

TRABAJO DE DIPLOMA

Título: Evaluación financiera de los riesgos tecnológicos y medioambientales en la Refinería de Petróleo "Sergio Soto Valdés" del municipio de Cabaiguán.

Autora: Yarianis Brito Grillo.

Tutora: Lic. Beatriz Díaz Rodríguez.

Junio, 2013

DEDICATORIA

Este triunfo va dedicado a todas esas personas especiales que existen en mi vida, que con su paciencia y dedicación han sabido guiarme y e estimularme en estos largos años; a mis padres, por brindarme todo su apoyo, comprensión y ternura, y siemp re depositar toda la confianza en mí y así permitir que este sueño se haga realidad.

AGRADECIMIENTOS

Al realizar este trabajo una de las páginas más difíciles de confeccionar fue esta, ya que en estos largos pero maravillosos años de estudio debo agradecerle a muchas personas que de una forma u otra han contribuido en mi formación:



A mis padres, por impulsarme a seguir adelante, quererme con esa fuerza tan inmensa y estar siempre atentos de mis logros y fracasos, y porque uno de sus mayores anhelos ha sido mi graduación.



A mi tutora Beatriz Díaz Rodríguez, por brindarme todo su apoyo y colaboración en la realización de este trabajo.



A mis compañeros de trabajo, que en todo momento que necesité su ayuda nunca se negaron por muy ocupados que est uvieran, a los trabajadores de la UEB de Refinación y de la Dirección Técnica que nunca me dieron la espalda y estuvieron hasta el último momento a mi lado.



A los que de una forma u otra contribuyeron a la terminación exitosa de esta investigación.



A nuestra Revolución, por darme la oportunidad de poder graduarme y ser protagonista de esta gran obra de la cual me siento muy orgullosa.

A todos ellos, muchas gracias.

SÍNTESIS

La presente investigación se realizó en la Refinería de Petróleo “Sergio Soto Valdés”, la cual se encuentra ubicada en el municipio de Cabaiguán, con el objetivo de evaluar desde el punto de vista financiero los riesgos tecnológicos y medioambientales en el proceso de refinación del petróleo que le garantice a la Dirección de la entidad mejoras en la toma de decisiones, a partir de que la obtención de los derivados del petróleo en la entidad objeto de análisis suponen un riesgo potencial, de ahí que su manipulación, transporte y almacenamiento tampoco esté exenta de riesgos. El riesgo existe y ya que éste no puede ser eliminado del todo se hace necesario reducirlo mediante un correcto diseño de las plantas y aplicando las medidas de seguridad correspondientes en cada paso del proceso con vista a evitar consecuencias adversas a las personas, instalaciones y al medio ambiente. Para su desarrollo se hace referencia al análisis de los riesgos, partiendo de su administración eficiente con vista a aminorar sus efectos adversos mediante la identificación, evaluación y control de los mismos. Esta investigación se realizó a través de una búsqueda teórico-práctica en la que se aplicaron un conjunto de métodos teóricos, empíricos y del nivel estadístico-matemático que permitieron justificar la problemática planteada. La propuesta fue validada de acuerdo a la aplicación de un conjunto de métodos que propiciaron el análisis y evaluación de estos riesgos asociados a la actividad de refinación del petróleo .

INTRODUCCIÓN

Es indudable que el entorno social de la actividad económica ha evolucionado en las últimas décadas hacia una mayor preocupación por el comportamiento ético de las empresas. Así, los problemas derivados del deterioro medioambiental y de conductas incorrectas, tienen un elevado impacto negativo sobre muchos agentes sociales. Existen disímiles ejemplos representativos de estos hechos, sobresaliendo, entre otros, la reacción adversa frente a los diversos vertidos producidos por los barcos petroleros, tanto los desechos sólidos y líquidos como los gaseosos emitidos por grandes industrias y transnacionales.

El petróleo es la base de una gigantesca industria petroquímica mundial que produce desde caucho sintético, detergentes, fertilizantes, pinturas, materiales aislantes y tintes, entre otros productos de alto valor y demanda.

Del petróleo se obtienen una gran variedad de compuestos. Los que se sacan del proceso de refinación se llaman derivados y los hay de dos tipos: los combustibles, como la gasolina, el diesel, el gas propano-butano o gas licuado del petróleo, etcétera; y los petroquímicos, tales como el polietileno, benceno, entre otros.

Con los adelantos de la ciencia y la técnica se hace cada vez más extensa la demanda del petróleo y sus derivados, de ahí la importancia que se le da en Cuba a ese tipo de industria, ya que luego del derrumbe del campo socialista y la poca disponibilidad de moneda libremente convertible para adquirir productos de primera necesidad, ha provocado la disminución de las cifras de crudo y sus derivados necesarios para el país, venidos desde el exterior.

Todos estos procesos de separación para la obtención de los derivados del petróleo deducen un riesgo, que aunque nunca va a ser cero, será necesario conocerlo a fondo en cada caso concreto, para así tratar de planificar medidas que contribuyan a minimizar el mismo en el caso de que se produzca un accidente.

Estos riesgos son generalmente por sustancias y reacciones químicas, son causadas en industrias, comercios o viviendas. Por otro lado, no se puede dejar de mencionar la

contaminación que se produce por la liberación accidental o intencionada en el ambiente de las operaciones relacionadas con la explotación y transporte de hidrocarburos, que conducen inevitablemente su deterioro gradual, provocando efectos adversos sobre el hombre o sobre el medio.

En Cuba se le da gran importancia a los desastres que se pueden derivar de un accidente en una planta donde se manipulan sustancias peligrosas, debido a los daños que se le puede causar a las personas que se encuentran en el lugar y a la carga económica que pueden representar los accidentes tecnológicos, tanto por la incapacidad del personal involucrado, como por los daños materiales y medioambientales que estos ocasionan.

En el país existen cuatro refinerías cuyo objetivo fundamental es la refinación del petróleo. El presente trabajo se desarrolla en la Refinería de Petróleo “Sergio Soto Valdés”, la cual se encuentra ubicada en el municipio de Cabaiguán, provincia de Sancti Spíritus, con una superficie de 64 637 m², con capacidad para almacenar 46 638 m³ de diversos combustibles y una capacidad para refinar 1000 t de crudo/d.

La obtención de los derivados del petróleo en la entidad objeto de análisis suponen un riesgo potencial, de ahí que su manipulación, transporte y almacenamiento tampoco esté exenta de riesgos. El riesgo existe y ya que éste no puede ser eliminado del todo se hace necesario reducirlo mediante un correcto diseño de las plantas y aplicando las medidas de seguridad correspondientes en cada paso del proceso con vista a evitar consecuencias adversas a las personas, instalaciones y al medio ambiente.

Estas manifestaciones han conducido a la autora a formular como **problema científico**: ¿qué impacto financiero tienen los riesgos tecnológicos y medioambientales en la Refinería de Petróleo “Sergio Soto Valdés” del municipio de Cabaiguán? .

Todo ello permitió definir como **objetivo general**: evaluar desde el punto de vista financiero los riesgos tecnológicos y medioambientales en el proceso de refinación del petróleo que le garantice a la Dirección de la entidad mejoras en la toma de decisiones .

Para dar cumplimiento al objetivo propuesto se declaran como **objetivos específicos**:

1. Sistematizar los fundamentos teóricos relacionados con el análisis de los riesgos que contribuya con el marco teórico referencial de la investigación.
2. Diagnosticar la situación actual de los riesgos tecnológicos y medioambientales en la Refinería de Petróleo “Sergio Soto Valdés” del municipio de Cabaiguán.
3. Analizar los riesgos tecnológicos y medioambientales asociados al proceso de refinación del petróleo en la entidad objeto de estudio.

En este estudio se plantean las siguientes **preguntas científicas**:

1. ¿Qué fundamentos teóricos sustentan el proceso de análisis de los riesgos que contribuya con el marco teórico referencial de la investigación ?.
2. ¿Cuál es la situación actual de los riesgos tecnológicos y medioambientales en la Refinería de Petróleo “Sergio Soto Valdés” del municipio de Cabaiguán ?.
3. ¿Qué resultados se obtendrán a partir del análisis de los riesgos tecnológicos y medioambientales asociados al proceso de refinación del petróleo en la entidad objeto de estudio?.

Como parte del estudio preliminar del proceso de análisis se tuvieron en cuenta un conjunto de métodos de investigación:

Métodos del nivel teórico.

- Histórico-lógico.
- Inductivo-deductivo.
- Analítico-sintético.

Métodos del nivel empírico.

- Observación.
- Análisis de documentos.
- Entrevista.
- Encuesta.

Métodos del nivel estadístico-matemático.

- Estadística descriptiva.

El **aporte práctico** del estudio está dado por el análisis sistemático de los riesgos tecnológicos y medioambientales en el proceso de refinación del petróleo con vista a justificar las decisiones en materia de prevención y seguridad.

Para una mejor comprensión del trabajo el informe de investigación se estructura en dos capítulos:

Capítulo I: en este capítulo se realiza una fundamentación teórica sobre el análisis de los riesgos como herramienta para la toma de decisiones, y en el mismo se ofrece una panorámica de los principales aspectos teóricos que se tuvieron en cuenta y que sirvió de base para la contextualización del problema y la obtención del sustento de la propuesta.

Capítulo II: se parte de la caracterización general de la entidad objeto de estudio. Se exponen los resultados derivados del diagnóstico de la situación actual de los riesgos tecnológicos y medioambientales y por último, se aplicaron un conjunto de métodos que propiciaron el análisis y evaluación de estos riesgos asociados a la actividad de refinación del petróleo.

Este trabajo ofrece conclusiones y recomendaciones derivadas del estudio. Además se relacionan la bibliografía consultada y los anexos necesarios que complementan la investigación.

CAPÍTULO I: FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA ACERCA DEL ANÁLISIS DE LOS RIESGOS. GENERALIDADES.

En el presente capítulo se hace referencia al análisis de los riesgos como herramienta para la toma de decisiones, partiendo de su administración eficiente con vista a aminorar sus efectos adversos mediante la identificación, evaluación y control de los mismos. Finalmente se exponen los principales métodos que se utilizan para la evaluación de los riesgos tecnológicos y medioambientales asociados a la actividad industrial.

I.1. La administración de riesgos: un paradigma empresarial contemporáneo.

La gerencia o administración de riesgos es la disciplina que se ocupa del estudio de cómo realizar el análisis y predicción con la mayor exactitud posible de la ocurrencia de hechos causantes de perjuicios económicos a personas físicas o jurídicas, con el fin de medirlos y analizarlos para lograr su eliminación o en caso contrario disminuir sus efectos dañinos.

La gerencia de riesgos surge de la fusión de otras disciplinas asociadas a la solución del manejo del riesgo, o sea, la unión de las funciones que eran realizadas por separado por profesionales del seguro, presentándose como un nuevo concepto, aportando como elementos novedosos su propia estructura, su uso y aplicación como técnica gerencial. Pese a resultar una actividad relativamente nueva, la administración de riesgos está siendo reconocida por el mundo como una actividad útil, necesaria e independiente sobre la base de que posee una técnica propia de aplicación, rápidamente identificable con los procesos que tienen que ver con la identificación, reducción y transferencia de riesgos.

El objetivo fundamental de la administración de riesgos es el de minimizar los efectos adversos de los riesgos, con un costo mínimo mediante la identificación, evaluación y control de los mismos.

La actividad de la administración de riesgos se centra fundamentalmente en detectar los riesgos estáticos, es decir, aquellos que solo producen pérdidas sobre edificios, maquinarias y procesos de trabajo. Estos se agrupan en cinco tipos diferentes:

1. Daños materiales a los bienes .
2. Interrupción del proceso de producción.
3. Robos, defraudaciones y otros actos criminales.
4. Responsabilidad civil.
5. Perjuicios que originan la muerte o incapacidad temporal o permanente de funcionarios u obreros.

Independientemente de estos riesgos estáticos , el gerente de riesgos debe realizar un análisis profundo de toda la actividad empresarial, incluyendo además los distintos aspectos que tienen relación directa con la gestión. En tal sentido, tiene la responsabilidad de asesorar y dar recomendaciones a la máxima dirección de la empresa en aspectos tales como:

- Contratar las coberturas de seguros más completas y a menor costo en correspondencia con los riesgos.
- Asegurar la estabilidad financiera y buen servicio de sus aseguradoras.
- El cumplimiento de todos y cada uno de los requisitos contractuales exigidos por los aseguradores.
- El cálculo correcto de las indemnizaciones, los planes de emergencia y los programas de seguridad para la instalación.
- La elaboración e implementación de sistemas de comunicación inter gerencial en la empresa, para hacer fluida la información sobre aspectos de interés , tales como: cambios operativos, nuevas inversiones , etcétera.

Por otra parte, se hace necesario conocer la administración de riesgos y sus técnicas, la cual está fundamentada en los siguientes aspectos:

- Cada amanecer las catástrofes naturales son mayores y más impredecibles.

- El mercado es más competitivo en calidad y exigencia. Al insertarse el país en la economía de mercado, todas las reglas derivadas de esa situación hay que conocerlas para ser más eficientes.
- Aumenta el monto de los daños potenciales a terceros y al medio ambiente. La población crece, también crece la infraestructura, el impacto ambiental es cada vez más fuerte.
- Aumenta la complejidad de los procesos productivos y tecnológicos. Las posibilidades de que ocurra un siniestro, que es la materialización del riesgo es proporcional al aumento de la complejidad tecnológica .
- Aumentan los valores de los activos expuestos a riesgos. Las nuevas inversiones y la reposición de otras aumenta el valor de los activos.

Son muchas las razones que evidencian el aumento de la vulnerabilidad a los diferentes factores de riesgos que amenazan el medio en que se vive y que abarcan tanto a los factores de tipo natural como los de tipo artificial producidos por la acción del hombre, y que pueden ser casuales o intencionales, objetivos o subjetivos, de origen externo o interno, por lo que es obligatorio conocer la administración de riesgos y sus técnicas, con vista a protegerse de dichos factores, tanto en el orden de la integridad, como en los órdenes financieros y económicos.

Aunque existen varias definiciones de administración de riesgos, todas coinciden en que se trata de un método lógico y sistemático para identificar, evaluar y manejar los riesgos asociados a cualquier actividad, función o proceso, de forma tal que permita a la entidad que lo realiza, aprovechar las oportunidades de expansión, minimizando las pérdidas.

Lo común a estas definiciones, es que reconocen que la administración de riesgos es una actividad que debe realizar la empresa y que la misma tiene repercusión en sus resultados.

Una definición con miras en los riesgos financieros, es la que identifica la administración de riesgos como el proceso de toma de decisiones en base a la expectativa de beneficios futuros, ponderando las posibilidades de pérdidas inesperadas y controlando

la puesta en práctica de las decisiones, evaluando los resultados de forma homogénea y ajustada, según la posición asumida.

Definiciones más actuales reconocen que la administración de riesgos incluye la cultura, procesos y estructuras que están dirigidos hacia la administración eficaz de oportunidades potenciales y efectos adversos. Como proceso, la misma consiste en la aplicación sistemática de políticas, procedimientos y prácticas de administración a las tareas propias de este proceso.

Pero sin dudas, la definición más acabada desde el punto de vista del alcance de la administración de riesgos, es la dada por Coso (2004), que en su informe señala que la administración de riesgos empresariales es un proceso, efectuado por la dirección de la entidad, directores y demás personal, aplicado a la estrategia y al establecimiento de objetivos y que se desarrolla a través de toda la organización, destinado a identificar los eventos potenciales que pueden afectar la entidad y manejar los riesgos dentro de su apetito de riesgo para proveer una seguridad razonable en el logro de los objetivos de dicha entidad.

La administración de riesgos se desarrolla como un proceso, con sus entradas, transformación y salidas. Las entradas al proceso son los eventos (riesgos), la transformación ocurre cuando se analizan los riesgos y se valoran todas las posibles formas de tratamiento que requieren en función de su frecuencia e impacto y las salidas son los riesgos controlados. Este proceso se desarrolla en un ambiente formado por los objetivos de la organización, la filosofía de administración de riesgos y su cultura.

Tradicionalmente la administración de riesgos ha sido considerada como un proceso de tres etapas: identificación, evaluación o análisis y control o tratamiento de riesgos. Aunque éstas pudieran llamarse el núcleo del proceso de administración de riesgos, en la práctica su ejecución sin un nexo con la misión, la estrategia, los objetivos y en general, con la gestión empresarial, le resta eficacia en sus resultados.

El antiguo paradigma de la administración de riesgos comenzó a cambiar cuando sale a la luz la primera versión del estándar Australiano/ Neozelandés sobre administración de riesgos.

Este propone un proceso más detallado, que incluye, además de la identificación, análisis, evaluación y tratamiento de los riesgos, otras tareas que contribuyen a la incorporación de la administración de riesgos a la dirección estratégica de la organización. Estas tareas son: establecer el contexto, comunicar y consultar y monitorear y revisar, como se establece en este diagrama que define el estándar Australiano/ Neozelandés de administración de riesgos y que se expone a continuación:

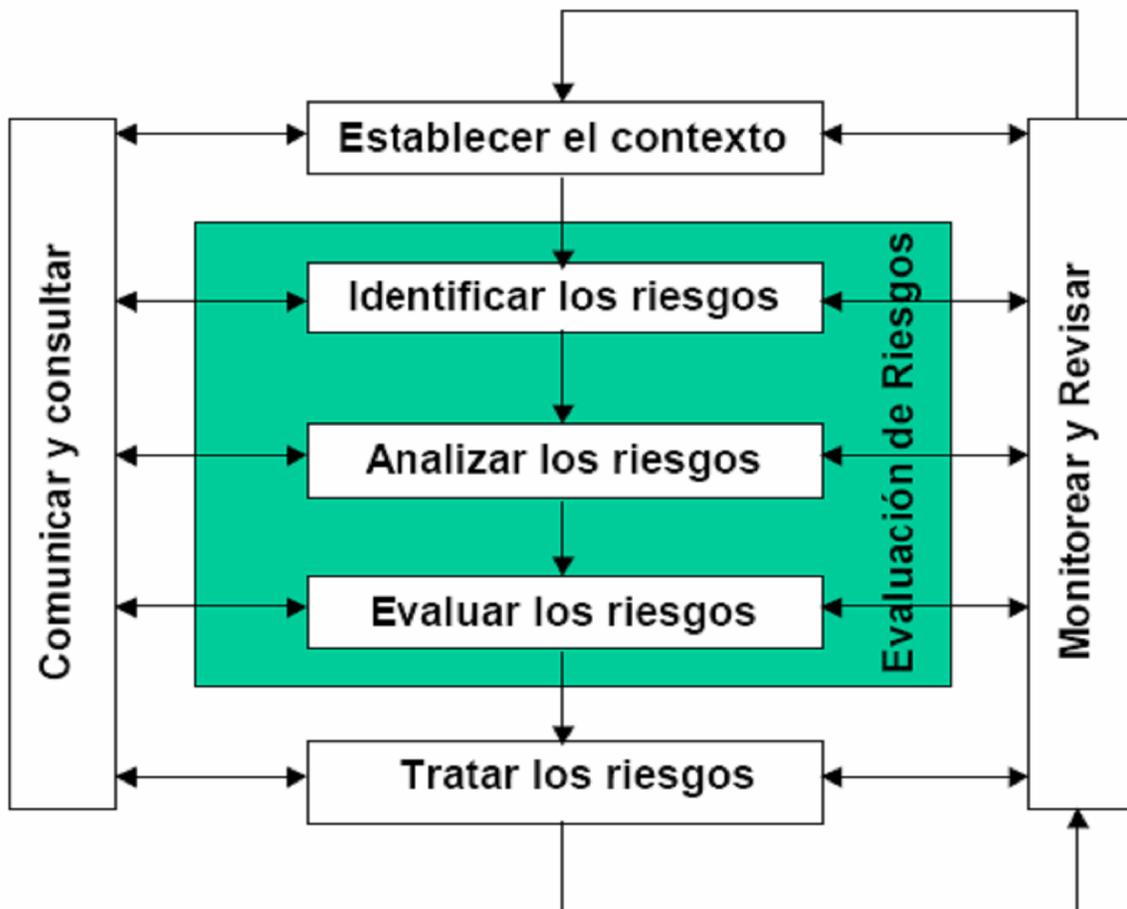


Ilustración No. 1: Estándar Australiano/ Neozelandés de administración de riesgos.

Antes de proceder a la descripción de las etapas del proceso de administración de riesgos, se impone la definición del concepto de riesgo, considerando preliminarmente las conclusiones acerca de su definición por los estudiosos de la temática, consultados bibliográficamente.

La palabra “*riesgo*” ha tenido hasta la fecha diversas interpretaciones, en términos muy simples existe riesgo en cualquier situación en que no se sabe con exactitud lo que ocurrirá en el futuro.

En este sentido, T. F. Weston (2006), señala que el riesgo es la probabilidad de que ocurra algún evento desfavorable.

Para otros autores, como J. Casal y T. Coll (1992), lo definitivo en el riesgo es la incertidumbre. Según ellos, el riesgo es la incertidumbre en cuanto al potencial de pérdidas en el proceso de alcanzar los objetivos de la empresa.

Al decir J. J. Azofra (1974), el riesgo es la posibilidad de sufrir pérdida o como una medida de pérdida económica o daño a las personas, al ambiente o a la propiedad, expresada en función de la probabilidad del suceso y la magnitud de las consecuencias.

Por lo tanto, un riesgo es el potencial de pérdidas que existe asociado a una operación productiva o de servicios, cuando cambian de forma no planificada las condiciones definidas como estándares para garantizar el funcionamiento de un proceso en su conjunto. El riesgo incontrolado, hace que el logro de los objetivos operacionales sea incierto.

Los riesgos en general, se pueden clasificar como riesgos especulativos y riesgos puros, asegurando que los primeros son aquellos en los que existe la posibilidad de ganar o perder, como las apuestas en juegos de azar, mientras los segundos, son los propios de cada empresa u organización, en los que siempre existe la posibilidad de perder y nunca la de ganar.

Según muchos autores existen tres tipos diferentes de riesgos: riesgo inherente, el cual se refiere a la posibilidad de errores o irregularidades, independientemente de que la efectividad de los sistemas de control y los factores que inciden puedan ser de la naturaleza del negocio y del tipo de operaciones que se realizan, como un riesgo propio de sus actividades y del volumen de las operaciones; riesgo de control, que es el riesgo de que los sistemas de control interno no sean adecuados para detectar o evitar errores o irregularidades significativas oportunamente y el riesgo de detección, apreciado como

aquel en que, con la aplicación de los procedimientos de auditoría seleccionados, no se detectan errores o irregularidades significativos, y define como factores relacionados con el riesgo de detección la ineficacia de un procedimiento de auditoría o supervisión aplicado y problemas de definición del alcance y oportunidad en las operaciones. El riesgo, en definitiva, es un evento fortuito e incierto, resultante de las acciones o por la acción de una causa externa que puede intervenir en el alcance de metas, causando daños directos o indirectos al patrimonio. El término “*riesgo*” se asocia generalmente a aspectos negativos, como a la probabilidad de ocurrencia de un suceso no deseable o incluso a catástrofes. Así, se habla del riesgo a tener un accidente, o del riesgo a desarrollar una enfermedad, a partir de la existencia de factores de causalidad que los desencadenen.

El riesgo es siempre futuro. Si algo ha ocurrido ya, el riesgo asociado a ese evento ya no existe. Por tanto, el riesgo se refiere únicamente a cosas que pueden pasar y así, cuanto más conocimiento se tenga sobre él, más posibilidades se tienen de evitar posibles desastres y situaciones que pueden ocurrir. El hecho es que el análisis de riesgos es el fruto de la aplicación combinada del raciocinio humano, en el propósito de la identificación y evaluación de las causas de hechos acontecidos y de otros que están por acontecer, sin certidumbre de su exactitud.

Los riesgos organizacionales surgen de la incertidumbre que rodea a las decisiones y a los resultados de las organizaciones. La mayoría de individuos asocian el concepto de riesgo a la pérdida potencial de un valor, control, función, calidad o a la falta de puntualidad en el plazo de entrega de determinada información. Es posible que los resultados de una organización no hayan alcanzado las expectativas, por lo que la incertidumbre en la toma de decisiones que ha derivado en este resultado también puede considerarse un elemento de riesgo. Los riesgos se diferencian de los problemas en que es la posibilidad futura de que se produzca un resultado adverso o una pérdida y los problemas, en cambio, son las condiciones o las situaciones que ya están presentes en una organización. Los riesgos pueden, además, convertirse en problemas si no se tratan con eficacia.

Dentro de la teoría financiera, la categoría *riesgo* se asocia a la variabilidad y no sólo a la pérdida, o sea, es más arriesgado aquello que da resultados más variables, mejores o peores.

Para Ángela Demestre Castañeda et al. (2002), una de las funciones de la gestión financiera es evaluar el riesgo, pues la evaluación deficiente y la asignación incorrecta de riesgos pueden ocasionar resultados negativos. Los principales riesgos a evaluar en una organización pueden ser:

1. Riesgo comercial: es el inherente al propio mercado en que se opera.
2. Riesgo financiero: es el relacionado con el nivel de endeudamiento. Relación entre financiamientos ajenos y propios. Estructura de financiamiento.
Se refiere además a la probabilidad de ocurrencia de un evento que tenga consecuencias financieras negativas para una organización.
3. Riesgo operativo: es el vinculado a las dimensiones óptimas de plantas y equipos, la utilización de los recursos y la relación con los niveles de venta. Tecnología.

Atendiendo a esta concepción, la autora de la investigación asume el riesgo operativo, a partir de la posibilidad de ocurrencia de pérdidas financieras originadas por fallas o insuficiencias de procesos, personas, sistemas internos, tecnología, y en la presencia de eventos externos imprevistos.

De lo expuesto anteriormente se hace necesario definir entonces qué se entiende por riesgos tecnológicos y medioambientales.

Los *riesgos tecnológicos* son riesgos asociados a la actividad humana (tecnológicos, biológicos, etcétera). Se trata de los riesgos percibidos como fenómenos controlables por el hombre o que son fruto de su actividad.

Las actividades industriales generan también riesgos, especialmente en el sector de la química. Así, en 1976, cerca de Milán, en Italia, una fábrica química dejó escapar vapores de dioxina en la atmósfera, que produjeron graves consecuencias sobre la salud de las poblaciones cercanas. En el 2001, la explosión de la fábrica química AZF de Toulouse, en Francia, ocasionó pérdidas humanas y destrucciones considerables.

Los riesgos tecnológicos existen en los países ricos , así como en los países pobres o en desarrollo. En 1984, en la ciudad india de Bhopal, una fuga tóxica conllevó a la muerte de unas 4 000 personas. Las ciudades chinas están entre las ciudades más contaminadas del mundo.

Ahora bien, cabe destacar que la contaminación de origen industrial se caracteriza por la gran cantidad de contaminantes producidos en las distintas fases de los procesos industriales y por la variedad de los mismos. Por otra parte, en los focos de emisión industriales se suelen combinar las emisiones puntuales, fácilmente controlables, con emisiones difusas de difícil control. Los tipos de contaminantes producidos por los focos industriales dependen fundamentalmente del tipo de proceso de producción empleado, de la tecnología utilizada y de las materias primas usadas. Las actividades industriales que producen contaminantes atmosféricos son muy variadas, pero los principales focos están en los procesos productivos utilizados en las industrias básicas. Entre los sectores que dan lugar a la mayor emisión de contaminantes atmosféricos se pueden destacar:

- Refinerías de petróleo. Producen principalmente: SO_x, HC, CO, NO_x, amoníaco, humos y partículas.
- Industria química. Produce, dependiendo del tipo de proceso empleado: SO₂, Nieblas de ácidos sulfúrico, nítrico y fosfórico y da lugar a la producción de olores desagradables.

Otro de los riesgos más preocupantes, que más que riesgo ya se ha convertido en realidad, es el cambio climático. Con respecto a este gran problema, grandes personalidades mundiales han tomado partido en el asunto, las cuales se basan en que el cambio climático es consecuencia de la actividad industrial que produce emisión de CO₂ a la atmósfera.

I.2. Etapas del proceso de administración de riesgos.

El proceso de administración de riesgos presenta, esencialmente, dos etapas, estrechamente vinculadas entre sí: la identificación de los riesgos y la evaluación de los

mismos, a partir de la estimación de la magnitud de las negativas consecuencias económicas de su ocurrencia.

Primera etapa:

En esta etapa se procede a la identificación de los eventos potenciales y sus frecuencias para establecer el nivel de riesgo y el establecimiento de un orden de prioridad para el tratamiento de los mismos. La identificación de los riesgos es utilizada para asistir a la dirección de la entidad en la decisión de tolerar o tratar un riesgo, en correspondencia con la determinación de los objetivos de control, descartando aquellos de mayor impacto negativo de otros que, por la poca ascendencia económica de los daños derivados de su probable ocurrencia, se incluirán en otra categoría de importancia.

Las dos variables fundamentales de un riesgo son la frecuencia con que se manifiesta y la intensidad de sus consecuencias. A la primera de ellas se acostumbra llamar “probabilidad” y se mide en veces por unidad de tiempo. Las empresas de seguros, que fueron las primeras instituciones (junto a otras instituciones financieras) que se ocuparon de la administración de riesgos, poseen estadísticas sobre la ocurrencia de los riesgos contra los que ofrecen protección a sus clientes, generalmente riesgos puros. Con propiedad, pueden predecir el comportamiento de esta variable, mediante la utilización de la teoría de las probabilidades.

En las empresas se pueden identificar otro gran grupo de riesgos, puros o no, para los que no es posible determinar su probabilidad. Aún en el caso de que se guarden todos los registros de hechos pasados y se tenga una estadística completa de los riesgos en períodos anteriores, esta información no resultaría suficiente para calcular la probabilidad de un riesgo. En primer lugar, las condiciones en que se manifestaron los riesgos en períodos anteriores deben mantenerse sin cambios para poder proyectar el mismo comportamiento hacia el futuro, y en segundo lugar, los riesgos nuevos tendrían una probabilidad igual a cero por no tener incidencias anteriores.

Si no existen datos estadísticos sobre ocurrencias pasadas del riesgo ni se conoce la dimensión del daño que pueda causar, no puede utilizarse la teoría de las probabilidades.

Para poder aplicar la teoría de las probabilidades son necesarias dos condiciones: una sucesión de fenómenos que se hayan repetido en determinadas condiciones y, además, poder aplicar los resultados obtenidos sobre otro fenómeno sometido a las mismas condiciones. Resulta pues, más adecuado, el término de “frecuencia” para señalar la periodicidad de manifestación de un riesgo.

La intensidad de las consecuencias de un riesgo es conocida también como severidad o consecuencia. La misma se expresa en términos de criterios de impactos monetarios, técnicos, humanos e intangibles.

Se asegura que la identificación de riesgos es el proceso de determinar qué puede suceder, por qué y cómo definir y registrar en detalles las fallas o causas en que se localizan los riesgos. Las fallas se definen como la probabilidad de incumplimiento de las funciones, eventos o situaciones que pueden coadyuvar a que no se logren las metas diseñadas en una entidad para un período determinado.

Para realizar este proceso, se identifican por todas las áreas funcionales los procesos y eventos fundamentales a realizar para lograr cumplir con los objetivos que se trazó la organización para un período determinado. Se detallan cada uno de los posibles fallos y se analizan sus posibles consecuencias, a partir de la definición de las fuentes de detección de fallas y riesgos como internas o externas a la organización, pero que, en definitiva, caen dentro del dominio o límites del contexto de la revisión.

Fuentes internas: las relacionadas con el funcionamiento de los procesos y actividades propias de la entidad (estructura de la organización, calidad del personal, entre otros).

Fuentes externas: las relacionadas con los cambios que pueden ocurrir en el entorno de la organización (desarrollo tecnológico, alteraciones en el escenario económico que impacten en el presupuesto de la entidad, entre otros).

La segunda parte de la identificación de riesgos es la determinación de las áreas de impacto, las que se determinan de acuerdo con su relevancia para la organización y en correspondencia con los resultados de la estimación económica de los riesgos.

Segunda etapa:

La metodología de evaluación de riesgos de una entidad consiste en una combinación de técnicas cualitativas y cuantitativas. Se aplican técnicas cualitativas cuando los riesgos no se prestan a la cuantificación o cuando no están disponibles datos suficientes y creíbles para una evaluación cuantitativa o la obtención y análisis de ellos no resulte eficiente por su coste. Las técnicas cuantitativas, típicamente aportan más precisión y se usan en actividades más complejas y sofisticadas para complementar las técnicas cualitativas.

Teniendo en cuenta lo planteado por Santamaría Ramiro (1994), un análisis de riesgos orientado a la prevención de accidentes, implica las etapas siguientes:

ETAPAS DEL ANÁLISIS DE RIESGO	PREGUNTAS A RESOLVER
1. Identificación de los peligros y de los eventos que pueden llevar a la materialización de tales peligros.	¿Qué accidentes pueden ocurrir? .
2. Análisis de los mecanismos que dan lugar a estos eventos.	¿Por qué y cómo pueden suceder? .
3. Estimación de los efectos (severidad) debido a la materialización de dichos eventos.	¿Cuáles son las consecuencias? .
4. Estimación de la probabilidad de ocurrencia de tales eventos.	¿Con qué frecuencia podría ocurrir un accidente? .
5. Estimar el riesgo y determinar su aceptabilidad o tolerabilidad.	¿Es aceptable o tolerable el riesgo? .

La identificación de peligros es una de las etapas fundamentales en el análisis de riesgo. Según la autora de la investigación todos aquellos peligros que no sean debidamente identificados, no serán considerados como objeto de estudio posterior.

En la literatura especializada se encuentran diferentes formas de clasificar los peligros. Dichas tipologías constituyen una excelente ayuda en el ejercicio de identificar los peligros potenciales, asociados a las actividades de una industria. Dentro de este contexto, es útil clasificar los peligros de acuerdo a su naturaleza física/química:

- Peligros de fuego y explosión.
- Peligros asociados a materiales tóxicos, corrosivos y reactivos.
- Peligros de naturaleza mecánica.
- Peligros de naturaleza eléctrica.
- Peligros asociados a compuestos radioactivos.
- Peligros asociados a materiales biológicamente activos.

En términos generales, se puede decir que un accidente puede ocurrir cuando alguna forma de energía es liberada de manera no controlada, por ejemplo:

- Energía potencial: se libera cuando un estanque a presión se rompe, cuando colapsa un edificio o cuando se produce una avalancha.
- Energía eléctrica: produce daño cuando un rayo cae sobre personas o instalaciones o cuando se produce un corto circuito en un sistema eléctrico.
- Energía cinética: produce daños en los accidentes de transporte, o debido a la acción de fuertes vientos u olas durante una tormenta.
- Energía calórica: produce daños cuando materiales a alta temperatura (agua caliente, metales derretidos) escapan de sus recipientes de contención.
- Energía química: se libera durante reacciones químicas fuera de control, y en el caso de fuegos y explosiones.
- Energía radiante: en el caso de incendios, se libera luz y calor por radiación; en el caso de fuentes radioactivas se libera radiación.

Dicha energía puede ser liberada por causas humanas o naturales. Estas últimas no deben ser dejadas de lado, ya que la capacidad destructiva de los eventos naturales, tales como sismos, tormentas, huracanes, etcétera, está fuera de toda duda.

Las circunstancias peligrosas y el tipo de accidentes que podrían tener lugar pueden ser identificadas en base a la información sobre el tipo de materiales y las condiciones de operación. Dichos datos se pueden obtener sin dificultad, ya que forman parte de la información base de cualquier proyecto o actividad industrial.

Las circunstancias peligrosas en una planta industrial incluyen:

- Almacenamiento de cantidades importantes de sustancias peligrosas.
- Transporte y procesamiento en condiciones de presión y temperatura extremas.
- Transporte y procesamiento de sustancias peligrosas (insumos químicos, productos, subproductos, compuestos intermedios, residuos).
- Reacciones químicas (exotérmicas o endotérmicas), muy sensibles a parámetros del proceso o impurezas (sistemas catalíticos, baja energía de activación, sensibles a pH).
- Sistemas de alto voltaje.
- Presencia de sustancias radioactivas.

I.3. Métodos para la evaluación de riesgos.

Existe una gran variedad de métodos para la evaluación de los riesgos tecnológicos y medioambientales asociados a la actividad industrial, los cuales son clasificados por diversos autores de diferentes formas:

Índice DOW de Fuego y Explosión (IFE).

El Índice DOW de Fuego y Explosión (IFE) permite jerarquizar los riesgos asociados a incendios y explosiones de diferentes unidades. El método se puede aplicar tanto a unidades individuales (Ejemplo: bomba, compresor, tanque de almacenamiento, reactor), como a agrupaciones de unidades de proceso que representen una clara unidad funcional. Las unidades se seleccionan de acuerdo a su impacto potencial, debido al tipo de materiales que procesan la cantidad de compuestos peligrosos

(presión, temperatura, pH), historial de problemas de seguridad, etc étera. El Índice DOW se calcula para todas las unidades pertinentes, a partir de factores que reflejan las características de los materiales utilizados y de las condiciones del proceso: el factor de material y el factor de riesgo:

$$\text{Índice DOW de Fuego y Explosión} = (\text{Factor de material}) (\text{Factor de riesgo})$$

Factor de material: este es un número comprendido entre 1 y 40, asignado a un compuesto, de acuerdo a su potencial intrínseco para liberar energía en un incendio o en una explosión. Estos parámetros incluyen: calor de reacción (combustión), índices de reactividad química, índices de peligrosidad para la salud, inflamabilidad, punto de destello (flash) y temperatura de ebullición.

Factor de riesgo de la unidad: es un número calculado como el producto de dos factores de riesgo:

1. Riesgos generales del proceso (considera la presencia de reacciones exotérmicas o la realización de carga y descarga).
2. Riesgos especiales del proceso (ejemplo: la operación cerca del intervalo de inflamabilidad o a presiones distintas de la atmosférica).

El procedimiento seguido para determinar el Índice DOW se describe en varias bibliografías como J. M. Storch de Gracia (1998) y E. Soriano (2004), con el desarrollo del software Firexp, pero de manera general los pasos a seguir son los definidos anteriormente.

Método de evaluación de riesgos de William T. Fine .

Este método también se conoce como el Método de determinación del nivel estimado de riesgos (NERP), Magnitud del riesgo o Grado de peligrosidad. Su expresión base es:

$$\text{NERP} = R = P \times E \times C \quad (1)$$

Donde:

P- Probabilidad de que se produzca el riesgo dado (accidente o accidente mayor).

E- Exposición (frecuencia de presentación o existencia del riesgo en el lugar).

C- Probabilidad de las consecuencias del riesgo (dependiente de la gravedad de l riesgo).

Cada uno de los factores de la ecuación (1) cuenta con valores tabulados, dependiendo del puesto de trabajo o lugar donde esté el riesgo (R); así como las características técnicas, organizativas y humanas de ese ambiente, están relacionadas incluso los sistemas de seguridad instalados, los equipos de protección, el tiempo de exposición de los elementos o factores que dan origen al riesgo, así como la gravedad de las consecuencias posibles en caso de materializarse.

VALORACIÓN DEL RIESGO			
FACTOR	CLASIFICACIÓN	CÓDIGO NUMÉRICO	INTERPRETACIÓN
PROBABILIDAD (P) Probabilidad de que la secuencia de accidente se complete, es decir, se materialice.	A)- Resultado más probable y esperado, si la situación de R tiene lugar (ocurre frecuentemente).	10	Debe esperarse la ocurrencia.
	B)- Completamente posible, nada extraño, tienen posibilidad del 50%.	6	Puede producirse.
	C)- No es normal que suceda, probabilidad del 10% de ocurrencia.	3	Raro, pero posible.
	D)- Remotamente posible que suceda, probabilidad del 1%.	1	Poco usual.
	E)- Nunca ha sucedido en muchos años de exposición.	0.5	Concebible, pero improbable.
	F)- Prácticamente imposible que suceda, una entre un millón.	0.2	Imposible.
VALORACIÓN DEL RIESGO			
FACTOR	CLASIFICACIÓN	CÓDIGO NUMÉRICO	INTERPRETACIÓN

EXPOSICIÓN (E) Frecuencia con que ocurre la situación de riesgo en el tiempo.	A)- Continuamente o muchas veces al día.	10	Muy Alta
	B)- Frecuentemente, aproximadamente una vez al día.	6	Alta
	C)- Ocasionalmente, 1 o 2 veces a la semana.	3	Media
	D)- Poco usual, 1 o 2 veces al mes.	2	Baja
	E)- Raramente, 1 o 2 veces al año.	1	Muy Baja
	F)- Muy difícilmente, no ha ocurrido en años, pero es concebible.	0.5	Incierta

VALORACIÓN DEL RIESGO

FACTOR	CLASIFICACIÓN	CÓDIGO NUMÉRICO	INTERPRETACIÓN
CONSECUENCIAS (C) Eventos dañinos más probables del accidente.	A)- Muchas muertes o daños superiores a 666 mil USD.	100	Catástrofe
	B)- Varias muertes o daños superiores a 333 mil USD.	40	Desastre
	C)- Muertes o daños superiores a 133 mil USD.	15	Muy seria
	D)- Lesión permanente o daños superiores a 66 mil USD.	7	Seria
	E)-Lesión temporal o daños superiores a 66 mil USD.	3	Importante
	F)- Primeros auxilios o daños superiores a 666 USD.	1	Notable

JUSTIFICACIÓN DE LA ACCIÓN CORRECTORA DEL RIESGO

FACTOR	CLASIFICACIÓN	CÓDIGO NUMÉRICO
Eficacia (E) o Grado de corrección,	A)- Riesgo Totalmente Eliminado.	1

Grado de reducción del riesgo.	B)- Riesgo Reducido en un X %.	0.X
	C)- No se evita el riesgo.	0
Presupuesto o Factor de Costo (costo estimado en MN de la acción correctora propuesta).	Valor en MN más USD = UM	

La determinación del NERP para cada riesgo identificado permitirá establecer si los R son tolerables, o por el contrario se deben adoptar acciones técnicas, organizativas y humanas; estableciendo su temporización de acuerdo a los criterios siguientes:

NERP	CLASIFICACIÓN	MEDIDAS DE ACTUACIÓN
400	EXTREMO	Hay que terminar para las operaciones.
250 NERP 400	MUY ALTO	Requiere corrección inmediata, operación peligrosa.
200 NERP 250	ALTO	Necesita corrección.
85 NERP 200	MEDIO	Precisa atención la operación.
40 NERP 85	BAJO	Aceptable la situación, se puede trabajar.

Control de riesgos:

A la vista de la valoración anterior se propondrán las medidas de seguridad adecuadas de carácter técnico, organizativas y humanas para eliminar o reducir el GP de los diferentes R, los cuales deberán tener en cuenta los principios de la acción preventiva. Para determinar si las medidas adoptadas para cada R están justificadas se usará la expresión:

$$J = \text{NERP} \times \text{EFICACIA} / (\text{PRESUPUESTO} / 1,5 \times 10000)$$

Resultando del valor las siguientes conclusiones:

JUSTIFICACIÓN	INTERPRETACIÓN
J 5	Justificación nula
5 J 9	Justificación dudosa

Factor de Vulnerabilidad del medio ambiente (FV).

El medio ambiente también puede ser vulnerable a los riesgos identificados en la planta de destilación atmosférica, por lo que se decide aplicar un método semicuantitativo, basado en índices globales, derivados de situaciones típicas del entorno, frente a un accidente grave que pueda suceder en la planta.

Para el cálculo del FV se utiliza la ecuación que se muestra a continuación:

$$FV = \sum Pi$$

Si Pi es la puntuación resultante del factor i.

Clasificación del entorno según su FV:

FV < 10 Entorno poco vulnerable.

10 < FV < 30 Entorno medianamente vulnerable.

FV > 30 Entorno muy vulnerable.

El mismo se establece mediante el cuestionario que se muestra a continuación:

Cuestionario		Nulo	Ligero	Medio	Grave
A	¿Existe riesgo de contaminación de aguas destinadas al consumo humano o agrícola?.				
B	¿Existe riesgo de que un vertido afecte a áreas recreativas, pesqueras o de interés ecológico?.				
				No	Sí
C	¿Existe densidad de población mayor que 300 habitantes por km ² en un área de 5 km de radio?.				

D	¿Existe concentración de población mayor a 1000 personas en un área de 5 km de radio?.		
E	¿Existen instalaciones afectadas por el almacenamiento de sustancias peligrosas a distancias menores de un km?.		
F	¿Existen los servicios públicos que se especifican a continuación? 1. Concentración de población de alto riesgo (escuelas, hospitales, residencias) a distancias menores de 5 km. 2. Puntos de concentración transitoria de población a distancias menores de 2 km (estadios, centros comerciales, estaciones de ferrocarriles, terminal de autobuses).		
G	¿Existen áreas protegidas de patrimonio público a distancias menores de 2 km?.		
H	¿Hay sistemas de carreteras y vías de transporte con gran volumen de transporte a distancias menores de 500 m?.		
I	¿Hay aeropuertos a distancias menores de 5 km?.		
J	¿Se trata de una zona crítica por motivos políticos sociales?.		
K	¿Se trata de una zona de clasificación sísmica?.		
L	¿Se trata de una zona inundable?.		

Partiendo de los criterios anteriores y a modo de resumen, la identificación de los peligros, la evaluación y control de los factores de riesgo en la entidad se realizará teniendo en cuenta la naturaleza y características específicas de las actividades y procesos que se desarrollan en la misma y cumpliendo lo que está legislado.

Atendiendo a la estructura organizativa de la entidad, el jefe máximo deberá designar la persona o grupo de trabajo que llevará a cabo la identificación de los peligros, evaluación y el control de los factores de riesgo, este personal será previamente capacitado para acometer este trabajo, esto se realizará en cada uno de los procesos identificados en la organización.

En todos los casos resulta imprescindible la participación directa de los trabajadores, en especial los de mayor experiencia y la de su organización sindical, los que aportarán sus criterios sobre los peligros y factores de riesgo presentes en cada uno de los procesos, así como los posibles daños que puedan ocasionar.

La identificación de peligros y evaluación y control de riesgos es la base fundamental para la labor preventiva de la Seguridad y Salud en el Trabajo, sobre la cual se

sustentan las Prácticas Seguras de Trabajo, una cultura de seguridad que tributa directamente a la gestión de riesgos, durante este proceso se utilizarán las técnicas de análisis de riesgos que más se adecuen al área analizada en cuestión.

Todas las Instrucciones (Inicial General, Específica y del Puesto de Trabajo, el Programa de Salud, el Plan de Monitoreo de las Condiciones Ambientales, los Chequeos Médicos, los Planes de Liquidación de Averías y Emergencias, las Inspecciones, Auditorías y Programas de Mejoras) se elaboran teniendo como punto de partida los peligros asociados a los procesos.

Es preciso definir el método de identificación y análisis de peligros y riesgos que se utilice en la entidad según la naturaleza de los mismos.

Para dar inicio a la identificación de los peligros, evaluación y control de los factores de riesgo es necesario contar con la información siguiente:

1. Análisis detallado de los flujos de procesos y actividades que se desarrollan, la organización del trabajo y las materias primas utilizadas.
2. Relación de áreas y puestos de trabajo, incluyendo áreas externas.
3. Datos estadísticos de accidentes mortales, de trabajo y enfermedades profesionales de los últimos años.
4. Resultados de exámenes médicos pre-empleo, periódicos y por riesgo específico.
5. Resultados de inspecciones realizadas a las áreas e instalaciones.
6. Reportes de incidentes.

La valoración de los peligros o de los factores de riesgo es responsabilidad de los jefes directos de cada uno de los procesos en todas las instalaciones con la asesoría metodológica del personal responsable por la Seguridad y Salud en el Trabajo en la entidad y con la participación de los trabajadores, teniendo por objetivo determinar la posibilidad de daños que puedan ocasionar dichos factores sobre los trabajadores, las instalaciones y el medio ambiente. Para esta valoración se tendrán en cuenta información sobre las instalaciones, procesos y actividades propias de cada uno de los procesos como son:

- Detalles de los cambios y modificaciones.

- Plano (s) del lugar.
- Flujogramas de los procesos (diagramas de flujo de plantas y otros).
- Inventarios de materiales peligrosos (listados de productos químicos).
- Información toxicológica y otros datos (fichas de seguridad de los productos).
- Datos de seguimiento.
- Ambiente del lugar de trabajo (estudios ambientales).

En los casos que la evaluación de riesgo adquiera un carácter complejo, se utilizarán las técnicas de evaluación, tales como:

- Análisis Simple del Riesgo.
- Análisis Histórico del Riesgo.
- Análisis Preliminar del Riesgo.
- Análisis ¿Qué pasa si... ?.
- Análisis mediante listas de chequeo.
- Análisis de modos de fallos y sus efectos.
- Análisis funcional de operatividad.
- Análisis de árboles de fallos.
- Análisis de árboles de sucesos.
- Análisis de causas y consecuencias.
- Métodos William T. Fine e Índice Dow.

Una vez determinada la magnitud de los riesgos y las posibilidades reales de financiamiento, se procede a priorizar las medidas para minimizar las consecuencias, se elabora el Programa de Prevención en el cual se determinan las medidas a ejecutar, las personas responsables y fecha de cumplimiento.

La identificación, evaluación y el control de los factores de riesgo o peligro en la organización deben establecer una relación para que exista un trabajo conjunto Sindicato-Administración, teniendo en cuenta lo que establece la Ley de Protección e Higiene del Trabajo, Ley 13, en su Capítulo II.

Para la identificación de los peligros y factores de riesgo es preciso conocer y tener presente las actividades no rutinarias y las rutinarias de los procesos.

En la entidad se definen como puestos con actividades no rutinarias y expuestos a peligros los siguientes:

- Realización de acciones no habituales.
- Elevadas frecuencias de ejecución de acciones.
- Medidas extremas de seguridad.
- Dificultades en la medición y control de los parámetros.

Atendiendo a esta caracterización y en dependencia de las características de cada establecimiento se definen como actividades no rutinarias las siguientes:

- Recepción de productos en tanques libres de gases.
- Trasiego de productos entre tanques.
- Recepción de camiones o vagones cisternas sin condiciones para la descarga.
- Manipulación de productos con equipos e instalaciones con desperfectos técnicos que impliquen un riesgo para su manipulación.
- Manipulación de productos en tanque de almacenamiento con dificultades en la medición y control de los parámetros.
- Operaciones sucias.
- Liquidación de averías y malas operaciones.
- Mantenimiento.
- Reparaciones capitales.
- Paradas por roturas o mantenimiento.
- Pre-arrancadas de inicio después de reparaciones capitales y/o prolongadas interrupciones.
- Trabajos de soldaduras en recipientes a presión sin fuego bajo condiciones de extrema seguridad.
- Limpieza de tanques de almacenamiento, recipientes a presión con fuego y recipientes a presión sin fuego.
- Soldadura en tanques de combustibles, balas de gas licuado del petróleo.
- Realización de trabajo en altura.

- Montaje y desmontaje de platillos ciegos.

Independientemente de las actividades relacionadas anteriormente se considera como actividades no rutinarias de especial atención las siguientes:

- Arrancadas de inicio, después de reparaciones capitales y/o prolongadas interrupciones.
- Averías y malas operaciones.
- Cambio de especificaciones de los combustibles.
- Aplazamiento de reparaciones de equipos e instalaciones fundamentales.
- Paradas de equipos e instalaciones con repercusión económica o social importante para la entidad.
- Mantener la operación de las instalaciones y equipos con un alto grado de riesgo.

En la entidad se definen como puestos con actividades rutinarias y expuestas a peligros los siguientes:

- Carga y descarga de combustibles líquidos en camiones cisternas.
- Carga y descarga de combustibles líquidos en vagones de ferrocarril.
- Todas las operaciones que realizan de forma rutinaria los operadores de caldera para su puesta en funcionamiento y detención de estas.
- Las operaciones que realizan los operadores de las plantas de destilación atmosférica y vacío.
- Almacenamiento de combustibles líquidos del petróleo.
- Recepción y almacenamiento de Gas Licuado del Petróleo.
- Los diferentes tipos de análisis que se realizan por los analistas del laboratorio para determinar los parámetros de calidad.
- Actividades de mantenimiento y reparaciones generales de locales e instalaciones.

La identificación, evaluación y el control de los factores de riesgo o peligro es una tarea sistemática, la cual se actualiza en los casos siguientes:

1. Cuando se realicen nuevas inversiones o remodelaciones, modificaciones en los equipos, materias primas y procesos tecnológicos.

2. Cuando se realice el pre-arranque en unidades (plantas), tanques de productos, combustibles y otras instalaciones que operan con altos niveles de riesgos, a fin de comprobar los mecanismos y dispositivos de seguridad ante una emergencia, avería o accidente.
3. Antes de la incorporación de trabajadores con necesidades especiales.
4. Cuando se observen pérdidas en la eficiencia de las medidas de control implantadas.
5. Cuando la vigilancia médica y ambiental detecte deterioros de los niveles de salud de los trabajadores y del ambiente laboral.
6. Cuando se implanten nuevas normativas o legislaciones en materia de Protección Contra Incendio, Seguridad y Salud en el Trabajo.
7. Cuando se efectúen cambios en las condiciones de trabajo, que originen o puedan originar nuevos factores de riesgos.
8. Cuando los resultados de las inspecciones realizadas en la entidad lo indiquen.

El control de los riesgos se realizará atendiendo al grado de peligro o nocividad de los mismos, así como definiendo su frecuencia y se planificará por los procesos de la forma siguiente:

- Mediante inspecciones y revisiones periódicas generales y por tipo de riesgos.
- A partir del análisis de la accidentalidad en cada área.
- Mediante la comprobación de la efectividad de las medidas de prevención y protección propuestas.

En la práctica industrial y laboral existen determinados riesgos que, debido a la dificultad e incluso imposibilidad de eliminarlos totalmente, se asumen necesariamente como riesgos residuales.

Ante esta situación, el control eficaz del riesgo se efectúa mediante la utilización de los medios de protección individual. Estos medios son la última barrera entre el riesgo y el trabajador y por tanto su utilización se hace imprescindible.

A tal efecto la entidad establece el listado de medios de protección individual cumpliendo con las resoluciones, normas y documentos vigentes.

De acuerdo a la búsqueda bibliográfica actualizada acerca del análisis de los riesgos, se pudo desarrollar un análisis minucioso de la literatura especializada referida a la administración de riesgos como método que posibilita identificar, evaluar y manejar los riesgos vinculados a la actividad industrial en particular, así como una sistematización de los métodos que más se emplean para la evaluación de los riesgos tecnológicos y medioambientales asociados a esta actividad.

CAPÍTULO II: EVALUACIÓN FINANCIERA DE LOS RIESGOS TECNOLÓGICOS Y MEDIOAMBIENTALES EN LA REFINERÍA DE PETRÓLEO “SERGIO SOTO VALDÉS” DEL MUNICIPIO DE CABAIGUÁN .

El presente capítulo parte de la caracterización general de la Refinería de Petróleo “Sergio Soto Valdés” del municipio de Cabaiguán. Se exponen los resultados del diagnóstico de la situación actual de los riesgos tecnológicos y medioambientales en la entidad objeto de estudio y el análisis de estos riesgos asociados al proceso de refinación del petróleo mediante la aplicación de un conjunto de métodos que propiciaron su evaluación .

II.1. Caracterización general de la Refinería de Petróleo “Sergio Soto Valdés” del municipio de Cabaiguán.

La Refinería de Petróleo “Sergio Soto Valdés” se crea por Resolución No. 70 y se subordina al Ministerio de Energía y Minas (MINEM). La misma se encuentra ubicada en la calle Carlos Manuel de Céspedes #1 , perteneciente al Consejo Popular 2 del municipio de Cabaiguán, provincia de Sancti Spíritus.

Es la única entidad del país que cumple la doble función de refinar y comercializar los derivados del petróleo crudo nacional.

El objeto empresarial quedó modificado por la Resolución Ministerial No. 303 de fecha 28 de abril de 2010:

- Realizar el procesamiento de petróleo crudo y sus derivados, en moneda nacional.
- Brindar servicios de manipulación, transportación, distribución y efectuar la comercialización mayorista de combustible, en moneda nacional y divisa y de forma minorista de gas licuado a la población, en moneda nacional.
- Brindar servicios de almacenamiento, manipulación y transportación de lubricantes a las entidades de la Unión Cuba-Petróleo, en moneda nacional.
- Brindar servicios de instalación, reparación y mantenimiento de instalaciones de gas licuado a la población, en pesos cubanos y a entidades, en moneda nacional y divisa.

- Brindar servicios de capacitación y certificación de operaciones de combustibles a entidades nacionales, en moneda nacional.
- Brindar servicios de alquiler de capacidades de almacenamiento de combustibles, en moneda nacional.
- Ofrecer servicios de laboratorio de análisis especializados de combustibles y lubricantes, en moneda nacional y divisa al costo.
- Comercializar de forma mayorista chatarra al Sistema de la Unión de Empresas de Recuperación de Materias Primas, en moneda nacional y divisa.
- Prestar servicios de recogida de aceite usado y lodos oleosos, en moneda nacional.
- Comercializar de forma mayorista envases destinados al almacenamiento de combustibles domésticos en la red de comercio minorista del territorio, en moneda nacional.
- Brindar servicios de consultoría técnica en actividades vinculadas al petróleo, a entidades nacionales, en moneda nacional.
- Comercializar de forma mayorista balas de gas licuado de petróleo a empresas de la Unión Cuba-Petróleo, en moneda nacional y a otras entidades, en moneda nacional y divisa.
- Brindar servicios de vaporización de pailas y otros recipientes a entidades de la Unión Cuba-Petróleo, en moneda nacional y a otras entidades, en moneda nacional y divisa.
- Comercializar de forma mayorista productos ociosos y de lento movimiento, en moneda nacional.
- Comercializar de forma mayorista recursos materiales contenidos en sus existencias que sean necesarios para la continuidad del proceso productivo a las entidades de la Unión Cupet, en moneda nacional, al sistema del Ministerio de la Industria Básica en moneda nacional y divisa, y a las asociaciones económicas internacionales y empresas mixtas vinculadas al petróleo, en divisa y en todos los casos previa autorización de la Unión, según nomenclatura aprobada por el Ministerio del Comercio Interior.

- Prestar servicios de izaje a las Empresas de la Unión Cuba -Petróleo, en moneda nacional y al sistema del Ministerio de la Industria Básica , en moneda nacional y divisa.
- Brindar servicios de limpieza de tanques, depósitos, cisternas y cubetas, así como de tratamiento de residuales y productos combustibles (asociados al petróleo y sus derivados), a las entidades de la Unión Cupet , en moneda nacional y al Sistema de la Industria Básica, en moneda nacional y divisa .
- Brindar servicios de maquinado y reparación de equipos industriales, en moneda nacional y divisa a entidades del Ministerio de la Industria Básica.

Misión.

Utilizar eficientemente las capacidades de refinación, comercializar eficazmente los productos derivados para satisfacer las necesidades de los clientes y la sociedad con calidad, seguridad, sostenibilidad y bajos costos, exigiendo un uso y control eficiente de los combustibles; como resultado de la participación cohesionada, íntegra, profesional y ética de nuestros trabajadores comprometidos con la lucha por la independencia y el bienestar de nuestro país.

Visión.

La Refinería de Petróleo “Sergio Soto Valdés” es la organización petrolera que asegura la autosuficiencia de petróleo y sus derivados al territorio, a partir de alcanzar un alto potencial tecnológico y lograr la participación cohesionada, profesional y ética de sus trabajadores comprometidos con el desarrollo sostenible del país.

La estructura organizativa de la entidad se muestra en el **Anexo No. 1**.

Caracterización de la actividad fundamental de producción.

Al cierre del año 2012 se refinaron 46 490 toneladas de crudo, de un plan de 48 000 toneladas para un 97.0%. En este incumplimiento ha incidido principalmente la no disponibilidad de crudo Matanzas, debido a afectaciones en la transportación de crudo desde occidente por ferrocarriles.

Se sobrecumplió el plan de producción de aceites básicos con un real de 1 374 toneladas, de un plan de 1 250 toneladas, quedando al 109.9%.

Se produjo un total de 1 021.2 toneladas de aceite dieléctrico para transformadores , de un plan de 1 000 toneladas, alcanzándose la producción de 5 579 bidones en el transcurso del año.

Se sobrecumplió además la producción de componente sigatoka con un real de 352.8 toneladas, de un plan de 250 toneladas para un 141.1%.

Se produjeron 11 002 toneladas de líquido asfáltico de excelente calidad, garantizando el suministro de este producto a todas las provincias del país y a la obra priorizada del Mariel.

Se alcanzó la cifra de 157 380.63 millones de litros vendidos, con lo cual se cumple el plan del año al 114.0%, con un servicio estable y sin afectación a los servicentros, Grupos Electrónicos (GE), bodegas y resto de la economía, y se cierra el año sin atraso en la distribución de Gas Licuado del Petróleo (GLP).

Se implementó la transportación del slop desde la Refinería Níco López hasta Cabaiguán por ferrocarril.

Se logró cumplir los índices de pérdidas de productos con una disminución del 0.03% de mermas en la manipulación de los productos por debajo de lo planificado.

Caracterización de la estructura del Capital Humano.

Actualmente la entidad cuenta con una plantilla aprobada de 306 trabajadores, la cual está cubierta por 294 trabajadores, de ellos 221 hombres y 73 mujeres, para un 75% y 25% respectivamente.

Por categoría ocupacional la entidad se estructura de la forma siguiente:

Categorías	Cantidad	%
Cuadros.	11	3.7
Administrativos.	8	2.7
Técnicos.	120	40.8
Servicios.	4	1.4
Obreros.	151	51.4
Total	294	100

El análisis anterior refleja que el 51.4% del total de los trabajadores está representado por los trabajadores vinculados directamente a la producción.

II.2.Resultados del diagnóstico de la situación actual de los riesgos tecnológicos y medioambientales en la Refinería de Petróleo “Sergio Soto Valdés” del municipio de Cabaiguán.

Resultados de la observación dirigida a l proceso de refinación del petróleo en la entidad objeto de estudio.

A partir de la observación realizada a la actividad de refinación del petróleo (**ver Anexo No. 2**), se pudo constatar que este proceso en la entidad objeto de estudio se lleva a cabo de la siguiente forma:

La materia prima es almacenada en los tanques de recepción de crudo, este se inyecta a la planta de destilación atmosférica y vacío, donde el crudo inyectado pasa al banco de intercambiadores de calor correspondientes a la destilación atmosférica, aquí el crudo se calienta aproximadamente hasta 190 °C, este banco de intercambio consta de ocho intercambiadores de calor de tubo y coraza, el crudo calentado pasa al horno donde se eleva la temperatura en un rango de 320 a 340 °C, de aquí pasa a la torre de

destilación atmosférica, donde se obtienen diferentes productos como por ejemplo : la nafta, el queroseno, el diesel y el fuel de fondo. El quero y el diesel pasan , por separado, a los despojadores para ajustar el punto de inflamación, posteriormente a los intercambiadores de calor y a los enfriadores, si no cumplen con los parámetros de calidad requeridos reciben un tratamiento con sosa cáustica y de ahí a los tanques de almacenamiento de producto. Por otra parte , la nafta cuando sale de la torre de destilación atmosférica pasa a los condensadores, de aquí pasa al tambor separador de nafta, posteriormente se prosigue como en el quero y el diesel. El producto de fondo de destilación atmosférica se inyecta al horno correspondiente a la destilación al vacío donde se eleva la temperatura del fuel hasta 390 °C aproximadamente, de aquí pasa a la torre de destilación al vacío donde se obtienen diferentes cortes como por ejemplo el corte R3 (corresponde: aceite transformador, aceite I-12 y aceite sigatoka), corte R2 (corresponde: fuel medio y fuel ligero), corte R1 (corresponde: fuel pesado). Estos cortes reciben el mismo tratamiento del quero, diesel y la nafta.

En todo este proceso de separación para la obtención de los derivados del petróleo se evidencia un riesgo potencial desde el punto de vista tecnológico y medioambiental, a partir de su manipulación, transportación y almacenamiento, lo cual puede conducir a reacciones adversas al personal que realiza el procesamiento de petróleo crudo y sus derivados, y por ende durante este proceso de refinación de crudo se emite a la atmósfera grandes cantidades de gases contaminantes que son nocivos para la salud de los pobladores del territorio y para el medio ambiente.

Análisis del contenido de los documentos o normativas vigentes para aminorar los riesgos tecnológicos y medioambientales en el proceso de refinación del petróleo.

A continuación se evidencian los resultados obtenidos de un estudio efectuado a los documentos o normativas vigentes con vista a aminorar los riesgos tecnológicos y medioambientales asociados al proceso de refinación del petróleo (**ver Anexo No. 3**).

En este sentido se pudo comprobar que el Reglamento Tecnológico para las Unidades de Destilación Atmosférica y al Vacío está debidamente actualizado y se cumple todo lo

establecido en el mismo. En el caso de la materia prima a refinar, dada las especificaciones con que llegan desde los yacimientos y al no contar la entidad con un proceso de desalado lo suficientemente eficiente, se destaca que estos valores pueden exceder lo referido en las especificaciones de calidad y se tomarán en planta las medidas necesarias que contrarresten estos efectos a fin de reducir los riesgos, tanto a la instalación como al personal, para así poder garantizar la producción.

La arrancada se realiza después de concluir cualquier tipo de reparación, parada de emergencia o de otro tipo. Cuando ésta se realiza posterior a una reparación general se hace necesario cumplir con las pruebas hidrostáticas a equipos y líneas.

La parada normal de planta se ejecuta por orden de la dirección del área escrita en el Libro de Órdenes.

Una vez terminado el período de producción se procede a desgasificar la unidad de destilación atmosférica, primero se realiza el lavado con agua y luego la vaporización para entregar a mantenimiento y seguidamente se realiza el lavado de la sección al vacío.

La instrumentación mínima necesaria se considera aquella que es capaz de operar sin riesgos la unidad de destilación atmosférica, manteniendo la calidad de la producción.

En condiciones de extrema necesidad se puede operar sin alguna de ellas solamente si es autorizado por el Director de Refinación, emitiendo un documento en el que se recomiendan tomar medidas adicionales a las contenidas en las normas o reglamentos tecnológicos de la unidad.

También se pudieron revisar varios procedimientos, comprobándose que los mismos se cumplen como están establecidos, entre ellos se pueden mencionar el Procedimiento para el tratamiento al crudo con sosa-carbonato, que tiene como objetivo regular las actividades técnicas operacionales para la adición de sosa-carbonato al crudo, el Procedimiento para la operación del sistema de tratamiento del agua, su objetivo es regular las actividades técnicas operacionales para la operación de tratamiento al agua y el Procedimiento para el desalado de crudo Matanzas vía

planta, con el objetivo de disminuir el contenido de sales presentes en el crudo Matanzas para mejorar en estabilidad y eficiencia la refinación , y así evitar que exista algún accidente provocado por derrames, incendios o por deterioro de los equipos tecnológicos.

Resultados de la aplicación de la entrevista a especialistas y directivos que se desempeñan en la actividad de refinación del petróleo en la entidad objeto de estudio.

La presente entrevista tuvo como objetivo constatar la efectividad del proceso de refinación del petróleo en función de la reducción de los riesgos tecnológicos y medioambientales en la entidad objeto de estudio . Este instrumento se le aplicó a un Tecnólogo de procesos químicos, al Jefe de Planta , al Director Técnico, al Director de Refinación y al Director General de dicha entidad (**ver Anexo No. 4**).

En la pregunta uno se cuestiona qué importancia le atribuye al proceso de refinación del petróleo en el contexto económico actual. Los cinco entrevistados consideran de vital importancia el proceso de refinación del petróleo en el contexto económico actual, a partir de que los productos que se obtienen de este proceso ayudan a sustituir importaciones. Dentro de los productos resultantes se encuentra el líquido asfáltico, empleado con fines nacionales en la reparación y construcción de carreteras y autopistas. En estos momentos este producto también se utiliza en la obra priorizada del Mariel, siendo una obra de inversión extranjera. Señalan además, que todos los productos se obtienen a partir del crudo cubano, proveniente de la Cuenca Central y de la Zona Norte de Matanzas, lo que ayuda a la disminución del costo de la producción.

Al preguntar en el ítem dos cómo se efectúa este proceso en la entidad donde labora, el 100% de los entrevistados manifiestan que se realiza en meses alternos, ya que los meses de parada se emplean para la recepción y tratamiento del crudo y la reparación de los equipos que estén trabajando deficientemente .

En la cuestión tres los cinco entrevistados consideran necesario el análisis de los riesgos tecnológicos y medioambientales asociados al proceso de refinación del petróleo, teniendo en cuenta que como proceso químico industrial genera residuos o

productos intermedios que suelen ser dañinos al medio ambiente al no dársele el tratamiento apropiado. En la actividad tecnológica pueden surgir accidentes o averías que pueden dar al traste con vertimientos de productos que se encuentran a elevadas temperaturas para su manejo, pudiendo entonces dañar a los operadores o impedir el funcionamiento eficiente del equipamiento empleado, y además al medio ambiente. El análisis de los riesgos tiene por tanto un papel predominante en la seguridad tecnológica y ambiental para el proceso productivo de refinación de petróleo.

En el ítem cuatro el 80% de los entrevistados plantean que sí han recibido indicaciones del Organismo Superior de cómo realizar este análisis, mientras que el 20%, que representa un entrevistado, manifiesta que no.

En la pregunta cinco los cuatro que respondieron anteriormente de manera positiva resaltan que para evaluar los riesgos tecnológicos y medioambientales en la entidad se lleva a cabo el monitoreo de los residuales del proceso de refinación, como por ejemplo los gases que se expulsan por el tope de la Destilación al Vacío, el control de los vertimientos de los residuales líquidos, evitando con ello daños medioambientales al ser arrojados al sistema de alcantarillado u otro lugar natural. También, apoyados en los accidentes acontecidos, las fallas más frecuentes del equipamiento utilizado y los peligros operacionales se evalúan los riesgos más probables y se toman medidas para erradicarlos o minimizarlos, en aras de preservar las instalaciones técnicas, el personal operario de las instalaciones y además, el medio ambiente.

En la cuestión seis el 100% de los entrevistados expresan que estos métodos contribuyen a disminuir las pérdidas financieras originadas por fallas o insuficiencias acontecidas en el proceso de refinación del petróleo. Comentan al respecto, que al cumplirse los ciclos de mantenimiento establecidos y las reparaciones según el ciclo de los equipos, se disminuyen las averías y roturas, y por tanto los costos decrecen, la continuidad del proceso también permite que no existan pérdidas financieras por falta de producción.

Al preguntar en el ítem siete qué medidas preventivas se llevan a cabo en cada paso del proceso con vista a evitar consecuencias adversas a las personas, instalaciones y al

medio ambiente, los cinco entrevistados concuerdan en que se debe orientar y velar por el uso de los medios de protección y seguridad del trabajo en los operadores, prohibir el acceso de vehículos motores en las zonas de planta, cumplir con las zonas marcadas para fumar, señalizar los peligros existentes para los operadores y demás personal del área, operar el equipamiento de manera responsable evitando averías o accidentes, cumplir con lo establecido en el Reglamento Tecnológico y lineamientos operacionales. Para la protección o minimización de los daños medioambientales se debe operar con extrema precaución para la no ocurrencia o minimización de derrames, fugas de gases tóxicos, se operan las trampas de residuales cuidando que los líquidos vertidos salgan lo más limpio posible. En la etapa de parada de planta las medidas que se toman son teniendo en cuenta los trabajos de mantenimiento que se realizarán al equipamiento que lo requiera, así como la seguridad de los operadores de mantenimiento de acuerdo al trabajo a realizar, si es soldadura tomar las medidas necesarias en caso de trabajar en equipos que pueden ser inflamables por los productos que manejan, trabajo en altura u otros.

Los resultados de este instrumento evidencian la necesidad de realizar un análisis exhaustivo de los riesgos tecnológicos y medioambientales asociados al proceso de refinación del petróleo, mediante la aplicación de un conjunto de métodos con vista a su evaluación en la entidad objeto de estudio.

Resultados de la aplicación de la encuesta a los trabajadores vinculados directamente a la producción de la Refinería de Petróleo “Sergio Soto Valdés” del municipio de Cabaiguán.

Se les aplicó a los trabajadores vinculados directamente a la producción de la Refinería de Petróleo “Sergio Soto Valdés” del municipio de Cabaiguán una encuesta con el objetivo de constatar los criterios de los mismos respecto a la necesidad de conocer los riesgos tecnológicos y medioambientales a que se exponen atendiendo a la labor que realizan y el grado de seguridad que se les ofrece. Se tomó una muestra de veinte trabajadores, en su mayoría operadores y Jefes de Turnos y de Brigada, todos son de sexo masculino y la edad promedio es de 36 años (**ver Anexo No. 5**).

En los aspectos relacionados con el proceso de refinación del petróleo en función de la reducción de los riesgos tecnológicos y medioambientales se obtuvieron los siguientes resultados:

Indicador	Sí		No	
	Cant.	%	Cant.	%
1. ¿Conoce cómo se realiza el proceso de refinación del petróleo en la entidad?.	20	100		

De la tabla anterior se infiere que el 100% de los encuestados poseen dominio de como se realiza el proceso de refinación del petróleo en la entidad donde laboran .

Indicador	Sí		No	
	Cant.	%	Cant.	%
2. ¿Están identificados los riesgos tecnológicos y medioambientales que se asocian a este proceso?.	20	100		

Se pudo constatar que el 100% de los encuestados declaran que sí se encuentran identificados los riesgos tecnológicos y medioambientales que se asocian al proceso productivo de refinación del petróleo.

Indicador	Sí		No	
	Cant.	%	Cant.	%
3. ¿Están identificados los medios necesarios para su eliminación?.	20	100		

Los veinte encuestados manifiestan que sí están identificados los medios necesarios para su eliminación.

Indicador	Sí		No	
	Cant.	%	Cant.	%
4. ¿Se realizan las inspecciones técnicas, aplicando el criterio de “Inspección basada en Riesgo”? .	20	100		

En este ítem el 100% de los encuestados contesta que se realizan las inspecciones técnicas necesarias.

Indicador	Periódicamente		Algunas veces		Una vez al año	
	Cant.	%	Cant.	%	Cant.	%
5. ¿En qué período se realizan estas inspecciones? .	20	100				

En este sentido, los veinte encuestados concuerdan en responder que las inspecciones se realizan periódicamente.

Indicador	Sí		No	
	Cant.	%	Cant.	%
6. ¿Está establecida la separación de las unidades de la planta a partir de una evaluación de riesgos? .	20	100		

El 100% de los encuestados responden positivamente en cuanto al establecimiento de la separación de las unidades de la planta a partir de una evaluación de riesgos.

Indicador	Sí		No	
	Cant.	%	Cant.	%
7. ¿Se tienen identificado los equipos considerados	20	100		

de alto riesgo?.				
------------------	--	--	--	--

De la tabla anterior se infiere que el 100% de los encuestados manifiestan que sí se tienen identificado los equipos considerados de alto riesgo .

Indicador	Sí		No	
	Cant.	%	Cant.	%
8. ¿Están en buen estado técnico estos equipos considerados de alto riesgo?.	17	85	3	15

Se puede apreciar en la tabla anterior que el 85% de los encuestados responden que los equipos considerados de alto riesgo se encuentran en buen estado técnico, mientras que el 15% expresa que no.

Indicador	Sí		No	
	Cant.	%	Cant.	%
9. ¿Están identificadas todas las características de peligrosidad de las sustancias utilizadas en el proceso de refinación del petróleo?.	20	100		

El 100% de los encuestados plantean que se encuentran identificadas todas las características de peligrosidad de las sustancias utilizadas en el proceso de refinación del petróleo.

En cuanto a los aspectos relacionados con el grado de seguridad que este proceso de refinación del petróleo ofrece se alcanzaron los siguientes resultados:

Indicador	Sí		No	
	Cant.	%	Cant.	%
10. ¿Cuenta con la debida evaluación para desempeñar las labores asignadas? .	20	100		

De la tabla anterior se infiere que los veinte encuestados expresan que sí cuentan con la debida evaluación para desempeñar las labores asignadas dentro de este proceso.

Indicador	Sí		No	
	Cant.	%	Cant.	%
11. ¿Cuenta con las debidas instrucciones de seguridad en el puesto de trabajo? .	20	100		

El 100% de los encuestados concuerdan en responder que sí cuentan con las instrucciones de seguridad en su puesto de trabajo.

Indicador	Sí		No	
	Cant.	%	Cant.	%
12. ¿Se le realiza las respectivas comprobaciones de conocimientos para desempeñar su labor en las plantas? .	20	100		

El total de encuestados, representado por veinte trabajadores directos a la producción, afirman que se le realizan las respectivas comprobaciones para medir sus conocimientos en aras de desempeñar la labor en las plantas.

Indicador	Sí		No	
	Cant.	%	Cant.	%
13. ¿Existe un entrenamiento del personal sobre cómo enfrentar situaciones de emergencia ?.	20	100		

En este sentido, el 100% de los encuestados manifiestan que sí existe un entrenamiento del personal en caso de alguna emergencia determinada que haya que enfrentar.

Indicador	Sí		No	
	Cant.	%	Cant.	%
14. ¿Existe en la entidad suficiente señalización con vista a la protección del trabajador? .	20	100		

Se puede observar en la tabla anterior que el total de encuestados aseveran que en la entidad existe suficiente señalización con vista a la protección de cada trabajador.

Indicador	Sí		No	
	Cant.	%	Cant.	%
15. ¿Se requiere el uso de equipos de protección personal?.	20	100		

Los veinte encuestados manifiestan que sí se requiere el uso de equipos de protección personal según la labor a realizar.

Finalmente la encuesta solicita a los encuestados que expongan algunas sugerencias que deseen aportar a esta investigación. En este sentido, tres de los encuestados señalan que los equipos se encuentran en mal estado por falta de reparación general.

Se infiere de los resultados que aquí se muestran la necesidad de conocer los riesgos tecnológicos y medioambientales a que se expone el personal directo a la producción y el grado de seguridad que se le ofrece.

II.3. Resultados del análisis de los riesgos tecnológicos y medioambientales en la Refinería de Petróleo “Sergio Soto Valdés” del municipio de Cabaiguán.

Para el desarrollo de este epígrafe la autora de la investigación asume los criterios expuestos en el Capítulo I acerca de las etapas que se conciben para una eficiente administración de riesgos.

A partir del estudio detallado del proceso, se realiza la identificación de los peligros, como primera etapa del análisis de riesgo.

El proceso tecnológico abarca las siguientes áreas:

- Área de destilación atmosférica.
- Área de destilación al vacío.
- Área de tratamiento de gases residuales de vacío.
- Área de almacenamiento de los productos finales.

- Área de destilación atmosférica.

Peligros:

- Existen equipos considerados de alto riesgo que se encuentran en mal estado técnico, por ejemplo: la torre de destilación atmosférica no cuenta con el espesor adecuado y lleva muchos años de explotación.
- No todas las líneas que lo requieren se encuentran insuladas. Ejemplo: tuberías de vapor del área de calderas.
- No existe un adecuado sistema de revestimiento.
- No se realizan los trabajos de mantenimientos necesarios a los equipos de las plantas, debido a la falta de recursos.
- Aunque existe protección contra incendio y funciona correctamente, se hace necesario ya su modernización. La actualización del Sistema contra Incendios implica no solamente la implementación de un sistema moderno de detección y

alarma, sino la capacitación constante del personal para garantizar su correcta funcionalidad y efectividad.

- No se cumple con los planes de mantenimientos previstos porque no se cuenta en muchas ocasiones con los materiales y recursos necesarios.
 - Sobrepresión en la caldera producto al mal funcionamiento del sistema automático, a la mala manipulación de los operarios y al inadecuado mantenimiento.
 - No existe un riguroso control periódico de espesores y grado de corrosión , tanto exterior como tuberías, ya que el equipo de medición de espesor existente se encuentra en mal estado, lo que puede provocar falla por rotura de cualquiera de los componentes mecánicos del equipo o rotura por fatiga del material.
 - Deterioro de las válvulas de seguridad de la torre de destilación atmosférica.
- Área de destilación al vacío.

Peligros:

- Incumplimiento del Plan de Mantenimiento, limpieza inadecuada de las áreas de producción.
- Salidero de vapor (área de calderas).
- Rotura, fisura o cualquier fuga incontrolada de petróleo. Ejemplo: ocasionales derrames de combustible producto del mantenimiento realizado.
- Salidero de combustible en el área de bombas de la caldera.
- No funciona de forma adecuada el tratamiento de los residuales que se generan. El mal funcionamiento de la planta ha provocado el derrame de hidrocarburos hacia el arroyo ubicado al sureste de la entidad, provocando la acumulación de películas de combustible superiores a 1 cm.
- Posibilidad de quemadura térmica.
- Peligro de incendio y explosión producto a descargas eléctricas, ya que no existe un sistema de pararrayos, colillas de cigarro encendidas o cualquier otra fuente de ignición e incremento de presión en los intercambiadores de calor y en los hornos, o provoca tupidiones dentro de los tubos de los hornos.
- Caída para los operadores y auxiliares en andamios y escaleras.
- Falla del suministro del agua de enfriamiento. De pasar inadvertida la falla, existe peligro de incendio o explosión.

- Área de tratamiento de gases residuales de vacío.

Peligros:

- Emisión de sustancias peligrosas.
- No existe una identificación apropiada de las válvulas, interruptores e instrumentos.
- No se cuenta con los instrumentos de medición adecuados en las plantas.
- No todos los equipos del proceso que necesitan instrumentos de control cuentan con ellos.
- Todos los controles existentes no se encuentran en explotación, ya que están en mal estado técnico.
- Falla de las presiones, temperaturas, flujos, niveles u otras variables del proceso.
- Deterioro de las válvulas de seguridad de las calderas.

- Área de almacenamiento de los productos finales.

Peligros:

- No se encuentran bien señalizados los interruptores y válvulas de emergencia.
- Existen los planes de emergencia, pero es necesario su actualización constante y lograr involucrar a las autoridades y población en general en los planes externos.
- En el almacenamiento de los productos finales no se lleva un estricto control de la capacidad total, lo que puede traer consigo derrames de combustible.

Para la evaluación de los riesgos, como segunda etapa de este proceso, se aplica una combinación de métodos cualitativos y cuantitativos. Entre ellos se mencionan:

Cálculo del Índice DOW de Fuego y Explosión (IFE):

Partiendo de lo expresado en el Capítulo I acerca de este método de análisis, se puede llegar al siguiente diagrama de bloque, donde se definen los pasos seguidos en la aplicación de este método:

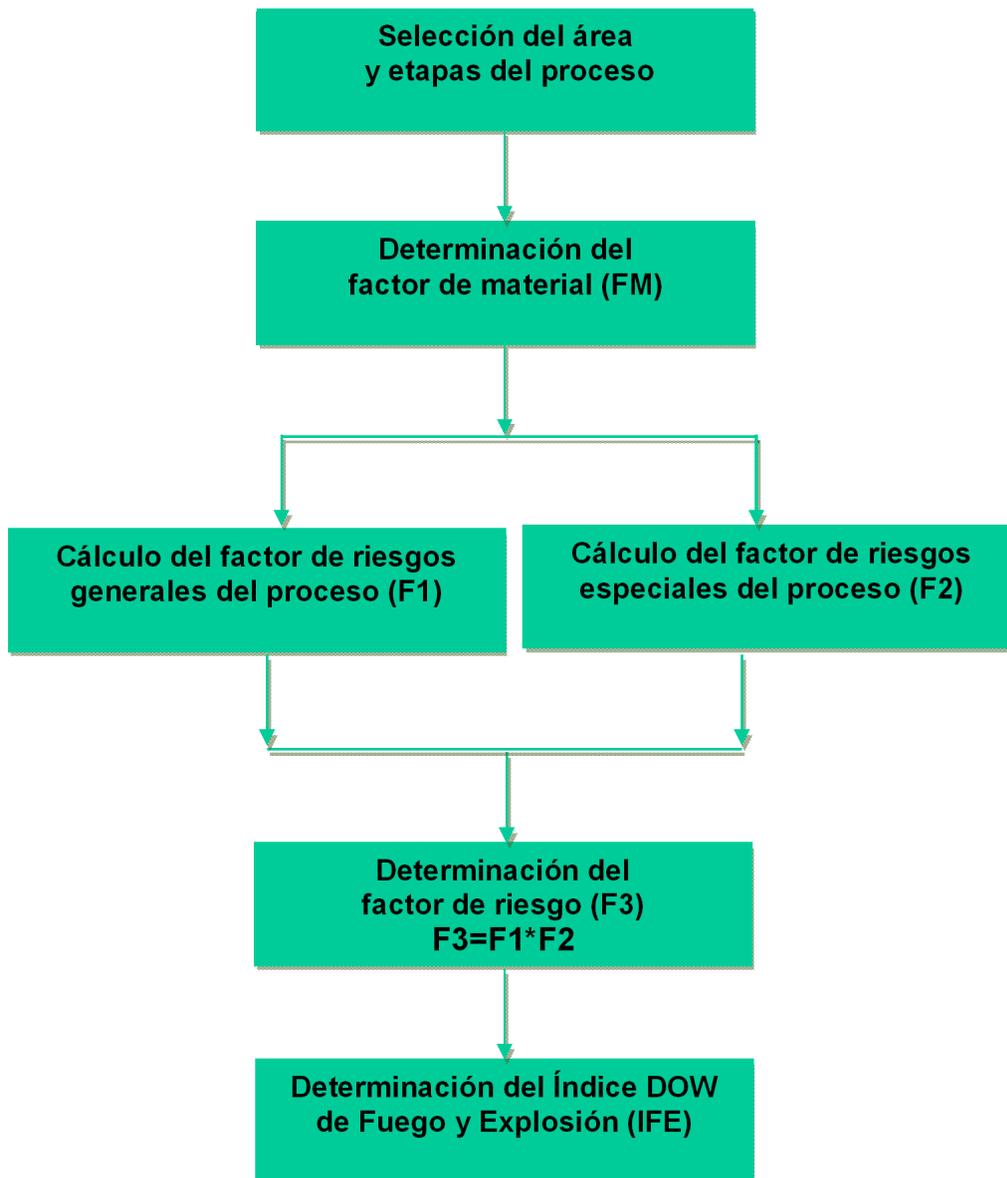


Ilustración No. 2: Esquema de cálculo del Índice DOW de Fuego y Explosión.

A continuación se describe detalladamente el procedimiento para su cálculo:

1. Selección de las áreas y etapas del proceso.

Las áreas y etapas del proceso sometidas a este análisis son las ya estudiadas e identificados los principales peligros, ahora con el objetivo de determinar los riesgos y jerarquizar los mismos.

Unidades
<ul style="list-style-type: none"> • Unidad de destilación atmosférica : <ul style="list-style-type: none"> - Banco de intercambio . - Horno. - Torre. - Despojadores. - Condensadores. - Tambor separador de nafta . - Enfriadores.
<ul style="list-style-type: none"> • Unidad de destilación al vacío : <ul style="list-style-type: none"> - Horno. - Torre. - Intercambiadores. - Despojadores. - Condensadores. - Tambor separador.
<ul style="list-style-type: none"> • Unidad de tratamiento de gases residuales de vacío: <ul style="list-style-type: none"> - Reactores. - Eyectores. - Tanque de almacenamiento de NaOH . - Tanque de almacenamiento de NaHS .
<ul style="list-style-type: none"> • Unidad de almacenamiento de los productos finales: <ul style="list-style-type: none"> - Tanque de almacenamiento de fuel oil . - Tanque de almacenamiento de queroseno . - Tanque de almacenamiento de diesel . - Tanque de almacenamiento de nafta .

Tabla No. 1: Definición de las unidades del proceso (equipos) a aplicarles el IFE.

2. Determinación del factor de material (FM).

Para la determinación del factor de material fue necesario el auxilio del **Anexo No. 6**.

3. Cálculo del factor de riesgos generales del proceso (F1).

Los riesgos generales del proceso son factores que juegan un papel importante en la determinación de la magnitud de un incidente con pérdidas.

Los seis apartados de que consta este factor, indicados como riesgos cont ribuyentes, son los siguientes:

- A. Reacciones químicas exotérmicas.
- B. Procesos endotérmicos.
- C. Manejo y transferencia de materiales.
- D. Unidades de proceso en zonas cerradas o interiores.
- E. Acceso.
- F. Control de desagües y derrames.

4. Cálculo del factor de riesgos especiales del proceso (F2).

Los riesgos especiales del proceso son factores que contribuyen de forma determinante a la probabilidad de un incidente con pérdidas. Consisten en unas condiciones específicas del proceso que han demostrado por sí mismas que son las causas principales de incidentes de incendio y/o explosión.

Los doce apartados de que consta este factor son los siguientes:

- A. Sustancias tóxicas.
- B. Presión inferior a la atmosférica (sub -atmosférica).
- C. Operaciones en o cerca del rango de inflamabilidad.
- D. Explosión de polvo.
- E. Presión de alivio (tarado).
- F. Baja temperatura.
- G. Cantidad de sustancia inflamable/inestable.
- H. Corrosión y erosión.
- I. Fugas en uniones y empaquetaduras.

- J. Empleo de calentadores de fuego directo.
- K. Sistema de intercambio térmico con aceite caliente.
- L. Equipos rotativos.

5. Cálculo del IFE y su clasificación.

Los criterios de clasificación según el Índice IFE son:

1 a	60	Ligero
61 a	96	Moderado
97 a	128	Intermedio
128 a	158	Intenso
≥	159	Severo

En el **Anexo No. 7** aparecen los resultados del IFE para las diferentes unidades antes seleccionadas del proceso de refinación del petróleo en la entidad objeto de estudio. Estos cálculos fueron realizados mediante un procedimiento de trabajo desarrollado en Excel.

Resultados de la aplicación del Índice DOW de Fuego y Explosión

El Índice DOW de Fuego y Explosión calculado a las diferentes unidades del proceso permitió jerarquizar los riesgos asociados a incendios y explosiones .

Al hacer un análisis de estos resultados se aprecia que los mayores valores de IFE corresponden a la Unidad de destilación al vacío, considerándose ésta como la de mayor riesgo (intenso y severo), seguido por la Unidad de destilación atmosférica (intenso a severo, pero con menores valores de IFE), la Unidad de tratamiento de gases residuales de vacío tiene valores de IFE desde moderado hasta severo y la Unidad de almacenamiento de los productos finales desde intermedio a severo.

Dentro de la Unidad de destilación al vacío los equipos de mayor riesgo son el Horno y la Torre de Destilación, que alcanzan valores de IFE de 325.44 y 312.48 respectivamente.

Cálculo del método de William T. Fine :

Este método consiste en la determinación del grado de peligrosidad del riesgo de accidente. El mismo se calcula de la siguiente forma:

$$\mathbf{GP= NERP= R= P \times E \times C}$$

Probabilidad (P): de que la secuencia del accidente se complete.

1. Nunca ha ocurrido pero es posible (0.5).
2. Es remotamente posible (1).
3. Sería raro pero es posible (3).
4. Es completamente posible (6).
5. Es el resultado más probable y esperado (10).

Exposición (E): es la frecuencia con que ocurre la situación de riesgo.

1. Remotamente posible (0.5).
2. Raramente se sabe que puede ocurrir (1).
3. Ocasionalmente, de una vez a la semana a una vez al mes (3).
4. Frecuentemente, alguna vez al día (6).
5. Continuamente, muchas veces al día (10).

Consecuencias (C): es el resultado más probable de un accidente.

1. Heridas leves sin baja (1).
2. Heridas con baja no graves (3).
3. Lesiones con bajas graves (7).
4. Muerte (15).
5. Varias muertes (40).

Después de otorgarle un valor a cada una de las tres variables , según las escalas propuestas en el capítulo anterior, se calcula el grado de peligrosidad del riesgo de accidente y se pasa a analizar los criterios de aceptación.

ASPECTOS	VARIABLES			TOTAL
	PROBABILIDAD	EXPOSICIÓN	CONSECUENCIAS	
1	0.5	0.5	1	0.25
2	1	1	3	3
3	3	3	7	63
4	6	6	15	540
5	10	10	40	4000
TOTAL	20.5	20.5	66	4606.25

Criterios de aceptación

GP 200 Requiere corrección inmediata. La actividad debe ser detenida hasta que el riesgo se haya disminuido.

85 GP ≤ 200 Actuación urgente. Requiere atención lo antes posible pero no se paraliza la actividad.

GP ≤ 85 El riesgo debe ser eliminado pero la situación no es una emergencia.

La determinación del grado de peligrosidad para cada riesgo identificado demuestra que se requiere corrección inmediata según los criterios de aceptación.

Atendiendo a ello, la entidad debe adoptar medidas de seguridad adecuadas de carácter técnico, organizativos y humanos con vista a eliminar o disminuir el grado de peligrosidad de los diferentes riesgos.

Cálculo del Factor de Vulnerabilidad del medio ambiente:

A partir del análisis anterior es evidente que el medio ambiente también puede ser vulnerable a los riesgos identificados en la entidad, por lo que se decide aplicar el Factor de Vulnerabilidad (FV), basado en índices globales, derivados de situaciones típicas, del entorno, frente a los accidentes más graves y en las condiciones meteorológicas peores, que puedan darse en la planta. El mismo se establece mediante el cuestionario que se muestra en la siguiente tabla:

Cuestionario		Nulo	Ligero	Medio	Grave
A	¿Existe riesgo de contaminación de aguas destinadas al consumo humano o agrícola?.	0	5	7	10
B	¿Existe riesgo de que un vertido afecte a áreas recreativas, pesqueras o de interés ecológico?.	0	5	7	10
				No	Sí
C	¿Existe densidad de población mayor que 300 habitantes por km ² en un área de 5 km de radio?.			0	10
D	¿Existe concentración de población mayor a 1000 personas en un área de 5 km de radio?.			0	10
E	¿Existen instalaciones afectadas por el almacenamiento de sustancias peligrosas a distancias menores de un km?.			0	10
F	¿Existen los servicios públicos que se especifican a continuación? 3. Concentración de población de alto riesgo (escuelas, hospitales, residencias) a distancias menores de 5 km. 4. Puntos de concentración transitoria de población a distancias menores de 2 km (estadios, centros comerciales, estaciones de ferrocarriles, terminal de autobuses).			0	10
G	¿Existen áreas protegidas de patrimonio público a distancias menores de 2 km?.			0	10
H	¿Hay sistemas de carreteras y vías de transporte con gran volumen de transporte a distancias menores de 500 m?.			0	10
I	¿Hay aeropuertos a distancias menores de 5 km?.			0	10
J	¿Se trata de una zona crítica por motivos políticos sociales?.			0	10
K	¿Se trata de una zona de clasificación sísmica?.			0	10
L	¿Se trata de una zona inundable?.			0	10

Tabla No. 2: Cálculo del Factor de Vulnerabilidad del medio ambiente .

Para el cálculo del FV se utiliza la ecuación que se muestra a continuación:

$$FV = \sum Pi$$

Si Pi es la puntuación resultante del factor i.

Clasificación del entorno según su FV:

FV <10 Entorno poco vulnerable.

10 FV 30 Entorno medianamente vulnerable.

FV > 30 Entorno muy vulnerable.

Como puede apreciarse en la **Tabla No. 2** la afectación al medio ambiente, debido a las consecuencias de los escenarios planteados es en algunos casos “elevada”, por lo que finalmente se puede clasificar como un entorno muy vulnerable, ya que el FV es 77. Incrementado asimismo, porque esta instalación se encuentra ubicada dentro de un núcleo poblacional con más de 300 habitantes/km², además de estar ubicada aledaña a una importante vía de comunicación (línea central de ferrocarril).

La contaminación ambiental producida por la refinación del petróleo en la entidad objeto de estudio está originada fundamentalmente por las emisiones a la atmósfera, los derrames de hidrocarburos que contaminan los suelos, las aguas y el ruido que puede afectar incluso a la población cercana.

Determinación de la afectación financiera:

A partir de los métodos semicuantitativos aplicados se procede finalmente a evaluar el impacto financiero que tienen los riesgos tecnológicos y medioambientales asociados al proceso de refinación del petróleo en la entidad objeto de estudio. Para ello se tuvieron en cuenta los siguientes pasos:

1. Cálculo de la afectación por paradas (Ap).

En este paso se analiza la afectación por el consumo de fuel y consumo de electricidad:

$Apf = \text{Paradas} \times \text{Consumo de Fuel} \times \text{Precio}$

$Apf = 9 \times 6 \text{ ton} \times 709.14$

$Apf = 38.3 \text{ MP}$

$Ape = \text{Paradas} \times \text{Consumo de Electricidad} \times \text{Precio}$

$Ape = 9 \times 2 \text{ Mwh} \times 240.00$

$A_{pe} = 4.3 \text{ MP}$

AFECTACIÓN TOTAL (Fuel y electricidad)= 42.6 MP

2. Cálculo de la afectación por arrancadas (A_a).

En este paso también se analiza la afectación por el consumo de fuel y consumo de electricidad:

$A_{af} = \text{Arrancadas} \times \text{Consumo de Fuel} \times \text{Precio}$

$A_{af} = 9 \times 4 \text{ ton} \times 709.14$

$A_{af} = 25.5 \text{ MP}$

$A_{ae} = \text{Arrancadas} \times \text{Consumo de Electricidad} \times \text{Precio}$

$A_{ae} = 9 \times 1.5 \text{ Mwh} \times 240.00$

$A_{ae} = 3.2 \text{ MP}$

AFECTACIÓN TOTAL (Fuel y electricidad)= 28.7 MP

5. Pérdidas de vapor (P_v).

$P_v = 1 \text{ ton/día} \times \text{Precio}$

$P_v = 1 \text{ ton}/365 \times 59.54$

$P_v = 21.7 \text{ MP}$

4. Sobreconsumo de las calderas (S_c).

$S_c = \text{Consumo de Fuel} \times \text{Tiempo} \times \text{Precio}$

$S_c = 0.5 \text{ ton} \times 365 \times 709.14$

$S_c = 182.5 \times 709.14$

$S_c = 129.4 \text{ MP}$

Los resultados obtenidos reflejan que la entidad presenta una afectación total por paradas de 42.6 miles de pesos, mientras que la afectación total por arrancadas es de 28.7 miles de pesos, ambas por consumo de fuel y electricidad. Este análisis demuestra que se pierde más en una parada que en una arrancada, a partir de que

el tratamiento no es el mismo, es decir, una vez terminada la producción las plantas llevan un proceso de desgacificación y limpieza de todas las tuberías para su posterior entrega a mantenimiento, lo que genera mayor consumo de portadores energéticos. Las pérdidas de vapor en el año ascienden a 21.7 miles de pesos, o sea, por cada día se pierde 1 tonelada de vapor, esto trae consigo que exista un sobreconsumo de las calderas de 129.4 miles de pesos. Derivado de este análisis se obtiene una pérdida total que asciende a 222.4 miles de pesos.

El diagnóstico efectuado permitió determinar la situación actual de los riesgos tecnológicos y medioambientales derivados del proceso de refinación del petróleo, detectándose aún insuficiencias en este proceso, lo cual trajo consigo la necesidad de su análisis mediante la aplicación de un conjunto de métodos que propiciaron su evaluación.

Cabe significar que los métodos seleccionados muestran pertinentemente la realidad de la actividad de refinación del petróleo, lo cual evidencia la necesidad de que la entidad objeto de estudio promueva acciones encaminadas a evitar consecuencias adversas a las personas, instalaciones y al medio ambiente.

CONCLUSIONES

Atendiendo al estudio realizado se arribaron a las siguientes conclusiones:

1. La sistematización teórica permitió desarrollar un estudio de la literatura especializada relacionada con el análisis de los riesgos con vista a contribuir con el marco teórico referencial de la investigación.
2. El diagnóstico efectuado posibilitó determinar la situación actual de los riesgos tecnológicos y medioambientales derivados del proceso de refinación del petróleo, detectándose aún insuficiencias en el proceso a partir de que no están debidamente identificados los factores internos y externos que inciden en su evaluación.
3. De acuerdo al análisis de los riesgos tecnológicos y medioambientales asociados al proceso de refinación del petróleo se pudo determinar la afectación financiera, la cual arroja una pérdida total ascendente a 222.4 miles de pesos.

RECOMENDACIONES

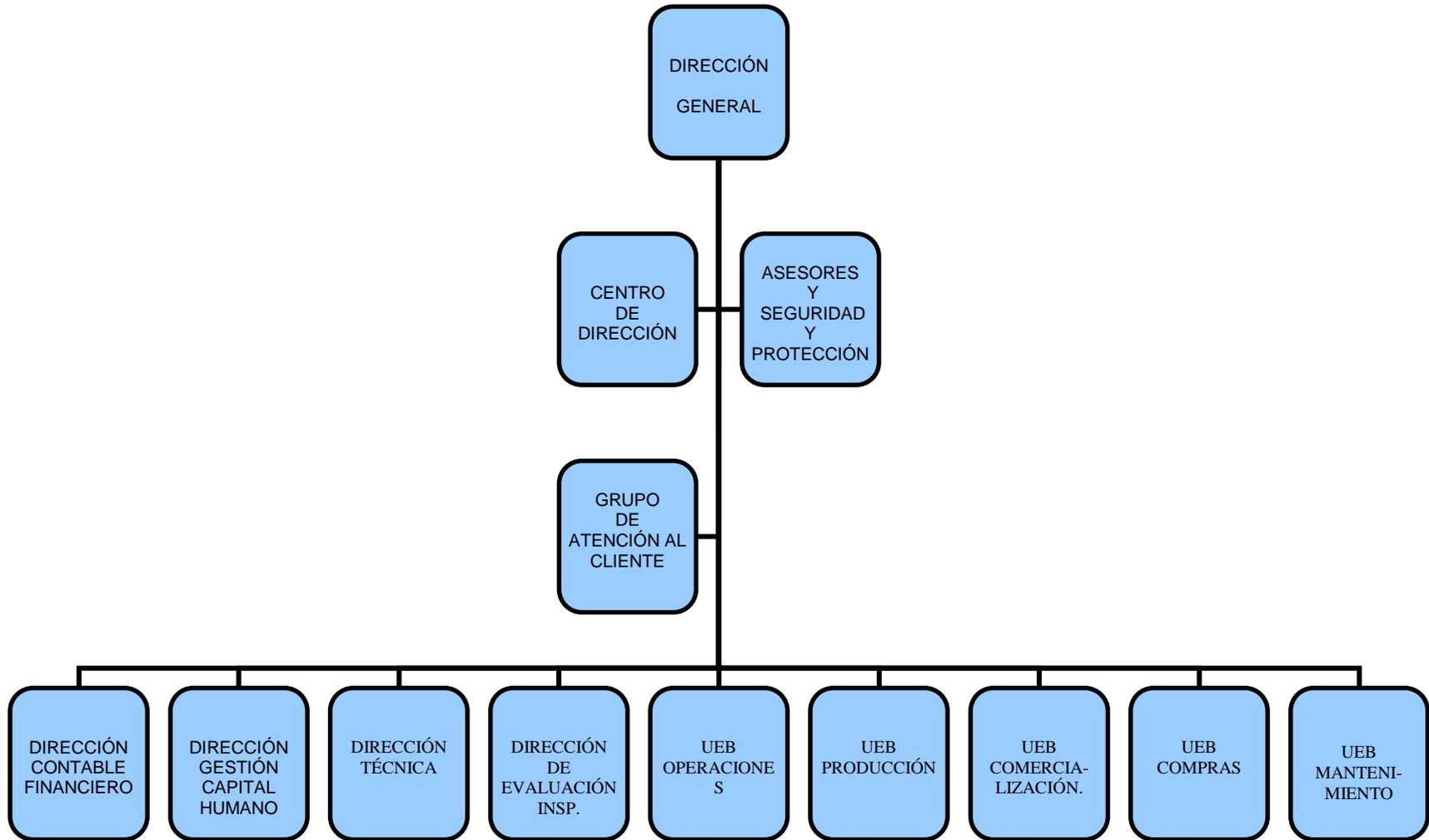
1. Reducir el riesgo mediante un correcto diseño de las plantas y aplicando las medidas de seguridad correspondientes en cada paso del proceso.
2. Analizar sistemáticamente los riesgos para justificar las decisiones en materia de prevención y seguridad.

BIBLIOGRAFÍA

- Azofra, J. J. (1974). *Organización de la seguridad e higiene en la industria química*. COASCHI.
- Casal, J. (1999). *Métodos de evaluación de riesgos en la industria química*. Química e Industria. Madrid.
- Casal, J. y Coll, T. (1992). *Evaluación experimental del riesgo en plantas de proceso, Ingeniería Química*. Madrid.
- Coso (2004). *Técnicas de prevención de riesgos laborales. Seguridad e higiene en el trabajo*. Madrid.
- Creus, A. (1992). *Fiabilidad y seguridad. Su aplicación en procesos industriales*. Marcombo, Barcelona.
- Demestre Castañeda, A. et al. (2002). *Técnicas para analizar estados financieros*. La Habana: Editorial Pueblo y Educación.
- Díaz Abreu, A. (1992). *Edificaciones industriales y microclima laboral*. Ventilación natural. Disponible en: Revista Ingeniería Industrial, Vol. XIII, No. 3.
- El petróleo* (2011). Disponible en: <http://pedroreina.net/trabalu/19981999/webitos6.htm> .
- Fernández, L., Sorinas, L. y Torres, J. (2001). *Riesgo y prevención de accidentes en la industria petroquímica*. Unión Cuba-Petróleo. Dirección Técnica.
- Floss, D. (1990). *Conformación de las condiciones ambientales de trabajo*. Material didáctico auxiliar. Universidad Central “Marta Abreu” de Las Villas.
- Guía para la realización del análisis del riesgo medioambiental* (2004). Disponible en: <http://www.proteccioncivil.org> .
- Instituto Nacional de Seguridad e Higiene del Trabajo (INSHT) (1995). *Índices de riesgo de procesos químicos*. Barcelona.

- Klett, T. (1992). *Hazop and Hazan. Identifying and assessing process industry hazards* .
3ra edition. The institution of Chemical Engineers.
- Lagadec, P. (1983). *La civilización del riesgo*. Madrid: Editorial MAPFRE.
- Pérez, A. (1992). *Planes de emergencia interior en la industria química, INSHT* .
Barcelona.
- Posada, M. (1999). *Análisis y valoración de riesgos en seguridad industrial* . Ingeniería
Química.
- Ramos, A. (1990). *Procedimiento para la valoración cuantitativa de los riesgos*.
COASHIQ, Madrid.
- Sánchez, J. (2000). *Manejo del Riesgo en la Industria Química* . Editorial Barcelona.
- Santamaría, R. (1994). *Análisis y reducción de riesgos en la industria química* .
Fundación MAPFRE. Madrid.
- Soriano, E. (2004). *Análisis y evaluación del riesgo de incendio y explosión mediante el
método DOW*.
- Storch de Gracia, J. M. (1998). *Manual de seguridad industrial en plantas químicas y
petroleras*. Madrid: Mc Graw-Hill.
- Weston, T. F. (2006). *Fundamentos de Administración Financiera* . Volumen 3. La
Habana: Editorial Félix Varela.

Anexo No. 1: Estructura organizativa de la Refinería de Petróleo “Sergio Soto Valdés”.



Anexo No. 2: Observación.

Objetivo: observar el proceso de refinación del petróleo en la entidad objeto de estudio.

Guía:

1. Observación al procesamiento de petróleo crudo y sus derivados .
2. Cómo incide cada paso del proceso de refinación del petróleo en el medio ambiente.

Anexo No. 3: Análisis de documentos .

Objetivo: obtener información sobre el análisis de los documentos o normativas vigentes con vista a aminorar los riesgos tecnológicos y medioambientales asociados al proceso de refinación del petróleo.

Guía:

1. Revisión del Reglamento Tecnológico para las Unidades de Destilación Atmosférica y al Vacío.
2. Revisión del Procedimiento para el tratamiento al crudo con sosa - carbonato.
3. Revisión del Procedimiento para la operación del sistema de tratamiento del agua.
4. Revisión del Procedimiento para el desalado de crudo Matanzas vía planta.

Anexo No. 4: Entrevista.

Objetivo: constatar la efectividad del proceso de refinación del petróleo en función de la reducción de los riesgos tecnológicos y medioambientales en la Refinería de Petróleo “Sergio Soto Valdés” del municipio de Cabaiguán.

Compañero (a):

La presente entrevista persigue conocer los criterios que usted asume acerca del proceso de refinación del petróleo en función de aminorar los riesgos tecnológicos y medioambientales inherentes de esta actividad. Precisamos de usted la mayor cantidad de datos, cooperación, la honestidad en sus respuestas que den posibilidades de justificar la presente investigación. Muchas gracias.

Preguntas:

1. ¿Qué importancia le atribuye al proceso de refinación del petróleo en el contexto económico actual?.
2. ¿Cómo se efectúa este proceso en la entidad donde labora?.
3. ¿Considera necesario el análisis de los riesgos tecnológicos y medioambientales asociados al proceso de refinación del petróleo ?. Argumente su respuesta.
4. ¿Ha recibido del Organismo Superior indicaciones de cómo realizar este análisis?.
5. Si la respuesta dada anteriormente es positiva, ¿qué métodos se tienen en cuenta para evaluar los riesgos tecnológicos y medioambientales en la entidad?.
6. ¿Estos métodos posibilitan disminuir las pérdidas financieras originadas por fallas o insuficiencias en el proceso de refinación del petróleo?. Comente al respecto.
7. ¿Qué medidas preventivas se llevan a cabo en cada paso del proceso con vista a evitar consecuencias adversas a las personas, instalaciones y al medio ambiente?.

Anexo No. 5: Encuesta.

Objetivo: conocer los riesgos tecnológicos y medioambientales a que se exponen los trabajadores vinculados directamente a la producción de la Refinería de Petróleo “Sergio Soto Valdés” del municipio de Cabaiguán.

Compañero (a):

Necesitamos su valoración sobre la necesidad de conocer los riesgos tecnológicos y medioambientales a que se expone atendiendo a la labor que realiza en la entidad y el grado de seguridad que se le ofrece.

1. Aspectos generales:

Sexo _____

Edad _____

Labor que realiza _____

2. Aspectos relacionados con el proceso de refinación del petróleo en función de la reducción de los riesgos tecnológicos y medioambientales.

- ¿Conoce cómo se realiza el proceso de refinación del petróleo en la entidad?.

Sí _____ No _____

- ¿Están identificados los riesgos tecnológicos y medioambientales que se asocian a este proceso?.

Sí _____ No _____

- ¿Están identificados los medios necesarios para su eliminación ?.

Sí _____ No _____

- ¿Se realizan las inspecciones técnicas, aplicando el criterio de “Inspección basada en Riesgo”?

Sí _____ No _____

- ¿En qué período se realizan estas inspecciones ?.

_____ Periódicamente.

_____ Algunas veces.

_____ Una vez al año.

- ¿Está establecida la separación de las unidades de la planta a partir de una evaluación de riesgos?.

Sí _____ No _____

- ¿Se tienen identificado los equipos considerados de alto riesgo ?.
Sí ____ No ____
 - ¿Están en buen estado técnico estos equipos considerados de alto riesgo ?.
Sí ____ No ____
 - ¿Están identificadas todas las características de peligrosidad de las sustancias utilizadas en el proceso de refinación del petróleo ?.
Sí ____ No ____
3. Aspectos relacionados con el grado de seguridad que este proceso de refinación del petróleo ofrece.
- ¿Cuenta con la debida evaluación para desempeñar las labores asignadas ?.
Sí ____ No ____
 - ¿Cuenta con las debidas instrucciones de seguridad en el puesto de trabajo ?.
Sí ____ No ____
 - ¿Se le realiza las respectivas comprobaciones de conocimientos para desempeñar su labor en las plantas ?.
Sí ____ No ____
 - ¿Existe un entrenamiento del personal sobre cómo enfrentar situaciones de emergencia?.
Sí ____ No ____
 - ¿Existe en la entidad suficiente señalización con vista a la protección del trabajador?.
Sí ____ No ____
 - ¿Se requiere el uso de equipos de protección personal ?.
Sí ____ No ____
 - Algunas sugerencias que desee aportar a esta investigación.

Esperamos que estas cuestiones le hayan servido para reflexionar acerca de la necesidad que tiene conocer los riesgos potenciales a que se exponen producto de la actividad que realizan y el grado de seguridad que se le ofrece.

Muchas gracias por su colaboración.

Todas las sugerencias serán tomadas en cuenta.

Anexo No. 6: Determinación del factor de material de algunas sustancias.

Aceite lubricante	4	Gasolina	16
Acetato de etilo	16	Heptano	16
Acetato de vinilo	24	Hexano	16
Acetona	16	Hidrógeno	21
Acrilonitrilo	24	Isopropanol	16
Amoniaco	4	Metano	21
Benceno	16	Metanol	16
Bióxido sulfuroso	1	Monóxido de carbono	16
Butadieno	24	Nitrato amónico	29
Butano	21	Nitroglicerina	40
Cianuro de hidrógeno	29	Óxido de propileno	24
Ciclohexano	16	Peróxido de hidrógeno (35 por 100)	24
Cloro	1	Petróleo crudo	16
Cloruro de vinilo	21	Poliestireno (granza)	10
Cumeno	10	Poliestireno (espuma)	16
Estireno	24	Polietileno	18
Etanol	16	Propano	21
Etilenglicol	4	Sodio	24
Fenol	4	Sulfuro de hidrógeno	21
Flúor	29	Tolueno	16
Fuelóleo	10	Xileno	16
Gasóleo	10		

Fuente: Manual de Seguridad Industrial en Plantas Químicas y Petroleras, Volumen I, J. M. Storch de Gracia.

Anexo No. 7: Resultados del cálculo del Índice DOW de Incendio y Explosión.

Unidad de destilación atmosférica.

Crterios de penalización y variables de cálculo	Penalización	Banco de intercambio	Horno	Torre Destilación	Despojadores	Condensadores	Tambor separador	Enfriadores
FM		16.00	16.00	16.00	16.00	16.00	16.00	16.00
-Valor base.	1	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
-Reacciones químicas exotérmicas.	0.30-1.25	0.00	1.25	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
-Reacciones endotérmicas.	0.20-0.40	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
-Condiciones de manejo y conducción de productos.	0.25-1.05	1.05	1.05	1.05	0.6	0.40	0.30	0.60
-Condiciones de ventilación.	0.25-0.90	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25
-Condiciones de accesos para equipos de emergencia.	0.35	0.35	0.35	0.35	0.35	0.35	0.35	0.35
-Drenajes capaces de evacuar un derrame y el agua contra incendio y control de derrames.	0.25-0.50	0.25	0.5	0.50	0.25	0.25	0.25	0.25
F1		2.90	4.40	3.15	2.45	2.25	2.15	2.45
-Valor base.	1	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
-Materiales tóxicos.	0.20-0.80	0.80	0.80	0.80	0.60	0.50	0.70	0.50
-Operación en presiones inferiores a la atmosférica por posible entrada de aire y formación de atmósferas inflamables o explosivas.	0.5	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
-Operación cerca del límite de inflamabilidad:								
Tanques de almacenamiento de líquidos inflamables.	0.5	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Fallo de equipo de instrumentación, equipo o purga.	0.3	0.30	0.30	0.30	0.30	0.30	0.30	0.30
Siempre en el intervalo de	0.8	0.80	0.80	0.80	0.80	0.80	0.80	0.80

inflamabilidad.								
-Explosión de polvo.	0.25-2	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
-Baja temperatura.	0.25-2.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
-Cantidad de productos inflamables: sólidos, líquidos, gases y productos reactivos en proceso o en almacenamiento.	0.20-0.30	0.30	0.30	0.30	0.30	0.25	0.25	0.25
-Corrosión y erosión.	0.10-0.75	0.75	0.75	0.75	0.60	0.50	0.50	0.50
-Pérdidas de fluido combustible por fugas de juntas y cierres.	0.10-0.75	0.25	0.10	0.12	0.10	0.10	0.10	0.10
-Uso de calentadores con llama, utilización de generadores de calor con combustión (generadores de fluido térmico y otros).	0.15-1.15	0.00	1.15	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
-Uso de equipos de intercambio con aceite térmico.	0.15-1.15	0.30	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
-Equipo rotativo (agitadores, compresores, bombas).	0.5	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50
F2		5.00	5.70	4.57	4.20	3.95	4.15	3.95
F3		14.50	25.08	14.40	10.29	8.89	8.92	9.68
Índice DOW de Incendio y Explosión		232.00	401.28	230.40	164.64	142.24	142.72	154.88
		SEVERO	SEVERO	SEVERO	SEVERO	INTENSO	INTENSO	INTENSO

Unidad de destilación al vacío.

Criterios de penalización y variables de cálculo	Penalización	Horno	Torre Destilación	Banco de intercambio	Despojadores	Condensadores	Tambor separador	Enfriadores
FM		16.00	16.00	16.00	16.00	16.00	16.00	16.00
-Valor base.	1	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
-Reacciones químicas exotérmicas.	0.30-1.25	1.25	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
-Reacciones endotérmicas.	0.20-0.40	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

-Condiciones de manejo y conducción de productos.	0.25-1.05	1.05	1.05	1.05	0.50	0.30	0.25	0.40
-Condiciones de ventilación.	0.25-0.90	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25
-Condiciones de accesos para equipos de emergencia.	0.35	0.35	0.35	0.35	0.35	0.35	0.35	0.35
-Drenajes capaces de evacuar un derrame y el agua contra incendio y control de derrames.	0.25-0.50	0.25	0.5	0.50	0.25	0.25	0.25	0.25
F1		4.15	3.15	3.15	2.35	2.15	2.10	2.25
-Valor base.	1	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
-Materiales tóxicos.	0.20-0.80	0.80	0.80	0.80	0.50	0.50	0.30	0.50
-Operación en presiones inferiores a la atmosférica por posible entrada de aire y formación de atmósferas inflamables o explosivas). Presión subatmosférica (<500 mm Hg).	0	0.00	0.50	0.00	0.50	0.50	0.50	0.00
-Operación cerca del límite de inflamabilidad:								
Tanques de almacenamiento de líquidos inflamables.	0.5	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Problema de proceso o falla de purga.	0.3	0.30	0.30	0.30	0.30	0.30	0.30	0.30
Siempre en el intervalo de inflamabilidad.	0.8	0.80	0.80	0.80	0.80	0.80	0.80	0.80
-Explosión de polvo.	0.25-2.0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
-Presión.								
-Baja temperatura.	0.25-2.0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
-Cantidad de productos inflamables: sólidos, líquidos, gases y productos reactivos en proceso o en almacenamiento.	0.20-0.30	0.30	0.30	0.30	0.25	0.25	0.25	0.25
-Corrosión y erosión.	0.10-0.75	0.75	0.75	0.75	0.60	0.50	0.50	0.50
-Pérdidas de fluido combustible por fugas de juntas y cierres.	0.10-0.75	0.15	0.10	0.12	0.10	0.10	0.10	0.10

-Uso de calentadores con llama, utilización de generadores de calor con combustión (generadores de fluido térmico y otros).	0.15-1.15	0.00	1.15	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
-Uso de equipos de intercambio con aceite térmico.	0.15-1.15	0.30	0.00	0.00	0.00	0.00	0.05	0.00
-Equipo rotativo (agitadores, compresores, bombas).	0.5	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50
F2		4.90	6.20	4.57	4.55	4.45	4.30	3.95
F3		20.34	19.53	14.40	10.69	9.57	9.03	8.89
Índice DOW de Incendio y Explosión		325.44	312.48	230.40	171.04	153.12	144.48	142.24
		SEVERO	SEVERO	SEVERO	SEVERO	INTENSO	INTENSO	INTENSO

Unidad de tratamiento de gases residuales de vacío.

Criterios de penalización y variables de cálculo	Penalización	Bombas	Eyectores	Reactores	Tanque de almac. NaOH	Tanque de almac. NaHS
FM		16.00	21.00	24.00	10.00	16.00
-Valor base.	1	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
-Reacciones químicas exotérmicas.	0.30-1.25	0.00	0.30	1.25	0.00	0.00
-Reacciones endotérmicas.	0.20-0.40	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
-Condiciones de manejo y conducción de productos.	0.25-1.05	1.05	0.25	0.50	0.50	0.50
-Condiciones de ventilación.	0.25-0.90	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25
-Condiciones de accesos para equipos de emergencia.	0.35	0.35	0.35	0.35	0.35	0.35
-Drenajes capaces de evacuar un derrame y el agua contra incendio y control de derrames.	0.25-0.50	0.00	0.00	0.25	0.50	0.50
F1		2.65	2.15	3.60	2.60	2.60
-Valor base.	1	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00

-Materiales tóxicos.	0.20-0.80	0.80	0.80	0.80	0.80	0.80
-Operación en presiones inferiores a la atmosférica por posible entrada de aire y formación de atmósferas inflamables o explosivas). Presión subatmosférica (<500 mm Hg).	0.5	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
-Operación cerca del límite de inflamabilidad:						
Tanques de almacenamiento de líquidos inflamables.	0.50	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Problema de proceso o falla de purga.	0.30	0.30	0.30	0.30	0.30	0.30
Siempre en el intervalo de inflamabilidad.	0.80	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
-Explosión de polvo.	0.25-2.0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
-Presión.						
-Baja temperatura.	0.25-2.0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
-Cantidad de productos inflamables: sólidos, líquidos, gases y productos reactivos en proceso o en almacenamiento.	0.20-0.30	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
-Corrosión y erosión.	0.10-0.75	0.75	0.75	0.50	0.75	0.75
-Pérdidas de fluido combustible por fugas de juntas y cierres.	0.10-0.75	0.10	0.10	0.20	0.10	0.10
-Uso de calentadores con llama, utilización de generadores de calor con combustión (generadores de fluido térmico y otros).	0.15-1.15	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
-Uso de equipos de intercambio con aceite térmico.	0.15-1.15	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
-Equipo rotativo (agitadores, compresores, bombas).	0.5	0.50	0.00	0.00	0.00	0.00
F2		3.45	2.95	2.80	2.95	2.95
F3		9.14	6.34	10.08	7.67	7.67

Índice DOW de Incendio y Explosión		146.24	133.14	241.92	76.70	122.72
		INTENSO	INTENSO	SEVERO	MODERADO	INTERMEDIO

Unidad de almacenamiento de los productos finales.

Criterios de penalización y variables de cálculo	Penalización	T. almac Queroseno	T. almac Diesel	T. almac Nafta	T. almac Fuel	T. almac Asfalto
FM		16.00	16.00	16.00	16.00	16.00
-Valor base.	1	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
-Reacciones químicas exotérmicas.	0.30-1.25	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
-Reacciones endotérmicas.	0.20-0.40	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
-Condiciones de manejo y conducción de productos.	0.25-1.05	0.60	0.60	0.60	0.00	0.00
-Condiciones de ventilación.	0.25-0.90	0.90	0.90	0.90	0.90	0.90
-Condiciones de accesos para equipos de emergencia.	0.35	0.35	0.35	0.35	0.35	0.35
-Drenajes capaces de evacuar un derrame y el agua contra incendio y control de derrames.	0.25-0.50	0.25	0.25	0.25	0.50	0.50
F1		3.10	3.10	3.10	2.75	2.75
-Valor base.	1	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
-Materiales tóxicos.	0.20-0.80	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50
-Operación en presiones inferiores a la atmosférica por posible entrada de aire y formación de atmósferas inflamables o explosivas). Presión subatmosférica (<500 mm Hg).	0.5	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
-Operación cerca del límite de inflamabilidad:						
Tanques de almacenamiento de	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50

líquidos inflamables.						
Problema de proceso o falla de purga.	0.30	0.30	0.30	0.30	0.30	0.30
Siempre en el intervalo de inflamabilidad.	0.80					
-Explosión de polvo.	0.25-2.0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
-Presión.						
-Baja temperatura.	0.25-2.0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
-Cantidad de productos inflamables: sólidos, líquidos, gases y productos reactivos en proceso o en almacenamiento.	0.20-0.30	0.30	0.30	0.30	0.20	0.20
-Corrosión y erosión.	0.10-0.75	0.20	0.20	0.50	0.20	0.20
-Pérdidas de fluido combustible por fugas de juntas y cierres.	0.10-0.75	0.20	0.20	0.20	0.20	0.20
-Uso de calentadores con llama, utilización de generadores de calor con combustión (generadores de fluido térmico y otros).	0.15-1.15	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
-Uso de equipos de intercambio con aceite térmico.	0.15-1.15	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
-Equipo rotativo (agitadores, compresores, bombas).	0.5	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
F2		3.00	3.00	3.30	2.90	2.90
F3		9.30	9.30	10.23	7.98	7.98
Índice DOW de Incendio y Explosión		148.80	148.80	163.68	127.68	127.68
		INTENSO	INTENSO	SEVERO	INTERMEDIO	INTERMEDIO