleando las preguntas ¿Qué pasa sí?, las cuales son contestadas colectivamente por el grupo de trabajo y resumidas en forma tabular. Esta técnica es ampliamente utilizada durante las etapas de diseño del proceso, así como durante el tiempo

de vida o de operación de una instalación, así mismo cuando se introducen cambios al proceso o a los procedimientos de operación.

El propósito del método What if? contiene tres aspectos [5]:

1. Identificar las condiciones y situaciones peligrosas posibles que pueden resultar de barreras y controles inadecuados
2. Identificar eventos iniciadores que pudieran provocar accidentes mayores
3. Recomendar las situaciones requeridas para iniciar el proceso de reducir el riesgo de una instalación así como para mejorar la operabilidad de la misma.

Por ejemplo, una pregunta para la realización del método sería:

¿Qué pasaría si existe una fuga en un tanque de almacenamiento de gas?

Entonces, el grupo de expertos podría responder:

Podría existir una inhalación por el equipo de trabajadores y de no ser controlada podría detonar una explosión. Ésta es sería solo una respuesta, sin embargo, se requiere de varios expertos para responder las preguntas que se han formulado.

Además de escuchar y anotar todas las respuestas, el grupo comienza a recomendar acciones de prevención para todos los escenarios que sean expuestos.

Se procede a enlistar todas las preguntas o dudas que puedan tener en cuanto a los riesgos del proceso, se realiza un análisis de todas las preguntas formuladas, analizando sus implicaciones hasta llegar a las recomendaciones.

Finalmente, se realiza un informe en el que se debe incluir:

1. Las preguntas realizadas a partir de ¿Qué pasa si...?.
2. La consecuencia y el riesgo.
3. Las protecciones sugeridas.
4. Las recomendaciones para el proceso [5].

Área:		Fecha de realización:	
Número de plano:		Nombre de los analistas:	
¿Qué pasa si?	Consecuencias.	Protecciones	Recomendaciones.

Tabla 6. Estructura del Informe Final de un Análisis “What If”.

5.2.1.2.4. Análisis de modos de falla, efectos y criticidad.

El análisis de modos de falla, efectos y criticidad es utilizada para la planeación el mantenimiento centrado en la confiabilidad, ya que nos permite lograr un entendimiento global del proceso, así como del funcionamiento y la forma en la que pueden presentarse las fallas de los equipos que componen el sistema de estudio. Las acciones de recomendación derivadas de dicho análisis quedan definidas como acciones o tareas de mantenimiento. Lo que permite diseñar una estrategia completa de mantenimiento aplicando criterios de riesgo para cada activo o equipo considerado en la evaluación, para de esta forma poder evaluar el impacto del plan de mantenimiento en el riesgo de la instalación, así como también, asegurar que el plan de mantenimiento es aplicado en los equipos que representan un mayor riesgo para las personas, medio ambiente, producción e instalación [6].

Los resultados deben ser una lista de referencia sistemática y cualitativa de equipo, modos de falla, efectos y criticidad que incluya un estimado de los peores casos de acuerdo a las consecuencias que resulten de las fallas particulares. Se deben incluir recomendaciones orientadas a incrementar la confiabilidad de los equipos para mejorar la seguridad del proceso. Todos los analistas involucrados en el estudio FMEA deben estar familiarizados con las funciones y los modos de falla del equipo, y con el impacto que estas fallas pueden tener en otras secciones del sistema o la instalación. En esta metodología se evalúan de manera sistemática las posibles fallas de cada componente, porción de un equipo o proceso, identificando cómo éstas pueden ocurrir, las medidas de seguridad con las que se cuenta para prevenir su falla o mitigar sus consecuencias, considerando su ocurrencia y permitiendo reforzar las medidas preventivas o de mitigación [12].

El procedimiento para realizar éste análisis se resume en los siguientes pasos:

1. Definir los objetivos y la intención del diseño.

Esta definición, consiste en conocer y entender la filosofía de operación de la planta o proceso, a fin de poder identificar claramente las condiciones bajo las cuales se opera, considerando tanto su diseño como las necesidades del usuario. El desarrollo de esta actividad nos permite saber la forma en que se operan los activos, siendo este el nivel de detalle requerido en la descripción. La definición deberá de contener parámetros de operación, los equipos involucrados, rutas de proceso, parámetros de control, entre otros atributos.

Para el análisis de modos de falla y sus efectos, AMFE (FMEA), la definición de la intención de diseño del sistema o equipo en análisis es altamente recomendable, ya que para poder entender como falla un activo, primero es necesario conocer cómo opera. Cabe mencionar que es en esta etapa inicial donde personal que participa en la metodología, debe asimilar el proceso que se lleva a cabo en la instalación que se está analizando, ya que es común, que tanto la gente del grupo de mantenimiento, como los facilitadores de la metodología, estén poco familiarizados con la instalación en cuestión.

2. Se realiza un análisis funcional del proceso.

El análisis funcional es necesario para poder entrar al proceso de evaluación de los modos de falla, ya que se requiere conocer e identificar cuáles son aquellas funciones que el usuario espera o desea que su activo desempeñe. Se requiere identificar tanto la función principal y como las secundarias.

3. Se procede a la identificación de los modos de falla del proceso.

Un modo de falla podemos definirlo como la forma en la que un activo pierde la capacidad de desempeñar su función, o en otras palabras, la forma en que un activo falla. A cada modo de falla le corresponde una acción de mitigación o prevención, dentro del proceso de Administración del Riesgo estas acciones pueden ser orientadas a desviaciones del proceso, factores humanos, etc., o bien, como en este caso, donde el objetivo del FMECA es diseñar un plan de mantenimiento, a cada modo de falla le corresponderá una tarea de mantenimiento.

4. Se consideran los efectos y criticidad del proceso.

Los efectos de la falla son considerados como la forma en la que la falla se manifiesta, es decir, como se ve perturbado el sistema ante la falla del equipo o activo, ya sea local o en otra parte del sistema, estas manifestaciones pueden ser: aumento-disminución de nivel, mayor-menor temperatura, activación de señales, alarmas o dispositivos de seguridad, entre otras; similarmente, se considera también la sintomatología de la falla, ruido, aumento de vibración, etc. Para el caso de las consecuencias, éstas son referidas a los impactos derivados de la falla en los diversos receptores de interés. Se consideran las consecuencias a la seguridad de las personas, medio ambiente y producción.

5. Se realiza una evaluación de riesgos.

El proceso de evaluación del riesgo de los diferentes modos de falla, es el resultado de la combinación de la frecuencia de ocurrencia y de sus consecuencias, esto permite identificar las mejores áreas de oportunidad para las acciones de recomendación, tanto en la etapa de evaluación como en la aplicación de los recursos económicos y humanos.

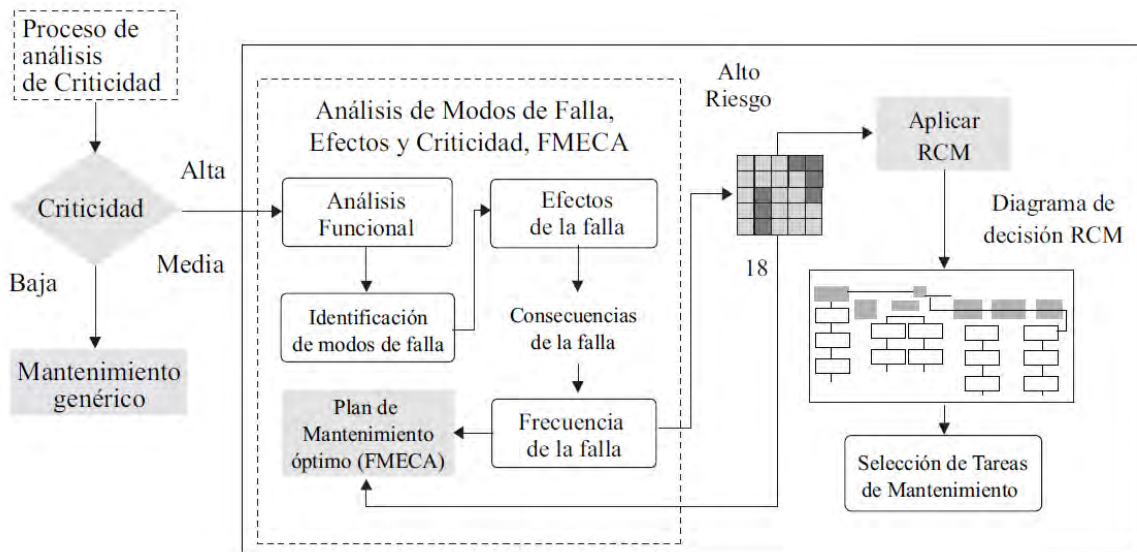


Figura 11. Diagrama del proceso de Análisis de Falla, Efectos y Criticidad.

5.2.1.2.5. Árbol de Eventos.

La técnica de análisis por Árboles de Eventos o Sucesos consiste en identificar y evaluar las consecuencias de posibles accidentes resultantes del fallo específico de un sistema, de un equipo, un suceso o error humano, considerándose como sucesos iniciadores desde el punto de vista que dichos eventos desencadenan en diferentes consecuencias [5].

En esta metodología se explora de manera sistemática la progresión de un evento iniciador y a partir de la actuación (éxito o falla) de las medidas de seguridad con las que cuenta un sistema, para evitar o mitigar resultados indeseables, se identifican todos los posibles resultados y se cuantifica la probabilidad de ocurrencia de estos [12].

Las conclusiones de los árboles de sucesos son consecuencias de accidentes, es decir, conjunto de sucesos cronológicos de fallos o errores que definen un determinado accidente.

Partiendo del suceso iniciador, se plantean sistemáticamente dos escenarios: en la parte superior se refleja el éxito o la ocurrencia del suceso condicionante y en la parte inferior se representa el fallo o no ocurrencia del mismo. Un ejemplo se presenta en el esquema inferior.

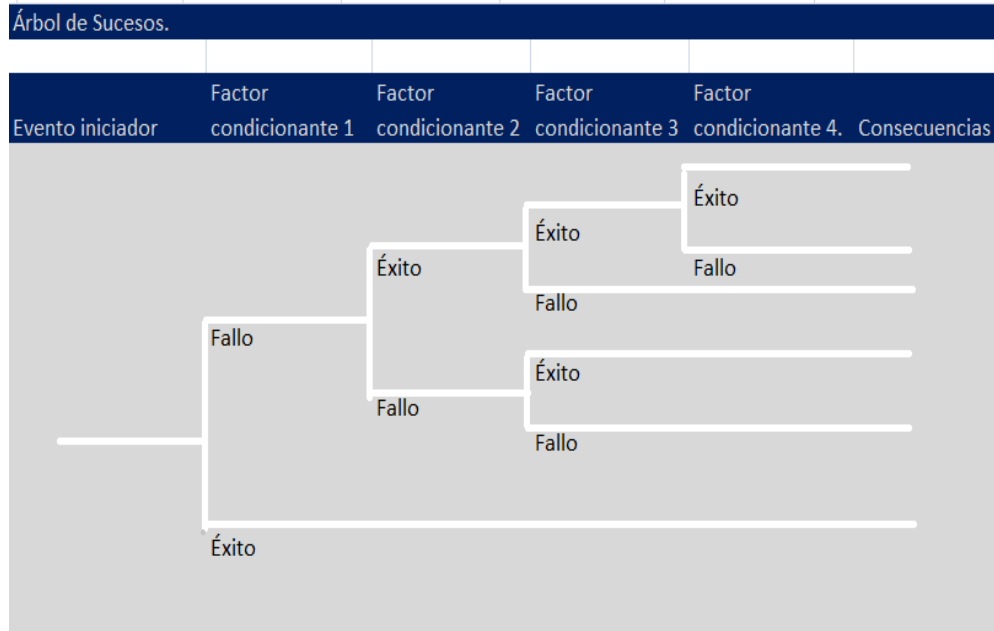


Figura 12 Representación del modelo de Árbol de Eventos.

El suceso iniciador puede ser cualquier desviación importante, provocada por un fallo de un equipo, error de operación o error humano. Dependiendo de las salvaguardias tecnológicas del sistema, de las circunstancias y de la reacción de los operadores, las consecuencias pueden ser muy diferentes. Por esta razón, un árbol de sucesos, está recomendado para sistemas que tienen establecidos procedimientos de seguridad y emergencia para responder a sucesos iniciadores específicos.

5.2.1.2.6. Metodología Hazop.

El objetivo de la técnica de HAZOP es identificar riesgos potenciales en las instalaciones y evaluar los problemas de operabilidad. Aunque la identificación de riesgos es el objetivo principal del método, los problemas de operabilidad deben ser revelados cuando éstos tienen impacto negativo en la rentabilidad de la instalación o conducen también a riesgos. Se determinan así los escenarios peligrosos para el personal, instalaciones, terceras partes y medio ambiente, y las situaciones que derivan en una pérdida de producción.

El estudio de HAZOP se basa en analizar en forma metódica y sistemática un proceso, la operación, la ubicación de los equipos y del personal en las instalaciones, la acción humana (de rutina o no) y los factores externos, revelando las situaciones riesgosas. Se enfoca en determinar cómo un proceso puede apartarse de sus condiciones de diseño y sus condiciones normales de operación, planteando las posibles desviaciones que pudieran ocurrir [4].

Se puede aplicar indistintamente a todo tipo de instalaciones ya sean nuevas, existentes o en casos de modificaciones de unidades en operación. En el caso de nuevas instalaciones, el estudio se puede realizar en cualquiera de las etapas del proyecto, como ser: diseño conceptual, durante la ingeniería básica o de detalle, o antes de la puesta en marcha. Se deberá tener en cuenta que los cambios resultantes del análisis van a tener distinto impacto en función del grado de avance del proyecto. Por lo tanto, es aconsejable realizarlo en una etapa temprana del proyecto una vez que estén definidos los factores relevantes.

También es posible utilizar una metodología menos rigurosa de análisis de riesgo en la etapa conceptual del proyecto de modo de encontrar los riesgos más importantes en un período corto de tiempo y luego realizar un HAZOP cuando la ingeniería básica esté avanzada. Es aconsejable que el estudio de HAZOP se repita varias veces durante la vida útil de una instalación sobre todo antes de realizar cualquier modificación al proceso.

La información fundamental requerida para realizar un HAZOP son los diagramas del proceso, planos de la instalación y la descripción del proceso, hojas de datos de equipos e instrumentos, planos de instalación eléctrica, planos de tuberías, etc., según se requiera. La calidad del estudio de HAZOP depende directamente de la calidad y cantidad de información disponible.

El método Hazop es una técnica de identificación de riesgos inductiva que se basa en que los accidentes se producen como consecuencia de una desviación de las variables del proceso con respecto de los parámetros normales de operación en una etapa determinada y se realiza una descripción detallada del proceso, cuestionándose cada una de las partes para identificar que desviaciones pidieran existir en el propósito para la cual cada una de las operaciones fue planeada y así identificar cuáles son las posibles consecuencias a través de “palabras guía” [4].

Éste método se realiza mediante la identificación de cuatro elementos clave:

1. La fuente o causa del riesgo.
2. Las consecuencias.
3. Identificar salvaguardas existentes o controles.
4. Hacer las recomendaciones que pueden ser tomadas a consideración si las salvaguardas o controles son adecuados o no existen.

Los pasos para realizar un análisis de riesgos mediante la metodología HazOp son los siguientes:

- a) Se selecciona a un equipo especialista en ésta técnica.
- b) Se plantea el objetivo y alcance del estudio.
- c) Recabar información.
- d) Dividir las unidades del proceso en nodos de estudio y se identifican los parámetros.
- e) Se asignan palabras guía a los nodos de estudio con sus parámetros establecidos.

Parámetros.
Presión.
Temperatura.
Nivel.
Corrosión.
Composición.
Agentes externos.
Errores Humanos.
(Todas las variables del proceso)

Tabla 7. Parámetros (Metodología Hazop).

Palabras Guía.	Significado.
NO.	No se consiguen las intenciones previstas en el diseño.
MENOS.	Disminución de la cantidad.
MÁS.	Aumento de cantidad.
PARTE DE.	Disminución de calidad.
ADEMÁS DE.	Aumento de calidad.
EN VEZ DE.	No se obtiene el efecto deseado.
INVERSIÓN.	Se obtiene el efecto contrario al deseado.

Tabla 8. Palabras Guía. (Metodología Hazop).

Tipos de desviaciones.
Alto/Bajo flujo
Flujo inverso.
Alto/Bajo nivel.
Alta/Baja presión.
Contaminación.
Fuego.
Alta/Baja temperatura.

Tabla 9. Tipos de desviaciones. (Metodología Hazop).

- f) Se realiza un informe escrito.

La metodología HazOp es clasificada como “registro por excepción”, en donde se afirma que lo todo lo que fue excluido se considera como riesgo aceptable.

Los términos utilizados en éste método son:

INTENCIÓN DE DISEÑO: Como se espera que el proceso va a operar o la actividad será ejecutada.

CAUSAS: Maneras como pueden ocurrir las desviaciones.

CONSECUENCIAS: Resultado de las desviaciones.

PROTECCIONES: Dispositivos, procedimientos o normas administrativas para reducir la frecuencia de las desviaciones o mitigar las consecuencias.

El informe final del estudio debe considerar [4]:

1. Formatos de las sesiones con indicación de las fechas de realización y composición del equipo de trabajo.
2. Esquemas simplificados con la situación y numeración de los nodos de cada subsistema.
3. Un análisis de los resultados con una clasificación cualitativa de las consecuencias.
4. Una lista con las acciones que se deben tomar con base a los criterios del método.
5. Una lista con los eventos iniciadores identificados.

Fecha:		Empresa:		Planta:		Turno:	
Estudio realizado por:							
Nodo	Palabra Guía.	Desviación de la variable.	Posibles causas.	Consecuencias	Señalización.	Acciones a tomar.	Comentarios

Figura 13. Hoja de un informe final Hazop.

5.2.1.2.7. Matriz de riesgos.

Una Matriz de Riesgos es de vital importancia para promover la toma de decisiones para los Riesgos de una manera consistente y para documentar los resultados. La matriz se compone de dos escalas que describen el aumento de frecuencia y por otro lado, definen un nivel de consecuencia, mientras que las celdas en su interior ofrecen un grado asignado para cada riesgo.

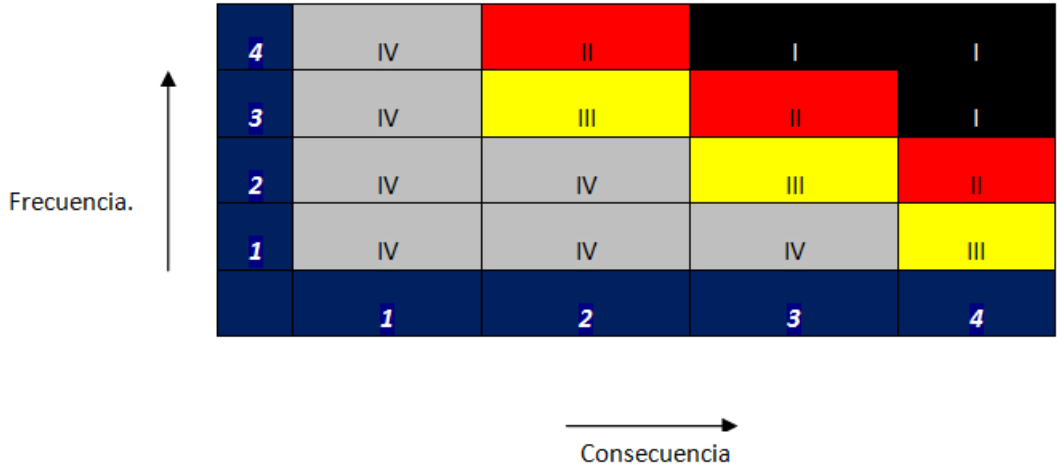


Figura 14. Matriz de Riesgos [18].

Descripción de la matriz de riesgos propuesta por el CCPS:

Para la categoría de Consecuencia, que se encuentra en la parte inferior de menor cuando su valor es igual a uno y mayor cuando su valor es igual a cuatro [18]:

- 1 No hay lesiones o efectos negativos para la salud.
- 2 Lesión menor o efectos para salud moderados.
- 3 De lesiones moderadas a graves con efectos para la salud graves o la inhabilitación permanente.
- 4 Heridas graves o muertes.

Para la categoría de Frecuencia que se encuentra en el lado izquierdo de menor cuando el valor es igual a uno y mayor cuando el valor es igual a cuatro [18]:

- 1 No se espera que ocurra durante la vida del proceso.
- 2 Puede ocurrir una vez durante la vida del proceso.
- 3 pueden ocurrir varias veces durante la vida del proceso.
- 4 Se espera que se produzca más de una vez en un año.

En el interior de la Matriz, se muestran cuatro niveles de Riesgos mostrados en numeración Romana [18]:

- I De mitigación inmediata, inaceptable o cese de la actividad.
- II De mitigación alta, dentro de los primeros 6 meses de actividad.
- III Mitigación moderada, dentro de los 12 meses de actividad.
- IV Aceptable, mientras no exista ninguna reducción requerida.

Una Matriz de Riesgos cualitativa es muy común para elaborar juicios sobre las frecuencias y las consecuencias, sin embargo; son de carácter puramente subjetivo. La evaluación de riesgos puede llevarse al plano cuantitativo si es requerido, mediante matrices semi-cuantitativas o matrices cuantitativas, pero llevarlas a este tipo de nivel dependerá del proceso, del juicio de un experto y de los objetivos del análisis de riesgo de procesos.

A continuación, veremos un ejemplo de una matriz semi-cuantitativa:

<i>Consecuencia.</i>	Catastrófico.	Crítico.	Marginal.	Despreciable.
<i>Frecuencia.</i>				
Frecuente.	1	3	7	13
Probable.	2	5	9	16
Ocasional.	4	6	11	18
Remoto.	8	10	14	19
Improbable.	12	15	17	20

Figura 15. Matriz de Riesgos semicuantitativa [18].

Descripción:

Tipo.	Categoría.	Criterios.
Catastrófico.	I	Podría causar la muerte, incapacidad total y permanente, pérdidas monetarias cuantiosas, severo daño ambiental irreversible, violaciones a la Ley.
Crítico.	II	Podría provocar incapacidad parcial, enfermedad y consecuencias a largo plazo, altas pérdidas monetarias, daño ambiental reversible y violaciones no severas a la ley.
Marginal.	III	Podría provocar lesiones o enfermedades con uno o varios días de incapacidad, menores pérdidas monetarias, daños ambientales mitigables sin violaciones de la Ley.
Despreciable.	IV	Lesiones menores sin días de incapacidad, pérdidas monetarias casi nulas, daño ambiental mínimo o nulo, sin violaciones a la Ley.

Tabla 10. Tipo, Categoría y Criterios de una Matriz de Riesgos [18].

Tipo.	Nivel.	Probabilidad.	Inicio.
Frecuente.	A	Tiene un valor numérico de probabilidad de 10^{-1} .	Continuamente experimentado.
Probable.	B	Tiene un valor de probabilidad que se encuentra por debajo de 10^{-1} pero siempre por arriba de 10^{-2} .	Ocurre Frecuentemente.
Ocasional.	C	Tiene un valor de probabilidad que se encuentra por debajo de 10^{-2} pero siempre por arriba de 10^{-3} .	Ocurre en algunas ocasiones.
Remoto.	D	Tiene un valor de probabilidad que se encuentra por debajo de 10^{-3} pero siempre por arriba de 10^{-6} .	Poco Probable, pero con certeza razonable de que puede ocurrir.
Improbable.	E	Tiene un valor numérico de probabilidad menor que 10^{-6} .	Improbable que ocurra, pero existe una muy pequeña posibilidad.

Tabla 11. Tipo, Nivel, Probabilidad e Inicio de una Matriz de Riesgos [18].

Al interior de la Matriz se muestra una escala definida y una categoría de riesgo, a ésta tabla se le conoce como ESCALA DE RIESGOS.

Valor en la escala de Riesgo.	Categoría Asociada al Riesgo.
1-5.	Alto.
6-9.	Serio.
10-17.	Mediano.
18-20.	Bajo.

Tabla 12. Escala y Categoría de una Matriz semicuantitativa de Riesgos [18].

El aumento del nivel asociado con el incremento de niveles de riesgo implica algunos criterios de riesgo complementarios. Mientras que, inferir criterios de riesgo con base a la información presentada puede ser difícil, las decisiones para definir los riesgos a través de una matriz deben ser compatibles con otras aplicaciones de los criterios de riesgo ya establecidos para la realización del análisis de riesgo ARP. Encontrar consistencia en éstos criterios se complica por el hecho de que las matrices de riesgo se aplican a escenarios individuales, mientras que los criterios que abordan a todo el proceso suelen ser criterios integrales para el conjunto de operaciones y pueden generar inconsistencias, por otro lado, se debe tener presente que dichos criterios complementarios solo serán necesarios si los objetivos del análisis lo requieren.

5.2.1.3. Métodos semicuantitativos.

Ésta clasificación está orientada a los análisis de riesgos que permiten crear una evaluación de riesgos que requieren un avance y mayor detalle que un análisis cualitativo de riesgos, sin embargo, no se alcanza el grado de una evaluación cuantitativa. En éste tipo de métodos, se comienza a asignar valores numéricos a elementos o circunstancias peligrosas para determinar escenarios bajo estos parámetros, nos otorgan la facilidad de tomar decisiones cuando el tipo de riesgos identificados demandan un grado de análisis más allá de una descripción cualitativa y representan una metodología más estricta pero con mayor confiabilidad en los resultados.

5.2.1.3.1. Análisis de Capa de Protección LOPA.

Esta técnica semicuantitativa de evaluación de riesgos, más conocida por sus siglas en inglés (LOPA: Layer of protection analysis), se basa en el concepto de capas de protección de seguridad. Una posible forma de mostrar los diferentes niveles de protección para un proceso se muestra en la siguiente figura:

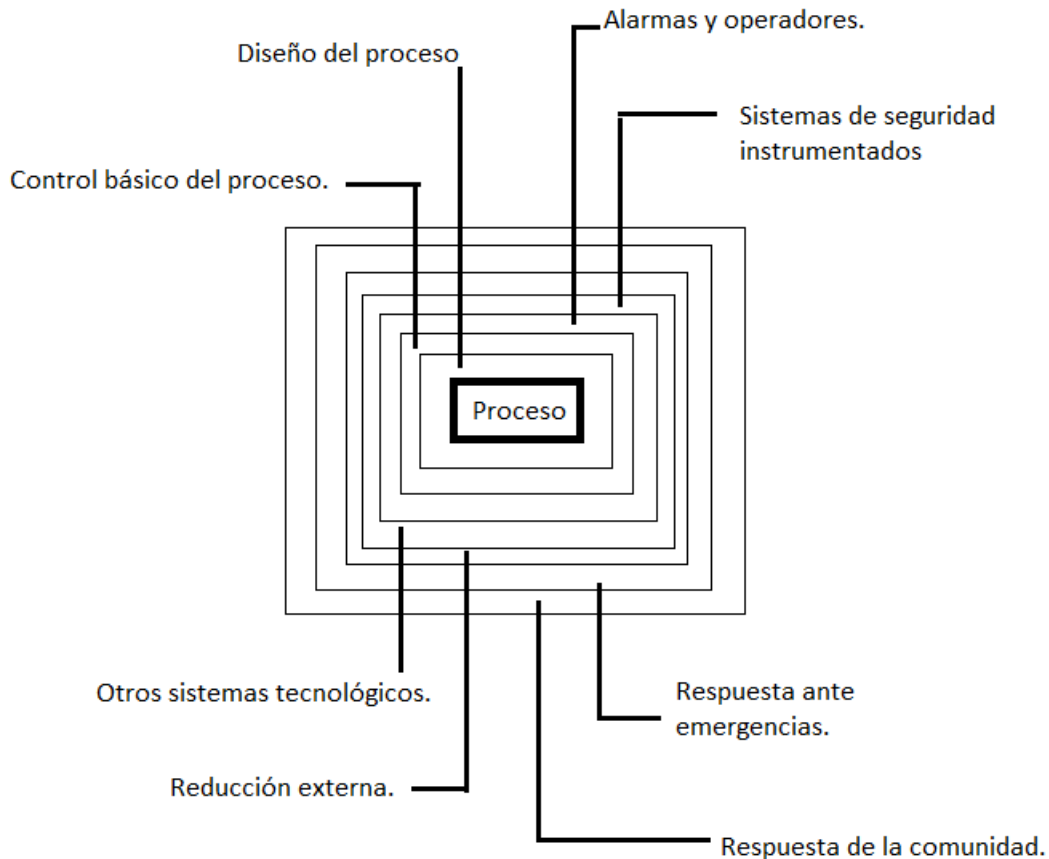


Figura 16. Representación de los niveles de protección en un Análisis LOPA.

La técnica suele aplicarse después de una etapa de identificación de peligros realizada mediante listas de comprobación, un análisis HAZOP, árbol de sucesos, etc. Su carácter de semicuantitativa procede del hecho de que la estimación numérica del riesgo se hace en términos de órdenes de magnitud y no de estimaciones precisas.

La primera y más interna de las capas de protección es la naturaleza inherente del proceso; la última y más externa de las capas es la respuesta que la comunidad esté en condiciones de ofrecer ante una emergencia. La prevención y la mitigación de los sucesos peligrosos dependen de la disponibilidad y del funcionamiento correcto de las diferentes capas de protección de seguridad. En caso de fallo de una de las capas, todavía se dispone de la del nivel siguiente para llevar el proceso hasta un estado seguro. A medida que crece el número de capas de protección y su fiabilidad, también lo hace la seguridad del proceso.

El análisis de las capas de protección se centra en la caracterización del funcionamiento de los diferentes sistemas de seguridad y en su orden de actuación durante las situaciones inseguras. Contribuye, por tanto, a entender la secuencia de sucesos que tienen lugar entre la causa y un determinado resultado peligroso.

La técnica se lleva a cabo a través de las siguientes etapas:

1. Identificación de todos los sucesos peligrosos, mediante un análisis de los peligros del proceso con alguna de las técnicas convencionales.
2. Identificación y listado de todos los sucesos iniciadores que pueden conducir al impacto no deseado. La técnica se centra en cada uno de los escenarios posibles, considerando como tales a las combinaciones suceso iniciador/ consecuencias.
3. Se determina el evento iniciador para un escenario y se calcula la frecuencia para dicho evento.
4. Caracterización de cada una de las capas, desde los siguientes puntos de vista: – ¿De actuar correctamente, sería efectiva para evitar que el escenario alcance las consecuencias temidas? – ¿Es independiente del suceso iniciador y del estado de éxito o fallo de las capas precedentes? Sólo si ambas condiciones se cumplen, puede considerarse que ese sistema es una capa de protección independiente.
5. Se realiza una valoración de riesgo de los escenarios como una combinación de sus consecuencias, el evento iniciador y de las capas de protección.
6. Se realiza la evaluación de riesgos para tomar decisiones para sus escenarios identificados.

El análisis de las capas de protección es una variante del análisis mediante árboles de sucesos en la que solamente se consideran dos categorías de resultados finales: el impacto no deseado o su ausencia. La siguiente figura muestra una comparación entre el árbol de sucesos y el análisis de las capas de protección; este último describe una única trayectoria a través del árbol de sucesos, que se ha representado mediante una línea más gruesa. La frecuencia del suceso iniciador es la que inicia el árbol de sucesos. Más allá de este, hay varias ramificaciones, correspondiendo cada una de ellas a una capa de protección. Cada ramificación tiene sólo dos caminos: uno para la propagación del suceso y el otro para su ausencia.

Para determinar y evaluar las consecuencias de un evento iniciador se recurre a métodos como:

1. Estimaciones simplificadas de las lesiones o muertes.
2. Tamaño de la descarga y su caracterización.
3. Estimaciones a detalle de las lesiones o muertes.

Con referencia a las salvaguardas, es necesario identificar cuáles son las que están dispuestas para un escenario en específico antes de decidir cuáles serán catalogadas como IPL, este análisis nos proporciona un panorama claro de las razones de utilizar una salvaguarda como IPL y porque otras no fueron utilizadas como tal.

Debemos tener en cuenta que un IPL se define como el dispositivo, acción o sistema capaz de evitar que un escenario llegue a su consecuencia, independientemente del evento iniciador o de alguna otra capa de protección asignada a dicho escenario.

Por otro lado, la definición de salvaguarda es aquel dispositivo acción o sistema que posiblemente interrumpirá la cadena de eventos después de un evento iniciador. A diferencia de un IPL, una salvaguarda no puede ser considerada como una capa de protección si no cubre los requisitos por falta de información y no se puede identificar completamente su independencia o efectividad.

Finalmente, se considera que un sistema, dispositivo o acción es una IPL cuando podemos afirmar que es efectiva para evitar la consecuencia asociada al escenario. Para tener un juicio apropiado, el CCPS nos orienta con una serie de preguntas:

1. ¿La salvaguarda puede detectar la condición para la cual es requerida? (alarmas, variables del proceso, etc). Si una salvaguarda no puede detectar una condición, ni generar una especificación, no se puede considerar una IPL.
2. ¿La salvaguarda tiene la capacidad para tomar una acción requerida en el tiempo disponible? ¿si es necesario un tamaño específico, la salvaguarda instalada cumple con los requerimientos?
3. ¿La salvaguarda puede detectar la condición a tiempo para tomar acciones correctivas que evitan la consecuencia?

Entonces, si con solo una de las respuestas es negativa, la salvaguarda no puede ser considerada como una capa de protección (IPL).

Una característica fundamental de LOPA es que una IPL es completamente independiente de otras IPL's, es decir; una capa de protección no interactúa con otra IPL específica para realizar su función, pero todas son capas de un mismo sistema de protección.

El método LOPA identifica tres grupos que deben ser considerados como eventos iniciadores:

1. Fallas humanas
 - a) Errores de los operadores.
 - b) Error de mantenimiento.
 - c) Error de respuesta crítica.
2. Fallas en los equipos.
 - a) Desgaste por el uso.

- b) Mal uso de los equipos.
 - c) Corrosión.
 - d) Defectos.
 - e) Fallas en los componentes de los equipos.
 - f) Fallos computacionales.
3. Eventos Externos.
- a) Accidentes mayores en instalaciones cercanas.
 - b) Sabotaje o terrorismo.
 - c) Accidentes aéreos.
 - d) Huracanes, inundaciones, tornados o temblores.

Para realizar las estimaciones de la frecuencia de los eventos iniciadores, se recomienda que en estudio de capas de protección, se utilice el método de análisis de fallos, tomando valores de índice de fallo creados por instituciones como:

- El CCPS.
- OREDA.
- OSHA.
- EuReData.

La selección de los índices de fallos siempre deben ser bien ajustados para su utilización.

Un análisis de capa de protección no determina que capas se deben añadir o tampoco influye en el diseño, pero nos ofrece la capacidad de juzgar entre varias alternativas de mitigación de riesgo, ésta técnica se limita a evaluar solo un par único de causa y consecuencia como un escenario.

Este método nos ayuda a clasificar funciones instrumentadas de seguridad (SIF) determinando su nivel apropiado de integridad de la seguridad (SIL), y éste análisis reduce el número de escenarios que pudieran ser valorados por otro método cuantitativo o generalizado.

Otras de las ventajas del método es que define los requerimientos para considerar una salvaguarda como una capa independiente de protección (IPL), determina si el riesgo es tolerable para un proceso, establece acciones y respuestas del operador que son críticas para la seguridad del proceso, identifica equipos críticos que funcionan como parte de una IPL para mantener el proceso dentro de los criterios de tolerancia de riesgos y los evalúa por medio de inspecciones, pruebas y mantenimiento.

5.2.2. Métodos de Efectos o Consecuencias.

Con esta metodología se estiman los posibles daños sobre el personal, la población, el medio ambiente y el negocio (instalaciones y producción), derivados de la pérdida de contención de una sustancia peligrosa (tóxica, inflamable, onda de calor, onda de sobrepresión, etc) a partir de la modelación de nubes tóxicas, incendios y explosiones.

5.2.2.1. Métodos Cualitativos.

5.2.2.1.1. Posibles Escenarios.

El método de Posibles Escenarios fue creado utilizando conceptos de otros análisis de riesgos, sin embargo, esta herramienta está construida bajo la base de que los posibles eventos no suceden ciegamente y que están en función de la acción de los procesos y el actuar del hombre. Entonces, como es concebida bajo otras metodologías, existen diferentes maneras para determinar los posibles escenarios pero siempre se busca cubrir tres aspectos que son fundamentales para su desarrollo y estos son:

1. Analizar el proceso en estudio desde el punto de vista retrospectivo y actual. El conocimiento de las instalaciones, el proceso y los materiales que se manejan es indispensable para un buen análisis de Posibles Escenarios.
2. Analiza la influencia de los operadores en el proceso, así como también todos los factores vinculados con él y que sugieren afectaciones.
3. Presentar los resultados finales siempre en forma de escenarios.

Se debe tener en cuenta que un escenario no se puede definir como una previsión del futuro pero si como una visión anticipada de lo que podría suceder si un evento llegara a ocurrir, o en otras palabras; cada escenario está asociado a la probabilidad de una consecuencia real que puede ocurrir en el futuro y cada uno de ellos está basados en el juicio de expertos como en historiales de eventos.

El proceso para realizar un análisis de Posibles Escenarios es el siguiente:

1. Identificación de riesgos y peligros del proceso.
2. Análisis de los incidentes.
3. Evaluación de riesgos.
4. Análisis de consecuencias.
5. Se discriminan riesgos y consecuencias con base a su probabilidad bajo escenarios.
6. Realizar un informe final describiendo los posibles escenarios.

5.2.2.2. Métodos cuantitativos.

5.2.2.2.1. Nube Tóxica.

El método de cálculo para el modelado de la dispersión de una nube tóxica es utilizado en los análisis de riesgos de procesos para poder calcular de forma razonada los efectos y consecuencias de materiales que son manejados y son susceptibles a formar nubes de gas provocados por escapes accidentales. La dispersión de una nube de gas sigue una difusión producida por el movimiento molecular del aire, esto produce una disminución en su concentración a medida en que entran más moléculas de aire en la nube tóxica. Su dispersión es modificada por la dirección del viento, sin embargo, existen sustancias que son tan pesados que el que el viento no forma parte de su dispersión e incluso puede no influir en sus concentraciones.

En los análisis de riesgos para realizar las evaluaciones cuantitativas de nubes tóxicas son fundamentales los siguientes aspectos:

1. Velocidad del viento.
2. Dirección del viento.

3. Estabilidad atmosférica. (Variable utilizada para caracterizar la capacidad de la atmósfera para dispersar un contaminante.)
4. Humedad.
5. Temperatura.
6. Presión atmosférica.

Los métodos de análisis de riesgos recaen en modelos matemáticos que permiten prever, dadas las condiciones iniciales, características físicas y químicas de la sustancia, la evolución de una nube contaminante en función de una posición y del tiempo [9].

Los modelos más utilizados en los análisis de riesgos de procesos son:

- I. Modelos para escapes al aire libre (Modelos de dispersión de una nube tóxica, Modelos para escapes continuos, Modelos para gases pesados.)
- II. Modelos de espacios confinados.

Los pasos para realizar éstos modelos son:

1. Identificación de las sustancias.
2. Caracterización física y química de las sustancias.
3. Establecer las condiciones de escape de la sustancia.
4. Análisis de las consecuencias del escape de la sustancia.
5. Análisis de la probabilidad de escape de la sustancia.
6. Evaluación cuantitativa de la nube tóxica.
7. Evaluación de toxicidad.
8. Informe final.

El interés de realizar el análisis cuantitativo de una nube tóxica es reconocer el alcance de un gas tóxico, conocer los efectos y consecuencias para realizar una valoración de ésta, e implementar las medidas protectoras en las instalaciones de procesos para minimizar sus efectos y consecuencias.

5.2.2.2. Nube Inflamable.

Los métodos de análisis de riesgos para la evaluación cuantitativa de una nube inflamable comparten una similitud en sus estudios y tipos de análisis con los estudios de nube tóxica, sin embargo, la gran diferencia en dichas evaluaciones recae en la consecuencia del escape y el tipo de sustancias. Mientras que las evaluaciones de una nube tóxica están enfocadas a los efectos de la adsorción y absorción de sustancias nocivas del personal (sin involucrar la ignición de las sustancias), la evaluación para una nube inflamable involucra la probabilidad de explosión.

Una nube inflamable puede ser generada a partir de un escape de una cantidad determinada de un vapor combustible, o bien, de un líquido a partir del cual se formará, durante el transporte de hidrocarburos o rupturas de tuberías. Una vez formada una nube inflamable esta puede: dispersarse antes de que se produzca la ignición (sin causar daños), iniciar el fuego inmediatamente e iniciar un incendio, dispersarse en un área extensa y producirse la ignición al cabo de cierto tiempo, causar un estallido o explosión, entre otras.

Un análisis de riesgos para una nube inflamable reconoce principalmente las siguientes consecuencias:

1. Radiación térmica.
2. Onda de sobrepresión.
3. Fragmentos despedidos por la explosión.
4. Energía liberada.

La metodología de éste análisis es reflejada en los siguientes pasos:

1. Identificación de las sustancias.
2. Caracterización física y química de las sustancias.
3. Identificación de escape de la nube inflamable.
4. Evaluación cuantitativa de la toxicidad.
5. Estimación de la probabilidad de ignición.
6. Identificación de las consecuencias de la ignición o estallido.
7. Evaluación cuantitativa de la ignición o estallido.
8. Informe final.

Comúnmente, estos métodos cuantitativos consideran la evaluación de los siguientes casos:

- a) Ignición de una mezcla gaseosas de nubes inflamables en espacios confinados.
- b) Igniciones de nubes inflamables no confinadas.
- c) En tanques de almacenamiento. (Gas comprimido, gas licuado, reacciones fuera de control.)

5.2.2.2.3 Onda de sobrepresión.

Los análisis de riesgos enfocados a determinar las consecuencias de una onda de sobrepresión requieren de varios parámetros, cálculos, tablas de referencia y tablas de frecuencias. Normalmente, el fenómeno llamado onda de sobrepresión es generado por explosiones.

Una onda de sobrepresión se define como un aumento veloz de la presión, seguido de una disminución de la misma que puede alcanzar valores menores a la presión atmosférica con gran velocidad y en los cálculos, puede tomar valores negativos o positivos [9].

Este tipo de análisis está ampliamente relacionado con el análisis de nube inflamable como uno de sus posibles efectos, algunos de los parámetros que son evaluados en éste método son:

1. Pico de sobrepresión.
2. Área por debajo de la curva de sobrepresión.
3. Tiempo de duración.
4. Nivel mínimo de sobrepresión.
5. Rendimiento de la explosión.

Los normalmente utilizados son métodos son:

- a) Método del TNT equivalente.
- b) Ecuaciones de conservación de masa.
- c) Ecuaciones de conservación de energía.

El uso de herramientas como software especializados son de gran utilidad, algunos de ellos son: Ventex, Flacs y Regas.

Los pasos que siguen los métodos para el análisis de onda de sobrepresión son:

1. Identificación de la sustancia.
2. Frecuencia de explosión.
3. Evaluación de la explosión.
4. Identificación de la onda de sobrepresión generada por la explosión.
5. Análisis de las consecuencias.
6. Evaluación de onda de sobrepresión (Modelo).
7. Informe final.

5.2.2.2.4. Onda de calor.

De igual manera que los análisis para una onda de sobrepresión, los análisis para una onda de calor están íntimamente relacionados con los análisis de nube inflamable y es considerada como uno de sus efectos. Uno de los aspectos importantes en la evaluación cuantitativa de riesgos en una onda de calor es su intensa radiación térmica, cuando se produce una explosión también es producida una onda que se caracteriza por tener gran velocidad en su liberación de energía en un lapso muy corto de tiempo, lo cual genera un aumento de gran consideración en la temperatura y como consecuencia, es una causa de lesiones en el personal y averías en las instalaciones del proceso.

Los parámetros de interés en este estudio son:

1. El diámetro de la explosión.
2. Duración de la explosión.
3. Radiación térmica.

Para determinar los parámetros anteriormente mencionados, se cuenta con correlaciones que generaron modelos que han sido mejorados para la estimación de la radiación térmica de los siguientes autores:

- A) Correlación de Gayle.
- B) Correlación de Brasie.
- C) Correlación de Satyanarayara, et al.
- D) Correlación de Marshall.
- E) Correlación SRD.

El Procedimiento para el cálculo es el siguiente:

1. Se identifica el fluido y se caracteriza física y químicamente que es manejado en el proceso.
2. Se obtiene mediante alguna de las correlaciones el diámetro de la explosión.
3. Se calcula mediante correlaciones la duración de la explosión.
4. Se calcula el coeficiente de radiación térmica (onda de calor).
5. Se identifican las consecuencias.
6. Se estiman las probabilidades de los eventos de explosión.
7. Se realiza una evaluación de los datos obtenidos.
8. Se realiza un Informe final.

Este estudio tiene como finalidad realizar una evaluación cuantitativa de las consecuencias de una onda de calor, conocer la probabilidad de la ocurrencia de éste tipo de eventos para alcanzar su aceptabilidad mediante medidas preventivas. Este fenómeno es de tiempo muy cortos comparado con otro tipo de riesgos, sin embargo; sus consecuencias pueden ser graves en el personal y para las instalaciones del proceso.

CAPÍTULO SEXTO.

6.- EL CONVENIO COMERI 144 PEMEX.

6.1 Introducción.

El Comité de Mejora Regulatoria Interna COMERI creado a partir del Plan Nacional de Desarrollo 2001-2006, tiene como objetivo promover la simplificación, desregularización, mejora regulatoria y transparencia de las disposiciones internas, emite los instrumentos técnicos y normativos que generen en ejercicio de las atribuciones que tiene conferidas las disposiciones normativas aplicables. Por otro lado, algunas de sus facultades son:

1. Diseñar acciones, estrategias y planear programas de trabajo en materia de mejora regulatoria.
2. Revisar y opinar las disposiciones internas, diagnosticar sus aplicación y elaborar programas para su simplificación, desregularización y mejora regulatoria, con la participación de las unidades administrativas involucradas.
3. Opinar y dictaminar los anteproyecto de las disposiciones internas, así como la modificación y/o cancelación de las vigentes, o en su caso expedición de nuevas normas.

De esta manera, en el desarrollo de sus actividades, el Comité desarrolló los lineamientos para el desarrollo de los ARP realizados en Petróleos Mexicanos mediante el convenio **COMERI 144 PEMEX**.

El convenio COMERI 144 PEMEX es el conjunto de reglas que rigen a Petróleos Mexicanos de acuerdo a la normatividad mexicana para realizar los Análisis de Riesgos de procesos y ductos. El convenio COMERI 144 PEMEX determina, a razón de expertos y mediante la aplicación de los Análisis de Riesgos y sus metodologías, los criterios de aceptabilidad de riesgos conforme a su probabilidad y consecuencias bajo el principio ALARP (Nivel tan bajo como sea razonablemente práctico). Los lineamientos de éste documento fueron diseñados de manera obligatoria en Petróleos Mexicanos y sus Empresas Productivas Subsidiarias para la realización de los Análisis de riesgos de proceso, Análisis de seguridad física, Análisis de riesgo de ductos y la interface que debe existir entre éstos.

El documento que estipula los “Lineamientos para realizar Análisis de Riesgos de Procesos, Análisis de Ductos y Análisis de Riesgos de Seguridad Física” elaborado por el Comité de mejora Regulatoria Interna en convenio con Petróleos Mexicanos para realizar los Análisis de Riesgos de Procesos (ARP) en Instalaciones de Petróleos Mexicanos, “**CONVENIO COMERI 144 PEMEX**”, se conforma de la siguiente manera:

1.0 DISPOSICIONES GENERALES.

- 1.1 Objeto.
- 1.2 Ámbito de aplicación.

2.0 DISPOSICIONES ESPECÍFICAS.

- 2.1 Responsabilidades.
- 2.2 Análisis de riesgos de procesos.

2.3 Análisis de riesgos de ductos.

2.4 Interface de los análisis de riesgos de proceso y los análisis de riesgos de ductos, con el análisis de riesgos de seguridad física.

2.5 Análisis de riesgos de seguridad física.

3.0 DISPOSICIONES FINALES.

3.1 Interpretación.

3.2 Supervisión y control.

4.0 DISPOSICIONES TRANSITORIAS.

Anexo 1. Información técnica mínima requerida para la identificación, análisis y evaluación de los riesgos de procesos.

Anexo 2. Requisitos o características que deben cumplir el líder y los miembros del grupo Multidisciplinario de Análisis y Evaluación de Riesgos de Proceso.

Anexo 3. Requisitos o características que deben cumplir quienes integran el Grupo de Seguridad Física.

6.2 Disposiciones Generales.

6.2.1. Objeto.

Contar con las reglas para elaborar en Petróleos Mexicanos los análisis de riesgos de proceso y de ductos , considerando su interface con los riesgos de seguridad física, de acuerdo al enfoque de integridad operativa que se adoptó en Petróleos Mexicanos, a raíz de los atentados ocurridos en 2007 en sus instalaciones, el cual se considera que la fuga o derrame de sustancias peligrosas en sus procesos, además de poder ocurrir por fallas de carácter industrial o por errores humanos, también pueden suceder por actos de terceros [11].

6.2.2. Ámbito de aplicación.

Los lineamientos del convenio COMERI 144 PEMEX son de observancia general y obligatoria, y aplican en los centros de trabajo y sus empresas productivas subsidiarias de PEMEX cuando se realice cualquier análisis de riesgos en instalaciones en operación e incluso para nuevos proyectos.

6.3 Disposiciones Específicas.

6.3.1. Responsabilidades.

Queda de manifiesto que, es responsabilidad de la Dirección Corporativa de Operaciones, a través de las autoridades competentes: difundir los lineamientos, dar seguimiento y verificar su cumplimiento y atender todos los asuntos que estén relacionados con los análisis de riesgos de procesos en Petróleos Mexicanos ante instancias nacionales.

La Dirección Corporativa de Administración, mediante sus autoridades está obligada a: Difundir estos lineamientos en el ámbito de su competencia, dar seguimiento y verificar su cumplimiento,

coordinar y desarrollar el programa nacional de riesgo, designar a los expertos de seguridad física, realizar los análisis de riesgos de seguridad física, dar seguimiento al cumplimiento de los análisis de riesgos, definir las medidas mínimas de seguridad física además de proponer la clasificación y reclasificación física de las instalaciones estratégicas, asesorar y atender las peticiones de información de las medidas de seguridad física, atender los casos relacionados con vulnerabilidad en PEMEX ante instancias nacionales y promover la capacitación del personal de seguridad física con base a las metodologías para realizar los análisis de riesgos de seguridad física.

Para los Directores Generales de Organismos Subsidiarios y Directores Corporativos se establece que por su parte les corresponde la difusión de los lineamientos de éste convenio según su competencia y establecer los niveles de autoridad para la administración de riesgos de proceso y de seguridad física.

Los subdirectores de Organismos Subsidiarios y del Corporativo, deben establecer las estrategias y procedimientos para la aplicación de los lineamientos bajo su control, proporcionar los medios para la programación y ejecución de los ARP y de seguridad física en las instalaciones y tomar las decisiones con respecto a la administración de los riesgos de proceso y seguridad física.

Son obligaciones para las Máximas Autoridades de los Centros de los centros de trabajo: Establecer los procedimientos, autorizar el programa, integrar el GMAER, revisar y establecer las acciones para administrar los riesgos identificados, revisar cada 5 años los análisis de riesgo, verificar la difusión de los resultados, actualizar los planes, alcances, y fechas de realización, conformar los equipos de los grupos vulnerables para los análisis de riesgos de proceso ARP. Por otro lado, para los análisis de de riesgos de seguridad física deben difundir los resultados, planear, programar, presupuestar, instrumentar y realizar las recomendaciones y mantener actualizado un programa para el control y cumplimiento de las recomendaciones que resulten de los ARP y análisis de riesgo de seguridad física.

Corresponde a los responsables de área de operaciones del Centro de Trabajo: elaborar el programa y coordinar la realización de los ARP, apoyar al GMAER, durante el desarrollo del ARP y el análisis de seguridad física, como también revisar y establecer la administración de los riesgos identificados derivados del ARP y tener bajo su resguardo y actualizados los ARP's de su centro de trabajo.

El Grupo Multidisciplinario de Análisis y Evaluación de Riesgos de proceso deberán seleccionar la metodología, evaluar e identificar los riesgos, efectuar los análisis de consecuencias, jerarquizar los riesgos identificados de acuerdo a los criterios establecidos, establecer recomendaciones de prevención y mitigación, entre otras.

Para el Líder del GMAER deberá: aprobar la selección de escenarios de riesgo que serán utilizados en los ARP y de análisis de seguridad física, difundir las recomendaciones, vigilar la calidad de los análisis e informar las conclusiones y recomendaciones a la Máxima Autoridad del Centro de Trabajo.

Las Áreas Responsables de Ingeniería y Desarrollo de Proyectos tiene la obligación de coordinar los análisis de riesgos en la ingeniería básica y a detalle del ARP, controlar los cambios en el diseño del proceso, proponer soluciones de ingeniería para prevenir y mitigar los riesgos, entre otras.

Es deber de el Grupo de Expertos de Seguridad Física coordinar la preparación de la documentación necesaria para el análisis de riesgo de su competencia, obtener la información complementaria y resolver dudas.

Para el Grupo de Vulnerabilidad corresponden 3 labores esenciales: son encargados de aplicar la metodología adecuada de identificación y evaluación de riesgos de seguridad física, analizar y evaluar los escenarios y posibles puntos vulnerables del proceso y establecer las medidas requeridas para la protección física de la instalación.

Al líder del Grupo de Expertos de Seguridad Física se le encomiendan los deberes de: liderar el desarrollo del análisis de seguridad física, definir junto a su quipo de trabajo el objetivo y el plan de acción, integrar y formalizar la documentación necesaria para los análisis de riesgos de seguridad física, considerar los escenarios de riesgo propuestos y vigilar la calidad, difundir los resultados e informar a la Máxima Autoridad del centro de trabajo las conclusiones de los estudios realizados.

6.3.2. Análisis de Riesgos de Proceso.

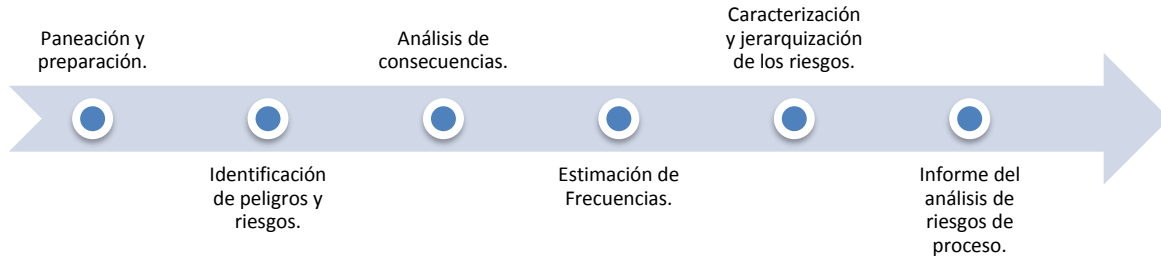
Éste documento señala que: Para la elaboración del análisis de riesgos de proceso debe utilizarse información completa, vigente y actualizada, la cual debe estar disponible en el Centro de Trabajo, de acuerdo a la GUIA TÉCNICA PARA LA ELABORACIÓN DEL PAQUETE DE TECNOLOGÍA DEL PROCESO [11], además de contar con la documentación completa relacionada con el historial de incidentes y accidentes de fugas y derrames de sustancias peligrosas, con una anterioridad de 5 años como el antecedente para el inicio del ARP.

La metodología propuesta en estos lineamientos propone la identificación, el análisis, la jerarquización y la administración de riesgos con un enfoque organizado, metódico y sistemático. El equipo que realiza el ARP está obligado a documentar los resultados y determinar la severidad de las consecuencias de los escenarios de riesgo, así como crear las medidas correspondientes para la prevención de accidentes y lesiones.

Los ARP's elaborados en Petróleos Mexicanos deben actualizarse como mínimo cada cinco años o cuando se presenten los siguientes casos:

1. Se realicen cambios en la tecnología de algún proceso.
2. Exista un proyecto nuevo producto de una investigación o accidente mayor.

Las etapas de Riesgo de Proceso, según los lineamientos COMERI 144 PEMEX son:



La planeación y la preparación, según dichos lineamientos, debe constar de etapas como: definir el objetivo y alcance del ARP, formar el GMAER con un líder y personal especializado y elaborar el programa de trabajo para el desarrollo del ARP.

En segundo plano, la identificación de peligros y riesgos deben realizarse mediante las metodologías señaladas en las GUÍAS TÉCNICAS PARA REALIZAR ANÁLISIS DE RIESGOS DE PROCESO, la cual debe estar sustentada y aceptada por el GMAER, la cual debe estar sustentada técnicamente y aceptada por éste grupo de trabajo y cumplir con los requerimientos de la SEMARNAT.

Queda establecido que los Análisis de Consecuencias en el ARP deben estimar, cuantificar y calificar el impacto sobre las personas, el ambiente y el negocio. Por otra parte, los lineamientos mencionan que los escenarios de riesgo como son: incendios, explosiones y fugas de sustancias tóxicas, requieren de simulaciones para determinar las áreas de afectación y su impacto bajo las consideraciones de los CRITERIOS TÉCNICOS PARA SIMULAR ESCENARIOS DE RIESGO POR FUGAS O DERRAMES DE SUSTANCIAS PELIGROSAS, EN INSTALACIONES DE PETRÓLEOS MEXICANOS.

Para la Estimación de Frecuencias deben considerarse las: GUÍAS TÉCNICAS PARA REALIZAR ANÁLISIS DE RIESGO DE PROCESO, y para la Caracterización y Jerarquización de los riesgos, se debe contar con una relación y clasificación de los riesgos identificados, analizados y evaluados mediante el ARP, una de las técnicas que se proponen para realizar ésta actividad es el Método de Matrices de Riesgo, la cual califica a los riesgos por medio de su frecuencia y consecuencias.

El uso de las Matrices de Riesgo, debe identificar los siguientes tipos de riesgo: Riesgo no tolerable, Riesgo ALARP y Riesgo tolerable.

Los lineamientos especifican realizar un informe final detallado que contenga las decisiones que son requeridas para la Administración de los riesgos de proceso identificados.

2.3.3 Análisis de Riesgos de Ductos.

El convenio COMERI 144 PEMEX, refiere a que las responsabilidades adoptadas por las personas que realicen los Análisis de Riesgos de Ductos y desarrollarlos bajo las especificaciones establecidas en la GUÍA TÉCNICA PARA LA IMPLEMENTACIÓN DE LA ADMINISTRACIÓN DE

INTEGRIDAD DE DUCTOS DE PETRÓLEOS MEXICANOS, así como los respectivos análisis de consecuencias necesarios para el estudio. Por otro lado, establece que el uso de alguna otra técnica utilizada fuera de la guía debe estar sustentado por el área de ductos y cumplir con los requerimientos considerados por la autoridad SEMARNAT.

Según estos lineamientos, los análisis de ductos deben estar disponibles en los Centros de Trabajo y su custodia y actualización corresponde a los responsables de Área.

La Administración de los riesgos identificados en ductos debe contener documentación detallada (debe ser conservada por cinco años), planes de respuesta a Emergencias (los cuales deben ser revisados de acuerdo a los resultados obtenidos de la actualización del análisis) y contar con una base de datos con los registros de incidentes y accidentes de fugas o derrames de sustancias peligrosas ocurridas en ductos.

2.3.4. Interface de los Análisis de Riesgos de Proceso y los Análisis de Riesgos de ductos, con el Análisis de Riesgos de Seguridad Física.

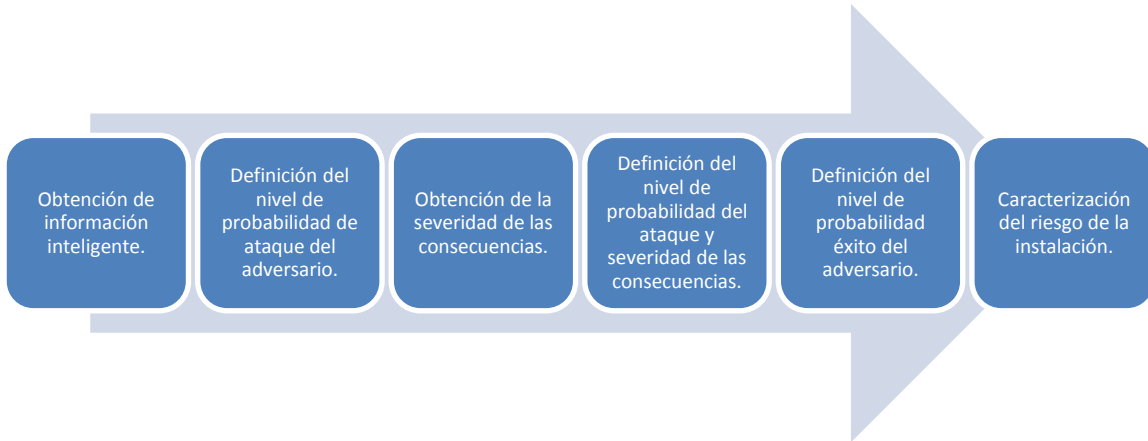
Los lineamientos de éste documento indican que los análisis de riesgos de seguridad física y los análisis de riesgos de proceso den realizarse en conjunto, para las instalaciones donde se utilicen, almacenen, fabriquen o embarquen cantidades umbrales de sustancias químicas iguales o mayores a las señaladas en la NOM-28 STPS 2012. De igual forma, los análisis de seguridad física deben realizarse en conjunto con los análisis de riesgos de ductos cuando el transporte de sustancias químicas alcancen las cantidades umbrales mencionadas en la misma Norma.

2.3.5. Análisis de Riesgos de Seguridad Física.

Permite identificar y conocer las amenazas, así como las fortalezas y vulnerabilidades de la instalación, a fin de determinar el nivel de riesgos de seguridad física, para establecer las medidas y acciones necesarias para reducir su grado de vulnerabilidad y prevenir la severidad de las consecuencias [11].

Las definiciones, matrices, formatos, tablas, procedimientos e instructivos para realizar éstos análisis están deberán estar sujetos a conformidad con el PROCEDIMIENTO PARA REALIZAR EL ANÁLISIS DE RIESGOS DE SEGURIDAD FÍSICA EN INSTALACIONES DE PETRÓLEOS MEXICANOS Y ORGNISMOS SUBSIDIARIOS.

El proceso de éste análisis obligado por éste documento se verifica de la siguiente manera:



Con los resultados obtenidos, es necesario crear un programa para el cumplimiento de las recomendaciones, los centros de trabajo deben tener disponibles dichos documentos y deben hacerse del conocimiento del responsable del centro de trabajo, así como de los trabajadores, según lo estipulado en estos lineamientos.

6.3 Disposiciones finales.

6.4.1. Interpretación.

Para la determinación del curso a seguir en conceptos no previstos en este documento, así como para la interpretación de los presentes lineamientos, serán la SDOSSPA y/o la GSSF en el ámbito de su competencia, los responsables de emitir el dictamen correspondiente a quien lo solicite de manera oficial [11].

6.4.2 Supervisión y control.

Las entidades encargadas para la supervisión y control para que se lleven a cabo los lineamientos son los OS y la Máxima Autoridad de los Centros de trabajo, los cuales verifican su cumplimiento dentro de la empresa y, en cuanto a situaciones externas, las entidades obligadas a éste procedimiento son la SDOSSPA y la GSSF.

CAPÍTULO SÉPTIMO.

7. METODOLOGÍA COMERI.

7.1 Introducción.

En éste capítulo se presentan las Metodologías realizadas por el Comité de Mejora Regulatoria Interna (COMERI), realizadas específicamente para realizar los Análisis de Riesgos de Procesos ARP que son aplicados en Petróleos Mexicanos mediante el convenio **COMERI 144 PEMEX** para facilitar la aplicación de los controles indispensables que establece la normatividad en éste rubro, estableciendo los programas de mejora continua en los procesos, organización y desempeño.

La metodología COMERI para realizar los Análisis de Riesgos de Proceso, es el conjunto de técnicas que tienen como propósito identificar, analizar, evaluar y jerarquizar los riesgos que se presentan en un determinado proceso, tomando en cuenta sus posibles consecuencias y su probabilidad de ocurrencia. Posteriormente, la administración de estos riesgos se logra a través de la implantación de medidas preventivas y correctivas, que reduzcan su probabilidad de ocurrencia y/o sus posibles consecuencias, soportando todas ellas con un efectivo análisis costo beneficio que permitan integrar estos proyectos a la cadena productiva, de forma segura bajo niveles de riesgo tolerables [12].

Por otra parte, otro uso práctico de las metodologías de análisis de riesgos descritas en el capítulo quinto de este documento, son su aplicación en la investigación y desarrollo de nuevos procesos, su diseño conceptual, operación en plantas piloto, ingeniería de detalle, construcción y arranque de instalaciones, administración de cambios de proceso, investigación de incidentes y accidentes y finalmente, una vez concluida la vida útil de una instalación, durante su desmantelamiento.

Así mismo, durante la etapa de ingeniería de diseño de nuevos proyectos en la industria petrolera, los análisis de riesgos de proceso se conciben como un instrumento de alcance preventivo, que permiten integrar estos proyectos a la cadena productiva de forma segura y bajo niveles de riesgo tolerables.

7.2 Metodología COMERI.

El contenido de la Guía Técnica para realizar Análisis de Riesgos de Proceso que deriva del convenio COMERI 144 PEMEX y que presenta la Metodología obligatoria para realizar los Análisis de Riesgos de Proceso en Petróleos Mexicanos y sus Empresas Productivas Subsidiarias, es el siguiente:

1. Objeto.
2. Alcance.
3. Campo de aplicación.
4. Actualización.
5. Proceso de Análisis de Riesgos.
 - 5.1 El Proceso de Gestión de Riesgos.
 - 5.2 Definición del Alcance.
 - 5.3 Identificación de Peligros y Riesgos.
 - 5.4 Estimación del Nivel de Riesgo.
 - 5.5 Análisis de Frecuencia.
 - 5.6 Análisis de Consecuencias.
 - 5.7 Cálculo de Riesgo.
 - 5.8 Incertidumbre.
 - 5.9 Verificación del Análisis.
 - 5.10 Documentación del Análisis.
 - 5.11 Actualización del Análisis.

7.2.1 Objeto.

Homologar la selección y aplicación de las metodologías de análisis de riesgos de procesos en las instalaciones de Petróleos Mexicanos y sus Empresas Productivas Subsidiarias. Así mismo, asegurar la calidad y consistencia en la planeación y ejecución de los análisis de riesgos y en la presentación de resultados y conclusiones [12].

7.2.2. Alcance.

Contiene las guías para desarrollar análisis de riesgos y se presenta como sigue; Conceptos de análisis de riesgos, proceso de análisis de riesgos, metodologías de análisis de riesgos e informe del análisis de riesgos.

7.2.3. Campo de aplicación.

Las Guías Técnicas para la realizar Análisis de Riesgos de Proceso se encuentran en el ramo obligatorio y de aplicación general para realizar los Análisis de Riesgos de Proceso ARP en Petróleos Mexicanos y sus Empresas Productivas Subsidiarias.

7.2.4. Actualización.

Los conceptos contenidos en ésta guía, se deben revisar y actualizar al menos cada cinco años o antes, si las sugerencias o recomendaciones del cambio lo ameritan.

7.2.5. Proceso de Análisis de Riesgos.

El riesgo es inherente a todo lo que hacemos, nosotros enfrentamos riesgos continuamente, a veces conscientemente y a veces sin darnos cuenta. La necesidad de administrar el riesgo de forma sistemática aplica a todas las organizaciones e individuos y a todas las funciones y actividades dentro de una organización. Esta necesidad debe ser reconocida como de importancia fundamental.

7.2.5.1. El proceso de Gestión de Riesgos.

La gestión de riesgos es una parte integral de una buena administración. Es un proceso iterativo de mejora continua que está envuelto dentro de las prácticas existentes o procesos del negocio. La gestión del riesgo es la aplicación sistemática de políticas de administración, procedimientos y prácticas de ingeniería a las tareas de identificar, analizar, evaluar y controlar riesgos.

Para obtener una Gestión de Riesgos de calidad, es necesario contar con información actualizada, completa y vigente sobre la tecnología del proceso a analizar, una persona que dirija el análisis de riesgos (Líder) y la aplicación de la metodología de análisis de riesgos seleccionada, la participación de un grupo multidisciplinario de especialistas con amplia experiencia y conocimientos sobre disciplinas como operación, mantenimiento, seguridad, ingeniería y diseño, salud en el trabajo, etc. [12].

7.2.5.2. Definición del Alcance.

Se debe definir y documentar el alcance del ARP para crear un plan al inicio del proyecto. Esta actividad implica:

- A. Describir las razones y/o problemas que motivaron el análisis de riesgos.
 - 1. Formular los objetivos del análisis de riesgos con base en los requerimientos identificados.
 - 2. Definir los criterios de éxito/falla del sistema.

- B. Descripción general del sistema.
 - 2. Definición de fronteras e interfaces con los sistemas relacionados tanto físicas como funcionales.
 - 3. Descripción del entorno del sistema.
 - 4. Identificación de entradas y salidas a través de las fronteras del sistema de materiales y energía.
 - 5. Definición de condiciones operativas consideradas en la evaluación y cualquier limitante importante.

- C. Identificar circunstancias técnicas, ambientales, legales, organizacionales y humanas, relevantes a la actividad o problema analizado.
- D. Definir las limitantes y suposiciones bajo las que se realiza el análisis.
- E. Identificar las decisiones que se deban tomar con base en los resultados obtenidos.

7.2.5.3. Identificación de peligros y riesgos.

Se deben identificar todos los peligros junto con las formas en las que estos pueden salirse de control y, dar lugar a la ocurrencia de los riesgos.

Esta identificación también incluye aquellos peligros registrados en el historial de incidentes/accidentes tanto propios como de instalaciones y/o procesos similares, así como los que resulten del empleo de la(s) metodología(s) formal(es) para el desarrollo de los análisis de riesgos de proceso.

Debe llevarse a cabo una identificación, análisis y evaluación inicial de los riesgos, considerando la importancia de los peligros identificados. Esto implica alguna o algunas de las siguientes acciones:

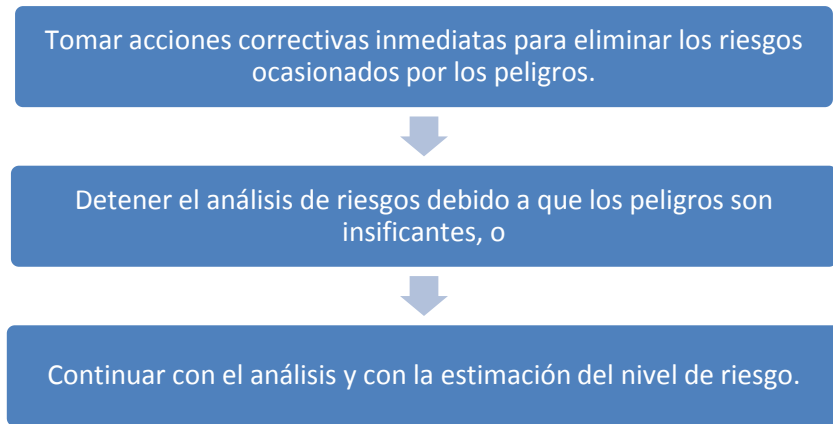


Figura 19. Identificación de peligros y riesgos según la metodología COMERI.

7.2.5.4. Estimación del nivel de riesgo.

En esta etapa, se deben considerar los eventos iniciadores y su probabilidad de ocurrencia, la combinación de eventos que son de interés: errores humanos, fallas de equipos, dispositivos de seguridad, sistemas de mitigación activos y pasivos, así como sus posibles consecuencias, para obtener una estimación del riesgo analizado. En ésta estimación debe considerarse la reducción al máximo, del grado de incertidumbre involucrado. Las metodologías usadas en la estimación del

riesgo son a menudo cuantitativas aunque el grado de detalle requerido depende de cada aplicación en particular.

El análisis totalmente cuantitativo no siempre es posible debido a que normalmente no se dispone de suficiente datos e información sobre el sistema, proceso o actividad analizada. En tales circunstancias se puede emplear una categorización comparativa ya sea cualitativa o cuantitativa de riesgos realizada por especialistas. En el caso de que la categorización sea cualitativa, se debe proporcionar una explicación clara y detallada de todos los criterios y términos empleados, así como documentar las bases para la asignación de las categorías de frecuencia y consecuencias [12].

Para la estimación del riesgo, primero se analizan las posibles causas mediante las cuales los peligros se salen de control y se determina su probabilidad de ocurrencia o frecuencia (para el caso de sustancias peligrosas, considerar la duración y naturaleza de su liberación: inventario, composición, características de la descarga, etc.). Luego, se analizan las consecuencias derivadas de la pérdida de control del peligro. El análisis de consecuencias implica estimar la severidad de las consecuencias asociadas con el peligro. El análisis también puede requerir la estimación de la probabilidad de que el peligro cause la(s) consecuencia(s) y por lo tanto puede involucrar el análisis de la secuencia de eventos mediante el cual el peligro puede resultar en esa consecuencia [12].

7.2.5.5. Análisis de frecuencia.

El análisis de la frecuencia, se emplea para estimar la probabilidad de ocurrencia de cada evento no deseado, identificado en la tercera etapa del proceso de gestión del riesgo. Generalmente se emplean tres enfoques para la estimación de dicha frecuencia:

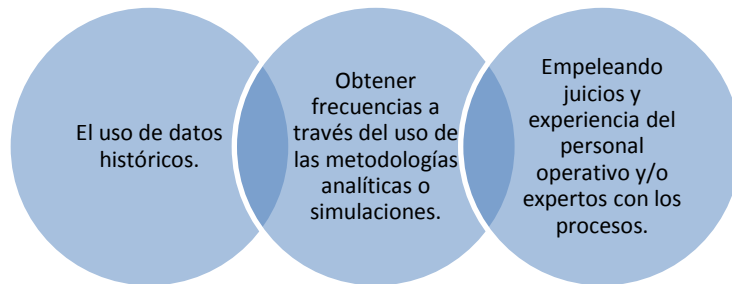


Figura 20. Estimación de frecuencias según la metodología COMERI.

El uso de estos puede ser particular o combinado. Generalmente se combinan el primero y el segundo, con el objetivo de obtener datos más confiables. En caso de que por alguna razón no sea

esto posible, se recurre al juicio de personal operativo familiarizado con los procesos y/o al de expertos.

7.2.5.6. Análisis de Consecuencias.

El análisis de consecuencias debe:

1. Estar basado en eventos no deseados previamente seleccionados.
2. Evaluar y describir los daños de cualquier consecuencia resultante de los escenarios de riesgo simulados, sobre el personal, la población, el medio ambiente y las instalaciones. Tomar en cuenta las medidas de seguridad y sistemas existentes para mitigar las consecuencias, así como todos los controles administrativos y condiciones relevantes que pudieran tener un efecto mitigador sobre estas.
3. Documentar los criterios empleados para identificar y evaluar los efectos de las consecuencias.
4. Considerar las consecuencias inmediatas y aquellas resultantes después de cierto tiempo, si así lo considera el alcance del estudio.

7.2.5.7. Cálculo del riesgo.

Es necesario que el riesgo se exprese en términos adecuados. Algunas formas de expresarlo son [12]:

- A) Frecuencia de muerte para un individuo (riesgo individual).
- B) Gráficas de frecuencia versus consecuencia para riesgo social (estas se conocen como curvas F-N, donde F expresa la frecuencia y N el número de personas que sufren cierto grado de daño específico).
- C) La tasa de pérdidas esperadas estadísticamente en términos de fatalidades, daños económicos o ambientales.
- D) La distribución del riesgo de un cierto grado de daño específico. Los datos para los cálculos deben ser recolectados documentados y organizados, en tal forma que facilite su manejo durante el desarrollo del análisis de riesgos, permitiendo su trazabilidad.

7.2.5.8. Incertidumbre.

Dado que hay muchas incertidumbres en la estimación del riesgo, se requiere entender las causas que las originan, con objeto de interpretar efectivamente los niveles de riesgo estimados o calculados. Siempre se debe tener en cuenta que las incertidumbres están asociadas con los datos, las metodologías y los modelos empleados en la estimación del riesgo [12].

7.2.5.9. Verificación del Análisis.

El análisis se debe someter a un proceso formal de verificación por personal no involucrado en su elaboración, de tal forma que la integridad y calidad del análisis quede asegurada. La verificación debe incluir las siguientes etapas [12]:

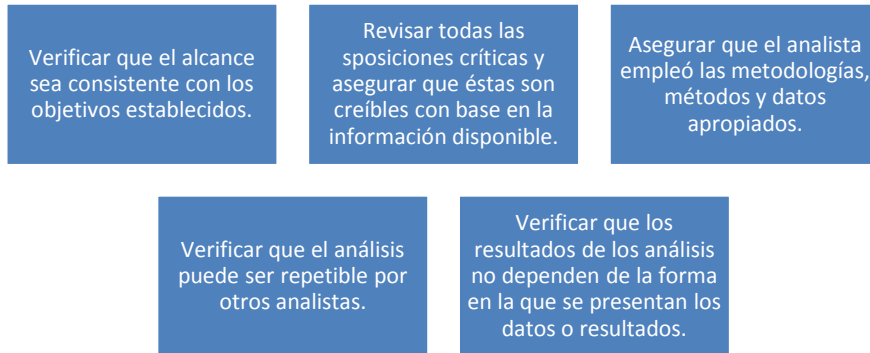


Figura 21. Etapas de verificación del análisis según la metodología COMERI.

Así mismo, revisar la viabilidad técnica y económica de las recomendaciones resultantes del análisis de riesgos. Este paso se debe dar bajo las siguientes consideraciones:

- a) Generar las diferentes opciones para la administración del riesgo.
- b) Evaluar técnica y económicamente cada opción con el enfoque de costo/beneficio.
- c) Presentar las conclusiones de la evaluación del costo/beneficio, considerando aspectos como:
 - Grado de riesgo remanente.
 - Cumplimiento de la legislación.

7.2.5.10. Documentación del Análisis.

El reporte del análisis de riesgos documenta el proceso mismo y debe incluir o referirse al plan de trabajo. La presentación de la información en éste reporte es una parte crítica del proceso de análisis de riesgos.

La estimación de riesgos debe expresarse en términos entendibles, se deben explicar las fortalezas y debilidades de las diferentes medidas de riesgo empleadas y se deben expresar en un lenguaje apropiado las incertidumbres asociadas con la estimación del riesgo. La extensión del reporte dependerá de los objetivos y el alcance del análisis. Excepto para análisis muy simples, la documentación normalmente deberá contener:

- I. Índice.
- II. Objetivo.
- III. Alcance.
- IV. Descripción del proceso analizado.
- V. Descripción del entorno a la instalación.
- VI. Premisas, consideraciones y criterios aplicados.
- VII. Desarrollo de la(s) metodología(s) seleccionada(s) para la identificación de peligros en el proceso.
- VIII. Relación de riesgos identificados.

- IX. Evaluación y jerarquización de los riesgos.
- X. Recomendaciones para la administración de los riesgos.
- XI. Conclusiones.
- XII. Referencias.

7.2.5.11. Actualización del Análisis.

Dado que el análisis de riesgos se requiere para soportar un proceso de administración de riesgos continuo, se debe realizar y documentar de tal forma que este pueda ser actualizado a través del ciclo de vida del proceso, sistema, instalación o actividad. Los analistas deben actualizarlo cada cinco años, o bien antes en caso de que se presenten cambios en las condiciones de diseño, en la tecnología de proceso, o bien, como resultado de incidentes/accidentes mayores o, de acuerdo con las necesidades del proceso de gestión, como lo estipula la NOM-028-STPS-2004 “Organización del trabajo – Seguridad en los procesos de sustancias químicas” [12].

7.3. Metodologías sugeridas para la identificación de peligros según COMERI.

Implica la revisión sistemática del sistema bajo estudio con el objetivo de identificar los peligros que se encuentran presentes, así como las formas en las que esos peligros pueden salirse de control, dando lugar a posibles escenarios de riesgo. Las metodologías empleadas para identificar peligros se pueden agrupar en tres clases [12]:

- a) Metodologías comparativas, como las Listas de Verificación.
- b) Metodologías fundamentales, consistentes en métodos estructurados para estimular a un grupo multidisciplinario que aplican sus conocimientos sobre el sistema analizado, para identificar peligros y prever la forma en la que se puede perder control sobre ellos. Ejemplos de estas metodologías son: ¿Qué pasa si?, Análisis de Modos de Falla y sus Efectos FMEA y Análisis de Peligros y Operabilidad HazOp
- c) Razonamiento inductivo / deductivo, tal como el Análisis de Árboles de Eventos (AAE) / y el Análisis de Árboles de Falla (AAF).

7.4. Metodologías sugeridas para la Jerarquización de los riesgos según COMERI.

La identificación de peligros en un proceso en particular puede dar origen a una gran cantidad de escenarios de riesgo potenciales. Durante la aplicación de alguna metodología cualitativa (Lista de verificación, ¿Qué pasa si?, FMEA o HAZOP) se deben identificar tanto su frecuencia de ocurrencia como cada una de las posibles consecuencias (daño al personal, a la población, al medio ambiente, a las instalaciones y/o a la producción), las cuales deben ser documentadas en la columna correspondiente y valoradas de acuerdo con los criterios señalados en las matrices de riesgo. La aplicación de metodologías para realizar análisis cuantitativo de riesgo (AAE, AAF y AC) se reserva para sistemas complejos o bien para aquellos casos, en los que a juicio de los analistas, por el elevado nivel de riesgo obtenido, así lo requieren [12].

El análisis cuantitativo de riesgos requiere del cálculo de la frecuencia (F), o probabilidad de ocurrencia, y de la severidad de las consecuencias (C).

7.5. Selección de las metodologías.

Los elementos que influyen sobre la selección de las metodologías a emplear son:

1. Normatividad aplicable o compromisos contractuales.
2. Los objetivos del estudio (si se desea identificar desviaciones respecto a determinada normatividad o prácticas recomendadas, una lista de verificación puede ser suficiente).
3. La fase del desarrollo del sistema (fases tempranas requieren análisis menos detallados, pues no se cuenta con toda la información técnica requerida para aplicar otro tipo de evaluación).
4. El tipo de sistema y peligro analizado (algunos sistemas implican un grado de complejidad que pueden exceder las capacidades de algunas metodologías).
5. El nivel potencial de severidad (escenarios con niveles de severidad de consecuencias altos, requieren de metodologías más detalladas).
6. Los requisitos de experiencia, entrenamiento y horas dedicadas (una metodología un poco más sencilla bien aplicada puede dar origen a mejores resultados que una metodología más compleja deficientemente aplicada, siempre y cuando cumpla con el objetivo del estudio).
7. La disponibilidad de información (algunas metodologías requieren de mayor cantidad de datos).
8. La necesidad de modificación o actualización de los análisis (algunas metodologías permiten una actualización o modificación más sencilla que otras).

En términos generales, la metodología empleada para realizar el análisis de riesgos debe ser la adecuada para cumplir con las siguientes características:

- A) Debe ser técnicamente defendible.
- B) Debe permitir identificar el peligro que lo origina y valorar la importancia del riesgo, así como la forma en la que este debe ser controlado.
- C) Debe ser trazable, reproducible y verificable.

<i>Etapa.</i>	<i>Listas de verificación.</i>	<i>¿Qué pasa si?</i>	<i>Matriz de riesgos.</i>	<i>HAZOP.</i>	<i>AAE.</i>	<i>AAF.</i>	<i>AC.</i>
<i>Investigación y desarrollo.</i>		X					
<i>Diseño conceptual.</i>	X	X					
<i>Operación de planta piloto.</i>	X	X	X	X	X	X	X
<i>Ingeniería a detalle.</i>	X	X	X	X	X	X	X
<i>Construcción y arranque.</i>	X	X					
<i>Operación rutinaria.</i>	X	X	x	X	X	X	X
<i>Expansión o modificación</i>	X	X	X	X	X	X	X
<i>Desmantelamiento.</i>	X	X					

Tabla 13. Uso de las Metodologías de acuerdo a la etapa de vida del proceso según COMERI.

7.6. Criterios de aceptabilidad de riesgos mediante la Metodología de Matriz de Riesgos para realizar los ARP.

Los criterios de aceptabilidad de riesgos elaborados por el Comité de Mejora Regulatoria Interna (COMERI) establecidos de manera obligatoria para todos los estudios de Análisis de Riesgos de Procesos (ARP) en las Instalaciones y procesos de Petróleos Mexicanos, estipulados en el convenio COMERI 144 PEMEX por medio de la metodología de Matriz de Riesgos, se identifican en la siguiente figura:

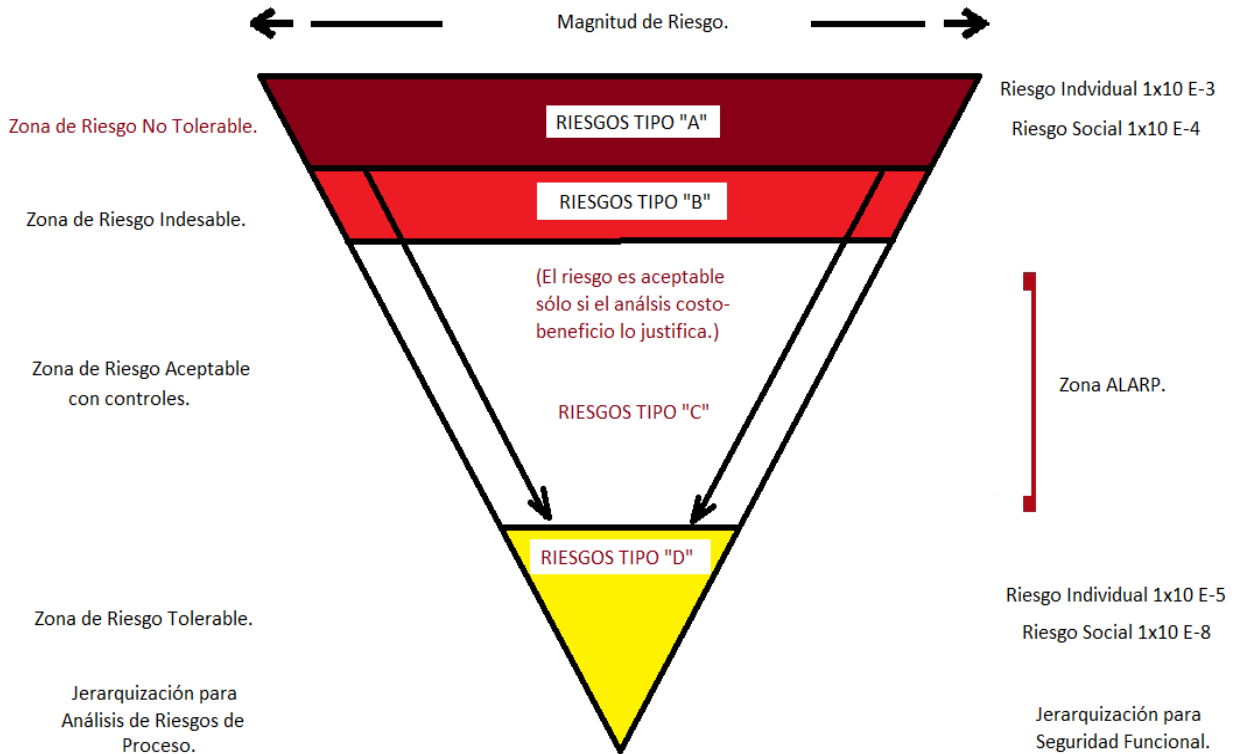


Figura 22. Criterios de aceptabilidad de riesgos según COMERI.

Riesgos Tipo A: Emplazar en 7 días y aplicar acciones correctivas para disminuir hasta el tipo B.

Riesgos Tipo B: Emplazar en 15 días y aplicar acciones correctivas para disminuir a tipo C o tipo D. Temporales a 30 días y Permanentes a 180 días. Máxima autoridad y Subdirección de la Línea de Negocio autorizan continuar en operación.

Riesgos Tipo C: Temporales a 30 días y Permanentes a 90 días. La autoridad máxima y la Subdirección de la Línea de Negocio autorizan continuar con la operación. Gestionar controles administrativos en menos de 180 días.

Riesgos tipo D: No requiere acciones.

El convenio COMERI 144 PEMEX especifica que la Matriz de Riesgos, (Que es la calificación inicial de riesgos y primera etapa de cuantificación) como correlación entre la Frecuencia y las Consecuencias y que en su contenido se encuentran valores con significado para la organización y apoyo en la toma de decisiones, debe contener los siguientes criterios bajo la descripción de frecuencias, categorías de riesgo y frecuencias:

<i>Categoría</i>	<i>Descripción de Frecuencia de ocurrencia.</i>	<i>Frecuencia/Año.</i>
F6 Muy frecuente	Ocurre una o más veces en un año.	>1
F5 Frecuente.	Ocurre una o más veces en un periodo de entre 1 y 5 años.	>0.2 a 1
F4 Poco frecuente.	Ocurre una vez en un periodo de entre 5 y 10 años.	0.1 a 0.2
F3 Raro.	Ocurre una vez en un periodo mayor a 10 años.	0.01 a 0.1
F2 Muy raro.	Ocurre solamente una vez en la vida útil de la planta.	0.001 a 0.01
F1 Extremadamente raro.	Evento que es posible que ocurra, pero que a la fecha no existe ningún registro.	0.0001 a 0.001

Tabla 14. Criterios de Categoría, Descripción y Frecuencia en una Matriz de Riesgos según COMERI.

La categoría de consecuencias debe ser manejada de la siguiente manera:

Categoría de Consecuencia. (Impacto)	Daños al personal.	Efecto en la población	Impacto ambiental.	Pérdida, daño, diferimiento de producción. [10 E6 USD]
C6 Catastrófico.	Lesiones o daños físicos que puedan generar más de 10 fatalidades.	Lesiones o daños físicos que puedan generar más de 30 fatalidades.	Se presentan fugas y/derrames con efectos fuera de los límites de la instalación. El control implica acciones mayores a una semana.	*Mayor de 500
C5 Mayor.	Lesiones o daños físicos que puedan generar de 2 a 10 fatalidades.	Lesiones o daños físicos que puedan generar de 6 a 30 fatalidades.	Se presentan fugas y/o derrames con efectos fuera de los límites de la instalación. El control implica acciones de 1 día a 1 semana.	De 50 a 500
C4 Grave.	Lesiones o daños físicos con atención médica que puedan generar incapacidad permanente o una fatalidad.	Lesiones o daños físicos mayores que generan de 1 a 5 fatalidades. Evento que requiere de hospitalización.	Se presentan fugas y/o derrames con efectos fuera de los límites de la instalación. El control implica acciones de hasta 24 horas.	De 5 a 50
C3 Moderado.	Lesiones o daños físicos que requieren atención médica que pueda generar incapacidad.	Ruidos, olores e impacto visual que se detectan fuera de los límites de la instalación y/o derecho de vía, se requieren acciones de evacuación y existe la posibilidad de lesiones o daños físicos.	Se presentan fugas y/o derrames con efectos fuera de los límites de la instalación. El control implica hasta 1 hora.	De 0.5 a 5
C2 Menor.	Lesiones o daños físicos que requieren primeros auxilios y/o atención médica.	Ruidos, olores e impacto visual que se puede detectar fuera de los límites de la instalación y/o derecho de vía con probabilidad de evacuación.	Fuga o derrame solamente perceptible al interior de la instalación, el control es inmediato.	De 0.05 a 0.5
C1 Despreciable.	No se esperan lesiones o daños físicos.	No se esperan impactos, lesiones o daños físicos	No se esperan fugas, derrames y/o emisiones por arriba de los límites establecidos.	Menor a 0.05

*Para equipo de perforación considerar costos de paro de equipo o suspensión de operaciones.

Tabla 15. Criterios de Consecuencia en una Matriz de Riesgos según COMERI.

La Matriz generada queda de la siguiente manera:

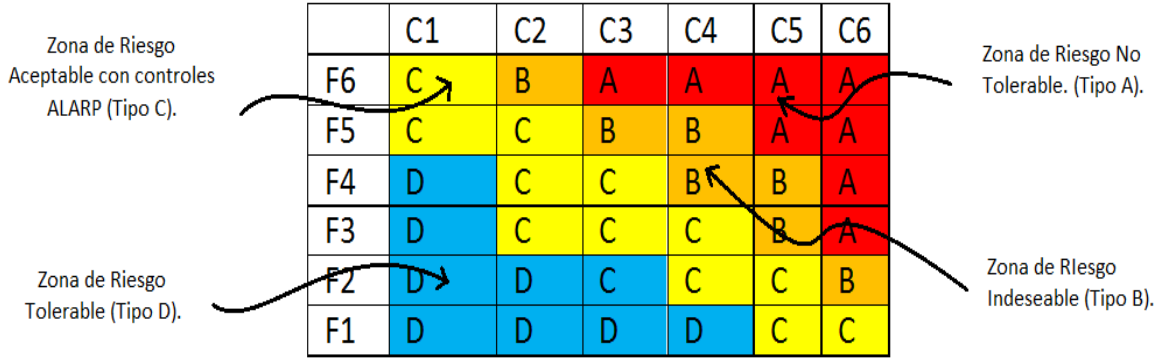


Figura 23. Matriz de Riesgos bajo el uso de los criterios COMERI.

Entonces, a cada Riesgo evaluado se le asigna una casilla que representa el tipo de Riesgo y en el extremo superior se muestra el criterio de consecuencia y así mismo, en la extrema derecha encontramos el valor de frecuencia asociado.

La Metodología COMERI indica que es necesario realizar este tipo de matrices para los rubros de: Daños al Personal, Daños a la Población, Impacto Ambiental y Daños a la instalación/Producción.

VII. CAPÍTULO OCTAVO.

8.- CONCLUSIONES.

A) La Metodología de Análisis de Riesgos de procesos (ARP) es una técnica integral creada para atender las necesidades de Procesos Químicos que realiza las actividades de la identificación de riesgos y peligros, los analiza, jerarquiza y cuantifica sus probabilidades de ocurrencia, así como también analiza sus consecuencias y realiza una evaluación de los mismos de manera sistemática, metódica y ordenada que permite formar los criterios para calificar los riesgos, tomar decisiones a partir de sus evaluaciones y determinar las medidas necesarias que garanticen seguridad en los procesos, las instalaciones, los operadores o trabajadores y medio ambiente. Los ARP han demostrado ser una técnica potente y versátil de gran utilidad para la Industria de Petróleo y Gas.

B) Después de analizar las metodologías que son utilizadas para el desarrollo de los ARP, se identificó que éstas técnicas poseen fortalezas para ciertas etapas y en algunas ocasiones pueden utilizarse dos o más de ellas para obtener el nivel de las evaluaciones requeridas si el riesgo identificado así lo demanda. Por otro lado; algunas de ellas por si solas pueden ser utilizadas para cumplir con todas las etapas de los ARP según sean los resultados requeridos. Entonces, para tener una acertada elección de las metodologías, es completamente necesario conocerlas y dominarlas, además de conocer el tipo de proceso, las necesidades de la planta, el tipo de fluidos que se manejan y el proceso al que son sometidos, el medio en donde se desarrollan las actividades y sus alrededores.

C) La NOM-028-STPS-2012 específica y obliga a la realización de Análisis de Riesgos que manejen Sustancias Químicas Peligros y Equipos Críticos con el contenido de Identificación, jerarquización, análisis de consecuencias y evaluación de riesgos, éstos objetivos son alcanzados mediante la aplicación de un Análisis de Riesgos de Proceso y sus metodologías, además de cubrir las necesidades cualitativas, semicuantitativas y cuantitativas según sean las necesidades del proceso y/o las especificaciones de ésta norma.

D) Podemos afirmar que lineamientos para los Análisis de Riesgos de Procesos que son realizados en Petróleos Mexicanos creados por el Comité de Mejora Regulatoria Interna (Convenio COMERI 144 PEMEX, 2010), son un dictamen de los criterios de aceptabilidad de riesgos que debe adoptar Petróleos Mexicanos en la realización de sus Análisis de Riesgos de Procesos (ARP) de carácter obligatorio y están fundamentados principalmente en el principio ALARP (tan bajo como sea razonablemente factible).

E) La Metodología de los Análisis de Riesgos de Procesos ARP es utilizado en todas aquellas industrias que tienen principalmente las características de manejar sustancias químicas y realizar procesos con ellas, entonces, no son exclusivas del Sector Petrolero. Petróleos Mexicanos tiene la obligación de que la aplicación de los ARP en sus instalaciones contenga la congruencia necesaria para obtener los resultados que se requieren. La metodología COMERI no intenta ser una metodología diferente o innovadora de los ARP, solo pretende homologar la selección y aplicación de los ARP y sus metodologías realizados en las instalaciones de Petróleos Mexicanos, para conseguir calidad y consistencia en la elaboración de estos estudios y asegurar que los resultados y conclusiones sean de verdadero valor y utilidad.

F) Para obtener los resultados esperados de la metodología ARP, es necesario seguir categóricamente los pasos que dictaminan éste estudio. Existen varios factores que pueden producir desviaciones y algunas debilidades que pueden producir malos resultados son:

1. El conocimiento de las “metodologías convencionales” que son utilizadas en los ARP. Los grupos encargados de la aplicación de los análisis de riesgos deben conocer a conciencia las metodologías que son aplicadas en la realización de las tareas de los ARP, de no ser así, se pueden cometer errores en su aplicación.
2. La selección de las “metodologías convencionales”. La selección tiene varias consideraciones que no deben tomarse a la ligera y por el contrario, se deben tener claro, tanto los objetivos que busca el ARP y la etapa en donde se están aplicando, como el proceso al que se aplican.
3. El estudio del proceso y el conocimiento de las instalaciones.
4. Considerar que estudios anteriores están hechos perfectamente y tomarlos como una referencia. Pueden ser considerados como un historial, pero los ARP deben estimar las condiciones actuales.
5. El juicio de Expertos. Muchos de los criterios y evaluaciones dependen de la perspectiva de los expertos que realizan los análisis y sin duda, los criterios utilizados siempre podrán ser discutibles si se tienen las bases suficientes para rebatirlos.

G) Los ARP y sus metodologías han demostrado ser una herramienta versátil, con un estudio sistemático y bien fundamentado. La Industria del petróleo ha confiado sus estudios de Análisis de Riesgos a ésta técnica por su claro avance y su estudio integral de las instalaciones, personal, procesos y medio ambiente obteniendo excelentes resultados, permiten aplicar el tratamiento necesario a riesgos, identificar las opciones para disminuir la probabilidad de sucesos indeseados, evalúa y logra crear planes de mitigación para alcanzar los niveles de aceptabilidad necesarios para considerar que existe seguridad en una planta, cumplen con la normatividad mexicana y son una clara ventaja en éste negocio.

H) Considero de manera imperante y completamente necesaria una revisión y actualización del “CONVENIO COMERI 144 PEMEX”. Actualmente está concluyendo un periodo de cambio derivado de la Reforma Energética al que puede atribuirse el descuido del seguimiento de estos lineamientos, sin embargo; éste documento ha sido realizado con el propósito de reconocer el alcance los Análisis de Riesgos y con base a ésta justificación, reconozco que el cambio generado en la industria energética de nuestro país debe alcanzar sin duda alguna los lineamientos, prácticas y metodologías de Análisis de Riesgos.

CAPÍTULO NOVENO.

9. BIBLIOGRAFÍA.

9.1 BIBLIOGRAFÍAS.

BORGES Margarita. "Ley Federal sobre Metrología y Normalización". México, Ed. Sista. 1991.

ACOSTA Miguel. "Segundo Curso de derecho administrativo". México, Ed. Porrúa. 1993.

CARBONELL Miguel. "Elementos de la técnica Legislativa". México. Ed. Porrúa. 2002.

MARTÍNEZ Vicente. "Fundamentos de Normalización y Metrología". México. Departamento de Estadística y control de calidad. 1884.

Ley Federal sobre Metrología y Normalización.

Publicada en el Diario Oficial de la Federación el 1 de julio de 1992.

Texto Vigente.

Última Reforma Publicada D.O.F. 14 de julio de 2014.

Exposición de Motivos de la Ley Federal de Metrología y Normalización.

Crónica Parlamentaria, Cámara de Diputados.

Sesión: Jueves 14 de Julio de 1994.

ALVAREZ Vicente. "La normalización Industrial". España. Valencia, Tirant lo Blanch: Universidad de Valencia, 1999.

Reglamento General de Seguridad e Higiene industrial.

Secretaría del Trabajo y Previsión Social.

Seguridad Industrial, México.

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.

Secretaría del Trabajo y Previsión Social.

Texto vigente, 2012.

QUINTANILLA Carmen. "Las Normas Oficiales Mexicanas: Su constitucionalidad, impacto en la modernidad del derecho mexicano y estrecha vinculación con el derecho internacional". México. Ed. Porrúa. 2006. 164 p.

AICHE/CCPS (1985). "Guidelines for Hazard Evaluation Procedures", Center for Chemical Process Safety, American Institute of Chemical Engineers, New York.

AICHE/CCPS (1988a). "Guidelines for Safe Storage and Handling of High Toxic Hazard Materials", Center for Chemical Process Safety. American Institute of Chemical Engineers, New York.

CROWL Daniel, LOUVAR Joseph, "Chemical process safety: Fundamentals with applications", PRT prentice hall, 1990, 176 p.

LEES, F.P., "Loss prevention in the Process Industries", 2 volumes. Butterworths, London and Boston, 1985.

AICHE/CCPS (2000). "Guidelines for Chemical Process Quantitative Risk Analysis", Center For Chemical Process Safety and American Institute of Chemical Engineers, New York.

International Association of Oil and Gas Producers OGP, report No. 415, "Asset Integrity, the key to managing mayor incidents risks", UK, 2008.

KAPLAN, S. and GARRICK, B.J. "On the Quantitative Definition of Risk. Risk Analysis" ,1981.

AICHE/CCPS (2001). "Guidelines for Developing Quantitative Safety Risk Criteria", Center for Chemical Process Safety. American Institute of Chemical Engineers, New York.

AICHE/CCPS "DOW's Fire & Explosion Hazard Classification Guide". Septima edición, 1994.

A. D. Swain, GUTTMAN H.E, "Handbook of Human Reliability Analysis with Emphasis on Nuclear Power Plant", 1983.

"Lineamientos para realizar Análisis de Riesgos de Procesos y Ductos y Análisis de riesgos de Seguridad Física, en Instalaciones de Petróleos Mexicanos y Organismos Subsidiarios".

Clave: COMERI 144.

Segunda Revisión.

Petróleos Mexicanos, 2010.

9.2 REFERENCIAS.

- [1] IMPERIAL CHEMICAL INDUSTRIES, "Dow's Fire and Explosion Index Hazard Classification Guide", PLC, second edition, 1983.
- [2] IMPERIAL CHEMICAL INDUSTRIES, "Mond Index Manual", PLC, first edition, 1985.
- [3] RAMOS Anton, "Procedimiento para la valoración cuantitativa de riesgos. Método de árbol de fallos", Coashic, Madrid, 1990.
- [4] De La CRUZ Cornelio, "El Análisis de Riesgos de Procesos ARP: Un Esquema de Mejora de la Técnica HAZOP", Revista de tecnología y ciencia, IMIQ, 2000.
- [5] STORCH José María, "Seguridad Industrial en plantas químicas energéticas", Madrid, Segunda Edición, 2008.
- [6] AGUILAR Otero, et. Al., "Análisis de modo de falla, efectos y criticidad (AMFEC) para la planeación del mantenimiento empleando criterios de riesgo y confiabilidad", Revista de tecnología y ciencia, IMIQ, 2010.
- [7] SALINAS Víctor, "Análisis de capa de protección (LOPA)", Revista de tecnología y ciencia, IMIQ, 2010.
- [8] GOODMAN Paul, WRIGHT Lee, "Decision Analysis For Management Judgment", Ed, Jhon Willey and Sons, 2003.
- [9] CASAL Joaquim, et. Al. "Análisis de riesgos en instalaciones industriales", Ed. UPC, primera edición, 1999.
- [10] FERNÁNDEZ Alejandro, "Explosiones de recipientes, teoría y cálculo, aproximado de las consecuencias de la radiación térmica, Revista de prevención y salud en el trabajo, num.114, 1990.
- [11] "Lineamientos para realizar Análisis de Riesgos de Procesos y Ductos y Análisis de riesgos de Seguridad Física, en Instalaciones de Petróleos Mexicanos y Organismos Subsidiarios".
Dirección Corporativa de Operaciones.
Subdirección de Disciplina Operativa Seguridad Salud y Protección Ambiental.
Clave: COMERI 144.
Segunda Revisión.
Petróleos Mexicanos, 2010.
- [12] "Guías Técnicas para Realizar Análisis de Riesgos de proceso".
Dirección Corporativa de Operaciones.
Subdirección de Disciplina Operativa Seguridad Salud y Protección Ambiental.
Clave: 800-16400-DCO-GT-75.
Primer Revisión.
Petróleos Mexicanos, 2012.
- [13] Ley Federal sobre Metrología y Normalización.
Publicada en el Diario Oficial de la Federación el 1 de julio de 1992.
Texto Vigente.
Última Reforma Publicada D.O.F. 14 de julio de 2014.

- [14] BORGES Margarita. “Ley Federal sobre Metrología y Normalización”. México, Ed. Sista. 1991.
- [15] CARBONELL Miguel. “Elementos de la técnica Legislativa”. México. Ed. Porrúa. 2002.
- [16] ACOSTA Miguel. “Segundo Curso de derecho administrativo”. México, Ed. Porrúa. 1993.
- [17] 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.
Secretaría del Trabajo y Previsión Social.
Texto vigente, 2012.
- [18] AIChE/CCPS (2000). “Guidelines for Chemical Process Quantitative Risk Analysis”, Center For Chemical Process Safety and American Institute of Chemical Engineers, New York.